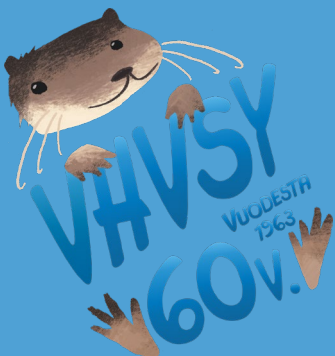


Julkaisu 96/2023



Kipsi ja ravinnekuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina KK2-hankkeen loppuraportti

Paula Luodeslampi



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry



Maa- ja metsätalousministeriö



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Julkaisu 96/2023

Kipsi ja ravinnekuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina – KK2-hankkeen loppuraportti

18.12.2023

Laatija: Paula Luodeslampi

Tarkastaja: Anu Oksanen

Hyväksyjä: Anu Oksanen

Kannen valokuvat: Paula Luodeslampi, Pasi Valkama

Julkaisu 96/2023

**Kipsi ja ravinnekuitu
maatalouden
vesiensuojelukeinoina
KK2-hankkeen loppuraportti**

Paula Luodeslampi



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry



Julkaisun nimi	Kipsi ja ravinnekuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina KK2-hankkeen loppuraportti		
Tekijä	Paula Luodeslampi		
Sarja	Julkaisu 96/2023	ISBN 978-952-7019-28-3 ISSN 2737-2197	39 sivua + 1 liite
<p>Maanparannusaineiden avulla on mahdollista parantaa peltomaan rakennetta ja eroosionkestävyyttä ja siten vähentää maa-aineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoutumista pelloilta vesistöihin. Tässä hankkeessa Espoossa pellolle levitetty kalkkistabiloitu kuitu vähensi veden kiintoaine- ja fosforipitoisuuksia, mutta lisäsi typen pitoisuutta. Kolmen vuoden seuranta-aikana veden kiintoainepitoisuus oli keskimäärin 41 % pienempi kuitulohkoilla kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Kokonaisfosforin pitoisuus puolestaan oli keskimäärin 41 % pienempi kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Kokonaistypen pitoisuus oli 31 % suurempi kuitulohkojen salaojavesissä kuiduttomiin verrattuna.</p> <p>Nurmijärvellä Lepsämänjoen valuma-alueella kipsiä levitettiin 330 ha peltoalalle (14 % valuma-alueen pinta-alasta) ja seurattiin sen vaikutuksia jokiveden laatuun. Veden sameus, kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin pitoisuudet jäivät kokonaisuutena hieman alhaisemmiksi kipsin levityksen jälkeisenä ajanjaksona verrattuna ajanjaksoon ennen levitystä. Vaikka kipsin vaikutusaika näytti jäävän lyhyemmäksi kuin aiemmissa tutkimuksissa raportoitu 5 vuotta, ilman kipsin levitystä pitoisuudet ja kuormitus olisivat olleet suurempia, sillä vuodet 2020 ja 2021 olivat erittäin sateisia. Leudon talven ja sateiden takia kipsiä todennäköisesti huuhtoutui pelloilta jokeen nopeammin kuin aiemmissa tutkimuksissa. Kipsin vaikutusaikaa lyhensi todennäköisesti myös valuma-alueen peltojen suuri suorakylvetytyn pinta-alan osuus: kun kipsiä ei muokattu peltoon, se huuhtoutui pellolta nopeammin kuin muokatusta maasta, jossa kipsi pääsee paremmin kontaktiin maahiukkasten kanssa. Kipsi ja kuitu tulee muokata maahan niiden tehon takaamiseksi, mutta levitys kannattaa ajoittaa sellaiseen viljelykierron vaiheeseen, kun peltoja muutenkin muokattaisiin.</p> <p>Lepsämänjoen pitkäaikaisen (2007-2023) anturiseurannan perusteella nähtiin, että jokiveden kiintoaine- ja fosforipitoisuudet ja kuormitus ovat laskusuunnassa. Kuormituksen vähenemä olisi ollut vielä suurempi, ellei vuosisadanta olisi kasvanut samaan aikaan. Sadannan kasvu on painottunut selkeästi kasvukauden ulkopuoliseen aikaan (loka-huhtikuu), kun taas kasvukauden aikana (touko-syyskuu) sademäärä on jopa hieman pienentynyt. Lisäksi 2000-luvun aikana kuukausien keskilämpötila on kasvanut kasvukauden ulkopuolella enemmän kuin kasvukauden aikana. Nämä molemmat tekijät lisäävät haja-kuormitusta.</p> <p>Kuormituksen vähentämiseksi tuleekin tehdä toimenpiteitä, joilla lasketaan pitoisuuksia (tasapainoinen lannoitus, kerääjäkasvit, eroosion estäminen, maanparannusaineet) sekä vähennetään valuntaa eli lisääntään vesien viivytystä valuma-alueella. Näihin molempiin osa-alueisiin panostaminen on tärkeää, jotta viljelijöiden pelloilla tekemät toimenpiteet tulisivat näkyviin vielä selkeämpänä kokonaiskuormituksen vähenemänä. Lisäksi kuormitusta tulee vähentää myös tehokkaalla jätevesien käsittelyllä, hulevesien viivytystä ja käsittelyä parantamalla sekä metsätalouden toimenpiteillä.</p>			
Asiasanat:	Kipsi, ravinnekuitu, eroosio, ravinnekuormitus, maatalous, vesiensuojelu, sadanta, valunta		

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	6
2	Hankkeen lähtökohta, tavoitteet ja kohdealue.....	7
3	Mittaukset hankkeessa	10
4	Yhteistyö ja sidosryhmätyöskentely.....	11
5	Viestintä ja tiedottaminen.....	11
6	Hankkeen tuotokset.....	11
7	Hankkeen tulokset	12
	7.1 Kalkkistabiloidun kuidun vaikutukset salaojavesien laatuun.....	12
	7.2 Kipsin vaikutukset Lepsämänjoen veden laatuun.....	18
	7.3 Yhteenveto Lepsämänjoen pitkäaikaisseurannasta.....	29
8	Johtopäätökset	37
9	Lähdeluettelo	38
	Liite 1: Seuranta-alueiden sijaintikartta.....	40

1 Johdanto

Kestävän maatalouden perustana ovat hyvä maan rakenne, toimiva vesitalous, riittävä orgaanisen aineksen määrä ja tasapainoinen lannoitus. Kun nämä asiat ovat kunnossa, on mahdollista minimoida myös pelloilta tapahtuvaa eroosiota ja ravinnekuormitusta. Viljelijöillä ja vesiensuojelijoilla on yhteiset tavoitteet: arvokas maa-aines ja ravinteet tulee säilyttää pelloilla ja niiden huuhtoutumista vesistöihin tulee ehkäistä kaikin tavoin. Muuttuvan ilmaston aiheuttamat kuivuusjaksot ja talvisateet lisäävät kuitenkin viljelyyn kohdistuvia riskejä. Maan hyvän rakenteen ja eroosionkestävyyden merkitys lisääntyy muuttuvien ilmasto-olosuhteiden vuoksi. Viime vuosina maanparannusaineiden käyttö on tullut yhdeksi lisäkeinoksi maan kasvukunnon turvaamisessa. Tulevaisuudessa on tärkeää käyttää sekä vanhoja että uusia vesiensuojelumenetelmiä, jotta voidaan edistää vesien hyvää tilaa ja samalla peltojen kasvukuntoa.

Suomessa ja myös maailmanlaajuisesti on havaittu peltojen orgaanisen aineen määrän olevan laskussa. Heikkisen ym. (2013) mukaan orgaanista ainesta häviää peltomaasta keskimäärin 0,4 % vuotuisella vauhdilla (noin 220 kg/ha), mikä ajan myötä johtaa peltomaan rakenteen heikentymiseen (Soinne ym. 2016) ja siten eroosioriskin kasvuun. Yleisesti viljelysmaan orgaaninen aines parantaa kasvintuotannon edellytyksiä ja vähentää viljelystä aiheutuvia negatiivisia ympäristövaikutuksia. Orgaaninen aines parantaa maan pieneliöstön elinolosuhteita ja lisääntynyt mikrobiaktiivisuus vaikuttaa edelleen suotuisasti maan rakenteeseen ja murujen kestävyys. Biologisten vaikutusten lisäksi orgaaninen aines parantaa maan kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia mm. lisäämällä kationinvaihtokapasiteettia ja vedenpidätyskykyä. Hyväkuntoinen ja kestävä maan rakenne vähentää erityisesti eroosiota ja kiintoaineksen mukana kulkeutuvien ravinteiden huuhtoumaa.

Suomessa on viime vuosina tutkittu peltojen kasvukunnon parantamista metsäteollisuudessa syntyvien orgaanisten sivuvirtojen avulla. Suomen sellu- ja paperiteollisuudessa syntyy vuosittain 420 000 kuiva- ainetonnia orgaanisia sivutuotteita (pääasiassa niin kutsuttuja puukuitulietettä), joista suurin osa on perinteisesti hävitetty polttamalla (Ajosenpää ym. 2021). Oikein käsiteltyinä ne kuitenkin soveltuvat käytettäväksi lannoite- ja maanparannusaineina kasvinviljelyssä, jolloin niiden sisältämät ravinteet ja hiili voidaan hyödyntää. Kuitujen ravinteilla voidaan korvata keinolannoitteita ja lisätä hiiltä pelloille. Orgaanisen aineksen määrän kasvattaminen ja sen aikaansaama maan vedenpidätyskyvyn parantuminen pienentävät ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä (kuivuus, rankkasateet, peltojen liettyminen) kasvintuotannolle.

Alustavat tulokset maanparannuskuitujen vaikutuksista ovat Suomessa tehdyissä kokeissa olleet lupaavia. Niin kutsutuissa maamonoliiteissä tehdyissä sadetuskokeissa maanparannuskuidut vähensivät valumaveden kiintoainepitoisuutta 60–80 % ja kokonaisfosforipitoisuutta 40–50 % (Rasa ym. 2018 ja Rasa ym. 2020). Maanparannuskuitujen selkeänä etuna on myös laaja käyttöalue. Niitä voi käyttää kaikilla alueilla, mutta suurin hyöty kuiduista on vähän orgaanista ainesta sisältävillä kivennäismailla.

Ravinnekuitujen lisäksi maanparannusaineina voidaan käyttää rakennekalkkia ja kipsiä, jotka soveltuvat parhaiten savimaille (Ajosenpää ym. 2021). Ne saavat peltomaassa aikaan kemiallisen

reaktion, joka parantaa savimaan mururakennetta ja siten myös maan muokkautuvuutta ja kasvien ravinteiden ottoa. Rakennekalkin ja kipsin lisäyksen seurauksena savihiukkasia ympäröivä vesikehä ohenee, hiukkaset kiinnittyvät tiukemmin toisiinsa ja muodostavat suurempia, kestävämpiä muruja. Maan vedenläpäisykyky kasvaa ja pellon pinnan liettyminen vähenee. Tämän seurauksena eroosio ja fosforihuuhtouma jäävät vähäisemmäksi. Kipsin vaikutuksia on tutkittu aiemmin laboratoriossa maasyntetisten sadetuskokeilla, jolloin kipsin on havaittu vähentävän kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin huuhtoutumista noin 50-70 % (Aura ym. 2006, Pietola 2008, Uusitalo ym. 2012). Kipsin vaikutuksia on tutkittu myös valuma-alueittakaavassa, jolloin kipsin on todettu vähentäneen maa-ainekseen sitoutuneen fosforin kuormitusta 19-72 % (Cox ym. 2005, Ekholm ym. 2012, Ekholm ym. 2022). Kipsin vaikutusaika on ollut 2-5 vuotta. Mitä suurempaan tutkimusmittakaavaan edetään, sitä suurempi on tuloksiin vaikuttavien muiden taustatekijöiden määrä. Tässä hankkeessa tutkittiin pellolle levitetyn kalkkistabiloidun ravinnekuidun vaikutuksia salaojien kautta syntyvään kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumaan lohkotasolla sekä kipsin vaikutuksia kiintoaine- ja fosforihuuhtoumaan valuma-alueella.

Kipsi ja ravinnekuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina- hankkeessa jatkettiin Rakennekalkki ja kuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina- hankkeessa ja Vantaanjoen kipsihanke aloitettuja tutkimuksia (Valkama ja Luodeslampi 2020, Vantaanjoen kipsihanke 2020). Hanketta rahoittivat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja maa- ja metsätalousministeriö.

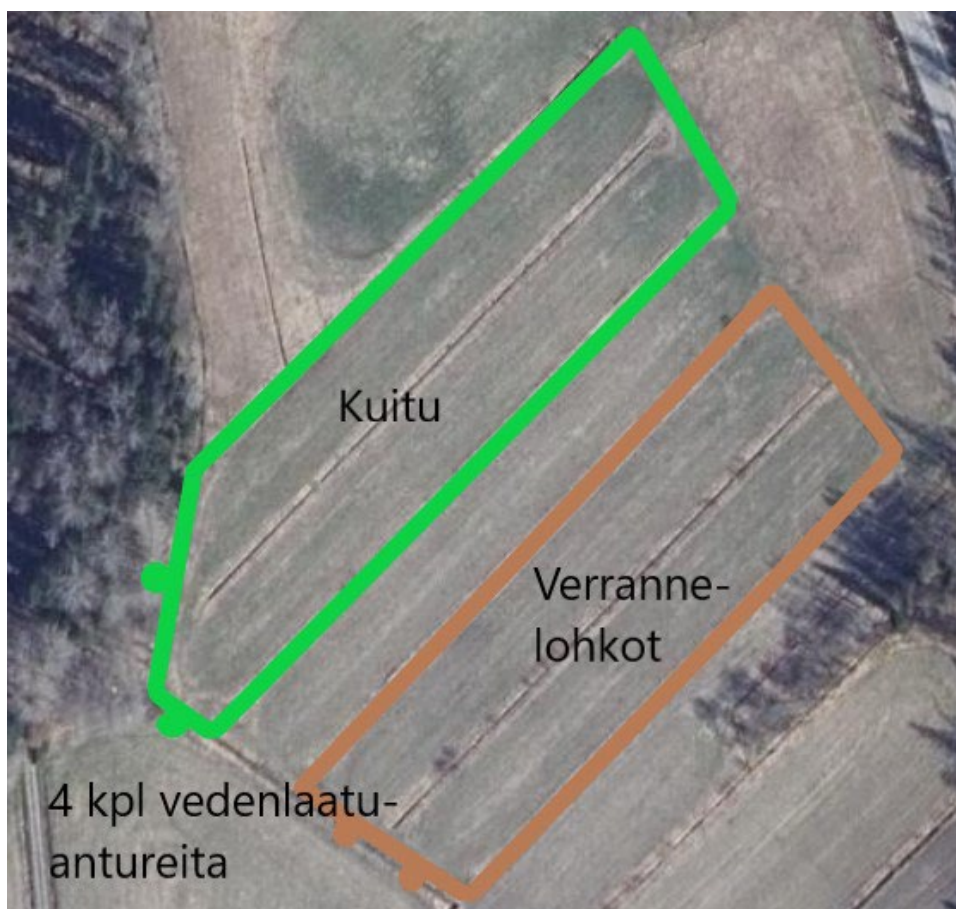
Hankkeen toteuttajana oli Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys. Jatkuvatoiniset vedenlaatuanturit vuokrattiin Luode Consulting Oy:ltä. Espoon Röylässä tutkimuskäyttöön antoi peltonsa viljelijä Magnus Selenius ja Nurmijärven Perttulassa kipsin vaikutuksia Lepsämänjoen vedenlaatuun seurattiin viljelijä Hannu Rinnekarin maille perustetulla havaintopaikalla.

2 Hankkeen lähtökohta, tavoitteet ja kohdealue

Maanparannusaineiden avulla on mahdollista parantaa peltomaan rakennetta ja eroosionkestävyyttä ja sitä kautta vähentää pelloilta huuhtoutuvan maa-aineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoutumista vesistöihin. Tässä hankkeessa selvitettiin pellolle levitetyn kalkkistabiloidun ravinnekuidun vaikutuksia salaojien kautta syntyvään kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumaan sekä valuma-alueella kipsin vaikutuksia kiintoaine- ja fosforihuuhtoumaan. Tavoitteena oli saada tietoa siitä, mikä on vuonna 2018 pelloille levitetyn kuidun ja vuosina 2018–2019 Vantaanjoen valuma-alueelle levitetyn kipsin vesiensuojelullinen teho, kun levityksestä on kulunut noin 3–4 vuotta. Tiedolle on suuri tarve niin viljelijöiden kuin vesiensuojelua edistävien tahojen piirissä.

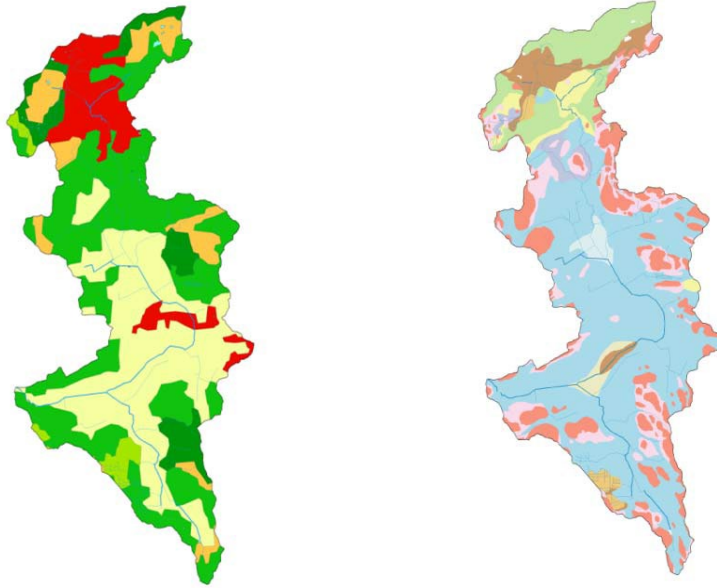
Kalkkistabiloitu ravinnekuitu (40 t/ha) levitettiin syksyllä 2018 Espoon Röylässä (kuva 1, liite 1) sijaitseville kahdelle peltolohkolle, kahden vierekkäisen lohkon jäädessä ilman kuitukäsittelyä. Kuitu muokattiin maahan 10–15 cm syvyyteen. Pellot olivat luomuviljelyssä. Jokaiselta

lohkolta kerättiin salaojavaluntaa ja seurattiin kuidun vaikutusta salaojaveden laatuun 1,5–2 kk seurantajaksojen aikana syksyisin ja keväisin. Seuranta aloitettiin UusiRaha- ja RAKUVE-hankkeissa keväällä 2019 ja jatkettiin syksyyn 2020 (Valkama ja Luodeslampi 2020). Seuranta jatkettiin KK2-hankkeessa kevästä 2021 kevääseen 2022.



