



**METSÄTALouden KUSTANNUSTEHOKKAAT VESIENSUOJELUMENETELMÄT**

Samuli Joensuu  
Martti Vuollekoski  
Maija Kauppila

## Sisällys

Taustaa .....	3
Aineisto ja menetelmät .....	5
Vesinäytteet .....	5
Virtaaman- ja vedenlaadun mittaukset .....	7
Tulokset .....	10
Lannoituksen seuranta .....	10
Kunnostusojituksen vesiensuojelumenetelmät – pintavalutus .....	16
Suometsän hoitoketjun seuranta .....	25
Kosteikot .....	35
Metsätalousalueen seuranta .....	43
<b>Yhteenveto .....</b>	<b>46</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>49</b>
Liite 1. Kohdekuvaukset .....	49
1. PÖYTYÄN (YLÄNE) SEURANTA-ALUEET .....	50
2. PIEKSÄMÄEN SEURANTA-ALUEET .....	57
3. RUOKOLAHDEN SEURANTA-ALUE .....	61
4. SEINÄJOEN SEURANTA-ALUE .....	63
5. KITEEN SEURANTA-ALUE .....	65
6. AURAN SEURANTA-ALUEET .....	67
7. JUUPAJOEN SEURANTA-ALUE .....	71
<b>KIRJALLISUUTTA .....</b>	<b>73</b>

## Taustaa

Vesistöjemme suurimmat kuormittajat ovat maatalous, yhdyskunnat, haja-asutus, teollisuus, metsätalous, kalankasvatus ja turvetuotanto. Lisäksi vesistöihin tulee ravinteita luonnonhuuhtoumana. Valtioneuvoston periaatepäätös vesienhoitosuunnitelmien toteuttamisesta tuli voimaan joulukuussa 2009. Vastaava päätös vesienhoidon toteutusohjelmasta hyväksyttiin alkuvuodesta 2011. Vesienhoidon ensimmäinen suunnitelmien toteutuskausi 2010-2015 on meneillään ja vuosina 2013-2014 työstettiin seuraavan kauden 2015-2020 toimenpiteiden ohjeistusta. Ohjeistusta koskevassa raportissa sekä sen jälkeen laadituissa monissa alueellisissa vesienhoitosuunnitelmissa keskeisinä lisätoimenpiteinä metsätalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi on ehdotettu muun muassa vesien suotautumiseen perustuvien menetelmien kuten pintavalutuskenttien ja pienkosteikkojen määrän lisäämistä kunnostusojituksissa, navero- ja ojitusmätästyksissä, lannoituksissa ja hakkuissa. Myös virtaamansääto on muodostunut tärkeäksi vesiensuojelumenetelmäksi (Marttila 2010). Virtaamansäätoimenetelmistä kannattaa erityisesti mainita putkipato, jota voidaan hyödyntää myös laskeutusaltaiden tehon parantajana (Joensuu 2002).

TASO-hankkeella koottiin 2011-2012 Tapion vetämällä osahankkeella ajankohtaan mennessä uusimman tutkimustiedon mukainen vesiensuojelun koulutusaineisto (Joensuu et al. 2012, <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0826DCC9-B85D-4F68-AE38-6CB7515E0CA1%7D/91697>). Vuonna 2013 Tapio julkaisi Hyvän metsänhoidon suosituksiin liittyvän päivitetyn vesiensuojelun työoppaan (Joensuu et al. 2013). Kaikissa edellä mainituissa tilanteissa on muiden tutkimusten ohella hyödynnetty tässä raportissa jäljempänä läpikäytävää aineistoa ja hankkeen aikana saatuja seurantakohdekohtaisia tuloksia. Hankkeen tulokset on myös huomioitu Tapion Metsänhoidon suosituksiin liittyvän Suometsien hoidon työoppaan päivitysprosessissa (Tapio 2014).

Turvemaiden uudistamisketju on todennäköinen riski erityisesti typen huuhtoutumisen kannalta (Nieminen 2003, 2004). Päätehakkuihin tulevia turvemaakohteita on lähivuosina ja vuosikymmeninä entistä enemmän, joten ravinnehuuhtoumariski on syytä varautua kehittämällä vesiensuojelutekniikkaa. Pintavalutuksella voidaan tällä tietoa parhaiten vähentää turvemaiden hakkuiden aiheuttamaa ravinnekuormaa (Nieminen et al. 2005, Hynninen 2013, Saari 2014).

Metsätaloudessa tarvitaan uusien innovatiivisten vesiensuojeluratkaisujen etsimistä ja niiden hyödyntämistä. Tästä esimerkkinä voidaan mainita maataloudessa saadut kokemukset kipsin levittämisestä pelloille (Yli-Renko & Rasa 2011). Pietolan (2008) tekemissä laboratoriotutkimuksissa saadut tulokset ovat antaneet lupaavia tuloksia kipsin toimivuudesta fosforin pidättäjänä. Kipsikäsittelyt vähensivät erityisesti eroosiota, mutta myös liukoisen fosforin huuhtoutumista. Varsinkin hienojakoisilla savimailla kipsipohjaisilla tuotteilla näyttäisi

olevan eroosiota hillitsevä vaikutus peltoviljelyssä. Valumavesien kirkastuessa myös liuenneen fosforin konsentraatio selkeästi väheni, mikä todettiin ensin laboratorio-olosuhteissa.

Ferrisulfaatti eli rauta(III)sulfaatti ja alumiinisulfaatti ( $AlSO_4$ ) ovat maataloudessa ja turvetuotannossa testattuja aineita fosforin pidätykseen (Aura 2000, Kaasinen 2010, Simola & Jutila 2006). Rautasulfaatin käyttömahdollisuuksia on jossakin määrin testattu muun muassa TASO-hankkeella (TASO-hankkeen väliraportti II 2012).

Vesienhoidon toteutusohjelmassa ehdotetuista toimenpiteistä erityisesti pienkosteikkojen toimivuudesta ja niiden kustannustehokkuudesta on vain vähän tietoa. Metsätaloudessa luonnonhoitohankkeena toteutettu kosteikko on laajojen pinta-alojen vesiensuojeluratkaisu, jonka perustamiskustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin normaali kunnostusojitushankkeella toteutettujen laskeutusaltaiden ja pintavalutuskenttien. Erityisesti tästä syystä tulisi kiinnittää huomiota niiden tehokkuuteen ja toimivuuteen.

Valtioneuvoston hyväksymässä KMO 2015:ssa metsätalouden vesiensuojelun tehostamiseen on kiinnitetty huomiota. Yhtenä tärkeänä tavoitteena on kehittää metsätalouden kustannustehokkaita vesiensuojelumenetelmiä sekä päivittää vesiensuojelun ohjeistot ja toimijoiden koulutusaineistot. Viimemainittu edellyttää tietopohjan varmentamista eri toimenpiteiden toimivuudesta. Tässä yhteydessä raportoitu hanke on ollut avainasemassa, kun Tapion vesiensuojelusuosituksia on päivitetty 2013. Lisäksi tuloksia on hyödynnetty, kun Kiiminkijoen Natura-vesistöön valumavesiä johtavalle kunnostusojitushankkeelle laadittiin tarkennettu vesiensuojelusuunnitelma 2014.

Kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät –hankkeen toteutus perustuu erilaisten vesiensuojeluun liittyvien demonstraatiokohteiden perustamiseen eri puolille Suomea. Näillä demonstraatiokohteilla on lähtökohtana ollut metsätaloustoimenpiteen toteutus käytännön hankkeena. Käytännön toimenpiteen yhteyteen tällä hankkeella on rakennettu seurantapiste, josta on voitu seurata toimenpiteen ja kulloinkin toteutetun vesiensuojeluratkaisun ympäristövaikutuksia ja toimivuutta. Etuna tällaisten käytännön demonstraatio-seurantakohteiden rakentamisessa on, että seurannassa saadaan tietoa aidosta käytännön tilanteesta ja tulokset voidaan siten realistisina siirtää suoraan käytäntöön. Nämä demonstraatiokohteet toimivat samalla hyvinä koulutuskohteina käytännön toimijoille ja maanomistajakoulutuksessa. Erityisen hyvin kohteet ovat palvelleet niiden henkilöiden kouliintumista, jotka ovat olleet mukana käytännön seurannassa.

Puutteena tällaisessa toiminnassa voidaan pitää sitä, että kutakin toimenpidettä on seurattu aivan liian vähäisellä määrällä kohteita, jolloin tapausten tilastollinen analyysi on puutteellista. Kukin kohde on siten vain suuntaa antava yksittäistapaus. Toistojen lukumäärää lisäämällä pystyttäisiin luotettavammin arvioimaan ilmiöiden kehityssuuntaa.



## Aineisto ja menetelmät

Hankkeella on seurattu vuodesta 2006 lähtien käytännön toiminnassa perustettuja lannoitus-, kunnostusojitus- ja turvemaan metsänuudistushankkeita sekä niillä toteutettuja vesiensuojelurakenteita. Eri kohteita on tullut seurantaan mukaan useana eri vuotena. Liitteessä 1 on erikseen kuvaus kaikista tässä raportissa läpikäytyistä seurantakohteista. Alla mainituilla kohteilla havainnoinnissa ja vesiensuojelurakenteiden toimivuuden kehittämisessä on hyödynnetty jatkuvatoimista automaattista virtaamaseurantaa. Hankkeen perusideana on ollut, että toimijat suunnittelevat ja toteuttavat metsätaloustoimenpiteen siten kuin normaalistikin käytännössä toimitaan. Tällä seurantahankkeella on tuotu kulloisellekin käytännön metsätaloustoimenpiteelle ideoita ja suunniteltu yhdessä toimijoiden kanssa kulloinkin seurattavia vesiensuojelurakenteita ja paikallistettu otollisia kohtia, mistä toimenpiteen vaikutuksia on parasta seurata. Tavoitteena on ollut, että seuranta ei sinänsä häiritse käytännön toimintaa. Seurannan lopputulokset voivat näkyä ohjeistojen muutoksina ja siten vaikuttaa käytännön toimintaan.

Taulukko 1. Vesiensuojelun seurantakohteet

Toimenpide	Kohde	Kunta
Lannoitus	Vuohensuo	Pöytyä
Lannoitus	Mustalaisenkuolemanrahka	Pöytyä
Lannoitus	Muuranrahka	Pöytyä
Vertailualue	Kroopinsuo	Pöytyä
Lannoitus + kunnostusojitus + kipsi	Kuntala	Pieksämäki
Vertailualue	Surnui	Pieksämäki
Luonnonhoitoh. kosteikko	Pakopirtti	Seinäjoki
Luonnonhoitoh. kosteikko	Torsanjoki	Ruokolahti
Uudistush.+kunnostusoj.	Ukonsuo	Kitee
Kunnostusojitus	Kotisuo	Juupajoki
Metsätalousalue	Rantainrahka	Aura
Metsätalousalue	Ojakorpi	Aura

## Vesinäytteet

Kuormituksen arviointi perustuu vesinäytteiden ottoon ja virtaamatietoon jatkuvatoimisen automaattisen virtaamaseurannan avulla. Tavoitteena oli, että vesinäytteitä otettiin 10-15 kappaletta vuodessa. Pääosa näytteistä otettiin sulan maan kaudella. Jonkin verran näytteitä pystyttiin ottamaan myös talvella. Näytteenotto toteutui Metlan ja Suomen metsäkeskuksen

toimesta. Näytteenottajat olivat kokeneita samoja henkilöitä vuodesta toiseen ja näytteenotto oli ohjeistettu. Näytteet toimitettiin Metsäntutkimuslaitoksen keskuslaboratorioon Tikkurilaan, Vantaalle. Pääosa analyyseistä tehtiin Vantaalla. Osa tehtiin Rovaniemellä. Vesinäytteistä analysoitiin:

Ntot suodattamaton, PO<sub>4</sub>-P suodattamaton, Ptot suodattamaton, sameus, pH, Kiintoaine, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N, sähkönjohtavuus, DOC, Al, B, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Si ja Zn.

Tässä yhteydessä analysoiduista aineista tarkastellaan lähemmin vain tärkeimpiä, kuten kunnostusojituksen ja hakkuiden yhteydessä toteutettujen vesiensuojelurakenteiden osalta kiintoainetta, tyypeä ja fosforia sekä jossakin määrin rautaa ja alumiinia. Lannoituksen osalta käsitellään fosforia ja jossakin määrin kaliumia.

Vuosina 2006-2012 hankkeella seurattiin muutamia metsäkeskuksen toteuttamia luonnonhoitohanke-kosteikkoja ilman, että kohteet olisi varustettu automaattisilla virtaamanmittausasemilla. Niiden osalta aineistoja ei käsitellä tässä yhteydessä.

Vesiensuojelumenetelmien kehittämisessä olennaista on, että voidaan laskea toimenpiteen tehokkuutta kuvaavia tunnuslukuja. Tässä hankkeessa tunnuslukuna on tarkasteltu toimenpiteeseen jäänyttä ainemäärää kiloina hehtaarille aikayksikössä. Toimenpiteen tehokkuus määräytyy sen mukaan, miten paljon ainetta menetelmällä pystytään saamaan kiinni.

Menetelmä on yleinen. Laskennassa hyödynnetään vesiensuojelutoimenpiteen ylä- ja alapuolelta otettujen vesinäytteiden ainepitoisuuksia. Ainepitoisuudet kerrotaan vesiensuojelumenetelmän läpi virtaavan veden määrällä (l/s), jolloin saadaan aikayksikössä vesiensuojelutoimenpiteeseen tullut ja sieltä lähtevä ainemäärä. Tulosten erotuksena saadaan toimenpiteeseen jäävä ainemäärä. Vesinäytteiden lukumäärä ja ottoajankohta sekä virtaaman arvioinnin luotettavuus ratkaisevat hyvin paljon laskettavan ainemäärän tarkkuuden. Käytössä olevat resurssit hyvin paljon sanelevat laskennan lopputuloksen. Pyrittäessä täysin aukottomaan tarkkuuteen vesinäytteitä pitäisi ottaa äärettömän paljon. Kun tällaisissa hankkeissa on mahdollista ottaa vain rajallinen määrä vesinäytteitä, tuloksena on aina vain kulloisenkin tilanteen mukainen enemmän tai vähemmän luotettava arvio. On syytä korostaa, että tässäkin yhteydessä otetut 10-15 vesinäytettä vuodessa voivat jättää paljon arvailuille varaa, mutta ovat kuitenkin luotettavin saatavissa oleva perusta kuormitusarvioinnin tekemiselle. Luotettavuus ei sanottavasti lisääny, vaikka näytemäärää lisättäisiin kahteenkymmeneen.

Paineanturi huomioi virtaamassa tapahtuvat muutokset melko herkästi. Muutokset tulevat huomioiduksi laskennassa siten, että samaa ainepitoisuustietoa käytetään kuormituksen laskennassa tulontekijänä aina seuraavaan näytteenottokertaan saakka virtaaman vaihdella. Kun tunnetaan valuma-alueen koko, jolta vesimäärä tulee vesiensuojelurakenteeseen, voidaan jakaa ainemäärä valuma-aluehehtaareiden lukumäärällä, jolloin tulokseksi saadaan ainetta hehtaaria kohden aikayksikössä (kg/ha/a).

## Virtaaman- ja vedenlaadun mittaukset

Vesinäytteiden ohella jatkuvatoimiset virtaaman mittaukset ovat parhain tapa saada tarkinta mitattua tietoa pisteen läpi kulkevan veden määrästä. Hankkeella perustettiin Taulukossa 1. luetelluille kohteille jatkuvatoiminen virtaamanmittausasema. Tässä kuvattu asemarakenne sisältää yleensä muovisen kevyesti eristetyn mittakaivon, jonka sisällä on virtaaman mittausta varten V-aukko ja johon vesi tulee sisälle yhtä putkea pitkin ja lähtee ulos V-aukon jälkeen toista putkea pitkin. Tämä mittakaivo varmistaa sen, että kaikki valuma-alueelta tuleva vesi kulkee hallitusti mittauspisteen läpi. Lumi, kaivon eristetty rakenne, veden virtauksesta syntyvä energia, ym. seikat vaikuttavat siihen, että tämän tyyppinen mittausasema pysyy sulana ja siten toiminnassa ympäri vuoden. Virtaamanmittaus tapahtuu paineanturin avulla. Anturi mittaa veden kulloisenkin korkeusaseman V-aukossa. Mittausajankohtien väli voidaan säätää sekunnista äärettömään. Tässä yhteydessä mittausväli oli sulan maan kaudella 15-30 minuuttia ja talvella 1 tunti. Välin säätelyllä haluttiin säästää virrankulutuksessa talvella.

Mittausasemalla on myös dataloggeri, joka kerää paineanturilta tulevan mittaustiedon sekä lähetinyksikkö, joka GPRS-yhteyttä hyödyntäen lähettää tiedon palvelimelle. Palvelimelta tiedon tarvitsija voi saada haluamansa tiedon esimerkiksi internetin välityksellä. Valtakunnassa on tämän alan palveluntarjoajia muutama kappale. Tällä hankkeella yhteistyötä on tehty oululaisen EHP-tekniikka Oy:n kanssa.

Virtaamanmittauksen lisäksi mittausasemilla on mahdollista mitata erilaisilla antureilla veden laatuominaisuuksia. Tällä hankkeella on päähuomio ollut virtaaman ja sadannan mittauksessa ja lähinnä testausmielessä mitattu muun muassa veden pH-, sameus-, nitraattityppi- ja sähkönjohtavuus-, ilman lämpötila-, tuulen nopeus- ja suunta-arvoja. Asemat toimivat sähköllä. Sähkövirran laitteet saavat akuista, jotka latautuvat aurinkopaneelien avulla. Laitteet ovat suhteellisen huoltovapaita. Niitä voidaan tarkkailla etäyhteydellä ja myös jossakin määrin säätää niiden toimintaa etänä. Huoltokäynneillä varmistetaan niiden toiminta. Tässä yhteydessä huolto on tehty laitetoimittajan toimesta kaksi kertaa vuodessa. Lisäksi näytteenottaja on näytteenoton yhteydessä pitänyt silmällä laitteiden kuntoa päällisin puolin.



