

AHMA YMPÄRISTÖ OY

Projektinro: 10778

KEMIJOKI OY

**Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden
alapuolisten jokien vedenlaadun tarkkailu v. 2013**



KEMIJOKI OY

LOKAN JA PORTTIPAHDAN TEKOJÄRVIEN SEKÄ NIIDEN ALAPUOLISTEN JOKIEN VEDEN LAADUN TARKKAILU V. 2013

Copyright © Ahma ympäristö Oy

30.5.2014

Satu Ojala, FM limnologi

Sisällysluettelo:

1.	JOHDANTO	1
2.	TARKKAILUALUEEN KUVAUS	1
2.1	LOKAN JA PORTTIPAHDAN SÄÄNNÖSTELY.....	2
3.	TARKKAILUN TOTEUTUMINEN.....	2
4.	SÄÄTILA JA HYDROLOGISET OLOSUHTEET	4
4.1	SÄÄTILA.....	4
4.2	VEDENKORKEUS JA VIRTAAMAT	5
5.	LOKKA JA PORTTIPAHTA.....	9
5.1	VEDEN LAATU VUONNA 2013.....	9
6.	ALAPUOLISET JOET	16
6.1	VEDEN LAATU VUONNA 2013.....	16
7.	MINIMIRAVINNETARKASTELU	24
8.	VEDENLAADUN KEHITYS.....	27
8.1	LOKKA JA PORTTIPAHTA	27
8.2	KITINEN, LUIRO JA KEMIJOKI	31
9.	AINEVIRTAAMAT	33
10.	TEKOJÄRVIEN MALLITARKASTELU	36
11.	ERILLISSELVITYKSET	36
11.1	KASVIPLANKTONTARKKAILU VUONNA 2013.....	36
11.2	PERIFYTONTARKKAILU VUONNA 2013	38
12.	TARKKAILUN KEHITTÄMISTARPEET	38
13.	YHTEENVETO TARKKAILUSTA	39
	VIITTEET.....	42

LIITTEET

- Liite 1a-c. Vesistöpisteiden sijainti-kartat
- Liite 2. Laboratoriotulosten analyysimenetelmät
- Liite 3a-d. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vesistötarkkailutulokset vuodelta 2013
- Liite 4. Alapuolisten jokien vesistötarkkailutulokset vuodelta 2013
- Liite 5. Tekojärvien mallitarkastelu vuodelta 2013
- Liite 6. Raportti kasviplanktonitarkkailun tuloksista vuodelta 2013
- Liite 7. Raportti perifytonin piilevästön tarkkailun tuloksista vuodelta 2013

1. JOHDANTO

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet on rakennettu toimimaan Kemijoen säännöstelyn ylivuotisinä säännöstelyaltaina. Tekojärvet on rakennettu 1960-luvun lopulla. Lokan täyttö aloitettiin kesällä 1967 ja Porttipahdan täyttö syksyllä 1970. Tekojärvet yhdistettiin Vuotson kanavalla vuoden 1981 lopulla, minkä jälkeen tekojärvien säännöstely on tapahtunut Porttipahdan padon kautta.

Pohjois-Suomen vesioikeus on velvoittanut ympäristöhallituksen säännöstelyluvan haltijana tarkkailemaan Lokan ja Porttipahdan sekä niiden alapuolisten jokien veden laatua sekä tekojärvien kalaston elohopeapitoisuutta (päätökset 81/85/I ja 82/85/I). Nykyisin Kemijoki Oy Lokan ja Porttipahdan säännöstelyluvan haltijana vastaa myös tekojärviä koskevista velvoitteista. Päivitetty vuoden 2013 alusta voimaan tuleva tarkkailusuunnitelma vuosille 2013–2018 (**Pöyry Finland Oy 2012**) esitettiin Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle 24.10.2012. ELY-keskus hyväksyi suunnitelman pienin muutoksin 21.12.2012 (LAPELY/249/07.00/2010).

Veden laadun tarkkailu aloitettiin syyskuussa 1988 ja kalojen elohopeapitoisuuden tarkkailu vuonna 1989. Aikaisemmin vesistön tilaa on seurattu vesi- ja ympäristöviranomaisten toimesta. Tekojärvien rakentamisen jälkeen kertynyttä aineistoa on käsitelty laajasti mm. Lokan ja Porttipahdan lopputarkastuksen yhteydessä laaditussa avustavan virkamiehen lausunnossa (**Kinnunen 1985**). Tekojärvien tilaa on myös tarkasteltu Vuotoksen tekoallashanketta varten tehdyissä selvityksissä ja lausunnoissa.

Tarkkailun tavoitteena on tuottaa tietoa Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vesiympäristön tilasta sekä altaiden alapuolisten jokien veden laadusta. Tarkkailulla seurataan myös säännöstelyn vaikutuksia tekojärvien vesiympäristön tilaan sekä altaiden alapuolisten jokien veden laatuun.

2. TARKKAILUALUEEN KUVAUS

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet sijaitsevat Sodankylän kunnan pohjoisosassa. Saariselkä toimii vedenjakajana Kemijoen ja Paatsjoen sekä Kemijoen ja Tuulomajoen vesistöjen välillä. Sekä Lokka että Porttipahta keräävät vetensä Saariselän eteläpuolisilta tunturi- ja suoalueilta. Tekojärvien valuma-alueet ovat lähestulkoon erämaata, lukuun ottamatta järvien välistä pohjoiseen kulkevaa nelostietä ja Porttipahdan länsipuolella kulkevaa Kittilän–Ivalon tietä. Lokan, Vuotson ja Pokan kylät ovat ainoat asutuskeskittymät järvien valuma-alueella.

Luirojoki laskee Lokan tekojärveen järven koillisosassa ja jatkaa edelleen Lokan padolta etelään. Vastaavasti Kitinen laskee Porttipahdan luoteisosaan ja jatkaa edelleen etelään Porttipahdan padolta. Kitiseen on rakennettu kaikkiaan seitsemän voimalaitosta, joista ylin sijaitsee Porttipahdan padolla ja alin Kokkosnivassa. Luiro ja Kitinen yhtyvät Pelkosenniemen Kairalan kylän eteläpuolella, ja pian yhtymäkohdan alapuolella Kitinen ja Luiro yhtyvät koillisesta laskevaan Ylä-Kemijokeen (**liite 1**).