Kuva 1. Kuidun vaikutusten seuranta tehtiin Espoossa. Kuitu levitettiin kahdelle lohkolle, kahden lohkon toimiessa verranelohkoina. Lohkojen salaojavesien laatua seurattiin neljällä vedenlaatuanturilla (merkitty ympyröillä).

Kipsin vaikutuksia seurattiin Nurmijärven Perttulassa Lepsämänjoen yläosan valuma-alueella (liite 1). Alueen pinta-ala on 23 km² ja siitä 36,5 % on viljelykäytössä. Maankäytöstä merkittävä osa on myös metsää (44 %) ja asutuskeskittymiä on Röykän taajaman ja Mikkolanmäen alueella. Pellot ovat pääasiassa sijoittuneet tasaisille savialueille jokiuoman läheisyyteen (kuva 2). Maaperästä yli puolet on savea ja karkeampia maalajeja esiintyy aivan valuma-alueen pohjoisosassa Salpausselän alueella (kuva 2).



Kuva 2. Lepsämänsjöen valuma-alueen maankäyttö (vasen kuva, Corine 2006) ja maaperä (oikealla, GTK maaperäkartta 2013).

John Nurmisen säätiön, Syken ja VHVS:n yhteisessä Vantaansjöen kipsihankkeessa levitettiin kipsiä 3 615 hehtaarille vuosina 2018–2019. Kipsin vaikutuksia veden laatuun seurattiin Nurmijärven Perttulassa Lepsämänsjöen havaintopisteellä. Pisteestä yläpuolisesta valuma-alueesta kipsillä käsiteltiin 330 peltohehtaaria eli noin 40 % peltopinta-alasta ja 14 % koko valuma-alueen pinta-alasta. Seuranta-alueella suurin osa kipsistä levitettiin syksyllä 2018 (301 ha) ja loput (29 ha) syksyllä 2019. Kipsikäsitellyistä pelloista 73 % oli suorakylvöpeltoja, joilla maaperää ei muokattu kipsin levityksen jälkeen (Vantaansjöen kipsihanke 2020).

Kipsin vaikutuksia Lepsämänsjöen seuranta-aseman veden laatuun ja kuormitukseen tarkasteltiin kasvukauden ulkopuolisella ajalla 1.10.–30.4., jolloin tyypillisesti suurin osa pelloilta huuhtoutuvasta hajakuormituksesta syntyy. Oletuksena oli, että kipsin vaikutukset näkyvät juuri näissä kuormittavimmissa tilanteissa. Tässä hankkeessa oli tavoitteena saada tutkimukseen perustuvaa tietoa kipsin vaikutusajasta, kun vaikutusjaksolle osui erittäin leutoja ja satteisia talvia. Lisäksi tutkimusalueen pelloista yli 70 % on suorakylvöllä. Tämänkaltaiselta alueelta ei ollut aiempaa tutkimusdataa kipsikäsitellyn vaikutuksista eikä kestosta.

Lepsämänsjöen havaintoasemalla on seurattu vedenlaatua automaattiantureilla jo vuodesta 2006 lähtien. Kipsihankkeen ja KK2-hankkeen seurannassa ”ennen kipsiä”-tilannetta edustavat syksystä 2014 kevääseen 2018 mitatut havainnot ja ”kipsin jälkeen”-tilannetta syksystä 2018 kevääseen 2023 mitatut havainnot. KK2-hankkeessa kipsikäsitellyn seurantaan tehtiin 1.1.2021–30.5.2023 (kuva 3).



Kuva 3. Kipsin vaikutuksia Lepsämänjoen vedenlaatuun seurattiin valuma-alueen yläosiin asennetun vedenlaatuanturin avulla.

3 Mittaukset hankkeessa

Röylässä salaojaveden laatua ja virtaamaa seurattiin 1,5–2 kk seurantajaksojen aikana syksyisin ja keväisin kahdelta kuitukäsitellyltä lohkolta ja kahdelta käsittelemättömältä lohkolta. Molemmilla lohkoilla kasvoi vuosittain aluskasvi. Seuranta tehtiin 26.3.-30.5.2019, 17.9.-18.11.2019, 18.2.-30.4.2020, 16.9.-9.11.2020, 15.3.-13.5.2021, 24.9.-22.11.2021 ja 19.3.-28.4.2022. Lepsämänjoella seuranta tehtiin ympäri vuoden, mutta tuloksissa keskitytään ajanjaksoon 1.10.-30.4., jolloin hajakuormitus on tyypillisesti suurimmillaan.

Mittausasemien anturit mittasivat veden sameutta, lämpötilaa, nitraattitypen pitoisuutta, liuennan orgaanisen hiilen pitoisuutta, sähkönjohtavuutta ja virtaamaa. Sameuden ja kiintoainepitoisuuden sekä sameuden ja kiintoaineseen sitoutuneen fosforin pitoisuuden (PP) välillä on savivaltaisella valuma-alueella voimakas riippuvuus. Anturin mittaamaa sameutta käytettiin tuntikohtaisen kiintoaine- ja PP-pitoisuuden laskennassa.

Yksittäisistä vesinäytteistä tutkittiin kokonaisfosfori, liukoinen kokonaisfosfori, liukoinen fosfaattifosfori, kokonaistyppi, nitraatti- ja nitriittityppi, ammoniumtyppi, sameus, kiintoaine (0,4 µm suodatus), kiintoaine (GF/C), pH, sähkönjohtavuus, kemiallinen hapenkulutus sekä liukoinen orgaaninen hiili. Lepsämänjoesta tutkittiin myös sulfaatin pitoisuutta. Lepsämänjoelta haettiin seurantajakson aikana (2021–2023) yhteensä 23 vesinäytettä ja Röylän neljältä tutkim lohkolta 37 vesinäytettä. Kuitukäsiteltyjen ja kuidulla käsittelemättömien lohkojen lisäksi näytteitä otettiin lohkoilta 3 ja 6 (ns. nollalohkot). Näillä lohkoilla ei ollut aluskasvia viljelykasvin alla missään vaiheessa, toisin kuin muilla neljällä loholla. Maan kasvukunnon hoidon kannalta ne olivat siis huonoimmassa asemassa.

4 Yhteistyö ja sidosryhmätyöskentely

VHVSY teki hankkeessa yhteistyötä anturitoimittaja Luode Consultingin, Espoon peltoja viljelevän Magnus Seleniuksen sekä Lepsämänjoen anturipaikan maanomistajan, viljelijä Hannu Rinnekarin kanssa. Tietoja veden laadun seurannasta vaihdettiin muiden maatalouden vesiensuojeluhankkeiden kanssa (KUITU-hanke, Kipsi 2.0 -hanke, Saimaan vesiensuojeluyhdistyksen, Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n, John Nurmisen Säätiön sekä Baltic Sea Action Group:in hankkeet) sekä Uudenmaan ELY:n viranomaisten, SYKEN ja LUKE:n tutkijoiden kanssa.

5 Viestintä ja tiedottaminen

Hankkeen tuloksia esiteltiin webinaareissa:

Hundred Solutions for water protection in agriculture and forestry -webinaari 1.6.2022

Maataloustieteen päivät 15.6.2022

Viljelijäwebinaari 17.1.2023, jossa hankkeen tulosten esittelyn lisäksi oli esitelmät maan kasvukunnan parantamisesta (ProAgraria), kierrätyslannoitteiden käytöstä (Mari Unnbom, Helsingin yliopisto) sekä CAP-uudistuksesta (Esme Manns, Uudenmaan ELY).

Materiaalit jäävät VHVSY:n verkkosivuille omalle projektisivulleen (<https://www.vhvsy.fi/sivut/kipsikuitu>), josta ne ovat kaikkien kiinnostuneiden saatavilla.

6 Hankkeen tuotokset

Hanke oli tutkimushanke, jonka tuloksia on hyödynnetty ja voidaan hyödyntää maanparannusaineiden käytön neuvonnassa ja rahoituksen suunnittelussa. Viljelijäwebinaarin esitykset on tallennettu hankkeen verkkosivuille (<https://www.vhvsy.fi/sivut/kipsikuitu>), josta ne ovat vapaasti luettavissa.

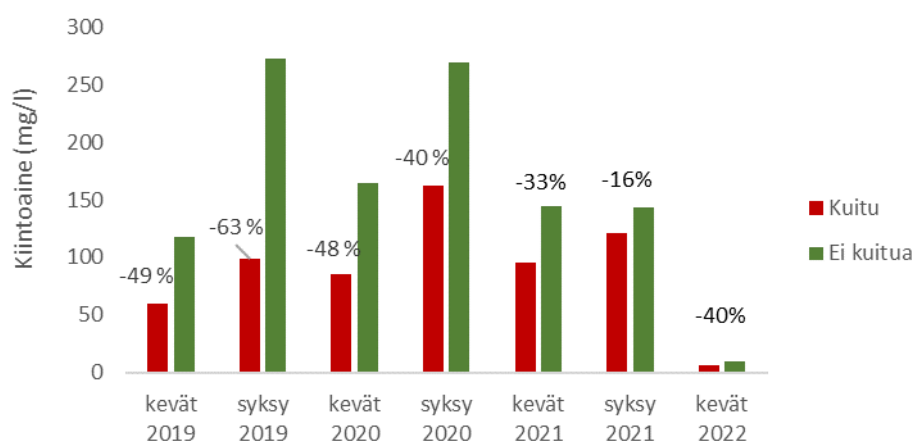
7 Hankkeen tulokset

7.1 Kalkkistabiloidun kuidun vaikutukset salaojavesien laatuun

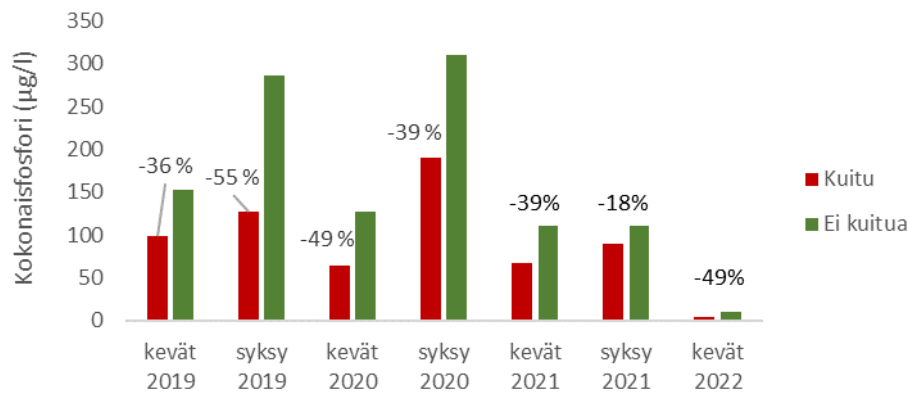
Tässä hankkeessa kahdelle lohkolle levitetyn kalkkistabiloidun kuidun vaikutuksia salaojaveden laatuun seurattiin kolmena 1,5–2 kk jaksona keväällä 2021, syksyllä 2021 ja keväällä 2022. Vedentraatua verrattiin kahdelta käsittelemättömältä lohkolta tulevan salaojaveden laatuun. Kokonaiskuvan saamiseksi kuvaajissa esitetään myös aiempien vuosien seurannan tulokset. Kahden ensimmäisen vuoden aikana (keväästä 2019 kevääseen 2021) kuitu vähensi salaojaveden kiintoainepitoisuutta keskimäärin 47 % ja kokonaisfosforin pitoisuutta 44 %. Oletuksena on, että peltomaahan muokattu kuitu paransi maamurujen kestävyyttä, jolloin savihiukkasia ja niihin sitoutunutta fosforia irtosi vähemmän salaojaveden mukaan.

Syksyllä 2021 kaikki lohkot jätettiin muokkaamatta, jolloin kiintoaine- ja fosforipitoisuudet laskevat selkeästi verrokkilohkoilla edellisiin syksyihin verrattuna ja käsittelyjen välinen ero kaventui. Kiintoainepitoisuus oli vain 18 % pienempi ja kokonaisfosforipitoisuus 16 % pienempi kuitulohkojen salaojavalunnassa verrokkilohkoihin verrattuna (kuvat 4 ja 5). Kuitu näyttäisikin vähentävän salaojaveden kiintoaine- ja fosforipitoisuuksia etenkin silloin, kun peltoja muokataan.

Keväällä 2022 lumien sulamisen aiheuttama valuntapiikki tapahtui maan ollessa roudassa ja salaojaveden kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet sekä kuormitus jäivät poikkeuksellisen alhaisiksi kaikilla lohkoilla. Kuitukäsiteltyjen lohkojen kiintoaine- ja fosforipitoisuudet olivat suhteessa alhaisempia (-40 % ja -49 %) verrokkilohkoihin verrattuna (kuva 4 ja 5), mutta tällä ei ollut merkittävää vaikutusta kuormitukseen pitoisuuksien ollessa niin alhaisia. Koska kaikki lohkot jätettiin kasvipeitteisiksi vielä vuodeksi 2022, salaojavesien seuranta päätettiin lopettaa. Tutkijan olisi ollut hyvä keskustella lohkojen viljelykierron perusteellisemmin yhdessä viljelijän kanssa ennen tutkimushankkeen aloittamista.



Kuva 4. Salaojaveden keskimääräiset kiintoainepitoisuudet seurantajaksoilla ja kuidun vaikutuksen prosentuaaliset erot.

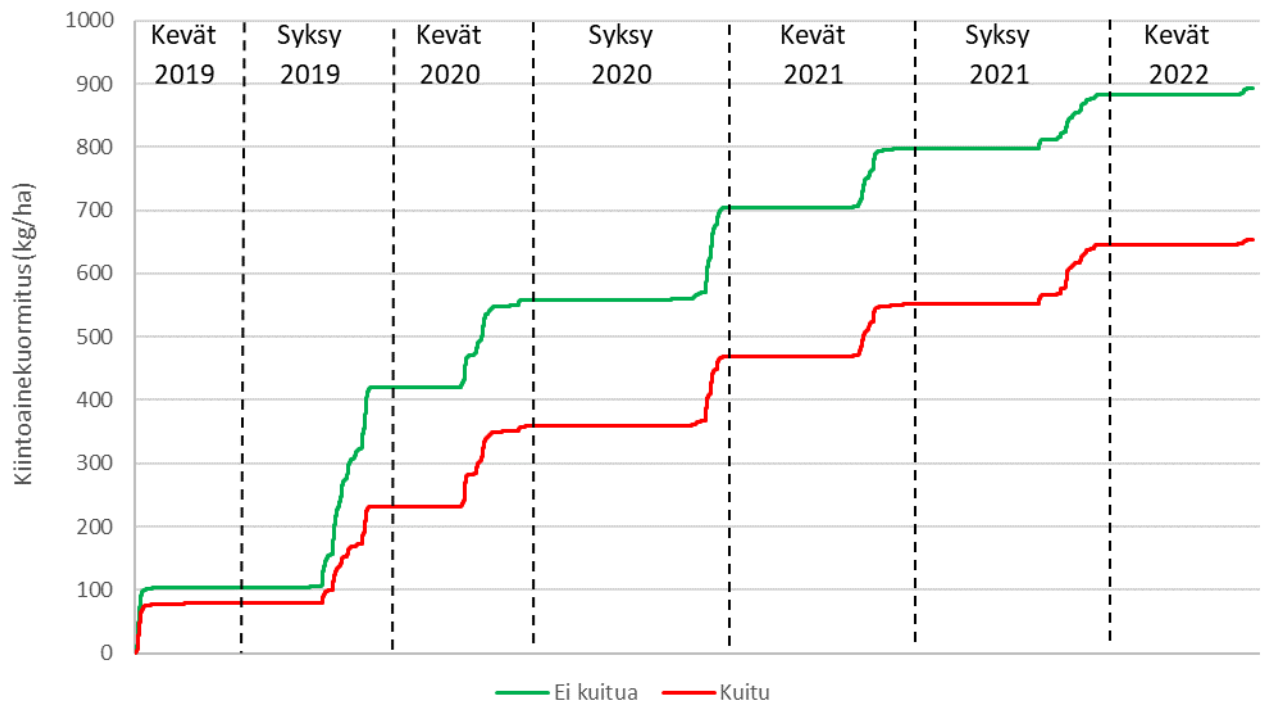


Kuva 5. Salaojaveden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet seurantajaksoilla ja kuidun vaikutuksen prosentuaaliset erot.

Koko kolmen vuoden seuranta-aikana (keväät 2019-keväät 2022) kiintoainepitoisuus kuitulohkoilla oli keskimäärin 41 % pienempi kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Kokonaisfosforin pitoisuus puolestaan oli keskimäärin 41 % pienempi kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Seurantajaksojen välillä on paljon vaihtelua ja kuidun vaikutus näytti hiipuvan, kun levityksestä oli kulunut 2,5 vuotta. Peltojen syysmuokkauksen poisjättäminen syksyllä 2021 oli todennäköisesti ratkaiseva tekijä erojen kaventumisessa.

