



Jatkuvatoimiset vedenlaatumittarit vesistökuormituksen arvioinnissa

ELISA VARTIAINEN | MARIA YLI-RENKO | LEENA LAAMANEN | RIIKKA ELO | JONI KOSKINEN



Jatkuvatoimiset vedenlaatumittarit vesistökuormituksen arvioinnissa

ELISA VARTIAINEN
MARIA YLI-RENKO
LEENA LAAMANEN
RIIKKA ELO
JONI KOSKINEN

RAPORTEJA 31 | 2014

**JATKUVATOIMISET VEDENLAATUMITTARIT
VESISTÖKUORMITUKSEN ARVIOINNISSA**

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Kaisa Salokannel, Päivi Lehtinen
Kansikuva: Sanna-Mari Mattila
Kartat: © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/12
© Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus,
Varsinais-Suomen ELY-keskus, MAVI 2012
TEHO Plus -hanke/RE/18.9.2013
Painopaikka: Kopijyvä Oy

ISBN 978-952-314-018-9 (painettu)

ISBN 978-952-314-019-6 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (painettu)

ISSN 2242-2854 (verkkójulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-019-6

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

Johdanto	2
Aineisto ja menetelmät.....	3
Valuma-alueet	3
Vedenlaadun mittaukset	4
Kuormituslaskelmat	4
Tilastolliset analyysit	5
Tulokset.....	6
Valuma-alueiden vuosittainen kuormitus	6
Menetelmien väliset korrelaatiot	10
Menetelmien väliset erot kuormituksissa.....	11
Menetelmien väliset erot muunlaisiin kuormituslaskelmiin verrattuna	30
Esimerkki menetelmien välisten erojen syistä	30
Sadannan vaikutus kiintoaine- ja nitraattityypikuormitukseen.....	30
Johtopäätökset.....	35
Kuormituksen vaihtelu.....	35
Kasvukauden vaikutus kuormitukseen.....	35
Valuma-alueiden väliset erot.....	36
Menetelmien väliset erot.....	36
Seurannan jatkokehittäminen	37
Lähteet.....	38
Liitteet.....	39
Liite 1. Aurajoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti	39
Liite 2. Eurajoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti	40
Liite 3. Loimijoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti	41
Liite 4. Yli vuorokauden puutokset mittari- ja virtaama-aineistossa	42
Liite 5. Aurajoen regressioyhtälöt	43
Liite 6. Eurajoen regressioyhtälöt	44
Liite 7. Loimijoen regressioyhtälöt	45
Kuvailulehdet	46

Johdanto

Vedenlaatu vaihtelee ajallisesti ja paikallisesti. Varsinkin virtavesissä muutokset vedenlaadussa ovat nopeita ja vaikeuttavat ympäristömuutosten arviointia. Esimerkiksi Valkama ym. (2010) ovat tutkimuksessaan todenneet, että pelloilta huuhtoutuva kuormitus syntyy pulsseina, ja siksi kuormitustapahtumat ovat hyvin nopeita. Pelkästään perinteisellä käsinäytteenotolla toteutettu seuranta ei pysty välttämättä antamaan luotettavaa kuvaa joen todellisesta tilanteesta (Vuori 2002).

Automaattisia vedenlaatumittareita käyttämällä voidaan puolestaan saada yksityiskohtaisia tuloksia veden laadusta ja ajoittaisista vaihteluista (Salmi ym. 2011). Näiden mittausjärjestelmien tarkoituksena on antaa luotettavaa ja reaaliaikaista tietoa vesistön nopeasti vaihtuvista oloista. Vedenlaadun automaattinen mittaus yleistyykin jatkuvasti ja sen varaan lasketaan paljon tulevaisuuden vedenlaadun tarkkailussa.

Automaattinen vedenlaadun mittaus aloitettiin TEHO-hankkeessa yhteistyössä Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kanssa viidellä mitta-asemalla keväällä 2009. TEHO-hankkeen päättymisen jälkeen yhteistyötä jatkoi TEHO Plus -hanke. Automaattimittausta on jatkettu yli neljä vuotta ja koossa on kattava vedenlaatuaineisto eri virtavesistöistä. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää eri jokien vuosittaista kuormitusta kiintoaineen, nitraattitypen ja kokonaisfosforin osalta sekä vertailla automaattiseen vedenlaadun seurantaan perustuvaa menetelmää perinteiseen käsinäyttein suoritettavaan vedenlaadun seurantaan. Työssä hyödynnettiin kolmelta pinta-alaltaan erikokoiselta valuma-alueelta, Aurajoki, Eurajoki ja Loimijoki, toukuun 2009 ja syyskuun 2013 välisenä aikana kerättyä aineistoa.

Aineisto ja menetelmät

Valuma-alueet

Mittausasemien yläpuoliset valuma-alueet määriteltiin valitsemalla Suomen ympäristökeskuksen valuma-alueaineistosta kunkin mittarin yläpuoliset osavaluma-alueet ja leikkaamalla mittarin alapuolinen valuma-alue pois (liitteet 1–3). Mittausaseman yläpuolisen valuma-alueen alaraja määriteltiin ja digitoitiin seuraamalla mittausaseman ympäristön korkeimpia kohtia Maanmittauslaitoksen peruskartan korkeuskäyrien mukaan. Peltoalueiden vallitsevat viljelykasvit saatiin Maaseutuviraston peltolohkorekisteristä. Valuma-alueiden maankäyttöosuudet määriteltiin Corine2006-aineistosta (taulukko 1).

Tiedot valuma-alueiden peltojen kaltevuuksista (taulukko 2) sekä peltojen maalajeista (taulukko 3) saatiin Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmästä. Tiedot koskevat koko valuma-aluetta, eivät ainoastaan mittausaseman yläpuolista valuma-aluetta.

Valuma-alueista Eurajoki poikkeaa selvästi Loimijoen ja Aurajoen valuma-alueista. Eurajoella maatalousalueiden osuus on pienin ja metsien osuus vastavasti suurin. Eurajoella on myös vesialueita selvästi enemmän kuin Aurajoella ja Loimijoella. Lisäksi Eurajoen valuma-alueen peltolohkojen maalajit sisältävät enimmäkseen karkeitä kivennäismaita, kun taas Aurajoella ja Loimijoella savimaat ovat yleisimpiä. Aurajoen ja Loimijoen valuma-alueet vastaavat toisiaan maankäytöllisesti.

Taulukko 1. Valuma-alueiden pinta-ala ja maankäyttö.

Valuma-alue	Mittarin yläpuolisen valuma-alue (ha)	Kosteikot ja avoimet suot (%)	Maatalous-alueet (%)	Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat (%)	Rakennetut alueet (%)	Vesialueet (%)
Aurajoki	75223	3,1	44,1	46,1	6,6	0,2
Eurajoki	132771	1,7	26,0	55,7	3,6	12,9
Loimijoki	235305	2,4	40,6	51,0	2,7	3,3

Taulukko 2. Valuma-alueiden peltojen kaltevuusjakaumat.

Valuma-alue	0 – 0,5 %	0,5 – 1,5 %	1,5 – 3 %	3 – 6 %	> 6 %
Aurajoki	47,7 % (15434 ha)	26,0 % (8406 ha)	16,3 % (5268 ha)	9,2 % (2982 ha)	0,7 % (232 ha)
Eurajoki	59,5 % (18758 ha)	22,4 % (7076 ha)	12,4 % (3903 ha)	5,5 % (1733 ha)	0,2 % (75 ha)
Loimijoki	55,0 % (61587 ha)	26,80% (30009 ha)	13,1 % (14713 ha)	4,8 % (5411 ha)	0,2 % (206 ha)

Taulukko 3. Valuma-alueiden peltojen maalajit.

Valuma-alue	Karkeat	Hiesut	Savet	Eloperäiset
Aurajoki	44 % (14495 ha)	3 % (1176 ha)	47 % (15427 ha)	3 % (1178 ha)
Eurajoki	65 % (21156 ha)	5 % (1943 ha)	15 % (4997 ha)	13 % (4361 ha)
Loimijoki	37 % (42631 ha)	8 % (9719 ha)	45 % (51430 ha)	8 % (9957 ha)

Vedenlaadun mittaukset

Automaattiaineiston keräämisessä on käytetty S::canin spectro::lyser ja nitro::lyser UV-Vis -jatkuvatoimisia vedenlaatumittareita, joiden toiminta perustuu UV-spektrometriaan. Mittarit ovat yhteydessä paineilmasäiliöön, ja mittausalue ikkunoineen puhdistetaan paineilmalla ennen jokaista mittausta. Laitteet mittaavat sameutta ja nitraattityppeä, ja ne on ohjelmoitu mittaamaan pitoisuuksia vedestä puolen tunnin välein. Eurajoen mittari rikkoutui salamaniskusta 2.8.2012, ja se jouduttiin vaihtamaan uuteen.

Aineistossa oli joitakin katkoksia, joilta tuloksia ei ollut saatavilla (liite 4). Katkot johtuivat mittarin poistamisesta jäidenlähdön ajaksi, laitteiston rikkoutumisesta tai mitattujen arvojen poistamisesta epäluotettavuuden vuoksi. Poistoon johtanut epäluotettavuutta aiheuttivat muun muassa likaantuminen, alijäähtyminen, penkan sortuminen ja suuren sameuden aiheuttamat nitraattityppipitoisuuden määrittämisvirheet.

Automaattimittarilla mitatut sameus ja nitraattityppi kalibroitiin mittauspaikkakohtaisesti otettujen käsinäytteiden avulla. Käsinäytteitä otettiin tarkastelujaksona kaikilta valuma-alueilta yhteensä 424 kappaletta ja näistä määritettiin laboratoriossa kiintoaine, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, nitriitti-nitraattityppi ja sameus. Automaattimittareilla mitatusta sameudesta laskettiin kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuudet paikkakohtaisten regressioyhtälöiden avulla (liitteet 5–7). Kalibroinnin myötä osalle aineistosta tuli raja-arvoja, joita alemmat mittarilukemat muuttuivat nolaksi yhtälöiden vakiotermin vuoksi. Aurajoella nitraattityypin raja-arvo oli 0,37 mg/l ja Eurajoella 0,17 mg/l. Loimijoella kiintoaineen raja-arvo oli 19,6 mg/l ja nitraattityypin raja-arvo 0,74 mg/l.

Kuormituslaskelmat

Kuormituksen laskemiseksi tarvittiin jokaiselta mittausasemalta virtaamat, jotka saatiin Suomen ympäristökeskuksen HERTTA-tietokannasta. HERTTA-tietokannasta saatiin myös alueellinen sadanta Aurajoen ja Eurajoen valuma-alueilta. Loimijoen valuma-alueen sadanta saatiin Ilmatieteen laitokselta. VEMALA-kuormitusmallinnuksen tulokset Aurajoen osalta saatiin Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmästä (haettu 24.10.2013). Koska virtaama, käsinäytteet ja sadanta olivat päiväkohtaisia, laskettiin myös jatkuvatoimisten vedenlaatumittareiden keräämästä aineistosta päiväkohtaiset keskiarvot mitatuille muuttujille.

Käsinäytteiden tulokset yleistettiin näytteenottojen väliselle ajalle siten, että puolet ajasta täydennettiin edellisen näytteenoton tuloksella ja puolet seuraavan näytteenoton tuloksella. Poikkeuksena tästä olivat suurten virtaamamuutosten ajankohdat, joista tehtiin yleistetyn arvon muutoskohta. Vedenlaatu- ja virtaama-aineiston perusteella laskettiin sekä mittari- että käsinäytetuloksista vuorokautiset kokonaiskuormitukset jokaiselle valuma-alueelle. Aineistossa virtaamatieho oli ilmoitettu m^3/s , joka muutettiin aluksi m^3/vrk . Tämän jälkeen laskettiin yhden kuution sisältämä ravinne-/kiintoainemäärä, joka kerrottiin vuorokautisella virtaamalla, jolloin saatiin vuorokautinen kuormitus kullekin mittausasemalle. Virtaamatiedoissa oli joitakin puutoksia (liite 4), ja kyseisten päivien kuormituslaskelmat jäivät puuttumaan kokonaan. Vuorokautiset kokonaiskuormitukset laskettiin samalla tavoin mittari- ja käsinäyteaineistolle.

Eri menetelmin (mittari/käsi) laskettujen kuormitusmäärien eroja verrattaessa jokainen vuosi jaettiin neljään hydrologiseen jaksoon, koska haluttiin vertailla menetelmien välisiä eroja erilaisissa ympäristöolosuhteissa. Hydrologiset jaksot olivat seuraavat:

- I. tammi–maaliskuu
- II. huhtikuu
- III. touko–syyskuu
- IV. loka–joulukuu

Taulukossa 4 on esitetty kuormituslaskelmiin käytettyjen mittari- ja käsinäytehavaintojen määrä (n) kullakin hydrologisella jaksolla. Havaintojen määrä saattoi ajoittain olla joidenkin muuttujien osalta ilmoitettua alhaisempi.

Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin jokaiselle valuma-alueelle erikseen. Tarkoituksena oli tarkastella mittari- ja käsinäytetulojen perusteella laskettujen kokonaiskuormitusten (kiintoaine, nitraattityppi ja kokonaisfosfori) välisiä korrelaatioita sekä mittari- ja käsinäytetulojen perusteella laskettujen keskimääräisten vuorokausikuormitusten välisiä tilastollisia eroja. Selitettävät muuttujat eivät jakautuneet normaalisti, joten analyysit tehtiin menetelmin, jotka sallivat ei-normaalien jakauman. Korrelaatioanalyysissä käytettiin Spearmanin korrelaatiota ja erojen tarkasteluun yleistettyjä lineaarisia malleja. Koska tutkittavien valuma-alueiden lukumäärä oli niin pieni (n=3), ei varsinaisia valuma-alueiden välisiä eroja (pinta-ala ym.) voitu tilastollisin menetelmin analysoida.



Mittausasema Eurajoen alajuoksulla matalan virtaaman aikaan heinäkuussa 2011. Kuva: Sanna-Mari Mattila

Taulukko 4. Hydrologisten jaksosten kuormituslaskelmiin käytettyjen havaintojen määrä (n).

Hydrologinen jakso	Aurajoki		Eurajoki		Loimijoki	
	n mittari	n käsi	n mittari	n käsi	n mittari	n käsi
2009 III	6542	27	5968	14	6602	13
2009 IV	4411	19	4357	13	4414	12
2010 I	4194	9	4200	3	4315	4
2010 II	836	11	1070	3	1440	3
2010 III	7319	22	6958	12	7333	12
2010 IV	4416	12	4202	4	4416	4
2011 I	4318	10	4311	6	4316	5
2011 II	805	12	1305	3	1333	3
2011 III	7344	26	6814	10	7180	10
2011 IV	4413	11	4415	5	4414	5
2012 I	4365	13	4158	4	4331	4
2012 II	1438	8	1381	2	1308	3
2012 III	7341	25	6515	9	7307	8
2012 IV	4415	14	3823	4	4416	4
2013 I	4316	10	4316	4	4164	4
2013 II	1440	9	1440	3	1433	3
2013 III	6622	14	6638	6	6668	7

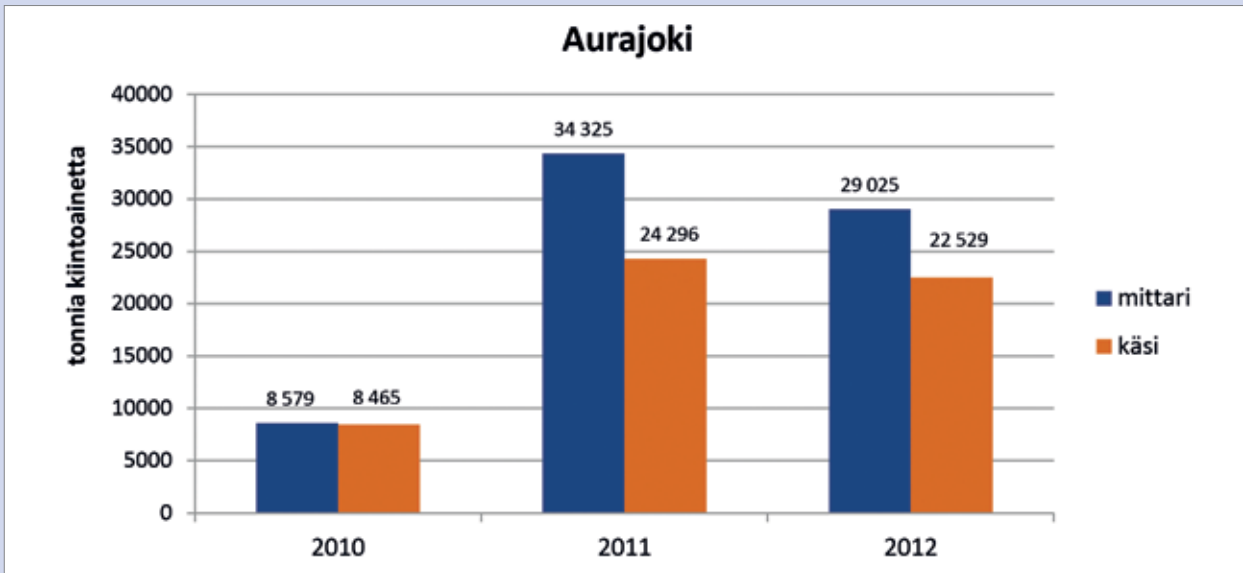
Tulokset

Valuma-alueiden vuosittainen kuormitus

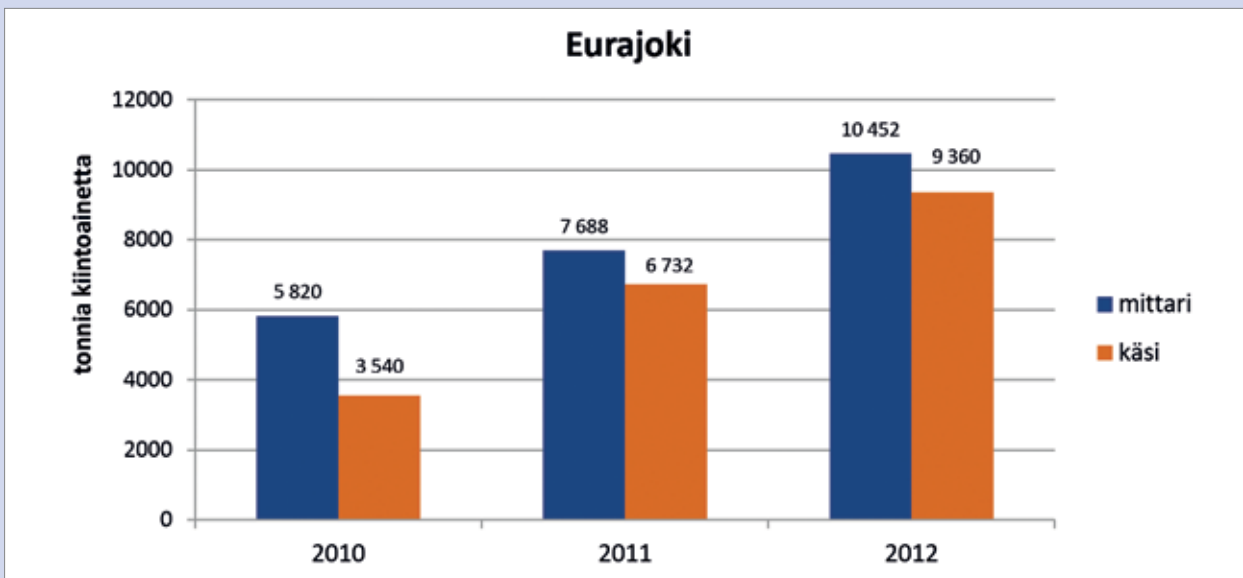
Kuvissa 1–9 on esitetty valuma-aluekohtaiset kiintoaine-, nitraattityppi-, ja kokonaisfosforikuormitukset vuosilta 2010–2012, jotka on laskettu sekä mittariettä käsinäytetulosten perusteella. Kuormitukset on esitetty kumulatiivisena eli vuorokautiset kuormitukset on laskettu yhteen. Aurajoen automaattimittarin vuosien 2010 ja 2011 huhtikuuden kuormitustiedot on täydennetty käsinäytteistä lasketuilla kuormituksilla. Aurajoen mittari jouduttiin näinä ajankohtina poistamaan jäidenlähdön vuoksi ja se oli poissa käytöstä noin kahden viikon ajan kumpanakin vuonna. Myös Eurajoella mittari poistettiin jäidenlähdön ajaksi vuosina 2010 ja 2011, ja vuoden 2010 seitsemän päivän katko on täydennetty. Vuonna 2011 katkon kesto oli ainoastaan kaksi päivää.

Automaattimittariaineistosta lasketut vuotuiset kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitukset olivat kaikilla valuma-alueilla suurempia kuin käsinäyteaineistosta lasketut. Erot nitraattityppikuormituksissa mittari- ja käsinäyteaineiston välillä olivat pienempiä kuin kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormituksissa. Käsinäyteaineistosta lasketut nitraattityppikuormitukset olivat pääosin hieman suurempia kuin mittariaineistosta lasketut. Vuotuiset kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitukset olivat Eurajoella selvästi pienimmät ja Loimijoella suurimmat. Aurajoen nitraattityppikuormitus oli vuosina 2010 ja 2012 suurempi kuin Aurajoen. Loimijoen nitraattityppikuormitus oli selvästi suurin.

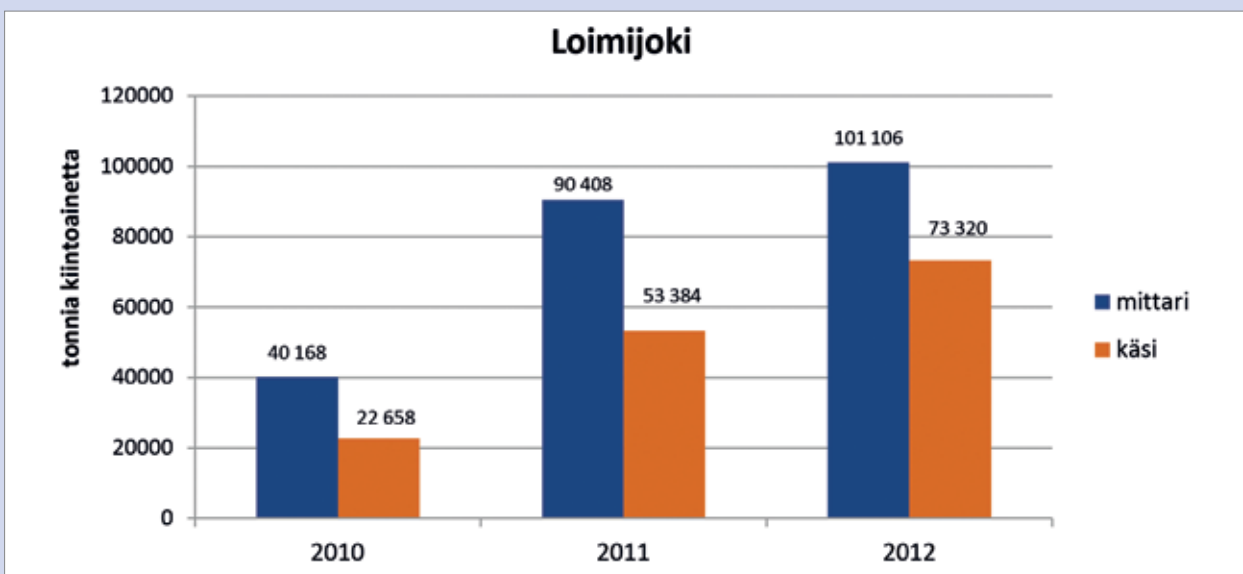
Täydennetystä automaattimittariaineistosta laskettuna Aurajoen valuma-alueen kiintoainekuormitus neliökilometriä kohden (=ominaiskuormitus) vuosien 2010–2012 keskiarvona oli 31,9 tonnia vuodessa. Eurajoella kiintoaineen ominaiskuormitus oli vastavasti 6,0 tonnia vuodessa ja Loimijoella 32,8 tonnia vuodessa. Nitraattitypen ominaiskuormitus vuosien 2010–2012 keskiarvona oli Aurajoella 0,54 tonnia vuodessa, Eurajoella 0,34 tonnia vuodessa ja Loimijoella 0,68 tonnia vuodessa. Kokonaisfosforin ominaiskuormitus vuosien 2010–2012 keskiarvona oli Aurajoella 0,07 tonnia vuodessa, Eurajoella 0,02 tonnia vuodessa ja Loimijoella 0,07 tonnia vuodessa.



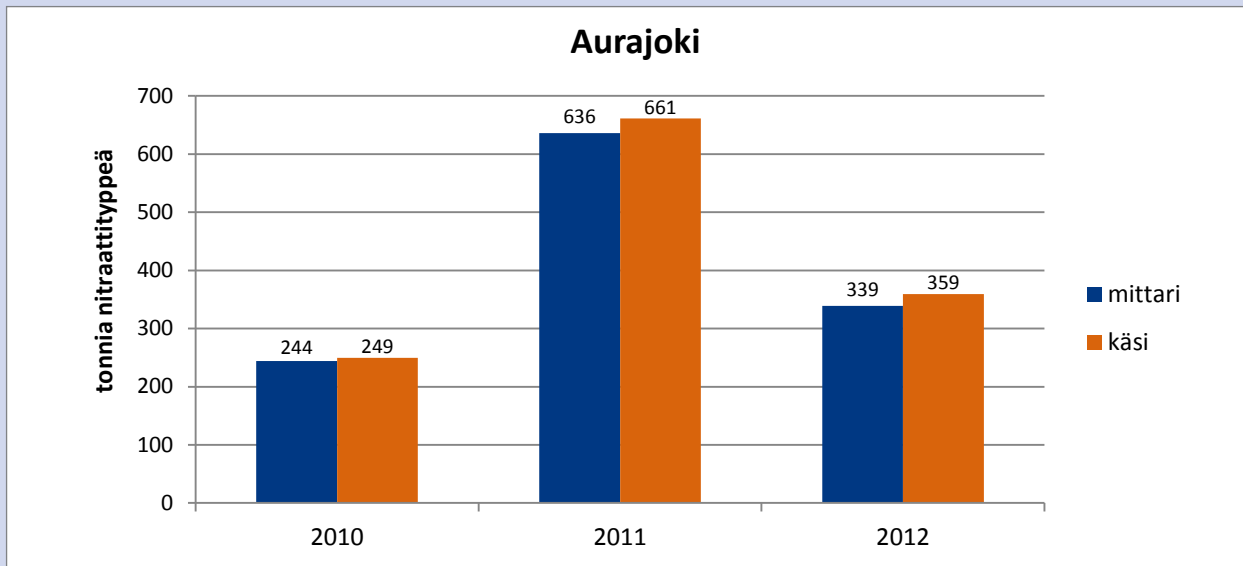
Kuva 1. Vuosittainen kiintoainekuormitus Aurajoen valuma-alueella.