Kuva 1. Auran Ojakorven mittausasema

Alla on listattu tällä hankkeella saatuja kokemuksia ja etuja, joita jatkuvatoimisella virtaamanmittauksella on:

- Seurannasta saadaan tietoa veden valunnasta ja laadusta. Tuloksia voidaan hyödyntää erilaisissa kuormituslaskelmissa
- Vesiensuojelutoimenpiteiden todellista tehoa käytännön työmailla voidaan arvioida luotettavasti
- Vesiensuojelumenetelmien tehon ja kustannustietojen perusteella voidaan laskea ja verrata toimenpiteiden keskinäisiä kustannustehokkuuksia
- Seuranta on tärkeänä apuna vesiensuojelumenetelmien kehittämisessä
- Seurantatietoa pystytään hyödyntämään EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD:n) mukaisten vesienhoitosuunnitelmien ja niihin liittyvien toimenpideohjelmien vesistökohtaisessa toteutuksessa
- Seurannan tuloksien perusteella voidaan tarkentaa metsätaloustoimenpiteille laskettavia ominaiskuormituslukuja
- Seurannan tuloksena saatuja arvoja voidaan hyödyntää muun muassa laadittaessa tarkennettuja vesiensuojelusuunnitelmia
- Voidaan viestiä luotettavaa tietoa metsätalouden vaikutuksista

Kunnostusojituksen kuormituksen seurannan kattavuutta tulisi lisätä erityisesti Pohjois-Suomessa. Lisää tietoa tarvitaan myös Etelä-Suomen reheviltä metsämailta, rannikon happamilta sulfaattimailta sekä rehevien alueiden ja turvemaiden luontaisesta huuhtoumasta. Lisäksi seurantaa tulisi lisätä ennallistamisen yhteydessä. Tällä hetkellä esimerkiksi hakkuiden ja maanmuokkauksen aiheuttamasta vesistökuormituksesta on tietoa lähinnä Nurmes-tutkimuksen koealueilta Itä-Suomesta, VALU-tutkimuksesta ja muutamalta muulta alueelta Etelä-Suomesta. Turvemaiden päätehakkuiden seurannasta ovat hyvinä esimerkkeinä Niemisen seurantakohteet 1990-luvulta (Nieminen 2003, 2004). Vesistöihin kohdistuvan kuormituksen seurannan lisäksi tulisi panostaa vielä lisää vesiensuojelurakenteiden seurantaan ja ottaa mukaan kohteita, joissa saadaan tietoa käytössä olevien vesiensuojelurakenteiden, erityisesti erityyppisten pintavalutusten, putkipatoratkaisujen tai vesiensuojelukosteikkojen puhdistustehokkuudesta. Jatkuvatoimista seurantaa voidaan hyödyntää myös kehitettäessä tulvasuojelua ja siihen liittyvää varoitusjärjestelmää.

Seurantatekniikan kehittäminen ja jalkauttaminen maasto-olosuhteisiin lisää myös mahdollisuuksia innovaatiovientiin. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toteutuksessa ja Itämeren suojelussa tarvitaan enenevässä määrin tietoa eri maankäyttömuotojen aiheuttamasta kuormituksesta. Metsätalouden kuormitusseurantateknologian kehittämisellä on suora kytkös muun muassa Itämeristrategian toteuttamiseen.

Vaihtoehtoina seurantapalvelun käytännön toteuttamiseen ovat 1) osto tai 2) vuokraus.

1) Ostossa palvelun tilaaja ostaa omakseen seurannassa tarvittavat mitta-asetat, anturit sekä tiedon keruu- ja lähetinyksiköt. Lisäksi tilaaja ostaa datapalvelun sekä laitteiden asennuksen ja huoltopalvelut matkakustannuksineen sekä mahdollisesti rikkoutuneiden laitteiden tilalle uudet laitteet. Ostossa laitteistot ovat siten tilaajan hallinnassa ja vastuulla.

2) Vuokrauksessa palvelun tuottaja sitoutuu toimittamaan tilaajalle sovitulta kohteelta seurantadatan. Tällöin mittausvälineistö on palvelun tuottajan omaisuutta ja hän vastaa seurantadatan tuottamisesta avaimet käteen periaatteella. Kustannukset määräytyvät tässä tapauksessa seurattavien ominaisuuksien määrästä ja laadusta. Lisäksi palvelun tuottaja hinnoittelee palvelun siten, että se peittää laitekustannukset, huollot, matkakustannukset sekä mahdolliset riskit laitteiden rikkoutumisesta.

Kustannuksiltaan molemmat palvelun tuottamistavat ovat käytännössä yhtä suuria. Kummatkin tavat ovat olosuhteista riippuen käyttökelpoisia. Ostoperiaatteessa mittausasemien investointikustannukset ovat ensimmäisinä vuosina suuria. Myöhemmin vuotuiset kustannukset halpenevat ja riippuvat lähinnä datapalvelun, laitehuollon ja laitteistovaihtotarpeen kustannuksista. Vuokrausperiaatteessa datapalvelun yksikkökustannukset ovat vuodesta toiseen sopimuksesta riippuen yhtä suuria ja sisältävät kaiken edellä luetellun riskeineen. Tilaaja saa haluamansa aineiston riskittömästi. Erona on lähinnä se, että osto-tapauksessa palvelun tilaaja omistaa laitteistot ja vastaa niiden toimivuudesta. Vuokrausperiaatteessa taas laitteisto on palvelun tuottajan hallinnassa ja vastuulla. Palvelun ajallisesta kestosta paljolti riippuu, kumpi tapa tulee tilaajan kannalta edullisemmaksi.



## Tulokset

### Lannoituksen seuranta

RautaPK-lannoituksen seurantaan varten perustettiin Pöytyälle Raasinkorven yhteismetsään kolme seurantakohdetta keväällä 2006. **Vuohensuolla, Mustalaisenkuolemanrahkalla ja Muuranrahkalla** seuranta pidettiin yllä vuosina 2006-2013. **Kroopinsuo** oli vertailualueena. Edellä selostetun mukaisesti toimija, tässä tapauksessa silloisen Lounais-Suomen metsäkeskuksen hankesuunnittelija, suunnitteli ja toteutti normaalin terveyslannoitushankkeen Raasinkorven yhteismetsälle. Kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät -hankkeella valmisteltiin ja toteutettiin veden määrän ja laadun seurantaan tarvittavat toimet siten, että ne vähiten häiritsisivät normaalia toimintaa. Miinuksena tässä on se, että seuranta ei voitu juurikaan aloittaa ennen lannoitushankkeen toteutusta vaan lähes samanaikaisesti, jolloin meillä ei ole tarkkaa tietoa ennen lannoitusta vallinneesta kuormitustasosta toimenpide- ja vertailualueilla. Ennen lannoitusten toteutusta ehdittiin kuitenkin saamaan muutama vesinäytekertä, jolloin on jossakin määrin referenssiä pitoisuuksien perusteella tarkastella lannoituksen vaikutuksia valumaveden laatuun. Ihanne olisi ollut, että vedenlaatua ja virtaamia olisi voitu seurata vähintään vuosi ennen lannoituksen toteutusta.

Seurannan tulokset osoittavat, että fosforitason muutokset ovat lannoituksen jälkeen olleet kokonaisuutena suhteellisen vähäiset kaikilla toimenpidealueilla verrattuna vertailualueena käytetyn Kroopinsuon fosforikuormaan. Kovin suurta kuormituspiikkiä ei lannoituksen seurauksena ole nähtävissä. Suurin muutos on ollut Vuohensuolla, jossa kokonais- ja fosfaattifosforikuorman arvot ovat olleet vertailualueita korkeampia koko lannoituksen jälkeisen seurantajakson ajan. Mustalaisenkuolemanrahkalla erityisesti fosfaattifosforikuormat olivat kolmena ensimmäisenä lannoituksen jälkeisenä vuotena vertailualueen arvoja korkeampia. Muuranrahkalla kokonaisfosforikuorma oli koko seurantajakson ajan vertailualueita pienempi. Sen sijaan fosfaattifosforikuorma oli parin ensimmäisen seurantavuoden ajan aavistuksen korkeampi kuin vertailualueella.

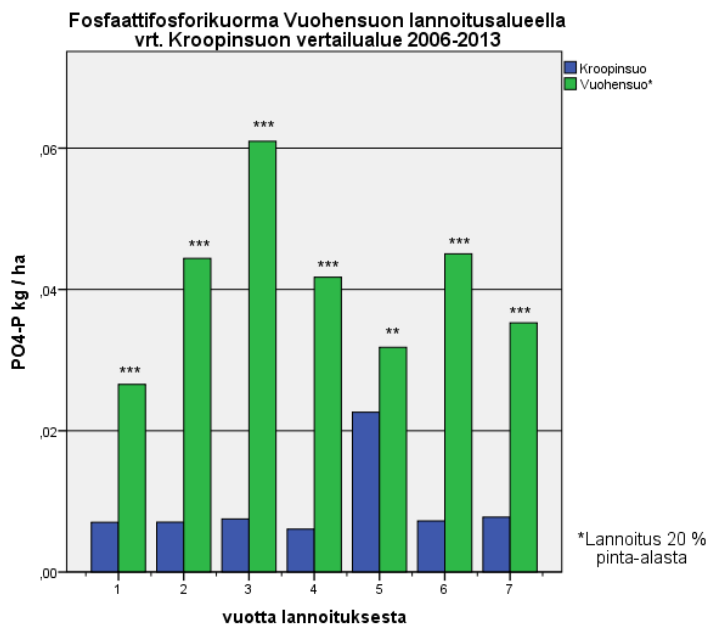


Kuva 2. Vuohensuon lannoituskohteen alapuolella olevassa laskeutusaltaassa havaittiin lannoituksen jälkeen voimakas palpakkokasvillisuuden rehevöityminen. Vuohensuo oli Pöytyän seuranta-kohteista ainoa, jossa lannoituksen vaikutus näkyi käytännössä myös fosforikuormituksen kasvuna. Lannoituksella voi siten olla vaikutusta laskeutusaltaan kasvillisuuden rehevöitymiseen.

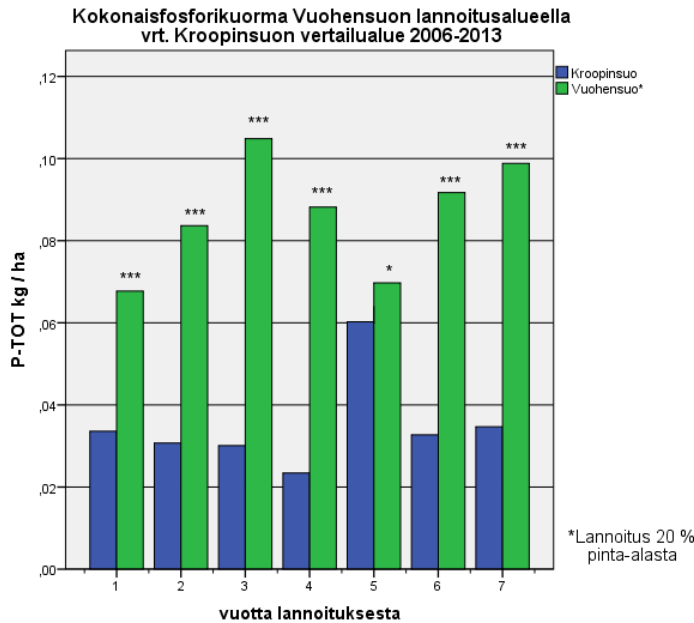
Tarkasteltaessa vertailualueelta ja toimenpidealueilta ennen lannoitusta ja lannoituksen jälkeen otettujen vesinäytteiden fosforipitoisuuksien keskiarvoja, voidaan todeta, että Vuohensuolla sekä fosfaattifosfori- että kokonaisfosforipitoisuudet lisääntyivät lannoituksen jälkeen ennen lannoitusta olleisiin arvoihin ja vertailualueen arvoihin verrattuna. Muilla alueilla pitoisuustaso säilyi lannoituksen jälkeenkin samana osalla jopa hieman laskienkin. Johtopäätöksenä tästä on, että ainoastaan Vuohensuon lannoitus selkeimmin lisäsi fosforikuormaa. Tämä näkyi muun muassa lannoitusalueen alapuolella sijaitsevassa laskeutusaltaassa palpakkokasvillisuuden rehevöitymisenä (Kuva 2.). Muilla alueilla, Mustalaisenkuolemanrahkalla ja Muuranrahkalla, kuormituksen lisääntymiseen vaikutti ainakin osittain myös virtaamissa tapahtuneet luontaiset vaihtelut.

Kalium-arvot olivat koholla kaikilla Yläneen seuranta-alueilla lannoituksen jälkeisenä vuonna. Ne kuitenkin tasaantuivat viimeistään 4. vuotena lannoituksesta. Valumaveden rautakuormitus oli koholla kaikilla lannoitetuilla seuranta-alueilla hetken aikaa lannoitteiden levityksen jälkeen.

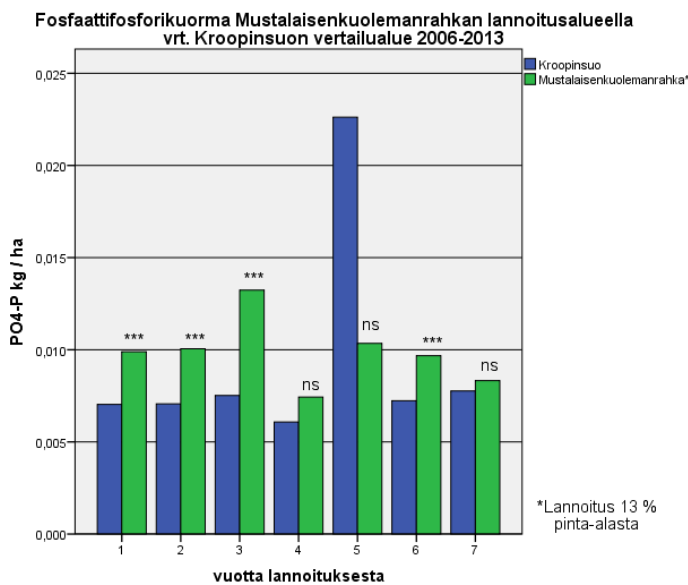
Rautakuormituksen lisääntymisellä voi olla yhteyttä esimerkiksi ojiin menneiden lannoiterakeiden hajoamiseen ja rautayhdisteiden huuhtoutumiseen.



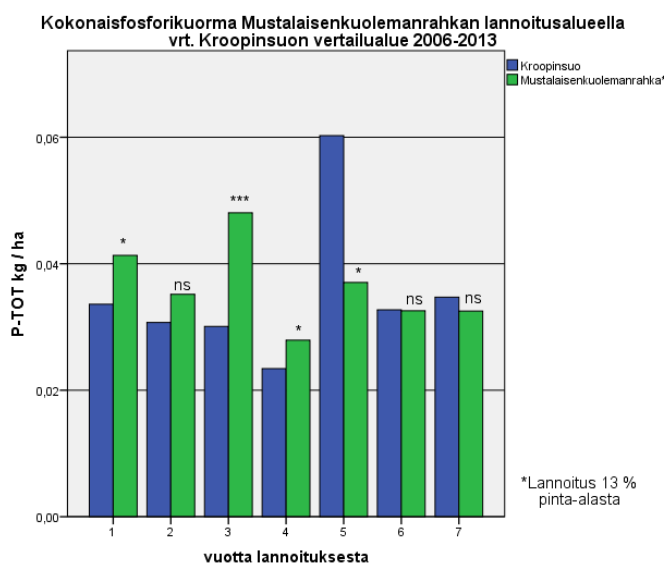
Kuva 3. Fosfaattifosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Vuohensuolla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eroja testattiin t-testillä. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* = lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.



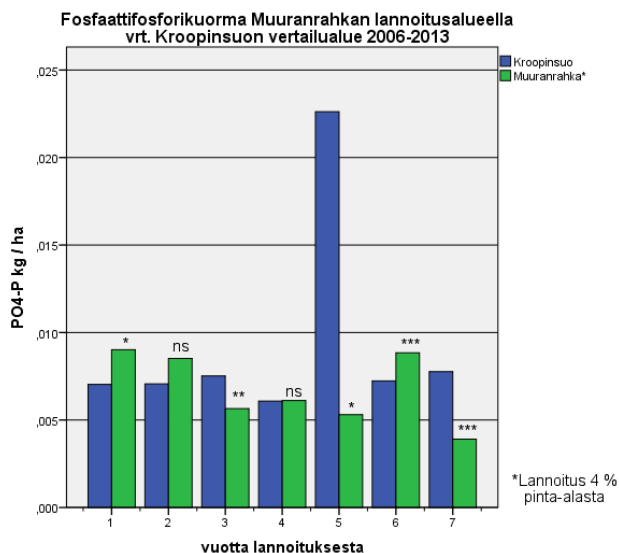
Kuva 4. Kokonaisfosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Vuohensuolla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* =lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.



Kuva 5. Fosfaattifosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Mustalaisenkuolemanrahkalla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* =lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.

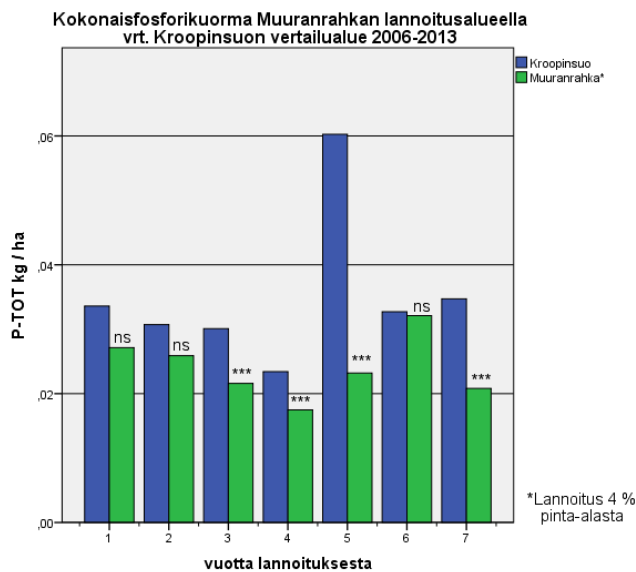


Kuva 6. Kokonaisfosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Mustalaisenkuolemanrahkalla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* = lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.



Kuva 7. Fosfaattifosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Muuranrahkalla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* = lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.





Kuva 8. Kokonaisfosforikuorman kehitys RautaPK-lannoituksen jälkeen Muuranrahkalla. Vertailualueena on Kroopinsuon alue, jolle lannoitusta ei ole tehty. Keskiarvojen eron merkitsevyys: ns. = ei merkitsevä, \* = lievästi merkitsevä, \*\* = merkitsevä, \*\*\* = erittäin merkitsevä.

Lannoituksen levitystasaisuutta seurattiin Vuohensuolla näytesuppiloiden avulla. Seurannassa todettiin, että lentolevityksessä lannoiterakeita menee väistämättä ojiin. Tämä ilmiö tuli esiin myös Mustalaisenkuolemanrahkalla ja Muuranrahkalla. Sama havainto löytyy myös Silverin ja Saarisen (2007) seurannoista. Yksi syy lannoituksen vaikutusten näkyemisessä valumavesien fosforikuorman kasvuna voi olla juuri ojiin menevien lannoiterakeiden määrässä. Näyttäisi myös siltä, että lannoituspinta-alalla suhteessa valuma-alueen kokoon olisi merkitystä siinä näkykö lannoituksen vaikutus fosforikuormituksessa. Vuohensuolla, jossa lannoitettu ala on 20 % valuma-alueen pinta-alasta, fosforikuormitus on koko seurantajakson ajan (Kuvat 3. ja 4.) selkeästi vertailualueetta suurempi. Sen sijaan Muuranrahkalla, jossa lannoituspinta-ala on vain 4 % valuma-alueen pinta-alasta (Kuvat 7. ja 8.), lannoituksen vaikutus kuormitukseen on tuskin nähtävissä. Mustalaisenkuolemanrahkan lannoitusala on 13 %, eli näiden kahden edellä mainitun välillä. Lannoituksen jälkeen fosfaattifosforikuorma alueella oli kolmen vuoden ajan vertailualueetta korkeammalla tasolla. Kuten edellä todettiin, luontaiset virtaamavaihtelut saattoivat myös osittain vaikuttaa tulokseen lannoituksen ohella.