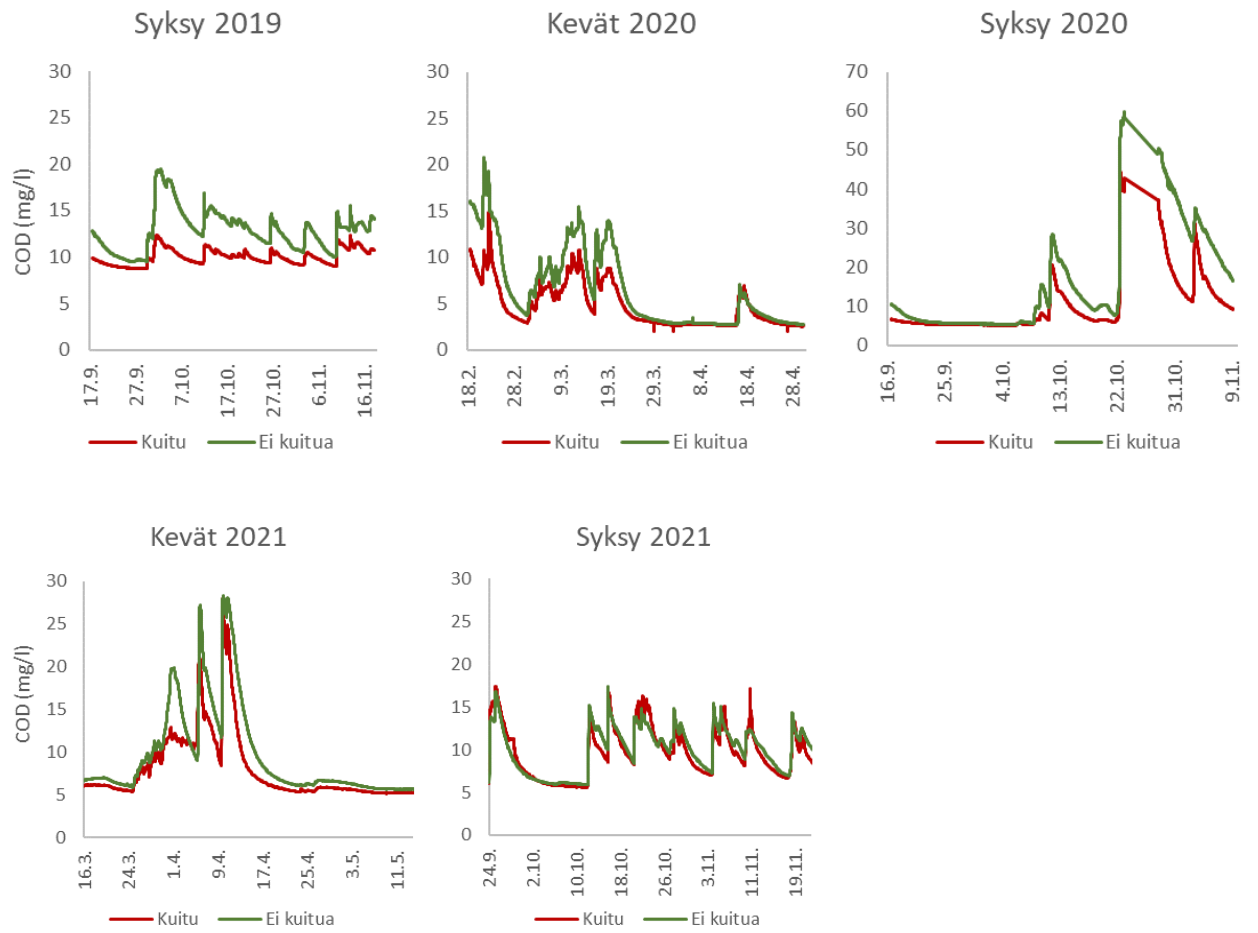
Kuitu näyttää vähentävän eroosiota ja fosforikuormitusta tehokkaimmin silloin, kun pellot ovat muokattuina. Kasvipeitteisenä aikana ja pienillä virtaamilla eroosioriski on yleensä alhaisempi ja kuidun vaikutus jää tällöin vähäisemmäksi. Muokkaus kasvattaa peltojen eroosioriskiä, etenkin jos sen jälkeen tulee voimakkaita sateita. Kuidun levitys kannattaa sovittaa viljelykiertoon siten, että kuitu levitetään silloin kun peltoja muokataan muutenkin. Pelkän kuidun levityksen takia kasvipeitteistä ajanjaksoa ei kannata katkaista.

Kuitulohkoilta huuhtoutui seitsemän seurantajakson aikana (2019–2022) yhteensä 654 kg/ha kiintoainesta ja kuiduttomilta lohkoilta 893 kg/ha (lohkojen pinta-ala 0,25 ha). Eroa käsittelyjen välillä oli 239 kg/ha (kuva 6). Syksyllä 2019 ero oli suurimmillaan (172 kg/ha) ja keväällä 2022 pienimmillään (2 kg/ha). Koko seurantajaksoa tarkastellessa kuitulohkoilta muodostui keskimäärin 28 % vähemmän kiintoainekuormitusta ja 27 % vähemmän kokonaisfosforikuormitusta. Kuitulohkoilta tuli hieman enemmän salaojavaluntaa kuiduttomiin verrattuna, joten kuormituksen prosentuaalinen vähenemä käsittelyjen välillä oli pienempi kuin pitoisuuksien prosentuaalinen vähenemä.

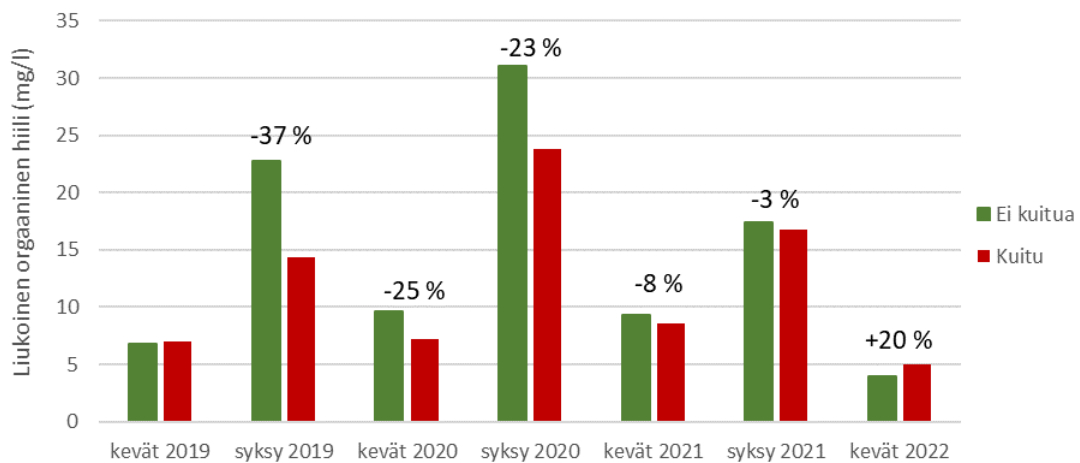


Kuva 6. Kumuloitua kiintoainekuorma syksystä 2019 kevääseen 2022.

Anturiaineistosta näkyy, että orgaaninen hiili ja humus huuhtoutuvat pelloilta virtaamapiikkien aikoihin (kuva 7) kuten saviaineskin. Antureilla seurattiin liukaisen orgaanisen hiilen pitoisuutta salaojavesissä ja muutettiin hiilen pitoisuus kemialliseksi hapenkulutukseksi, joka kuvaa hiiltä paremmin humuksen huuhtoutumista (kuva 7). Kuitulohkojen ja verrokkilohkojen välinen ero liukaisen orgaanisen hiilen pitoisuudessa oli suurimmillaan syksystä 2019 syksyyn 2020, minkä jälkeen erot tasoittuivat. Kuitu ei tämän tutkimuksen perusteella vähentänyt orgaanisen hiilen huuhtoutumista niin selkeästi kuin kiintoaineksen huuhtoutumista. Sama ilmiö näkyy myös yksittäisissä vesinäytteissä, joita haettiin salaojista (kuva 8). Jokioisissa Luonnonvarakeskuksen sadetuskokeissa liukaisen orgaanisen hiilen pitoisuus kasvoi ensimmäisenä vuonna kuidun levityksen jälkeen, mutta sen jälkeen kuitulohkoilla ei ollut eroa kontrollilohkoihin nähden (Rasa ym. 2020). Kuitu ei siis vähennä liukaisen orgaanisen hiilen huuhtoutumista niin selkeästi kuin kiintoaineksen huuhtoutumista.



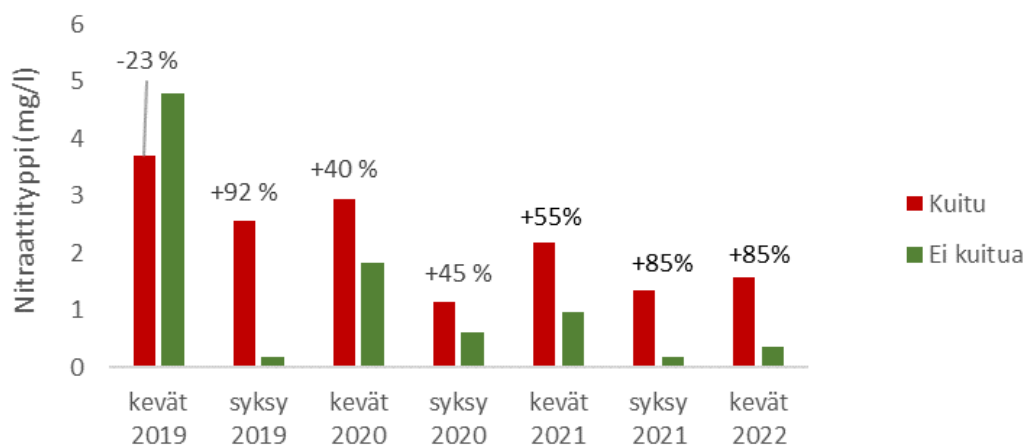
Kuva 7. Humuksesta kertovan kemiallisen hapenkulutuksen (COD) pitoisuus saloajavesissä eri seuranta-ajaksilla. Huomaa suurempi asteikko syksyn 2020 havainnoissa. COD:ia ei seurattu keväällä 2019 ja keväällä 2022 anturiseurannassa oli haasteita lumensulamispölkien takia, joten näitä tuloksia ei esitetä tässä kuvassa.



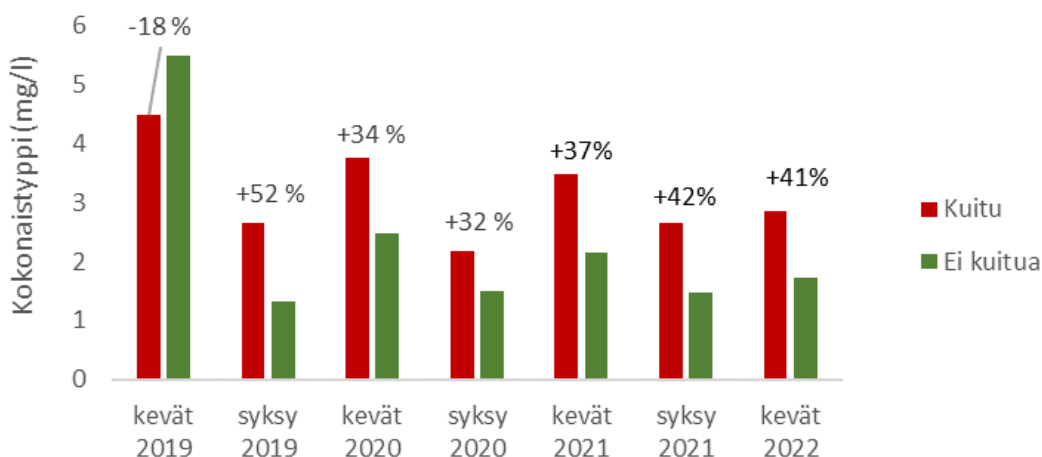
Kuva 8. Liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus saloajavedessä yksittäisten vesinäytteiden (n=128) perusteella.

Kuidun vaikutus typpipitoisuuksiin oli päinvastainen kiintoaine- ja fosforipitoisuuksiin nähden. Nitraatti- ja nitriittityppi eivät pidäty maahiukkasten pinnoille, vaan liikkuvat maassa liukoisessa muodossa. Näin ollen eroosion vähentämisellä ei voida vähentää liukoisen typen huuhtoutumista. Osa kokonaistypestä on vedessä myös liuenneina orgaanisina yhdisteinä ja orgaanisessa hiukkasaineuksessa.

Ensimmäisenä keväänä levityksen jälkeen kuitu vähensi nitraattitypen ja kokonaistypen pitoisuutta ja kuormaa (kuvat 9 ja 10), mikä johtui todennäköisesti siitä, että mikrobit hajottivat kuitua ja sitoivat samalla tyyppiä itseensä. Seuraavien jaksojen aikana typpipitoisuudet olivat suurempia kuitulohkojen salaojavesissä verrokki lohkojen salaojavesiin verrattuna (kuvat 9 ja 10). Koko seurantakausi huomioiden pitoisuudet olivat keskimäärin 54 % (nitraattityppi) ja 31 % (kokonaistyyppi) suurempia kuitulohkoilta kuiduttomiin verrattuna. Toisaalta pitoisuudet olivat kokonaisuudessaan hyvin alhaisia ja kokonaiskuormitus jäi pieneksi.



Kuva 9. Salaojaveden keskimääräiset nitraattityppipitoisuudet seurantajaksoilla ja kuidun vaikutuksen prosentuaaliset erot.



Kuva 10. Salaojaveden keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet seurantajaksoilla ja kuidun vaikutuksen prosentuaaliset erot.

Kuitulohkoilta huuhtoutui seitsemän seurantajakson aikana (3,5 vuotta) yhteensä 12,2 kg/ha nitraattityppeä ja kuiduttomilta lohkoilta 4,5 kg/ha. Keskimäärin kuitulohkoilta muodostui lähes kolme kertaa enemmän nitraattityppikuormitusta kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Kokonaistyyppiä huuhtoutui kuitulohkoilta kaksi kertaa enemmän (yhteensä 14,8 kg/ha) kuiduttomiin lohkoihin (yhteensä 7,3 kg/ha) verrattuna. Suomessa keskimääräinen typpikuormitus pelloilta on 15 kg/ha vuodessa. Tähän verrattuna typpikuormitus oli vähäistä, vaikka seurantaa ei tehtykään ympäri vuoden. Seuranta keskittyi kuitenkin kuormittavimpiin aikoihin. Tämän tutkimuksen perusteella kuitulevityksellä ei pystytty vähentämään typen huuhtoutumista salaojavedessä. Tämä oli myös ennako-oletuksena, sillä kuidun vaikutus perustuu maamurujen kestävyyden parantamiseen eikä sillä voida vaikuttaa liukoisten ravinteiden huuhtoutumiseen.

Anturiseurannan lisäksi vedenlaatua tutkittiin myös yksittäisten vesinäytteiden avulla. Kuitukäsittelyjen ja kuidulla käsittelemättömien lohkojen lisäksi näytteitä otettiin lohkoilta 3 ja 6 (ns. nollalohkot). Näillä lohkoilla ei ollut aluskasvia viljelykasvin alla missään vaiheessa, toisin kuin muilla lohkoilla. Maan kasvukunnon hoidon kannalta ne olivat siis huonoimmassa asemassa. Vesinäytteiden perusteella sameus, kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuus olivat keskimäärin pienempiä kuitukäsittelyillä lohkoilla käsittelemättömiin ja nollalohkoihin verrattuna (taulukko 1).

Veden pH oli hieman korkeampi kuitukäsittelyillä lohkoilla muihin verrattuna, samoin liukoisen typen ja liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuudet (taulukko 1). Nollalohkojen salaojavesissä oli keskimäärin korkeimmat sameusarvot ja kiintoaineen, kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet. Liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuudet salaojavesissä olivat kuitenkin alhaisimmat. Pienen näytteseurannan perusteella voidaan arvioida, että aluskasvin käyttö vähensi lohkoilta huuhtoutuvan kiintoaineen ja kokonaisfosforin pitoisuutta. Koska näytteet otettiin vuosien mittaan hyvin erilaisissa virtausolosuhteissa, hajonta niiden välillä oli suurta ja tilastollisesti merkitseviä eroja ei syntynyt.

Laboratoriossa tehtyjen vesianalyyysien perusteella kuitulohkoilta kerätyn salaojaveden liukoisen fosforin pitoisuus oli hieman korkeampi kuiduttomiin verrattuna, mutta erot käsittelyjen välillä eivät olleet suuria. Kuitulohkojen salaojavedessä liukoisen fosforin pitoisuus vaihteli välillä 9-30 µg/l kaikkien mittausten keskiarvon ollessa 18 µg/l. Kuiduttomilla lohkoilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 6-45 µg/l kaikkien mittausten keskiarvon ollessa 13 µg/l (taulukko 1). Pitoisuudet olivat keskimäärin hyvin pieniä. Tämän tutkimuksen perusteella levitysmäärän 40 t/ha ei voida katsoa lisäävän liukoisen fosforin huuhtoutumisriskiä pellolta. Jos pellon P-luku olisi korkeampi, on mahdollista, että kalkkistabiloitu kuitu voisi lisätä fosforin liukoisuutta ja huuhtoutumista.

Taulukko 1. Salaojaveden laatu yksittäisten vesinäytteiden perusteella keväästä 2019 kevääseen 2022 (Yhteensä seitsemän 1,5-2 kk kestäväää seurantajaksoa keväisin ja syksyisin). TN = kokonaistyyppi, NO2+NO3= nitriitti- ja nitraattityppi, TP= kokonaisfosfori, liuk. P =liukoinen fosfori ja DOC = liukoinen orgaaninen hiili. Kuitu n=64, Ei kuitua n=64 kpl ja Lohkot 3 ja 6 n=43.

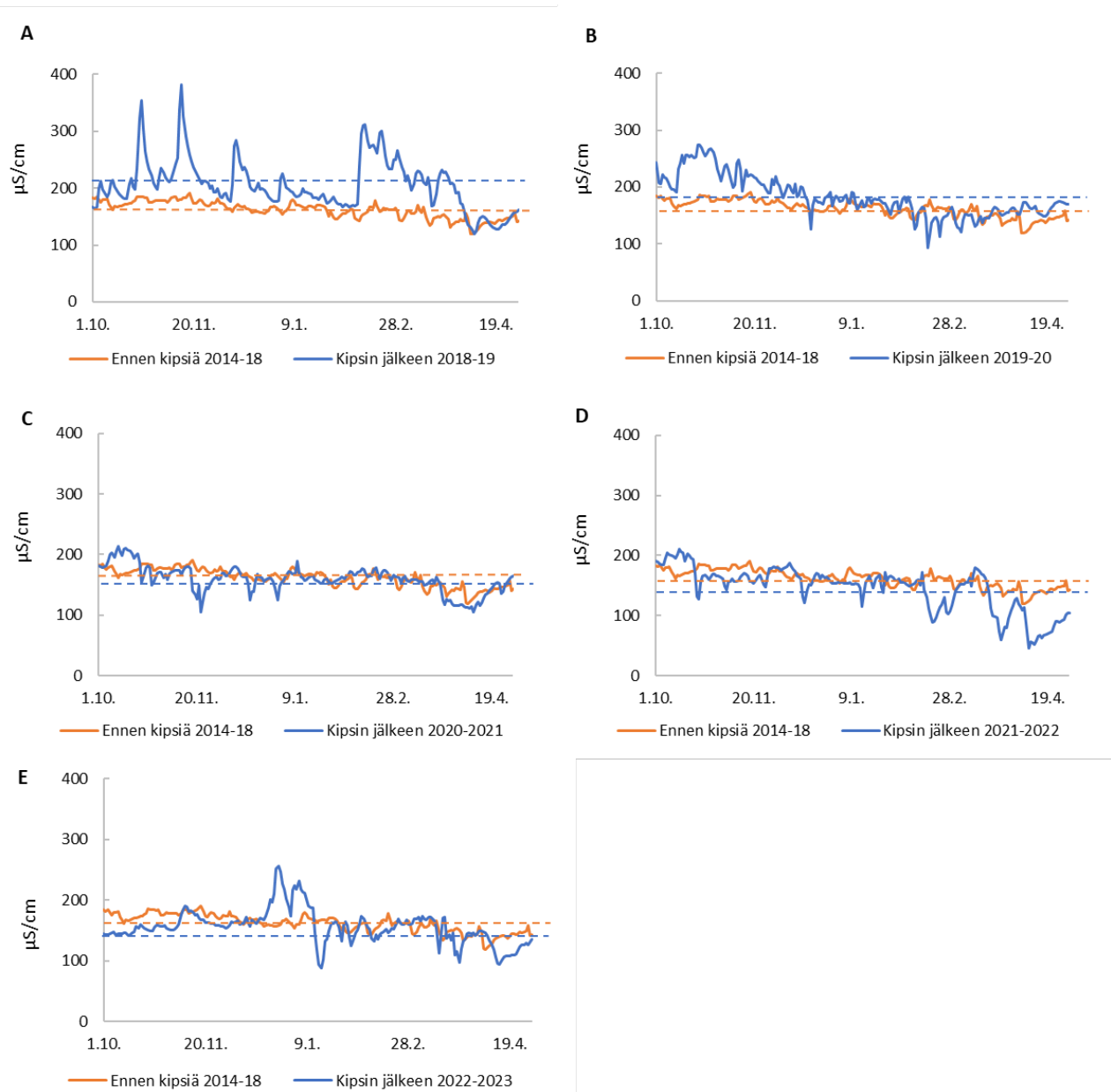
Käsittely	Sameus (FNU)	Kiinto- aine (mg/l)	pH	TN (mg/l)	NO2+NO3 (mg/l)	TP (µg/l)	Liuk. P (µg/l)	DOC (mg/l)
Kuitu	199	163	6,4	4,1	2,9	206	18	19
Ei kuitua	337	336	6,3	4,0	2,3	323	13	10
Lohkot 3 ja 6	477	415	6,3	4,3	2,4	388	13	8

Röylässä pellot jäivät kasvipeitteisiksi syksyllä 2021, minkä seurauksena erot kuidulla käsiteltyjen ja verrokkilohkojen välillä pienenevät olennaisesti. Seuranta-aikaa Röylässä lyhennettiin alkuperäisestä suunnitelmasta ja vastaavasti Lepsämänjoella pystyttiin seuraamaan vedenlaatua suunniteltua pidempään, kevääseen 2023 saakka.

