

Kyrönjoen valuma-alueen humuskuorma ja siihen vaikuttavat tekijät - veden hankinnan haasteita



Kuva: Pilvilampi (Vaasan Vesi).

Kimmo Tolonen¹, Esa Koskenniemi², Anna Bonde², Jonna Koivunen², Helena Kyröläinen², Kari Saari², Anssi Teppo²

1 Jyväskylän yliopisto

2 Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Sisältö

1.	Johdanto ja selvityksen tarkoitus	3
2.	Yleisiä näkökulmia	3
3.	Kyrönjoki ja sen valuma-alue.....	4
A.	Yleiskuvaus	4
B.	Ilmasto	4
C.	Kyrönjoen alaosan virtaama	9
D.	Maankäyttö	11
4.	Vedenlaatu	16
A.	Vedenlaatu suhteessa maankäyttömuuttujiin	16
B.	Sateen vaikutus vedenlaatuun (kemiallinen hapenkulutus ja kiintoainepitoisuus)	19
C.	Vedenlaadun vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Kyrönjoen alajuoksulla.....	20
D.	Syksyn 2013 monitorointi.....	27
5.	Tulosten päätelmät.....	33
Ilmasto	33	
Virtaamat.....	33	
Maankäyttö ja vedenlaatu - yleistä	33	
Maankäyttö ja joen vedenlaatu.....	34	
Sateet ja vedenlaatu	34	
Vedenlaadun vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Kyrönjoen alajuoksulla.....	34	
Täsmäseuranta	35	
6.	Johtopäätökset ja tarve jatkoselvityksiin	35
7.	Yhteenveto	36
8.	Sammanfattning	37
9.	Lähdeluettelo.....	38
10.	Kiitokset	39

1. Johdanto ja selvityksen tarkoitus

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Kyrönjoen vedenlaatua, sen ajallista vaihtelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Taustalla oli viime vuosina havaittu alueen vesistöjen vedenlaadun heikkeneminen – erityisesti orgaanisen kuorman kasvua kuvaavien vedenlaatutekijöiden osalta. Tässä selvityksessä keskityttiin erityisesti Vaasan kaupungin vedenhankintaan liittyviin haasteisiin, koska Kyrönjoen veden käsittely raakavedestä talousvedeksi ja siihen liittyvät kustannukset ovat aivan viime vuosina selvästi kasvaneet.

ELY-viranomaisen näkökulmasta kiinnostus ja huoli Kyrönjoesta liittyy mm. vesienhoidon ja sen toimenpideohjelmien toteuttamiseen ekologisen tilan parantamiseksi sekä yleiseen vastuuseen vesiemme tilasta ja valuma-alueen eri ympäristöhankkeiden ohjaukseen mm. AVIn lupamenettelyjen kannalta.

Selvityksen kustannuksista ovat vastanneet Vaasan kaupungin vesihuollosta vastaavana toimijana Vaasan Vesi, vesienhoidon tavoitteita edistävä Kyrönjokirahasto (KJR) ja Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). Pääosa työstä taustaselvityksineen ja maastotöineen tehtiin syksyllä 2013. Selvitystä varten perustettiin ohjausryhmä, joka kokoontui syksyllä 4 kertaa (aloituskokous 21.8.2013, 2.10., 25.10. ja 2.12.2013 sekä 28.1.2014) ja lisäksi pidettiin useampia asiantuntijapalavereita. Ohjausryhmään ja asiantuntijatyöhön osallistuivat seuraavat henkilöt, ja he osallistuivat myös aktiivisesti raportin eri työvaiheisiin mukaan lukien johtopäätökset ja työn jatkosuunnittelu:

Koskeniemi Esa (pj, ELY); KJR: Eeva-Kaarina Aaltonen; Vaasan Vesi: Pertti Reinikainen, Per-Eric Lindh ja Johanna Nysten lisäksi ohjausryhmän kanssa toimivat yhteistyössä asiantuntijajäsenet:

ELY: Antti Hakola, Tuuli Saari, Liisa Maria Rautio

Jyväskylän Yliopisto: Heikki Hämäläinen, Kimmo T. Tolonen

Huomattakoon, että selvityksen johtopäätökset ovat vasta alustavia, ja useita kysymyksiä on edelleen osin vastaamatta. Siksi tarvitaan toki jatkoselvityksiä monien tämän selvityksen antamien syy-seuraussuhteiden ja johtopäätösten varmentamiseksi. Emme ole myöskään näin tiukan aikataulun puitteissa lähteneet vielä laajan kirjallisuus- ja muun taustatiedon esittämiseen tämän raportin yhteydessä.

2. Yleisiä näkökulmia

Muutamia näkökohtia kannattaa tarkastella ao. selvityksen kannalta.

a. Ilmiön laajuus. Vastaavia vedenlaadun muutoksia ja sen mukanaan tuomia ongelmia alueella oli todettu mm. Pietarsaaren alueella vedenotossa. Edelleen alustavat selvitykset sisämaan järvistä (Lesti-, Lappa- ja Ähtärinjärvi sekä Keski-Suomen Kivijärvi) osoittivat mm. veden näkösyvyysarvojen (lasku) ja orgaanisen aineen pitoisuuksien, kuten väri- ja COD-arvojen (kasvu) muutoksia. Syitä näihin muutoksiin voidaan hakea niin säävaihteluista (ääri-ilmiöt, pitkäaikaismuutokset) kuin ihmistoiminnan suorista vaikutuksista (kuormitus, rakenteet). Joka tapauksessa syiden tarkempi ja laajempi selvittäminen on tärkeää, ja luotettavan kuvan saamiseksi edellyttää kontrolli- ja vaikutusalue-tarkastelua sekä mahdollista ajallisen muutoksen tarkastelua perustuen 'ennen' – 'jälkeen' – tilanteen arviointiin eli ns. BACI-lähestymistapaa.

b. Maan käytön muutokset. Yleisesti ottaen maan käyttö muuttuu varsin hitaasti vuosikymmenten aikana (esim. peltopinta-alan muutokset, kuivatusojitetut ja hakatut maa-alueet) (kuvat 10-12, taulukko 2). Uusina ilmiöinä valuma-alueella on ollut erityisesti muutokset turvetuotannon, ja aivan viime vuosikymmenenä pellonraivausalan kasvun (mm. lannanlevitysalueina) osalta. Jatkossa pitäisi kiinnittää enemmän huomiota eri maankäyttömuotojen käyttövaiheisiin (perustamisvaihe, käyttövaihe, siirtymä- ja lopetusvaihe takaisin muihin käyttömuotoihin).

c. Olemassa olevat tiedot ja niiden saatavuus. Eri tietolähteiden ja -rekistereiden tehokkaampi käyttö ja tulkinta pitkäaikaisten aikasarjojen ja laajempien alueiden vertailussa on tärkeää selvityksen peruskysymyksen ratkaisemiseksi. Tämän selvityksen eräänä tarkoituksena oli myös pyrkiä ottamaan tietokannoista enemmän irti ja yhdistämään niitä tehokkaasti, jotta saataisiin parempi kuva vedenlaadun muutoksista ja niihin vaikuttaneista syistä.

d. Veden käyttömuoto. Selvityksen keskeinen päämäärä oli tarkastella vedenlaatua erityisesti raakaveden oton ja jatkokäsittelyn kannalta. Tämä vaikuttaa tietysti mm. siihen, mitä vedenlaatumuuttujia erityisesti on syytä tarkastella. Raakaveden otossa orgaanisten aineiden määrä haittaa veden käsittelyä ja aiheuttaa lisäkustannuksia sekä vaatii uusia teknisiä ratkaisuja. Toisaalta on muitakin haasteita, esim. Kyrönjoen veden ajoittainen voimakas happamuus johtaa seurannaisilmiöihin, kuten korkeisiin metallipitoisuuksiin vedessä.

e. Yleinen vesipolitiikka. Erityisesti vesienhoitosuunnitelma ja sen toimenpideohjelmat on syytä tarkastella huolellisesti sekä syiden (kohdat a ja b) että kustannustehokkaiden ja vaikuttavien toimenpiteiden kannalta.

3. Kyrönjoki ja sen valuma-alue

A. Yleiskuvaus

Kyrönjoki on monin tavoin erittäin paljon tutkittu virtavesijärjestelmä niin itse joen kuin sen valuma-alueenkin osalta, ja uusimpia yleiskuvauksia voi hakea mm. alueen vesienhoitosuunnitelmasta ja joen [toimenpideohjelmasta](#), mikä ulottuu vuoteen 2015. Toimenpideohjelmassa on erittäin laajasti kuvattu valuma-alueen luonnontaloutta, ihmisvaikutusta ja hyvään ekologiseen tilaan tähtääviä toimenpiteitä. Uutta toimenpideohjelmaa valmistellaan parhaillaan suunnittelukautta 2016-2021 varten. [Vaasan Veden](#) viimeaikaisia haasteita vesihuollossa ovat olleet erityisesti käsittelykemikaalien käytön lisääntymisestä johtuneet kustannukset ja toimet uusiin teknisiin ratkaisuihin veden siirrossa Kyrönjoesta kohti raakaveden jatkokäsittelyä.

B. Ilmasto

Aineisto ja menetelmät

Kyrönjoen valuma-alueen sääolosuhteiden vaihtelua ja ilmaston pitkäaikaismuutoksia (1959-2013) tarkasteltiin hyödyntäen neljältä sääasemalta kerättyjä Ilmatieteenlaitoksen tietokannasta tulostettuja aikasarja-aineistoja (Taulukko 1). Lämpötila-aineistoja hyödyntävät tarkastelut perustuivat Seinäjoen aseman säätietoihin. Sademäärän pitkäaikaismuutoksen tarkastelut perustuivat neljän sääaseman keskiarvoihin. Vedenlaadun ja sademäärän välisten suhteiden selvittämisessä hyödynnettiin lähimmän sääaseman tietoja tai yläpuolisella valuma-alueella sijaitsevia sääasemia.

Esimerkiksi Kyröjoen alajuoksulla sijaitsevan Skatilan näytepisteen vedenlaadun suhdetta sademäärään tarkasteltaessa hyödynnettiin kaikkien neljän valuma-alueella sijaitsevan sääaseman sademäärätietoja. Sateet voivat olla alueellisesti hyvin epätasaisesti jakautuneita, joten tässä selvityksessä käytetyn mittausasemaverkon alueellinen kattavuus saattaa olla liian harva. Liian harvassa mittauspisteverkostossa osa rankkasateista saattaa jäädä havaitsematta niiden esiintyessä mittauspisteiden välillä. Edelleen sateiden intensiteetti ('rankkaisuus') saattaa olla tarkastelujaksolla muuttunut, mutta tämän aineiston tilastollinen kattavuus ei välttämättä riitä pitkälle vietyjen päätelmien tekemiseen.

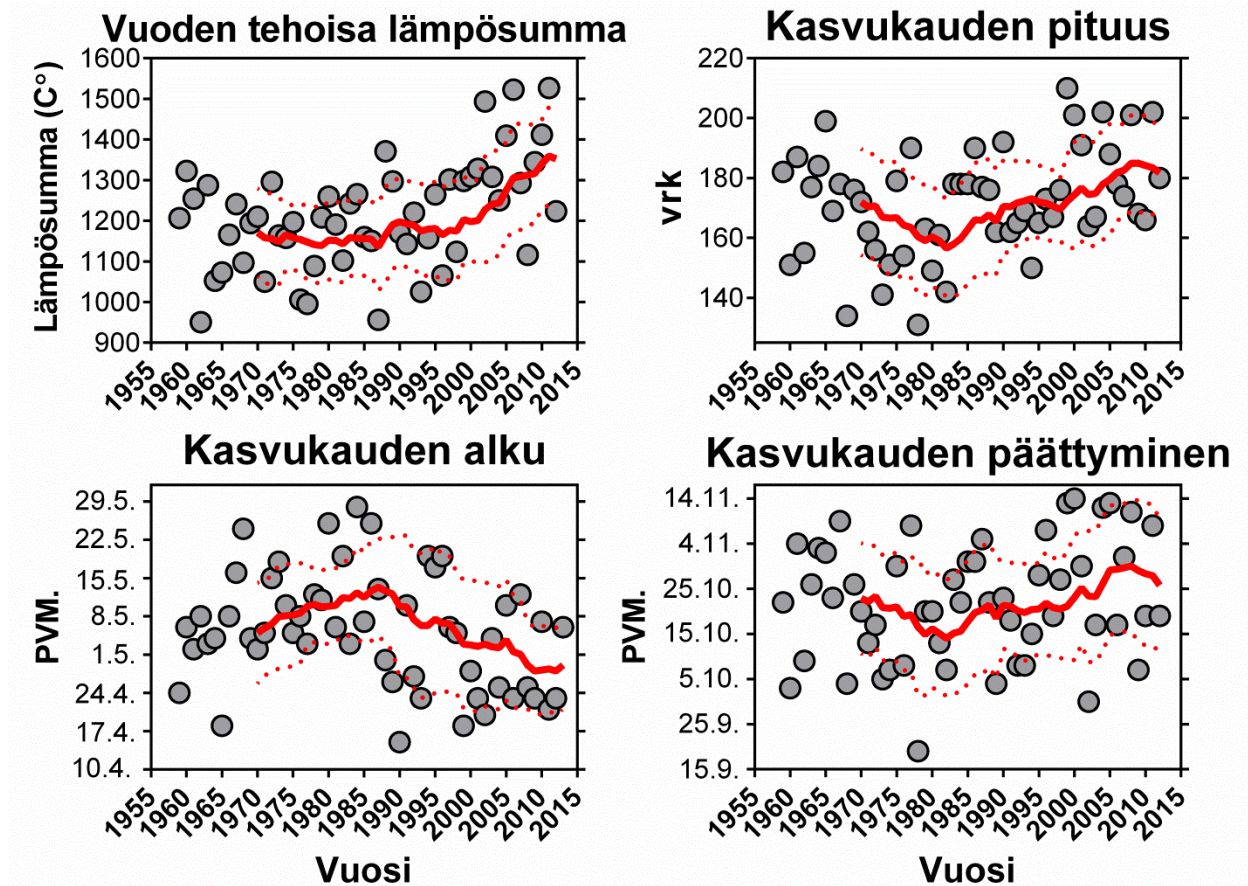
Taulukko 1. Ilmastotarkastelussa hyödynnetyt Kyrönjoen valuma-alueella sijaitsevat sääasemat, asemilta mitatut muuttujat ja aineiston ajallinen kattavuus.

Asema	Mitatut muuttujat	Ajanjakso
Mustasaari, Riimala	Sademäärä (mm vrk^{-1}), lumensyvyys (cm)	1969-2013
Seinäjoen (Ylistaro), Pelmaa	Vuorokauden keskilämpötila ($^{\circ}\text{C}$), vuorokauden minimi ja maksimilämpötila ($^{\circ}\text{C}$), sademäärä	1959-2013
Kauhajoki, kaupunki	Sademäärä (mm vrk^{-1}), lumensyvyys (cm)	1965-2013
Jalasjärvi, Hirvijärvi	Sademäärä (mm vrk^{-1}), lumensyvyys (cm)	1970-2013

Lämpötila- ja sademäärämuuttujien lisäksi Seinäjoen aseman sääaineistosta laskettiin termisen kasvukauden pituus ja vuoden tehoisa lämpösumma. Terminen kasvukausi katsottiin alkaneeksi lumen sullettua ja vuorokauden keskilämpötilan ylittäessä $+5^{\circ}\text{C}$ viitenä peräkkäisenä vuorokautena. Kasvukauden katsottiin päättyneen, kun vuorokauden keskilämpötila laski $+5^{\circ}\text{C}$ alapuolelle 5-10 päivänä peräkkäin tai yölämpötilat olivat $< -10^{\circ}\text{C}$ useita öitä peräkkäin tai kun lumentulo katkaisi kasvukauden. Vuoden tehoisa lämpösumma laskettiin $+5^{\circ}\text{C}$ ylittävien vuorokausien keskilämpötilojen summana.

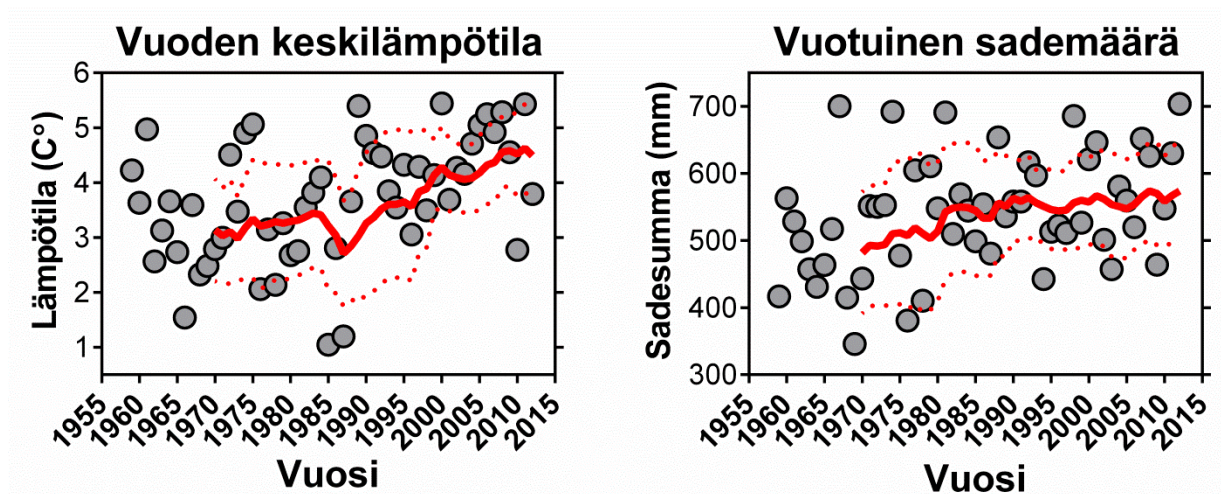
Tulokset ja tulosten tarkastelu

Seinäjoen sääaseman aineiston perusteella kasvukauden pituus ja vuoden tehoisa lämpösumma ovat kasvaneet viimeisen 10-15 vuoden aikana (Kuva 1). Vuoden tehoisa lämpösumma on kasvanut lähes 200 asteella viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kasvukauden pituus on kasvanut erityisesti kevästä eikä lyhyen kasvukauden vuosia (<160 päivää) ole esiintynyt yli 15 vuoteen.