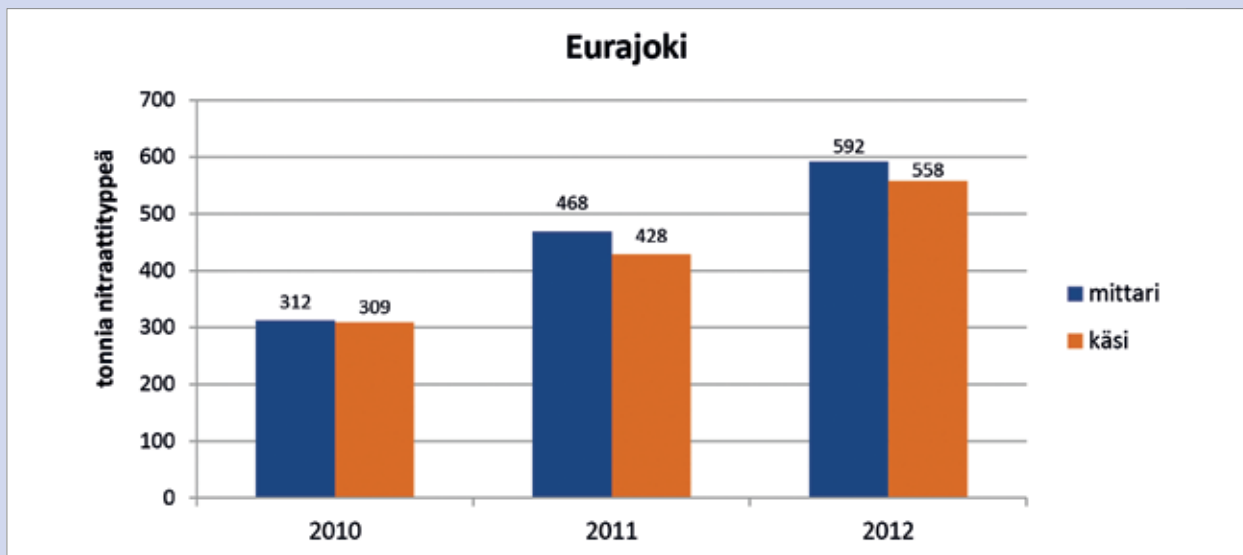
Kuva 2. Vuosittainen kiintoainekuormitus Eurajoen valuma-alueella.



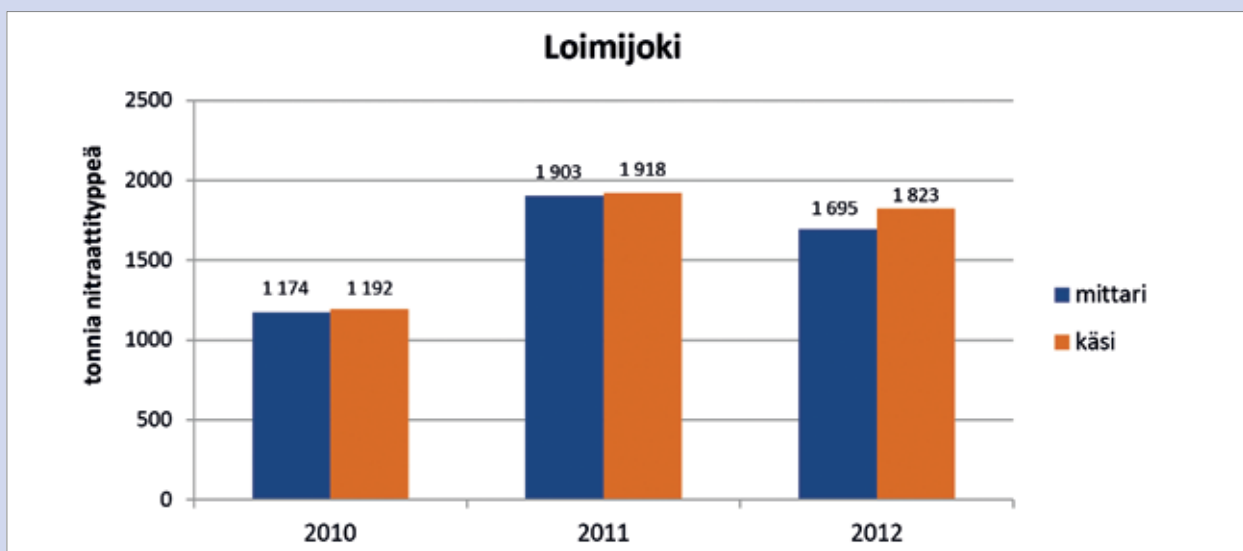
Kuva 3. Vuosittainen kiintoainekuormitus Loimijoen valuma-alueella.



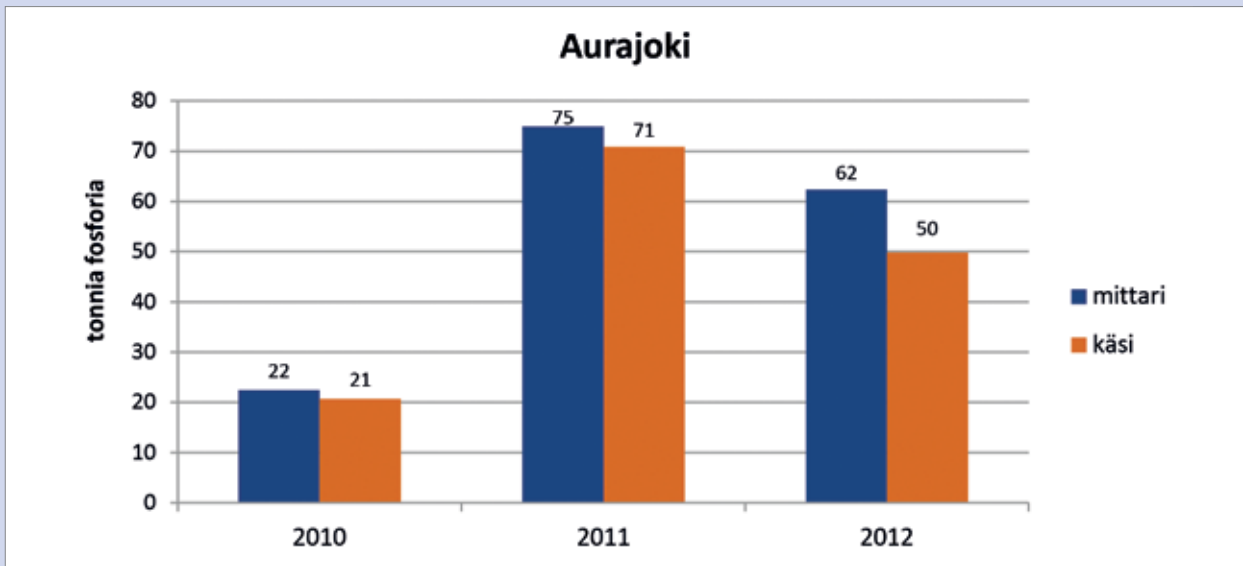
Kuva 4. Vuosittainen nitraattityppikuormitus Aurajoen valuma-alueella.



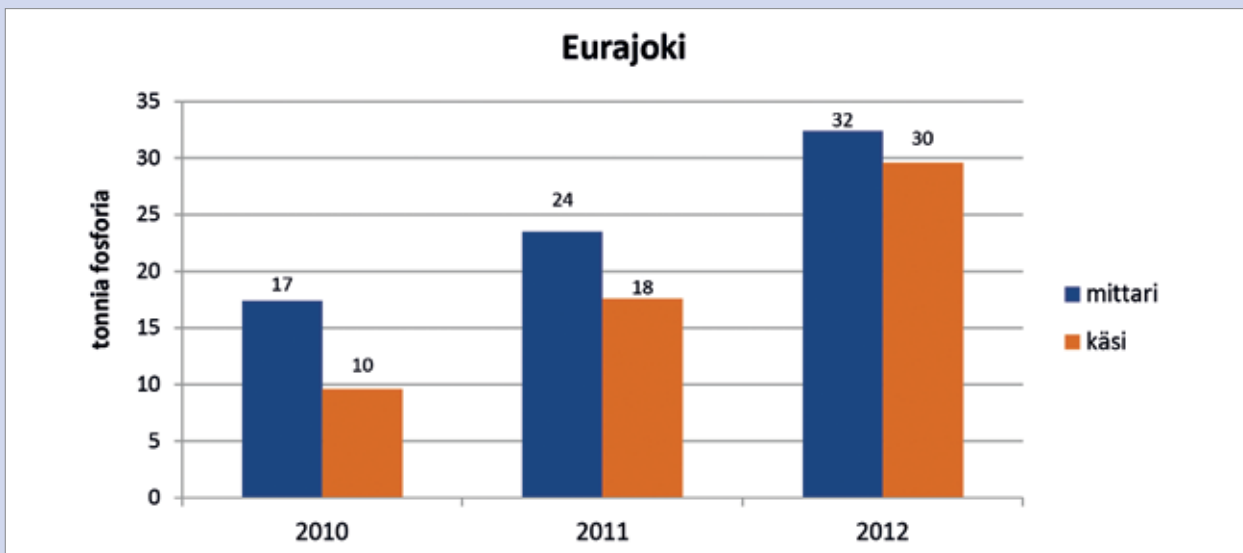
Kuva 5. Vuosittainen nitraattityppikuormitus Eurajoen valuma-alueella.



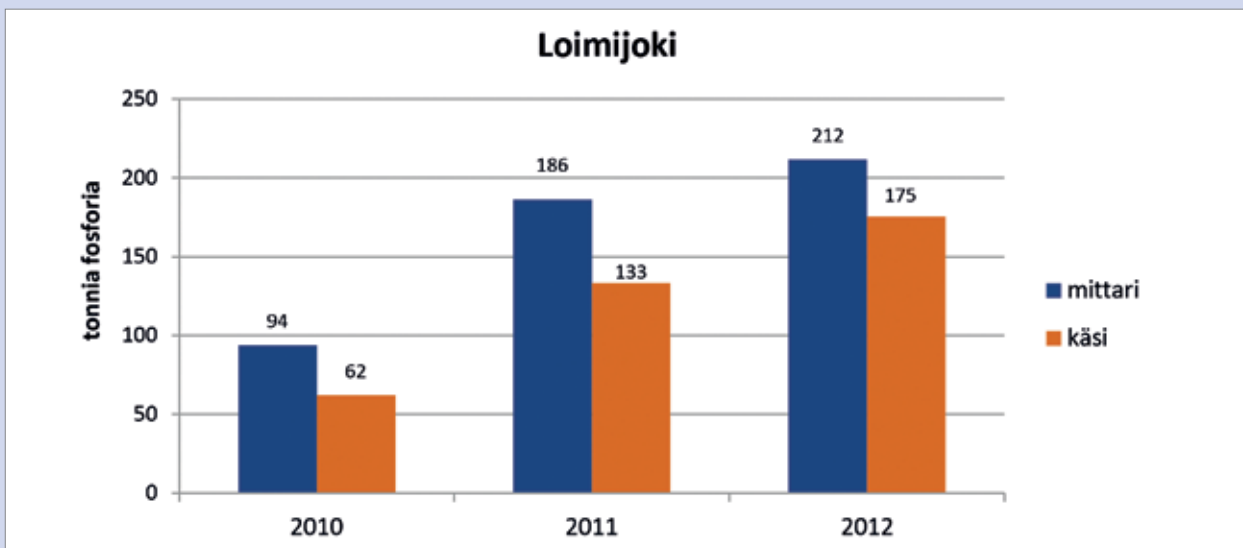
Kuva 6. Vuosittainen nitraattityppikuormitus Loimijoen valuma-alueella.



Kuva 7. Vuosittainen kokonaisfosforikuormitus Aurajoen valuma-alueella.



Kuva 8. Vuosittainen kokonaisfosforikuormitus Eurajoen valuma-alueella.



Kuva 9. Vuosittainen kokonaisfosforikuormitus Loimijoen valuma-alueella.

Menetelmien väliset korrelaatiot

Tutkimuksessa haluttiin selvittää mittari- ja käsinäytetulosten välistä korrelaatiota, jolla tarkoitetaan kahden muuttujan välistä lineaarista riippuvuutta. Taulukossa 5 on esitetty kuormitusten korrelaatiokertoimet (r-arvot) sekä korrelaatiokertoimien tilastollinen merkitsevyys (p-arvo). Korrelaatiokertoimen arvot vaihtelevat välillä [-1,1]. Mitä enemmän korrelaatiokerroin poikkeaa nolasta, sitä voimakkaampaa muuttujien välinen riippuvuus on. Mikäli $|r| > 0,7$, lineaarinen riippuvuus on voimakasta. Korrelaatiokertoimen tilastollinen mer-

kitsevyys puolestaan kertoo siitä, että mitä pienempi p-arvo on, sitä enemmän korrelaation yleistäminen saa tukea. Mikäli p-arvo on pienempi kuin 0,05, voidaan tulosten välistä korrelaatiota pitää tilastollisesti merkitsevänä.

Mittari- ja käsinäytetulosten väliset korrelaatiot olivat kaikilla valuma-alueilla kiintoaineen, nitraattitypen ja kokonaisfosforin suhteen tilastollisesti merkitseviä, kun aineisto oli jaettu hydrologisiin jaksoihin (taulukko 5). Korrelaatiokertoimien arvot kertovat, että lineaarinen riippuvuus menetelmien välillä oli voimakasta eli mittaritulosten suuret arvot olivat yhteydessä käsinäytteiden suuriin arvoihin ja päinvastoin.

Taulukko 5. Menetelmien väliset korrelaatiot ja niiden tilastollinen merkitsevyys kiintoaine-, nitraattityppi- ja kokonaisfosforikuormituksessa jaettuna hydrologisiin jaksoihin.

Valuma-alue	Hydrologinen jakso	kiintoaine		nitraattityppi		kokonaisfosfori	
		r-arvo	p-arvo	r-arvo	p-arvo	r-arvo	p-arvo
Aurajoki	I	0,99	< 0,0001	0,99	< 0,0001	0,99	< 0,0001
	II	0,99	< 0,0001	0,96	< 0,0001	0,97	< 0,0001
	III	0,96	< 0,0001	0,97	< 0,0001	0,97	< 0,0001
	IV	0,98	< 0,0001	0,99	< 0,0001	0,99	< 0,0001
Eurajoki	I	0,92	< 0,0001	0,96	< 0,0001	0,98	< 0,0001
	II	0,86	< 0,0001	0,88	< 0,0001	0,92	< 0,0001
	III	0,97	< 0,0001	0,94	< 0,0001	0,98	< 0,0001
	IV	0,95	< 0,0001	0,96	< 0,0001	0,97	< 0,0001
Loimijoki	I	0,84	< 0,0001	0,97	< 0,0001	0,98	< 0,0001
	II	0,89	< 0,0001	0,94	< 0,0001	0,95	< 0,0001
	III	0,95	< 0,0001	0,91	< 0,0001	0,96	< 0,0001
	IV	0,92	< 0,0001	0,92	< 0,0001	0,95	< 0,0001

Menetelmien väliset erot kuormituksissa

Kuvasarjoissa 1–9 on esitetty mittari- ja käsinäytetuloiksiin perustuvat kiintoaine-, nitraattityppi- ja kokonaisfosforikuormitukset eri hydrologisissa jaksoissa tutkimusaikana. Kuvaajat on esitetty vuorokausikeskiarvoina ja virhepalkit kuvaavat keskivirhettä. Kuvissa esiintyvät p-arvot kuvaavat tilastollisten testien antamaa tulosta. Mikäli p-arvo on pienempi kuin 0,05, voidaan tulosten välistä eroa pitää tilastollisesti merkitsevä. Koska vertailu tehtiin päiväkohtaisesti, on aineistosta poistettu kokonaan päivät, joilta mittariaineisto puuttui.

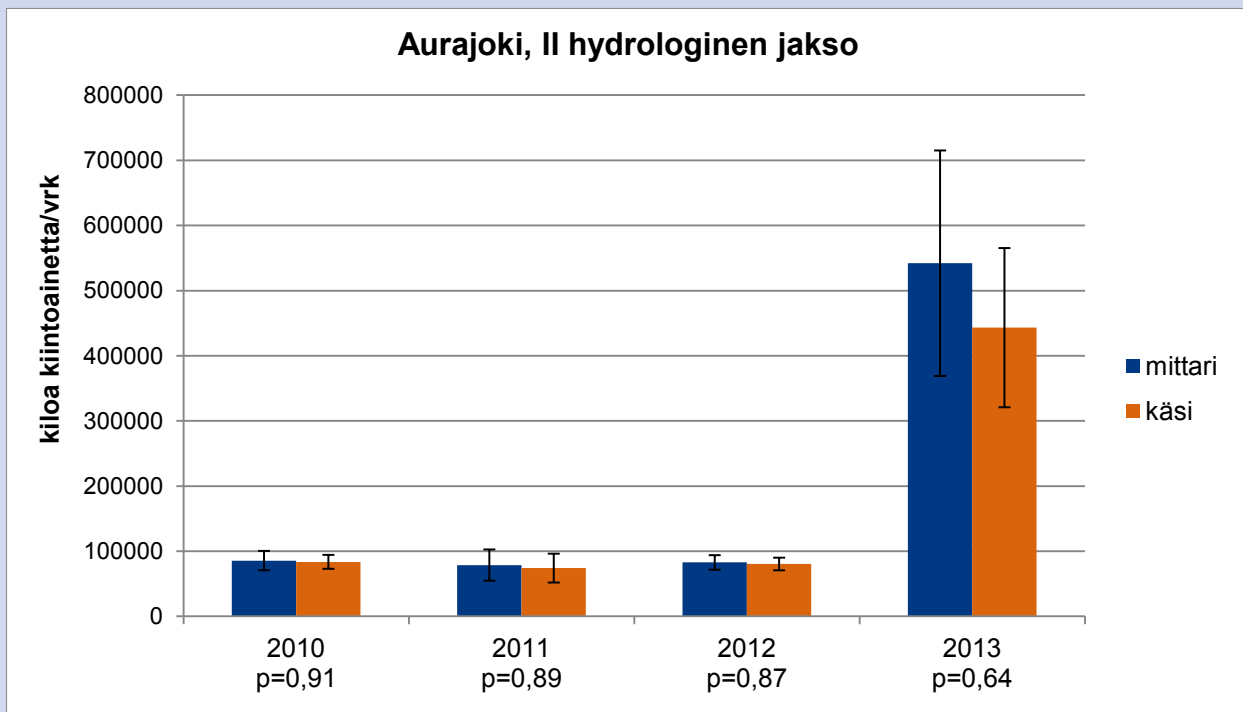
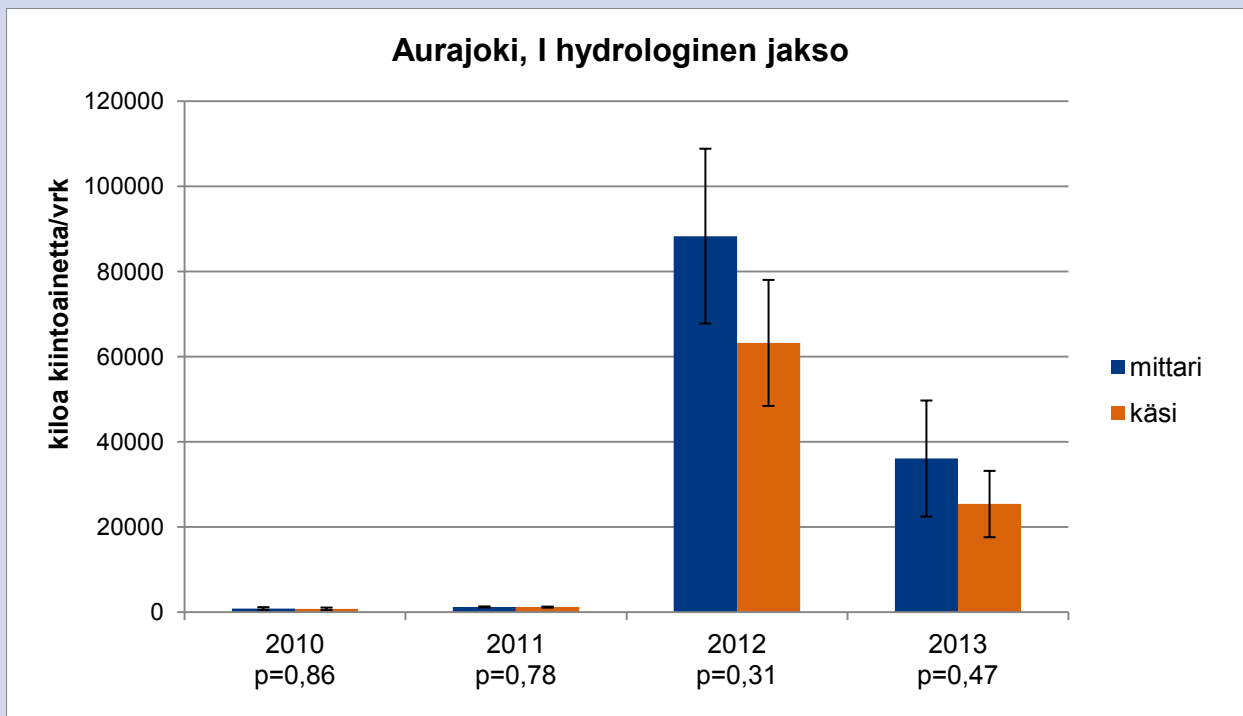
Kiintoainekuormituslaskelmat vastasivat toisiaan parhaiten Aurajoella, jossa ainoastaan IV hydrologisessa jaksossa vuonna 2011 menetelmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero. Eurajoella menetelmien välillä oli kiintoainekuormituksissa tilastollisesti merkitsevä ero I hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2011, II hydrologisessa jaksossa vuonna 2011 sekä III hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2012. Loimijoen valuma-alueella menetelmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero I hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2011, II hydrologisessa jaksossa vuosina 2010, 2011 ja 2013 sekä III hydrologisessa jaksossa vuonna 2009.

Käsi- ja mittarinäytteiden perusteella lasketut nitraattityppikuormitukset vastasivat toisiaan paremmin kuin kiintoainekuormitukset. Aurajoella ainoastaan II hydrologisessa jaksossa vuonna 2013 nitraattityppikuormituksissa oli menetelmien välillä tilastollisesti merkitsevä ero. Eurajoella ero oli tilastollisesti merkitsevä II hydrologisessa jaksossa vuonna 2012 ja III hydrologisessa jaksossa vuonna 2009. Loimijoella

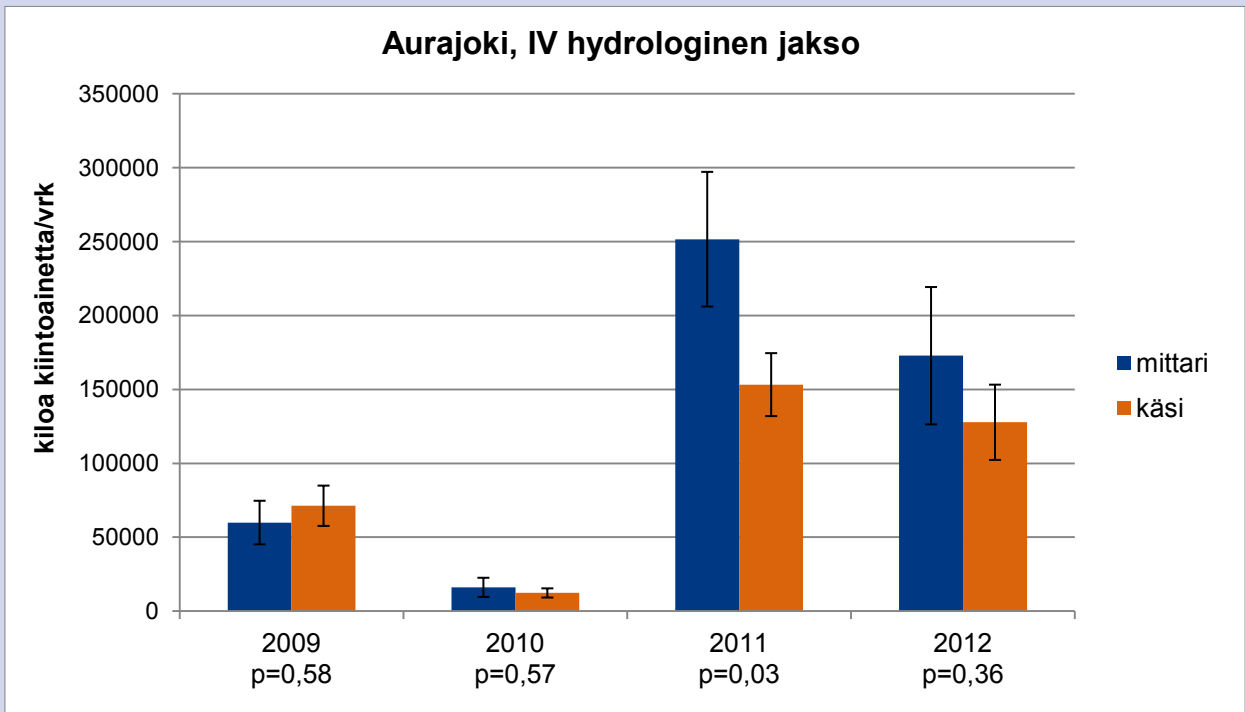
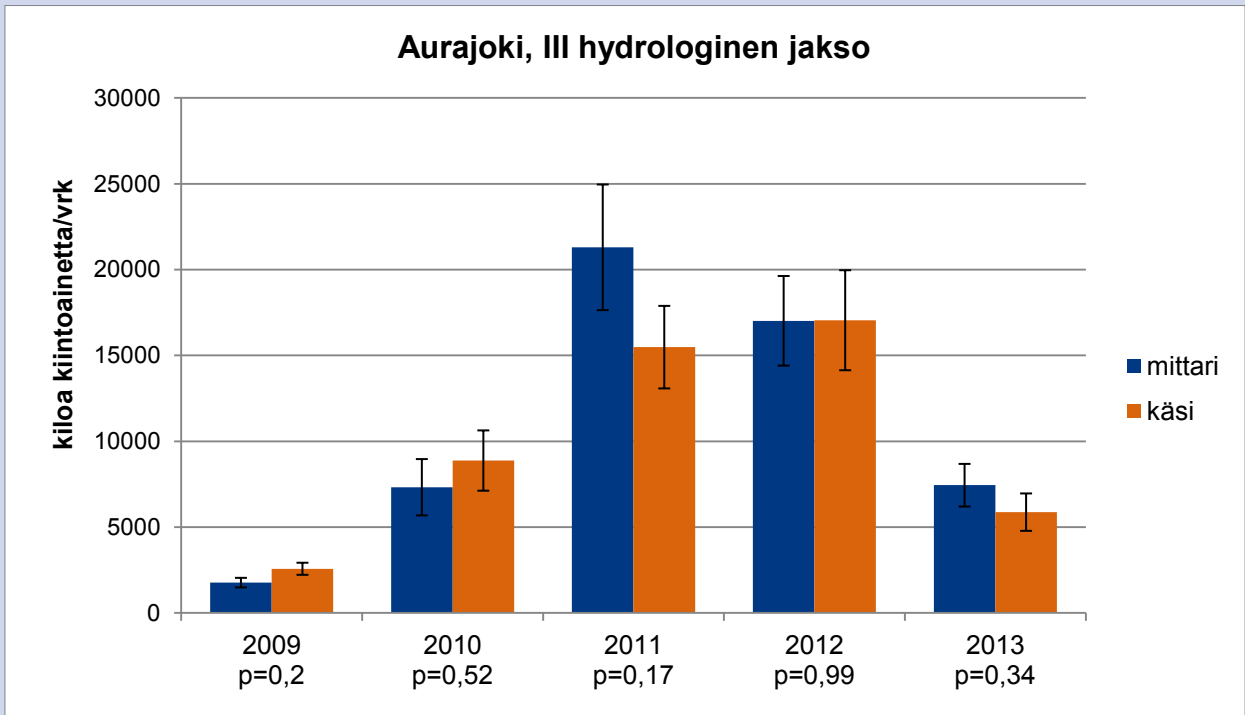
menetelmien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä I hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2011, III hydrologisessa jaksossa vuonna 2009 sekä IV hydrologisessa jaksossa vuonna 2012.