7.2 Kipsin vaikutukset Lepsämänjoen veden laatuun

Tässä hankkeessa jatkettiin vuosina 2018 ja 2019 Lepsämänjoen yläosan valuma-alueen pelloille levitetyn kipsin vaikutusten seuraamista. Kokonaiskuvan saamiseksi esitetään tulokset koko seuranta-ajalta. Tulosten tarkastelussa on hyvä huomata, että kipsillä käsiteltiin 40 % valuma-alueen peltopinta-alasta ja vain 14 % koko valuma-alueen pinta-alasta. Joen anturipisteeltä saatuihin tuloksiin vaikuttavat siten myös muualta valuma-alueen pelloilta, metsistä sekä suo- ja taajama-alueilta tuleva kuormitus.

Syksyllä 2018 tehdyn kipsin levityksen jälkeen havaittiin selkeä nousu jokiveden johtokyvyssä (kuva 11 A), kun osa kipsin sisältämästä sulfaatista huuhtoutui jokeen sateiden mukana. Johtokyky oli selkeästi korkeammalla verrannejaksoon 2014–2018 verrattuna. Seuraavina seuranta-jaksoina johtokyky alkoi laskea (kuva 11 B) ja oli levitystä edeltäneellä tasolla noin kaksi vuotta levityksen jälkeen (2020–2021, kuva 11 C). Jokiveden johtokyky oli selkeästi matalalla tasolla helmi-huhtikuussa 2022, jolloin lumisen talven jälkeen jokeen huuhtoutui paljon laimeita lumen-sulamisvesiä (kuva 11D). Sään lauhtuminen, sitä seuranneet vesisateet ja ravinteiden huuhtoutuminen maa-alueilta jokeen näkyvät joulukuun lopulla 2022 johtokyvyn nousuna ja 16.1.2023 suuri talvitulva sekä lumen sulaminen huhtikuussa puolestaan selkeänä johtokyvyn laskuna (kuva 11 E).

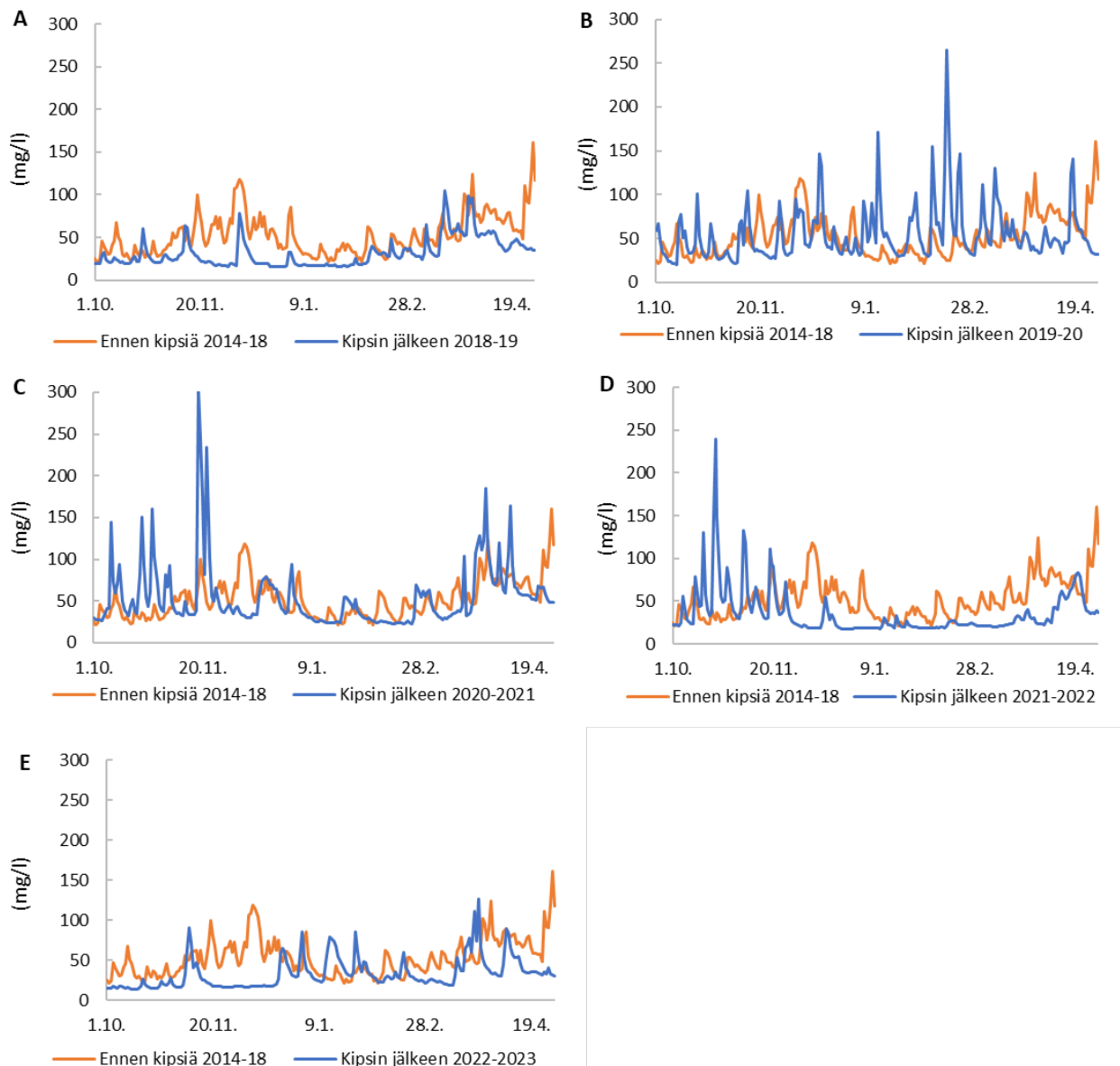


Kuva 11. Lepsämänjoen veden johtokyky ajanjaksoilla ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023). Oranssilla katkoviivalla on merkitty seurantajakson keskimääräinen johtokyky ennen kipsiä ja sinisellä katkoviivalla keskimääräinen johtokyky kipsin levityksen jälkeisinä seurantajaksoina.

Kipsin levityksen jälkeen jokiveden sameus ja kiintoainepitoisuus (kuva 12 A) laskivat selvästi vertailujaksoon 2014–2018 verrattuna. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että pellolle levitetty kipsi nosti maanesteen suolavahvuutta, savihiukkasten ympärillä oleva vesikehä oheni ja savihiukkaset pääsivät aiempaa lähemmäs toisiaan. Tämän reaktion seurauksena maa-aineksen eroosioherkkyys väheni ja maa-ainesta huuhtoutui vähemmän valumavesien mukaan. Jokiveden kiintoainepitoisuus pysyi verrannejaksoa 2014–2018 matalammalla tasolla kevättalven 2020 saakka, mutta tammi-helmikuussa leudon talven vesisateet huuhtoivat sulilta pelloilta runsaasti maa-ainesta jokeen (kuva 12 B). Maalis-huhtikuussa 2020 kiintoainepitoisuus oli alhainen

(kuva 12 B), mutta loka-marraskuussa 2020 pitoisuudet kohosivat taas vertailujaksoa korkeammalle (kuva 12 C) syksyn sateiden ja alueella tehtyjen peltojen muokkausten vuoksi.

Syksyllä 2021 jokiveden kiintoainepitoisuus nousi korkealle, mutta maiden roustaantuessa joulukuussa 2021 pitoisuus laski matalalle tasolle ja pysytteli alhaisena kevään 2022 ajan (kuva 12 D). Tähän ilmiöön vaikuttivat myös kevään sääolot. Keväällä 2022 pellot pysyivät pitkään roudassa ja valumavedet olivat hyvin kirkkaita. Syksy 2022 oli puolestaan hyvin vähäsateinen ja talvella 2022–2023 sadanta tuli pääosin lumena muutamia leutoja kausia lukuun ottamatta. Kevästä 2022 kevääseen 2023 jokiveden kiintoainepitoisuus oli hyvin matalalla tasolla (kuvat 12 D ja 12 E).

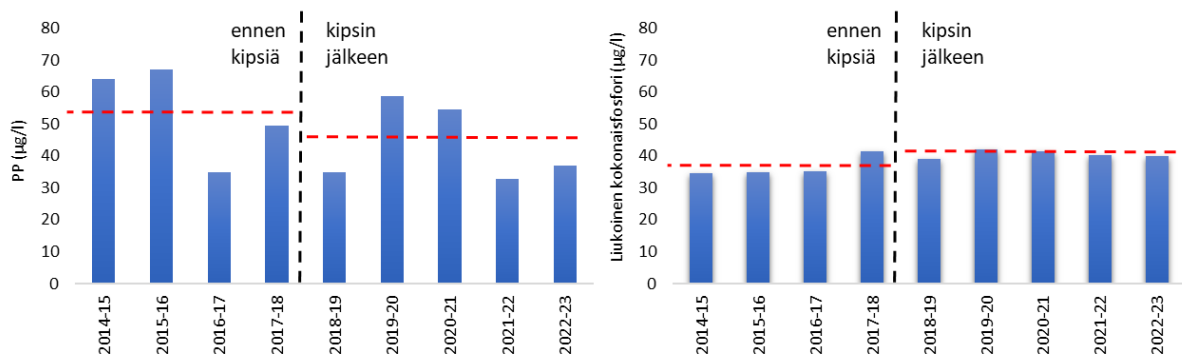


Kuva 12. Jokiveden kiintoainepitoisuus ajanjaksoilla ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023).

Savimailla veden sameus korreloi vahvasti (95 %) kiintoainespitoisuuden kanssa. Suurin osa fosforista on sitoutuneena saviainekseen, joten myös kokonaisfosfori ja partikkeleihin sitoutunut fosfori korreloivat sameuden kanssa. Sameus-, kokonaisfosfori ja partikkelifosforikuvaajat olivat hyvin samankaltaisia kiintoainekuvaajan (kuva 12) kanssa.

Lepsämänjoella partikkelimaisen fosforin osuus kokonaisfosforista on keskimäärin 58 % (vaihteluväli 37-76 %). Jokiveden savisameuden laskiessa laskee myös saviainekseen eli partikkeleihin sitoutuneen fosforin pitoisuus. Siten kipsin levityksellä pystytään vähentämään etenkin kokonaisfosforin ja partikkelimaisen fosforin pitoisuutta valumavesissä. Partikkelimaisen fosforin keskimääräinen pitoisuus olikin kipsin levityksen jälkeisellä jaksolla pienempi (44 µg/l) verrattuna kipsinlevitystä edeltäneeseen jaksoon (54 µg/l) (kuva 13). Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

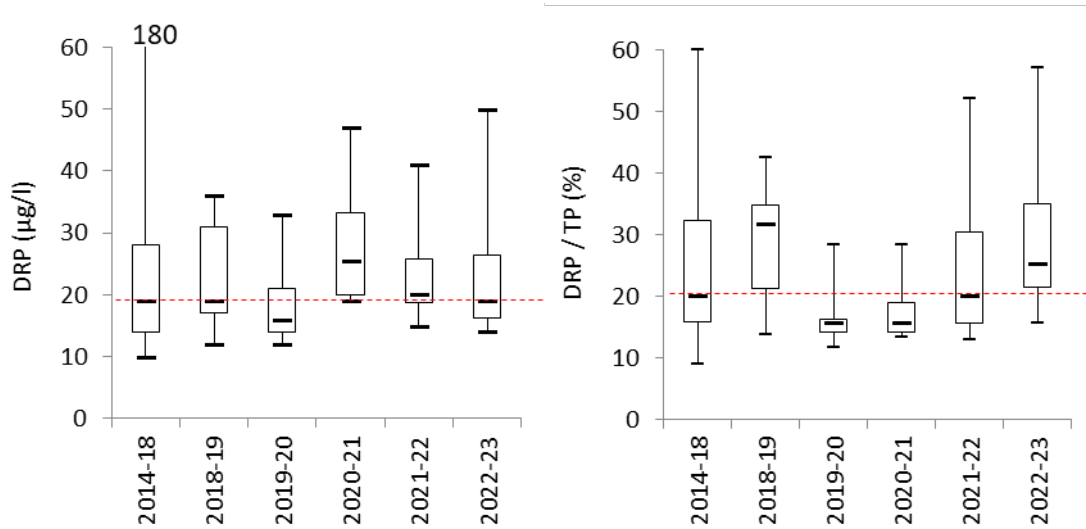
Liukoisen fosforin pitoisuus valumavesissä riippuu lannoituksen määrästä ja sateiden ajoittumisesta suhteessa lannoitusajankohtaan. Jos lannoitusmäärissä ei tapahdu selkeää muutosta, lannoitus vastaa kasvien ravinnetarvetta, peltojen fosforiluvut eivät ole erityisen korkeita tai vesistöön ei pääse jätevesiä, liukoisen fosforin pitoisuus pysyy melko vakaana vuosien välillä. Toisaalta jos pelloilta huuhtoutuu vesistöön maa-ainesta, jonka fosforipitoisuus on korkea, maa-aineksesta voi vapautua veteen liukoista fosforia. Joissain tutkimuksissa on havaittu myös pitkäaikaisen kasvipeitteisyyden lisäävän liukoisen fosforin pitoisuutta pintavalumavesissä (Uusitalo ym. 2018). Tämä johtuu fosforilannoitteiden kertymisestä muokkaamattoman pellon pintaan. Lepsämänjoella anturiaineiston perusteella laskettu kokonaisfosforin ja partikkelimaisen fosforin pitoisuuden erotuksena saatavan liukoisen kokonaisfosforin keskimääräinen pitoisuus kasvoi hieman (37 µg/l >> 41 µg/l, kuva 13) seuranta-aikana, mikä saattoi johtua alueen peltojen pitkistä suorakylvöhistoriasta tai satunnaisista jätevesipäästöistä. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 13. Maa-ainekseen sitoutuneen partikkelimaisen fosforin (PP) ja liukoisen kokonaisfosforin keskimääräiset pitoisuudet jokivedessä ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023) anturiaineiston perusteella.

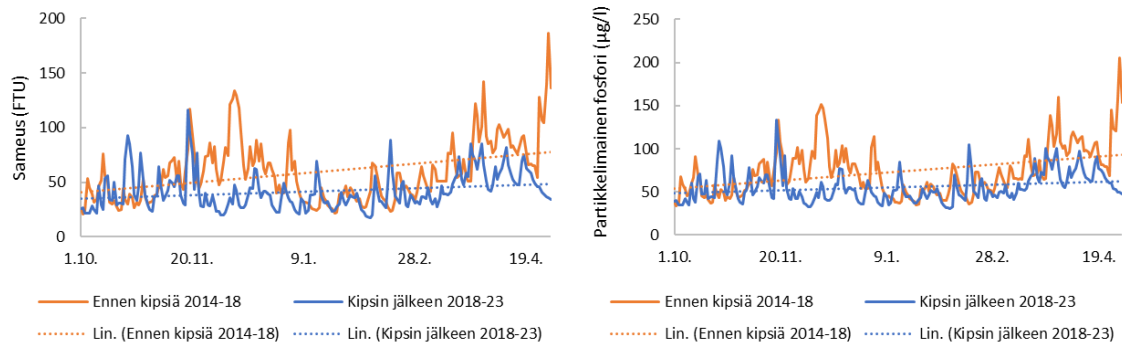
Osa liukoisesta kokonaisfosforista on leville välittömästi käyttökelpoista liukoista reaktiivista fosforia (dissolved reactive phosphorus, DRP). Liukoisen fosforin pitoisuutta tutkittiin manuaalisesti otettujen vesinäytteiden avulla, sillä sitä ei voida mitata automaattiantureilla. Vesinäytteiden perusteella DRP:n mediaanipitoisuus vaihteli jonkin verran, mutta erot ennen kipsiä-jaksoon eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (kuva 14). Sateisina vuosina (2019–2021) DRP:n

osuus kokonaisfosforista oli pieni, kun eroosio oli suurta ja partikkelifosforin osuus kokonaisfosforista korkea. Kuivina vuosina (2018–2019 ja 2022–2023) DRP:n osuus kokonaisfosforista oli korkeampi (kuva 14), kun eroosio oli vähäistä ja maa-ainesta ja siihen sitoutunutta fosforia huuhtoutui vähemmän vesistöön.



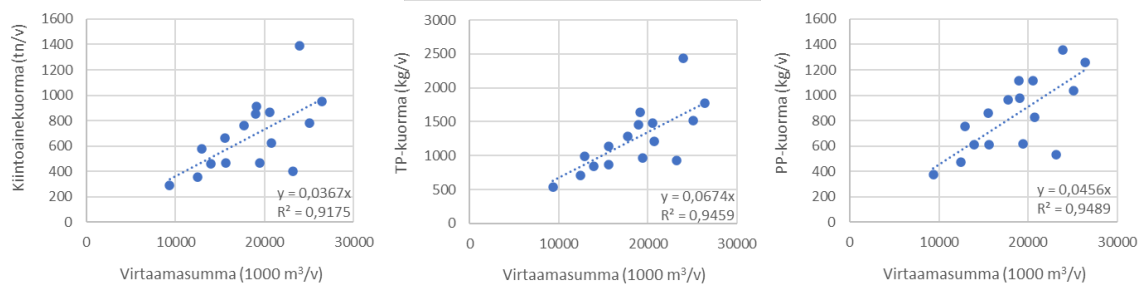
Kuva 14. Vasemmanpuoleisessa kuvassa liukaisen reaktiivisen fosforin (DRP) pitoisuus manuaalisesti otetuissa vesinäytteissä ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018, n=61) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023, n= 50). Oikeanpuoleisessa kuvaajassa on esitetty liukaisen fosforin osuus kokonaisfosforista (%). Viiva palkin keskellä kertoo mediaanipitoisuuden, laatikon ylä- ja alareuna 75 % ja 25 % fraktiilit ja viivat minimi- ja maksimipitoisuudet. Punaisella katkoviivalla on merkitty DRP:n mediaanipitoisuus ja DRP/TP-osuuden mediaani ajanjaksolla ennen kipsin levitystä.

