

MIKKELIN ALAPUOLISEN SAIMAAN KUORMITUSSELVITYS

Jyväskylän yliopisto
Ympäristöntutkimuskeskus

Tutkimusraportti 99/2013

Arja Palomäki ja Irene Kuhmonen



SISÄLLYS

1. HANKKEEN TAUSTA.....	1
1.1 SELVITYKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET	1
1.2 TUTKIMUSALUE	1
1.2.1 3. jakovaiheen mukaiset valuma-alueet.....	2
1.2.2 Ukonvesi ja sen osa-altaat	4
1.2.3 Erityistarkasteltavat valuma-alueet	7
1.3 AINEISTO JA MENETELMÄT	9
1.3.1 Vedenlaatuaineisto.....	9
1.3.2 Kuormituksen arviointi Vemala-mallin avulla	11
1.3.3 Tarkennetut kuormituslaskelmat	12
1.3.4 Järvialtaiden kuormitus.....	13
1.3.5 Erityistarkasteltavien alueiden kuormitustarkastelu	14
1.3.6 Muut aineistot.....	15
1.4 VIRHELÄHTEET JA LUOTETTAVUUS.....	16
2. OSA 1: 3. JAKOVAIHEEN MUKAISTEN VALUMA-ALUEIDEN TULOUOMIEN KUORMITUS.....	16
2.1 VALUMA-ALUEIDEN OMINAISUUDET.....	17
2.1.1 Maankäytön yleiskuva.....	17
2.1.2 Maaperä.....	18
2.1.3 Maatalous.....	19
2.1.4 Metsätalous	24
2.1.5 Haja-asutus	25
2.2 VEDENLAATU VUONNA 2012	26
2.3 VEDEN LAADUN KEHITYS 1990- JA 2000-LUVUILLA	27
2.4 TULOUOMIEN KUORMITUS	27
2.4.1 Kuormitus havaintopaikoilla vuonna 2012 sekä aiempina vuosina	27
2.4.2 Kuormituksen jakautuminen kuormituslähteittäin.....	28
3. OSA 2: UKONVEDEN JÄRVIALTAISIIN KOHDISTUVA KUORMITUS	36
3.1 JÄRVIALTAIDEN OMINAISUUDET	36
3.2 JÄRVIALTAIDEN VEDENLAATU	37
3.2.1 Nykyinen vedenlaatu	37
3.2.2 Veden laadun kehitys viimeisten 10 vuoden aikana	39
3.3 JÄRVIALTAIDEN KUORMITUS.....	39
3.3.1 Järvialtaiden nykyinen kuormitus	39
3.3.2 Kuormituksen kehitys 2000-luvulla	40
3.3.3 Tulevan kuormituksen arviointi Friskin (1979) mukaan	41
3.3.4 Fosforikuormituksen sietoarviot.....	42
3.3.5 Sisäinen kuormitus	43
4. OSA 3: SURNUIN, EMOLANJOEN JA VISULAHDEN-MUSTASELÄN ERITYISTARKASTELTAVAT VALUMA-ALUEET.....	44
4.1 VEDENLAATU	44
4.2 KUORMITUS JA KUORMITUKSEN JAKAANTUMINEN	45
4.2.1 Kuormitus.....	45
4.2.2 Ominaiskuormat.....	45
4.2.3 Järvien kuormituksen jakaantuminen.....	53
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	59
5.1 YHTEENVETO KUORMITUSSELVITYKSEN TULOKSISTA	59
5.2 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	60

Lähteet

Liitteet

1. HANKKEEN TAUSTA

1.1 Selvityksen tarkoitus ja tavoitteet

Työn tavoitteena oli määrittää Mikkelin alapuoliseen Saimaaseen kohdistuva kuormitus ole-massa olevan aineiston sekä Suomen ympäristökeskuksen vesistömallin kuormitusosion (Ve-mala) avulla. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään vesialueen nykytilaan vaikuttavia tekijöitä. Selvityksen tavoitteena on ohjata käytännön vesienhoitotoimenpiteitä valuma-alueille ja vesi-alueille, joilla toimenpiteet ovat paitsi vesiensuojelullisesti myös taloudellisesti kannattavim-pia tehdä. Selvitys on osa vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD 2000/60/EU) toimeenpanotyö-tä, jolla tavoitellaan vesien hyvän tilan turvaamista tai saavuttamista.

Tutkimuksessa tarkasteltiin vesialueiden vedenlaatua, vesistöjen kuormitusta sekä valuma-alueiden maankäyttöä. Vedenlaatuaineisto koostui ympäristöhallinnon Oiva-palvelun veden-laatutuloksista sekä Mikkelin kaupungin ja Etelä-Savon ELY-keskuksen vuonna 2012 otta-mista vesinäytteistä. Vesistöjen kuormituksen ja sen jakaantumisen arvioimisessa hyödynnet-tiin Syken vesistömallia Vemalaa, jota täydennettiin haja-asutuksen kuormituksen osalta. Lisäksi tarkasteltiin valuma-alueiden maankäyttöä ja sen vaikutusta vesistöjen kuormitukseen ja vedenlaatuun, sekä vedenlaadun kehittymistä 1990- ja 2000-luvuilla.

Selvitys jakaantui kolmeen osaan: osassa 1 tarkasteltiin 3. jakovaiheen mukaisten tulouomien vedenlaatua ja kuormitusta, osassa 2 Ukonveden järvi-altaiden vedenlaatua ja kuormitusta, sekä osassa 3 erityistarkasteltavien valuma-alueiden vedenlaatua ja kuormitusta. Kuormitus-tarkastelussa (osat 1 ja 3) hyödynnettiin myös muuta maankäyttöä kuvaavaa aineistoa, kuten maaperää, peltolohkoja, turvemaita ja ojituksia kuvaavia aineistoja.

Tutkimuksen toteutti Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, jossa työhön osallis-tuivat tutkijat Arja Palomäki ja Irene Huuskonen. Työn tilaajana toimi Etelä-Savon ELY-keskus, jossa työtä koordinoi erikoissuunnittelija Juho Kotanen. Ohjausryhmässä Mikkelin kaupungin edustajana oli ympäristösuunnittelija Heikki Tanskanen.

1.2 Tutkimusalue

Suunnittelualueena oli Mikkelin alapuolinen vesialue Juurisalmeen saakka, ja alueeseen kuu-luivat Ukonveden valuma-alueen (04.15) vesimuodostumat. Alueen järvet ovat tyypiltään keskikokoisia humusjärviä (Kotanen ja Manninen 2010). Kuormituslaskenta toteutettiin vesis-töalueiden 3. jakovaiheen tasolla (taulukko 1 ja kuva 1). Lisäksi otettiin tarkasteluun pienem-piä osa-alueita, ns. hotspot-alueita (kuvat 2-5), joilla kuormitus on keskimääräistä suurempaa.

1.2.1 3. jakovaiheen mukaiset valuma-alueet

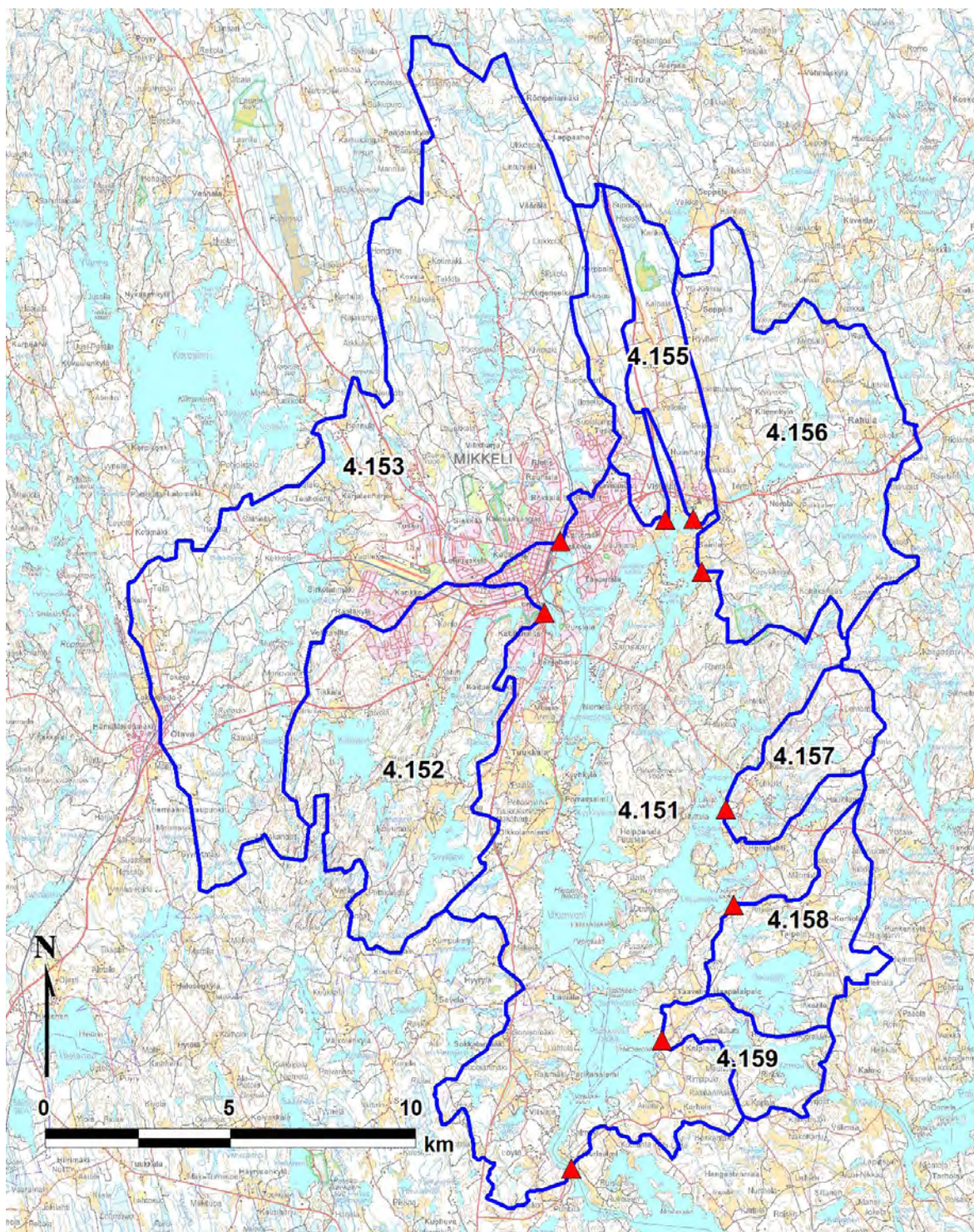
Ukonveden valuma-alue on jaettu yhdeksään 3. jakovaiheen valuma-alueeseen (taulukko 1, kuva 1). Valuma-alueiden purkupisteissä sijaitsevat Etelä-Savon ELY-keskuksen havainto-asetat (taulukko 2, kuva 2), joissa veden laatua on seurattu säännöllisesti. Vedenlaatuaineis-toa täydennettiin vuonna 2012 tavanomaista tiheämmällä näytteenotolla sekä virtaamamit-tauksin.

Taulukko 1. Ukonveden valuma-alueen 3. jakovaiheen valuma-alueet.

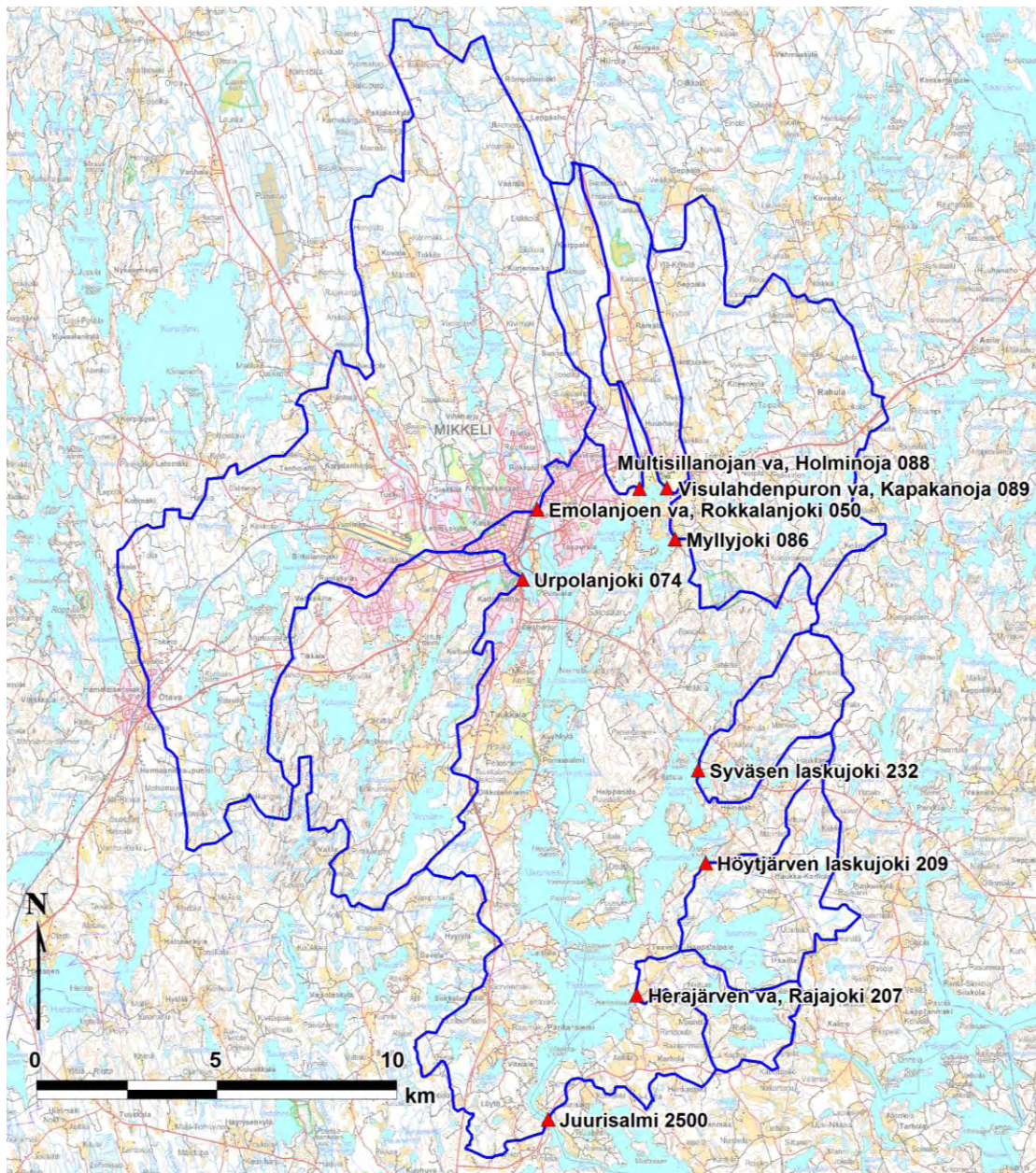
Nimi	Vesistöalueen tunnus (3. jakovaihe)	Pinta-ala km ²	Yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala km ²	Jarvisyys %	Yläpuolisen valuma-alueen järvisyys %
Ukonveden va	4.151	121	378	23,5	14,6
Urpolanjoen va	4.152	42	42	16,4	16,4
Emolanjoen va	4.153	116	116	8,2	8,2
Multasillanojan va	4.154	8,9	8,9	0,2	0,2
Visulahdenpuron va	4.155	12	12	0,5	0,5
Myllyjoen va	4.156	45	45	9,0	9,0
Syväsen va	4.157	10	10	9,8	9,8
Höytjärven va	4.158	16	16	21,4	21,4
Herajärven va	4.159	7,7	7,7	24,7	24,7

Taulukko 2. 3. jakovaiheen valuma-alueiden purkupisteiden havaintopaikat.

Vesistöalueen tunnus	Joki	Havaintopaikan nimi Pivet-rekisterissä	Koordinaatit (Ykj)
04.151	Juurisalmi	Juurisalmi 2500	6826000-3515500
04.152	Urpolanjoki	Urpolanjoki 074	6840900-3514480
04.153	Rokkalanjoki	Rokkalanjoki 050	6843400-3514950
04.154	Holminoja	Holminoja 088	6844250-3517920
04.155	Kapakanoja	Kapakanoja 089	6844320-3518650
04.156	Myllyjoki	Myllyjoki 086	6842110-3519055
04.157	Syväsen laskujoki	Syväsen lj. 232	6835653-3518300
04.158	Höytjärven laskujoki	Höytjärven lj. 209	6832980-3519850
04.159	Herajärven laskujoki	Herajärven laskujoki 207	6829720-3518300



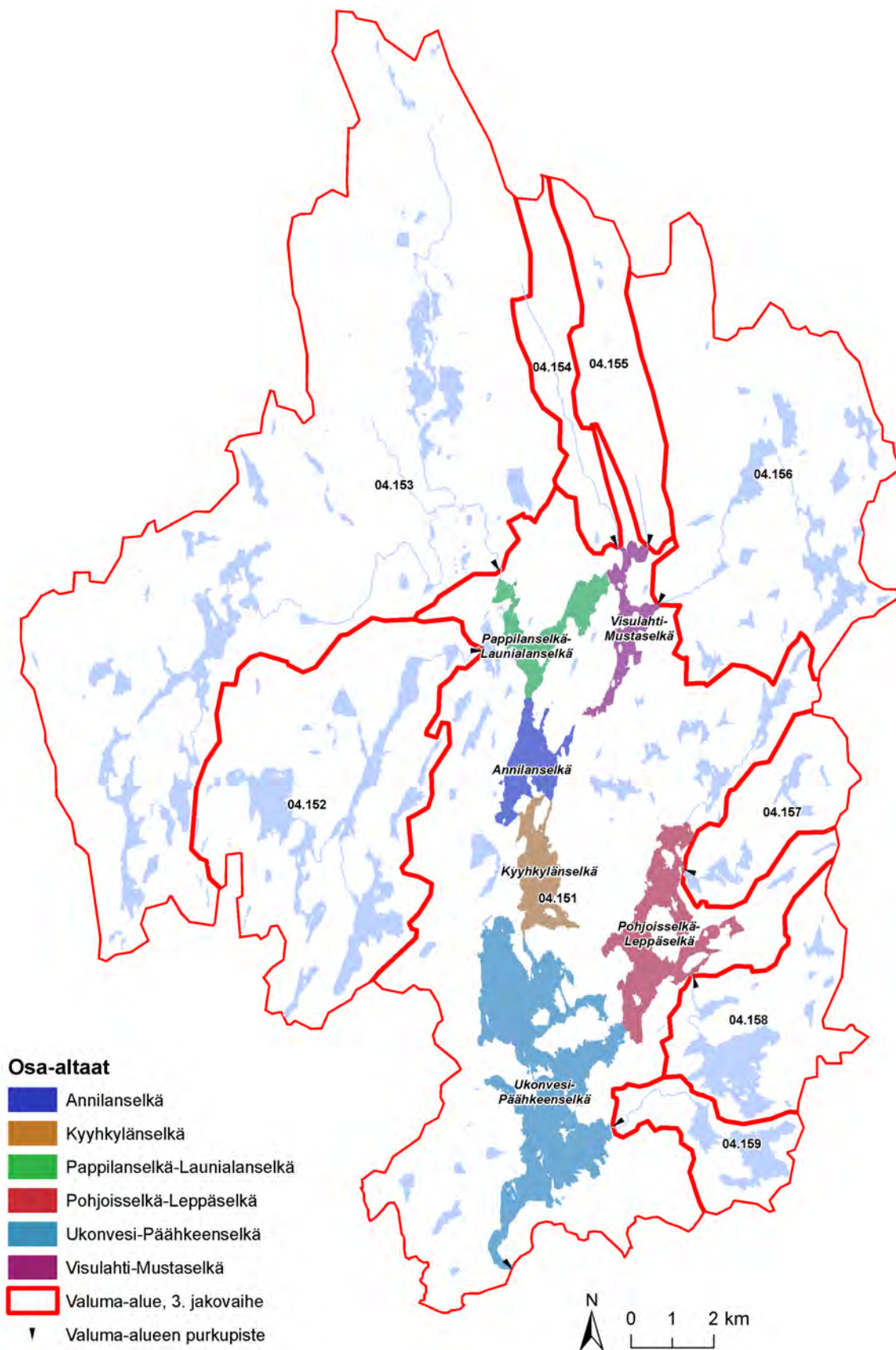
Kuva 1. Selvitysalue: 3. jakovaiheen mukaiset valuma-alueet.



Kuva 2. 3-jaon mukaisten valuma-alueiden purkupisteet (ELY-keskuksen näytteenottopaikat).

1.2.2 Ukonvesi ja sen osa-altaat

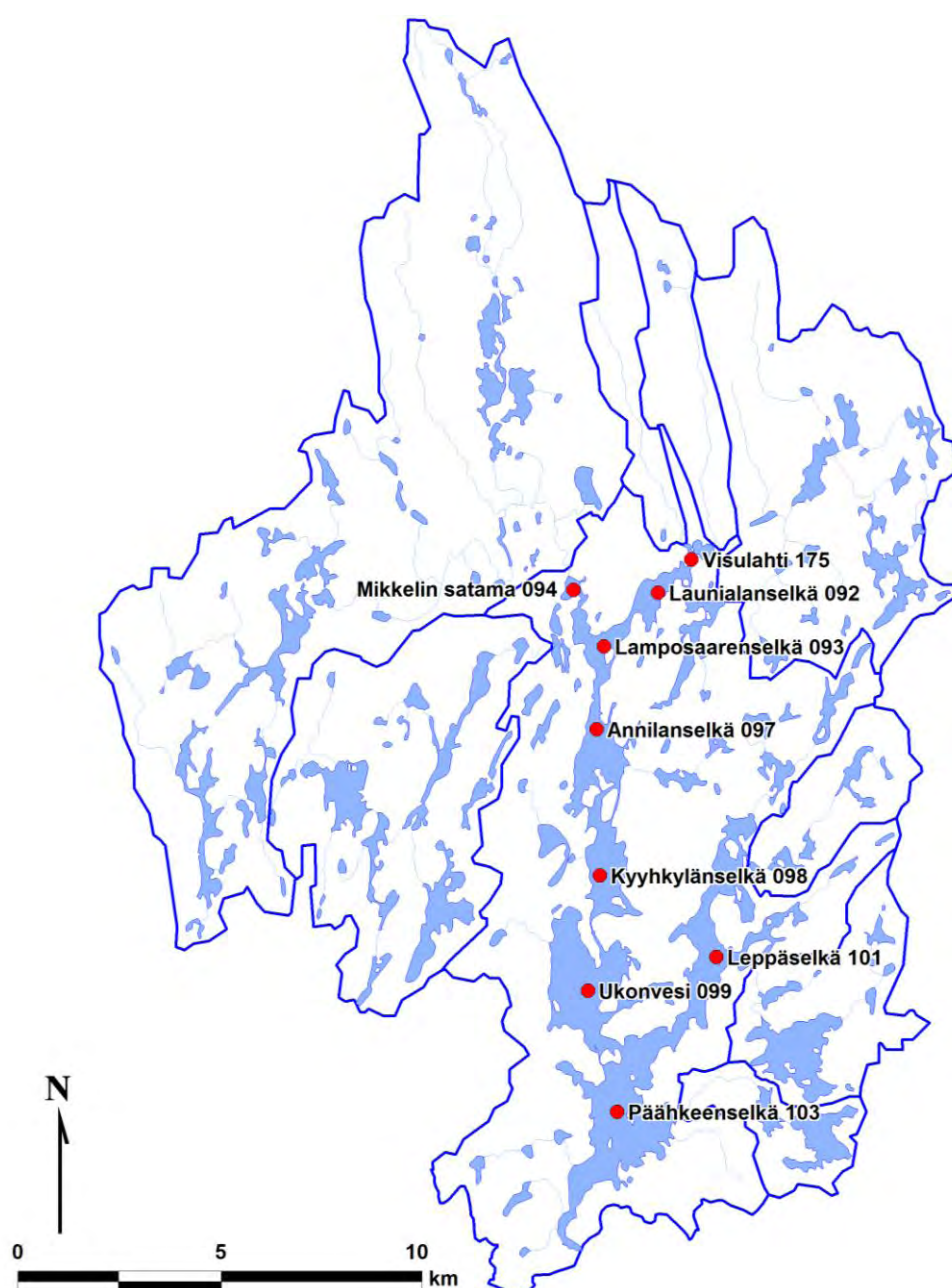
Ukonveden kuormitustaseiden tarkastelua varten vesialue jaettiin vesistömallijärjestelmässä seuraaviin osa-alsiin: Visulahti-Mustaselkä, Pappilanselkä-Launialanselkä, Annilanselkä, Kyyhkylänselkä, Ukonvesi-Päähkeenselkä ja Pohjoisselkä-Leppäselkä (kuva 3). Järvialtailla on yhdeksän havaintopaikkaa, joilta on runsaasti vedenlaatuaineistoa (taulukko 3 ja kuva 4). Suurin osa niistä on Mikkelin alapuolisen Saimaan velvoitetarkkailun havaintoasemia.



Kuva 3. Ukonveden osa-altaat.

Taulukko 3. Mikkelin alapuolisen Saimaan järvihavaintopaikat.

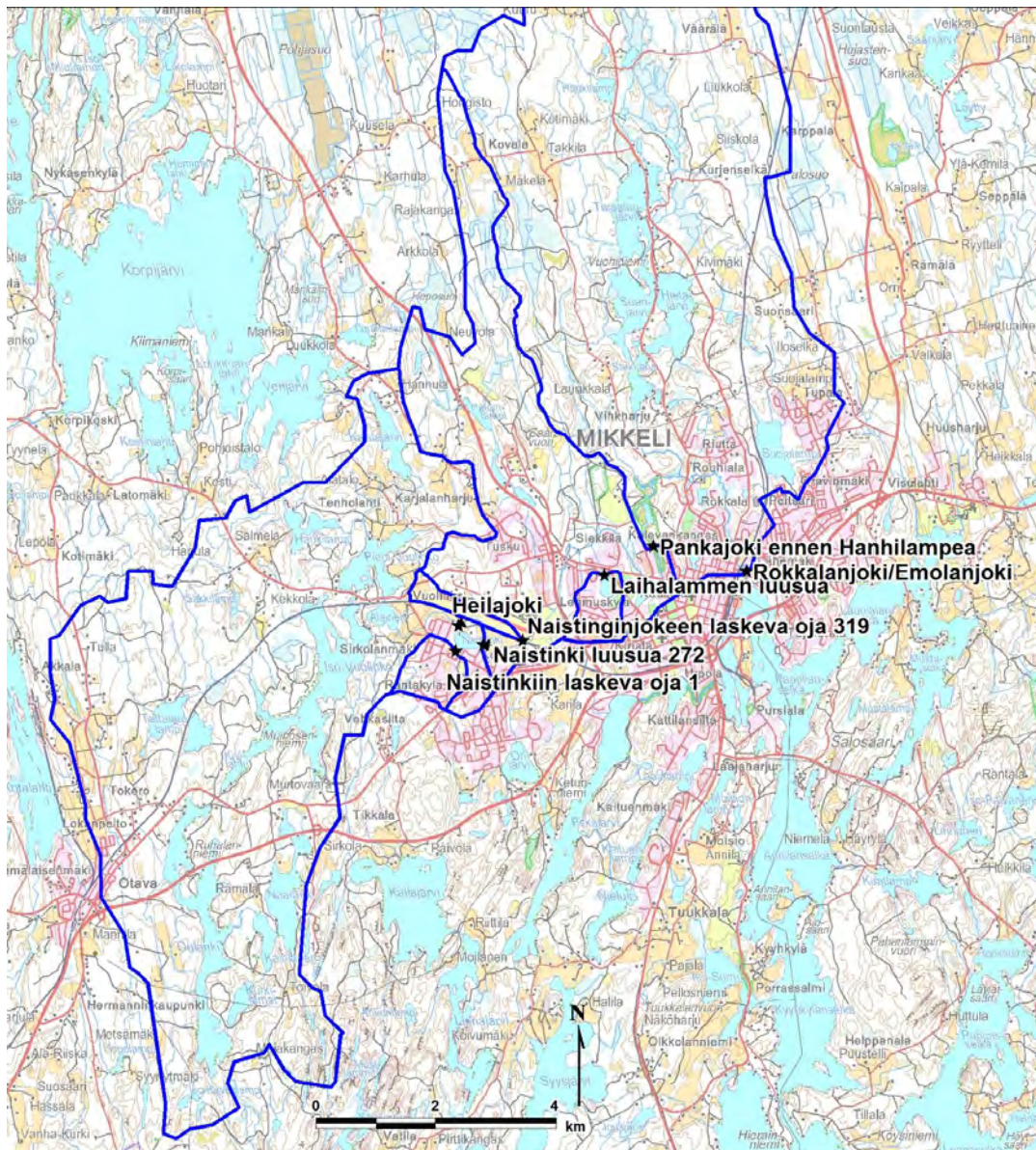
Osa-allas	Havaintopaikan nimi Pivet-rekisterissä	Koordinaatit (Ykj)
Visulahti-Mustaselkä	Visulahti 175	6843100-3518250
Pappilanselkä-Launialanselkä	Launialanselkä 092	6842280-3517420
	Mikkelin satama 094	6842350-3515320
	Lamposaarenselkä 093	6840950-3516080
	Annilanselkä 097	6838900-3515900
Kyyhkylänselkä	Kyyhkylänselkä 098	6835280-3515980
Ukonvesi-Päähkeenselkä	Ukonvesi 099	6832420-3515680
	Päähkeenselkä 103	6829420-3516400
Pohjoisselkä-Leppäselkä	Leppäselkä 101	6833260-3518860



Kuva 4. Ukonveden osa-altaiden näytepisteet.

1.2.3 Erityistarkasteltavat valuma-alueet

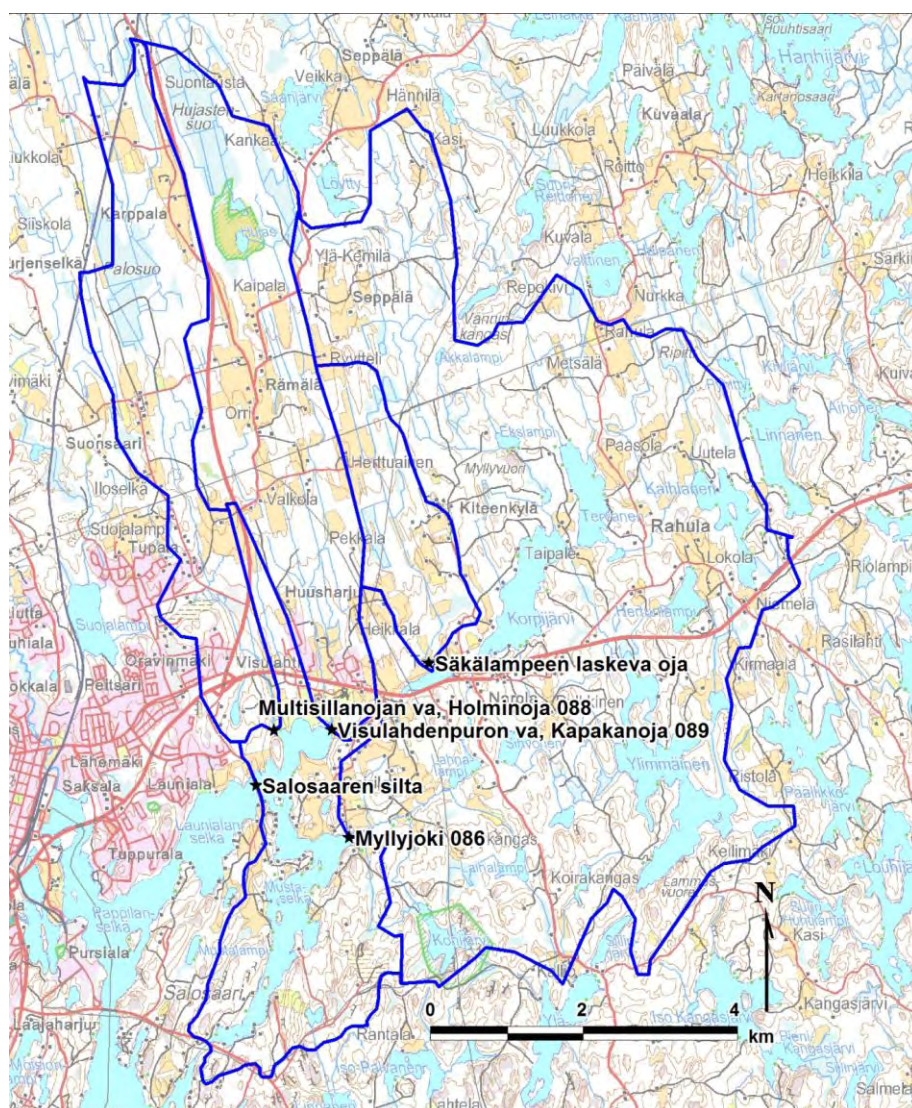
Erityistarkasteltavia osavaluma-alueita oli Emolanjoen valuma-alueella, Mustaselän-Visulahden alueella ja Surnun alueella (kuvat 5-7). Kuviin on merkitty tarkkailupisteet ja niiden osavaluma-alueet. Näiltä alueilta Mikkelin kaupunki teki näytteenottoa vuoden 2012 aikana yhteensä 13 havaintopaikalta (taulukko 4).



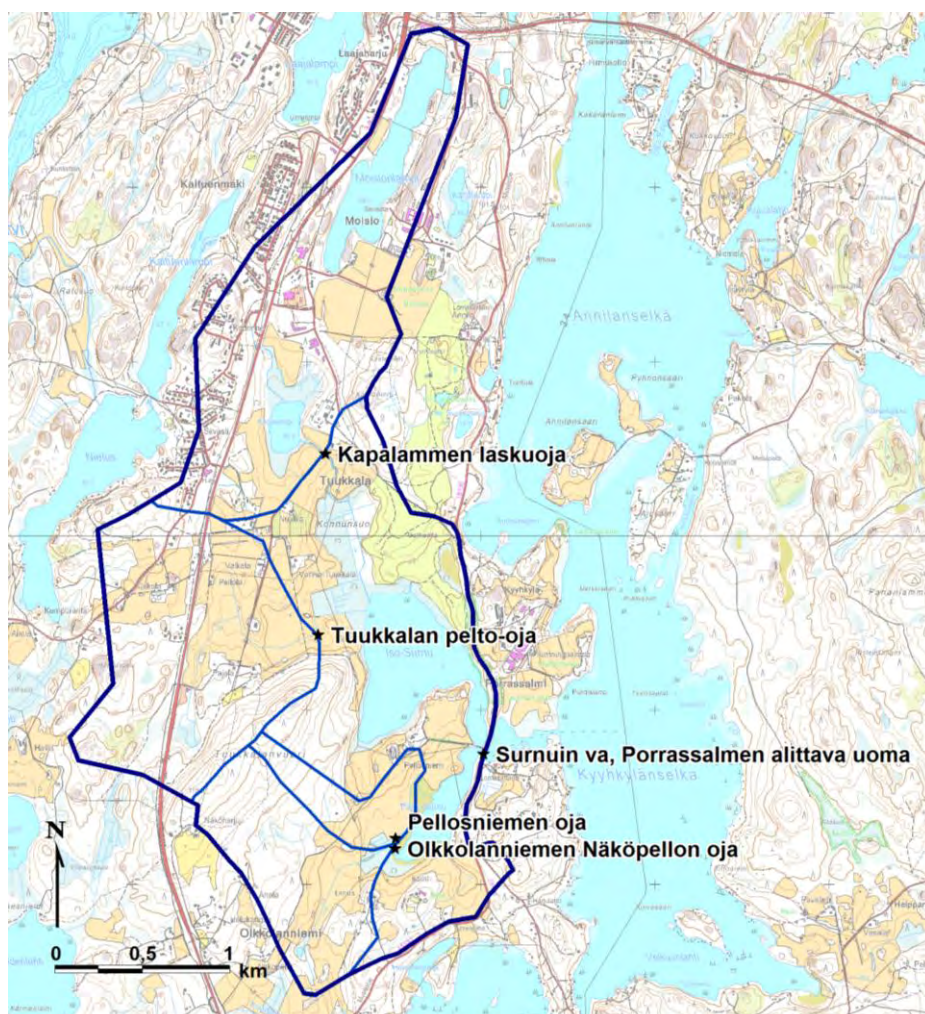
Kuva 5. Emolanjoen erityistarkasteltava valuma-alue ja havaintopaikat.

Taulukko 4. Erityistarkasteltavien kohteiden havaintopaikat (Mikkelin kaupunki).

Kohde	Vesistöalue	Havaintopaikan nimi Pivet-rekisterissä	Koordinaatit (Ykj)
Visulahden-Mustaselän alue	04.151	Launialanl silta 125	6842740-3517800
	04.156	Säkälampeen laskeva oja 341	6844349-3520067
Surnun alue	04.151	Kapalammen laskuoja 110	6837340-3514280
		Tuukkalan pelto-oja 221	6836300-3514240
		Näköpellon oja 339	6835072-3514681
		Pellosniemen oja 340	6835134-3514683
		Porraslampi 077	6835680-3515300
Emolanjoen valuma-alue	04.153	Heilajoki 021	6841880-3509660
		Naistinkiin laskeva oja 022	6841556-3510335
		Naistinki luusua 272	6841660-3510800
		Naistinginjokeen laskeva oja 319	6841730-3511460
		Pankajoki 228	6843320-3513650
		Laihalammen luusua 264	6842820-3512819



Kuva 6. Visulahden-Mustaselän erityistarkasteltava valuma-alue ja havaintopaikat.



Kuva 7. Surnuin erityistarkasteltava osavaluma-alue ja havaintopaikat.

1.3 Aineisto ja menetelmät

1.3.1 Vedenlaatuaineisto

Selvityksen hydrologinen aineisto sekä tulouomien vedenlaatuaineisto saatiin pääosin ympäristöhallinnon Hertta-järjestelmästä. Lisäksi käytettiin Etelä-Savon ELY-keskuksen ja Mikkelin kaupungin vuonna 2012 ja aiempina vuosina keräämää vedenlaatu- ja virtaama-aineistoa sekä alueelta aiemmin tehtyjä vedenlaatu- ja kuormitusselvityksiä.

Etelä-Savon ELY-keskus on ottanut Ukonveteen laskevista joista säännöllisesti näytteitä, muutamasta jo 1960-luvulta saakka (Holminoja, Myllyjoki, Rokkalanjoki, Urpolanjoki, Kapakanoja), kahdesta 1990-luvulta lähtien (Herajärven laskujoki, Höytjärven laskujoki) ja Syväsen laskujoesta vuodesta 2001 saakka (taulukko 5). Näytteitä on otettu vähintään kaksi kertaa vuodessa keväällä ja syksyllä, toisinaan useammin. Vuonna 2012 näytteet otettiin kaikkiaan seitsemän kertaa.

Ukonvedellä tehdään Mikkelin Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailua, joka ulottuu Mikkelin satamasta Louhivedelle. Tarkkailun näytteet otetaan yhdeltätoista Mikkelin eteläpuolisen Saimaan havaintopaikalta neljä kertaa vuodessa, mistä on kertynyt kattava aineisto Ukonveden veden laadusta.

Taulukko 5. Ukonveteen laskevien jokien (1990- ja 2000-luku) ja Ukonveden järvihavaintopaikkojen (2000-luku) vedenlaatuaineisto.

Havaintopaikka	Seuranta aloitettu	Näytteitä kpl/vuosi		
		1990-luku	2000-luku	2012
Jokihavaintopaikat				
Juurisalmi 2500	1961	4-8	4-6	6
Urpolanjoki 074	1966	1-2	2	7
Rokkalanjoki 050	1961	1-2	1-4	7
Holminoja 088	1969	2-5	2-6	7
Kapakanoja 089	1969	1-2	2	7
Myllyjoki 086	1962	1-2	2	7
Syväsen lj. 232	2001	2	2	5
Höytjärven lj 209	1991	1-2	2	5
Herajärven laskujoki 207	1991	1-2	1-2	5
Järvihavaintopaikat				
Visulahti 175	1987		4(-6)	4
Launialanselkä 092	1973		4(-6)	4
Mikkelin satama 094	1961		4(-5)	4
Lamposaarenselkä 093	1966		4(-6)	4
Annilanselkä 097	1963		4(-7)	4
Kyyhkylänselkä 098	1962		4(-6)	4
Päähkeenselkä 103	1962		4(-6)	4
Ukonvesi 099	1962		4(-6)	4
Leppäselkä 101	1964		4(-6)	4

Taulukko 6. Erityiskohteiden vedenlaatuaineisto.

	Näytteitä otettu ennen vuotta 2012	Näytteitä kpl yhteensä	2012
Erityistarkasteltavat kohteet			
Kapalammen laskuoja 110	1978-1985	11	4
Tuukkalan pelto-oja 221	1998-1999	12	4
Näköpellonoja 339	-	4	4
Pellosniemen oja 340	-	4	4
Porraslampi 077	1966-1990	15	4
Launialan silta 125	1977-1987	23	4
Heilajoki 021	1966-1993	15	4
Naistinkiin laskeva oja 022	1966-1979	12	4
Naistinki luusua 272	1990-2010	7	4
Naistinginjokeen laskeva oja 319	1986-2006	60	4
Pankajoki 228	1999-2011	38	7
Laihalammen luusua 264	2007	7	4
Säkälampeen laskeva oja 341	-	4	4

Mikkelin kaupunki otti erityiskohteista näytteet neljä kertaa vuonna 2012, kaikkiaan 13 havaintopaikalta (taulukko 6). Havaintopaikalta Pankajoki 228, joka on vesilaitoksen tarkkailuasema, otettiin lisäksi kolme näytettä tarkkailuohjelmaan liittyen. Pankajoesta on runsaasti havaintoaineistoa myös aiemmilta vuosilta. Naistinginjokeen laskevasta ojasta on otettu tiheästi näytteitä, koska sen valuma-alueella sijaitsi kompostointialue, jonka kuormitusta on tarkkailtu vuosina 1986-2006. Näköpellonajasta, Pellosniemen ojasta ja Säkälampeen laskevasta

ojasta ei ollut lainkaan aiempia mittaustuloksia. Muilta havaintopaikoilta on otettu 3-20 näytettä ennen vuotta 2012.

1.3.2 Kuormituksen arviointi Vemala-mallin avulla

3. jakovaiheen valuma-alueiden kuormitus ja kuormituslähteet laskettiin Vemala-mallin avulla. Lisäksi tarkasteltiin vastaavalla tavalla erityistarkasteltavien valuma-alueiden kuormitusta ja sen jakautumista. Malli kalibroitiin vuonna 2012 kerätyn vedenlaatu- ja virtaama-aineiston avulla Suomen ympäristökeskuksen malliyksikössä paremmin alueelle soveltuvaksi.

Vemala-malli on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty kuormitusmalli (Huttunen et al. 2008), joka huomioi hydrologisen kierron (lumen kertyminen ja sulaminen, maankosteuden ja pohjaveden vaihtelu, haihdunta, valunta ja virtaamat, vedenkorkeudet järvissä ja joissa), ja laskee mm. kokonaistypen, kokonaisfosforin ja kiintoaineksen kuormitusta ja etenemistä vesistöissä. Mallissa Suomi on jaettu noin 6200 osa-alueeseen vesistöaluejaon 3. jakovaiheen jaon mukaisesti (Ekholm 1993). Lisäksi malli jakaa valuma-alueet kaikille yli 1 ha järville.

Malli yhdistää eri lähteistä tulevan kuormituksen: pistekuormituksen, laskeuman, hajakuormituksen (erikseen pellot ja muut maa-alueet) ja haja-asutuksen kuormituksen (Huttunen ym. 2013a). Peltotalueen kuormitus sisältää peltoviljelyn kuormituksen, mukaan lukien pelloille levitetystä lannasta aiheutuvan kuormituksen, mutta ei esim. jaloittelutarhojen kuormitusta tai karjasuojista tulevaa kuormitusta. Haja-asutuksen kuormitusluku on käytetty Vemalassa samoja arvoja kuin ympäristöhallinnon VEPS-kuormitusmallissa. Pistekuormitus sisältää Vahti-rekisteriin ilmoitetut pistekuormittajat. Pistekuormituksessa on mukana turvetuotannon kuormitus. Lisäksi malli huomioi suoraan veteen kohdistuvan laskeuman osana pistekuormitusta.

Maa-alueille kohdistuva laskeuma on mukana peltokuormassa ja muun maa-alueen kuormassa. Muu kuorma sisältää muun maa-alueen kuorman eli luonnonhuhautouman, metsätalouden vaikutuksen sekä tuntemattomat kuormituslähteet. Taajama-alueilta tulevat hulevedet sisältyvät Vemalassa luokkaan muu kuormitus. Muun maa-alueen kuormitus sovitetaan pitoisuushavaintojen perusteella siten, että vesistöön tuleva kokonaiskuormitus vastaa pitoisuuksia vesistöissä. Mallin uudessa versiossa kalibroinnissa käytetään muun maa-alueen kuormituksena VEPS:ssä olevaa arviota, joka jaetaan vuorokausiarvoiksi.

Malli sovittaa kuormituksen järvien ja jokien vedenlaatuhavaintoihin. Malli laskee järvien tulovirtaamat ja järviin tulevan kuormituksen, sekä laskee järvien sedimentaation, sisäisen kuormituksen ja denitrifikaation. Kuormituksen pidätyminen arvioidaan tarkastelemalla järviin tulevaa kuormitusta ja havaittujen pitoisuuksien vaihtelua järviketjussa (Huttunen ym. 2013a). Keskimääräinen kuormitus on laskettu ajanjaksolle 1.1.2000-31.12.2011.

1.3.3 Tarkennetut kuormituslaskelmat

Vemala-mallin laskemia kuormitusarvoja päivitettiin haja-asutuksen kuormituksen osalta. Haja-asutuksen sijaintitieto, asukasmäärät ja rakennusvuodet haettiin Väestörekisterikeskuksen ylläpitämästä rakennus- ja huonerekisteristä (RHR), joka käyttää väestörekisterikeskuksen tietoja ihmisten asuinpaikoista. Kuormituspotentiaalia kuvaavina lukuina käytettiin fosforin osalta 0,803 kg/as/v, typen osalta 5,11 kg/as/v ja biologisen hapenkulutuksen (BOD) osalta 18,25 kg/as/v (VNA talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 10.3.2011/209). Fosforin reduktioluokkina käytettiin 30 %, 40 %, 50 % ja 80 %, typen reduktioluokkina 20 % ja 35 % ja BOD:n 45 % ja 85 %. Fosforireduktion osalta paras reduktioluokka kuvaa kiinteistöjä, joiden vesienkäsittely täyttää jätevesiasetuksen vaatimukset, 50 % reduktioluokka kiinteistöjä, jotka täyttävät vaatimukset korjauksin, 40 % reduktioluokka kiinteistöjä, jotka on uusittava 2016 mennessä ja 30 % reduktioluokka kiinteistöjä, joiden vesienkäsittely on uusittava viivyttämättä.

Tiedot kiinteistöjen jakaantumisesta reduktioluokkiin olivat saatavilla vesihuolto-osuuskuntien alueilta, muiden alueiden osalta tiedot estimoitiin kiinteistöjen rakennusvuoden ja kiinteistöjen oletetun reduktioluokkajakauman perusteella (taulukko 7; taulukossa ei ole mainittu niitä osuuskuntia, joiden jätevesijärjestelmän kunnosta ei ole tarkempaa tietoa). Vesiosuuskuntien alueilla viemärintiin liittyneiden kiinteistöjen osuus vaihteli 31-99 % välillä; liittyneet kiinteistöt karsittiin haja-asutuksen kuormituksen laskennasta pois. Kuormitus laskettiin RHR:n kiinteistökohtaisen asukasluvun perusteella.

Loma-asutuksen osalta RHR:n tietojen perusteella laskentaan otettiin mukaan painevedelliset kiinteistöt, jotka eivät olleet liittyneet viemäriverkostoon. Näitä kiinteistöjä oli tutkimusalueella yhteensä 98. Loma-asunnoille laskettiin keskimääräinen kuormitus vakituisen asutuksen perusteella, ja oletettiin loma-asuntoja käytettävän 100 päivää vuodessa. Asukaslukuna käytettiin vakituisen asutuksen aineiston keskiarvoa (2,5 asukasta). Tällöin vakituisen asutuksen ominaiskuormituslukuina käytettiin 0,305 kg P/100 d, 1,059 kg N/100 d ja 9,037 kg BOD/100 d.

Taulukko 7. Viemäriverkostoon kuulumattomien kiinteistöjen jakautuminen luokkiin jätevesijärjestelmän kunnan mukaan vesiosuuskuntien alueella.

	Täyttää vaatimukset	Täyttää vaatimukset korjauksin	Uusittava 2016 mennessä	Uusittava viivyttämättä	Viemäriverkostoon kuulumattomia kiinteistöjä yhteensä	Viemäriverkostoon liittyneet kaikista vesiosuuskunnan kiinteistöistä
Koivikko	7 %	7 %	75 %	11 %	55	71 %
Tarsala	26 %	6 %	57 %	11 %	65	96 %
Vatila-Tuukkala	10 %	10 %	75 %	5 %	91	99 %
Vesihäisi	19 %	2 %	73 %	6 %	84	47 %
Viinamäki	22 %	14 %	60 %	4 %	83	67 %
Muut alueet	32 %	21 %	25 %	21 %	867	

Lisäksi mallia päivitettiin pistekuormitukseen osalta lisäämällä valuma-alueelle 04.151 Misawan sahan kuormitus, joka puuttuu Vahti-rekisteristä. Vastaava kuormitusmäärä vähennettiin fosforista osasta ”muu kuormitus”.

1.3.4 Järviältaiden kuormitus

Ukonveden järviältailla laskettiin ainetaseet: tuleva ja lähtevä kuormitus sekä sedimentaatio. Lisäksi tarkasteltiin sisäisen kuormituksen osuutta kokonaiskuormituksesta. Kuormitus arvioitiin Vemala-mallin avulla.

Altaisiin tulevaa fosforikuormaa tarkasteltiin lisäksi Friskin (1979) kaavan avulla, jossa käytetään altaan keskimääräistä (lähtevää) fosforipitoisuutta, keskivirtaamaa ja viipymää (voidaan laskea myös altaan tilavuuden avulla). Kaava on seuraava:

$$I = 0.158 \frac{Q}{T} (C * T - 280 + \sqrt{78400 - 448 CT + C^2 T^2})$$

missä: I = järveen tuleva fosforikuorma (tonnia fosforia vuodessa)
 C = keskimääräinen järven (luusuan) kokonaisfosforipitoisuus mg/m³
 Q = luusuan keskivirtaama m³/s
 T = teoreettinen viipymä kk.

Fosforikuormitussieto

Järviältaiden fosforikuormitussieto laskettiin Vollenweiderin ja Dillonin (1974) esittämillä kaavoilla. Keskisyvyyden ja teoreettisen vuosiviipymän suhde z/T_w = hydraulinen pinta-kuormitus = q_s . Alkuperäisistä käyrästä on laskettu seuraavat regressioyhtälöt, joilla voidaan yksinkertaistaa mallin käyttöä.

$$\begin{aligned} \text{sallittava kuorma } P_a \text{ g P/m}^2 \cdot \text{a} &= 0,055 \times x^{0,635} \text{ ja} \\ \text{vaarallinen kuorma } P_d \text{ g P/m}^2 \cdot \text{a} &= 0,174 \times x^{0,46} \end{aligned}$$

missä $x = z/T_w = q_s \text{ m/a}$,
 q_s = vuosivirtaama m³/a jaettuna järven pinta-alalla (m²) = hydraulinen pintakuormitus.

Sisäisen kuormituksen arviointi

Arvio fosforin sisäisestä kuormituksesta saatiin Vemala-mallin laskemasta järviältaiden fosforitaseesta. Käytössä oleva malliversio kalibroi sedimentistä vapautuvan fosforin käyttäen järven kesäkuukausien fosforipitoisuutta. Jos havaittu pitoisuus kasvaa kesän aikana, mutta ulkoinen kuorma ei riitä selittämään pitoisuuden nousua, nousu johtuu sedimentistä vapautuvasta fosforista. Vapautumisnopeus kalibroidaan vakioksi koko kesän ajalle, mutta jokaiselle järviältaalle erikseen (Huttunen ym. 2013b).

Vertailun vuoksi sisäinen kuormitus arvioitiin myös ns. laajennetun ainetaseen avulla (Lappalainen & Varis 1987, ks. myös Lappalainen & Matinvesi 1990, Saarijärvi & Lappalainen 1999), joka koostuu järveen tulevasta ulkoisesta ja sieltä lähtevästä kuormasta, vesimassan ravinnesisällön muutoksesta, bruttosedimentaatiosta sekä sisäisestä kuormituksesta, joka lasketaan edellä mainittujen tekijöiden avulla.

Bruttosedimentaatio tarkoittaa kiintoaineen mukana sedimentoituvia ravinteita, ja se voidaan mitata keräysastioiden avulla. Kiintoaineen bruttosedimentaatioon sisältyy kuollut ja hajoava, järvessä tuotettu materiaali (lähinnä levät), eläinten ulosteet, järven ulkopuolelta tullut kiintoaine sekä pohjasta resuspendoitunut aines. Järven rehevöityessä bruttosedimentaatio kasvaa, mikä johtuu mm. sedimentoituvan planktonmassan kasvusta.

Kokonaisainetaseen yhtälö on seuraava:

$$UK + SK = LP + BS + dP/dt$$

missä SK = sisäinen kuormitus
LP = poistuva kuorma
BS = bruttosedimentaatio kiintoaineen mukana pohjalle
dP/dT = vesimassan ainevaraston muutosnopeus
UK = ulkoinen kuormitus

Vesimassan ainesisällön muutos (kg/vrk) voidaan laskea esimerkiksi kasvukaudelle seuraavasti:

(pitoisuus syyskuun lopussa - pit. toukokuun alussa) x vesimassan tilavuus/aika
vrk.

Yhtälön menopuoli (järvestä poistuva, bruttosedimentaatio sekä veden ainesisällön muutos) on katettava tuloilla, ulkoisella ja sisäisellä kuormituksella. Sen, mitä ulkoinen kuormitus ei riitä kattamaan, on oltava sisäistä kuormitusta. Sisäisen kuormituksen laskentayhtälöksi saadaan näin ollen:

$$SK = LP + BS + dP/dt - UK$$

Sedimentaatiomittausten puuttuessa Ukonveden järviältäiden bruttosedimentaatio ja fosforin sisäinen kuorma arvioitiin lähtien liikkeelle havaintopaikkojen keskimääräisistä klorofyllipitoisuuksista ja näkösyvyydestä. Klorofyllin, näkösyvyyden ja niiden avulla arvioidun perustuotannon sekä levien C:N:P-suhteen (100:13:2.8) perusteella voitiin arvioida ravinne-määrä, jonka levät ovat kasvukauden aikana käyttäneet (Granberg & Harjula 1982, Granberg & Granberg 2006). Laskennassa käytettiin 10 viime vuoden havaintojen keskiarvoa.

1.3.5 Erityistarkasteltavien alueiden kuormitustarkastelu

Erityistarkasteltavien valuma-alueiden (Visulahden-Mustaselän alue, Emolanjoen alue, Surnuin alue) kuormitustarkastelu kuvaa niiden osavaluma-alueiden ominaiskuormitusta. Tarkastelu on tehty yhdistämällä useita Vemalan laskemia eri ominaiskuormitusaineistoja: 3. jakovaiheen mukaisten valuma-alueiden, pienten järvien valuma-alueiden sekä vedenlaadun

havaintopisteiden yläpuolisten valuma-alueiden kuormituksia. Ominaiskuormitustiedot ovat tällöin osin laskennallisia, osin vedenlaatuaineistoon perustuvia; 3. jakovaiheen valuma-alueiden sekä vedenlaadun havaintopisteiden yläpuolisten valuma-alueiden ominaiskuormitukset on sovitettu havaintoaineistoon, mutta pienistä järvistä ei pääsääntöisesti ole saatavilla vedenlaatuaineistoa, jolloin ominaiskuormitukset ovat laskennallisia.

Emolanjoen valuma-alueen taajama-alueiden aiheuttamaa hulevesikuormitusta on tarkasteltu rinnakkain tämän työn kanssa tehdyssä Mikkelin ammattikorkeakoulun opinnäytetyössä (Lampinen 2013).

1.3.6 Muut aineistot

Maankäytön yleiskuvaus on laadittu Corine 2006 -aineiston perusteella. CORINE Land Cover 2006 kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2006. Aineisto on tuotettu SYKEssä olemassa oleviin paikkatietoaineistoihin sekä satelliittikuvatulkintaan perustuen. Aineisto koostuu rasterimuotoisesta paikkatietokannasta (erotuskyky 25 * 25 m). Rasteriaineistoa maankäyttöä ja maanpeitettä kuvataan kolmi- ja osin nelitasoisella hierarkisella luokittelulla. Lisätietoja:

<http://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/CorineLandCover2006.pdf>

Maaperän yleiskuvauksessa on hyödynnetty Geologian tutkimuskeskuksen maaperän yleiskartta-aineistoa. Se sisältää vuosien 2002-2009 aikana tuotettua aineistoa koko Suomen alueelta. Kartoitusmittakaava on ollut 1:50 000 – 1:200 000. Lisätietoja:

http://arkisto.gtk.fi/m10/m10_4_2010_3.pdf

Turvemaiden tulkinnassa on hyödynnetty kahta eri aineistoa: Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa, josta on eritelty turvemaat, sekä soiden ojitustilanne–paikkatietoaineistoa (SOJT_09b1, SYKE). Kyseessä on rasterimuotoinen (25 m x 25 m) aineisto joka luokittelee koko Suomen turvemaat ojittamattomiin, ojitettuihin ja turpeenottoalueisiin. Aineisto on tehty MML:n maastotietokannan (vuosi 2008) ja CORINE2006 maanpeiteaineistojen (turpeenotto-alueet) avulla. Lähtöaineistona on käytetty maastotietokannan alle 5 m levyisten virtavesien (ojien) pohjalta tehtyä rasteriaineistoa jossa alueet luokitettu alle ja yli 50 m etäisyydellä oleviin alueisiin. Tämä aineisto on leikattu maastotietokannan turvemaat – aineistolla, jolloin saadaan aineisto, joka luokittelee turvemaat ojittamattomiin eli yli 50 m virtavesistä oleviin alueisiin ja ojitettuihin eli alle 50 m päässä oleviin turvemaihin.

Lisäksi valuma-alueittain on kuvattu *ojitusintensiteetti*, jonka laskennassa on käytetty tietoa Maanmittauslaitoksen maastotietokannan virtavesiä leveydeltään alle 2 m. Virtavedet on kautaltaan tulkittu ojiksi, vaikka pieni osa niistä on puroja. Ojien yhteispituus on suhteutettu valuma-alueen turvemaiden (maastotietokanta) kokonaisalaan.

Peltoaineistona tässä työssä on käytetty v. 2012 MAVI/TIKE:n ympäristöhallinnolle luovutettavaa vektorimuotoista peltolohkoaineistoa. Rajaukset on peltolohkotunnuksen avulla yhdistetty viljelijöiden ilmoittamiin vuoden 2011 viljelykasvitietoihin (kasvulohkoihin). Peltojen viljavuustiedot (Vemala) on laskettu viljavuuspalvelun kuntatason tiedoista. *Turvepeltotar-*

kastelu tehtiin poimimalla peltoaineistosta MML:n maastotietokannan turvealueiden lähelle (alle 50 m) osuneet peltolohkot.

1.4 Virhelähteet ja luotettavuus

Kolmannen jakovaiheen lasku-uomien sekä järvi- ja järvialtain vedenlaatuaineisto oli kohtalaisen kattava, ja Vemalan kuormitusarvioita voidaan pitää niiltä osin varsin luotettavina. Osalla erityiskohteiden havaintopaikkoja vedenlaatuaineistoa oli liian vähän, jotta kuormituslaskennan kalibrointi havaintoaineistolla toimisi riittävän hyvin. Tämä heijastui mm. havaitun ja simuloidun fosforipitoisuuden suurina eroina. Yksittäinen poikkeava havainto saa liian suuren painoarvon, kun havaintoja on vähän.

Vedenlaatuaineiston puuttuessa kokonaan Vemala käyttää kuormituslaskennassa pelkästään ominaiskuormitusarvoja, mikä heikentää huomattavasti arvioiden luotettavuutta. Mitä pienempi osavaluma-alue on kyseessä, sitä heikompi on Vemalan kuormitusarvioiden tarkkuus. Kun on kyseessä kaupunkimainen valuma-alue, jossa suuri osa maanpinnasta on läpäisemättömyyttä ja alueella on sadevesiviemärit, päällystämättömälle alueelle suunniteltu hydrologinen malli ei toimine täysin oikein. Näin ollen pienten järvi- ja järvialtain ominaiskuormituksia ei voida pitää täysin luotettavina, vaan ennemmin suuntaa-antavina, ja toimenpiteiden tarkempi kohdistaminen voi vaatia lisänäytteenottoa.

Haja-asutuksen kuormituksen arvioinnin perustana oli asetus talousjätevesien käsittelystä haja-asutusalueilla, joiden arvion ominaiskuormituspotentiaalista voi olettaa kuvaavan todellisia lukuja kohtuullisen hyvin. Arvioon kiinteistöjen jätevesijärjestelmien kunnosta ja kiinteistökohtaisesta kuormituksesta voi sen sijaan liittyä virhelähteitä, sillä jätevesijärjestelmän kunto ei riipu suoraviivaisesti kiinteistön rakennusvuodesta, vaikka aineisto on sen mukaan järjestetty. Tarkempi analyysi haja-asutuksen kuormituksesta vaatisi järjestelmällistä rekisteritietoa kiinteistön jätevesijärjestelmästä; tällöin pitäisi lisäksi olla käytettävissä ominaiskuormituslukuja erilaisille vesienkäsittelymenetelmille.

Järven *sisäinen kuormitus* on käytössä olevassa Vemalan malliversiossa eräänlainen järven fosforitaseen jäännöstermi, joten sen tarkkuus ei ole kovin hyvä. Uudessa versiossa sisäistä kuormitusta tullaan arvioimaan osatekijöidensä (resuspensio, vapautuminen sedimentistä, bioturbaatio ja hajoaminen) avulla (Huttunen ym. 2013a).

2. OSA 1: 3. JAKOVAIHEEN MUKAISTEN VALUMA-ALUEIDEN TULOUMIEN KUORMITUS

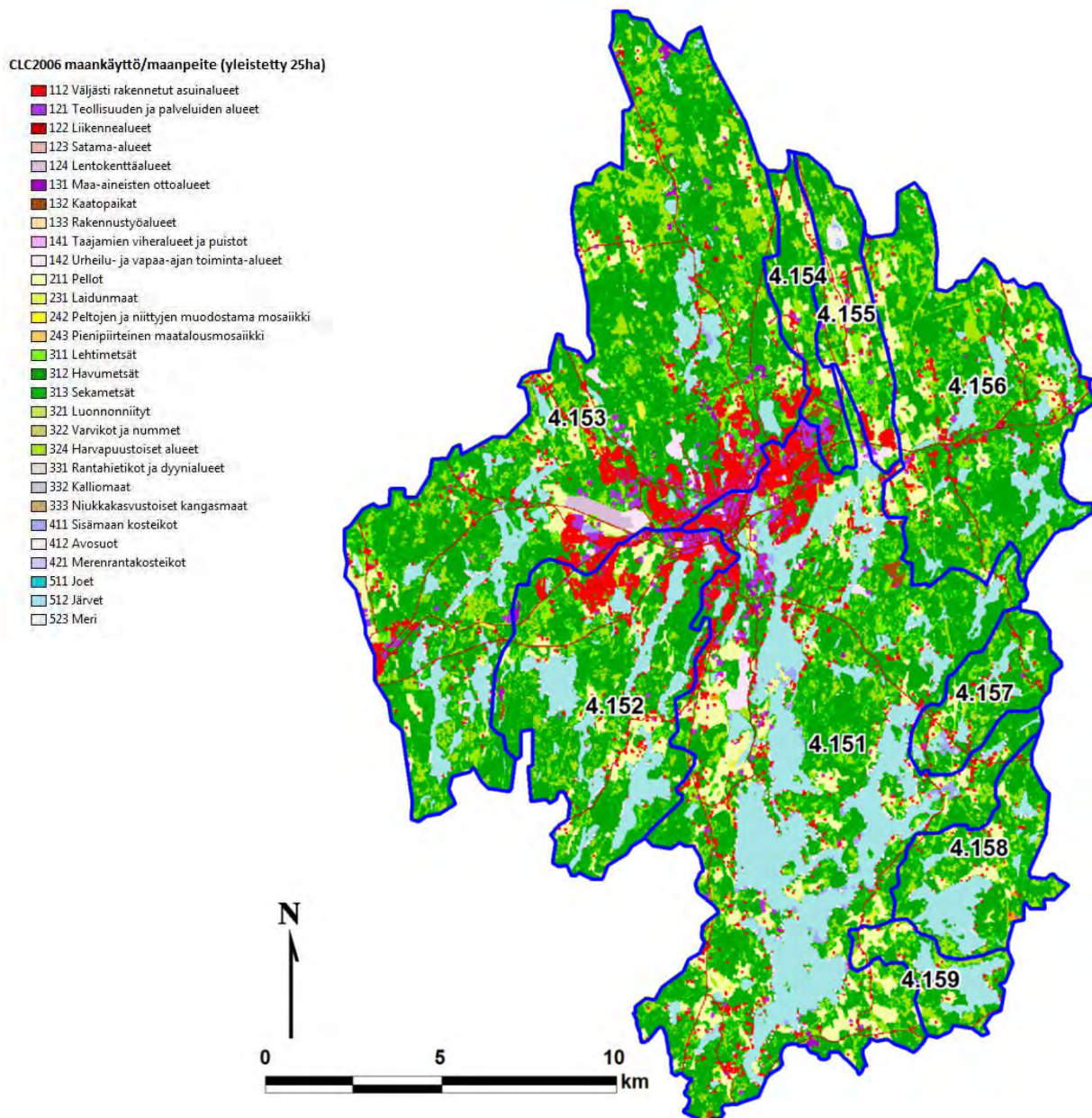
Tässä osassa esitetään 3. jakovaiheen mukaisten valuma-alueiden maankäyttö ja ominaisuudet, tulo-uomien vedenlaatu vuonna 2012 sekä vedenlaadun kehitys 1990- ja 2000-luvuilla, ja tulouomien kuormitus ja kuormituksen jakaantuminen kuormituslähteittäin.

2.1 Valuma-alueiden ominaisuudet

Tässä luvussa kuvataan alueiden yleinen maankäyttö, pellot kasviryhmittäin, peltöjen kaltevuudet, maalajit, ojitusalueet sekä haja-asutus, joka ei ole viemäröinnin piirissä.

2.1.1 Maankäytön yleiskuva

Kuvassa 8 on esitetty maankäyttö Corine-aineiston perusteella. Suurimmaksi osaksi tutkimusalueella kasvaa havu- tai sekametsiä. Yhdyskuntarakenne ja suurin osa asutuksesta sijoittuu Emolanjoen valuma-alueelle (4.153) ja Ukonveden lähivaluma-alueelle (4.151). Pelloja on runsaasti Ukonveden lähivaluma-alueella 4.151 sekä tutkimusalueen koillisosassa.



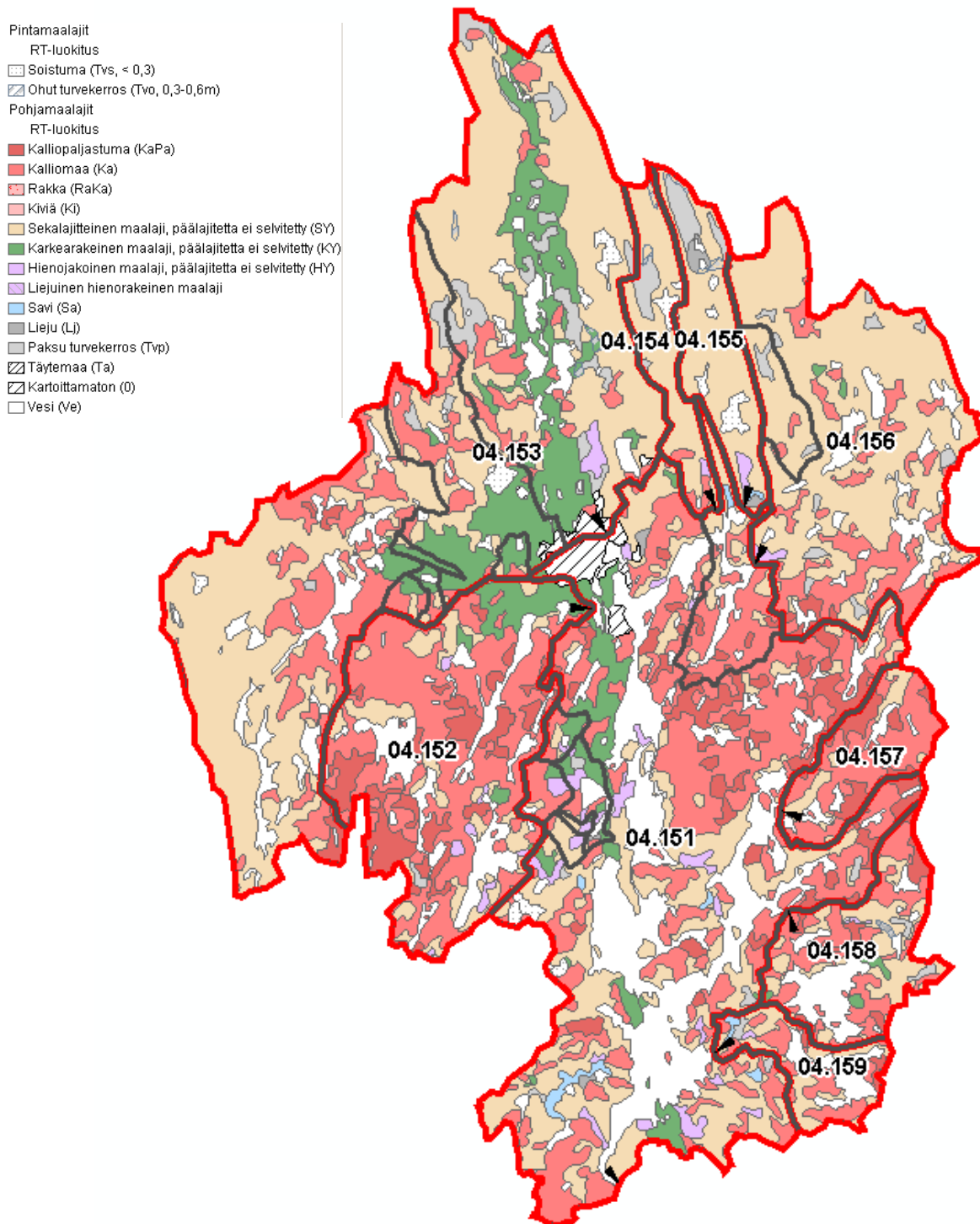
Kuva 8. Maankäyttö Corine-aineiston perusteella tutkimusalueella. © SYKE (osittain © METLA, MMM, MML, VRK).

2.1.2 Maaperä

Taulukossa 8 on esitetty maalajit ja peltojen fosforiluokka valuma-alueittain. Kuvassa 9 on esitetty maalajit koko valuma-alueella. Fosforiluokassa ei ole merkittäviä eroja valuma-alueiden välillä. Eloperäisten peltojen osuus koko peltopinta-alasta on valuma-alueilla samaa luokkaa (9-11 %). Hienojakeisilla maalajeilla (hiesu) sijaitsevia peltoja on eniten Ukonveden lähivaluma-alueella.

Taulukko 8. Maalajit (ha) sekä peltojen fosforiluokka valuma-alueittain.

Valuma-alue	04.151	04.152	04.153	04.154	04.155	04.156	04.157	04.158	04.159	Yhteensä/ keskiarvo	Osuus
P-luokka	13,1	12,9	13,2	13,6	13,3	12,8	12,8	12,8	12,8	13	
HkMr	26	6,4	15	2,7	4,6	10	1,1	2,2	2,1	71	2
HtMr	907	238	598	103	171	374	42	79	71	2587	73,6
HsMr	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
SMr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KHk	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
HHk	0,9	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	1	0,1
KHt	91	20	53	10	15	31	3,6	7,3	7,1	240	6,9
HHt	77	12	39	9	12	18	2,1	5,1	5,7	181	5,2
Hs	36	3,5	10	2,4	3,3	5,4	0,6	2,2	2,9	67	1,9
HtS	0,4	0	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	1	0
HsS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LjS	1,2	0,4	0,9	0,2	0,3	0,6	0,1	0,1	0,1	3	0,1
Lj	1,3	0,4	1	0,2	0,3	0,6	0,1	0,1	0,1	3	0,1
Jm	0,4	0	0,4	0,2	0,2	0	0	0	0	1	0
Mm	91	22	58	10	16	35	4	7,7	7,2	254	7,2
Ct	9	2,5	6,8	1,3	2	3,9	0,4	0,8	0,7	27	0,8
LCt	21	6,2	16	2,9	4,6	9,8	1,1	1,9	1,6	65	1,9
SCt	1,6	0,5	1,1	0,2	0,3	0,7	0,1	0,2	0,1	4	0,1
CSt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LSt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St	0,6	0,2	0,5	0,1	0,1	0,3	0	0,1	0,1	2	0,1
Karkeat	1103	277	708	125	203	435	49	94	86	3084	87
Hiesut	36	3,5	10	2,4	3,3	5,4	0,6	2,2	2,9	67	1
Savet	1,6	0,4	1,3	0,3	0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	4,8	0
Eloperäiset	126	32	84	15	24	50	5,8	10	9,7	359	10



Kuva 9. Maalajit valuma-alueittain tutkimusalueella. Aineiston mittakaava 1:200 000. © GTK.

2.1.3 Maatalous

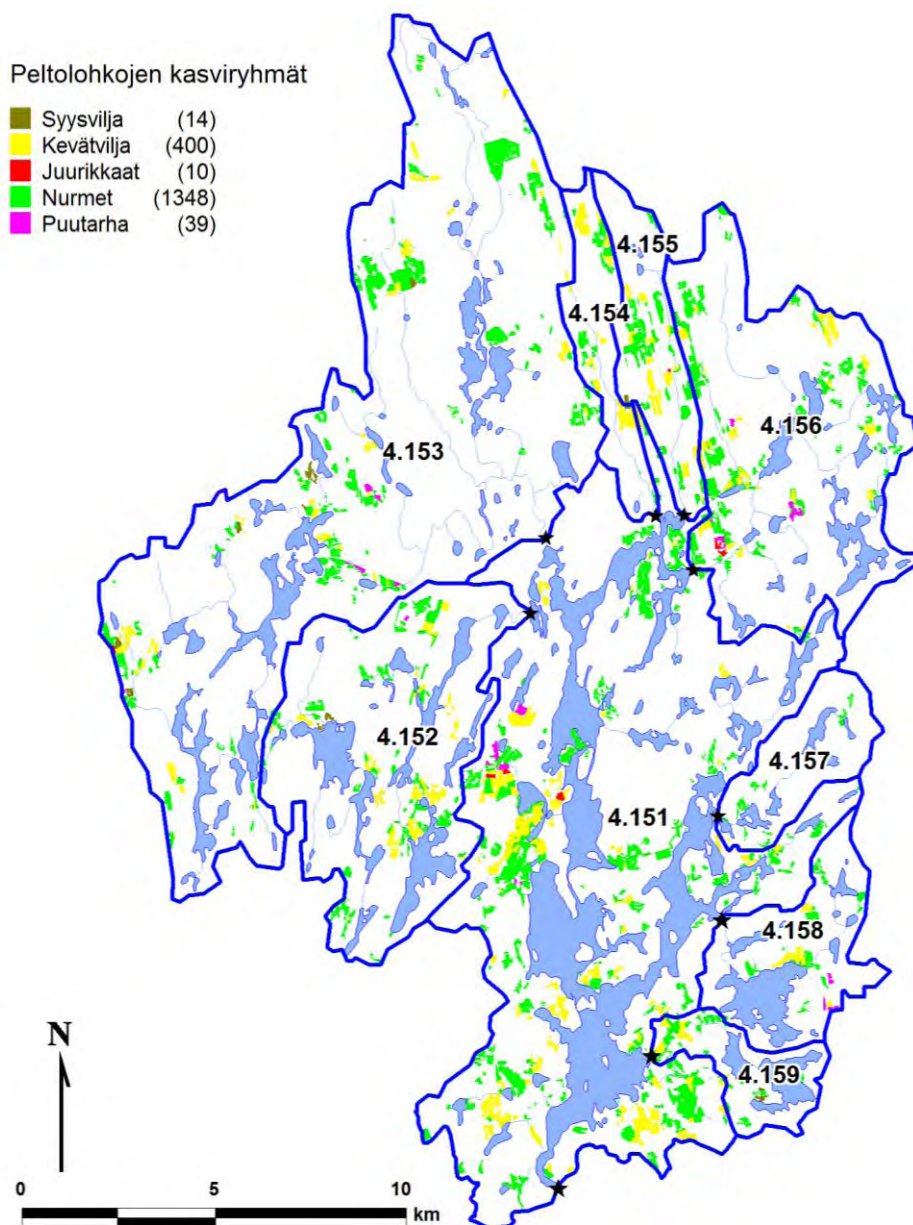
Etelä-Savon maataloista suurin osa on lypsykarjatalouksia (43 % kaikista tiloista; Tike 2008). Suurin osa Ukonveden valuma-alueen tutkimusalueen pelloista on nurmella (67 %), taulukko 9). Kuvassa 10 on esitetty pellot kasviryhmittäin selvitysalueella. Taulukossa 9 on esitetty kasviryhmien pinta-alat ja osuudet valuma-alueittain. Taulukossa 10 on esitetty peltojen kaltevuudet valuma-alueittain, ja kuvassa 11 kartta peltolohkojen keskikaltevuuksista.

Peltojen osuus koko valuma-alueen koosta on suurin Visulahdenpuron valuma-alueella (4.155), 16 %, ja pienin Emolanjoen valuma-alueella (4.153; 5,3 %), jonne sijoittuu suurin osa Mikkelin kaupungin yhdyskuntarakenteesta. Suurimmalla osalla valuma-alueita yli puolet peltoalasta on nurmella lukuun ottamatta Multasillanojan valuma-alueella (4.154), jolla kevätviljan osuus oli suurin osavaluma-alueista. Eniten kevätviljaa viljeltiin Ukonveden lähivaluma-alueella (375 ha). Syysviljaa viljeltiin eniten Emolanjoen valuma-alueella (21 ha). Syysviljan osuus peltoalasta oli suurin Herajärven valuma-alueella (4.159). Puutarhakasveja viljeltiin eniten Emolanjoen valuma-alueella (18 ha); puutarhakasvien osuus viljellystä alasta oli suurin Höytjärven valuma-alueella (4.158; 9 %).

Kaltevimmat pellot sijoittuvat osuuden perusteella tarkasteltuna Urpolanjoen (4.152) ja Syväsen (4.157) valuma-alueille. Hehtaaramääräisesti tarkasteltuna eniten jyrkimpiä peltoja on Ukonveden lähivaluma-alueella (taulukko 10).

Taulukko 9. Kasviryhmiä pinta-alat ja osuudet valuma-alueittain.

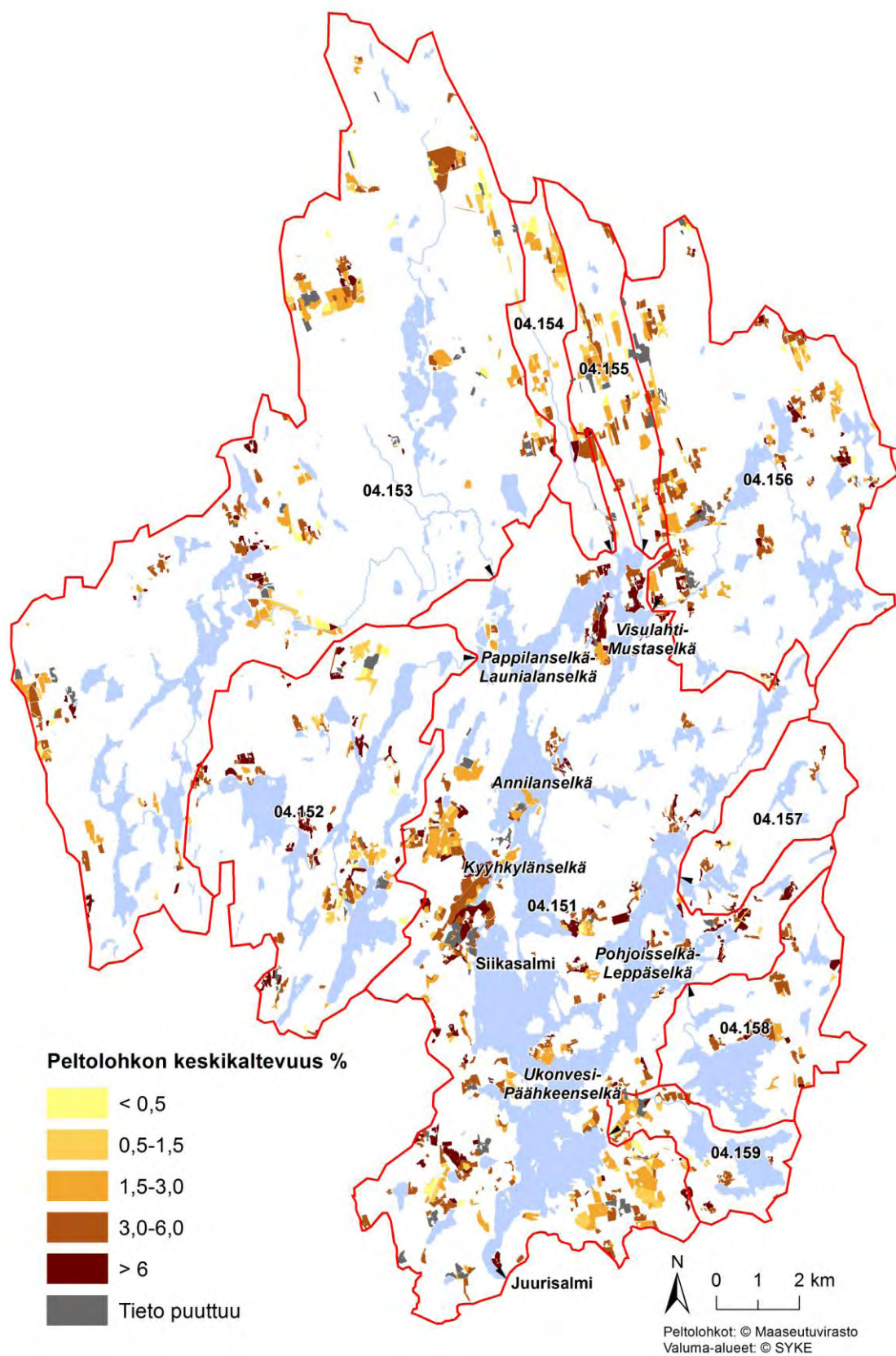
Valuma-alue	4.151	4.152	4.153	4.154	4.155	4.156	4.157	4.158	4.159	Yhteensä
<i>Kasviryhmiä pinta-alat (ha)</i>										
Juurikkaat	8		2		1	5				16
Kevätvilja	375	97	114	68	64	105	1	25	23	873
Nurmet	726	166	461	50	128	280	24	54	55	1945
Puutarha	18	1	12			15		8	0,1	53
Syysvilja		5	21	2	3				4	34
Peltoala yhteensä	1127	270	609	120	196	406	25	87	82	2922
<i>Kasviryhmiä pinta-alan osuus valuma-alueen koko peltopinta-alasta</i>										
Juurikkaat	0,7 %		0,3 %		0,3 %	1,3 %				0,5 %
Kevätvilja	33 %	36 %	19 %	57 %	33 %	26 %	5 %	29 %	28 %	30 %
Nurmet	64 %	62 %	76 %	42 %	66 %	69 %	95 %	62 %	67 %	67 %
Puutarha	1,6 %	0,5 %	1,9 %			3,6 %		9,0 %	0,1 %	1,8 %
Syysvilja		1,8 %	3,4 %	1,3 %	1,4 %				5,0 %	1,2 %
<i>Peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta</i>										
Peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta	9,3 %	6,4 %	5,3 %	13,5 %	16,3 %	9,0 %	2,5 %	5,4 %	10,7 %	7,7 %



Kuva 10. Peltolohkojen kasviryhmät selvitysalueella. Peltolohkot © Maaseutuvirasto.

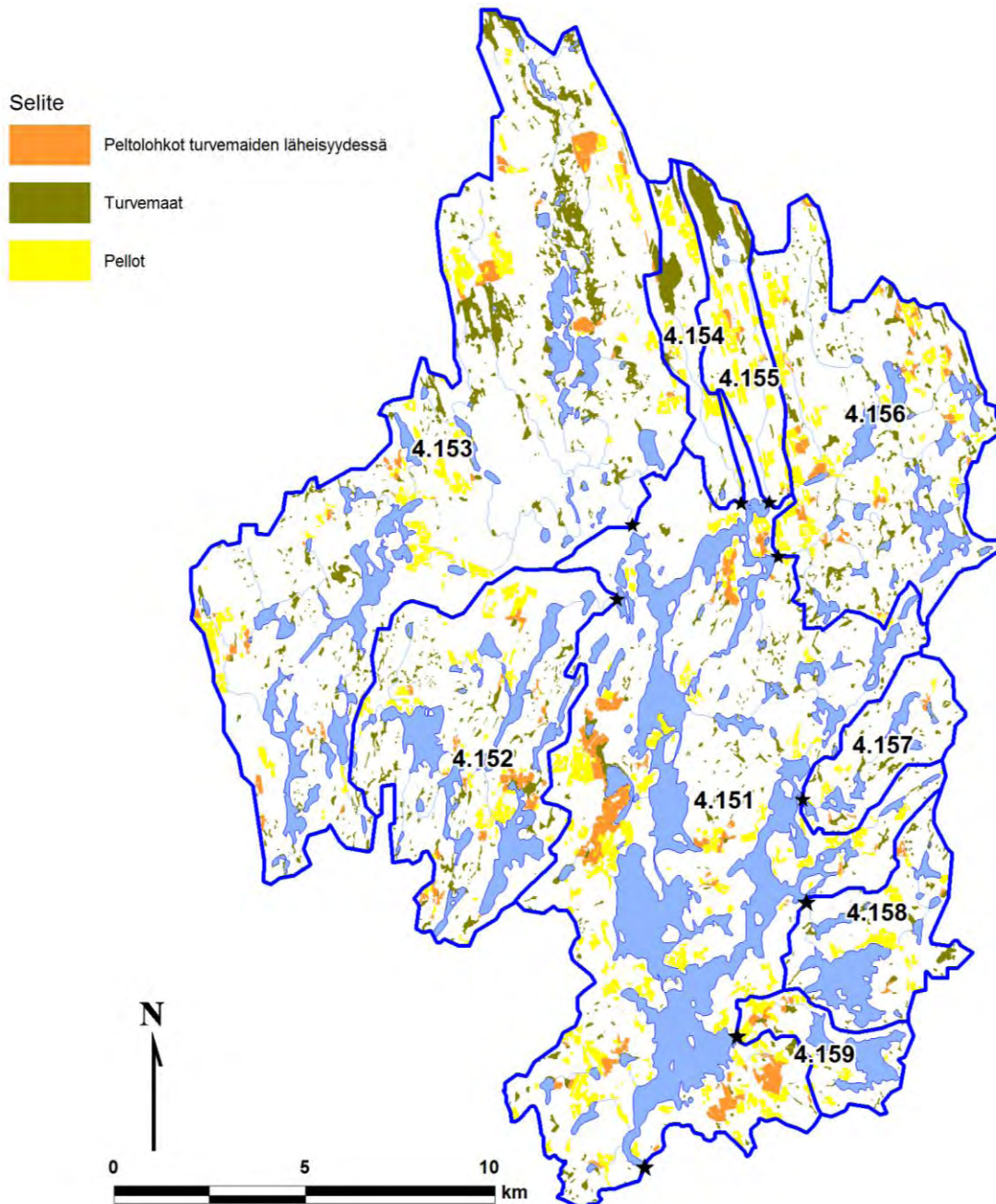
Taulukko 10. Peltojen kaltevuudet valuma-alueittain.

Alue	Pelto- ala ha	Keski- kaltev. %	Etäisyys pellon reunasta m	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.	Kaltev.
				0-0,5%	0,5-1,5%	1,5-3,0%	3,0-6,0%	6,0-%	3,0-6,0%	6,0-%	> 3 %
				ha	ha	ha	ha	ha	osuus peltoalasta		
04_151	1285	4,3	32	196	180	365	480	63	37 %	5 %	42 %
04_152	332	4,2	26	99	30	64	115	22	35 %	7 %	41 %
04_153	800	3,4	29	223	107	221	213	34	27 %	4 %	31 %
04_154	128	2,4	29	40	23	40	20	2	16 %	2 %	17 %
04_155	223	2,7	30	54	39	80	47	1	21 %	0 %	22 %
04_156	482	3,5	30	105	63	146	152	15	32 %	3 %	35 %
04_157	58	5,5	32	4	4	11	33	4	57 %	7 %	64 %
04_158	109	4,7	34	7	11	40	43	5	39 %	5 %	44 %
04_159	95	3,7	32	12	19	29	29	3	31 %	3 %	34 %
Yht.	3516	3,8	30	743	481	1001	1137	152			
Osuus				21 %	14 %	28 %	32 %	4 %			



Kuva 11. Peltolohkojen keskikaltevuudet tutkimusalueella.

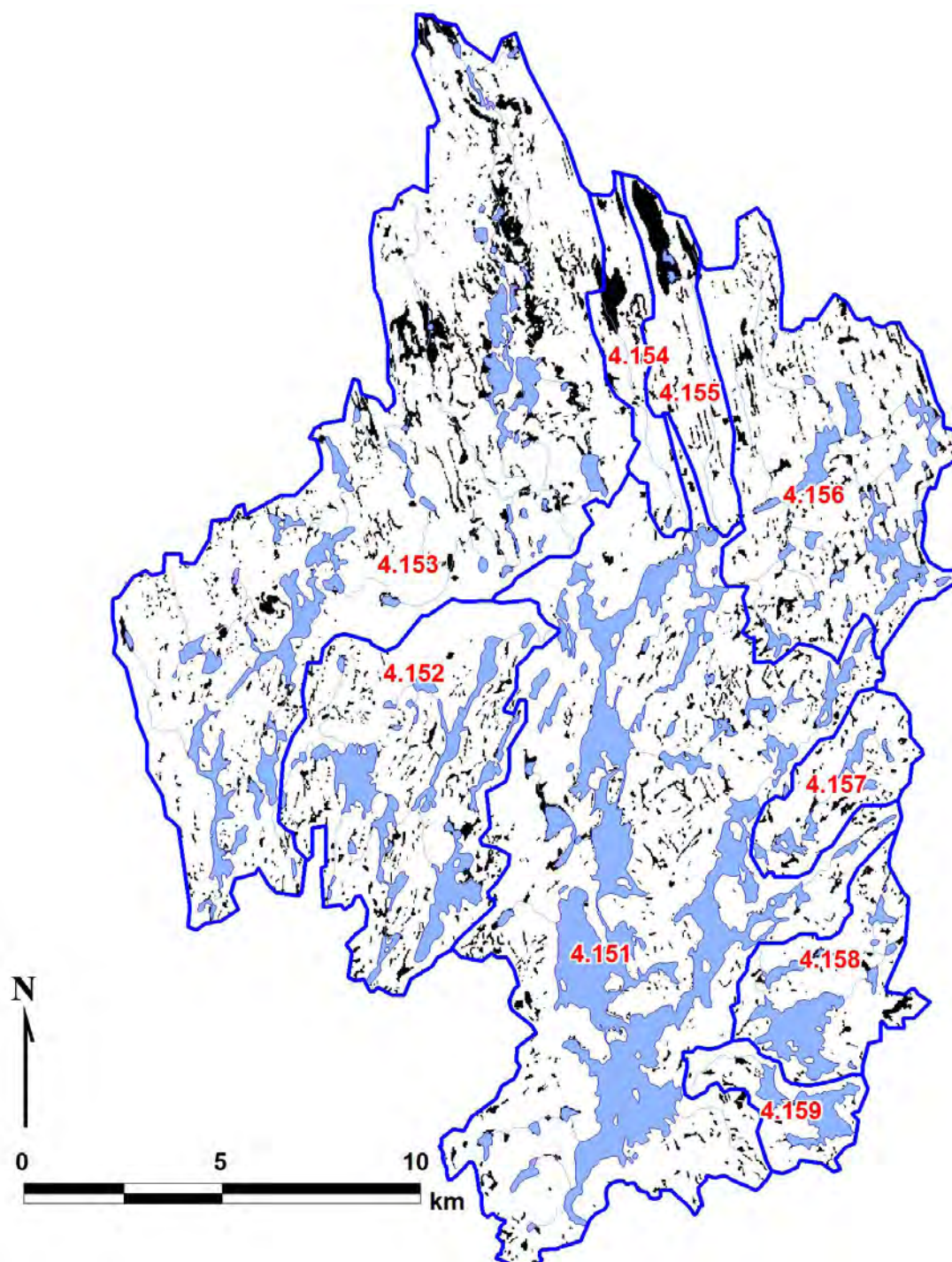
Kuvassa 12 on esitetty turvemaat ja pellot samassa kuvassa. Olemassa olevilla aineistoilla ei ollut mahdollista eritellä turvepohjaisten peltöjen sijaintia, mutta viitteitä turvepeltojen sijainnista on saatu erittelemällä kartalle ne peltolohkot, jotka sijaitsevat alle 50 metrin etäisyydellä turvemaista. Turvemaat sijaitsevat pääosin alueen pohjoisosissa.



Kuva 12. Turvemaat ja pellot. Kuvassa on esitetty erivärisenä ne peltolohkot, jotka sijaitsevat kokonaan tai osittain 50 metrin säteellä turvemaista. Peltoaineistot © MAVI.