Lokan ja Porttipahdan pinta-alat sekä säännöstelytilavuus ovat seuraavat:

	Lokka	Porttipahta
pinta-ala ylärajalla (km ²)	417	214
pinta-ala alarajalla (km ²)	216	34
säännöstelytilavuus (milj.m ³)	1 444	1 097

2.1 Lokan ja Porttipahdan säännöstely

Lokka ja Porttipahta toimivat Kemijoen säännöstelyn ylivuotisina säännöstelyaltaina, eli niihin varastoidaan normaalisti enemmän vettä kuin niistä vuoden aikana juoksutetaan. Tekojärvet yhdistettiin toisiinsa Vuotson kanavalla 20.11.1981, minkä jälkeen tekojärvien säännöstely on tapahtunut Porttipahdan padon kautta. Luiroon juoksutetaan Lokan padolta lupaehtoien mukainen vesimäärä.

Lupaehtoien mukaan Lokan ja Porttipahdan säännöstelyn veden korkeuden ylä- ja alarajat ovat:

	Lokka	Porttipahta
säännöstelyn alaraja N ₄₃ + (m)	240,00	234,00
säännöstelyn yläaraja N ₄₃ + (m)	245,00	245,00

Tekojärvien säännöstely on Vuotson kanavan rakentamisen jälkeen tapahtunut huomattavasti lupaehtoja lievempänä. Tekojärviä juoksutetaan vuosittain yleensä huhtikuun lopulle saakka, jolloin Porttipahdan pato suljetaan. Kesäaikana juoksutuksia tehdään ajoittain. Juoksutus aloitetaan normaalisti uudestaan syyskuun aikana mm. tekojärvien vedenkorkeudesta riippuen. Vuonna 2013 juoksutukset aloitettiin jo elokuun alussa eli hieman tavanomaista aikaisemmin.

Säännöstelystä johtuen Kitisen ja Luiroon virtaaman vuodenaikaisrytmi poikkeaa huomattavasti luonnontilaisesta joesta. Porttipahdasta Kitiseen juoksutettava vesimäärä vaihteli vuonna 2013 välillä 0-138 m³/s ja vuoden keskivirtaama oli 55 m³/s. Talvella (tammi-maaliskuu ja marras-joulukuu) juoksutettiin noin 61 % koko vuoden vesimäärästä. Tulva-aikana, jolloin virtaamat luonnontilassa ovat suuria, tekojärvien juoksutus on vähäistä tai padot pidetään kokonaan kiinni. Vuonna 2013 huhti-kesäkuussa Porttipahdasta juoksutettiin noin 13 % koko vuoden vesimäärästä. Kitisen alaosalla vuotuinen vesimäärä jakaantuu selvästi yläosaa tasaisemmin Kitiseen tulevasta sivuvalumasta johtuen. Lokasta Luiroon juoksutettava vesimäärä vuonna 2013 oli 0–3 m³/s ja vuoden keskivirtaama oli 3,2 m³/s.

3. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN

Lokan ja Porttipahdan sekä niiden alapuolisten jokien tarkkailu toteutettiin vuonna 2013 voimassaolevan tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Vuonna 2013 tarkkailusta vastasi konsulttina Ahma ympäristö Oy. Tekojärvien ja alapuolisten jokien näytteenottoaikat on esitetty taulukossa (**Taulukko1**).

Taulukko 1. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien ja alapuolisten jokien näytteenottoaikat ja näytteenotot vuonna 2013.

näytteenotto- paikka	tunnus	koordinaatit (ykj)	näytteen- otot kpl
Tekojärvet			
Lokka L1	L1	7526675-3531164	4
Lokka L24	L24	7546100-3517200	3
Lokka L27	L27	7537500-3526000	3
Vuotson kanava V1	V1	7557510-3505350	3
Porttipahta P1	P1	7542180-3489680	4
Porttipahta P4	P4	7553861-3484985	3
Porttipahta P8	P8	7560100-3472600	3
Joet			
Kitinen 113	Ki147	7541800-3489540	17
Kitinen Sodank.silta 14	Ki75	7480900-3483100	5
Kitinen Kairala 1	Ki7	7455750-3520100	17
Luirojoki 3	Lu146	7526240-3531520	5
Luirojoki Tanhua 13620	Lu68	7493000-3523000	5
Luirojoki LU3	Lu10	7461240-3523620	5
Kemijoki Pietarinniemi	Ke7	7449664-3524249	5
Pelkosenniemi 13600	Ke13600	7447040-3522740	17

Tarkkailuohjelman mukaan Lokan happitarkkailua tehostetaan, kun vedenkorkeus laskee alle tason $N_{43} + 242,00$ m, ja tarkkailua jatketaan kerran kuussa, kunnes taso jälleen ylittyy tai jääolosuhteet eivät enää salli mittausten tekemistä. Vuonna 2013 vedenkorkeus laski tason $N_{43} + 242,00$ m alapuolelle 5.4. ja vesi nousi tason yläpuolelle 9.5. Lokan veden happipitoisuudet mitattiin 17.4.2013 ja 29.4.2013 kenttämittarilla yhden metrin välein pinnasta pohjaan tarkkailuohjelmassa mainituilta paikoilta. Tehostetun happitarkkailun näytteenottoaikat on esitetty **taulukossa 2**. Pisteiltä LH3, LH5 ja LH6 ei pystytty mittaamaan happea epävarmojen jääolosuhteiden vuoksi.