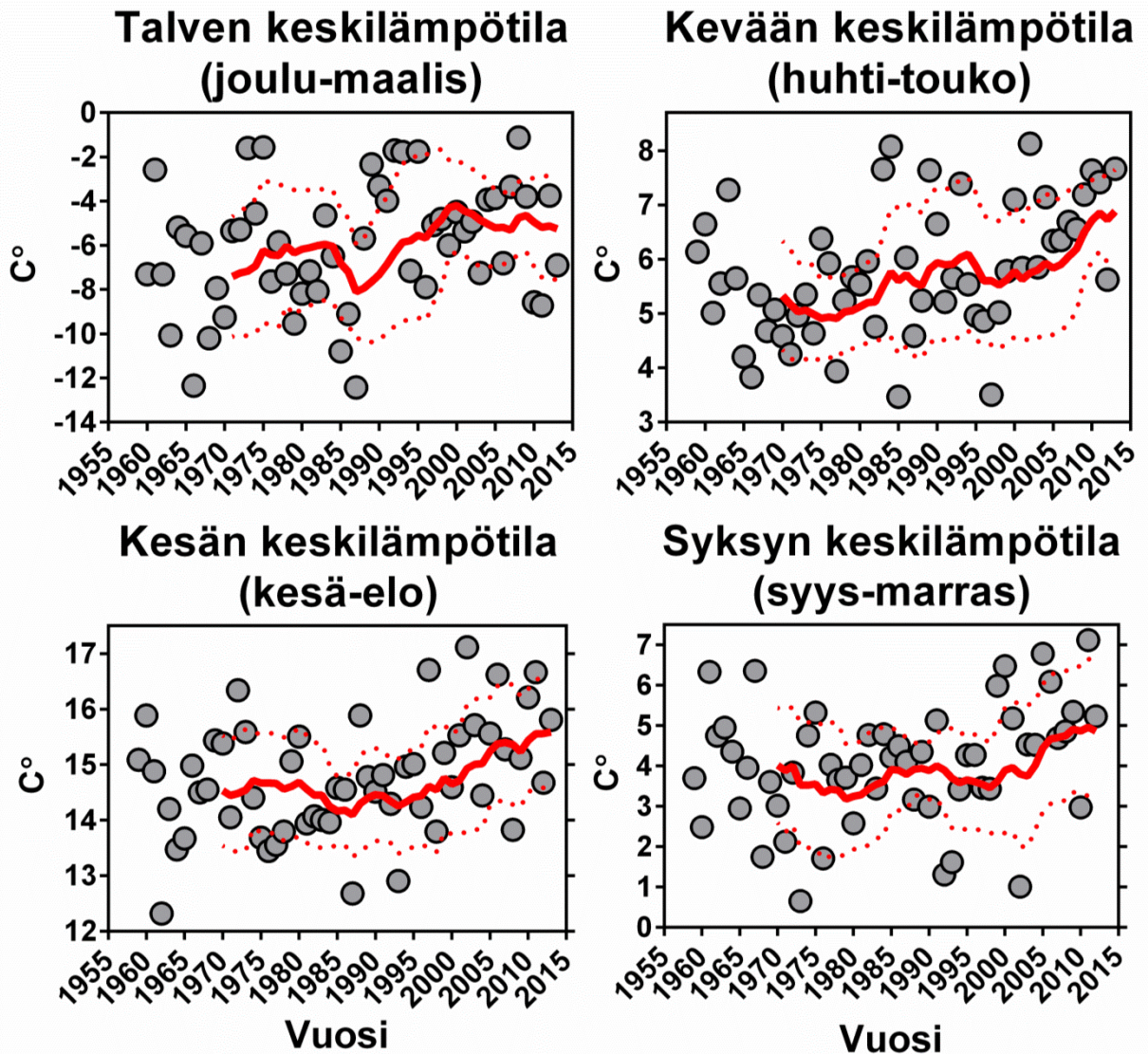
Kuva 1. Vuoden tehoisa lämpösumma ($^{\circ}\text{C}$), kasvukauden pituus (vrk), kasvukauden alku- ja loppupäivämäärä Seinäjoella vuosina 1959-2013. Muuttujien ajallista muutosta kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva).

Vuoden keskilämpötila on kasvanut 1990-luvun alusta lähtien ja on viimeisen vuosikymmenen aikana ollut noin 1,5 astetta korkeampi verrattuna aikaan ennen vuotta 1990 (Kuva 2). Vuotuinen sademäärä kasvoi Kyröjoen valuma-alueella 1960-1970-luvulta 1980 luvun alkuun asti, jonka jälkeen vuotuisessa sadesummassa ei ole havaittavissa trendimäisiä muutoksia



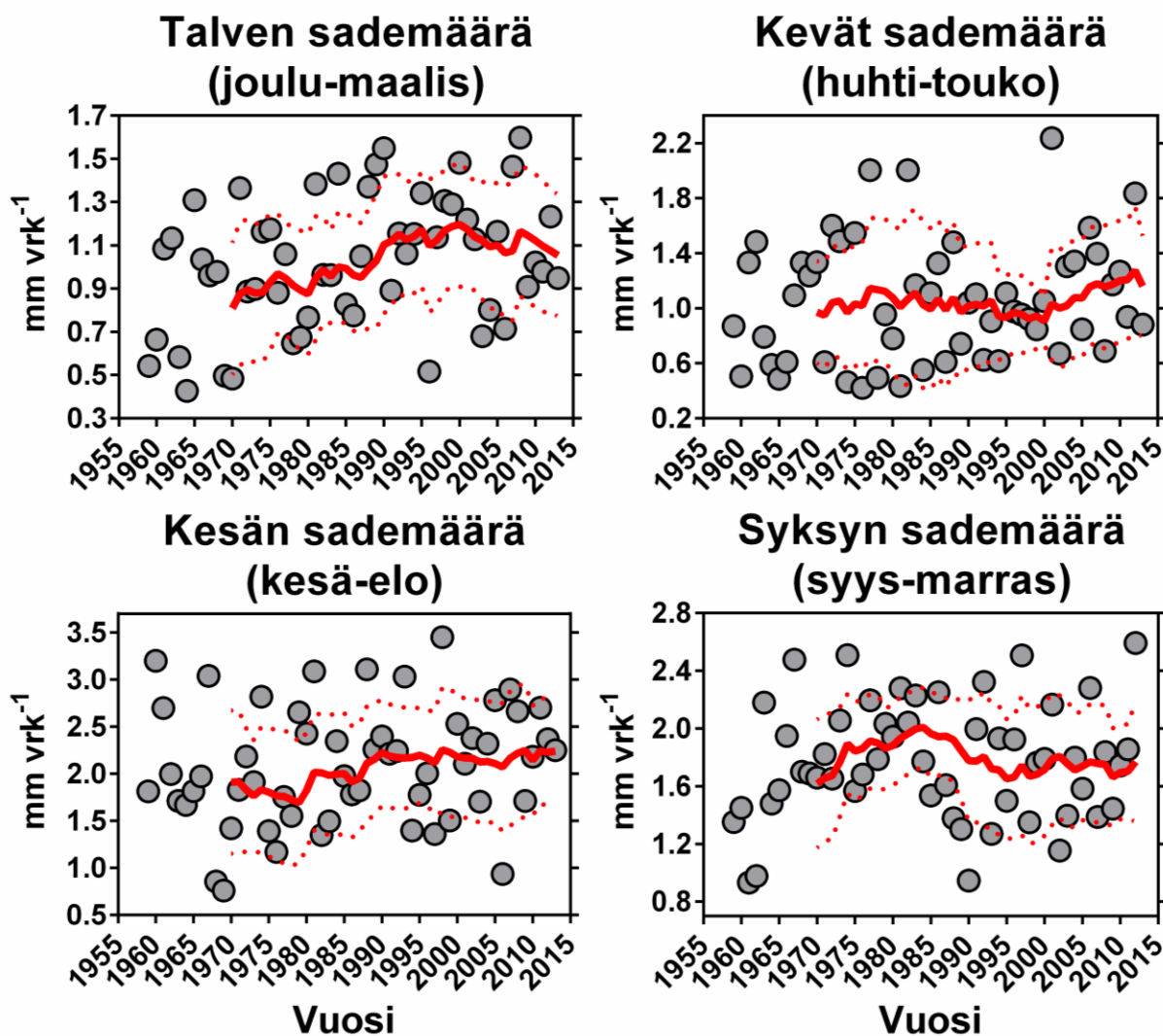
Kuva 2. Vuoden keskilämpötila ($^{\circ}\text{C}$) ja vuotuinen sademäärä (mm vuosi^{-1}) 1959-2013. Muuttujien ajallista muutosta kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva).

Talven (joulu-maaliskuu) keskilämpötila Seinäjoella on kohonnut 1990-luvulta alkaen aiempaan ajanjaksoon 1959-1989 verrattuna noin 1,5 asteella (Kuva 3). Hajonta talviajan lämpötiloissa on pienentynyt eikä kovia pakkastalvia keskilämpötila $\leq -10\text{ C}^\circ$ ole esiintynyt viimeisen 25 vuoden aikana. Kevään (huhti-toukokuu) keskilämpötila on kohonnut voimakkaasti erityisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kesät (kesä-elokuu) ovat 2000-luvulla lämmenneet noin asteella aiempaan ajanjaksoon verrattuna. Myös syksyn (syys-marraskuu) keskilämpötilat ovat olleet vuosituhannen alussa noin asteen aiempaa korkeampia.



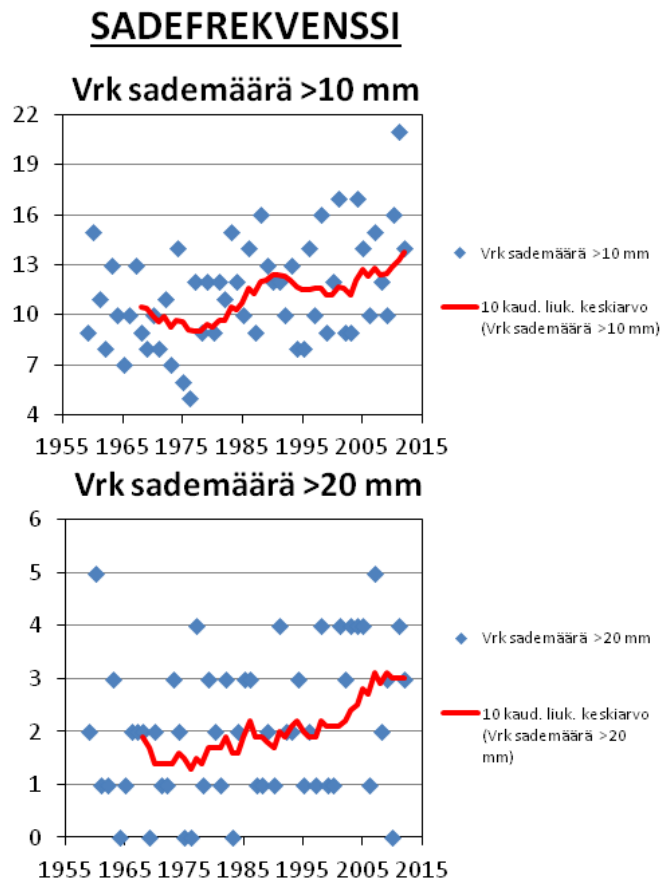
Kuva 3. Vuodenaikojen keskilämpötilat Seinäjoella vuosina 1959-2013. Ajallista muutoksen trendiä kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva).

Talviaikaiset (joulu-maaliskuu) sademäärät Kyrönjoen valuma-alueella kasvoivat 1990-luvun aikana verrattuna aiempaan ajanjaksoon (Kuva 4). 1990-luvun puolenvälin jälkeen talvisateiden määrä on suuresta vuosien välisestä vaihtelusta huolimatta pysynyt suurin piirtein samalla tasolla. Kevätsateiden (huhti-toukokuu) määrä on kasvanut hieman 2000-luvun aikana. Ero aiempaan ajanjaksoon on kuitenkin vähäinen. Kesän (kesä-elokuu) ja syksyn (syys-marraskuu) sademäärissä ei ole havaittavissa huomattavia muutoksia tarkasteltavan ajanjakson aikana.



Kuva 4. Vuodenaikojen keskimääräiset vuorokautiset sademäärät Seinäjoella vuosina 1959-2013. Ajallisen muutoksen trendiä kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva).

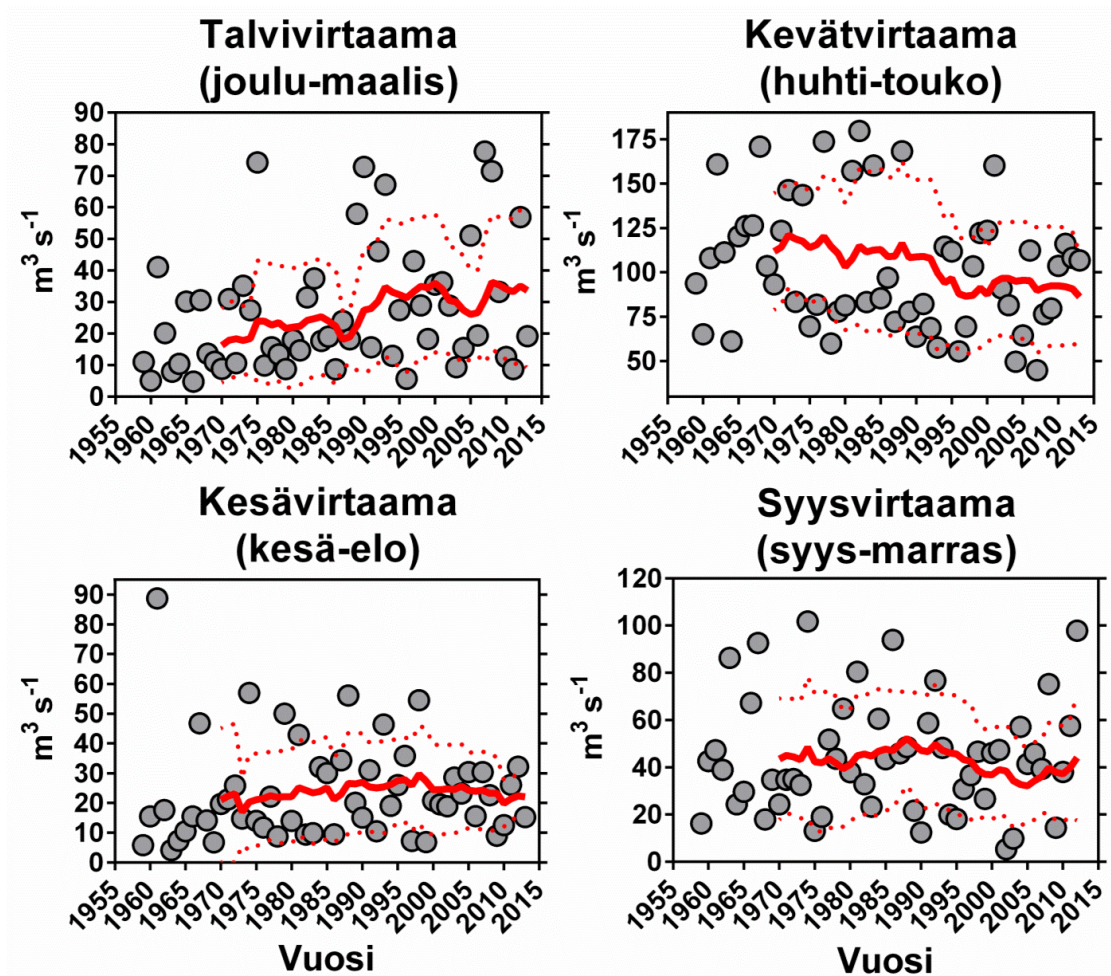
Vuositasolla runsassateisten päivien (≥ 10 mm vrk⁻¹ ja ≥ 20 mm vrk⁻¹) frekvenssi Seinäjoen sääasemalla kasvoi tutkimusajanjakson (1959-2012) aikana (Kuva 5).



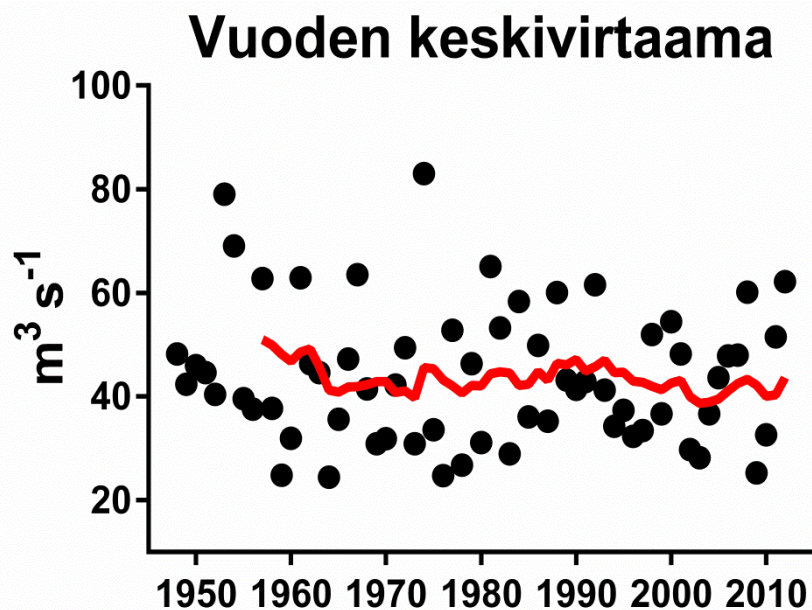
Kuva 5. Runsassateisten päivien (≥ 10 mm vrk⁻¹ ja ≥ 20 mm vrk⁻¹) vuosittainen esiintymistiheys Seinäjoen sääasemalla vuosina 1959-2012.

C. Kyrönjoen alaosan virtaama

Kultakin vuodelta on laskettu keskimääräiset vuodenaikaisvirtaamat kuukausien päivittäisvirtaamien keskiarvona (Kuva 6). Kyrönjoen alaosan talvivirtaamat (joulu-maaliskuu) ovat kasvaneet ja kevätvirtaamat vähentyneet 1980-luvulta lähtien. Vuosittaisissa keskivirtaamissa ei tarkasteluajanjaksolla ole havaittavissa trendimäisiä muutoksia (Kuva 7). Kyrönjoen ylivirtaamakausten vuotuinen ajoittuminen on varsin epäennustettavaa (Kuva 8). Kevättulvien lisäksi suuria virtaamalukemia mitataan usein syksyisin ja jopa keskitalvella.