Saatujen kokemusten mukaisesti vesiensuojelusuosituksissa maalevitys on soilla lentolevitystä suositeltavampi ja lannoitus tulisi ajoittaa suometsienhoitohankkeella kunnostusojituksen yhteyteen juuri ennen ojien kaivuuta, jolloin kaivuussa voidaan ojiin päätyneet rakeet kaivaa pois.



Kuva 9. Lannoitteiden levitystasaisuutta ja erityisesti rakeiden joutumista ojiin seurattiin Vuohensuolla tasaisuuden seurantaan kehitetyllä suppilomenetelmällä.

### Kunnostusojituksen vesiensuojelumenetelmät – pintavalutus

Kunnostusojituksen ja siihen liittyvien vesiensuojelurakenteiden seuranta varten perustettiin demonstraatiokohteet Pieksämäelle ja Juupajoelle. Hankkeella on seurattu Pieksämäellä **Kuntalan** aluetta, jossa metsätaloustoimenpiteinä on tehty terveyslannoitus RautaPK:lla ja kunnostusojitus. Vedet Kuntalan kunnostusojitusalueelta laskevat Pieksäjärveen.

Kuntalan virtaaman seuranta aloitettiin elokuun alussa 2007, jolloin seurantakohteelle asennettiin ultraäänimittaukseen perustuvalla menetelmällä toimiva virtaamanmittausasema. Menetelmään päädyttiin alueen tasaisuuden vuoksi, koska menetelmällä voidaan mitata virtaamia hitaan virtauksen olosuhteissa. Toimenpidealueelle tehtiin lentolannoitus 16.6.2009 8,9 hehtaarin alalle. Kunnostusojitus toteutettiin elokuussa 2009 yhteensä 26 hehtaarin alalla. Kuntalan lannoitetulle alueelle kohdistui 22.9.-5.10.2010 voimakas myrskytuho, jonka johdosta lannoituskohteelle tehtiin myrskyn jälkeen 5,5 hehtaarin avohakkuu. Vertailualueena on käytetty noin 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsevaa Surnuin vanhaa ojitusaluetta, johon asennettiin virtaamanmittausasema lokakuussa 2007. Alueella ei ole tehty kunnostusojitusta ja pääosa hakkuutoimenpiteistä on tehty 2000-luvun alkuvuosina (Liite 1).



Kuva 10. Kuntalan kunnostusojitusalueen ultraääni-virtaamanmittauslaite asennettuna paikoilleen. Laitteisto koostuu molemmista päistään käyrästä rumpuputkesta, joka on upotettuna maan sisään. Mittauslaitteisto on kiinnitetty rumpuputken ulkopuolelle. Laitteistosta näkyy ulospäin vain kuvan keskellä näkyvä kotelo, joka sisältää virtalähteen, dataloggerin ja lähetinlaitteen.

Kuntalan kunnostusojitusalueella on vesiensuojelumenetelminä ojakohtaiset lietekuopat, laskeutusallas, kunnostamaton oja, kaivukatkot ja pintavalutuskenttä. Kenttä sijaitsee Pieksäjärveen rajoittuen. Vedet johtuvat pintavalutuskentälle perkaamatonta laskuojaa pitkin (Kuva 11). Lannoitettu alue sijaitsee yhtenäisenä kuviona kunnostusojitushankkeen ”latvaosissa” etäällä pintavalutuskentästä.

Seurantahankkeessa on tarkasteltu erityisesti **pintavalutuskentän** merkitystä kiintoaineen ja liukoisen fosforin pidätyksessä. Pintavalutuskentälle levitettiin 1000 kg/ha Siilinjärven kipsivuoresta rouhittua ja murskattua kipsiä. Samaa materiaalia on käytetty maataloudessa savipeltojen fosforinhuuhtoutumisen estämiseen (TEHO-hanke). Tavoitteena oli tehostaa fosforin pidättymistä pintavalutuskentälle.





Kuva 11. Kuntalan kunnostusojitusalueen pintavalutuskenttä. Kentälle levitettiin 1000 kg/ha kipsiä fosforin pidättymisen tehostamiseksi. Kunnostusojitusalueen vedet on johdettu kuvan taka-alalla näkyvälle pintavalutuskentälle perkaamatonta ojaa pitkin (edessä).

Lannoituksen ja kunnostusojituksen jälkeen fosfaattifosforin huuhtoutuminen jossakin määrin lisääntyi ennen toimenpiteitä vallinneeseen tilanteeseen verrattuna. Lisääntynyt fosfaattifosforikuorma näkyy erityisesti lannoituskohdetta lähimpänä olevan vesinäytepisteen seurantatuloksissa (sininen pylväs kuvissa 13-15). Pintavalutuskenttä toimi hyvin ja pidatti kahtena toimenpiteen jälkeisenä vuonna keskimäärin 50 % kentälle tulevasta fosfaattifosforista (Kuva 12).

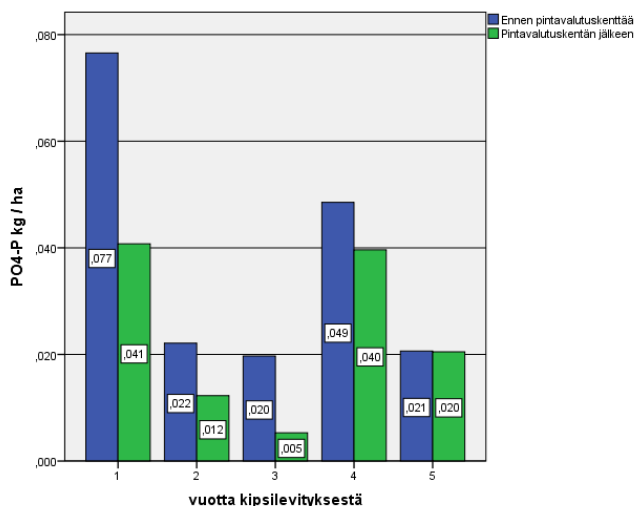
Kuntalan kiintoainekuormitus ei juurikaan lisääntynyt kunnostusojituksen seurauksena. Sen sijaan alueelle sattuneen myrskytuhon seurauksena tehdyn puunkorjuun vaikutukset olivat suuremmat. Vesiensuojelutoimenpiteet vähensivät kuitenkin Pieksäjärveen päätyvää kuormitusta olennaisesti. Pintavalutuskenttä on vähentänyt kiintoainesta ojien kaivuun, lannoituksen ja puunkorjuun jälkeisinä vuosina keskimäärin 63 % ja koko seurantajakson aikana 36 %. Huomioitavaa on, että pintavalutuskentän ja kipsinlevityksen vaikutusta ei pystytäkään seurannassa erottamaan toisistaan, koska vertailuna ei ole erikseen kipsitöntä pintavalutuskenttää.

Kokonaisuutena, kun tarkastellaan Kuntalan toimenpidealueen ja Surnuin vertailualueen kuormia, voidaan todeta, että lannoitus-kunnostusojitusketjun vaikutukset kuormitukseen olivat

olemattomat. Kiintoaineen osalta kuormien suhteet ennen kunnostusojitusta ja kunnostusojituksen jälkeen ennen toimenpidealueen vesiensuojelutoimenpiteitäkin pysyivät lähes samoina. Kuntalan kuorma oli luontaisestikin Surnuin kuormaa suurempi. Pintavalutuskenttä tasoitti kokonaisuutena Kuntalan kuormaa lähelle vertailualueen kuormaa (Kuva 16). Myrskytuhon seurauksena toteutettu puunkorjuu näkyy kiintoaineen ja fosforin kuorman lisääntymisenä.

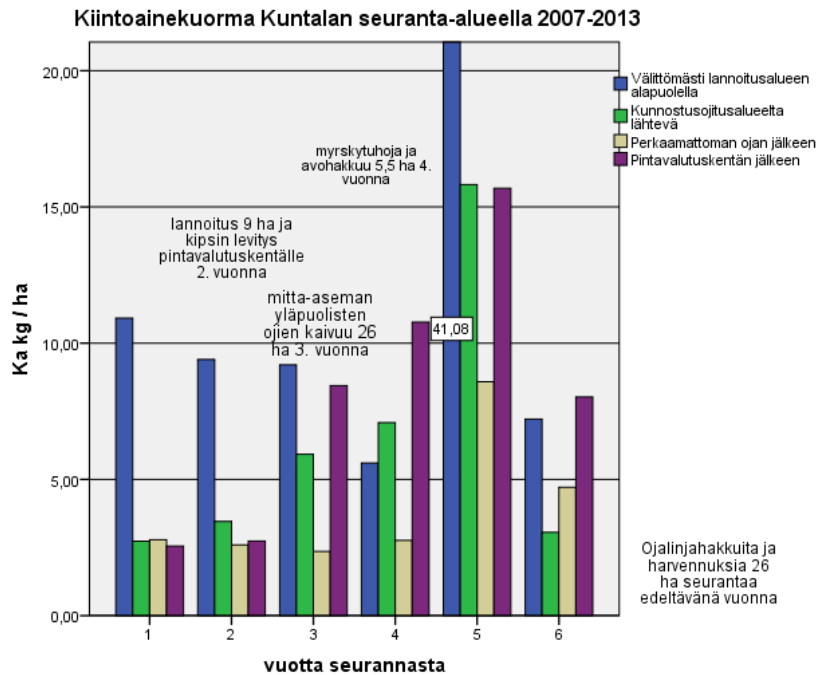
Fosfaattifosfori- ja kokonaisfosforikuorma vertailualueelta olivat koko seurantajakson ajan suurempia kuin Kuntalan toimenpidealueelta. Pintavalutuskenttä vielä tehosti eroa Kuntalan toimenpidealueen eduksi (Kuvat 17-18).

Fosfaattifosforin pidättyminen Kuntalan pintavalutuskentällä 2008-2013

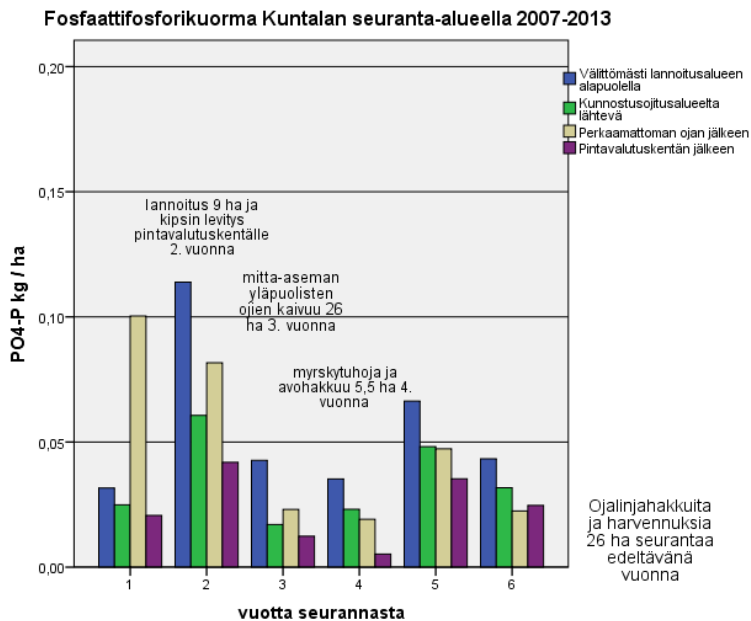


Kuva 12. Fosfaattifosforin pidättyminen Kuntalan kipsillä tehostetulla pintavalutuskentällä kipsin levittämisen jälkeen.

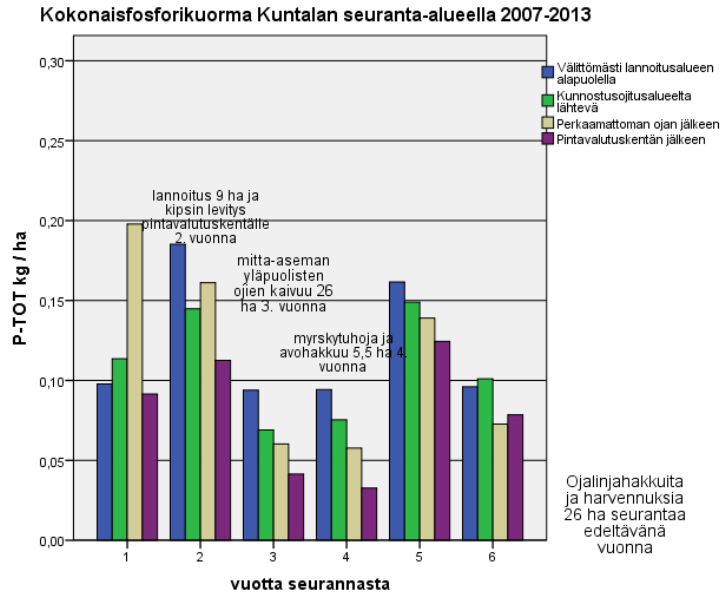




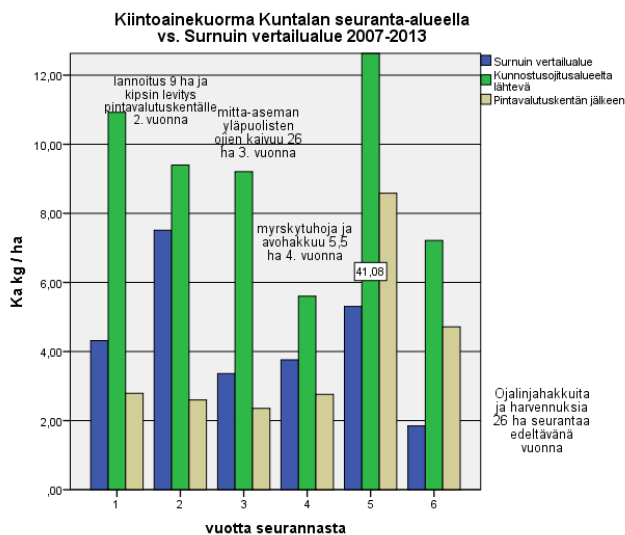
Kuva 13. Kiintoainekuorman kehitys Kuntalan seurantakohteen eri pisteissä ennen toimenpiteiden toteutusta ja muutama vuosi toteutuksen jälkeen. Myrskytuhojen korjuulla on todennäköisesti vaikutusta viidennen seurantavuoden kiintoainekuormaan.



Kuva 14. Fosfaattifosforikuorman kehitys Kuntalan seurantakohteen eri pisteissä ennen toimenpiteiden toteutusta ja muutama vuosi toteutuksen jälkeen. Myrskytuhojen korjuulla on todennäköisesti vaikutusta viidennen seurantavuoden fosfaattifosforikuormaan.

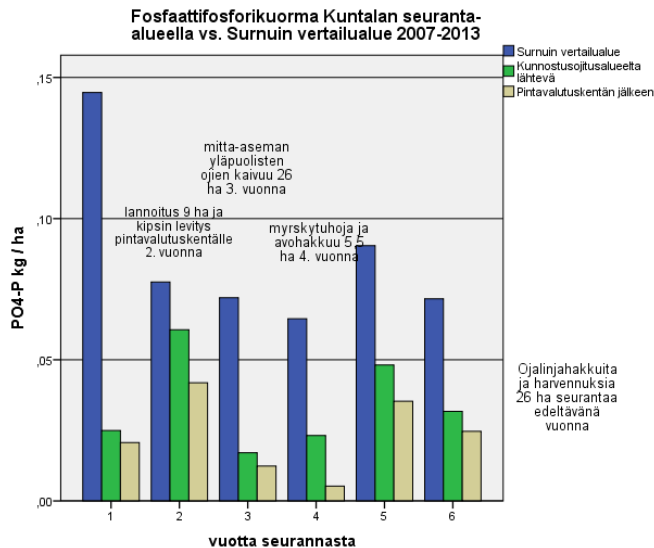


Kuva 15. Kokonaisfosforikuorman kehitys Kuntalan seuranta-alueen eri pisteissä ennen toimenpiteiden toteutusta ja muutama vuosi toteutuksen jälkeen. Myrskytuhojen korjuulla on todennäköisesti vaikutusta viidennen seurantavuoden fosforikuormaan.

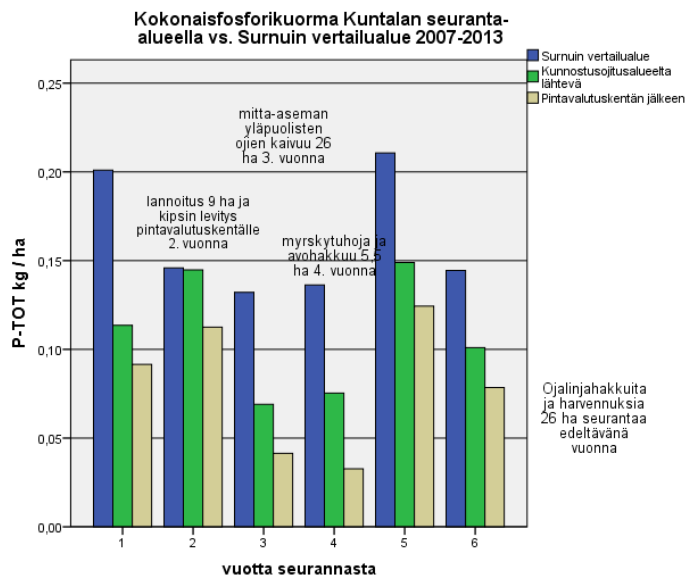


Kuva 16. Kiintoainekuorma Kuntalan seuranta-alueella. Vertailualueena on Surnuin seuranta-alue. Seurannan kolmantena vuotena toteutettu kunnostusojitus ei näytä lisäävän

olennaisesti kiintoainekuormaa vertailualueen tulokseen verrattuna. Myrskytuhojen korjuu vaikuttaa todennäköisesti viidennen seurantavuoden kiintoainekuormaan Kuntalassa