Taulukko 2. Lokan tehostetun happitarkkailun näytteenottoaikat ja näytteenottojen määrä vuonna 2013.

näytteenotto- paikka	tunnus	koordinaatit (ykj)	näytteen- otot kpl
Lokka 1	L1	7526675-3531164	1
Lokka L24	L24	7546100-3517200	1
Lokka L27	L27	7537500-3526000	1
Lokka L13	LH1	7529300-3523800	1
Lokka LO2	LH2	7533120-3521772	1
Lokka L11	LH3	7534500-3517000	-
Lokka L25	LH4	7542200-3519000	1
Lokka L34	LH5	7542600-3527000	-
Lokka L1/03	LH6	7540142-3531796	-
Lokka 1400W > NW	LH7	7532800-3529400	1

Tarkkailutulosten lisäksi raportissa on esitetty Lapin ELY-keskuksen seurantatulokset Luirosta (ylempi Kotakoski, 7511800-3508920). Lapin ELY-keskus otti näytteitä vuonna 2013 seuraavasti:

näytepaikka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Luiro, ylempi Kotakoski 11			1		1	1		1				

Vuonna 2013 Lapin ELY-keskus ei ottanut näytteitä Lokasta ja Porttipahdasta tai Vuotson kanavasta. Vesistötarkkailupaikat on esitetty kartalla **liitteessä 1**. Käytetyt analyysimenetelmät ovat **liitteenä 2** ja vuoden 2013 tulokset **liitteinä 3–4**.

Tarkkailusuunnitelmasta mukaisesti Lokan ja Porttipahdan tekojärvistä otettiin kasviplanktonnäytteet vuoden 2013 kesäkuussa (6.6.), heinäkuussa (Lokka 15.7. ja Porttipahta 24.7.) ja elokuussa (13.8.2013). Kasviplanktonnäytteiden oton yhteydessä (3 pistettä/tekojärvi) toteutettiin veden laadun tarkkailua myös kesäkuussa heinäkuun ja elokuun lisäksi (**liitteet 3a ja 3d**). Vuotson kanavasta ei otettu näytettä kesäkuussa tarkkailuohjelman mukaisesti. Kasviplanktonnäytteet määrittä alikonsulttina professori emeritus Pertti Eloranta (**liite 6**)

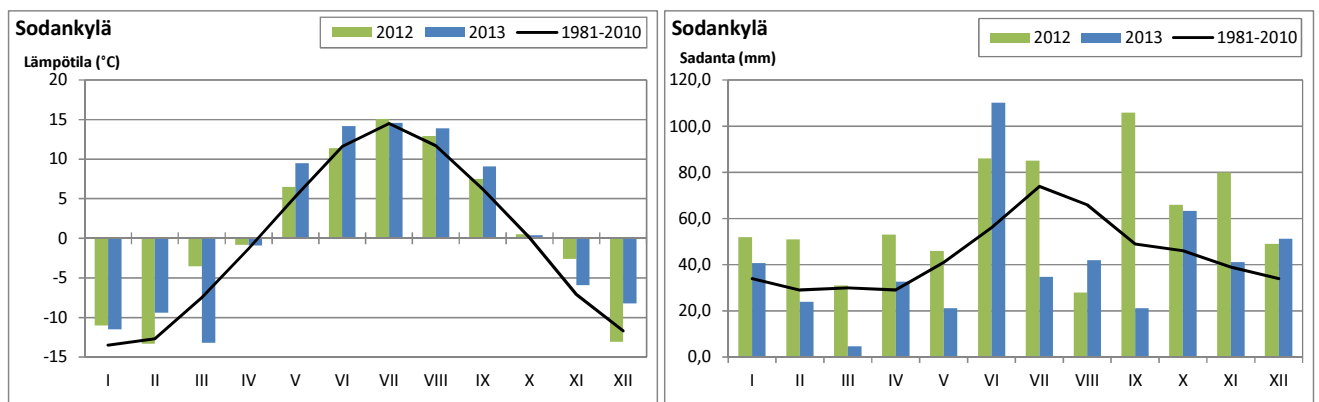
Piilevätutkimus tehtiin elokuussa, 14.8.2013. Piilevänäytteenottoa paikkojen koordinaatit poikkeavat hieman vesinäytteenottoa paikkojen koordinaateista, sillä näytteenotto-ohjeistuksen mukaan näytteet on otettu jokien kivikkopohjilta. Piilevänäytteet analysoi alikonsulttina professori emeritus Pertti Eloranta ja raportti on **liitteenä 7**.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien malliajon ja raportoinnin suoritti Olli-Pekka Vieltojärvi (Ahma ympäristö Oy). Mallitarkastelu on esitetty **liitteessä 5**.

4. SÄÄTILA JA HYDROLOGISET OLOSUHTTEET

4.1 Säätila

Vuoden 2013 keskilämpötila oli Sodankylässä 1,1 °C, mikä oli 1,4 °C enemmän kuin vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin. Vuoden 2013 sadesumma (487 mm) oli noin 92 % vertailujakson 1981–2010 keskimääräisestä sadesummasta. (**Kuva 1**).



Kuva 1. Kuukauden keskilämpötilat ja sadesummat Ilmatieteen laitoksen Sodankylän asemalla vuosina 2013 ja 2012 sekä vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin (Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2012–2013, **Pirinen ym. 2012**).

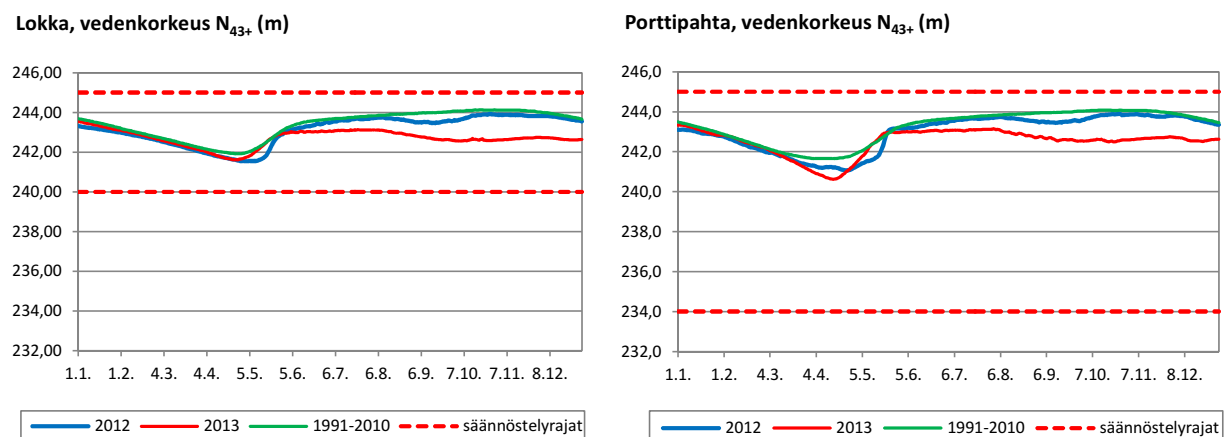
Vuosi 2013 oli lämpötiloiltaan pääosin tavanomainen tai keskimääräistä lämpimämpi, paitsi maaliskuu oli Sodankylässä tavanomaista selvästi kylmempi.