Kun eri jaksojen tulokset koottiin yhteen ja verrattiin ajanjaksoja ennen ja jälkeen kipsinlevityksen, havaittiin että sameus, kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin pitoisuus jäivät kokonaisuutena alhaisemmiksi kipsin levityksen jälkeisenä ajanjaksona (kuva 15). (Sameus -24 %, kiintoaine -16 %, kokonaisfosfori -9 % ja maa-ainekseen sitoutunut fosfori -19 % neljän vuoden aikana). Pitoisuuserot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Pitoisuuksiin vaikuttivat kipsin lisäksi myös vuoden 2022 ja kevään 2023 vähäsateiset olosuhteet, jolloin virtaamaa muodostui vain vähän - toisaalta sateinen, leuto tammi-helmikuu 2020 ja sateiset syksyt 2019 ja 2020 lisäsivät veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia sekä kuormitusta voimakkaasti.



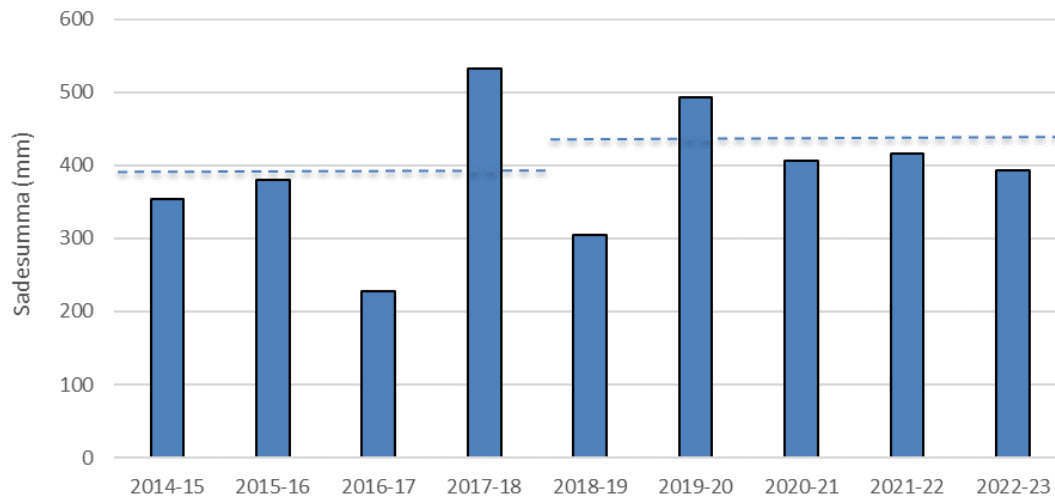
Kuva 15. Savisameuden ja saviainekseen sitoutuneen partikkelimaisen fosforin keskimääräisen pitoisuuden kehitys Lepsämänjoessa ajanjaksoilla ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023).

Virtaaman ja kiintoaine- ja ravinnekuormituksen välillä on vahva korrelaatio. Koko aineistoa tarkasteltaessa huomataan, että vuoden virtaamsumma selittää 91–95 % kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja partikkelimaisen fosforin kuormituksen määrästä (kuva 16). Nitraattitypellä selitysaste on 86 % ja kokonaistypellä 88 %.

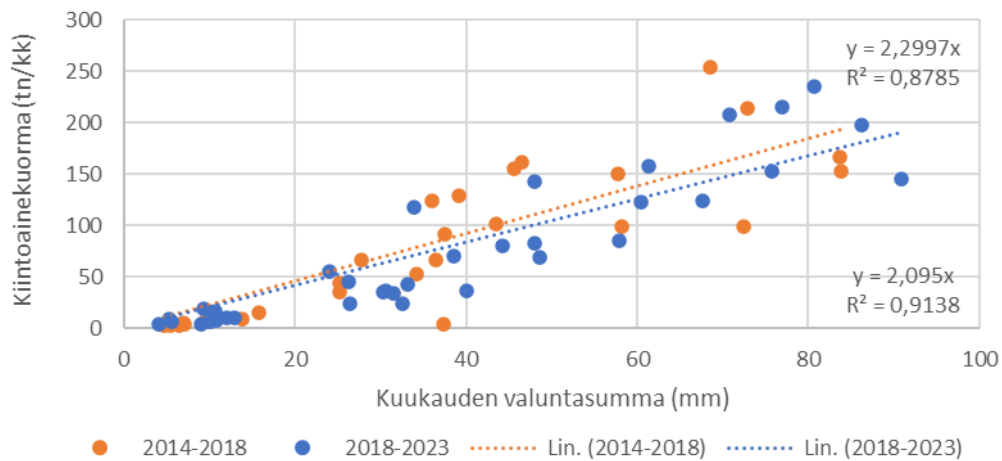


Kuva 16. Vuoden virtaamsumman ja kiintoainekuormituksen, kokonaisfosforikuormituksen (TP) ja kiintoainekseen sitoutuneen fosfori (PP)-kuormituksen välinen yhteys Lepsämänjoen valuma-alueella vuosina 2007–2022.

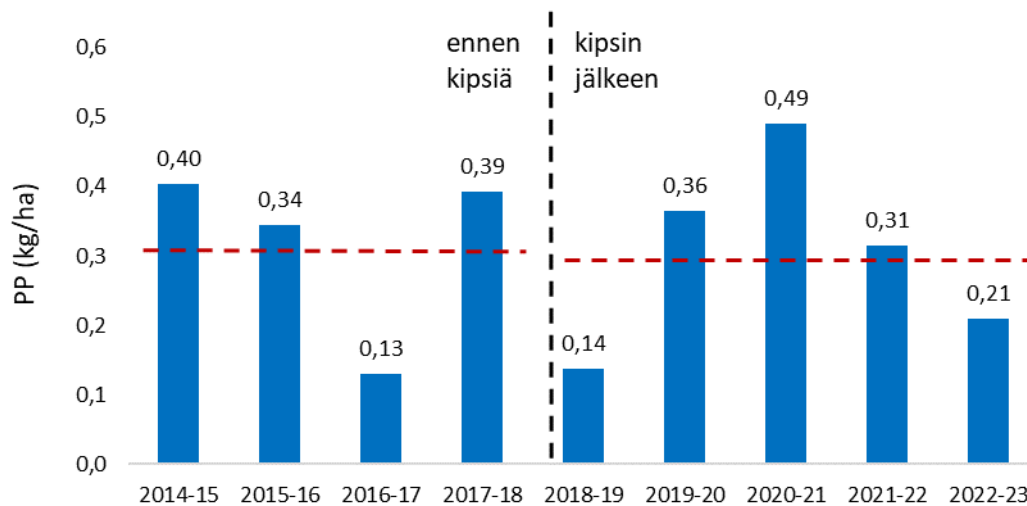
Lepsämänjoen valuma-alueella sadanta on kasvanut viime vuosina siten, että sadantasumma oli keskimäärin hieman suurempi kipsin levitystä seuranneella jaksolla 1.10.2018-30.4.2023 verrattuna kipsin levitystä edeltäneeseen ajanjaksoon 1.10.2014-30.4.2018 (kuva 17). Läheisellä Røykän sääasemalla mitattu sadesumma oli keskimäärin suurempi (404 mm) jaksolla 2018–2023 verrattuna vertailujaksoon 2014-2018 (373 mm, kuva 17). Erityisen suurta sadanta oli vuoden 2019 syksyllä (244 mm), 2020 kevättalvella (249 mm) ja syksyllä 2020 (231 mm). Sääolot ovat todennäköisesti peittäneet osittain alleen kipsin ja muiden viljelytoimien positiivisia vaikutuksia vedenlaatuun. Vaikka jokiveden kiintoaineen ja fosforin pitoisuudet laskivat, kuormitus ei laskenut aivan yhtä paljon sadannan ja valunnan kasvun takia (kuvat 18 ja 19). Kuormituksen lasku ei ollut tilastollisesti merkitsevää.



Kuva 17. Sadesummat havaintopisteen läheisellä Røykän sääasemalla ajanjaksoilla ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023). Kuvaajaan on merkitty katkoviivalla jaksosten sadesummien keskiarvot 373 mm ja 404 mm.



Kuva 18. Kuukausittaisen kiintoainekuorman ja kuukauden valuntasumman välinen yhteys Lepsämäenjoen valuma-alueella ajanjaksoilla ennen kipsin levitystä (1.10.2014-30.4.2018) ja kipsin levityksen jälkeen (1.10.2018-30.4.2023).



Kuva 19. Maa-ainekseen sitoutuneen fosforin kuorma kasvukauden ulkopuolisina aikoina lokakuusta huhtikuuhun-jaksoilla koko valuma-alueelta. Kipsin levitys tehtiin pääosin syksyllä 2018. Valuma-alueen koko on 2 300 ha, josta peltoa on 805 ha. Kipsillä käsiteltiin 330 ha peltoa eli 14 % valuma-alueen pinta-alasta. Punaisilla katkoviivoilla on merkitty ennen kipsiä jakson (2014–2018) keskimääräinen kuorma (0,32 kg/ha) ja kipsin jälkeen (2018–2023) -jakson keskimääräinen kuorma (0,30 kg/ha).

Näyttää siltä, että vaikka kipsi vähensi maa-aineksen eroosioherkkyyttä, sen vaikutus ei kuitenkaan tällä valuma-alueella riittänyt estämään eroosiota silloin, kun voimakkaat sateet ajoittuivat välittömästi peltojen muokkausten jälkeiseen aikaan ja leutoon talvikauteen. Lepsämänjoen yläosan valuma-alueella noin 73 % pelloista on suorakylvöllä, mutta loput pelloista muokataan yleensä syksyisin. On myös huomattava, että kipsikäsitelty alue (330 ha) oli suhteellisen pieni koko valuma-alueen kokoon (2 300 ha, josta peltoja 805 ha) nähden ja anturipisteelle tulee vesiä myös suo- ja metsäalueilta sekä kipsillä käsittelemättömiltä pelloilta. Leutoina ja sateisina vuosina eroosiota muodostuu enemmän myös muualta valuma-alueelta, mikä kasvattaa kokonaiskuormaa.

Tulosten perusteella kipsi laskee hieman veden sameutta, kiintoainepitoisuutta, kokonais- ja partikkelimaisen fosforin pitoisuutta, mutta sadannan ja valunnan kasvun takia kuormitus laskee vähemmän kuin etukäteen arvioitiin (Vantaanjoen kipsihanke 2020). Kipsin vaikutusaika jäi lyhyemmäksi verrattuna aiempiin tutkimuksiin. Osasyyn tähän on todennäköisesti valuma-alueen peltojen suuri suorakylvetyksen pinta-alan osuus: kun kipsiä ei muokattu peltoon, se huuhtoutui sieltä helpommin ja nopeammin kuin muokatusta maasta, jossa kipsi pääsee paremmin kontaktiin maahiukkasten kanssa.

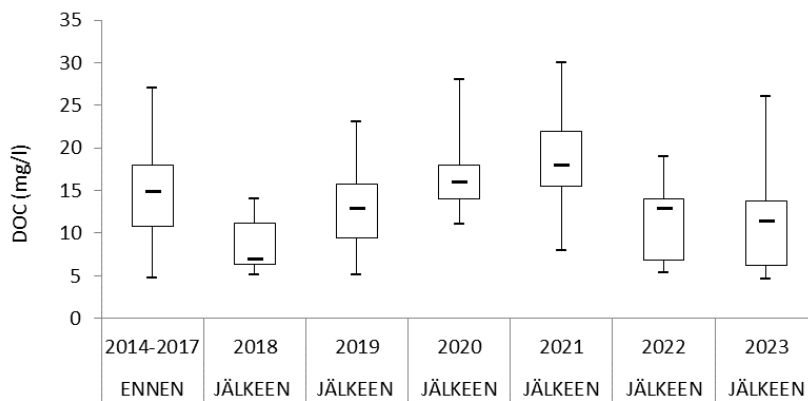
Toinen syy lyhyempään vaikutusaikaan on todennäköisesti syksyllä 2019 ja keuhattalvella 2020 tulleet kovet sateet, jotka huuhtoivat kipsiä vesistöön lumettomilta pelloilta. Leudon talven ja sateiden takia kipsiä todennäköisesti huuhtoutui pelloilta nopeammin jokeen kuin aiemmissä tutkimuksissa. Positiivista on se, että vaikka sadanta lisääntyi hieman seurantajaksojen välillä, partikkelimaisen fosforin kuormitus pysyi keskimäärin samalla tasolla.

Ilmastonmuutoksen eteneminen ja talvisateiden lisääntyminen tuovat haasteita hajakuormituksen vähentämiseen. Vaikka ravinnepitoisuuksia saataisiin laskettua, kuormitus voi silti lisääntyä sadannan ja valunnan kasvaessa. Tulevaisuudessa tuleekin panostaa sekä ravinnepitoisuuksien

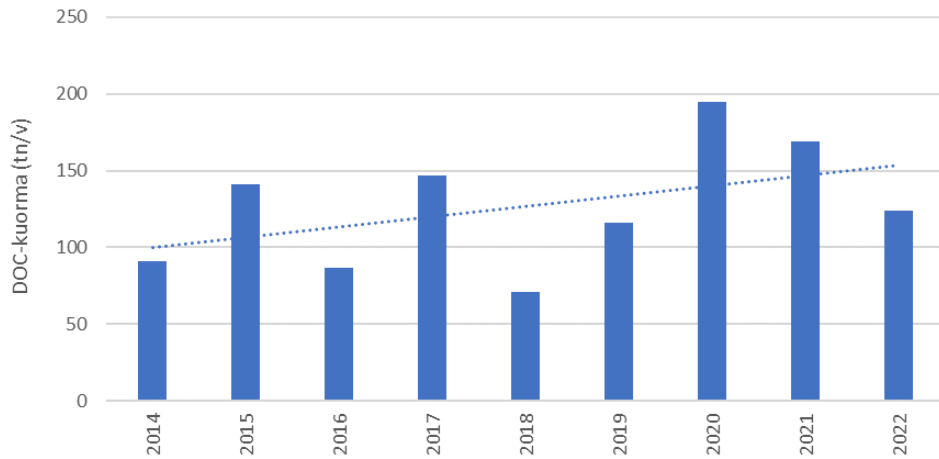
vähentämiseen että vesien hallintaan ja viivytykseen, jotta kokonaiskuormaa vesistöihin saadaan vähennettyä. Lepsämänjoen tutkimusalueella alkoi syksyllä 2023 vesienhallintahanke, jossa vesien viivytystä pyritään lisäämään. Hankkeen tuloksia on hyödynnetty Kipsi 2.0 -hankkeen neuvonnassa, jossa korostetaan hankkeeseen mukaan lähteville viljelijöille muokkauksen merkitystä kipsin levitysvaiheessa.

Kipsin vaikutus liukoiseen orgaaniseen hiileen

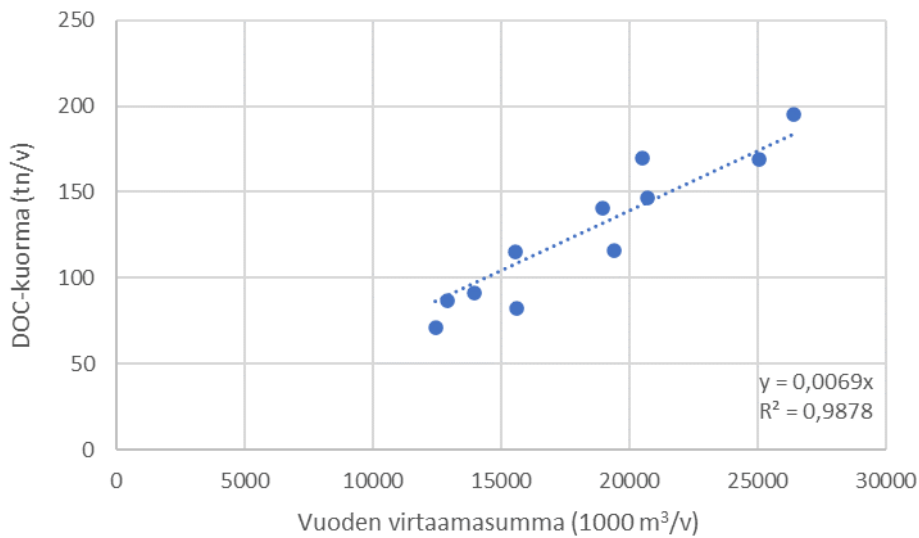
Kipsin levityksen jälkeen liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuus laski joksikin aikaa (2018-2019). Vuosien 2020 ja 2021 sateiden myötä pitoisuudet kuitenkin nousivat ja edelleen laskivat uudelleen kuivempina vuosina 2022 ja 2023 (kuva 20). Koska DOC-pitoisuudet ovat pysyneet keskimäärin samalla tasolla ja valunta on samaan aikaan kasvanut, myös orgaanisen hiilen kuorma on kasvanut (kuva 21). Vuosikuorman ja vuoden virtaamsumman välillä on vahva riippuvuus (selityssaste 0,99, kuva 22).



Kuva 20. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuus Lepsämänjoessa yksittäisten vesinäytteiden perusteella vuosina 2014–2022. Viiva palkin keskellä kertoo mediaanipitoisuuden, laatikon ylä- ja alareuna 75 % ja 25 % fraktiilit ja viivat minimi- ja maksimipitoisuudet.