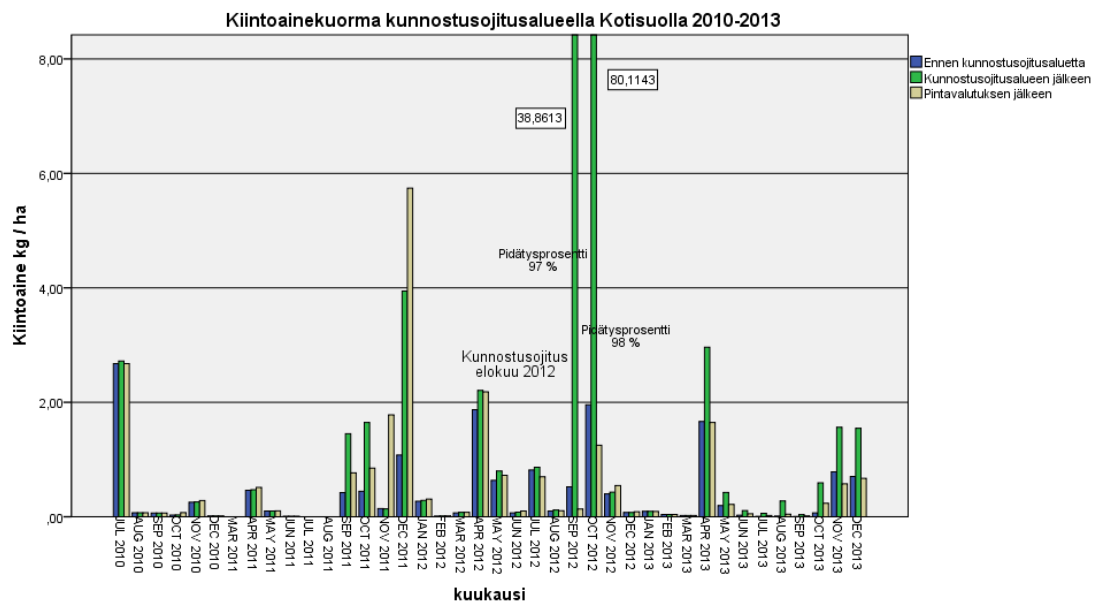
Kuva 17. Fosfaattifosforikuorma Kuntalan seuranta-alueella. Vertailualueena on Surnuin seurantakohte. Seurannan kolmantena vuotena toteutettu kunnostusojitus ei näytä lisäävän olennaisesti fosfaattifosforikuormaa vertailualueen tulokseen verrattuna. Myrskytuhojen korjuu vaikuttaa todennäköisesti lievästi viidennen seurantavuoden kuormaan Kuntalassa



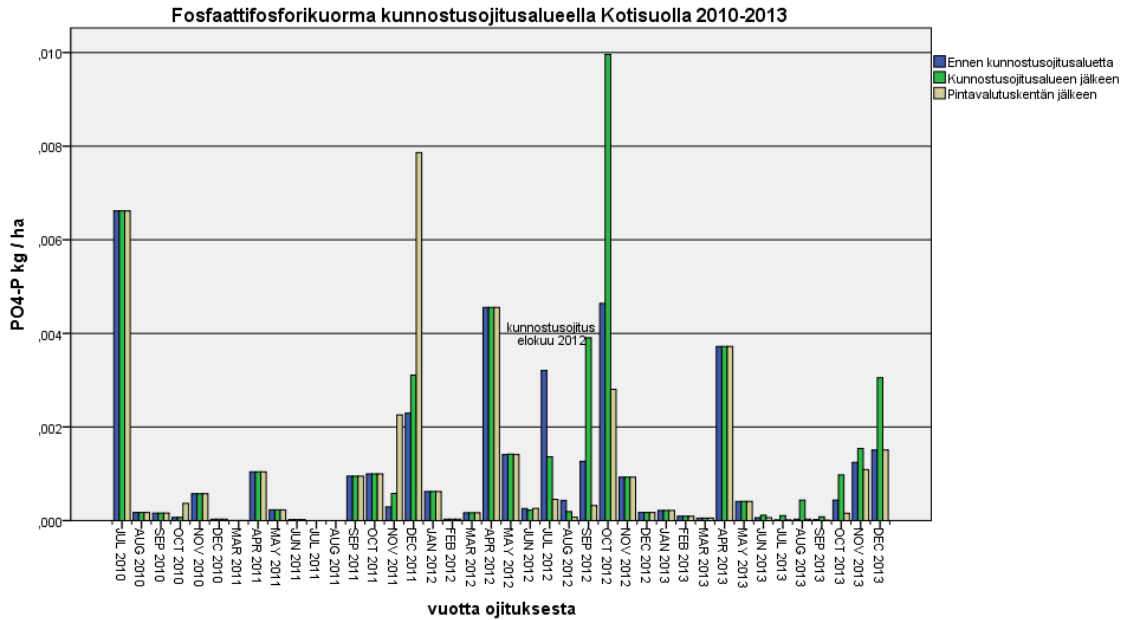
Kuva 18. Kokonaisfosforikuorma Kuntalan seuranta-alueella. Vertailualueena on Surnuin seurantakohte. Seurannan kolmantena vuotena toteutettu kunnostusojitus ei näytä lisäävän olennaisesti kokonaisfosforikuormaa vertailualueen tulokseen verrattuna. Myrskytuhojen korjuu vaikuttaa todennäköisesti lievästi viidennen seurantavuoden kuormaan Kuntalassa

**Kotisuon** demonstraatiokohde sijaitsee Juupajoella Helsingin yliopiston Hyytiälän metsäaseman välittömässä läheisyydessä. Valuma-alue on kooltaan noin 25 hehtaaria. Siitä on ojitettua alaa runsaat viisi hehtaaria. Osaa valuma-alueesta käytetään vertailualueena ottamalla vesinäyte kunnostusojitusalueen yläpuolelta. Mittausasema perustettiin 1.7.2010. Alueella toteutettiin kunnostusojitus elokuussa 2012. Vedet johdetaan kunnostusojitusalueen alapuolella pintavalutuskenttänä käytettävälle luonnontilaiselle suolle, josta ne edelleen valuvat pelto-ojaa pitkin alapuolella olevaan Kuivajärveen. Pieni osa vesistä tosin ”karkaa” pintavalutuskentän ulkopuolelle luontaisia reittejä erityisesti tulvakaudella.

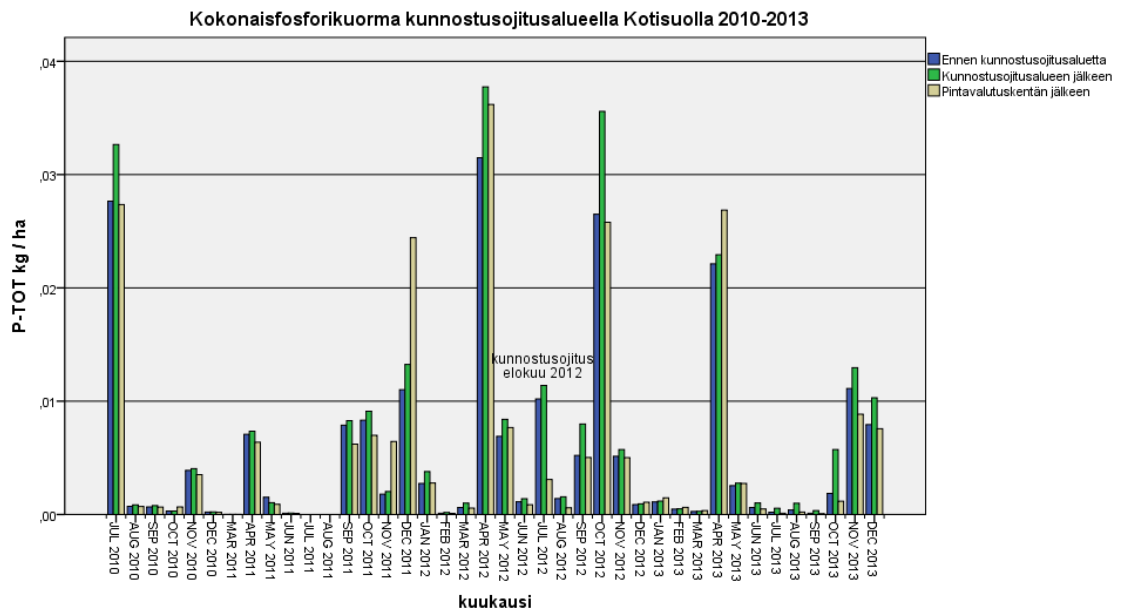
Kunnostusojitus toteutettiin parin vuoden ajan jatkuneen kalibrointikauden jälkeen. Seuranta jatketaan edelleen. Lyhytaikaisen seurannan tuloksena voidaan päätellä, että pintavalutuskenttä on toiminut ensimmäisenä vuotena erittäin hyvin. Lähes kaikki kiintoaine on jäänyt pintavalutuskentälle. Huomionarvoista on myös, että pintavalutuskenttä on pystynyt pidättämään kunnostusojituksen alkuvaiheessa vapautunutta fosforia erittäin hyvin. Kunnostusojituksesta ei näin ollen lähde käytännössä lainkaan kiintoainetta tai fosforia alapuoliseen Kuivajärveen. Fosfori kulkeutuu pintavalutuskentälle todennäköisesti sitoutuneena hienoon kivennäismaa-ainekseen, joka on peräisin kunnostusojitusalueen ohutturpeisesta alaosasta, jossa ojat leikkaavat hienolajitteista kivennäismaata. Pidättynyt kiintoainekin on todennäköisesti pääosin hienolajitteista kiintoainetta, jota pintavalutuskentät pystyvät vesiensuojelumenetelmistä parhaiten pidättämään.



Kuva 19. Kiintoainekuormituksen kehitys ennen kunnostusojitusta ja noin vuosi kunnostusojituksen jälkeen Kotisuon seuranta-kohteella Juupajoen Hyytiälässä. Vertailuarvona käytetään kunnostusojitusalueen yläpuolelta samalta valuma-alueelta otettujen vesinäytteiden perusteella laskettua ”häiriintymätöntä” kuormitusta (sininen pylväs).



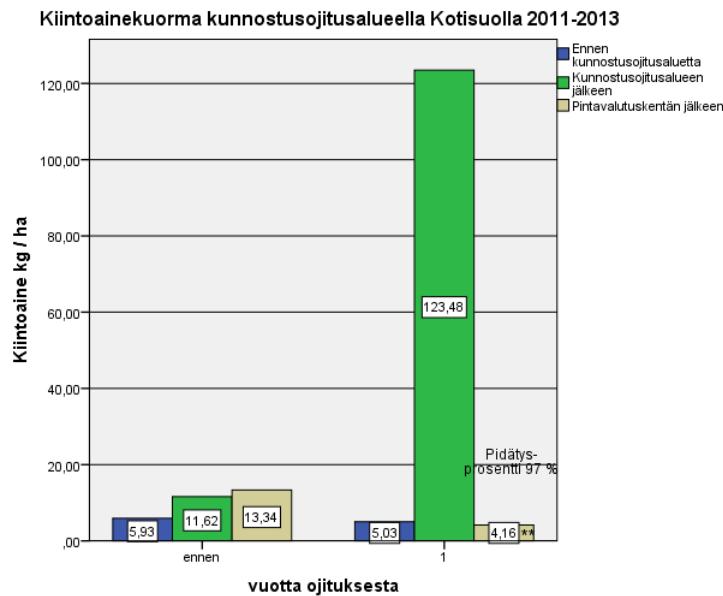
Kuva 20. Fosfaattifosforikuormituksen kehitys ennen kunnostusojitusta ja noin vuosi kunnostusojituksen jälkeen Kotisuon seurantakohteella Juupajoen Hyytiälässä. Vertailuarvona käytetään kunnostusojitusalueen yläpuolelta samalta valuma-alueelta otettujen vesinäytteiden perusteella laskettua ”häiriintymätöntä” kuormitusta (sininen pylväs).



Kuva 21. Kokonaisfosforikuormituksen kehitys ennen kunnostusojitusta ja noin vuosi kunnostusojituksen jälkeen Kotisuon seurantakohteella Juupajoen Hyytiälässä. Vertailuarvona



käytetään kunnostusojitusalueen yläpuolelta samalta valuma-alueelta otettujen vesinäytteiden perusteella laskettua ”häiriintymätöntä” kuormitusta (sininen pylväs).



Kuva 22. Kiintoaineen pidättyminen pintavalutuskentälle. Kotisuon lyhytaikainen seuranta 2011 - 2013

## Suometsän hoitoketjun seuranta

Kiteen **Ukonsuolla** on seurattu suometsän hoitohankkeen toimenpideketjun; - uudistushakkuu, energiapuunkorjuu (hakkuutähteiden korjuu), kunnostusojitus, maanmuokkaus ja kuusen istutus, vaikutuksia valumaveden laatuun. Kunnostusojitussuunnitelman laati silloinen Pohjois-Karjalan metsäkeskus, joka vastasi myös hankkeen toteutuksesta. StoraEnso vastasi hakkuiden ja energiapuun korjuun toteutuksesta. Maanmuokkaus toteutettiin ojankaivuun toteutuksen yhteydessä. Olavi Kekkonen StoraEnsosta toimi vesinäytteenottajana. StoraEnson kirvesmiehet myös rakensivat seurantakohteelle pitkospuut.

Ukonsuon valuma-alue on 10 hehtaaria, josta runsas hehtaari on paksuturpeista suota. Toimenpidealue rajoittuu Ojamajokeen, joka laskee Kiteen Pyhäjärveen - Natura2000-vesistöön. Hakkuun yhteydessä hakkuualan ja Ojamajoen väliin jätettiin 30-50 metriä leveä suojakaista. Aiemmin vettä johtaneet ojat tukittiin suojakaistan yläpuolella. Kunnostusojituksen vesiensuojelutoimenpiteenä alueelle kaivettiin hankkeen alaosaan laskeutusallas, johon

yhteyteen seurantaan varten rakennettu mittapato toimii putkipadon omaisesti. Tässä yhteydessä voidaankin rakennetta tarkastella putkipatona, koska se rakennustavaltaan on täsmälleen sama kuin putkipadon rakentamissuosituksen mukainen putkipatorakenne.

Putkipato-laskeutusallas pidatti ensimmäisenä vuotena 86 % kiintoainesta. Ravinteita rakenteeseen ei ole pidättynyt.

Typen huuhtouma näyttää selvästi lisääntyneen turvemaalla toteutetun hakkuu-maanmuokkaus-ojitus-ketjun seurauksena. Kolmena ensimmäisenä vuonna typpeä huuhtoutui alueelta 6-12 kg/valuma-aluehehtaarilta vuodessa. Luonnontilaisilta alueilta Mattssonin ym. (2003) mukaan huuhtoutuu typpeä keskimäärin 1,3 kg/ha vuodessa ja vaihteluväli on 0,3 – 2,3 kg/ha/v. Putkipato-allas-rakenteeseen ei merkittävästi käytännössä pidättynyt.

Kokonaisfosforihuuhtouma alueelta vaihteli 0,12 – 0,35 kg/ha vuodessa. Luonnontilaisilta alueilta lähtee keskimäärin 0,049 kg/ha fosforia vuodessa. Luontainen huuhtoutuminen vaihtelee välillä 0,017 – 0,146 kg/ha. Putkipato-allas-rakenteeseen ei merkittävästi fosforia pidättynyt. Suunta on kuitenkin sama kuin kiintoaineellakin, eli todennäköisesti osa kiintoaineeseen sitoutuneesta typestä ja fosforista on ensimmäisenä vuotena jäänyt altaaseen.

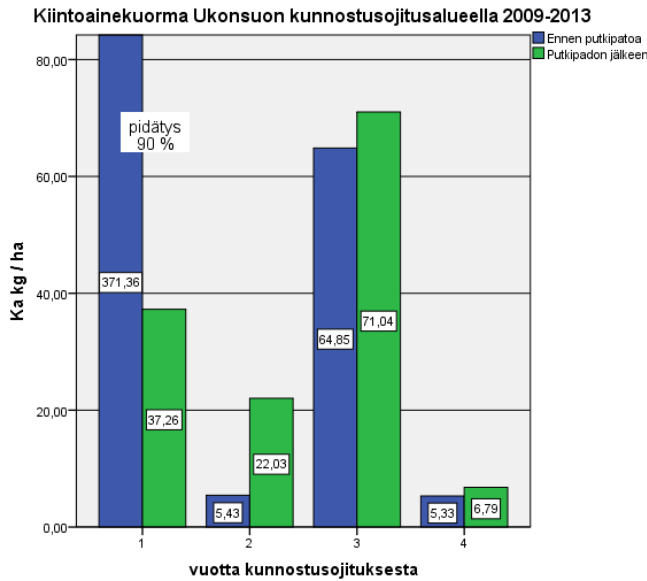
Positiivisena tuloksena tämän alueen seurannasta voidaan todeta, että putkipato näyttäisi tehostavan erittäin hyvin laskeutusaltaan toimivuutta, mitä kohteen ensimmäisen vuoden hyvä saantoprosentti osoittaa. Toisaalta, Ukonsuon toimenpidealue on kokonaan paksuturpeisella alueella, jossa kaivuun vaikutukset hyvin nopeasti vähenevät. Tämä näkyy myös seuraavien vuosien kiintoainekuorman nopeana vähenemisenä. Todennäköistä myös on, että veden mukana myöhemmin kulkevat turvehiukkaset ovat niin kevyitä, että allas-putkipatoyhdistelmä ei yksinään kykene niitä pidättämään. Tästä syystä tällä vesiensuojelumenetelmällä ei pystytä vähäisestä kuormasta pidättämään enää ainesta ja tulos voi ajoittain olla jopa negatiivinenkin. Luonnontilaisilta alueilta huuhtoutuva kiintoainekuorma vaihtelee Mattssonin ym. tutkimusten mukaan välillä 0,9 – 47,5 kg hehtaarilta vuodessa. Näyttää siis siltä, että vesiensuojelurakenteena käytetyn allas-putkipato-yhdistelmän avulla päästään kokonaisuutena lähelle tätä tavoitetta jopa välittömästi kaivuuta seuraavana vuotena.

Päätelmänä on, että suometsienhoitohankkeilla, jotka sisältävät kunnostusojitusten lisäksi päätehakkuita, pitäisi löytyä aina mahdollisuus pintavalutuksen käyttöön vesiensuojelumenetelmänä. Tällöin voitaisiin varmistua siitä, että ainakin osa toimenpideketjussa vapautuvista ravinteista, erityisesti kasvaneesta typpikuormasta, sekä hienojakoisesta kiintoaineesta saataisiin pidättymään ennen vesistöjä.

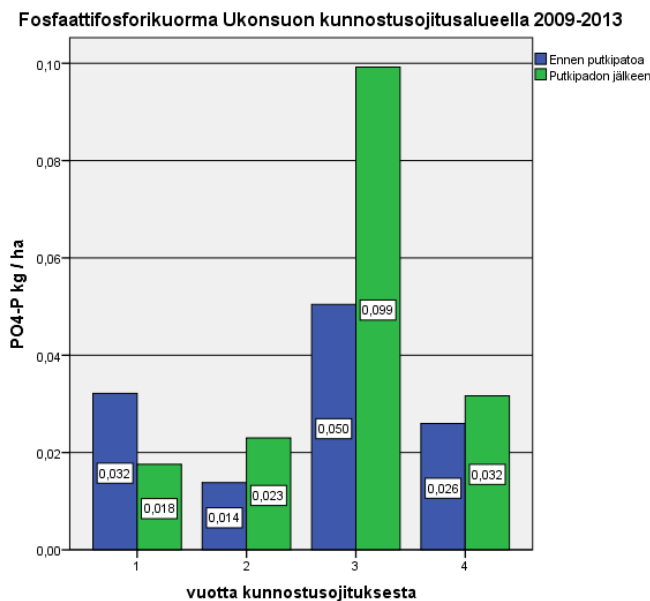
Hankkeella kokeiltiin myös kipsiä ja teräskuonaa. Vuonna 2010 mittapadon jälkeen ennen Ojamajokea ojaan levitettiin Siilinjärven kipsirouhetta, jonka toimivuutta fosforin pidättäjänä seurattiin jonkin aikaa. Tulokset eivät olleet odotusten mukaisia eli kipsi ei pidättänyt tällä tavalla levitetynä ja tässä tilanteessa fosforia.