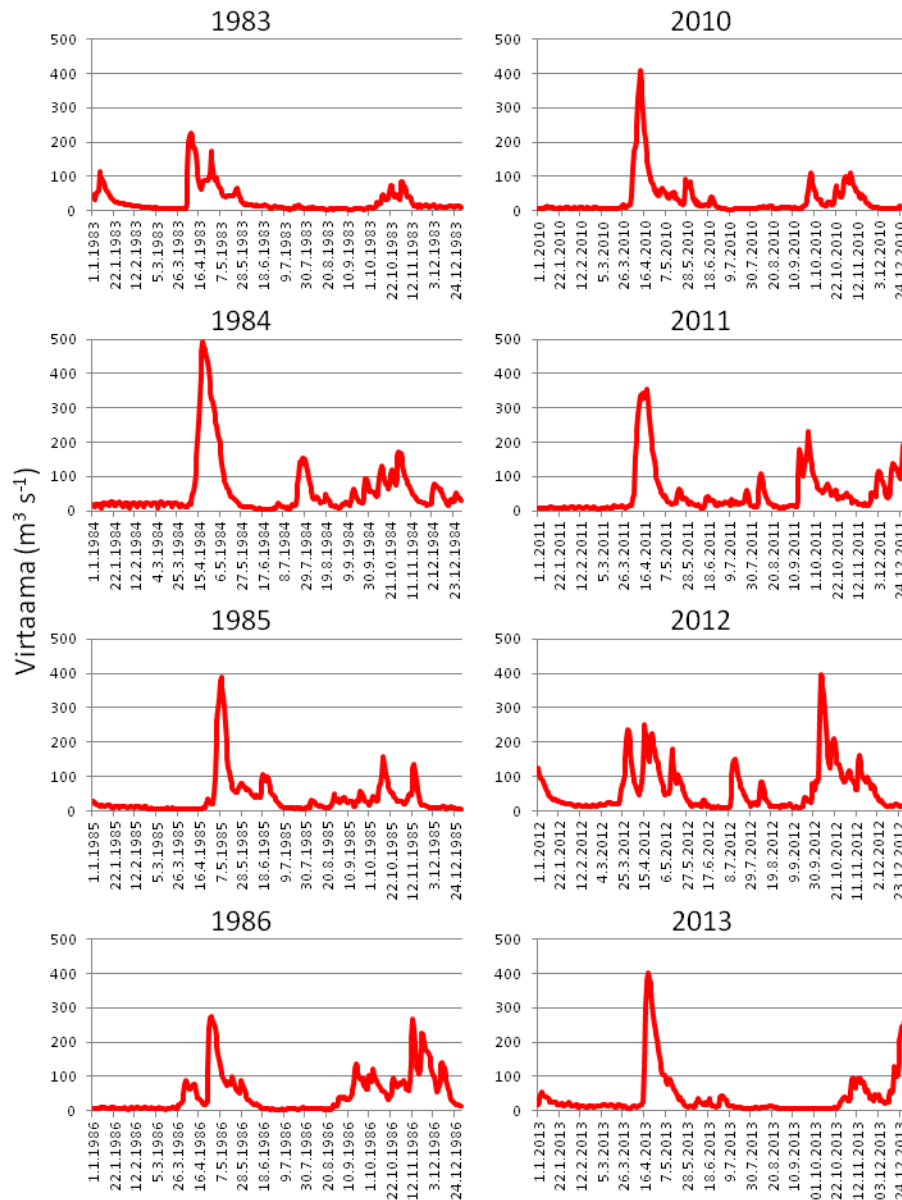


Kuva 6. Kyrönjoen alaosan virtaama Skatilan virtaamamittausasemalla vuosina 1959-2013. Ajallisen muutoksen trendiä kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva) ja kunkin vuodenajan keskimääräinen virtaama harmaalla ympyrällä.



Kuva 7. Kyrönjoen alaosan vuosittaiset keskivirtaamat Skatilan virtaamamittausasemalla vuosina 1948-2012. Ajallisen muutoksen trendiä kuvaava 12 vuoden liukuva keskiarvo on

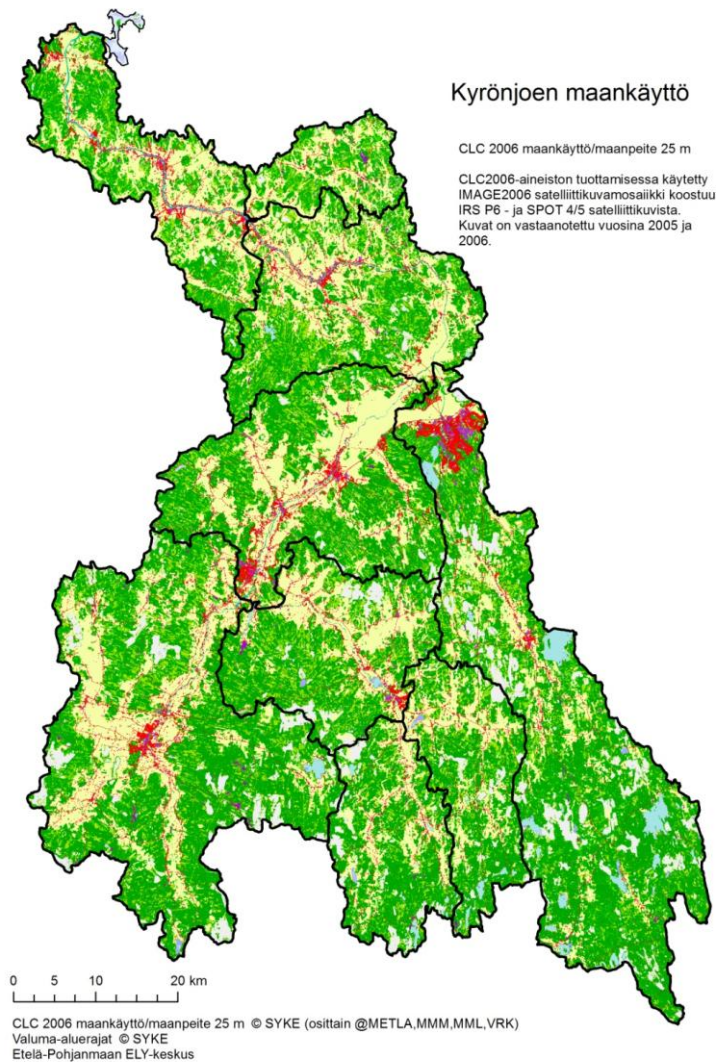
kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ja kunkin vuodenajan keskimääräinen virtaama mustalla symbolilla.



Kuva 8. Kyrönjoen virtaaman ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) vaihtelu Skatilan mittauspisteessä esimerkkipuosina 1983, 1984, 1985, 1986, 2010, 2011, 2012 ja 2013.

D. Maankäyttö

Maankäyttöä koskevat tiedot perustuvat sekä satelliittikuvien aineistoon ja sen tulkintaan (SYKE) että eri sektoreiden (turvetuotanto, maa- ja metsätalous) toimijatahoilta saatavaan aineistoon toimintojen muutoksista. Satelliittikuviin perustuva maankäyttöaineisto on lähes mahdoton saada pitkältä vuosikymmenien aikaväliltä vertailukelpoiseksi tekniikan kehitymisestä johtuen. Selvityksessä päädyttiin tältä osin käyttämään vain viimeisintä satelliittikuvista tulkittua maankäyttöaineistoa (2006) kuvaamaan sen suhdetta Kyrönjoen vedenlaatuun (2004-13 aineisto Hertta-tietokannasta) eri osavalmu-alueilla (kuvat 9-11). Kuvaan lisätään v. 1983 ja 2013 aineistot.



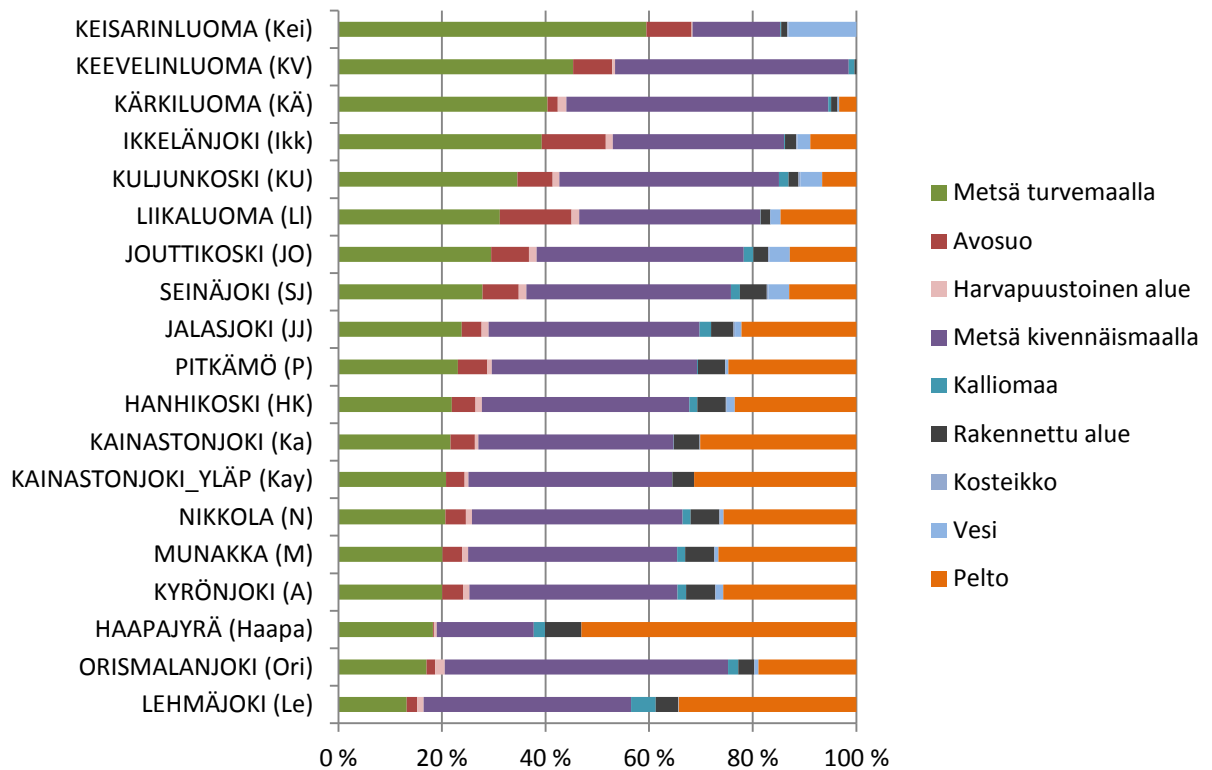
Kuva 9. Kyrönjoen maankäyttö. Maankäyttöaineisto Corine Landcover 2006 (CLC 2006).

Corine landcover 2006-aineiston perusteella laadittu maankäyttökartta (kuva 9) jakaantuu osa-valuma-alueisiin kuvan 11 mukaisesti. Osavaluma-alueet on valittu siten, että saatiin

- kokonaiskuva alueellisesta vaihtelusta,
- vedenlaaturekisteriaineistot (Hertta) kuvaamaan maankäytön ja vedenlaadun välisiä yhteyksiä valuma-alueen eri osissa sekä
- tarvittavat tiedot maankäytöstä syksyn 2013 vedenlaadun maastoaineiston keräämistä varten.

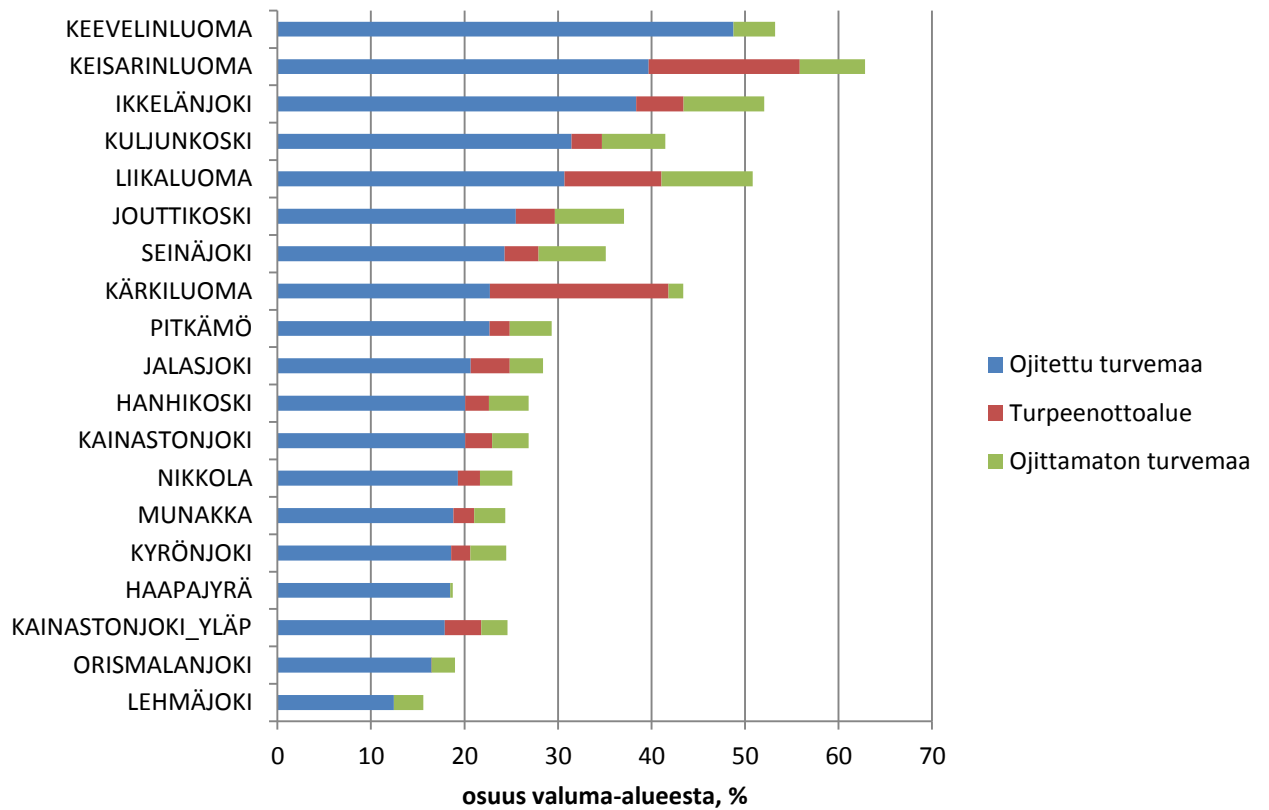


Kuva 10. Osavaluma-alueiden sijainti Kyrönjoen alueella (Nimet: kts. Liite 1).

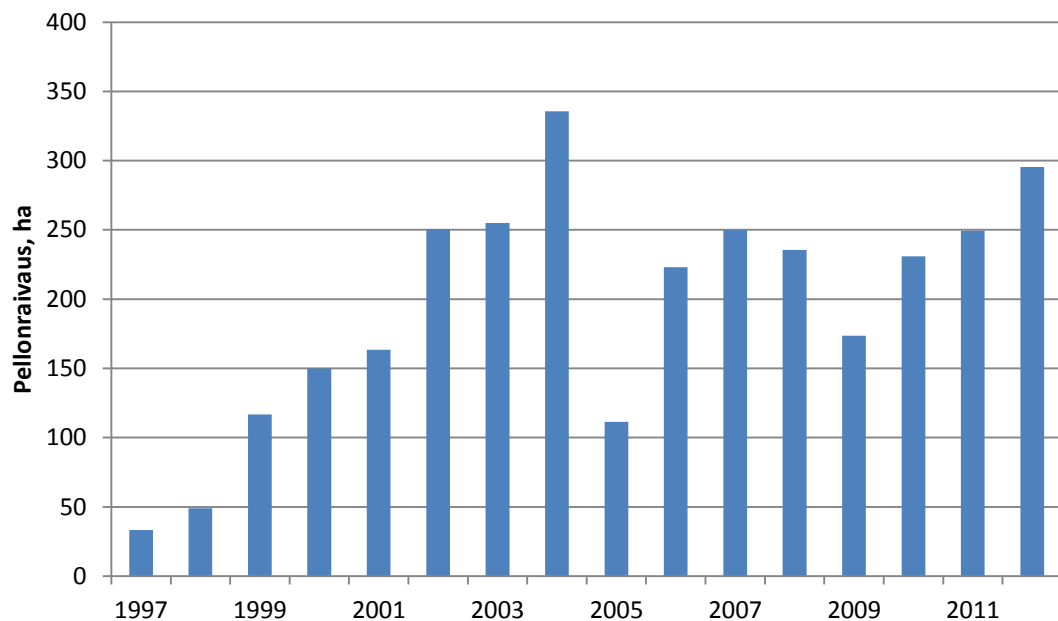


Kuva 11. Maankäytön jakaantuminen osavalue-alueilla. Osavalue-alueiden sijainti kuvassa 10.

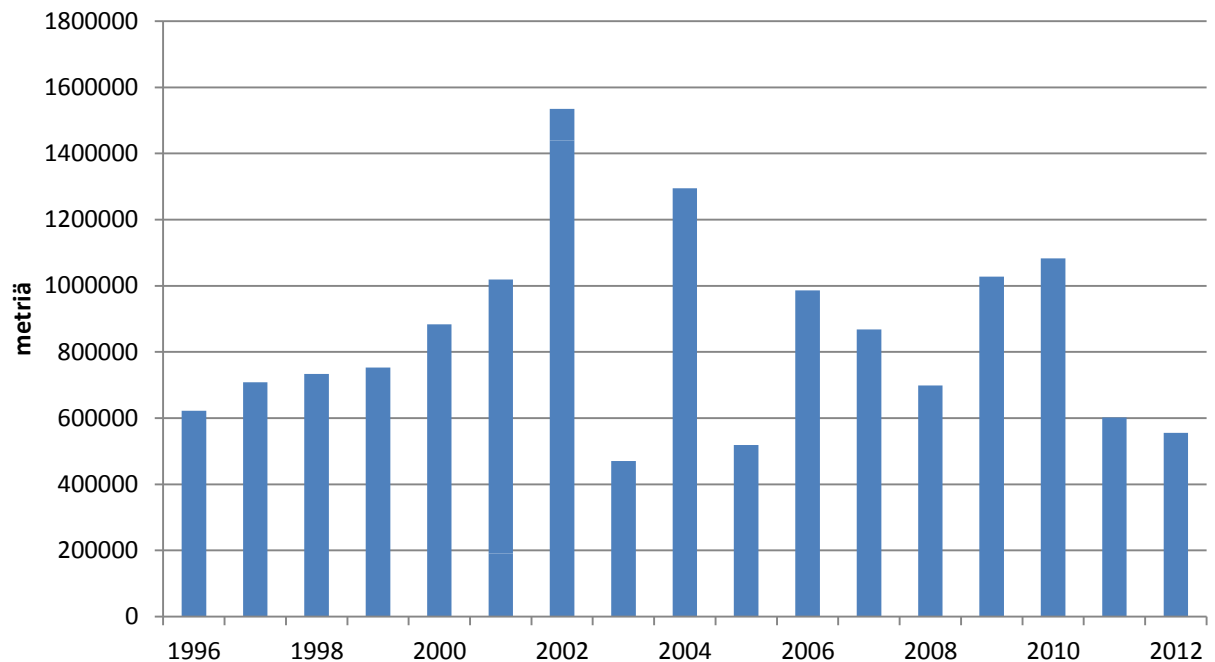
Maankäytön viimeaikaisia toimenpiteitä on esitetty kuvissa 12-14 ja taulukossa 2. Valuma-alueen turvemaista suurin osa on ojitettu, vaikka eroja eri osa-valuma-alueilla esiintyy (kuva 12). Myös turvetuotantoalueiden käyttövaiheen merkitys vesistökuormituksen kannalta on syytä huomioida (taulukko 2). Metsäojitustoimien toteutetun pinta-alan osalta vuosien välillä on vaihtelua, koska lakisääteinen tukimuoto on tarkastelukaudella vaihtunut. Ylipäätään ao. kuvista voidaan tehdä karkeita päätelmiä eri maankäyttömuotojen odotetusta merkityksestä eri osa-valuma-alueiden kuormituksessa.