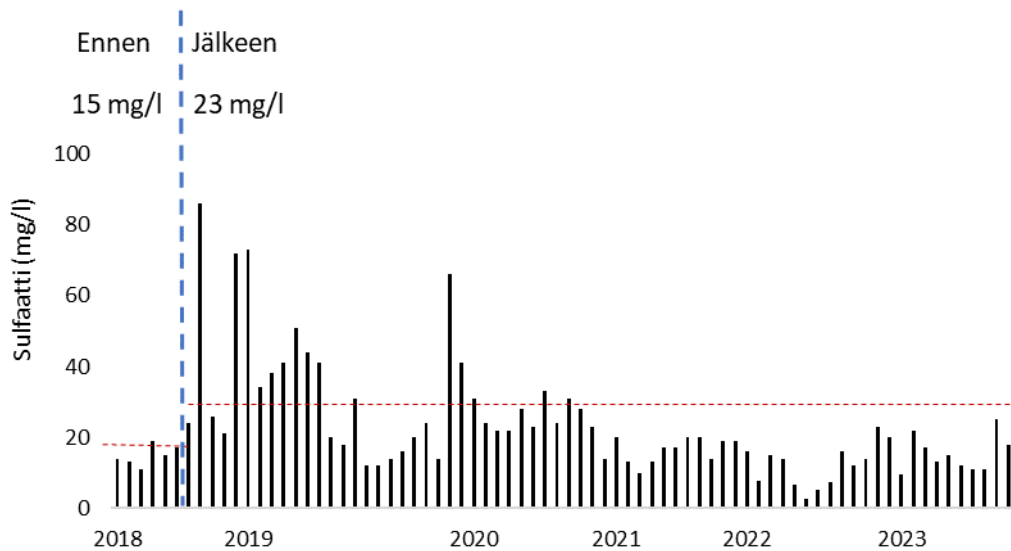


Kuva 21. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) kuorma Lepsämänjoessa anturiseurannan perusteella vuosina 2014–2022.

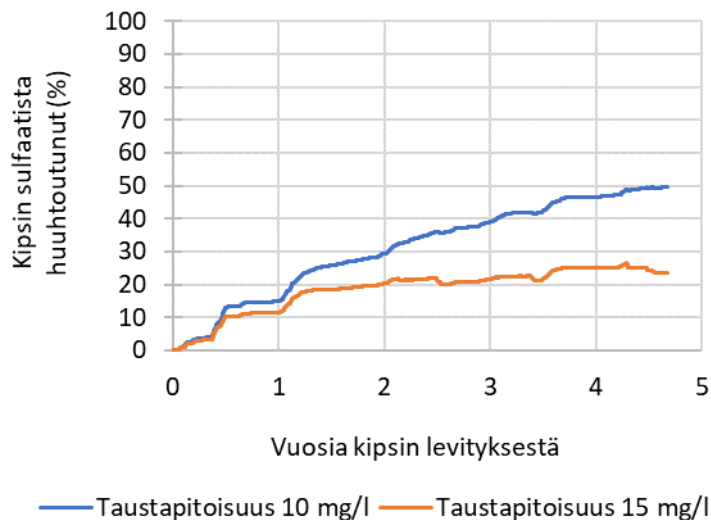


Kuva 22. Liuenneen orgaanisen hiilen kuorman ja vuoden virtaamsumman välinen riippuvuus vuosina 2010–2022.

Sulfaatin pitoisuutta ei yleensä seurata jokivesistä. Lepsämänjoesta ehdittiin ottaa 6 sulfaattinäytettä ennen kipsin levitystä. Seurannan perusteella jokiveden sulfaattipitoisuus nousi kipsin levityksen jälkeen ja on sen jälkeen laskenut lähelle lähtötasoa (kuva 23). Arvion mukaan kipsin mukana lisätystä sulfaatista olisi huuhtoutunut pois pelloilta noin 24–50 % (kuva 24). Arvioon vaikuttaa se, mikä oletetaan sulfaatin taustapitoisuudeksi jokivedessä. Huuhtoutuneen sulfaatin osuus levitetystä kipsistä on samaa luokkaa kuin SAVE-hankkeessa (taulukko 2).



Kuva 23. Lepsämänjoen sulfaattipitoisuus vuosina 2018–2023 yksittäisissä vesinäytteissä. Jokiveden sulfaattipitoisuutta alettiin analysoida vasta elokuussa 2018 ja ennen kipsin levitystä saatiin vain 6 näytettä. Punaisilla katkoviivoilla on merkitty ennen- ja jälkeen kipsin levityksen- jaksoiden keskimääräiset pitoisuudet.



Kuva 24. Arvio kipsin sisältämän sulfaatin huuhtoutumisesta syksyllä 2018 tehdyn kipsin levityksen jälkeen. Arvio vaihtelee sen mukaan, mikä oletetaan sulfaatin taustapitoisuudeksi jokivedessä.

Taulukko 2. Arviot kipsin sisältämän sulfaattimäärän huuhtoutumisesta TRAP-, SAVE- ja KK2-hankkeissa kipsin levityksen jälkeen. TRAP-hankkeen tulokset (Ekholm ym. 2012) ja SAVE-hankkeen tulokset (Ekholm ym. 2022).

	1v levityksestä	1,5 vuotta	2 vuotta	3 vuotta	3,5 vuotta	4,7 vuotta
TRAP	30 %	40 %	50 %	60 %	65 %	85 %
SAVE	10 %	20 %	25 %	30 %	35 %	48 %
KK2	10-15 %	19-26 %	20-30 %	20-40 %	22-44 %	24-49 %

7.3 Yhteenveto Lepsämänjoen pitkäaikaisseurannasta

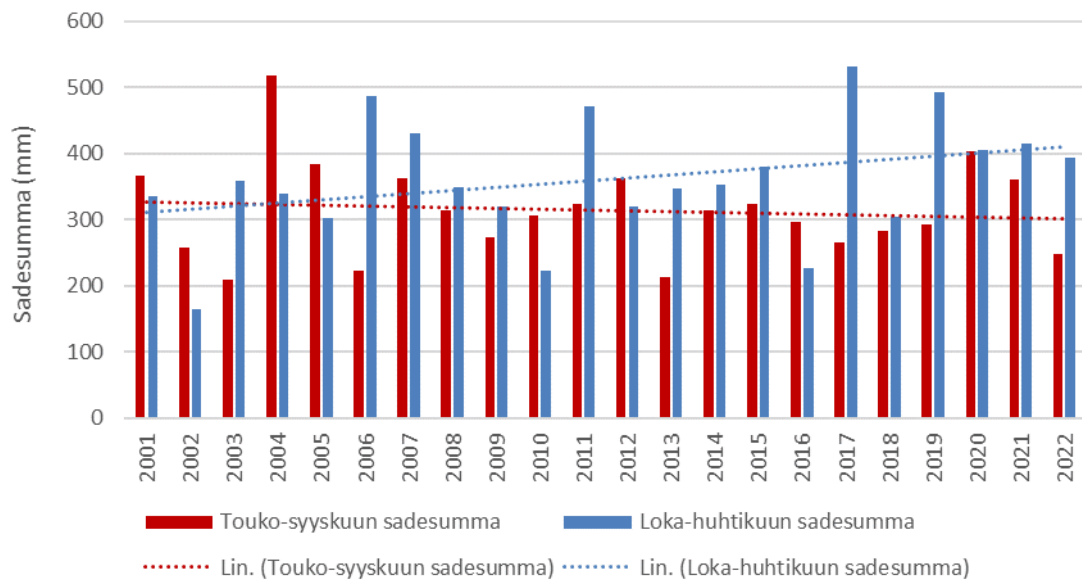
Lepsämänjoen yläosan valuma-alueelta huuhtoutuvien valumavesien laatua on seurattu auto-maattisilla vedenlaatuantureilla kevästä 2006 lähtien. Seurantaa on tehnyt ja rahoittanut Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry ja lisäksi rahoitusta on saatu mm. Uudenmaan ELY-keskukselta, paikallisilta Rotary-klubeilta sekä Maa- ja vesitekniikan tuki ry:ltä. Ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ovat rahoittaneet Vantaanjoen kipsihanketta (2018–2020) ja KK2-hanketta (2021–2022). Tuloksia on raportoitu yksittäisten hankkeiden yhteydessä (Valkama 2015, Valkama 2018 ja Valkama ym. 2020), mutta yhteenveto koko seurantajaksosta on puuttunut. Yhteenveto tehdään nyt osana KK2-hankkeen loppuraporttia, jotta saadaan kattava kuva valuma-alueella muodostuvasta kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta ja sen kehityksestä.

Seurannan alkuvuosina (2006–2008) havaittiin mm. jätevesipumppaamojen ylivuototilanteessa jokeen päässeen jäteveden aiheuttavan nopeasti johtokyvyn nousua ja samanaikaisen happipitoisuuden laskun (Valkama 2006). Jätevesien mukana jokeen huuhtoutui myös ravinteita ja ulosteperäisiä bakteereita. Havaintojen seurauksena Nurmijärven kunta mm. asensi varageneraattorit jätevesipumppaamoidensa yhteyteen. Tämän jälkeen suurempia jätevesiylivuotoja joessa ei ole havaittu ja happipitoisuudet ovat pysyneet eliöille suotuisalla tasolla.

Vuosina 2014–2015 seurattiin jokiuoman perkauksen vaikutuksia kiintoainekuormitukseen ja havaittiin perkauksen lisäävän joessa kulkeutuvaa kiintoainekuormaa noin kolmanneksella (Valkama 2015). Kiintoainekuormituksen vähentämiseksi on tärkeää panostaa toimenpiteisiin, joiden avulla maa-aines saadaan pysymään pelloilla. Samalla vähenee myös uomien perkaustarve. Tehokkain tapa vähentää eroosiota on ympärivuotinen kasvipeitteisyys.

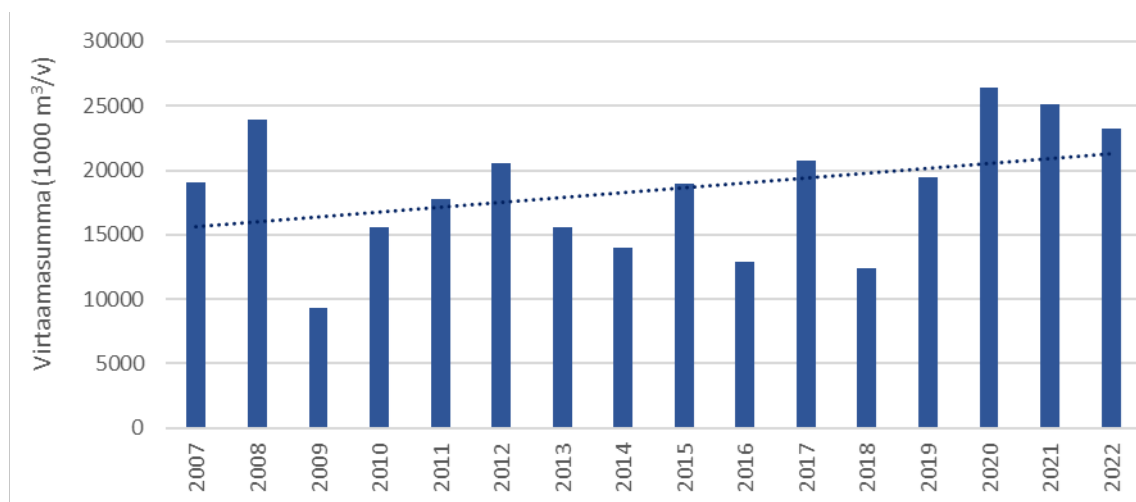
Lepsämänjoen yläosan valuma-alueelle tunnusomaista ovat savimaavaltaiset, suhteellisen tasaiset pellot. Valuma-alueella on yksittäisiä peltoja, joiden fosforiluku on korkea, mutta keskimääräinen peltojen fosforiluku on 10 (Vantaanjoen kipsihanke 2020). Valuma-alueella viljellään paljon kevätiljoja käyttäen suorakylvöä. Alueella on myös heinän viljelyä ja talviaikainen kasvipeitteisyys on lisääntynyt voimakkaasti seuranta-aikana. Talvella 2007–2008 talviaikaisen kasvipeitteisyyden osuus peltoalueista oli 38 %, kun se talvella 2013–2014 oli 71 %, talvella 2019 noin 73 % ja talvella 2021 noin 75 %. Suorakylvön ja nurmien osuuden lisääntyminen sekä kaalinviljelyn vähentyminen ovat huomattavia peltoviljelyyn liittyviä muutoksia alueella (Vantaanjoen kipsihanke 2020). Kipsin levitys on yksi vesiensuojelutoimenpide, johon alueen viljelijät ovat osallistuneet.

Lepsämänjoen havaintopaikan lähin sääasema sijaitsee Röykässä, noin 8 km koilliseen. Vuosidanta Röykässä on kasvanut hieman 2000-luvun aikana ja sadannan kasvu on painottunut selkeästi kasvukauden ulkopuoliseen aikaan (loka-huhtikuu), kun taas kasvukauden aikana (toukokuu) sademäärä on jopa hieman pienentynyt (kuva 25).

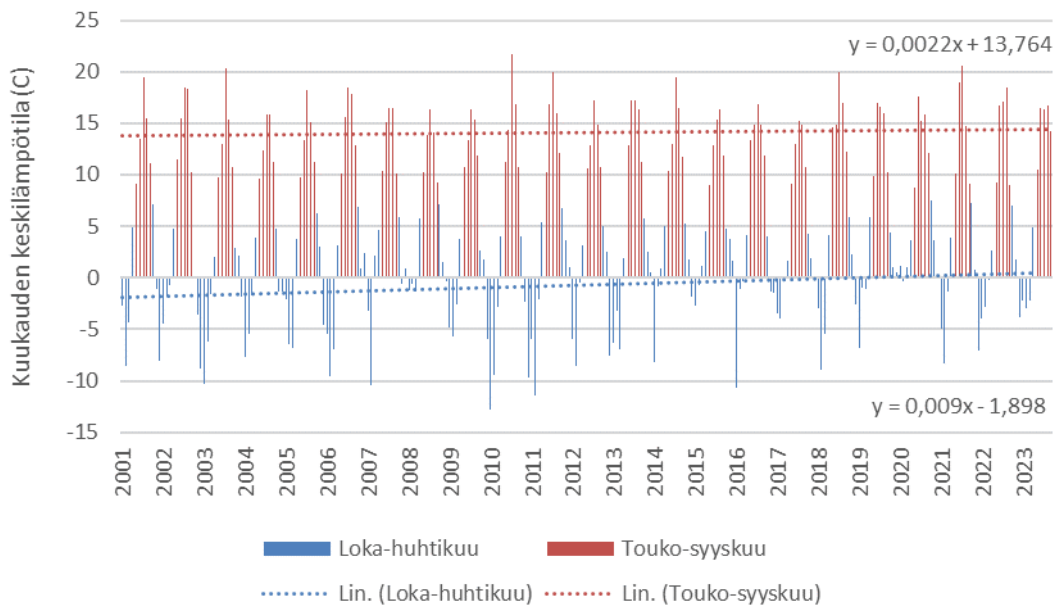


Kuva 25. Sadesummat Lepsämänjoen havaintopaikan läheisellä Röykän sääasemalla vuosina 2001–2022. Punainen palkki kuvaa sadesummaa loka-huhtikuun 2001-2002, 2002-2003 jne. välisenä aikana ja sininen palkki kyseisen vuoden touko-syyskuun sadesummaa.

Sadannan kasvu näkyy myös Lepsämänjoen virtaaman kasvuna (kuva 26). 2000-luvun aikana kuukauden keskilämpötila on kasvanut kasvukauden ulkopuolella (1.10.–30.4.) hieman enemmän kuin kasvukauden (1.5.–30.9.) aikana (kuva 27). Sää- ja virtaamatietojen perusteella kuoritusriski Lepsämänjoen yläosan valuma-alueella on kasvanut hieman 2000-luvun aikana sadannan kasvun ja kasvukauden ulkopuolisen lämpötilan nousun seurauksena.

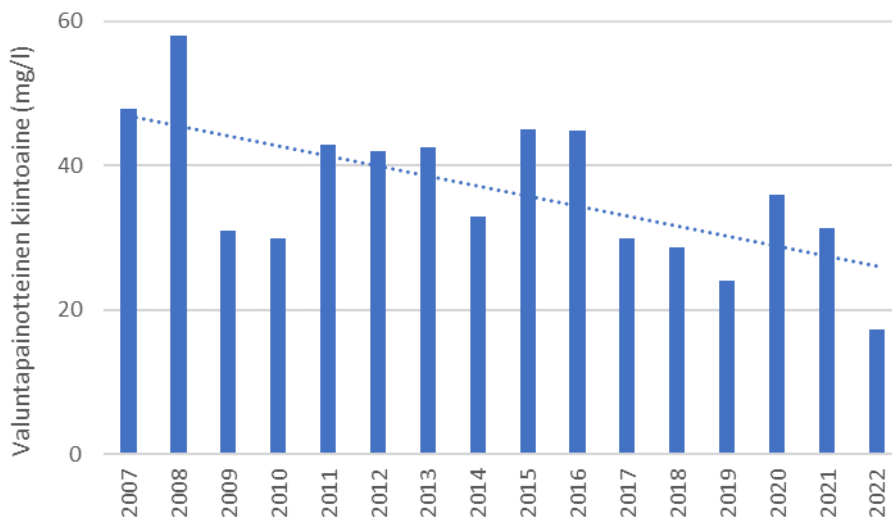


Kuva 26. Lepsämänjoen virtaamasummat (1 000 m³/v) vuosina 2007–2022.

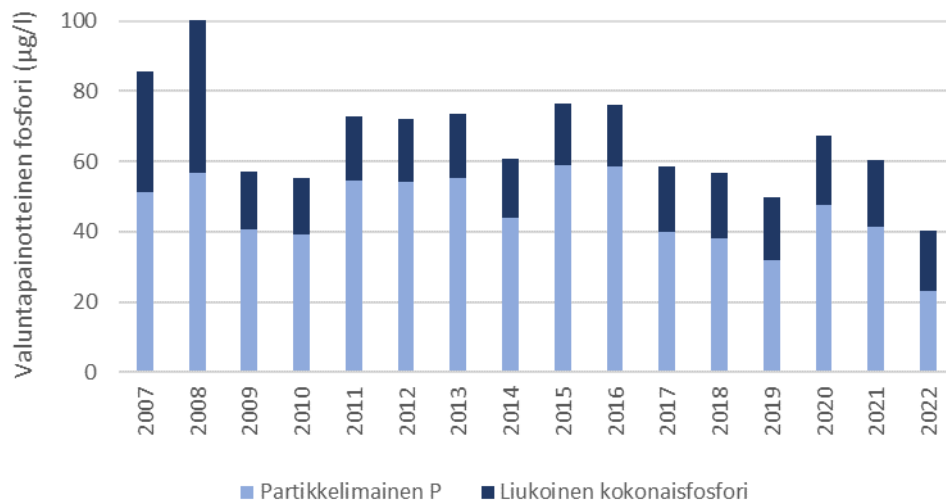


Kuva 27. Kuukauden keskilämpötilat Lepsämänjoen havaintopaikan läheisellä Røykän sääasemalla kasvukauden ulkopuolella (loka-huhtikuu) ja kasvukauden (touko-syyskuu) aikana vuosina 2001-2019.

Valuma-alueella tehtyjen toimenpiteiden ansiosta Lepsämänjoen kiintoaine- ja fosforipitoisuudet ovat laskeneet seuranta-aikana (kuva 28 ja kuva 29). Lasku näkyy selkeästi valuntapainotteisessa pitoisuudessa, jossa vuoden kuorma jaetaan vuoden virtaamsummalla.