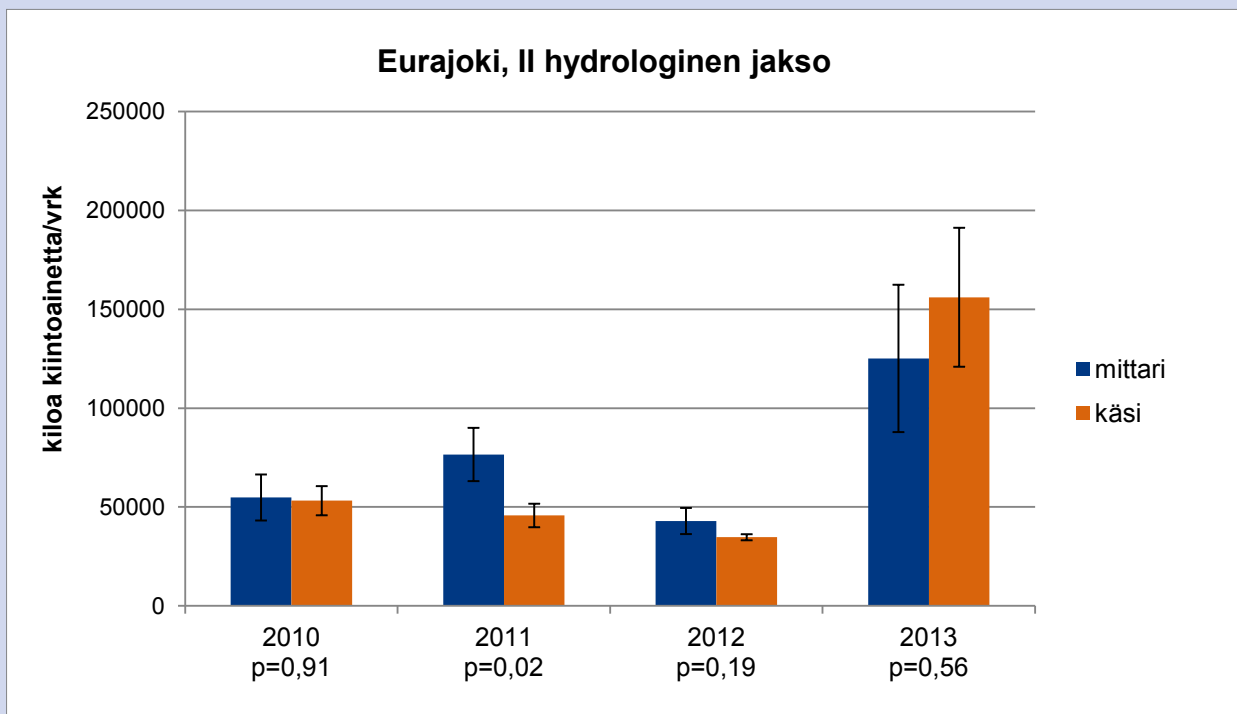
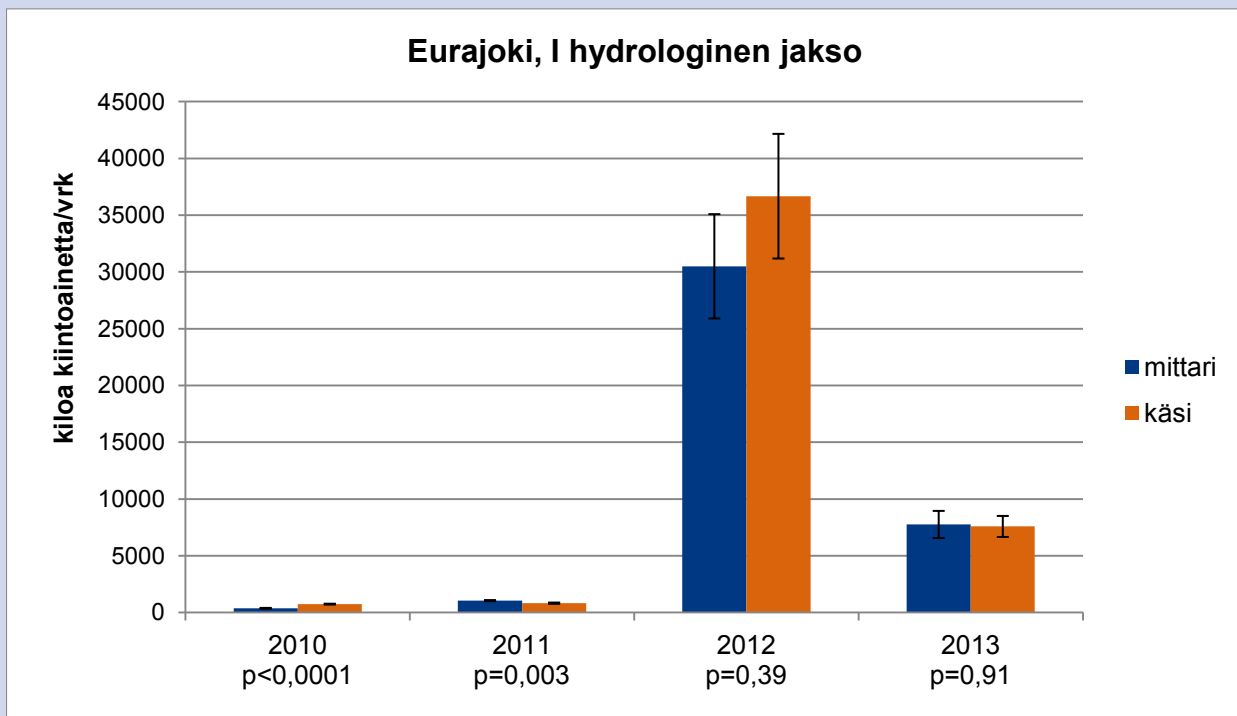
Paras keskinäinen vastaavuus mittari- ja käsinäytteiden perusteella laskettujen kuormitusten välillä oli Aurajoella kokonaisfosforin kohdalla. Sen sijaan Eurajoella menetelmien välisiä merkitseviä eroja oli kokonaisfosforikuormituksissa eniten. Eurajoella merkitsevä ero menetelmien välillä oli I hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2011, II hydrologisessa jaksossa vuosina 2011 ja 2012, III hydrologisessa jaksossa vuosina 2009, 2010 ja 2012 sekä IV hydrologisessa jaksossa vuonna 2010. Loimijoella menetelmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero I hydrologisessa jaksossa vuosina 2010 ja 2011 sekä II hydrologisessa jaksossa vuosina 2010, 2011 ja 2013.



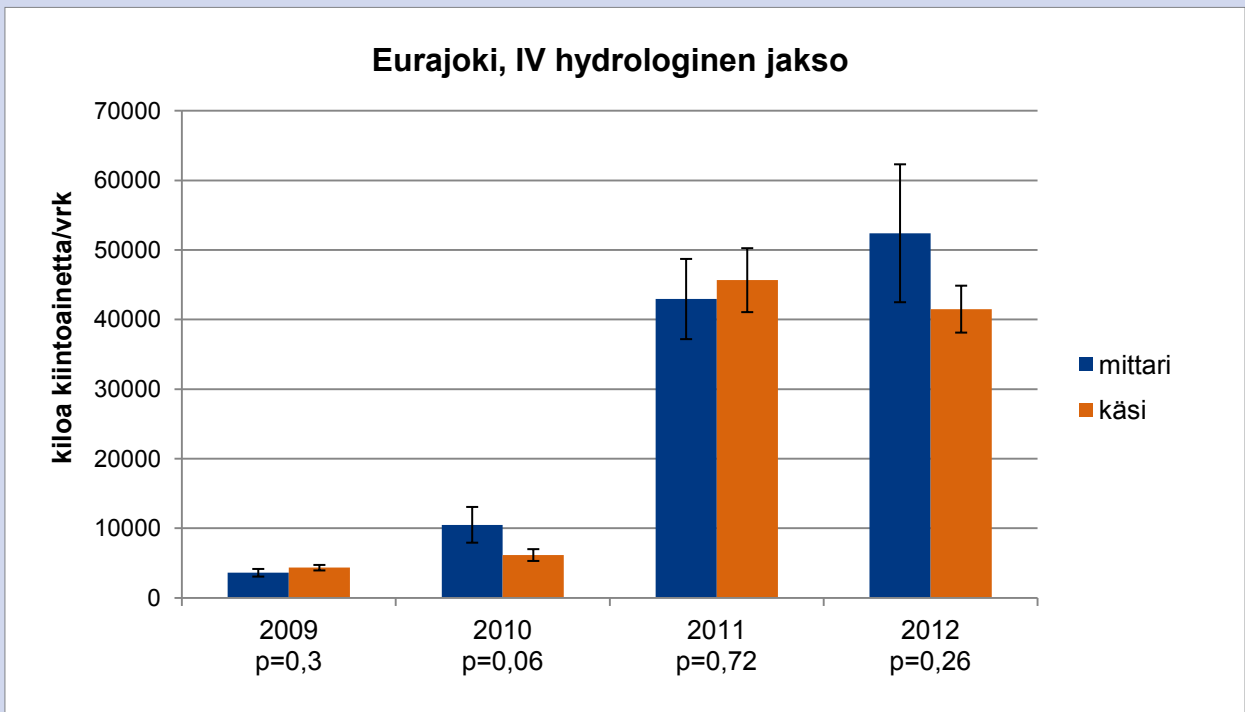
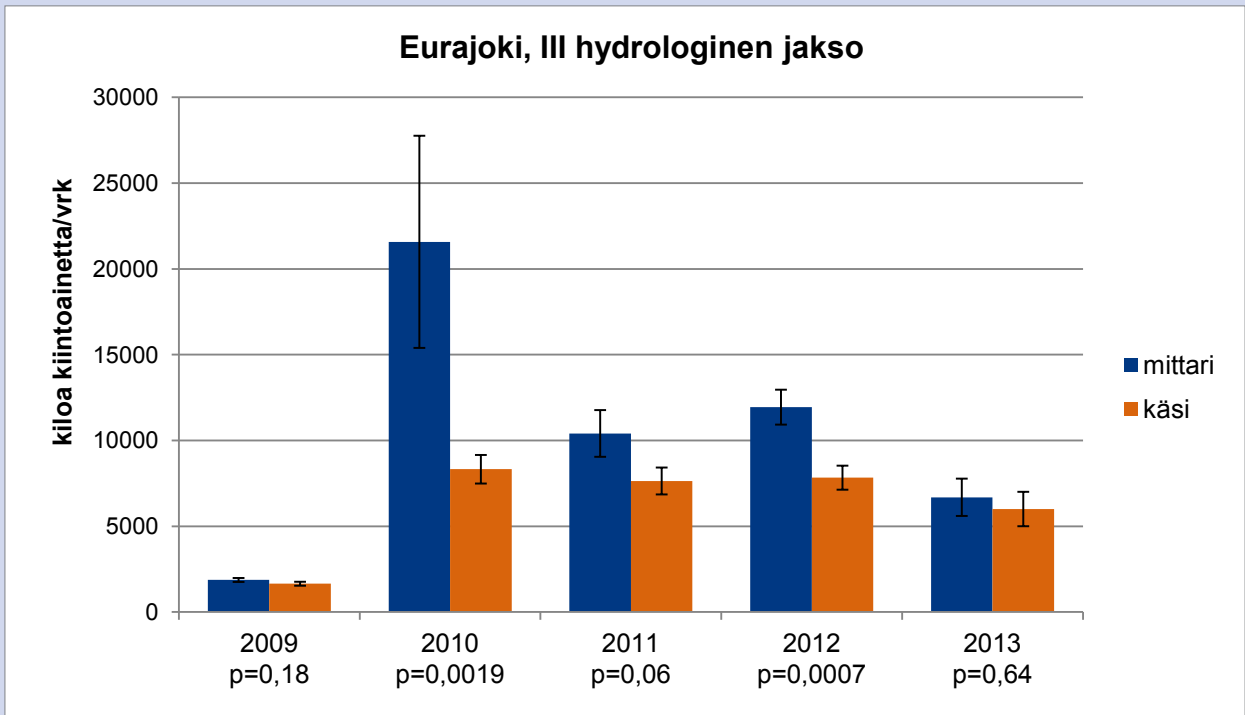


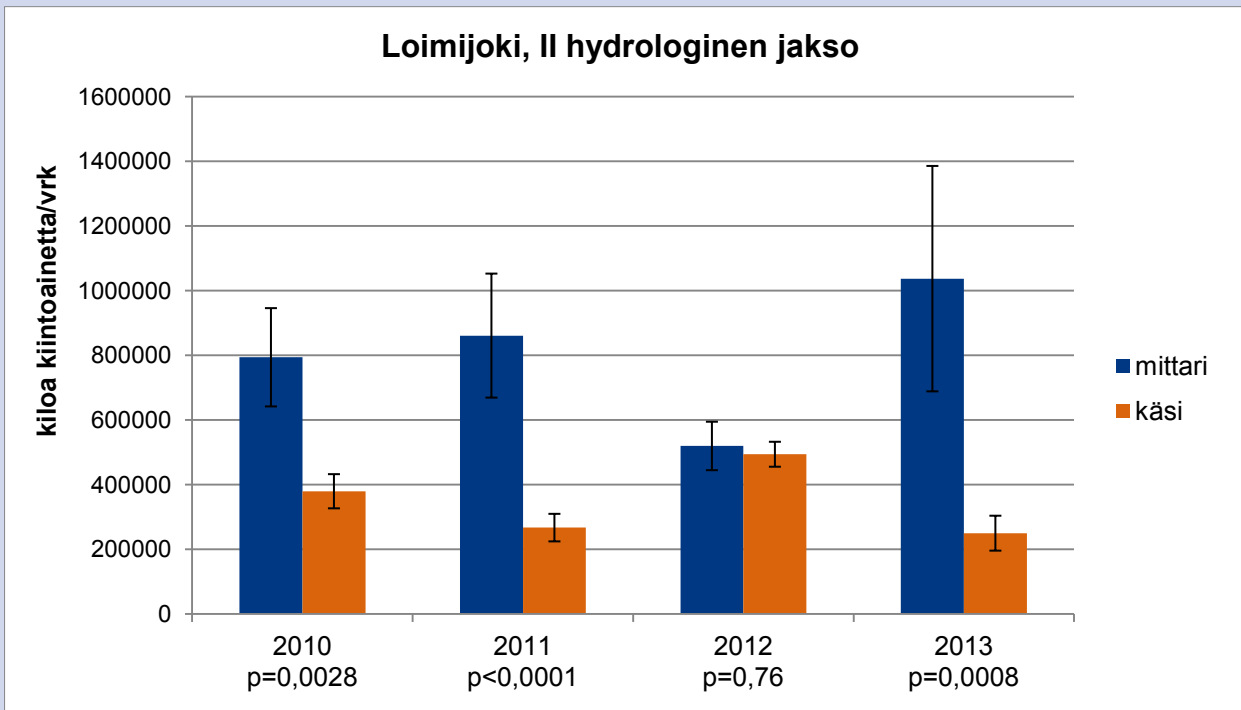
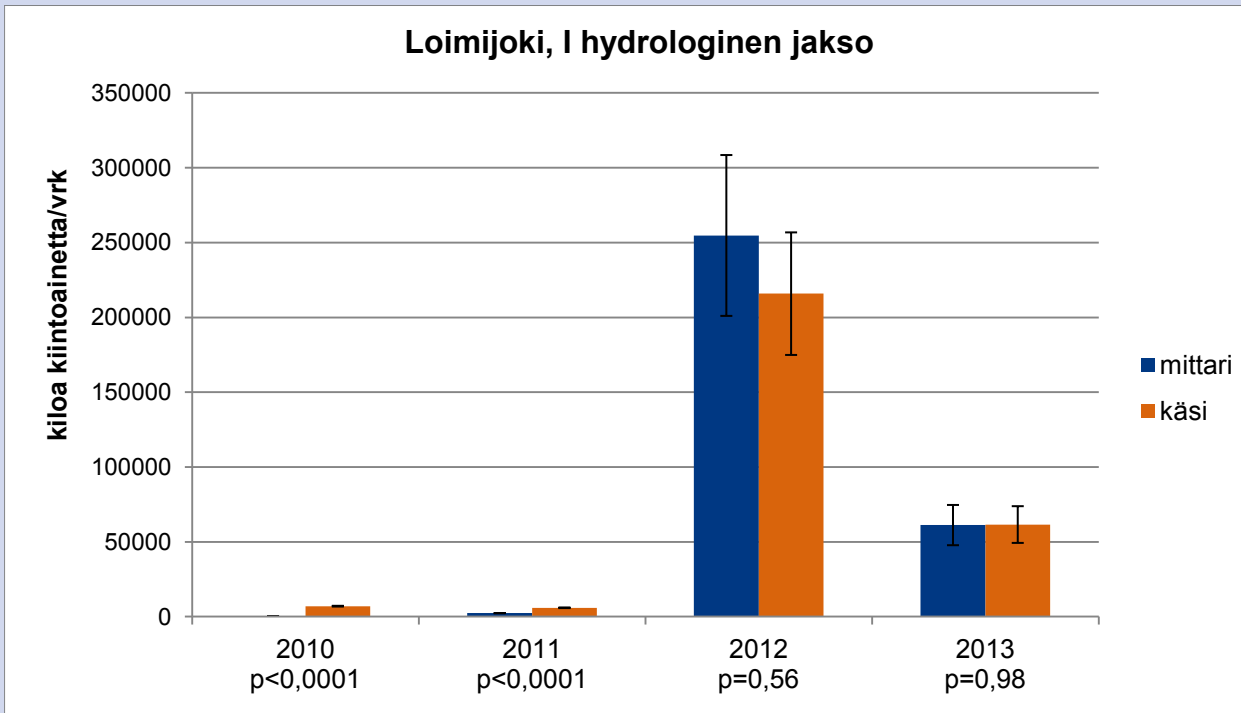
Kuvasarja 1. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kiintoainekuormitukset Aurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.





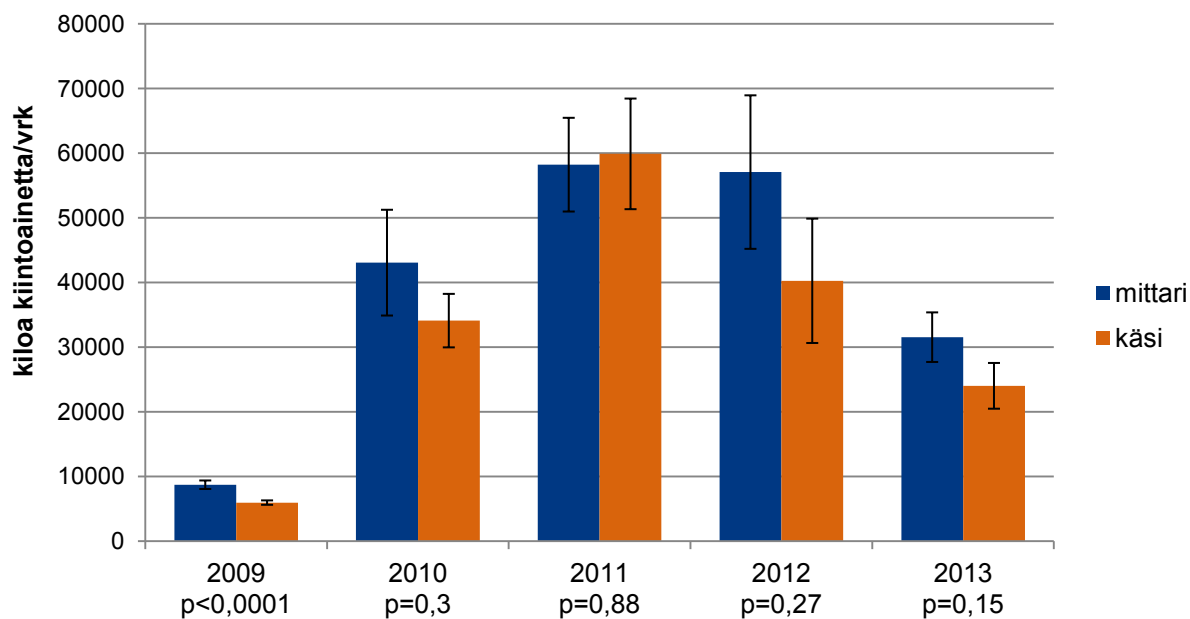
Kuvasarja 2. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kiintoainekuormitukset Eurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.



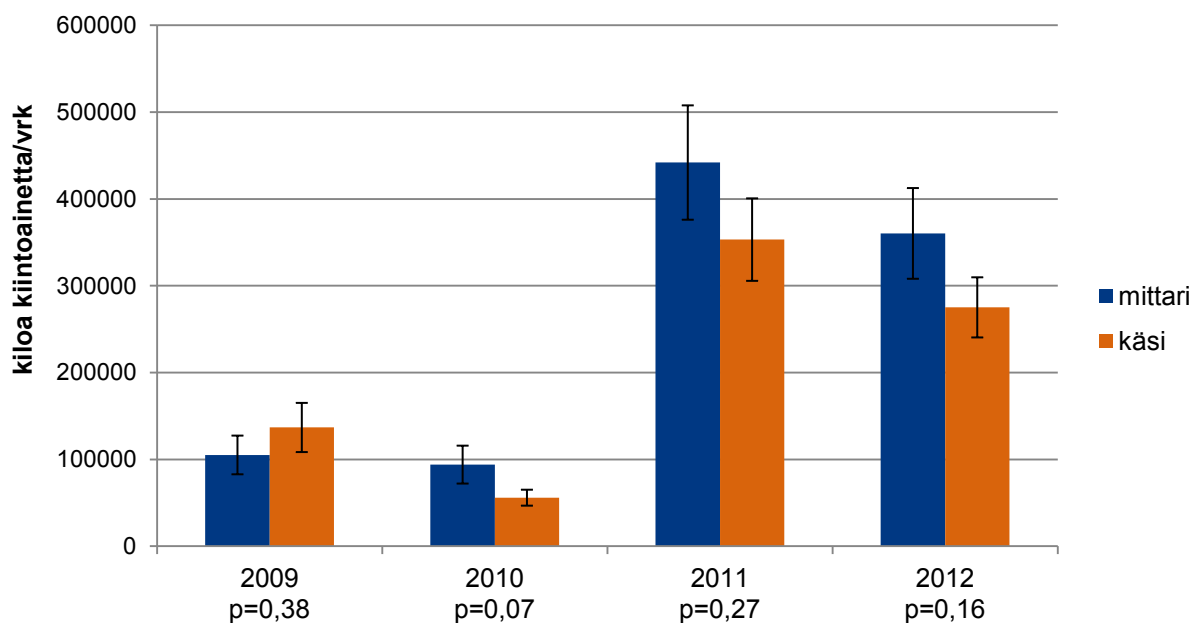


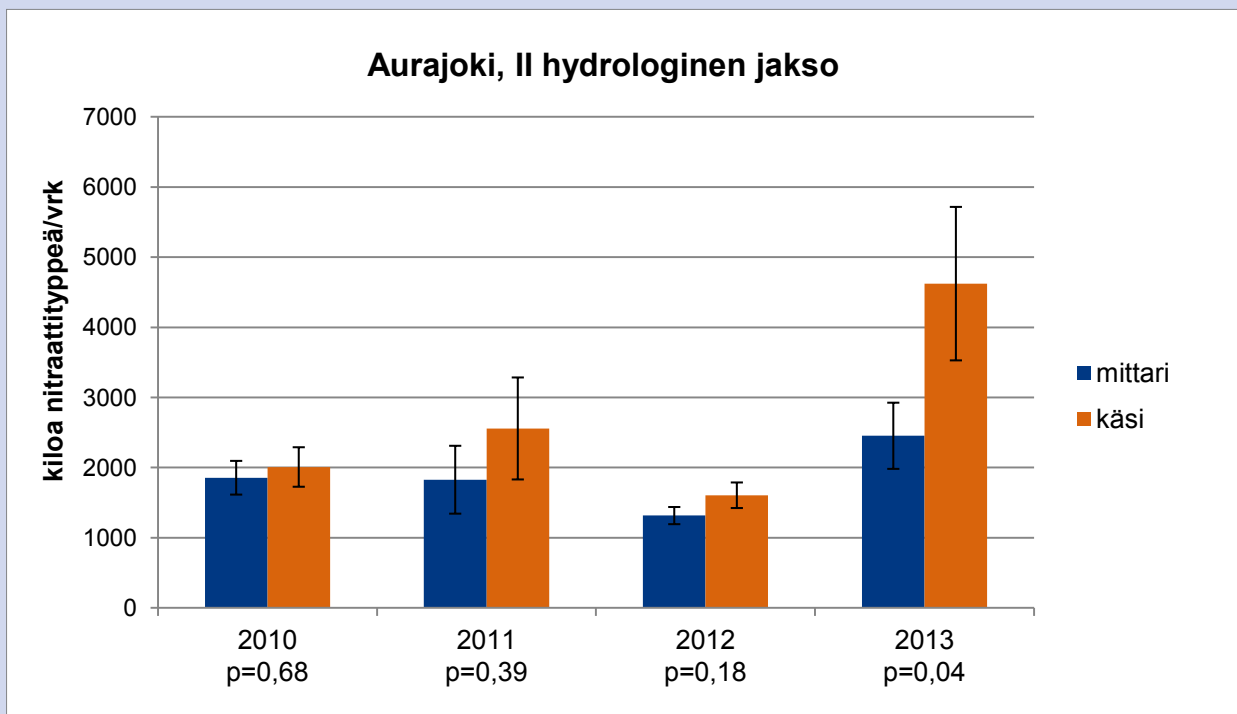
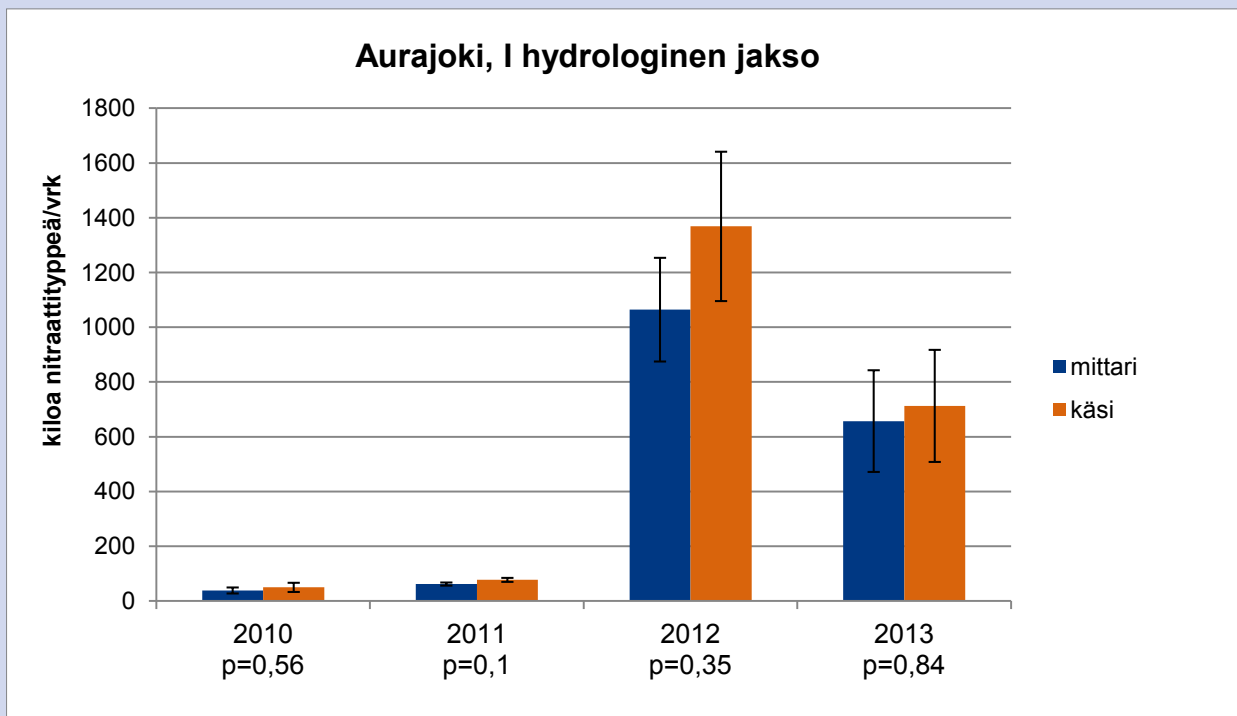
Kuvasarja 3. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kiintoainekuormitukset Loimijoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Loimijoki, III hydrologinen jakso