Kuva 12. Turvemaan ojitustilanne osavaluma-alueilla. Soiden ojitustilanne-aineisto on tehty Maanmittauslaitoksen maastotietokannan (vuosi 2008) ja CORINE2006 maanpeiteaineistojen avulla (Suomen ympäristökeskus 2011).



Kuva 13. Pellonraivausmäärät Kyrönjoen kuntien alueella. Tiedot Suomen metsäkeskuksesta.



Kuva 14. Metsäojitukset Kyrönjoen kuntien alueella. Tiedot Suomen metsäkeskuksesta.

Taulukko 2. Turvetuotantoa Kyrönjoen valuma-alueella vuonna 2008.

TUOTANTOMUOTO	ha
Tuotantokunnossa, mutta ei tuotannossa	87
Kunnostusvaiheessa	642
Jälkikäytössä	1111
Poistunut tuotannosta	1191
Valmistelematon	434
Tuotannossa	6742
Käytetty pinta-ala, yhteensä	10206

4. Vedenlaatu

A. Vedenlaatu suhteessa maankäyttömuuttujiin

Vedenlaatuaineisto käsitti kokonaisuudessaan 10 876 näytettä, joiden jakautuminen eri osa-valuma-alueille on esitetty liitteessä 1. Kunkin osa-valuma-alueen alaosassa sijaitsevien näytepisteiden tietojen katsottiin kuvaavan koko yläpuolista kuormitusta. Edelleen, läheisten näytepisteiden tietoja yhdistettiin mahdollisuuksien mukaan asiantuntija-arvion perusteella. Näin saatiin mahdollisimman suuri aineisto jatkokäsittelyä varten.

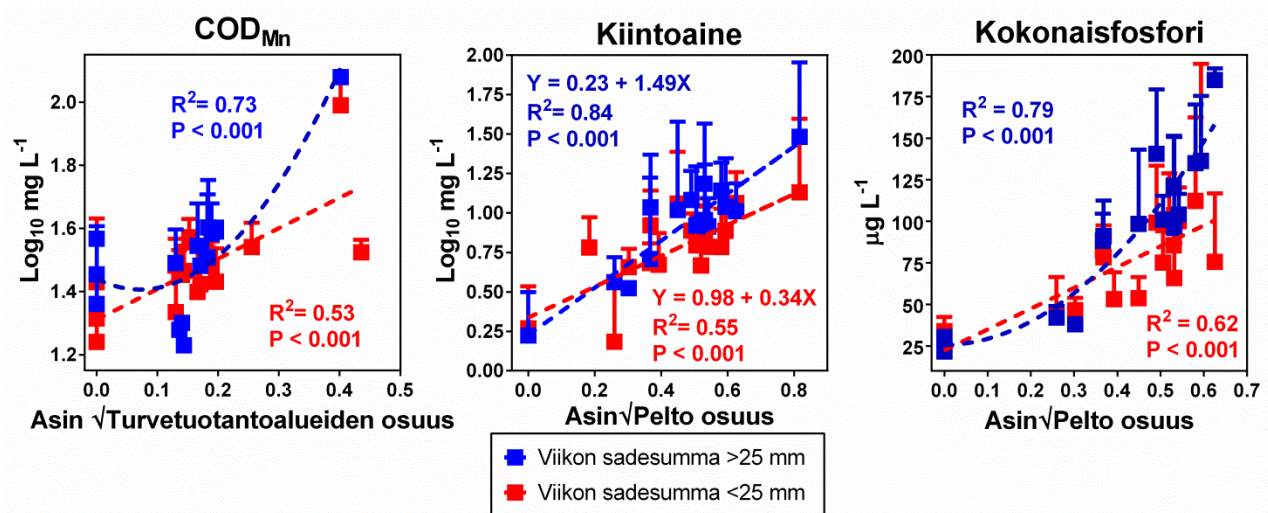
Eri maankäyttömuodoista vain turvetuotannon suhteellisen pinta-alaosuuden suhde veden kemialliseen hapenkulutukseen (COD_{Mn}) oli tilastollisesti merkitsevä. Kemiallinen hapenkulutus korreloi positiivisesti valuma-alueen turvetuotantopinta-alan kanssa (Taulukko 3, Kuva 15). Sateisena aikana (Viikon sadesumma >25 mm) havaittiin myös hapenkulutuksen ja ojitetun turvemaan osuuden välillä positiivinen yhteys ($R_s = 0.50$, Taulukko 3) vaikkei tämä korrelaatio ollutkaan tilastollisesti aivan merkitsevä ($P = 0.069$). Veden kiintoaine- ja fosforipitoisuus korreloivat positiivisesti valuma-alueen suhteellisen peltopinta-alan kanssa (Taulukot 3 ja 4, Kuva 15). Orgaanisen aineksen, kiintoaineen ja fosforin pitoisuudet olivat myös suurempia sateisina ajankohtina (Viikon sadesumma >25 mm) vähäsateisempiin verrattuna (Kuva 15).

Taulukko 3. Maankäyttöluokkien suhteellisten pinta-alojen (% valuma-alueesta) ja vedenlaatumuuttujien väliset korrelaatiot (Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin) Kyrönjoen 19 vedenlaatureurantapaikalla kesä-lokakuussa 2004-2013 viikon sadesumman ollessa <25 mm. Tilastollisesti merkitsevät ($\alpha = 0.05$) korrelaatiokertoimet on lihavoitu. TM = turvemaa.

	Avosuo	Harva- puustoinen	Kallio- maa	Kiven- näismaa	Kosteik- ko	Pelto	Raken- nettu	TM ojitta- maton	TM ojitettu	Turve- tuotanto	Vesi	COD _{Mn}	Kiinto- aine	TP	pH
Avosuo	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harvapuustoinen	-0.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kallioma	-0.45	0.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kivennäismaa	-0.35	0.38	0.40	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kosteikko	0.48	0.24	0.21	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pelto	-0.61	-0.29	0.16	-0.24	-0.39	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rakennettu	-0.47	-0.18	0.31	-0.10	0.04	0.77	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
TM ojittamaton	0.98	0.01	-0.33	-0.38	0.61	-0.61	-0.43	1.00	-	-	-	-	-	-	-
TM ojitettu	0.66	-0.04	-0.23	-0.14	0.32	-0.82	-0.60	0.64	1.00	-	-	-	-	-	-
Turvetuotanto	0.42	0.36	-0.46	-0.23	0.38	-0.52	-0.49	0.44	0.46	1.00	-	-	-	-	-
Vesi	0.58	0.42	0.06	-0.12	0.85	-0.55	-0.22	0.71	0.37	0.54	1.00	-	-	-	-
COD _{Mn}	0.05	0.16	-0.36	-0.22	0.03	-0.03	-0.19	0.08	-0.13	0.61	0.21	1.00	-	-	-
Kiintoaine	-0.74	0.01	0.44	-0.11	-0.27	0.66	0.56	-0.69	-0.69	-0.35	-0.30	0.09	1.00	-	-
TP	-0.42	-0.17	-0.04	-0.14	-0.05	0.79	0.69	-0.42	-0.63	-0.12	-0.38	0.13	0.45	1.00	-
pH	-0.03	-0.08	-0.34	0.09	0.16	0.27	0.37	-0.07	-0.22	0.13	-0.17	-0.08	-0.20	0.74	1.00
Väri	0.08	0.62	0.06	0.17	0.20	-0.32	-0.43	0.12	0.09	0.61	0.46	0.51	-0.07	-0.15	-0.19

Taulukko 4. Maankäyttöluokkien suhteellisten pinta-alojen (% valuma-alueesta) ja vedenlaatuomuuksien väliset korrelaatiot (Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin) Kyrönjoen 19 vedenlaatu seuranta paikalla kesä-lokakuussa 2004-2013 viikon sadesumman ollessa >25 mm. Tilastollisesti merkitsevät ($\alpha = 0.05$) korrelaatiokertoimet on lihavoitu.

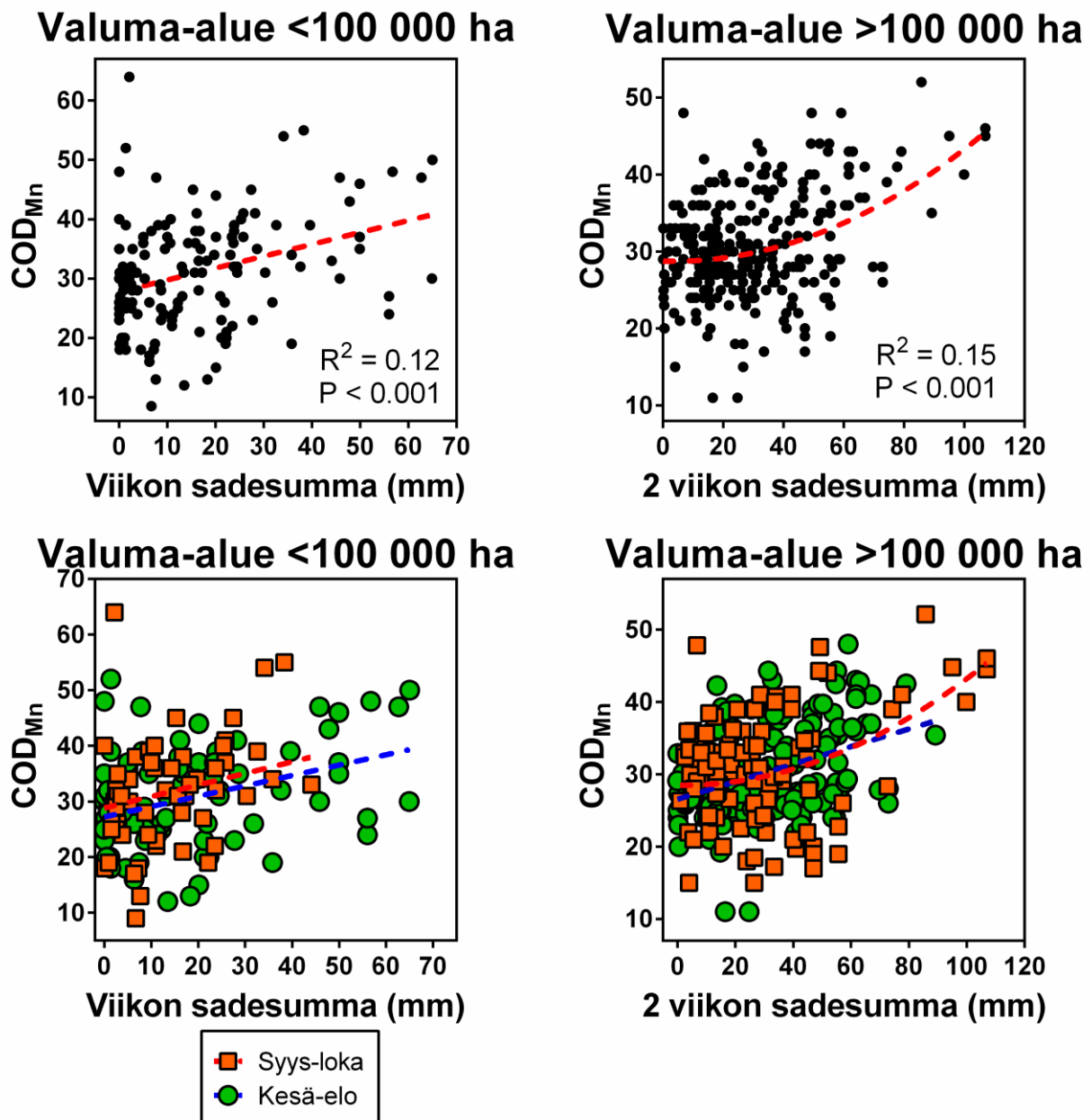
	COD_{Mn}	Kiintoain	TP	pH	Väri
Avosuo	0.34	-0.68	-0.81	-0.24	0.09
Harvapuustoinen	-0.12	-0.10	0.03	0.27	0.60
Kalliomaa	0.11	0.16	0.21	-0.01	0.52
Kivennäismaa	-0.20	-0.22	0.00	0.36	-0.01
Kosteikko	0.09	-0.33	-0.37	0.22	0.40
Pelto	-0.43	0.64	0.89	0.31	-0.16
Rakennettu	-0.68	0.58	0.59	0.59	-0.39
Turvemaa	0.36	-0.68	-0.76	-0.20	0.26
Turvemaa ojitettu	0.50	-0.54	-0.78	-0.45	-0.01
Turvetuotanto	0.25	-0.21	-0.20	0.06	0.30
Vesi	0.09	-0.36	-0.51	0.02	0.50



Kuva 15. Veden kemiallinen hapenkulutus suhteessa turvetuotantoalueiden suhteelliseen pinta-alaan valuma-alueesta (vasemmalla). Veden kiintoainepitoisuus suhteessa peltojen suhteelliseen osuuteen valuma-alueella (keskellä). Veden kokonaisfosforipitoisuus suhteessa valuma-alueen pelto-osuuteen (oikealla). Punaiset symbolit kuvaavat vedenlaatuomuuksien arvoja edellisen viikon sademäärän ollessa alle 25 mm. Siniset symbolit kuvaavat vedenlaatua näytteenottoa edeltävän 7 vuorokauden sadesumman ollessa yli 25 mm. Symboli kuvaa havaintojoukon keskiarvoa ja keskihajontaa, joka on graafisesti esitetty vain keskiarvon yläpuolisille arvoille. Aineistoon paremmin sopiva ensimmäisen tai toisen asteen regressioyhtälö valittiin Akaiken informaatiokriteerin perusteella. Analyysissä käytetty vedenlaatuaineisto oli kerätty kesä-lokakuussa 2004-2013.

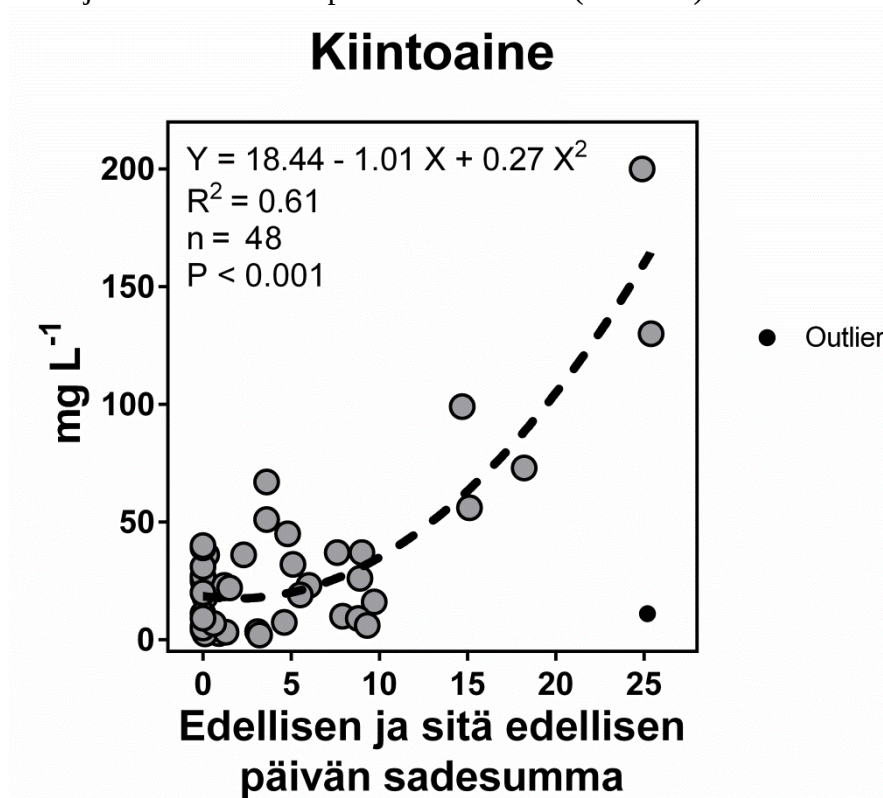
B. Sateen vaikutus vedenlaatuun (kemiallinen hapenkulutus ja kiintoainepitoisuus)

Sateen vaikutusten todentamiseksi kemiallinen hapenkulutus suhteutettiin edellisen viikon sadesummaan pienemmän valuma-alueen (<100 000 ha) ja kahden (2) edeltävän viikon sadesummaan suuremman valuma-alueen (>100 000 ha) kohteissa. Kemiallisen hapenkulutuksen ja sadesumman välillä havaittiin positiivinen yhteys sekä pienemmän että suuremman valuma-alueen omaavissa kohteissa. (Kuva 16).



Kuva 15. Veden kemiallisen hapenkulutuksen suhde edellisen viikon sadesummaan alle 100 000 hehtaarin valuma-alueen omaavilla Kyröjoen seurantapaikoilla (vasemmalla). Kemiallisen hapenkulutuksen suhde 2 viikon sadesummaan suuremman valuma-alueen (>100 000 ha) omaavilla paikoilla (oikealla).