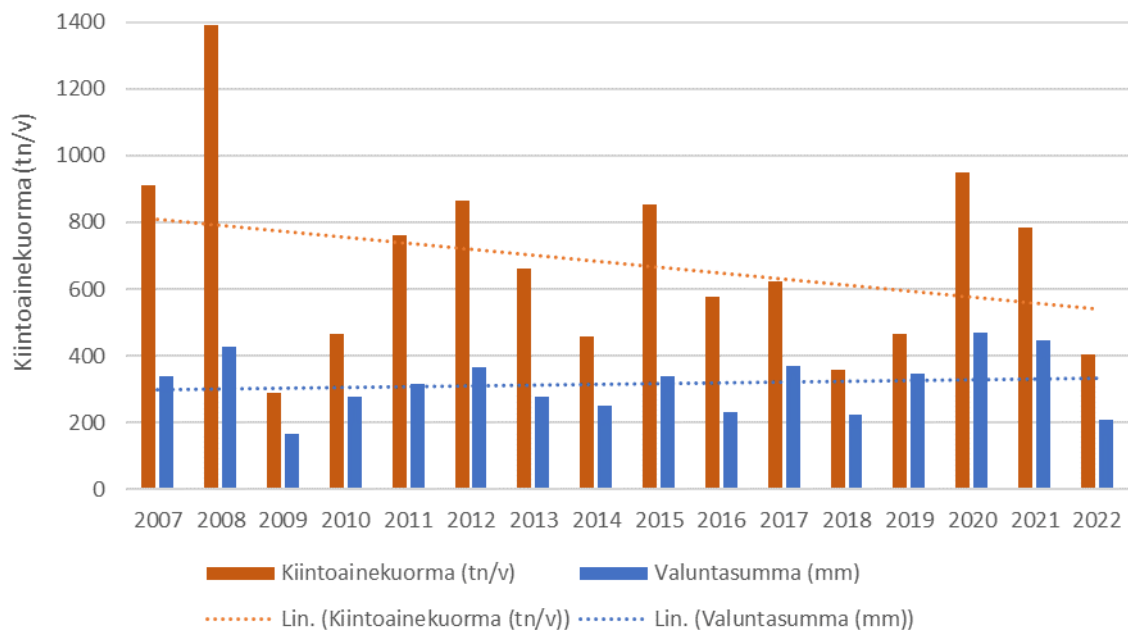


Kuva 28. Valuntapainotteisen kiintoaineen pitoisuus Lepsämänjoen yläosalla vuosina 2007-2022.

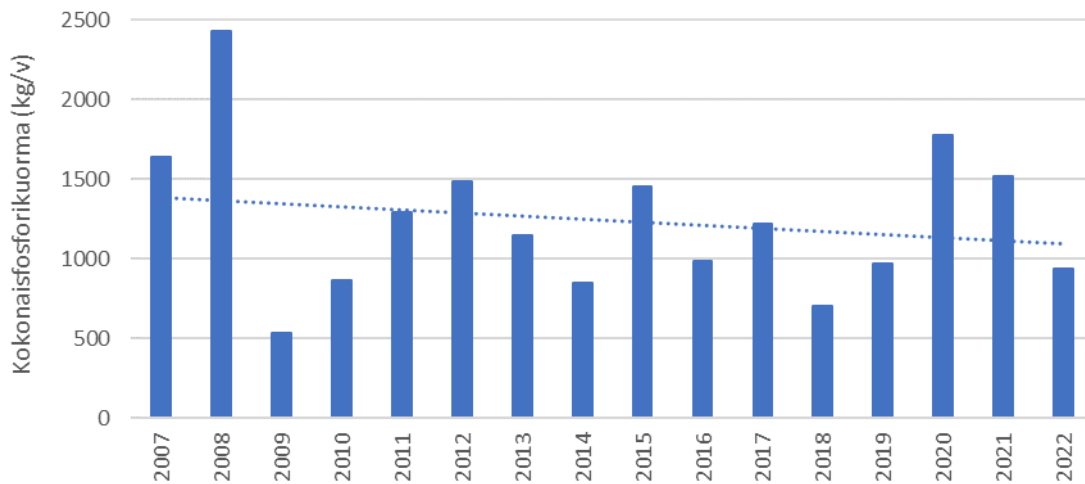


Kuva 29. Maa-ainekseen sitoutuneen (partikkelimainen) ja liukoisen kokonaisfosforin valuntapainotteiset pitoisuudet Lepsämänjoen yläosalla vuosina 2007–2022.

Valuma-alueen kuormitus muodostuu virtaaman ja ainepitoisuuden tulona. Lepsämänjoella virtaama on kasvanut ja pitoisuudet ovat pienentyneet. Jos virtaama ei olisi kasvanut seuranta-aikana, myös kuormitus olisi vähentynyt selkeämmin (kuvat 30 ja 31). Vuosittainen sadanta ja valumavesien määrä vaikuttavatkin olennaisesti kuormituksen määrään, peittäen osittain alleen valuma-alueen pelloilla tehdyt vesiensuojelutoimenpiteet.

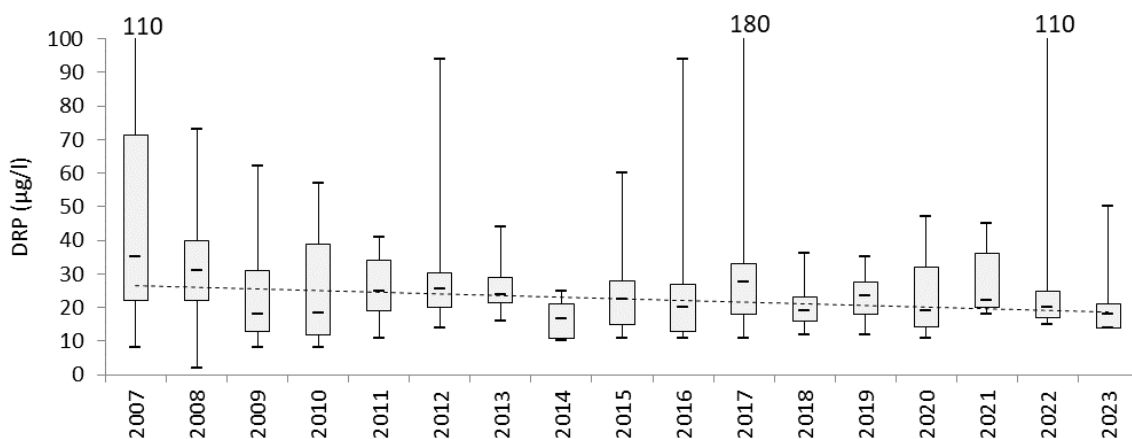


Kuva 30. Vuosittaiset kiintoainekuormat ja valuntasummat Lepsämänjoen yläosan valuma-alueelta 2007–2022.

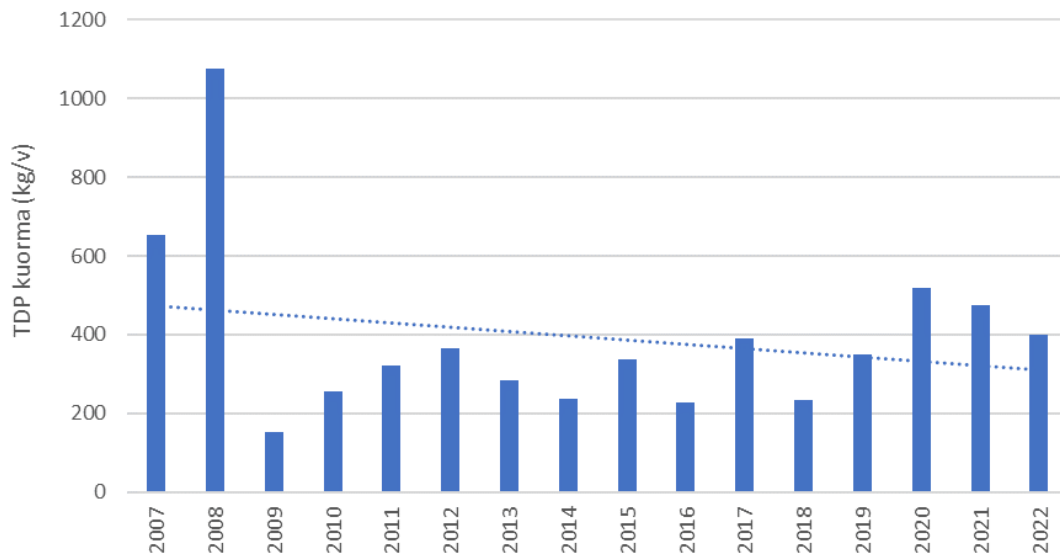


Kuva 31. Kokonaisfosforikuorma Lepsämänjoen yläosan valuma-alueella 2007–2022.

Kasvipeitteisen pinta-alan kasvaessa on olemassa riski, että muokkaamattoman pellon pintaan kertyy vuosien kuluessa fosforia, mikäli pellon rakenne ei ole kunnossa ja vesi ei liiku alaspäin maaprofiilissa kuljettaen fosforia syvemmälle kasvien käyttöön (Uusitalo ym. 2018). Lepsämänjoella liukoisen fosforin pitoisuutta tutkittiin manuaalisesti otettujen vesinäytteiden perusteella. Näytteiden perusteella pitoisuudessa on loiva laskusuunta (kuva 32). Kuormaa seurattiin myös anturiaineiston perusteella vähentämällä kokonaisfosforikuormasta partikkelimaisen fosforin kuorma. Lepsämänjoen aineistossa on nähtävissä selkeä liukoisen kokonaisfosforikuormituksen lasku vuosien 2007–2008 jälkeen. Tähän on vaikuttanut todennäköisesti alueen voimakkaasti lannoitettujen kaalipeltojen siirtyminen viljan ja heinän viljelyyn sekä aiemmin mainittu jätevesipumppaamoiden korjaus ja ylivuotojen vähentyminen. Vuosina 2020 ja 2021 kuormat olivat suurempia aiempiin vuosiin verrattuna, mikä johtui näiden vuosien sateisuudesta ja kokonaisfosforikuorman kasvusta (kuva 33).



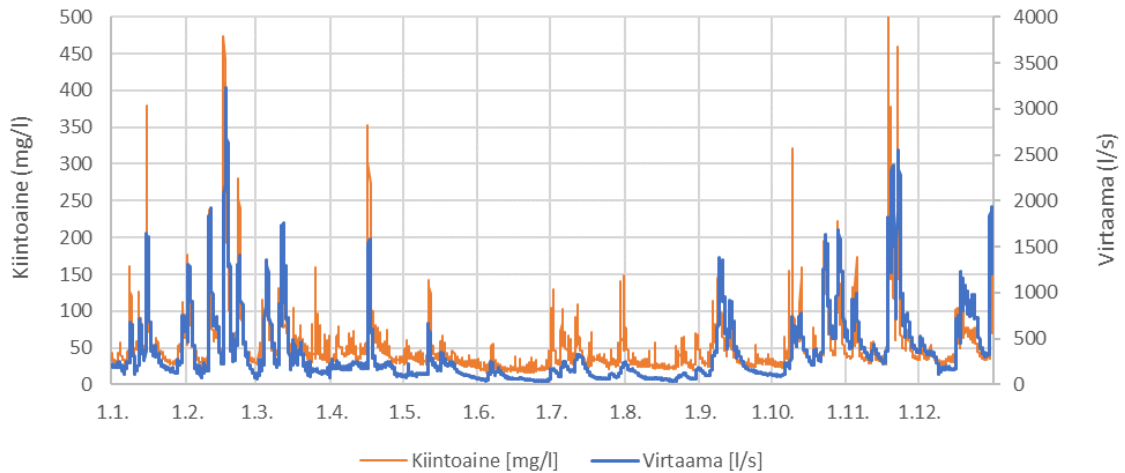
Kuva 32. Liukoisen fosforin pitoisuus Lepsämänjoesta otetuissa vesinäytteissä vuosina 2007–2023. Viiva palkin keskellä kertoo mediaanipitoisuuden, laatikon ylä- ja alareuna 75 % ja 25 % fraktiilit ja viivat minimi- ja maksimipitoisuudet. Näytteitä otettiin 7-25 kpl/vuosi, keskimäärin 16 näytettä vuodessa.



Kuva 33. Liukoisen kokonaisfosforin kuorma Lepsämänjoessa vuosina 2007–2022 anturiaineiston perusteella. Kuorma on laskettu kokonaisfosforikuorman ja partikkelifosforikuorman erotuksena. Liukoisen kokonaisfosforikuorma on suurempi kuin liukoisen fosforin kuorma.

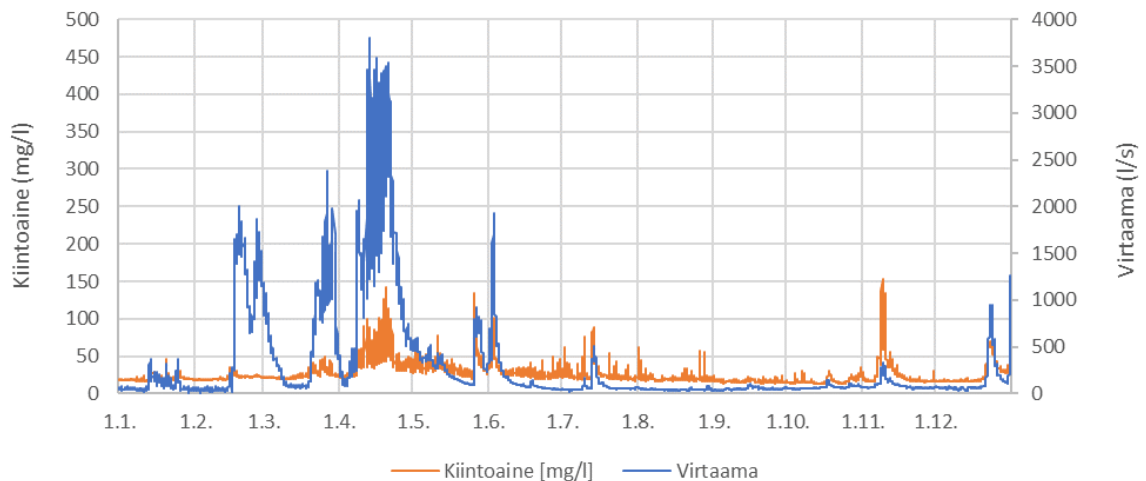
Valuntasumman lisäksi kuormituksen muodostumiseen vaikuttaa vahvasti myös sadannan ja valunnan ajoittuminen. Kuormituksesta suurin osa muodostuu kasvukauden ulkopuolella loka-kuusta huhtikuuhun ja kuorma on sitä suurempi mitä leudompi ja sateisempi talvi on ja mitä suurempi osa valuma-alueen pelloista on muokattuina ilman kasvipeitettä. Jos voimakkaat saateet ajoittuvat syys-marraskuulle heti peltojen muokkauksen jälkeen, tuoreista leikkauspinoista voi irrota valumavesien mukaan runsaasti kiintoainesta ja siihen sitoutunutta fosforia. Yleensä veden kiintoainespitoisuus nousee pienellä viiveellä heti virtaaman noustessa (kuva 34). Myös toistuvat jäätymis-sulamissyklit, joita esiintyy etenkin marras-joulukuussa, heikentävät maan rakennetta ja kasvattavat eroosioriskiä.

Tästä hyvä esimerkki on vuosi 2020, jolloin kevättalvi oli hyvin leuto ja lumipeitettä ei käytännössä saatu pelloille lainkaan. Kiintoaine- ja fosforipitoisuudet olivat todella suuria etenkin tammi-helmikuussa tapahtuneiden voimakkaiden sateiden aikana sekä loka-joulukuussa peltojen muokkauksen, jäätymis-sulamissykliä ja voimakkaiden sateiden jälkeen (kuva 34). Helmikuun aikana pelloilta huuhtoutui 22 % koko vuoden kiintoainekuormasta ja marraskuun aikana 25 % vuoden kuormasta. Näiden kahden kuukauden aikana muodostui noin puolet koko vuoden kiintoainekuormituksesta ja kasvukauden ulkopuolella (1.1.-30.4 sekä 1.10.-31.12. välisenä aikana) 90 % koko vuoden kiintoainekuormituksesta. Koko vuoden kiintoainekuorma oli todella korkea, 951 tonnia.



Kuva 34. Veden kiintoainepitoisuus ja virtaama Lepsämänsjoen anturipisteellä vuonna 2020.

Vuonna 2022 kiintoainekuormitus jäi puolestaan alle puoleen (402 tonnia) vuoteen 2020 verrattuna. Maa routaantui joulukuussa 2021 ja pellot olivat lumen peitossa pitkälle huhtikuun loppuun saakka. Vaikka lämpötila nousi kevättälven aikana muutaman kerran hieman nollan yläpuolelle, pellot pysyivät roudassa ja veden kiintoainepitoisuus oli hyvin alhainen suurista virtaamista huolimatta. Lumet sulivat huhtikuun lopussa ja aiheuttivat suuren virtaamapiikin. Valumavedet pysyivät kuitenkin kirkkaina, todennäköisesti peltojen kasvipeitteisyyden, aiemmin tehdyn kipsikäsittelyn sekä routaisen maan ansiosta. Kesä ja syksy puolestaan olivat vähäsataisia, jolloin virtaama pysyi hyvin alhaisena. Tällöin valuma-alueelta huuhtoutui jokeen vain vähän kiintoainesta yhtä marraskuun viikkoa ja joulukuun loppua lukuun ottamatta (kuva 35).

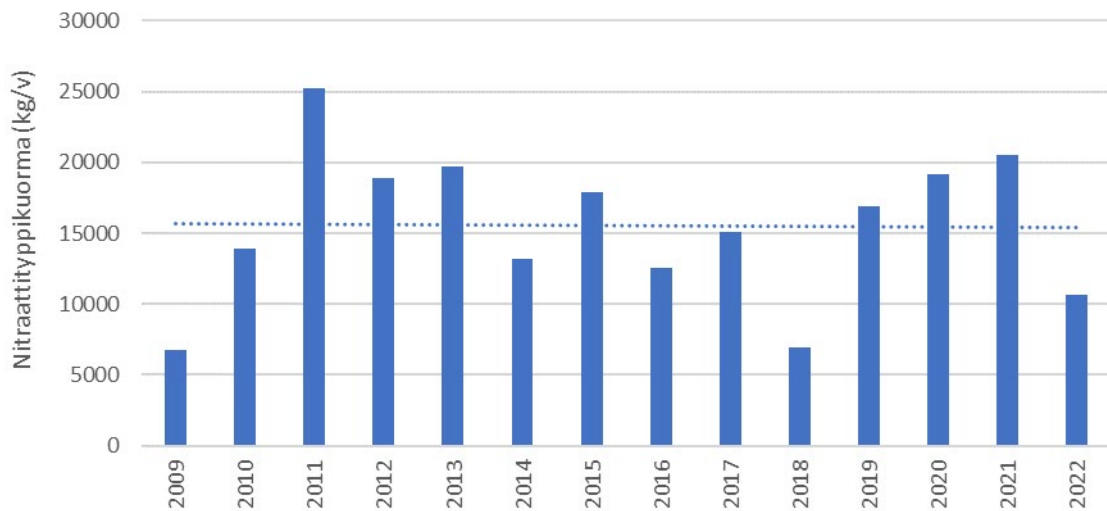


Kuva 35. Veden kiintoainepitoisuus ja virtaama Lepsämänsjoen anturipisteellä vuonna 2022.