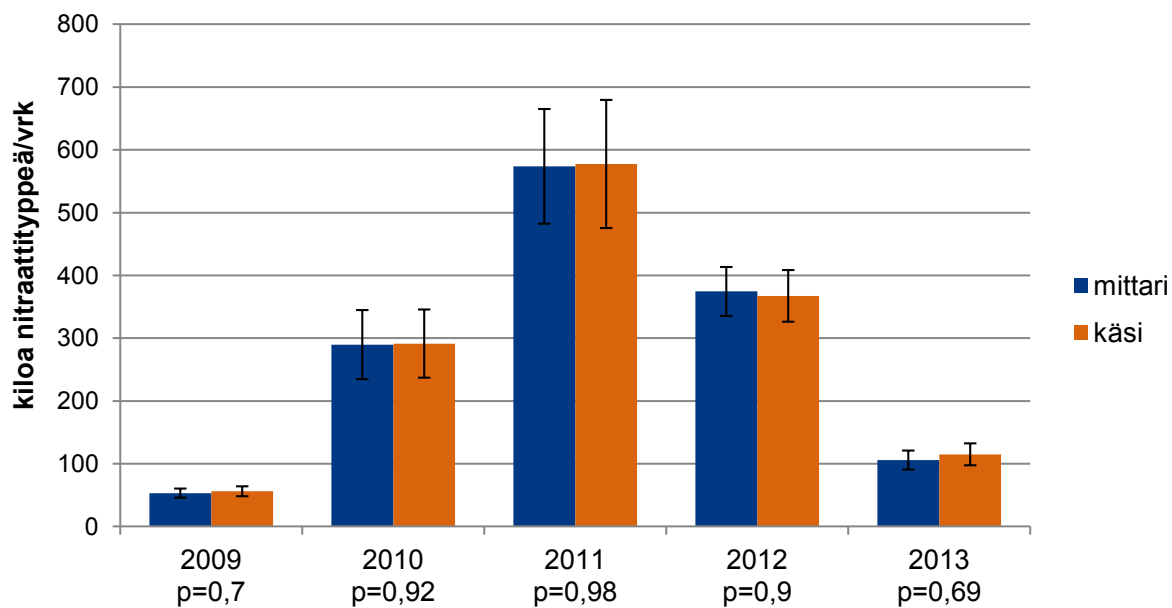
Loimijoki, IV hydrologinen jakso



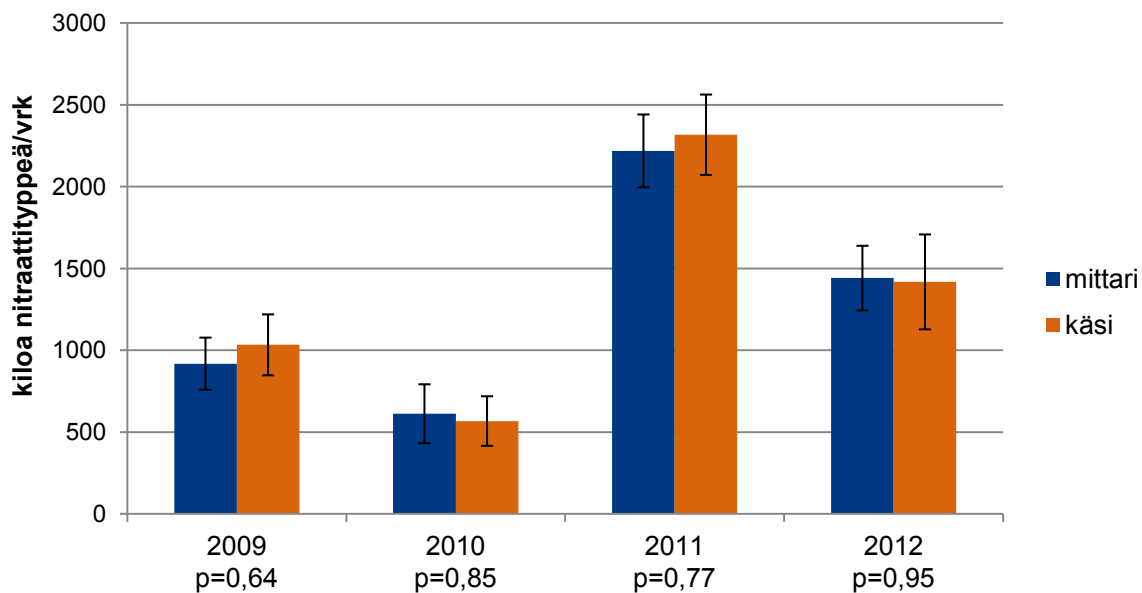


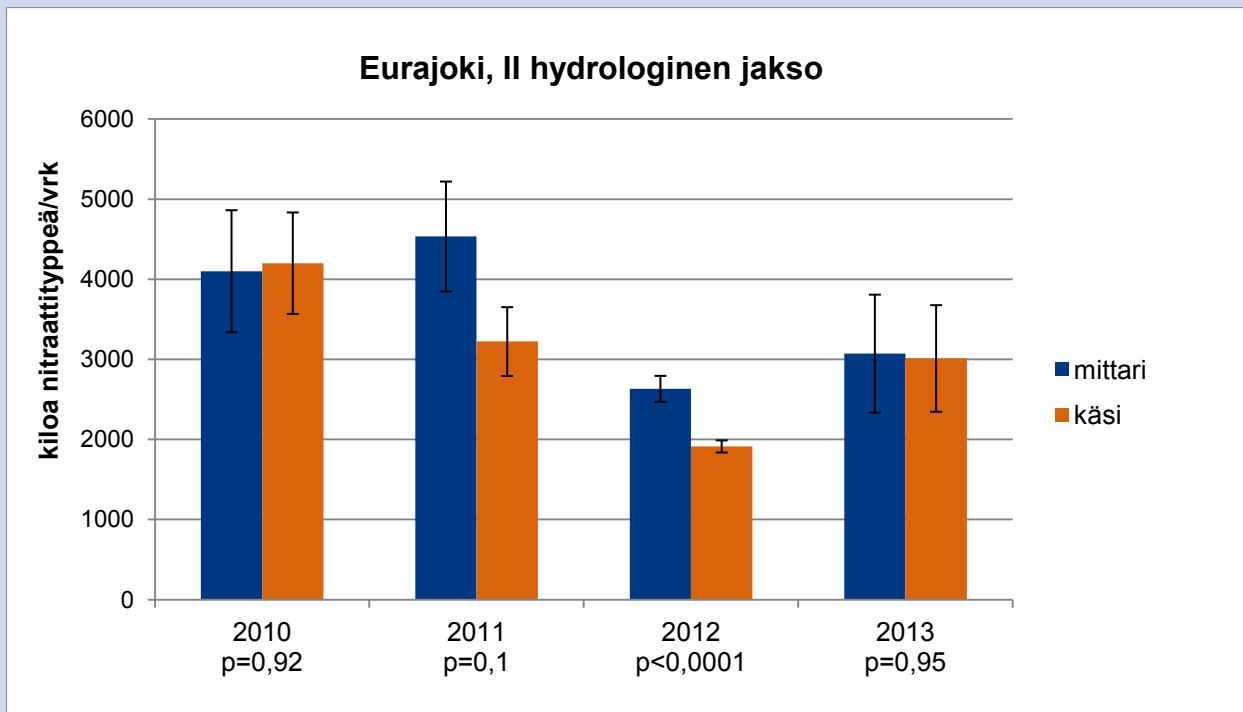
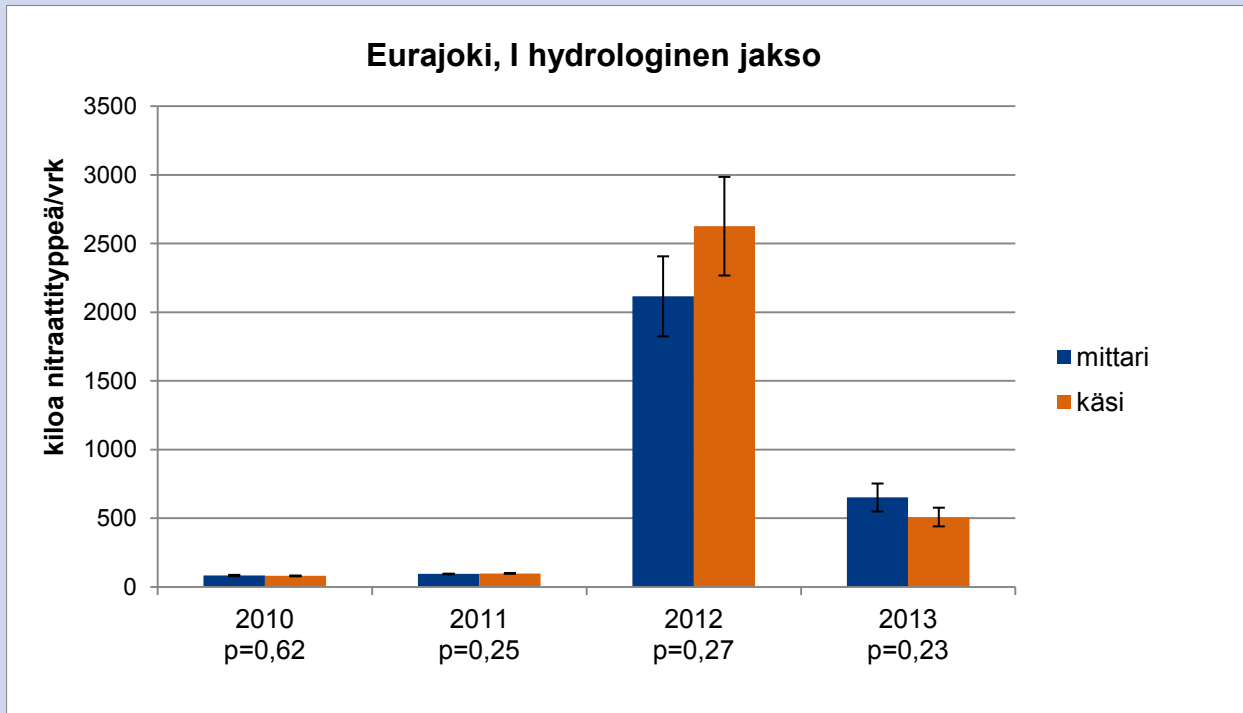
Kuvasarja 4. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset nitraattityppikuormitukset Aurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskimääräistä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Aurajoki, III hydrologinen jakso



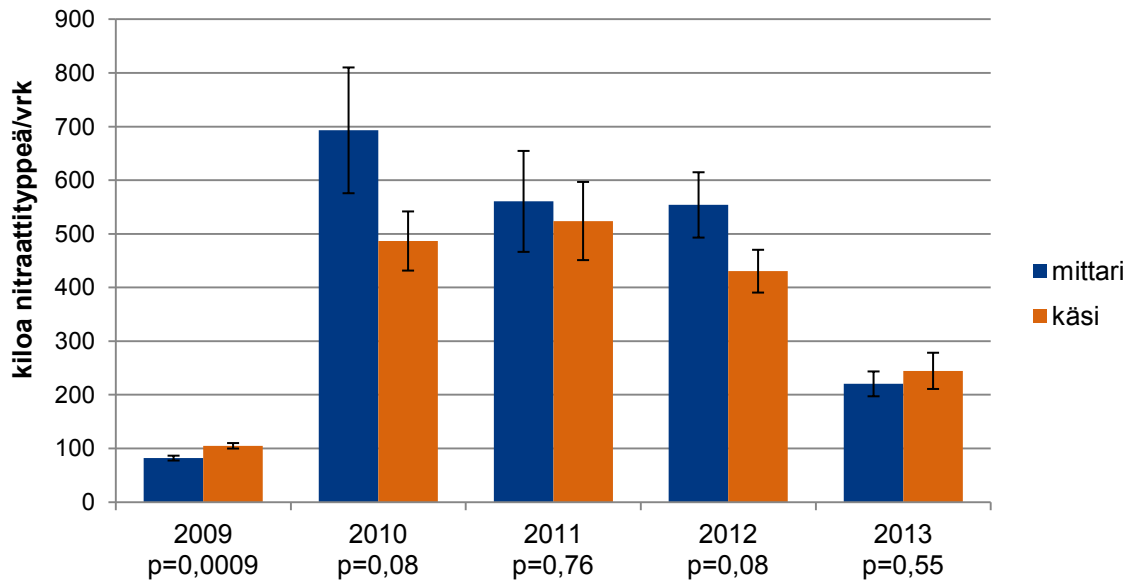
Aurajoki, IV hydrologinen jakso



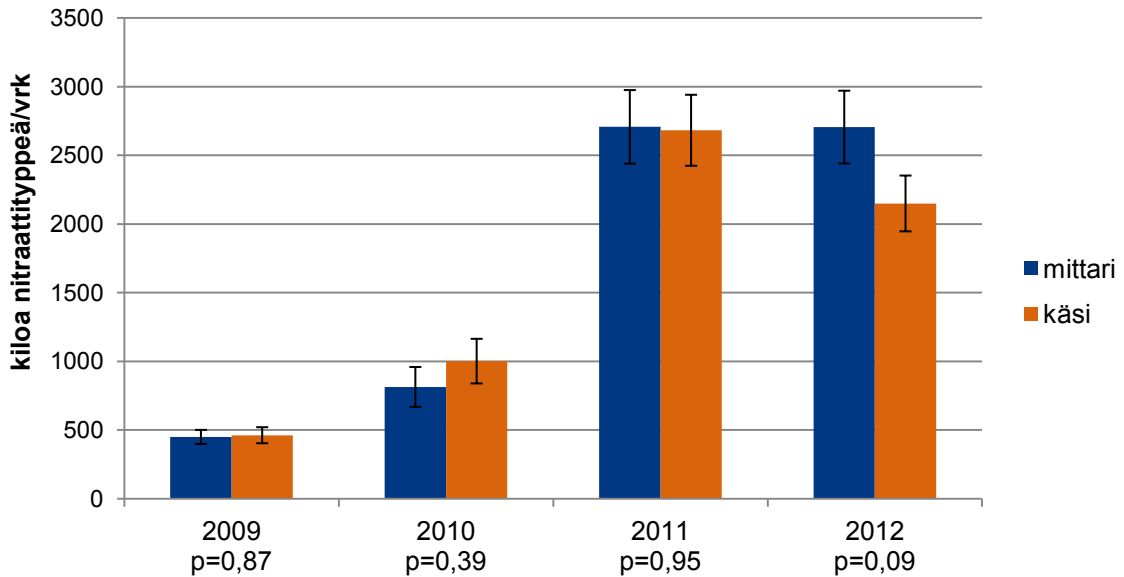


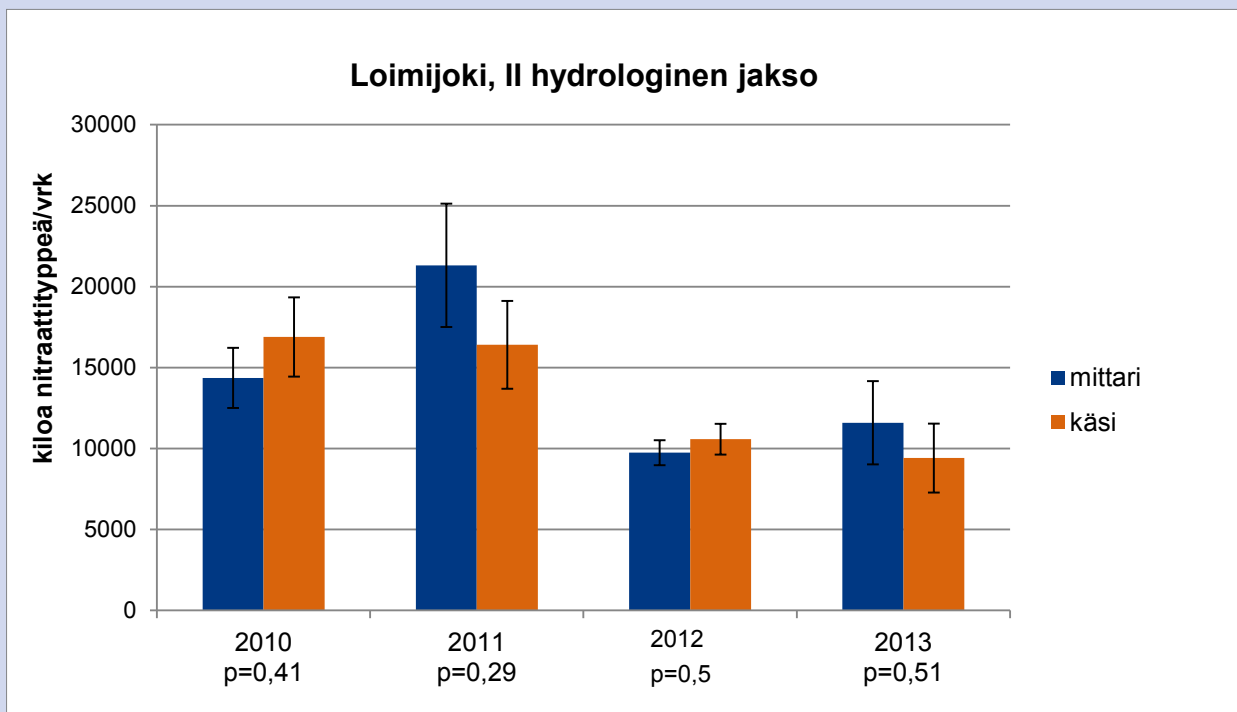
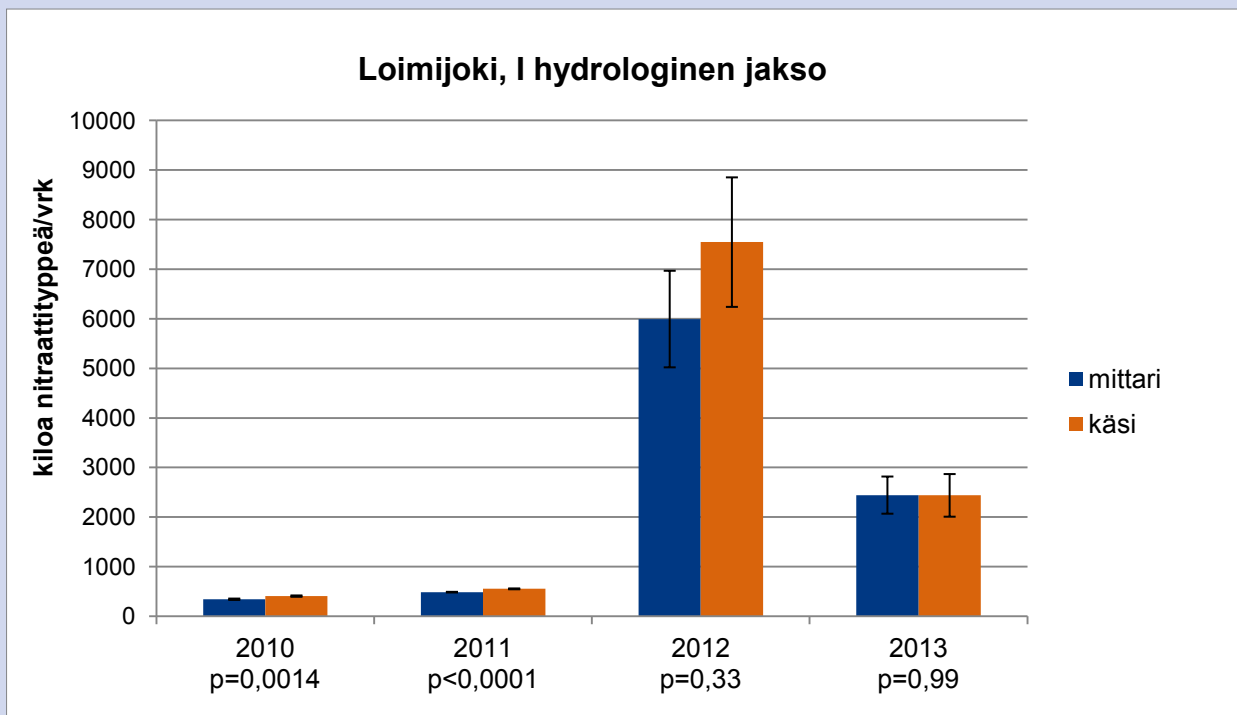
Kuvasarja 5. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset nitraattityppikuormitukset Eurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Eurajoki, III hydrologinen jakso



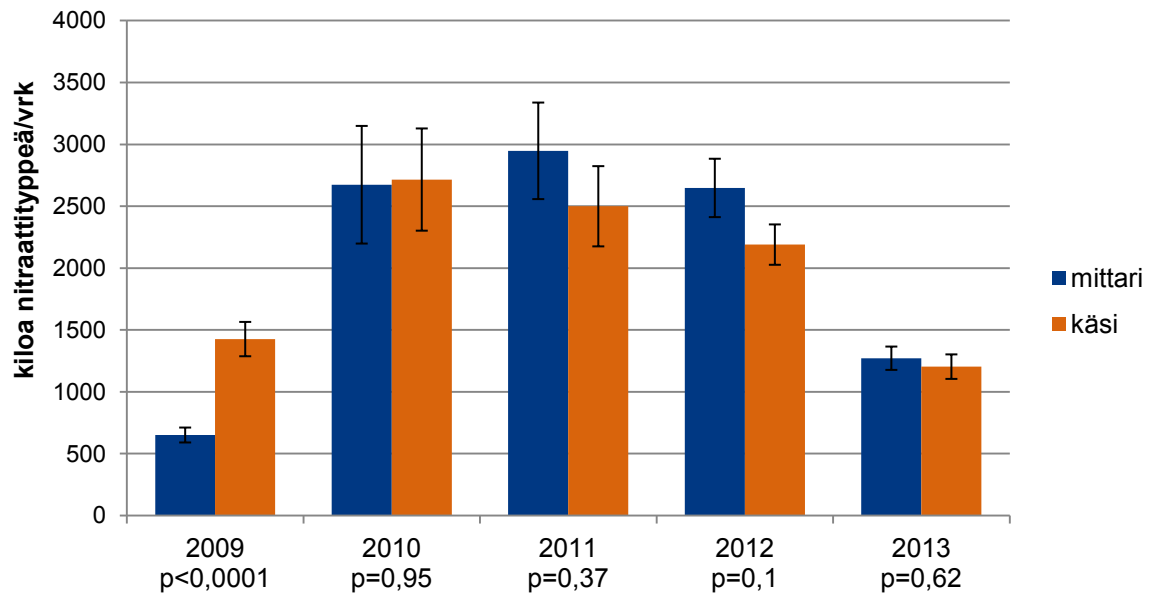
Eurajoki, IV hydrologinen jakso



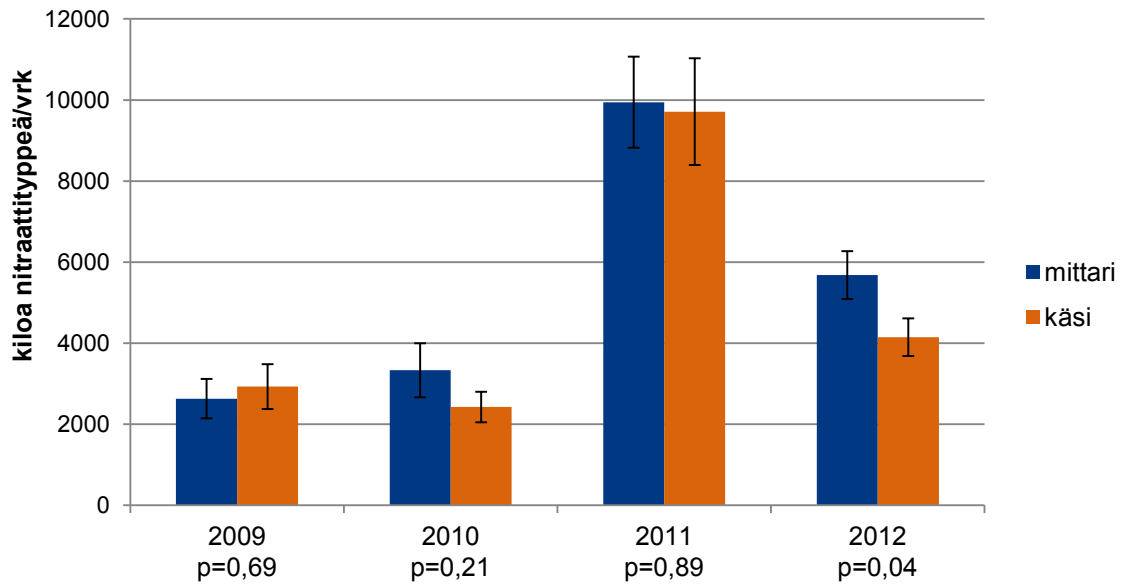


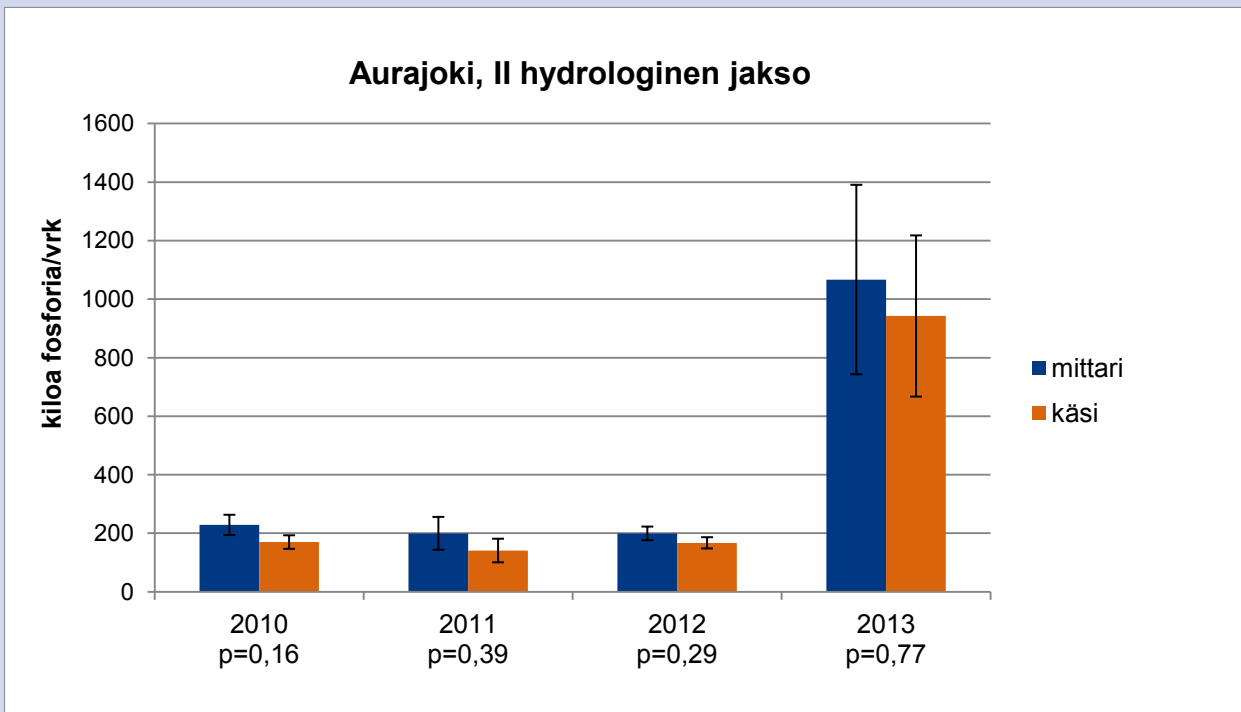
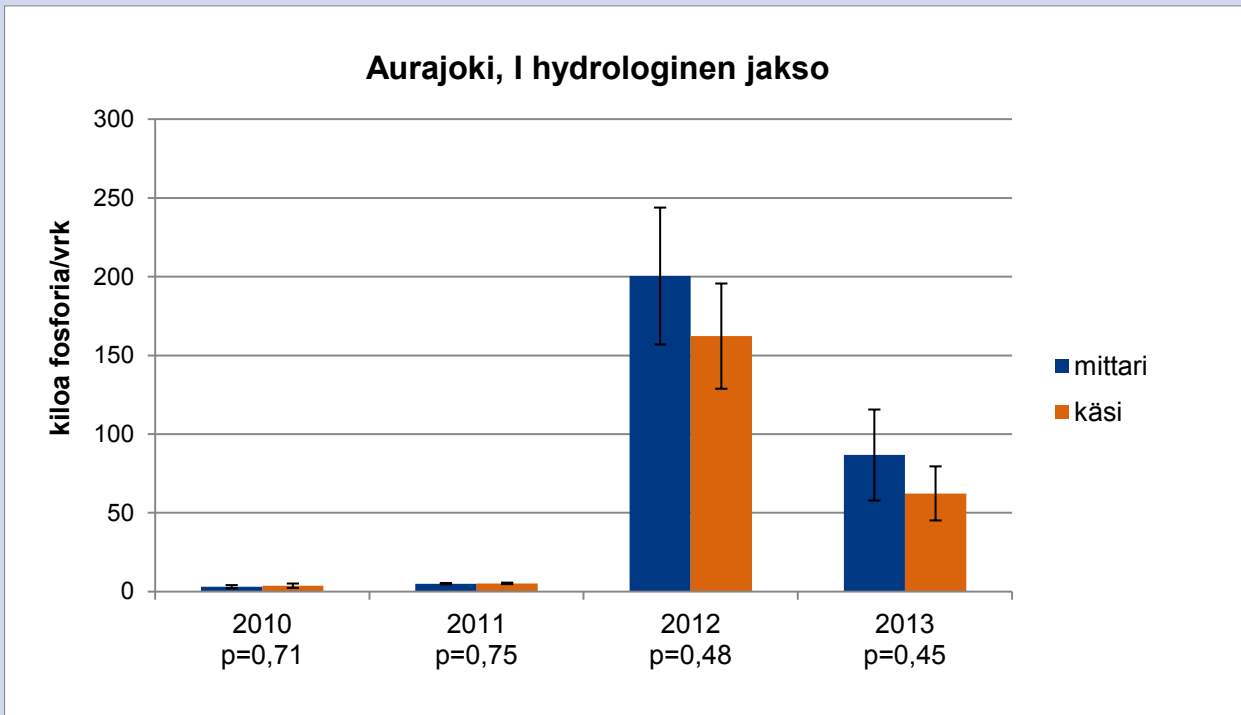
Kuvasarja 6. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset nitraattityppikuormitukset Loimijoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Loimijoki, III hydrologinen jakso