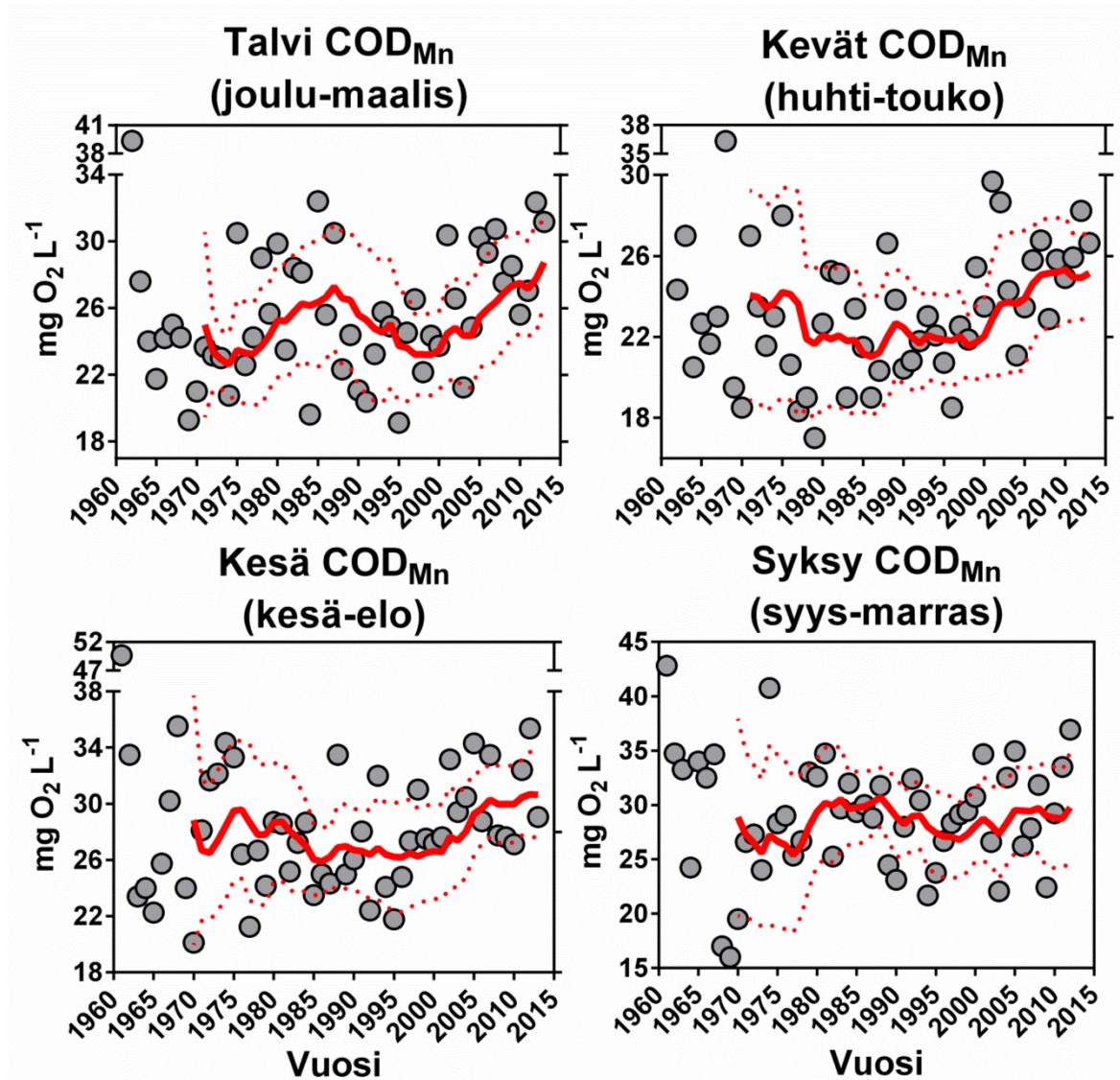
Haapajyrän seurantapisteellä havaittiin voimakas riippuvuussuhde kahden edellisen päivän sadesumman ja veden kiintoainepitoisuuden välillä (Kuva 17).



Kuva 17. Veden kiintoainepitoisuuden suhde kahden edellisen päivän sadesummaan Haapajyrän näytteenottopisteellä elo-lokakuussa 2004-2013

C. Vedenlaadun vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Kyrönjoen alajuoksulla

Veden kemiallisen hapenkulutuksen talvi-, kevät- ja kesäaikaiset arvot ovat selvästi kohonneet Kyrönjoen alajuoksulla viimeisen kymmenen vuoden aikana sitä edeltävään ajanjaksoon verrattuna (Kuva 18). Syksyllä, jolloin hapenkulutus on vuodenaajoista keskimääräisesti korkeimmalla tasolla, ei hapenkulutuksessa ole havaittavissa ajallista vuosien välistä muutosta.

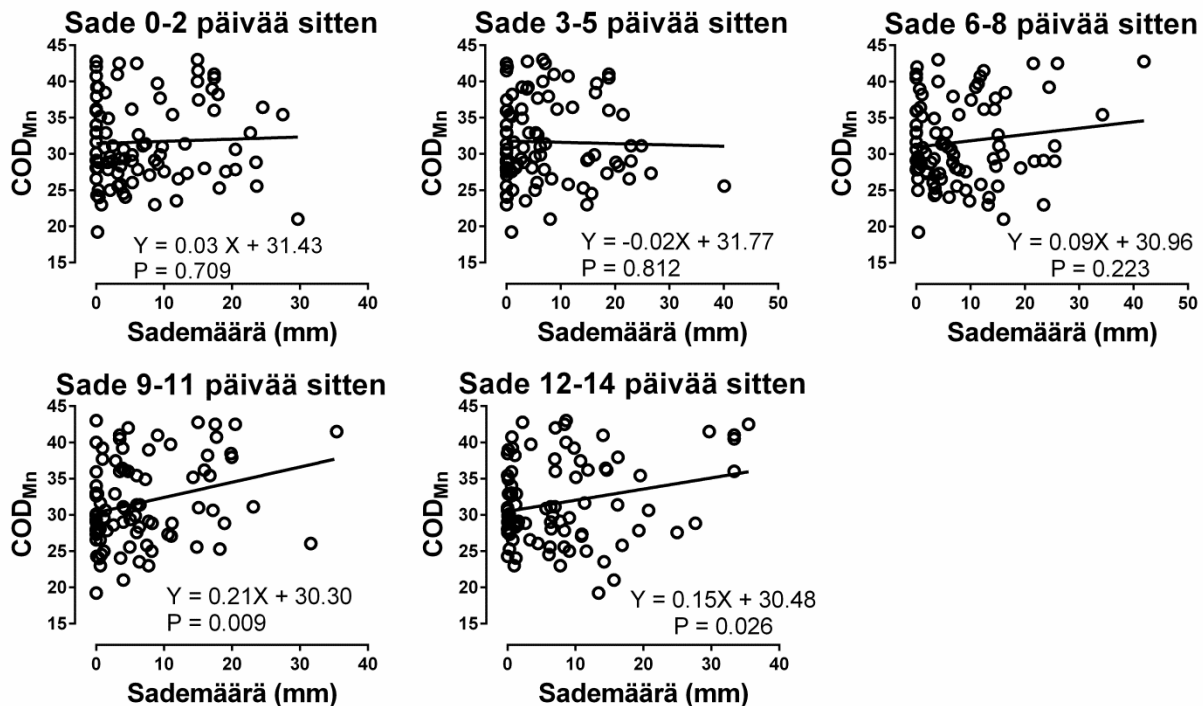


Kuva 18. Kemiallisen hapenkulutuksen pitkänajan (1961-2013) vaihtelu Kyrönjoen alajuoksun Skatilassa. Ajallista muutosta kuvaava 10 vuoden liukuva keskiarvo on kuvattu vahvalla yhtenäisellä viivalla ($\pm$ keskihajonta, katkoviiva).

Kyrönjoen alajuoksulle (Skatila) sateiden jälkeen saapuvan orgaanisen kuormituksen viipymää pyrittiin tarkastelemaan suhteuttamalla näytteenottoajankohtaa edeltävän kahden viikon sademäärät (3 vuorokauden jaksoissa) havaittuihin kemiallisen hapenkulutuksen arvoihin. Tarkastelussa käytettiin vuosina 2000-2008 mitattuja arvoja ja sateen viivettä tarkasteltiin erikseen kahtena eri ajanjaksona: heinä-elokuussa sekä syys-marraskuussa.

Tarkastelumme perusteella heinä-elokuussa vain näytteenottoa edeltävien päivien 9-11 ja 12-14 sadesummien ja COD-arvojen välinen korrelaatio oli positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä (Kuva 19). Tämä viittaisi kesäaikaiseen 7-14 päivän viiveeseen orgaanisen kuorman saapumisessa jokisysteemin alajuoksulle.

HEINÄ-ELOKUU



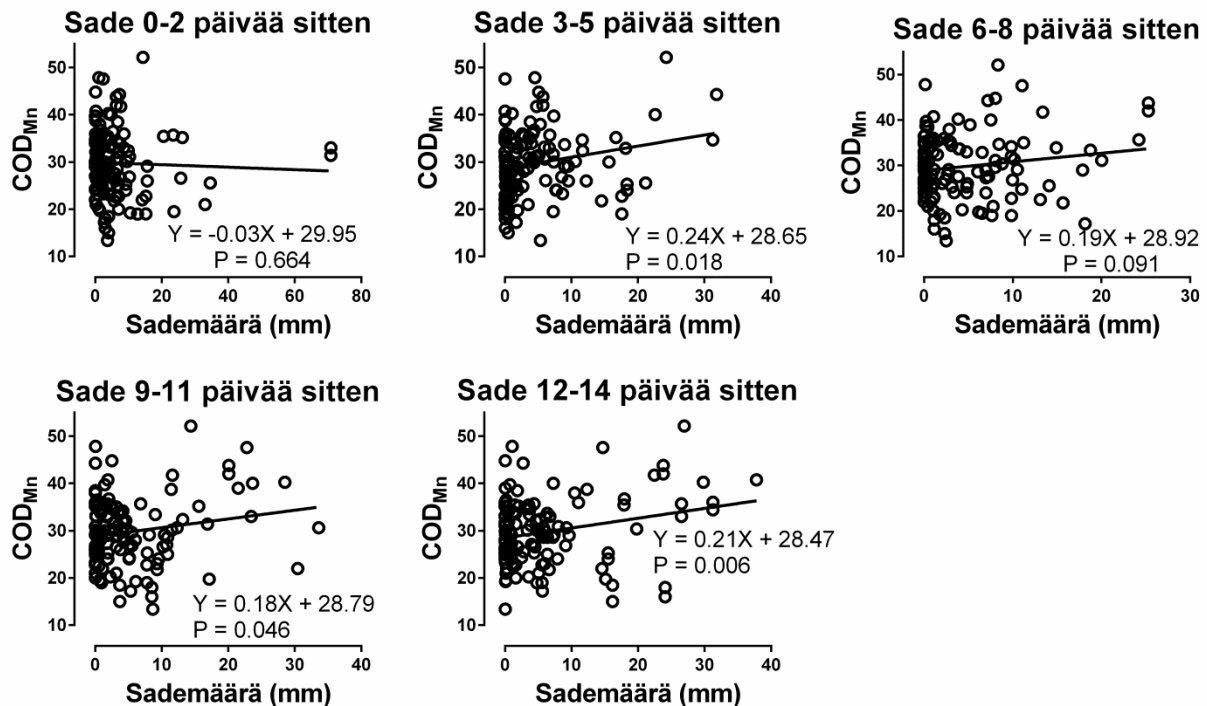
Kuva 19. Heinä-elokuiset veden kemiallisen hapenkulutuksen arvot suhteessa näytteenottoa edeltävien päivien sadesummaan Kyrönjoen Skatilan näytepisteellä vuosina 2000-2008.

Kemiallisen hapenkulutuksen ja näytteenottoa edeltävien kahden viikon sademäärien ja niiden ajoittumisen syysaikainen (syys-marraskuu) tarkastelu viittasi orgaanisen kuorman nopeampaan saapumiseen Kyrönjoen alajuoksulle verrattuna heinä-elokuuhun. Syksyllä näytteenottoa edeltävien päivien 3-5, 6-8, 9-11 ja 12-14 sadesummien ja COD-arvojen välinen korrelaatio oli positiivinen ja päivien 6-8 sadesummaa lukuun ottamatta tilastollisesti merkitsevä (Kuva 20). Tämän perusteella orgaanisen kuorman saapuminen joen alajuoksulle alkaisi syksyllä jo muutaman päivän kuluttua rankemman sadejakson alusta. Kuormitus näyttäisi myös varsin pitkäkestoiselta, koska COD-arvot olivat korkeita vielä 12-14 päivää sateiden jälkeen.

Kriittinen kommenttikooste liittyy orgaanisen kuormituksen viiveeseen suhteessa valuma-alueella esiintyneiden sateiden ajoittumiseen:

- Tässä tarkasteltiin mitattuja kemiallisen hapenkulutuksen absoluuttisia arvoja suhteessa näytteenottoa edeltäviin sateisiin 3 päivän jaksoissa. Absoluuttisten COD-arvojen tarkastelu on teknisesti väärä tapa lähestyä asiaa. Oikeampi tapa lähestyä asiaa olisi tarkastella COD-arvojen muutosta (näytteenottopäivänä mitattu COD-arvo - edellisen mittauksen COD-arvo).
- Nyt esim. viikko sitten ajoittuneen 30 mm sateen jälkeen COD-arvo saattaisi nousta arvosta 30 mg/l aiemmin mitatusta arvosta 20 mg/l. Tämä laskettu nousu ei erotu samalla tavoin havaintojoukosta kuin havainto, missä COD-arvo nousee samanlaisen sateen vaikutuksesta arvoon 40 aiemmin mitatusta arvosta 30.
- Jos sademäärän ja sen ajallisen viiveen vaikutuksia vedenlaatuun selvitetään jatkotarkasteluissa, on tässä tarkastelussa syytä käyttää COD:n muutosta suhteessa edellisen havaintokerran arvoihin eikä mitattuja absoluuttisia arvoja.

SYYS-MARRASKUU

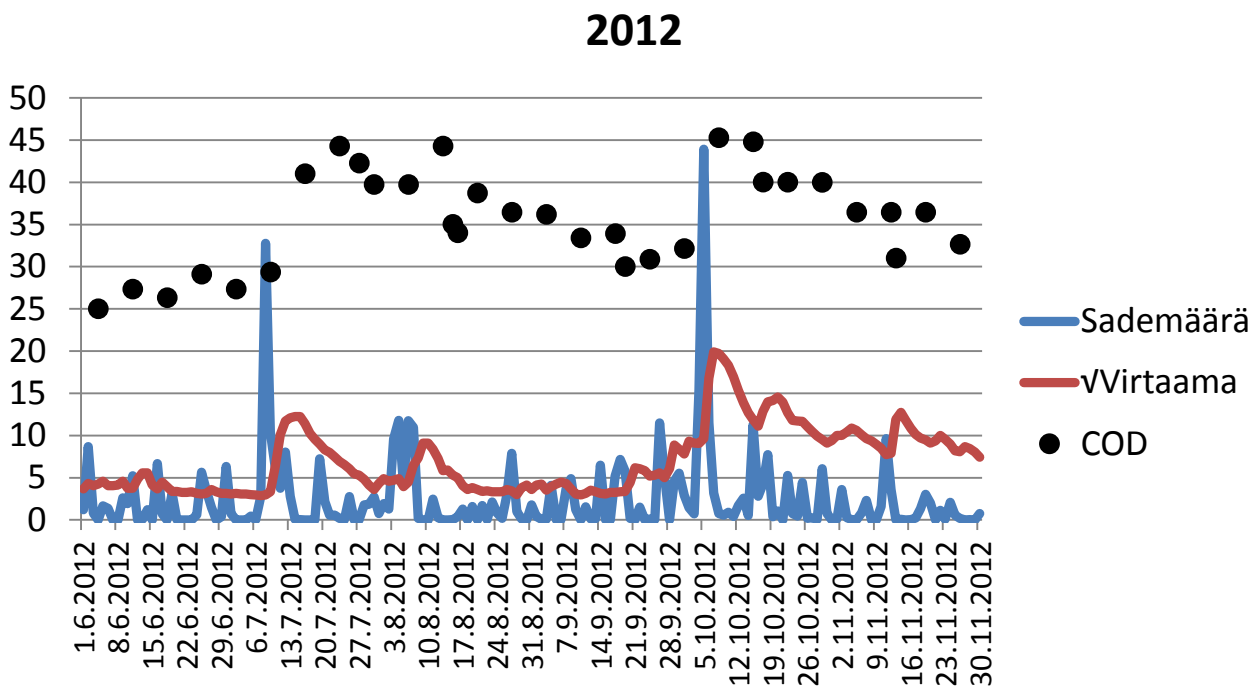
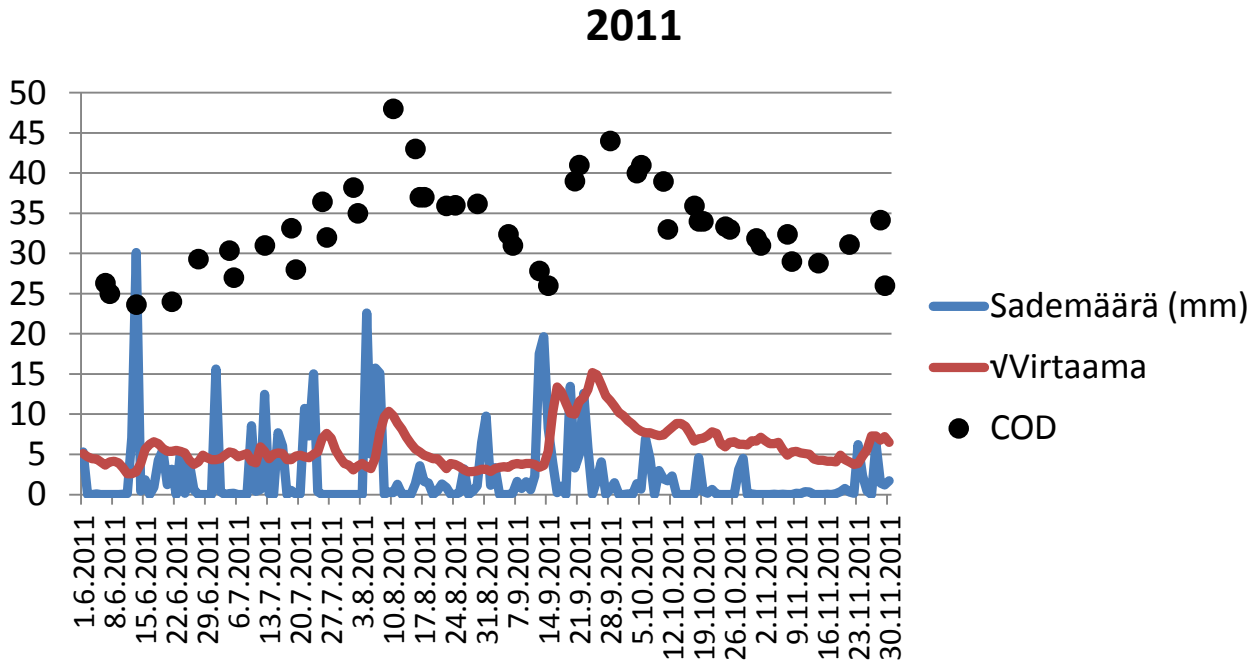


Kuva 20. Syksyiset (syys-marraskuu) veden kemiallisen hapenkulutuksen arvot suhteessa näytteenottoa edeltävien päivien sadesummaan Kyrönjoen Skatilan näytepisteellä vuosina 2000-2008.