Sademäärien suhteen vuosi 2013 oli melko poikkeava. Ainoastaan huhtikuussa ja marraskuussa sademäärät olivat pitkänajan keskiarvojen tuntumassa, muina aikoina sademäärät poikkesivat merkittävästi vertailujakson kuukausikeskiarvoista. Tammi-, kesä-, loka- ja joulukuussa satoi Sodankylässä selvästi keskimääräistä enemmän. Eriyisen sateinen oli kesäkuu, jolloin satoi 110 mm eli lähes puolta tavanomaista enemmän. Kuivinta oli alueella maaliskuussa (5 mm).

Tammi-helmikuussa lunta oli paikoittain keskimääräistä enemmän. Huhtikuussa lumet sulivat nopeasti vesisateista johtuen. Lokakuussa pysyvä lumipeite satoi hieman tavallista myöhemmin. Lapin järvet jäättyivät marraskuun aikana. Kuukauden lopulla Lapissa oli lunta ja jätää jo paikoin paksult.

4.2 Vedenkorkeus ja virtaamat

Lokan ja Porttipahdan säännöstely tapahtui vuonna 2013 lupaehtojen sallimissa rajoissa (**Kuva 2**).



Kuva 2. Lokan ja Porttipahdan vedenkorkeudet vuosina 2012 ja 2013 ja vertailujaksolla 1991-2010 keskimäärin sekä säännöstelyrajat. (**Ympäristöhallinnon OIVA-tietopalvelu 26.2.2014**)

Alimmillaan Lokan vedenkorkeus oli N43 + 241,6 m huhtikuun lopulla. Porttipahdan vedenkorkeus oli alhaisimmillaan N43 + 240,6 m huhtikuun puolivälissä. Sekä Lokan että Porttipahdan vedenkorkeudet olivat vuoden 2013 alkupuolella vuosien 1991–2010 keskimääräisen vedenkorkeuden tuntumassa. Lokassa kesästä ja Porttipahdassa keväästä eteenpäin loppuvuoteen asti vedenkorkeudet olivat pääosin tavanomaista alhaisempia.

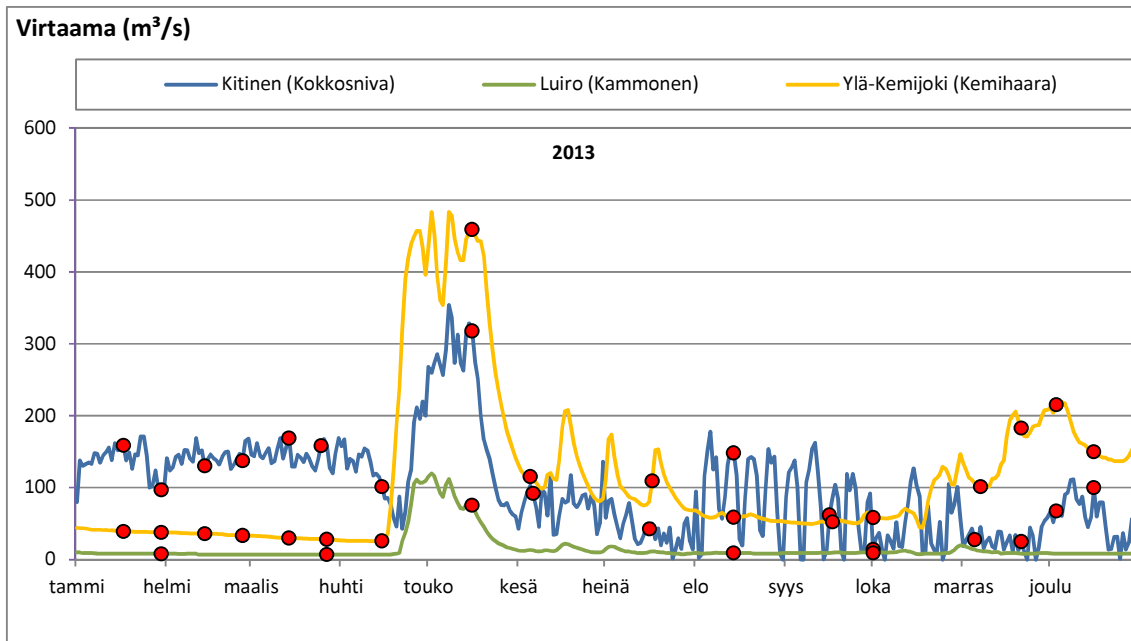
Kitisessä mitataan virtaamaa Porttipahdan padolla, Kurittukosken, Vajukosken, Matarakosken, Kelukosken, Kurkiaskan ja Kokkosnivan voimalaitoksilla ja Luirossa Lokan padolla sekä Kammosessa. Ylä-Kemijoesta virtaamatiedot olivat käytettävissä Kemihaaran mittauspaikalta Pelkosenniellä. Virtaamien keski- ja ääriarvot vuosina 2012 ja 2013 on esitetty taulukossa (**Taulukko 3**). Vuonna 2013 Kitisen keskivirtaama (MQ) oli Ylä-Kemijokea pienempi, mutta vuonna 2012 tilanne oli päinvastainen. Kitisen, Luiron ja Ylä-Kemijoen keskivirtaamat olivat pääsääntöisesti vuonna 2013 hieman edellisvuotta pienempiä.