Syksyllä 2011 koejärjestelyä muutettiin mittapadon alapuolella siten, että kipsi poistettiin ojasta ja tilalle asennettiin läpimitaltaan 40 cm rumpuputki, johon laitettiin sisälle puolilleen

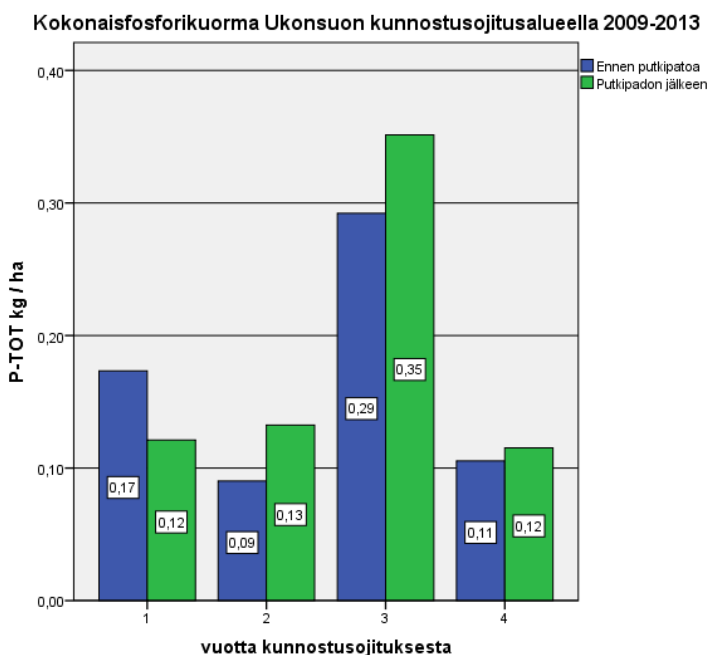
teräskuonaa fosforin pidättämistä varten. Vesi johdettiin rumpuputken kautta. Teräskuonan testausta jatkettiin vuonna 2012. Teräskuonan todettiin päinvastoin lisäävän fosforin huuhtoutumista, joten menetelmä ei vastannut sille asetettuja odotuksia. Tästä syystä menetelmän seurannasta luovuttiin 2013.



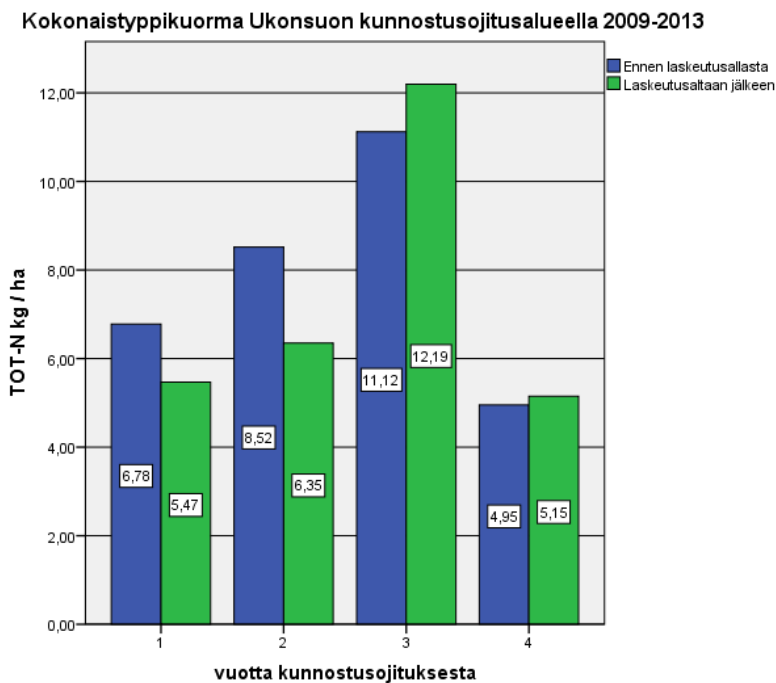
Kuva 23. Kunnostusojituksen vaikutus kiintoainekuormitukseen ja kiintoaineen pidättyminen Ukonsuon putkipato-laskeutusallas –vesiensuojelurakenteeseen. Kuormituksen nopea vähentyminen näkyy myös vesiensuojelurakenteen tehokkuuden vähenemisenä.



Kuva 24. Kunnostusojituksen vaikutus fosfaattifosforikuormitukseen ja fosfaattifosforin pidättyminen Ukonsuon putkipato-laskeutusallas – vesiensuojelurakenteeseen.



Kuva 25. Kunnostusojituksen vaikutus kokonaisfosforikuormitukseen ja kokonaisfosforin pidenttymiseen Ukonsuon putkipato-laskeutusallas – vesiensuojelurakenteeseen.



Kuva 26. Kunnostusojituksen vaikutus kokonaistyyppiikuormitukseen ja kokonaistypen pidenttymiseen Ukonsuon putkipato-laskeutusallas – vesiensuojelurakenteeseen.



Kuva 27. Ukosuolla toteutettiin runsaan hehtaarin alalla avohakkuu ja energiapuun korjuu turvemaalla. Kuvassa on avohakkuun ja siihen liittyvän hakkuutähteiden korjuun jälkiä turvemaalla.





Kuvat 28-29. Ukosuolla toteutettu kunnostusojitus ja maanmuokkaus.





Kuva 30. Pääosa aiemmin suoraan Ojama-jokeen laskeneista sarkaojista tukittiin ojien perkauksen yhteydessä ja vedet johdettiin kunnostusojitus suunnitelman mukaisesti putkipatolaskeutusaltaan kautta Ojama-jokeen.



Kuva 31. Putkipadon toteutus edellyttää putken oikean koron vaakitsemista.



Kuva 32. Mittapadon asentamisen valmistelua Ukonsuolla. Mittapato toimii putkipatona. Laskeutusaltaan kaivuu on vielä kuvan oton hetkellä kesken.



Kuva 33. Valmis laskeutusallas – putkipatorakenne (mittapato) Ukonsuolla. Huomaa hyvä maisemointi ja sen edellytyksenä riittävän suureksi hakattu aukko laskeutusaltaan ympärillä.





Kuva 34. Uudistusalan koko oli runsas hehtaari, joka mätästettiin ja istutettiin (1 ha) sekä osittain kylvettiin kuuselle (0,3 ha).



Kuva 35. Vesinäytteet otettiin vesiensuojelurakenteen ylä- ja alapuolelta virtaavasta vedestä.

## Koulutus ja yhteistyö

Tapion vetämillä vesiensuojelun kehittämishankkeilla lähtökohtana on aina ollut laajan yhteistyön merkityksen huomioiminen ja korostaminen. Samalla on tiedostettu, että jokainen kohde on sellaisenaan arvokas koulutuskohde paikallisille toimijoille. Kohteet ovat siten aina jollakin käytännön toteutushankkeella, oli sitten kyse kunnostusojituksesta, hakkuusta tai lannoituksesta. Näin kertyneestä havaintoaineistosta ja seurantatiedosta saatu kokemus on voitu siirtää suoraan käytännön toimijoille ja vesiensuojelusuosituksiin. Kohteita on aina voitu hyödyntää käytännön koulutuksessa.

Yhteistyön merkityksen korostaminen on toinen tärkeä näkökohta. Yhteistyön korostamisella on haluttu herättää toimijoissa innostus ”talkootyöhön” esimerkiksi jatkuvan automaattisen seurannan menetelmien kehittämiseksi ja edistämiseksi. Tässä on jossakin määrin onnistuttu. Osa edellä luetelluista seurantalaitteista on yhteistyökumppaneiden rahoittamia. Lisäksi esimerkiksi yliopistoyhteistyöllä tavoitteena on ollut innostaa nuoria opiskelijoita hyödyntämään ja edelleen kehittämään uusia innovaatioita muun muassa seurantatekniikan kehittämisessä.



Kuva 36. Seurantakohteet ovat oivallisia koulutuskohteita, joita kuka tahansa asiaan perehtynyt voi käyttää paikallisessa koulutuksessaan. Lukuisa joukko ammattilaisia, opiskelijoita ja koululaisia on tutustunut muun muassa tähän Kiteen Ukonsuolla sijaitsevaan seurantakohteeseen.



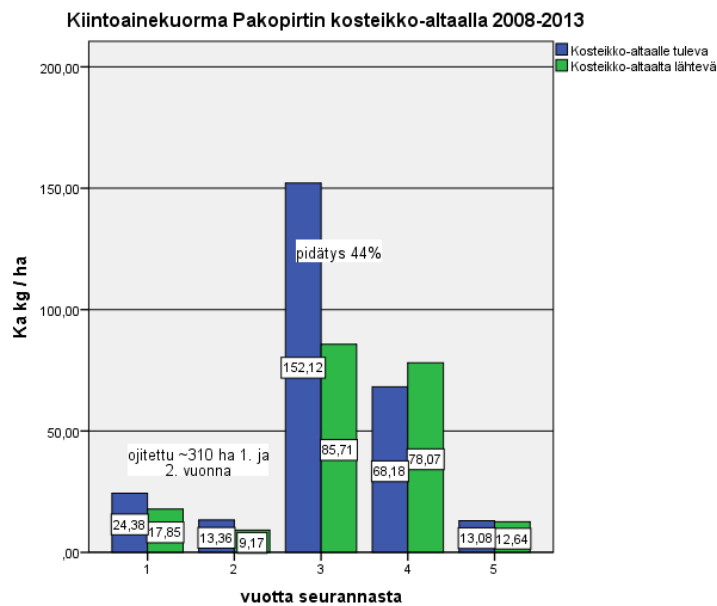
## Kosteikot

Luonnonhoitohankkeina toteutettavista kosteikoista esimerkkeinä hankkeella on seurattu **Pakopirtin** kosteikkoa Seinäjoella, Tarvolan kosteikkoa Lappajärvellä, Häränsilmänojan ja Myllyniemen kosteikkoja Asikkalassa sekä **Torsanjoen** kosteikkoa Ruokolahdella. Näistä vain Pakopirtin ja Torsanjoen kosteikoilla on automaattinen virtaamaseuranta. Vain näitä kahta demonstraatiokohdetta tarkastellaan jatkossa.

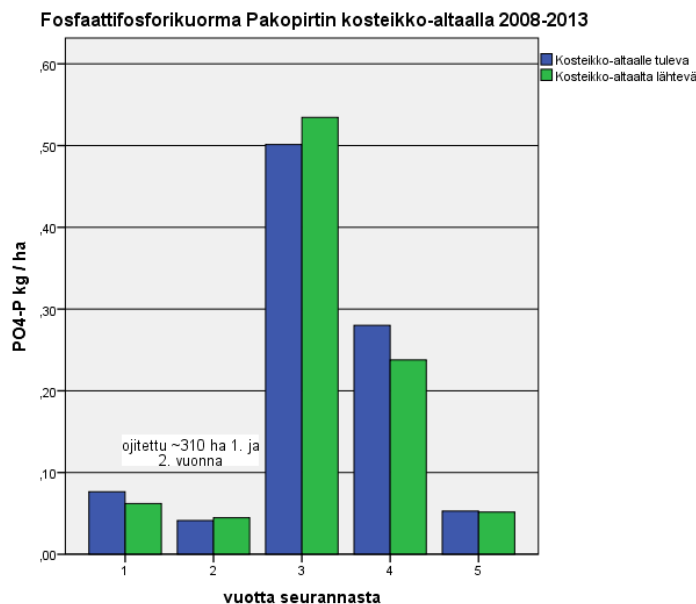
**Pakopirtin kosteikko** on tyypiltään isoa laskeutusallasta muistuttava rakenne, joka on kaivettu vanhalle kytöheitolle. Altaan yläpuolinen valuma-alue on runsaat 800 hehtaaria. Isosta koosta huolimatta altaan viipymä on suhteellisen vaatimaton suhteessa valuma-alueen kokoon, vain 3 tuntia. Altaan vesipinta-ala on 0,80 hehtaaria. Altaassa on yksi saareke ja altaan keskisyvyys on 1 metri. Altaassa ei ole matalan veden osia. Suosituksena vesiensuojelukosteikoiden viipymäksi on esitetty vähintään 24 tuntia. Valuma-alue on metsätalousmaata, jossa on pääosin vanhaa ojitusta. Valuma-alueella on 2. ja 3. seurantavuotena toteutettu huomattava määrä kunnostusojitusta, runsaan 300 hehtaarin alalla. Kosteikko näyttää pidättäneen ensimmäisenä kunnostusojituksen toteutuksen jälkeisenä vuotena 44 % tulevasta kiintoainekuormasta (kuva 38), mikä vastaa hyvän keskimääräisen laskeutusaltaan saantotehoa. Todennäköisesti kulkeutuvan aineksen raskain osa on jäänyt kosteikkoon. Pieni viipymä selittää pidätyskyvyn tason. Kosteikko pystyy siten pidättämään lähinnä hietaa karkeampia kivennäismaalajitteita. Ravinteita kosteikkoon ei ole käytännössä jäänyt (kuvat 39-42).



Kuva 37. Pakopirtin kosteikko

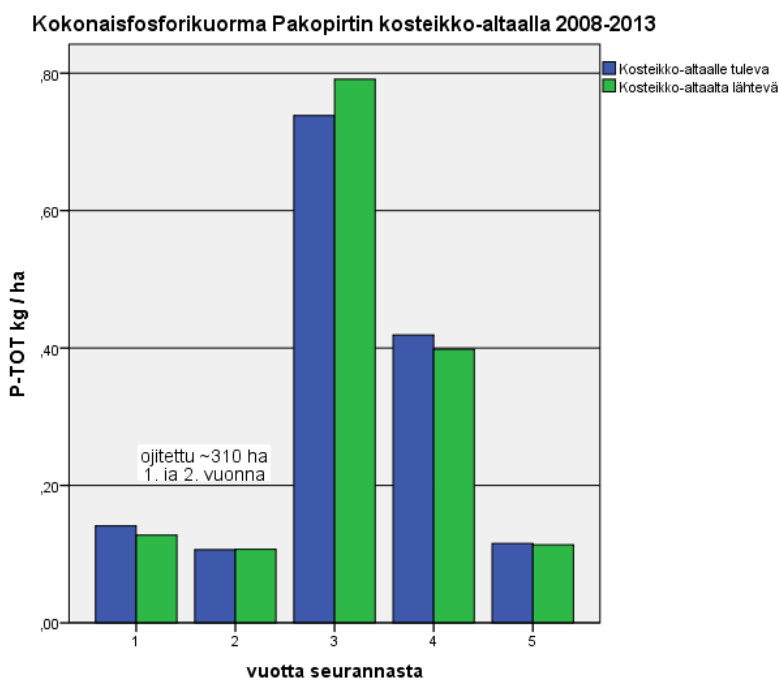


Kuva 38. Pakopirtin kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kiintoainekuorma viiden seurantavuoden aikana. Valuma-alueella tehdyt mittavat kunnostusojitukset seurannan aikana näkyvät kuormituksen muutoksina.

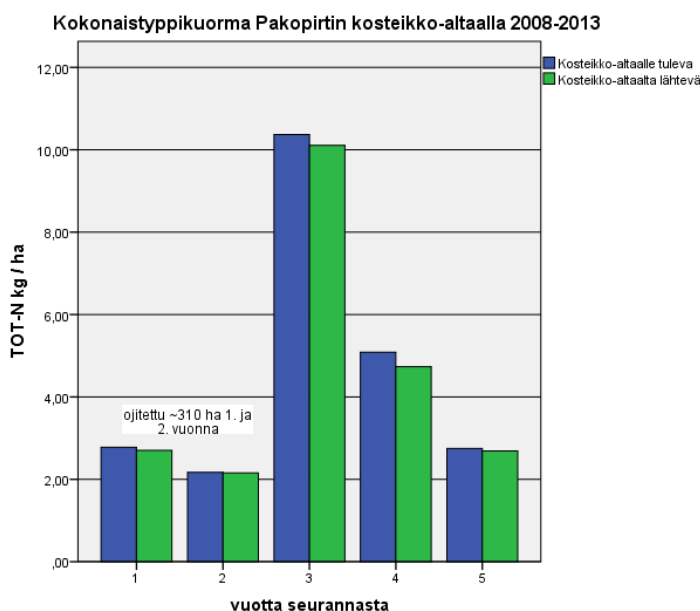


Kuva 39. Pakopirtin kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä fosfaattifosforikuorma viiden seurantavuoden aikana. Valuma-alueella tehdyt mittavat kunnostusojitukset seurannan aikana näkyvät kuormituksen hetkellisinä muutoksina.

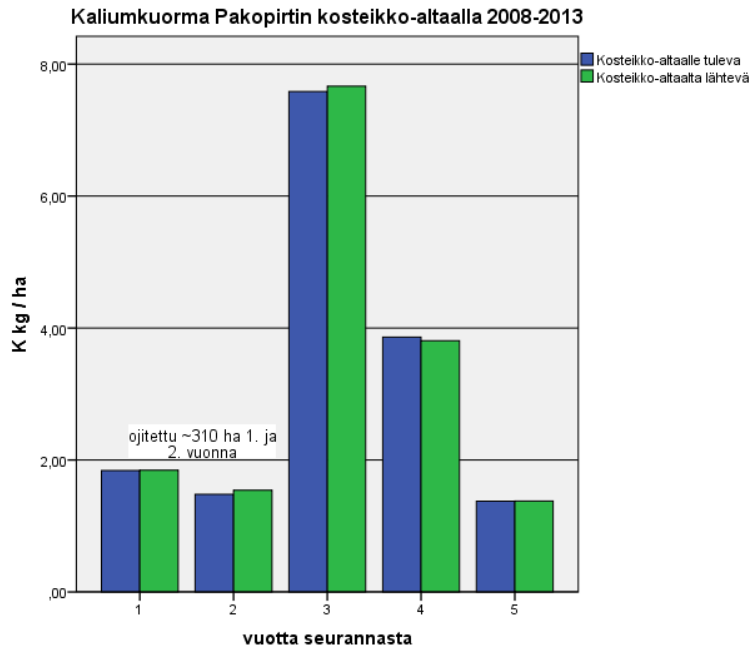




Kuva 40. Pakopirtin kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kokonaisfosforikuorma viiden seurantavuoden aikana. Valuma-alueella tehdyt mittavat kunnostusojitukset seurannan aikana näkyvät kuormituksen lyhytaikaisina muutoksina.



Kuva 41. Pakopirtin kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kokonaistyyppikuorma viiden seurantavuoden aikana. Valuma-alueella tehdyt mittavat kunnostusojitukset seurannan aikana näkyvät kuormituksen lyhytaikaisina muutoksina.



Kuva 42. Pakopirtin kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kaliumkuorma viiden seurantavuoden aikana. Valuma-alueella tehdyt mittavat kunnostusojitukset seurannan aikana näkyvät kuormituksen lyhytaikaisina muutoksina.