2.1.4 Metsätalous

Metsätalous kuormittaa vesistöjä ensisijaisesti ojitusten ja uudistushakkuiden kautta. Etelä-Savossa soita metsätalousmaista on 21 %, joista 82 % on ojitettuja soita. Uudistusojitukset ovat nykyään harvinaisia. Uudistusojituksia toteutetaan vuosittain n. 2000 hehtaarilla, eli alle prosentilla ojitusalueista. Hakkuiden painopiste on Etelä-Savossa siirtymässä uudistushakkuista kasvatushakkuihin, ja lisäksi vuosittaisesta maanmuokkausalasta valtaosa toteutetaan kevyemmillä ja vähemmän kuormittavilla maanmuokkausmenetelmillä. (Kotanen ja Manninen 2010).



Kuva 13. Ojitetut suot tutkimusalueella. Ojitetut suot: © SYKE (pohjautuu MML aineistoihin).

Taulukossa 11 on esitetty ojitusintensiteetti (ojia m/ha) valuma-alueittain, ja kuvassa 13 on esitetty ojitusalueet kartalla. Tietoa turvemaiden ojitusajankohdasta ei ollut saatavilla. Valuma-alueista eniten ojitettuja alueita on Multasillanojan ja Visulahdenpuron valuma-alueilla, sekä Myllyjoen ja Emolanjoen valuma-alueilla.

Taulukko 11. Ojitusintensiteetti (m/ha) valuma-alueittain.

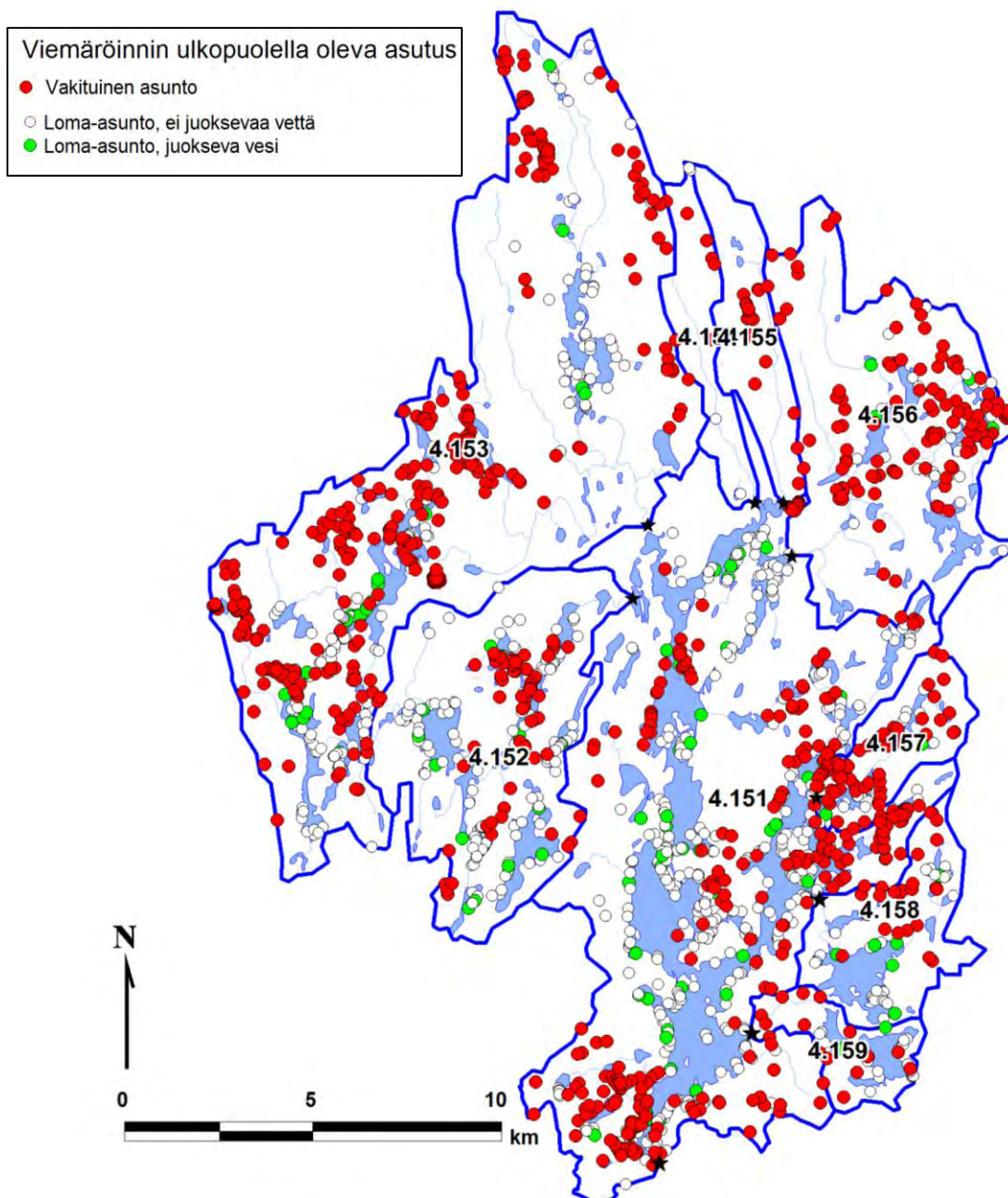
Valuma-alue	Nimi	Ojitusintensiteetti m/ha
04.151	Ukonveden va	18,3
04.152	Urpolanjoen va	24,5
04.153	Emolanjoen va	40,9
04.154	Multasillanojan va	47,9
04.155	Visulahdenpuron va	46,8
04.156	Myllyjoen va	41,0
04.157	Syväsen va	27,2
04.158	Höytjärven va	29,5
04.159	Herajärven va	18,0

2.1.5 Haja-asutus

Etelä-Savon haja-asutusaste on valtakunnallisesti tarkasteltuna korkea (31 %) (Etelä-Savon TE-keskus 2006), ja merkittävä osa uudisrakentamisesta sijoittuu haja-asutusalueelle. Taulukossa 12 ja kuvassa 14 on esitetty selvitysalueella viemäroinnin ulkopuolella olevat painevedelliset vakituiset ja loma-asunnot. Kyseessä on osin arvio, sillä kiinteistökohtaiset tiedot viemärointiin kuulumisesta ovat epätarkkoja. Lukumääräisesti tarkasteltuna eniten viemäroinnin ulkopuolella olevaa vakituista asutusta on Emolanjoen valuma-alueella ja Ukonveden lähivaluma-alueella. Loma-asuntoja on eniten Ukonveden lähivaluma-alueella. Pinta-alaan suhteutettuna eniten vakituista asutusta on Syväsen valuma-alueella (5,3 viemäroimätöntä vakituista asuntoa / km²).

Taulukko 12. Viemäroinnin ulkopuolella oleva vakituinen ja loma-asutus (huomioitu vain painevedellinen loma-asutus) valuma-alueittain.

Valuma-alue	Nimi	Vakituisia asuntoja	Loma-asuntoja
4.151	Ukonveden va	272	47
4.152	Urpolanjoen va	68	15
4.153	Emolanjoen va	301	24
4.154	Multasillanojan va	5	0
4.155	Visulahdenpuron va	16	0
4.156	Myllyjoen va	117	4
4.157	Syväsen va	53	2
4.158	Höytjärven va	22	6
4.159	Herajärven va	13	2
Yhteensä		867	100



Kuva 14. Viemäriverkostoihin liittymättömät kiinteistöt tutkimusalueella.

2.2 Vedenlaatu vuonna 2012

Vuoden 2012 näytteiden perusteella 3. jakovaiheen uomien veden laatu vaihteli melko paljon sekä ajallisesti että eri valuma-alueiden välillä. Holminojan ja Kapakanojan veden laatu oli keskimäärin heikoin, sillä väriarvo, COD sekä typpi-, fosfori- ja rautapitoisuus olivat niissä korkeampia kuin muissa uomissa. Vesi oli vähäravinteisinta ja vähähumuksisinta Juurisalnessa, Höytjärven laskuojassa ja Urpolanjoessa. Fosforipitoisuus oli pienekkö myös Syväsen laskuojassa, Myllyjoessa ja Rokkalanjoessa (taulukko 13). Kiintoainepitoisuus kasvoi syksyn sateiden myötä lokakuun näytteenottokerralla Holminojassa, Herajärven laskujoessa, Kapakanojassa ja jonkin verran Rokkalanjoessa. Uomien veden laatu on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Taulukko 13. Keskimääräinen veden laatu Ukonveteen laskevissa 3. jakovaiheen uomissa sekä Juurisalmissa vuonna 2012.

Havaintopaikka	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD _{Mn} mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO ₂₊₃ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Rauta µg/l
Urpolanjoki 074	0.24	1.6	7.6	7.0	47	9.2	1.3	540	140	11	10	2	200
Rokkalanjoki 050	0.22	3.3	7.3	6.8	140	19	2.5	760	190	21	18	6	1180
Holminoja 088	0.51	8.8	12.7	6.8	290	42	7.1	1800	760	62	61	37	2270
Kapakanoja 089	0.31	4.1	9.7	6.8	300	39	3.6	1470	450	66	46	24	1280
Myllyjoki 086	0.19	2.5	7.5	6.7	130	21	2.3	930	310	8	19	5	550
Syväsen lj. 232	0.24	2.7	6.7	6.7	110	16	2.0	700	64	16	18	3	710
Höytjärven lj 209	0.18	1.5	4.5	6.9	47	11	1.3	460	34	11	8	1	130
Herajärven laskujoki 207	0.19	11	5.2	6.5	70	14	8.7	820	230	25	29	12	590
Juurisalmi 2500	0.37	1.7	11.5	7.2	39	8.8	1.5	880	420	3	13	4	130

2.3 Veden laadun kehitys 1990- ja 2000-luvuilla

Selkein kaikille 3. jakovaiheen uomille yhteinen muutos on veden värin ja COD-arvon kasvu 1990- ja 2000-luvuilla. Sähkönjohtavuus on yleisesti hieman pienentynyt tarkastelujaksolla (liite 2). Vuosien välinen vaihtelu on suurta erityisesti värin ja COD:n kohdalla, koska ne ovat vahvasti riippuvaisia sateisuudesta ja sen aikaansaamasta huuhtoumasta.

2.4 Tulouomien kuormitus

2.4.1 Kuormitus havaintopaikoilla vuonna 2012 sekä aiempina vuosina

Vuoden 2012 mittausten perusteella lasketut 3. jakovaiheen havaintopaikkojen havaintokeroittaiset fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormat sekä Vemalan simuloimat vuoden 2012 päiväkohtaiset kuormat on esitetty liitteessä 3.

Vemalan laskema vuosien 2000-2011 keskimääräinen havaittu fosforikuorma oli suurin Rokkalanjoen havaintopaikalla (Emolanjoen va), lähes 40 % havaintopaikkojen yhteenlasketusta kuormasta (taulukko 14). Suuri osuus selittyy valuma-alueen koolla, sillä peltojen osuus on kohtalaisen pieni, 6,2 %. Peltojen merkittävä osuus (24 %) Kapakanojan havaintopaikan valuma-alueesta (Visulahdenpuron va) aiheutti valuma-alueen kokoon nähden suuren fosforikuorman (25 % yhteenlasketusta kuormasta). Tilanne oli samansuuntainen Holminojassa (Multasillanojan va), mutta koska valuma-alue on pieni, jäi Holminojan osuus yhteenlasketusta kuormasta melko vähäiseksi (7 %). Myllyjoen havaintopaikan fosforikuorman osuus (17 %) oli huomattavasti suurempi kuin Urpolanjoen kuorman osuus (6 %), vaikka valuma-alueen koot ovat lähellä toisiaan. Muiden havaintopaikkojen fosforikuormat olivat pieniä.

Havaintopaikkojen typpikuorma vaihteli pitkälti samalla tavalla kuin fosforikuorma. Rokkalanjoen havaintopaikalla typpikuorman osuus kokonaiskuormasta oli jonkin verran suurempi kuin fosforikuorman osuus, kun taas Kapakanojassa typpikuorman osuus jäi selvästi fosforikuorman osuutta pienemmäksi.

Havaitun ja simuloidun fosforipitoisuuden ero oli suurin Holminojassa ja Kapakanojassa, jossa myös pitoisuudet olivat suurimpia. Simuloitu pitoisuus oli näillä havaintopaikoilla havait-

tua selvästi suurempi. Herajärven laskuojassa taas havaittu pitoisuus oli suurempi kuin simuloitu, ja sama näkyi myös typpipitoisuudessa. Vedenlaatatulosten perusteella suuria fosfori- ja typpipitoisuuksia on mitattu Herajärven laskuojassa lähinnä kasvipeitteettöminä vuodenaikoina, aikaisin keväällä ja loppusyksyllä.

Taulukko 14. Vesistömallijärjestelmän (Vemala) laskemat keskimääräiset fosfori- ja typpikuormat 3. jakovaiheen havaintopaikoilla (2000-2011). Valuma-alue sisältää maa- ja vesialueet ja pelto-% on laskettu koko valuma-alueelle.

Fosfori								
Havaintopaikka	Havainto lkm	Kuorma		Pitoisuus		Pitoisuus- ero Hav-Sim	Valuma- alue km ²	Pelto- %
		Havaittu kg/vrk	Osuus %	Havaittu ug/l	Simuloitu ug/l			
04_152 Urpolanjoki 074	31	0.50	6.4	13.3	11.4	1.9	42.2	8.1
04_153 Rokkalanjoki 050	35	2.96	37.7	21.8	26.4	-4.6	113.6	6.2
04_154 Holminoja 088	74	0.54	6.9	61.9	87.4	-25	8.7	14.3
04_155 Kapakanoja 089	26	1.96	25.0	65.9	100.6	-35	10.4	24.1
04_156 Myllyjoki 086	26	1.31	16.7	28.5	30.7	-2.2	45.5	11.0
04_157 Syväsen lj. 232	17	0.20	2.5	23.1	19.3	3.8	9.6	6.3
04_158 Höytjärven lj 209	28	0.14	1.8	11.4	8.3	3.2	15.2	6.9
04_159 Herajärven laskujoki 207	24	0.24	3.1	38.0	23.5	14	6.9	10.9
Yhteensä		7.85						

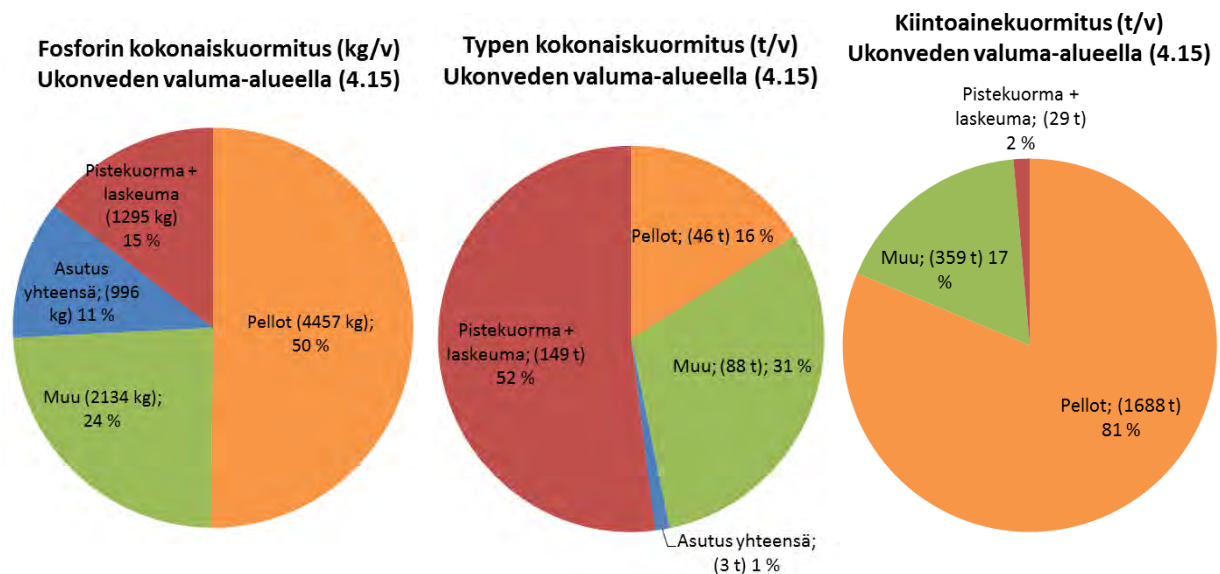
Typpi								
Havaintopaikka	Havainto lkm	Kuorma		Pitoisuus		Pitoisuus- ero Hav-Sim	Valuma- alue km ²	Pelto- %
		Havaittu t/vrk	Osuus %	Havaittu mg/l	Simuloitu mg/l			
04_152 Urpolanjoki 074	31	0.020	6.5	0.55	0.56	-0.01	42.2	8.1
04_153 Rokkalanjoki 050	35	0.140	45.2	0.89	0.77	0.12	113.6	6.2
04_154 Holminoja 088	74	0.020	6.5	2.20	1.77	0.43	8.7	14.3
04_155 Kapakanoja 089	26	0.050	16.1	1.65	2.02	-0.37	10.4	24.1
04_156 Myllyjoki 086	26	0.050	16.1	1.04	0.84	0.20	45.5	11.0
04_157 Syväsen lj. 232	17	0.010	3.2	0.86	0.52	0.34	9.6	6.3
04_158 Höytjärven lj 209	28	0.010	3.2	0.49	0.39	0.10	15.2	6.9
04_159 Herajärven laskujoki 207	24	0.010	3.2	1.44	0.58	0.86	6.9	10.9
Yhteensä		0.310						

2.4.2 Kuormituksen jakautuminen kuormituslähteittäin

Tässä luvussa tarkastellaan Ukonveden valuma-alueen 3. jakovaiheen mukaisten osavaluma-alueiden kuormituksen jakautumista tarkennetun Vemala-mallin mukaisesti.

Kuvassa 15 on esitetty koko Ukonveden valuma-alueen (4.15) kuormituksen jakautuminen haja-asutuskuormituksen osalta tarkennetun Vemala-mallin perusteella fosforin, typen ja kiintoaineen osalta. Kaavioiden asutus tarkoittaa haja-asutuksen kuormitusta; viemäröidyn asutuksen kuormitus on mukana pistekuormituksessa. Ukonveden valuma-alueella suurin osa fosforikuormituksesta tulee pelloilta. Pistekuorman ja laskeuman osuus fosforin kokonaiskuormituksesta on 15 %, asutuksen 11 %. Muuta kuormitusta on 24 % kokonaiskuormasta. Typen kokonaiskuormituksesta suurin osa aiheutuu pistekuormituksesta ja laskeumasta. Pelto-

jen osuus on 16 % ja asutuksen 1 % typen kuormituksesta; muuta kuormaa on 31 %. Kiintoainekuormasta 81 % aiheutuu peltokuormituksesta.



Kuva 15. Ukonveden valuma-alueen (4.15) fosforin, typen ja kiintoaineen kokonaiskuormitukset.

Taulukossa 15 on esitetty fosforin, typen ja kiintoaineen kuormitus valuma-alueittain ja kuormituslähteittäin Ukonveden valuma-alueella. Taulukossa 16 on esitetty kuormituslähteiden osuudet valuma-alueittain. Kuvissa 16-18 on esitetty tarkennetun Vemala-kuormitusmallin mukaiset fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitukset valuma-alueilla. Symbolin koko kertoo kokonaiskuormituksen määrän, osuudet kuvaavat kuormituksen jakautumista. Kuvissa 19-21 on esitetty fosforin, typen ja kiintoaineen ominaiskuormat valuma-alueilta.

Valuma-alueista merkittävin fosforikuormitus kohdistuu Ukonveden lähivaluma-alueeseen (4.151). Fosforikuormituksesta kaikilla alueilla pelloilta tulevan kuormituksen merkitys on suurin, mutta Ukonveden lähivaluma-alueella pistekuormitus aiheuttaa vertailluista valuma-alueista suurimman kuormituksen. Tämä aiheutuu pääasiassa Mikkelin jätevedenpuhdistamon toiminnasta. Tarkasteltaessa ominaiskuormitusta ilman pistekuormitusta suurin kuormitus valuma-alueen neliökilometriä kohti on Visulahdenpuron valuma-alueella (kuva 19). Visulahdenpuron valuma-alueella merkittävin kuormitusosuus syntyy pelloilla (67 % fosforin kokonaiskuormituksesta). Pelloilta tulevan fosforin kokonaiskuormituksen osuus on vielä suurempi Herajärven valuma-alueella (4.159), 76 %, jonka peltoalasta suurin osa (noin $\frac{3}{4}$) on nurmella, loput kevätiljalla.

Asutuksen merkitys korostuu Syväsen valuma-alueella (4.157), mutta kokonaisuutena Syväsen valuma-alueen fosforikuormitus on pientä suhteessa muihin valuma-alueisiin. Muun kuormituksen osuus on suurin Emolanjoen valuma-alueella, jonka alueella on suurin osa Mikkelin kaupungin yhdyskuntarakenteesta.

Koko valuma-aluetta tarkasteltaessa typpi-kuormituksesta suurin osa aiheutuu pistekuormituksesta ja muiden maa-alueiden kuormituksesta. Ilman pistekuormitusta tarkasteltuna suurin typen ominaiskuormitus syntyy Multasillanojan valuma-alueella (4.154), jolla on runsaasti

turvemaita (kuva 20). Peltokuormituksen osuus tyyppikuormituksesta on suurin (47 %) Herajärven valuma-alueella (4.159).

Eniten kiintoainekuormitusta syntyy Ukonveden lähivaluma-alueella (4.151). Suurin osa kiintoainekuormituksesta tulee pelloilta. Suurin kiintoaineen ominaiskuormitus syntyy Visulahdenpuron valuma-alueella, jossa kuormitus tulee pääsääntöisesti pelloilta (kuva 21).

Taulukko 15. Fosforin, typen ja kiintoaineen kuormitus valuma-alueittain Ukonveden valuma-alueella 4.15. Taulukossa on esitetty myös valuma-alueiden ominaiskuormitukset.

Nimi	Ukon- veden 4.151	Urpolan- joen 4.152	Emolan- joen 4.153	Multasillan- ojan 4.154	Visulahden- puron 4.155	Mylly- joen 4.156	Syvä- sen 4.157	Höyt- järven 4.158	Hera- järven 4.159	Koko alue 4.15
Vesistöalueen tunnus										
Pinta-ala km ²	121	42	116	8,9	12	45	10	16	7,7	378,6
Yläpuolisen valuma- alueen pinta-ala km ²	378	42	116	8,9	12	45	10	16	7,7	
Järvisyys %	23,5	16,4	8,2	0,2	0,5	9,0	9,8	21,4	24,7	
Yläpuolisen valuma- alueen järvisyys %	14,6	16,4	8,2	0,2	0,5	9,0	9,8	21,4	24,7	
KUORMITUS: P KG/V										
Pellot	1898	392	948	124	210	567	73	132	113	4457
Muu	569	296	715	83	87	260	37	59	29	2134
Vakituinen asutus	322	70	317	9,0	15	151	53	22	6,6	966
Loma-asutus	14,3	4,6	7,3	0,0	0,0	1,2	0,6	1,8	0,6	31
Asutus yhteensä	337	75	324	9,0	15	152	54	24	7,2	996
Pistekuorma+laskeuma	1290	0	0,04	5,3	0,04	0,03	0	0	0	1295
Yhteensä	4094	762	1987	221	312	979	164	214	150	8883
Kuorma kg/km ² /v	33,8	18,1	17,1	24,8	26,0	21,8	16,4	13,4	19,4	23,5
Kuorma kg/km ² /v, ilman pistekuormaa	23,2	18,1	17,1	24,2	26,0	21,8	16,4	13,4	19,4	20,0
KUORMITUS: N T/V										
Pellot	18,7	4,4	9,5	1,9	3,0	5,4	0,6	1,2	1,2	46
Muu	23,6	10,8	30,5	3,3	3,6	10,1	2,0	2,9	1,3	88
Vakituinen asutus	1,10	0,26	1,11	0,03	0,05	0,51	0,20	0,08	0,03	3,35
Loma-asutus	0,05	0,02	0,03	0	0	0	0	0,01	0	0,11
Asutus yhteensä	1,15	0,28	1,14	0,03	0,05	0,51	0,20	0,08	0,03	3,46
Pistekuorma+laskeuma	149	0	0	0,18	0	0	0	0	0	149
Yhteensä	192	15	41	5	7	16	3	4	2	286
Kuorma kg/km ² /v	1,59	0,37	0,35	0,61	0,55	0,36	0,28	0,27	0,32	0,76
Kuorma kg/km ² /v, ilman pistekuormitusta	0,36	0,37	0,35	0,59	0,55	0,36	0,28	0,27	0,32	0,36
KUORMITUS: KIINTOAINE T/V										
Pellot	733	173	335	52	85	191	32	48	42	1688
Muu	80	20	213	6,0	6,5	20	4,5	6,0	3,6	359
Asutus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pistekuorma+laskeuma	29	0	0	0,17	0	0	0	0	0	29
Yhteensä	842	193	547	59	91	211	36	54	45	2078
Kuorma kg/km ² /v	6,96	4,60	4,72	6,57	7,59	4,68	3,63	3,36	5,87	5,49
Kuorma kg/km ² /v, ilman pistekuormitusta	6,72	4,60	4,72	6,56	7,59	4,68	3,63	3,36	5,87	5,41

Taulukko 16. Fosforin, typen ja kiintoaineen kuormituksen osuudet kuormituslähteittäin ja valuma-alueittain. Kohta ”asutus” sisältää vain viemärimättömän haja-asutuksen.

Osuudet	Ukon- veden 4.151	Urpolan- joen 4.152	Emolan- joen 4.153	Multa- sillanojan 4.154	Visulahden- puron 4.155	Mylly- joen 4.156	Syvä- sen 4.157	Höyt- järven 4.158	Hera- järven 4.159	Keski- määrin
Fosfori										
Pellot	46 %	51 %	48 %	56 %	67 %	58 %	45 %	61 %	76 %	50 %
Muu	14 %	39 %	36 %	38 %	28 %	27 %	23 %	28 %	20 %	24 %
Vakituinen asutus	7,9 %	9,2 %	16 %	4,1 %	4,7 %	15 %	32 %	10 %	4,4 %	11 %
Loma-asutus	0,4 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,4 %	0,9 %	0,4 %	0,3 %
Asutus yhteensä	8 %	10 %	16 %	4 %	5 %	16 %	33 %	11 %	5 %	11 %
Pistekuorma + laskeuma	32 %	0 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %
Typpi										
Pellot	10 %	28 %	23 %	36 %	45 %	34 %	22 %	29 %	47 %	16 %
Muu	12 %	70 %	74 %	61 %	55 %	63 %	71 %	69 %	52 %	31 %
Vakituinen asutus	0,6 %	1,7 %	2,7 %	0,5 %	0,7 %	3,2 %	7,0 %	1,8 %	1,1 %	1,2 %
Loma-asutus	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %
Asutus yhteensä	0,6 %	1,8 %	2,8 %	0,5 %	0,7 %	3,2 %	7,1 %	1,9 %	1,1 %	1,2 %
Pistekuorma + laskeuma	77 %	0 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	52 %
Kiintoaine										
Pellot	87 %	90 %	61 %	90 %	93 %	90 %	88 %	89 %	92 %	81 %
Muu	10 %	10 %	39 %	10 %	7 %	10 %	12 %	11 %	8 %	17 %
Asutus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Pistekuorma + laskeuma	3,5 %	0 %	0 %	0,3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1,4 %

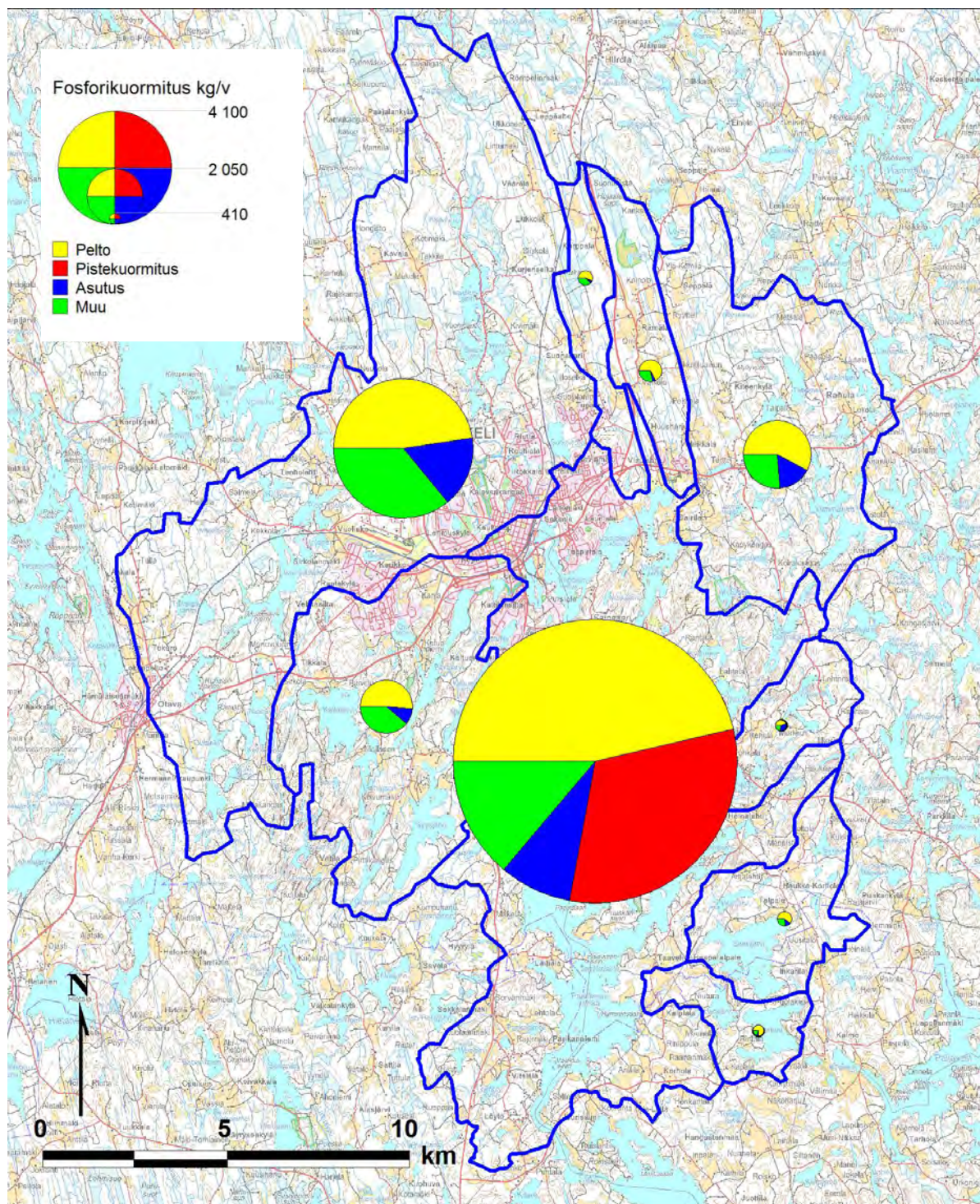
Taulukko 17. Kirjallisuudesta poimittuja eri kuormituslähteiden ominaiskuormitusarvoja fosforille ja typelle.

Maankäyttö	Fosfori Ominaiskuorma kg/km ² /v	Typpi
Pellot (Rekolainen ym. 1992, Vuorenmaa ym. 2002)	90-200	760-3000
Luonnontilaiset alueet, keskiarvo (Finér ym. 2010)	4,9	130
Metsät kivennäismailla (Ahtiainen & Huttunen 1999, Lepistö ym. 1995)	5	90
Hakkuu kivennäismaalla, tuore (Ahtiainen & Huttunen 1999, Lepistö ym. 1995)	13	830
Hakkuu kivennäismaalla, vanha (Ahtiainen & Huttunen 1999, Lepistö ym. 1995)	7	430
Hakkuu turvemaalla, 3 vuoden keskiarvo (Alatalo 2000)	80	300
Ojitus turvemaalla, 3 vuoden keskiarvo (Alatalo 2000)	100	640

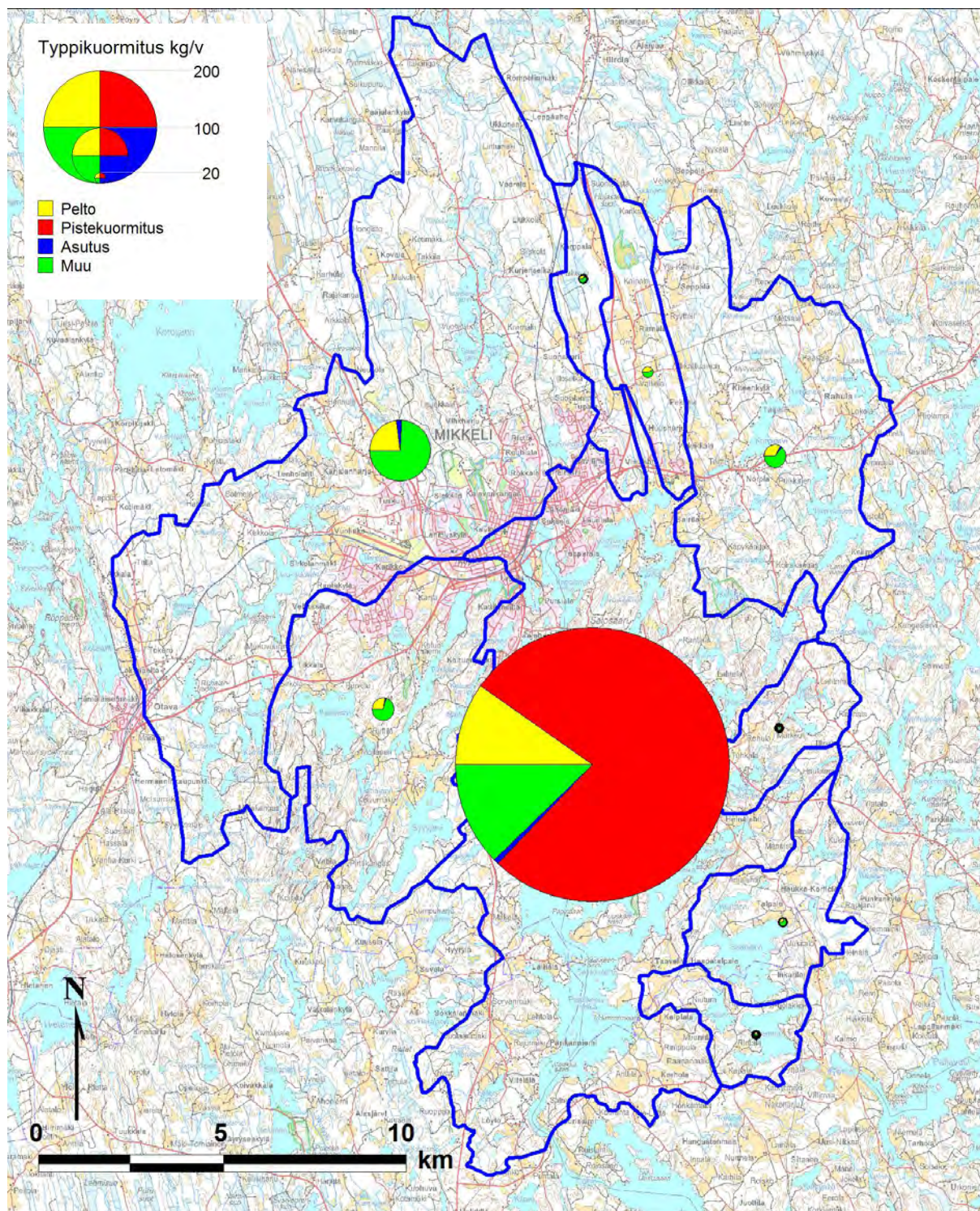
Fosforin ja typen ominaiskuormitus riippuu suuresti maalajista sekä maankäytöstä (taulukko 17). Suurimmat ominaiskuormitukset on mitattu pelloilta, mutta hakkuu tai ojitus turvemaalla aiheuttaa peltojen kuormitukseen verrattavan fosforin ominaiskuormituksen useita vuosia toimenpiteen jälkeen. Typen kuormituksen kasvu ei ole yhtä merkittävä kuin fosforin.

Fosforin ominaiskuorma Ukonveden osavaluma-alueilla vaihteli 13,4-26,0 kg/km²/v (keskiarvo 20,0 kg/km²/v; ilman pistekuormaa), mikä on noin 3-5 –kertainen verrattuna luonnontilaisen alueiden keskimääräiseen ominaiskuormaan (taulukko 17). Ominaiskuormitusarvot olivat suurimpia (yli 20 kg/km²/v) Ukonveden lähialueen, Multasillanojan, Visulahdenpuron ja Myllyjoen valuma-alueilla. Etelä-Savon pintavesien hoidon toimenpideohjelmassa (Kotaniemi & Manninen 2010) suurin osa Ukonveden valuma-alueesta sijoittui kuormitusluokkaan 10-20 kg P/km²/v (VEPS-arvio, 2001-2007).

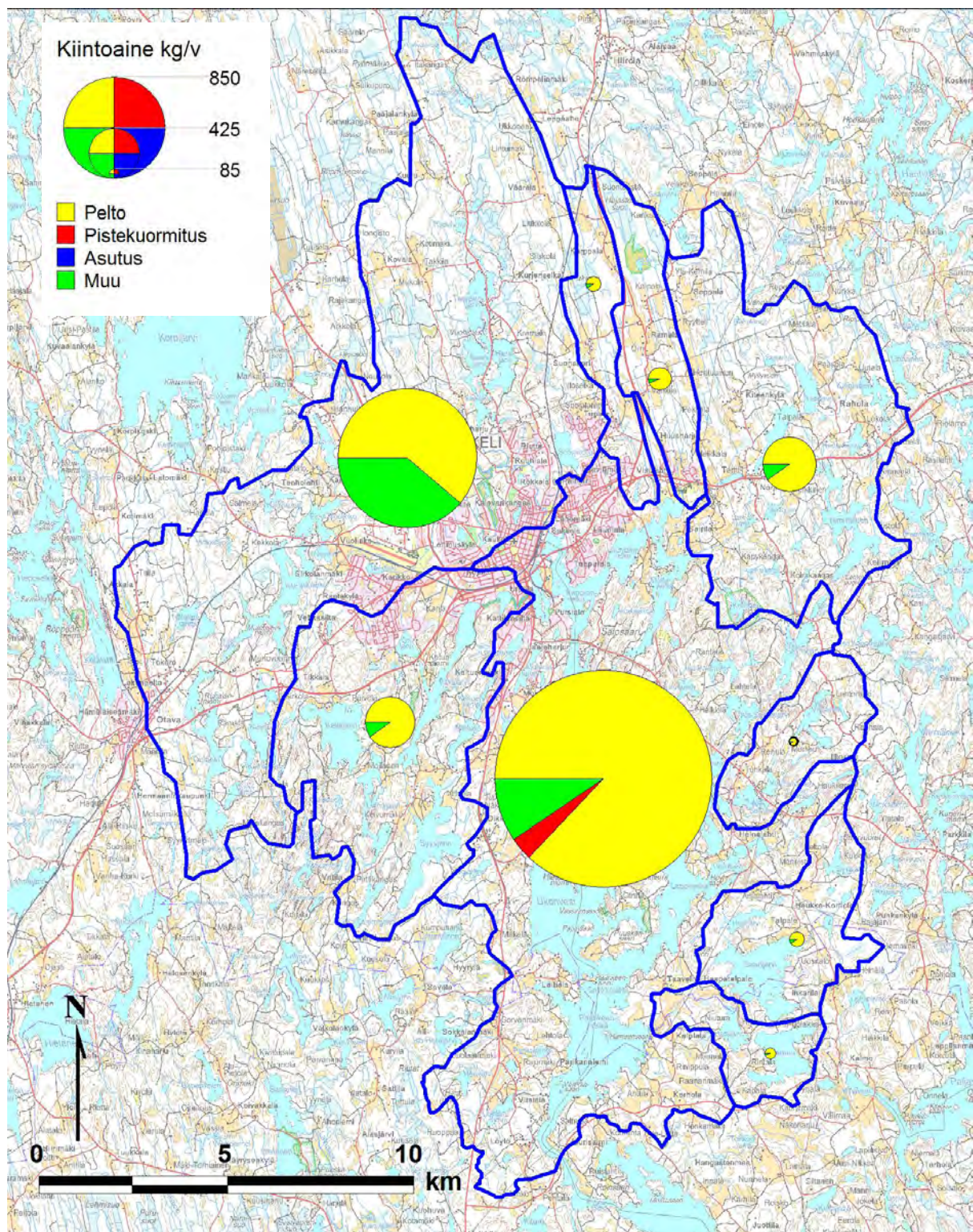
Typen ominaiskuorma vaihteli 270-590 kg/km²/v (keskiarvo 360 kg/km²/v) Ukonveden osavalmualueilla. Ominaiskuorma oli noin 2-4,5 –kertainen luonnontilaisten alueiden keskiarvoon verrattuna. Ominaiskuormat olivat suurimmat Multasillanojan ja Visulahdenpuron valuma-alueilla.



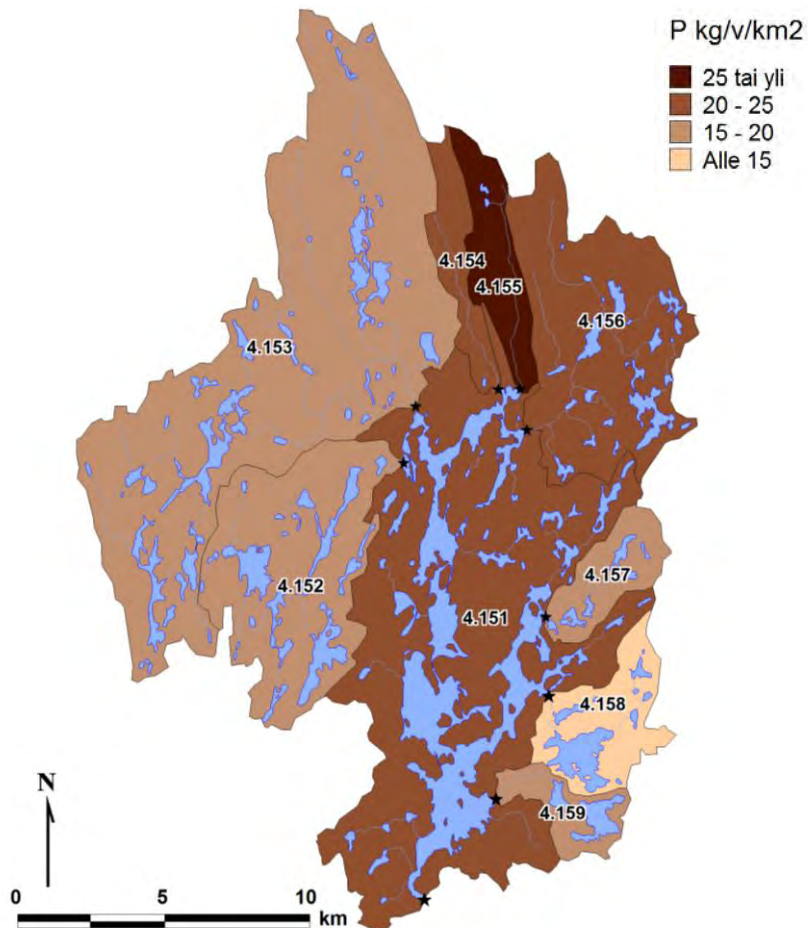
Kuva 16. Fosforikuormitus ja sen jakautuminen osatekijöihin Ukonveden 3. jakovaiheen valuma-alueilla.



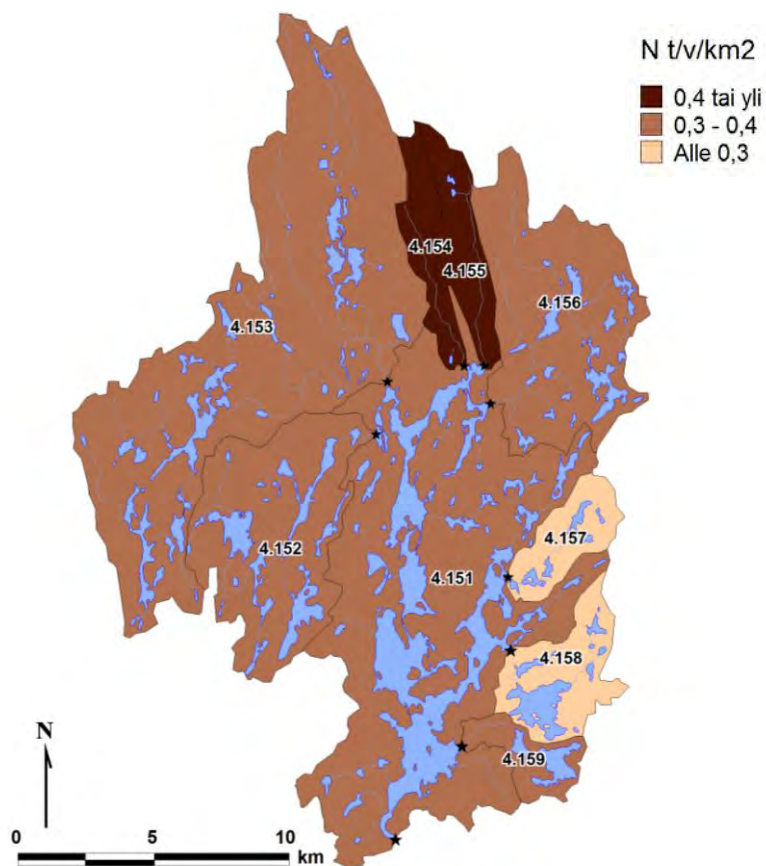
Kuva 17. Typpikuormitus ja sen jakautuminen osatekijöihin Ukonveden 3. jakovaiheen valuma-alueilla.



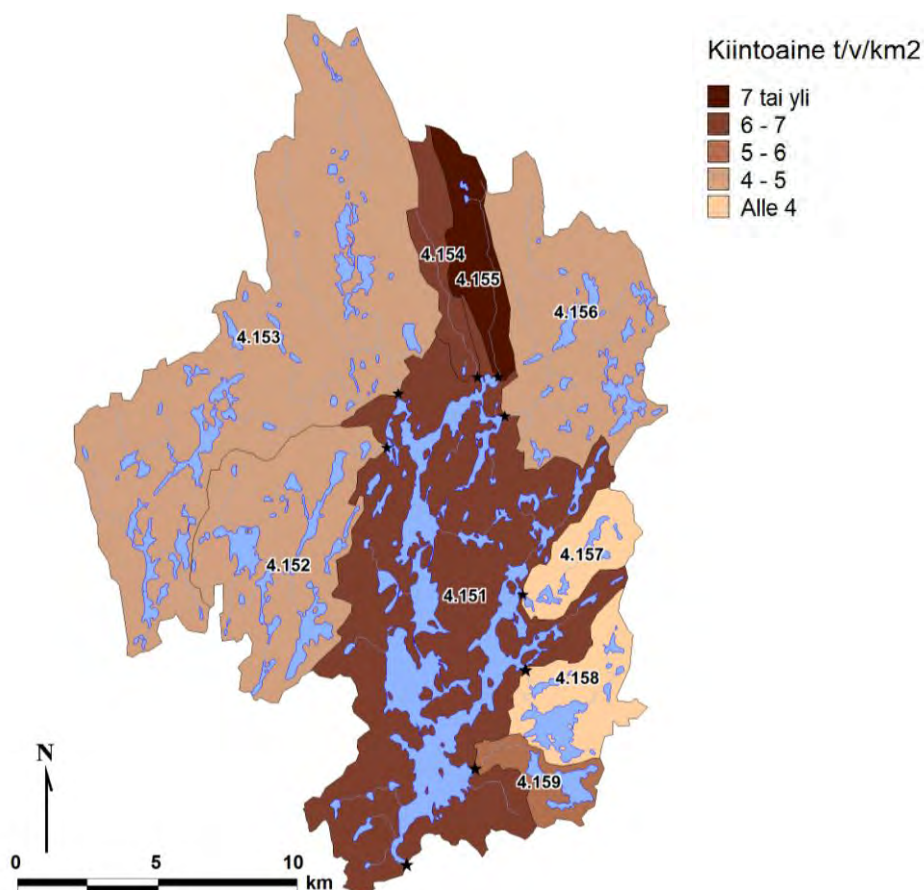
Kuva 18. Kiintoainekuormitus ja sen jakautuminen osatekijöihin Ukonveden 3. jakovaiheen valuma-alueilla.



Kuva 19. Fosforin ominaiskuormitus valuma-alueittain (ei pistelähteitä).



Kuva 20. Typen ominaiskuormitus valuma-alueittain (ei pistelähteitä).



Kuva 21. Kiintoaineen ominaiskuormitus valuma-alueittain (ei pistelähteitä).

3. OSA 2: UKONVEDEN JÄRVIALTAISIIN KOHDISTUVA KUORMITUS

3.1 Järvialtaiden ominaisuudet

Tarkasteltavien järvialtaiden keskisyvyys vaihtelee Visulahden-Mustaselän noin kolmesta metristä Ukonveden-Päähkeenselän 6,5 metriin (taulukko 18). Vesistöalueen syvin kohta (30 m) löytyy Ukonvedeltä.

Taulukko 18. Ukonveden osa-aitaiden hydrologiset tiedot.

Osa-allas	Pinta- ala km ²	Valuma- alue km ²	Lähivaluma- alue km ²	Keski- syvyys m	Suurin syvyys m	Tilavuus milj. m ³	Viipymä vrk	Keski- virtaama m ³ /s
Visulahti-Mustaselkä	1.61	75.9	8.6	2.97	15	4.775	81	0.673
PappilanselkäLaunialanselkä	2.40	246.5	19.4	6.68	22	15.997	88	2.10
Annilanselkä	2.29	253.3	26.3	6.36	20	14.567	77	2.16
Kyyhkylänselkä	2.32	260.2	33.2	4.16	22	9.649	49	2.29
Ukonvesi-Päähkeenselkä	11.70	382.4	121.7	6.51	30	76.137	260	3.39
Pohjoisselkä-Leppäselkä	4.40	42.0	16.3	5.14	26	22.612	703	0.37

Mustaselältä ja Visulahdelta Kyyhkylänselälle saakka vesialtaiden viipymä on kohtalaisen lyhyt, 49-88 vrk, mutta pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan huomattavasti suuremman Ukonveden-Päähkeenselän viipymä on 260 vrk. Erillisen ja valuma-alueeltaan pienen Pohjoisselän-Leppäselän viipymä on pitkä, lähes kaksi vuotta. Koko vesialueen keskivirtaama on 3,4 m³/s.

3.2 Järvialtaiden vedenlaatu

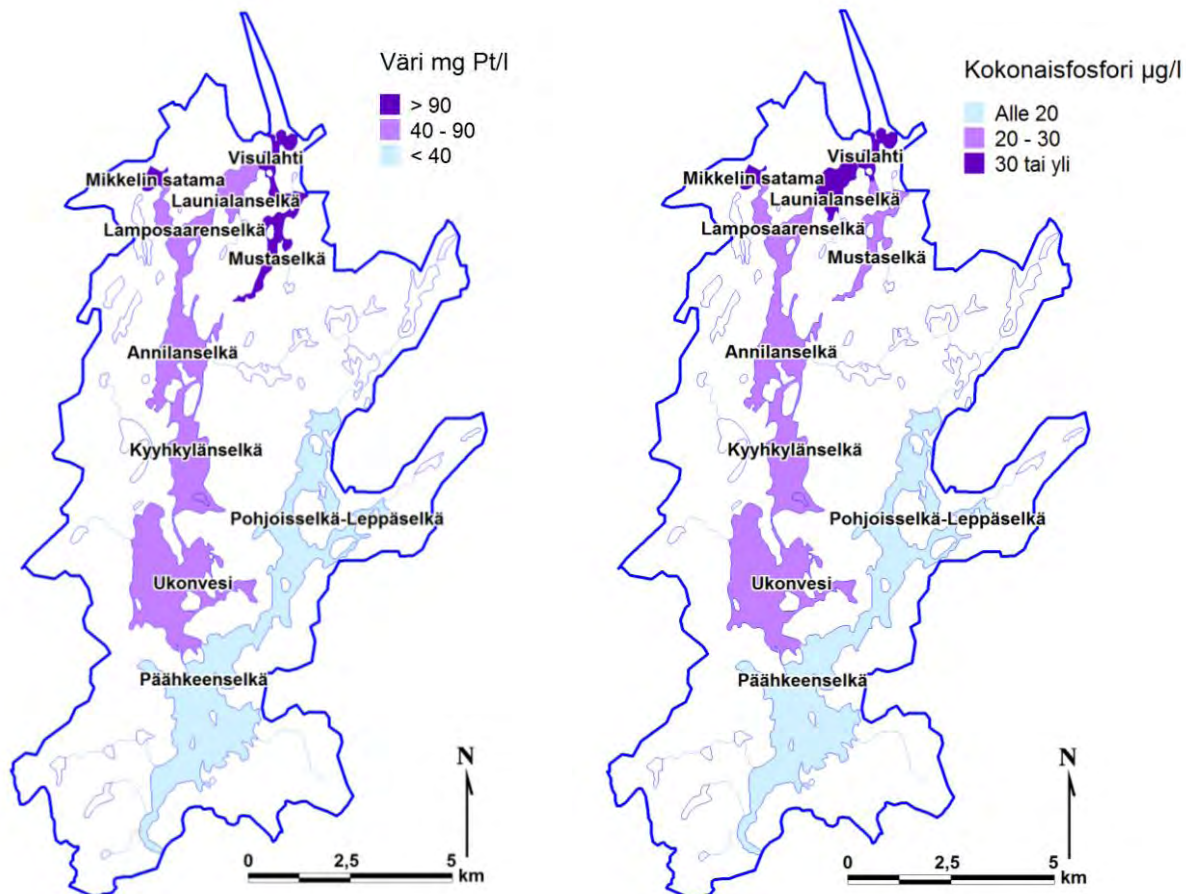
3.2.1 Nykyinen vedenlaatu

Vesialueen vesimuodostumat ovat tyypiltään keskikokoisia humusjärviä. Pohjoinen osa, Annilanselän-Kyyhkylänselän vesimuodostuma on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi ja eteläinen Ukonveden vesimuodostuma hyväksi.

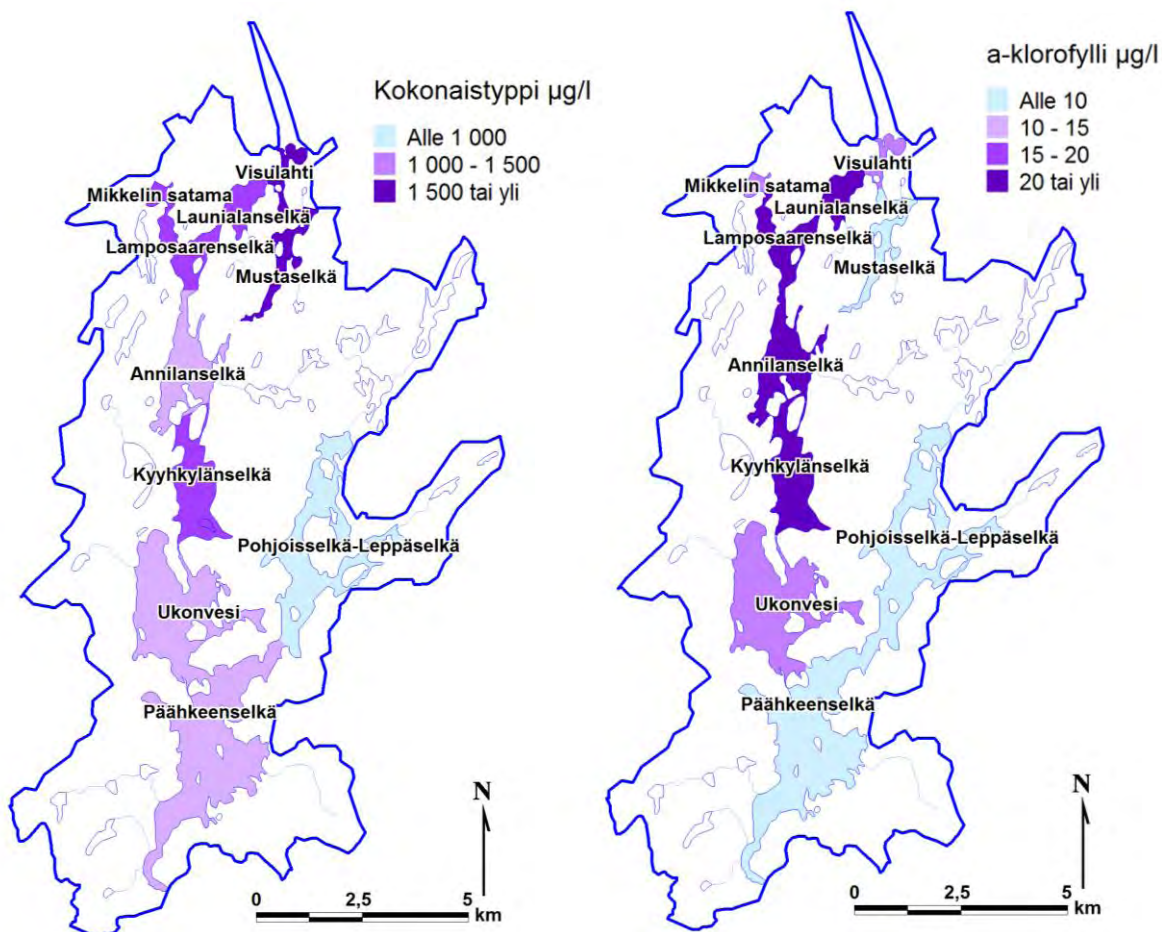
Kaikilla syvänneläntasemilla on ollut voimakasta hapenvajausta tai happikatoja pohjan lähellä. Alueen pohjoisosissa, Visulahdella, Launialanselällä, Mikkelin satamassa ja Lamposaarenselällä veden väri ja orgaanisen aineen määrä (COD) ovat korkeahkoja ja fosforipitoisuus sekä klorofyllipitoisuus ilmentävät vesialueen rehevyyttä (taulukko 19).

Taulukko 19. Veden laadun keskiarvot vuosilta 2003-2012 Mikkelin alapuolisen Saimaan järvihavaintopaikoilla syvyyksillä 1 m ja 1 m pohjasta (a-klorofylli 0-2 m).

	Näkösyvyys m	Happi mg/l	Happi kyll.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg O ₂ /l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO ₄ -P µg/l	a-klorof. µg/l 0-2 m
Visulahti 175												
1 m	1.1	8.9	78	3.3	11.3	7.0	125	20	1207	36	9	26
2h-1 m	1.1	3.0	23	7.4	17.3	6.5	204	23	1686	42	23	
Launialanselkä 092												
1 m	1.6	9.1	80	2.2	12.5	7.0	83	14	1711	30	7	16
2h-1 m	1.6	6.9	57	2.3	13.7	6.8	81	14	2114	27	11	
Mikkelin satama 094												
1 m	1.1	10.0	86	4.6	11.5	7.0	94	14	1450	32	8	19
2h-1 m	1.1	7.1	64	7.2	17.6	6.8	108	13	2079	35	14	
Lamposaarenselkä 093												
1 m	1.7	9.0	80	2.0	13.5	7.0	75	13	1962	27	7	15
2h-1 m	1.7	6.5	54	2.3	17.0	6.8	80	13	3529	30	16	
Annilanselkä 097												
1 m	1.8	9.5	83	1.9	13.5	7.1	68	12	1880	25	6	14
2h-1 m	1.9	6.8	57	1.9	14.5	6.8	73	12	2291	24	10	
Kyyhkylänselkä 098												
1 m	1.9	9.8	85	2.0	13.2	7.2	60	11	1535	27	7	15
2h-1 m	2.0	6.7	56	3.6	13.9	6.9	63	11	1610	34	14	
Ukonvesi 099												
1 m	2.6	10.0	87	1.3	12.8	7.3	42	9.4	1123	20		11
2h-1 m	2.7	4.6	37	3.3	13.6	6.8	53	9.2	1179	31		
Päähkeenselkä 103												
1 m	2.8	10.2	88	1.3	11.9	7.3	33	8.5	816	17		11
2h-1 m	2.8	4.6	38	3.0	12.4	6.9	41	8.4	979	23		
Leppäselkä 101												
1 m	2.9	10.2	88	1.3	10.0	7.3	32	8.3	584	15		8.6
2h-1 m	2.9	4.7	38	4.2	10.3	6.8	46	8.2	673	18		



Kuva 22. Vedenlaatu Ukonveden osa-altaissa luokiteltuna värin ja kokonaisfosforin mukaan.



Kuva 23. Vedenlaatu Ukonveden osa-altaissa luokiteltuna kokonaistypen ja a-klorofyllin mukaan.

Väriarvo pienenee jonkin verran Annilanselällä ja Kyyhkylänselällä, ja Ukonvesi, Päähkeenselkä ja Leppäselkä ovat lievästi ruskeavetisiä. Fosfori- ja klorofyllipitoisuus pienenevät selvästi vasta Ukonvedellä ja Päähkeenselällä, joita voidaan pitää lievästi rehevinä. Leppäselkä on vesialueista vähiten rehevä, mutta sitäkään ei voida luokitella karuksi (kuvat 22 ja 23).

Mikkelin jätevedenpuhdistamon vaikutus näkyy Lamposaarenselällä ja Annilanselällä yläpuoliseen vesistöön verrattuna kohonneina typpipitoisuuksina. Fosforipitoisuus kasvaa hieman Annilanselältä Kyyhkylänselälle todennäköisesti Surnuin alueelta tulevan fosforikuorman takia.

3.2.2 Veden laadun kehitys viimeisten 10 vuoden aikana

Kuten 3. jakovaiheen virtavesissä, myös järvialtailla on havaittavissa värin ja COD-arvon kasvu, joka tosin on loivempaa kuin virtavesissä. Sähkönjohtavuudella on ollut useimmilla havaintopaikoilla hyvin lievä laskeva suunta. Ravinnepitoisuudet eivät ole oleellisesti muuttuneet 10 viime vuoden aikana. Klorofyllipitoisuuden taso ei ole muuttunut, mutta Lau-nialanselällä ja Lamposaarenselällä on havaittavissa kahden viime vuoden aikana klorofyllipitoisuuden selkeä nousu edeltävien vuosien 2009-2010 tavanomaista pienempien pitoisuuksien jälkeen. Veden laadun kehitys on esitetty graafeina ja laatua kuvaavat tunnus-luvut taulukkona liitteessä 4.

3.3 Järvialtaiden kuormitus

3.3.1 Järvialtaiden nykyinen kuormitus

Alueelle tuleva pistekuormitus kohdistuu lähes kokonaan Pappilanselälle, johon johdetaan Mikkelin jätevedenpuhdistamon jätevedet. Puhdistamon fosforikuorma tarkastelujaksolla 2000-2011 on ollut keskimäärin 1260 kg vuodessa ja typpikuorma noin 150 t vuodessa (VAHTI-rekisteri). Pappilanselän aluetta kuormittaa myös Misawa Oy:n sahalaite noin 75-100 kg fosforikuormalla vuodessa. Muuten kuormitus on lähinnä hajakuormitusta. Järvialtaiden tuleva ja lähtevä ravinnekuorma sekä sedimentaatio on esitetty taulukossa 20 ja tarkemmin liitteessä 5.

Visulahden-Mustaselän alueelta Kyyhkylänselälle saakka kullekin järvialtaalle tulevasta fosforikuormasta pidättyy alle neljännes, Kyyhkylänselällä vain 13 % (taulukko 20, liite 5). Pitkäviipymäisellä Pohjoisselän-Leppäselän alueella retentio on suuri, yli 60 %, ja Ukonveden-Päähkeenselän alueella se on merkittävä, 43 %. Pitkä viipymä ja suuri sedimentaatio näkyy myös Ukonveden ja Päähkeenselän pohjoisempia selkiä selvästi pienempänä fosforipitoisuutena.

Kuormitus on luonnollisesti suurinta kevättulvan aikaan, mutta syksyisin on nähtävissä toinen kuormitushuippu, joka on joinakin vuosina jopa suurempi kuin kevättulvan aiheuttama (liite 5).

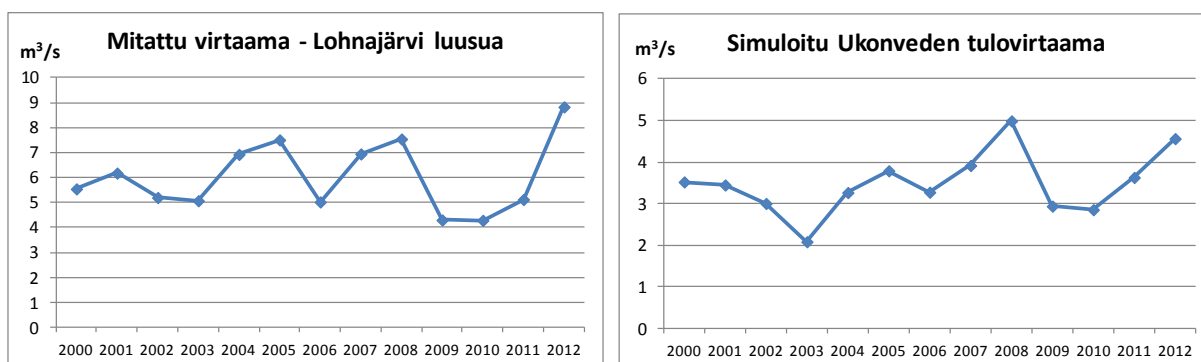
Taulukko 20. Ukonveden altaiden ravinnetaseet (Vemala). Taulukon arvot ovat keskiarvoja jaksolle 01.01.2000-31.12.2011.

Fosfori							
Järvi id	Järvi nimi	Lähtö- virtaama m ³ /s	Keskim. pit. µg/l	Tulo- kuorma kg/v	Lähtö- kuorma kg/v	Keskim. retentio kg/ha/v	Keskim. retentio- %
4_151_041	Visulahti-Mustaselkä	0.67	41.6	1216	940	1.72	22
4_151_040	Pappilanselkä-Launialanselkä	2.10	37.8	3396	2551	3.52	24
4_151_039	Annilanselkä	2.16	30.3	2697	2121	2.51	21
4_151_038	Kyyhkylänselkä	2.23	27.7	2278	1975	1.32	13
4_151_001	Ukonvesi-Päähkeenselkä	3.39	19.9	3788	2148	1.40	43
4_151_037	Pohjoisselkä-Leppäselkä	0.37	16.5	496	192	0.69	61

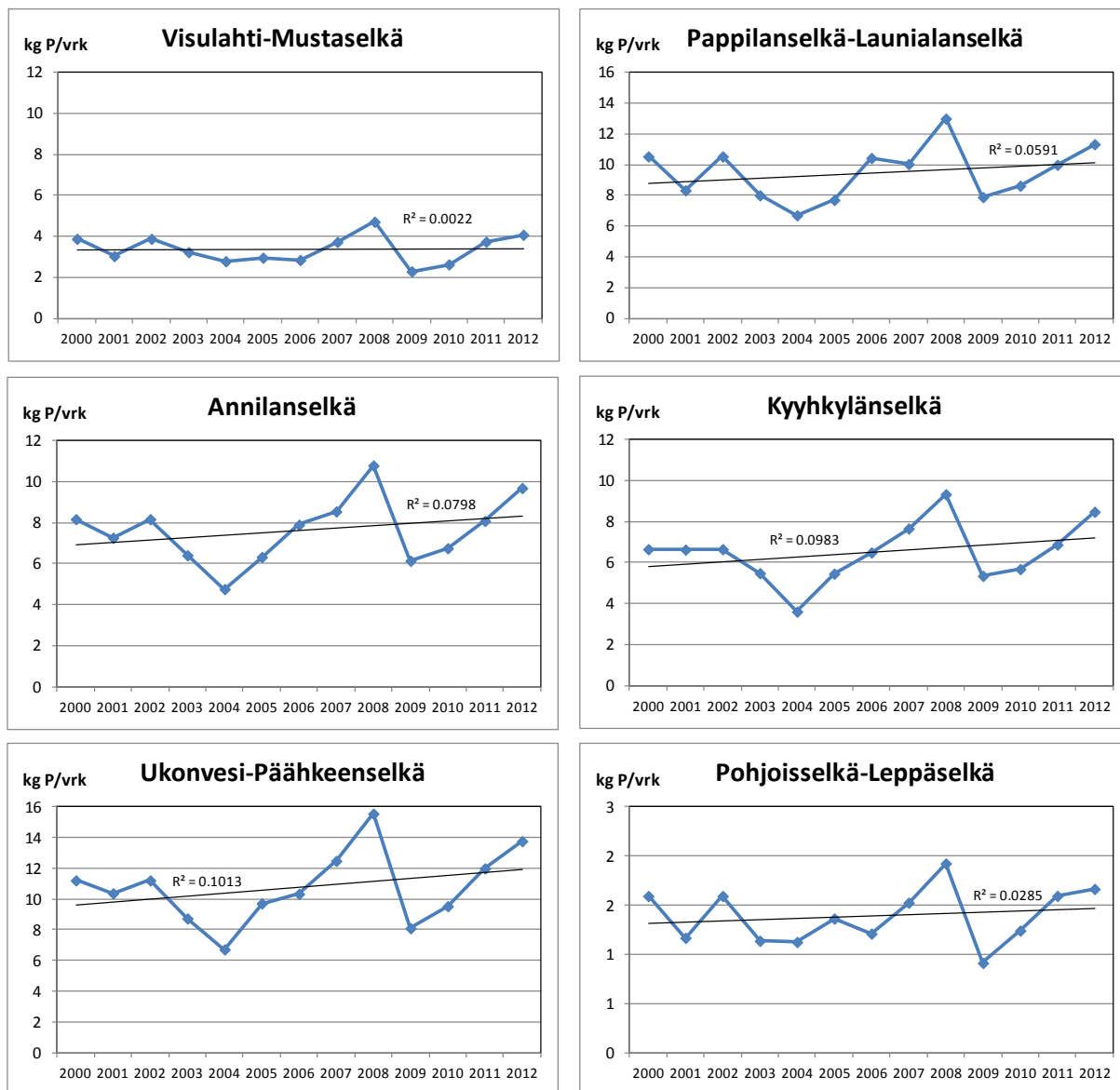
Typpi							
Järvi id	Järvi nimi	Lähtö- virtaama m ³ /s	Keskim. pit. mg/l	Tulo- kuorma t/v	Lähtö- kuorma t/v	Keskim. retentio t/ha/v	Keskim. retentio- %
4_151_041	Visulahti-Mustaselkä	0.67	0.96	27.4	22.4	0.031	18
4_151_040	Pappilanselkä-Launialanselkä	2.10	3.15	208	195	0.052	6
4_151_039	Annilanselkä	2.16	2.73	198	186	0.052	6
4_151_038	Kyyhkylänselkä	2.23	2.50	190	179	0.049	5
4_151_001	Ukonvesi-Päähkeenselkä	3.39	1.47	213	159	0.047	25
4_151_037	Pohjoisselkä-Leppäselkä	0.37	0.42	11.2	4.97	0.014	55

3.3.2 Kuormituksen kehitys 2000-luvulla

Useimmilla Ukonveden järvi-altailta fosforikuormalla on lievä kasvava suunta 2000-luvulla (kuva 24, liite 5). Selvimmin kasvu näkyy Annilanselältä Ukonvedelle ulottuvalla alueella. Visulahden-Mustaselän alueella fosforikuorman taso ei ole muuttunut tarkastelujaksolla ja Pohjoisselän-Leppäselän alueella kasvu on ollut vähäisempää kuin muilla altailla. Fosforikuorman vuosien välinen vaihtelu on ollut hyvin pitkälti riippuvainen virtaamasta (kuva 23).



Kuva 24. Lohnejärven luusuan (asteikko 0410400, valuma-alue 788 km², järvisyys 11.2 %) mitattu virtaama ja Vemalan simuloima Ukonveden-Päähkeenselän tulovirtaama 2000-luvulla.



Kuva 25. Ukonveden järviältaille tulevan fosforikuorman vuosikeskiarvot 2000-luvulla (Vemala).

3.3.3 Tulevan kuormituksen arviointi Friskin (1979) mukaan

Vemalan avulla laskettujen kuormitusarvioiden varmistamiseksi järviältaisiin tuleva fosforikuorma laskettiin järviältaan keskimääräisen havaitun fosforipitoisuuden, altaan tilavuuden ja keskivirtaaman avulla. Laskelmissa käytettiin vuosien 2000-2011 pitoisuuden ja virtaaman keskiarvoja. Kuormitusarviot täsmäsivät hyvin Visulahden-Mustaselän, Annilanselän, Kyyhkylänselän ja Ukonveden-Päähkeenselän alueilla Vemalan laskemien kuormitusarvioiden kanssa (taulukko 21).

Pappilanselän-Launialanselän alueella Vemalan antama kuorma oli noin 2 kg/vrk suurempi kuin Friskin kaavalla laskettu kuorma. Tämä johtuu selvästä erosta havaitun ja Vemalan laskeman fosforipitoisuuden välillä. Pappilanselän havaintoasema (Lamposaarenselkä 093) lie-nee hieman syrjässä sataman ja puhdistamon suunnasta tulevasta virtauksesta, jolloin puhdistamon fosforikuorman vaikutus ei näy kokonaisuudessaan havaintoaseman

fosforipitoisuuksissa. Tätä tukee se, että Annilanselän (havaintoasema 097) fosforipitoisuus on ollut jonkin verran suurempi kuin Lamposaarenselän havaintoaseman. Vemalan kuormitusarviota voidaan pitää oikeampana kuin Friskin menetelmällä laskettua kuormaa.

Pohjoisselän-Leppäselän alueella Friskin kaavalla saatiin jonkin verran Vemalan laskemaa suurempi fosforikuorma. Kyseessä saattaa olla sisäisen kuorman osuus Friskin menetelmällä lasketussa kuormassa. Koska siinä käytetään laskennassa altaan havaittua fosforipitoisuutta, kaavalla saadaan tulokseksi kokonaiskuorma, joka sisältää myös sisäisen kuorman. Vemalan laskema tulokuorma taas ilmaisee altaaseen tulevan ulkoisen kuorman.

Taulukko 21. Ukonveden altaiden tuleva fosforikuorma havaittujen fosforipitoisuuksien avulla laskettuna (Frisk 1979) sekä Vemalan simuloima fosforipitoisuus ja kuormitusarvio. Taulukon arvot ovat keskiarvoja jaksolle 01.01.2000-31.12.2011.

Järviallas	P-pitoisuus (simuloitu, Vemala) µg/l	P-kuorma (Vemala-arvio) kg/vrk	P-pitoisuus havaittu µg/l	P-kuorma (Frisk 1979) kg/vrk
Visulahti-Mustaselkä	41.6	3.3	36.2	3.0
Pappilanselkä-Launialanselkä	37.8	9.3	27.3	7.4
Annilanselkä	30.3	7.4	31.4	7.9
Kyyhkylänselkä	27.7	6.2	26.6	6.0
Ukonvesi-Päähkeenselkä	19.9	10.4	20.2	10.4
Pohjoisselkä-Leppäselkä	16.5	1.4	14.8	1.9

3.3.4 Fosforikuormituksen sietoarviot

Järvi-altaille laskettiin fosforikuormituksen sietoarviot Vollenweiderin & Dillonin (1974) mukaan. Alemman sietorajan (ns. sallittava kuorma) ylittävän fosforikuorman voidaan katsoa johtavan lievään rehevöitymiseen ja ylemmän sietorajan (ns. vaarallinen kuorma) johtavan vesialueen rehevöitymiseen.

Järvi-altaiden pintakuorma ($\text{g/m}^2 \cdot \text{v}$) on selvästi suurempi alueen pohjoisosissa Mustaselältä Kyyhkylänselälle verrattuna eteläisiin, pinta-alaltaan suurempiin Ukonveden ja Päähkeenselän altaisiin sekä erillisiin ja pitkäviipymäisiin Pohjoisselän ja Leppäselän altaisiin.

Järvi-altaille tuleva fosforikuorma ylitti ylemmän sietorajan Visulahden-Mustaselän, Pappilanselän-Launialanselän, Annilanselän ja jonkin verran myös Kyyhkylänselän alueella (taulukko 22). Ukonveden-Päähkeenselän sekä Pohjoisselän-Leppäselän alueella ylittyi alempi sietoraja. Tulokset käyvät hyvin yksiin alueiden havaittujen fosforipitoisuuksien sekä ekologisen luokituksen kanssa.

Taulukko 22. Nykyinen fosforikuormitus ja sen sietorajat Ukonveden altailla (Vollenweider & Dillon 1974).

	Tuleva kuorma (Vemala)		Sallittava kuorma		Vaarallinen kuorma	
	g/m ² *v	kg/vrk	g/m ² *v	kg/vrk	g/m ² *v	kg/vrk
Visulahti-Mustaselkä	0.755	3.3	0.283	1.2	0.583	2.6
Pappilanselkä-Launialanselkä	1.14	9.3	0.452	3.0	0.825	5.4
Annilanselkä	1.18	7.4	0.474	3.0	0.854	5.4
Kyyhkylänselkä	0.982	6.2	0.488	3.1	0.873	5.5
Ukonvesi-Päähkeenselkä	0.324	10.4	0.224	7.2	0.491	15.7
Pohjoisselkä-Leppäselkä	0.113	1.4	0.102	1.2	0.275	3.3

3.3.5 Sisäinen kuormitus

Vemalan laskema sisäinen kuormitus

Vemalan kuormitussimuloinnin mukaan järvialtailla tapahtui sisäistä kuormitusta huhtisyysskuussa. Vemalan laskema sisäinen kuormitus oli Visulahden-Mustaselän, Pappilanselän-Launialanselän, Annilanselän ja Kyyhkylänselän alueilla vähäistä, noin 11-22 % ulkoisesta kuormasta (taulukko 23). Ukonveden-Päähkeenselän alueella sisäinen kuorma oli noin puolet ulkoisesta kuormasta. Pohjoisselän-Leppäselän alueella sisäinen kuormitus oli selvästi suurinta, lähes puolitoistakertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna.

Perustuotantoarvion ja laajennetun ainetaseen avulla laskettu sisäinen kuormitus

Klorofyllipitoisuuden ja edelleen perustuotannon avulla laskettu sisäinen kuormitus oli huomattavasti suurempi, noin 15-19 –kertainen verrattuna Vemalan laskemaan sisäiseen kuormaan. Altainen väliset erot kuormituksessa olivat kuitenkin hyvin samansuuntaiset molemmilla laskutavoilla. Tasoerot johtuvat siitä, että sisäiseen kuormaan sisältyy eri komponentteja laskentamenetelmästä riippuen (ks. menetelmäosio). Laajennetun ainetaseen laskennassa käytetyt parametrit on esitetty liitteessä 8.

Taulukko 23. Ulkoinen fosforikuorma sekä Vemalan simuloima ja perustuotantoarvion avulla laskettu sisäinen kuorma (2000-luvun keskiarvo).

Järviallas	Ulkoinen P-kuorma	Vemalan simuloima		a-klorofylli	Näkö-syvyys	Perustuotannon avulla laskettu	
	(Vemala)	sisäinen kuorma	sisäinen/ulkoinen	havaittu	havaittu	sisäinen kuorma	sisäinen/ulkoinen
	kg/vrk	kg P/vrk		µg/l	m	kg P/vrk	
Visulahti-Mustaselkä	3.3	0.72	0.22	26	1.0	13	4.1
Pappilanselkä-Launialanselkä	9.3	1.1	0.11	16	1.5	16	1.7
Annilanselkä	7.5	1.0	0.13	14	1.7	16	2.2
Kyyhkylänselkä	6.3	1.0	0.16	15	1.7	18	2.9
Ukonvesi-Päähkeenselkä	10.5	5.1	0.49	11	2.2	88	8.4
Pohjoisselkä-Leppäselkä	1.4	1.9	1.40	8.6	2.4	29	21.5

4. OSA 3: SURNUIN, EMOLANJOEN JA VISULAHDEN-MUSTASELÄN ERITYISTARKASTELTAVAT VALUMA-ALUEET

Erityistarkasteluun valittiin kohteita, joissa arvioitiin tai aiemmissa seurannoissa on havaittu keskimääräistä suurempaa ravinnekuormitusta tai veden laatu on ollut heikompi kuin alueella yleisesti. Ukonveden lähialueella Surnuin alueella peltojen osuus on suuri samoin kuin Myllyjoen valuma-alueella sijaitsevan Säkälampeen laskevan ojan valuma-alueella. Emolanjoen valuma-alueella sijaitsevan Heilajoen vesi on vähäravinteista, mutta fosforipitoisuus kohoaa selvästi alapuolisen Naistinki-järven jälkeisellä jokireitillä.

4.1 Vedenlaatu

Pienten uomien vuonna 2012 mitatut ravinnepitoisuudet vaihtelivat erittäin paljon valuma-alueiden välillä (taulukko 24, liite 6). Surnuihin laskevissa ojissa fosforipitoisuus oli korkeimmillaan lähes 400 µg/l (Pellosniemen oja 4.9.2012), mutta Kapalammen laskuojassa ja Tuukkalan pelto-ojassa pitoisuudet vaihtelivat noin 30-70 µg/l. Surnuista lähtevässä vedessä (Porraslampi 077) fosforipitoisuus vaihteli 35-45 µg/l.

Havaintopaikka Launialan silta 125 kuvaa Visulahdelta Launialanselälle purkautuvan veden laatua. Fosforipitoisuus vaihteli hieman alle 30 µg/l:sta 45 µg/l:aan ja oli suurimmillaan huh-tikuun lopun näytteenotokerralla.

Taulukko 24. Erityiskohteiden havaintopaikkojen veden laadun keskiarvot vuonna 2012.

Havaintopiste	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD _{Mn} mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fe µg/l
Ukonveden lähialue 04.151													
Kapalammen laskuoja 110	7.0	56	0.56	2.3	17.8	6.9	63	11	3.2	1 145	52	29	483
Tuukkalan pelto-oja 221	8.6	66	0.49	6.8	21.3	6.7	108	17	8.3	1 660	42	21	1165
Näköpellon oja 339	7.1	54	0.55	14	17.5	6.5	170	21	7.5	2 465	67	37	2310
Pellosniemen oja 340	4.6	31	0.50	6.8	15.0	6.4	210	26	4.6	2 700	137	72	3575
Porraslampi 077	8.1	70	0.46	3.2	14.0	7.0	85	14	4.7	1 275	40	8	608
Launialan silta 125	9.0	77	0.28	3.4	10.2	6.8	145	23	3.4	1 600	35	10	608
Emolanjoen valuma-alue 04.153													
Heilajoki 021	9.4	79	0.20	0.90	6.1	6.8	74	14	1.5	598	11	2	273
Naistinkiin laskeva oja 022	10.2	88	0.71	34	14.8	7.2	38	6.7	3.7	1 228	90	78	2653
Naistinki luusua 272	8.4	70	0.23	1.8	6.9	6.6	74	14	1.5	595	14	3	424
Naistinginjokeen laskeva oja 319	8.2	68	0.52	23	14.3	6.5	230	24	38	3 850	165	43	7725
Pankajoki 228	8.3	69	0.25	2.6	7.8	6.6	108	17	2.3	835	21	6	830
Laihalammen luusua 264	6.7	58	1.02	10	14.8	7.0	101	10	5.3	1 025	58	27	2775
Myllyjoen valuma-alue 04.156													
Säkälampeen laskeva oja 341	9.8	77	0.37	4.8	11.8	6.7	253	37	4.8	2 050	57	27	990

Emolanjoen valuma-alueella sijaitsevista erityiskohteista Naistinkiin laskevan Heilajoen (havaintoasema Heilajoki 021) veden laatu oli ravinnepitoisuuksien osalta varsin hyvä (fosforipi-

toisuus vaihteli 8-14 µg/l) eikä heikentynyt paljonkaan Naistingin luusuaan tultaessa. Sen sijaan Naistinkiin laskevan ojan (asema 022) ja Naistingin alapuolella Naistinginjokeen laskevan ojan (asema 319) fosforipitoisuus oli kesäkuun näytteenottokerralla varsin korkea.

Laihalammesta jokireitille laskevan Laihalammen luusuan fosforipitoisuus oli melko suuri keväällä ja myöhään syksyllä, mutta oli alle 30 µg/l kesällä. Pankajoen (havaintoasema 228) fosforipitoisuus vaihteli 17-24 µg/l.

Myllyjoen valuma-alueella sijaitsevan Säkälampeen laskevan ojan fosforipitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla melko korkea (noin 50-70 µg/l), ja veden humuspitoisuus (COD) oli kohtalaisen suuri.

4.2 Kuormitus ja kuormituksen jakaantuminen

4.2.1 Kuormitus

Erityistarkasteltavien kohteiden havaintopaikkojen valuma-alueiden koko vaihteli alle neliökilometristä 60 neliökilometriin ja ravinnekuormat olivat siten hyvin vaihtelevan suuruisia (taulukko 25). Liitteessä 7 on esitetty havaintopaikkojen havaitut kuormat sekä Vemalan simuloidut päiväkohtaiset kuormat vuodelta 2012. Lisäksi liitteessä on esitetty Iso- ja Pikku-Surnun sekä Naistingin ja sen alapuolella sijaitsevan Laihalammen fosfori- ja typpitase vuonna 2012.

Vemalan kuormituslaskelman mukaan Iso-Surnu ja Pikku-Surnu ovat jossain määrin sisäkuormitteisia, mikä sopii yhteen vedenlaatuhavaintojen kanssa: pohjanläheinen vesikerros on kerrostuskausien lopulla vähähappinen tai hapeton ja samalla fosforipitoisuus kohoaa pohjan lähellä. Surnuin alueelta virtaa Kyyhkylänselälle riittävästi fosforia nostamaan Kyyhkylänselän fosforipitoisuuden keskimäärin 2 µg/l korkeammaksi kuin yläpuolisella Annilanselällä.

Naistinki tai Laihalampi eivät ole Vemalan laskelman mukaan sisäkuormitteisia. Vedenlaatuhavaintojen mukaan Naistingista lähtevän veden fosforipitoisuus on kuitenkin keskimäärin noin kaksinkertainen siihen laskevaan Heilajokeen verrattuna. Tämä johtunee osittain Naistinkiin taajama-alueelta valuvista hulevesistä, joiden pitoisuus voi olla ajoittain huomattavan korkea. On myös mahdollista, että Vemalan kuormituslaskennan tarkkuus ei vielä riitä Naistingin tapaisen valuma-alueeltaan poikkeuksellisen altaan sisäisen kuormituksen arviointiin.

4.2.2 Ominaiskuormat

Vemalan valuma-alueen pinta-alayksikköä kohti laskema fosforikuorma oli varsin suuri havaintopaikoilla, joilla peltojen osuus valuma-alueesta on merkittävä: Surnuin alueella sijaitsevat Kapalammen laskuoja 110, Tuukkalan pelto-oja 221 ja Näköpellonoja 339 sekä Myllyjoen valuma-alueella sijaitseva Säkälampeen laskeva oja 341. Emolanjoen valuma-alueella sijaitsevaan Naistinkiin ja sen alapuolelle laskevien ojien ominaiskuorma oli myös kohtalaisen suuri, vaikka peltojen osuus on täällä melko pieni.

Typen ominaiskuorma vaihteli saman suuntaisesti kuin fosforilla. Naistinginjokeen laskevan ojan typen ominaiskuorma oli huomattavan suuri, samalla tasolla kuin peltoalueilta tuleva typpikuorma Surnuin alueella.

Taulukko 25. Vesistömallijärjestelmän (Vemala) laskemat keskimääräiset fosfori- ja typpikuormat erityiskohteissa. Ominaiskuorma ($\text{kg}/\text{km}^2/\text{a}$) on laskettu havaintopaikan koko yläpuolista valuma-aluetta kohti.

Fosfori

Havaintopiste	Havainto lkm	Kuorma Havaittu kg/vrk	Pitoisuus Havaittu ug/l	Pitoisuus Simuloitu ug/l	Valuma- alue km^2	Peltojen osuus %	Ominais- kuorma $\text{kg}/\text{km}^2/\text{v}$
Ukonveden lähialue							
04_151 Kapalammen laskuoja 110	2	0.10	46.0	96.3	1.1	20.0	33.2
04_151 Tuukkalan pelto-oja 221	10	0.37	102	115	1.1	23.6	123
04_151 Näköpellonoja 339	2	0.08	39.0	177	1.0	43.7	28.4
04_151 Pellosniemen oja 340	2	0.00	49.5	42.9	0.3		
04_151 Porraslampi 077	2	0.55	39.5	93.4	6.4		31.4
04_151 Launialanl silta 125	2	2.58	36.5	26.1	75.9		12.4
Emolanjoen valuma-alue							
04_153 Heilajoki 021*	7	0.36	10.3	11.4	44	5.9	3.0
04_153 Naistinkiin laskeva 022	2	0.03	165	59.8	0.86	4.7	12.7
04_153 Naistinki luusua 272	3	0.53	27.7	15.8	45.9	7.1	4.2
04_153 Naistinginjokeen oja 319*	50	0.10	69		1.9		19.1
04_153 Laihalammen luusua 264	5	0.017	44.0	31.0	0.71		5.1
04_153 Pankajoki 228	28	0.84	24.7	20.7	60.5	6.2	8.7
Myllyjoen valuma-alue							
04_156 Säkälampeen lask oja 341	2	0.43	51.0	132	4.2	26.7	37.1

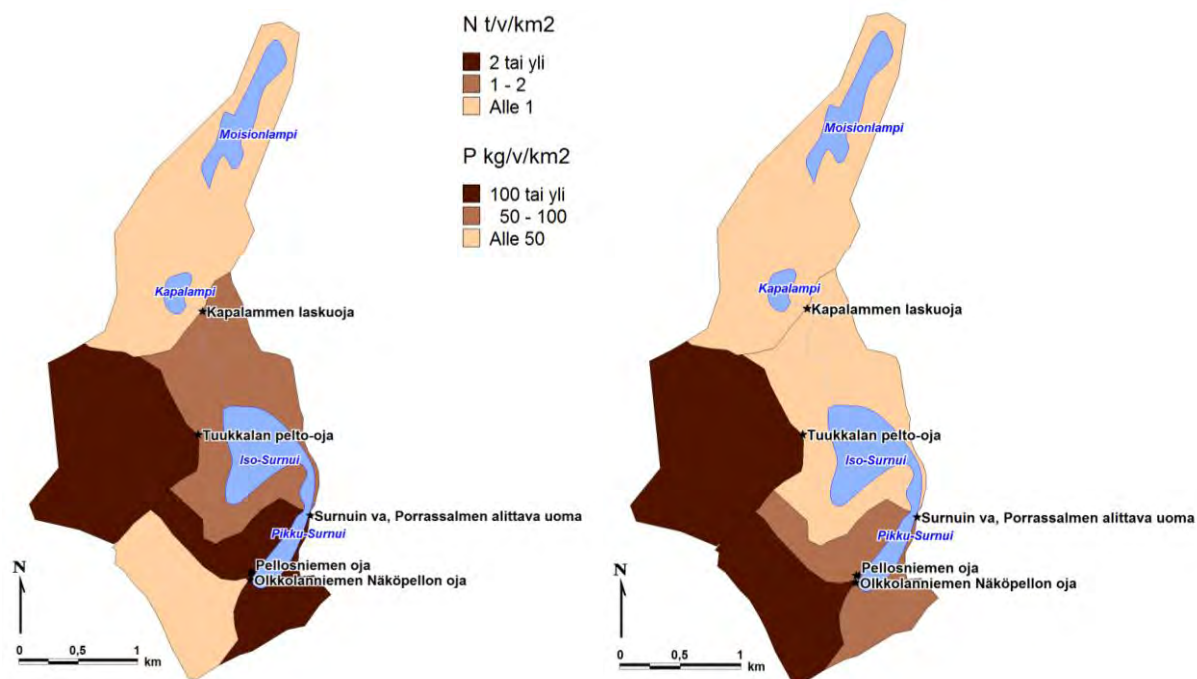
Typpi

Havaintopiste	Havainto lkm	Kuorma Havaittu t/vrk	Pitoisuus Havaittu mg/l	Pitoisuus Simuloitu mg/l	Valuma- alue km^2	Peltojen osuus %	Ominais- kuorma $\text{t}/\text{km}^2/\text{a}$
Ukonveden lähialue							
04_151 Kapalammen laskuoja 110	2	0.00	1.34	1.13	1.1	20.0	
04_151 Tuukkalan pelto-oja 221	10	0.01	1.89	1.18	1.1	23.6	3.3
04_151 Näköpellonoja 339	2	0.01	2.48	1.78	1.0	43.7	3.5
04_151 Pellosniemen oja 340	2	0.00	2.75	0.47	0.3		
04_151 Porraslampi 077	2	0.007	1.40	1.13	6.4		0.40
04_151 Launialanl silta 125	2	0.06	1.80	0.75	75.9		0.29
Emolanjoen valuma-alue							
04_153 Heilajoki 021*	7	0.02	0.59	0.50	44	5.9	0.15
04_153 Naistinkiin laskeva 022	2	0.00	1.45	1.20	0.86	4.7	
04_153 Naistinki luusua 272	3	0.02	0.70	0.57	45.9	7.1	0.16
04_153 Naistinginjokeen oja 319*	44	0.017	12		1.9		3.3
04_153 Laihalammen luusua 264	5	0.0005	0.77	0.92	0.71		0.26
04_153 Pankajoki 228	26	0.03	0.81	0.67	60.5	6.2	0.18
Myllyjoen valuma-alue							
04_156 Säkälampeen lask oja 341	2	0.03	2.3	1.82	4.2	26.7	2.6

*Havaintopaikkojen Heilajoki 021 ja Naistinginjokeen laskeva oja 319 valuma-alueen koko oli määritetty Vemalassa liian suureksi, joten kuorma on laskettu havaittujen pitoisuuksien ja korjatun virtaama-arvion avulla.