Maksimivirtaamat (HQ) olivat vuonna 2013 Kitisen Porttipahdan padolla ja Kurittukoskella sekä Luirossa Lokan padolla edellisvuoden luokkaa. Muissa mittauspaikoissa maksimivirtaamat olivat jonkin verran tai selvästi vuotta 2012 alhaisempia. Useilla mittauspisteillä vuoden 2013 maksimivirtaamat olivat noin puolet edellisvuotta alhaisempia.

Taulukko 3. Virtaaman keski- ja ääriarvot Kitisessä, Luirossa ja Kemihaarassa (Ylä-Kemijoki) vuosina 2012 ja 2013 (ympäristöhallinnon OIVA-tietopalvelu 5.2.2014).

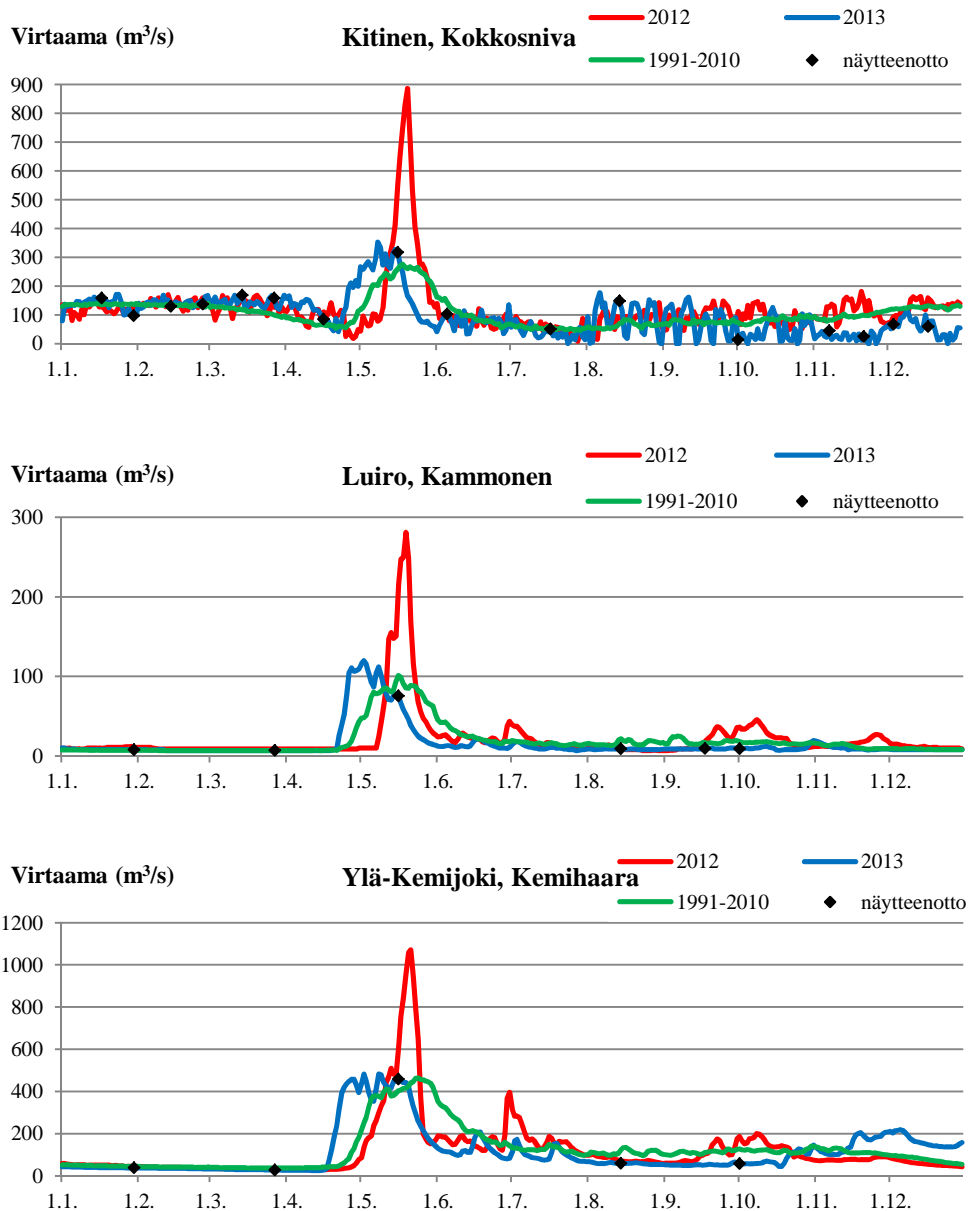
	MQ m ³ /s		NQ m ³ /s		HQ m ³ /s	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Kitinen						
Porttipahta, pato	57	55	0	0	138	138
Kurittukoski	59	56	0	0	138	138
Vajukoski	69	63	0	0	269	144
Matarakoski	75	66	0	0	381	164
Kelukoski	87	75	0	0	615	244
Kurkiaska	118	97	9	0	904	333
Kokkosniva	121	99	9	0	887	354
Luiro						
Lokka, pato	3	3	0	0	5	5
Kammonen	21	16	7	7	281	120
Ylä-Kemijoki						
Kemihaara	117	114	30	25	1072	483

Tammi-huhtikuussa Kitisen virtaama muodosti suurimman osan tarkasteltavan jokisysteemin virtaamasta (**kuva 3**). Touko-heinäkuussa Ylä-Kemijoen virtaama oli Kitistä ja Luiroa suurempi. Kesä-heinäkuussa Ylä-Kemijoen virtaama oli yli puolet kokonaisvirtaamasta. Luiroon ja Kitisen vesien vaikutus oli suurimmillaan kevättulvan aikaan. Elo-lokakuussa Kitisessä virtasi jälleen muita jokia enemmän vettä. Elo-lokakuussa Ylä-Kemijoen virtaaman osuus kokonaisvirtaamasta oli hieman alle puolet. Loppuvuonna Ylä-Kemijoen virtaama oli jälleen Kitistä ja Luiroa suurempi. Jokien virtaaman osuus kuukausittain kokonaisvirtaamasta vaihteli Luiroon osalta välillä 3-10 %, Kitisen osalta välillä 14-80% ja Ylä-Kemijoen osalta välillä 16-80%.