**Torsanjoen kosteikko** on tyypillisesti patopenkereellä aikaansaatu kosteikko, jossa alueella ennestään olleeseen kasvipeitteeseen ei koskettu. Padolla on aikaansaatu noin viiden hehtaarin laajuinen vaihtelevasti avovettä ja matalaa osaa sisältävä kosteikko, jossa kasvillisuus peittää erityisesti kesäaikana huomattavan osan kosteikon matalasta osuudesta. Kosteikko sijaitsee osin vanhalla peltoheitolla ja ennestään veden vaivaamalla alueella. Torsanjoen kosteikon valuma-alue on yli 1600 hehtaaria. Kosteikon viipymä on 10 tuntia. Kosteikon padossa on kivillä vuorattu puusydämellä vahvistettu patoaukko, jolloin syntyvä koski muodostaa tarkoituksella rakennetun kalatien.



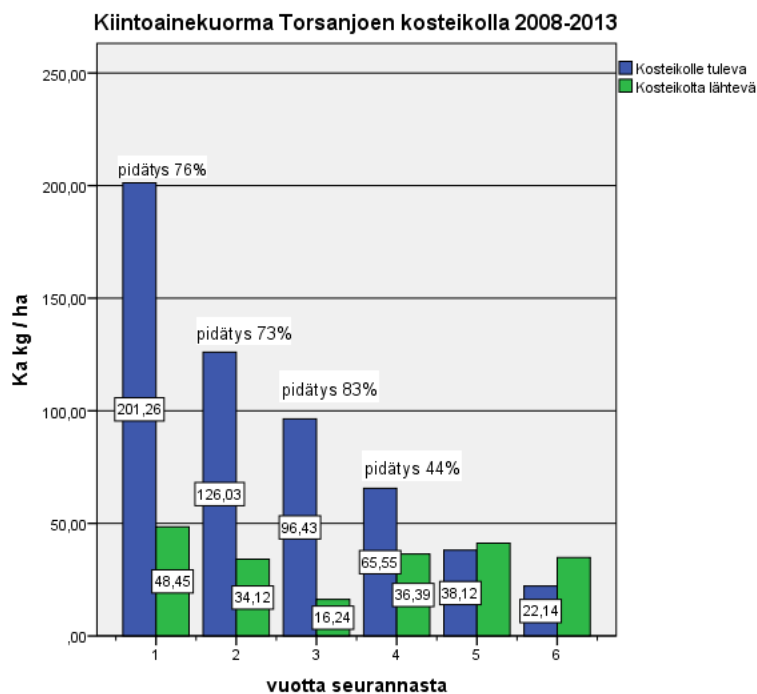
Kuva 43. Torsanjoen kosteikko keväällä korkean veden aikaan, ennen kuin kasvillisuus valtaa kosteikon matalat osat. Alue on erityisesti lintujen suosiossa. Etualalla paaluun kiinnitettynä vedenpinnan korkeuden mittaamiseen tarvittavaa laitteistoa. Torsanjoen virtaama lasketaan avouomamittauksen periaatteella, hyödyntämällä kosteikossa olevan paineanturin antamia vedenkorkeuslukemia (laitteisto etualalla) sekä purku-uomasta mitattujen siivikkomittausten perusteella laskettua purkauskäyrää.

Torsajoen kosteikko on pidättänyt valuma-alueelta tulevasta kiintoaineesta alkuvuosina valtaosan. Kosteikon rakentamisen jälkeisinä kolmena vuotena kosteikko on pidättänyt kiintoainesta keskimäärin jopa 76 %. Kuormituksen vähenemisen myötä kosteikon merkitys kiintoaineen pidättäjänä on vähentynyt mittausjakson kuluessa. Kosteikon jälkeen kiintoainekuorma on samalla tasolla kuin Mattssonin ym. (2003) tulosten mukaan luonnontilaisilta alueilta keskimäärin valuva kiintoainekuorma. Kosteikko on pidättänyt myös jonkin verran fosfaattifosforia; kolmena seurantavuotena keskimäärin 26 %. Muiden ravinteiden pidättäjänä kosteikolla ei ole ollut merkitystä.

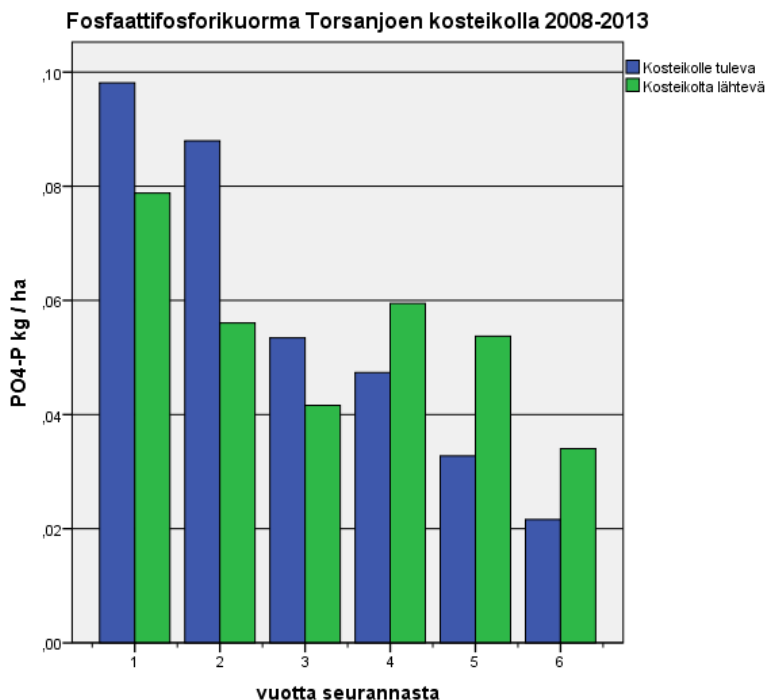
Voidaan todeta, että Torsanjoen kosteikko on saavuttanut alkuperäisen tavoitteensa. Se rakennettiin turvaamaan alapuolisen Torsajärven uimarannan säilymistä peittymästä hiljalleen Torsanjoen veden mukana kulkeutuvalla hienoaineksella. Kosteikko on myös hyvä esimerkki kyläläisten aktiivisuudesta vesistöjensä säilymisen puolesta. Kosteikko on samalla lähtökohta muulle harrastustoiminnalle ja luontoaktiivisuudelle. Tämän kosteikon ympärille on rakennettu luontopolku lintutorneineen sekä laavu, johon kyläläiset ja kauempaakin tulevat matkailijat voivat tulla kahvittelemaan. Kylätoimikunnalla on myös myyntitoimintaa laavulla. Kosteikko toimii myös erinomaisena riistakosteikkona, jossa on monipuolinen vesilintukanta.



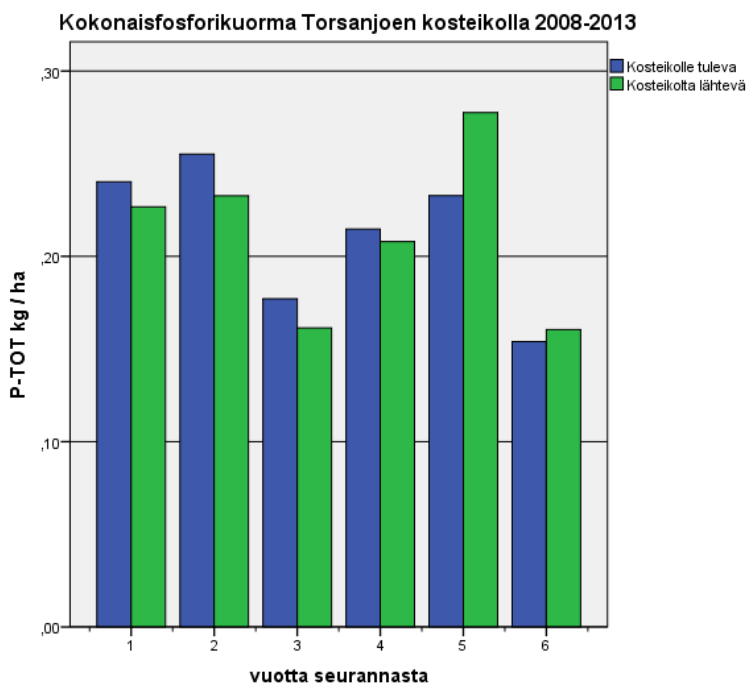
Kuva 44. Kosteikosta lähtevä uoma verhoiltiin kivillä lupaehtojen mukaisesti kalojen kulun parantamiseksi.



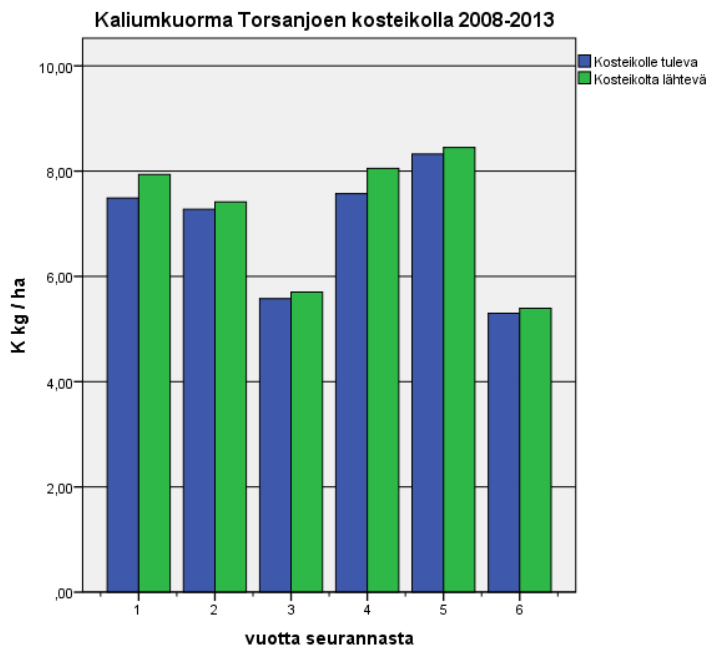
Kuva 45. Torsanjoen kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kiintoainekuorma kuuden seurantavuoden aikana.



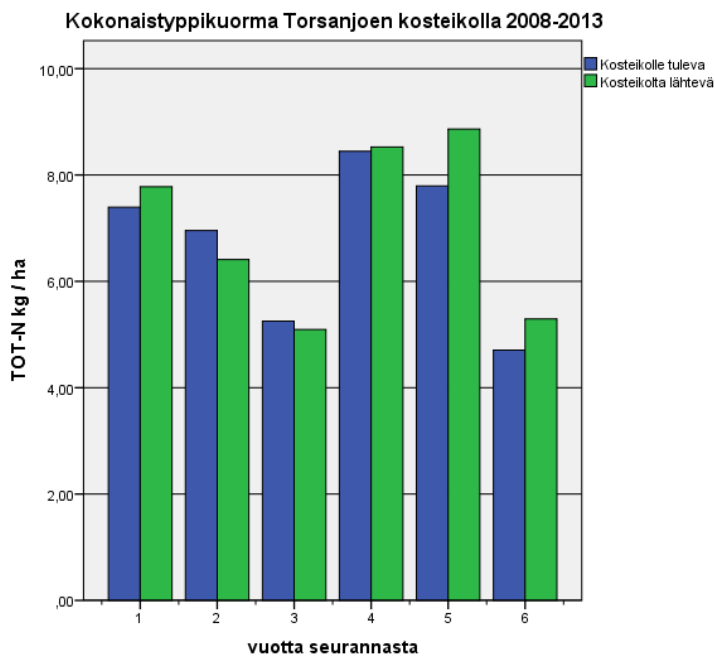
Kuva 46. Torsanjoen kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä fosfaattifosforikuorma kuuden seurantavuoden aikana.



Kuva 47. Torsanjoen kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kokonaisfosforikuorma kuuden seurantavuoden aikana.



Kuva 48. Torsanjoen kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kaliumkuorma kuuden seurantavuoden aikana.



Kuva 49. Torsanjoen kosteikkoon tuleva ja sieltä lähtevä kokonaistyyppikuorma kuuden seurantavuoden aikana.



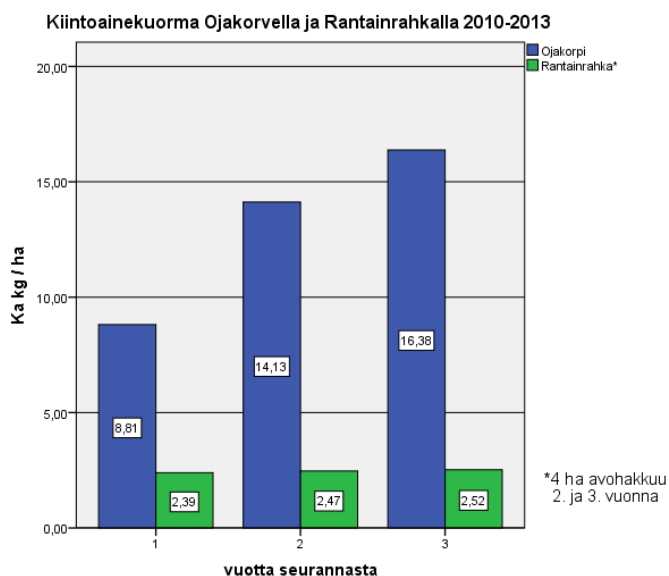
## Metsätalousalueen seuranta

Kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät hankkeen yhteydessä on vuodesta 2010 lähtien seurattu kahta seurantakohtetta Aurassa, Ojakorpea ja Rantainrahkaa. Tavoitteena on pitkäaikainen seuranta, jonka kuluessa kirjataan ylös alueella kulloinkin tehtävät toimenpiteet. Alueet kuvaavat siten normaalin metsätalouden käytössä olevilta alueilta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormaa. Kohteet on myöhemmin liitetty Metsäntutkimuslaitoksen ylläpitämään valtakunnalliseen seurantaverkkoon.

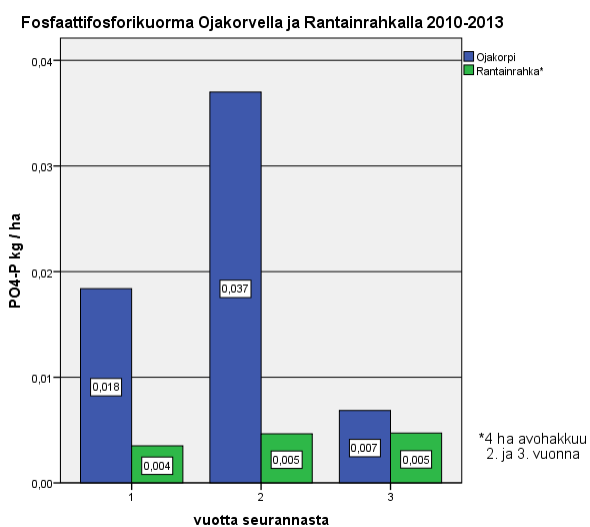
Liitteessä 1 on kuvaukset kummallakin alueella tehdyistä metsätaloustoimenpiteistä. Seuranta-alueilla tehtiin maastokartoitus hankkeen aikana, jolloin muun muassa ojien kunto havainnoitiin. Kummankin alueen alkuperäinen uudisojitus on toteutettu 1970-luvulla. Rantainrahkalla on oja perattu jossakin määrin 2000-luvulla. Rantainrahkalla on myös tehty runsaammin hakkuita seurantajakson aikana.

Luonnonolosuhteiltaan alueet poikkeavat toisistaan selvästi. Ojakorven alue on maaperältään hienojakoista sisältäen runsaasti savea ja savimoreenia. Rantainrahka taas on paksuturpeisempaa ja ojien pohjamaat ovat selvästi Ojakorpea karkeampia. Myös puuston rakenteessa on eroja. Ero näkyy alueilta lasketuissa kuormissa. Ojakorvelta lähtee enimmillään kuusinkertainen kuorma kiintoainetta Rantainrahkaan verrattuna. Samoin fosfori- ja kaliumkuormat ovat rantainrahkaa suuremmat.

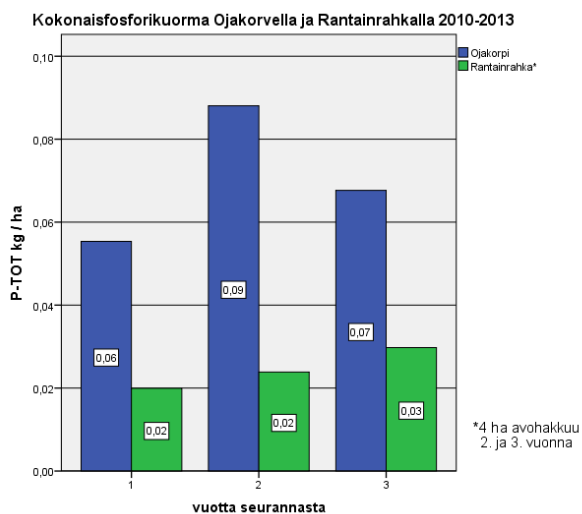
Seuranta-alueet olivat hankkeen aikana osana Metlan vetämää MAHA-hanketta, jonka tavoitteena oli verrata maatalouden ja metsätalouden aiheuttamia kuormia. Alueet sijoittuvat tarkoituksellisesti tästä syystä Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämän maatalouden seurantakohteen valuma-alueen sisälle. Saatujen seurantatulosten mukaan tällä Lounais-Suomeen sijoittuvalla alueella metsätalouden aiheuttama kuorma koko valuma-alueella oli vain runsaat 2 % vesistöön tulevasta kuormasta.



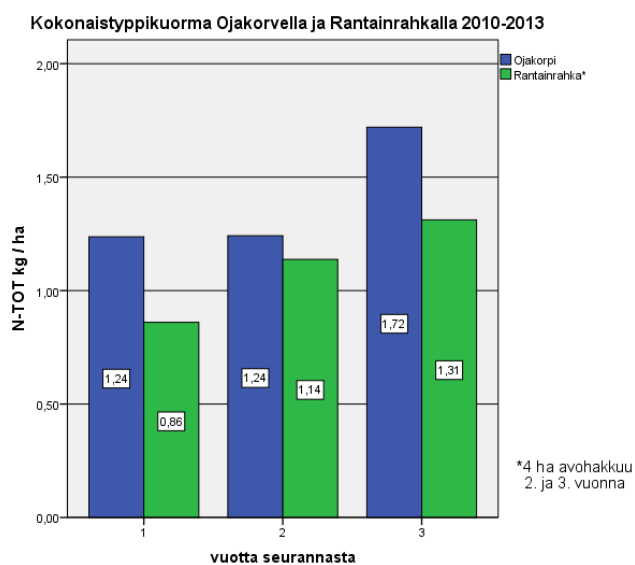
Kuva 50. Kiintoainekuorman vertailu Ojakorven ja Rantainrahkan seuranta-alueilla vuosina 2010-2013.



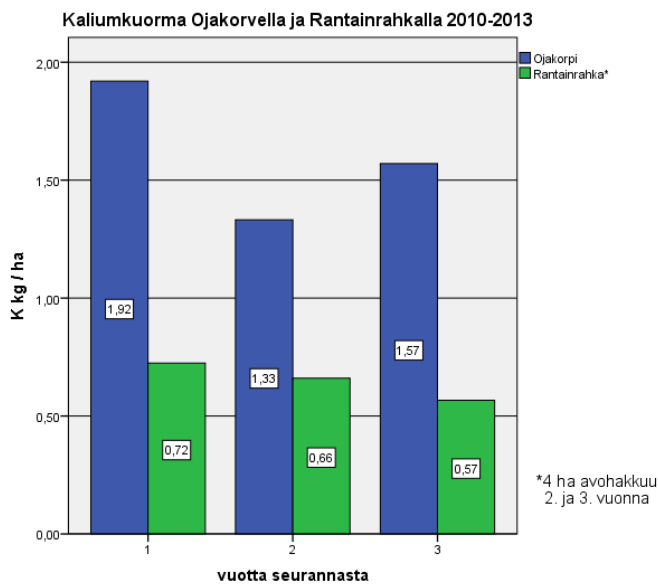
Kuva 51. Fosfaattifosforikuorman vertailu Ojakorven ja Rantainrahkan seuranta-alueilla vuosina 2010-2013.