Erityiskohteiden valuma-alueiden ominaiskuormia on tarkasteltu vuoden 2012 näytteenotto-paikkoja laajemmin kuvissa 26-32. *Surnuin alueen* ominaiskuormituksiin huomioitiin ominaiskuormitukset, jotka oli laskettu Kapalammen laskuojan, Tuukkalan pelto-ojan ja Näköpellonjon tulosten perusteella. Muiden osavaluma-alueiden kuormitukset yleistettiin Vemalan

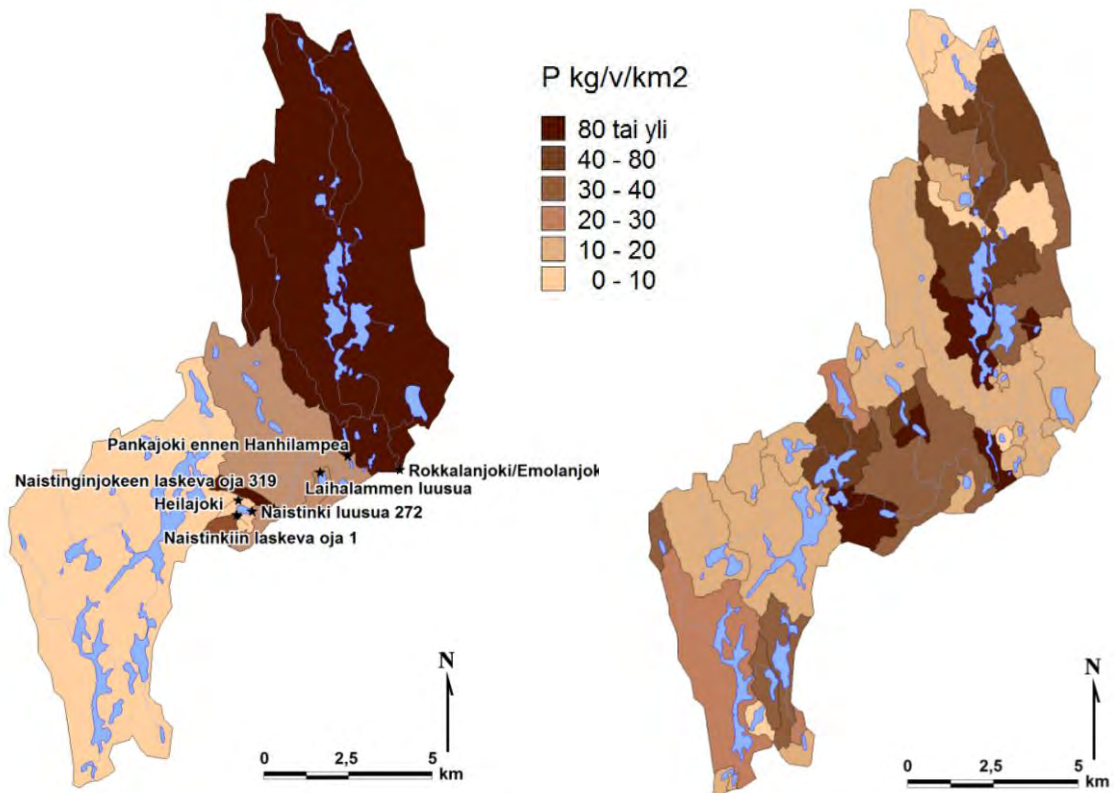
laskemien Iso-Surnun ja Pikku-Surnun ominaiskuormitusten perusteella (kuva 26). Koko Surnuin alueen ominaiskuormat ovat huomattavan suuria.



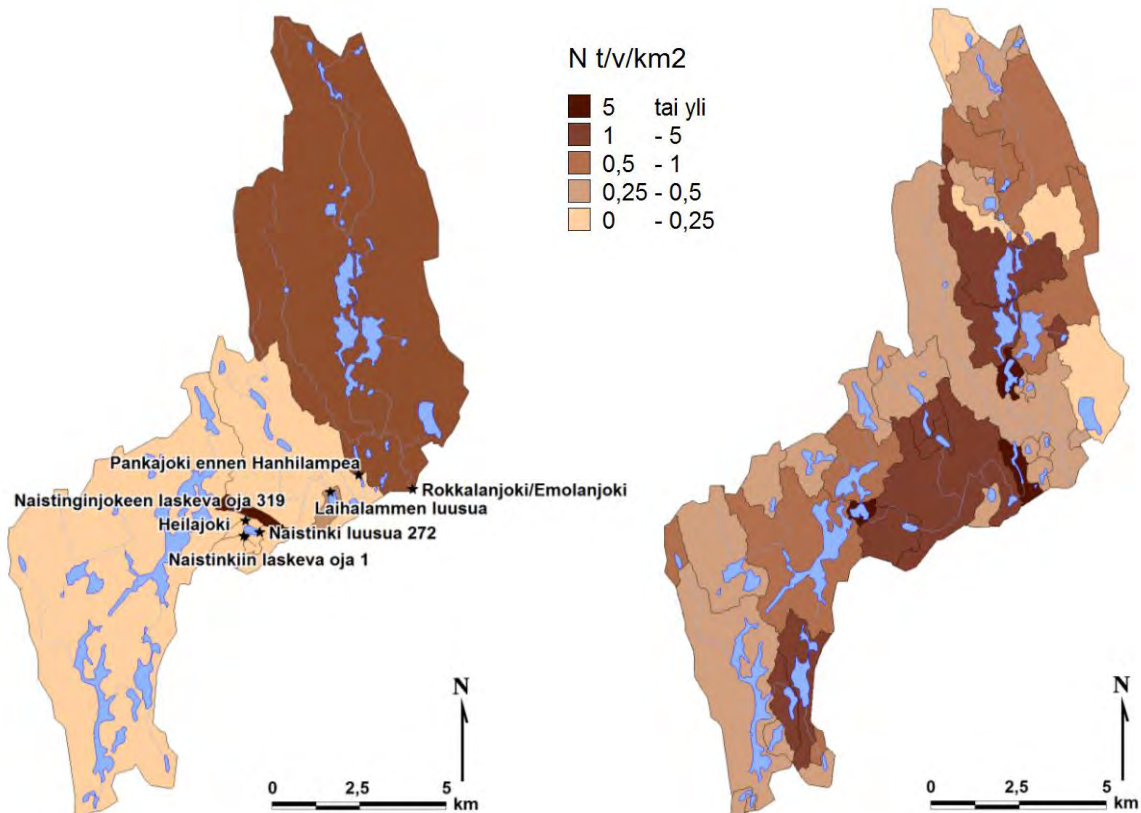
Kuva 26. Surnuin valuma-alueiden fosforin (vas.) ja typen (oik.) ominaiskuormitus (kg/v/km²).

Emolanjoen valuma-alueen osavaluma-alueiden kuormitukset on esitetty kahdella tavalla: havaintopisteiden vedenlaatutietojen perusteella laskettujen ominaiskuormitusten avulla sekä Vemala-mallin antamien järvi-kohtaisten ominaiskuormitusten avulla (kuvat 26 ja 27). Järvi-kuormitustarkastelussa Emolanjoen valuma-alueen keskimääräinen ominaiskuormitus on annettu kuormitusarvoksi valuma-alueen purkupisteelle sekä yhdelle nimettömälle lammelle.

Eri tavoin lasketut ominaiskuormat eroavat jossain määrin toisistaan, ja erityisesti Emolanjoen valuma-alueen pohjoisosan fosforin ominaiskuorma vaikuttaa suurelta vedenlaatuhavaintojen perusteella laskettuna. Molemmilla tavoin laskettuna ongelma-alueiksi nousevat juuri valuma-alueen pohjoisosa sekä Mikkelin kaupungin seutu.



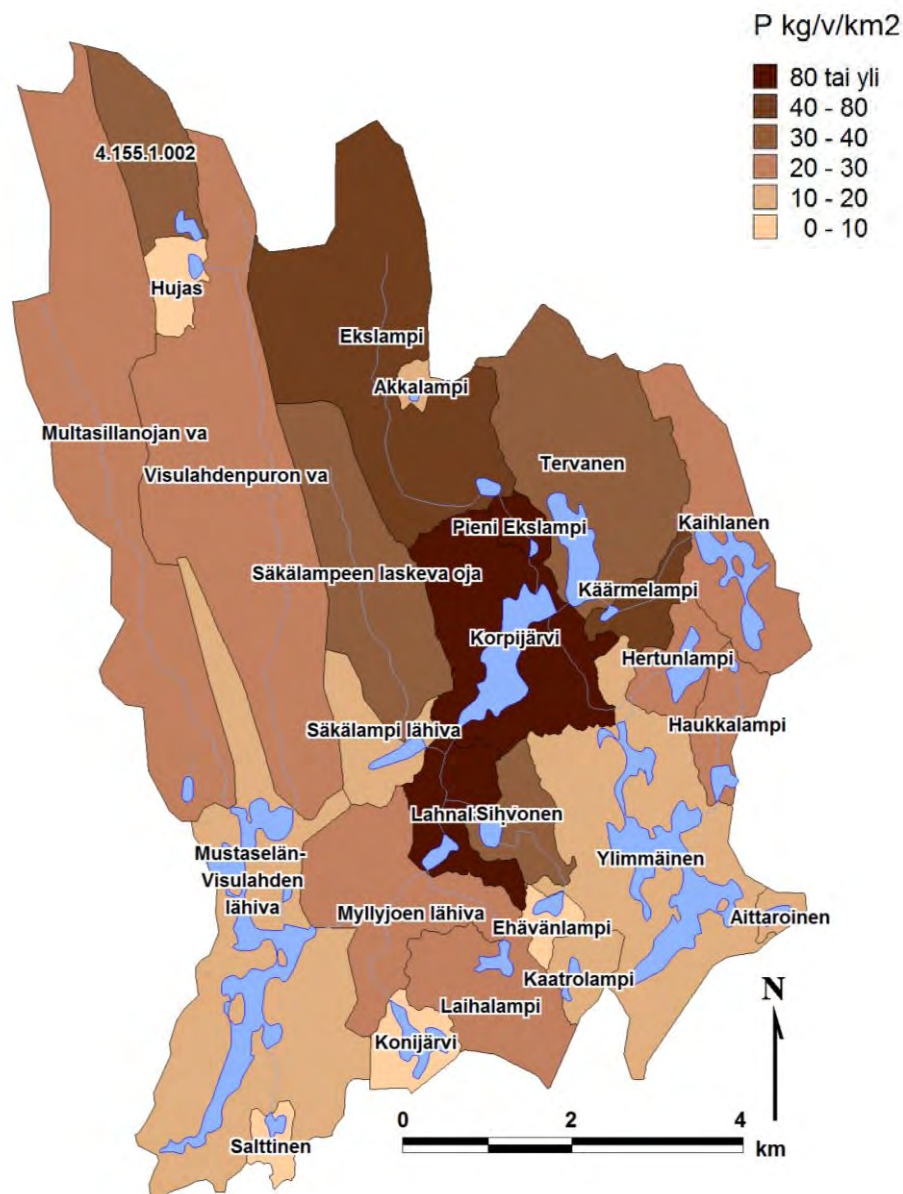
Kuva 27. Emolanjoen valuma-alueiden fosforin ominaiskuormitus (kg/v/km^2), vas. havaintopaikoilta mitattujen pitoisuuksien perusteella arvioitu ominaiskuormitus ja oik. järvien ominaiskuormitukset Vemala-mallin mukaan arvioituna.



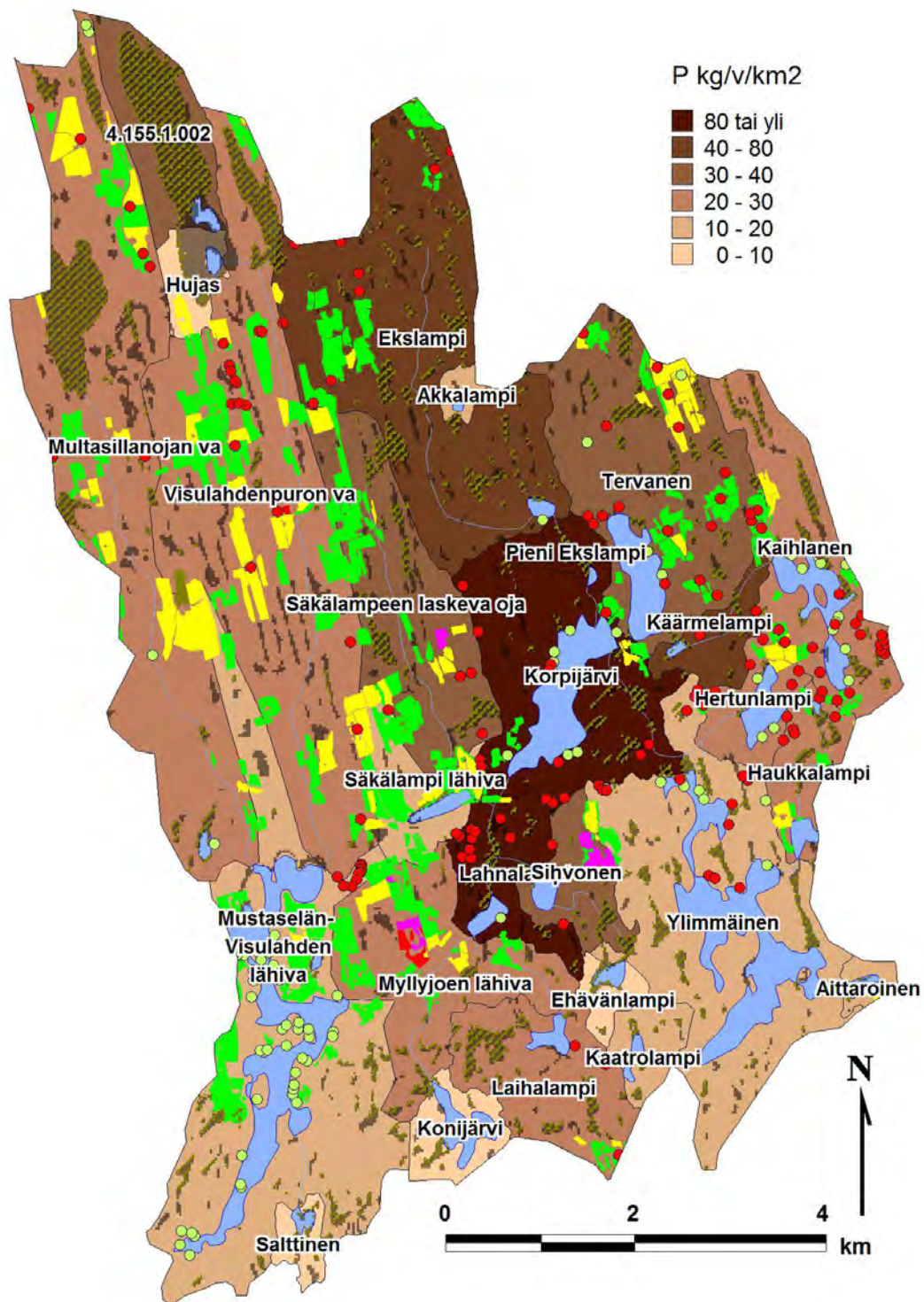
Kuva 28. Emolanjoen valuma-alueiden typen ominaiskuormitus (t/v/km^2), vas. havaintopaikoilta mitattujen pitoisuuksien perusteella arvioitu ominaiskuormitus ja oik. järvien ominaiskuormitukset Vemala-mallin mukaan arvioituna.

Visulahden-Mustaselän osavaluma-alueiden ominaiskuormat on esitetty osittain vedenlaatu-
havaintojen perusteella (Multasillanojan ja Visulahdenpuron valuma-alueet, Visulahden-
Mustaselän lähivaluma-alue, Säkälampeen laskeva oja sekä Myllyjoen lähivaluma-alue) ja
osittain Vemalan kuormitusarvioiden perusteella. Monista alueen järvistä on varsin vähän
vedenlaatatietoja, joten Vemalan kuormitusarvioiden tarkkuus ei ole niiltä osin hyvä.

Fosforin osalta ominaiskuormat ovat suurimpia Korpijärven ja joidenkin siihen laskevien jär-
vien valuma-alueilla. Typen ominaiskuormat ovat suuria samoilla valuma-alueilla, mutta
myös Visulahdenpuron valuma-alueella (kuvat 28 ja 30).

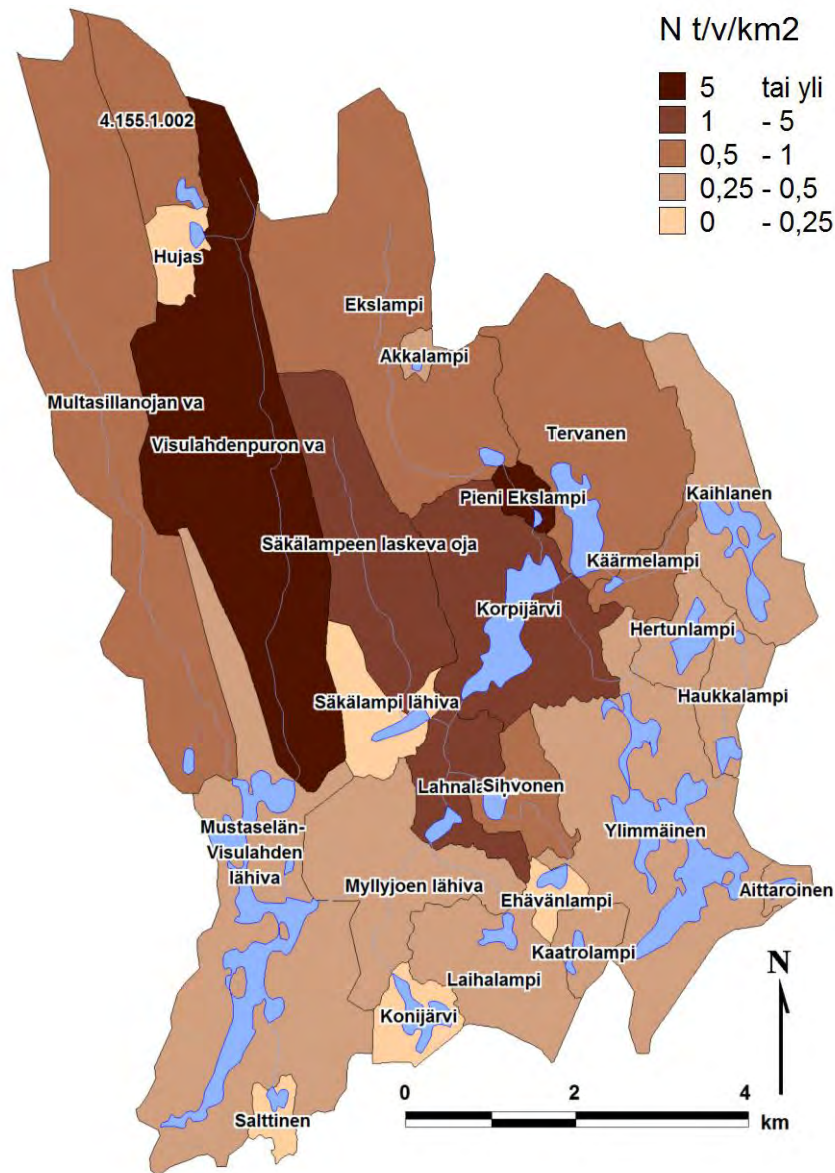


Kuva 29. Visulahden-Mustaselän valuma-alueiden fosforin ominaiskuormitus (kg/v/km²).

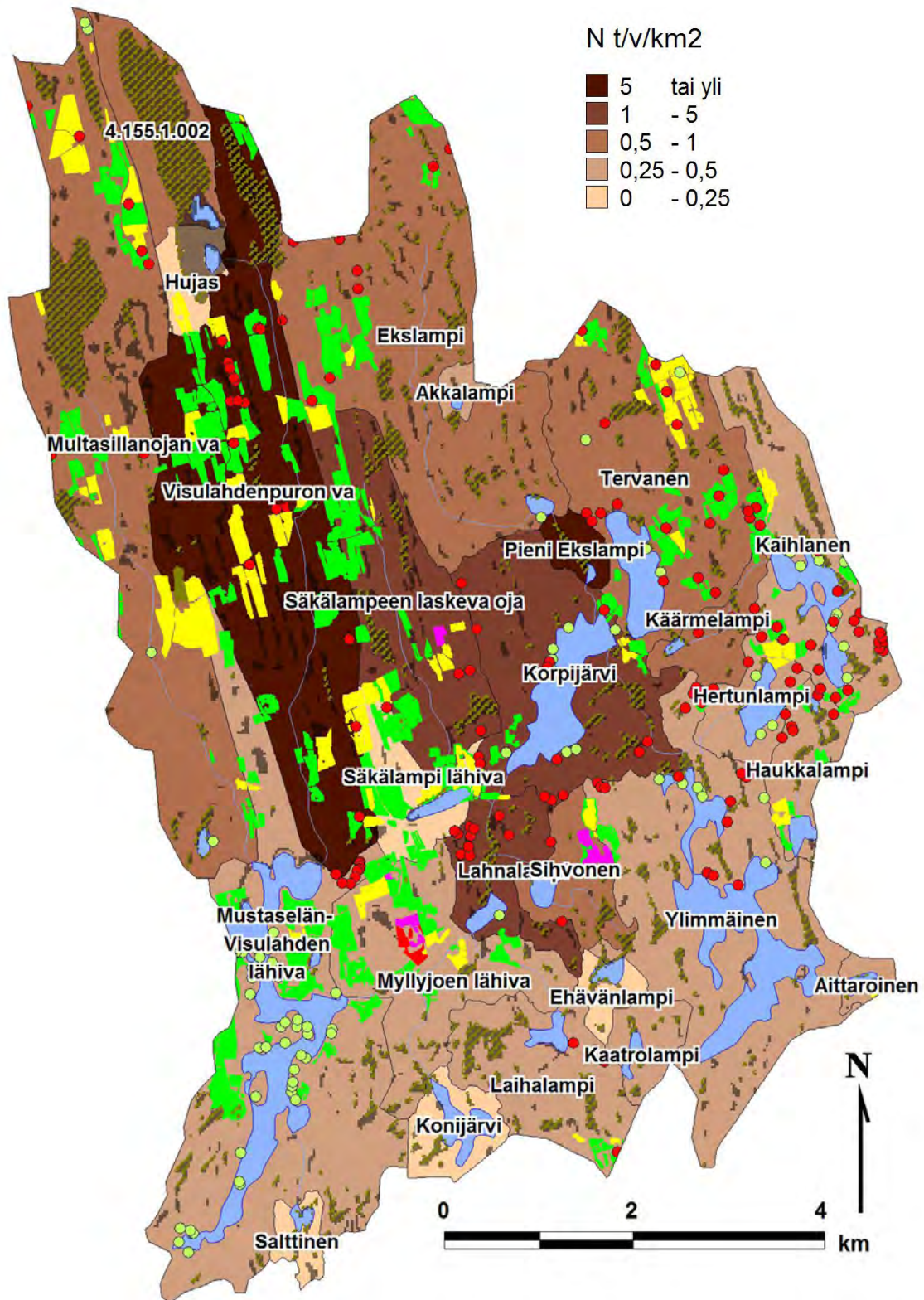


Kuva 30. Visulahden-Mustaselän valuma-alueiden fosforin ominaiskuormitus (kg/v/km²) sekä asutus (punaiset ja vihreät pallot), pellot (vihreät-punaiset-keltaiset alueet), ojitetut turvemaat (vihreä rasteri) ja turvemaat (tumma rasteri). © SYKE-WFS-VELALA, RHR: VTJ/VRK 5/2012.

Taustaksi ominaiskuorma-arvioille kuviin 29 ja 31 on koottu valuma-alueiden ominaisuuksia (haja-asutus, pellot, ojitusalueet sekä turvemaat. Peltojen ja ojitusalueiden runsaus selittänee Visulahdenpuron valuma-alueen suurta typpikuormaa. Sen sijaan Korpijärven lähialueen fosforin suurelle ominaiskuormalle ei löydy välitöntä syytä. Kyseessä saattaa olla esimerkiksi virhe Vemalan sisältämissä tiedoissa.



Kuva 31. Visulahden-Mustaselän valuma-alueiden typen ominaiskuormitus (t/v/km²).

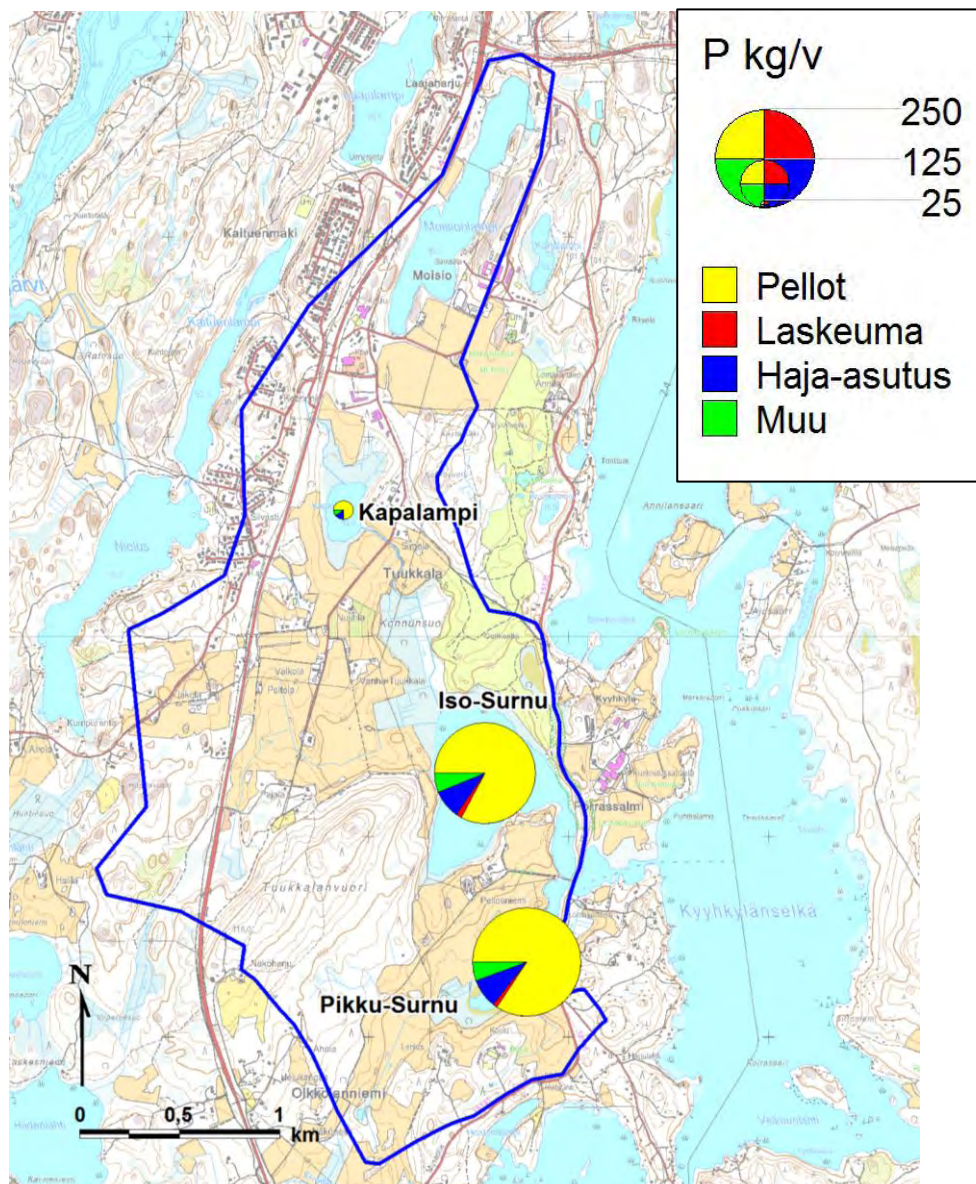


Kuva 32. Visulahden-Mustaselän valuma-alueiden typen ominaiskuormitus (t/v/km²) sekä asutus (siniset ja vihreät pallot), pellot (vihreät-punaiset-keltaiset alueet), ojitetut turvemaat (vihreä rasteri) ja turvemaat (tumma rasteri).

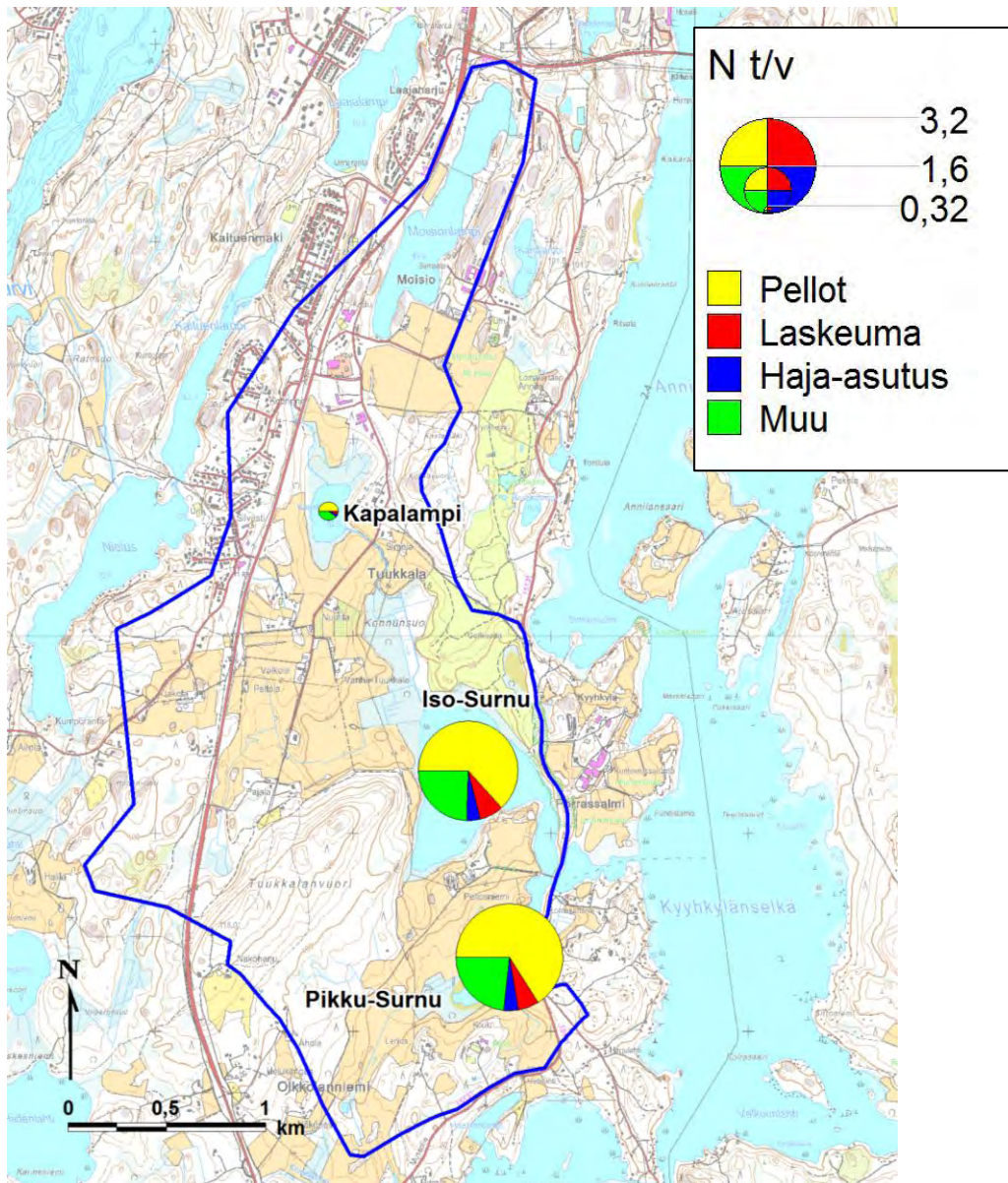
4.2.3 Järvien kuormituksen jakaantuminen

Kuvissa 32-35 on esitetty erityiskohteiden fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen kuormituslähteittäin.

Surnuin valuma-alueella sekä fosfori- että typpikuormituksesta suurin osa tulee pelloilta, mikä on luonnollista ottaen huomioon peltojen suuren osuuden pinta-alasta.



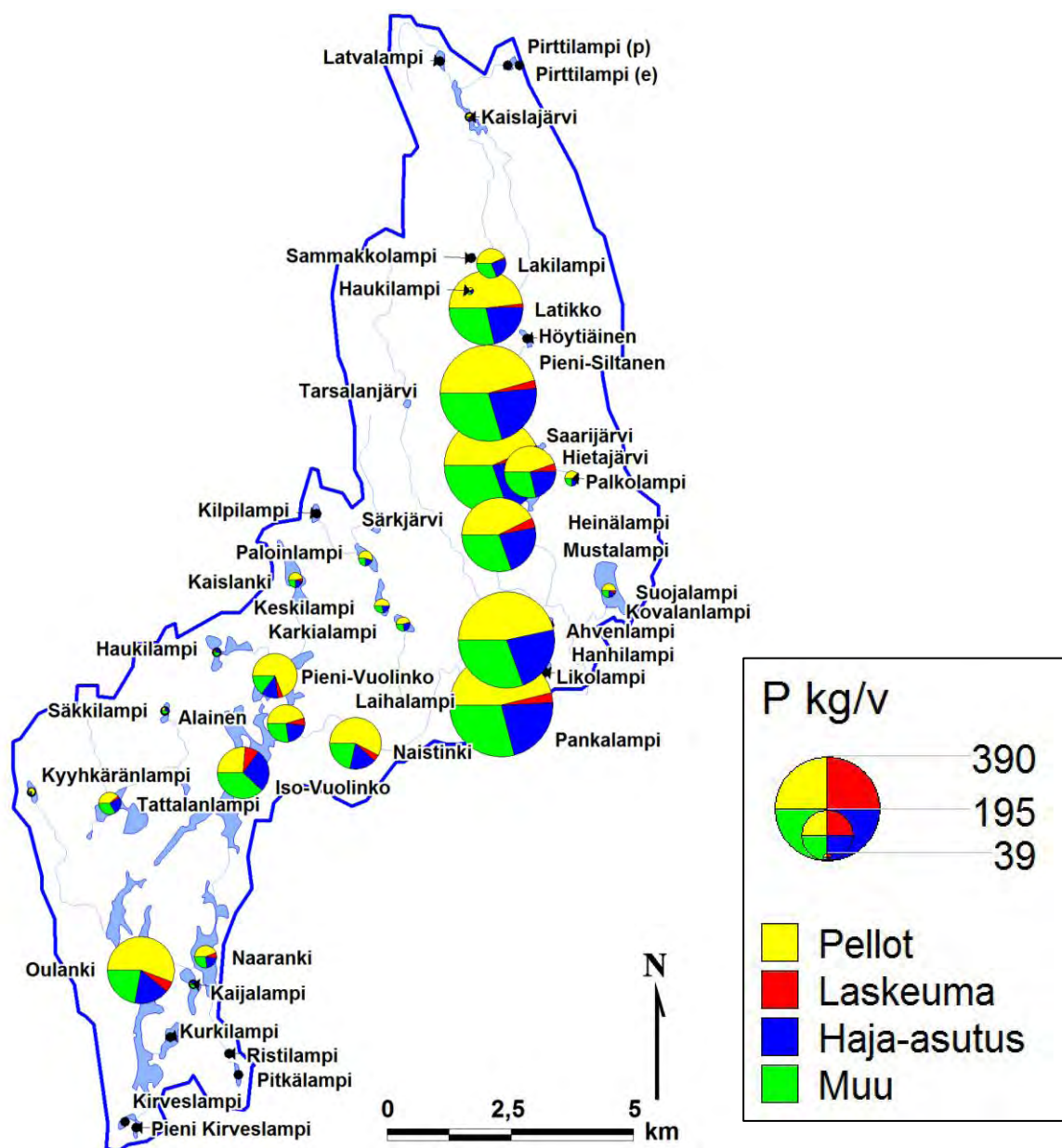
Kuva 33. Surnuin järvien valuma-alueen järvien ja lampien fosforikuormitus (kg/v) kuormituslähteittäin.



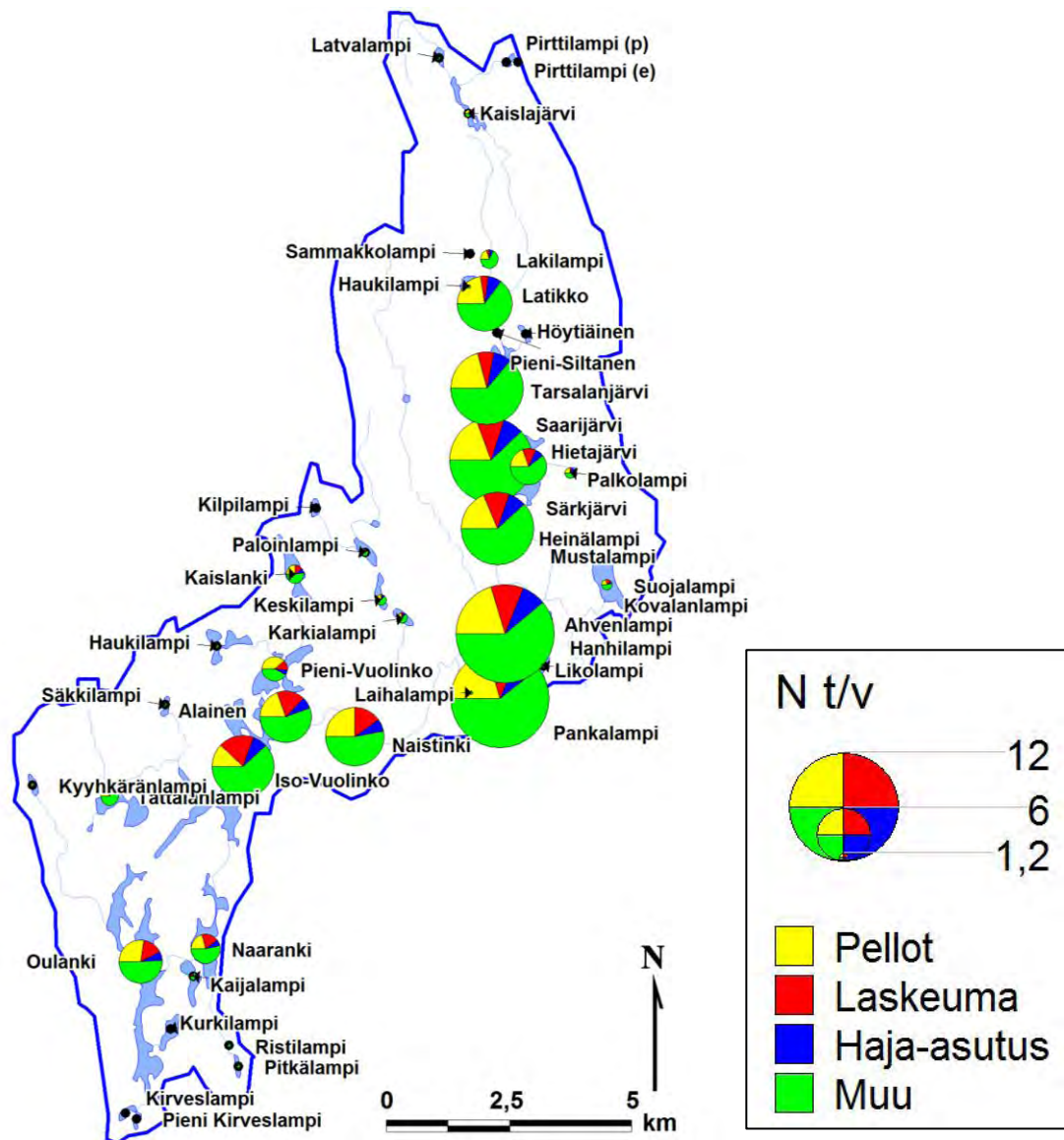
Kuva 34. Surnuin järvien valuma-alueen järvien ja lampien typpikuormitus (t/v) kuormituslähteittäin.

Emolanjoen valuma-alueella pelloilta tulevan kuormituksen osuus ei ole yhtä merkittävä kuin Surnuin alueella, vaikka alueella on muutamia osavaluma-alueita, joilla peltokuorman osuus on suuri. Haja-asutuksen osuus fosforikuormasta on täällä merkittävämpi kuin Surnuin alueella, ja muun kuormituksen (metsätalous, määrittelemättömät kuormituslähteet) osuus typpikuormasta on vallitseva.

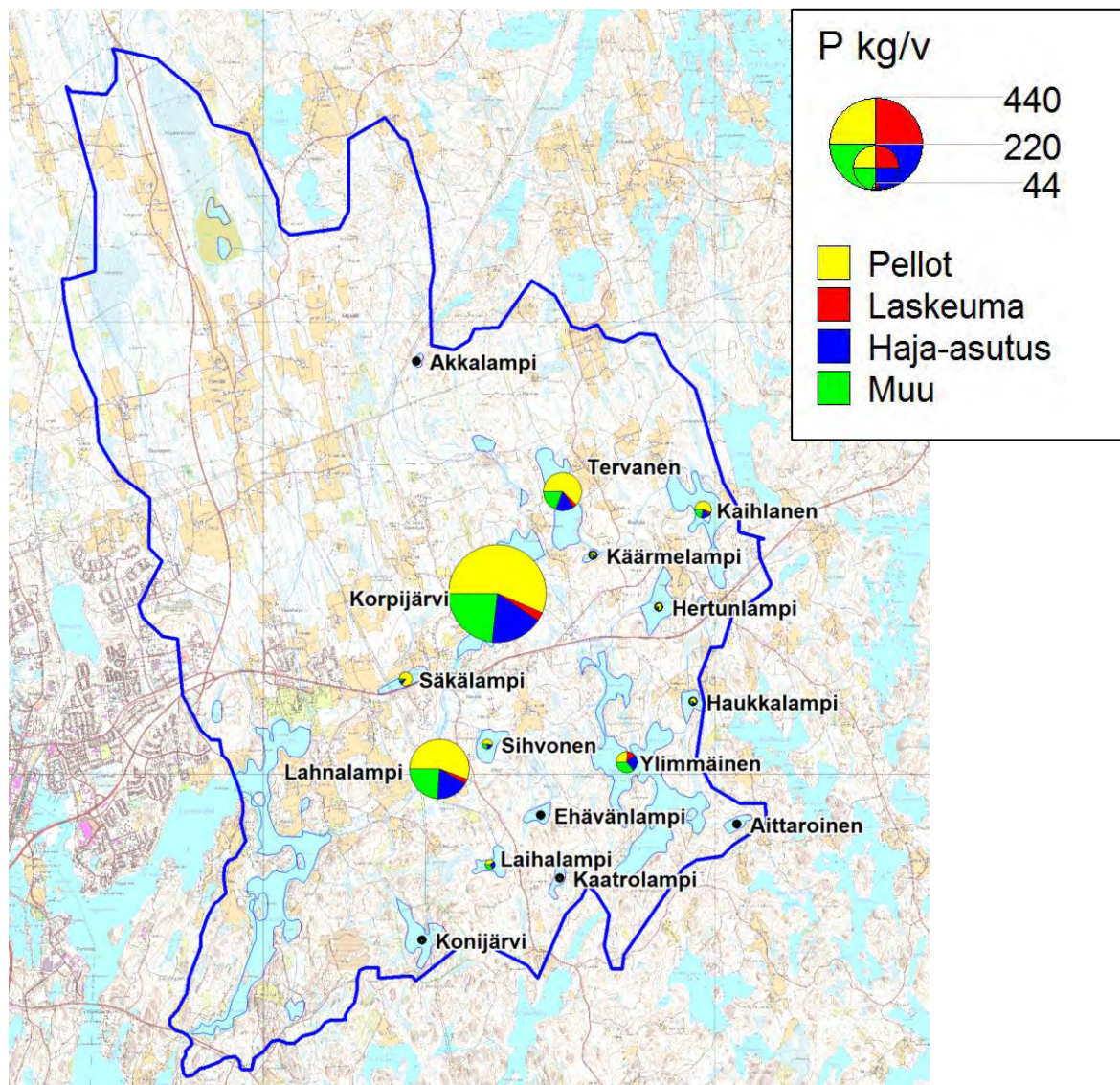
Visulahden-Mustaselän alueella peltokuorman osuus fosforikuormasta on melko suuri ja typpikuormassa taas korostuu erityisesti muun kuormituksen osuus.



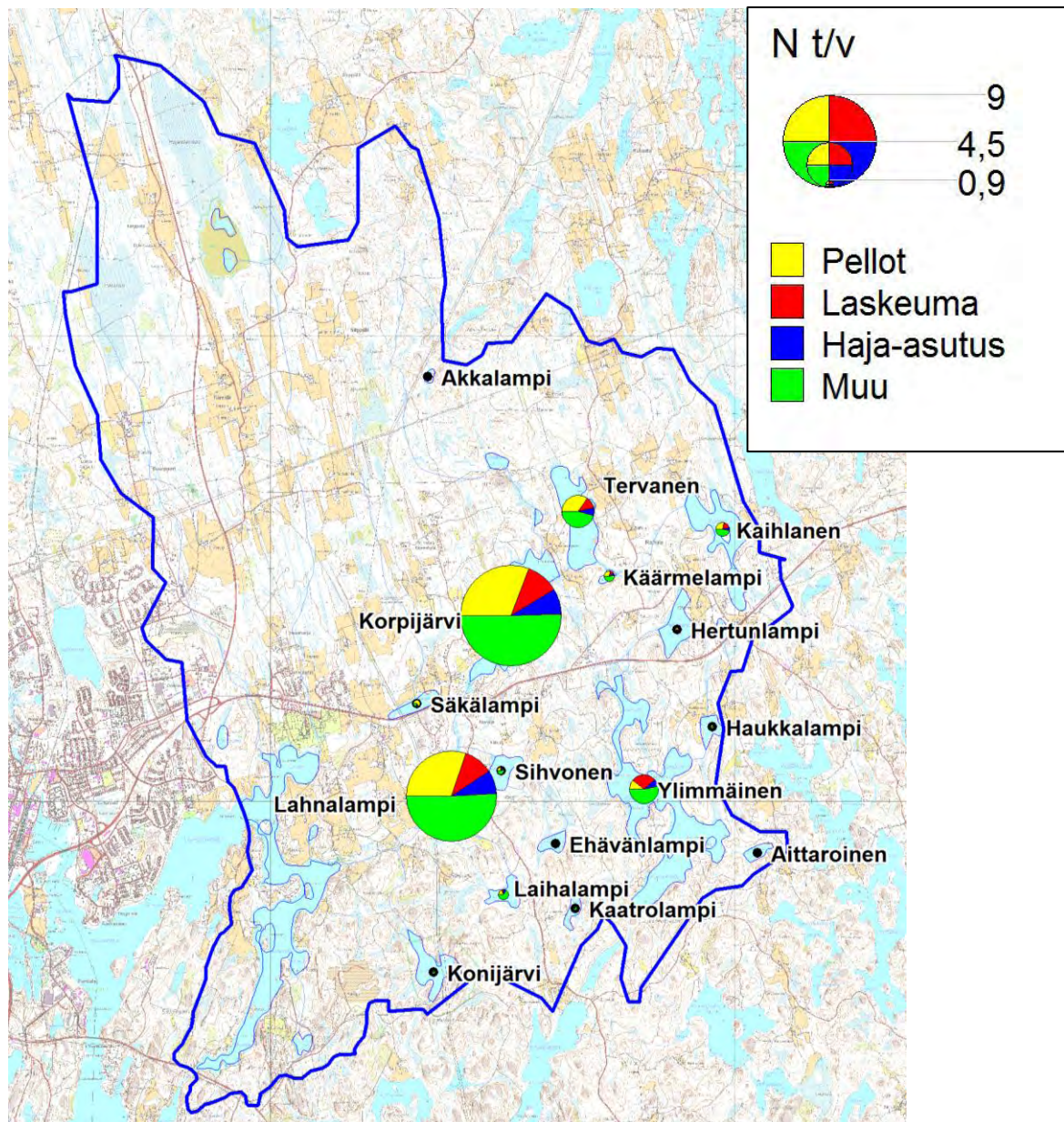
Kuva 35. Emolanjoen valuma-alueen järvien ja lampien fosforikuormitus kg/v kuormituslähteittäin.



Kuva 36. Emolanjoen valuma-alueen järvien ja lampien typpi-kuormitus t/v kuormituslähteittäin.



Kuva 37. Visulahden-Mustaselän valuma-alueen järvien ja lampien fosforikuormitus kg/v kuormituslähteittäin.



Kuva 38. Visulahden-Mustaselän valuma-alueen järvien ja lampien typpikuormitus t/v kuormituslähteittäin.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Yhteenveto kuormitusselvityksen tuloksista

Mikkelin alapuolisen Saimaan kuormitusselvitys toteutettiin vuonna 2013 osittain vuonna 2012 kerätyn tavanomaista laajemmin, osittain tarkkailuista kertyneen aiemman aineiston pohjalta. Etelä-Savon ELY-keskus otti 3. jakovaiheen valuma-alueiden purkupisteistä näytteet kaikkiaan seitsemän kertaa ja mittasi virtaamat viisi kertaa vuonna 2012, ja Mikkelin seudun ympäristöpalvelut otti näytteet neljä kertaa erityiskohteiden 13 havaintopaikalta. Kuormitusselvityksessä käytettiin pääasiassa Suomen ympäristökeskuksen Vemala-kuormitusmallia, joka kalibroitiin Suomen ympäristökeskuksessa paremmin vesialueelle sopivaksi uuden aineiston avulla. Sisäistä kuormitusta arvioitiin lisäksi järvialtaiden klorofyllipitoisuuden ja näkösyvyyden avulla.

Selvityksessä määritettiin 3. jakovaiheen valuma-alueiden fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormat, järvialtaisiin tuleva kuorma sekä tarkemmin erityiskohteiden kuormitus. Selvityksessä tarkasteltiin kuormituksen jakautumista osatekijöiden kesken: pistekuormitus ja laskeuma, pellot, haja-asutus sekä muu kuormitus, joka sisältää metsätalouden, luonnonkuorman sekä määrittelemättömät kuormituslähteet.

Koko valuma-alueen fosforikuormasta puolet on peräisin peltoviljelystä, 11 % haja-asutuksesta, 15 % on pistekuormitusta ja laskeumaa ja loppu neljännes muuta kuormitusta. Typpikuormasta taas yli puolet (52 %) on pistekuormitusta, 16 % on peräisin pelloilta, ainoastaan 1 % haja-asutuksesta ja jäljelle jäävä 31 % kuormasta on muuta kuormitusta. Kiintoainekuormasta suurin osa, 81 %, on peltoviljelyn aiheuttamaa, 17 % muuta kuormitusta ja 2 % kiintoainekuormasta on peräisin pistekuormituksesta. Pistekuormittajista Mikkelin jätevedenpuhdistamo on ylivoimaisesti suurin.

Ukonveden lähivaluma-alueen fosforikuorma on lähes puolet fosforin kokonaiskuormasta, ja lähes 70 % typpikuormasta on peräisin lähivaluma-alueelta. Lähivaluma-alueen suuri kuormitusosuus selittyy osittain jätevedenpuhdistamon kuormalla. Puhdistamon kuorman osuus lähivaluma-alueen fosforikuormasta on noin 30 % ja typpikuormasta lähes 80 %. Emolanjoen valuma-alue on toiseksi merkittävin fosfori- ja typpi-kuormituksen lähde. Myös Urpolanjoen ja Myllyjoen valuma-alueilta tulee kohtalaisen paljon ravinnekuormaa, mutta muiden valuma-alueiden kuormat ovat melko pieniä.

Alueen vesimuodostumat ovat tyypiltään keskikokoisia humusjärviä. Pohjoinen osa, Annilanselän-Kyyhkylänselän vesimuodostuma on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi ja eteläinen Ukonveden vesimuodostuma hyväksi. Kaikki syvänehavaintoasemat ovat kärsineet happiongelmistä syvänteiden pohjan lähellä. Alueen pohjoisosissa veden väri ja orgaanisen aineen määrä ovat korkeahkoja ja fosforipitoisuus sekä klorofyllipitoisuus ilmentävät vesialueen rehevyyttä. Väriarvo pienenee jonkin verran Annilanselällä ja Kyyhky-länselällä, ja Ukonvesi, Päähkeenselkä ja Leppäselkä ovat lievästi ruskeavetisiä. Fosfori- ja klorofyllipitoi-

suus pienenevät selvästi vasta Ukonvedellä ja Päähkeenselällä, jotka ovat lievästi reheviä. Leppäselkä on vesialueista vähiten rehevä, mutta sekään ei ole karu.

Tuleva fosforikuorma ylittää vaarallisen kuormituksen rajan Visulahden-Mustaselän, Pappilanselän-Launialanselän, Annilanselän ja Kyyhkylänselän alueilla ja sallittavan kuormituksen rajan Ukonveden-Päähkeenselän ja Pohjoisselän-Leppäselän alueilla. Visulahden-Mustaselän alueelta Kyyhkylänselälle järvioltaalle tulevasta fosforikuormasta pidättyy alle neljännes, Kyyhkylänselällä vain 13 %. Pitkäviipymäisellä Pohjoisselän-Leppäselän alueella sedimentaatio on suurta, yli 60 % ja Ukonveden-Päähkeenselän alueella merkittävää (43 %). Pitkä viipymä ja suuri sedimentaatio näkyy myös Ukonveden ja Päähkeenselän pohjoisempia selkiä selvästi pienempänä fosforipitoisuutena.

Sisäisen kuorman suuruus riippui laskentatavasta; Vemalan laskema sisäinen kuorma oli Visulahti-Mustaselällä, Pappilanselkä-Launialanselällä, Annilanselällä ja Kyyhkylänselällä vain 11-16 % sekä Ukonvesi-Päähkeenselällä noin puolet ulkoisesta kuormasta ja Pohjoisselkä-Leppäselällä noin puolitoistakertainen ulkoiseen kuormaan verrattuna. Laajennetun ainetaseen avulla laskettu sisäinen kuorma oli huomattavasti suurempi, noin 15-19 -kertainen Vemalan laskemaan sisäiseen kuormaan verrattuna.

5.2 Johtopäätökset

Useat selvityksessä esille nousseet seikat osoittavat, että erityisesti vesialueen pohjoiset osat tarvitsevat kuormituksen vähentämistä:

- fosforipitoisuuden ja klorofyllipitoisuuden ilmentämä vesialueen rehevyystaso
- ylemmän sietorajan ylittävä ulkoinen fosforikuormitus
- alusveden happiongelmat
- ekologisen luokittelun tulokset

Eteläisimmillä altailla, Ukonvedellä ja Päähkeenselällä, altaiden suurempi tilavuus ja siitä seuraava pitkä viipymä edesauttavat ravinteiden sedimentoitumista ja pienentävät ravinnepitoisuuksia. Mikäli vesialueen pohjoisosiin tulevaa kuormitusta saadaan vähennettyä, se heijastuu välittömästi myös vesialueen eteläosiin.

Vaikka sisäistä kuormitusta tapahtuu jossain määrin koko vesialueella, sen osuus on suurin vähiten rehevillä Ukonveden-Päähkeenselän ja Pohjoisselän-Leppäselän alueilla. Pohjoisosisa korostuu selvästi ulkoisen kuormituksen merkitys. Näillä alueilla tulisi keskittyä erityisesti ulkoisen kuormituksen vähentämiseen.

Suurin yksittäinen typpikuormittaja on Mikkelin jätevedenpuhdistamo, jonka osuus on noin puolet typen kokonaiskuormasta. Puhdistamon fosforikuorman merkitys on selvästi pienempi kuin typen merkitys, mutta se vaikuttaa kuitenkin erityisesti Pappilanselän-Launialanselän rehevyystasoon. Suunnitellun uuden puhdistamon rakentamisen jälkeen puhdistamon kuormitus tulee vähenemään.

Ukonveden lähivaluma-alueen kuormitusosuus on erittäin merkittävä vesialueen kokonaiskuormituksesta. Lähialueella, kuten muillakin osavaluma-alueilla korostuu peltojen merkitys kuormituslähteenä. Maatalouden vesiensuojelutoimiin tulee siksi kiinnittää erityistä huomiota.

Lähteet

Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1999. Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. *Bor. Env. Res.* 4: 101-114.

Alatalo, M. 2000. Metsätaloustoimenpiteistä aiheutunut ravinne- ja kiintoainekuormitus. *Suomen ympäristö* 381: 1–64.

Corine 2006. (<http://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/CorineLandCover2006.pdf>)

Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 126.

Etelä-Savon TE-keskus 2006. Etelä-Savon maaseudun kehittämisohjelma vuosille 2007-2013.

Finér, L., Mattson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiaho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. *Suomen ympäristö* 10/2010.

Frisk, T. 1979. Järven fosforinsiedon arvioimisesta tilastollisten fosfori- ja happimallien avulla. *Vesitalous* 3: 22-25.

Geologian tutkimuskeskus: maaperän yleiskartta-aineisto (http://arkisto.gtk.fi/m10/m10_4_2010_3.pdf)

Granberg, K. & Harjula, H. 1982. Nutrient dependence of phytoplankton production in brown-water lakes with special reference to Lake Päijänne. *Hydrobiologia* 86: 129-132.

Granberg, K. & Granberg, J. 2006. Yksinkertaiset vedenlaatumallit. Keski-Suomen ympäristökeskus 107 s.

Huttunen, I., Huttunen, M., Tattari, S., Vehviäinen, B. 2008. Large scale phosphorus load modelling in Finland. XXV Nordic Hydrological Conference 2008. NHP Report No 60, s. 548-556.

Huttunen, I., Huttunen, M., Seppänen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S. & Vehviläinen, B. (submitted) 2013b. A national scale nutrient loading model for Finnish watersheds – VEMALA. Environmental Modeling and Assessment.

Huttunen, M., Vehviläinen, B. ja Huttunen, I. 2013a. Typen, fosforin ja kiintoaineksen pidentyminen vesistöissä - WSFS- Vemala-mallin arvio. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 5/2013. Helsinki.

Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. *Suomen ympäristö* 816.

Kotanen, J. & Manninen, P. 2010. Etelä-Savon pintavesien hoidon toimenpideohjelma 2010-2015. Etelä-Savon ELY-keskuksen julkaisuja 2/2010.

Lampinen, K. 2013. 7-nimisen joen taajamavaluma-alueet ja niiden aiheuttama kuormitus. Mikkelin ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö 37 s.

Lappalainen, K.M. & Varis, O. 1987. Haja- ja sisäkuormitus - häiriköt järvelle, tutkimukselle ja hallinnolle. Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja 22: 75-84.

Lappalainen, K.M. & Matinvesi, J. 1990. Järvien fysikaalis-kemialliset prosessit ja ainetaseet. In Ilmavirta, V. (ed.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet 54-84. Helsinki.

Lepistö, A., Andersson, L., Arheimer, B and Sundblad, K. 1995. Influence of catchment characteristics forestry activities and deposition on nitrogen export from small forested catchments. Water, air and soil pollution 84: 81-102.

Maanmittauslaitoksen maastotietokanta.

(<http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/maastotietokanta>)

Maaseutuvirasto/Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (TIKE), maatalous- ja elintarvikealan tilastot 2008 (www.matilda.fi).

Mikkelin alapuolisen Saimaan vesistötarkkailuraportti vuonna 2010 sekä laaja yhteenveto vuosilta 1998-2010. Savolab/Viljavuuspalvelu Oy.

Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. Maveron loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki 1992. 56 s.

Saarijärvi, E. & Lappalainen, K.M. 1999. Ravinnetaseiden käyttö vesistöjen tilan arvioinnissa. Osa 2: Käytännön esimerkki. Vesitalous 2/1999: 28-31.

SYKE: Oiva – ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille (www.ymparisto.fi/oiva)

SYKE: Soiden ojitustilanne, paikkatietoaineisto (SOJT_09b1).

SYKE: Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä Vahti (www.ymparisto.fi/vahti)

SYKEN vesistömallijärjestelmä (VEMALA – yhdistetty hydrologinen ja kuormitusmalli).

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. VNA 209/2011.

Vollenweider, R.A. & Dillon, P.J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. - NRC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality. 42 pp.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. and Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. Environmental monitoring and assessment 76: 213-248.

Väestörekisterikeskus: rakennus- ja huoneistorekisteri.

(<http://www.vaestorekisterikeskus.fi/default.aspx?id=175>)

Liite 1.1. Ukonveteen laskevien 3. jakovaiheen jokin veden laatu vuonna 2012.

Pvm	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Urpolanjoki 074		Koordinaatit:		6840900	3514480											
24.01.2012	0.3				1.1			40	9.0		510			8		
28.02.2012	0.3			0.22	0.53	7.1	6.9	50	9.7	0.5	550	170	3	6	1	120
02.05.2012	3.5	11.4	86	0.25	1.7	8.1	6.8	40	7.9	0.5	630	250	17	10	1	250
21.05.2012	13.3			0.23	2.3	7.5	7.1	50	9.9	2.8	620	180	1	13	1	190
15.08.2012	18.1			0.25	1.2	7.4	7.2	50	10	1.7	440	3	12	10	1	180
18.10.2012	8.3			0.26	2.5	7.7	7.0	50	8.9	1.4	490	95	17	10	1	220
13.11.2012	3.1			0.26	1.9	7.7	7.2	50	8.9	1.0	560	160	18	10	4	220
N	7	1	1	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7	6	6
Minimi	0.3	11.4	86	0.22	0.53	7.1	6.8	40	7.9	0.5	440	3	1	6	1	120
Maksimi	18.1	11.4	86	0.26	2.5	8.1	7.2	50	10	2.8	630	250	18	13	4	250
Mediaani	3.5			0.25	1.7	7.6	7.1	50	9.0	1.2	550	165	15	10	1	205
Keskiarvo	6.7			0.24	1.6	7.6	7.0	47	9.2	1.3	543	143	11	10	2	197
Keskihajonta	6.8			0.016	0.70	0.34	0.16	4.9	0.74	0.87	69	85	7.6	2.1	1.2	45
Rokkalanjoki 050		Koordinaatit:		6843400	3514950											
24.01.2012	0.0				2.5			110	17		680			17		
28.02.2012	0.1			0.25	2.7	8.2	6.8	110	16	1.3	730	190	33	12	5	1000
02.05.2012	4.1	12	92	0.16	2.8	6.4	6.5	150	20	2.3	910	320	9	18	4	1000
12.05.2012	13.7			0.20	2.3	7.0	6.9	120	18	2.2	780	210	13	16	4	890
15.08.2012	16.2			0.27	2.3	7.8	7.0	120	17	1.5	620	78	8	19	6	1000
18.10.2012	7.4			0.24	6.6	7.6	6.8	180	23	5.3	840	160	29	24	10	1800
13.11.2012	2.2			0.21	4.0	7.0	6.8	170	21	2.1	790	160	35	19	6	1400
N	7	1	1	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7	6	6
Minimi	0.0	12.0	92	0.16	2.3	6.4	6.5	110	16	1.3	620	78	8	12	4	890
Maksimi	16.2	12.0	92	0.27	6.6	8.2	7.0	180	23	5.3	910	320	35	24	10	1800
Mediaani	4.1			0.23	2.7	7.3	6.8	120	18	2.2	780	175	21	18	6	1000
Keskiarvo	6.2			0.22	3.3	7.3	6.8	137	19	2.5	764	186	21	18	6	1182
Keskihajonta	6.5			0.040	1.6	0.65	0.16	29	2.5	1.5	97	79	12	3.6	2.2	350

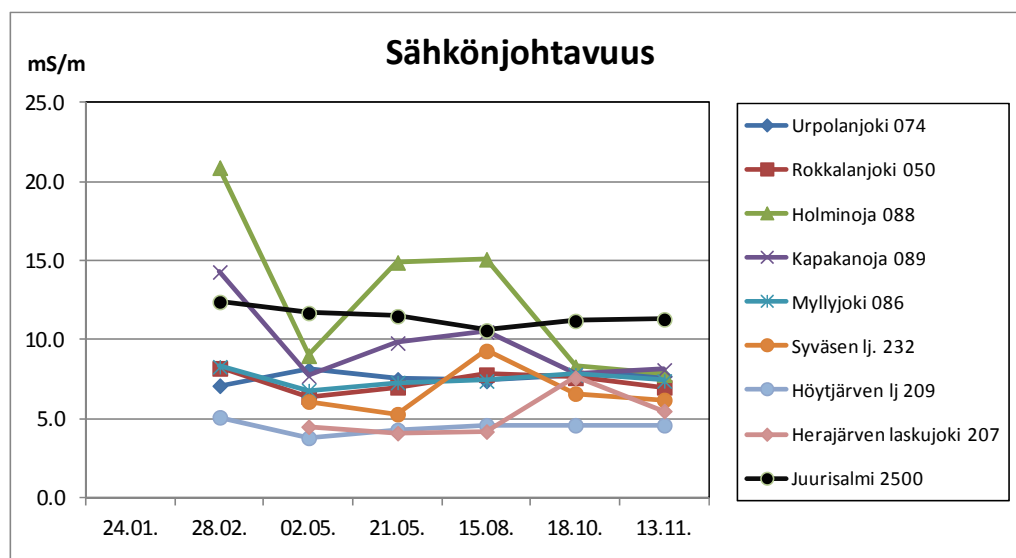
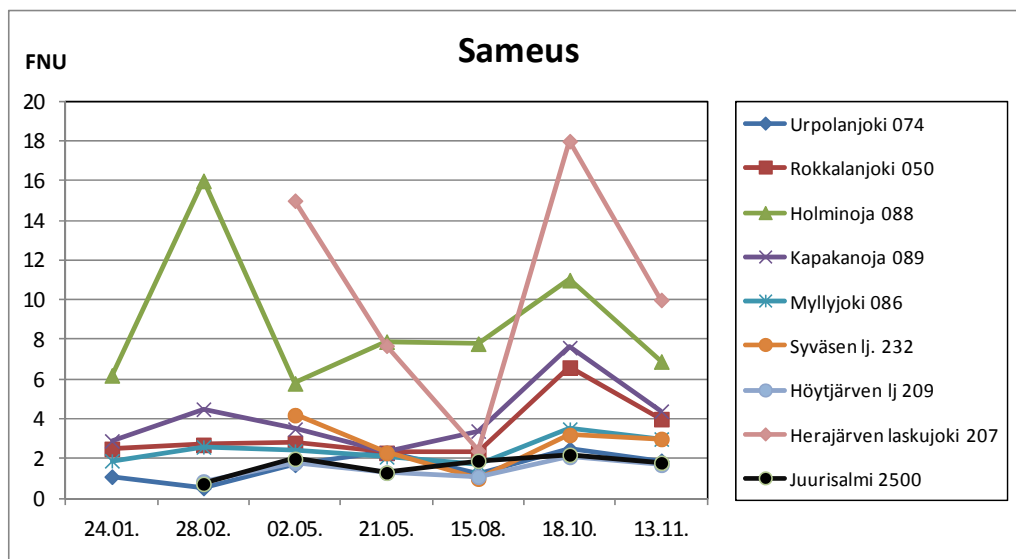
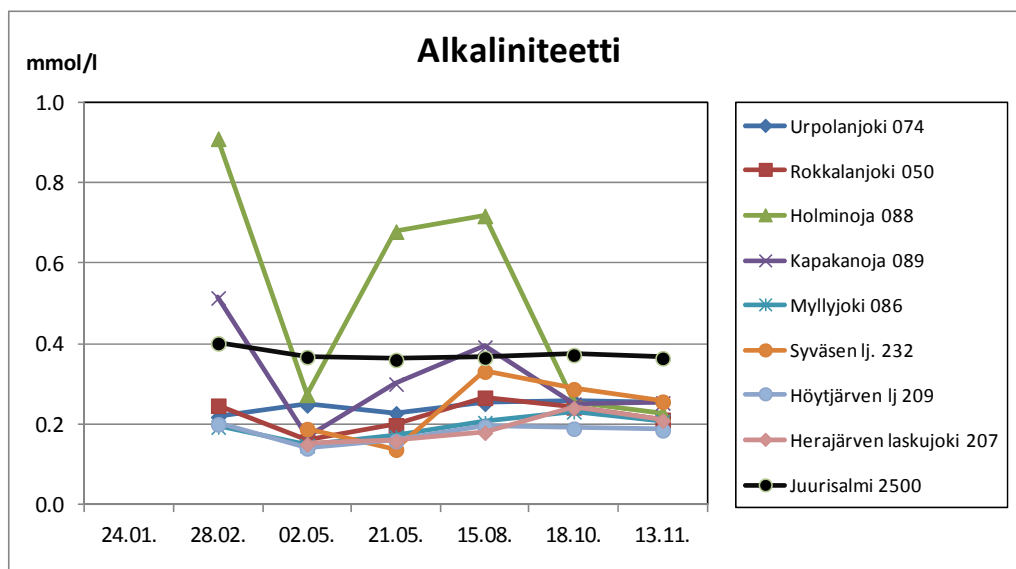
Pvm	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Holminoja 088		Koordinaatit:		6844250	3517920											
24.01.2012	0.0				6.2			220	32		2000			49		
28.02.2012	0.1			0.91	16	20.9	7.0	200	26	4.2	2300	1400	230	55	42	3300
02.05.2012	2.5	11.4	84	0.28	5.8	9.0	6.6	280	40	5.8	1700	670	60	44	21	1500
21.05.2012	9.8			0.68	7.9	14.9	7.2	250	36	4.4	1500	570	59	48	29	2100
15.08.2012	12.0			0.72	7.8	15.1	7.3	390	51	3.0	1600	680	5	96	64	3200
18.10.2012	7.1			0.25	11	8.3	6.5	390	60	17	1800	550	3	75	41	2000
13.11.2012	2.1			0.23	6.9	7.8	6.6	330	48	7.9	1800	690	17	57	27	1500
N	7	1	1	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7	6	6
Minimi	0.0	11.4	84	0.23	5.8	7.8	6.5	200	26	3.0	1500	550	3	44	21	1500
Maksimi	12.0	11.4	84	0.91	16	20.9	7.3	390	60	17	2300	1400	230	96	64	3300
Mediaani	2.5			0.48	7.8	12.0	6.8	280	40	5.1	1800	675	38	55	35	2050
Keskiarvo	4.8			0.51	8.8	12.7	6.8	294	42	7.1	1814	760	62	61	37	2267
Keskihajonta	4.8			0.30	3.6	5.2	0.36	78	12	5.2	267	319	86	19	15	802
Kapakanoja 089		Koordinaatit:		6844320	3518650											
24.01.2012	0.0				2.9			270	37		1700			38		
28.02.2012	0.1			0.52	4.5	14.3	7.1	280	33	1.7	1700	690	310	46	27	1600
02.05.2012	3.6	10.9	82	0.17	3.5	7.7	6.5	320	34	4.3	1300	450	22	35	16	910
21.05.2012	10.6			0.30	2.3	9.8	7.0	250	35	0.5	1200	370	5	32	16	940
15.08.2012	12.2			0.39	3.4	10.5	7.1	360	47	1.3	1200	270	4	46	24	1800
18.10.2012	7.0			0.25	7.6	7.8	6.5	330	50	9.1	1600	400	18	70	36	1300
13.11.2012	2.0			0.26	4.4	8.1	6.7	280	40	4.8	1600	540	38	52	24	1100
N	7	1	1	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7	6	6
Minimi	0.0	10.9	82	0.17	2.3	7.7	6.5	250	33	0.5	1200	270	4	32	16	910
Maksimi	12.2	10.9	82	0.52	7.6	14.3	7.1	360	50	9.1	1700	690	310	70	36	1800
Mediaani	3.6			0.28	3.5	9.0	6.9	280	37	3.0	1600	425	20	46	24	1200
Keskiarvo	5.1			0.31	4.1	9.7	6.8	299	39	3.6	1471	453	66	46	24	1275
Keskihajonta	5.0			0.12	1.7	2.5	0.27	39	6.7	3.2	229	146	120	13	7.5	363

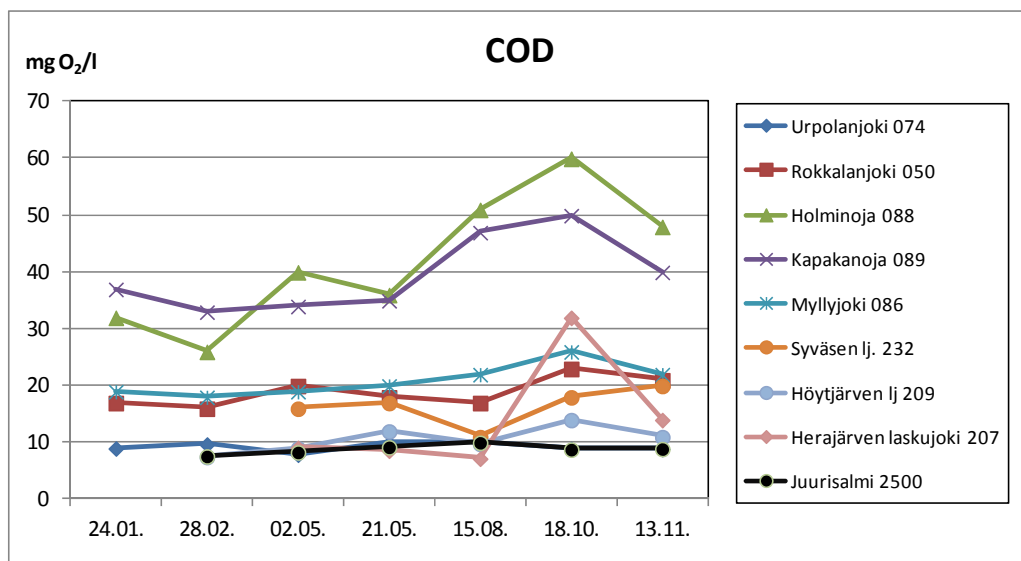
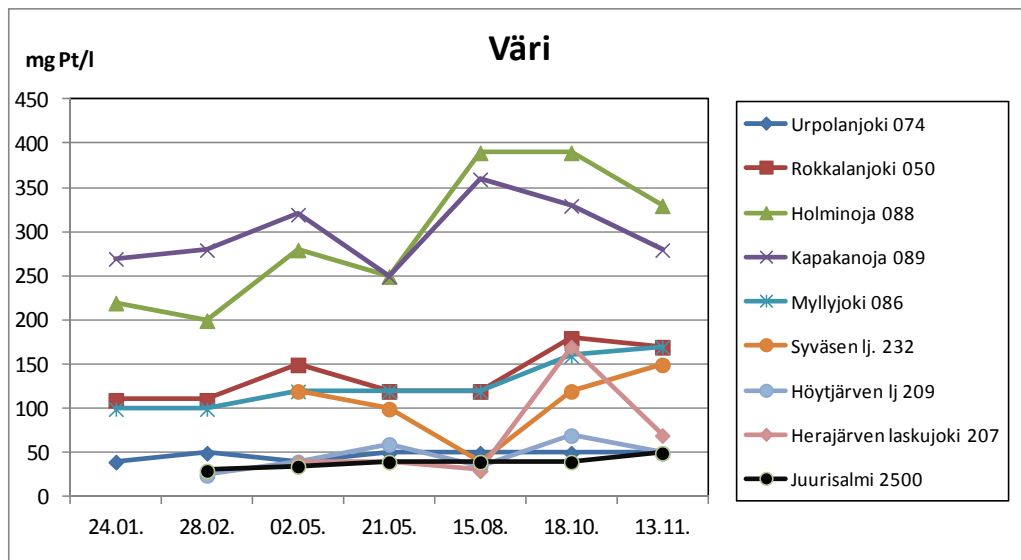
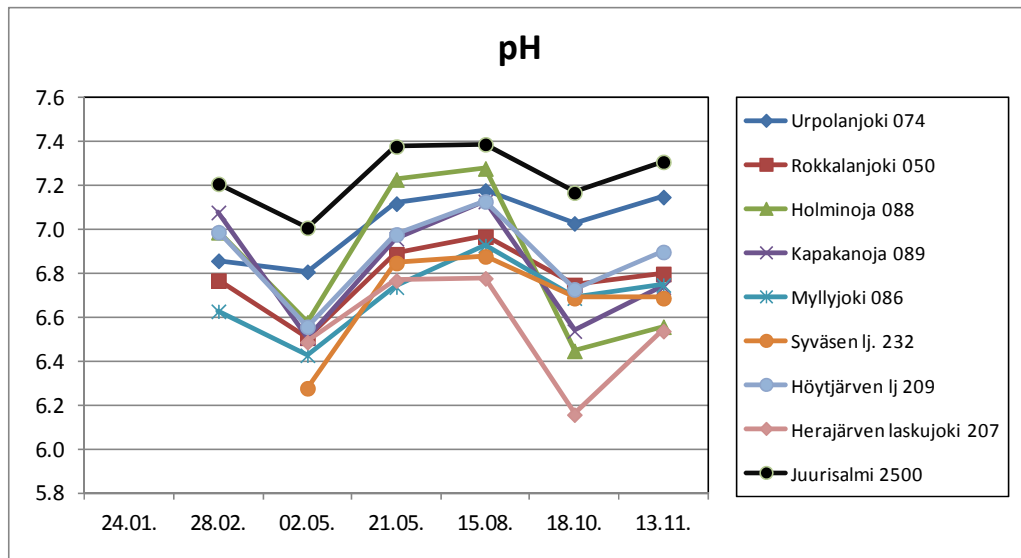
Pvm	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyl.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Myllijoki 086		Koordinaatit:		6842110	3519055											
24.01.2012	0.0				1.9			100	19		910			17		
28.02.2012	0.1			0.20	2.6	8.3	6.6	100	18	1.5	860	330	8	14	5	470
02.05.2012	3.8	11.5	87	0.15	2.4	6.8	6.4	120	19	2.5	1100	510	1	20	4	430
21.05.2012	13.2			0.17	2.1	7.3	6.7	120	20	2.5	990	370	6	18	3	440
15.08.2012	16.7			0.21	1.7	7.4	6.9	120	22	2.1	680	59	4	18	3	530
18.10.2012	7.5			0.23	3.5	7.8	6.7	160	26	2.6	990	250	9	22	8	740
13.11.2012	2.0			0.21	3.0	7.4	6.8	170	22	2.4	1000	320	17	22	7	710
N	7	1	1	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	7	6	6
Minimi	0	11.5	87	0.15	1.7	6.8	6.4	100	18	1.5	680	59	1	14	3	430
Maksimi	16.7	11.5	87	0.23	3.5	8.3	6.9	170	26	2.6	1100	510	17	22	8	740
Mediaani	3.8			0.20	2.4	7.4	6.7	120	20	2.5	990	325	7	18	5	500
Keskiarvo	6.2			0.19	2.5	7.5	6.7	127	21	2.3	933	307	8	19	5	553
Keskihajonta	6.6			0.030	0.63	0.51	0.16	28	2.7	0.41	135	149	5.5	2.9	2.1	138
Syväsen lj. 232		Koordinaatit:		6835653	3519679											
02.05.2012	6.0	7.5	60	0.19	4.2	6.1	6.3	120	16	3.5	910	270	24	22	4	1100
21.05.2012	18.3			0.14	2.3	5.3	6.9	100	17	2.8	640	6	2	16	1	350
15.08.2012	18.5			0.33	1.0	9.3	6.9	40	11	1.2	500	7	1	11	1	200
18.10.2012	7.8			0.29	3.2	6.6	6.7	120	18	1.4	670	6	20	18	3	940
13.11.2012	2.5			0.26	3.0	6.2	6.7	150	20	1.1	760	30	34	23	4	980
N	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Minimi	2.5	7.5	60	0.14	1.0	5.3	6.3	40	11	1.1	500	6	1	11	1	200
Maksimi	18.5	7.5	60	0.33	4.2	9.3	6.9	150	20	3.5	910	270	34	23	4	1100
Mediaani	7.8			0.26	3.0	6.2	6.7	120	17	1.4	670	7	20	18	3	940
Keskiarvo	10.6			0.24	2.7	6.7	6.7	106	16	2.0	696	64	16	18	3	714
Keskihajonta	7.4			0.078	1.2	1.5	0.24	41	3.4	1.1	152	116	14	4.8	1.5	409

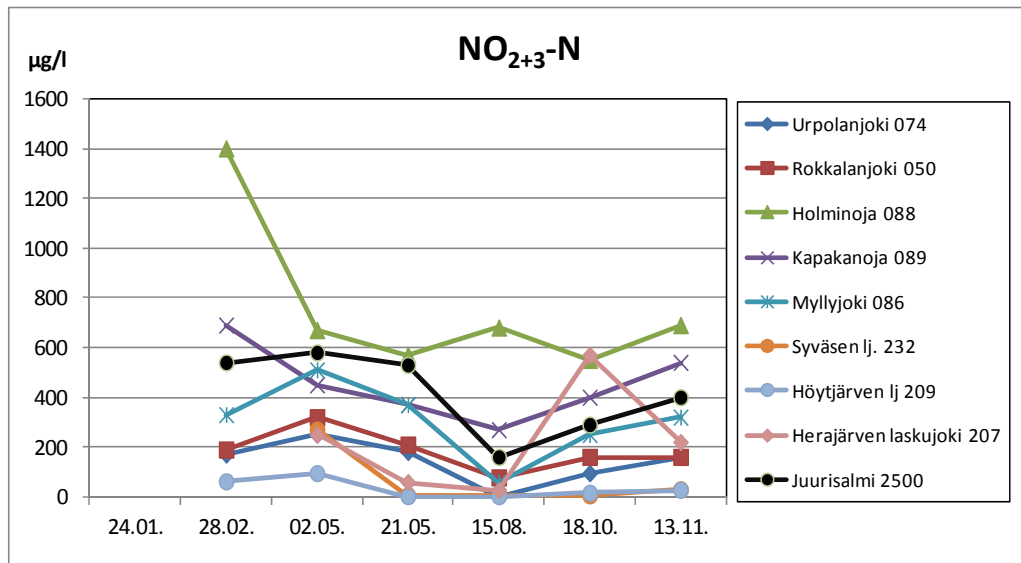
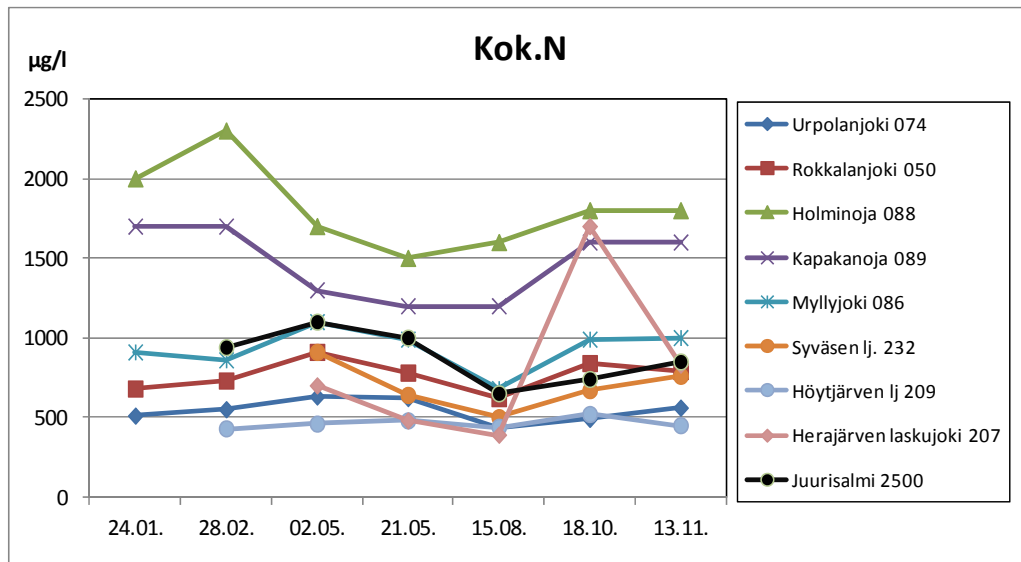
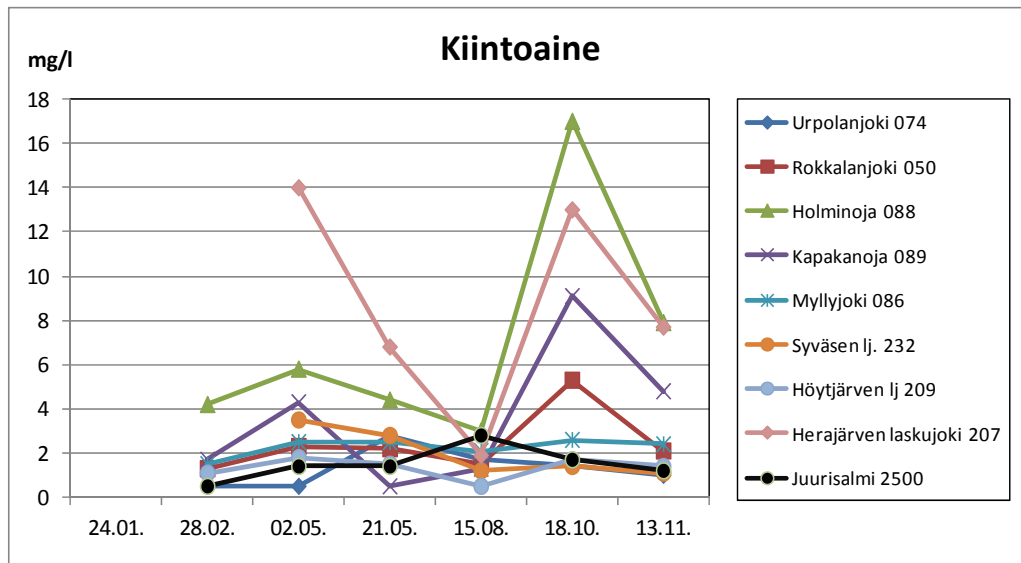
Pvm	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Höytjärven lj 209		Koordinaatit:		6832980	3519850											
28.02.2012	0.3			0.20	0.86	5.1	7.0	25	7.5	1.1	430	62	22	5	1	66
02.05.2012	5.5	11.4	90	0.14	1.8	3.8	6.6	40	9.0	1.8	460	95	1	9	1	120
21.05.2012	16.6			0.16	1.3	4.3	7.0	60	12	1.5	480	3	6	10	1	120
15.08.2012	18.6			0.20	1.1	4.6	7.1	35	9.8	0.5	440	3	9	7	1	80
18.10.2012	7.9			0.19	2.1	4.6	6.7	70	14	1.7	520	16	9	10	2	230
13.11.2012	2.4			0.19	1.7	4.6	6.9	50	11	1.4	450	28	17	8	1	150
N	6	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Minimi	0.3	11.4	90	0.14	0.86	3.8	6.6	25	7.5	0.5	430	3	1	5	1	66
Maksimi	18.6	11.4	90	0.20	2.1	5.1	7.1	70	14	1.8	520	95	22	10	2	230
Mediaani	6.7			0.19	1.5	4.6	6.9	45	10	1.5	455	22	9	9	1	120
Keskiarvo	8.6			0.18	1.5	4.5	6.9	47	11	1.3	463	34	11	8	1	128
Keskihajonta	7.5			0.023	0.47	0.43	0.20	17	2.3	0.48	33	37	7.6	1.9	0.41	59
Herajärven laskujoki 207		Koordinaatit:		6829720	3518300											
02.05.2012	5.6	11.3	90	0.15	15	4.5	6.5	40	9.1	14	700	250	13	22	11	550
21.05.2012	15.0			0.16	7.7	4.1	6.8	40	8.6	6.8	480	59	12	16	7	380
15.08.2012	18.1			0.18	2.4	4.2	6.8	30	7.2	1.9	390	26	12	12	4	250
18.10.2012	8.0			0.24	18	7.6	6.2	170	32	13	1700	570	50	64	25	1100
13.11.2012	2.1			0.21	10	5.5	6.5	70	14	7.7	830	220	38	30	13	650
N	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Minimi	2.1	11.3	90	0.15	2.4	4.1	6.2	30	7.2	1.9	390	26	12	12	4	250
Maksimi	18.1	11.3	90	0.24	18	7.6	6.8	170	32	14	1700	570	50	64	25	1100
Mediaani	8.0			0.18	10	4.5	6.5	40	9.1	7.7	700	220	13	22	11	550
Keskiarvo	9.8			0.19	11	5.2	6.5	70	14	8.7	820	225	25	29	12	586
Keskihajonta	6.6			0.038	6.1	1.5	0.25	58	10	4.9	522	216	18	21	8.1	326

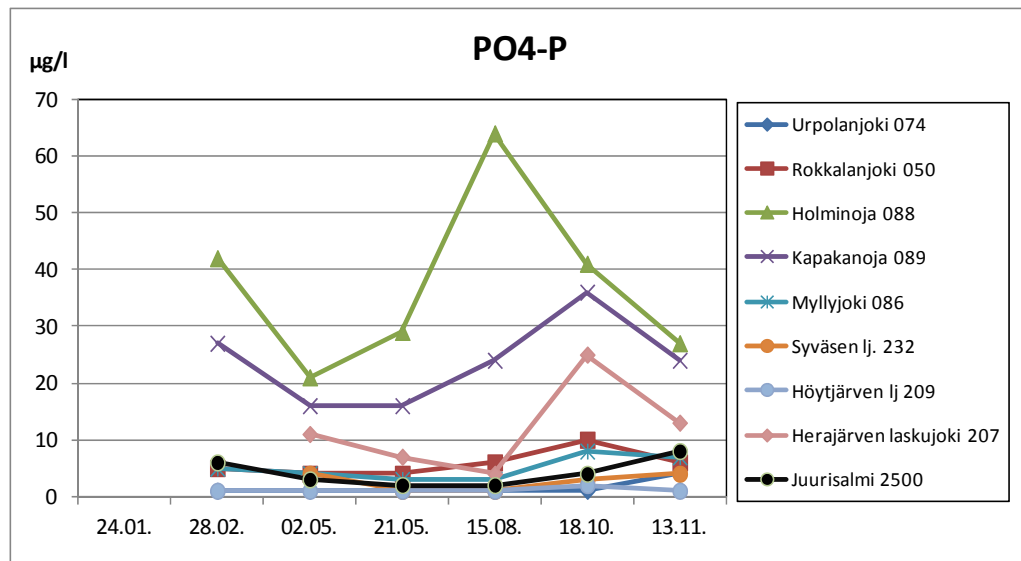
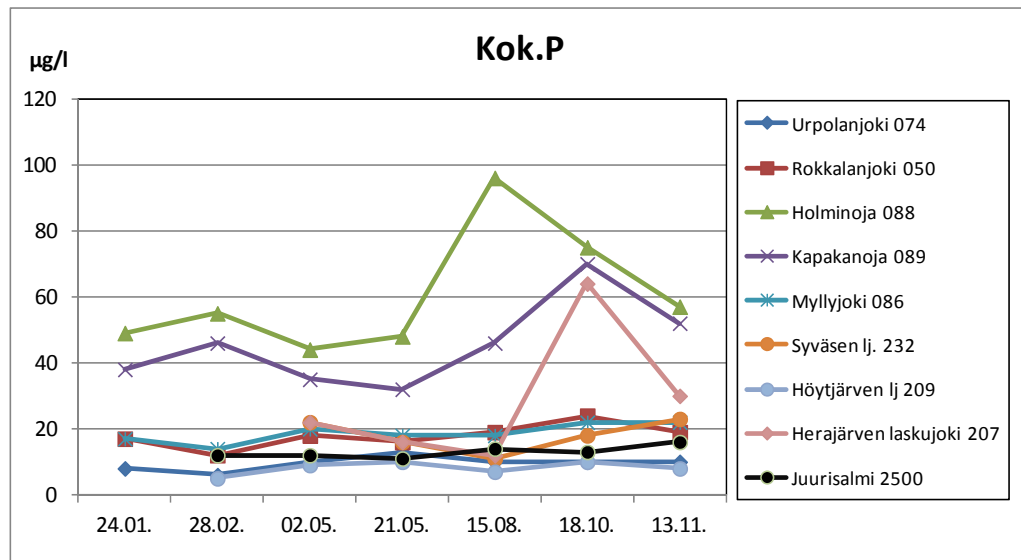
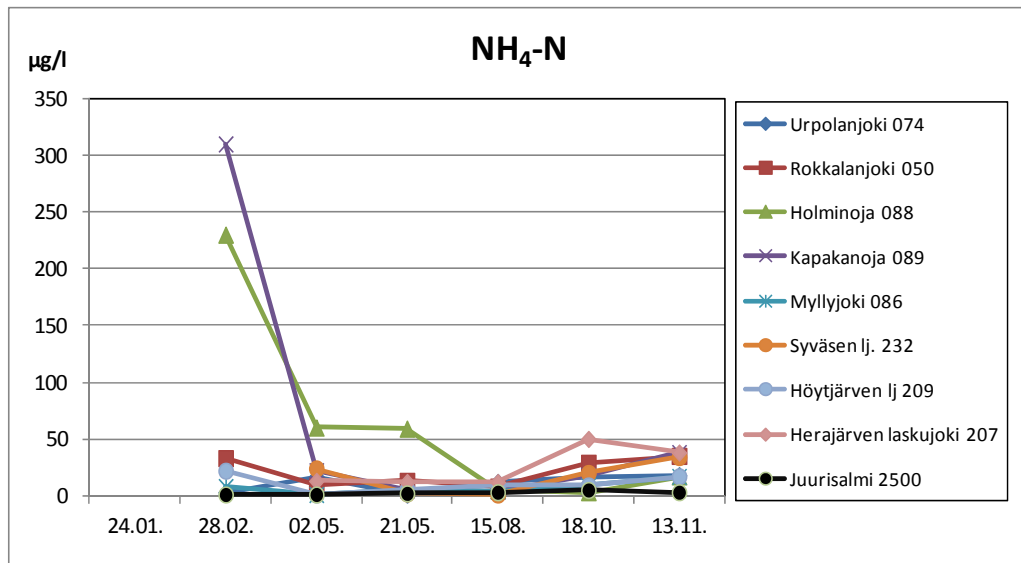
Pvm	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Juurisalmi 2500	Koordinaatit:			6826000	3515500											
28.02.2012	0.5			0.40	0.74	12.4	7.2	30	7.6	0.5	940	540	1	12	6	78
02.05.2012	4.5	11.5	89	0.37	2.0	11.7	7.0	35	8.3	1.4	1100	580	1	12	3	170
21.05.2012	14.0			0.36	1.3	11.5	7.4	40	9.2	1.4	1000	530	2	11	2	130
15.08.2012	19.5			0.37	1.9	10.6	7.4	40	10	2.8	650	160	3	14	2	130
18.10.2012	7.8			0.37	2.2	11.2	7.2	40	8.8	1.7	740	290	5	13	4	140
13.11.2012	3.2			0.37	1.8	11.3	7.3	50	8.9	1.2	850	400	3	16	8	150
N	6	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Minimi	0.5	11.5	89	0.36	0.74	10.6	7.0	30	7.6	0.5	650	160	1	11	2	78
Maksimi	19.5	11.5	89	0.40	2.2	12.4	7.4	50	10	2.8	1100	580	5	16	8	170
Mediaani	6.2			0.37	1.9	11.4	7.3	40	8.9	1.4	895	465	3	13	4	135
Keskiarvo	8.3			0.37	1.7	11.5	7.2	39	8.8	1.5	880	417	3	13	4	133
Keskihajonta	7.20			0.015	0.54	0.60	0.15	6.6	0.81	0.75	167	165	1.5	1.8	2.4	31

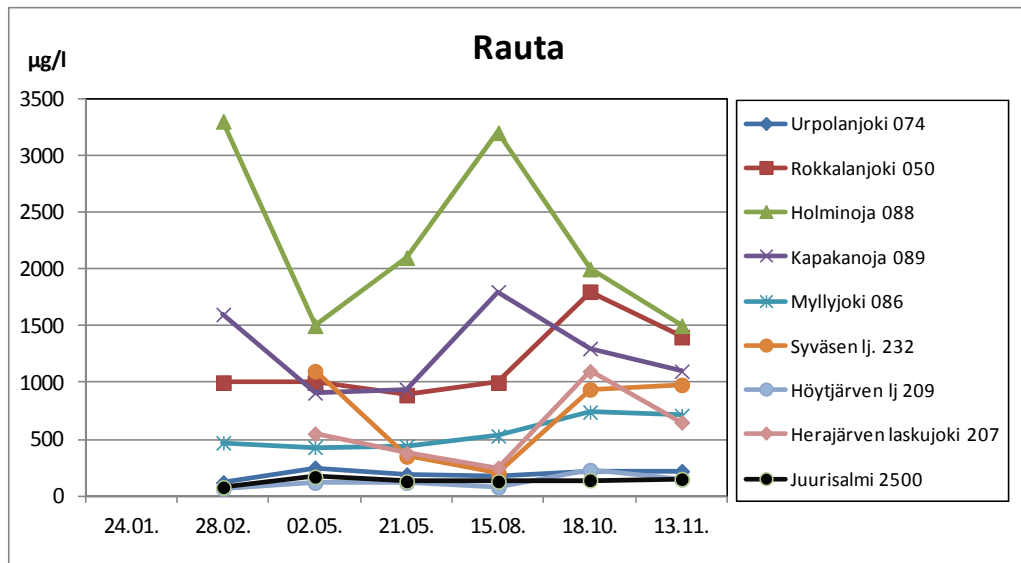
Liite 1.2. Ukonveteen laskevien 3. jakovaiheen jokien vedenlaatu vuonna 2012











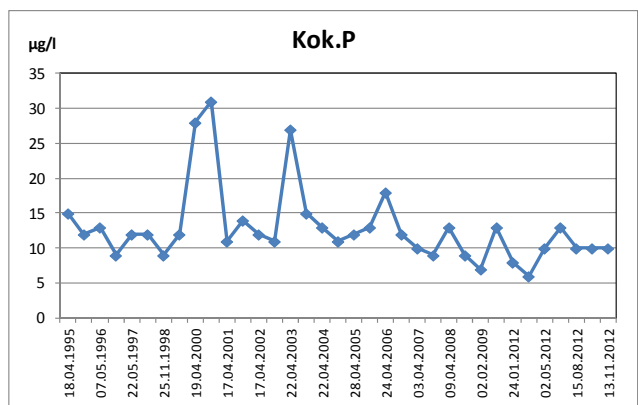
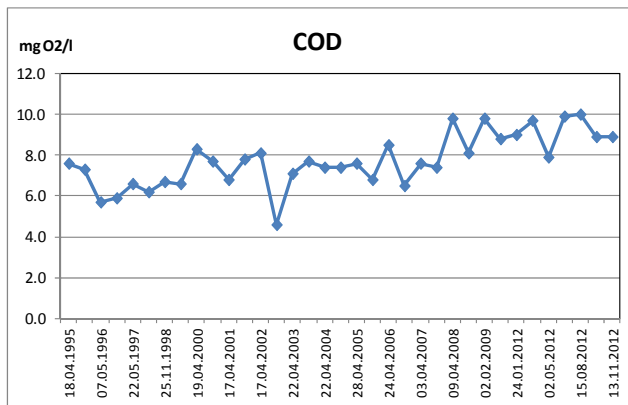
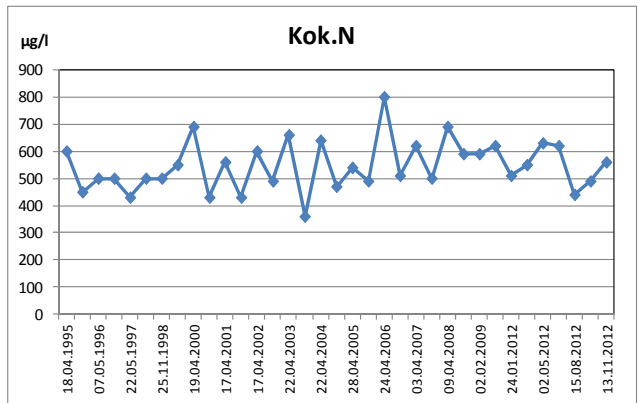
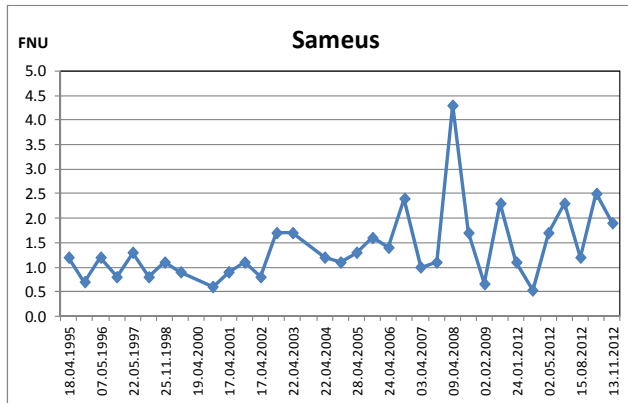
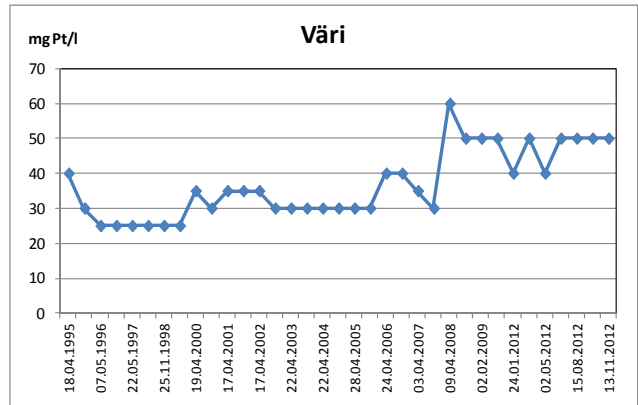
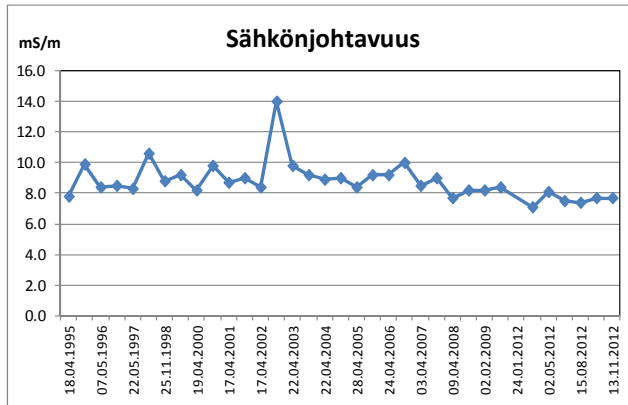
Liite 2.1. Ukonveteen laskevien 3. jakovaiheen jokien vedenlaadun keski- ja ääriarvot vuosilta 1990-2012.

	Näkösyvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Kiintoaine mg/l	Sameus FNU	Alkaliniteetti mmol/l	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	NH4-N µg/l	NO2+3-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fe µg/l
Juurisalmi 2500 1 m	Koordinaatit (Ykj)	6826000	3515500														
N	72	122	120	120	48	106	103	120	120	119	120	120	9	25	121	7	100
Keskiarvo	2.2	8.6	10.5	88	2.2	1.3	0.38	11.9	7.2	30	7.7	737	26	280	17	4	125
Mediaani	2.1	8.2	10.8	86	2.4	1.3	0.37	12.0	7.2	30	7.7	730	24	230	17	3	110
Minimi	1.0	0.2	6.9	58	0.1	0.20	0.26	9.4	6.1	15	5.7	340	4	18	11	1	9.1
Maksimi	3.8	21.5	13.8	120	6.7	3.7	0.99	14.0	7.8	50	10	1200	60	570	30	7	1100
Urpolanjoki 074 0.1-0.5 m	Koordinaatit (Ykj)	6840900	3514480														
N	35	29	29	7	33	34	34	34	34	35	35	35	8	33	35	12	34
Keskiarvo	5.1	11.7	90	1.5	1.4	0.27	8.8	6.9	37	7.7	546	10	157	13	1	250	
Mediaani	3.2	12.2	92	1.4	1.2	0.25	8.5	6.9	35	7.6	540	8	170	12	1	220	
Minimi	0.3	7.3	52	0.5	0.53	0.21	7.1	6.4	25	4.6	360	1	3	6	1	84	
Maksimi	18.1	13.3	96	2.8	4.3	0.52	14.0	7.2	60	10	800	18	440	31	4	620	
Myllyjoki 086 0.1-0.2 m	Koordinaatit (Ykj)	6842110	3519055														
N	30	24	24	6	30	29	29	29	29	30	30	30	6	29	30	9	29
Keskiarvo	4.9	11.2	85	2.3	3.0	0.22	8.3	6.6	109	18	1020	8	393	28	7	580	
Mediaani	3.2	11.7	88	2.5	2.0	0.22	8.1	6.7	103	19	950	7	320	22	6	500	
Minimi	0.0	4.7	42	1.5	0.90	0.15	6.8	6.4	50	5.8	610	1	54	14	3	310	
Maksimi	16.7	13.0	92	2.6	18	0.35	12.0	6.9	170	26	2000	17	940	93	21	1400	
Rokkalanjoki 050 0.1-0.5 m	Koordinaatit (Ykj)	6843400	3514950														
N	39	33.00	33	12	37	38	38	38	38	39	39	39	14	36	39	15	36
Keskiarvo	5.2	11.6	90	2.2	3.7	0.25	8.6	6.7	107	15	876	42	332	22	7	1167	
Mediaani	3.0	12.2	92	2.2	3.2	0.24	8.5	6.8	110	15	780	14	220	19	6	1100	
Minimi	0.0	5.4	60	1.1	1.3	0.14	3.5	6.4	70	8.3	440	1	78	12	3	740	
Maksimi	21.0	13.6	96	5.3	11	0.50	13.0	7.0	180	28	2100	360	1000	55	19	1900	
Holminoja 088 0.1-0.5 m	Koordinaatit (Ykj)	6844250	3517920														
N	53	74	47	6	80	31	80	79	33	81	81	54	31	81	9	31	
Keskiarvo	4.9	10.5	83	7.1	7.5	0.59	20.4	6.9	240	31	2184	229	1209	62	38	1878	
Mediaani	3.0	10.6	83	5.1	5.3	0.43	17.5	7.0	220	32	2000	140	1200	55	29	1500	
Minimi	0.0	6.8	69	3.0	1.6	0.12	7.8	6.0	40	8.8	920	3	440	10	21	650	
Maksimi	14.8	13.0	89	17	110	2.64	48.0	7.8	560	60	5300	1400	2000	210	64	6900	

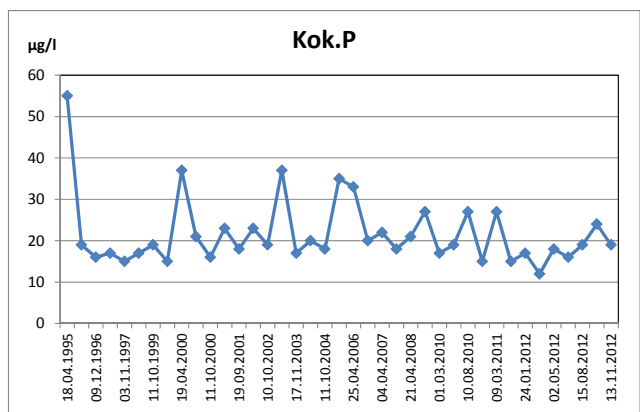
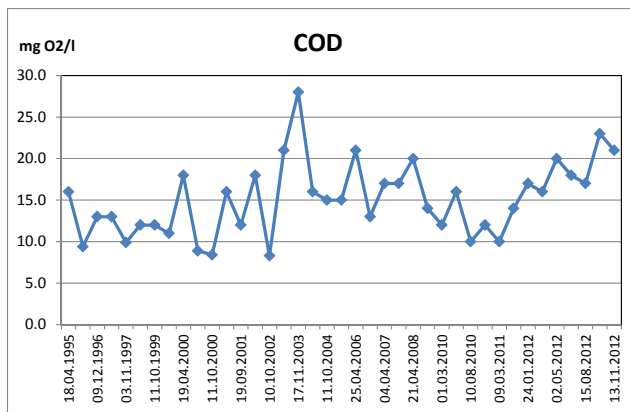
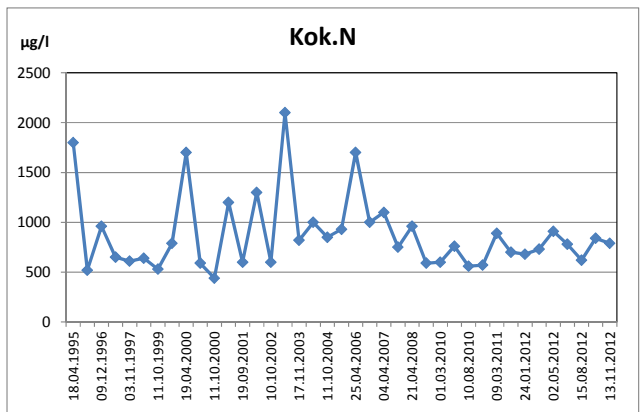
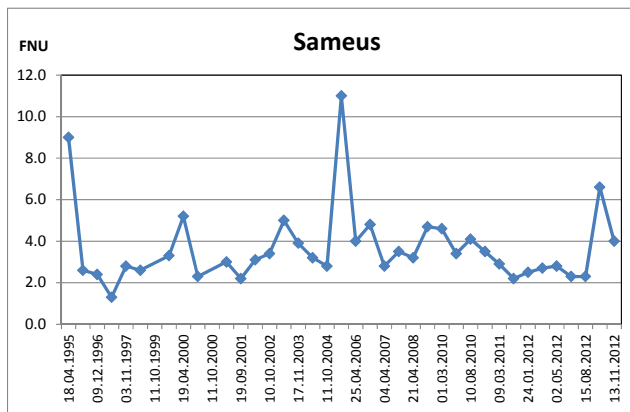
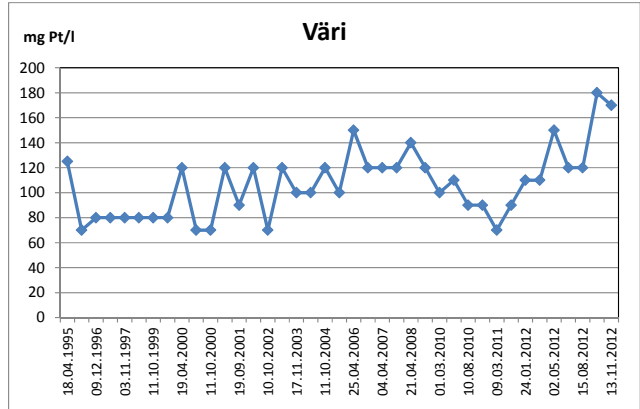
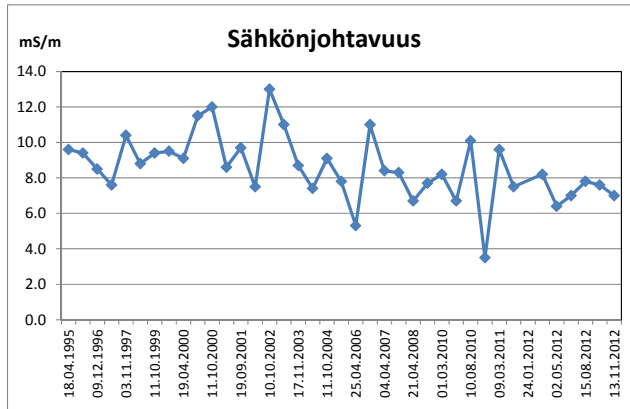
	Näkösyvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kylt.%	Kiintoaine mg/l	Sameus FNU	Alkaliniteetti mmol/l	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	NH4-N µg/l	NO2+3-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fe µg/l
Kapakanoja 089	Koordinaatit (Ykj)	6844320	3518650														
0.1-0.5 m																	
N		30	23	23	6	30	29	29	29	30	30	30	6	29	30	9	29
Keskiarvo		3.6	11.4	84	3.6	5.7	0.29	12.3	6.6	219	33	1624	66	746	64	26	1287
Mediaani		2.1	11.9	85	3.0	3.1	0.25	11.0	6.6	200	33	1550	20	580	42	24	1000
Minimi		0.0	9.4	69	0.5	0.70	0.04	7.2	5.5	30	6.1	540	4	8	15	8	210
Maksimi		12.2	12.7	91	9.1	53	0.78	33.3	7.2	360	50	2500	310	1600	320	58	4600
Höytjärven Ij 209	Koordinaatit (Ykj)	6832980	3519850														
0.1-0.5 m																	
N		32	27	27	6	32	32	32	32	32	32	32	6	30	32	9	32
Keskiarvo		5.1	11.6	89	1.3	1.6	0.19	5.0	6.8	40	9.5	484	11	61	11	1	147
Mediaani		3.5	11.8	90	1.5	1.2	0.18	5.0	6.8	40	9.4	460	9	32	10	1	130
Minimi		0.2	8.2	59	0.5	0.40	0.14	3.8	6.3	15	6.0	380	1	3	5	1	50
Maksimi		18.6	13.8	96	1.8	6.0	0.31	6.0	7.1	70	14	750	22	230	32	2	460
Herajärven laskujoki 207	Koordinaatit (Ykj)	6829720	3518300														
0.1-0.5 m																	
N		29	24	24	5.0	28	28	28	28	28	28	28	5	26	28	8	28
Keskiarvo		4.6	11.0	82	8.7	8.0	0.19	7.3	6.4	64	13	1354	25	695	37	18	575
Mediaani		2.4	11.3	84	7.7	5.4	0.17	6.4	6.4	55	11	880	13	275	28	12	490
Minimi		0.2	6.6	56	1.9	0.30	0.12	4.1	5.7	5	4.6	330	12	8	4	3	20
Maksimi		18.1	13.7	96	14	26	0.36	20.0	6.9	170	32	6200	50	4400	140	68	1600
Syväsen Ij. 232	Koordinaatit (Ykj)	6835653	3519679														
0.1-0.5 m																	
N		21	17	17	5.0	21	21	21	21	21	21	21	5	20	21	5	21
Keskiarvo		6.2	7.7	60	2.0	3.0	0.25	7.6	6.5	90	15	816	16	182	22	3	816
Mediaani		4.2	7.9	60	1.4	2.7	0.25	7.5	6.7	90	15	750	20	44	22	3	850
Minimi		0.5	3.7	26	1.1	0.70	0.14	5.3	6.0	25	7.6	500	1	3	11	1	91
Maksimi		18.5	10.8	80	3.5	6.6	0.35	10.0	7.1	150	20	1800	34	750	49	4	1800

Liite 2.2. Ukonveteen laskevien 3. jakovaiheen jokien vedenlaatu vuosina 1990-2012.

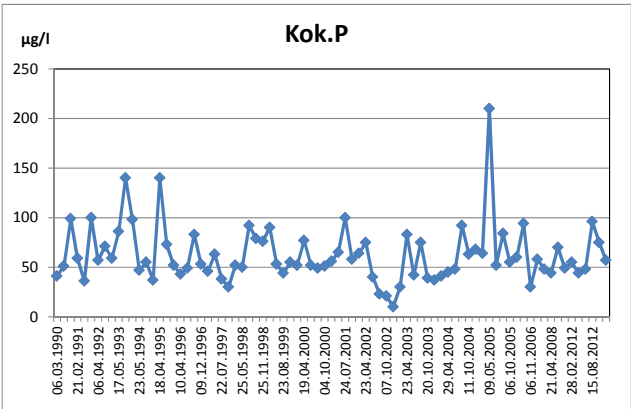
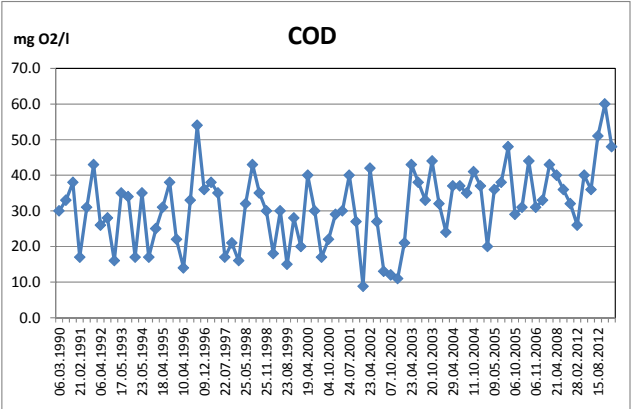
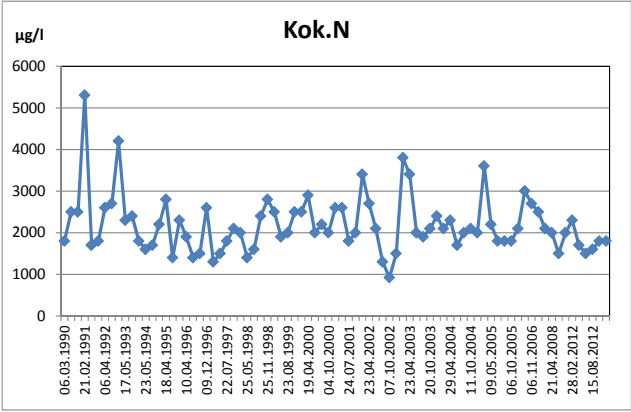
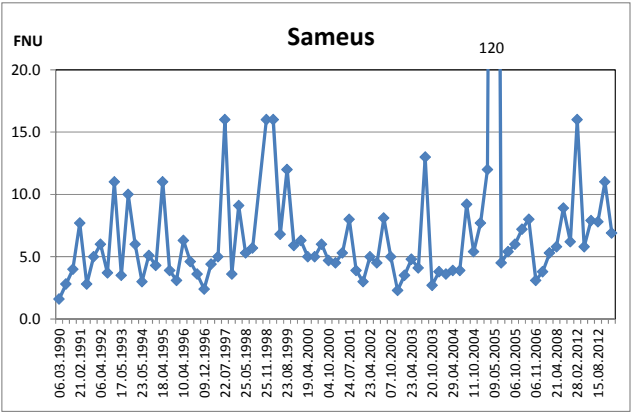
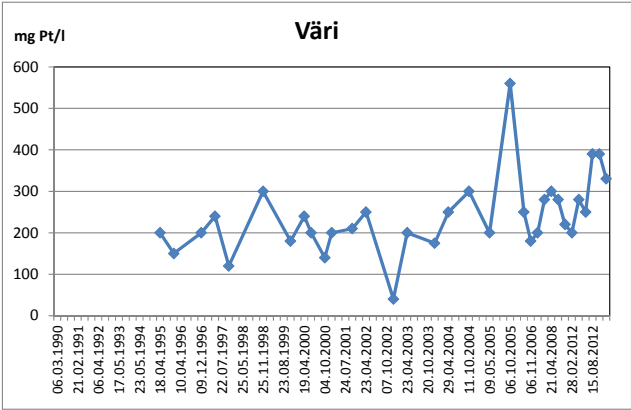
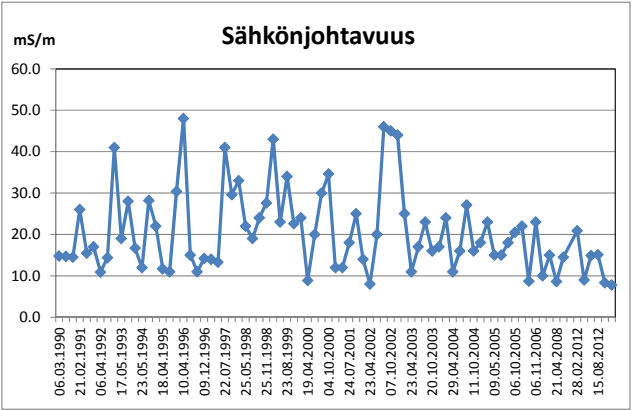
Urpolanjoki 074, koordinaatit (Ykj) 6840900-3514480



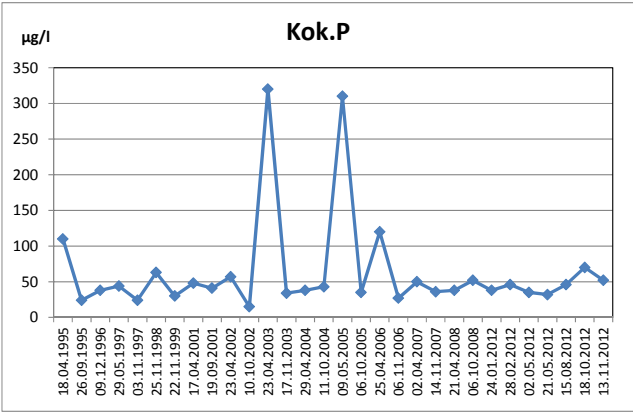
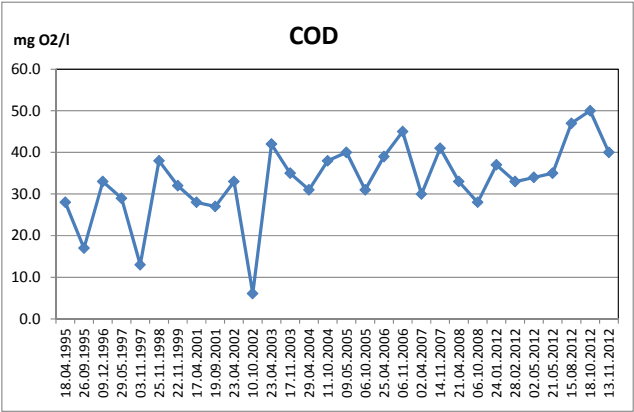
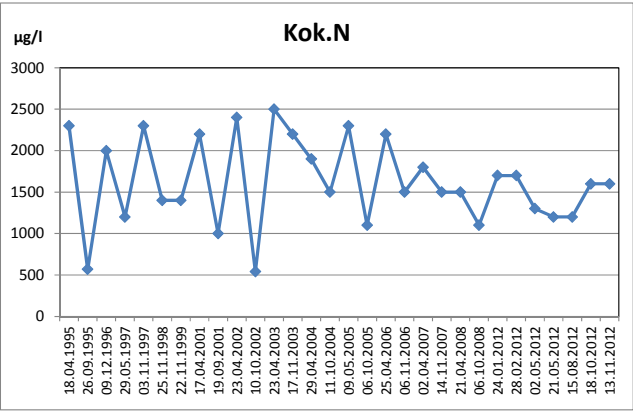
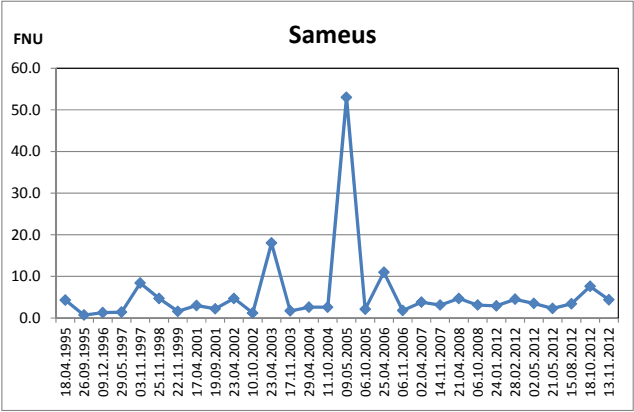
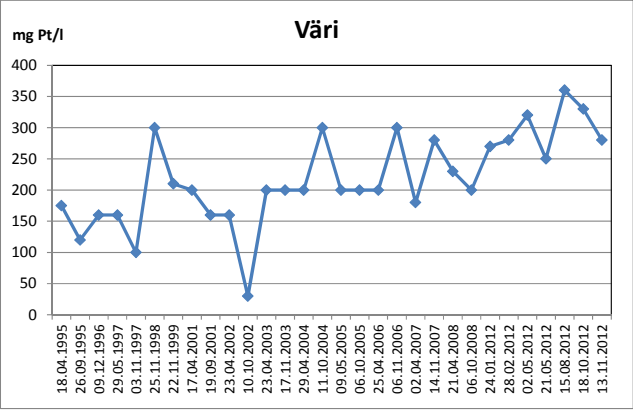
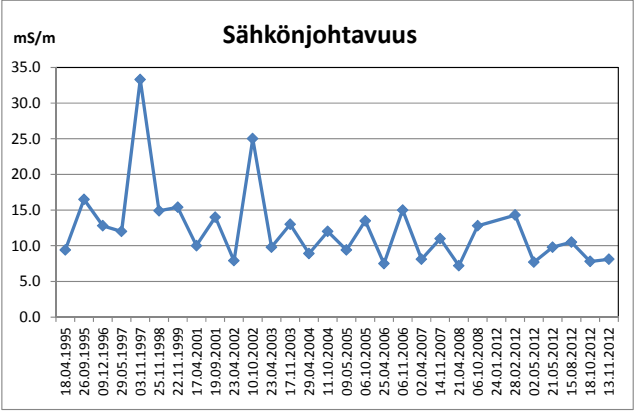
Rokkalanjoki 050, koordinaatit (Ykj) 6843400-3514950



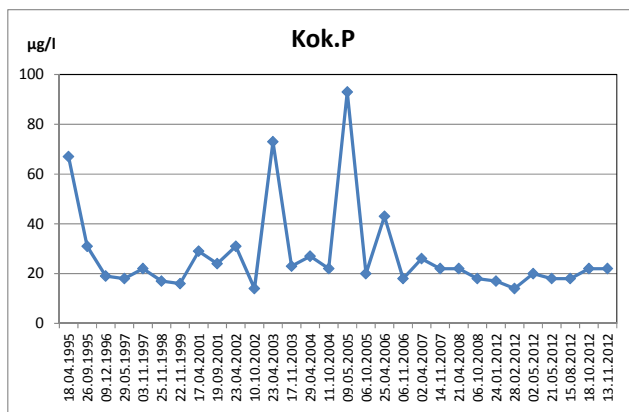
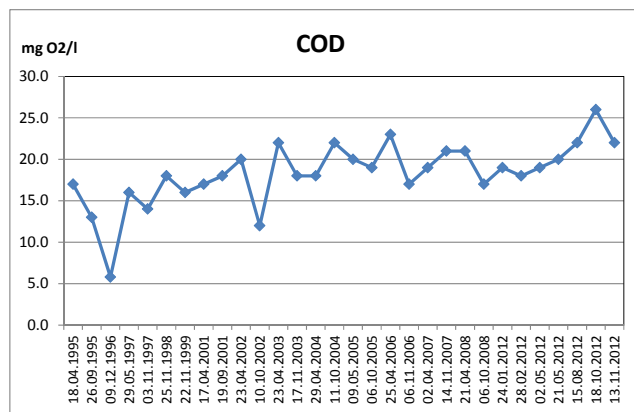
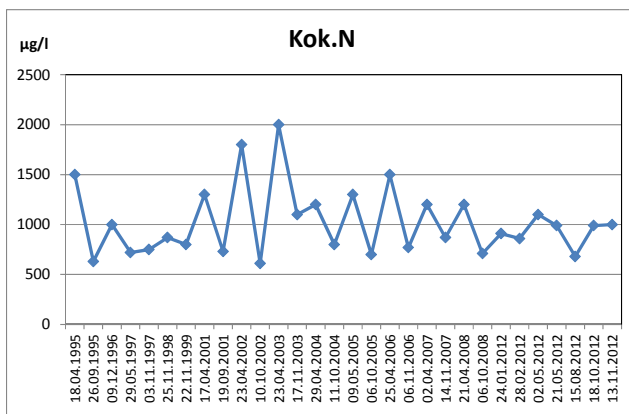
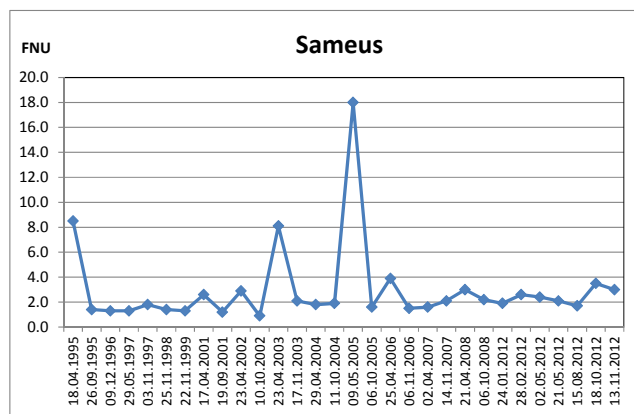
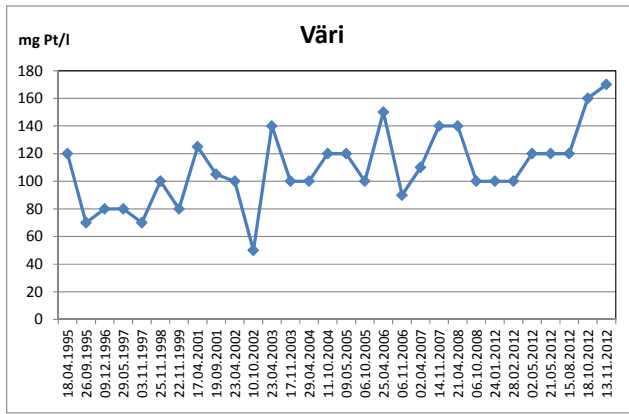
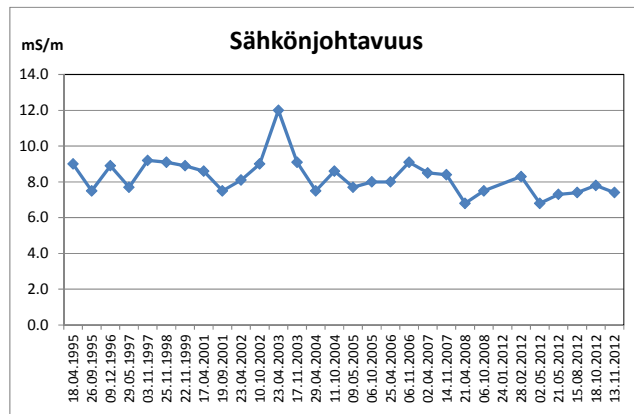
Holminoja 088, koordinaatit (Ykj) 6844250-3517920



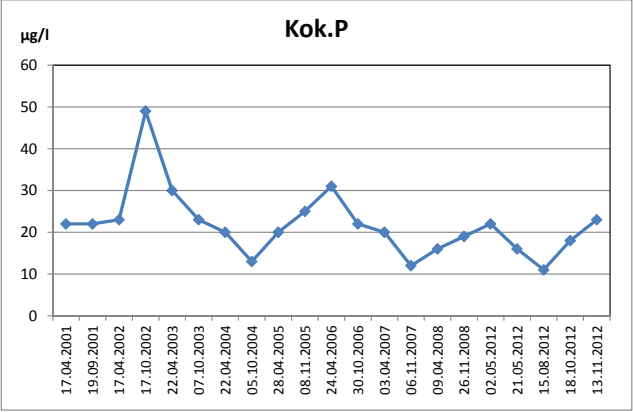
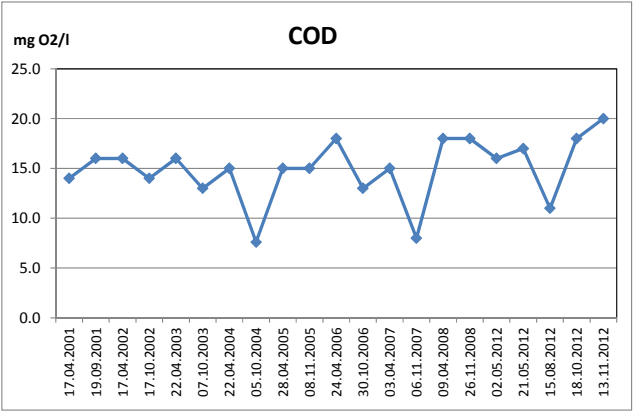
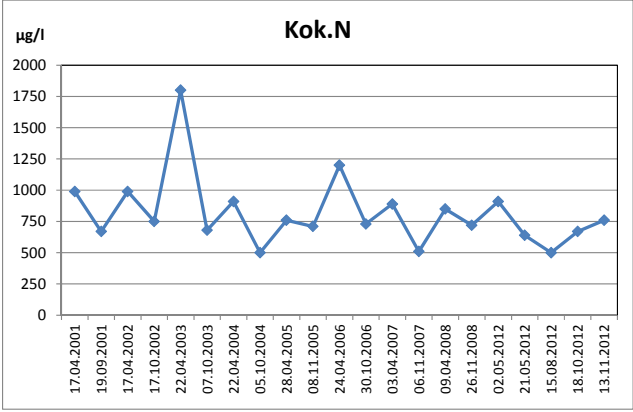
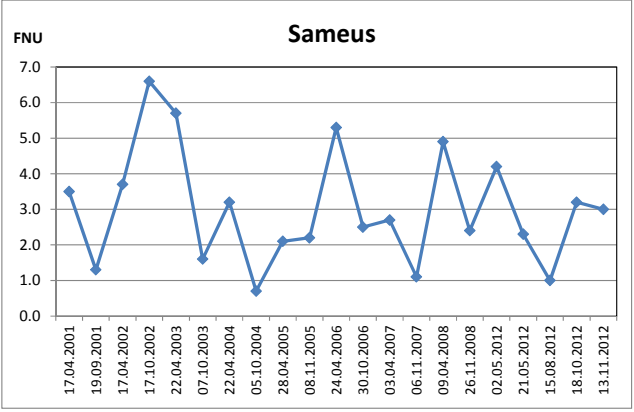
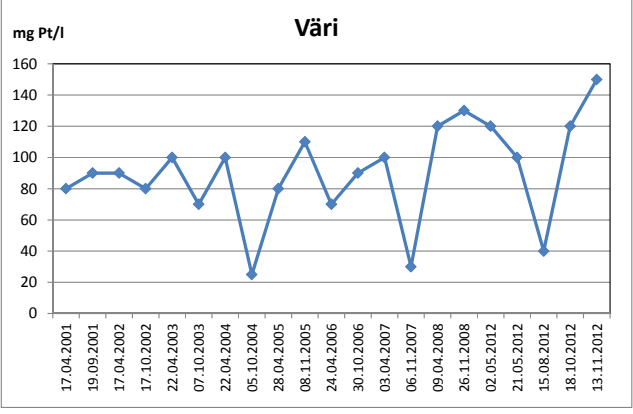
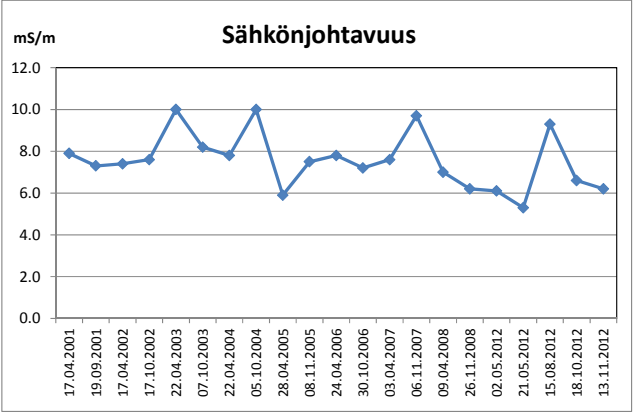
Kapakanoja 089, koordinaatit (Ykj) 6844320-3518650



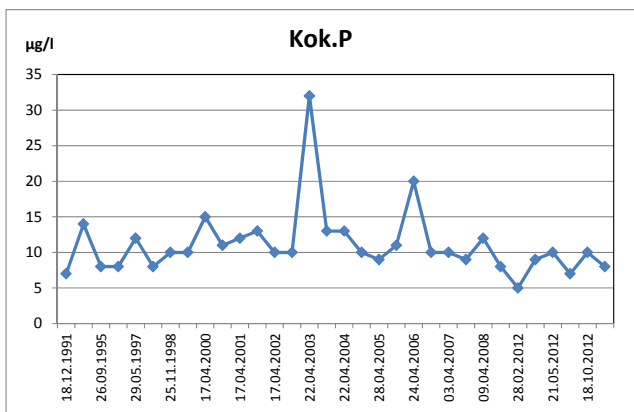
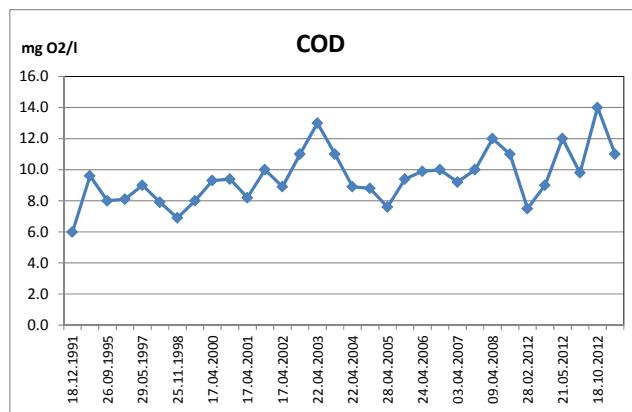
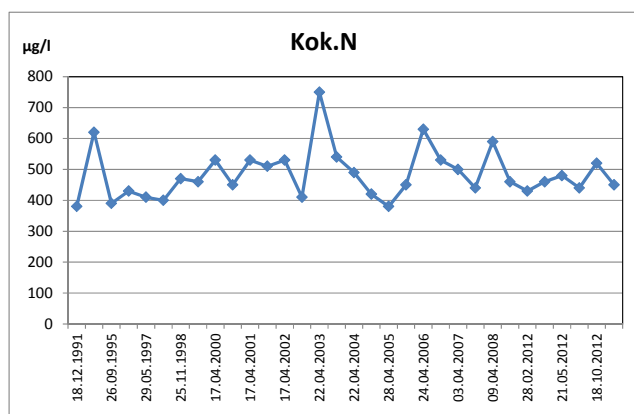
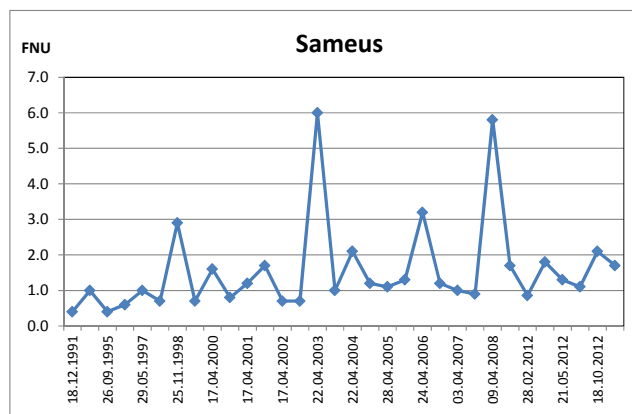
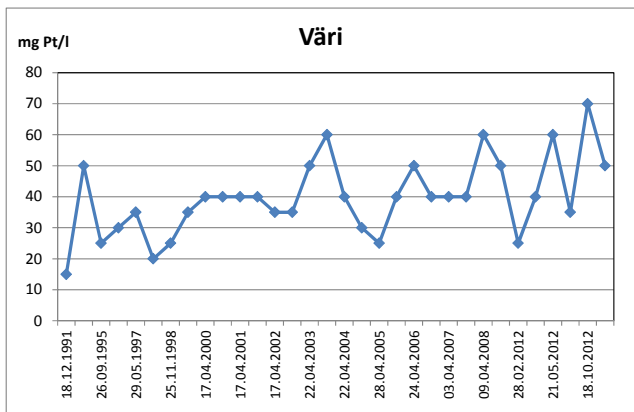
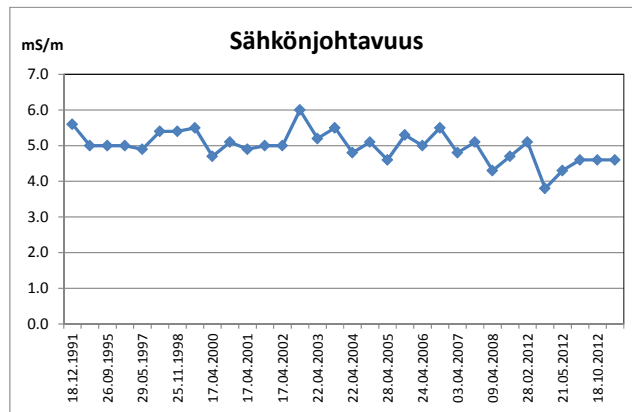
Myllyjoki 086, koordinaatit (Ykj) 6842110-3519055



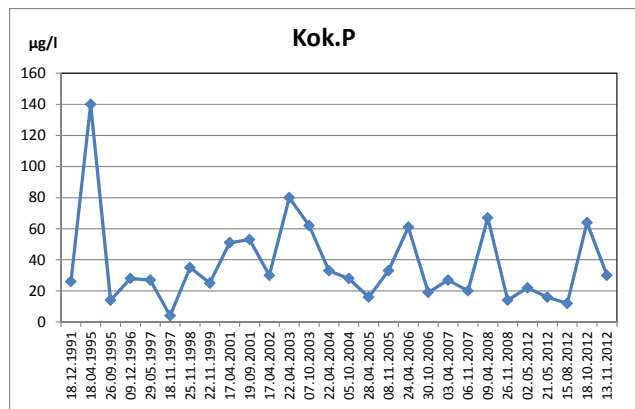
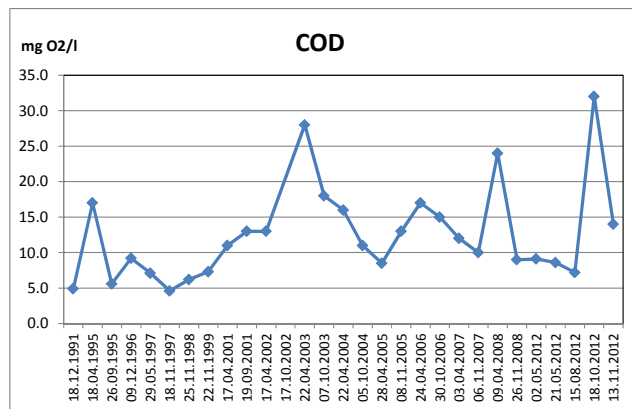
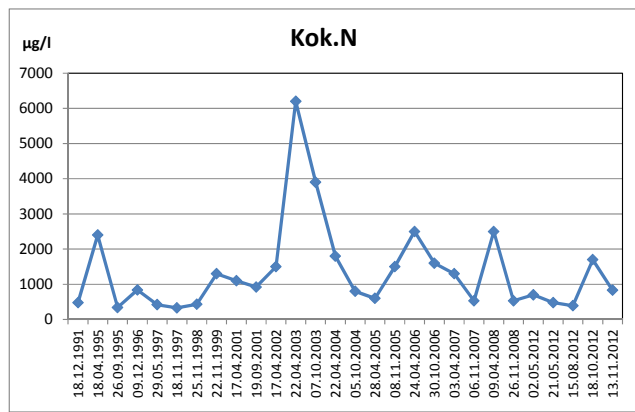
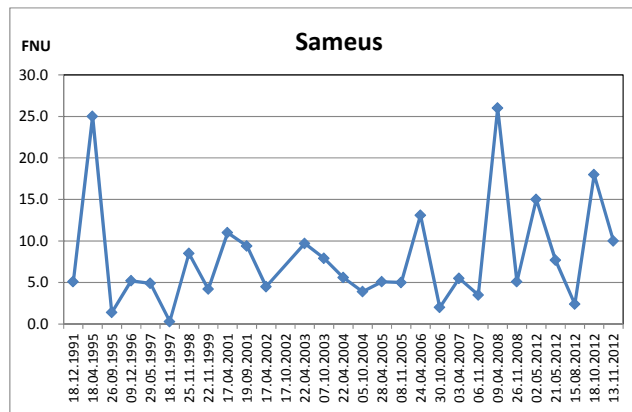
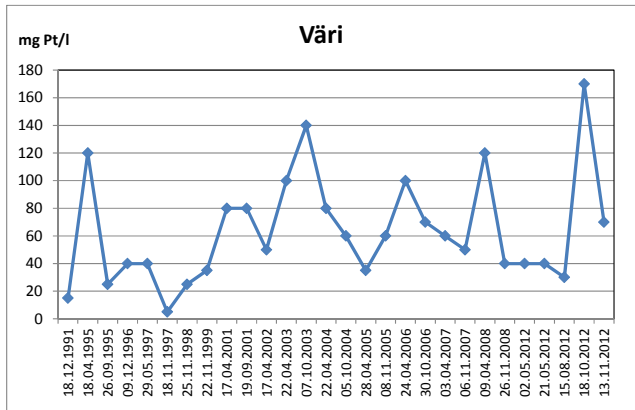
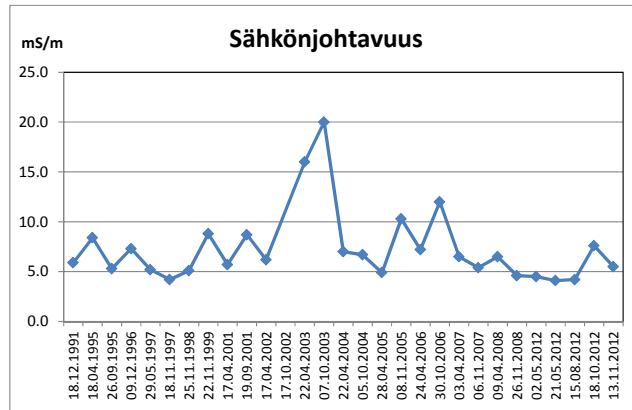
Syväsen Ij. 232, koordinaatit (Ykj) 6835653-3518300



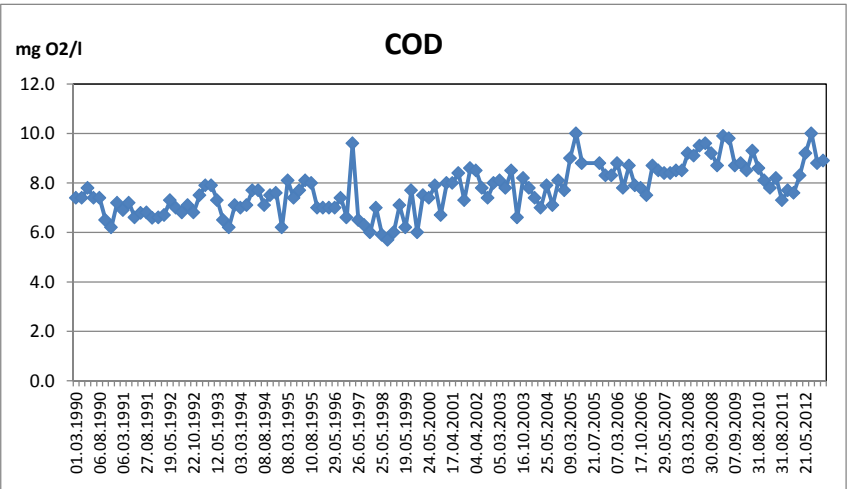
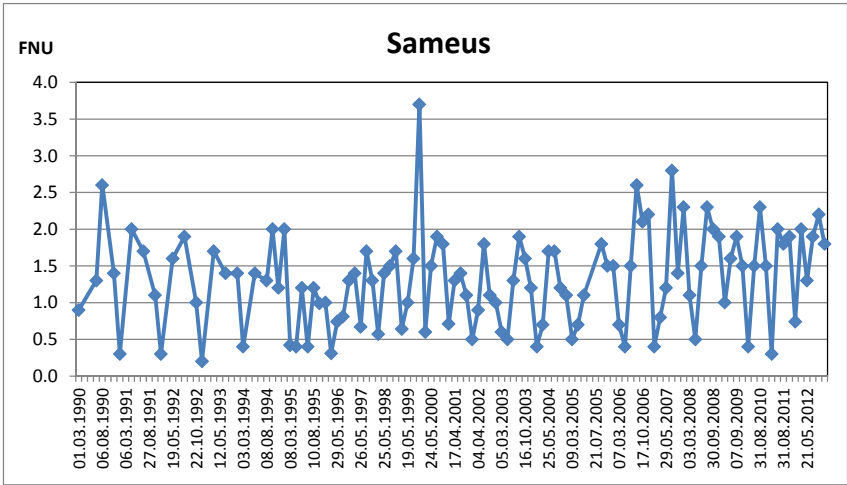
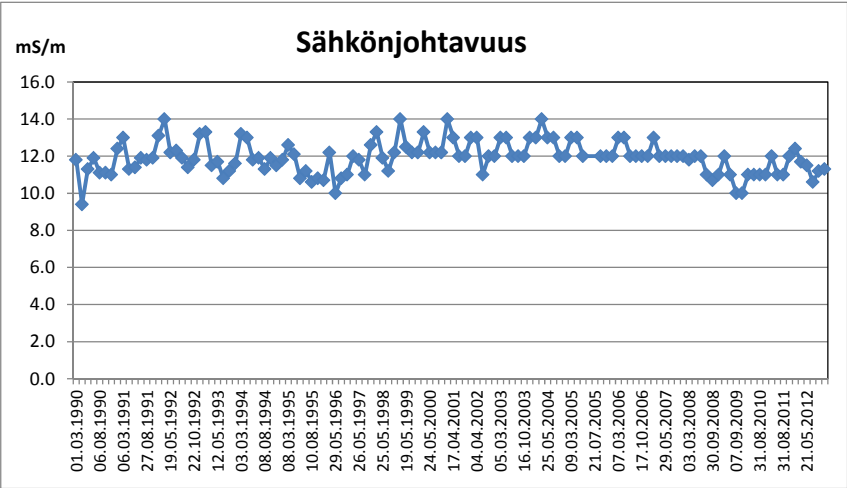
Höytjärven lj. 209, koordinaatit (Ykj) 6832980-3519850



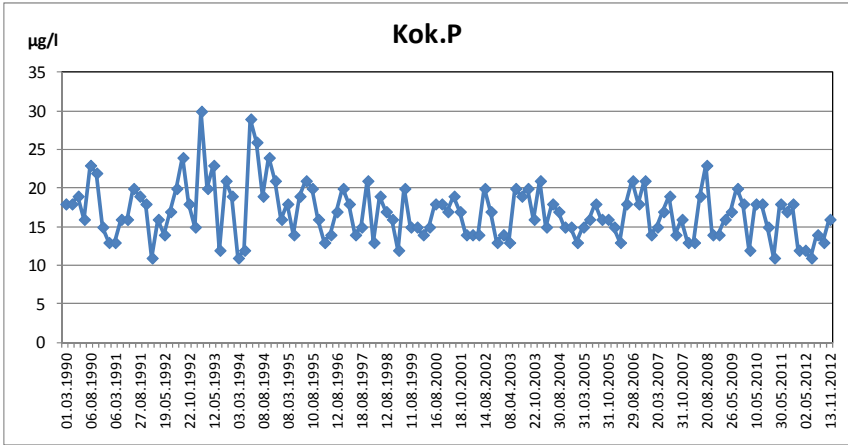
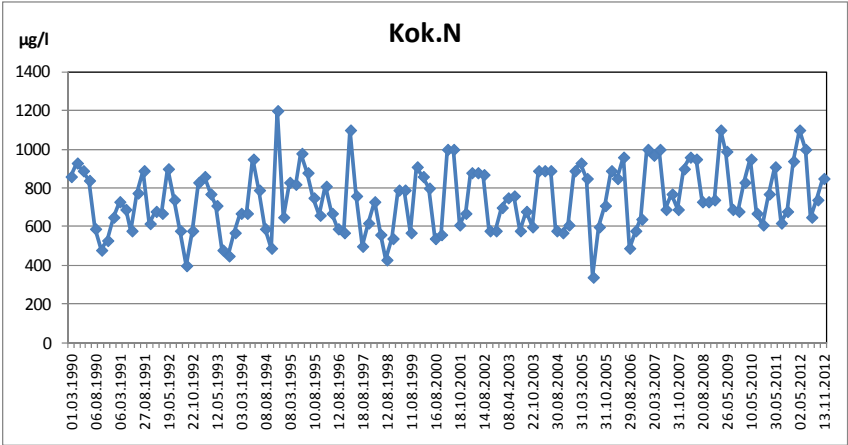
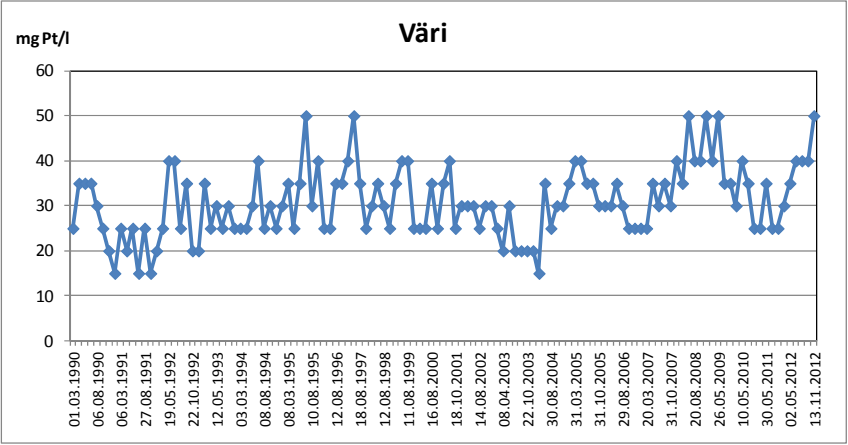
Herajärven laskujoki 207, koordinaatit (Ykj) 6829720-3518300



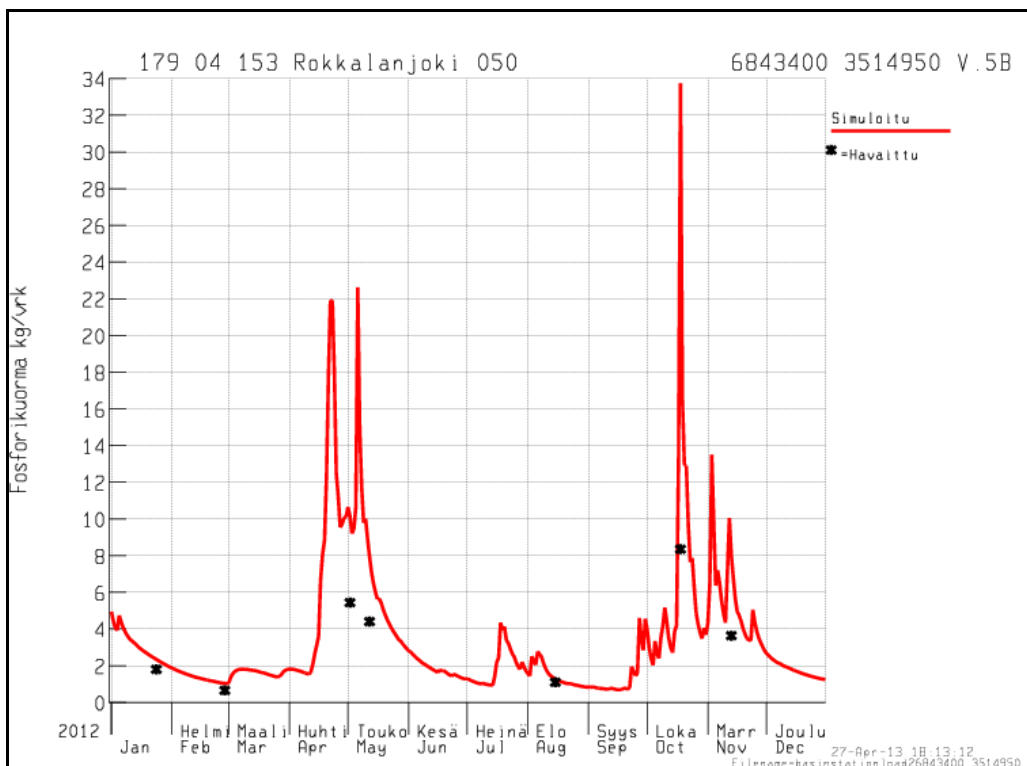
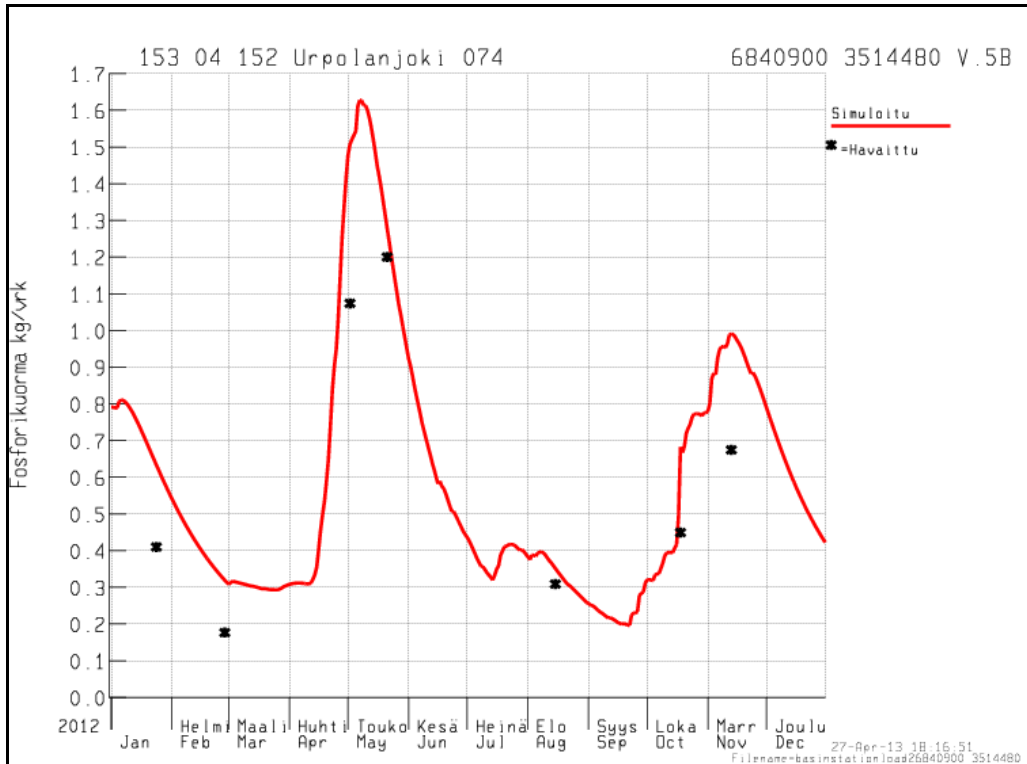
Juurisalmi 2500, koordinaatit (Ykj) 6826000-3515500

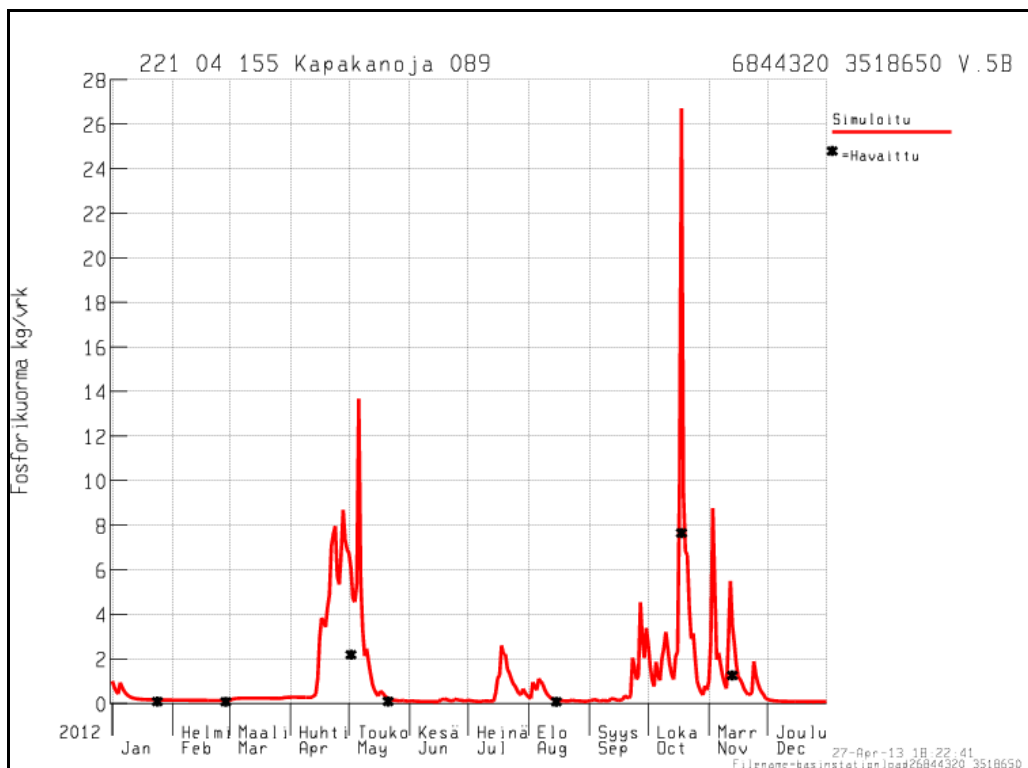
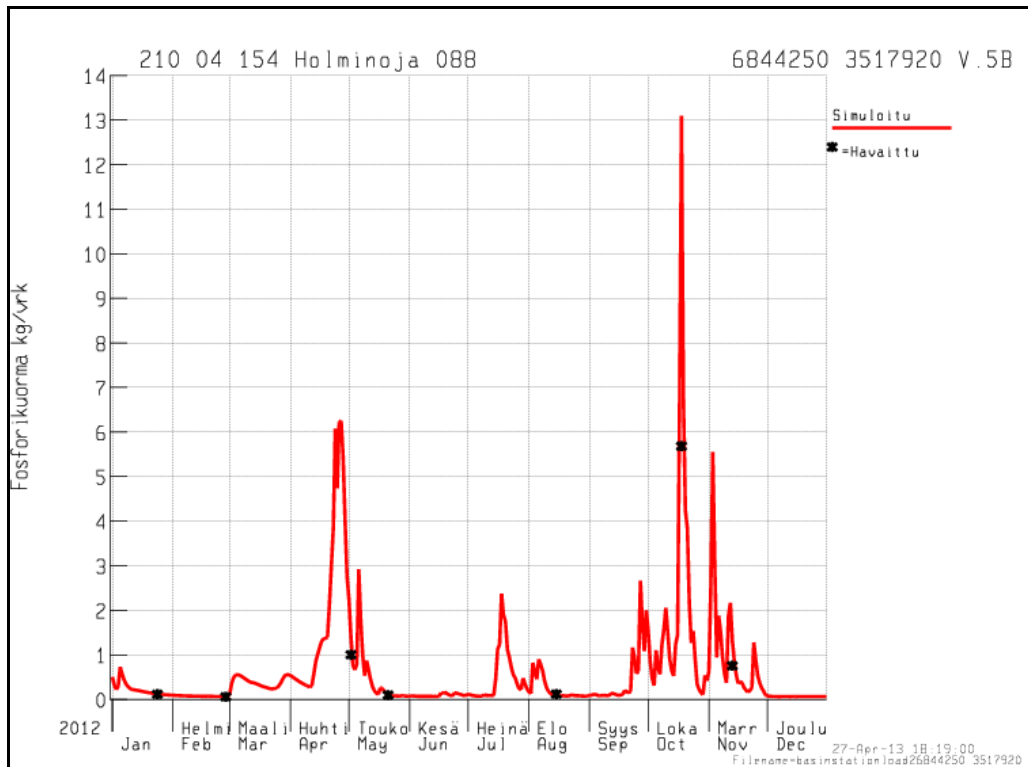


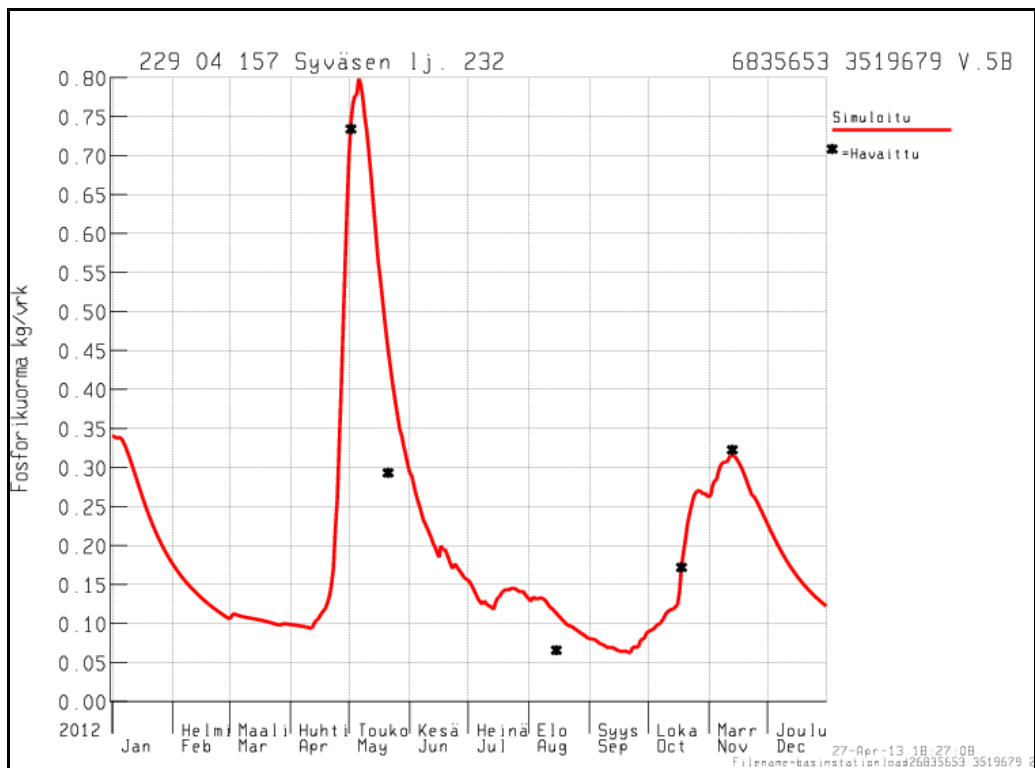
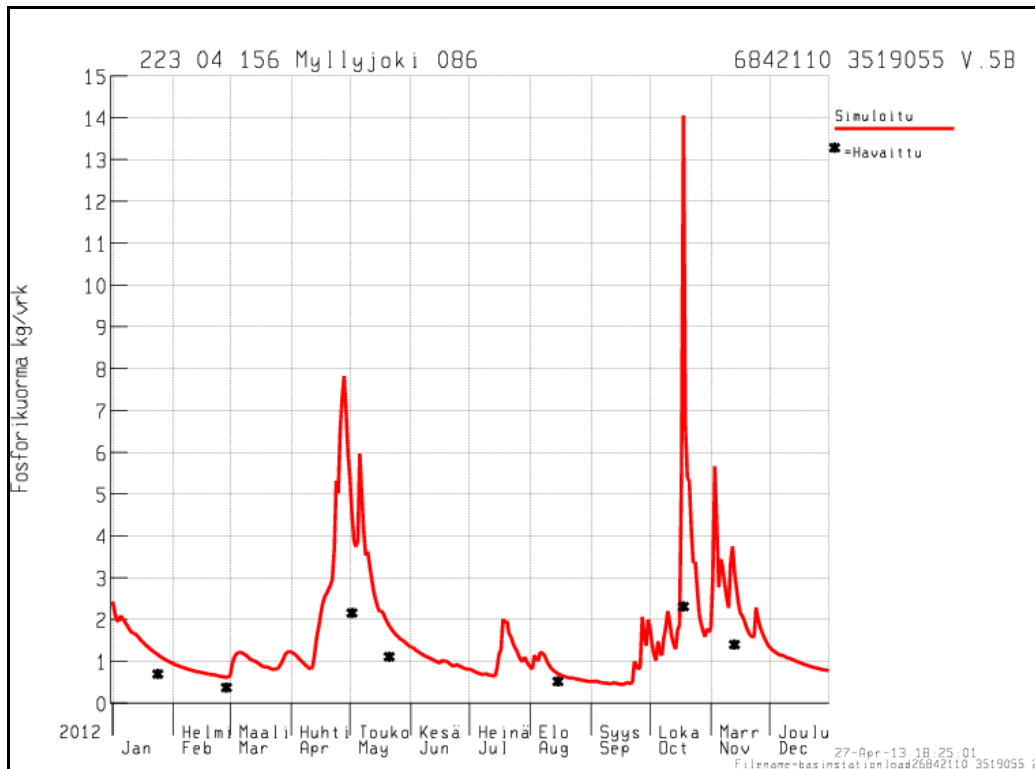
Juurisalmi 2500, koordinaatit (Ykj) 6826000-3515500

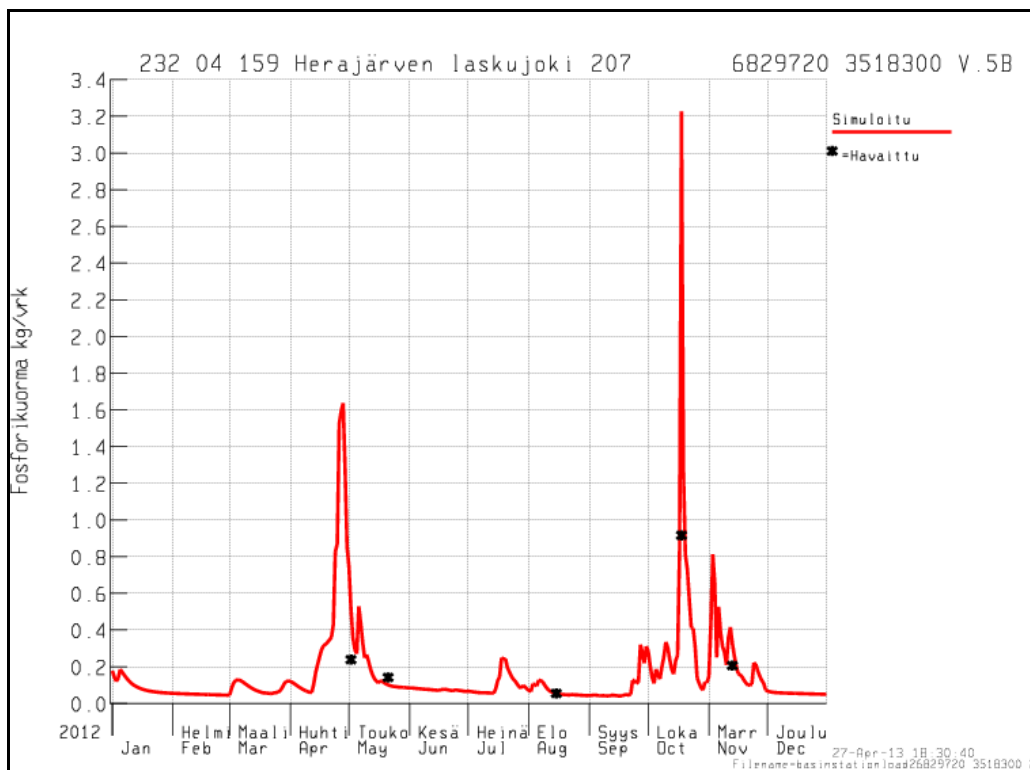
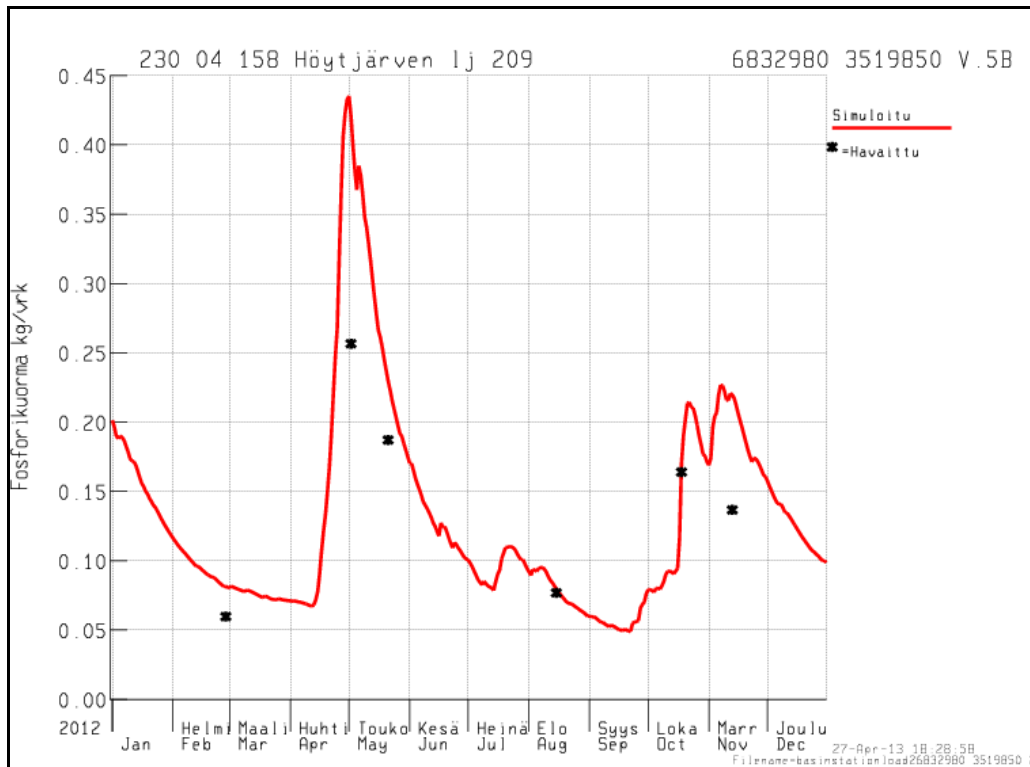


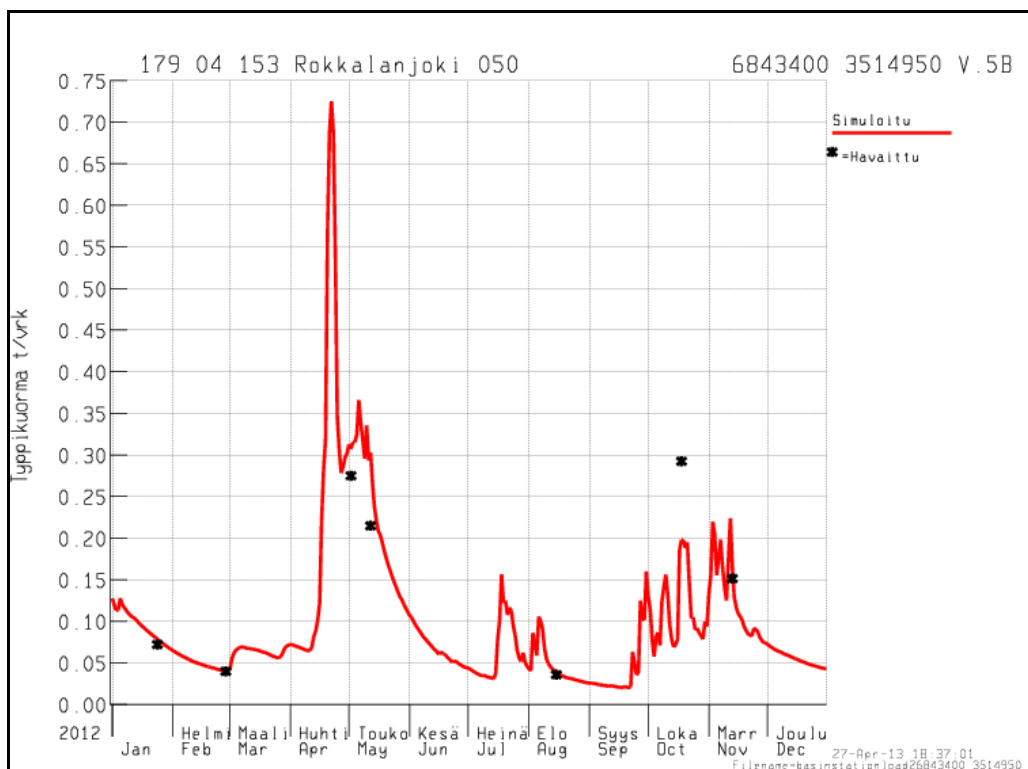
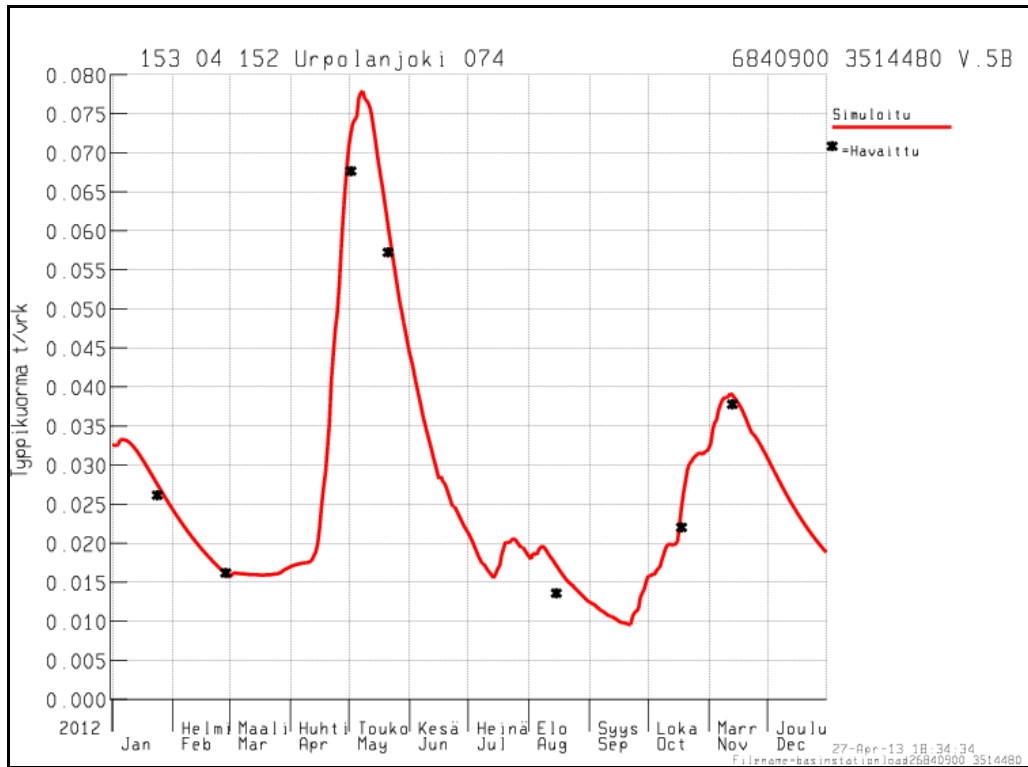
Liite 3. Vesistömallijärjestelmän (Vemala) laskemat Ukonveteen laskevien 3. jakovaiheen uomien fosfori- ja typpikuormat vuonna 2012.