Kuva 3. Virtaaman jakautuminen Kitisen, Luiron ja Ylä-Kemijoen välillä kuukausittain vuonna 2013 (ympäristöhallinnon OIVA-tietopalvelu 3.3.2014). Punaiset pallot kuvaavat näytteenotto päiviä.

Kuvassa (**Kuva 4**) on esitetty vuorokausivirtaamat Kitisen Kokkosnivan, Luiron Kammosen ja Ylä-Kemijoen Kemahaaran mittausta paikoilta vuosina 2012-2013 sekä kuukausikeskiarvot vertailujaksolta 1991-2010. Tammi-maaliskuussa 2013 virtaamat olivat lähellä vuosien 1991-2010 keskimääräistä tasoa. Huhtikuun lopussa ja toukokuun alussa virtaamissa oli havaittavissa tulvahuippu, joka oli pitkän keskiarvon tasoa. Edellisvuodesta poiketen virtaamat olivat vuonna 2013 selvästi alhaisemmat keväällä. Porttipahdan juoksutus lopetettiin 23.4.–3.6.2013 väliseksi ajaksi, joten tulvahuippu muodostui Kitisessä pääosin luonnonvalumasta. Lokan juoksutus oli huhtikuun lopussa ja toukokuun alussa pääsääntöisesti vähäistä (1–2 m³/s), joten myös Luiron tulvahuippu johtui pääosin lumien sulamisesta. Kitisen virtaamat olivat ajoittain elo- ja syyskuussa tavanomaista hieman suurempia ja loppuvuodesta tavanomaista pienempiä. Luiron ja Ylä-Kemijoen virtaamat olivat loppuvuodesta pääosin hieman keskimääräistä pienempiä, paitsi Ylä-Kemijoen marras-joulukuussa tavanomaista suurempia.



Kuva 4. Vuorokausivirtaamat Kitisessä, Luirossa ja Ylä-Kemijoessa vuosina 2012–2013 (ympäristöhallinnon OIVA-tietopalvelu 6.2.2014) sekä virtaamien kuukausikeskiarvot vertailujaksolla 1991–2010. Lisäksi kuvaajaan on merkitty vuoden 2013 tarkkailuohjelman mukaiset näytteenottojen ajankohdat Kitisen, Luiiron ja Ylä-Kemijoien alaosalla.

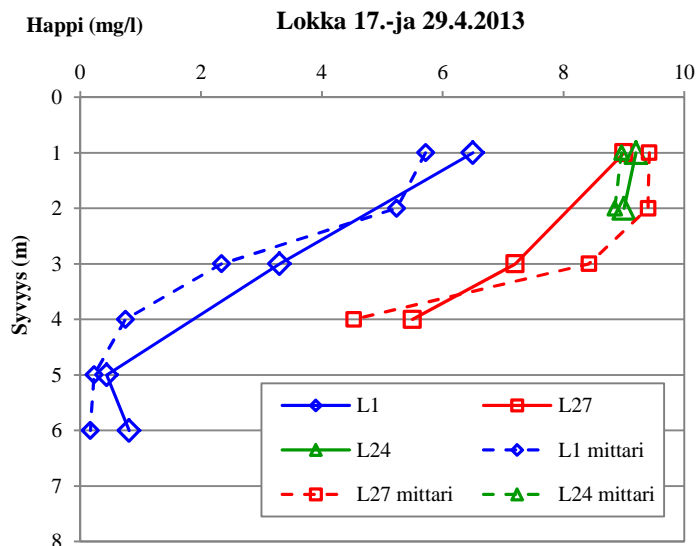
5. LOKKA JA PORTTIPAHTA

5.1 Veden laatu vuonna 2013

Lokan ja Porttipahdan sekä Vuotson kanavan tarkkailupaikoilta näytteet otettiin vuonna 2013 tarkkailuohjelman mukaisesti huhtikuussa, heinäkuussa, elokuussa ja lokakuussa. Tehostettua happitarkkailua tehtiin Lokassa huhtikuussa. Vuonna 2013 Lapin ELY-keskus ei ottanut näytteitä Lokan ja Porttipahdan patojen edustalta.

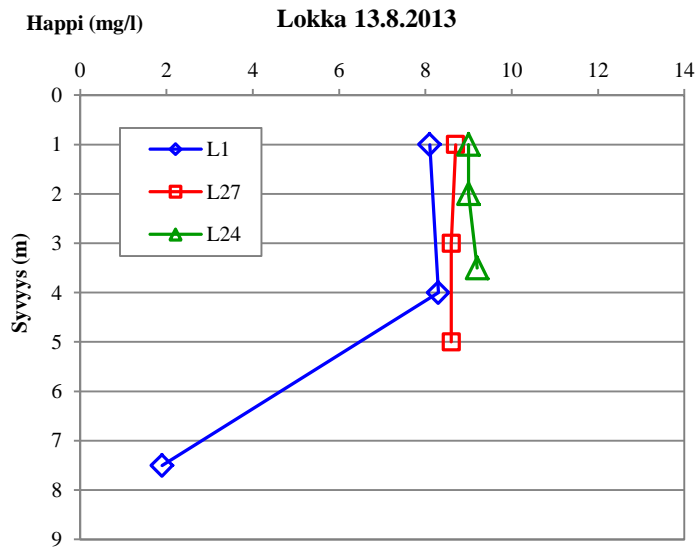
Happi

Happitilanne oli Lokassa selvästi heikentynyt talvikerrostuneisuuden aikana (**Kuva 5**).



Kuva 5. Happipitoisuudet Lokan tekojärvellä pisteillä L1, L24 ja L27 kevättalvella vuonna 2013. Tehostettuun happitarkkailuun kuuluen happipitoisuudet mitattiin kevättalvella myös kenttämittarilla.