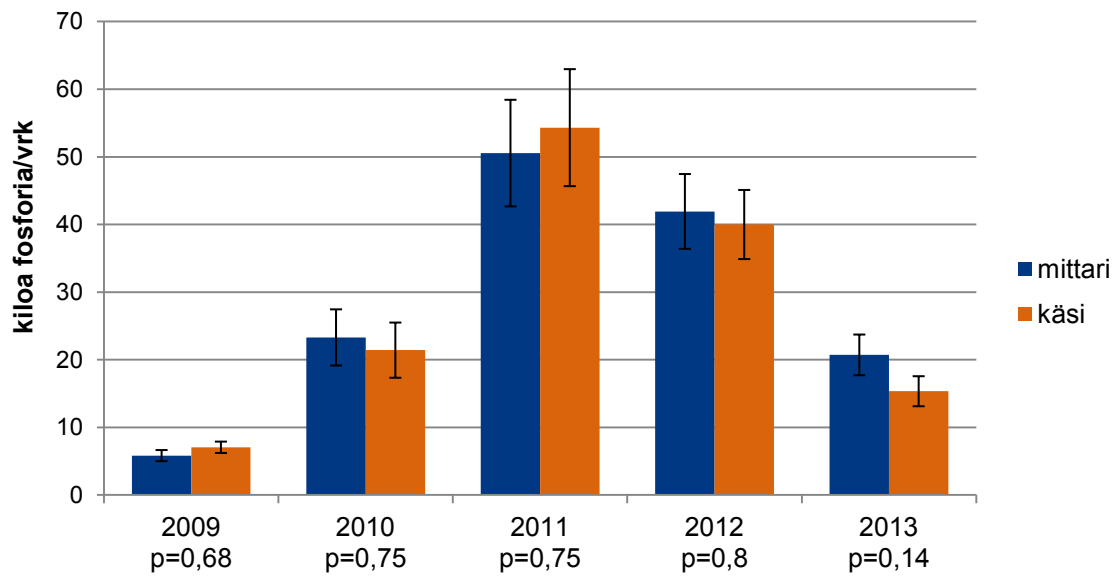
Loimijoki, IV hydrologinen jakso



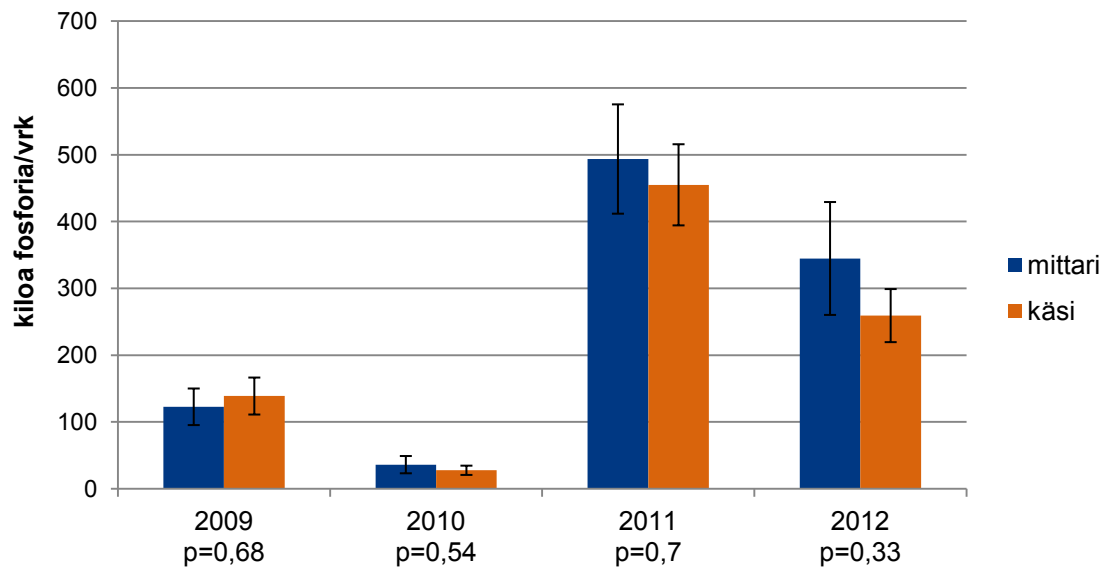


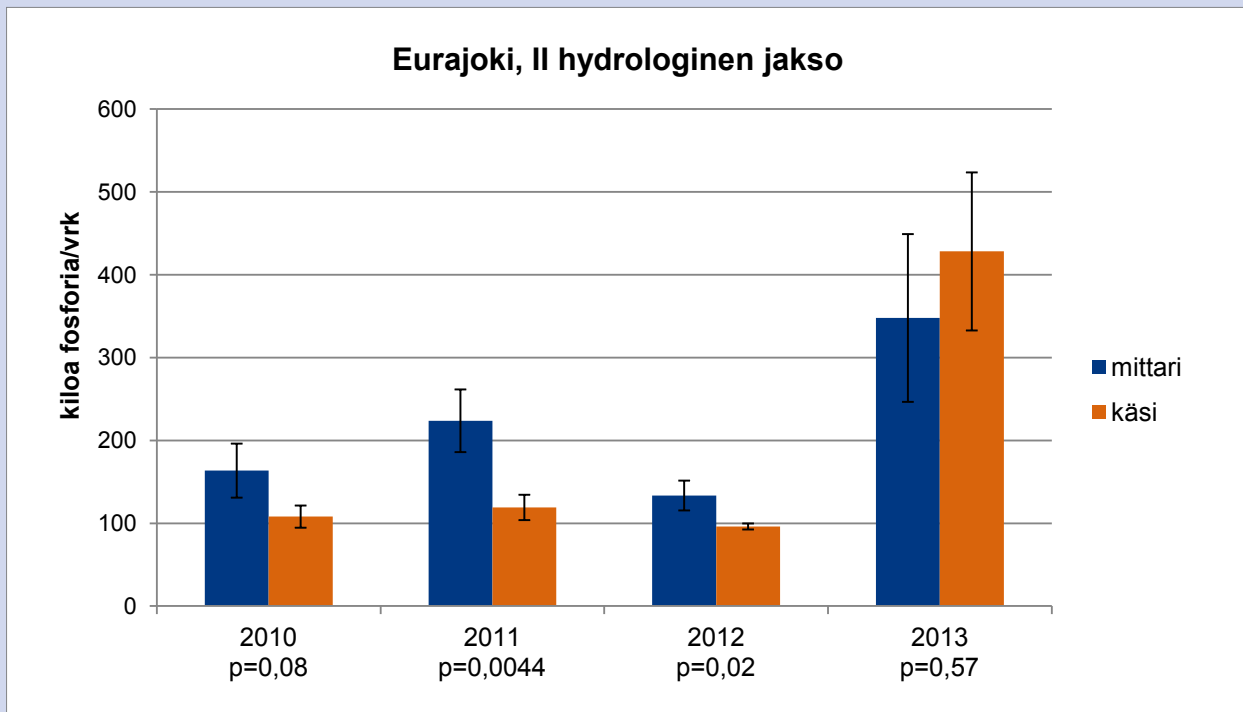
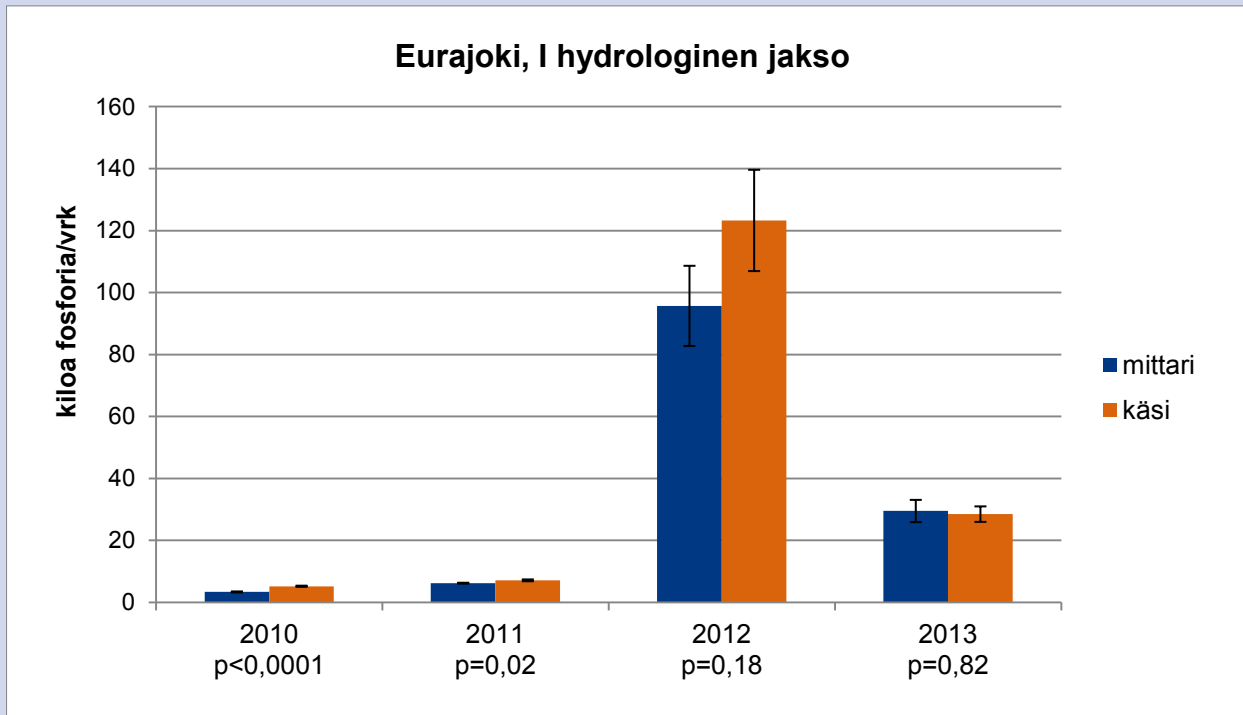
Kuvasarja 7. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kokonaisfosforikuormitukset Aurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Aurajoki, III hydrologinen jakso



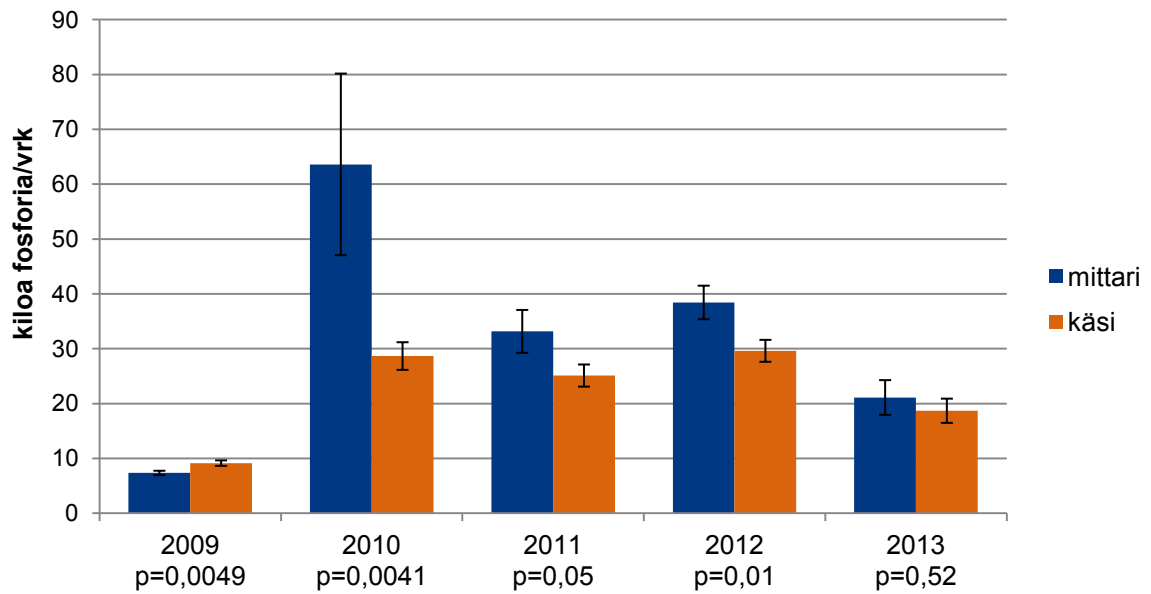
Aurajoki, IV hydrologinen jakso



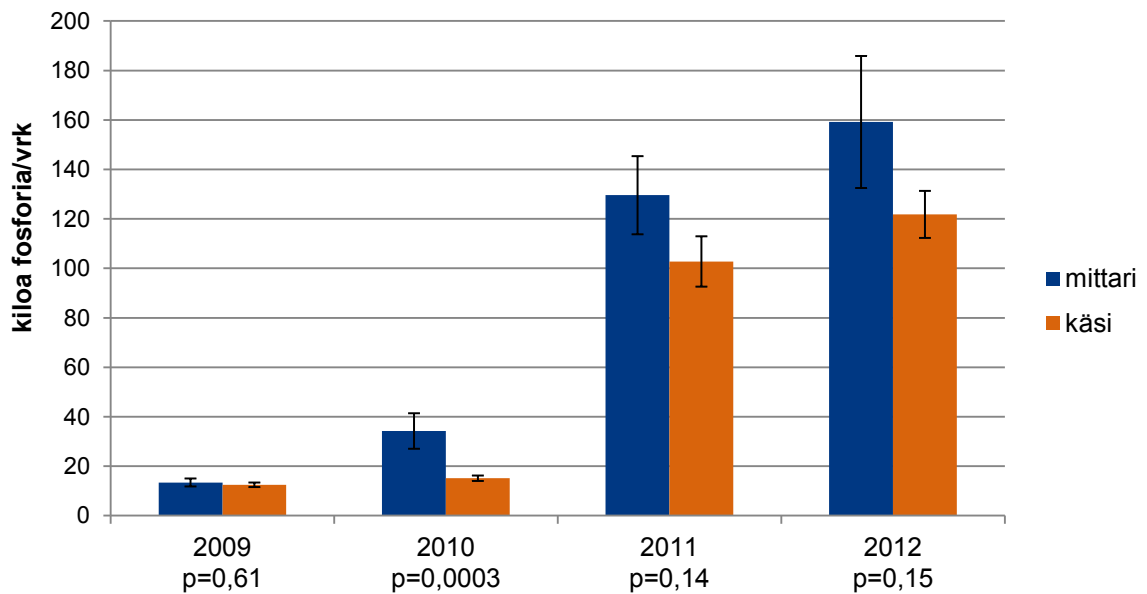


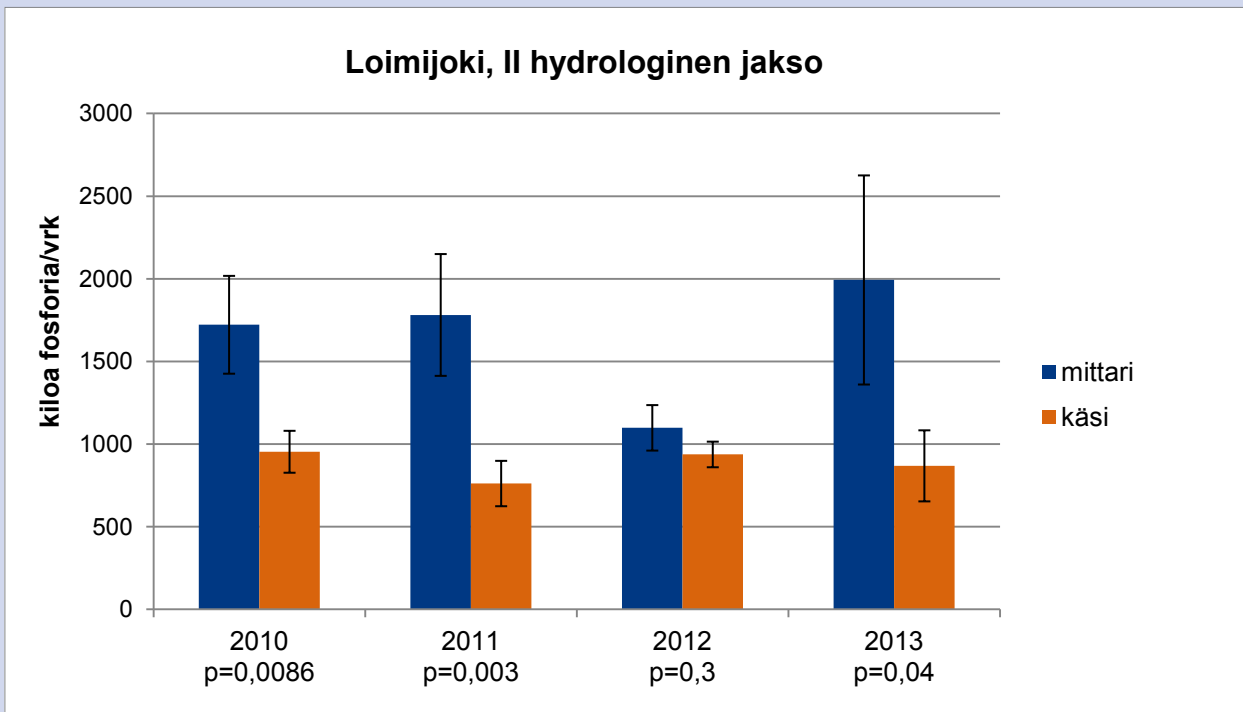
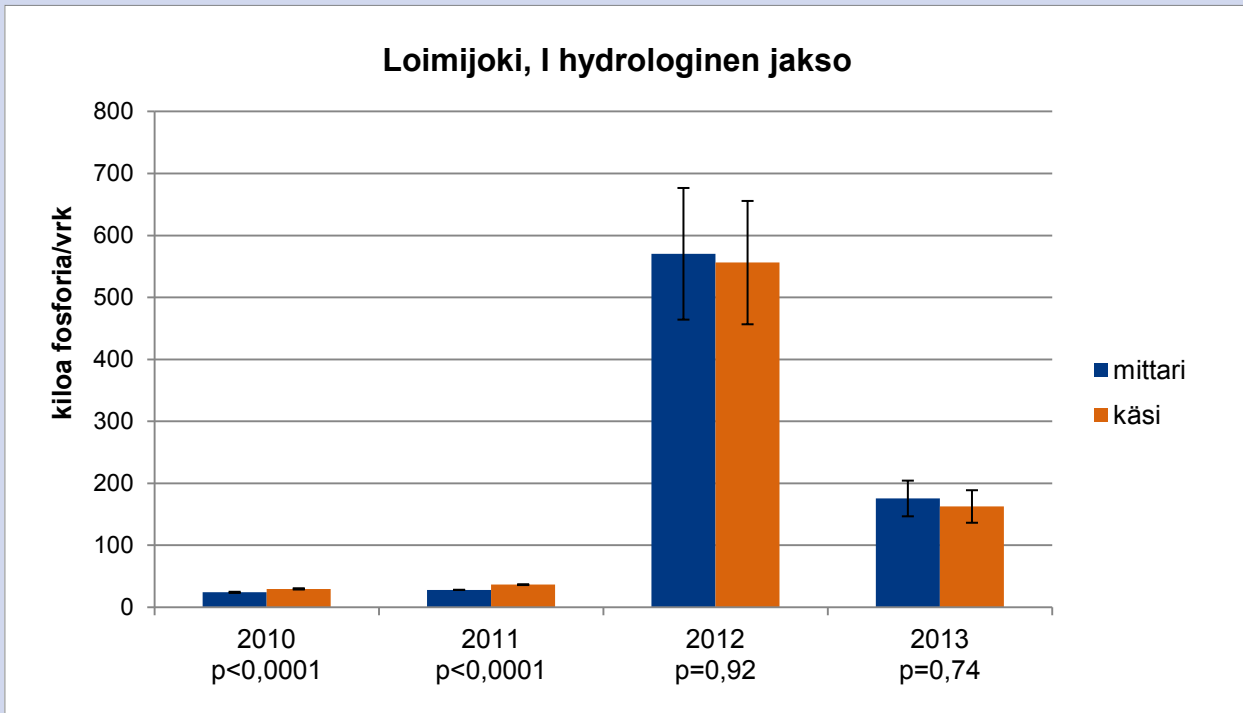
Kuvasarja 8. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kokonaisfosforikuormitukset Eurajoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Eurajoki, III hydrologinen jakso



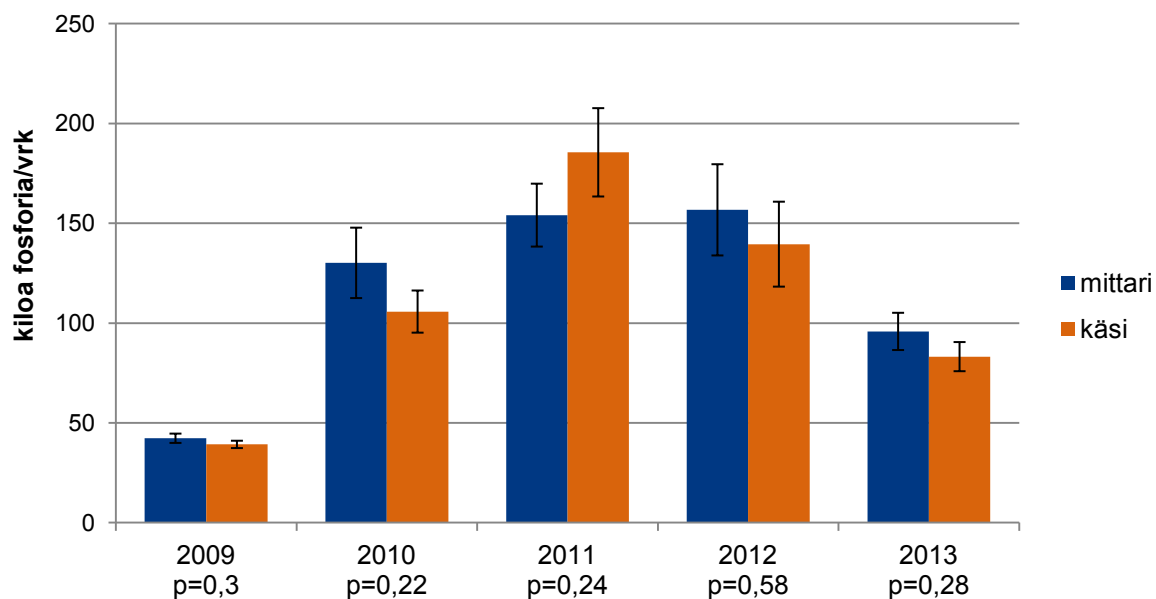
Eurajoki, IV hydrologinen jakso



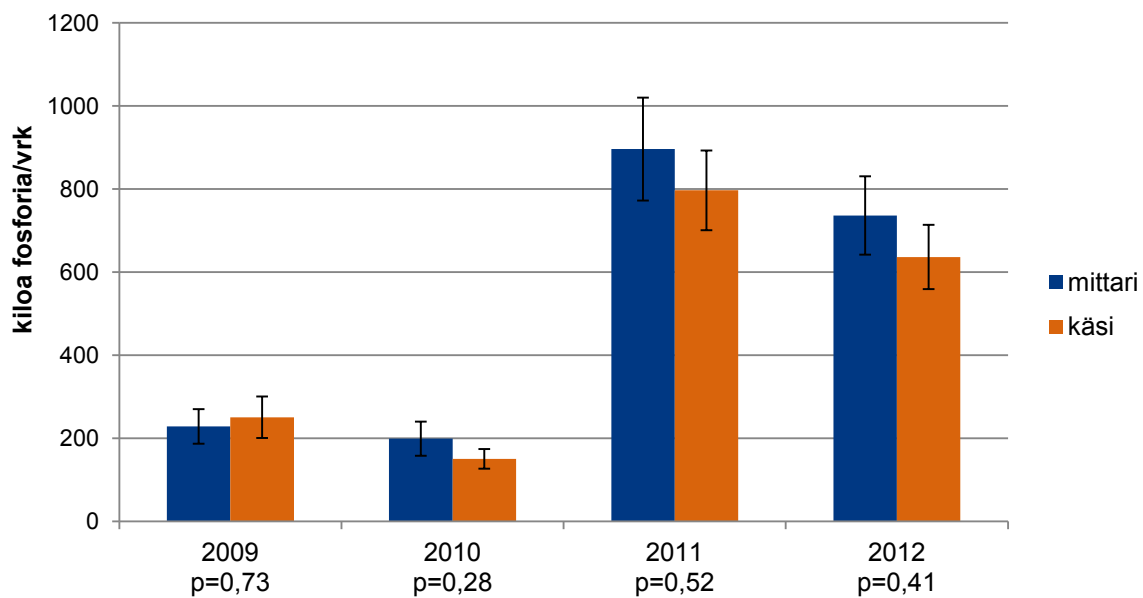


Kuvasarja 9. Hydrologisten jaksojen keskimääräiset vuorokautiset kokonaisfosforikuormitukset Loimijoen valuma-alueella. Virhepalkit kuvaavat keskivirhettä ja p-arvot tulosten välisen eron tilastollista merkitsevyyttä.