Maatalouden vesistökuormitusta tarkastellessa pääpaino on yleensä eroosiossa ja fosforikuormituksessa, sillä fosfori on järvissä minimiravinteena, joka rajoittaa levien kasvua. Lepsämänsjoella automaattiantureilla on seurattu myös nitraattityypen pitoisuuksia ja kuormitusta vuodesta

2009 lähtien. Nitraattitypen kuormituksessa ei ole selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä, vaan kuormitus vaihtelee vuosittain sadannan ja valunnan mukaan (kuva 36).

Suurin nitraattityppikuormitus muodostui vuonna 2011, jolloin syys-marraskuun sateet huuhtoivat mukaansa paljon maahan mineralisoitunutta typpeä ja kasvien hyödyntämättä jättämää lannoitetyypeä. Sateiden jatkuessa pitoisuudet pienenevät, mutta suuri virtaama kasvatti typpi-kuormaa edelleen. Nitraattityppeä huuhtoutui lähes kolminkertainen määrä edellisen vuoden vastaavaan ajanjaksoon (1.9. -22.12.) verrattuna. Nitraattityppeä ei mitattu laiterikon vuoksi lainkaan kesä-elokuussa, joten vuoden 2011 todellinen kuorma oli todellisuudessa vielä kuvajassa näkyvää suurempi (kuva 36). Kuormat olivat suuria myös vuosina 2020 ja 2021, jolloin sadanta oli pitkän ajan keskiarvoa suurempaa.



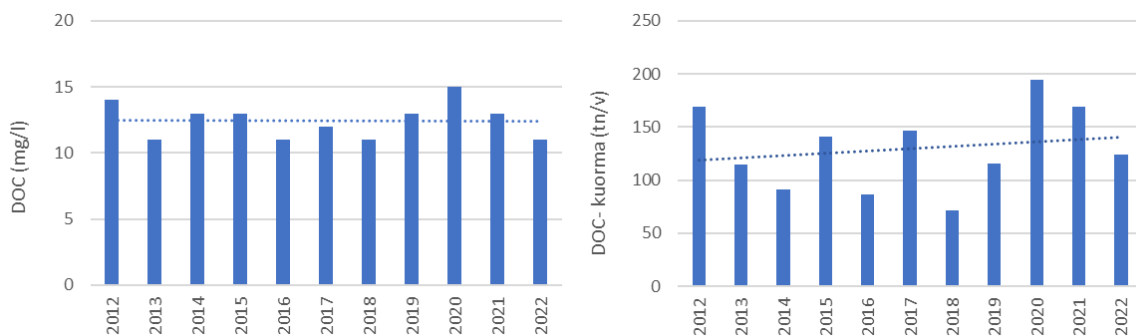
Kuva 36. Nitraattitypen kuorma Lepsämänjoen yläosan valuma-alueella 2009–2022.

Nitraattityppi liikkuu maaperässä liukoisena, joten sen kuormitus ei ole sidoksissa maa-aineksen huuhtoutumiseen. Liukoisen typen kuormituksen on havaittu olevan suurimmillaan keväisin, jos peltojen lannoituksen jälkeen tulee voimakkaita sateita, jotka huuhtovat typpeä vesistöön. Myös korkea maaperän typpipitoisuus satokasvin korjuun jälkeen kasvattaa typen huuhtoutumisriskiä. Esimerkiksi kuivan kesän jälkeen satokasveilta on voinut jäädä käyttämättä paljon lannoitteissa lisättyä ja mineralisaatiossa vapautunutta typpeä. Koska typpi liikkuu pelloilta vesistöihin veden mukana, sateiset syksyt lisäävät kuormitusriskiä. Kuivina syksyinä typpi puolestaan voi pysyä maassa ja huuhtoutua pelloilta vasta keväällä laimeiden lumensulamisesien mukana. Talvella kuormitus lumipeitteisiltä pelloilta on vähäistä, mutta leutojen talvien yleistyessä kuormitus voi tulevaisuudessa kasvaa.

Rankisen ym. (2007) mukaan 40–98 % vuosittaisesta typen huuhtoutumisesta Lounais-Suomen pelloilta tapahtuu kasvukauden ulkopuolella ja huuhtoutuminen painottuu sadonkorjuun ja maan routaantumisen väliseen aikaan. Mitä pidempi aika kuluu sadonkorjuusta talven tuloon, sitä suurempi on typen huuhtoutumisen riski, etenkin jos kasvinjäänteet muokataan maahan lämpimissä ja kosteissa oloissa.

Lepsämänjoen valuma-alueen typpikuorman (kg/ha) vertailu muihin alueisiin on haastavaa, koska peltokohtaisia kg/ha-kuormia ei voi laskea suoraan aineistosta. Lepsämänjoella typpikuormitusta voidaan vähentää typpilannoitusta tarkentamalla ja jakamalla lannoitus useampaan kertaan. Typpilannoitusta on myös mahdollista vähentää käyttämällä viljelykierrossa typensitojakasveja. Vaihtelevat sääolot ja sateiden ennakoimattomuus aiheuttavat kuitenkin haasteita viljelijöille.

Lepsämänjoella on seurattu myös liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuutta. Pitoisuudet ovat pysyneet keskimäärin samalla tasolla, mutta valunnan kasvun takia kuormitus on kasvusuunnassa (kuva 37). Tilanne eroaa kiintoaineksesta ja fosforista, joilla pitoisuuksien selkeän laskun takia kuorma ei kasvanut vaan päinvastoin laski. Kuormituksen vähentämiseksi tulisi saada siis sekä ainepitoisuudet että valuma-alueelta tuleva valuma laskemaan. Koska vuotuisen sadannan määrään ei voi vaikuttaa, kuormituksen vähentämiseksi tulisi tehdä pelloilla entistä enemmän toimia, joilla vähennetään maa-aineksen ja ravinteiden karkaamista vesistöihin. Samaan aikaan tulee pyrkiä hidastamaan ja viivyttämään valuma-alueelta tulevaa valuntaa.



Kuva 37. Liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) keskimääräiset pitoisuudet ja kuormitus Lepsämänjokeen vuosittain 2012–2022 anturiaineiston perusteella laskettuna.

8 Johtopäätökset

Tämän hankkeen myötä saatiin hyödyllistä tietoa maanparannusaineiden vaikutuksista kuormitukseen. Espoon tutkimuslohkoilla kalkkistabiloitu kuitu osoittautui tehokkaaksi keinoksi vähentää eroosiota ja fosforikuormitusta. Kuidun vaikutus kesti noin kolme vuotta. Kuidun avulla ei kuitenkaan pystytty vähentämään typen ja liukoisen orgaanisen hiilen kuormitusta. Lepsämänjoen valuma-alueella jokiveden sameus, kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin pitoisuudet jäivät kokonaisuutena hieman alhaisemmiksi kipsin levityksen jälkeisenä ajanjaksona verrattuna ajanjaksoon ennen levitystä. Positiivista on se, että vaikka sadanta lisääntyi hieman seurantajaksojen välillä, partikkelimaisen fosforin kuormitus pysyi keskimäärin samalla tasolla. Tämä myönteinen vaikutus saatiin, vaikka kipsikäsittely kattoi vain 14 % valuma-alueen kokonaispinta-alasta. Kipsillä ei tässä tutkimuksessa ollut selkeää vaikutusta jokiveden liukoisen fosforin ja liunneen orgaanisen hiilen pitoisuuksiin.

Tulevaisuuden kannalta saatiin tarpeellista tietoa maanparannusaineiden levityksessä huomiotavista asioista. Kipsi ja kuitu tulee muokata maahan niiden tehon takaamiseksi, mutta levitys kannattaa ajoittaa sellaiseen viljelykierron vaiheeseen, kun peltoja muutenkin muokattaisiin.

Lepsämänjoen pitkäaikaisen anturiseurannan perusteella oli nähtävissä, että jokiveden kiintoaine- ja fosforipitoisuudet ovat laskusuunnassa. Tämä on suurelta osin viljelijöiden pelloilla tekemien toimenpiteiden (mm. talviaikainen kasvipeitteisyys, lannoituksen tarkentaminen) ansiota. Eroosion estäminen ja valumavesien ravinnepitoisuuksien laskeminen on tärkeää, mutta se ei pelkästään riitä vähentämään kuormitusta, jos sateisuus ja etenkin leudot talvet yleistyvät tulevaisuudessa. Koska vuoden virtaamasmäärä selittää 91–95 % kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja partikkelimaisen fosforin kuormituksen määrästä ja noin 87 % typen kuormituksesta, pelkällä pitoisuuksien laskemisella ei pystytä vähentämään kuormitusta riittävän tehokkaasti. Kuormituksen vähentämiseksi tulee tehdä toimenpiteitä, joilla lasketaan pitoisuuksia (tasapainoinen lannoitus, kerääjäkasvit, eroosion estäminen, maanparannusaineet) sekä vähennetään valuntaa eli lisätään vesien viivytystä valuma-alueella. Näihin molempiin osa-alueisiin panostaminen on tärkeää, jotta viljelijöiden pelloilla tekemät toimenpiteet tulisivat näkyviin myös selkeänä kokonaiskuormituksen vähenemänä. Lisäksi kuormitusta tulee vähentää myös tehokkaalla jätevesien käsittelyllä, hulevesien viivytystä ja käsittelyä parantamalla sekä metsätalouden toimenpiteillä.

9 Lähdeluettelo

Aura, E., Saarela, K. & Rätty, M. 2006. Savimaiden eroosio. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT:n selvityksiä 118. <http://urn.fi/URN:ISBN:952-487-039-8>

Cox, J. W., Varcoe, J. C. R., Chittleborough, D. J. & van Leeuwen, J. 2005. Using gypsum to reduce phosphorus in runoff from subcatchments in South Australia. *Journal of Environmental Quality* 34: 2118-2128.

Ekholm, P., Ollikainen, M., Ala-Harja, V., Begum, K., Huttunen, M., Järvenranta, K., Kiirikki, M., Kuosa, H., Lötjönen, S., Riihimäki, J., Taskinen, A., Tikkanen, T. & Yli-Halla, M. 2022. Peltojen kipsikäsittely fosforikuormituksen hallinnassa – Pilottina Savijoen valuma-alue. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 32 / 2022. 103 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5506-2>

Ekholm, P., Kirjalainen, S., Valkama, P., Lahti, K. & Kiirikki, M. 2013. TraP Follow-up project – Final Report. 18 December 2013.

Ekholm, P., Valkama, P., Jaakkola, E., Kiirikki, M., Lahti, K. & Pietola, L. 2012. Gypsum amendment of soils reduces phosphorus losses in an agricultural catchment. *Agricultural and Food Science* 21: 279–291.

Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V. & Regina, K. 2013. Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974-2009. *Global Change Biology*, 19, 1456-1469.

Pietola, L. 2008. Gypsum-based management practices to prevent phosphorus transportation. *Julk.: Rubæk, G. H. (toim.). Phosphorus management in Nordic-Baltic agriculture – reconciling productivity and environmental protection. NJF Report Vol. 4, No. 4. S. 79–83.*

Rankinen, K., Salo, T., Granlund, K. & Rita, H. 2007. Simulated nitrogen leaching, nitrogen mass field balances and their correlation on four farms in southwestern Finland during the period 2000-2005. *Agricultural and Food Science* 16: 387 - 406.

Rasa, K., Pennanen, T., Peltoniemi, K., Velmala, S., Fritze, H., Kaseva, J., Joonas, J. & Uusitalo, R. 2020. Pulp and paper mill sludge decrease soil erodibility. *Journal of Environmental Quality*.
<https://doi.org/10.1002/jeq2.20170>

Soinne, H., Hyväluoma, J., Ketoja, E. & Turtola, E. 2016. Relative importance of organic carbon, land use and moisture conditions for the aggregate stability of post-glacial clay soils. *Soil Tillage Research* 158, 1-9

Särkelä, A., Lahti, K., Vahtera, H., Penttilä, S. & Ahtela, I. 2006. Automaattinen veden laadun seuranta avuksi hajakuormituksen arviointiin- testausta peltovaltaisen valuma-alueen joessa ja ojassa. *Vesitalous* 4/2006, 20 - 25.

Uusitalo, R., Lemola, R. & Turtola, E. 2018. Surface and Subsurface Phosphorus Discharge from a Clay Soil in a Nine-Year Study Comparing No-Till and Plowing. *Journal of Environmental Quality* 47:6: 1478-1486.

Valkama, P. 2006. Kokemuksia ja tuloksia automaattisesta vedenlaadun seurannasta Vantaanjoen valuma-alueella. (Julkaisematon, toimitettu rahoittajalle (Uudenmaan ELY-keskus).

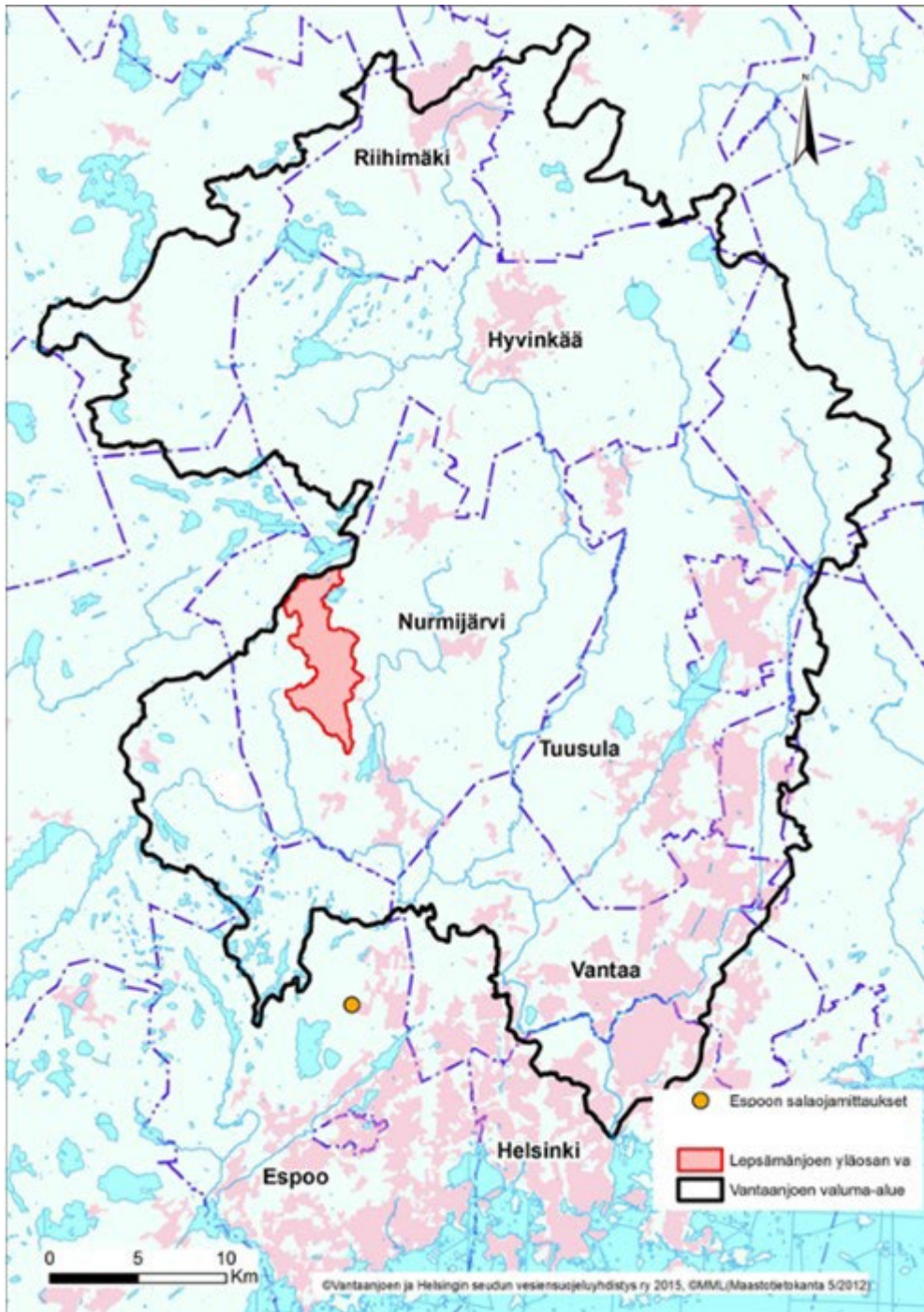
Valkama, P. 2015. Automaattisen veden laadun seurannan soveltuvuus maatalouden vesistökuormituksen mittaamiseen. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen raportti 4/2015.

Valkama, P. 2018. Lepsämänjoen, Sipoonjoen ja Taasianjoen automaattiseuranta 2017–2018. [Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen raportti 22/2018](#).

Valkama, P. & Luodeslampi, P. 2020. Rakennekalkki ja ravinnekuitu – vaikutukset maatalouden vesiensuojelutoimina. RAKUVE-hankkeen loppuraportti. [Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen raportti 21/2020](#).

Vantaanjoen kipsihanke. 2020. Ekholm, P., Hyrsky, M., Oksanen, A., Porvari, M., Saarentaus, A., Salmiovirta, M. & Valkama, P. Vantaanjoen kipsihanke. Loppuraportti. Projektinumero OH350-543200-03. 37 s.
https://johnnurmisenfaatia.fi/wp-content/uploads/2020/12/vantaanjoen-kipsihanke-loppuraportti_15.12.20.pdf

Liite 1. Espoon tutkimuslohkojen ja Lepsämänjoen yläosan seuranta-alueen sijainnit.



Kipsi ja ravinnekuitu maatalouden vesiensuojelukeinoina -KK2-hankkeen loppuraportti

Maanparannusaineiden avulla on mahdollista parantaa peltomaan rakennetta ja eroosionkestävyyttä ja siten vähentää maa-aineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoutumista pelloilta vesistöihin. Maa- ja metsätalousministeriön ja Pohjanmaan ELY-keskuksen rahoittamassa hankkeessa tutkittiin pellolle levitetyn kalkkistabiloidun ravinnekuidun vaikutuksia salojien kautta syntyvään kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumaan sekä kipsin vaikutuksia kiintoaine- ja fosforihuhtoumaan valuma-alueella.



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry
Ratamestarinkatu 7 b, 00520 Helsinki
vhvsy@vantaanjoki.fi
www.vantaanjoki.fi