Huhtikuun näytekerroilla Lokassa oli havaittavissa veden selvää kerrostuneisuutta lämpötilan suhteen. Lokan padon edustalla (L1) veden happitilanne oli pohjan läheisyydessä alusvedessä heikko ja koko vesikerroksessa lähinnä välttävä. Myös Lokan keskiosassa (L27) pohjanläheisessä vedessä oli havaittavissa selvää happivajausta huhtikuussa. Happitilanne oli pisteellä L27 lähinnä tyydyttävällä tasolla. Kenttämittaukset antoivat happitilanteesta hyvin samankaltaisen kuva kuin titrauksen perusteella saatiin.



Kuva 6. Happipitoisuudet Lokan tekojärvellä pisteillä L1, L24 ja L27 loppukesällä vuonna 2013.

Tehostettu happitarkkailu tehtiin kevättalvella kerran mittaamalla Lokan veden happipitoisuus kenttämittarilla metrin välein pinnasta pohjaan saakka seitsemältä näytteenottoapaikalta. Happimittaukset jäi vuoden 2013 huhtikuussa tekemättä jökisuiden pisteiltä LH3, LH5 ja LH6, epävarmojen jääolosuhteiden vuoksi.

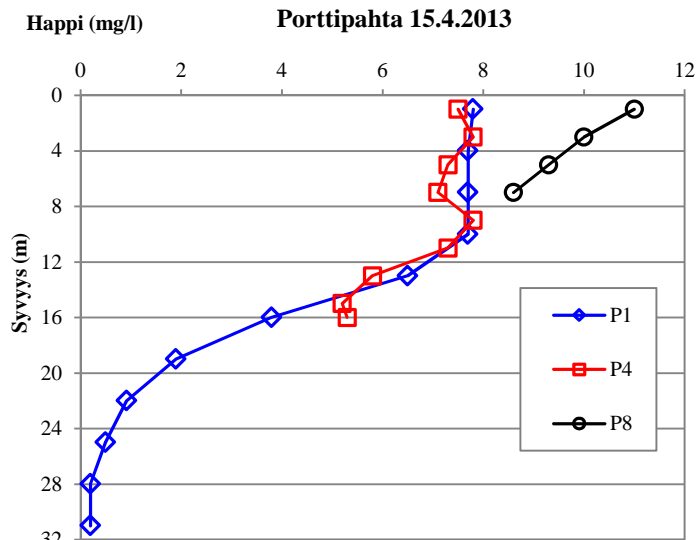
Pintaveden (1 m) happipitoisuudet olivat pisteillä hyvää tai erinomaista tasoa (happipitoisuus ≥ 9 mg/l) lähes kaikilla näytteenottoapaikoilla. Lokan padon edustalla pisteellä L1 ja Lokan lounaisosan pisteellä LH2 pintaveden happitilanne (5,6-5,7 mg/l) oli kuitenkin alentunut. Pääosin pisteiden happitilanne oli 1 metrissä ja 2 metrissä samankaltainen, paitsi pisteellä LH4 happitilanne oli 2 metrissä jonkin verran alentunut. Kolmesta metrissä alaspäin happitilanne heikkeni pisteillä yleisesti. Pisteillä L1 ja LH2 happitilanne oli heikko jo kolmessa metrissä. Pisteellä L27 happitilanne oli edelleen hyvä kolmessa metrissä, kun taas pisteillä LH1 ja LH4 happitilanne oli kyseisessä syvyydessä hieman alentunut (5,4-6,2 mg/l). Veden happitilanne oli heikko tai vesi oli lähes hapeton pistellä L1 4-6 metrin syvyyksillä (0,2-0,8 mg/l). Happitilanne oli heikko myös pisteellä LH1 neljän metrin syvyydellä ja pisteellä LH2 kolmen ja neljän metrin syvyydellä. Paras happitilanne oli pohjanläheisessä vesikerroksessa niillä näytteenottoapaikoilla, joissa kokonaissyvyys jäi melko pieneksi tai joilla esiintyi virtauksia.

Taulukko 4. Lokan tehostetun happitarkkailun tulokset keväällä 2013.

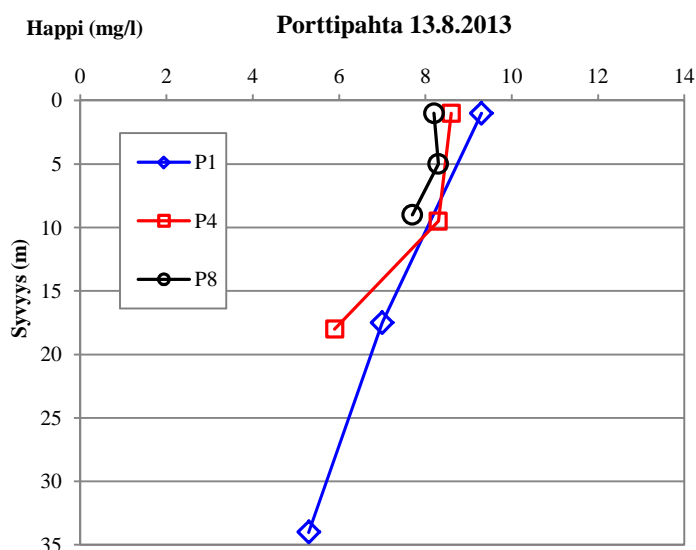
Syvyys m	L1 mg/l	L27 mg/l	L24 mg/l	LH1 mg/l	LH2 mg/l	LH3 mg/l	LH4 mg/l	LH5 mg/l	LH6 mg/l	LH7 mg/l
1	5,7	9,4	9,0	8,9	5,6	-	9,0	-	-	10,1
2	5,2	9,4	8,9	8,7	5,6	-	5,8	-	-	10,1
3	2,3	8,4	-	6,2	0,9	-	5,4	-	-	-
4	0,8	4,5	-	1,7	0,4	-	-	-	-	-
5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tarkkailutulosten perusteella Lokka ei kerrostunut lämpötilan suhteen **kesällä 2013**. Lokan happipitoisuudet olivat kesällä pääosin erinomaisia tai hyviä.

Lokan padon edustalla pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuus oli kuitenkin heikentynyt (1,9 mg/l) elokuun näytekeralla (**kuva 6**). **Lokakuussa** Lokan padon edustalla ei ollut havaittavissa lämpötilakerrostuneisuutta ja happipitoisuudet olivat lähinnä tyydyttäviä kaikilla syvyyksillä.