Loimijoki, III hydrologinen jakso



Loimijoki, IV hydrologinen jakso



Menetelmien väliset erot muunlaisiin kuormituslaskelmiin verrattuna

Kuvassa 10 on esitetty mittari- ja käsinäytetuloisiin perustuvien kiintoainekuormitusten lisäksi Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-kuormitusmallinnus ja vaihtoehtoisella tavalla käsinäytteistä laskettu kuormitus eri hydrologisissa jaksoissa tutkimusajana Aurajoen valuma-alueella. Vaihtoehtoisessa käsinäytteistä lasketussa kuormituksessa (käsi 2) hydrologisen jakson aikana otetuista käsinäytteistä on laskettu kuormitus pitoisuuskeskiarvon ja keskimääräisen virtaaman avulla.

Esimerkki menetelmien välisten erojen syistä

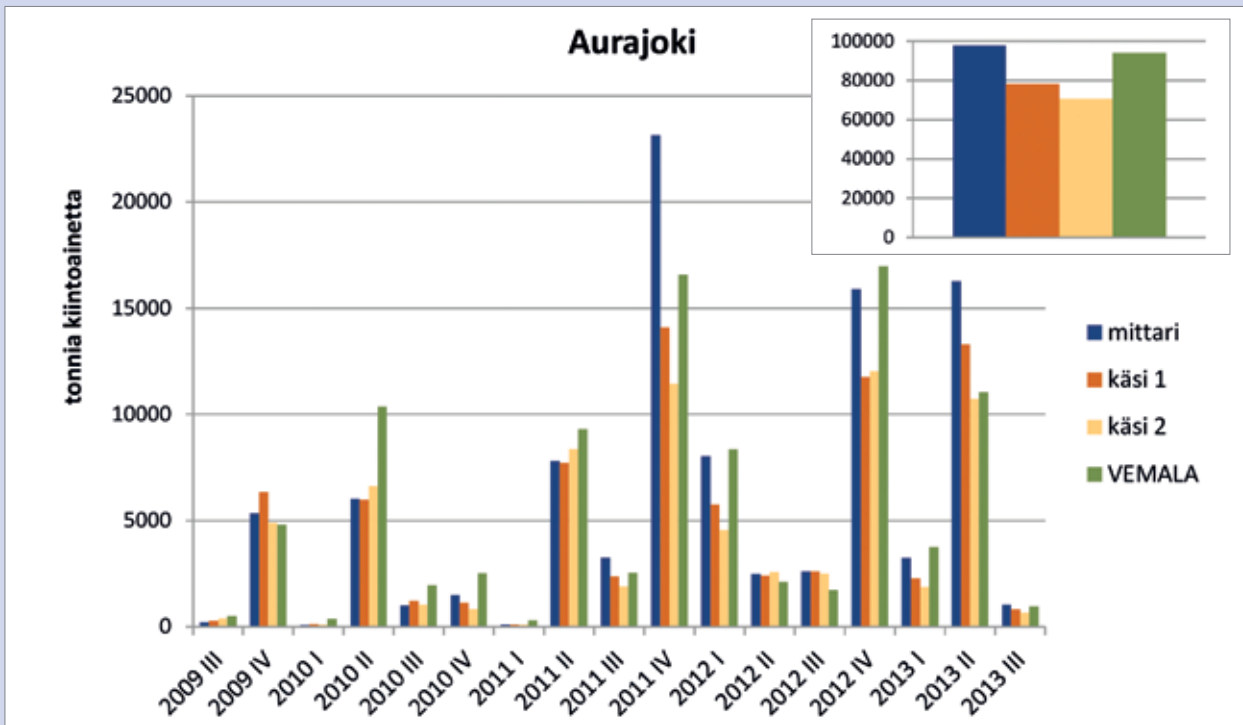
Kuvassa 11 on esitetty vuorokautinen kiintoainekuormitus Aurajoelta vuoden 2011 marraskuusta vuoden 2012 tammikuun puoleen väliin saakka laskettuna mittari- ja käsinäyteaineistosta sekä käsinäytteiden ottoajankohdat. Käsinäytteenottojen välillä esiintyi kuormituspiikkejä, jotka jäivät suurelta osin huomiotta käsinäytteiden perusteella lasketussa kuormituksessa.

Sadannan vaikutus kiintoaine- ja nitraattityppikuormitukseen

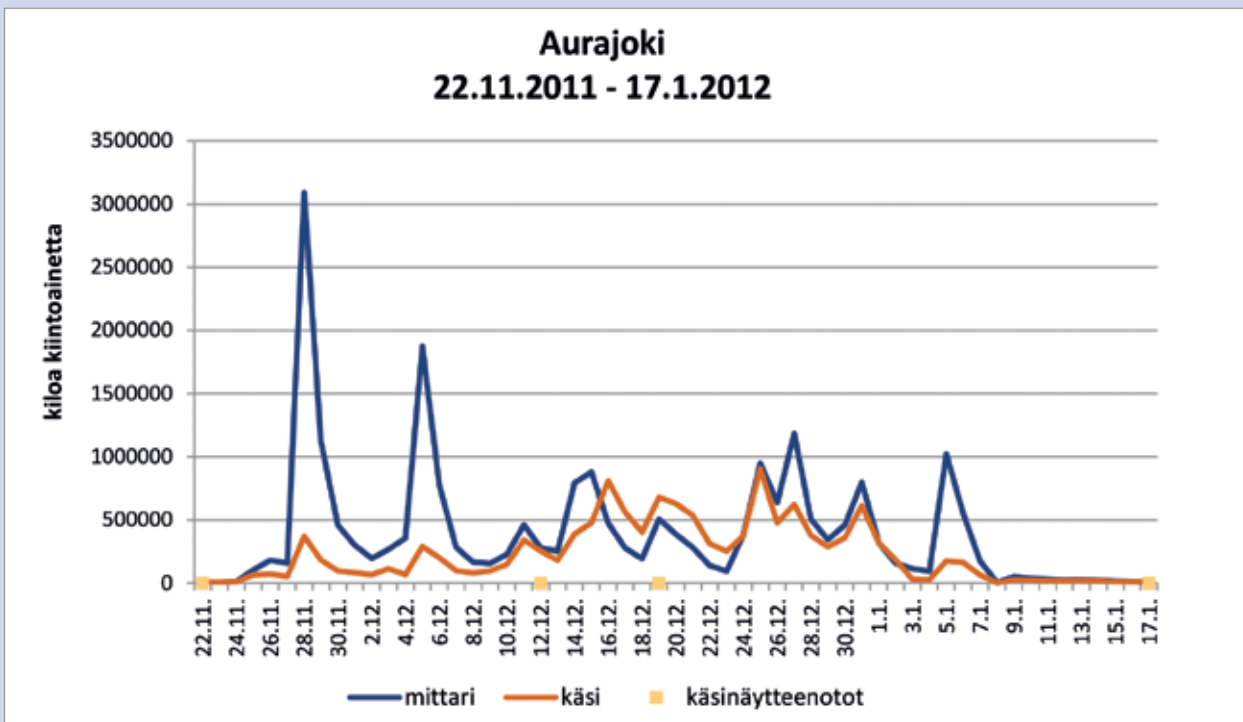
Kuvasarjoissa 10–12 on esitetty esimerkkejä sadannan vaikutuksesta kiintoaine- ja nitraattityppikuormitukseen hydrologisissa jaksoissa III ja IV eli kasvukaudella ja loppusyksyllä. Kuormitukset on laskettu automaattimittariaineistosta.



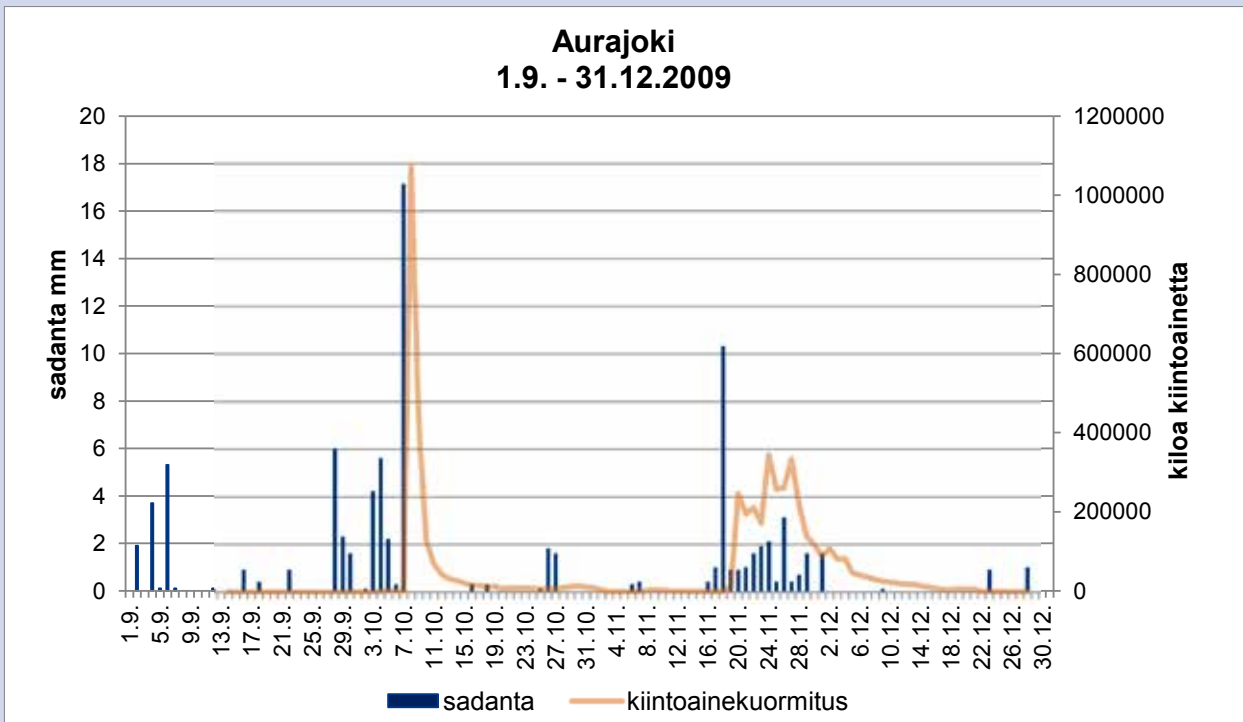
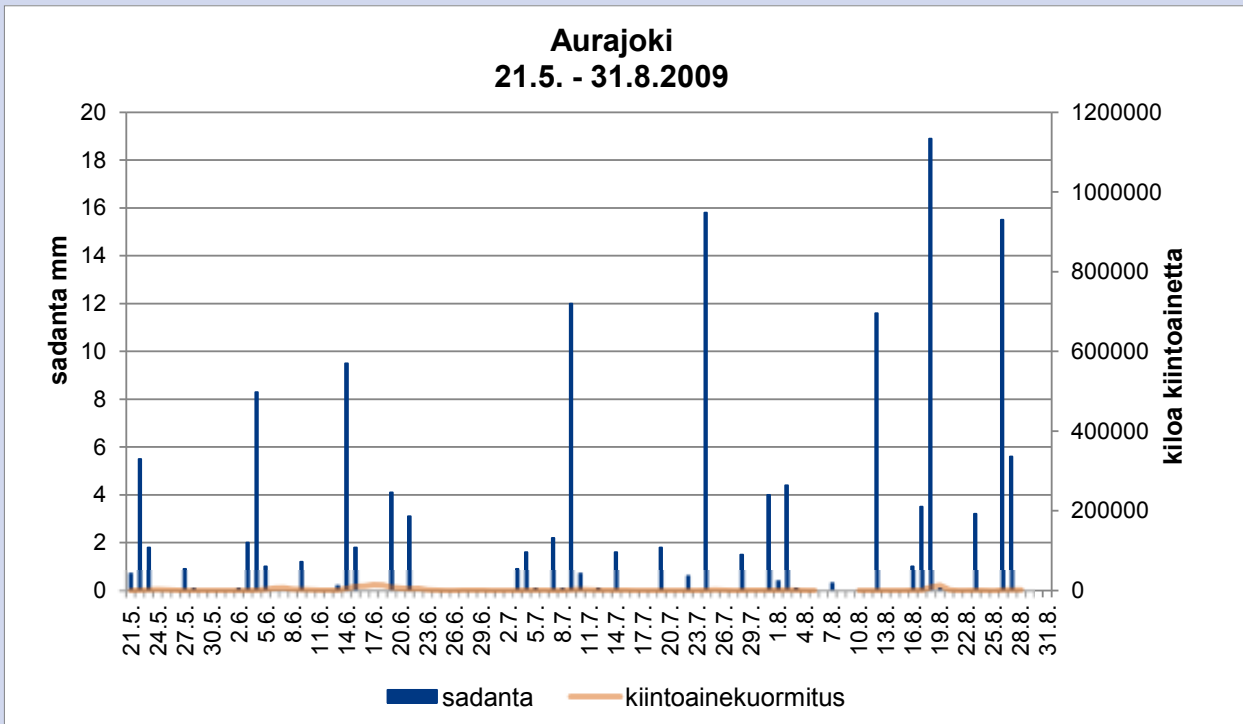
Aurajoen mittausasema sijaitsee Halisten patoaltaan yläpuolella. Kuva: Seppo Mäkipää



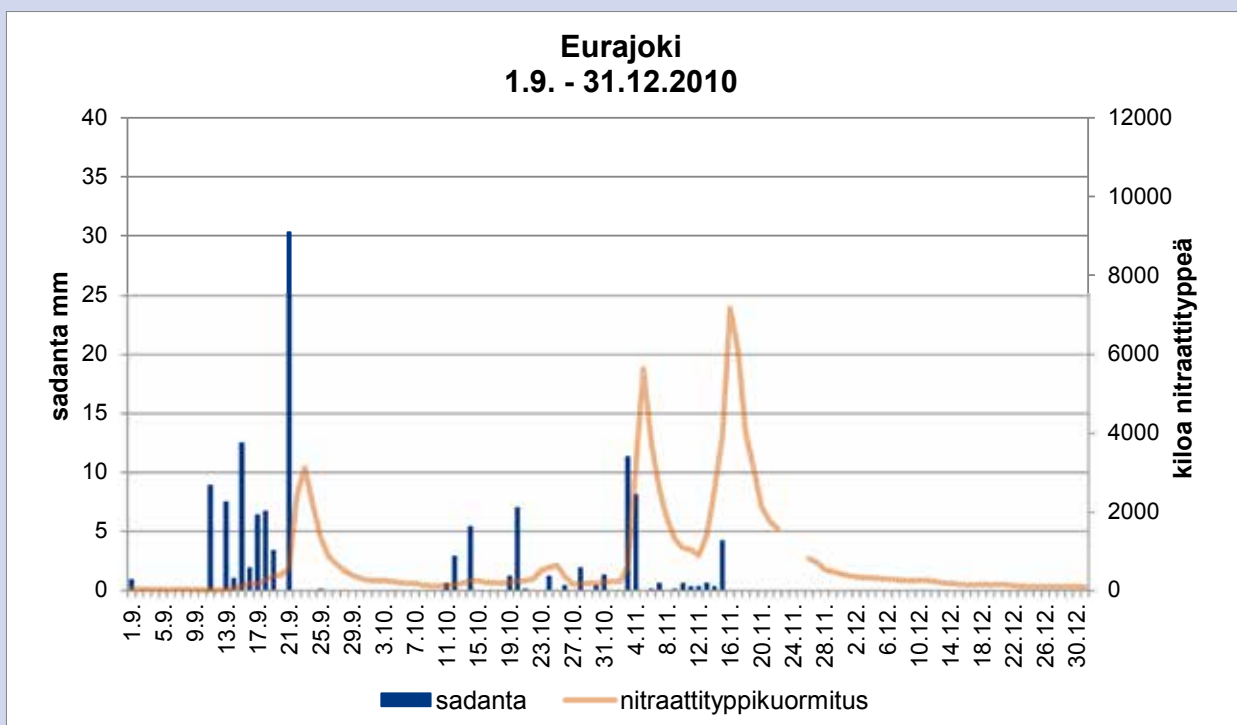
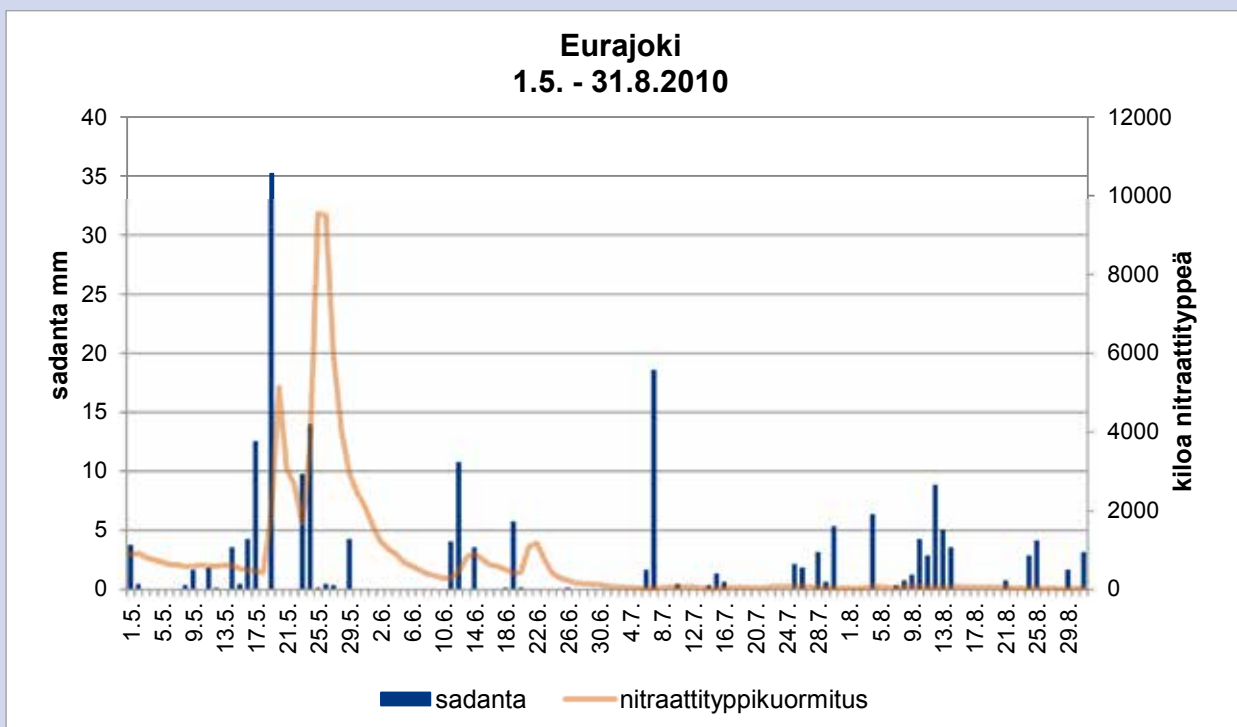
Kuva 10. Aurajoen kiintoainekuormitus hydrologisissa jaksoissa laskettuna eri menetelmillä. Pienemmässä kuvassa näkyvät menetelmien antamat kiintoainekuormitukset koko mittausjakson ajalta.



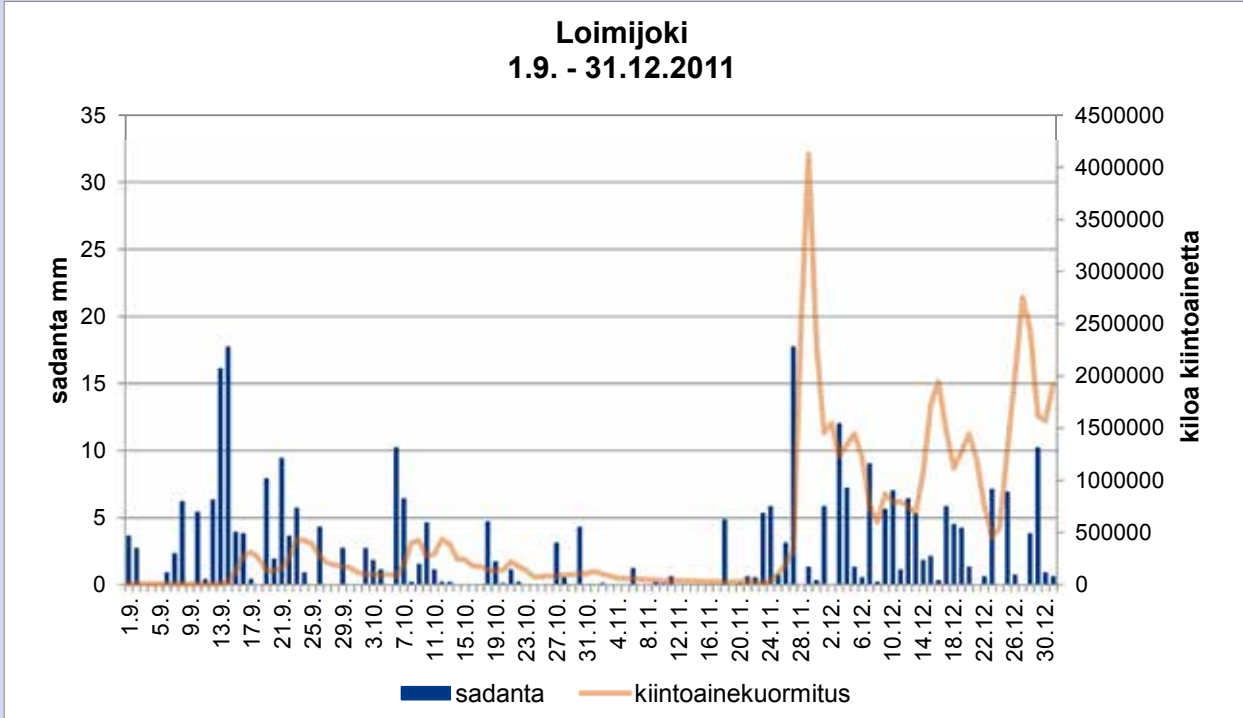
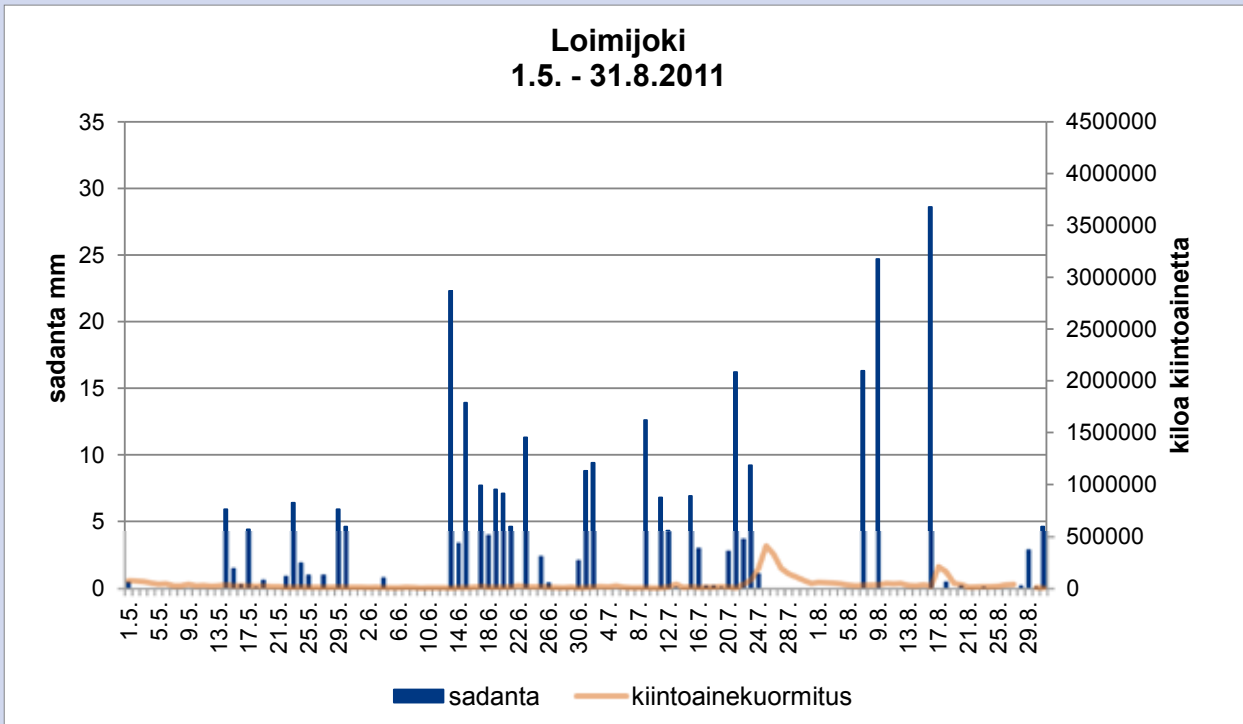
Kuva 11. Aurajoen vuorokautinen kiintoainekuormitus 22.11.2011–17.1.2012 ja käsinäytteiden ottoajankohdat.



Kuvasarja 10. Sadannan vaikutus kiintoainekuormitukseen Aurajoen valuma-alueella III ja IV hydrologisissa jaksoissa vuonna 2009.



Kuvasarja 11. Sadannan vaikutus nitraattityppikuormitukseen Eurajoen valuma-alueella III ja IV hydrologisissa jaksoissa vuonna 2010.



Kuvasarja 12. Sadannan vaikutus kiintoainekuormitukseen Loimijoen valuma-alueella III ja IV hydrologisissa jaksoissa vuonna 2011.

Johtopäätökset

Kuormituksen vaihtelu

Vuosittaiset kuormitukset voivat erota toisistaan hyvinkin paljon ja suurin kuormitukseen vaikuttava tekijä on sää. Kaikkien valuma-alueiden tuloksista voitiin havaita alhainen kuormitus loppuvuoden 2010 kuivana ajanjaksona. Sitä vastoin loppuvuoden 2011 vähälumisuus ja runsaat vesisateet nostivat kuormitusta runsaasti. Aurajoella ja Loimijoella loppuvuoden 2011 vuorokautinen nitraattityppikuormitus oli muita vuosia selvästi suurempi. Vuoden 2012 syksy oli vuoden 2011 tapaan sateinen ja näkyy myös vuorokautisissa kuormituksissa, Eurajoella jopa vuotta 2011 suurempana kiintoaineen ja kokonaisfosforin osalta.