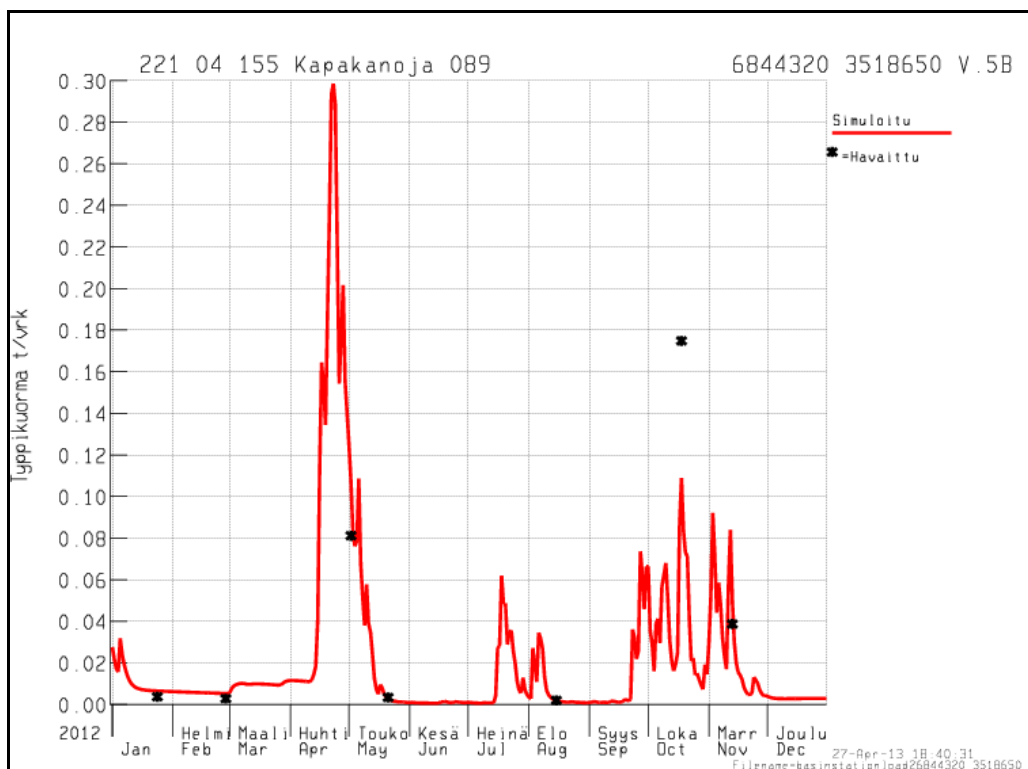
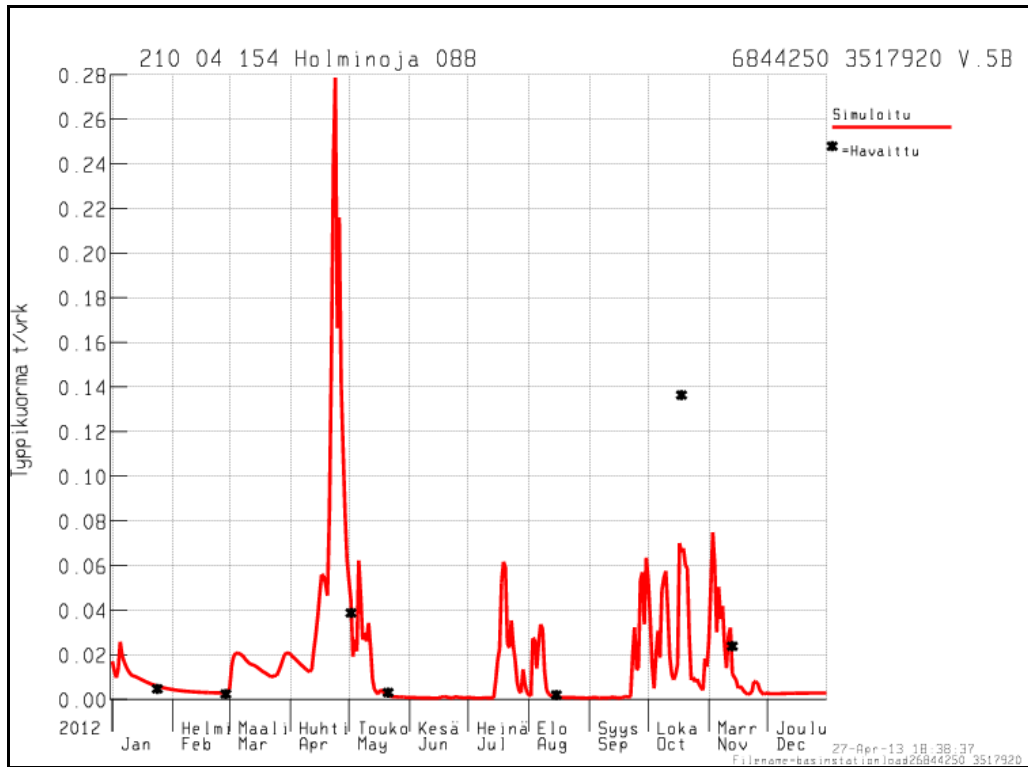


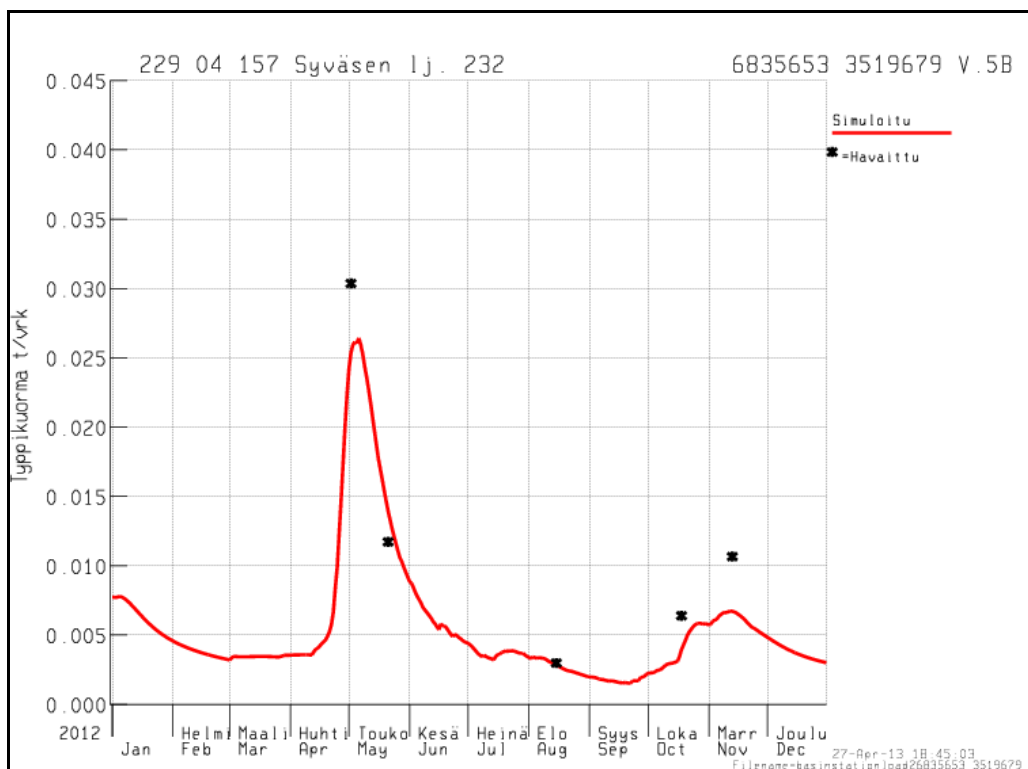
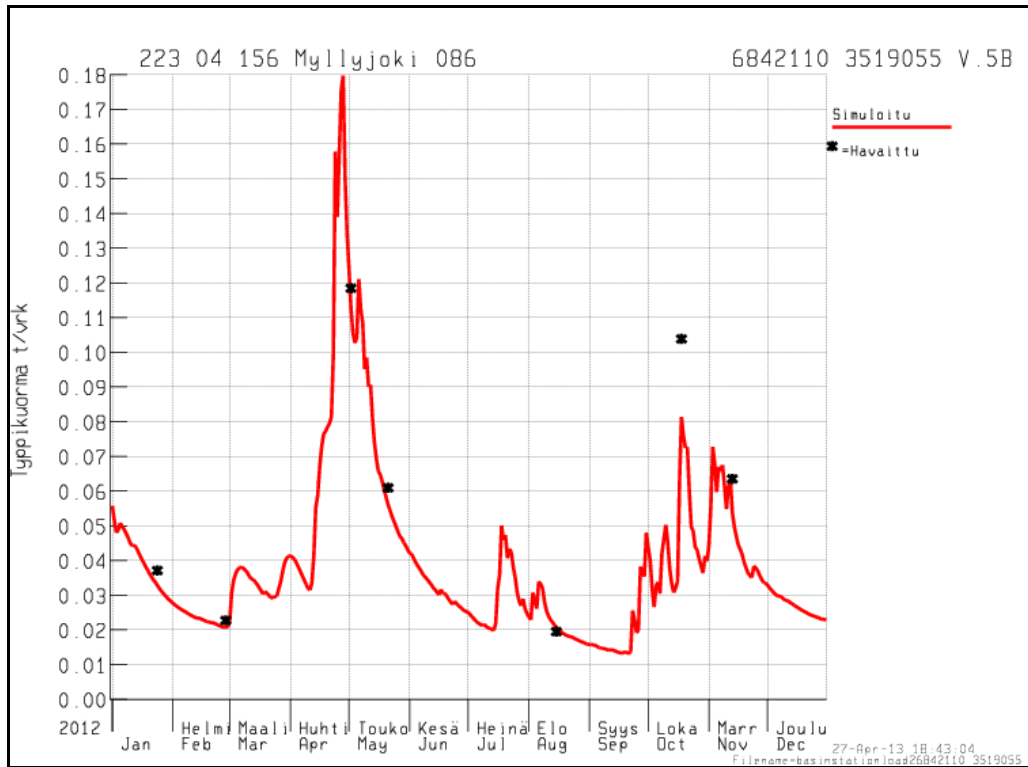


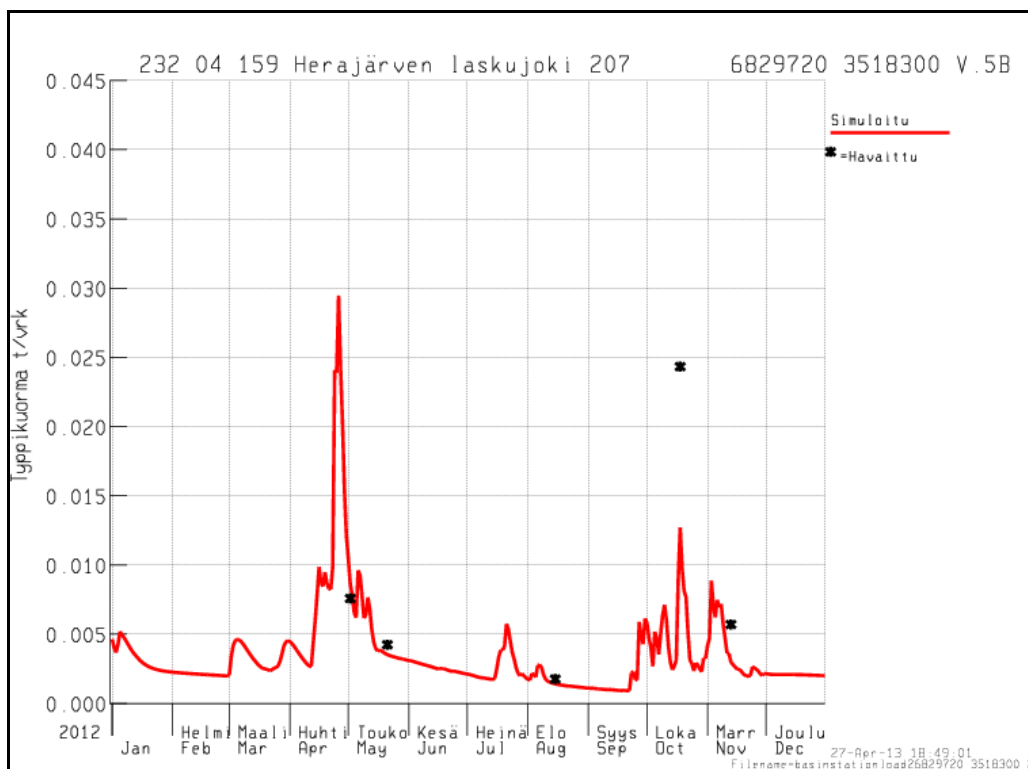
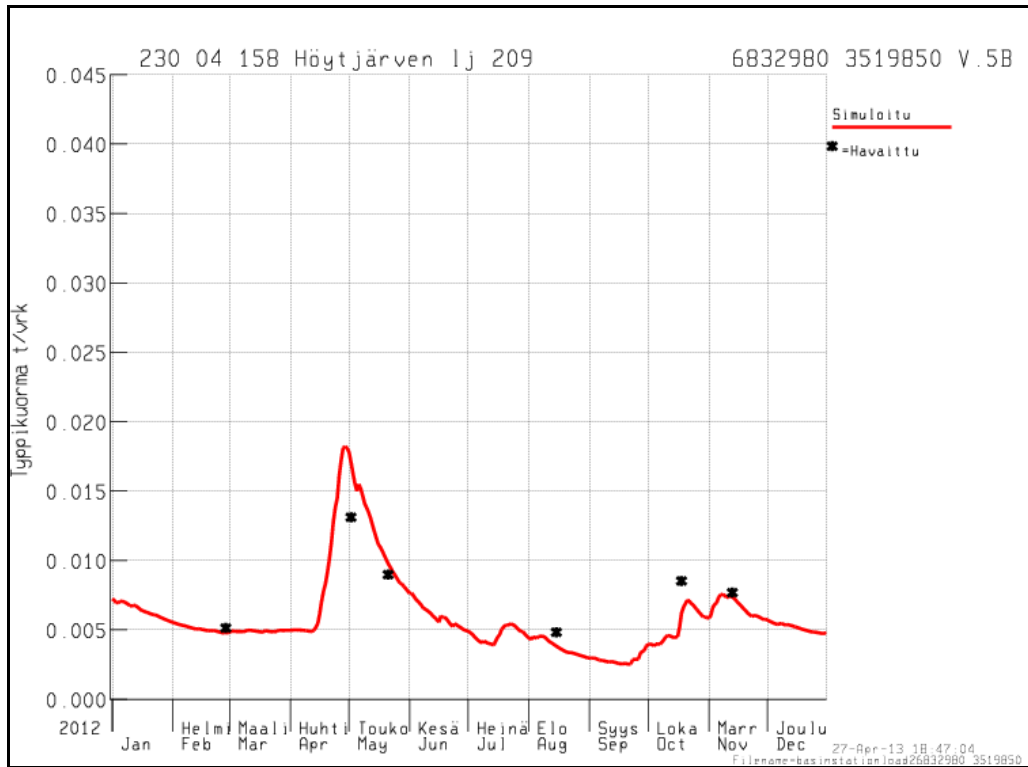


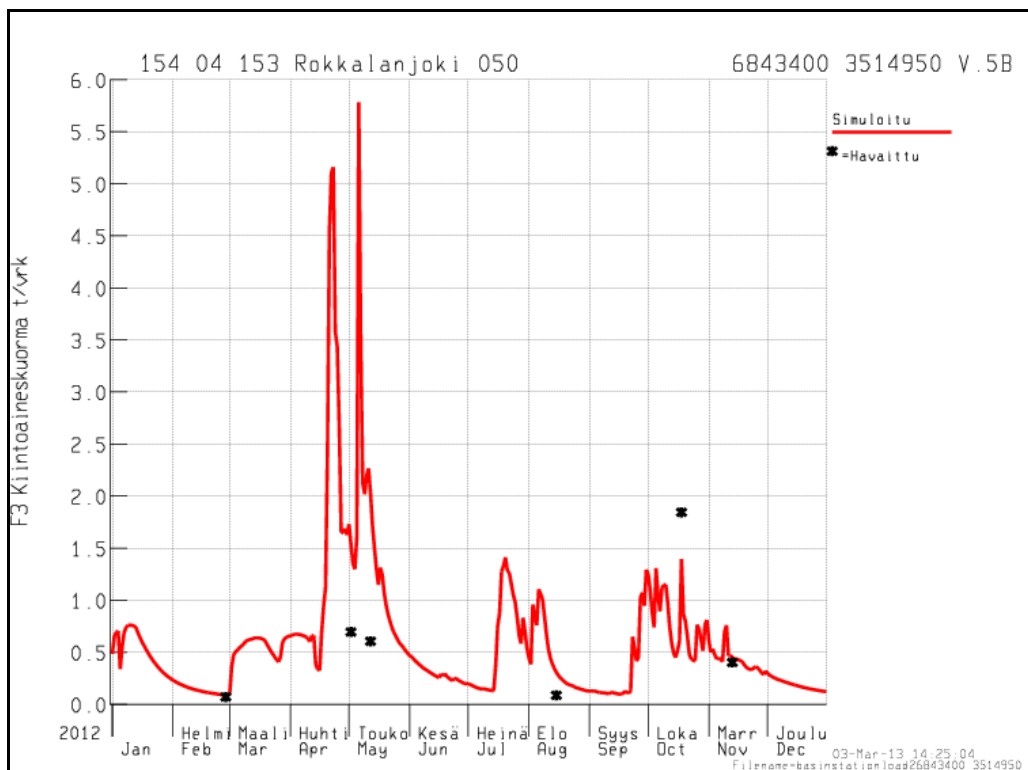
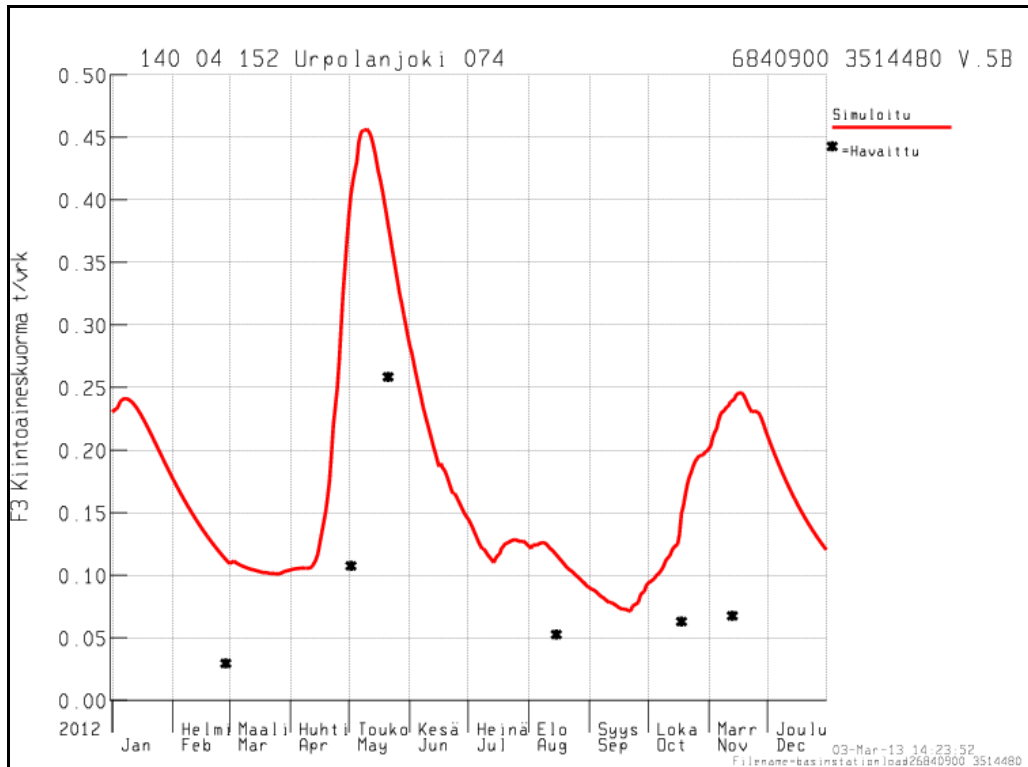


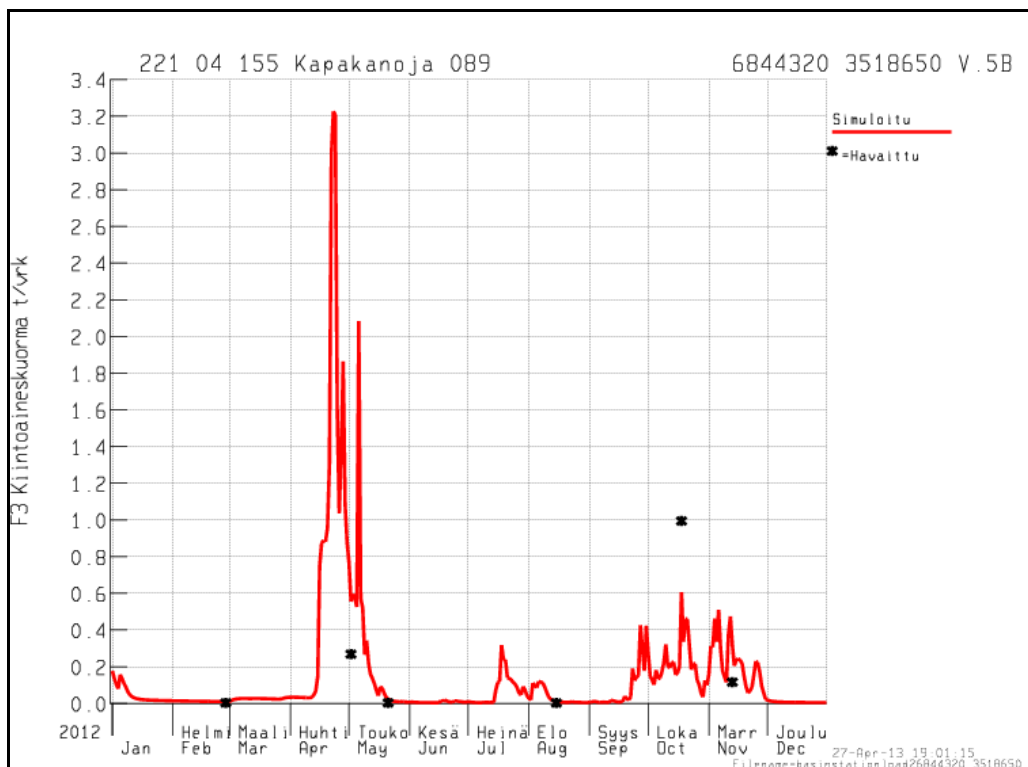
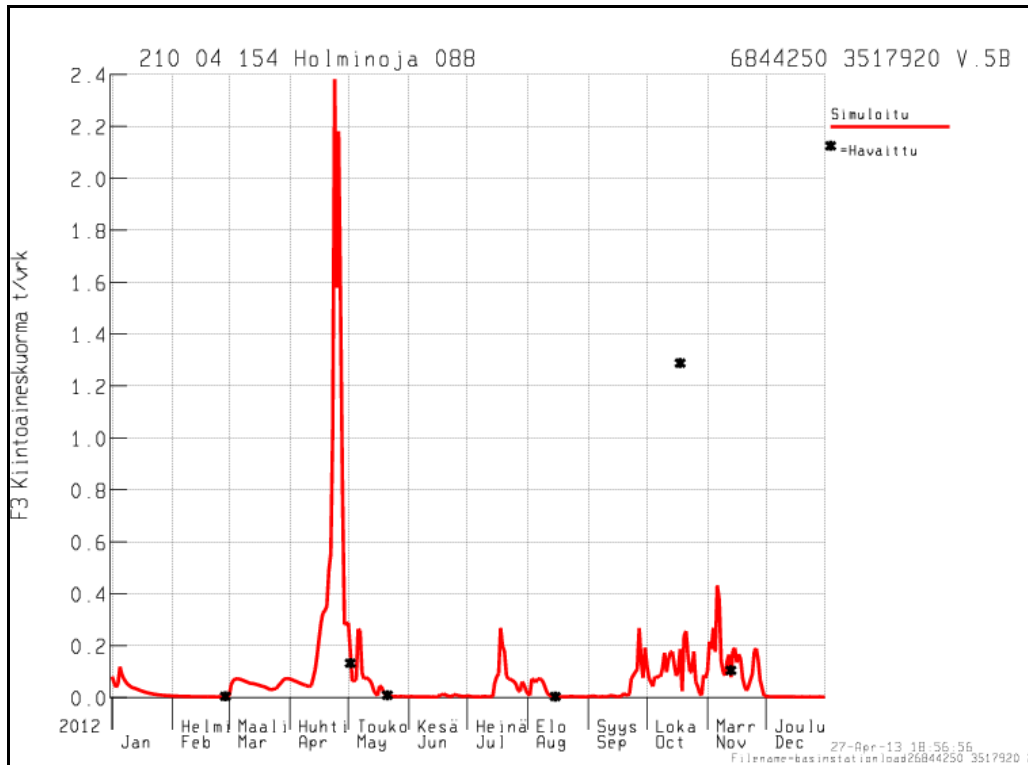


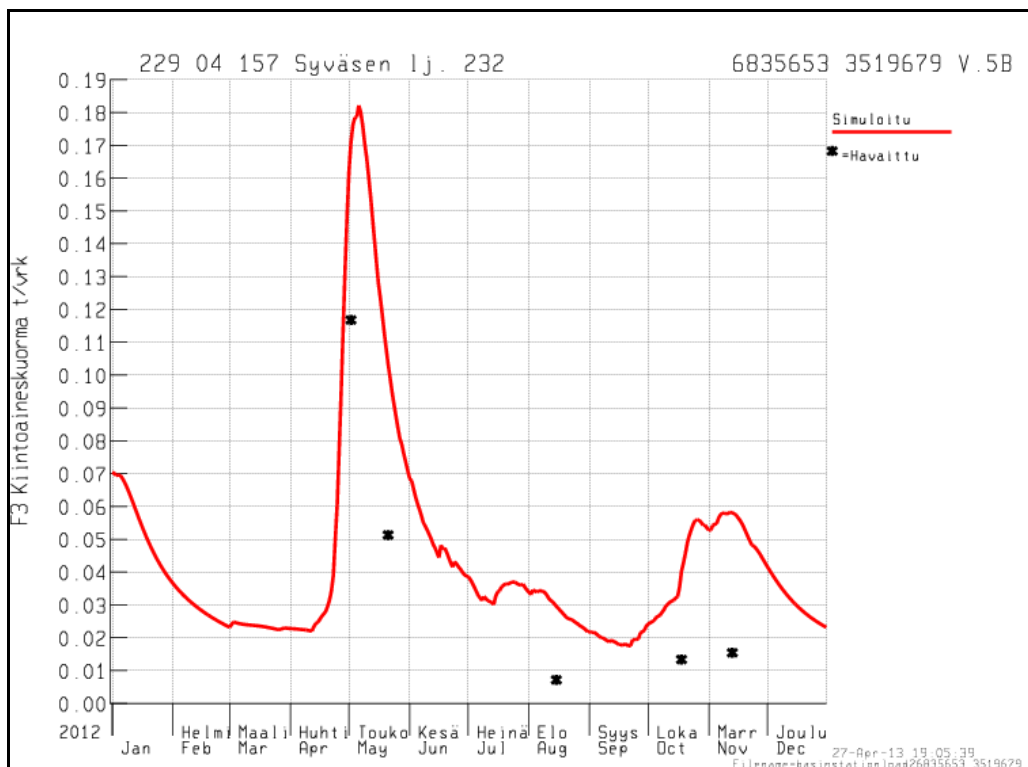
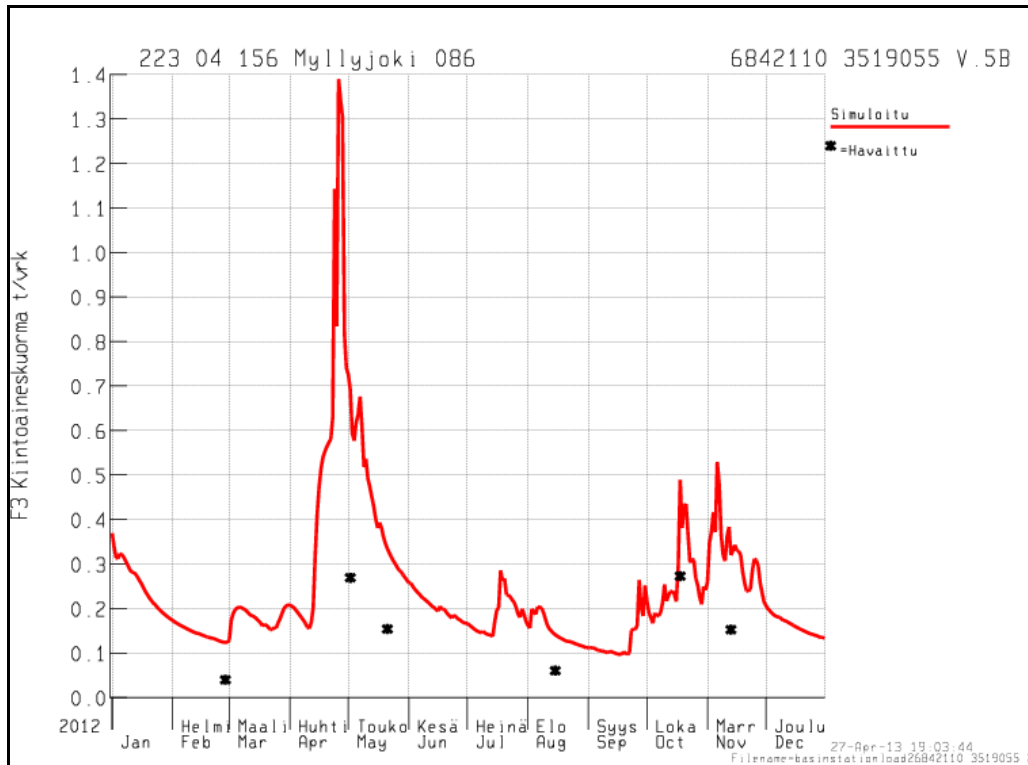


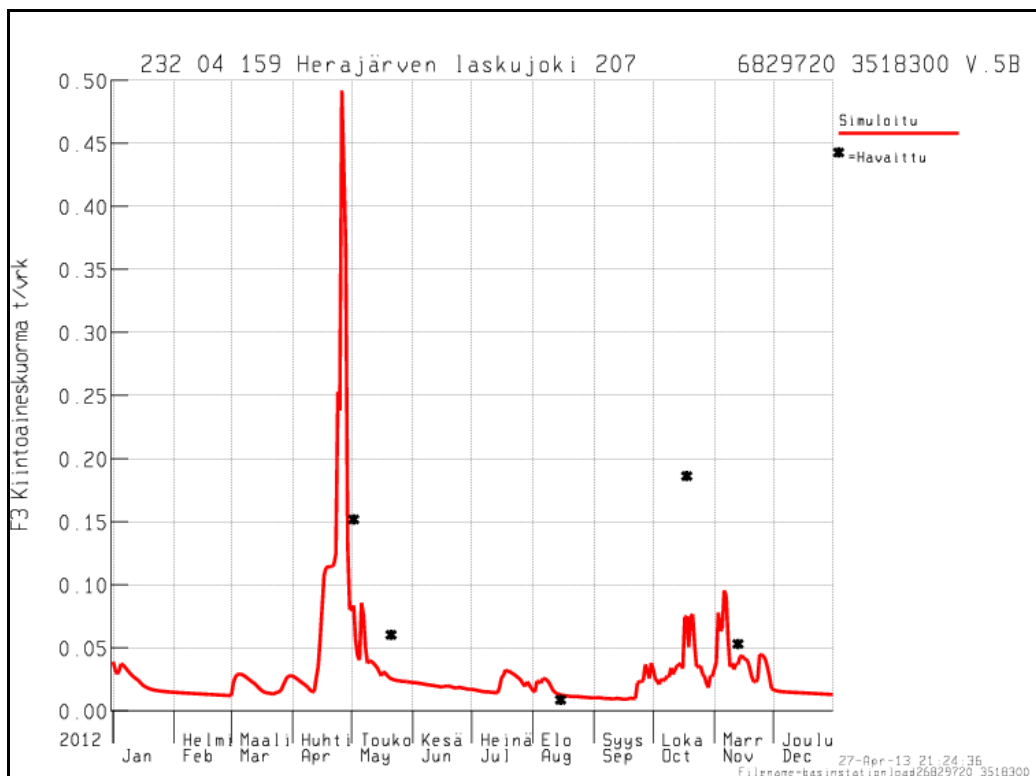
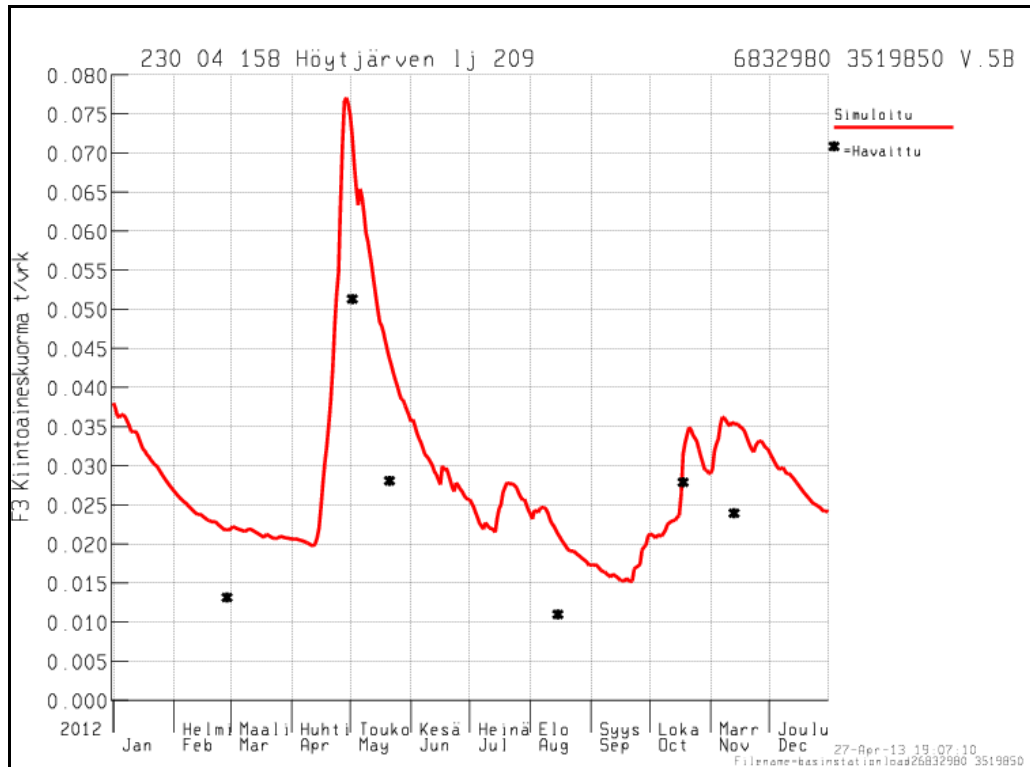












Liite 4.1. Ukonveden altaiden keskimääräinen vedenlaatu 1 metrissä ja metri pohjasta (a-klorofylli 0-2 m) vuosina 2003-2012.

	Näkö- syvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l
Visulahti 175		6843100	3518250										
1 m													0-2 m
N	41	43	41	41	41	40	41	40	41	41	43	23	23
keskiarvo	1.1	10.2	8.9	78	3.3	11.3	7.0	125	20	1207	36	9.0	26
Mediaani	1.0	10.8	8.7	80	3.4	11.0	7.0	140	20	1200	37	7.3	22
Minimi	0.6	0.1	3.3	23	1.0	8.4	6.4	70	13	810	19	3	10
Maksimi	1.7	20.4	12.5	97	6.6	16.0	7.4	200	30	2200	49	16	85
2h-1 m													
N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	
keskiarvo	1.1	5.1	3.0	23	7.4	17.3	6.5	204	23	1686	42	23	
Mediaani	1.0	2.6	3.7	29	7.0	18.0	6.5	160	25	1700	41	24	
Minimi	0.6	2.4	0.3	3	4.6	13.0	6.4	100	15	1200	32	8	
Maksimi	1.7	9.9	5.5	40	12	23.0	6.6	400	29	2200	52	34	
Launialanselkä 092		6842280	3517420										
1 m													0-2 m
N	41	42	40	40	40	40	40	40	40	40	42	23	24
keskiarvo	1.6	10.7	9.1	80	2.2	12.5	7.0	83	14	1711	30	7.3	16
Mediaani	1.6	11.8	9.3	80	2.2	13.0	7.1	80	14	1600	30	6	16
Minimi	1.0	0.5	6.1	43	0.9	9.8	6.4	40	10	820	15	4	3.5
Maksimi	2.6	22.7	10.8	102	4.4	16.0	7.6	140	19	2600	57	13	29
2h-1 m													
N	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	23	
keskiarvo	1.6	8.6	6.9	57	2.3	13.7	6.8	81	14	2114	27	11	
Mediaani	1.6	7.3	8.1	70	2.1	13.0	6.7	80	13	1800	27	10	
Minimi	1.0	2.4	0.7	7	1.0	5.3	6.5	40	10	1400	18	5	
Maksimi	2.6	15.9	10.2	82	4.4	22.0	7.3	120	18	4600	56	20	

	Näkö- syvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l
Mikkelin satama 094													
		6842350	3515320										
1 m													0-2 m
N	41	41	39	39	39	39	39	39	39	39	41	23	24
keskiarvo	1.1	10.2	10.0	86	4.6	11.5	7.0	94	14	1450	32	7.9	19
Mediaani	1.2	11.6	9.6	88	3.5	11.0	6.9	90	14	1400	30	8	17
Minimi	0.6	0.2	4.8	33	2.0	7.4	6.5	50	8.9	790	15	5	4.1
Maksimi	1.7	22.8	13.4	112	30	20.0	7.5	150	18	2850	52	14	42
2h-1 m													
N	40	39	40	39	40	40	40	40	40	40	40	23	
keskiarvo	1.1	9.9	7.1	64	7.2	17.6	6.8	108	13	2079	35	14	
Mediaani	1.2	9.8	7.9	76	4.8	13.5	6.8	100	13	1650	34	12	
Minimi	0.6	2.4	0.7	6	2.0	8.9	6.5	60	6.2	810	23	6	
Maksimi	1.7	19.8	11.1	90	41	50.0	7.3	300	18	5200	58	28	
Lamposaarenselkä 093													
		6840950	3516080										
1 m													0-2 m
N	42	43	40	40	40	41	40	41	40	41	43	23	24
keskiarvo	1.7	11.1	9.0	80	2.0	13.5	7.0	75	13	1962	27	7.2	15
Mediaani	1.7	12.2	8.9	79	1.9	14.0	7.0	70	13	1930	27	6	13
Minimi	1.1	0.3	6.1	56	0.60	10.0	6.4	40	9.3	920	15	4	5.7
Maksimi	2.7	22.8	12.2	98	3.7	17.0	7.4	120	18	3000	46	14	29
2h-1 m													
N	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	23	
keskiarvo	1.7	8.0	6.5	54	2.3	17.0	6.8	80	13	3529	30	16	
Mediaani	1.7	6.9	8.1	67	2.2	15.0	6.7	80	12	2350	29	15	
Minimi	1.1	2.8	0.3	2	1.0	12.0	6.4	40	9.3	1700	17	5	
Maksimi	2.7	16.6	10.7	80	4.6	30.0	7.3	140	16	10000	57	34	

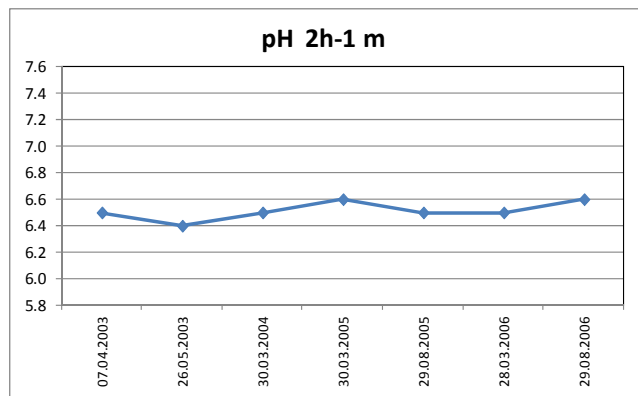
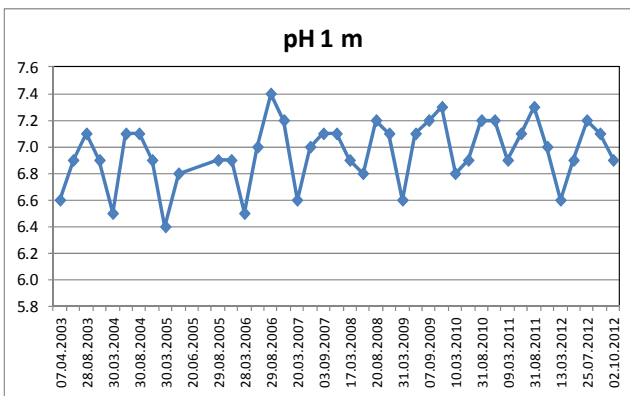
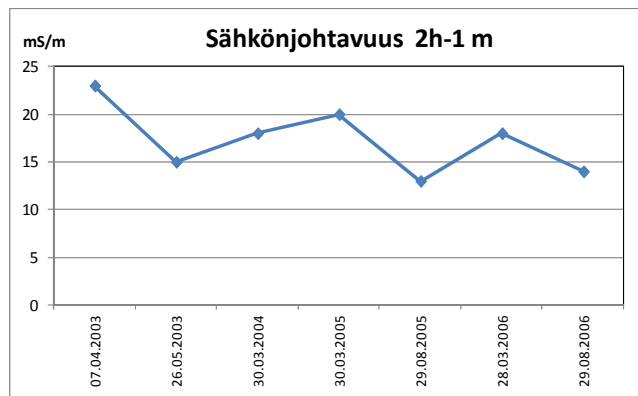
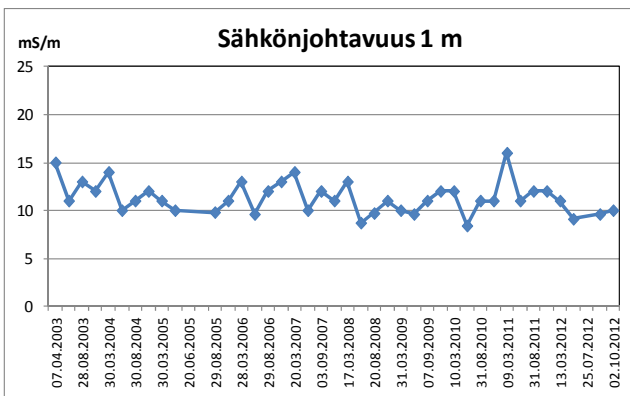
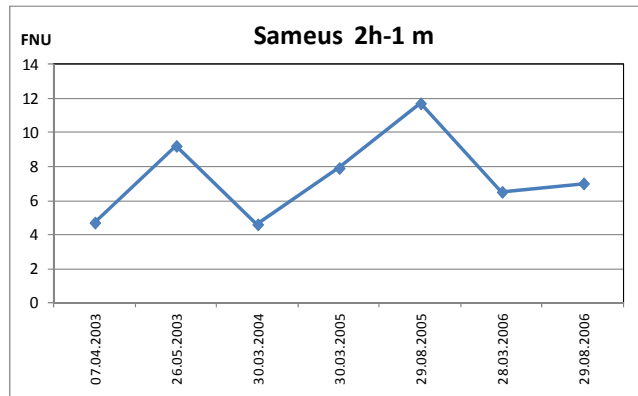
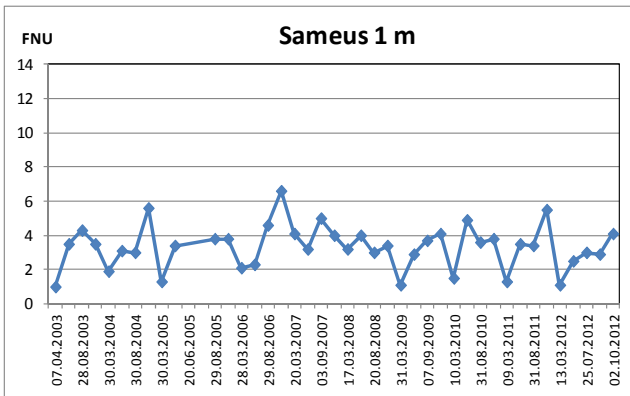
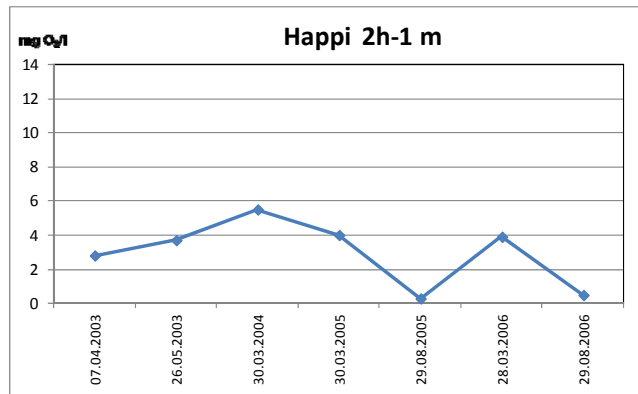
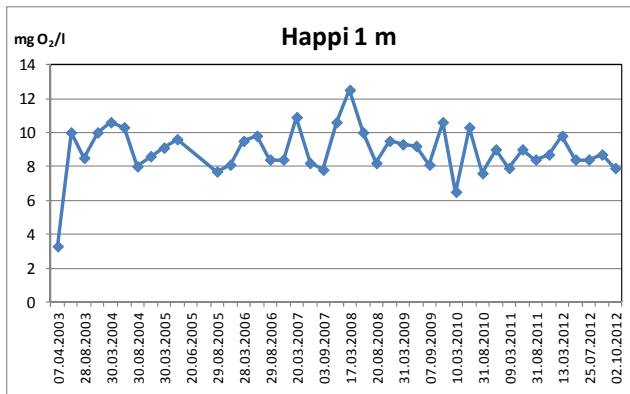
	Näkö- syvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyl.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l
Annilanselkä 097		6838900	3515900										
1 m													0-2 m
N	43	43	41	41	41	40	41	41	40	40	42	23	25
keskiarvo	1.8	11.0	9.5	83	1.9	13.5	7.1	68	12	1880	25	6.1	14
Mediaani	1.8	11.3	9.4	81	1.8	14.0	7.2	70	12	1800	26	5	14
Minimi	1.0	0.4	7.2	60	0.50	9.7	6.5	35	8.9	910	14	3	4.8
Maksimi	3.0	24.1	12.2	110	3.4	18.0	7.6	120	16	3400	38	12	23
2h-1 m													
N	41	41	41	41	41	40	41	41	40	40	40	23	
keskiarvo	1.9	8.5	6.8	57	1.9	14.5	6.8	73	12	2291	24	10	
Mediaani	1.8	7.6	8.2	71	1.7	14.0	6.7	70	12	2100	23	10	
Minimi	1.0	2.3	0.6	5	1.0	12.0	6.5	40	8.9	1500	15	3	
Maksimi	3.0	17.2	10.7	84	5.4	22.0	7.3	125	15	4700	44	22	
Kyyhkylänselkä 098		6835280	3515980										
1 m													0-2 m
N	42	41	40	39	40	40	40	40	40	40	42	23	24
keskiarvo	1.9	10.4	9.8	85	2.0	13.2	7.2	60	11	1535	27	6.7	15
Mediaani	1.8	11.3	9.9	83	2.1	13.0	7.2	60	11	1400	28	6	14
Minimi	1.0	0.5	6.8	68	0.30	10.0	6.5	20	7.9	980	13	2	8.1
Maksimi	3.7	22.0	12.1	103	3.7	17.0	7.6	105	15	3000	38	13	26
2h-1 m													
N	40	40	39	39	40	40	40	40	40	40	40	23	
keskiarvo	2.0	8.9	6.7	56	3.6	13.9	6.9	63	11	1610	34	14	
Mediaani	1.8	8.6	8.2	68	3.0	13.5	6.9	65	11	1550	31	12	
Minimi	1.0	1.9	0.3	3	1.4	12.0	6.5	35	6.9	1000	19	3	
Maksimi	3.7	17.3	10.5	86	16	17.0	7.4	100	14	2700	92	33	

	Näkö- syvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l
Ukonvesi 099		6832420	3515680										
1 m													0-2 m
N	42	42	40	40	40	40	40	40	40	40	42		24
keskiarvo	2.6	10.1	10.0	87	1.3	12.8	7.3	42	9.4	1123	20		11
Mediaani	2.6	10.4	10.1	85	1.5	13.0	7.3	40	9.1	1050	19		11
Minimi	1.7	0.5	7.7	73	0.20	11.0	6.6	20	7.0	760	13		5.4
Maksimi	5.9	22.2	12.1	106	2.6	15.0	7.7	100	15	1700	30		20
2h-1 m													
N	39	39	38	38	39	39	39	39	39	39	39		
keskiarvo	2.7	5.4	4.6	37	3.3	13.6	6.8	53	9.2	1179	31		
Mediaani	2.6	5.8	3.1	26	3.0	13.0	6.8	50	9.3	1100	29		
Minimi	1.7	1.9	0.4	3	1.2	11.0	6.4	30	7.0	830	16		
Maksimi	5.9	7.7	10.1	82	11	17.0	7.3	80	11	1700	62		
Päähkeenselkä 103		6829420	3516400										
1 m													0-2 m
N	42	42	39	39	40	40	40	40	40	40	42		23
keskiarvo	2.8	10.1	10.2	88	1.3	11.9	7.3	33	8.5	816	17		11
Mediaani	2.6	10.5	10.3	86	1.4	12.0	7.3	30	8.6	780	17		11
Minimi	1.5	0.5	7.5	72	0.2	11.0	6.6	15	6.5	580	11		6.0
Maksimi	5.7	22.2	12.8	106	3.0	14.0	7.8	75	10	1100	25		16
2h-1 m													
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
keskiarvo	2.8	6.0	4.6	38	3.0	12.4	6.9	41	8.4	979	23		
Mediaani	2.7	6.6	2.1	16	2.3	12.0	6.8	40	8.4	990	20		
Minimi	1.5	1.8	0.3	2	0.8	11.0	6.5	20	6.4	630	12		
Maksimi	5.7	8.7	10.7	91	9.3	15.0	7.4	80	11	1300	69		

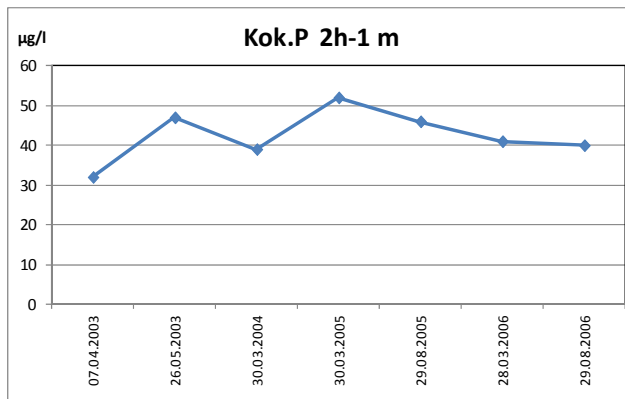
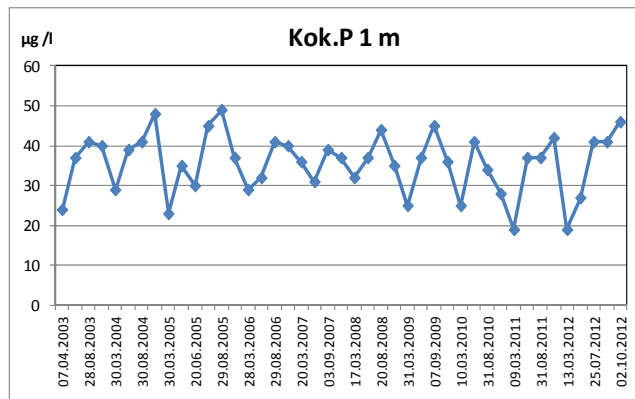
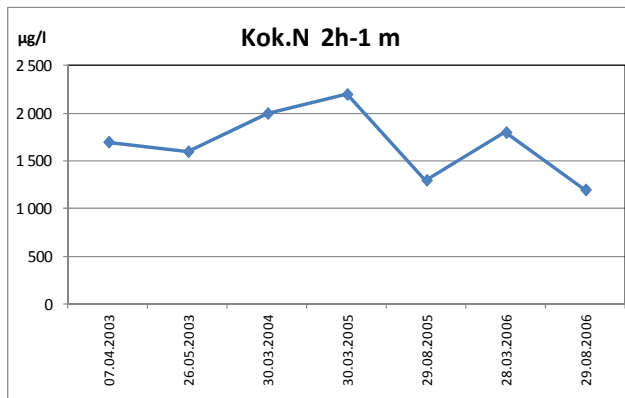
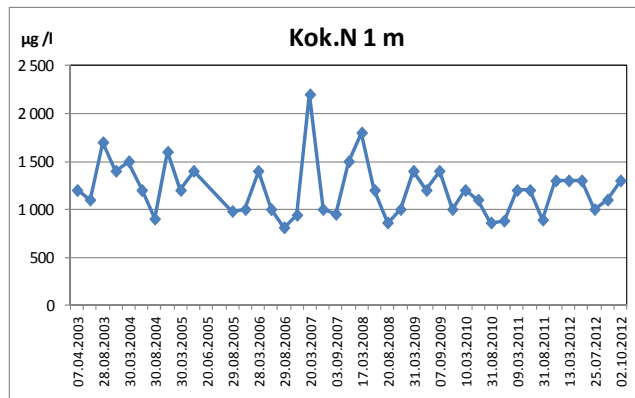
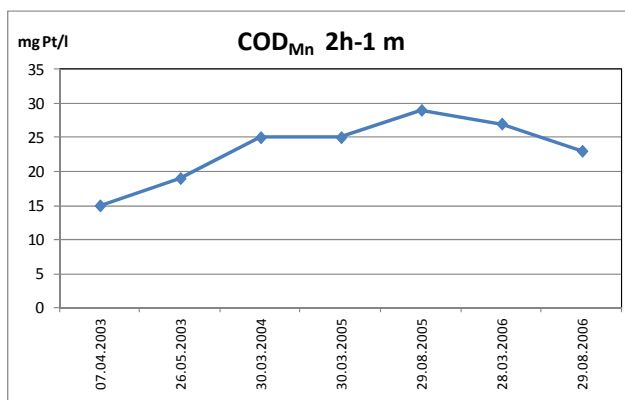
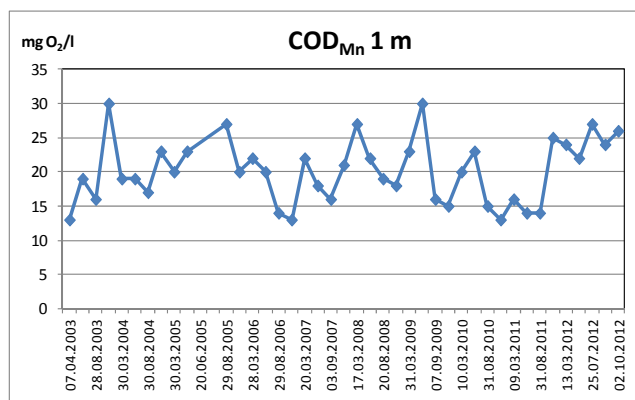
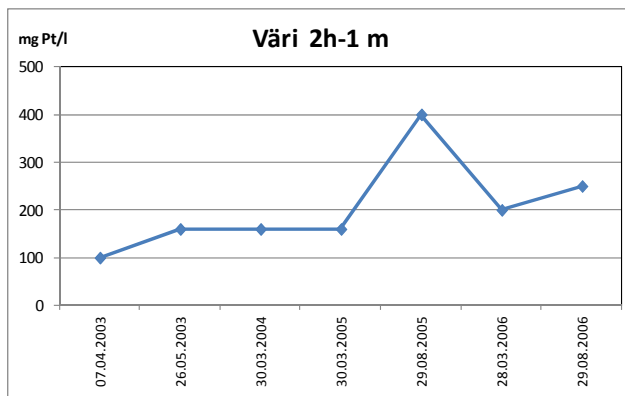
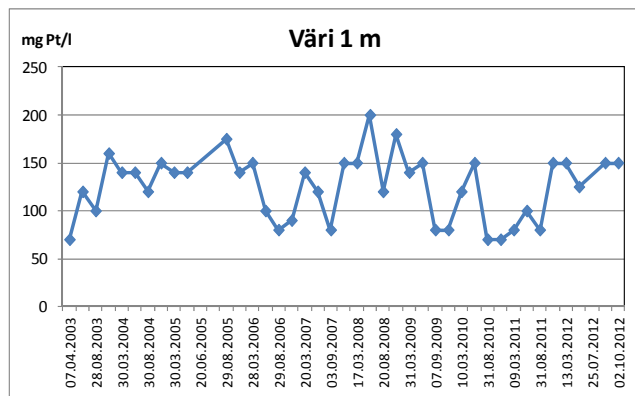
	Näkö- syvyys m	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kylt.%	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l
Leppäselkä 101		6833260	3518860										
1 m													0-2 m
N	41	41	40	40	40	40	40	40	40	40	42		24
keskiarvo	2.9	10.0	10.2	88	1.3	10.0	7.3	32	8.3	584	15		8.6
Mediaani	2.6	10.3	10.3	86	1.4	10.0	7.3	28	8.1	565	15		8.3
Minimi	1.5	0.5	7.9	75	0.10	8.3	6.6	15	6.5	470	7		4.8
Maksimi	6.3	22.6	13.1	109	2.4	11.0	7.8	60	15	750	32		16
2h-1 m													
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
keskiarvo	2.9	6.3	4.7	38	4.2	10.3	6.8	46	8.2	673	18		
Mediaani	2.6	6.7	4.3	31	2.3	10.0	6.8	35	7.8	695	17		
Minimi	1.5	1.7	0.3	2	1.0	7.3	6.4	20	6.2	170	11		
Maksimi	6.3	9.5	10.6	86	18	12.0	7.3	120	17	1000	34		

Liite 4.2. Ukonveden altaiden vedenlaatu vuosina 2003-2012.

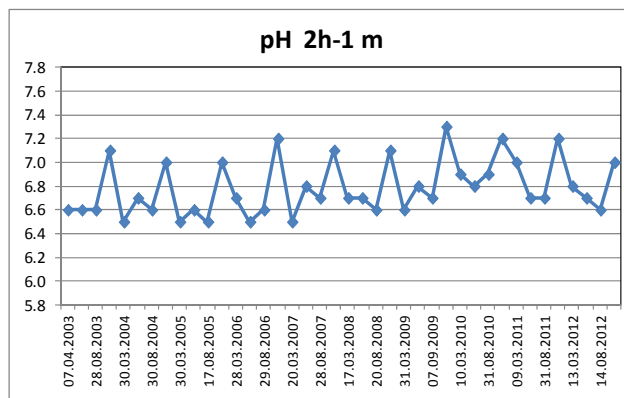
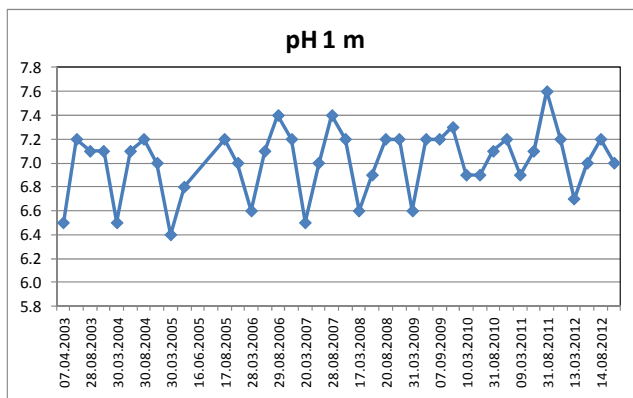
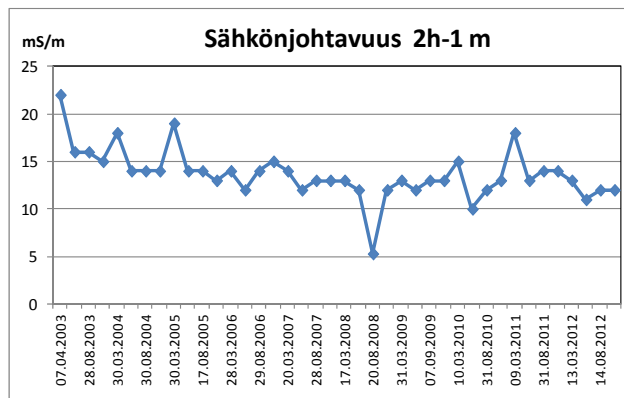
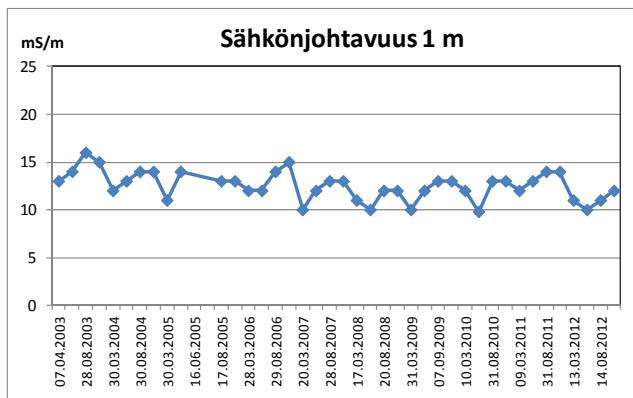
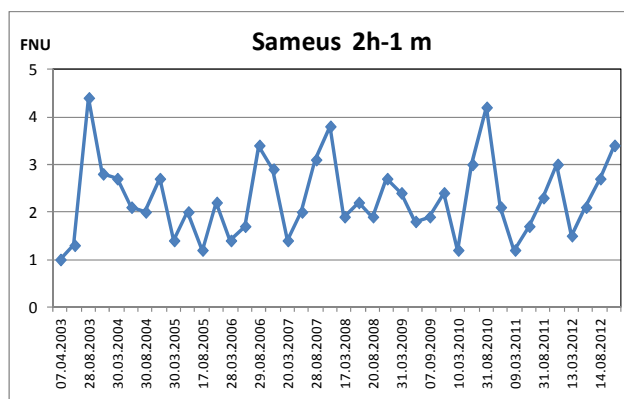
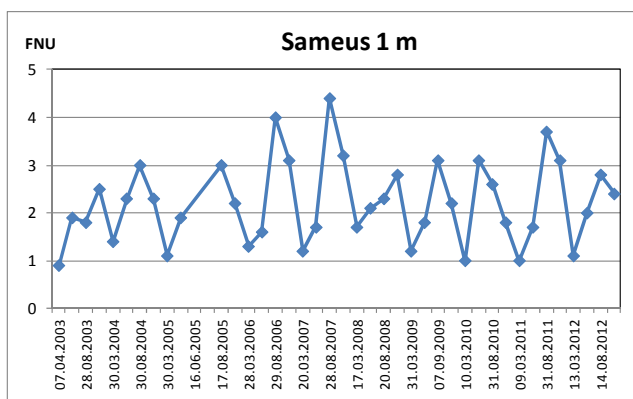
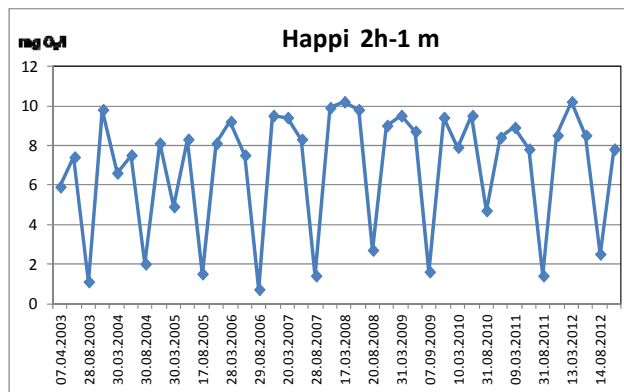
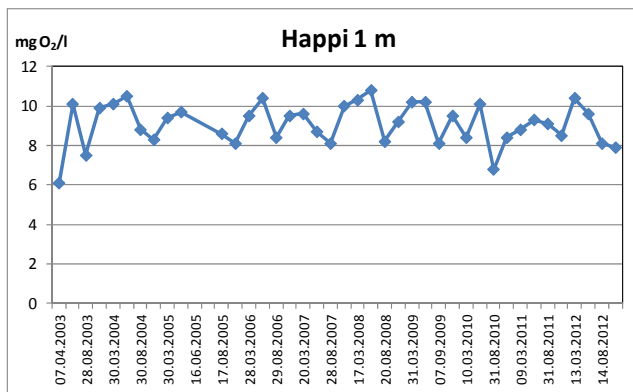
Havaintopaikka Visulahti 175, koordinaatit (Ykj) 6843100-3518250, kokonaissyvyys 8 m



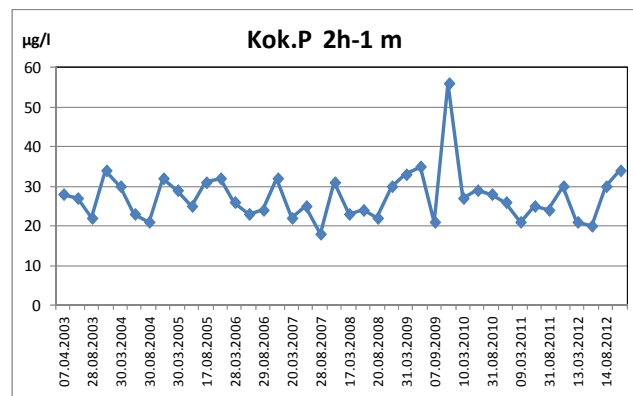
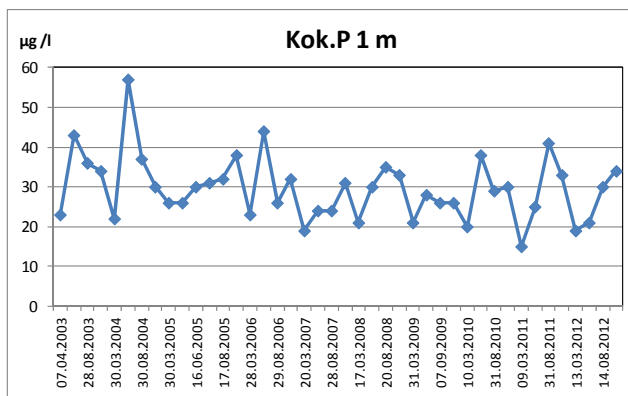
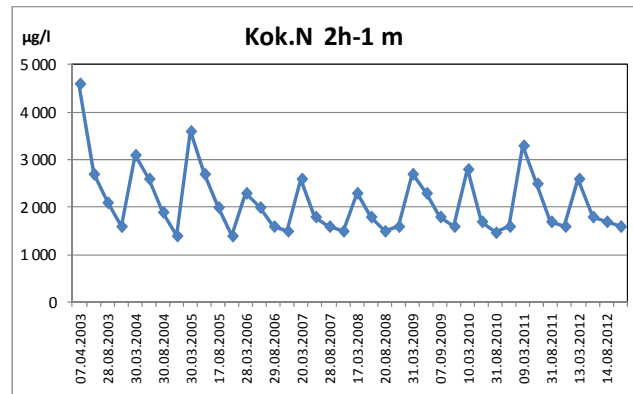
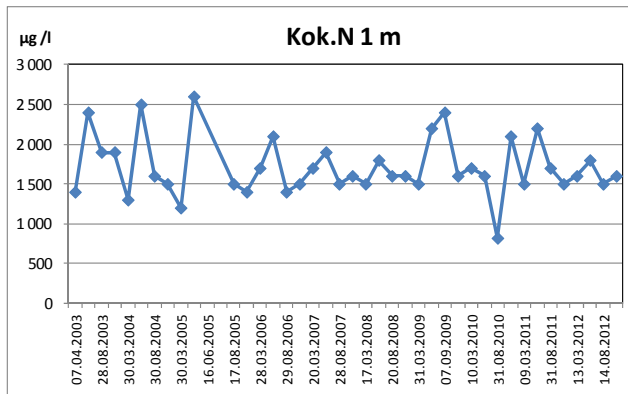
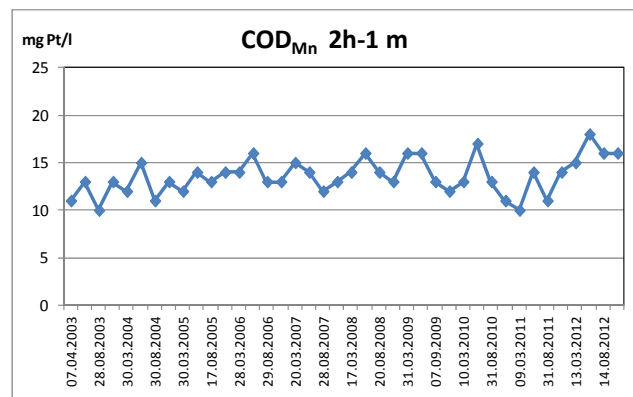
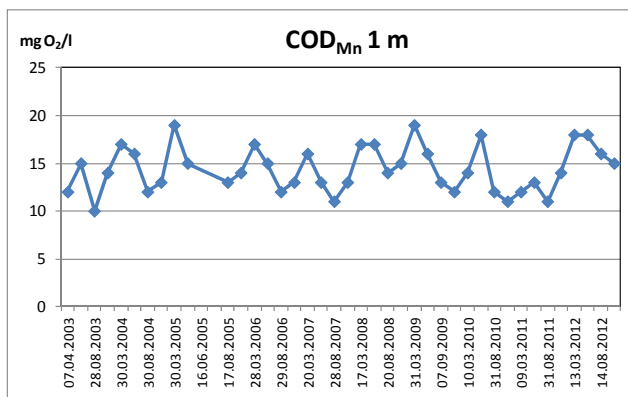
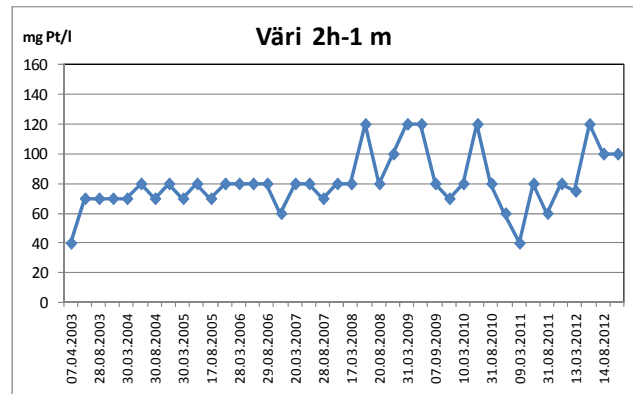
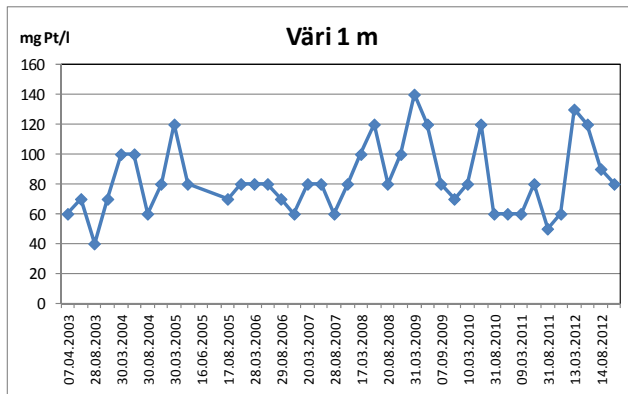
Havaintopaikka Visulahti 175, koordinaatit (Ykj) 6843100-3518250, kokonaissyvyys 8 m



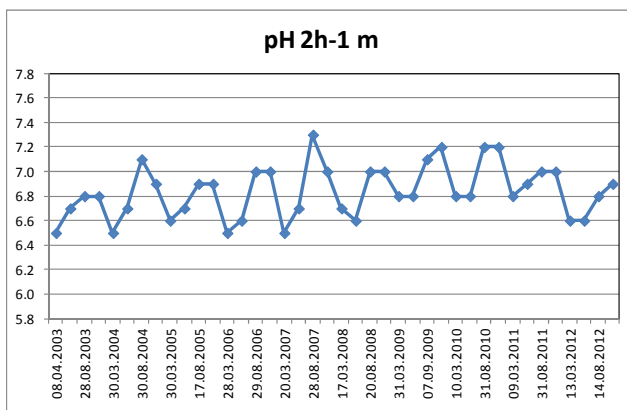
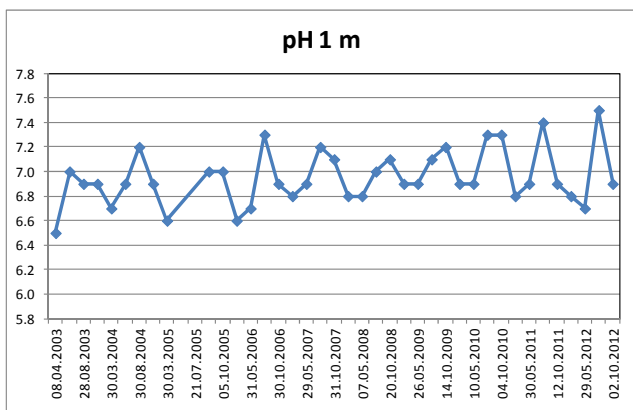
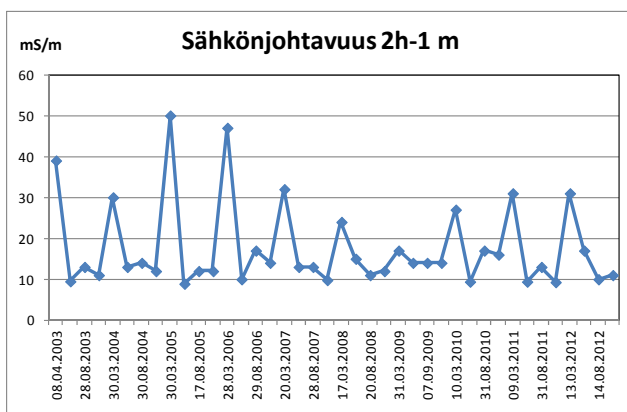
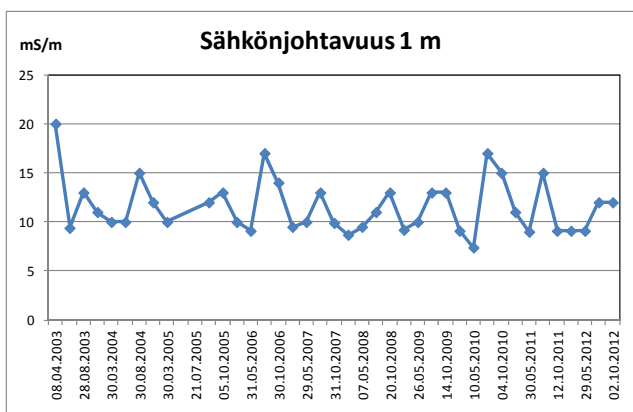
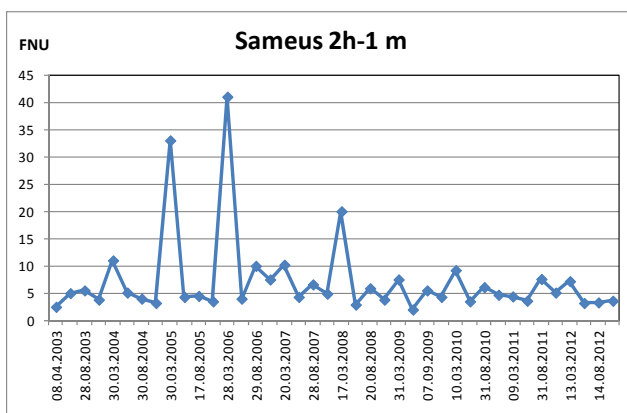
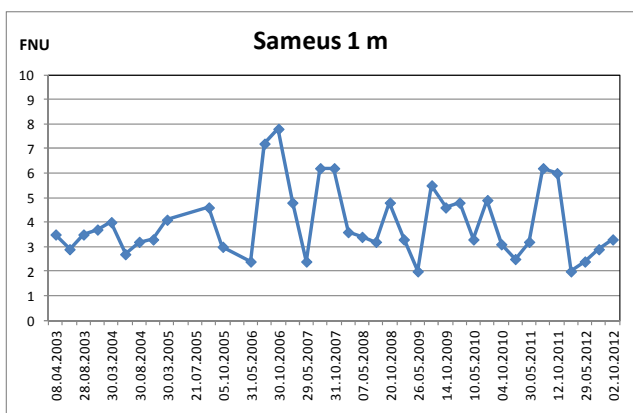
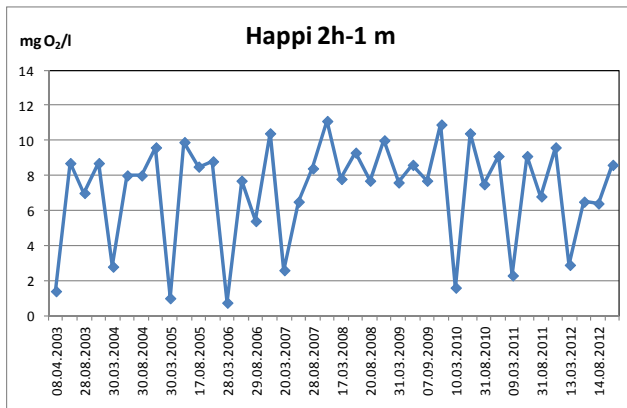
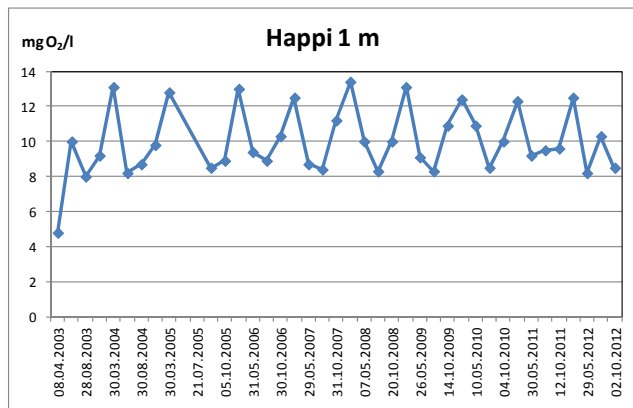
Havaintopaikka Launialanselkä 092, koordinaatit (Ykj) 6842280- 3517420, kokonaissyvyys 18,5 m



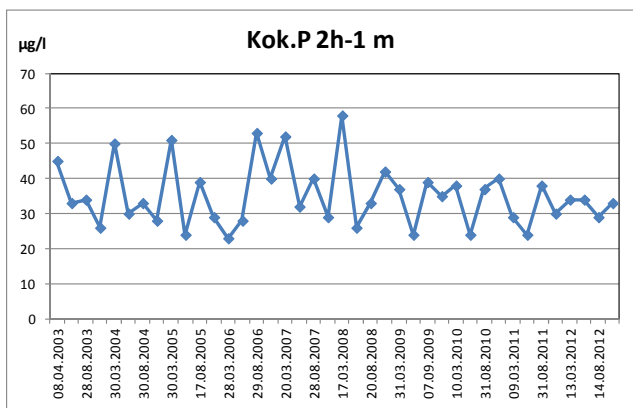
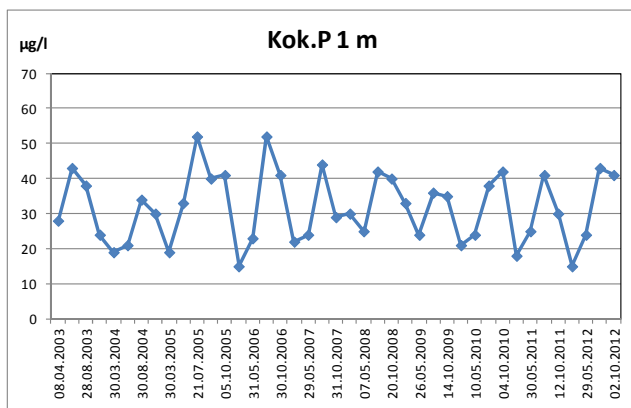
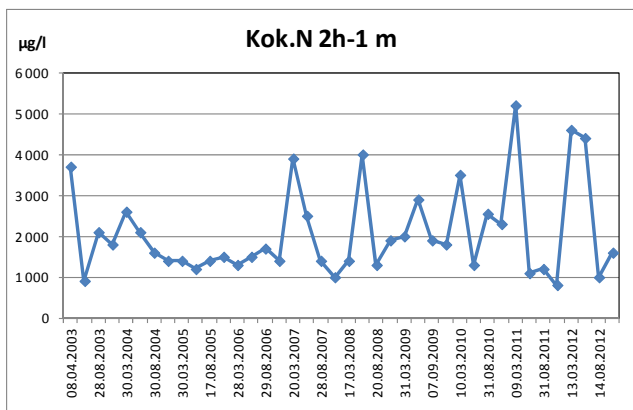
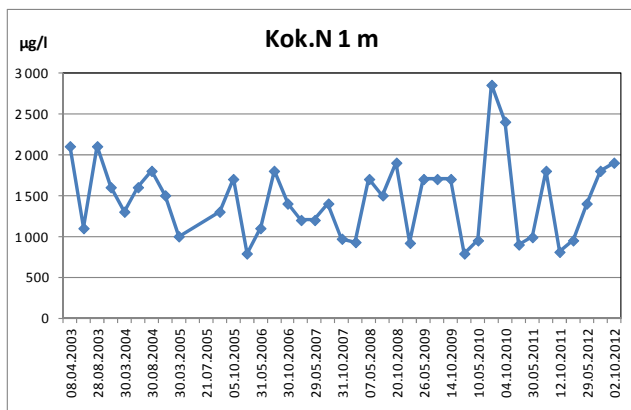
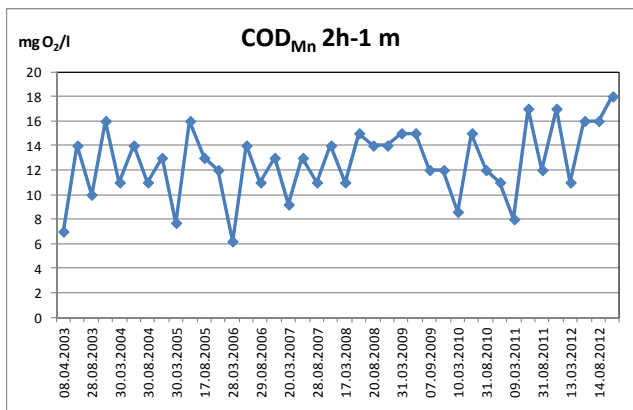
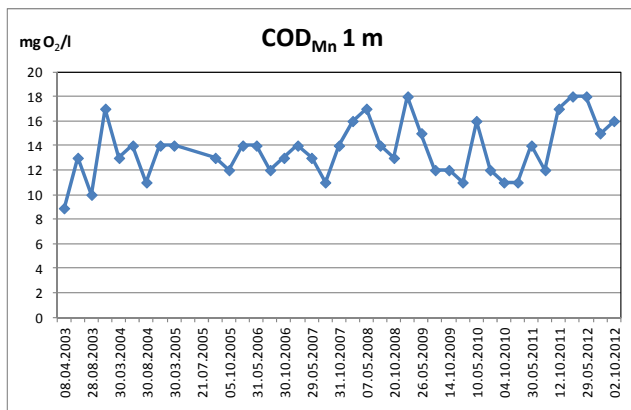
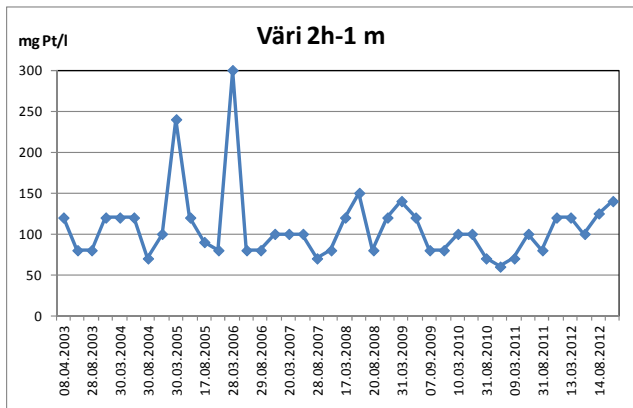
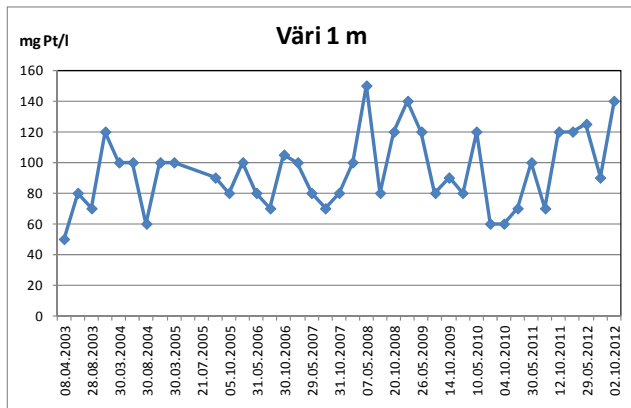
Havaintopaikka Launialanselkä 092, koordinaatit (Ykj) 6842280- 3517420, kokonaissyvyys 18,5 m



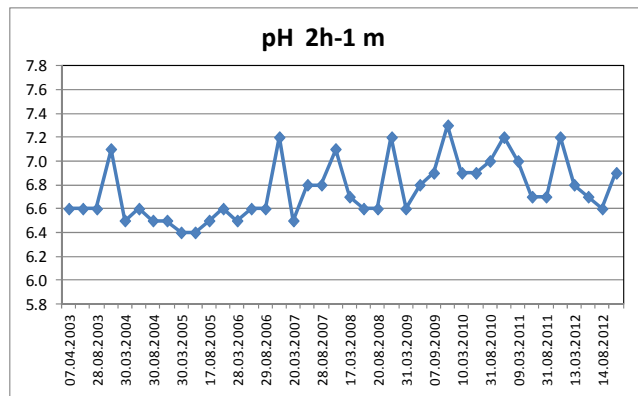
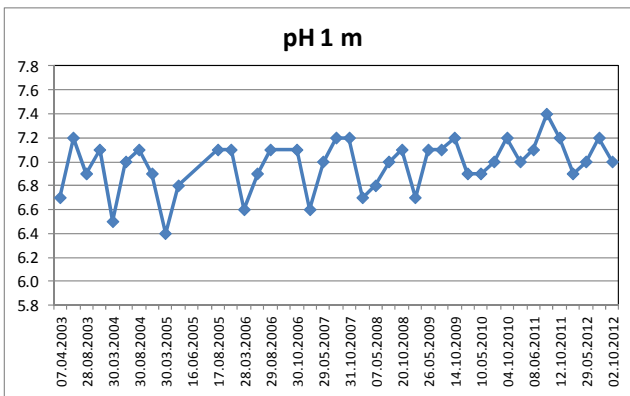
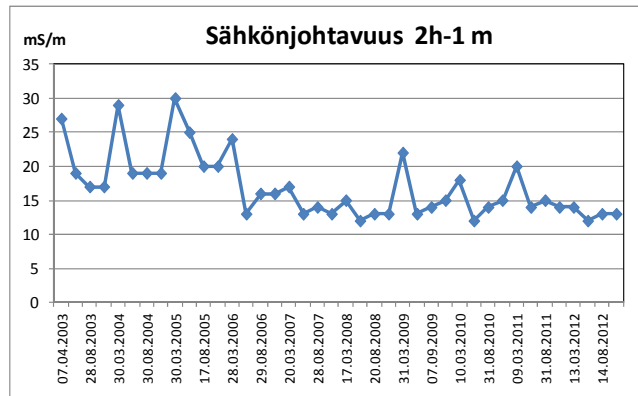
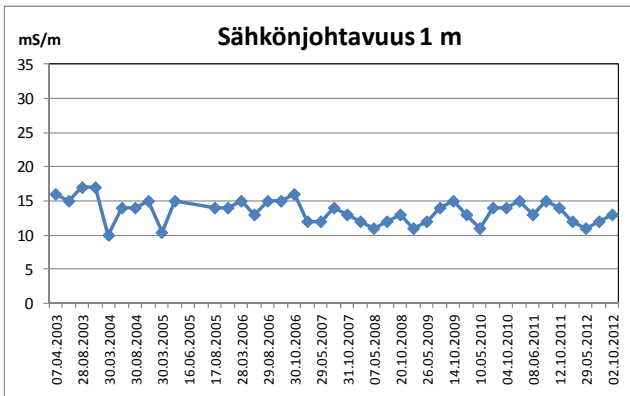
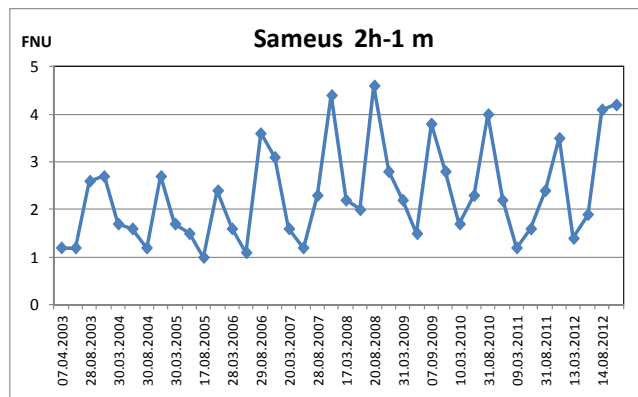
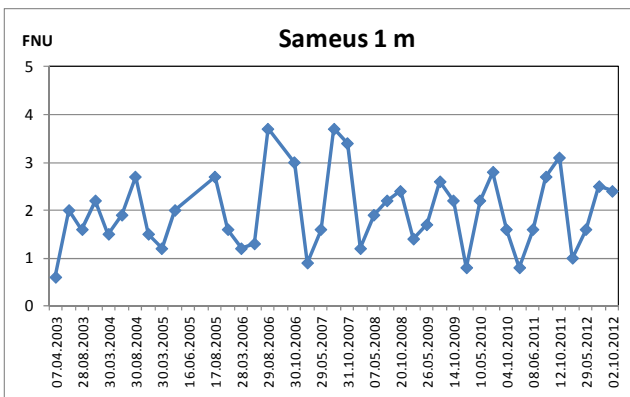
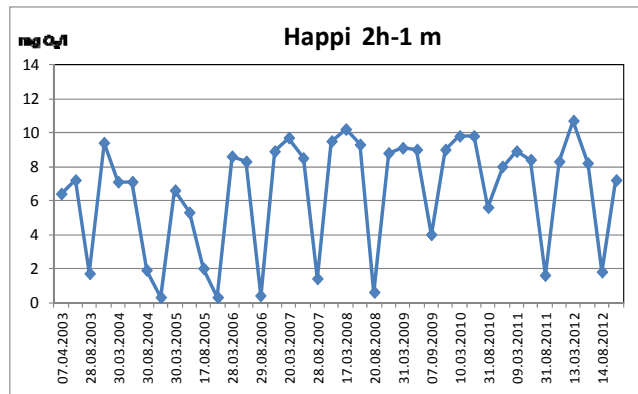
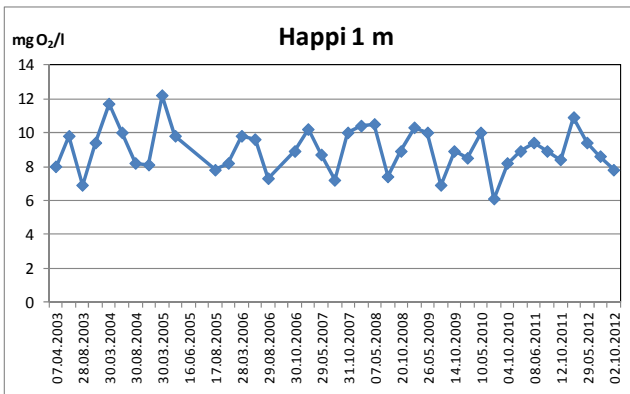
Havaintopaikka Mikkelin satama, koordinaatit (Ykj) 6842350- 3515320, kokonaissyvyys 5 m



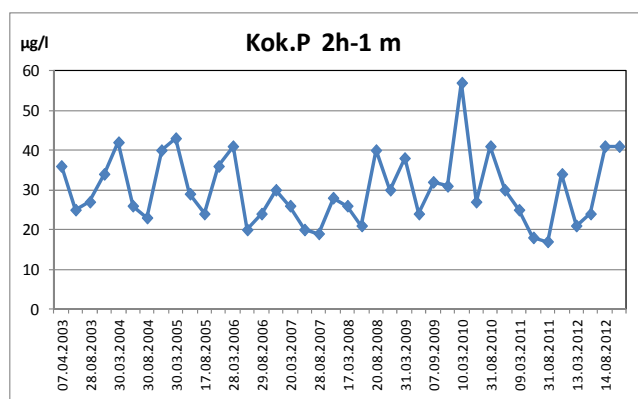
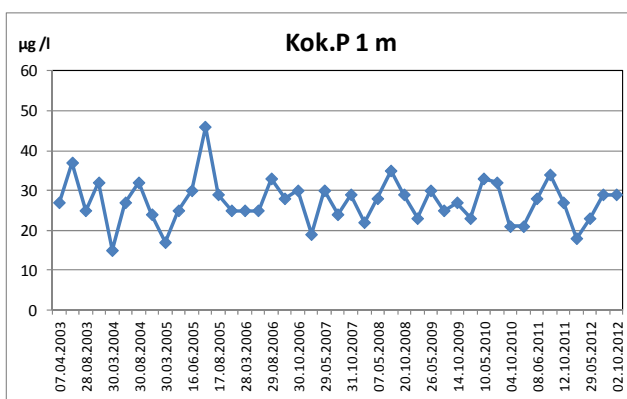
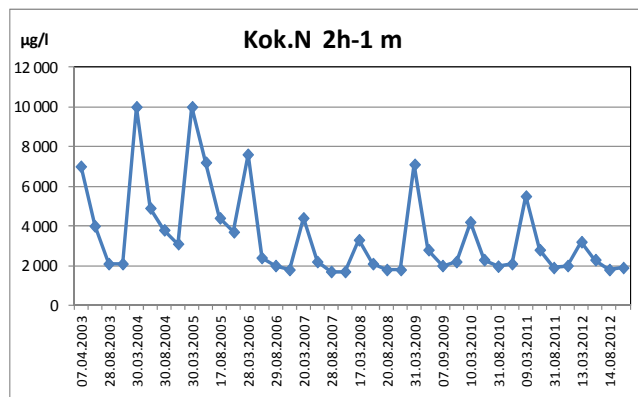
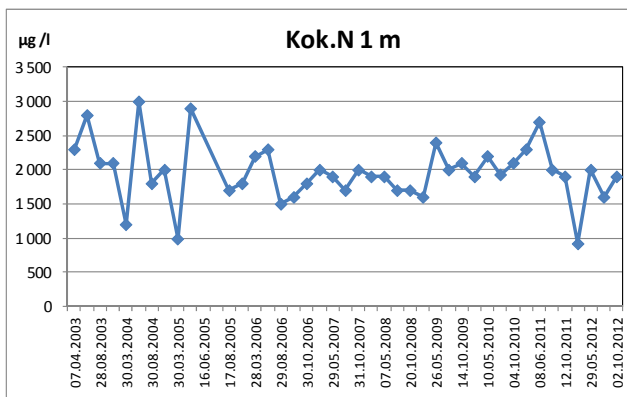
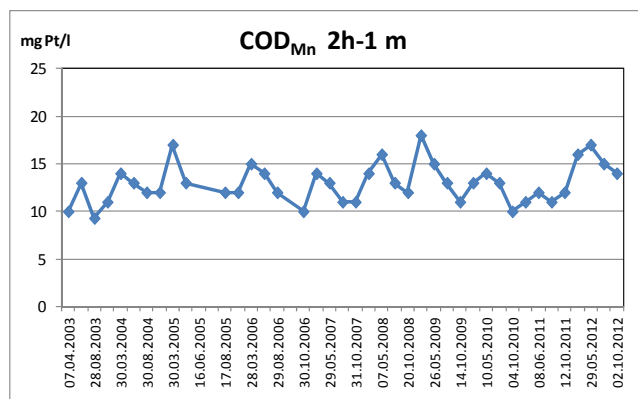
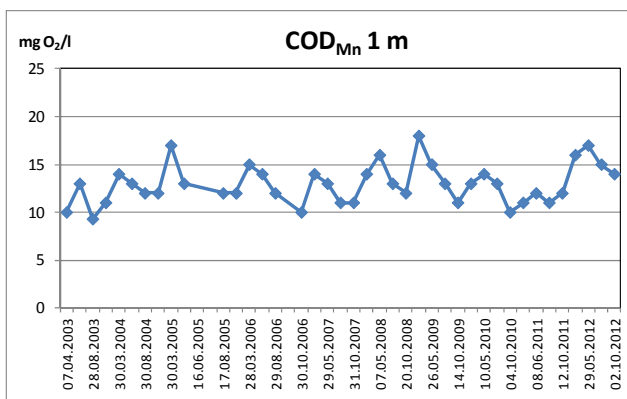
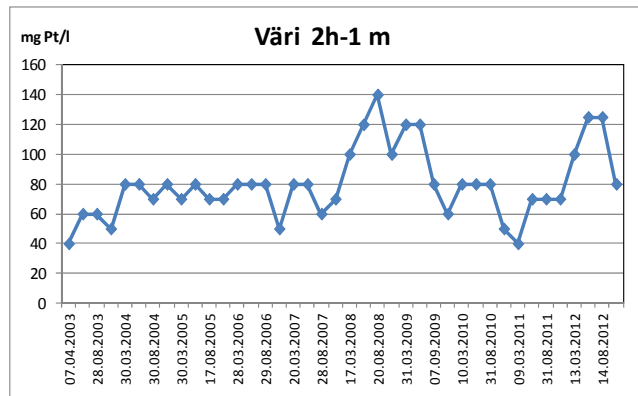
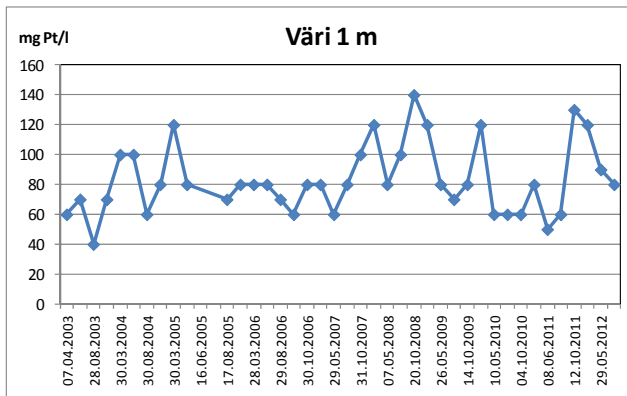
Havaintopaikka Mikkelin satama, koordinaatit (Ykj) 6842350- 3515320, kokonaissyvyys 5 m



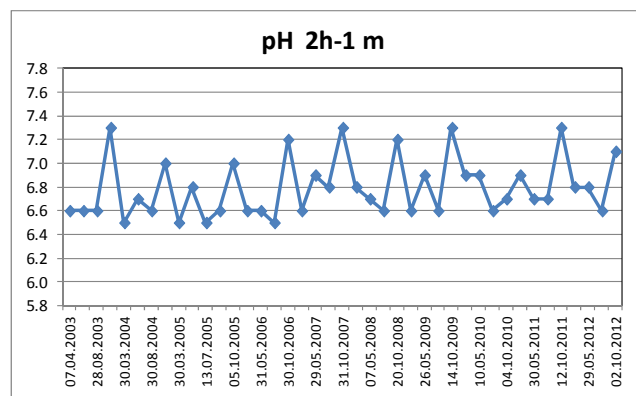
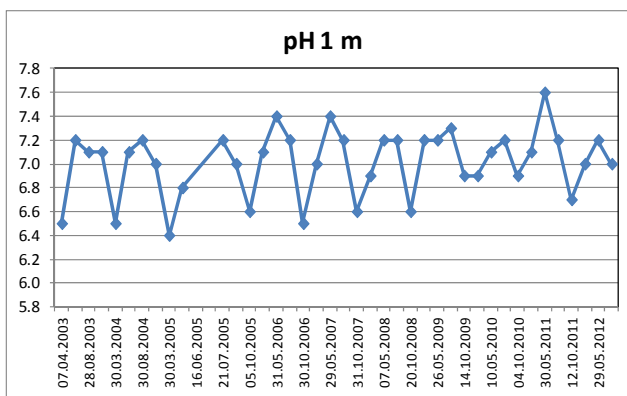
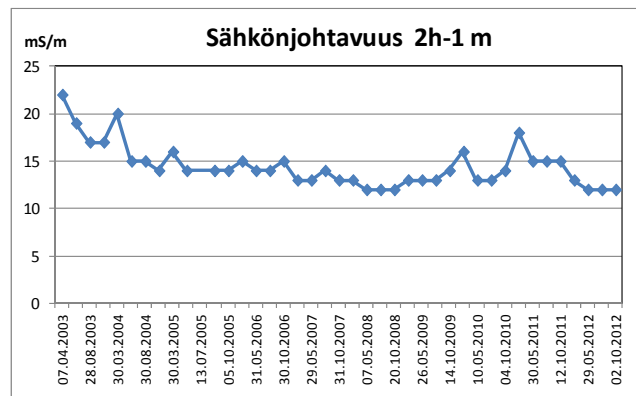
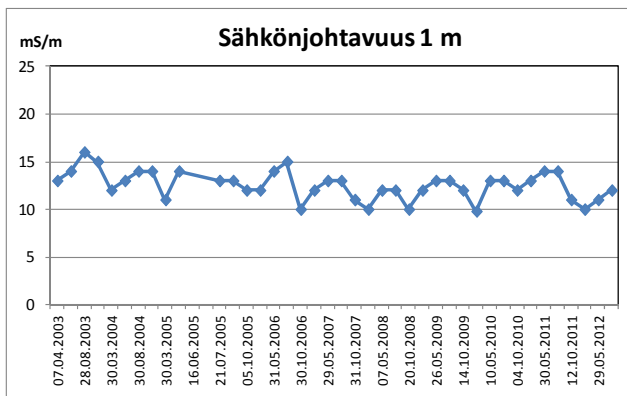
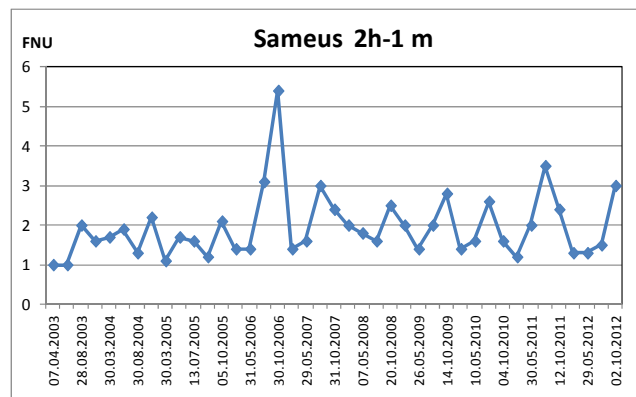
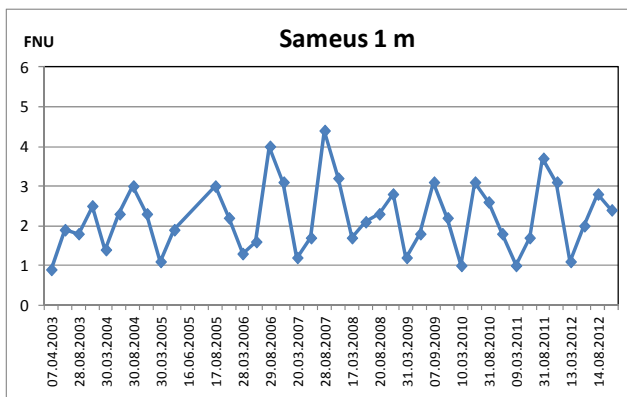
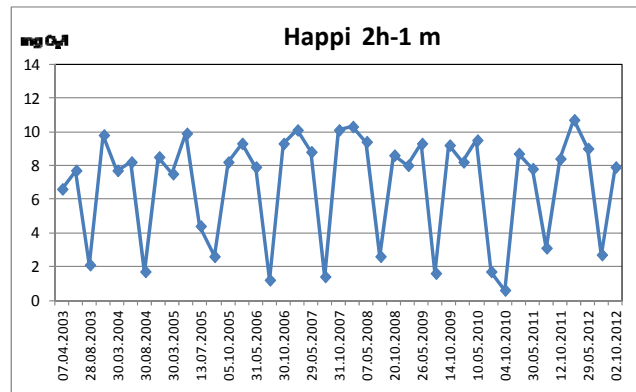
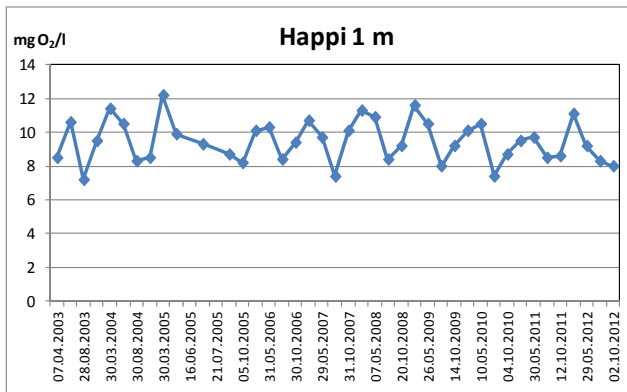
Havaintopaikka Lamposaarenselkä 093, koordinaatit (Ykj) 6840950-3516080, kokonaissyvyys 22,2 m