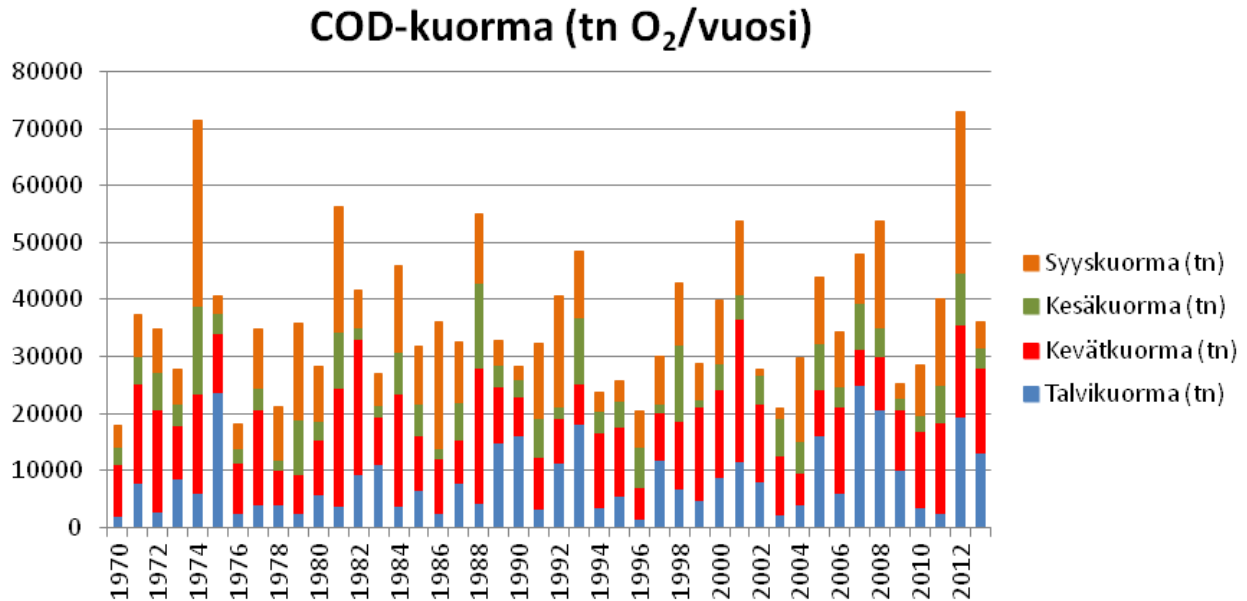
Kemiallisen hapenkulutuksen vaihtelu Kyrönjoen alajuoksulla näyttää liittyvän sademäärien ja virtaamanvaihteluun ja niiden yhteisiin vaikutuksiin, kuten vuosien 2011 ja 2012 sademäärien, virtaaman ja COD-arvojen yhteistarkastelusta voidaan havaita (Kuva 21).

Kyrönjoen alajuoksun Skatilasta päivittäisten virtaamamittausten sekä COD- ja kiintoainemittausten perusteella laskettiin vuosittainen orgaaninen ($\text{tn O}_2 \text{ vuosi}^{-1}$) ja kiintoainekuormitus (tn vuosi^{-1}). Orgaaninen kuormitus Kyrönjoessa on tämän laskelman perusteella ollut viime vuosina kasvussa (Kuva 22). Vuonna 2012 havaittiin suurin COD-kuorma koko yli neljäkymmentävuotisen tarkastelujakson aikana. Vaikka orgaaninen kuormitus on viime vuosina kasvanut, ei viime vuosien kuormitus kuitenkaan suuresti poikkea pitemmän ajanjakson kuormituksesta. Kuormituksen vaihtelussa on havaittavissa syklisyyttä (liittyyne vuotuisten sademäärien sykliseen vaihteluun).

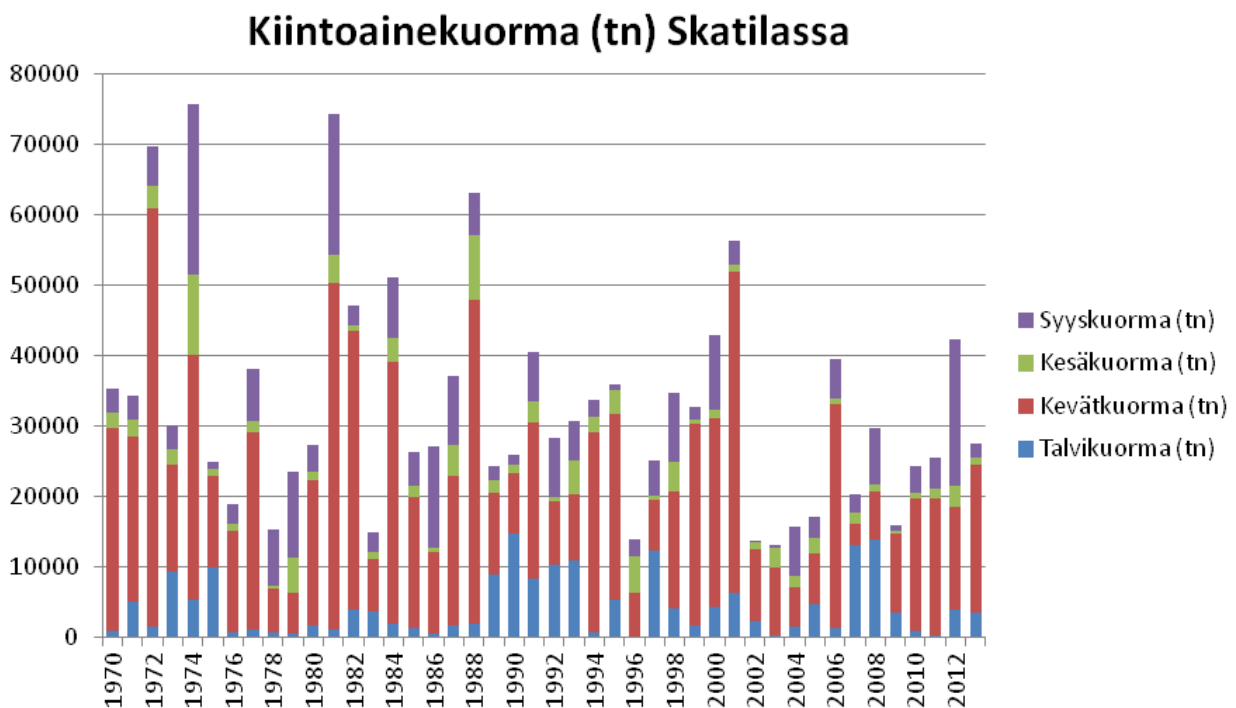
Pitkän ajanjakson tarkastelussa myös kiintoainekuormitus oli syklistä ja oli suurin piirtein synkronista COD-kuorman kanssa (kuva 23).



Kuva 21. Virtaama ($\sqrt{\text{m}^3 \text{s}^{-1}}$) ja vedenkemiallinen hapenkulutus (COD, $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$) Skatilassa sekä keskimääräinen vuorokautinen sadesumma (mm) Kyrönjoen valuma-alueella kesä-marraskuussa 2011 ja 2012.



Kuva 22. Orgaanisen kuormituksen vaihtelu Kyrönjoen alajuoksulla vuosina 1970-2013. Vuosikuorma on jaettu vuodenajoittain seuraaville kuukausille: talvi (edellisen vuoden joulukuu, tammi-, helmi- ja maaliskuu), kevät (huhti- ja toukokuu), kesä (kesä-, heinä- ja elokuu) ja syksy (syys-, loka- ja marraskuu). Aineistossa Hertta-rekisterin tiedot ja v. 1989 lähtien myös Vaasan Veden aineisto (Båskas).



Kuva 23. Kiintoainekuormituksen vaihtelu Kyrönjoen alajuoksulla vuosina 1970-2013. Vuosikuorma on jaettu vuodenajoittain seuraaville kuukausille: talvi (edellisen vuoden joulukuu, tammi-, helmi- ja maaliskuu), kevät (huhti- ja toukokuu), kesä (kesä-, heinä- ja elokuu) ja syksy (syys-, loka- ja marraskuu).

Viimeisen neljän vuoden aikana Kyrönjoen orgaaninen kuormitus on ollut kasvussa ja vuonna 2012 mitattiin yli neljäkymmentävuotisen tarkastelujakson korkein orgaaninen kuormitus. Viime vuosien orgaaninen kuormitus ei silti suuresti poikkea aiemmasta pitemmän aikavälin kuormituksesta. Ylipäättään valuma-alueelta tuleva kuormitus ei ole vähenemässä eikä vedenlaatu ole ainakaan paranemassa, mikä on ristiriidassa mm. EU:n vesipuitelidirektiivin vesistöjen tilaa koskevien tavoitteiden kanssa.

D. Syksyn 2013 monitorointi

Humuskuorman lähtöä ja kulkeutumista Kyrönjoen valuma-alueella haluttiin selvittää ns. Smart-monitorinnilla, missä pyrittiin selvittämään voimakkaiden säävaihteluiden, erityisesti kuiva- ja sadekausien vaikutusta. Näillä on erityisesti merkitystä myös vedenotossa ennustettaessa lähiajan vedenlaatua ja sen kehitystä alajuoksulla.

Monitorointia varten valittiin 11 vesinäytteenottopistettä, jotka sijaitsivat erilaisten maankäyttömuotojen vaikutusalueella (kuva 24 & taulukko 5). Kaksi näytteenottopistettä sijaitsi pääuomassa, 4 pistettä suuremmissa sivu-uomissa ja 6 pienemmissä sivu-uomissa. 10 näytteenottopistettä sijaitsi Kyrönjoen valuma-alueen eri osissa ja 1 näytteenottopiste (Jaskarinkylän oja) Kyrönjoen vieressä sijaitsevalla, Lapuanjoen valuma-alueella.



Kuva 24. Hankkeen vesinäyttepisteet syksyllä 2013

Taulukko 5. Vesinäytepisteiden sijainti valuma-alueella. Maankäytöstä tarkemmin muilta osin erillisessä luvussa kpl 2 ” valuma-alueen kuvaus”.

Näytteenottopiste	Sijainti valuma-alueella	Lisätiedot valuma-alueen maankäytöstä
Skatila vp 9600	pääuoma	
Hanhikoski	pääuoma	
Haapajyrä mp 81	osavaluma-alue	maataloutta
Nikkola	sivu-uoma	
Jouttikoski	sivu-uoma	
Pitkämäo vp 9400	sivu-uoma	
Jalasjoki Ahonkylä	sivu-uoma	
Liikaluoma	osavaluma-alue	turvetuotantoa
Kärkiluoma	osavaluma-alue	turvetuotantoa
Keevelinluoma	osavaluma-alue	talousmetsää
Jaskarinkylän oja	osavaluma-alue	pellonraivausta

Vesinäytteenotto oli tarkoitus aloittaa kaikilta näytteenottopisteiltä, kun voimakkaat sateet nostaisivat äkillisesti virtaamaa, jolloin humuskuorma oletettavasti lähtee liikkeelle. Näytteenottoa oli tarkoitus jatkaa näillä 11 pisteellä 2-3 päivän ajan sateen alkamisesta, jolloin tavoitteena oli saada tietoa humuksen kulkeutumisesta sivu-uomista pääuomaan.

Kaikilta näytteenottopisteiltä haettiin kuivan kauden kontrollinäytteet syyskuussa 2013, jotta voitaisiin tarkastella kuivan ja sadekauden välisiä eroja vedenlaadussa. Kuivankauden näytteet haettiin kymmeneltä Kyrönjoen valuma-alueella sijaitsevalta näytepisteeltä ensimmäisen kerran 11.9.2013 ja 12.9.2013. Toinen kuivan kauden näytteenottokierros tehtiin 17.9.2013, jolloin otettiin näytteet näiden kymmenen näytteenottopisteen lisäksi myös pisteeltä Jaskarinkylän oja. Syyskuu 2013 oli poikkeuksellisen vähäsateinen. Esimerkiksi 30 vuorokauden sadesumma 12.9.2013 mittauspisteellä Seinäjoki, Pelmaa oli 20,2 mm. Myös 12.10.2013 30 vrk sadesumma oli lähes koko Kyrönjoen valuma-alueella alle 30 mm (valtion ympäristöhallinnon vesitilannekartta, <http://www2.ymparisto.fi/i2/90/peik2/vesitilanne.html>).

Näytteenottoa jatkettiin vähäsateisuuden vuoksi vielä lokakuussa 2013 täydentäen aineistoa 3-4 lisänäytteillä/ asema.

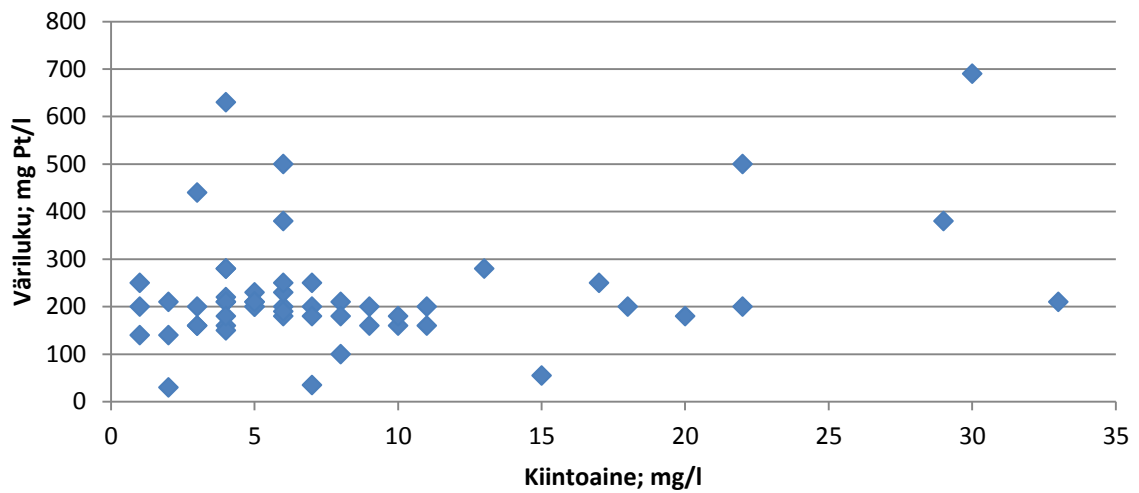
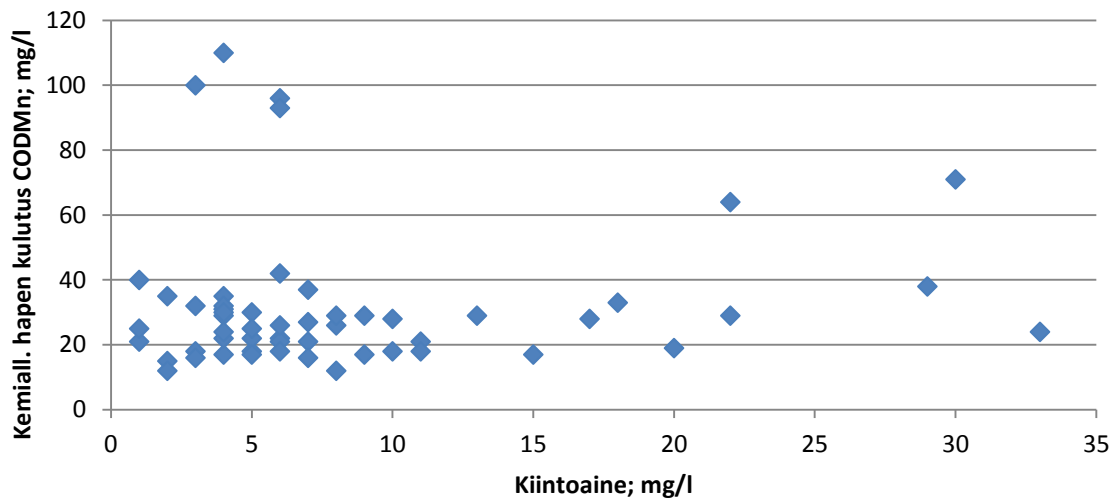
Näytteenoton kokonaistuloksia on esitetty kuvassa 27, missä on koottu kiintoaineen ja kahden muun vedenlaatuksuaajan (cod ja väri) välistä suhdetta. Yleisesti ottaen kiinnittää huomiota turvemaalle perustetun pellonraivauskohteen näyteaseman korkeat COD:n, orgaanisen hiilen (TOC) ja väriä kuvaavien tunnuslukujen arvot. Edelleen kiinnittää huomiota varsin suuret sisäiset vaihtelut yksittäisten asemien vedenlaadussa (liite 2). Samoin on huomionarvoista varsin korkeat pitoisuudet ravinteissa ja muissa huuhtoutuma-arvoissa 24.10. näytteissä (kuva 28), jolloin sadetietojen mukaan rankkasateita esiintyi alueella (Kokkola) paria päivää sitä ennen.