I hydrologisen jakson (tammi-maaliskuu) kuormitus oli kaikilla valuma-alueilla suurempaa vuonna 2012 verrattuna muihin vuosiin. Tämä selittyy tammikuun alun ja maaliskuun lopun muita vuosia suuremmilla virtaamilla. Vuoden 2012 kevätvalunta näyttää ajoittuneen jo maaliskuun puolelle. Vuoden 2013 huhtikuun kuormitus Aurajoella sekä kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitukset Eurajoella olivat selvästi muita vuosia suurempia. Mahdollisena syynä tähän olivat edellisen vuoden kesän ja syksyn sateet, joiden jäljiltä maaperä oli veden kyllästämä. Tämän seurauksena seuraavan kevään sulamisvedet huuhtoivat kiintoainetta ja ravinteita helposti.

Kasvukauden vaikutus kuormitukseen

Suurin osa kuormituksesta tapahtuu kasvukauden ulkopuolella, lähinnä hydrologisissa jaksoissa II ja IV eli huhtikuussa ja loka-joulukuussa. Sateiden ajoittuminen suhteessa kasvukauteen vaikuttaa suuresti niiden aiheuttamaan kuormitusriskiin. Esimerkiksi Aurajoella kesän 2009 ukkoskuurot eivät aiheuttaneet suurta kiintoainekuormitusta, mutta vastaavat ja pienemmätkin sadekertymät syys-lokakuun vaihteen jälkeen vaikuttivat nopeasti myös Aurajoen kiintoainekuljetukseen. Tämä johtuu siitä, että kokonaisuutena on loppuvuodesta pienempää kuin kesällä, ja maa-alueesta suurempi osa on paljaana, alttiina eroosiolle. Vastaava tilanne oli nähtävissä kaikilla automaattimittariasemilla. Piikit Eurajoen nitraattityppi-kuormituksessa vuoden 2010 toukokuun lopussa johtuivat mahdollisesti siitä, että kevään lannoituksesta liuennut typpi kulkeutui sadevesien mukana ojiin. Samat kuormituspiikit olivat havaittavissa myös Loimijoella. Keväällä lannoituksen jälkeen, kun maa on vielä paljas, ravinteiden huuhtoutumisriski on suuri.

Ilmastonmuutoksen myötä sateet kasvukauden ulkopuolella tulevat todennäköisesti lisääntymään ja talvet lauhtumaan, mikä kasvattaa kuormitusriskiä. Maataloudessa riskiä voidaan pienentää lisäämällä kasvipeitteisyyttä ja vähentämällä syysmuokkauksen pinta-alaa. Typen huuhtoutumisriskiä tulisi pienentää myös typpilannoituksen jakamisella ja kerääjäkasveilla.

Valuma-alueiden väliset erot

Loimijoen valuma-alueen kokonaiskuormitus oli odotetusti suurin johtuen valuma-alueen koosta, mutta ominaiskuormitus oli lähellä Aurajoen tasoa. Eurajoen vuosittaiset kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitukset olivat pienempiä kuin muilla valuma-alueilla. Myös Eurajoen ominaiskuormitus kiintoaineen ja kokonaisfosforin osalta oli selvästi vähäisempi kuin Aurajoella ja Loimijoella. Tähän saattaa vaikuttaa Eurajoen valuma-alueen erilainen maankäytön jakauma. Kuormitusta vähentäneenä myös Pyhäjärvi, johon laskee noin puolet valuma-alueen vesistä ennen niiden päätymistä Eurajokeen. Loimijoen ja Aurajoen valuma-alueilla ei vastaavanlaisia suuria luontaisia laskeutusaltaita esiinny. Toisaalta Eurajoen valuma-alueella myös maaperä on suuremmalta osin karkeaa kivennäismaata, kun taas Aurajoella ja Loimijoella savimaiden osuus on suurempi. Tämä saattaa osaltaan selittää pienemmän kiintoaineen ominaiskuormituksen.

Nitraattityppikuormituksissa silmiinpistäviä ovat Eurajoen kuormituslukemat. Eurajoen nitraattityypin ominaiskuormitus oli alhaisempi kuin muilla valuma-alueilla, mutta vuosittainen nitraattityypin kokonaiskuormitus oli kahtena vuotena jopa suurempi kuin Aurajoella. Lisäksi nitraattityypin ominaiskuormituksen suhde kiintoaineen ominaiskuormitukseen oli eri luokkaa kuin Aurajoella ja Loimijoella, joissa ne olivat toisiaan vastaavia. Tähän saattavat vaikuttaa Eurajoen varrella sijaitseva teollisuus sekä jälkikäteen ilmenneet mittavat Euran jätevedenpuhdistamon ohjuksutukset.

Aurajoen valuma-alueen peltojen kaltevuus on suurempi kuin muilla valuma-alueilla ja peltolohkojen osuus on valuma-alueiden suurin. Aurajoen kiintoaineen ominaiskuormitus oli selvästi suurempi kuin Eurajoen, mutta pienempi kuin Loimijoen. Tämän selittäjänä saattaa olla maalajijakauma, joka Loimijoella on selvästi hiesuvaltaisempi mikä viittaa korkeampaan eroosioherkkyyteen. Maankäyttömuotojen vaikutusta kiintoaine-, nitraattityppi- ja kokonaisfosforikuormitukseen ei tämän aineiston perusteella voida kuitenkaan tarkasti arvioida, koska valuma-alueiden määrä ei riittänyt tarkempiin analyysiin.

Menetelmien väliset erot

Automaattimittari- ja käsinäytetulojen perusteella laskettujen kuormitusten väliset korrelaatiot olivat merkitseviä kiintoaineen, nitraattityypin ja kokonaisfosforin suhteen, mutta keskimääräisissä vuorokausikuormituksissa oli kuitenkin tilastollisesti merkitseviä eroja. Käsinäytteistä lasketut suuret kuormitukset ennustavat siis suuria kuormituksia myös mittarituloksiin perustuvissa laskuissa, mutta käsinäytteiden avulla ei välttämättä saada saman kokoluokan kuormituksia kuin mittarin antamalla tuloksilla. Mittarihavaintojen lukumäärä on huomattavasti suurempi kuin käsinäytteiden, joten esimerkiksi hetkittäiset kuormitushuiput voidaan havaita helpommin ja tarkemmin mittareilla kuin käsinäytteillä. Menetelmien välisistä merkitsevästä eroista 55 % johtui kuormituspiikeistä, joiden mittariaineistosta laskettu kuormitus oli selvästi suurempi kuin käsinäyteaineistosta laskettu kuormitus. Muut merkitsevät erot pystytään selittämään tasoeroilla, jotka johtuivat suurten käsinäytearvojen yleistyksistä ajankohtiin, joissa mittaritulokset olivat selvästi alhaisempia, mittarinitraatin laskusta korkean sameuden aikaan tai kalibroinnista seuranneen raja-arvon alittumisesta pienissä pitoisuuksissa. Esimerkkinä raja-arvon alittumisesta on Loimijoen mittariaineistosta I hydrologiselta jaksolta vuonna 2010 laskettu kiintoainekuormitus, joka oli hyvin pieni, koska kalibroinnista seuranneen vakiotermin vuoksi lähes koko jakson kiintoainepitoisuudet olivat nollassa.

Nitraattitypestä mittari- ja käsinäytetulojen perusteella lasketut kuormitukset vastasivat paremmin toisiaan kuin kiintoaineesta ja kokonaisfosforista lasketut. Tähän saattaa vaikuttaa mittaritekniikka, koska vedenlaatumittarit mittaavat nitraattityppeä suoraan, kun taas kiintoaine ja kokonaisfosfori ovat sameudesta laskettavia suureita. Nitraattityypin mittaamiseen vaikuttaa kuitenkin korkea sameus. Nitraattityypin määrittäminen mittarilla on mahdollista vain tiettyyn sameuslukuun asti, ja tämä raja riippuu mittarin valotien pituudesta. Mittariaineistosta on poistettu nitraattityypitulokset ajankohdilta, joissa korkea sameus on selvästi laskenut nitraattityypilukemaa. Aurajoen aineistossa on kuitenkin jäljellä selviä nitraattityypin pitoisuuden alenemia suurten sameuksien aikaan. Aurajoen mittarin valotien pituus on pienempi kuin muiden jokien mittareiden, minkä ansiosta sen pitäisi pystyä määrittämään nitraattityppi korkeammissa sameuksissa. Tästä johtuen alhaisia nitraattityypilukemia ei ole poistettu. Syy nitraattityypipitoisuuden alenemiselle voisi olla vähän nitraattityppeä sisältävien sulamis- tai sadevesien aiheuttama laimeneminen. Käsinäytteiden tarkasteleminen mittaritulojen rinnal-

la ei kuitenkaan yksiselitteisesti vahvista nitraattityypilukemien oikeellisuutta.

Toinen mahdollinen syy nitraattityypikuormitusten parempaan vastaavuuteen on se, että piikit nitraattityypipitoisuudessa kestivät usein kauemmin kuin kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksissa. Tällöin käsinäytteenotot osuvat korkeaan nitraattityypipitoisuuteen suuremmalla todennäköisyydellä.

Aurajoella mittari- ja käsinäytekuormitukset vastasivat toisiaan muita valuma-alueita paremmin, mikä voi johtua Aurajoesta otettujen käsinäytteiden suuremmasta määrästä verrattuna Eurajokeen ja Loimijokeen. Aurajoesta otettiin tutkimusaikana 242 käsinäytettä, kun Eurajoesta ja Loimijoesta otettiin 91 käsinäytettä jokea kohti. Etenkin Loimijoella käsinäytteiden ottoajankohdat myös vaikuttivat paljon, koska näytteitä otettiin esimerkiksi huhtikuussa vain yksi tai kaksi. Huhtikuun käsinäyte otettiin suurimman virtaaman aikaan vain vuonna 2012. Suurimmat erot menetelmien välillä olivat juuri Loimijoella, jonka kiintoainekuormitus vuonna 2011 oli mittariaineiston perusteella melkein 37 000 tonnia enemmän kuin käsinäyteaineistosta laskettu kuormitus. Nitraattityypikuormituksissa ei ollut suuria eroja mutta kokonaisfosforikuormituksen lisäys käsinäyteaineistosta laskettuun oli myös huomattava.

Oikeaa tietoa kuormituksista ei ole saatavissa, mutta virallisissa raporteissa käytetään käsinäytteiden perusteella laskettuja kuormituslukuja. Verrattaessa eri menetelmillä laskettuja kuormituksia voitiin havaita, että menetelmien välille syntyi ajoittain melko merkittäviä eroja. Huolellisesti huolletun automaattimittarin kuormituslukemia voidaan pitää lähimpänä totuutta. VEMALA-kuormitusmalli kuvasi ajoittain hyvin kuormitusta, mutta virhemarginaali oli myös ajoittain suuri. Pitkällä aikavälillä VEMALA-mallin osoittama kuormitus oli kuitenkin lähempänä mittarin osoittamaa kuormitusta kuin käsinäytteisiin perustuvia kuormituslukemia. Käsinäytteistä kahdella eri menetelmällä lasketut kuormitukset poikkesivat toisistaan. Samoista käsinäytteistäkin voidaan saada laskutavasta riippuen erisuuruisia kuormituksia. Käsinäytteiden avulla lasketuista kuormituksista tässä tutkimuksessa käytetty tapa vastasi mittariaineistosta laskettua kuormitusta paremmin kuin vaihtoehtoinen tapa. Malleja tulee edelleen kehittää, jotta niiden avulla saadaan mahdollisimman tarkkoja arvioita myös hetkellisistä kuormitustilanteista. Aurajoen tapauksessa mittaus- ja mallinnustyötä on tehty paljon, mikä voi osaltaan vaikuttaa siihen, että mallitulokset olivat melko hyviä. Muissa vähemmän tutkituissa vesistöissä mallien kehitys tarvitsee vielä lisää seurantatietoa.

Seurannan jatkokehittäminen

Automaattimittareilla saadaan korvaamatonta lisätietoa kuormituksesta ja aineiden käyttäytymisestä erilaisissa olosuhteissa. Yhtäjaksoinen, pitkältä ajalta kerätty aineisto on tarpeellinen, jotta päästään todellisiin tuloksiin sekä kuormituksesta että mittausmenetelmästä. Automaattimittareista on hyötyä etenkin alueille, joilla käsinäytteenotto tapahtuu harvemmin.

Mittareiden käytössä on kuitenkin vielä heikkouksia. Niillä pystytään tällä hetkellä mittaamaan vain rajoitettu määrä muuttujia. Mittariaineiston perusteella lasketussa kuormituksessa esiintyy puutteita johtuen esimerkiksi ajoista, jolloin mittari täytyy poistaa jäidenlähdon vuoksi. Aineistoa joudutaan myös hylkäämään silloin, kun mittari antaa selvästi virheellisiä tuloksia. Näitä puutteita joudutaan täydentämään joko käsinäytteiden avulla tai mallintamalla. Aineistosta pitäisi saada niin luotettavaa, ettei pitkän ajan hylkäyksiä tapahtuisi. Tähän vaikuttavat suuresti kunnollinen huolto ja nopea vaste vikatiloihin. Kommunikaatio aineiston käsittelijöiden ja mittarin huoltajien välillä on myös tärkeää.

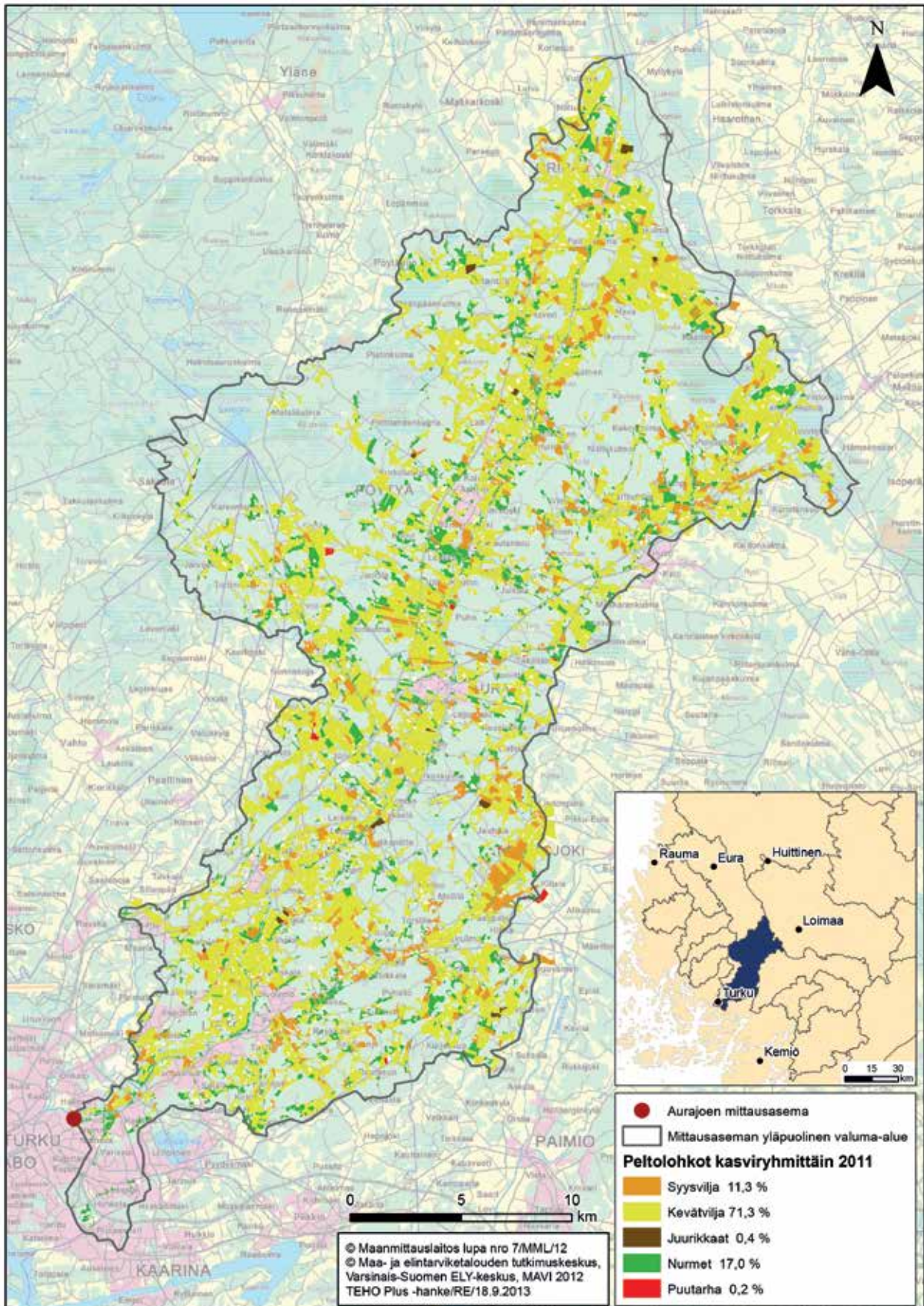
Kalibrointinäytteitä tarvitaan mahdollisimman paljon erilaisista olosuhteista. Näytteitä on yleensä vähän suurista pitoisuuksista, ja niiden ottoon kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Kalibroinnin luotettavuus paranee mitä enemmän käsinäyteaineistoa siihen on käytettävissä. Kaikki automaattimittariaineisto kalibroidaan uudelleen tietyin väliajoin aina suuremmalla käsinäyteaineistolla, joten aineisto tulee muuttumaan ja kuormituslaskelmat tulevat tarkentumaan.

Käsinäytteenoton vähentymisen myötä automaattimittareilla tulee jatkossa olemaan yhä suurempi rooli vedenlaadun seurannassa. Tästä syystä automaattimittareilla tehtävän vedenlaadun seurannan kehittämisen jatkaminen on tärkeää.

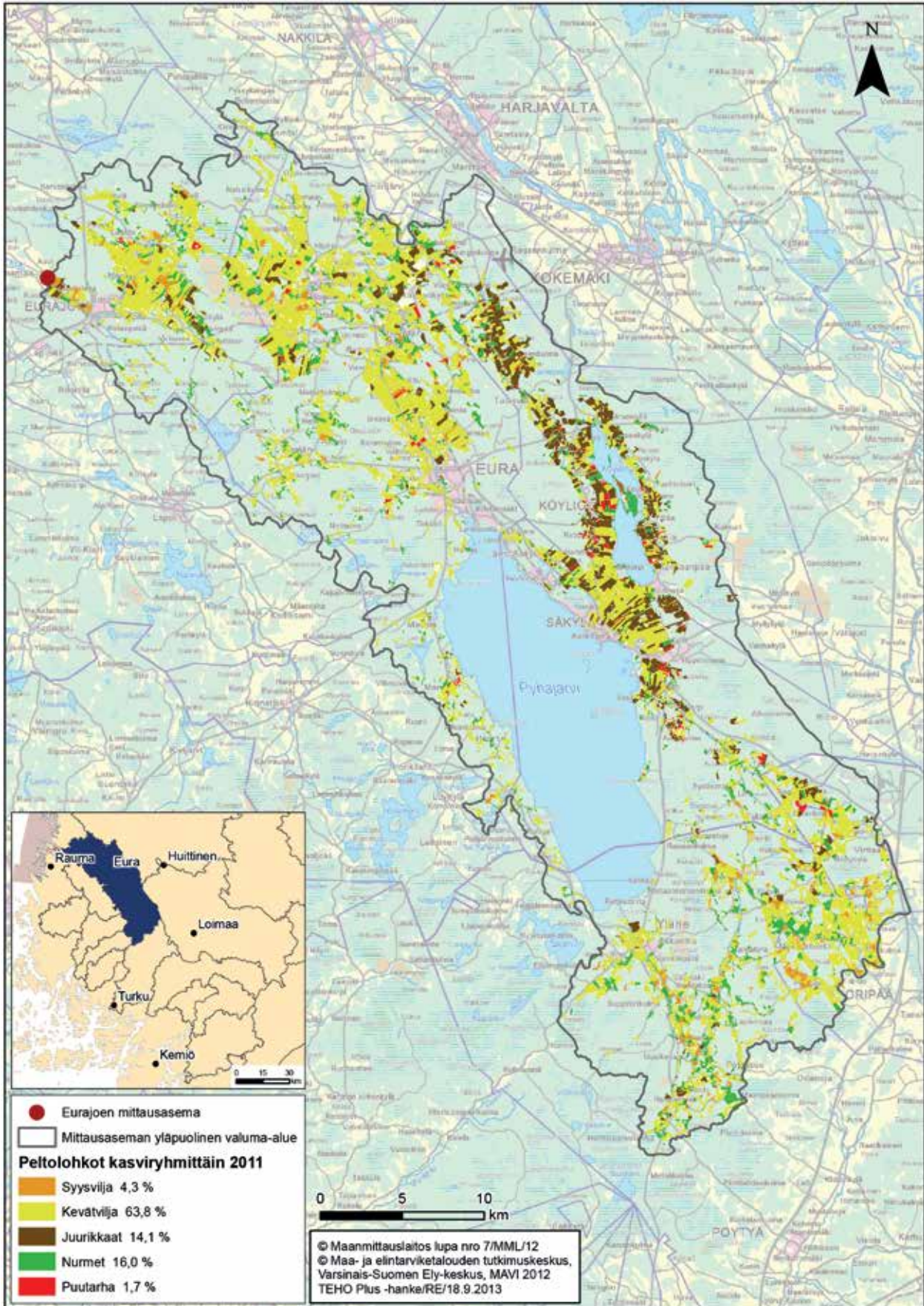
Lähteet

- Salmi P., Rastas K., Koskinen J. & Peltonen J. 2011. Automaattiasemat vedenlaadun seurannoissa ja seurannan kehittäminen. Teoksessa: TEHO-hankkeen raportteja, osa 5. 61 s.
- Valkama P., Lahti K. & Särkelä A. 2010. Automaattimittauksilla tarkkaa tietoa maatalouden vesistökuormituksesta. Maataloustieteen Päivät 2010. Verkojulkaisun osoite: <<http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/086.pdf>>
- Vuori, K-M. 2002. Vesisammal ja vesiperhosmenetelmät jokivesistöjen haitallisten aineiden riskiarvioinnissa ja seurannassa. Suomen ympäristö 571. 89 s.

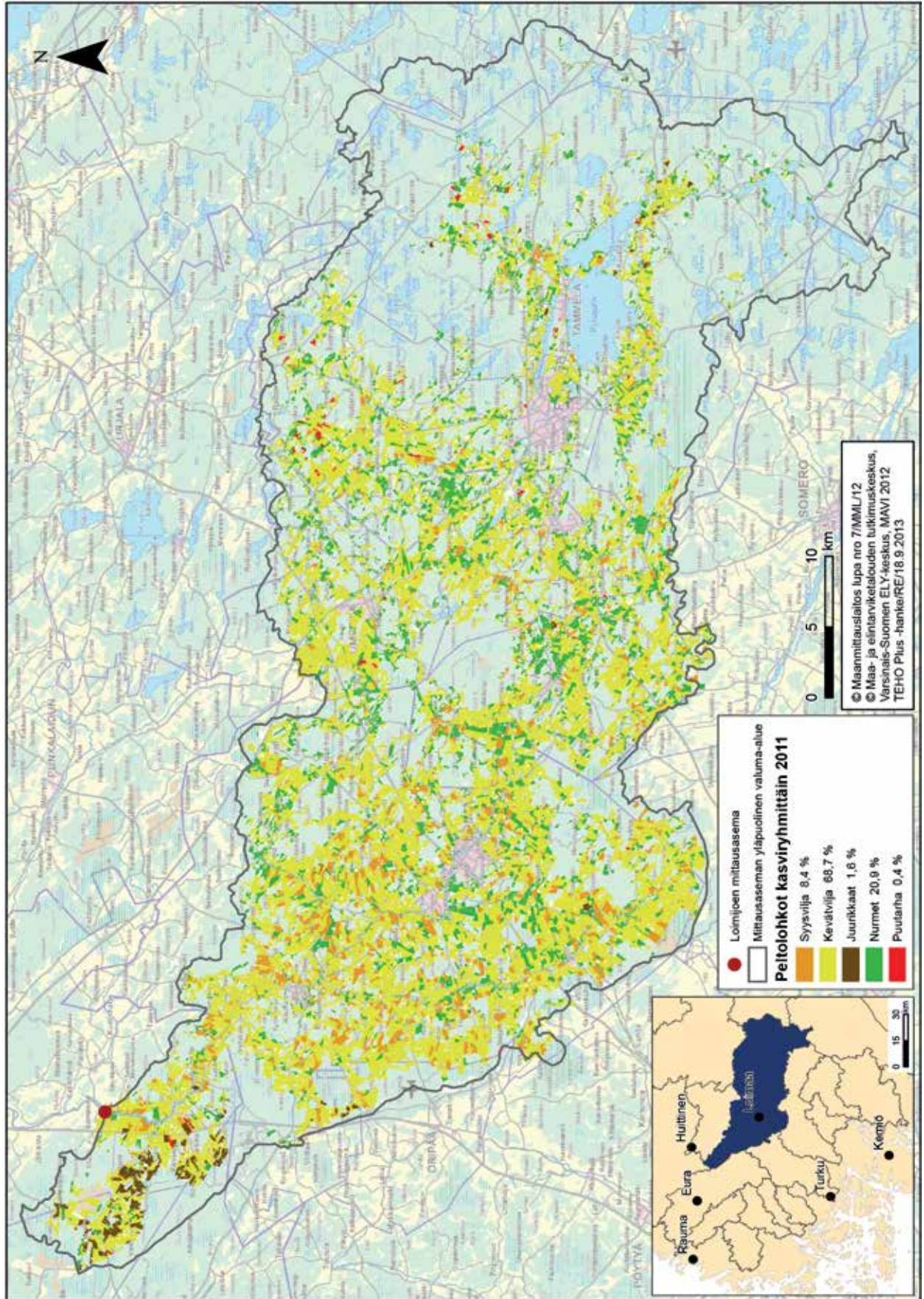
Aurajoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti



Eurajoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti



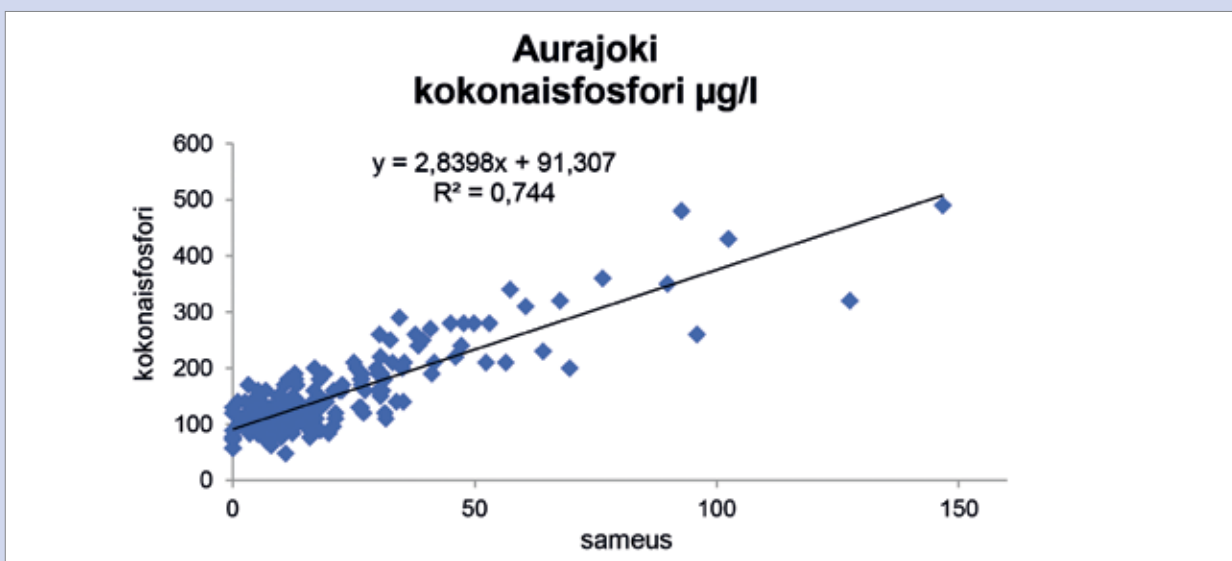
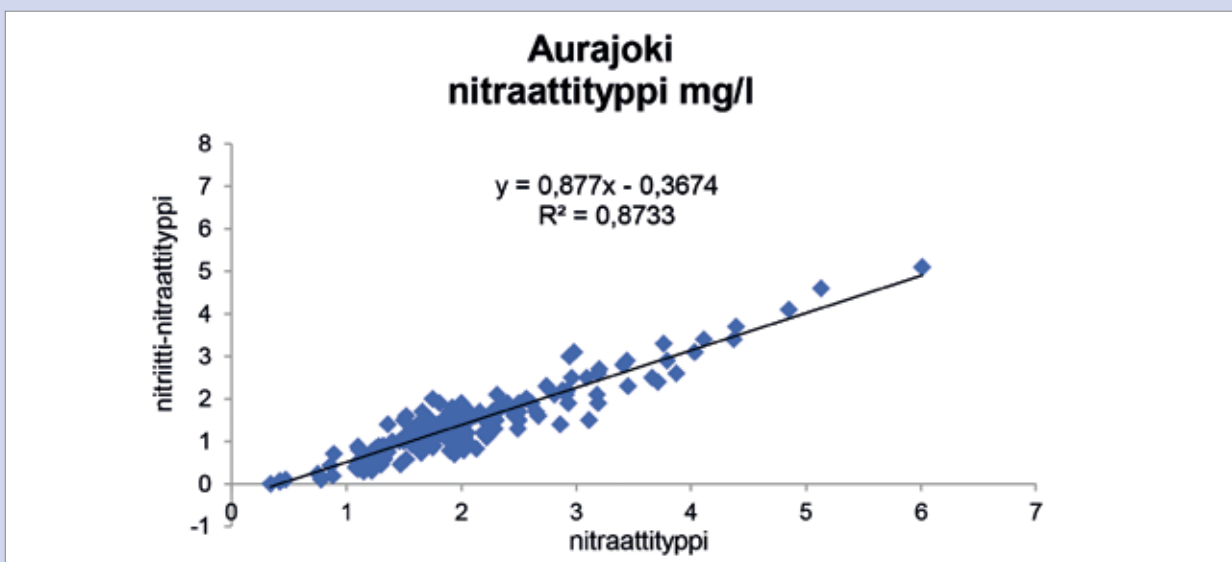
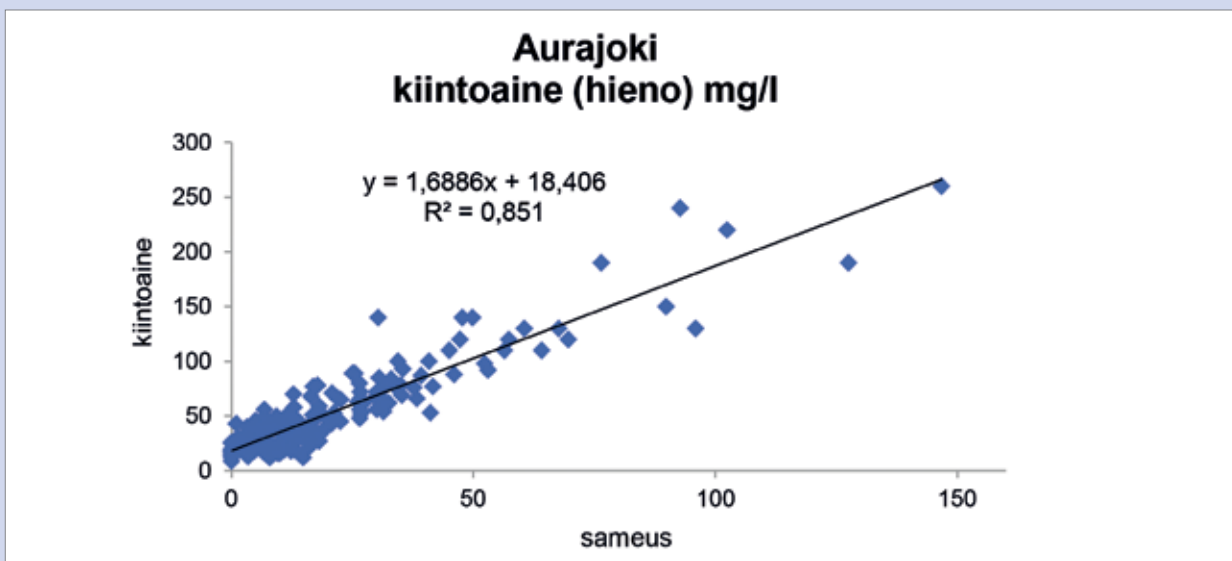
Loimijoen valuma-alue ja mittausaseman sijainti



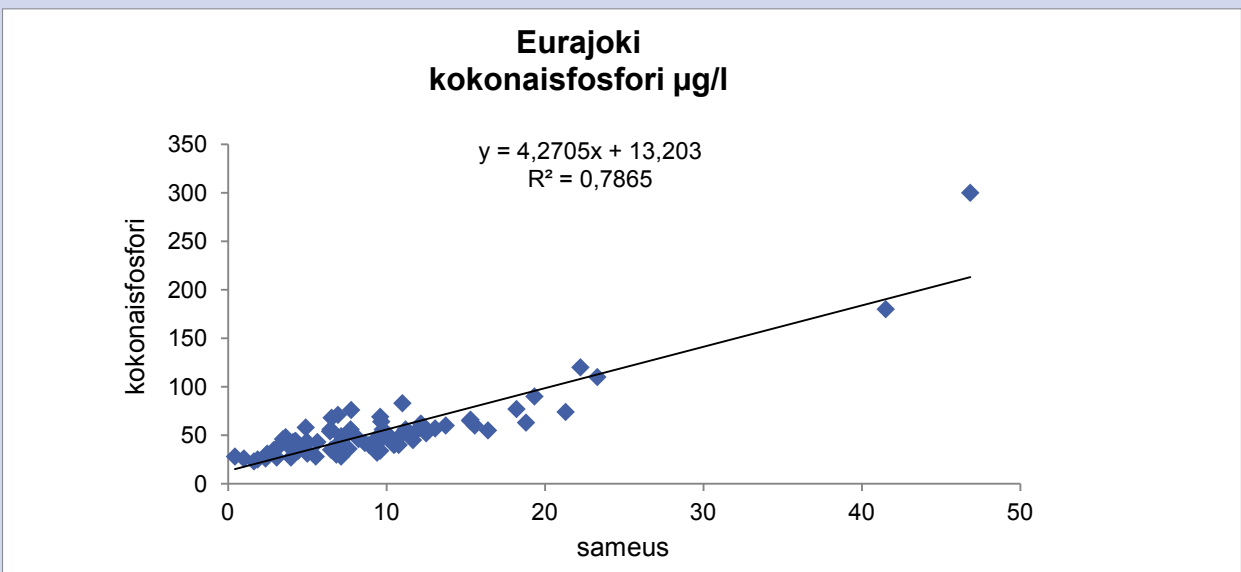
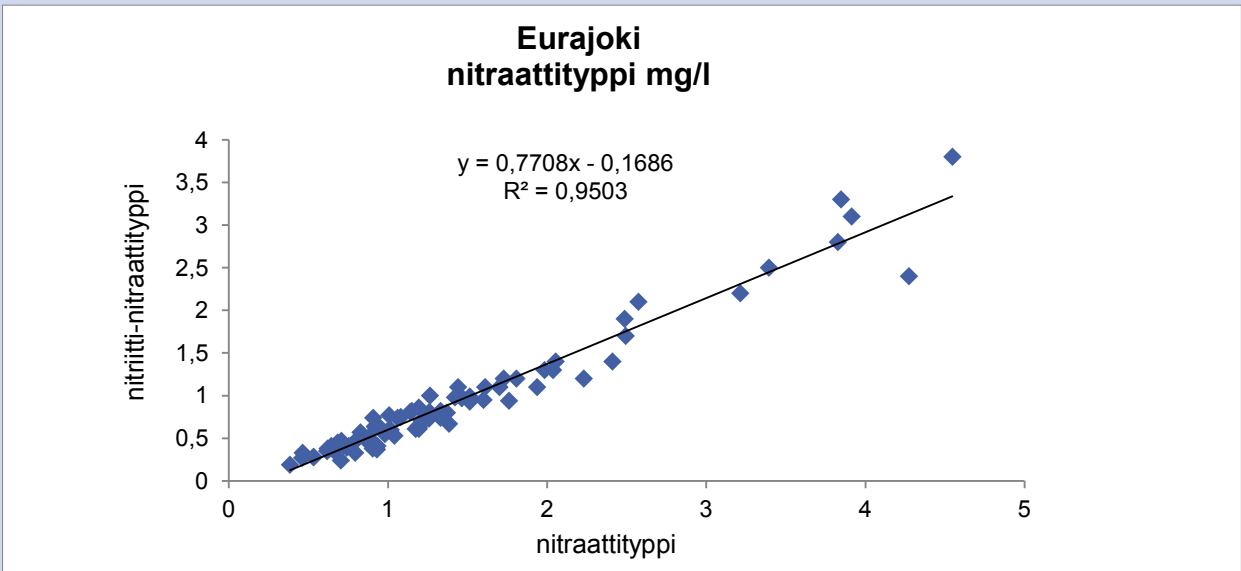
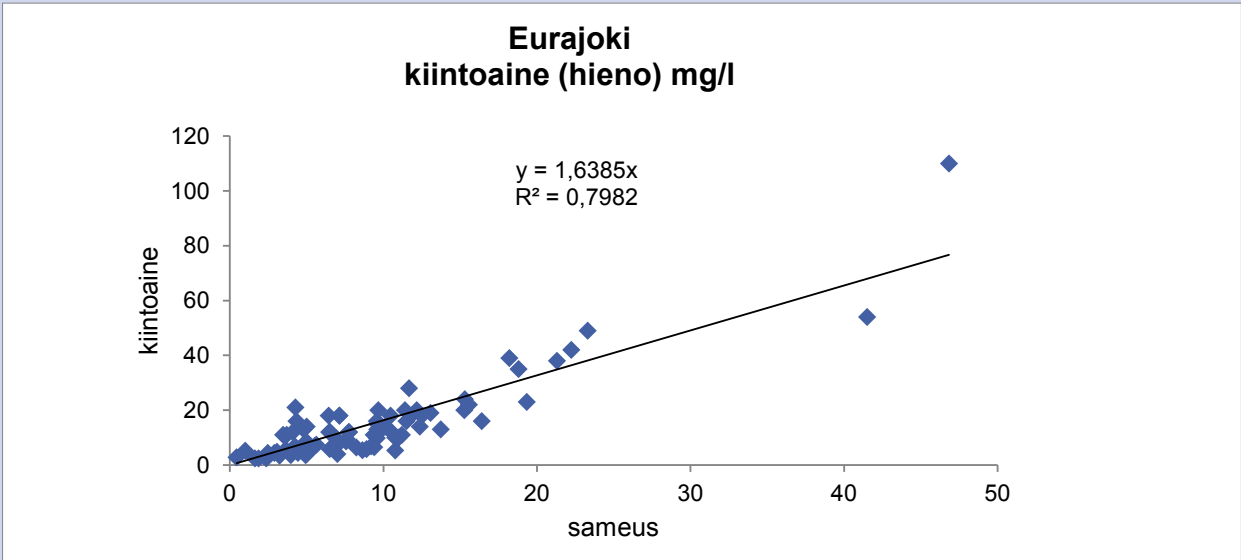
Yli vuorokauden puutokset mittari- ja virtaama-aineistossa

	Aika	Puutos	Syy (mikäli tiedetään)	
Aurajoki	5.8.2009 16:30 - 10.8.2009 13:30	kaikki muuttajat		
	29.8. - 13.9.2009	virtaama		
	29.12. - 31.12.2009	virtaama		
	29.3.2010 10:30 - 13.4.2010 13:30	kaikki muuttajat	jäidenlähtö	
	29.8. - 13.9.2010	virtaama		
	5.4.2011 10:00 - 18.4.2011 15:00	kaikki muuttajat	jäidenlähtö	
	28.11.2011 1:30 - 29.11.2011 8:30	nitraattityppi	korkea sameus	
	4.12.2011 13:30 - 5.12.2011 15:30	nitraattityppi	korkea sameus	
	29.3.2010 14:00 - 8.4.2010 14:00	kaikki muuttajat	jäidenlähtö	
Eurajoki	27.7.2010 14:00 - 4.8.2010 10:00	sameus	likaantuminen	
	22.11.2010 2:30 - 26.11.2010 10:30	kaikki muuttajat	alijäähtyminen	
	5.4.2011 11:30 - 8.4.2011 4:30	kaikki muuttajat	jäidenlähtö	
	3.7.2011 1:30 - 13.7.2011 13:30	sameus	penkan sortuminen	
	7.1.2012 23:30 - 11.1.2012 2:00	kaikki muuttajat	pohjakosketus	
	2.4.2012 4:00 - 3.4.2012 9:00	sameus	virheellisiä	
	3.5.2012 14:30 - 5.5.2012 10:00	kaikki muuttajat	puhdistus pois käytöstä	
	20.7.2012 0:00 - 31.7.2012 13:30	sameus	epäluotettavaa	
	1.8.2012 4:00 - 2.8.2012 9:00	nitraattityppi		
	26.4. - 15.5.2013	virtaama		
	Loimijoki	22.11.2009 19:00 - 24.11.2009 19:30	nitraattityppi	korkea sameus
		17.11.2010 18:00 - 19.11.2010 11:30	nitraattityppi	korkea sameus
		16.4.2011 15:30 - 18.4.2011 13:30	kaikki muuttajat	jäidenlähtö
		27.8.2011 6:00 - 30.8.2011 10:00	kaikki muuttajat	kompressori rikki
		28.11.2011 10:00 - 5.12.2011 5:30	nitraattityppi	korkea sameus
6.12.2011 21:30 - 10.12.2011 5:30		nitraattityppi	korkea sameus	
26.12.2011 17:00 - 30.12.2011 2:00		nitraattityppi	korkea sameus	
2.4.2012 23:00 - 5.4.2012 16:30		kaikki muuttajat	mittari jäänyt kuiville	
1.10.2012 9:00 - 3.10.2012 3:30		nitraattityppi	korkea sameus	
5.10.2012 15:00 - 9.10.2012 0:30		nitraattityppi	korkea sameus	
22.10.2012 0:00 - 24.10.2012 21:00		nitraattityppi	korkea sameus	
16.11.2012 13:00 - 20.11.2012 11:30		nitraattityppi	korkea sameus	
21.2.2013 19:30 - 24.2.2013 17:00		kaikki muuttajat	kompressori rikki	
19.4.2013 9:00 - 21.4.2013 2:30		nitraattityppi	korkea sameus	
5.6.2013		virtaama		
8.6.2013 - 11.6.2013	virtaama			

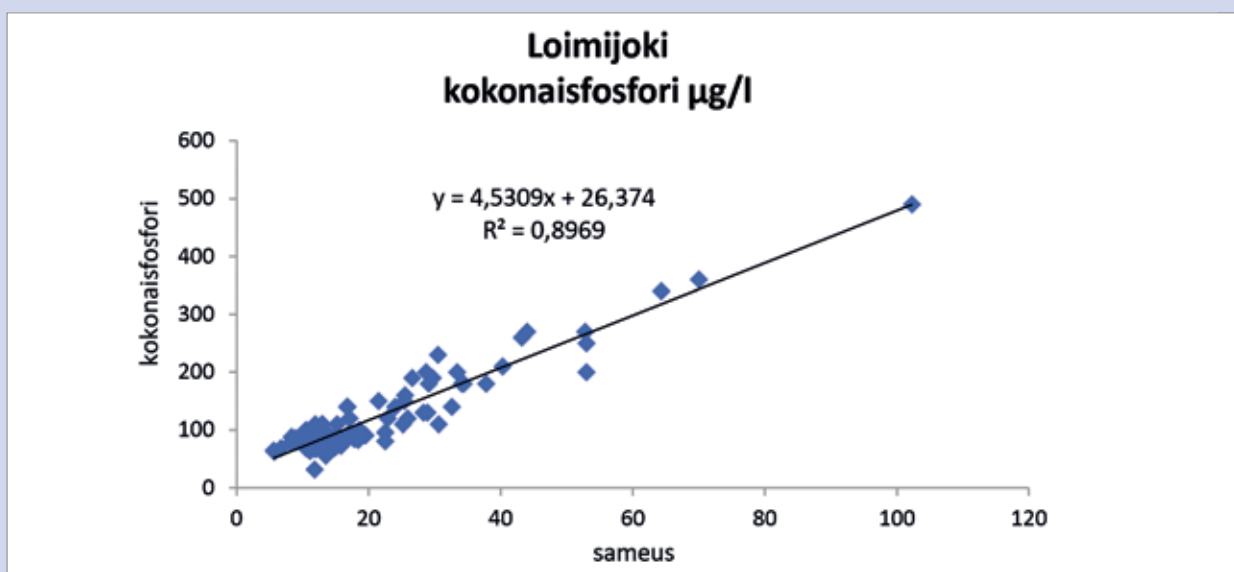
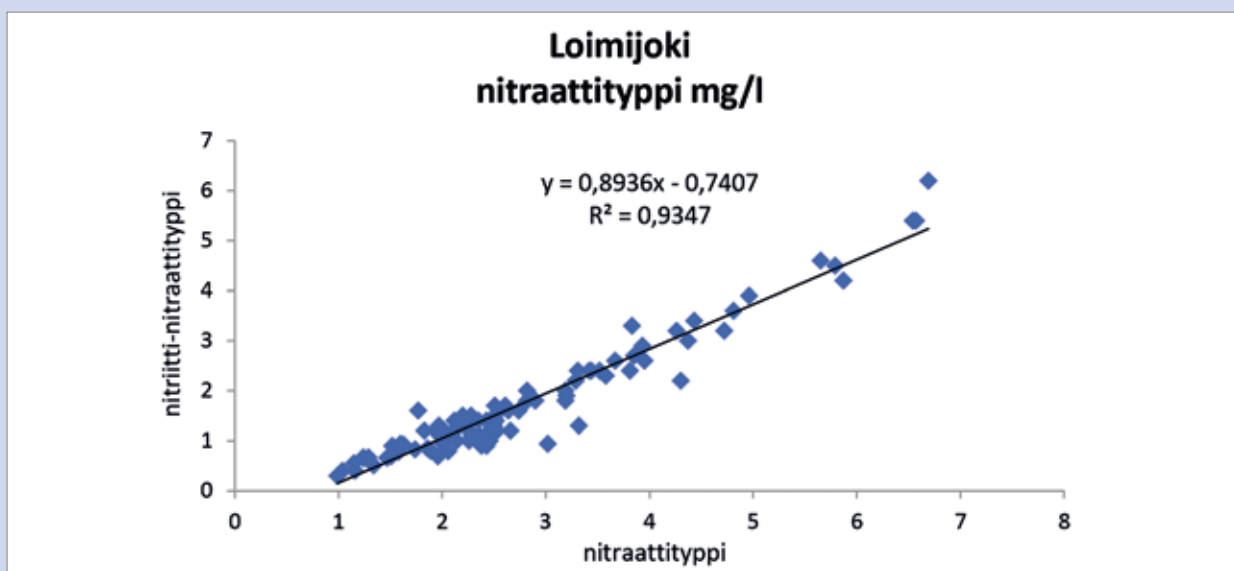
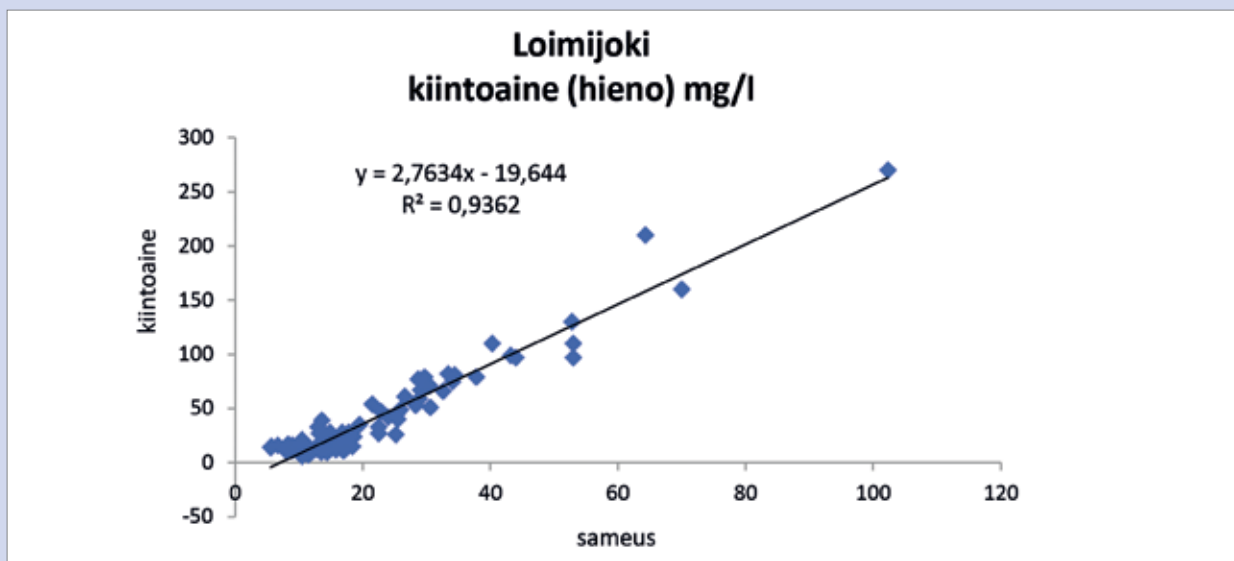
Aurajoen regressioyhtälöt (y-akselilla käsinäytteen arvo, x-akselilla mittarin arvo)



Eurajoen regressioyhtälöt (y-akselilla käsinäytteen arvo, x-akselilla mittarin arvo)



Loimijoen regressioyhtälöt (y-akselilla käsinäytteen arvo, x-akselilla mittarin arvo)



Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 31/2014				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Elisa Vartiainen, Maria Yli-Renko, Leena Laamanen, Riikka Elo, Joni Koskinen		Julkaisuaika Toukokuu 2014		
		Kustantaja / Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja / toimeksiantaja TEHO Plus -hanke		
Julkaisun nimi Jatkuvatoimiset vedenlaatumittarit vesistökuormituksen arvioinnissa (Kontinuerligt fungerande vattenkvalitetsmätare i beräkningen av belastning på vattendrag)				
Tiivistelmä Tässä raportissa tarkastellaan Aurajoen, Eurajoen ja Loimijoen valuma-alueiden kiintoaine-, nitraattityppi- ja kokonaisfosforikuormitusta sekä vertaillaan automaattiseen vedenlaadun seurantaan perustuvaa menetelmää perinteiseen käsinäytteiden suoritettavaan vedenlaadun seurantaan. Jokien vuosittainen kuormitus voi vaihdella hyvinkin paljon ja suurin tähän vaikuttava tekijä on sää. Pääosa kuormituksesta tapahtuu kasvukauden ulkopuolella. Tämän tutkimuksen valuma-alueista Loimijoen kuormitus oli suurin ja Eurajoen pienin. Jatkuvatoimisten vedenlaatumittareiden avulla saatiin pääasiassa suurempia kuormituslukemia kuin käsinäytteiden avulla. Nitraattityypin kuormitusmäärät vastasivat parhaiten toisiaan mittausten menetelmien välillä. Automaattimittareilla voidaan havaita hetkittäiset kuormitushuiput käsinäytteenottoa tarkemmin. Kuormitusmallinuksissa päästään ajoittain lähelle mittareilla laskettua kuormitusta, mutta poikkeavuuksiakin on niin paljon, että mallinnukset vaativat kehittelyä. Mittareiden käytössä on yhä heikkouksia mutta niillä saadaan korvaamatonta lisätietoa kuormituksesta ja aineiden käyttäytymisestä erilaisissa olosuhteissa. Automaattimittareilla tehtävän vedenlaadun seurannan kehittämisen jatkaminen on tärkeää.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) Aurajoki, Eurajoki, fosfori, joet, kiintoaines, Loimijoki, nitraatit, näytteenotto, vedenlaatu, vesimittarit -- mittauslaitteet, vesistönkuormitus				
ISBN (painettu) 978-952-314-018-9	ISBN (PDF) 978-952-314-019-6	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu) 2242-2846	ISSN (verkkopainettu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-019-6		Kieli Suomi
Sivumäärä 47				
Julkaisun tilaukset Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, PL 523, 20101 Turku, puh. 0295 022 500 (vaihe).				
Kustannuspaikka ja -aika Turku 2014			Painotalo Kopijyvä Oy	

Publikationens serie och nummer Rapporter 31/2014				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Elisa Vartiainen, Maria Yli-Renko, Leena Laamanen, Riikka Elo, Joni Koskinen		Publiceringsdatum Maj 2014		
		Utgivare / Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland		
		Projektets finansiär/uppdragsgivare TEHO Plus -projektet		
Publikationens titel Jatkuvatoimiset vedenlaatumittarit vesistökuormituksen arvioinnissa (Kontinuerligt fungerande vattenkvalitetsmätare i beräkningen av belastning på vattendrag)				
Sammandrag I rapporten utreds belastningen av fasta partiklar, nitratkväve, och totalfosfor i Aura ås, Eura ås och Loimijokis avrinningsområdet. Därtill jämförs automatisk uppföljning av vattenkvaliteten med den traditionella metoden som baserar sig på manuellt tagna prov. Åarnas årliga belastning kan variera mycket och den största påverkande faktorn är vädret. Största delen av belastningen sker utanför vegetationsperioden. Av avrinningsområdena i denna undersökning var belastningen av Loimijoki störst och av Eura å minst. Med hjälp av kontinuerligt fungerande vattenkvalitetsmätare fick man generellt högre belastningsvärden än från de manuella proven. Nitratkvävet belastningsvärden låg närmast varandra i jämförelse mellan de olika mätmetoderna. Med de automatiska mätarna kan man observera sporadiska belastningstoppar bättre än med den manuella provtagningsmetoden. I belastningsmodellerna erhålls tidvis värden som ligger nära dem som räknats med mätarna, men det finns också så många avvikelser att modelleringarna kräver förbättring. Det finns fortfarande svagheter i användningen av mätarna men med dem får man oersättlig tilläggsinformation om belastningen och om ämnenas beteende i olika förhållanden. Det är viktigt att uppföljningen av vattenkvaliteten med automatmätare vidareutvecklas.				
Nyckelord (enligt Allärs) Aura å, Euraåminne, fosfor, åar, suspenderat material, Loimijoki, nitrater, provtagning, vattenkvalitet, vattenmätare, belastning av vattendrag				
ISBN (tryckt) 978-952-314-018-9	ISBN (PDF) 978-952-314-019-6	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt) 2242-2846	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
www www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-019-6		Språk Finska
Sidantal 47				
Beställningar Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland, PB 523, 20101Åbo, tel. 0295 022 500 (växel).				
Förläggningsort och datum Åbo 2014		Tryckeri Kopijyvä Oy		

RAPORTEJA 31 | 2014
JATKUVATOIMISET VEDENLAATUMITTARIT
VESISTÖKUORMITUKSEN ARVIOINNISSA

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-018-9 (painettu)
ISBN 978-952-314-019-6 (PDF)

ISSN-L 2242-2846
ISSN 2242-2846 (painettu)
ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-019-6

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