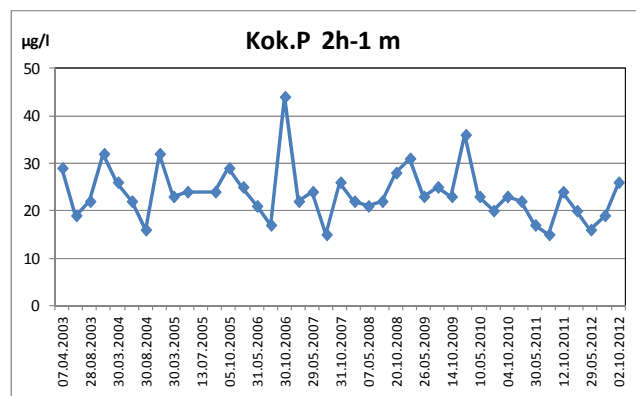
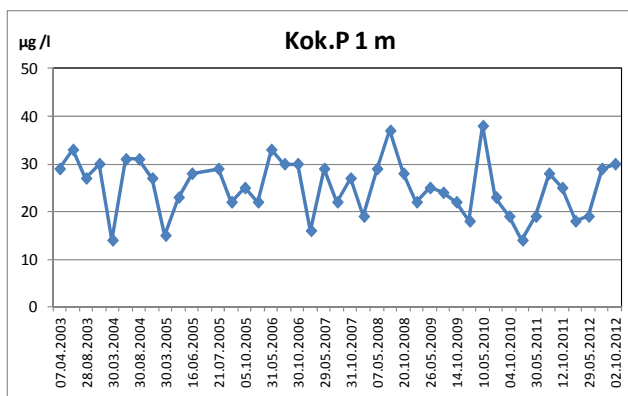
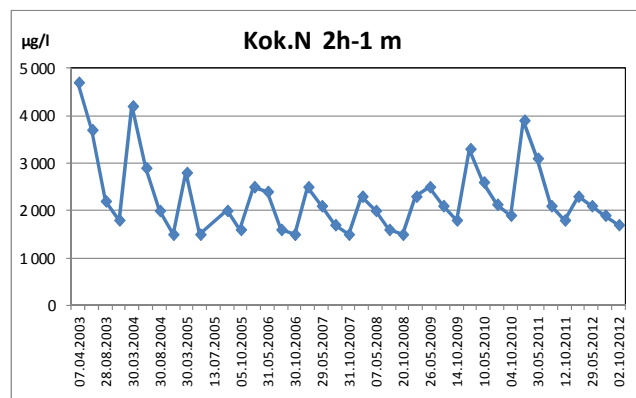
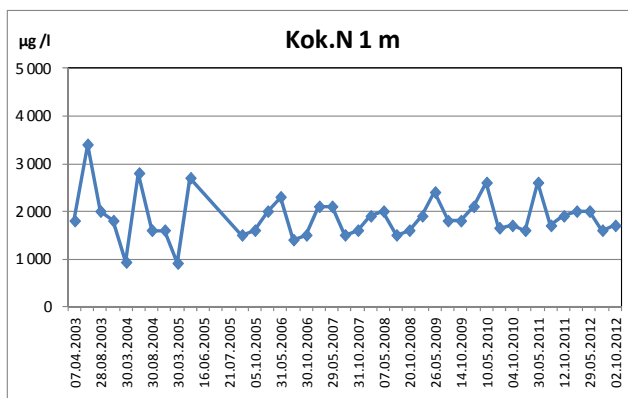
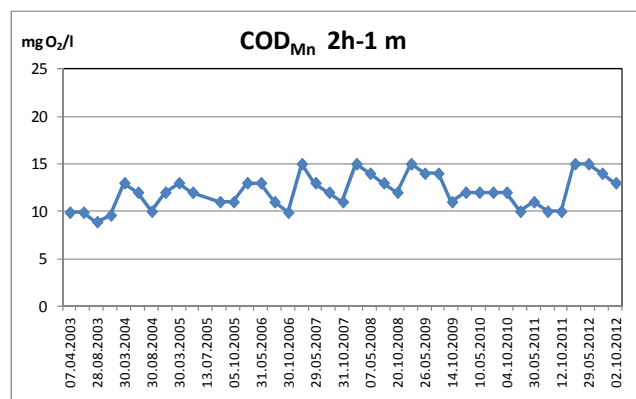
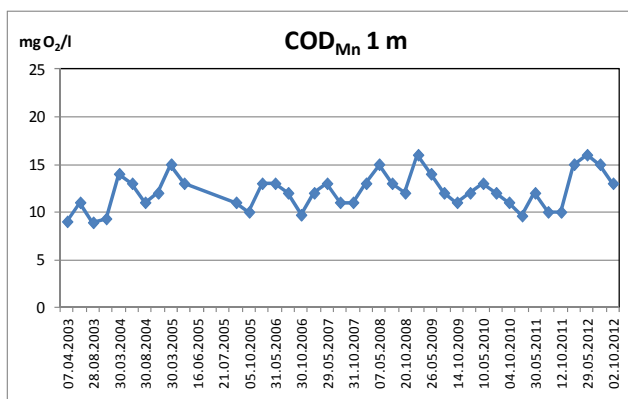
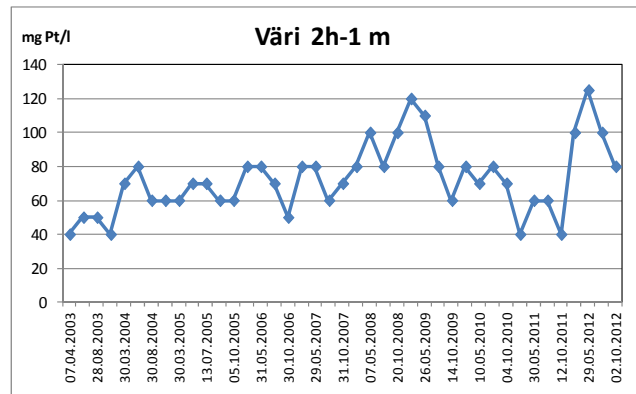
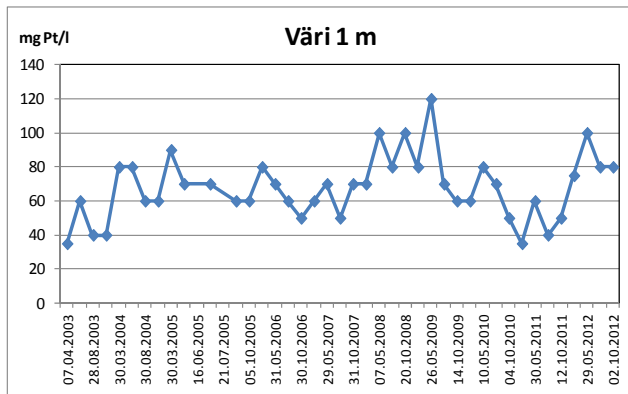
Havaintopaikka Lamposaarenselkä 093, koordinaatit (Ykj) 6840950-3516080, kokonaissyvyys 22,2 m



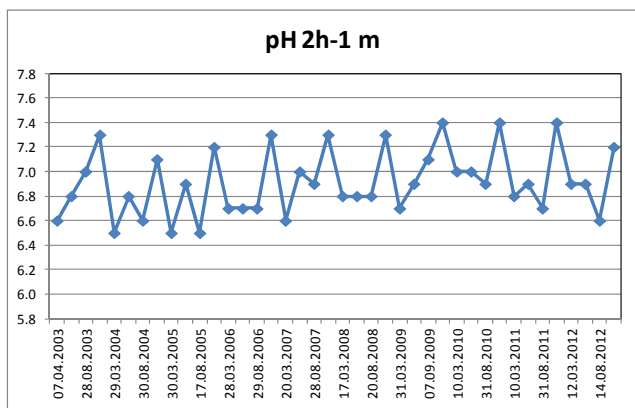
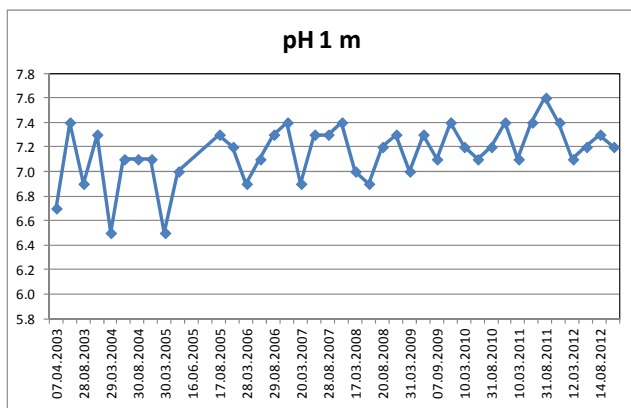
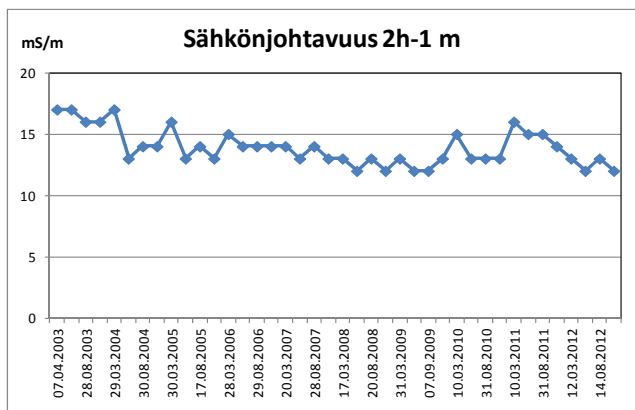
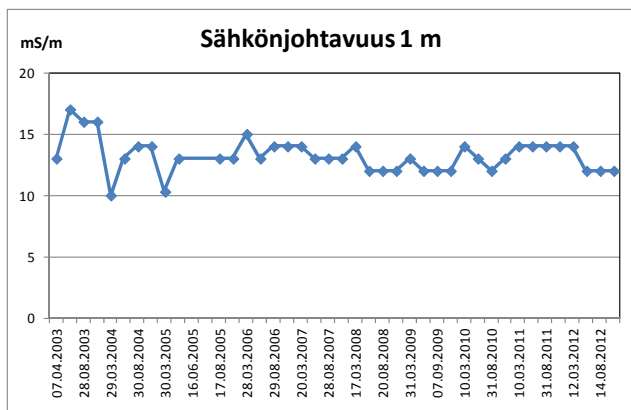
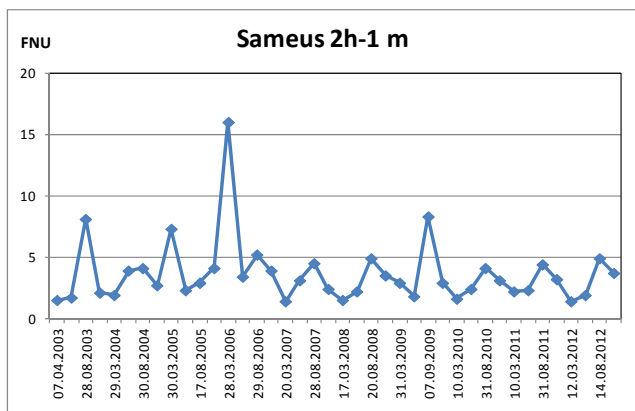
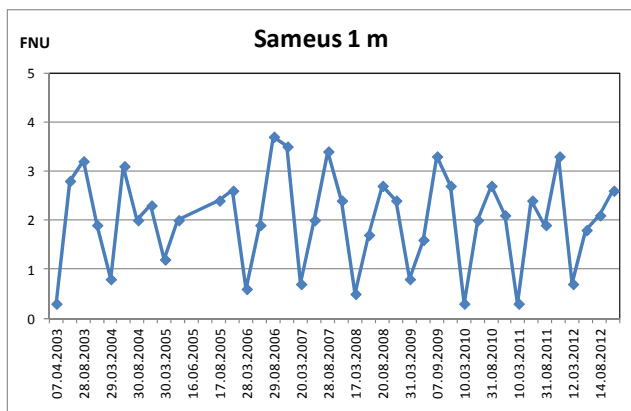
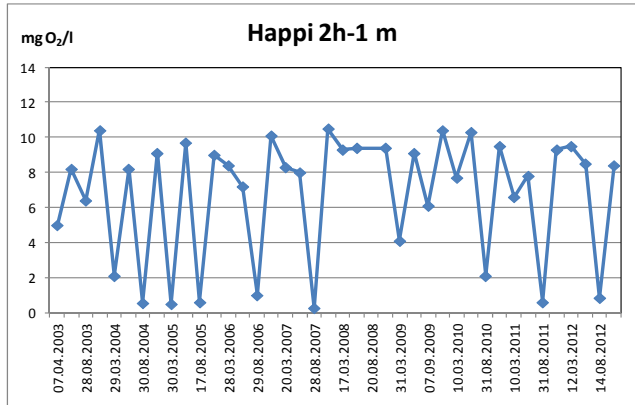
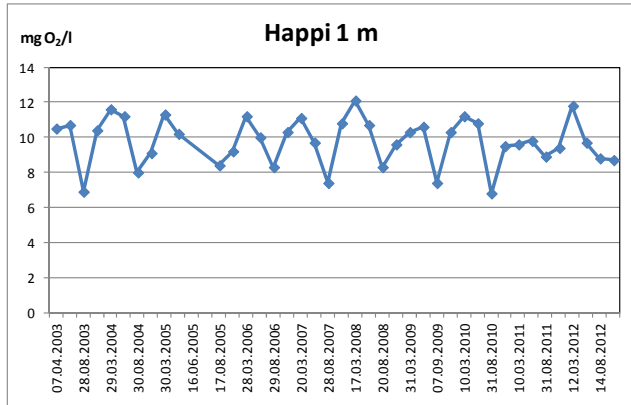
Havaintopaikka Annilanselkä 097, koordinaatit (Ykj) 6838900-3515900, kokonaissyvyys 20 m



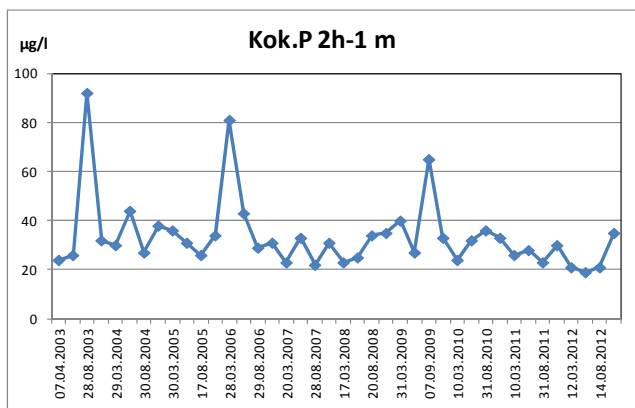
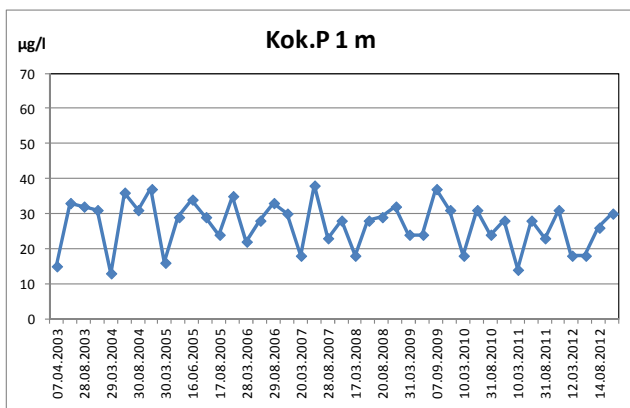
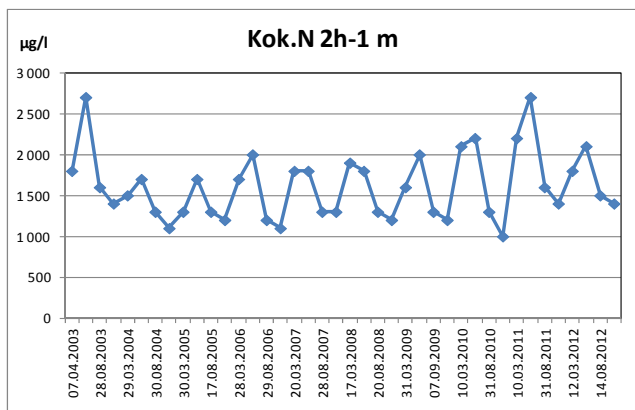
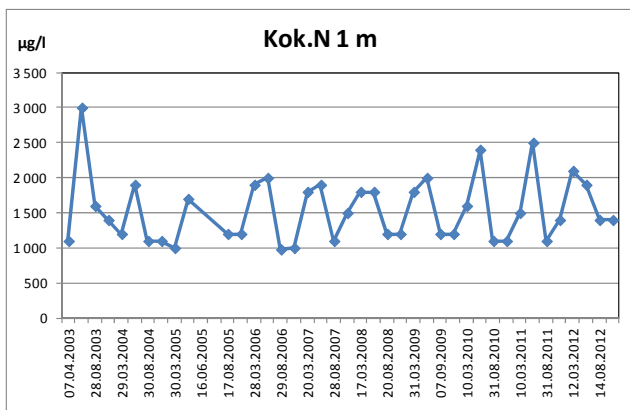
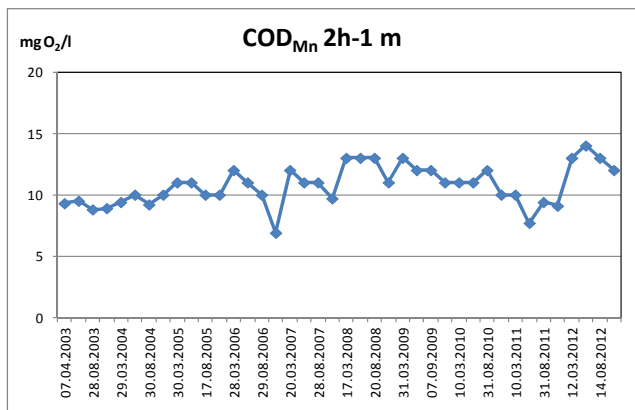
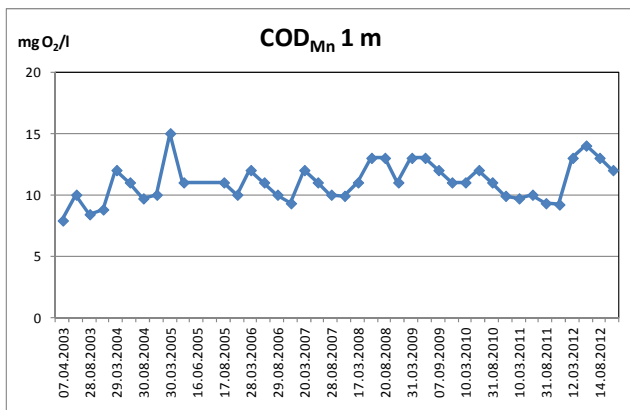
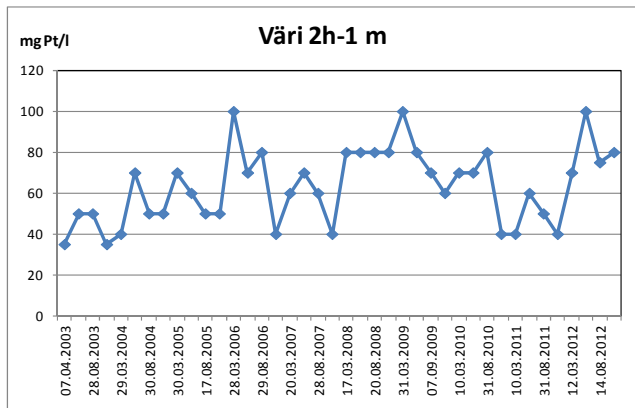
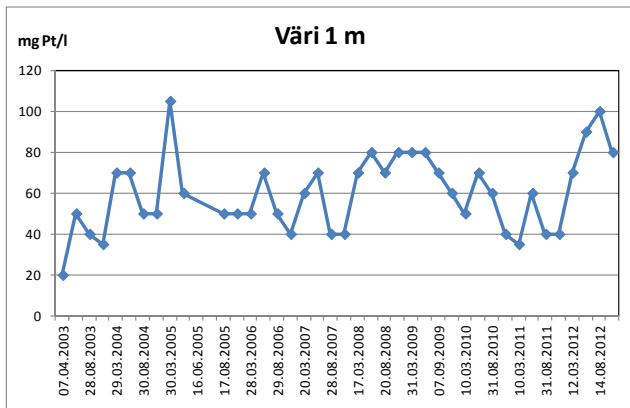
Havaintopaikka Annilanselkä 097, koordinaatit (Ykj) 6838900-3515900, kokonaissyvyys 20 m



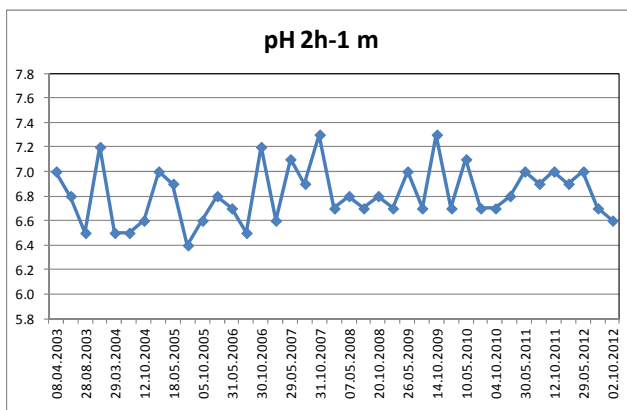
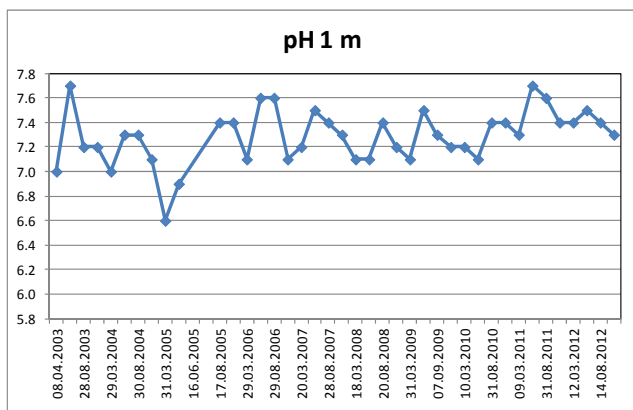
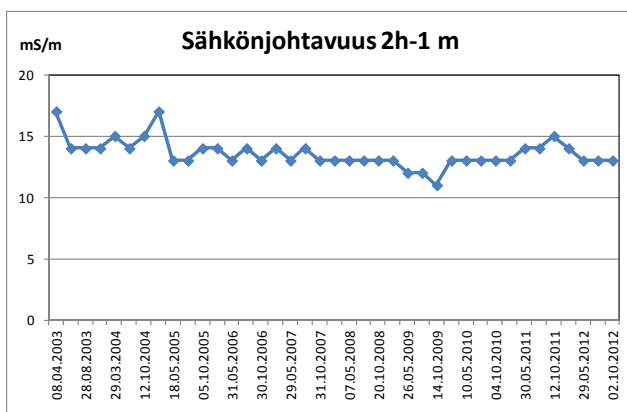
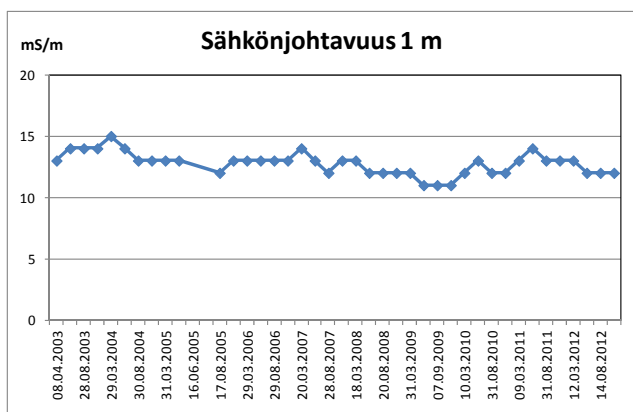
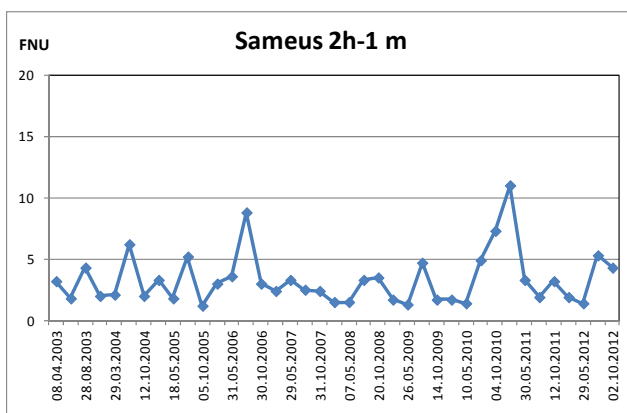
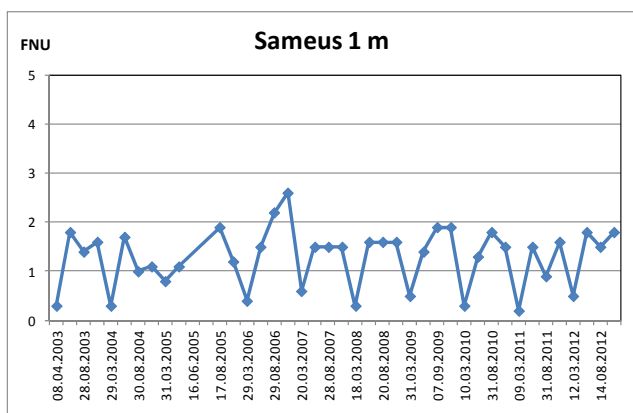
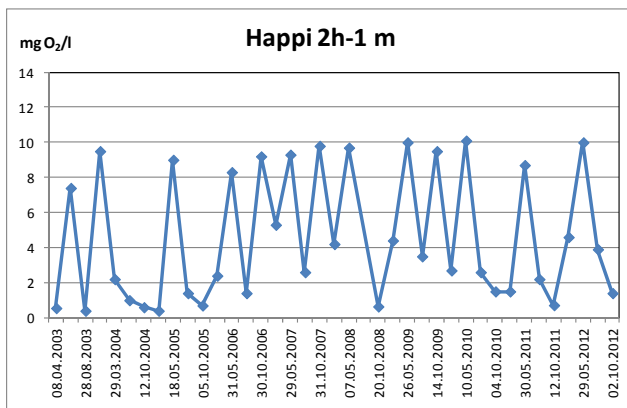
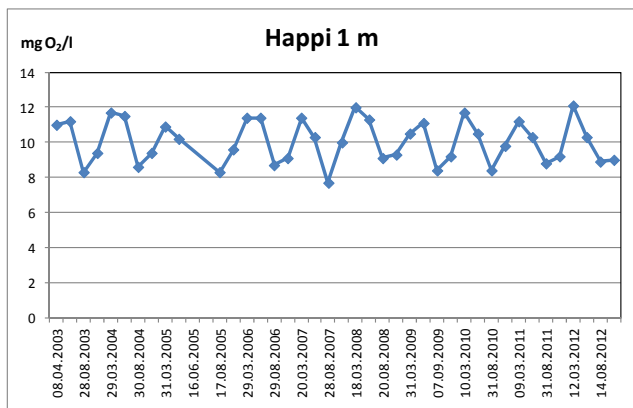
Havaintopaikka Kyyhkylänselkä 098, koordinaatit (Ykj) 6835280-3515980, kokonaissyvyys 22 m



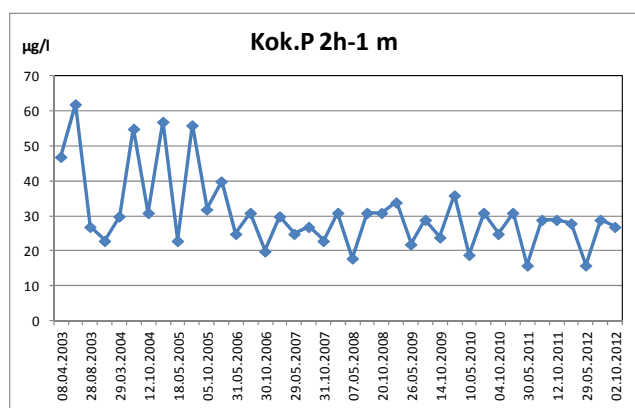
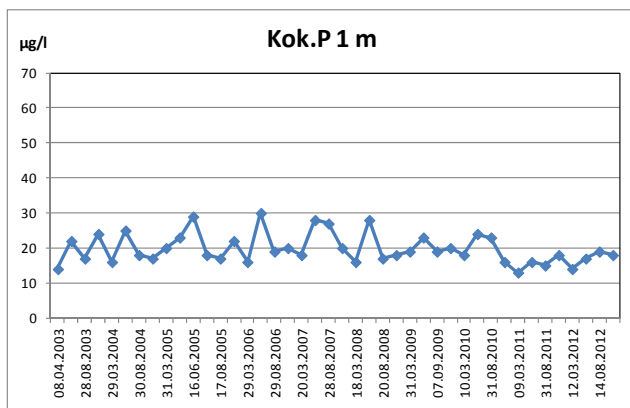
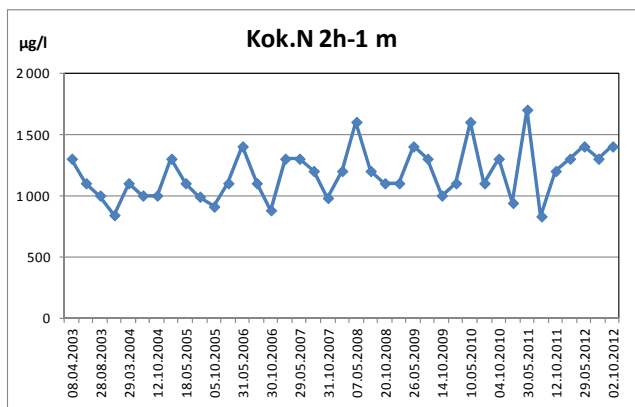
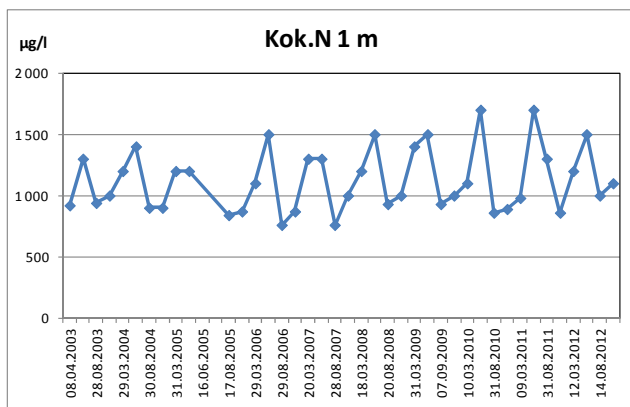
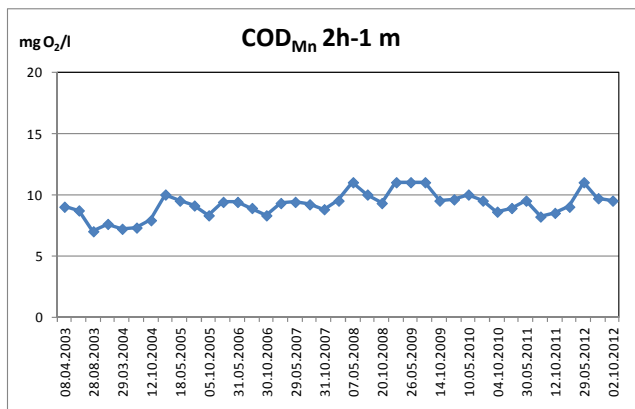
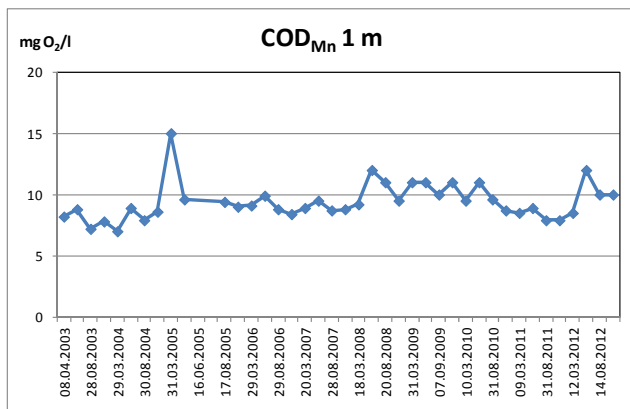
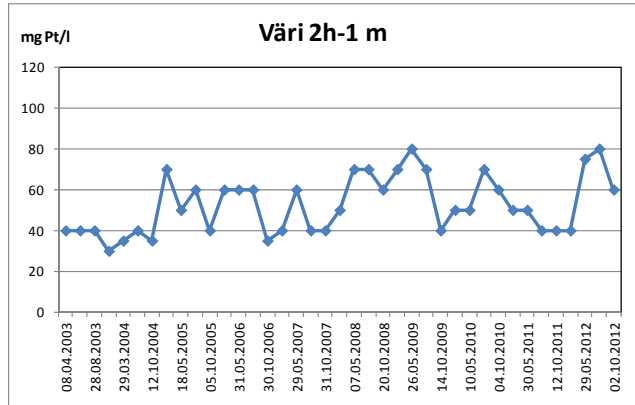
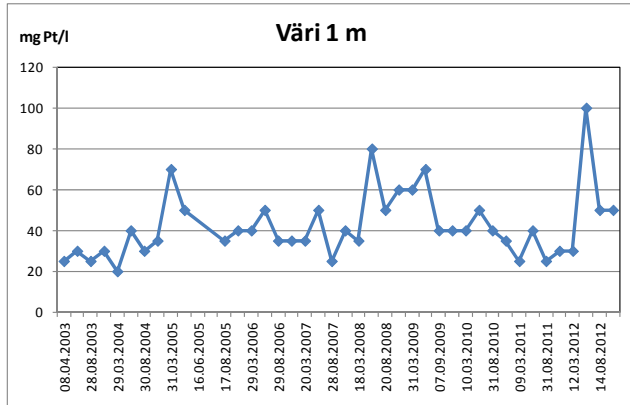
Havaintopaikka Kyyhkylänselkä 098, koordinaatit (Ykj) 6835280-3515980, kokonaissyvyys 22 m



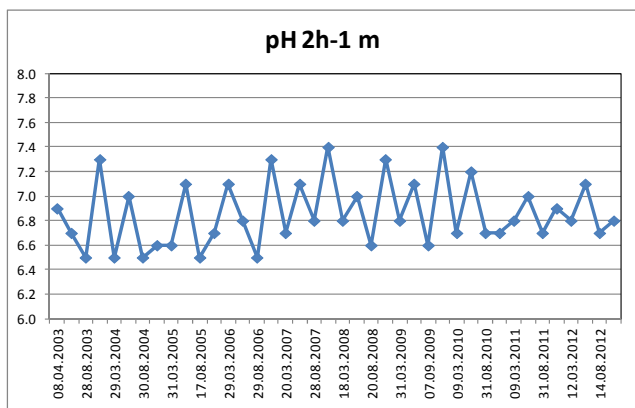
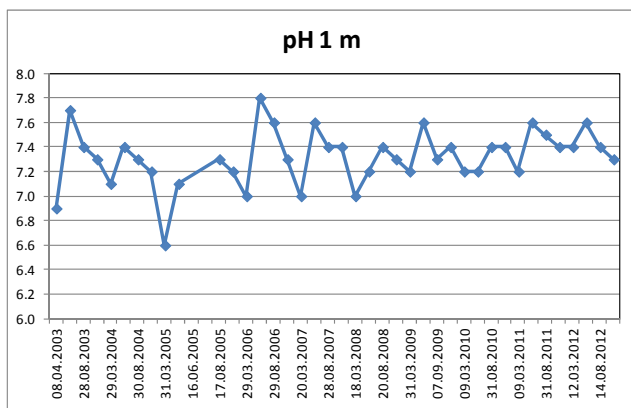
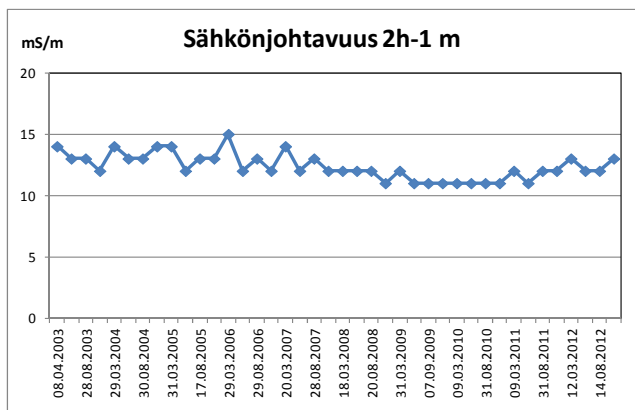
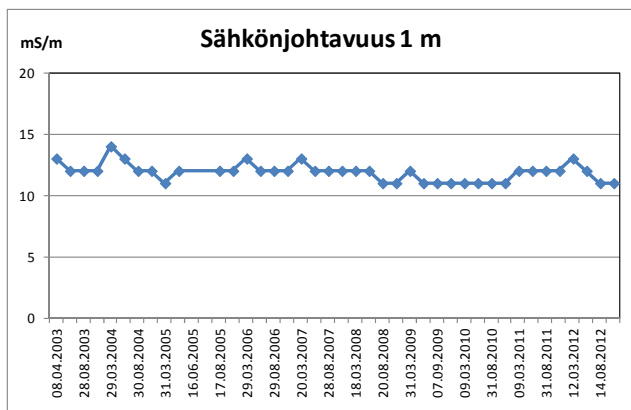
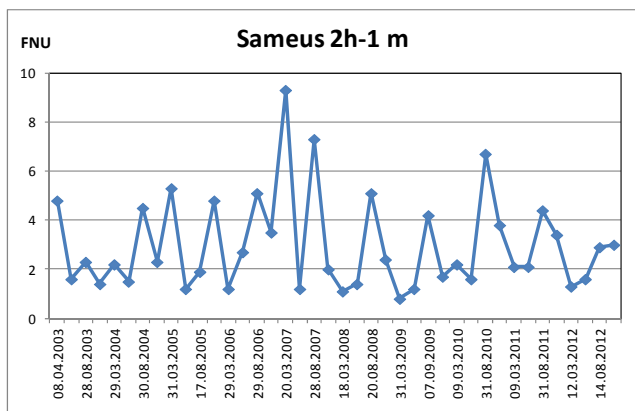
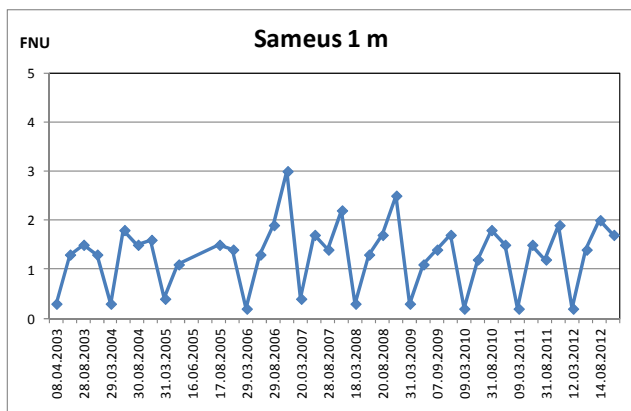
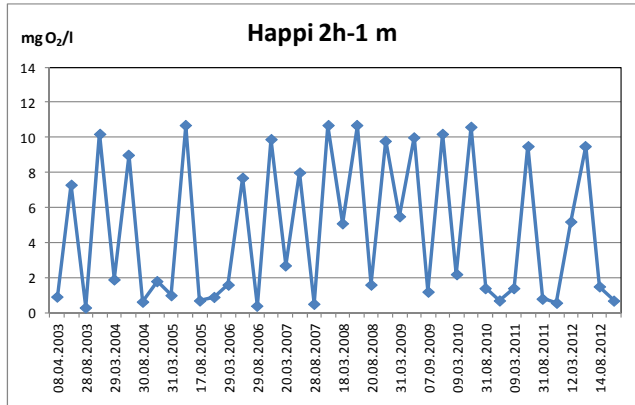
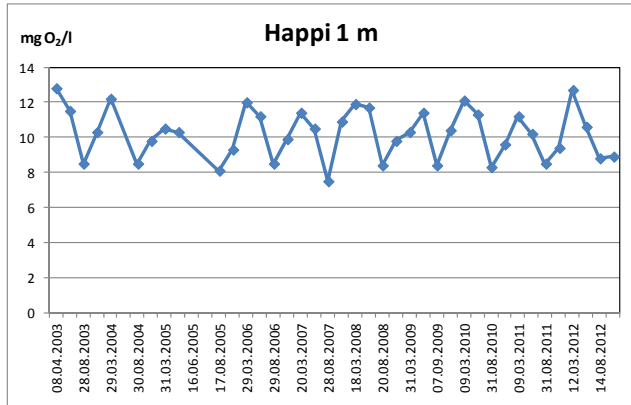
Havaintopaikka Ukonvesi 099, koordinaatit (Ykj) 6832420-3515680, kokonaissyvyys 29,4 m



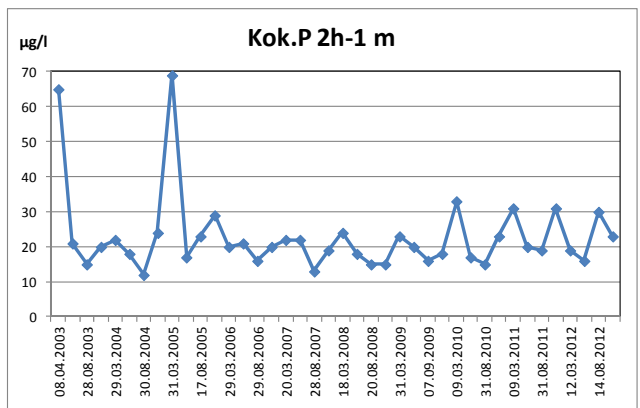
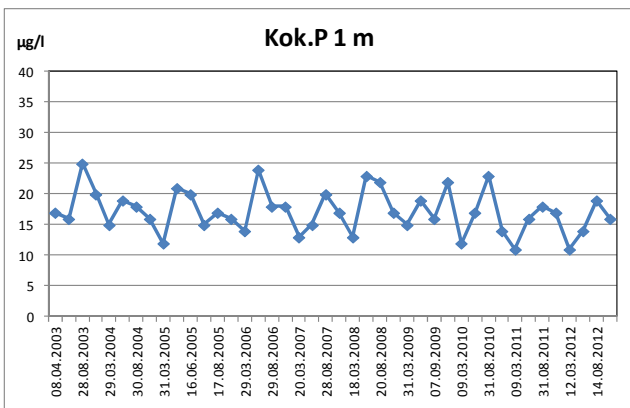
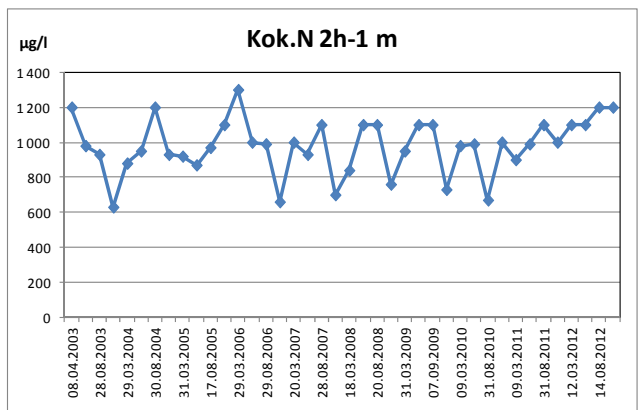
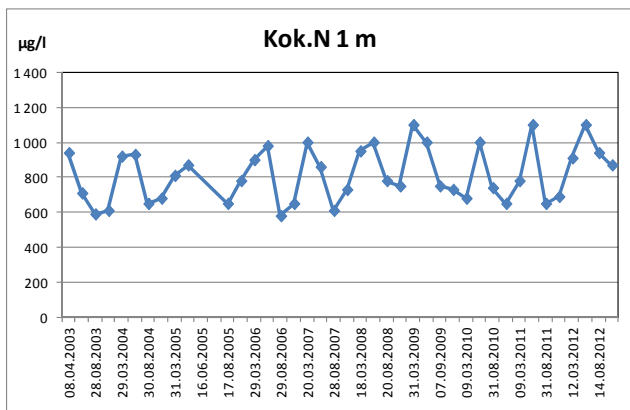
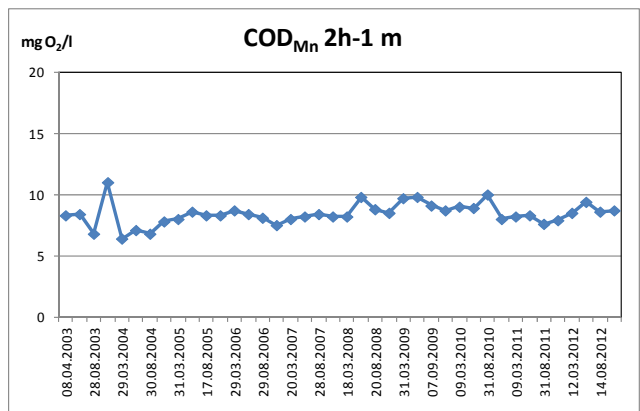
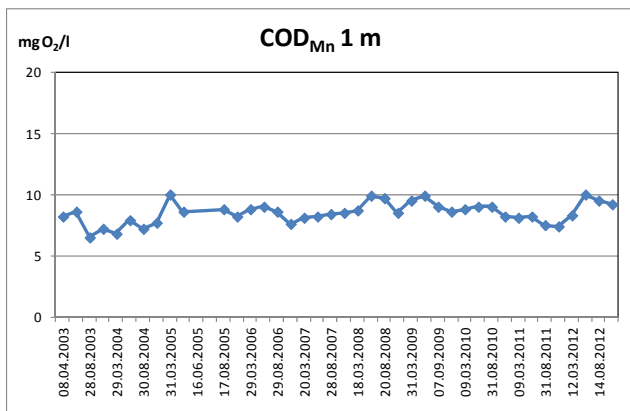
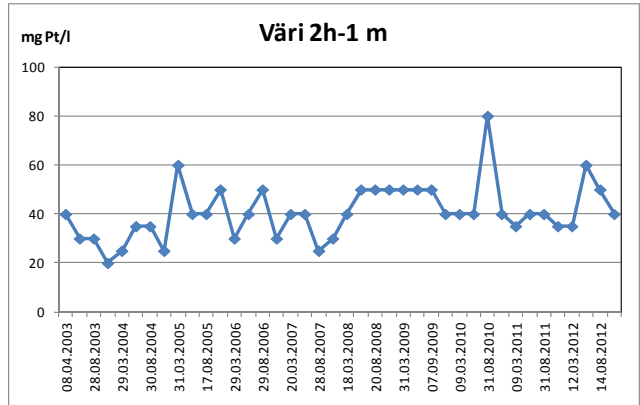
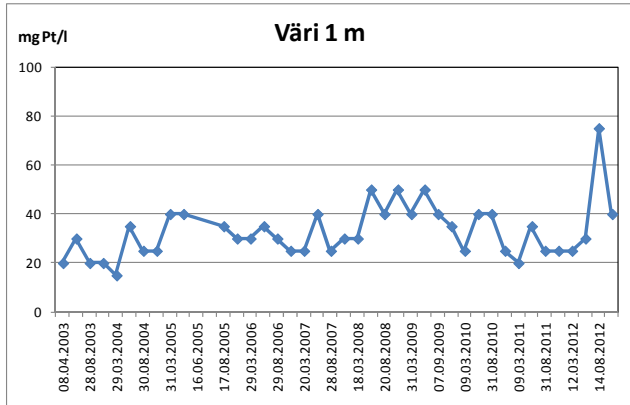
Havaintopaikka Ukonvesi 099, koordinaatit (Ykj) 6832420-3515680, kokonaissyvyys 29,4 m



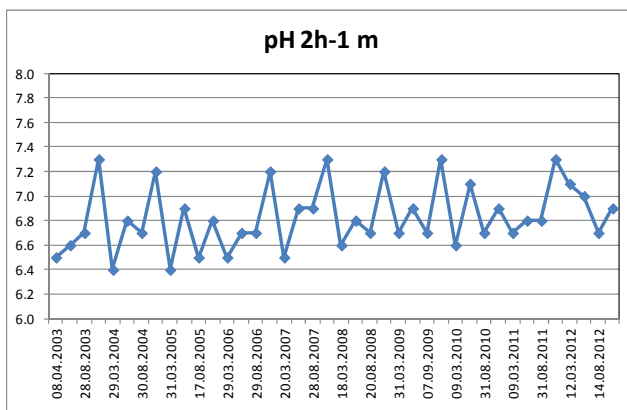
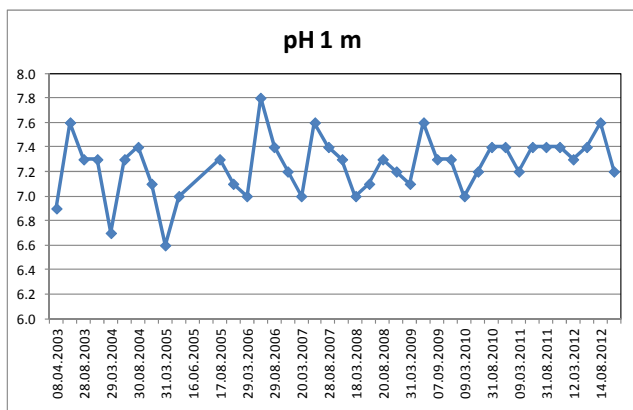
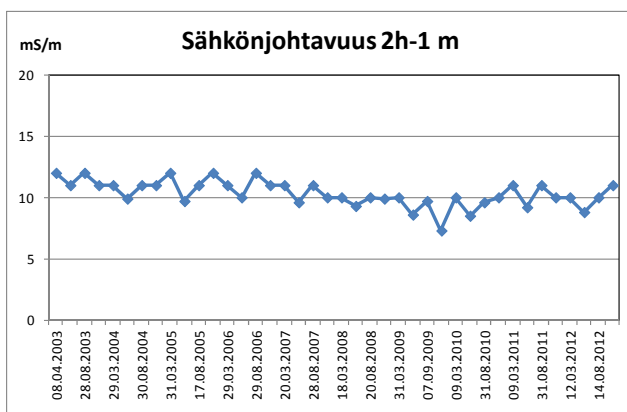
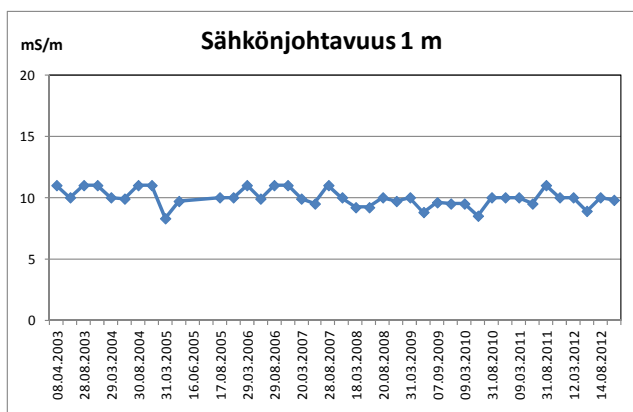
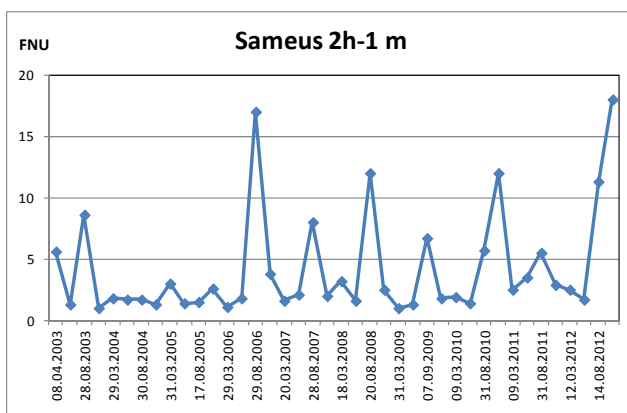
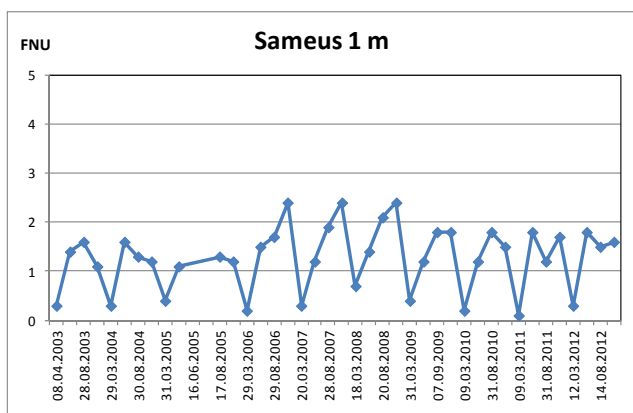
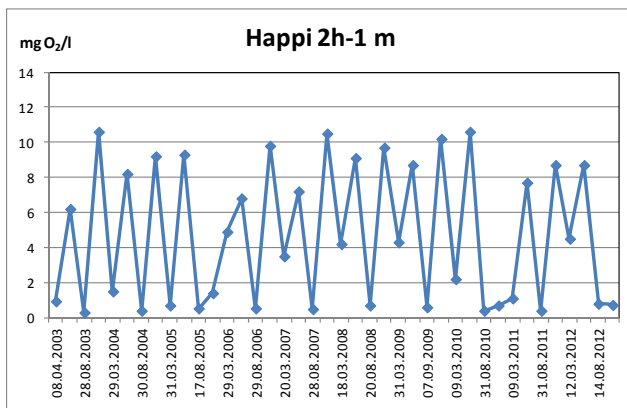
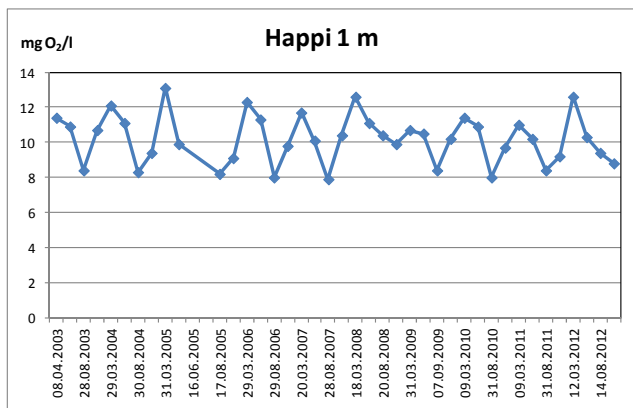
Havaintopaikka Päänkeenselkä 103, koordinaatit (Ykj) 6829420-3516400, kokonaissyvyys 23,1 m



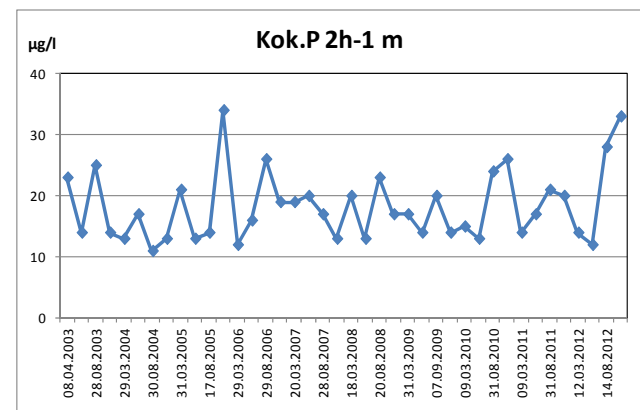
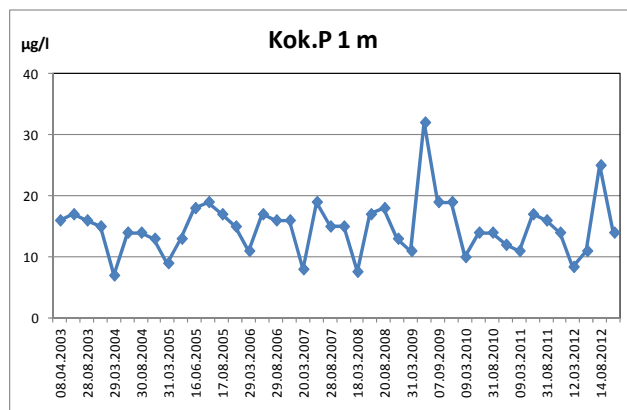
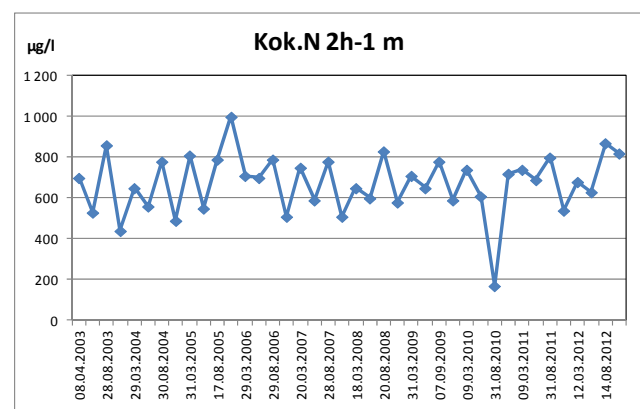
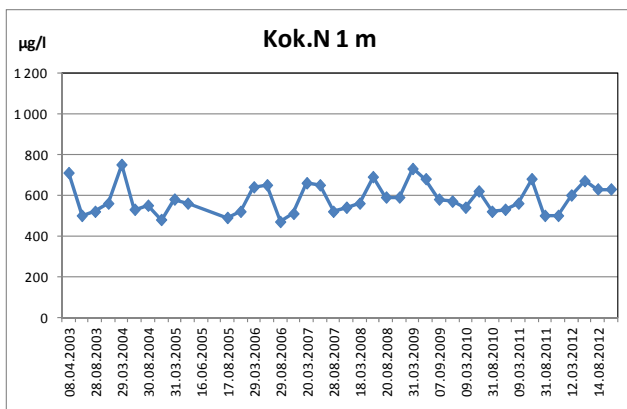
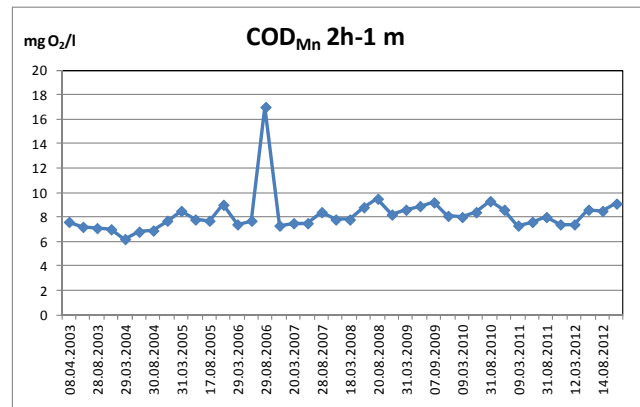
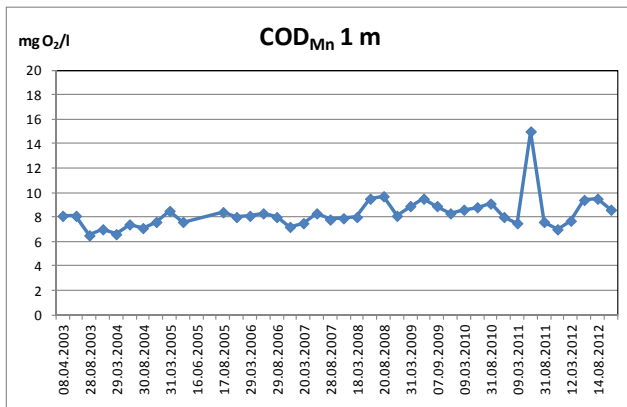
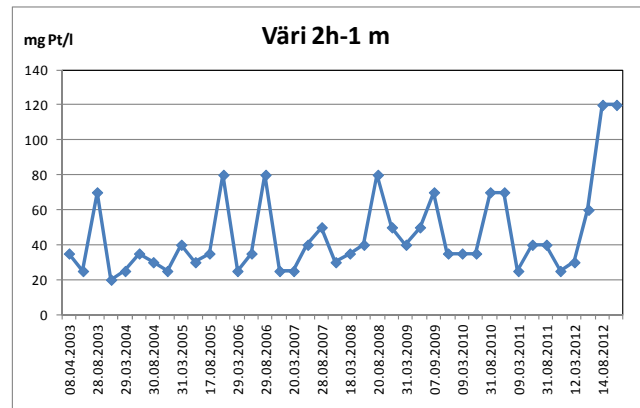
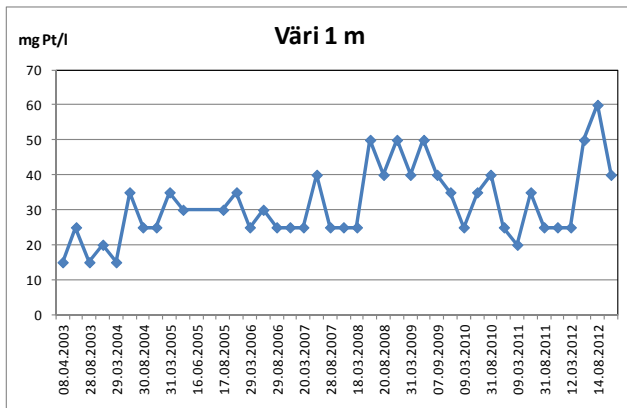
Havaintopaikka Päänkeenselkä 103, koordinaatit (Ykj) 6829420-3516400, kokonaissyvyys 23,1 m



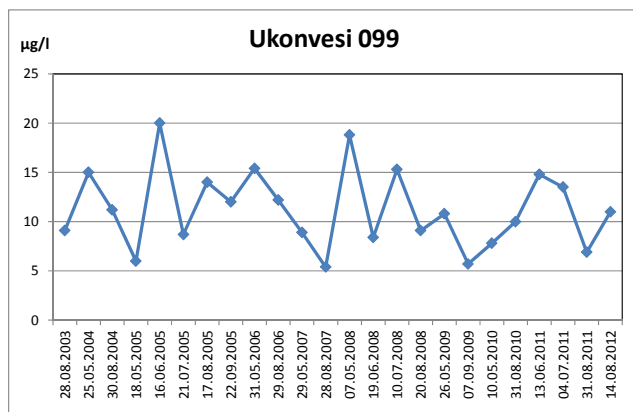
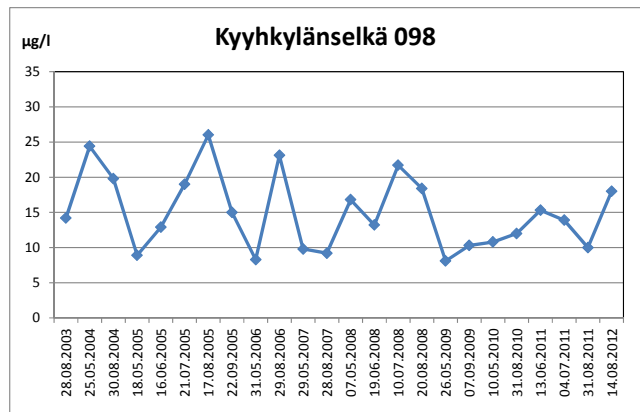
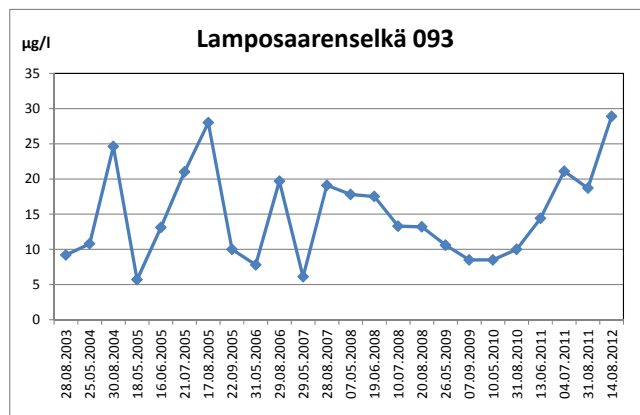
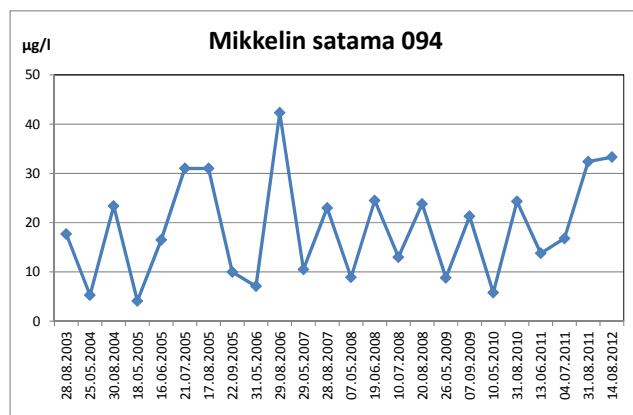
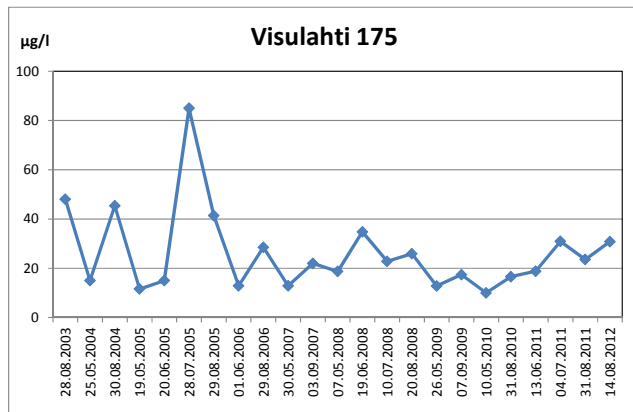
Havaintopaikka Leppäselkä 101, koordinaatit (Ykj) 6833260-3518860, kokonaissyvyys 17 m

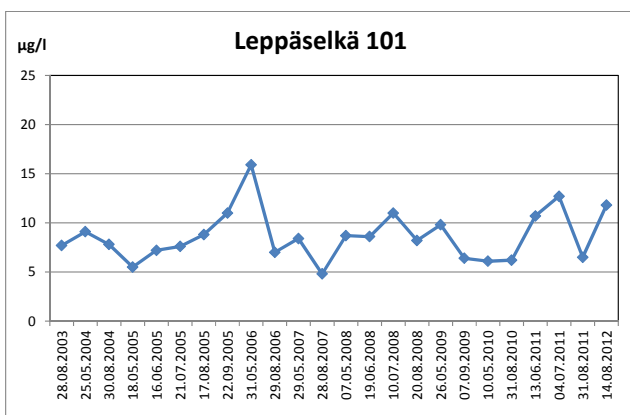


Havaintopaikka Leppäselkä 101, koordinaatit (Ykj) 6833260-3518860, kokonaissyvyys 17 m



Klorofyllipitoisuus 0-2 m





Liite 5.1. Ukonveden altaiden ravinnetaseet (Vemala)

Taulukon arvot ovat keskiarvoja jaksolle 01.01.2000- 31.12.2011

Fosfori

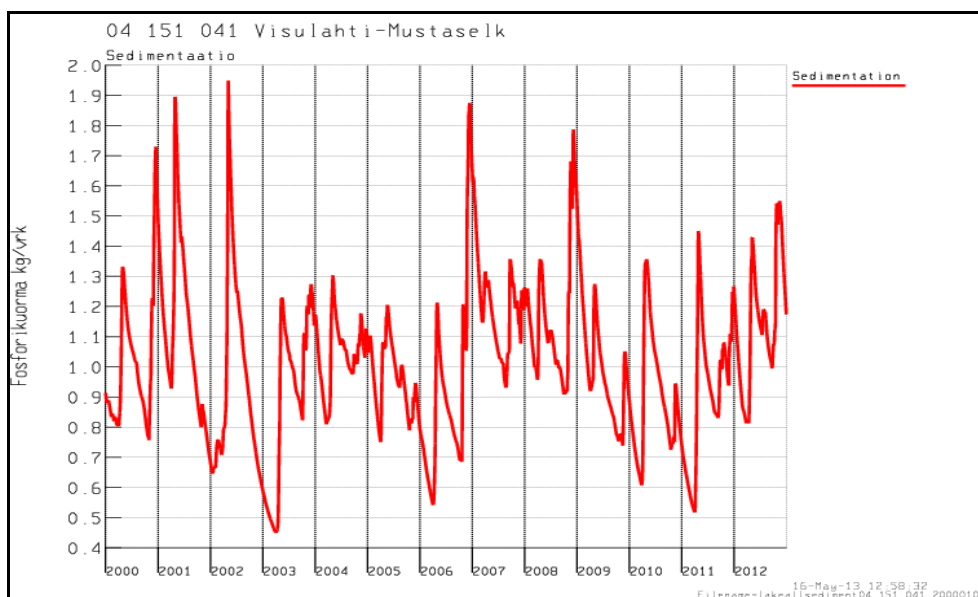
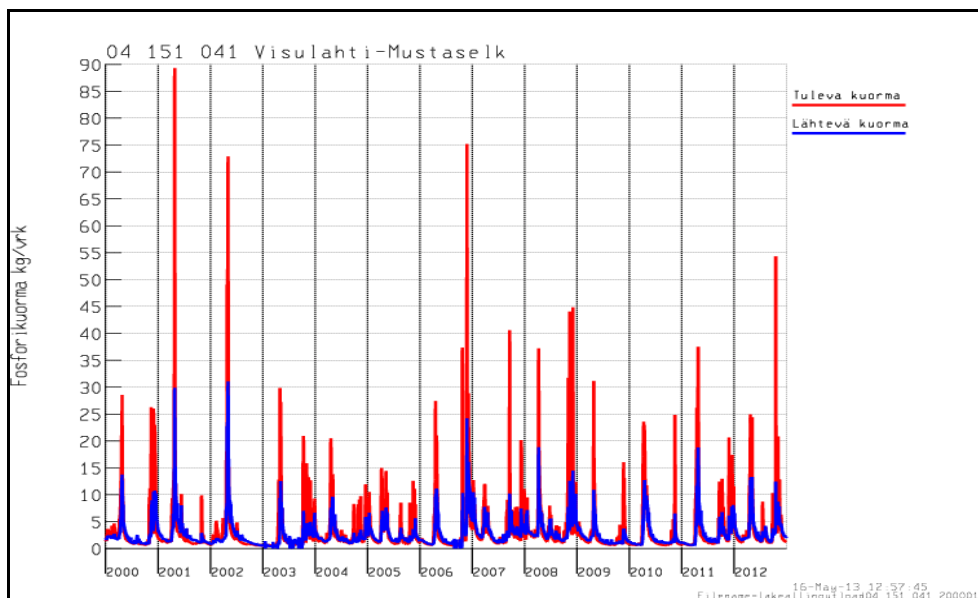
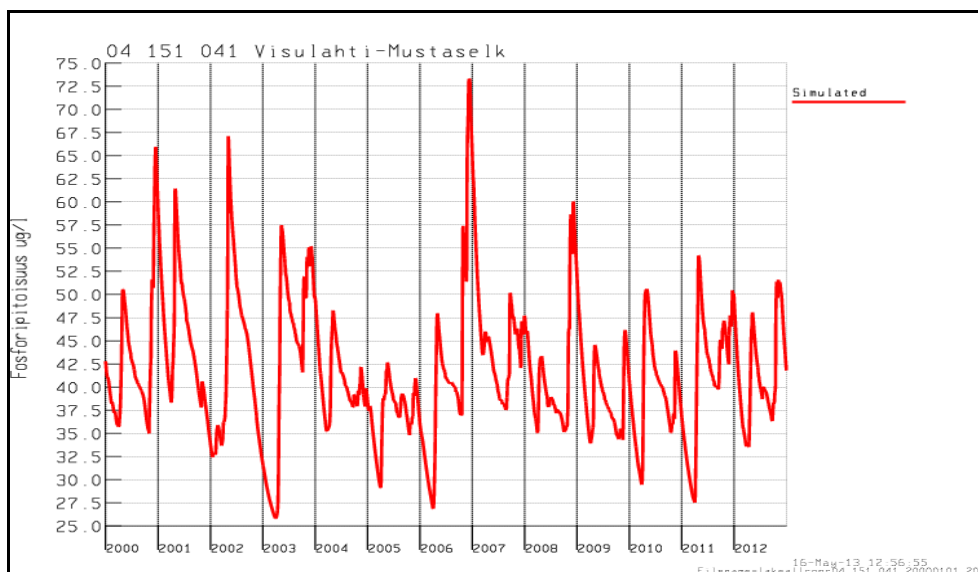
Järvi id	Järvi nimi	Lähtö- virtaama m ³ /s	Keskim. pit. µg/l	Tulo- kuorma kg/v	Lähtö- kuorma kg/v	Keskim. retentio kg/ha/v	Keskim. retentio- %	pellot kg/v	muu maa-alue kg/v	Tuleva kuorma		
										haja-asutus kg/v	pistekuorma kg/v	laskeuma kg/v
4_151_041	Visulahti-Mustaselkä	0.67	41.6	1216	940	1.72	22	735	218	234	2.7	26
4_151_040	Pappilanselkä-Launialanselkä	2.10	37.8	3396	2551	3.52	24	1100	531	479	1206	85
4_151_039	Annilanselkä	2.16	30.3	2697	2121	2.51	21	895	420	386	917	84
4_151_038	Kyyhkylänselkä	2.23	27.7	2278	1975	1.32	13	777	347	326	747	87
4_151_001	Ukonvesi-Päähkeenselkä	3.39	19.9	3788	2148	1.40	43	1791	543	555	674	230
4_151_037	Pohjoisselkä-Leppäselkä	0.37	16.5	496	192	0.69	61	274	90	83	0.0	49

Typpi

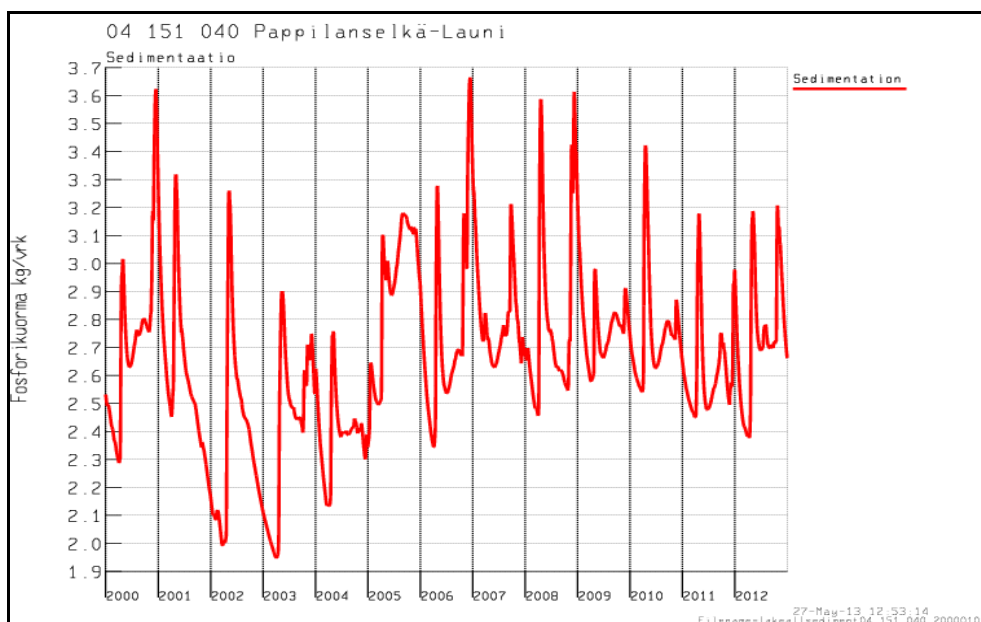
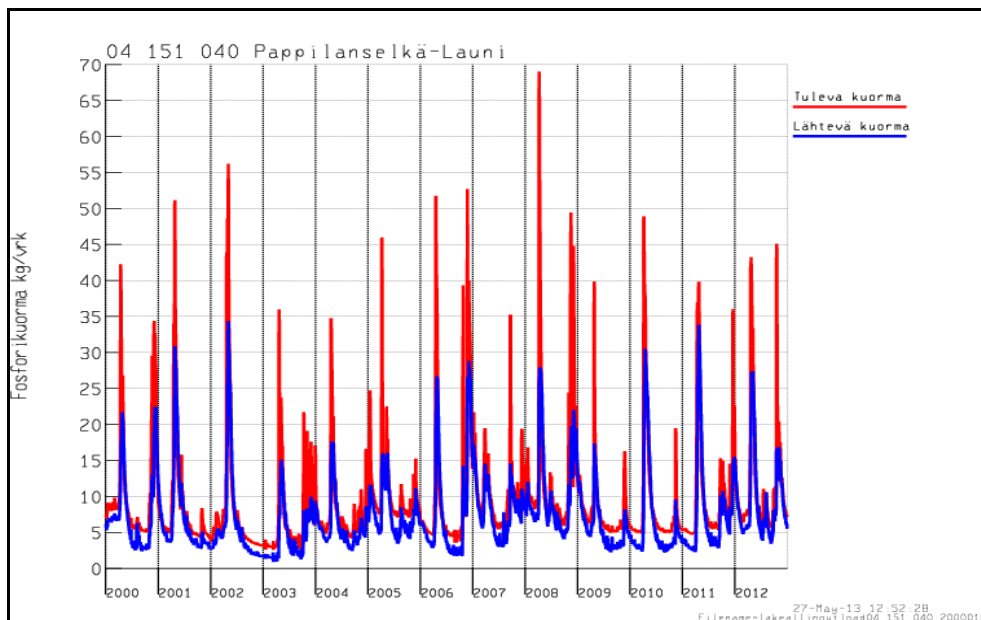
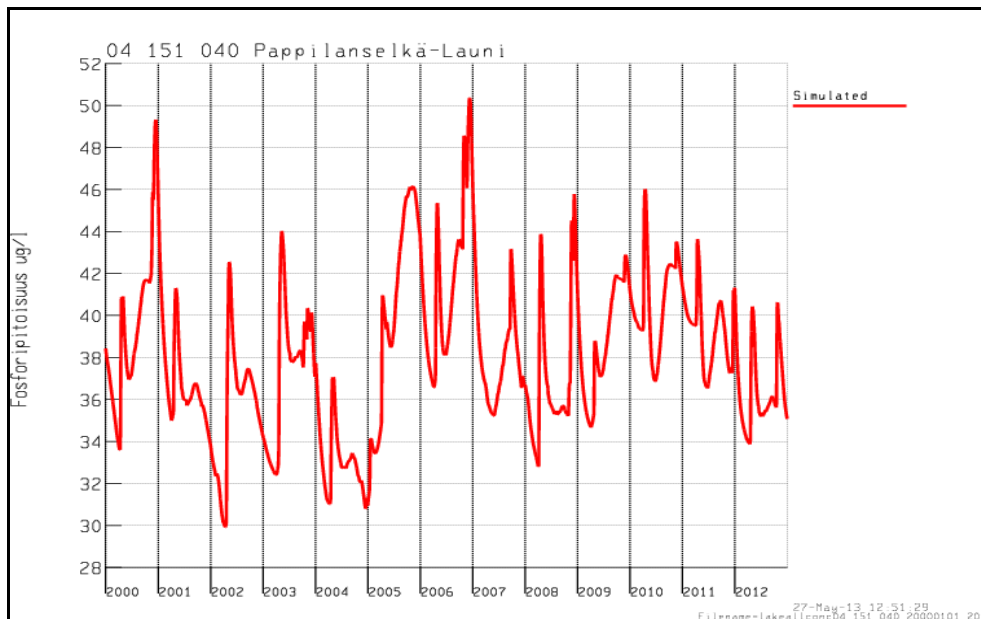
Järvi id	Järvi nimi	Lähtö- virtaama m ³ /s	Keskim. pit. µg/l	Tulo- kuorma t/v	Lähtö- kuorma t/v	Keskim. retentio t/ha/v	Keskim. retentio- %	pellot t/v	muu maa-alue t/v	Tuleva kuorma		
										haja-asutus t/v	pistekuorma t/v	laskeuma t/v
4_151_041	Visulahti-Mustaselkä	0.67	0.96	27.4	22.4	0.031	18	9.87	13.2	2.27	0.14	1.92
4_151_040	Pappilanselkä-Launialanselkä	2.10	3.15	208	195	0.052	6	15.3	32.4	4.87	149	6.90
4_151_039	Annilanselkä	2.16	2.73	198	186	0.052	6	15.1	31.3	4.76	140	7.71
4_151_038	Kyyhkylänselkä	2.23	2.50	190	179	0.049	5	15.0	30.2	4.64	132	8.53
4_151_001	Ukonvesi-Päähkeenselkä	3.39	1.47	213	159	0.047	25	25.8	40.3	6.13	124	17.2
4_151_037	Pohjoisselkä-Leppäselkä	0.37	0.42	11.2	4.97	0.014	55	2.87	4.50	0.57	0.0	3.26

Liite 5.2. Ukonveden altaiden fosfori- ja typpitase vuosina 2000-2012.