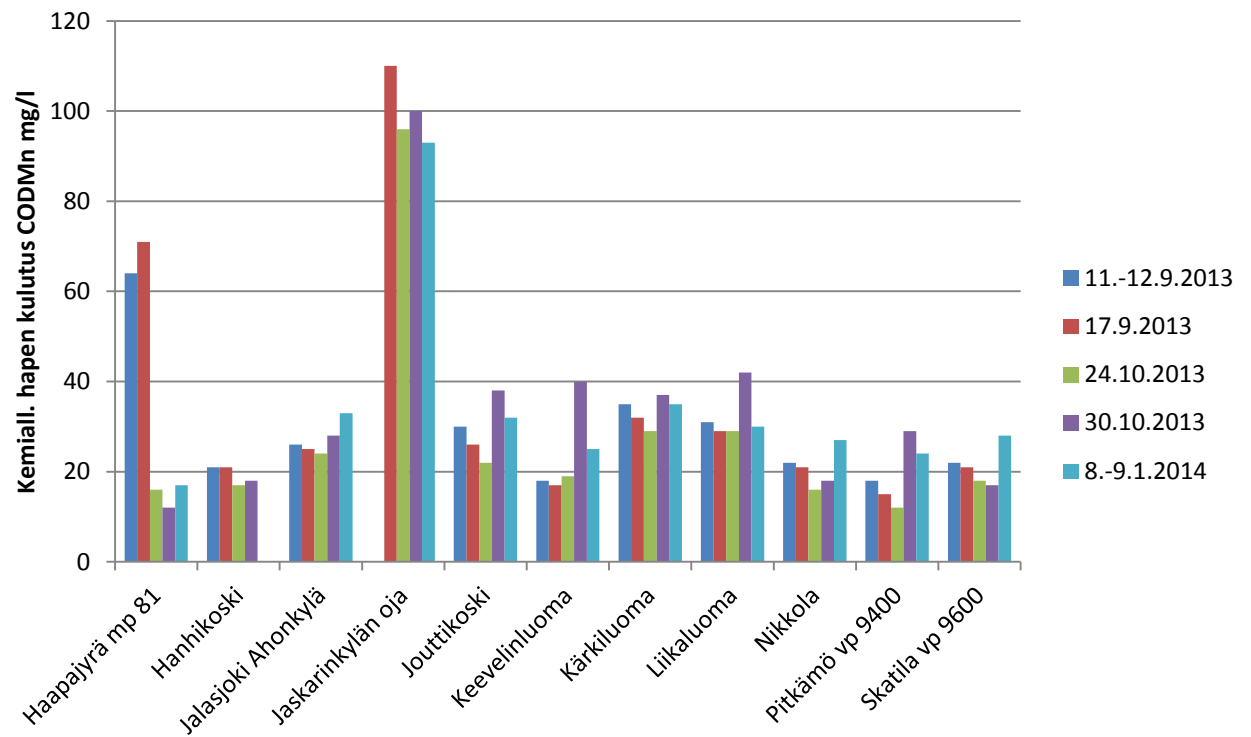
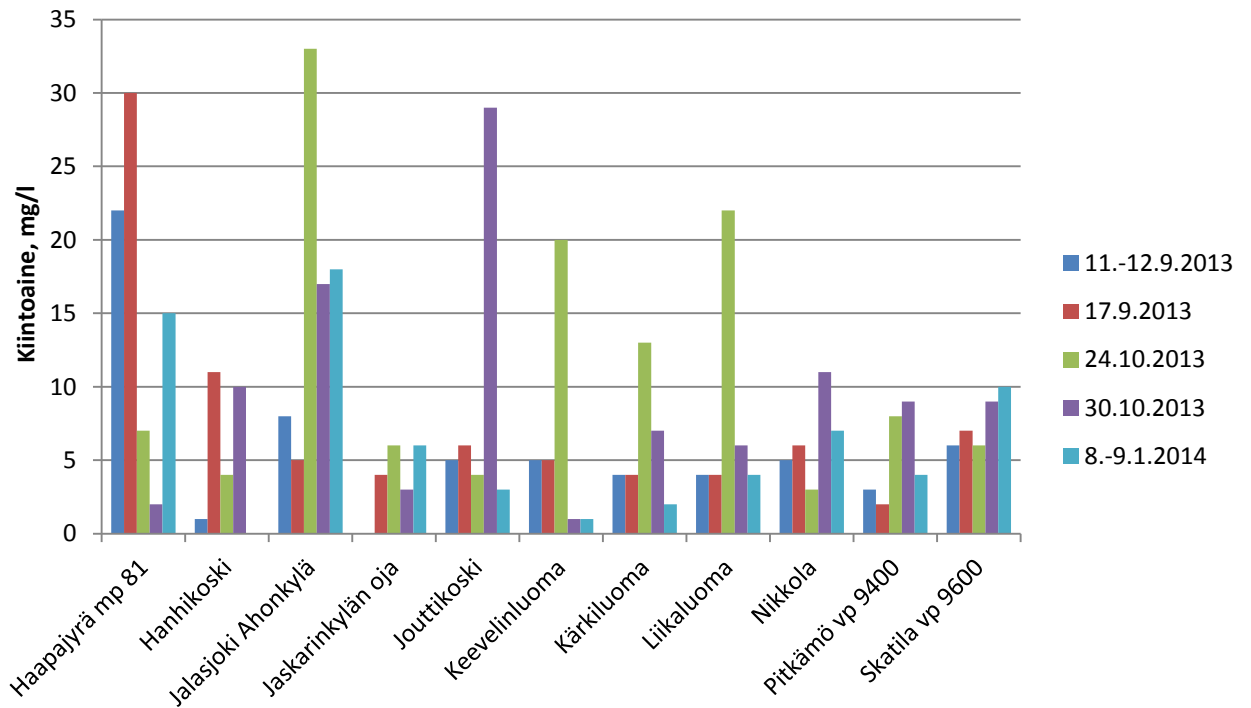
Kuva 25. Liikaluoma 11.9.2013 (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus).

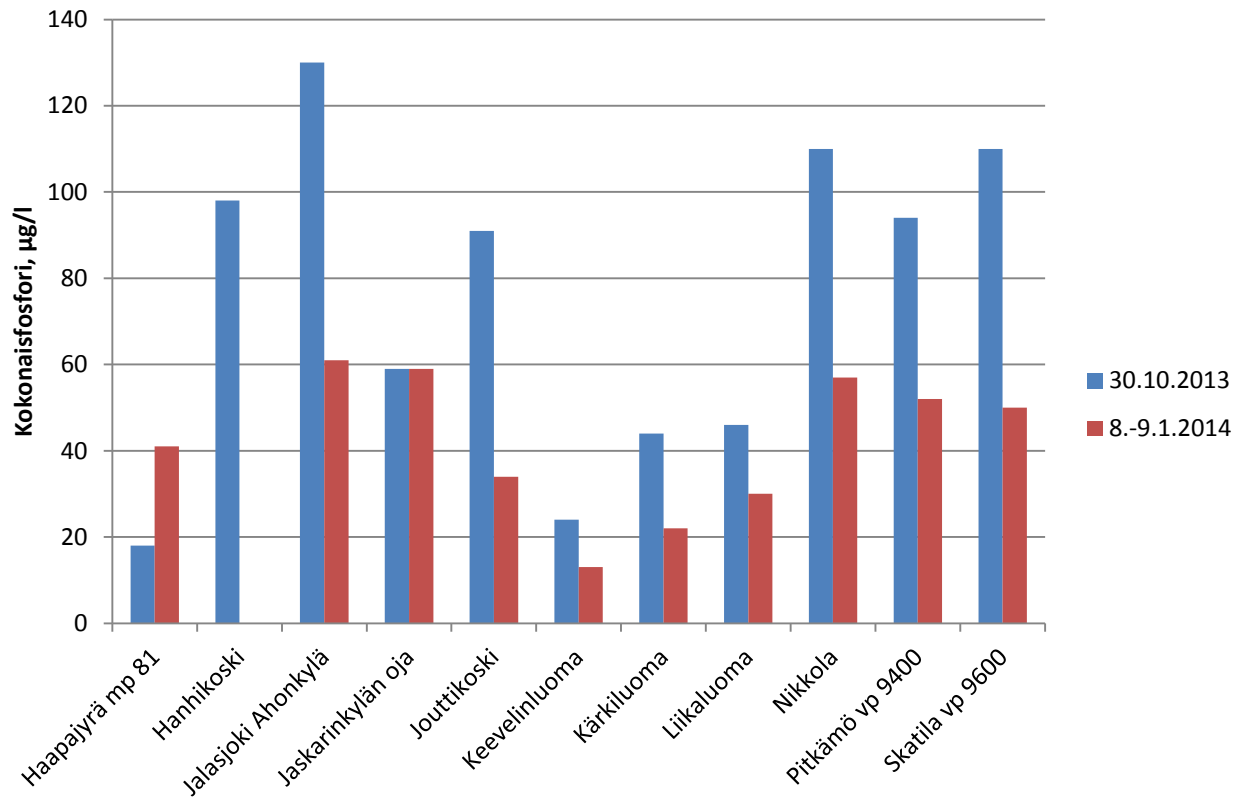


Kuva 26. Kärkiluoma 11.9.2014 (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus).



Kuva 27. Kiintoaineen ja kahden muun vedenlaatukuvaajan (cod ja väri) välinen suhde syksyn 2013 monitoroinnissa (kts. tarkemmin liite 2).





Kuva 28 a-c. Monitoroinnin tulokset näytteenottopaikoittain.

5. Tulosten päätelmät

Ilmasto

- Viimeisen reilun puolen vuosisadan aikana Kyrönjoen alueella ilmasto on lämmennyt, mikä näkyy vuoden tehoisan lämpösumman, vuoden keskilämpötilojen ja kaikkien vuodenaikojen keskilämpötilojen kasvuna sekä kasvukauden pitenemisestä
- Vuoden kokonaissademäärä on tutkimusajanjaksona säilynyt muuttumattomana. Eri vuodenaikojen sademäärien ajallisen muutoksen tarkastelussa ei myöskään havaittu merkittäviä trendimäisiä muutoksia 1990-luvun jälkeen.
- Vaikka kokonaissademäärä säilyikin muuttumattomana, runsaampien (≥ 10 mm vrk⁻¹) ja rankkasateiden (≥ 20 mm vrk⁻¹) esiintymistiheys on kasvanut tutkimusajanjakson (1959-2012) aikana.
- Sateet esiintyvät ilmaston lämpenemisen myötä pidemmän aikaa vuodesta vesimuodossa.
- Ilmaston muutokset ja kasvukausien muuttunut ajoittuminen aiheuttavat hankaluuksia vuodenaikojen määrittämisessä

Virtaamat

- Virtaamien vuosirytmikka on muuttunut ja virtaamahuippujen ajallinen ennustaminen on vaikeutunut
- Talvikuukausien (joulu-maaliskuu) virtaama on Kyrönjoessa kasvanut 1980-luvun jälkeen, kun kevätkuukausien (huhti-toukokuu) virtaamat ovat pienentyneet tarkasteltavan ajanjakson aikana. Tämä saattaa selittyä keväisen tulvahuipun aikaistumisella ja ainakin sen osittaisella siirtymisellä huhtikuulta maaliskuun puolelle.
- Kesä- ja syyskuukausien virtaamissa ei havaittu ajallista muutosta.
- Kevättulvaa lukuun ottamatta Kyrönjoen virtaamahuippujen esiintyminen on varsin epäennustettavaa.
- Vedenoton ja riittävän hyvän jokiraakaveden laadun näkökulmasta sateiden ja sitä seuraavien alajuoksun virtaamamuutosten parempi ennustaminen olisi tärkeää. Tällöin voitaisiin paremmin välttää riskejä heikkolaatuisen raakaveden ottamisesta varastoaltaisiin ja alentaa käsittelykustannuksia.

Maankäyttö ja vedenlaatu - yleistä

- Valuma-alueen eri osissa on huomattavia eroja maankäytössä, mutta maankäyttö on yleisesti ottaen Kyrönjoen valuma-alueella intensiivistä
- Turvetuotanto ja pellonraivaus ovat toimintoina lisääntyneet viime aikoina
- Eri maankäytön vaikutukset vedenlaatuun voidaan havaita
- Sään vaikutuksia yksittäisiin pitoisuushuippuihin voidaan jäljittää
- On hyvin todennäköistä, että sateiden aiheuttamat huuhtoumat vaihtelevat suurestikin riippuen edeltävistä kuivien kausien jaksoista. Samoin huuhtouman voi olettaa olevan erityyppistä lämpiminä myöhäissyksyinä ja talvikausina, jolloin suuri osa suojaavasta kasvipeitteestä puuttuu.

Maankäyttö ja joen vedenlaatu

- Maankäyttömuodoista peltoviljelyn osuus vaikuttaa erityisesti veden kiintoaine ja ravinnepitoisuuksiin.
- Tulokset viittaavat myös turvetuotannon kemiallista hapenkulutusta lisääviin vaikutuksiin.
- Sateisina ajanjaksoina myös ojitetun turvemaan suhteellinen osuus korreloi positiivisesti kemiallisen hapenkulutuksen kanssa vaikka tämä riippuvuussuhde ei ollutkaan tilastollisesti aivan merkitsevä.

Huom.! Tarkasteltaessa *suhteellisia* maankäyttöosuuksia ja niiden vaikutusta vedenlaatuun (Taul. 2) on huomioitava, että tieto vedenlaadun luonnontasosta Kyrönjoessa puuttuu. Kaikki ihmisen maankäyttömuodot voivat lisätä vesistöön huuhtoutuvaa kiintoaine- tai humuskuormitusta, mutta eri voimakkuudella, jolloin vahvimmin huuhtoutumaa lisäävät maankäyttökäijät saavat korkeimman korrelaatiota kuvaavan positiivisen testiarvon ja vähemmän huuhtoutumista lisäävät tekijät jopa negatiivisia arvoja.

Sateet ja vedenlaatu

- Näytteenottoa edeltävät sateet lisäävät orgaanisen aineen ja kiintoaineen pitoisuuksia vedessä.
- Pienemmän valuma-alueen (<100 000 ha) omaavilla näytepisteillä COD-arvot korreloivat positiivisesti edeltävän viikon sadesumman kanssa.
- Suuremman valuma-alueen näytepaikoilla kemiallinen hapenkulutus oli positiivisessa yhteydessä kahden edeltävän viikon sadesummaan.
- Erityisesti pienen valuma-alueen kohteilla (esim. Haapajyrä) sateen vaikutusten varsin tarkka ennustaminen näyttää olevan mahdollista (Kuva 16).
- Sadekausia edeltävien kuivien jaksojen pituus on todennäköisesti tärkeä tekijä arvioitaessa korkean virtaaman aikaisia huuhtoumia esimerkiksi turvetuotannon kuormituksessa.
- Pinta- ja toisaalta pohjaveden kautta suotuvan valumaveden osuuksia ja vaikutuksia joessa ei toistaiseksi tunneta riittävästi. On oletettavaa, että pohjavesisuotumisen kautta tuleva kuormitus vie pari kolmekin viikkoa.

Vedenlaadun vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Kyrönjoen alajuoksulla

- Veden kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat viimevuosina olleet kasvussa Kyrönjoen alajuoksulla erityisesti talvi-, kevät ja kesäkuukausina.
- Kesäkuukausina (heinä-elokuu) sateiden aiheuttaman orgaanisen kuormituksen huipussa näyttäisi olevan yli viikon viive ja kuormituksen huippu esiintyy 1-2 viikkoa valuma-alueella tapahtuneen sateen jälkeen.
- Syksyllä (syys-marraskuu) orgaaninen kuorma näyttää saapuvan Kyrönjoen alajuoksulle kesää nopeammin, mahdollisesti jo 3-4 päivän viiveellä sateen jälkeen. Kuormitus näyttäisi silti jatkuvan jopa kaksi viikkoa sateen jälkeen.
- Raakaveden laadulle asetettu COD-arvon ylärajana voidaan pitää 35 mg/l ja suositustasona 20 mg/l. Virtaaman ja vedenlaadun parempaa mallinnusta tarvitaan pyrittäessä hallitsemaan raakaveden ottoa joesta sen vedenlaadun ylittäessä kriittisiä arvoja.

Täsmäseuranta

- samanaikaisella eri kohteiden seurannalla voidaan selvittää maankäytön vaikutuksen eroja
- eri maankäyttömuodot aiheuttavat selvästi erityyppistä kuormitusta ravinteiden, kiintoaineiden ja orgaanisen humuskuorman osalta
- kuormituksen selvittämiseen näyttää riittävän varsin suppea valikoima vedenlaatumuuttujia
- säiden vaihtelut vaikuttavat erittäin paljon huuhtoumiin
- maankäytön muutokset saattavat aiheuttaa huomattavan suurta alkuvaiheen kuormitusta, josta esimerkkinä pellonraivaukset

6. Johtopäätökset ja tarve jatkoselvityksiin

Valuma-alueen vedenlaadun ennustaminen ja syy-seuraussuhteiden selvittäminen on varsin haasteellinen tehtävä. Silti pelkästään olemassa olevillakin aineistoilla voidaan saada tärkeää lisätietoa, mikäli käsiteltävää aineistoa on riittävän laajasti ja pitkältä ajalta. Uuden tekniikan myötä valuma-alue tieto on entistä tarkempaa, ja eri tietokantoja yhdistämällä on mahdollista testata erilaisia hypoteeseja syy-seuraussuhteista. Tässä selvityksessä asiaa 'helpotti' varsin selkeä haaste Kyrönjoen käytöstä raakavedenotossa talousvedeksi ja viime aikoina esiintyneet korkeat jokiveden humuspitoisuudet.

- Yleisesti voi sanoa, että humus- ja happamuusnäkökulmat ovat rehevyyden kustannuksella jääneet hyvin vähälle huomiolle jokien tilan arvioinnissa ja vesienhoidon (vesipuitelidirektiivin) ekologisessa luokittelussa. Tähän asiaan on jatkossa kiinnitettävä huomiota myös siksi, että vesienhoidon toimenpideohjelmat olisivat mahdollisimman oikein kohdistuvia ja kustannustehokkaita.

Monestakin näkökulmasta ympäristön tilaa pitää tarkastella pikemminkin siinä olevien vaihteluiden ja siinä esiintyvien ääriarvojen kautta kuin niinkään keskimääräisillä arvoilla. Tämä pätee erityisesti virtavesiin.

- Tässä selvityksessä ilmasto- ja maankäyttötekijöiden tarkastelu pidemmältä ajanjaksolta yhdistettynä vedenlaadun eri tekijöihin näytti avaavan laajemman näkökulman tutkimusongelman selvittämisessä.
- Jatkossakin erilaisten 'yllättävien' vedenlaadun arvojen esiintymistä kannattaisi tarkemmin selvittää tilastoissa esiintyvien sääolotietojen avulla.
- Virtaamien ja vedenlaadun sekä niiden taustatekijöiden mallinnusta on syytä jatkaa, vaikka samalla on tärkeää pyrkiä löytämään nimenomaan kaikkein keskeisimmät muuttujat (humuspitoisuus esimerkiksi) ja niitä kuvaavat mittarit (COD tai väri esimerkiksi). Taustatekijöistä esimerkiksi maankäyttö osoittautui varsin hankalaksi muuttujaksi etsittäessä pitkäaikaisia muutoksia kuvaavia kvantitatiivisia mittareita.

Ilmasto- ja sääolojen ja maankäytön vaikutusta jokiveden laatuun voidaan tarkemmin selvittää täsmämonitoroinnilla valituilta koevaluma-alueilta.