Kuva 52. Kokonaisfosforikuorman vertailu Ojakorven ja Rantainrahkan seuranta-alueilla vuosina 2010-2013.



Kuva 53. Kokonaistypikuorman vertailu Ojakorven ja Rantainrahkan seuranta-alueilla vuosina 2010-2013.



Kuva 54. Kaliumkuorman vertailu Ojakorven ja Rantainrahkan seuranta-alueilla vuosina 2010-2013.

## Yhteenveto

Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät -hankkeella on monipuolisesti hyödynnetty jatkuvatoimisen virtaamanmittaustekniikan menetelmiä. Hanke on ollut edelläkävijä, kun uutta mittaustekniikka on tuotu metsätalouden käyttöön. Pioneeritoiminnassa on sallittava myös epäonnistumiset. Ne ovat uuden kehittämisen ”suola” ja lähtökohta. Hankkeella on tietoisesti haluttu korostaa sitä, että mittaustekniikan soveltamisessa tarvitaan kaupallista toimintaa. Tästä syystä mittauslaitteistot on haluttu tuottaa maastoon Suomessa toimivien kaupallisten yritysten toteuttamina, jotta toiminnalle syntyisi referenssiä metsäisten maasto-olosuhteiden vaikeuksista. Kokemus on välttämätöntä toiminnan edelleen kehittämiseksi.

Tutkimusolosuhteissa usein turvaudutaan ”halvimpaan ratkaisuun”, eli rakennetaan mittauslaitteet tutkijavoimin itse mahdollisimman halvalla. Tällöin kehitys kuitenkin voi pysähtyä, eikä tulosten tuottamisesta saada välttämättä syntymään kaupallista vientiin suuntautuvaa liiketoimintaa. Hankkeella on toiminnan kehittämiseksi myös osin kokeiltu kilpailutusta, jolloin on pystytty vertailemaan eri laitetoimittajien vaihtoehtoja.

Hankkeen kokemuksiin perustuen olisi erittäin tärkeätä, että tämän suuntainen kehitystyö saisi edelleen jatkoa. Metsätalouden vesiensuojelumenetelmissä on edelleen huomattavasti kehittämistä ja mittaustekniikan yhdistäminen siihen luo parhaat mahdollisuudet kehittää molempia. Muun muassa uusia innovaatioita tarvitaan siihen, miten mittaustekniikka voitaisiin kehittää siten, että voitaisiin välttää jatkuvaa "vesinäyterallia" seuranta-alueilta laboratorioon. Tällä hankkeella tuli selkeästi esille, että toistaiseksi ei ole olemassa riittävän herkkiä antureita, joilla voitaisiin mitata jatkuvatoimisesti esimerkiksi fosforin tai typen pitoisuuksia metsävesistä. Samoin melko epätarkaksi jää sameuden mittaustulos ja sen myötä kiintoainekuorman jatkuva seuranta erityisesti turvemaavaltaisilla alueilla. Kyseisten aineiden jatkuvatoimisten mittaustulosten saanti luotettavaksi parantaisi huomattavasti metsätalouden kuormitustarkastelun tarkkuutta. Tässä kehitystyössä voi esimerkiksi nanoteknologian mahdollisuudet vielä olla suuret. Kehitystyön ei pidä antaa tässä suhteessa pysähtyä.

Tällä hankkeella luotiin muutamien toimenpiteiden demonstraatioalueverkosto. Alueiden seuranta antoi kuvaa niillä toteutettujen vesiensuojelumenetelmien toimivuudesta. Se antoi myös pohjaa, mihin suuntaan menetelmää on kehitettävä tulosten parantamiseksi. Seurantatulokset osoittavat toisaalta, että toimenpiteiden aiheuttama vaihtelu on suurta. Tällä harvalukuisella demonstraatioverkostolla päästään vasta alkuun. Kehittämistoimintaan tarvittaisiinkin enemmän resursseja, jotta seurantakohteita voitaisiin lisätä. Johtopäätökset joudutaan nykyisillä resursseilla tekemään liiaksi yksittäisten seurantatapausten perusteella.

Mielenkiintoisia uusia kehittämiskohteita vesiensuojelumenetelmien osalta hankkeessa tuli esille. Kipsin todennäköiset mahdollisuudet fosfaattifosforin pidättämisen parantamiseen pintavalutuskentällä ovat siksi mielenkiintoisia, että kehittämistä pitää ehdottomasti jatkaa. Tällä hankkeella ei vertailukentän puutteen vuoksi pystytty osoittamaan kipsin todellista vaikutusta pintavalutuskentällä. Tulos jäi tästä syystä oletukseksi, mutta osoitti kuitenkin, että potentiaaliset mahdollisuudet pintavalutuskentän ravinteiden pidätyskyvyn parantamiseen ovat olemassa. Kehittämistyötä pitää tästä syystä jatkaa uusilla kentillä ja vaikkapa yhteistyössä turvetuottajien kanssa. Yhteistyön lisääminen turvetuotannon suuntaan muutoinkin vesiensuojelun kehittämisessä voisi parantaa resurssitehokkuutta.

Toinen huomio hyvistä tuloksista kohdistuu putkipatoon laskeutusaltaan yhteydessä. Putkipatolaskeutusallas –yhdistelmää pitäisi vielä testata normaali altaan verrokkina ja muillakin maalajeilla kuin turpeella. Onko putkipadosta altaan toimivuuden parantajaksi esimerkiksi kohteilla, joissa hienolajitteiset maalajit ovat vallitsevia, eikä mitään muuta vesiensuojelumenetelmää voida käyttää?

Hankkeella seurattujen kahden erilaisen kosteikon tulokset ovat olleet myös kosteikoille laadittujen suositusten pohjana. Vesiensuojelun kannalta parhaaksi osoittautui monimuotoisuudeltaankin vaihtelevin Torsanjoen kosteikko. Seurantojen perusteella päädyttiin seuraavakaltaisiin suosituksiin:

#### 1. Huoltovapaus

- Tavoitteena metsätalouden kosteikkojen rakentamisessa on mahdollisimman huoltovapaa rakenne
- Hyvin matalaa osaa ja syvänteitä sisältävä kosteikko toimii parhaiten.
- Matalaan osaan kehittyy nopeasti kosteikon rakentamisen jälkeen ravinteita sitovaa kasvillisuutta.
- Kulkuyhteydet kosteikolle ovat kuitenkin ehdoton edellytys.
- Kosteikon jatkuva hyvä toimintakunto edellyttää riittävän usein tapahtuvaa huoltoa.
- Huolto on pääasiassa kuolevan kasvillisuuden poistoa, 5-10 vuoden välein.
- Talvikorjuun mahdollisuuksia tulisi arvioida ja käyttää hyväksi.

## 2. Toimintakyvyn turvaaminen

- Kosteikon ympärivuotinen toimintakyky on haasteellista, voi syntyä paannejäästä kosteikkoon jolloin vesi virtaa jään päällä, mikä heikentää toimivuutta.
- Kosteikon rakentamisessa veden korkeuden säätelymahdollisuus on toimivuutta edistävä ominaisuus.
- Vedenkorkeuden säätelyllä edistetään kasvillisuuden kehitystä ja ohjailaan eri kasvilajeja.
- Nopeakasvuisen, runsaslajisen kasvillisuuden saanti välittömästi kosteikkoon edistää sen toimivuutta.
- Virtaamansäätöpadot kosteikkojen yläpuolella muodostavat putouksia ja ilmastavat samalla kosteikkoon tulevia vesiä.

## 3. Kosteikon paikan valinta

- Kosteikon paikan valinnalla vältetään ongelmallisimpia hienolajitteisia ja syöpymiselle alttiita maalajeja.
- Maanpinnan muotojen hyväksikäyttö kosteikon paikan valinnassa vähentää kaivamisen tarvetta.
- Pengertämällä tehty kosteikko on tässä suhteessa paras ratkaisu.
- Kosteikon alueella tulisi olla kasvipeitteetöntä maata mahdollisimman vähän.
- Vanhat kytöheitot ja pakettipellot voivat kosteikkopohjina olla ongelmallisia maanparannuksen ja lannoitusten johdosta varastoituneen fosforin vuoksi
- Fosfori-rautayhdisteet vapautuvat hapettomissa oloissa ja liukoista fosforia saattaa lähteä liikkeelle.

## 4. Oikea mitoitus ja rakenne

- **Kosteikon tavoitepinta-ala on 0,5 %** valuma-alueen pinta-alasta
- Kosteikon mitoitus edellyttää virtaaman tuntemista.
- Kosteikot mitoitetaan samoilla periaatteilla kuin laskeutusaltaat
- Mitoitus ja kosteikon pinta-alarave määräytyvät kevään keskiylivirtaaman mukaan.



- Kosteikoilla on tiukemmat viipymätavoitteet kuin laskeutusaltailla; **ihanneviipymä 24 + tuntia**
- Hienojen ainesten kiinni saamiseksi riittävän kasvillisuuden kehittyminen kosteikkoon edellyttää laajaa matalaa osaa, mikä kasvattaa kosteikon vaatimaa pinta-alaa.

Myös kosteikko-tyyppisten vesiensuojelurakenteiden osalta kehittämistyötä tulisi jatkaa.

## LIITTEET

Liite 1. Kohdekuvaukset

### SEURANTA-ASEMIEN YHTEENVETO

Valuma-alueiden mittaajat:

TM=Timo Makkonen

BH= Bjarne Häggman

MK= Maija Kauppila

MV= Martti Vuollekoski

## 1. PÖYTYÄN (YLÄNE) SEURANTA-ALUEET

### 1.1 Vuohensuo



Sijainti: Varsinais-Suomi, Pöytyä

Yhteyshenkilö: Timo Silver Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: 60° 48', 22° 25'

ETRS-TM35FIN N 6749249.000 E 250508.000

Korkeus merenpinnasta: 75 m

Pinta-ala: 56 ha

lannoitusala 11,2 ha

#### Tarkoitus

Kohteella seurataan metsäojitusalueelle käytännön terveyslannoitushankkeena, helikopterilevityksenä toteutetun Rauta-PK –lannoituksen vaikutuksia valumavesien laatuun.

#### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Yara Oy
- Raasinkorven yhteismetsä
- MK Lounais-Suomi

#### Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta

Perustamisajankohta  
23.4.2006

TOIMENPITEET

Kunnostusojitus ha, v: uudisojitettu 1963-1965, täydennysojitettu ennen kunnostusojitusta 1975-1977, kunnostusojitettu 1991-1993

Lannoitus kivennäismaat, turvemaat ha, v: NPK 1974-75, NPK 1980

Lannoitus turvemaat ha, v: Rauta-PK-lannoitus, 500 kg/ha, toukokuu 2006

2005	2006	2007	2008	2009	2010-2013
lannoitushankkeen suunnittelu	kevällä suojavyöhykkeet jätetty ojien varsille	28.3. neulasnäytteet otettu		2.4. neulasnäytteet otettu	neulasnäytteet
	huhtikuussa virtaaman automaattinen seuranta aloitettu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
	5.4 neulasnäytteet otettu				
	8.5. Rauta-PK-lannoitus 500 kg/ha helikopterilannoituksen avulla				
	7.6 valuma-alue mitattu TM				

Rahoitus

Kemira Oy, (nykyisin Yara Oy) on rahoittanut seurantalaitteet ja niiden asennuskustannukset. Yara Oy omistaa Vuohensuon seurantalaitteet.

Ylläpitokustannukset

Kemira Oy (nyk. Yara Oy) rahoitti datapalvelun ja laitteiden huoltokustannukset vuoteen 2010 saakka. Vuodesta 2011 ko. kustannukset rahoitettiin MMM:n metsänparannuskehittämisvaroista Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2006 lähtien rahoitettu MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

## 1.2 Mustalaisenkuolemanrahka

Sijainti: Varsinais-Suomi, Pöytyä

Yhteyshenkilö: Timo Silver Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: 60° 48', 22° 23'

ETRS-TM35FIN N 6749376.000 E 248697.000

Korkeus merenpinnasta: 75 m

Pinta-ala: 18.01 ha

lannoitusala 2,3 ha

### Tarkoitus

Kohteella seurataan metsäojitusalueelle käytännön terveyslannoitushankkeena, helikopterilevityksenä toteutetun Rauta-PK –lannoituksen vaikutuksia valumavesien laatuun.

### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Yara Oy
- Raasinkorven yhteismetsä
- MK Lounais-Suomi

### Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta

### Perustamisajankohta

24.4.2006

### TOIMENPITEET

Kunnostusojitus ha, v: uudisojitettu 1963-1965, täydennysojitettu ennen kunnostusojitusta 1975-1977, kunnostusojitettu 1991-1993

Lannoitus kivennäismaat, turvemaat ha, v: NPK-lannoitus, 1974

Lannoitus turvemaat ha, v: Rauta-PK-lannoitus 500 kg/ha, toukokuu 2006

2006	2007	2008	2009	2010-2013
keväällä suojavyöhykkeet jätetty ojien varsille	28.3. neulasnäytteet otettu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
huhtikuussa aloitettu vedenlaadun ja virtaaman seuranta	vedenlaadun seuranta jatkuu		neulasnäytteet	
5.4 neulasnäytteet otettu				
8.5. Rauta-PK-lannoitus 500 kg/ha helikopterilannoituksena				
valuma-alue mitattu TM				

#### Rahoitus

Kemira Oy, (nykyisin Yara Oy) on rahoittanut seurantalaitteet ja niiden asennuskustannukset. Yara Oy omistaa Mustalaisenkuolemanrahkan seurantalaitteet.

#### Ylläpitokustannukset

Kemira Oy (nyk. Yara Oy) on rahoittanut datapalvelun ja laitteiden huoltokustannukset vuoteen 2010 saakka. Vuodesta 2011 ko. kustannukset rahoitetaan MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

#### Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2006 lähtien rahoitettu MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.



### 1.3 Muuranrahka



Sijainti: Varsinais-Suomi, Pöytyä

Yhteyshenkilö: Timo Silver Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: 60° 49', 22° 21'

ETRS-TM35FIN N 6751357.294 E 247017.431

Korkeus merenpinnasta: 75 m

Pinta-ala: 45,89 ha

lannoitusala 1,9 ha

Tarkoitus

Kohteella seurataan metsäojitusalueelle käytännön terveyslannoitushankkeena, helikopterilevityksenä toteutetun Rauta-PK –lannoituksen vaikutuksia valumavesien laatuun.

Yhteistyö

- Tapio

- Metla
- Yara Oy
- Raasinkorven yhteismetsä
- MK Lounais-Suomi

Mitattavat suuret:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta

Perustamisajankohta  
1.5.2006

**TOIMENPITEET**

Kunnostusojitus ha, v: uudisojitettu 1963-1965, täydennysojitettu ennen kunnostusojitusta 1975-1977, kunnostusojitettu 1991-1993

Lannoitus kivennäismaat, turvemaat ha, v: NPK-lannoitus 1974

Lannoitus turvemaat ha, v: Rauta-PK-lannoitus, 500 kg/ha, toukokuu 2006

2006	2007	2008	2009	2010-2013
keväällä suojavyöhykkeet jätetty ojien varsille	28.3. neulasnäytteet otettu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
5.4 neulasnäytteet otettu			2.4. neulasnäytteet otettu	
huhtikuussa vedenlaadun ja virtaaman seuranta aloitettu				
8.5. Rauta-PK-lannoitus 500 kg/ha helikopterilannoituksena				
valuma-alue mitattu TM				

**Rahoitus**

Kemira Oy, (nykyisin Yara Oy) on rahoittanut seurantalaitteet ja niiden asennuskustannukset. Yara Oy omistaa Muuranrahkan seurantalaitteet.

#### Ylläpitokustannukset

Kemira Oy (nyk. Yara Oy) on rahoittanut datapalvelun ja laitteiden huoltokustannukset vuoteen 2010 saakka. Vuosina 2011-2013 ko. kustannukset rahoitettu MMM:n metsänparannuskehittämistä rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

#### Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2006 lähtien rahoitettu MMM:n metsänparannuskehittämistä rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

#### 1.4 Kroopinsuo

Sijainti: Varsinais-Suomi, Pöytyä

Yhteyshenkilö: Timo Silver Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: 60° 48', 22° 22'

ETRS-TM35FIN N 6749439.904 E 247791.424

Korkeus merenpinnasta: 75 m

Pinta-ala: 181,8 ha

#### Tarkoitus

Kohde on Rauta-PK-lannoituksen seurannassa vertailualueena, jolle ei ole tehty lannoitustoimenpiteitä. Lannoitettujen kohteiden tuloksia verrataan tämän alueen tuloksiin.

#### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Yara Oy
- Raasinkorven yhteismetsä
- MK Lounais-Suomi

#### Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta
- pH

#### Perustamisajankohta

Vesinäyteseuranta on aloitettu keväällä 2006 yhtä aikaa yllä mainittujen kolmen muun alueen kanssa. Automaattinen jatkuva virtaaman seuranta on aloitettu 23.6.2009.

TOIMENPITEET

Kroopinsuo on vertailualue, ei toimenpiteitä. Aikoinaan on tehty uudisojitus 1963-1965, täydennysojitus ennen kunnostusojitusta 1975-1977, kunnostusojitus 1995.

2006	2007	2008	2009	2010-2013
vedenlaadun seuranta aloitettu			23.6. mittapato asennettu, automaattinen virtaaman seuranta aloitettu	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
valuma-alue mitattu TM				viimeisin valuma-alueen mittaus 181,8 ha MV

Rahoitus

Laitteet ja niiden asentaminen on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämismäärärahoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huoltokustannukset on kustannettu MMM:n mp-kehittämismäärärahoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2006 lähtien rahoitettu MMM:n mp-kehittämismäärärahoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vuodesta 2013 lähtien alue on kuulunut Metlan vetämään Seurantaverkko –hankkeeseen. Seuranta jatkuu sen hankkeen rahoittamana

2 PIEKSÄMÄEN SEURANTA-ALUEET

2.1 Kuntala

Sijainti: Etelä-Savo, Pieksämäki

Yhteyshenkilö: (Antti Leinonen Suomen metsäkeskus)

Koordinaatit: 62° 23', 27° 9'

ETRS-TM35FIN N 6916929.112 E 507587.236

Korkeus merenpinnasta: 121-132 m

Pinta-ala: 85 ha

Tarkoitus

Kohteella seurataan kunnostusojituksen ja sen yhteydessä toteutetun terveyslannoituksen vaikutuksia valumaveden laatuun. Kohteella seurataan myös pintavalutuskentän ja sille levitetyn kipsin vaikutusta kiintoaineksen ja ravinteiden pidättymiseen. Kuntalan virtaamanseurannassa kokeillaan muista menetelmistä poiketen ultraääneen perustuvaa tekniikkaa, joka mahdollistaa virtaamanseurannan hitaan virtauksen olosuhteissa.

Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Yara Oy (kipsin toimitus pintavalutuskentälle)
- Mk Etelä-Savo

Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta

Perustamisajankohta  
30.7.2007

TOIMENPITEET

Turvemaa/suistuma, uudistamishakkuu 10 ha, kevät 2000, naveromätästys syksy 2000.  
soituma/kivennäismaa uudistaminen 4,4 ha, hakkuu kevät 2000, äestys kesä 2002.  
Kivennäismaa, uudistamishakkuu 0,9 ha, syksy 2006, äestys/laikutus kevät 2007.

2007	2008	2009	2010	2011-2013
ojalinjahakkuut/ harvennukset syksy 2006 - kevät 2007 26ha	~20.8-24.8 kipsin levitys pintavalutuskentälle 1000 kg/ha	16.6. aamupäivä lentolannoitus 8,9 ha Rauta-PK 400kg/ha	syksyllä myrskytuhoja Kuntalan lannoitetulla alueella. 22.9-5.10 avohakkuu 5,5 ha	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
kesäkuussa vedenlaadun seuranta aloitettu		17.-19.8 ja 25.-27.8 mitta-aseman yläpuolisten ojien kaivuu 26 ha	5.10-19.10 mitta- aseman yläpuolella muutaman ha harvennus	
elokuussa ultraääneen perustuva		tarkastettu valuma- alue BH	viimeisin valuma- alueen mittaus 85 ha MV	

automaattinen virtaaman seuranta asennettu				
mitattu valuma-alue BH				

#### Rahoitus

Laitteet ja niiden asennus on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

#### Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito on kustannettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

#### Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2007 lähtien rahoitettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Seuranta päätynyt 2013.

## 2.2 Surnui

Sijainti: Etelä-Savo, Pieksämäki

Yhteyshenkilö: (Antti Leinonen Suomen metsäkeskus)

Koordinaatit: 62° 27', 27° 2' ETRS-TM35FIN N 6924347.989 E 501549.332

Korkeus merenpinnasta: 125-140 m

Pinta-ala: 70,72 ha

#### Tarkoitus

Alue toimii Kuntalan kunnostusojitusalueen vertailualueena. Alueelle ei ole tehty toimenpiteitä. Kuntalan toimenpidealueen kuormitustunnuksia verrataan Surnuin kohteen tuloksiin.

#### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Mk Etelä-Savo

#### Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta



Perustamisajankohta  
19.11.2007

TOIMENPITEET

Ennen seurannan aloitusta:

Kunnostusojitus ha, v:

Uudistushakkuu kivennäis-, turvemaat ha, v:

harvennusta	2001	15,2 ha
harvennusta	2003	9,1 ha
harvennusta	2008	0,5 ha
avohakkuu	2005	3 ha
avohakkuu	2008	1,5 ha
sp-hakkuu	1998	2,5 ha
sp-poisto	2004	2,5 ha
turvemaan uudistaminen	2005	3 ha

Uudistushakkuu turvemaat ha, v: Uudistushakkuita on tehty vähän myös Surnuin valuma-alueella 2008.

Lannoitus kivennäis-, turvemaat ha, v: -

Lannoitus turvemaat ha, v: -

Seurannan aloituksen jälkeen:

2007	2008	2009	2010-2013
lokakuussa vedenlaadun seuranta aloitettu			vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
automaattinen virtaaman seuranta aloitettu		tarkastettu valuma-alue BH	
mitattu valuma-alue BH			

Rahoitus

Laitteet ja niiden asennus on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito on kustannettu MMM:n mp-kehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

### Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2007 lähtien rahoitettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vuodesta 2013 lähtien alue on kuulunut Metlan vetämään Seurantaverkko –hankkeeseen. Seuranta jatkuu sen hankkeen rahoittamana.

### 3. RUOKOLAHDEN SEURANTA-ALUE



#### 3.1 Torsa

Sijainti: Etelä-Karjala, Ruokolahti

Koordinaatit: 6818367, 4448841

ETRS-TM35FIN N 6816833.433 E 608541.473

Yhteyshenkilö: Seppo Repo, Suomen metsäkeskus, Kaakkois-Suomi

Pinta-ala: >1600 ha

#### Tarkoitus

Kohteella seurataan Mk Kaakkois-Suomen luonnonhoitohankkeena toteuttaman kosteikon toimivuutta vesiensuojeluratkaisuna. Kosteikko on toteutettu padottamalla Ruokolahdella sijaitsevan Torsanjoen uomaa vanhan peltoheitto-vesijättömaan kohdalta. Syntyneen kosteikon yläpuolisella valuma-alueella maankäyttömuotoina on metsätalouden lisäksi turvetuotantoa ja vähän maataloutta.

#### Yhteistyö

- Tapio

- Metla
- Mk Kaakkois-Suomi

Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama

Virtaamanmittaus perustuu avouomamittaukseen kosteikossa olevan paineanturin avulla. Uomassa on tehty siivikkomittauksia useina eri ajankohtina purkauskäyrän tarkentamista varten.

Perustamisajankohta  
6.1.2008

TOIMENPITEET

2007	2008	2009-2013
Torsajoen pato- ja luonnonhoitohanke käynnistettiin	6.1 alkaen virtaaman seuranta	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
Pato ja kosteikko 5 ha rakennustyöt valmistuivat	tammi-toukokuu lasku-uoman siivikointi	

Rahoitus

Laitteet ja niiden asentaminen on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito on kustannettu MMM:n mp-kehittämismenoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on rahoitettu MMM:n mp-kehittämismenoista rahoittamalla Tapijon hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Seuranta päättynyt 2013.

#### 4. SEINÄJOEN SEURANTA-ALUE

##### 4.1 Pakopirtti



Sijainti: Etelä-Pohjanmaa, Seinäjoki  
Yhteyshenkilö: Jussi Ojanperä Otso Metsäpalvelut  
Koordinaatit: 6956046, 2444592  
ETRS-TM35FIN N 6959278.870 E 291043.575  
Pinta-ala: 831 ha

##### Tarkoitus

Kohteella seurataan Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen luonnonhoitohankkeena toteuttaman Pakopirtin kosteikon (allastyyppinen) vaikutusta metsätalousvaluma-alueelta tulevan valumaveden laatuun.

##### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Mk Etelä-Pohjanmaa

Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta

Perustamisajankohta  
18.6.2008

TOIMENPITEET

Kunnostusojitus ha, v: noin 250 ha 2005, noin 300 ha 2008-2010

Uudistushakkuu kivennäis-, turvemaat ha, v: hakkuita vuosina 2003-2007 97,2 ha

Lannoitus kivennäis-, turvemaat ha, v: peruslannoituksia 1974-1988 noin 80 ha

2005	2006-2007	2008	2009	2010	2011-2013
kosteikkoaltaan rakennus syyskuu-lokakuu 2005		automaattinen virtaaman seuranta aloitettu	10 ha kunnostusojitus hanke	joulukuussa korjattu mittausasemaa	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
ojitus 250 ha luovutettu 2005		talvella 2008 aloitettu ojitus hankkeen kaivuu	ojitettu 300 ha 16.3.2009-lokakuu 2009 välisenä aikana		

Rahoitus

Laitteet ja niiden asentaminen on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Ylläpitokustannukset

Vuosina 2008-2013 datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito on kustannettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on vuodesta 2008 lähtien vuoden 2013 loppuun rahoitettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vuodesta 2013 alkaen alue on kuulunut Metlan vetämään Seurantaverkko-hankkeeseen, jonka rahoittamana seuranta jatkuu.



## 5. KITEEN SEURANTA-ALUE

### 5.1 Ukonsuo



Sijainti: Pohjois-Karjala, Kitee

Yhteyshenkilöt: Jouko Kostamo, Kiteen yhteismetsä, Heimo Hakulinen, Otso Metsäpalvelut, Olavi Kekkonen, StoraEnso Oyj

Koordinaatit: 6863791, 4508787

ETRS-TM35FIN N 6864899.000 E 666160.000

Pinta-ala: 10 ha

#### Tarkoitus

Kohteella seurataan ketjun:- turvemaan uudistamishakkuu, energiapuun korjuu (hakkuutähteet), kunnostusojitus, maanmuokkaus, kuusen istutus – vaikutusta valumaveden laatuun. Toimenpideketjuun liittyy laskeutusallas - putkipatorakenne, jonka toimivuutta seurataan. Kohteella tarkastellaan myös ojaan sijoitetun kipsin ja teräskuonan vaikutusta fosforin pidätyksessä.

#### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Yara Oyj
- Stora-Enso Oyj



- Mk Pohjois-Karjala

Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- pH
- sameus
- sadanta

Perustamisajankohta  
16.9.2009

TOIMENPITEET

2008	2009	2010	2011	2012-2013
hakkuun suunnittelu	maaliskuussa turvemaan pääte/uudistushakkuu	keväällä kuusen istutus (1ha), männyn kylvö (0,3 ha)	teräskuonan asentaminen	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
	elo-syyskuussa energiapuun korjuu (ei kantoja)	syksyllä kipsin levitys putkipadolta Ojamajoen suuntaan 300 kg.		
	syyskuussa laskeutusallas (4m syvä), putkipato, kunnostusojitus ja maanmuokkaus ja			
	16.9 pato rakennettu ja automaattinen virtaaman seuranta aloitettu			

Rahoitus

Laitteet ja niiden asennus on kustannettu MMM:n metsänparannuskehittämismäärärahoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito on kustannettu MMM:n mp-kehittämismäärärahoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

## Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on rahoitettu MMM:n mp-kehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Seuranta päättynyt 2013

## 6. AURAN SEURANTA-ALUEET

### 6.1 Ojakorpi



Sijainti: Varsinais-Suomi, Aura

Yhteyshenkilö: Timo Silver Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: P 6724748, I 2424888

ETRS-TM35FIN N 6729098.237 E 260695.994

Pinta-ala: 30,9

Tarkoitus

Kohteella seurataan metsätalousmaalta tulevaa kuormaa. Seuranta on tukenut olennaisesti Metlan vetämää MAHA-hanketta, jossa tarkastellaan ja verrataan maatalouden ja metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta.

Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- MK Lounais-Suomi
- Syke

Mitattavat suuret:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- pH
- sameus
- nitraattityppi
- sadanta
- ilman lämpötila
- suhteellinen kosteus

Perustamisajankohta  
11.5.2010

TOIMENPITEET

2010	2011	2012-2013
automaattinen virtaaman seuranta aloitettu	27.5. valuma-alue tarkistettu MK, BH	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu
valuma-alue mitattu MK, BH		

Rahoitus

Laitteet ja niiden asentaminen on kustannettu MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta -hankkeelta

Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannukset kattavat laitteiston huollon ja datapalvelun nettiin. Kustannukset katettiin 2010 MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta. Vuoden 2011 ylläpitokustannukset katetaan MMM:n metsänparannuskehittämisvaroista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset kustannettiin vuonna 2010 MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta. Vuoden 2011 kustannukset katetaan MMM:n mp-kehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vuodesta 2013 alkaen alue on kuulunut Metlan vetämään Seurantaverkko –hankkeeseen. Seuranta jatkuu edelleen.

## 6.2 Rantainrahka



Sijainti: Varsinais-Suomi, Aura

Yhteyshenkilö: Timo Silver, Suomen metsäkeskus, Lounais-Suomi

Koordinaatit: P 6723343, I 2423474.

ETRS-TM35FIN N 6727758.924 E 259219.015

Pinta-ala: 36,4

### Tarkoitus

Kohteella seurataan metsätalousmaalta tulevaa kuormaa. Seuranta tukee olennaisesti Metlan vetämää MAHA-hanketta, jossa tarkastellaan maatalouden ja metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta.

Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- MK Lounais-Suomi
- Syke

Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- pH
- sameus
- nitraattityppi
- sadanta
- ilman lämpötila
- suhteellinen kosteus

Perustamisajankohta  
12.5.2010

TOIMENPITEET

2010	2011	2012	2013
automaattinen virtaaman seuranta aloitettu	27.5. valuma-alue tarkistettu MK, BH	avohakkuu 2012-2013, 4 ha	
valuma-alue mitattu MK, BH			

Rahoitus

Laitteet ja niiden asentaminen kustannettiin MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta.

Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannukset kattavat laitteiston huollon ja datapalvelun nettiin. Kustannukset katettiin 2010 MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta. Vuoden 2011 ylläpitokustannukset katetaan MMM:n metsänparannuskehittämisarvoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset kustannettiin vuonna 2010 MMM:n luonnonhoitomomentin varoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu ja seuranta. Vuoden 2011 kustannukset katetaan MMM:n mp-kehittämisarvoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.



Vuodesta 2013 alkaen alue on kuulunut Metlan vetämään Seurantaverkko –hankkeeseen. Seuranta jatkuu edelleen.

## 7. JUUPAJOEN SEURANTA-ALUE

### 7.1 Kotisuo



Sijainti: Pirkanmaa, Juupajoki  
Yhteyshenkilö: Kari Minkkinen, Helsingin yliopisto  
Koordinaatit: 6859761, 2515618  
ETRS-TM35FIN N 6859809.407 E 357529.485  
Korkeus merenpinnasta: 100 m  
Pinta-ala: n. 25 ha

#### Tarkoitus

Hyytiälän metsäaseman läheisyydessä sijaitsevalla Kotisuoalla seurataan valumaveden laatua ennen toimenpidettä ja toimenpiteen jälkeen. Seurantaan liittyy myös toimenpiteen yhteydessä pintavalutuskentän vaikutuksen seuranta. Tehtävä toimenpide on toistaiseksi avoin, mutta vaihtoehtoina ovat tällä hetkellä joko kunnostusojitus tai alueen ennallistaminen. Kummassakin tapauksessa pintavalutuskentän toimivuuden seuranta on toimenpiteen jälkeen tärkeä.

#### Yhteistyö

- Tapio
- Metla
- Helsingin yliopisto, metsätieteen laitos



Mitattavat suureet:

- veden pinnan korkeus
- virtaama
- sadanta
- pH
- sameus

Perustamisajankohta  
1.7.2010

TOIMENPITEET

2010	2011	2012	2013
automaattinen virtaaman seuranta aloitettu		29-30.8 kunnostusojitus	vedenlaadun ja virtaaman seuranta jatkuu

Rahoitus

Helsingin yliopisto, fysiikanlaitos (liittyen SMEAR-aseman seurantaan).

Ylläpitokustannukset

Datapalvelu ja laitteiden huolto sekä muu ylläpito kustannetaan 2011 MMM:n metsänparannuskehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät.

Vesinäytteet

Vesinäytteiden nouto- ja analyysikustannukset on rahoitettu 2011-2012 MMM:n mp-kehittämismenoista rahoittamalla Tapion hankkeelta: Metsätalouden kustannustehokkaat vesiensuojelumenetelmät. Vuodesta 2013 lähtien Helsingin yliopisto on vastannut seurannan rahoituksesta.

Seuranta jatkuu edelleen.

## KIRJALLISUUTTA

Aura, E. 2000. Sameat vesistöt voidaan puhdistaa. Julkaisussa: Salo, R. (toim.). Maatalouden tutkimusja tuotantopäivät: 20-vuotisjuhlaseminaari, Jokioinen 26.-27.7.2000. Jokioinen. Maatalouden tutkimuskeskus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A 79. s. 47-51.

Hynninen, A. 2011. Use of wetland buffer areas to reduce nitrogen transport from forested catchments: Retention capacity, emissions of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> and vegetation composition dynamics. Dissertationes Forestales 129. <http://www.metla.fi/dissertationes/df129.htm>

Hynninen, A., Saari, P., Nieminen, M. & Alm, J. 2010. Pintavalutus metsätaloustoimien valumavesien puhdistamisessa — kirjallisuustarkastelu. Use of peatland buffer areas for water purification in forested catchments — A review. *Suo* 61(3-4): 77-85

Joensuu S. 2002: Effects of ditch network maintenance and sedimentation ponds on export loads of suspended solids and nutrients from peatland forests. — Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 868. Vantaa.

Kaasinen, S. 2010. Valumavesien kemiallinen puhdistus ja suodatus. TEHO-hankkeen julkaisuja. 24 s.

Marttila, H. 2010. Managing erosion, sediment transport and water quality in drained peatland catchments. Acta Universitatis Ouluensis C Technica 375. Juvenes Print, Tampere.

Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution* 147: 275-297.

Nieminen, M. 2003. Effects of clear-cutting and site preparation on water quality from a drained Scots pine mire in southern Finland. *Boreal Environment Research* 8: 53-59.

Nieminen, M. 2004. Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. *Silva Fennica* 38(2): 123-132.

Nieminen, M. 2005. Suometsien lannoituksen vaikutus fosforin huuhtoutumiseen. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947. Vammalan kirjapaino Oy. Vammala. s. 259-265.

Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., Joensuu, S. ja Vuollekoski, M. 2005. Capacity of riparian buffer zones to reduce sediment concentrations in discharge from peatlands drained for forestry. *Silva Fennica* 39(3): 331-339. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf39/sf393331.pdf>

Pietola, L. 2008. Gypsum-based management practices to prevent phosphorus transportation. NJF 401 Proceedings on Phosphorus management in Nordic-Baltic agriculture – reconciling productivity and environmental protection. NJF Report 4: 79 - 83.

Saari, P. 2014. Dynamics of vegetation, nitrogen and carbon as indicators of the operation of peatland buffers. *Dissertationes Forestales* 173. 49 p. <http://dx.doi.org/10.14214/df.173>

Silver, T. & Saarinen, M. 2007. Lentoleivityksen tarkkuus ojitusalueiden terveyslannoituksissa. Summary: The accuracy of aerial spreading of repair fertilization on drained peatlands. *Suo* 58: 63-70.

Silver, T., Joensuu, S. & Pakkala, M. 2009. Laskeutusaltaiden tila ja tyhjennystarve Lounais-Suomen vanhoilla ojitusalueilla. The condition and need for emptying of sedimentation ponds on old drained peatlands in South-West Finland. *Suo* 60(1-2): 37-46

Simola, A. & Jutila, H. 2006: Valumavesien käsittelymenetelmät Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen -hankkeessa. – Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 9. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi, JÄRKI-hanke 254 s. ja 8 liitettä.

Tapio 2014. Metsänhoidon suositukset. Suometsien hoito – työopas (luonnos)

Väliraportti II – TASO-hanke 13.12.2011 – 10.12.2012

Yli-Renko, M. & Rasa, K. 2011. Kipsikokeilu Teho-hankkeessa. Teoksessa: Kulmala, A. Teho-hankkeen raportteja, osa 1. Teho-hankkeen julkaisuja 1/2011 ss. 35-54.

Joensuu, S., Hynninen, P., Heikkinen, K., Tenhola, T., Saari, P., Kauppila, M., Leinonen, A., Ripatti, H., Jämsén, J., Nilsson, S. ja Vuollekoski, M. 2012. Metsätaluden vesiensuojelu – kouluttajan aineisto. Kopijyvä, Jyväskylä. 137 s.