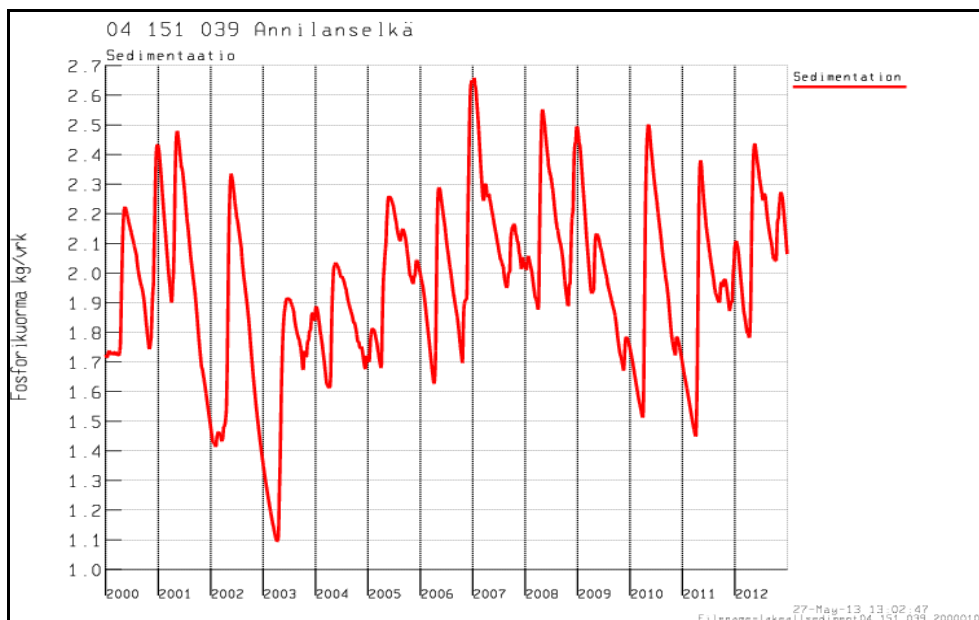
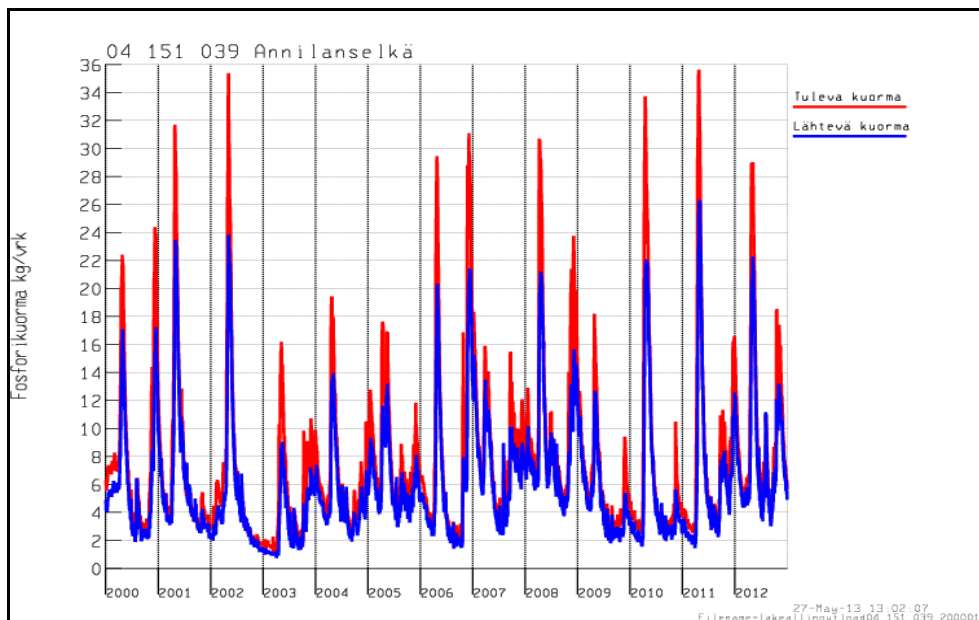
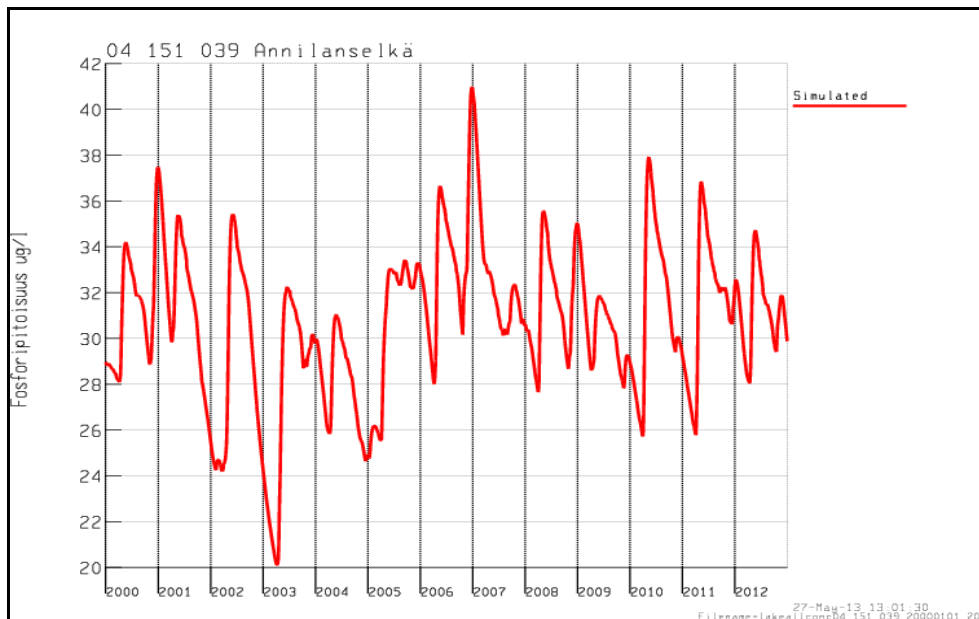
Visulahti-Mustaselkä, fosfori



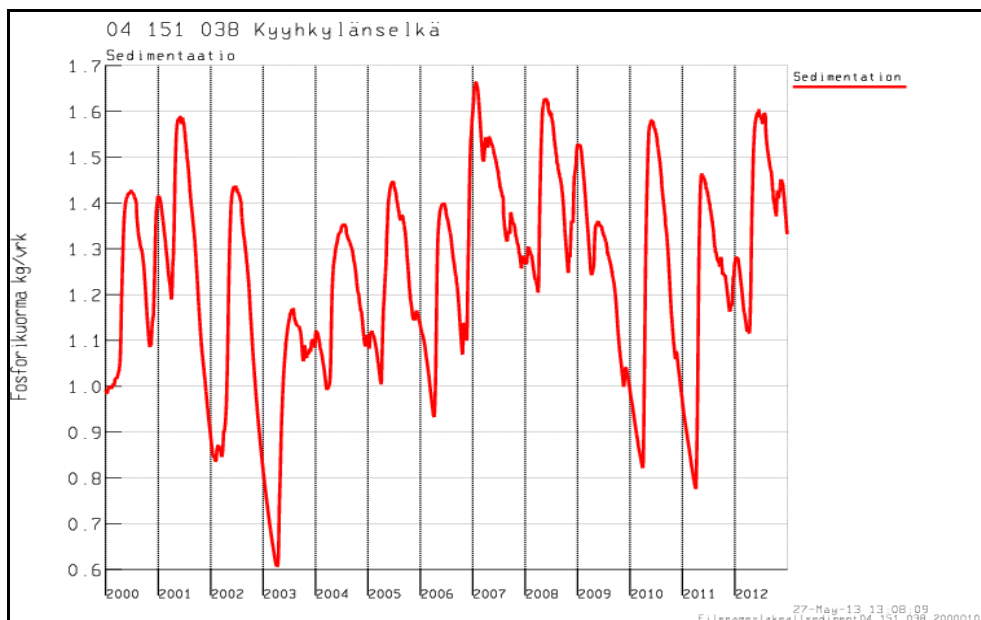
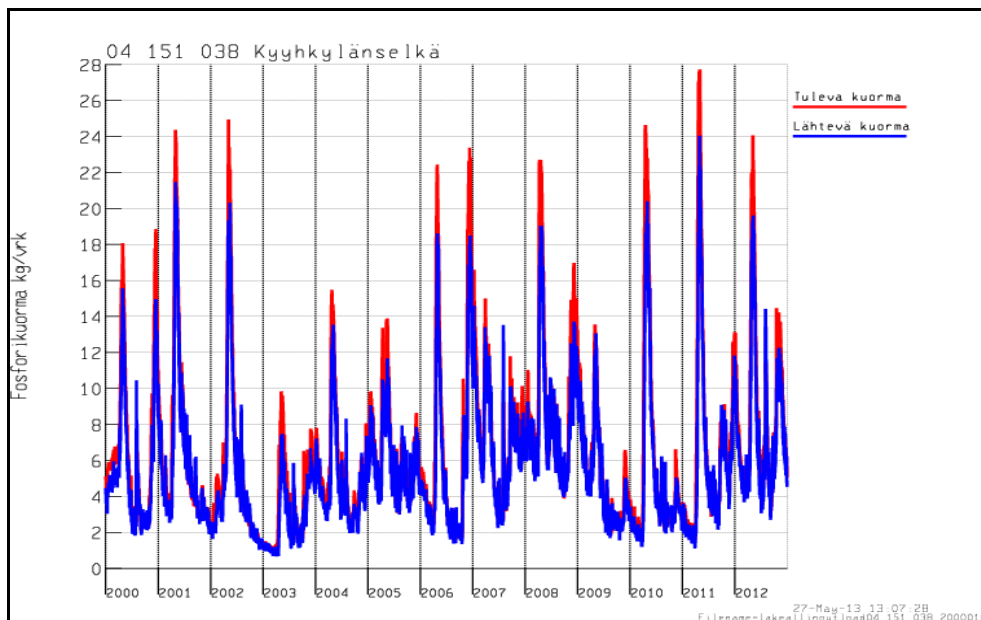
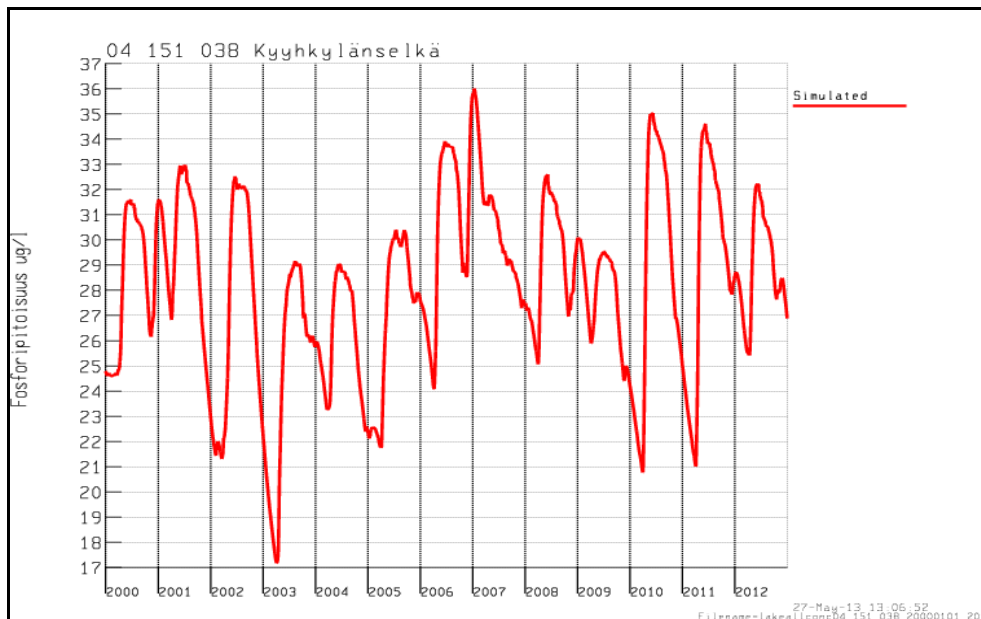
Pappilanselkä-Launialanselkä, fosfori



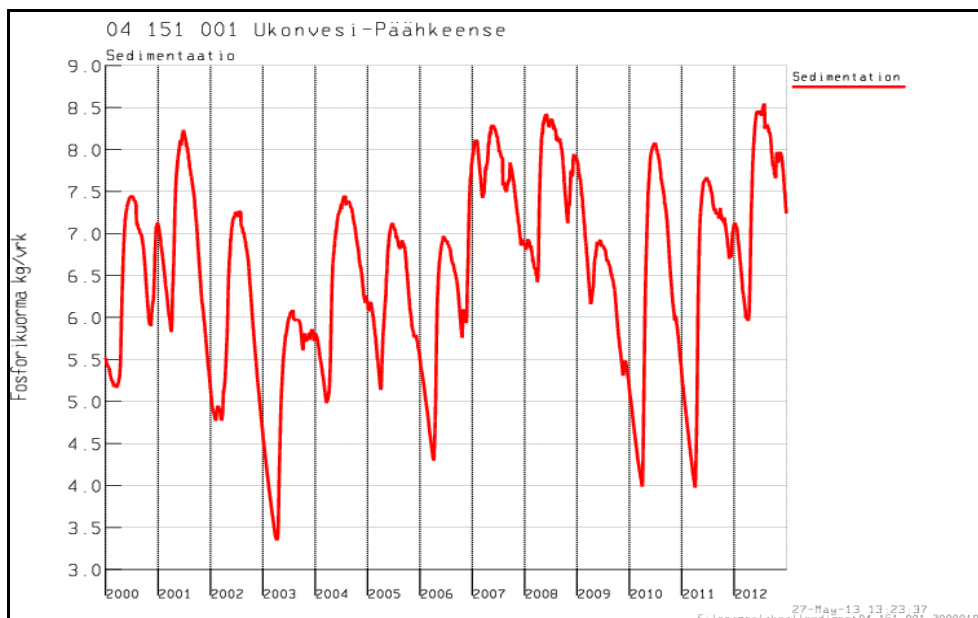
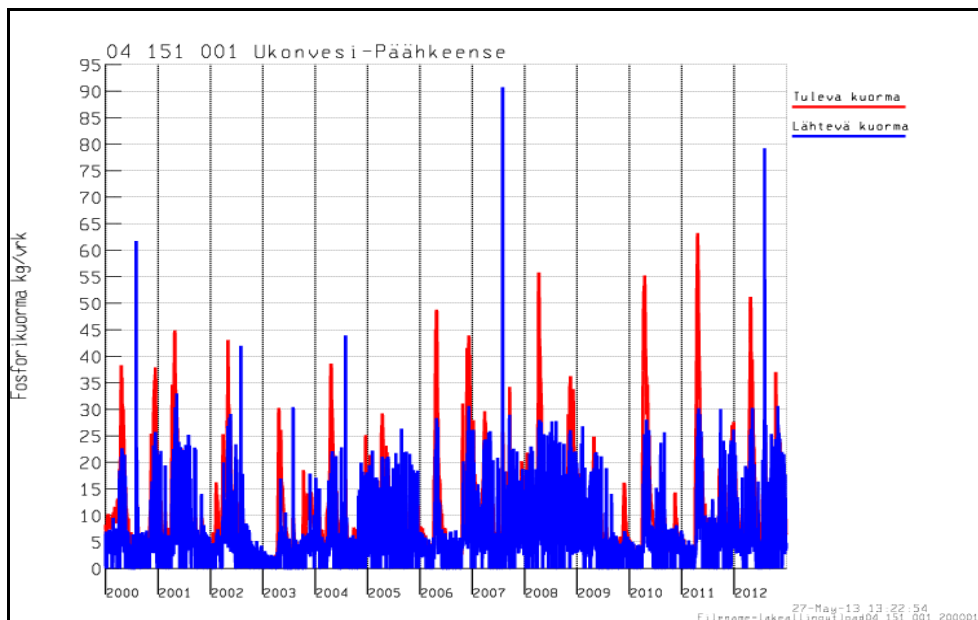
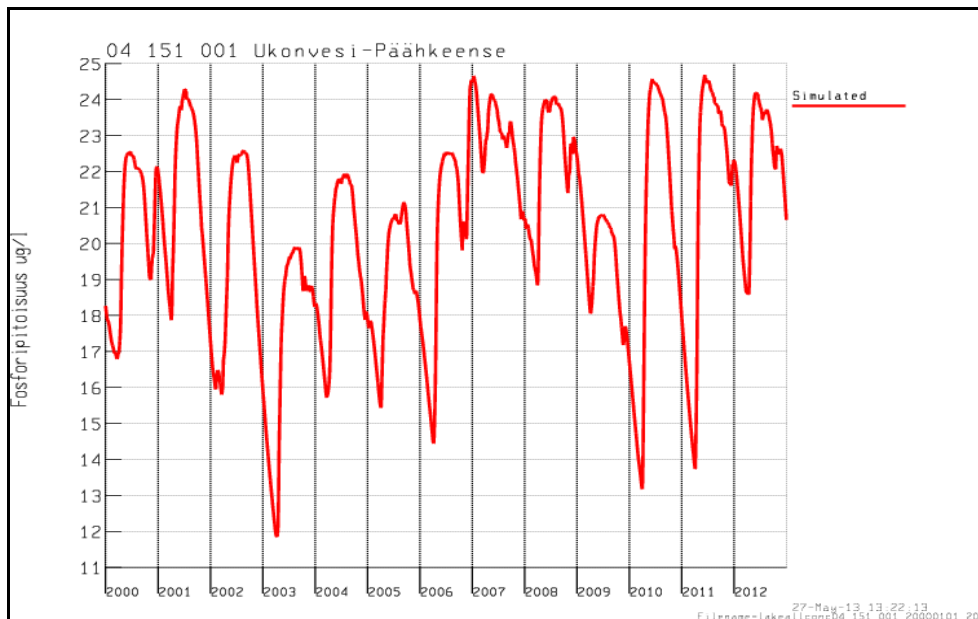
Annilanselkä, fosfori



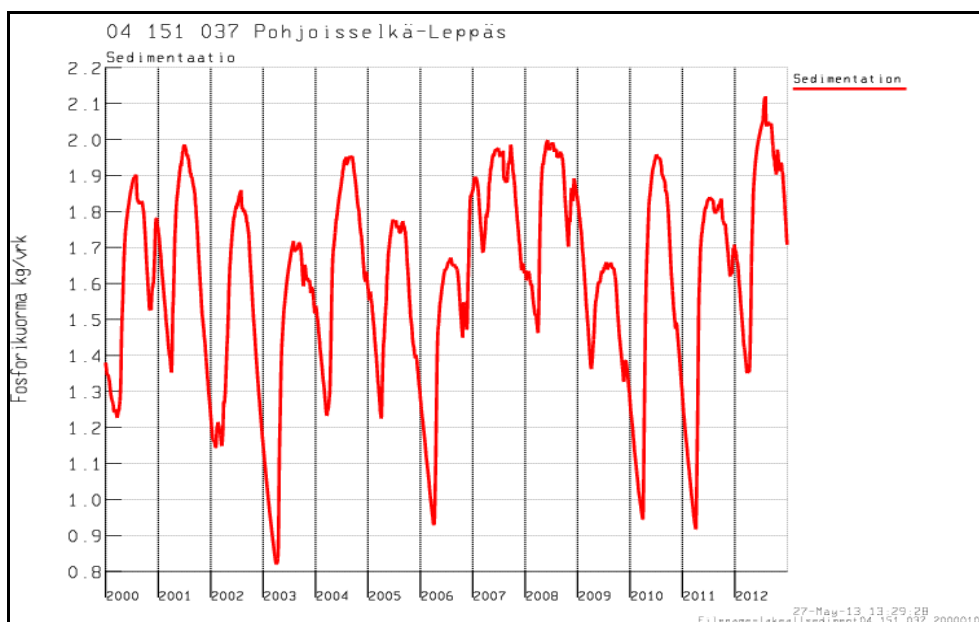
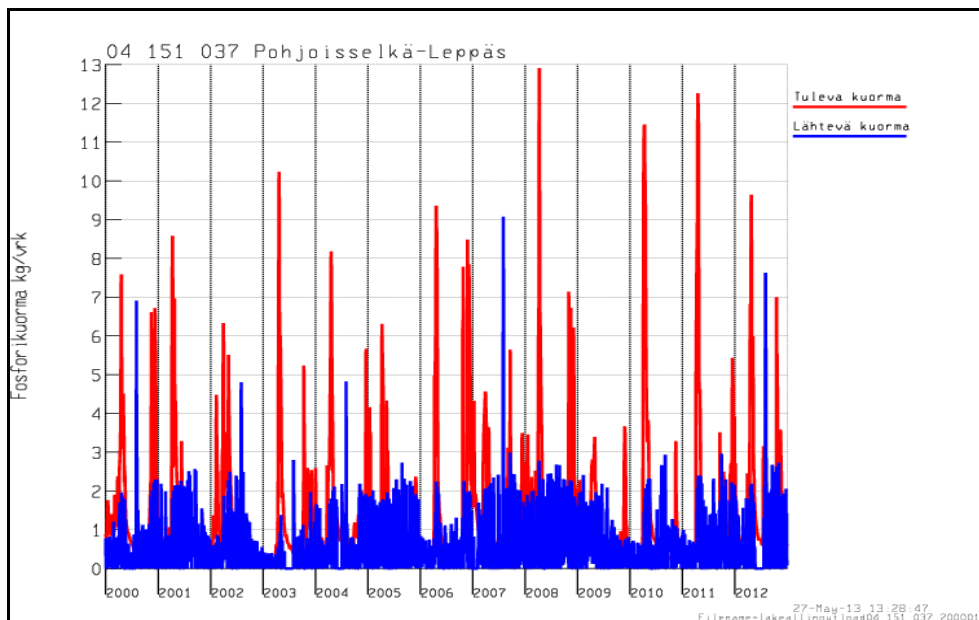
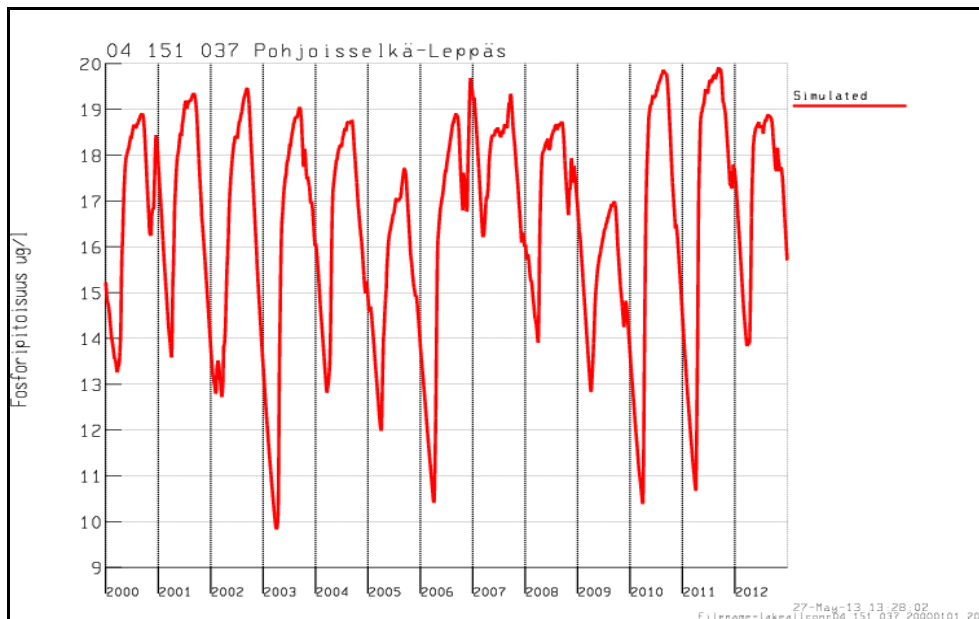
Kyyhkylänselkä, fosfori



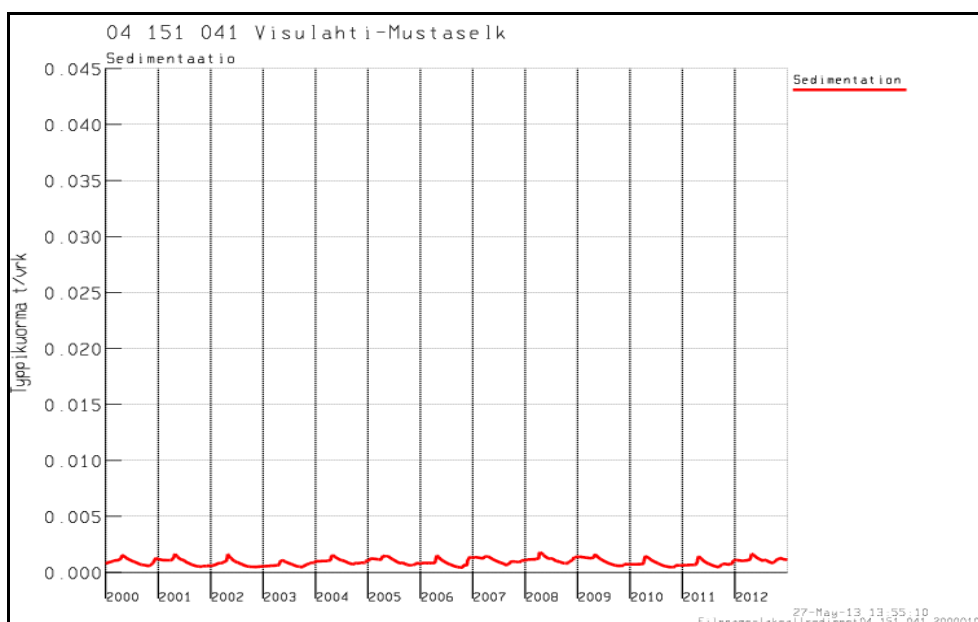
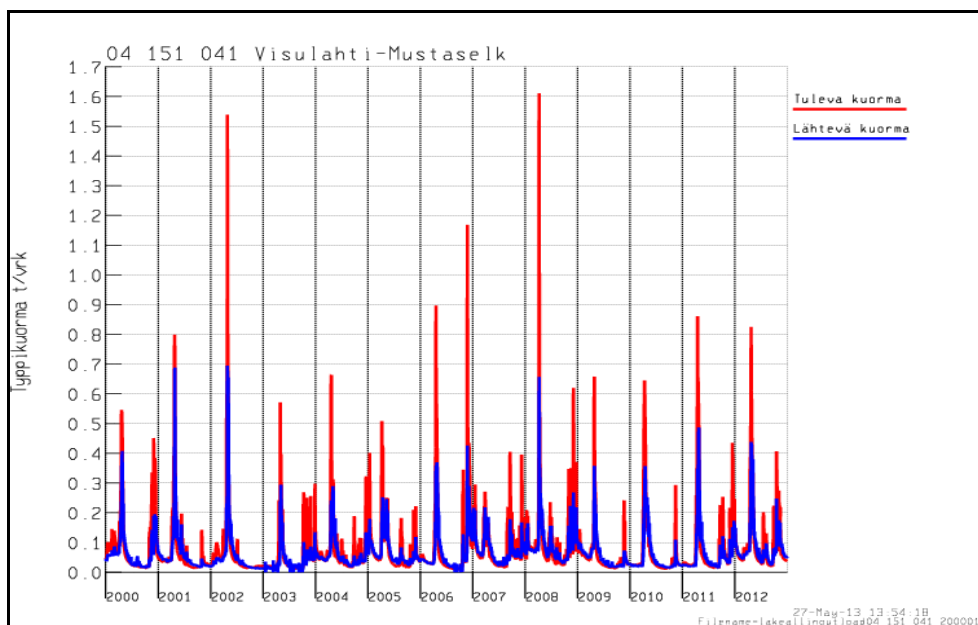
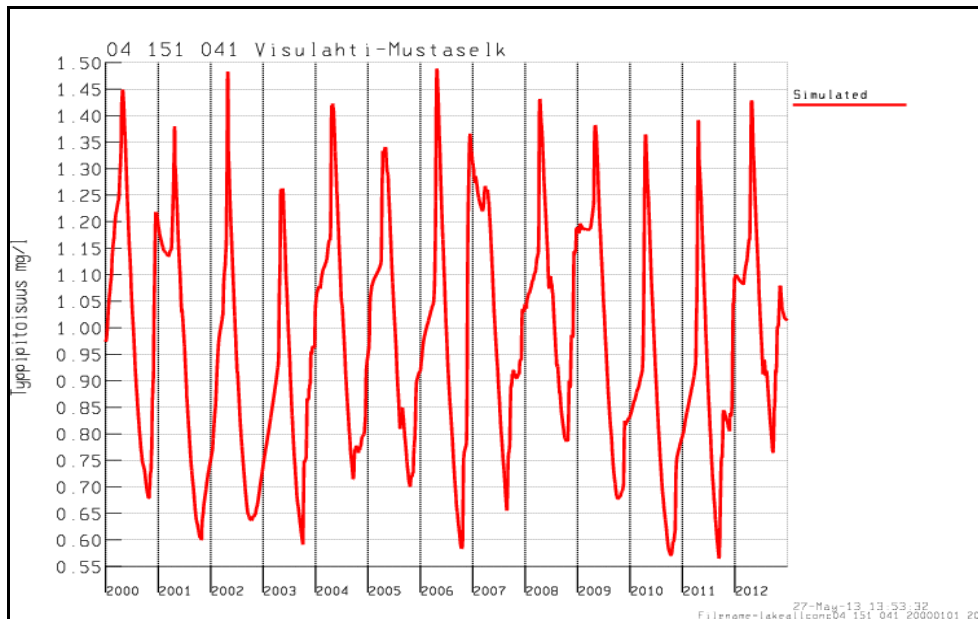
Ukonvesi-Päähkeenselkä, fosfori



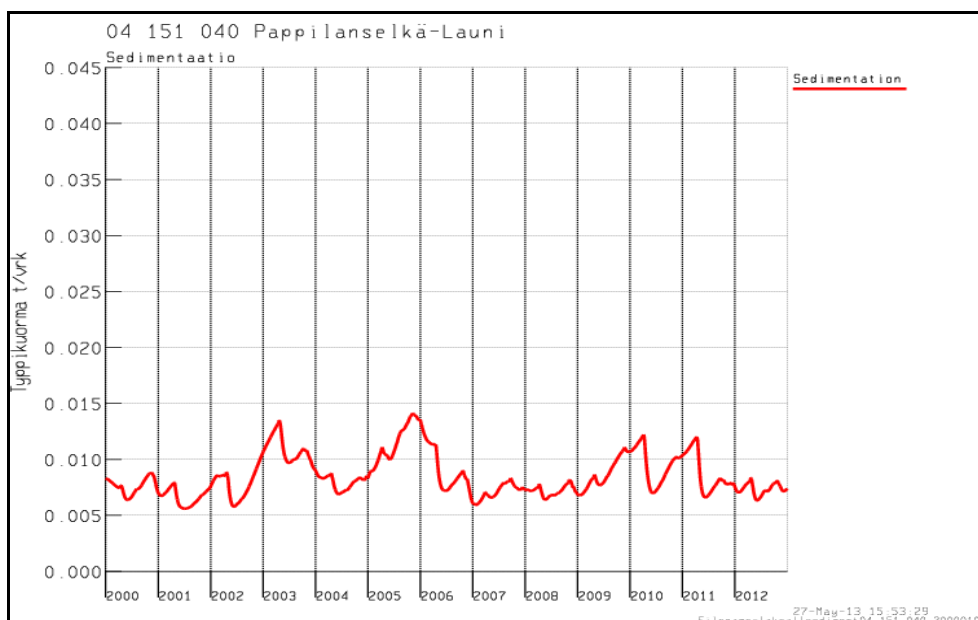
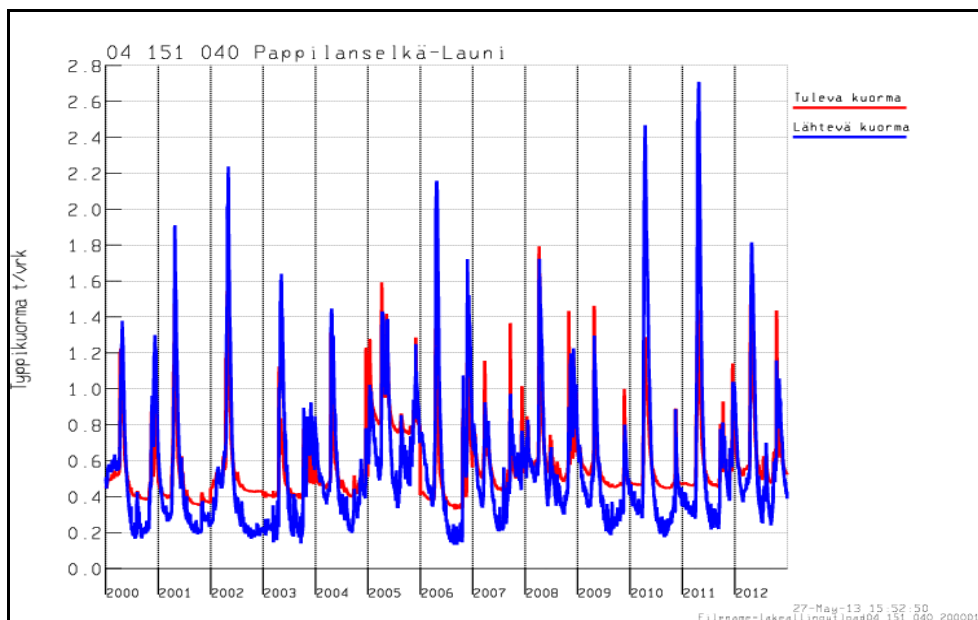
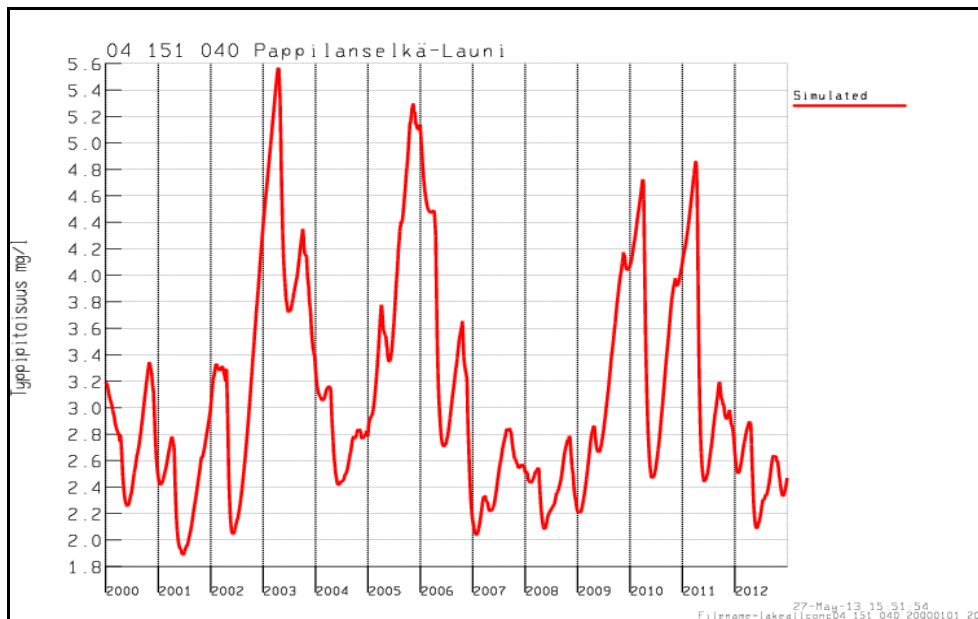
Pohjoisselkä-Leppäselkä, fosfori



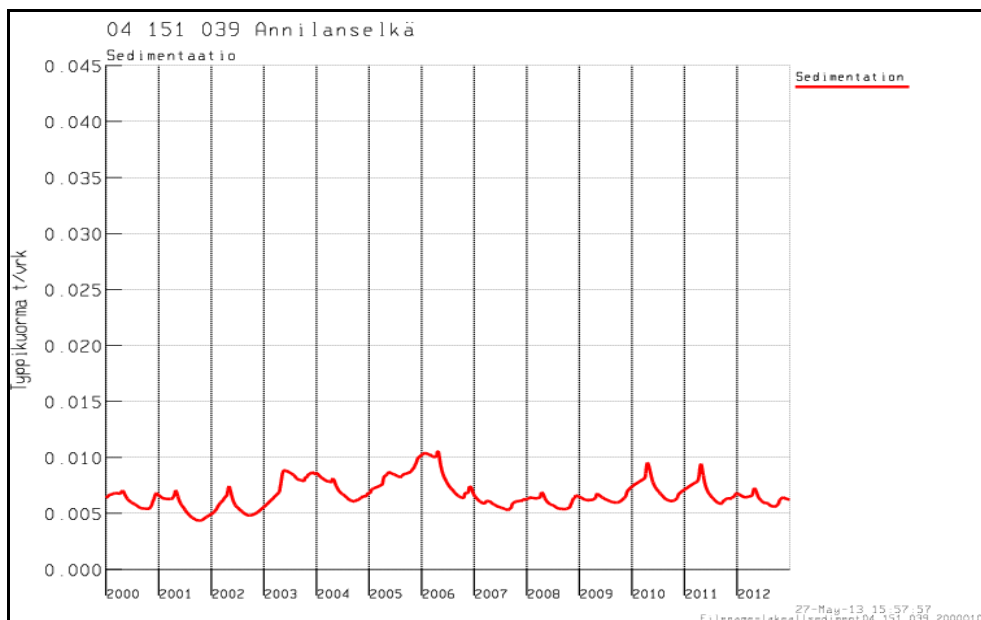
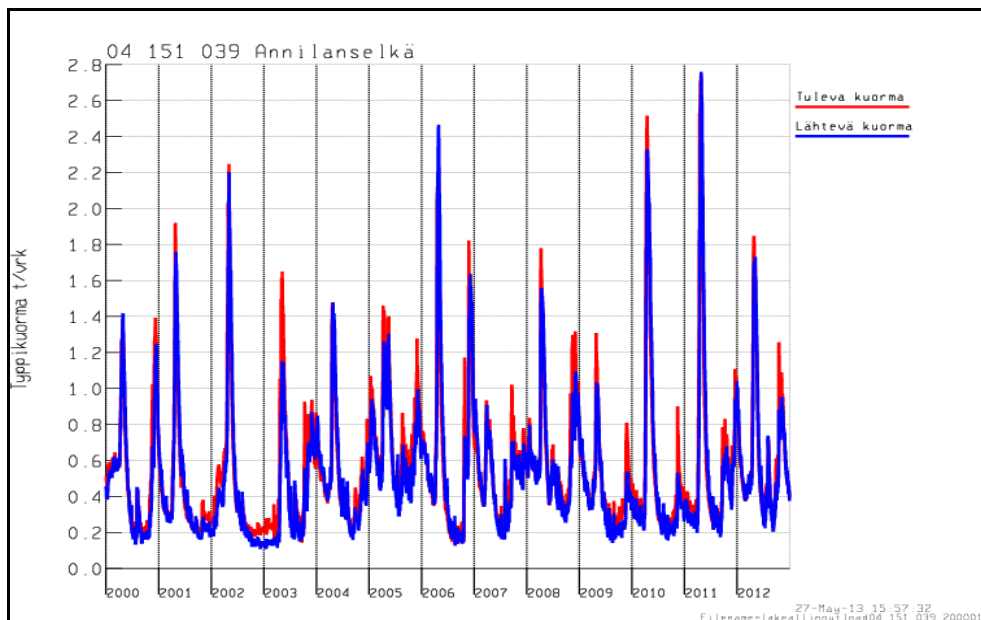
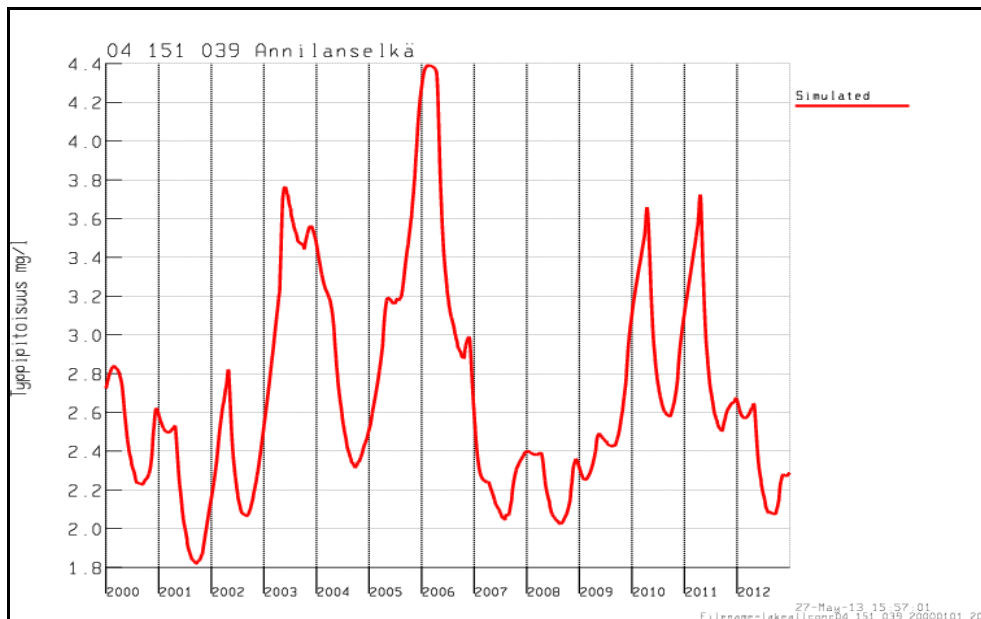
Visulahti-Mustaselkä, tyyppi



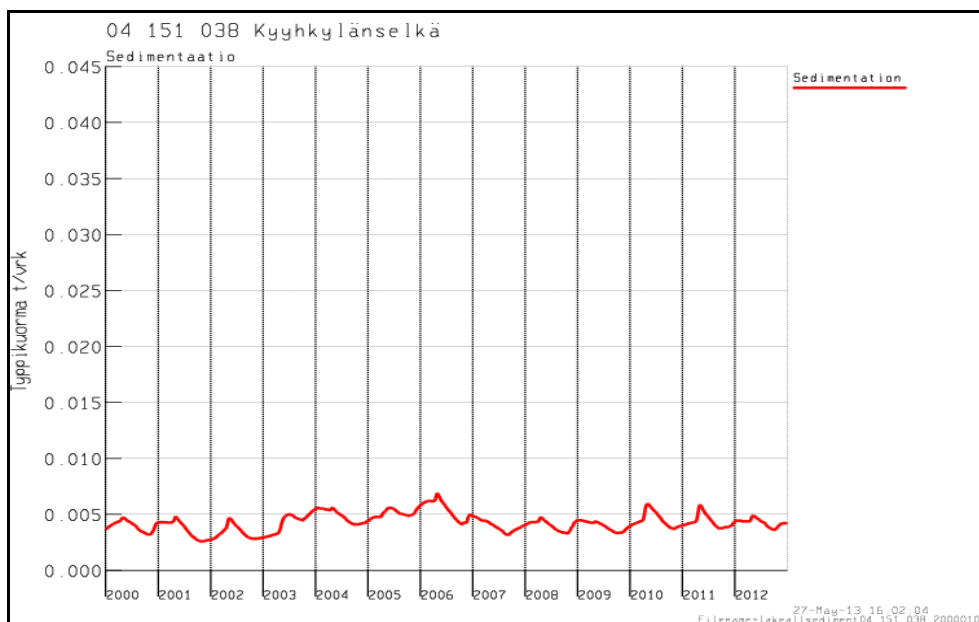
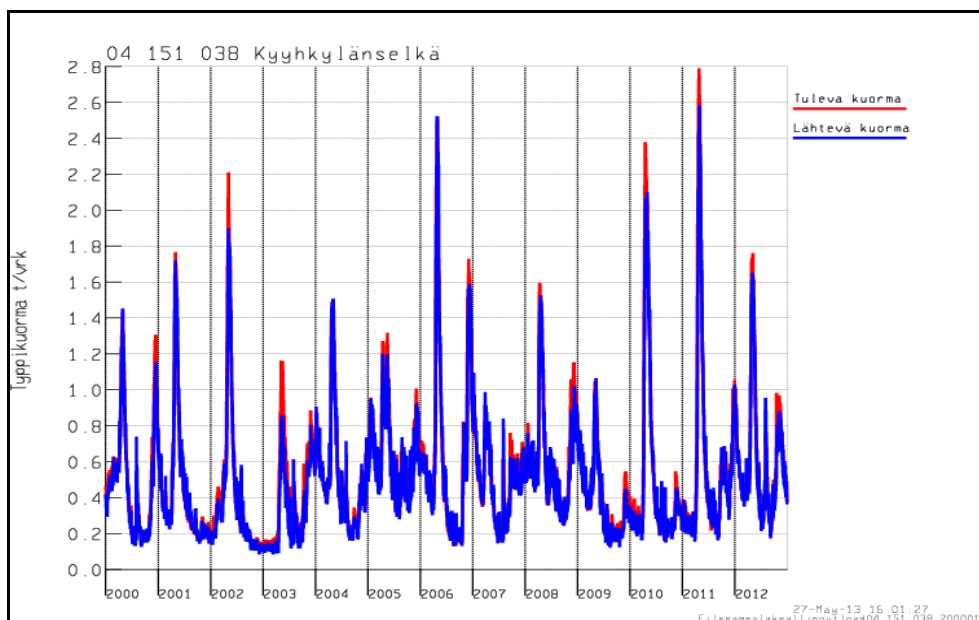
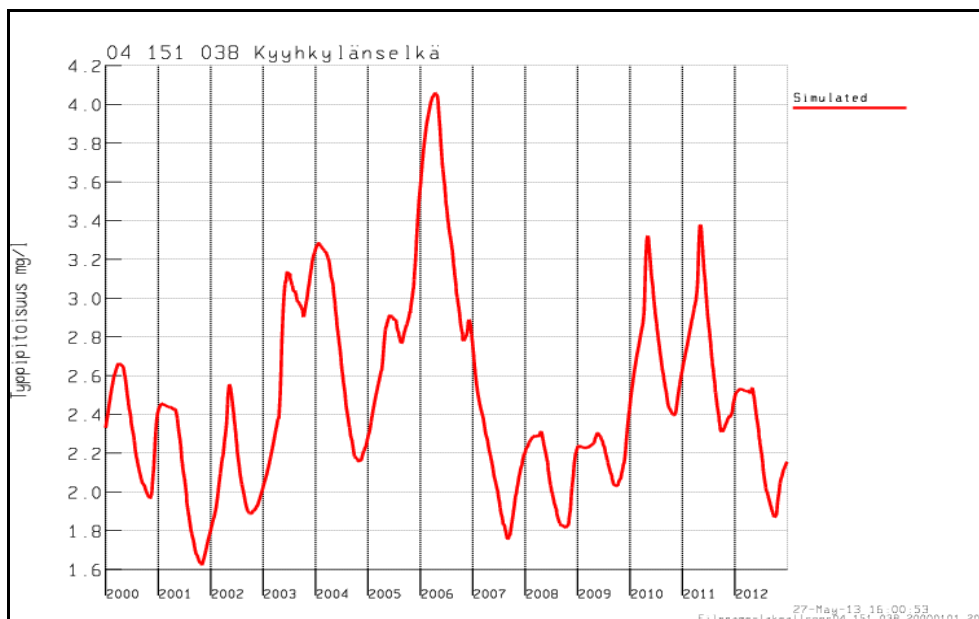
Pappilanselkä-Launialanselkä, typpi



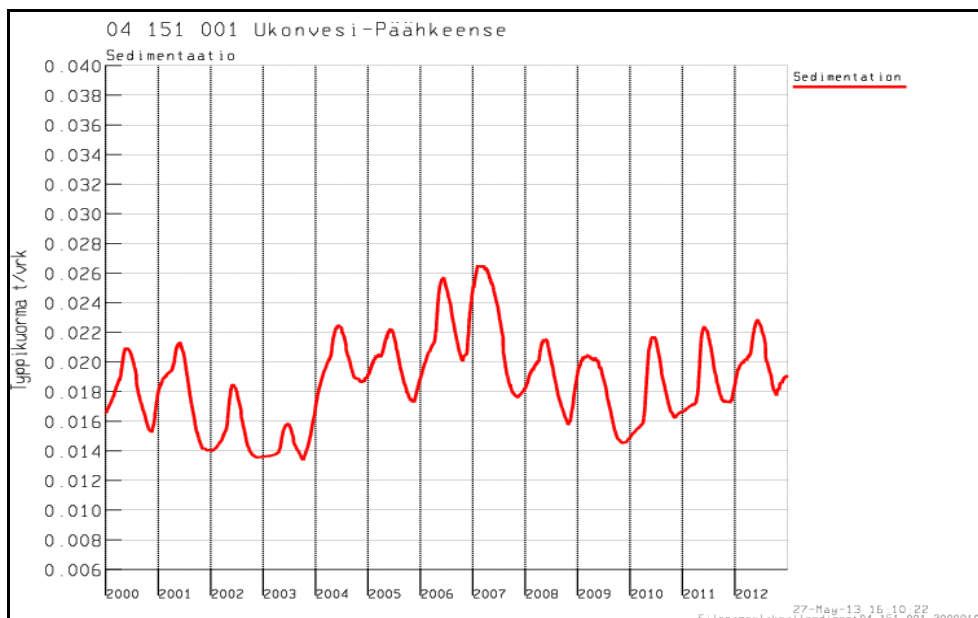
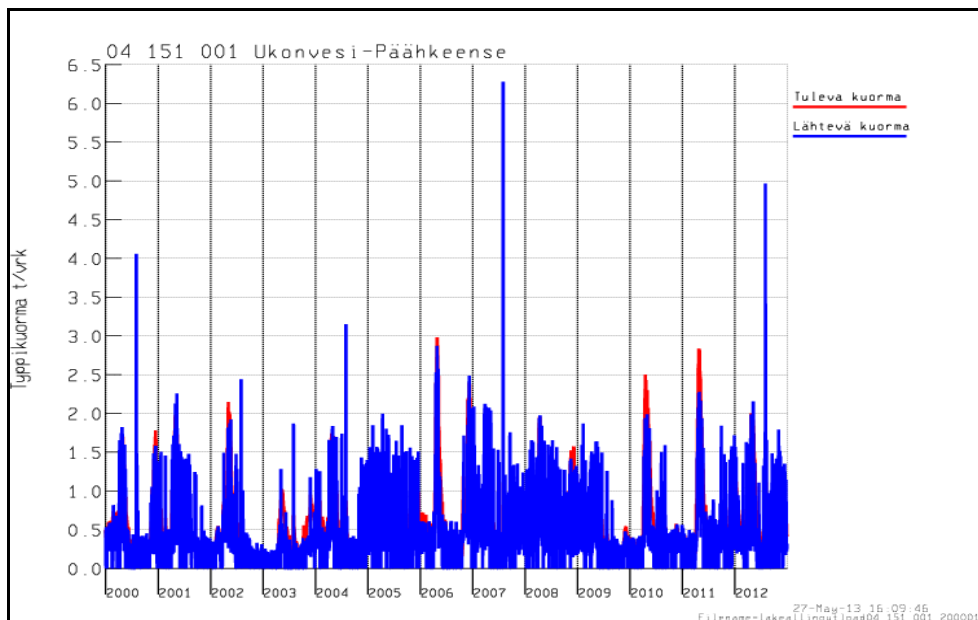
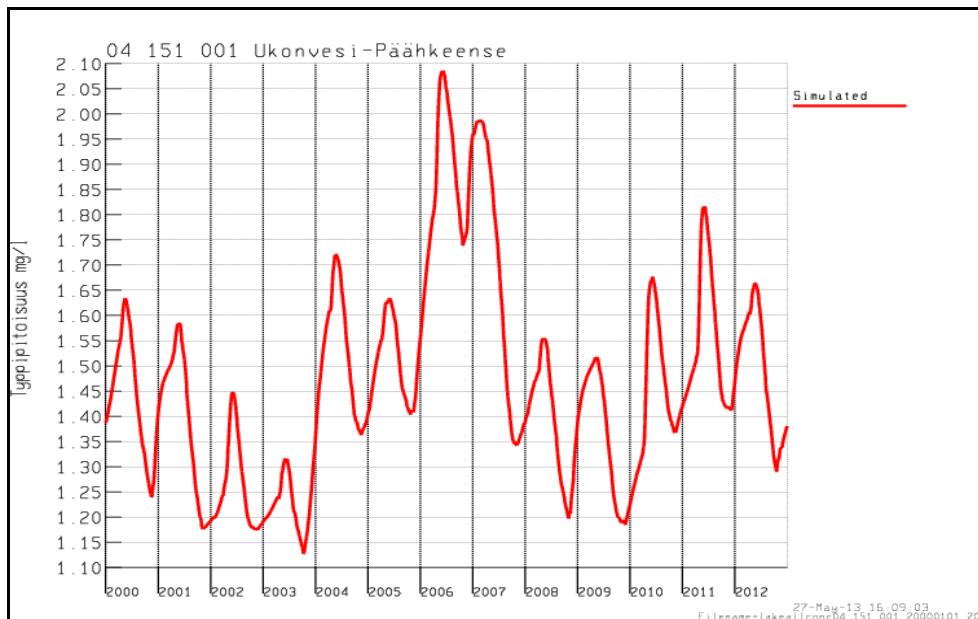
Annilanselkä, tyyppi



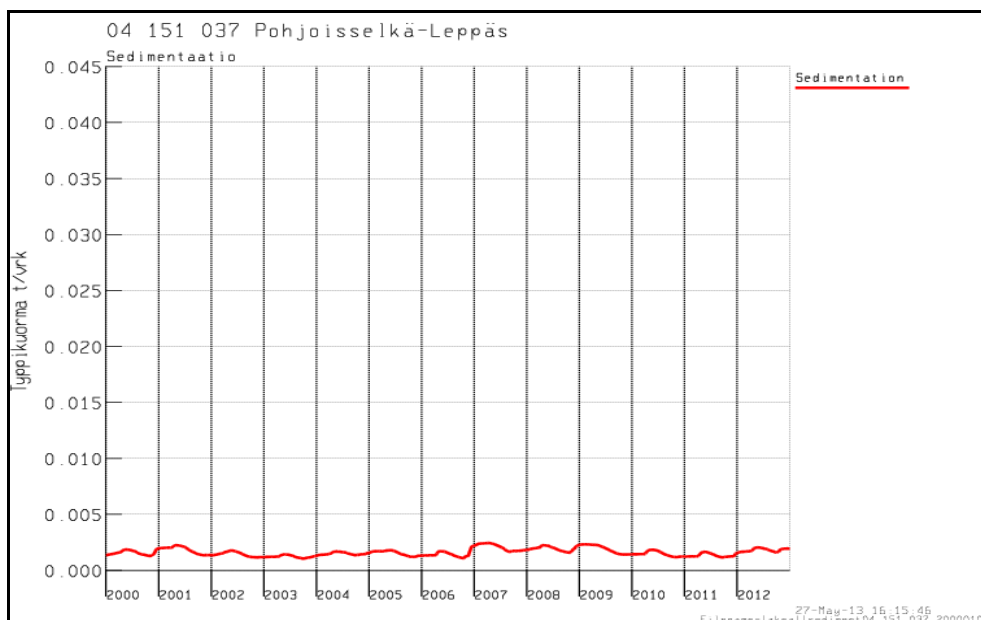
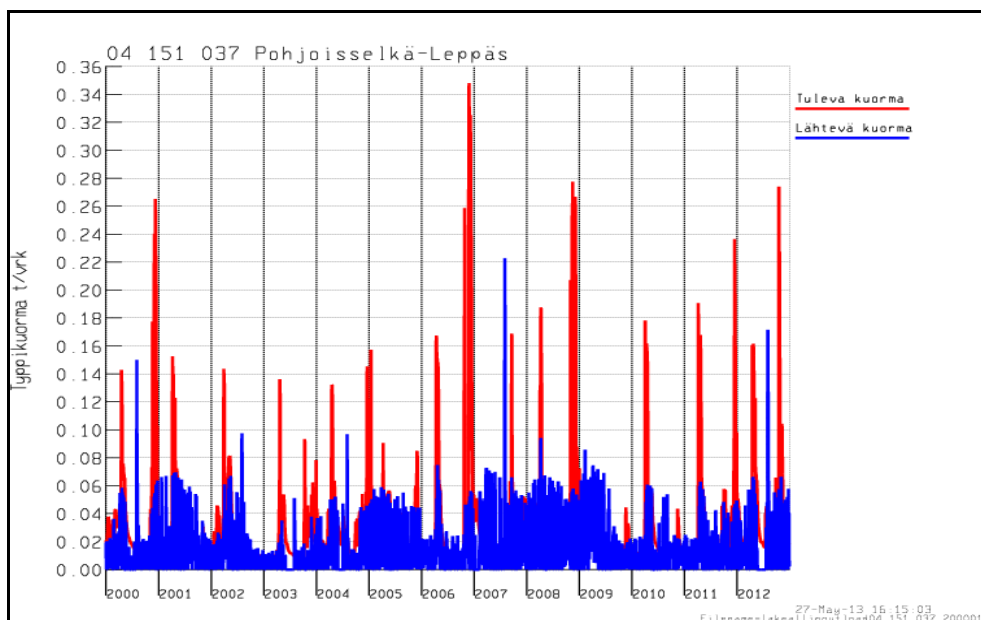
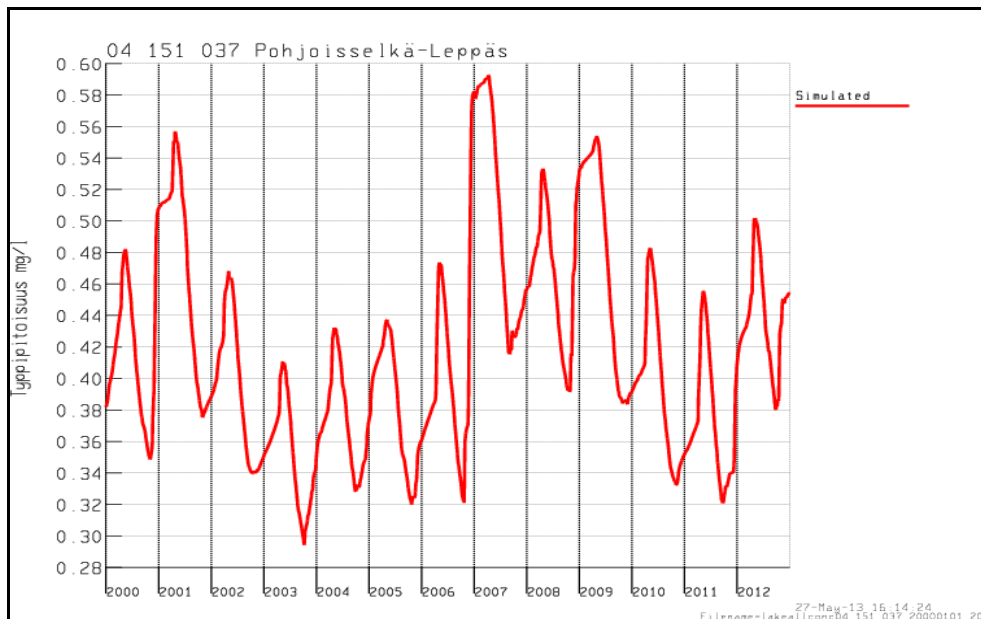
Kyyhkylänselkä, tyyppi



Ukonvesi-Päähkeenselkä, typpi



Pohjoisselkä-Leppäselkä, typpi



Liite 6. Mikkelin alapuolisen Saimaan kuormitus selvitys, Mikkelin kaupungin näytteenottoasemien veden laatu vuonna 2012.

Pvm	Näyte- nro	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Kapalammen laskuoja 110			Koordinaatit: 6837340, 3514280														
19.04.2012	1661-1	1.1	7.5	53	0.44	3.8	18	6.5	60	9.4	4.7	1 800			41	28	410
12.06.2012	2934-1		6.7		0.53	1.3	19	7.1	50	11	2.9	880			51	18	320
04.09.2012	5167-1	13.3	6.9	66	0.61	1.2	17	7.1	60	10	2.0	700			46	23	440
08.11.2012	6345-1	2.1	6.7	49	0.66	3.0	17	6.9	80	13	3.0	1 200			69	48	760
N		3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		1.1	6.7	49	0.44	1.2	17.0	6.5	50	9.4	2.0	700			41	18	320
Maksimi		13.3	7.5	66	0.66	3.8	19.0	7.1	80	13	4.7	1 800			69	48	760
Mediaani		2.1	6.8	53	0.57	2.2	17.5	7.0	60	11	3.0	1 040			49	26	425
Keskiarvo		5.5	7.0	56	0.56	2.3	17.8	6.9	63	11	3.2	1 145			52	29	483
Keskihajonta		6.8	0.38	8.9	0.096	1.28	0.96	0.28	12.6	1.6	1.13	483			12.2	13.2	192
Tuukkalan pelto-oja 221			Koordinaatit: 6836300, 3514240														
19.04.2012	1662-1	2.5	10.5	77	0.31	8.0	17	6.5	80	17	22	3 400			52	27	610
12.06.2012	2935-1		8.5		0.47	4.9	23	6.8	100	15	2.9	560			25	10	1 100
04.09.2012	5168-1	11.3	4.7	43	0.67	9.1	27	6.6	150	17	3.8	880			50	29	2 100
08.11.2012	6346-1	2.0	10.7	78	0.49	5.3	18	6.8	100	19	4.6	1 800			42	20	850
N		3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		2.0	4.7	43	0.31	4.9	17	6.5	80	15	2.9	560			25	10	610
Maksimi		11.3	10.7	78	0.67	9.1	27	6.8	150	19	22	3 400			52	29	2 100
Mediaani		2.5	9.5	77	0.48	6.7	20.5	6.7	100	17	4.2	1 340			46	24	975
Keskiarvo		5.3	8.6	66	0.49	6.8	21.3	6.7	108	17	8.3	1 660			42	21	1 165
Keskihajonta		5.2	2.78	19.9	0.15	2.05	4.65	0.15	29.9	1.6	9.1	1 274			12.3	8.6	655
Näköpellon oja 339			Koordinaatit: 6835072, 3514681														
19.04.2012	1663-1	1.3	10.0	71	0.20	4.7	13	6.1	110	20	3.4	4 100			33	17	640
12.06.2012	2936-1		6.8		0.54	5.9	14	6.6	130	21	4.1	860			45	17	1 700
04.09.2012	5175-1	11.6	3.7	34	1.0	29	24	6.6	300	21	9.3	1 700			120	81	5 200
08.11.2012	6347-1	2.5	7.7	56	0.47	17	19	6.5	140	22	13	3 200			71	31	1 700
N		3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		1.3	3.7	34	0.20	4.7	13	6.1	110	20	3.4	860			33	17	640
Maksimi		11.6	10.0	71	1.0	29	24	6.6	300	22	13	4 100			120	81	5 200
Mediaani		2.5	7.3	56	0.51	11	17	6.6	135	21	6.7	2 450			58	24	1 700
Keskiarvo		5.1	7.1	54	0.55	14	18	6.5	170	21	7.5	2 465			67	37	2 310
Keskihajonta		5.6	2.61	18.6	0.332	11.3	5.07	0.24	87.6	0.80	4.54	1 458			38.6	30.4	1 990

Pvm	Näyte- nro	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Pellosniemen oja 340			Koordinaatit: 6835134, 3514683														
19.04.2012	1664-1	0.8	7.0	49	0.16	4.7	16	5.9	60	8.4	3.5	4 300			36	16	900
12.06.2012	2937-1		5.3		0.52	4.0	14	6.6	180	30	3.6	1 200			63	8.2	2 500
04.09.2012	5176-1	13.4	1.6	15	0.94	10	16	6.7	400	37	7.2	2 700			380	230	7 600
08.11.2012	6349-1	1.1	4.3	30	0.37	8.3	14	6.2	200	29	4.0	2 600			67	33	3 300
N		3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		0.8	1.6	15	0.16	4.0	14	5.9	60	8.4	3.5	1 200			36	8	900
Maksimi		13.4	7.0	49	0.94	10	16	6.7	400	37	7.2	4 300			380	230	7 600
Mediaani		1.1	4.8	30	0.45	6.5	15	6.4	190	30	3.8	2 650			65	25	2900
Keskiarvo		5.1	4.6	31	0.50	6.8	15	6.4	210	26	4.6	2 700			137	72	3575
Keskihajonta		7.2	2.26	17.0	0.33	2.87	1.16	0.37	141	12.3	1.76	1268			163	106	2863
Porraslampi 077			Koordinaatit: 6835680, 3515300														
26.04.2012	1761-1	2.6	7.3	53	0.38	2.9	16	6.6	100	12	5.3	1 700			35	11	530
12.06.2012	2938-1	16.7	9.2	95	0.37	4.1	13	7.2	60	13	6.3	1 100			44	3	420
04.09.2012	5165-1	15.2	6.2	61	0.51	2.7	13	6.9	80	14	5.3	1 100			43	5	480
08.11.2012	6342-1	2.2	9.5	69	0.56	3.2	14	7.1	100	16	2.0	1 200			38	14	1 000
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		2.2	6.2	53	0.37	2.7	13	6.6	60	12	2	1 100			35	3	420
Maksimi		16.7	9.5	95	0.56	4.1	16	7.2	100	16	6.3	1 700			44	14	1 000
Mediaani		8.9	8.3	65	0.45	3.1	14	7.0	90	14	5.3	1 150			41	8	505
Keskiarvo		9.2	8.1	70	0.46	3.2	14	7.0	85	14	4.7	1 275			40	8	608
Keskihajonta		7.8	1.57	18.2	0.095	0.62	1.41	0.26	19.1	1.7	1.88	287			4.2	5.1	266
Launialan silta 125			Koordinaatit: 6842740, 3517800														
26.04.2012	1762-1	1.8	10.5	75	0.23	6.7	9.9	6.5	200	26	5.8	2 000			45	15	700
12.06.2012	2884-1	17.3	8.7	90	0.26	2.0	9.8	7.0	100	18	3.5	1 600			28	5	360
04.09.2012	5166-1	15.6	6.8	68	0.35	1.7	12.0	6.9	80	15	2.3	1 500			32	4	380
08.11.2012	6344-1	2.1	10.0	73	0.29	3.2	8.9	6.8	200	33	1.8	1 300			36	15	990
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		1.8	6.8	68	0.23	1.7	8.9	6.5	80	15	1.8	1 300			28	4	360
Maksimi		17.3	10.5	90	0.35	6.7	12	7.0	200	33	5.8	2 000			45	15	990
Mediaani		8.9	9.4	74	0.28	2.6	9.9	6.9	150	22	2.9	1 550			34	10	540
Keskiarvo		9.2	9.0	77	0.28	3.4	10.2	6.8	145	23	3.4	1 600			35.3	9.8	608
Keskihajonta		8.4	1.65	9.5	0.051	2.29	1.31	0.22	64.0	8.1	1.8	294			7.3	6.0	299

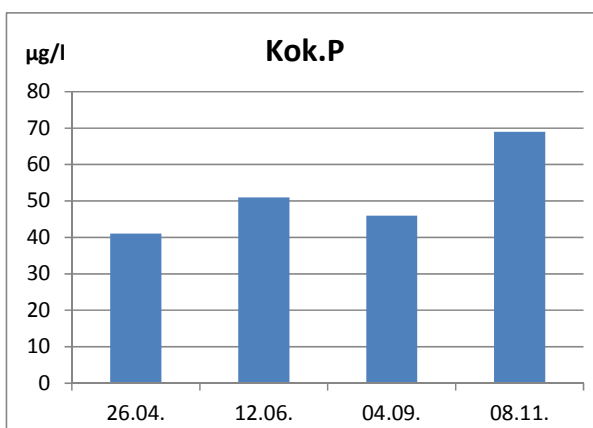
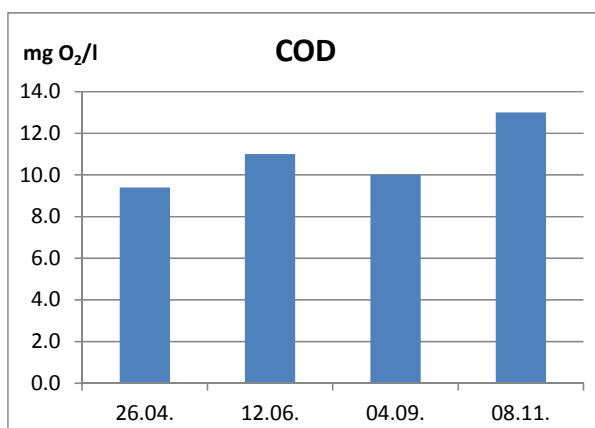
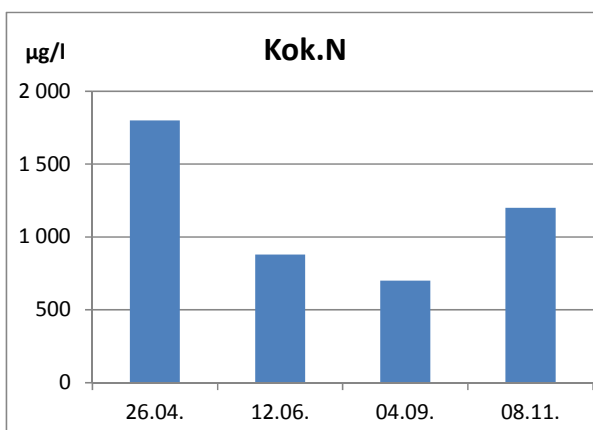
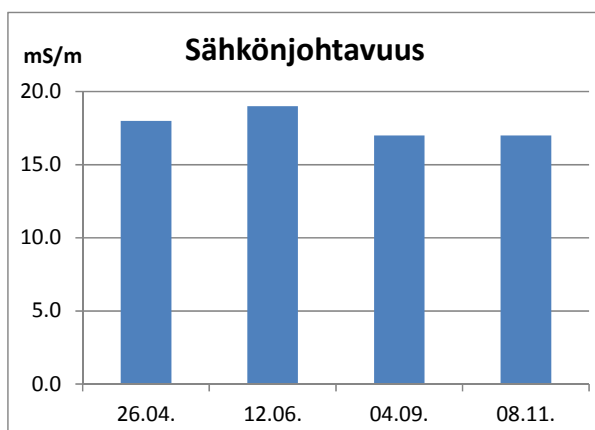
Pvm	Näyte- nro	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyl.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Heilajoki 021			Koordinaatit: 6841880, 3509660														
27.03.2012	1362-1	0.1	10.4	71	0.20	0.60	6.8	6.5	75	15	0.6	660	150	20	8	< 2	290
12.06.2012	2920-1	16.9	8.1	83	0.19	0.80	5.7	6.8	70	14	2.0	580			14	< 2	250
04.09.2012	5183-1	15.0	8.2	81	0.20	1.1	6.1	6.9	70	11	1.8	540			10	2	220
08.11.2012	6335-1	2.2	10.9	79	0.19	1.1	5.8	6.8	80	14	1.5	610			12	2	330
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4
Minimi		0.1	8.1	71	0.19	0.6	5.7	6.5	70	11	0.6	540	150	20	8	< 2	220
Maksimi		16.9	10.9	83	0.20	1.1	6.8	6.9	80	15	2.0	660	150	20	14	2	330
Mediaani		8.6	9.3	80	0.20	0.95	6.0	6.8	73	14	1.7	595	150	20	11	2	270
Keskiarvo		8.6	9.4	79	0.20	0.90	6.1	6.8	74	14	1.5	598	150	20	11	2	273
Keskihajonta		8.6	1.46	5.3	0.006	0.25	0.50	0.17	4.8	1.7	0.62	50.6			2.6	0.25	48.0
Naistinkiin laskeva oja 022			Koordinaatit: 6841556, 3510335														
27.03.2012	1363-1				0.45	120	11	7.1		8.0		1 100			110		8 800
12.06.2012	2922-1	9.8	10.0	89	0.88	2.4	14	7.2	35	5.4	1.7	1 800			220	220	420
04.09.2012	5188-1	12.4	9.3	87	0.96	9.5	19	7.4	30	5.7	8.7	910			17	5	890
08.11.2012	6337-1	4.5	11.3	88	0.54	2.1	15	7.0	50	7.8	0.77	1 100			13	8	500
N		3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4			4	3	4
Minimi		4.5	9.3	87	0.45	2.1	11	7.0	30	5.4	0.77	910			13	5	420
Maksimi		12.4	11.3	89	0.96	120	19	7.4	50	8.0	8.7	1 800			220	220	8 800
Mediaani		9.8	10.0	88	0.71	6.0	15	7.2	35	6.8	1.7	1 100			64	8	695
Keskiarvo		8.9	10.2	88	0.71	34	15	7.2	38	6.7	3.7	1 228			90	78	2653
Keskihajonta		4.0	1.02	1.0	0.25	57.8	3.30	0.17	10.4	1.40	4.33	392			97.6	123	4103
Naistinki luusua 272			Koordinaatit: 6841660, 3510800														
27.03.2012	1361-1	0.1	9.8	67	0.24	3.5	8.1	6.5	75	14	2.2	660	170	24	16	4	510
12.06.2012	2919-1	16.7	5.9	61	0.24	1.3	6.7	6.5	70	14	1.6	550			16	3	510
04.09.2012	5184-1	15.8	7.4	74	0.21	1.1	6.2	6.6	70	12	1.3	530			12	4	310
08.11.2012	6336-1	2.0	10.5	76	0.21	1.2	6.5	6.8	80	14	0.72	640			11	2	360
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4
Minimi		0.1	5.9	61	0.21	1.1	6.2	6.5	70	12	0.72	530	170	24	11	2	310
Maksimi		16.7	10.5	76	0.24	3.5	8.1	6.8	80	14	2.2	660	170	24	16	4	510
Mediaani		8.9	8.6	71	0.23	1.3	6.6	6.6	73	14	1.5	595	170	24	14	4	435
Keskiarvo		8.7	8.4	70	0.23	1.8	6.9	6.6	74	14	1.5	595	170	24	14	3	424
Keskihajonta		8.8	2.13	6.9	0.017	1.15	0.84	0.14	4.8	1.0	0.62	64.5			2.6	0.89	102

Pvm	Näyte- nro	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Naistinginjokeen laskeva oja 319			Koordinaatit: 6841730, 3511460														
19.04.2012	1665-1	1.3	9.4	67	0.33	5.5	10	6.2	130	21	3.1	3 300			57	32	2 400
12.06.2012	2918-1	13.1	9.0	86	0.58	48	17	6.6	250	33	110	3 900			440	41	9 900
04.09.2012	5185-1	11.5	6.7	62	0.75	26	18	6.8	340	20	11	4 800			88	45	12 000
08.11.2012	6338-1	3.0	7.8	58	0.43	12	12	6.3	200	23	29	3 400			73	53	6 600
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		1.3	6.7	58	0.33	5.5	10	6.2	130	20	3.1	3 300			57	32	2 400
Maksimi		13.1	9.4	86	0.75	48	18	6.8	340	33	110	4 800			440	53	12 000
Mediaani		7.3	8.4	65	0.51	19	15	6.5	225	22	20	3 650			81	43	8250
Keskiarvo		7.2	8.2	68	0.52	23	14	6.5	230	24	38	3 850			165	43	7725
Keskihajonta		5.9	1.22	12.4	0.183	18.8	3.86	0.28	88.3	6.0	49.0	686			184	8.7	4188
Pankajoki 228			Koordinaatit: 6843320, 3513650														
26.04.2012	1763-1	2.2	10.0	73	0.20	3.1	8.0	6.4	150	21	2.6	1 200			24	6	580
12.06.2012	2885-1	16.2	6.6	67	0.25	2.2	7.5	6.7	100	15	3.3	640			23	6	820
04.09.2012	5182-1	14.7	6.1	60	0.29	2.6	8.0	6.7	80	13	1.4	640			18	6	1 000
08.11.2012	6333-1	2.8	10.4	77	0.24	2.5	7.5	6.7	100	18	1.8	860			17	5	920
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		2.2	6.1	60	0.20	2.2	7.5	6.4	80	13	1.4	640			17	5	580
Maksimi		16.2	10.4	77	0.29	3.1	8.0	6.7	150	21	3.3	1 200			24	6	1 000
Mediaani		8.8	8.3	70	0.25	2.6	7.8	6.7	100	16.5	2.2	750			21	6	870
Keskiarvo		9.0	8.3	69	0.25	2.6	7.8	6.6	108	16.8	2.3	835			21	6	830
Keskihajonta		7.5	2.24	7.4	0.037	0.37	0.29	0.15	29.9	3.5	0.85	265			3.5	0.64	182
Laihalammen luusua 264			Koordinaatit: 6842820, 3512819														
03.04.2012	1445-1	0.0	< 0,1	< 1	1.7	30	21.0	6.6	210	13	4.3	1 700			93	73	6 800
12.06.2012	2933-1	15.0	5.4	53	0.66	1.0	11.0	7.1	35	7.7	0.98	650			26	5	450
04.09.2012	5186-1	14.4	9.1	89	0.79	2.2	13.0	7.5	40	8.2	1.9	650			29	11	650
08.11.2012	6334-1	2.0	12.2	88	0.91	7.6	14.0	6.9	120	12	14	1 100			83	18	3 200
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		0.0	< 0,1	< 1	0.66	1	11.0	6.6	35	7.7	0.98	650			26	5	450
Maksimi		15.0	12.2	89	1.7	30	21.0	7.5	210	13	14	1 700			93	73	6 800
Mediaani		8.2	7.3	71	0.85	4.9	13.5	7.0	80	10	3.1	875			56	15	1925
Keskiarvo		7.9	6.7	58	1.0	10	14.8	7.0	101	10	5.3	1 025			58	27	2775
Keskihajonta		8.0	5.24	41.8	0.468	13.5	4.35	0.38	82.3	2.70	5.97	497			35.2	31.3	2961

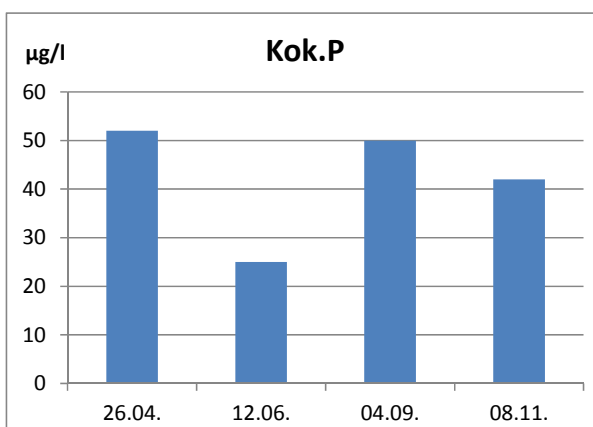
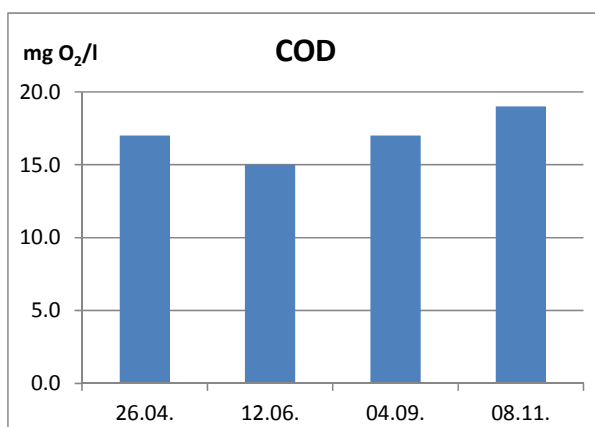
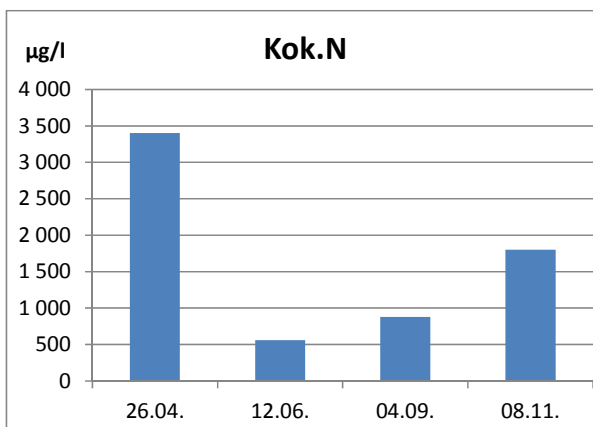
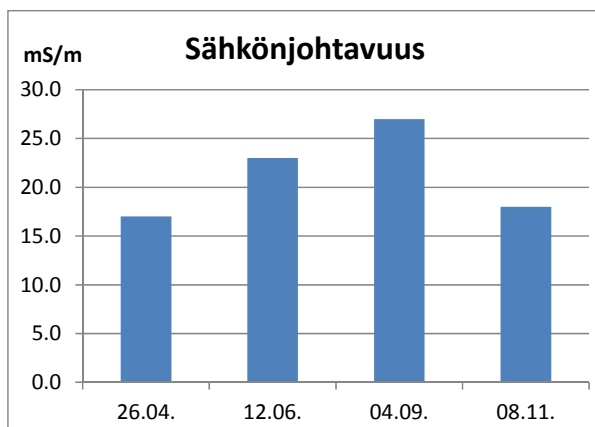
Pvm	Näyte- nro	Lämpöt. °C	Happi mg/l	Happi kyll.%	Alkal. mmol/l	Sameus FNU	Sähkönj. mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD Mn mg/l	Kiintoa. mg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Rauta µg/l
Säkälampeen laskeva oja 341			Koordinaatit: 6844349, 3520067														
19.04.2012	1666-1	0.3	11.2	77	0.15	3.6	10	6.1	200	40	6.4	3 200			52	22	590
12.06.2012	2883-1	12.1	8.1	75	0.46	3.3	12	7.0	270	34	2.2	1 400			50	26	1 000
04.09.2012	5177-1	10.3	8.5	76	0.65	6.0	16	7.2	240	28	2.7	1 400			68	40	1 400
08.11.2012	6351-1	1.7	11.2	80	0.23	6.1	9.3	6.6	300	47	7.7	2 200			56	20	970
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4
Minimi		0.3	8.1	75	0.15	3.3	9.3	6.1	200	28	2.2	1 400			50	20	590
Maksimi		12.1	11.2	80	0.65	6.1	16	7.2	300	47	7.7	3 200			68	40	1 400
Mediaani		6.0	9.9	77	0.35	4.8	11	6.8	255	37	4.6	1 800			54	24	985
Keskiarvo		6.1	9.8	77	0.37	4.8	11.8	6.7	253	37	4.8	2 050			57	27	990
Keskihajonta		6.0	1.68	2.2	0.227	1.51	3.01	0.49	42.7	8.1	2.72	854			8.1	9.0	331

Liite 6.1. Mikkelin kaupungin havaintoasemien veden laatu vuonna 2012.

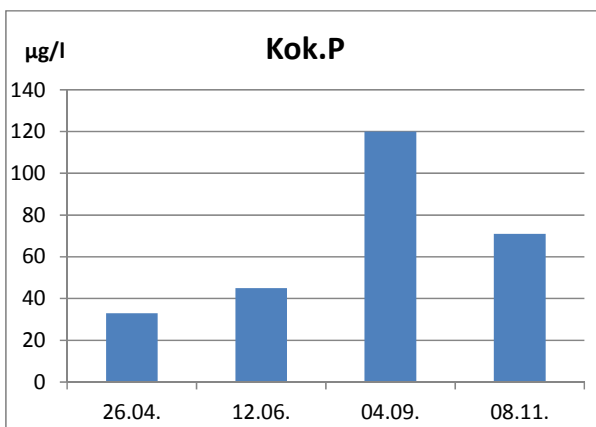
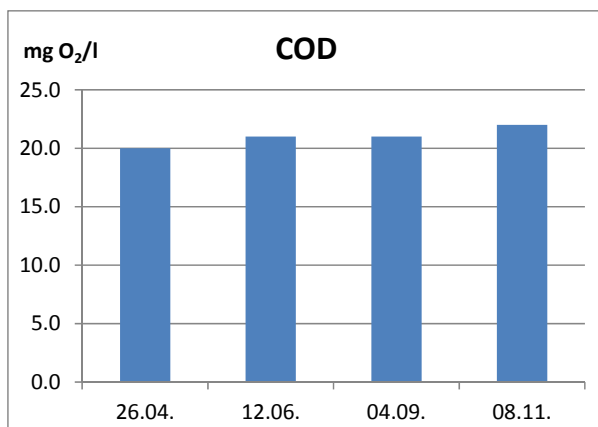
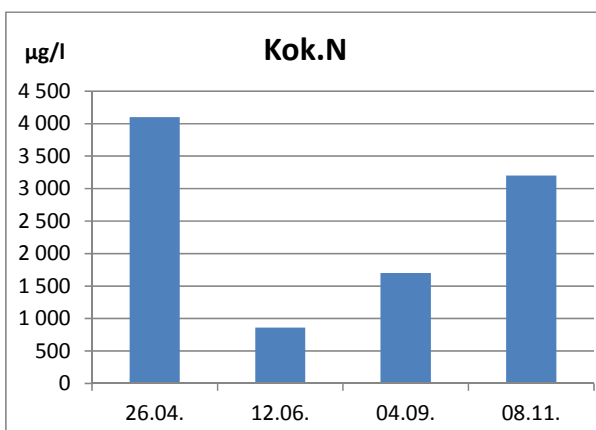
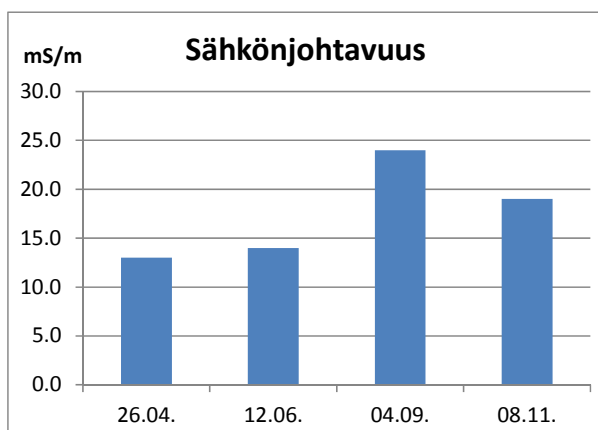
Kapalammen laskuoja 110, koordinaatit (Ykj) 6837340-3514280



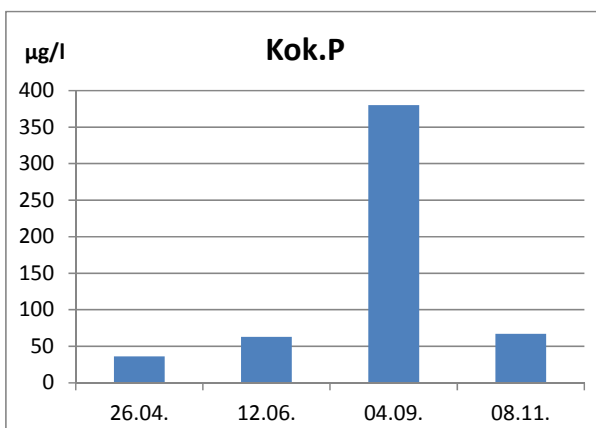
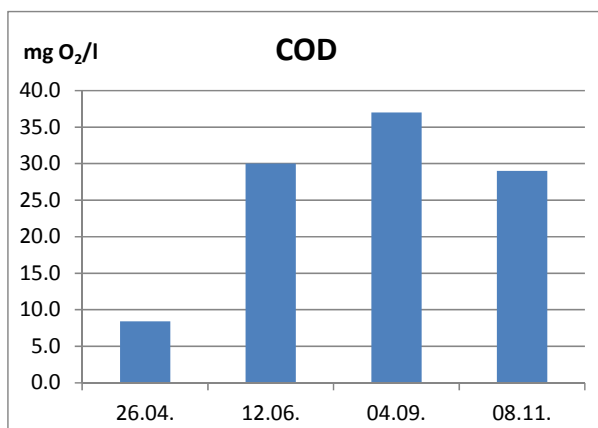
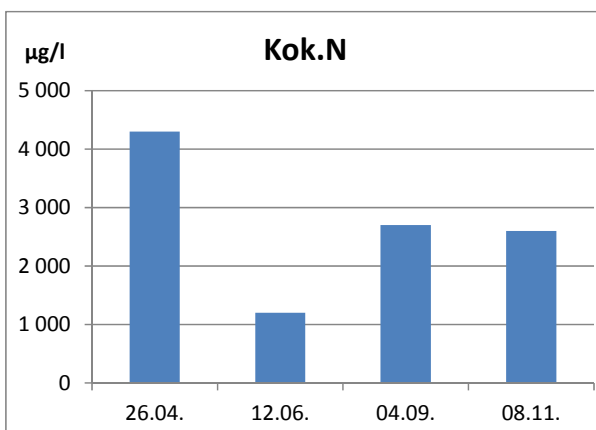
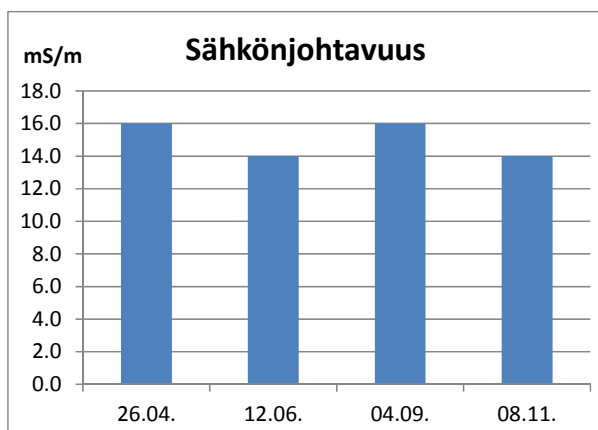
Tuukkalan pelto-oja 221, koordinaatit (Ykj) 6836300-3514240



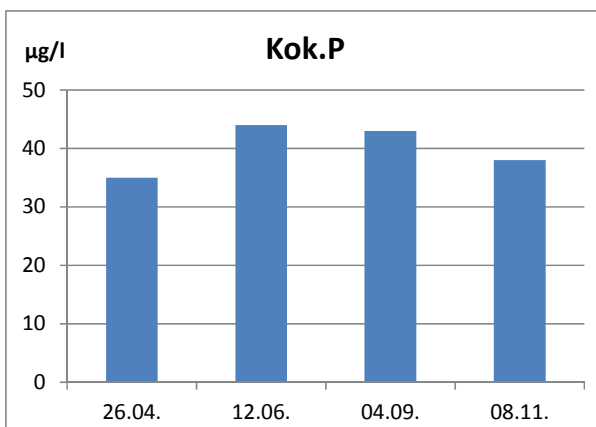
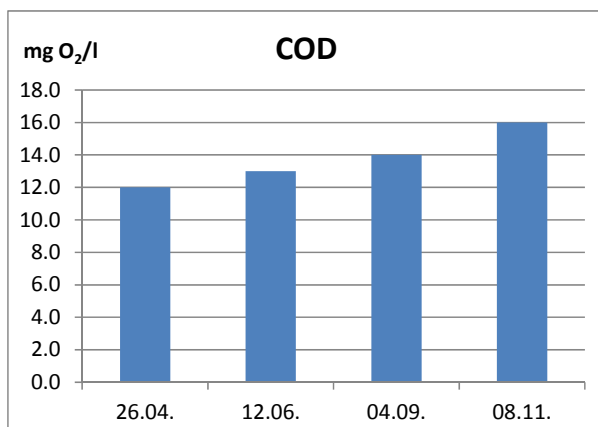
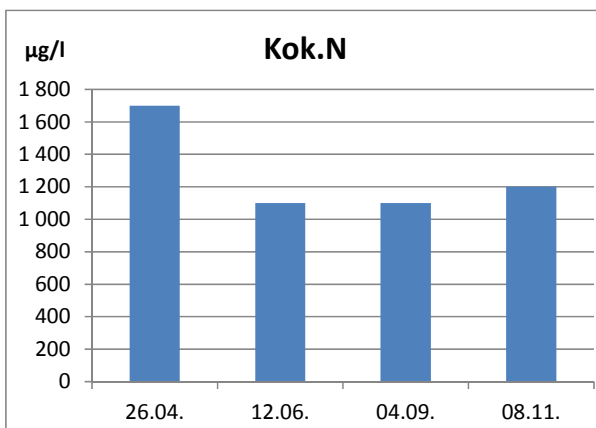
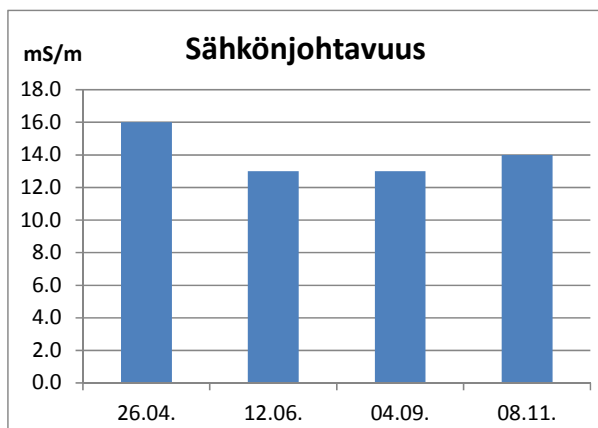
Näköpellon oja 339, koordinaatit (Ykj) 6835072-3514681



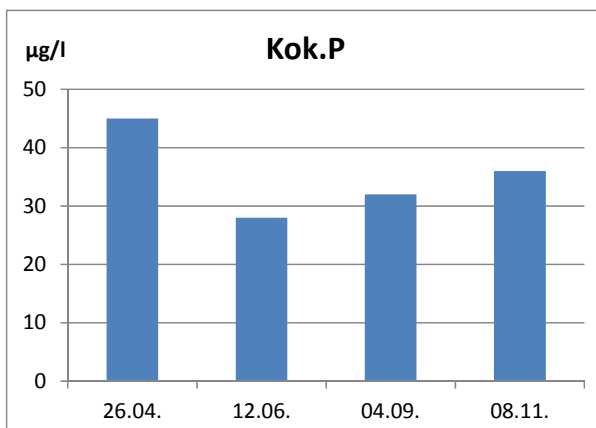
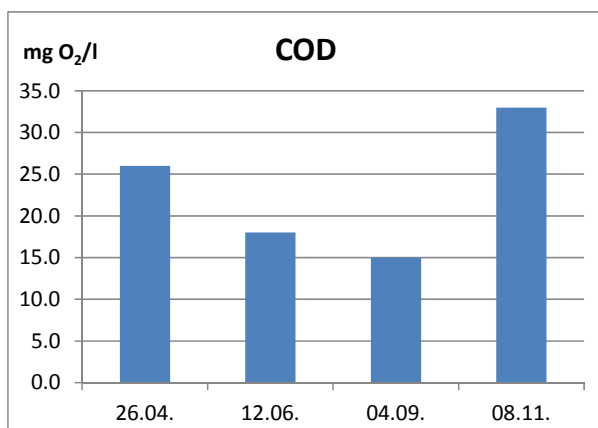
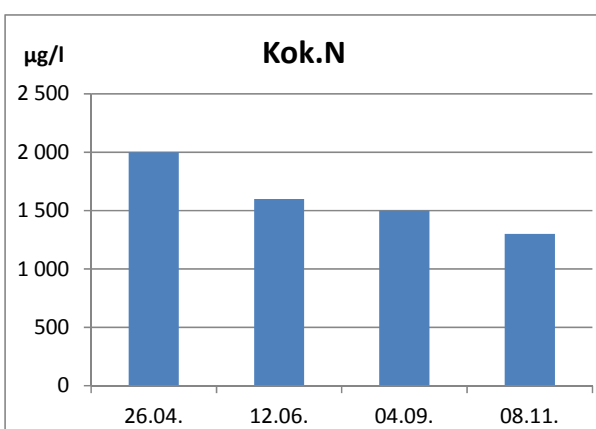
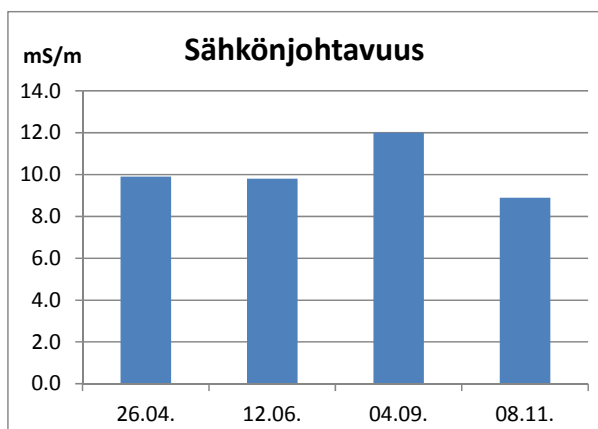
Pellosniemen oja 340, koordinaatit (Ykj) 6835134-3514683



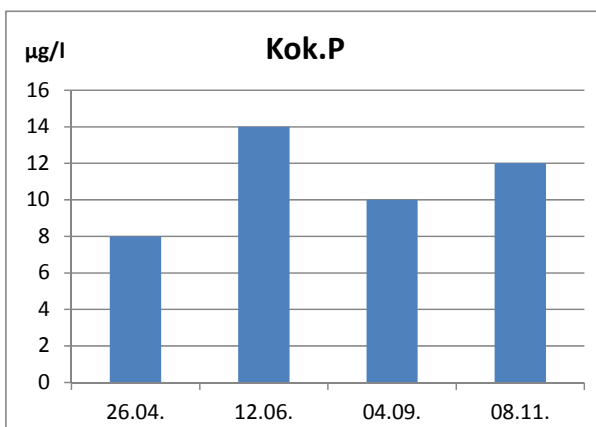
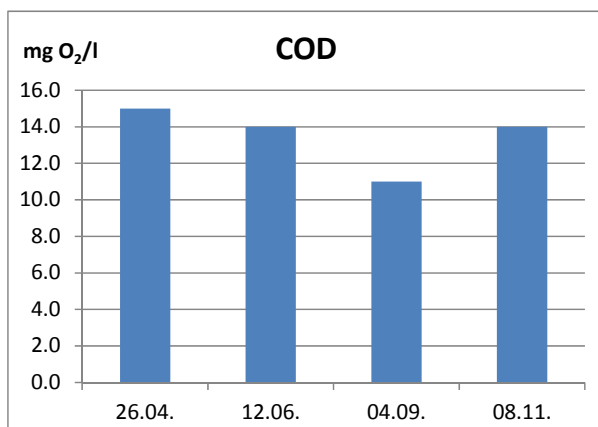
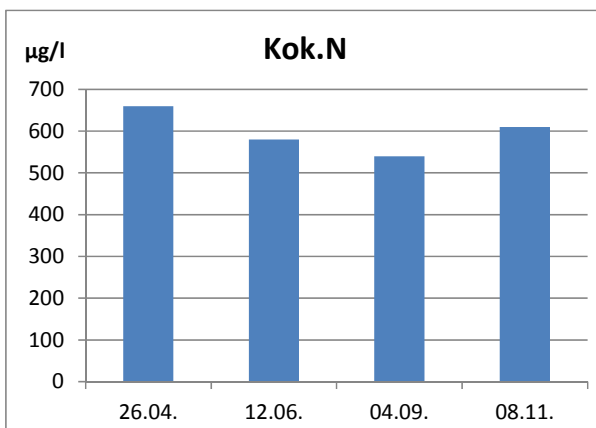
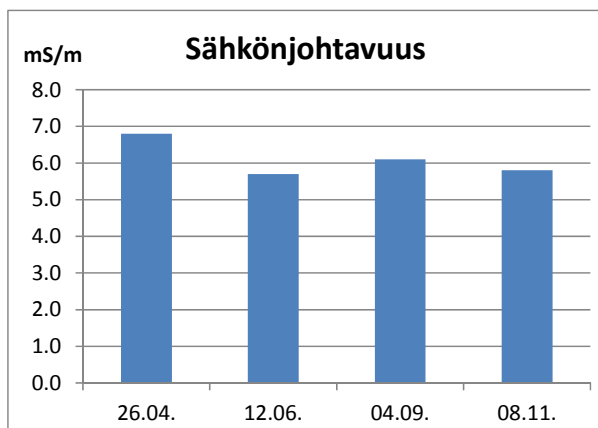
Porraslampi 077, koordinaatit 6835680-3515300



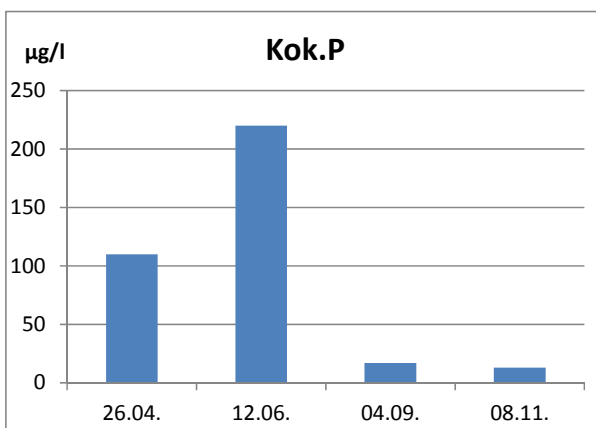
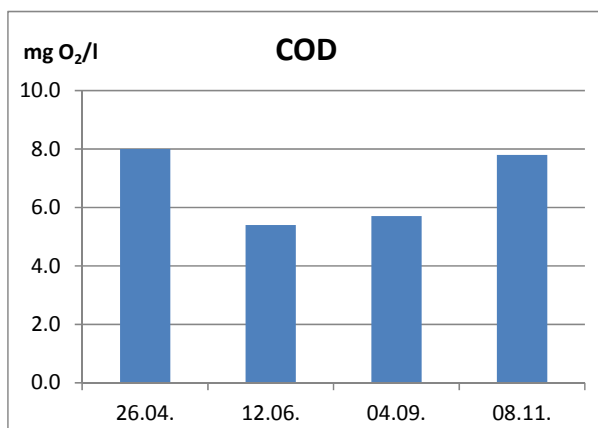
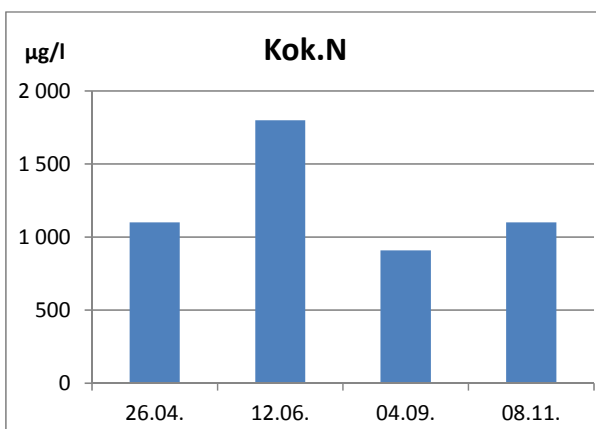
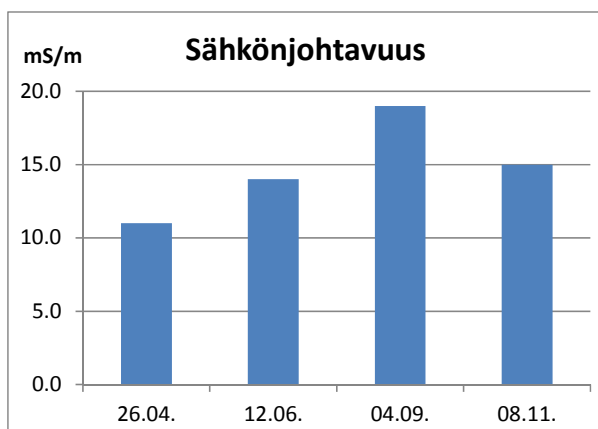
Launialan silta 125, koordinaatit (Ykj) 6842740-3517800



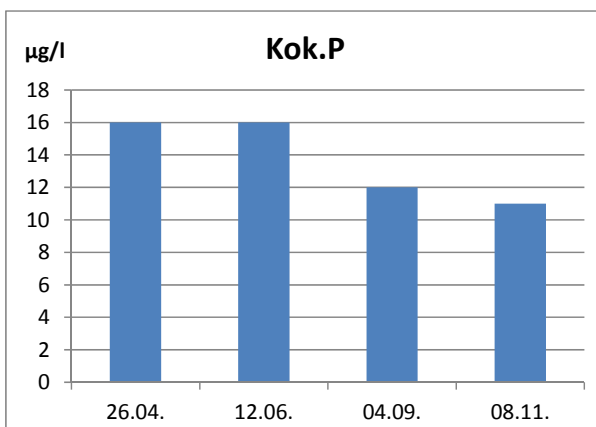
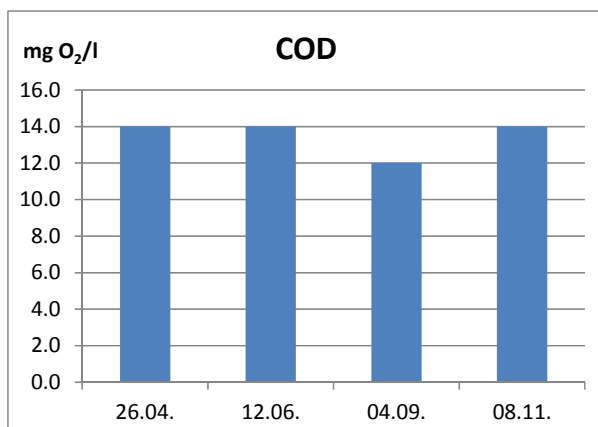
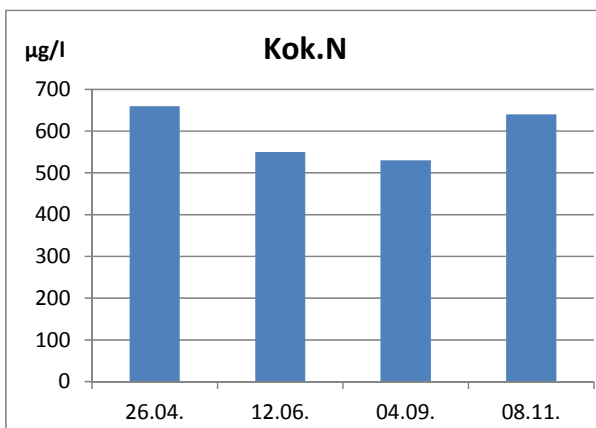
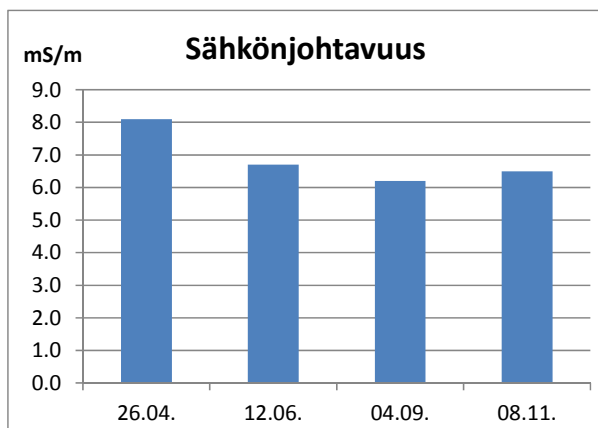
Heilajoki 021, koordinaatit (Ykj) 6841880-3509660