- Huolellisella tutkimusasetelman suunnitellulla, missä näytteenotto ajoitetaan nopeasti säätilan muutoksiin reagoiden, voidaan saada arvokasta tietoa maankäytöltään erityyppisten valuma-alueen osien kuormituksesta ja sateen vaikutuksesta jokiveteen tuleviin huuhtoumiin. Täsmämonitoroinnin jatkaminen siten, että säiden eri huuhtoumatilanteet saadaan katetuksi ja syy-seuraussuhteita paremmin varmennetuksi, näyttää tarpeelliselta.

7. Yhteenveto

Tämän esiselvitysluonteisen työn tarkoituksena oli selvittää Kyrönjoen vedenlaatua, sen ajallista vaihtelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä, erityisesti Vaasan kaupungin vedenhankinnan (Vaasan Vesi) lisääntyvien haasteiden kannalta. Kyrönjoen humuspitoisen veden käsittely raakavedestä talousvedeksi on aivan viime vuosina tullut kalliimmaksi. Toisaalta luonnonvesissä on alueellisesti laajemminkin havaittu vesistöjen tummenemista liittyen humuspitoisuuden kasvuun. Ilmiön tarkemmalle selvittämiselle on selvä tarve. Laajemminkin, vesistöjen tilasta huolehtiminen on tärkeä osa mm. EU:n vesienhoitoa vesipuitelidirektiivin mukaisten alueellisten toimenpideohjelmien toteuttamisessa.

Selittäviä tekijöitä voisivat olla lähinnä ilmastoon liittyvät säiden pitkäaikaisemmat muutokset (1959/1970-2013) tai erilaiset kuormitusmuodot ja niiden muutokset. Tämän vuoksi Kyrönjoen valuma-alueelta kerättiin mahdollisimman laajaa, tarkkaa ja luotettavaa tietoa viime vuosikymmenien ajalta pitkäaikaissääoloista erityisesti lämpötilojen ja sateisuuden osalta sekä ihmistoiminnoista – erityisesti maankäytöstä. Itse joesta kerättiin vastaavasti virallista rekisteriaineistoa vuosilta 2004-13 (Hertta-järjestelmä) vedenlaadusta eri osissa jokea (19 paikkaa), ja ao. paikkojen vedenlaatua pyrittiin selittämään testaamalla sitä paikkojen yläpuoliseen satelliittikuvatulkituun (Corine) maankäyttöön. Rekisteriaineistoa kerättiin myös virtaamasta joen alajuoksulla Skatilassa, minkä välittömässä läheisyydessä sijaitsee Vaasan Veden Båskasin jokiraakaveden pumppaamo. Syksyn 2013 aikana tehtiin lisäksi ns. smart-monitorointi, missä huolellisesti valituilta näytepaikoilta selvitettiin vedenlaadun vaihtelua erilaisissa säätilanteissa maankäytöltään erilaisilla (erityisesti maanviljely, metsä- ja turvetalous) osavaluma-alueilla.

Hankkeen tuloksena havaittiin ilmasto-olojen vaihdelleen suurestikin eri vuosina, mikä näkyi sekä lämpötiloissa, sademäärissä että joen virtaama-arvoissa. Ilmaston lämpeneminen on alueella havaittavissa viimeisten 20-30 vuoden aikana. Vuoden keskilämpötila on alueella noussut peräti 1,5 °C. Kasvukaudet ovat pidentyneet selvästi erityisesti keväästä ja rankkasateet näyttävät yleistyneen. Muutokset ja ääri-ilmiöiden yleistymisen johtavat väistämättä epäennustettavuuteen joen veden käytön ja sen uhkien sekä joen eri tilamuuttujien osalta.

Maankäytön osalta tiedettiin, että erityisesti turvetuotanto ja aivan viime aikoina myös pellonraivaus ovat toimintoina lisääntyneet. Kuivakausien pituus, sateet ja niiden rankkaisuus vaikuttavat kaikki eri maankäyttömuotojen aiheuttamaan kuormitukseen vieläpä riippuen vuodenajasta. Heilahtelut kuormituksessa joen vedenlaadulla mitattuna ovat suuria niin alueellisesti kuin ajallisesti. Tämä näkyi sekä rekisteriaineistossa jäljitettäessä vastaavien ajankohtien sääoloja että syksyn smart-monitoroinnissa.

Selvityksen perusteella on selkeä tarve pystyä ennustamaan paremmin joen vedenlaatua ja sen vaihteluita erityisesti joen raakavesikäytön näkökulmasta. Rekisteritiedon käyttöä on tulevaisuudessa syytä tehostaa, koska osoitettiin että vedenlaadun tulkinta laajoja ilmasto- ja maankäyttötarkasteluja hyödyntäen auttaa selvästi ymmärtämään vesistöjen kuormitukseen ja vedenlaadun heikkenemiseen vaikuttavia tekijöitä. Selvitys antoi myös lisätietoa, minkälaista kuormitusta eri maankäyttömuodoista tulee vesistöön. Tämä auttaa myös vesiensuojelun oikeiden ja tehokkaiden toimenpiteiden valinnassa. Selvityksessä tuli esiin tarve ennustaa tarkemmin myös jokiveden mukana tulevien kuormituspulssien ajoittumista ja tulvapurkautumista. Voitiin todeta, että laajoja alueita ja pitkäaikaismuutoksia kuvaavaa perusseurantaa on syytä täydentää täsmäseurannoilla.

Hankkeen rahoituksesta vastasivat Vaasan Vesi, Kyrönjokirahasto ja Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, jotka yhdessä hankkeen asiantuntijan (Jyväskylän Yliopisto) kanssa muodostivat sille ohjausryhmän. Pääosa työstä tehtiin syksyllä 2013, ja loppuraportti viimeisteltiin kevään ja kesän 2014 aikana.

8. Sammanfattning

Avsikten med detta arbete av för-utredningstyp var att utreda Kyro älvs vattenkvalitet, dess tidsmässiga variation och orsaker som orsakar denna, i synnerhet med tanke på Vasa stads vattenförsörjnings växande utmaningar. Tillverkningen av hushållsvatten från Kyro älvs humushaltiga vatten har blivit dyrare under de senaste åren. Å andra sidan har även naturvatten i området i växande grad observerats bli mörkare till följd av stigande humushalter. Det finns ett klart behov av att reda ut fenomenet. Vidare är sörjandet för vattnets kvalitet en viktig del i bl.a. genomförandet av de regionala åtgärdsprogrammen för vattenvård enligt EU:s vattenramdirektiv.

Förklaringar kunde närmast hittas i långvariga väderleksförändringar (1959/1970-2013) som sammanhänger med klimatet, eller olika belastningsformer och förändringar i dessa. På grund av detta samlades det om Kyro älvs avrinningsområde in möjligast bred, exakt och tillförlitlig information från de senaste årtiondena om långtidsväderlek, särskilt om temperaturer och regnmängder - i synnerhet från markanvändning. Från ån samlades det på motsvarande sätt in officiellt registermaterial om vattenkvaliteten i olika delar av ån (19 platser) åren 2004-2013 (Hertta-systemet), och ifrågavarande platser vattenkvalitet försöktes förklara genom att testa det mot satellitbilsundersökt markanvändning (Corine) uppströms från punkterna. Registerdata samlades även in från åns nedre lopp i Skatila, vid vilkens omedelbara närhet Vasa Vattens Båskas pumpstation för råvatten finns. Under hösten 2013 gjordes även så kallade smart-monitorering, där man vid noga utvalda provtagningspunkter tog reda på vattenkvalitetens variation vid olika väderleksförhållande på delavrinningsområden med varierande markanvändning (speciellt jordbruk, skogsbruk och torvtäkt).

Som ett resultat av projektet observerades det att klimatförhållandena varierade stort mellan åren, vilket syntes såväl i temperaturer och regnmängder, som i åns flödesvärden. Klimatuppvärmningen är märkbar på området under de senaste 20-30 åren. Årets medeltemperatur på området har rentav stigit med 1,5 °C. Växtperioderna har förlängts, i synnerhet på våarna, och störtregnen har blivit vanligare. Förändringarna och de allt mer allmänna extrema fenomenen, leder oundvikligen till en oförutsägbarhet vad gäller bruk av åns vatten och riskerna med detta, samt variabler som påverkar åns tillstånd.

För markanvändningens del visste man att speciellt torvproduktionen och på senaste tiden även åkerröjning hade ökat. Torrperiodernas längd, regnen och deras häftighet påverkar alla, i varierande grad beroende på årstiden, belastningen som de olika formerna av markanvändning åsamkar. Svängningarna i belastningen på ån, vilka uppmättes med hjälp av vattenkvaliteten, är stora både områdesmässigt och tidsmässigt. Detta återspeglades i registermaterialet när man noterade motsvariga tidpunkternas väderlek, samt i höstens smart-monitorering.

På basis av utredningen finns det ett klart behov att bättre kunna förutsäga åns vattenkvalitet och dess variation, speciellt från råvattenanvändningens synvinkel. Det finns orsak att i framtiden intensifiera registermaterialets användning, eftersom det påvisades att utnyttjandet av omfattande klimat- och markanvändningsgranskningar vid tolkningen av vattenkvaliteten hjälper märkbart

förståelsen för faktorerna som har inverkan på vattendragens belastning och vattenkvalitetens försämring. Utredningen gav också tilläggsinformation om hurdana belastningar olika markanvändningsformer orsakar vattendragen. Detta underlättar också vid val av åtgärder för vattenskydd. Under utredningen framkom även behovet av att bättre förutsäga de med åvattnet medföljande belastningspulser timing och översvämningssituationer. Man kunde konstatera att det finns orsak att med precisionsmonitorering komplettera den grundmonitorering som följer upp situationen inom större områden och långtidsförändringar.

Projektet finansierades av Vasa Vatten, Fonden för Kyrö älv och NTM-centralen i Södra Österbotten, vilka tillsammans med projektets expert (Jyväskylän universitet) bildade dess styrgrupp. Största delen av arbetet gjordes på hösten 2013 och slutrapporten färdigställdes under våren och sommaren 2014.

9. Lähdeluettelo

Yhteistyötahojen internetsivut:

Vaasan vesi: www.vaasanvesi.fi

Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry: www.vesiensuojelu.fi/pohjanmaa

Kyrönjokirahasto: www.vesiensuojelu.fi/pohjanmaa/kyronjokirahasto

Taustatiedot ja tutkimusaineisto:

Huotari, J., Nykänen, H., Forsius, M. & Arvola, L. 2013: Effect of catchment characteristics on aquatic carbon export from a boreal catchment and its importance in regional carbon cycling. *Global Change Biology*. 19, 12, s. 3607-3620.

Ilmatieteenlaitos: www.fmi.fi

Meriläinen, J., Karjalainen, J., Marjomäki, T., Forsius, M. 2014: Suomen järvet ruskettuvat. *Suomen luonto* 4/2014, s. 42-45.

Pintavesien ekologinen tila: www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Pintavesien_tila

Rautio, L.M., Storberg, K-L., Haldin, L., Aaltonen, E-K., Nyman, S., Ojanniemi, Y. 2009: Kyrönjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteisty/Vesienhoito_ELYkeskuksissa/EtelaPohjanmaa_Pohjanmaa_ja_KeskiPohjanmaa/Toimenpideohjelmat

Ympäristöhallinnon Hertta-rekisteri

ELYn sisäiset raportit

10. Kiitokset

Ilmatieteen laitos avusti ystävällisesti tietojen saamisessa ja raakatiedon kokoamisessa. Selvitykseen osallistui ELY-keskuksen ja yhteistyökumppaneiden henkilöstöä. Kenttäaineiston määritykset tehtiin pääosin Vaasan kaupungin ympäristölaboratoriossa ja osa SYKEN laboratorioissa.

Liite 1. Kyrönjoen selvityksen osavaluma-alueiden tietoja (lyhenteet, kts.Kuva 9)

Vedenlaatupiste	Lyhenne	Vedenlaatuaineiston ajallinen kattavuus	Kokonaisnäytemäärä
Kyrönjoen alaosa	A	1961-2013	2920
Lehmäjoki	Le	1973-2013	220
Orismalanjoki	Ori	1985-2013	104
Haapajyrä	Haapa	1962-2013	1413
Hanhikoski	HK	1961-2013	1335
Seinäjoki	SJ	1982-2013	1027
Jouttikoski	JO	1970-2013	626
Kuljunkoski	KU	1974-2013	234
Munakka	M	1971-2013	456
Nikkola	N	1963-2013	1116
Pitkämö	P	1961-2013	482
Kainastonjoki alempi	Ka	1962-2012	115
Kainastonjoki ylempi	Kay	1962-2012	180
Keevelinluoma	KV	2003-2013	54
Ikkelänjoki	Ikk	2004-2012	44
Jalasjoki	JJ	1963-2013	455
Kärkiluoma	KÄ	1984-2013	55
Liikaluoma	LI	2009-2013	11
Keisariluoma	Kei	1986-2012	29
YHTEENSÄ		1961-2013	10 876

Liite 2. Syksyn 2013 monitoroinnin tulokset näytepaikoittain.

Paikka	Aika	Kemiall. hapen kulutus (CODMn) mg/l	Kiintoaine, mg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Orgaaninen kokonaishiili (TOC), mg/l	pH	Sähkönjohtavuus, mS/m	Väriluku, mg Pt/l
Skatila vp 9600	17.9.2013	21	7	82	1200	20	7,3	16	200
Skatila vp 9600	21.10.2013	19	4	92	1600	16	7,3	18	180
Skatila vp 9600	24.10.2013	18	6			17	7	18	190
Skatila vp 9600	30.10.2013	17	9	110	2300	16	7,1	21	160
Skatila vp 9600	18.11.2013	30	21	80	3800	25	6	19	180
Skatila vp 9600	9.12.2013	25		54	2600	22	6,3	18	180
Skatila vp 9600	9.1.2014	28	10	50	3200	25	5,7	16	180
Haapajyrä mp 81	12.9.2013	64	22			59	5	39	500
Haapajyrä mp 81	17.9.2013	71	30	150	2700	65	5,2	39	690
Haapajyrä mp 81	1.10.2013			58	3300	30	5,3	45	
Haapajyrä mp 81	16.10.2013			61	4000	29	5,4	49	
Haapajyrä mp 81	24.10.2013	16	7			16	4,2	67	35
Haapajyrä mp 81	30.10.2013	12	2	18	5300	13	4,6	57	30
Haapajyrä mp 81	6.11.2013			58	12000	12	4,7	53	
Haapajyrä mp 81	18.11.2013			13	9600	9,7	4,2	89	
Haapajyrä mp 81	2.12.2013			8	7300	8,6	4,3	79	
Haapajyrä mp 81	9.1.2014	17	15	41	8700	16	4,3	67	55
Hanhikoski	12.9.2013	21	1			18	7	15	200
Hanhikoski	17.9.2013	21	11			18	7	15	200
Hanhikoski	24.10.2013	17	4			16	7,2	18	160
Hanhikoski	30.10.2013	18	10	98	1400	17	7,1	13	160
Nikkola	11.9.2013	22	5			19	7	11	210
Nikkola	17.9.2013	21	6			19	7	12	200
Nikkola	21.10.2013		3	98	1100		7,1	12	160
Nikkola	24.10.2013	16	3			14	7,2	13	160
Nikkola	30.10.2013	18	11	110	1800	17	7	13	160
Nikkola	18.11.2013		11	77	3200		6,5	11	200
Nikkola	9.1.2014	27	7	57	2400	24	6,4	9,3	180
Jalasjoki Ahonkylä	17.9.2013	25	5			23	6,9	10	210
Jalasjoki Ahonkylä	24.10.2013	24	33			21	6,8	14	210
Jalasjoki Ahonkylä	30.10.2013	28	17	130	2200	50	6,8	11	250
Jalasjoki Ahonkylä	6.11.2013		40	150	4000		6,5	13	280
Jalasjoki Ahonkylä	9.1.2014	33	18	61	2500	29	6,3	8,3	200

Liite 2 jatkuu.

Paikka	Aika	Kemiall. hapen kulutus (CODMn) mg/l	Kiintoaine, mg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Kokonaistypppi, µg/l	Orgaaninen kokonaishiili (TOC), mg/l	pH	Sähkönjohtavuus, mS/m	Väriluku, mg Pt/l
Jouttikoski	11.9.2013	30	5			26	6,5	6	230
Jouttikoski	17.9.2013	26	6			23	6,4	6	230
Jouttikoski	24.10.2013	22	4			20	6,7	7	210
Jouttikoski	30.10.2013	38	29	91	2800	17	6	11	380
Jouttikoski	8.1.2014	32	3	34	1600	29	5,9	5,5	200
Pitkämäo vp 9400	11.9.2013	18	3			15	7,1	12	160
Pitkämäo vp 9400	17.9.2013	15	2			14	7,2	12	140
Pitkämäo vp 9400	24.10.2013	12	8			10	7,3	13	100
Pitkämäo vp 9400	30.10.2013	29	9	94	3100	26	6,7	11	200
Pitkämäo vp 9400	8.1.2014	24	4	52	1900	21	6,6	7,4	150
Keevelinluoma	11.9.2013	18	5			15	6,8	5	200
Keevelinluoma	17.9.2013	17	5			14	6,8	5	200
Keevelinluoma	24.10.2013	19	20			17	6,6	3	180
Keevelinluoma	30.10.2013	40	1	24	700	35	5,6	3	250
Keevelinluoma	8.1.2014	25	1	13	470	21	5,6	2,2	140
Kärkiluoma	11.9.2013	35	4			29	6,8	5	280
Kärkiluoma	17.9.2013	32	4			30	6,8	5	280
Kärkiluoma	1.10.2013	33	4,8	47			7	4,81	275
Kärkiluoma	24.10.2013	29	13			24	6,8	5	280
Kärkiluoma	30.10.2013	37	7	44	1200	30	6,4	5	250
Kärkiluoma	8.1.2014	35	2	22	880	29	5,4	3,1	210
Liikaluoma	11.9.2013	31	4			26	6,6	5	220
Liikaluoma	17.9.2013	29	4			25	6,7	5	210
Liikaluoma	24.10.2013	29	22			24	6,6	6	200
Liikaluoma	30.10.2013	42	6	46	1400	35	5,8	6	250
Liikaluoma	8.1.2014	30	4	30	1000	25	5,9	4,4	180
Jaskarinkylän oja	17.9.2013	110	4			93	4,2	6	630
Jaskarinkylän oja	17.10.2013	110	4	110	1700	78	4,3	5	500
Jaskarinkylän oja	24.10.2013	96	6	110	1800	76	4,2	5	500
Jaskarinkylän oja	30.10.2013	100	3	59	1600	82	4	6	440
Jaskarinkylän oja	9.1.2014	93	6	59	1700	75	4	6,2	380