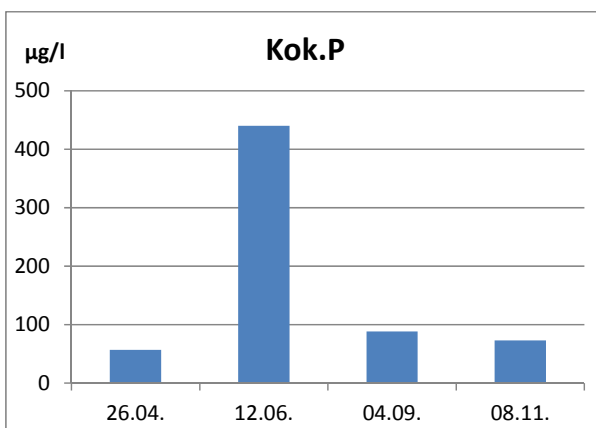
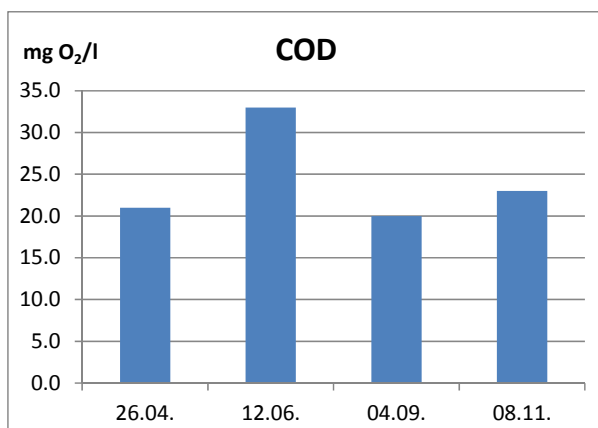
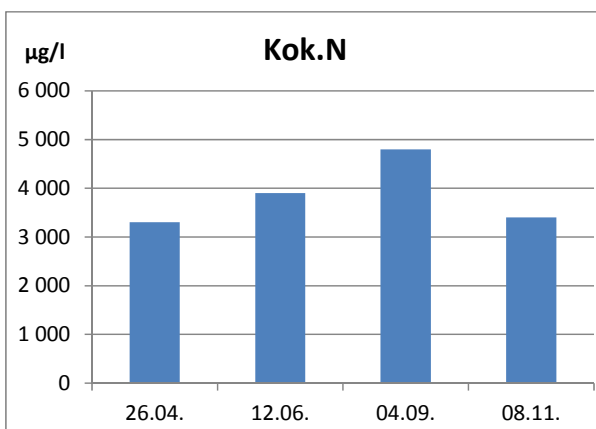
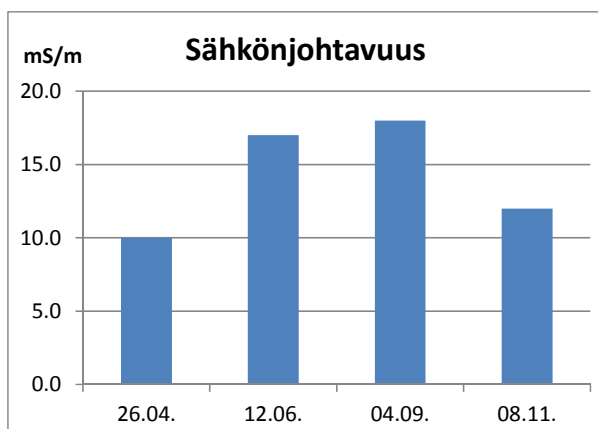
Naistinkiin laskeva oja 022, koordinaatit (Ykj) 6841556-3510335



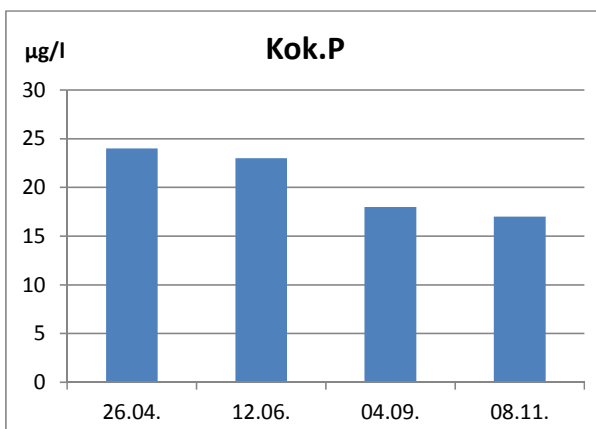
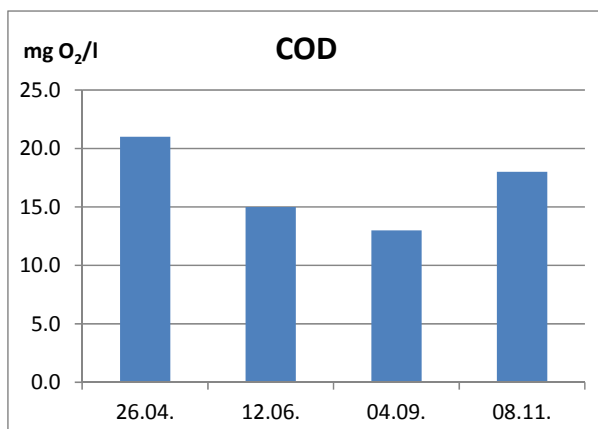
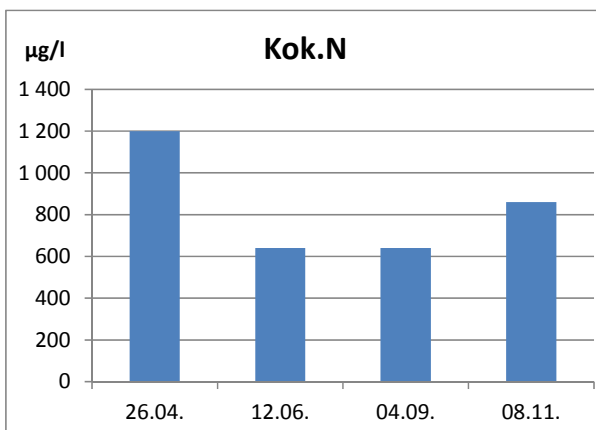
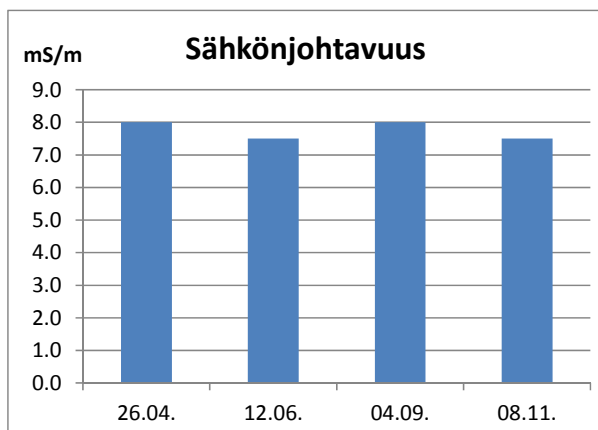
Naistinki luusua 272, koordinaatit (Ykj) 6841660-3510800



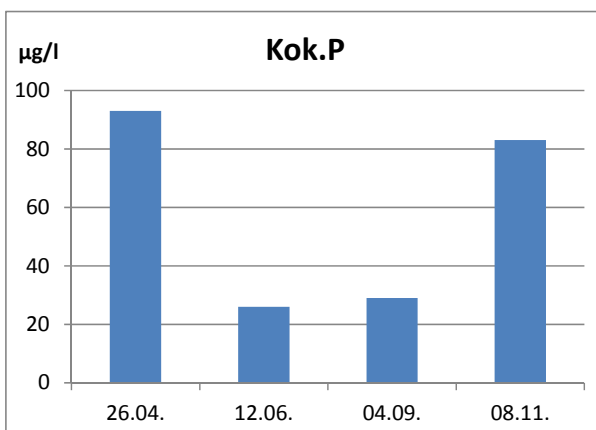
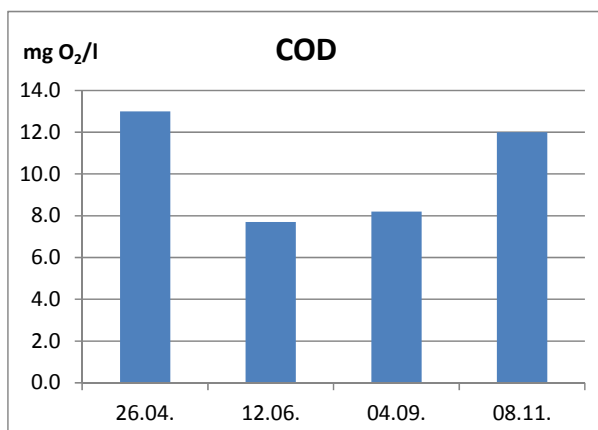
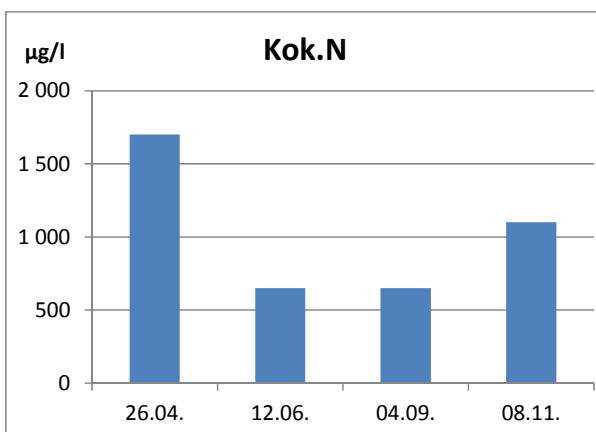
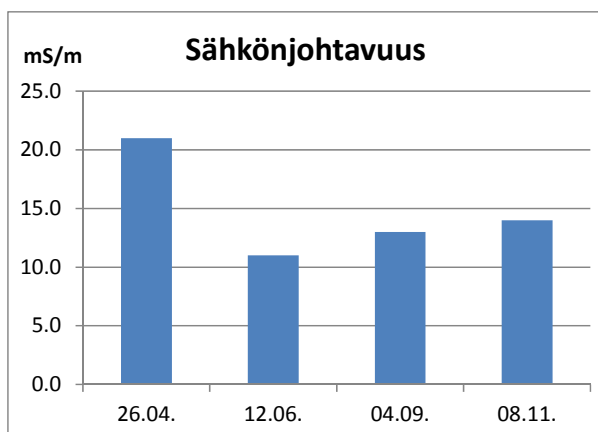
Naistinginjokeen laskeva oja 319, koordinaatit (Ykj) 6841730-3511460



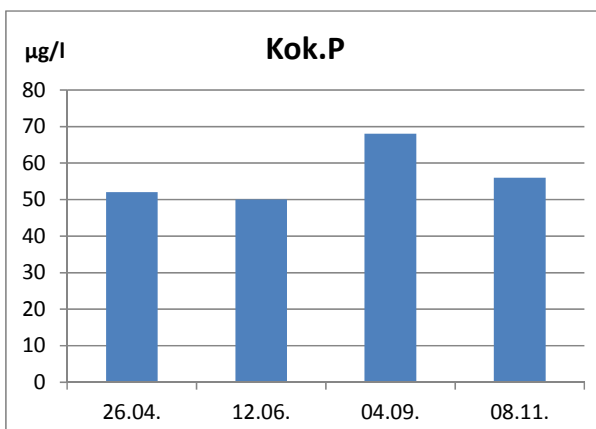
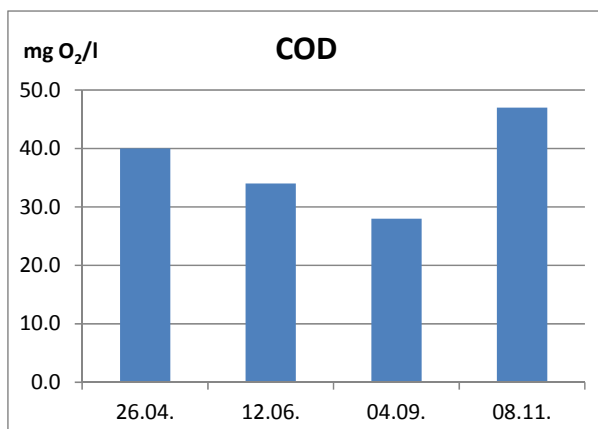
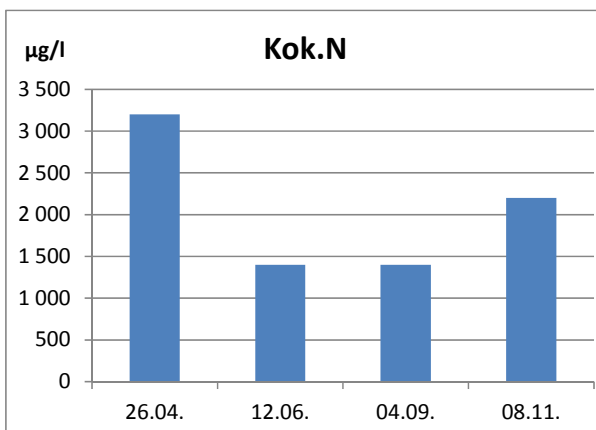
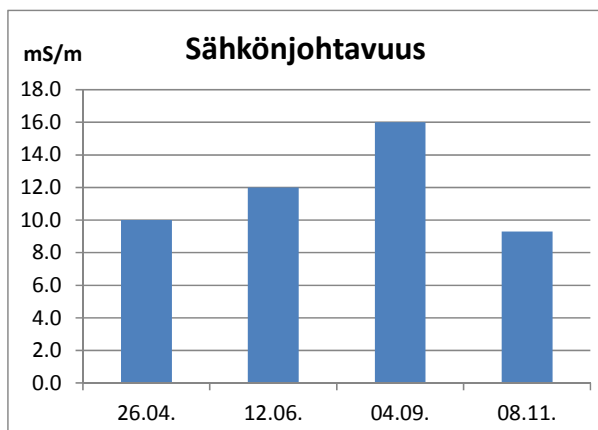
Pankajoki 228, koordinaatit (Ykj) 6843320-3513650



Laihalammen luusua 264, koordinaatit (Ykj) 6842820-3512819

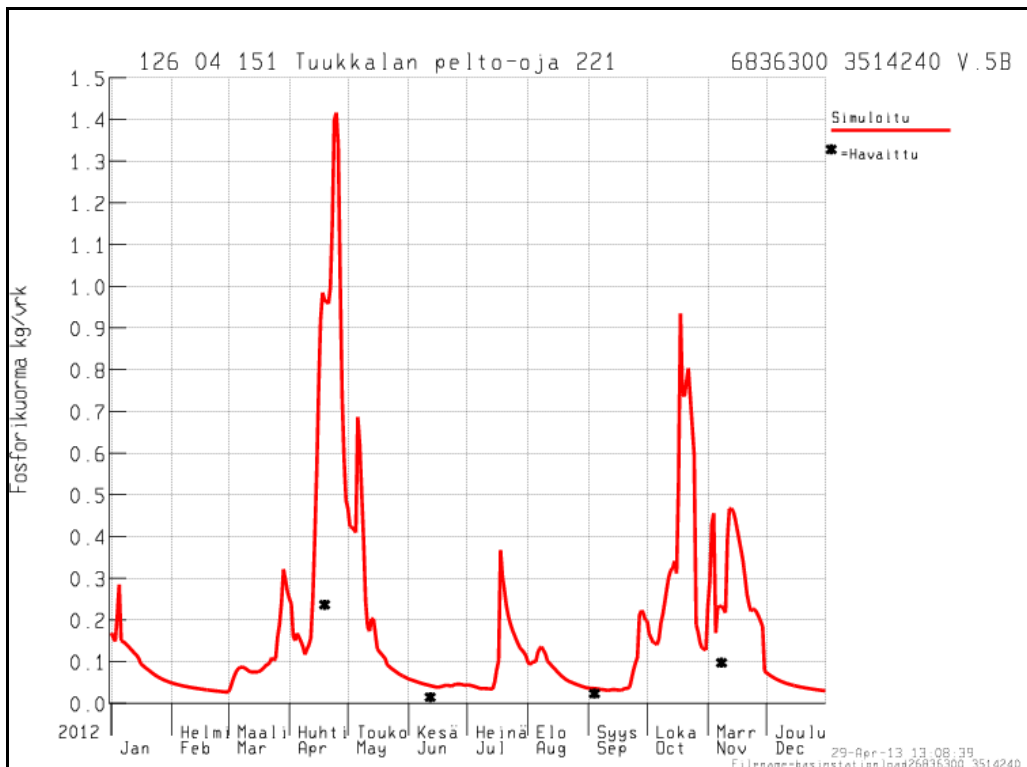
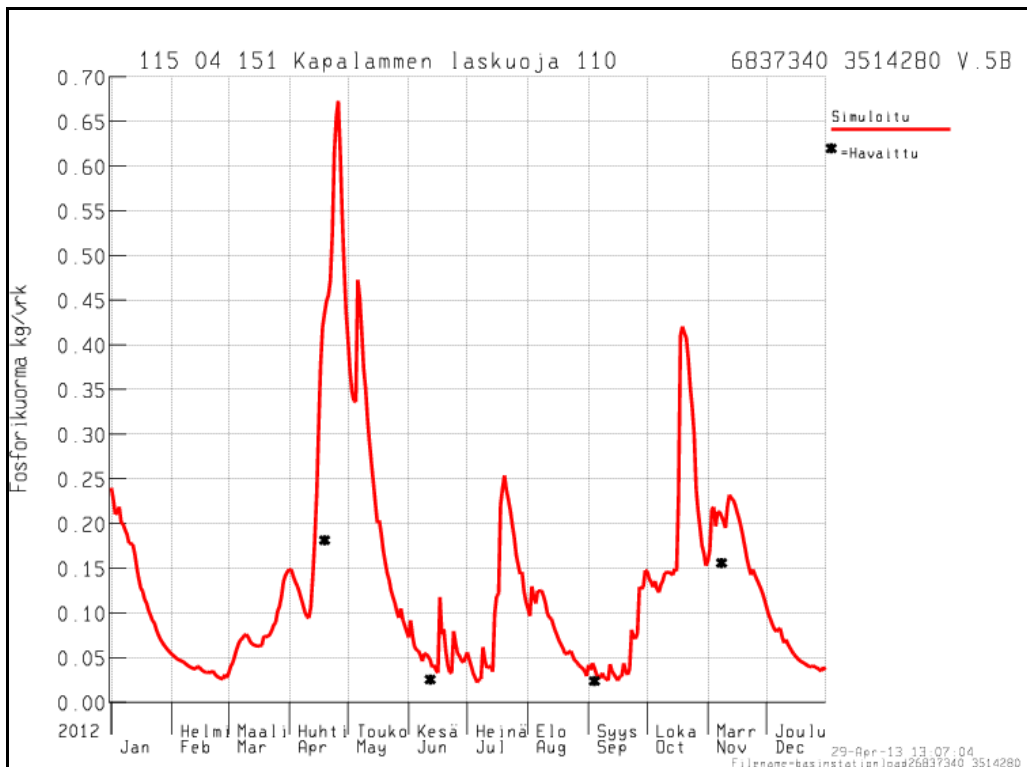


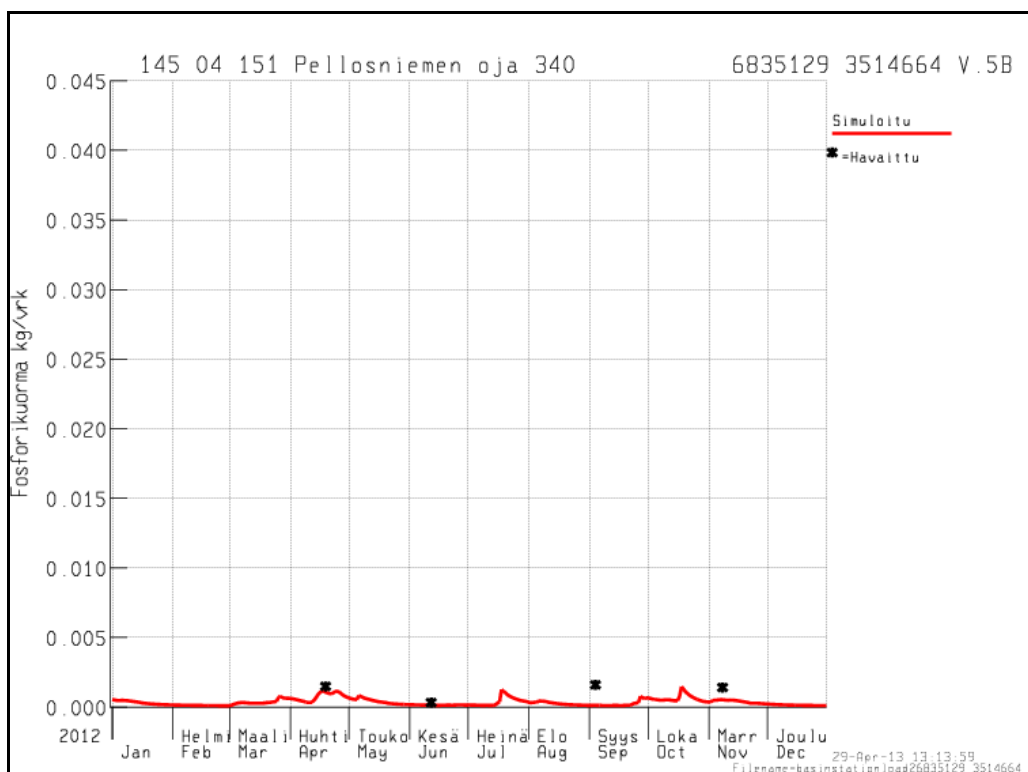
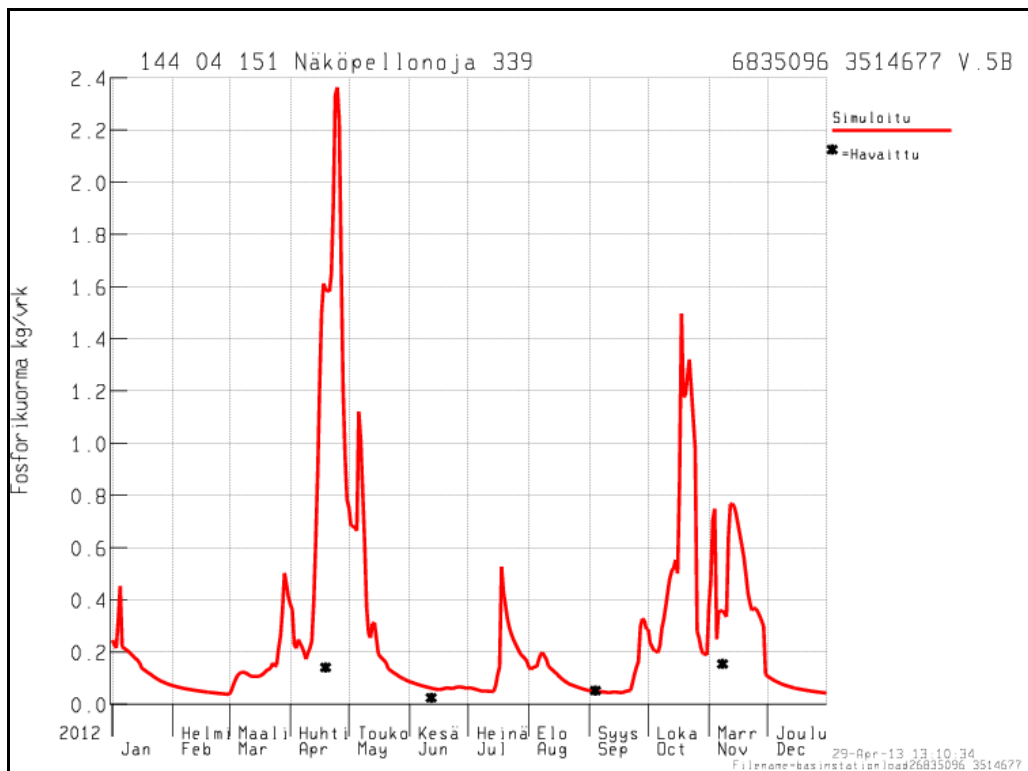
Säkälampeen laskeva oja 341, koordinaatit (Ykj) 6844349-3520067

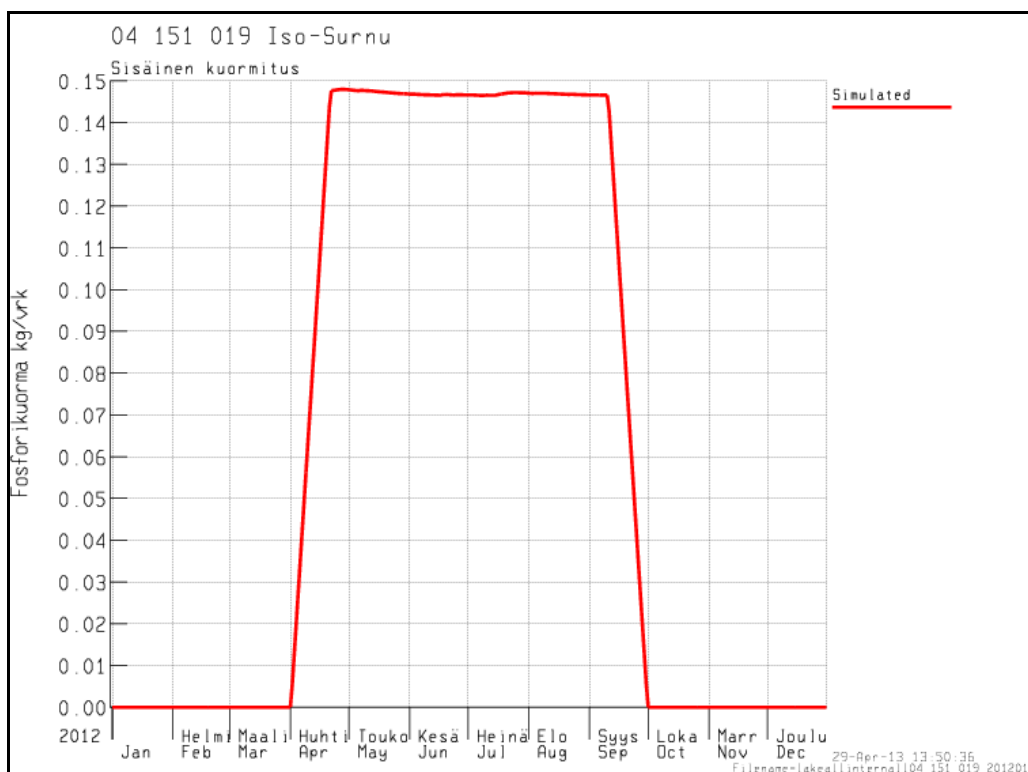
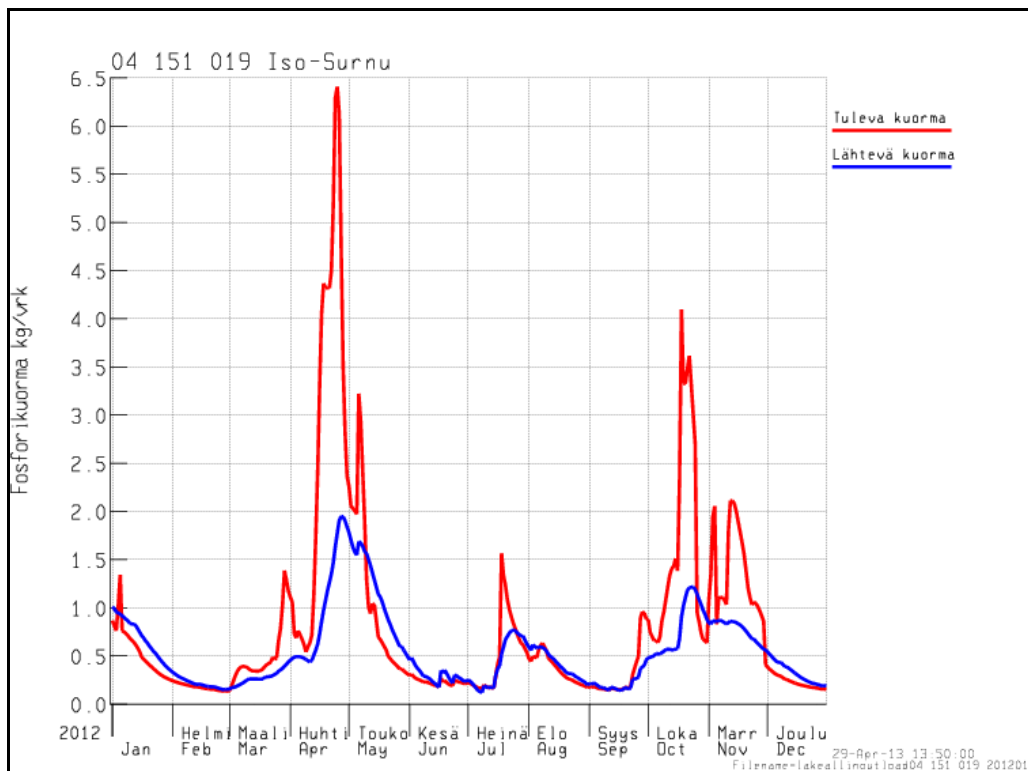


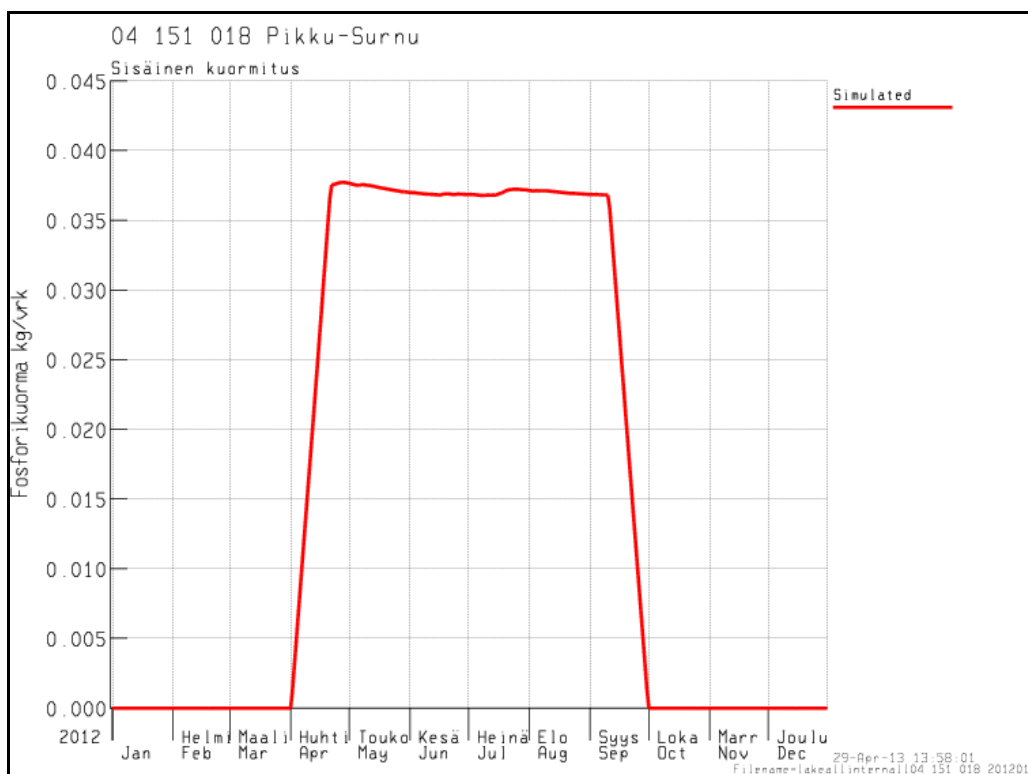
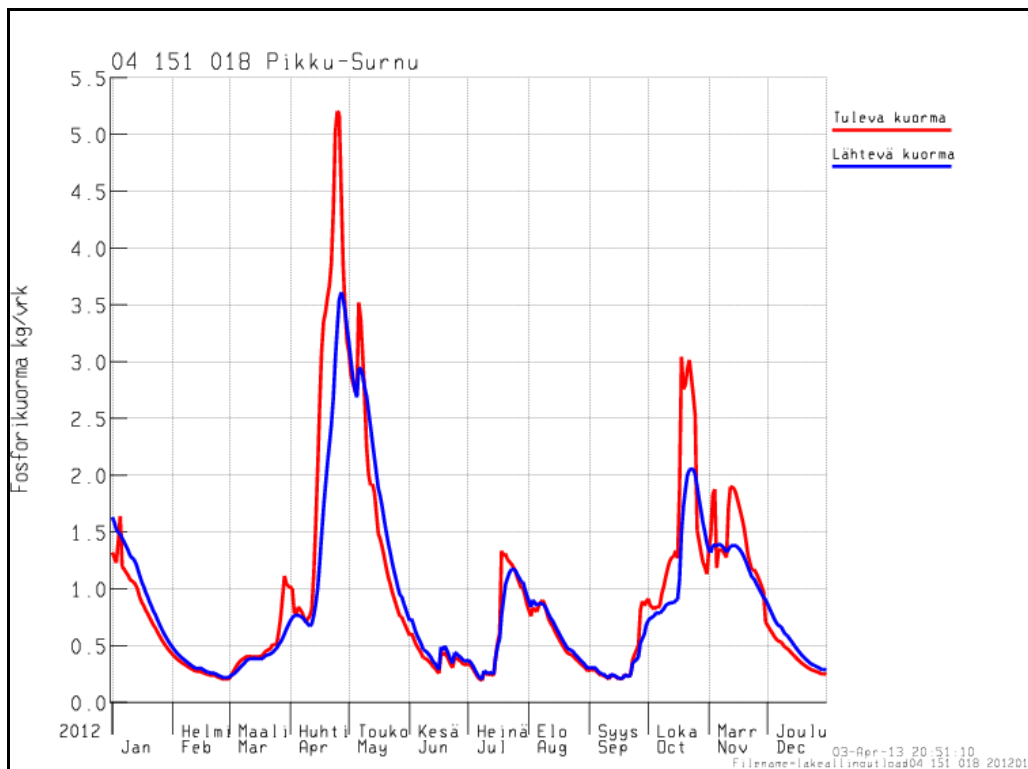
Liite 7. Erityiskohteiden fosfori- ja typpikuorma vuonna 2012 (Vemala)

Ukonveden lähialue 04.151

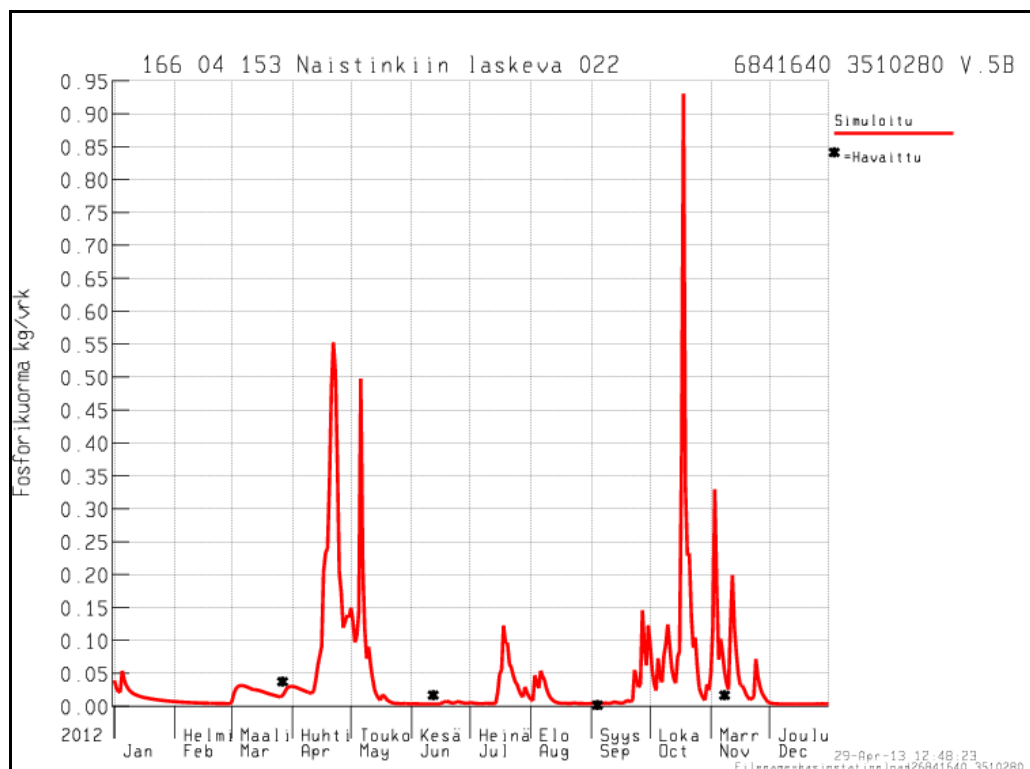
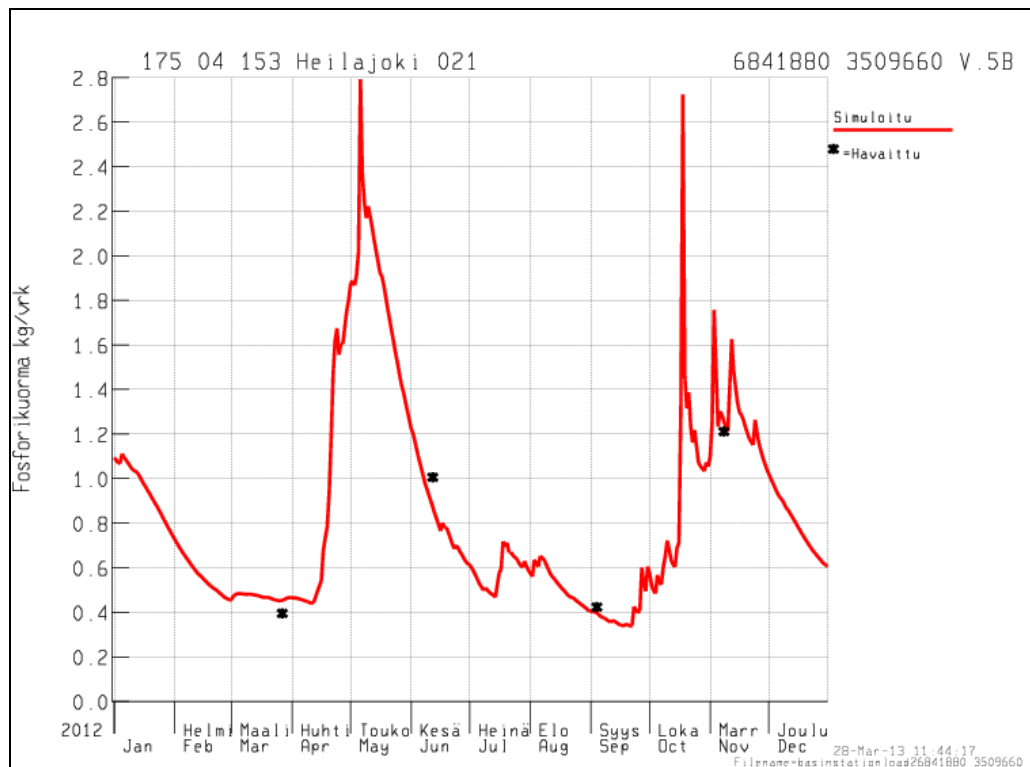


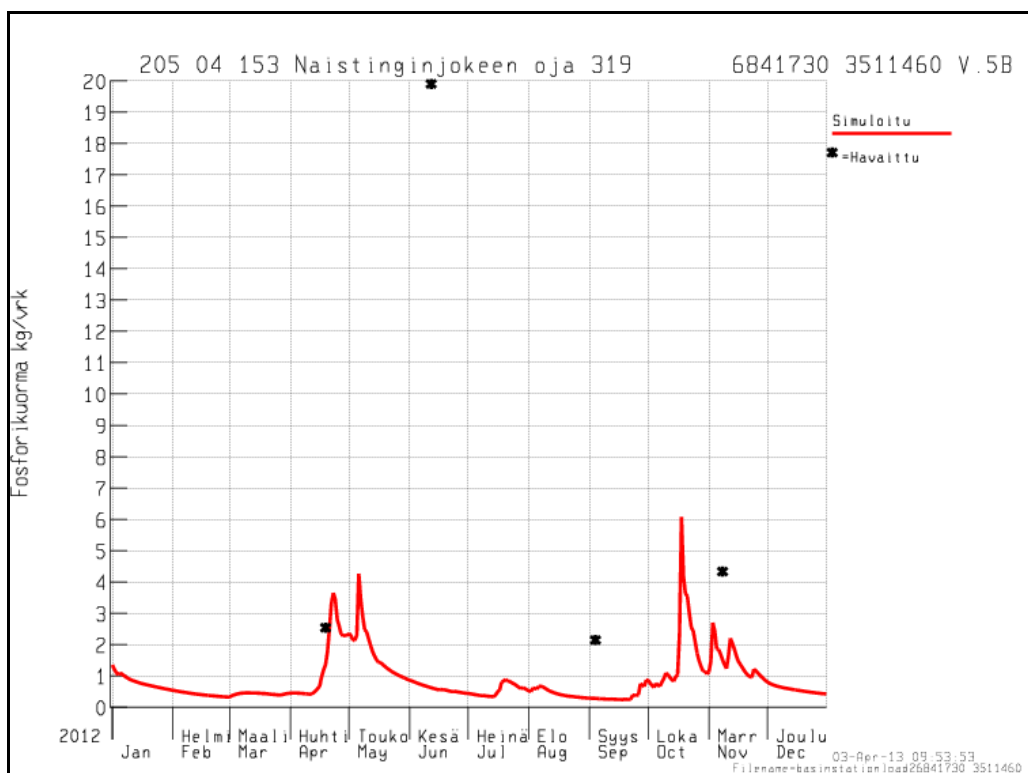
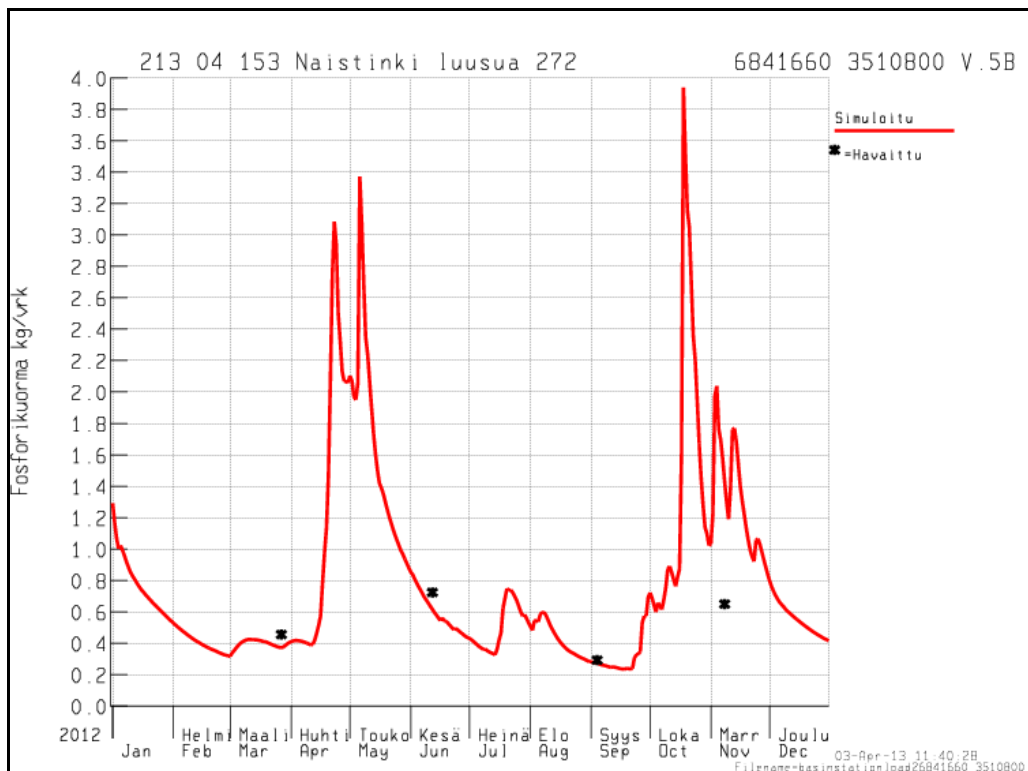


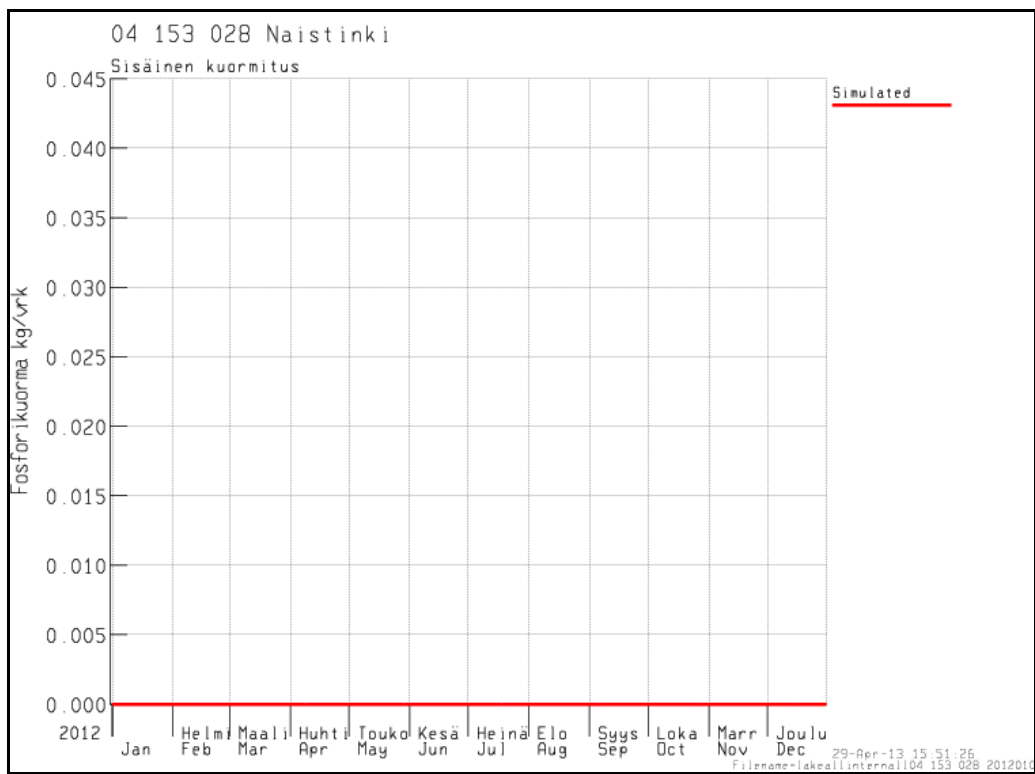
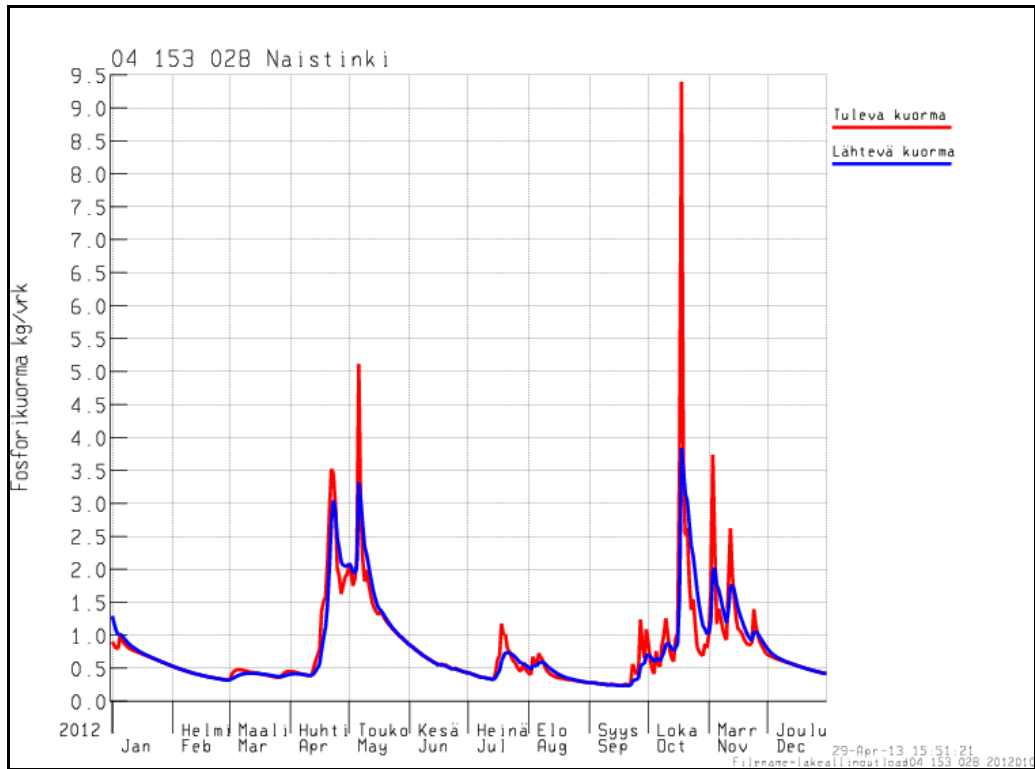


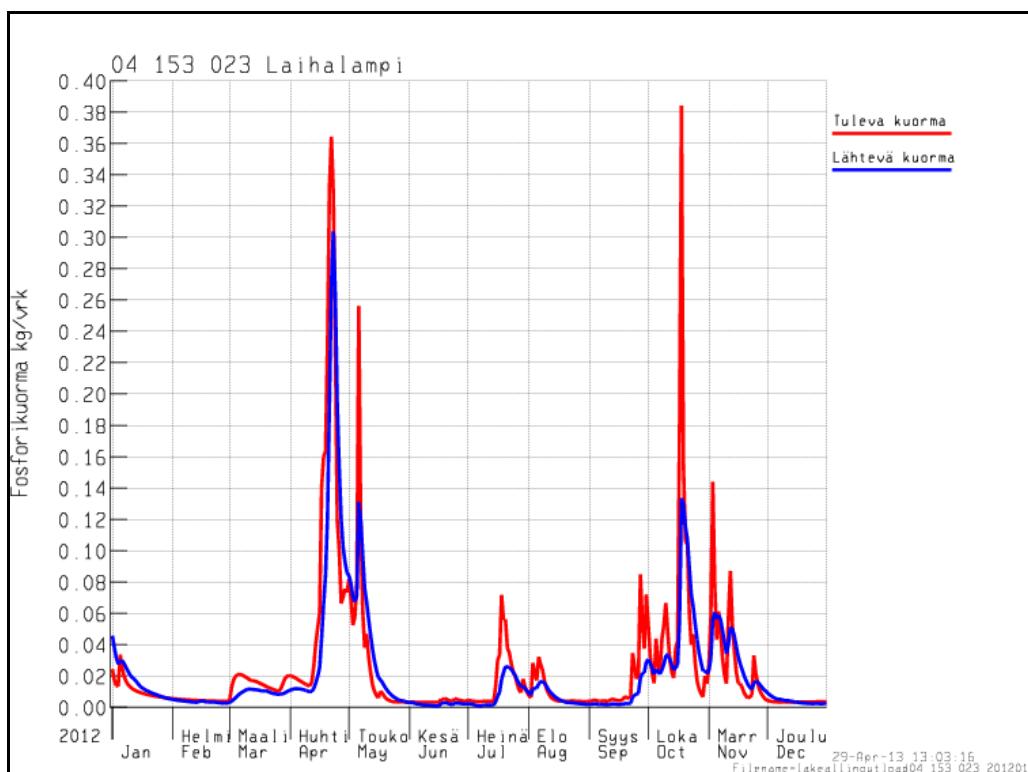
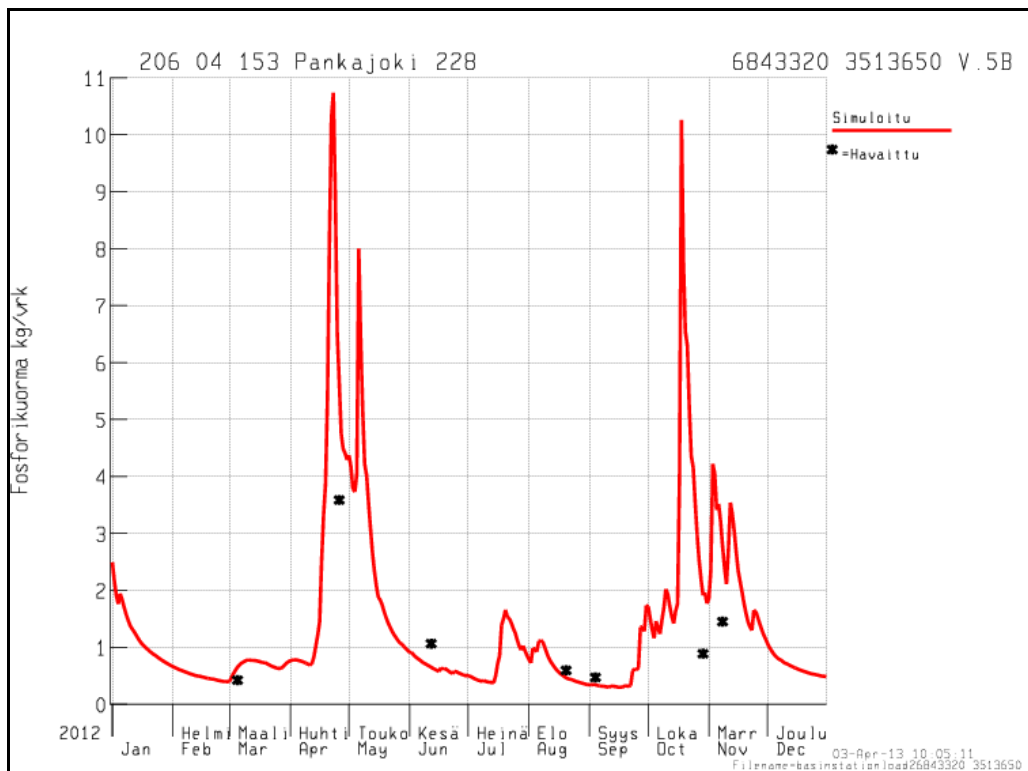


Emolanjoen valuma-alue 04.153

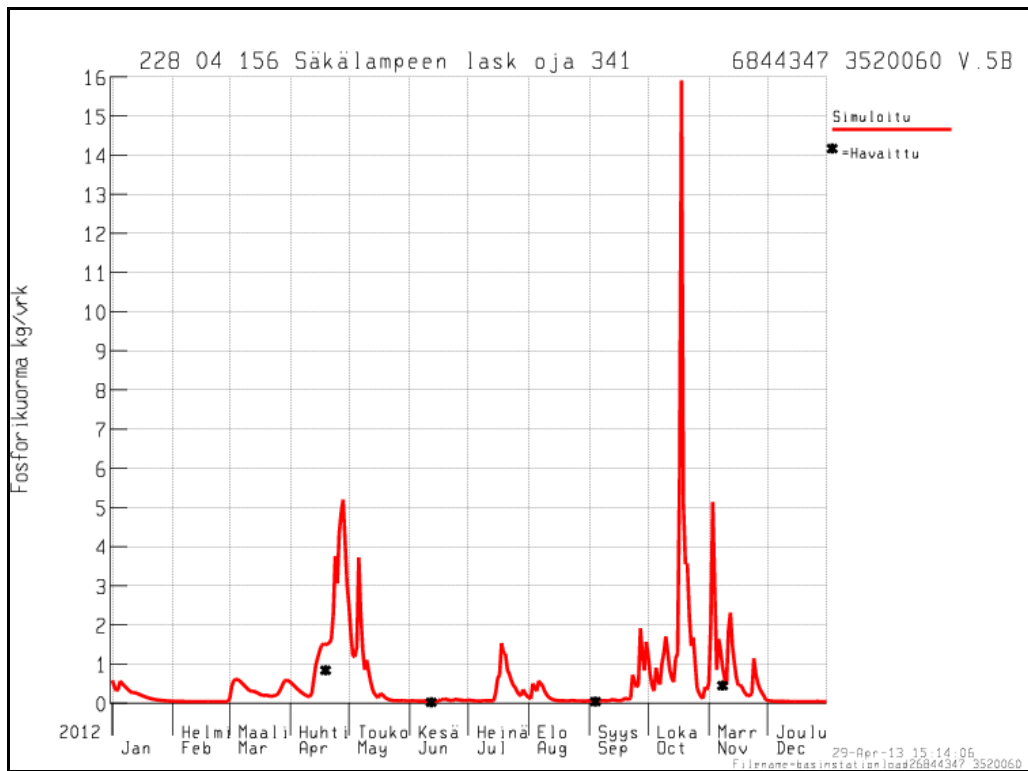




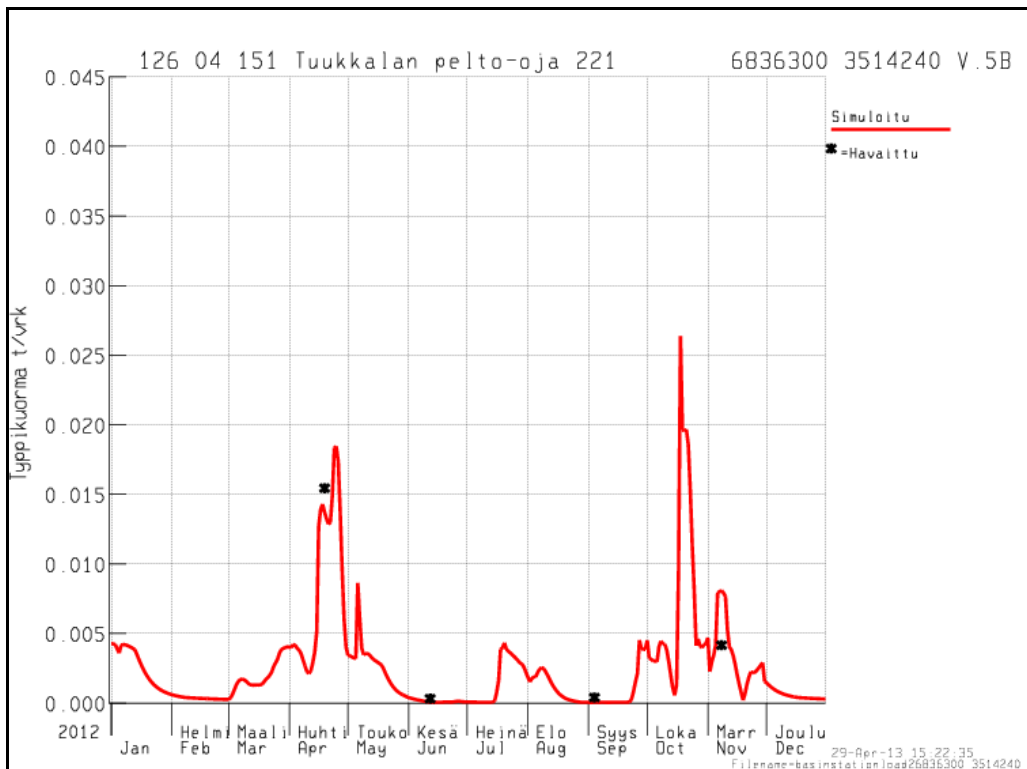
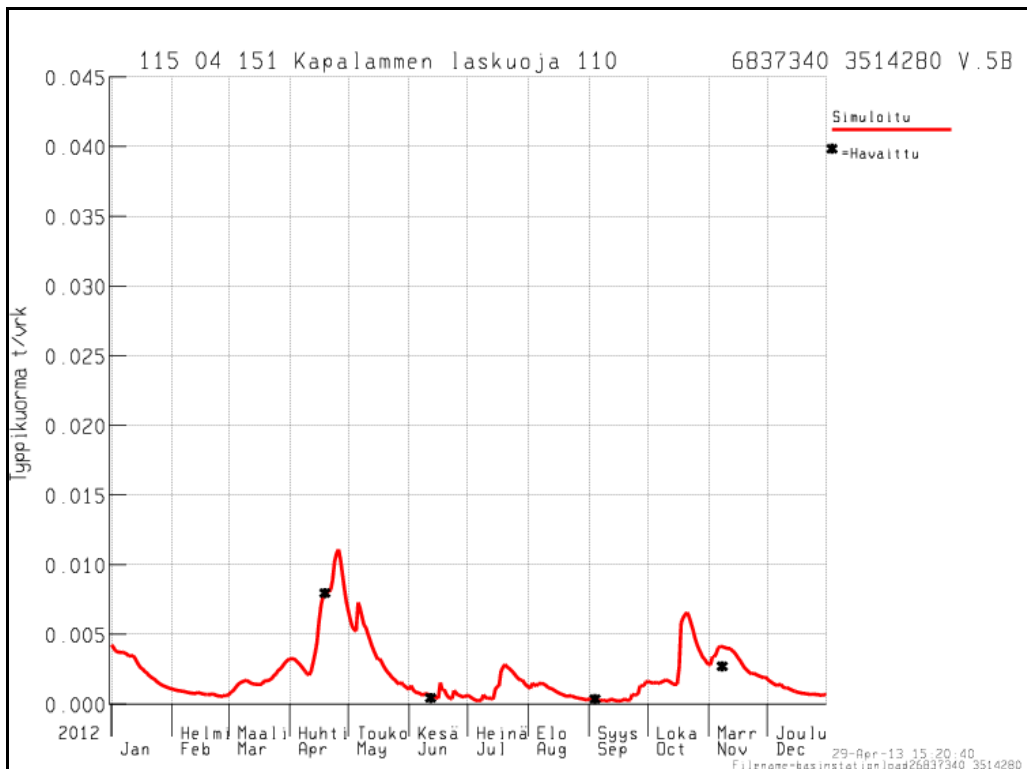


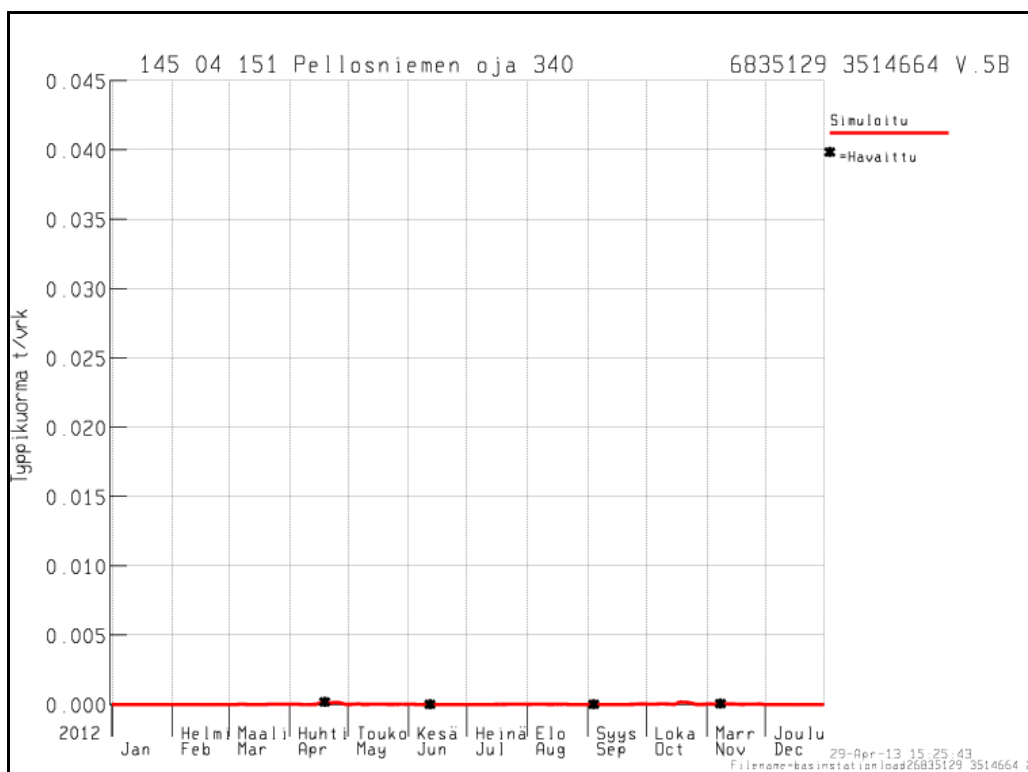
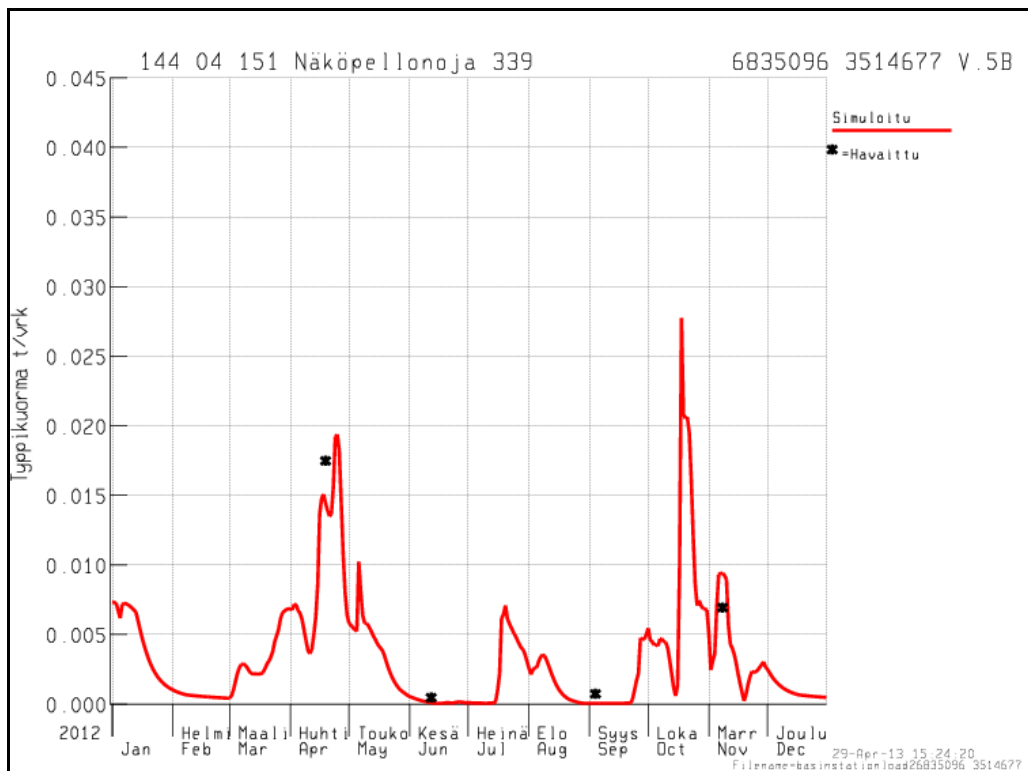


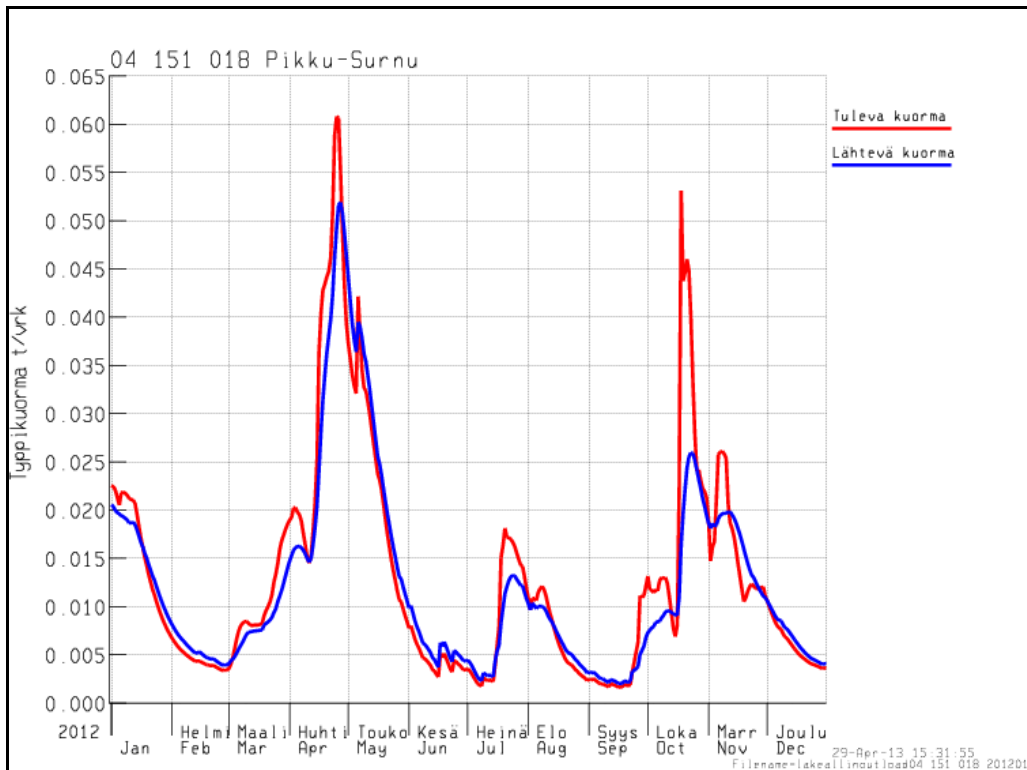
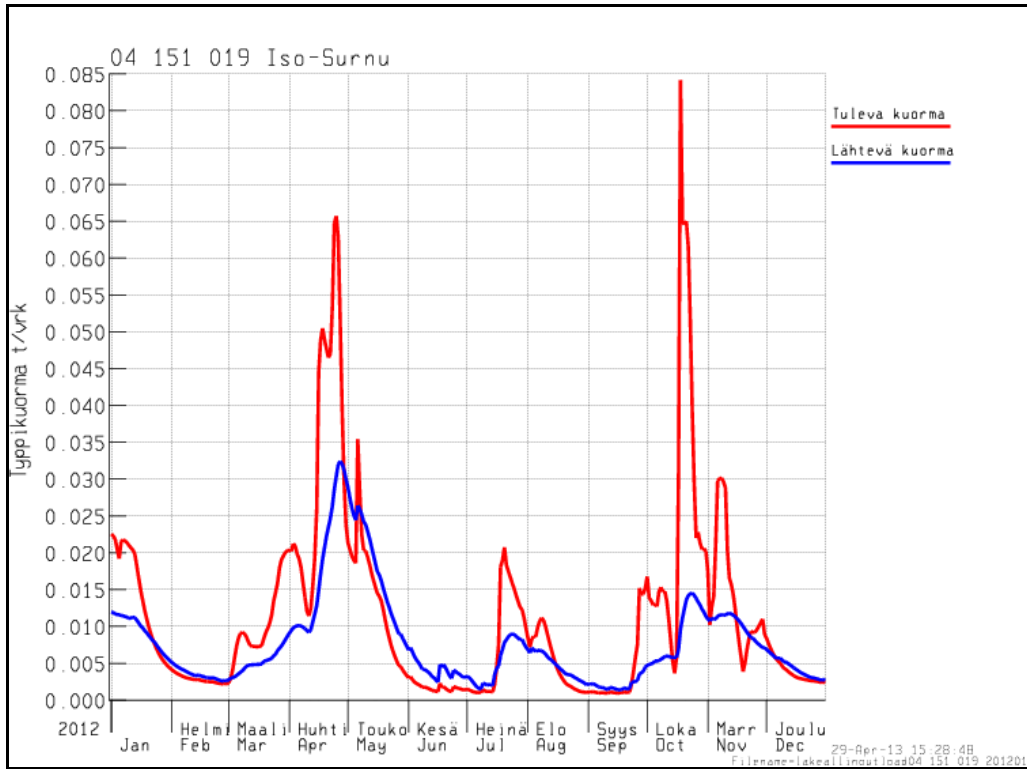
Myllyjoen valuma-alue 04.156



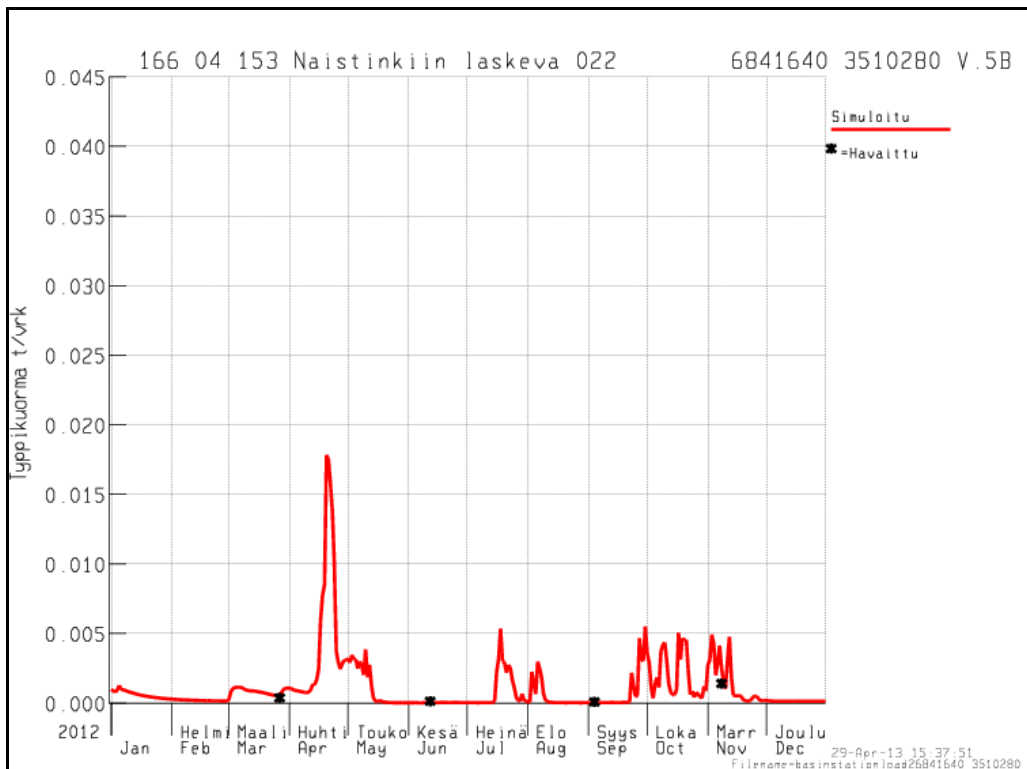
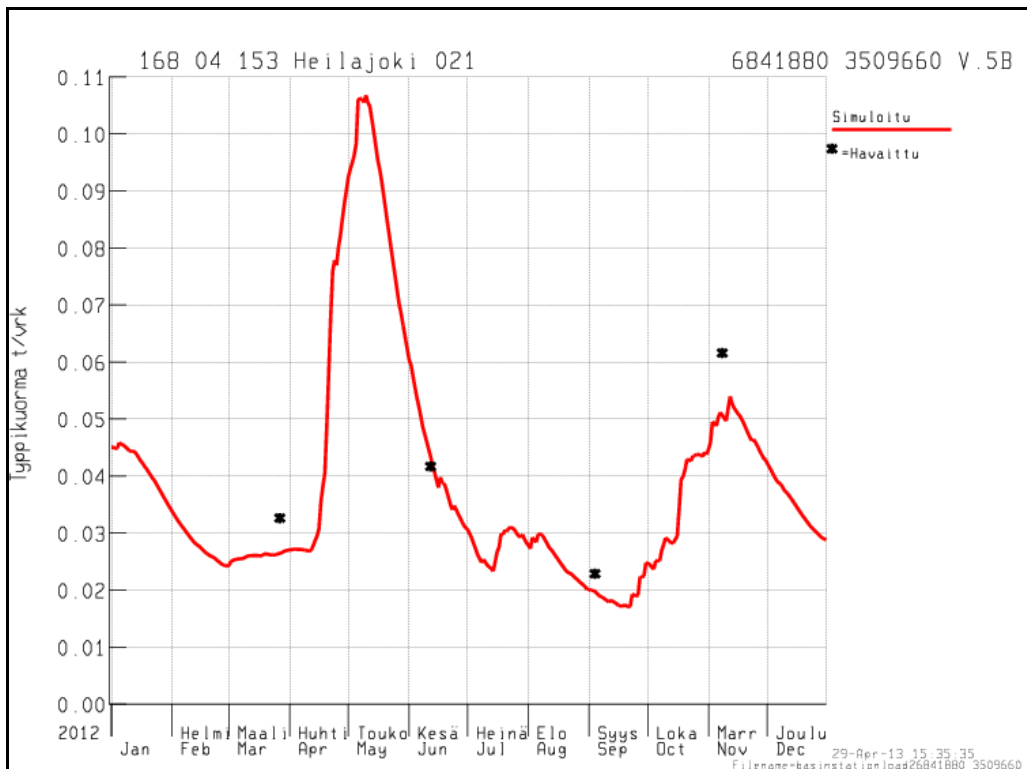
Ukonveden lähialue 04.151

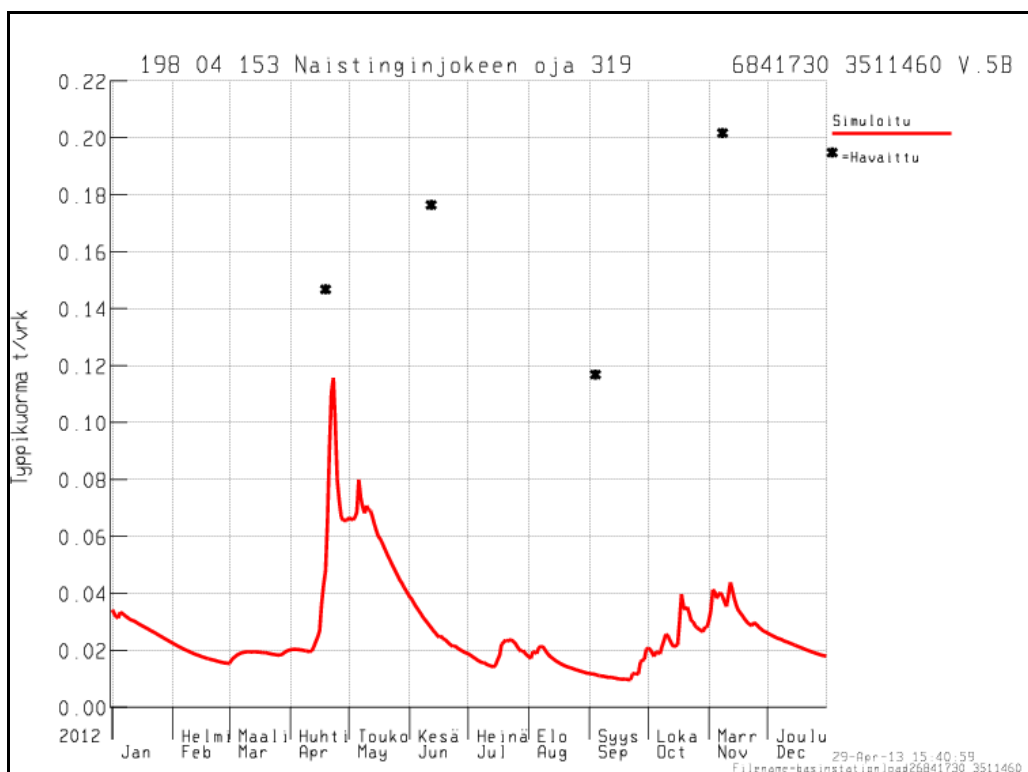
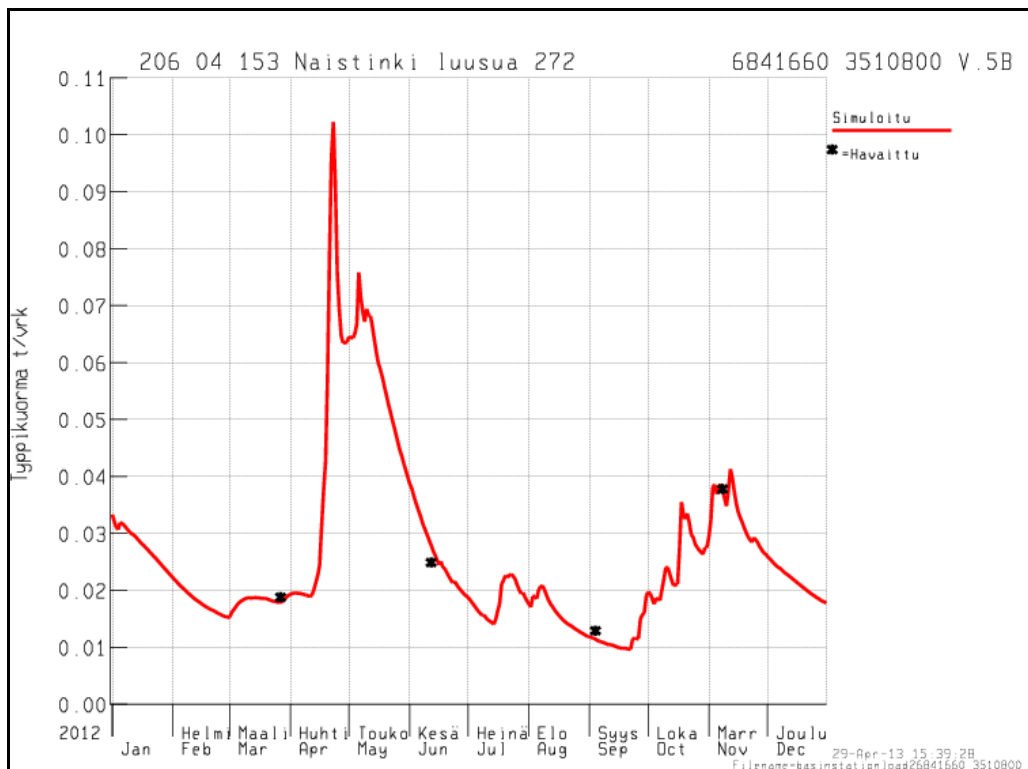


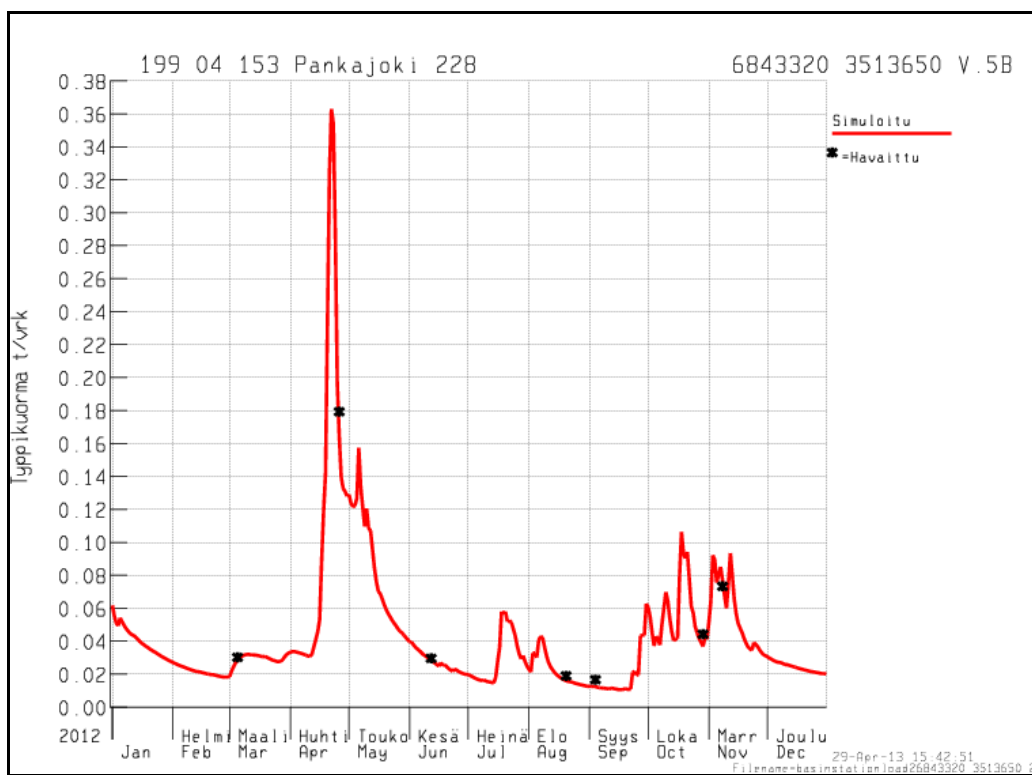
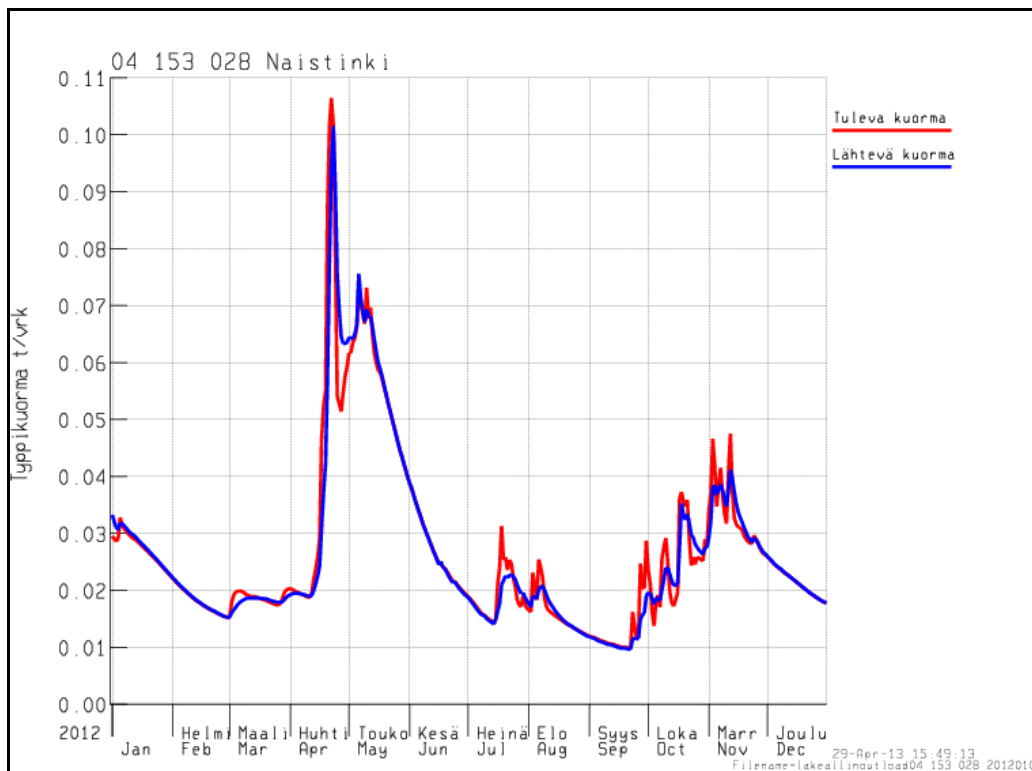


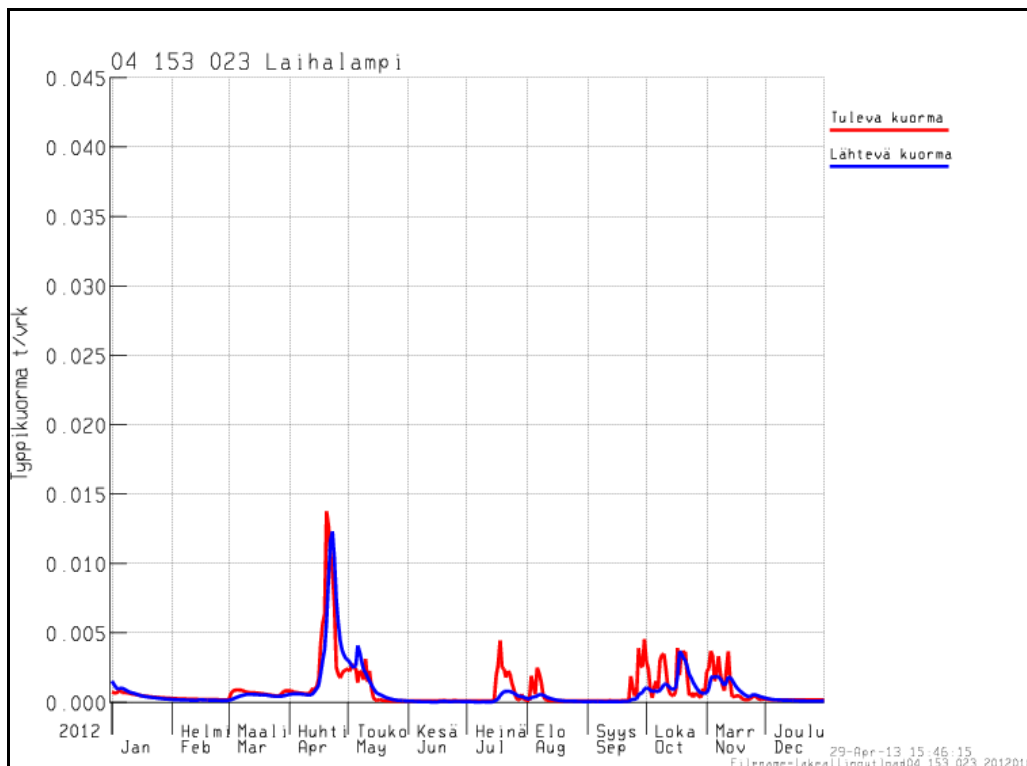


Emolanjoen valuma-alue 04.153

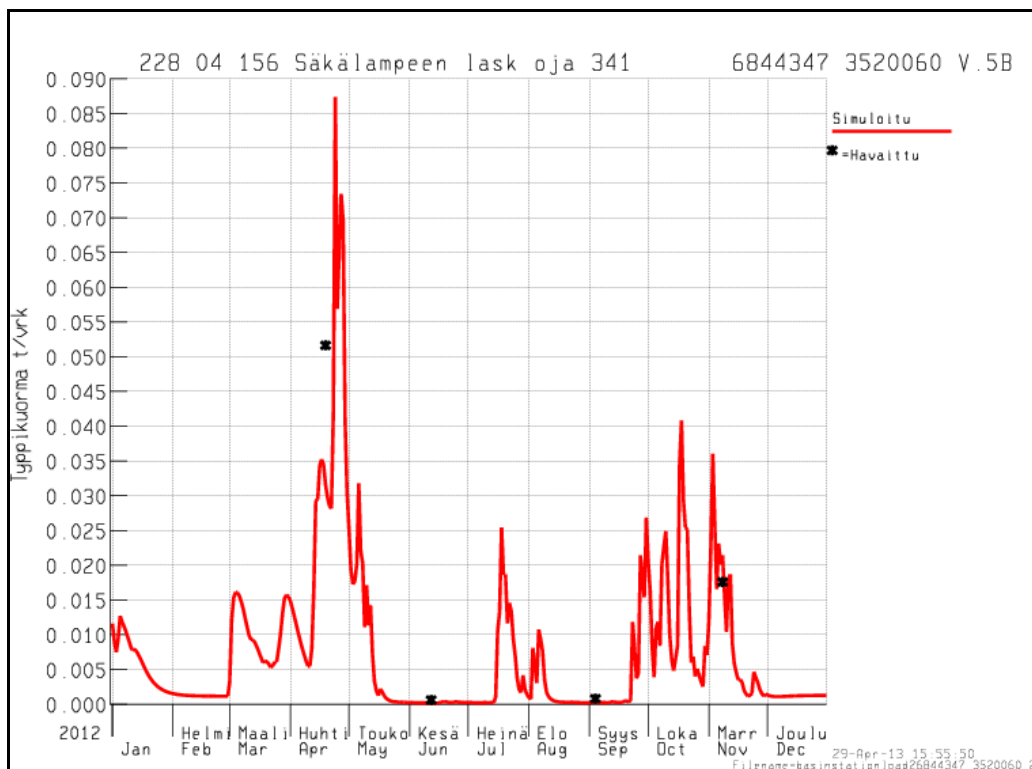








Myllyjoen valuma-alue 04.156



Liite 8. Sisäisen kuorman laskenta klorofyllin ja näkösyvyyden avulla

Klorofyllin ja perustuotannon avulla laskettu bruttosedimentaatio (C:N:P 100:13:2.8)

Visulahti-Mustaselkä

Klorofylli	26 ug/l
Näkösyvyys	1.0 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	1.61 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
47.7	6.20	1.336	312	40.5	8.73	65.3	14.1

Pappilanselkä-Launialanselkä

Klorofylli	16 ug/l
Näkösyvyys	1.5 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	2.4 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
42.6	5.54	1.193	278	36.2	7.80	86.9	18.7

Annilanselkä

Klorofylli	14 ug/l
Näkösyvyys	1.7 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	2.29 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
42.6	5.54	1.193	278	36.2	7.80	82.9	17.9

Kyyhkylänselkä

Klorofylli	15 ug/l
Näkösyvyys	1.7 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	2.32 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
45.9	5.97	1.285	300	39.0	8.40	90.5	19.5

Ukonvesi-Päähkeenselkä

Klorofylli	11 ug/l
Näkösyvyys	2.2 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	11.7 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
44.2	5.75	1.238	289	37.6	8.09	439.4	94.6

Pohjoisselkä-Leppäselkä

Klorofylli	8.6 ug/l
Näkösyvyys	2.4 m
Mittausaika	153 vrk
Järven pinta-ala	4.4 km ²

Perustuotanto/m²

C	N	P	C	N	P	Bruttosedimentaatio	
g C/kesä	g N/kesä	g P/kesä	mg C/d	mg N/d	mg P/d	kg N/d	kg P/d
37.4	4.86	1.047	244	31.8	6.84	139.8	30.1

Ukonveden altaiden laajennettu fosforitase

	Visulahti- Mustaselkä	Pappilanselkä- Launialanselkä	Annilanselkä	Kyyhkylän- selkä	Ukonvesi- Päähkeenselkä	Pohjoisselkä- Leppäselkä
Tulot	kg P/d	kg P/d	kg P/d	kg P/d	kg P/d	kg P/d
Arvioitu tulokuorma (Vemala)	3.3	9.3	7.5	6.3	10.5	1.4
Sisäinen kuorma	13.5	16.2	16.2	18.4	87.8	29.2
Yhteensä	16.8	25.5	23.6	24.8	98.3	30.6
Menot						
Vesimassan ainesisällön muutos	0.17	-0.15	-0.02	-0.13	-2.24	-0.04
Bruttosedimentaatio	14.1	18.7	17.9	19.5	94.6	30.1
Luusuasta poistuva	2.6	7.0	5.8	5.4	5.9	0.5
Yhteensä	16.8	25.5	23.6	24.8	98.3	30.6
Häviöt sedimenttiin	0.6	2.5	1.7	1.1	6.9	0.9