Kuva 7. Happipitoisuudet Porttipahdassa kevättalvella vuonna 2013.



Kuva 8. Happipitoisuudet Porttipahdassa loppukesällä vuonna 2013.

Porttipahdan padon edustalla (P1) happipitoisuudet olivat **kevättalvella** lähinnä tyydyttävällä tasolla (**kuva 7**). Kuudestatoista metristä pohjaan päin happitilanne heikkeni edelleen. Pohjan läheisyydessä alusvedessä vesi oli lähes hapetonta. Lämpötilakerrostuneisuutta oli havaittavissa muilla havaintopaikoilla, paitsi pisteellä P8, jossa vesi oli tasalämpöistä eri syvyyksillä. Porttipahdan näytteenottopaikalla P4 happitilanne oli huhtikuussa lähinnä tyydyttävällä tasolla ollen kuitenkin alhaisimmillaan alusvedessä (**kuva 8**). Näytteenottopaikalla P8 happitilanne oli hyvä tai tyydyttävä.

Kesällä Porttipahdan padolla oli havaittavissa vain lievää lämpötilakerrostuneisuutta elokuun näytekerralla. Heinäkuussa kaikilla pisteillä happitilanne oli eri syvyyksillä lähinnä erinomainen. Elokuussa pintaveden happipitoisuudet olivat hyvää tai erinomaista tasoa, mutta pohjanläheisessä vesikerroksessa happitilanne oli hieman heikentynyt. **Lokakuussa** happitilanne oli havaintopaikoilla eri syvyyksillä hyvällä tasolla.

Muu veden laatu

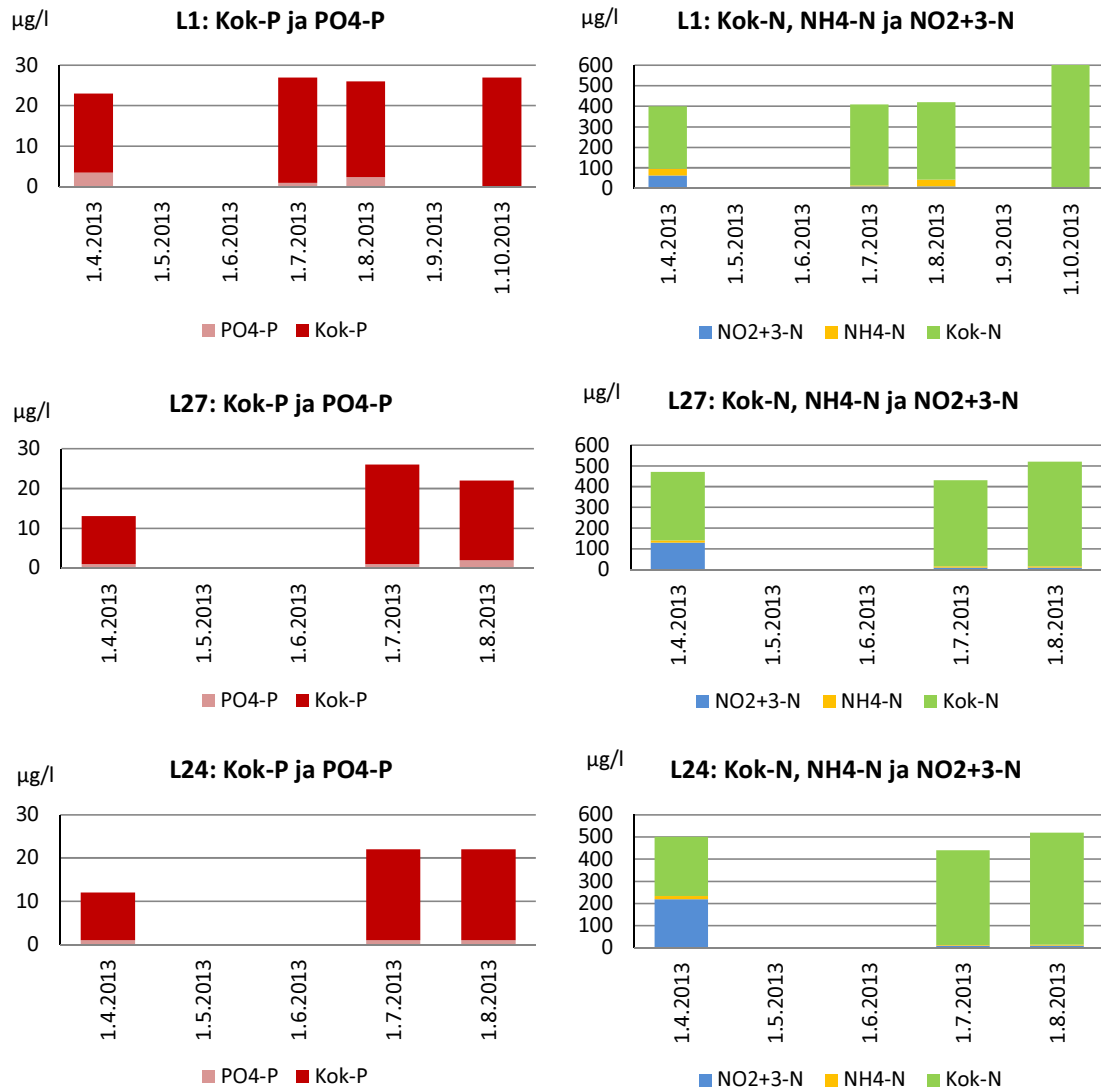
Kevättalvella Lokan vesi oli lievästi hapanta ja alkaliniteetti oli pintavedessä hyvää tasoa ja alusvedessä pohjan tuntumassa erinomaista tasoa. Vesi oli Lokassa kemiallisen hapenkulutuksen ja värin perusteella keskihumuksista ja voitiin luokitella lievästi ruskeavetiseksi. Runsaimmin epäorgaanisia typen ja fosforin yhdisteitä havaittiin kevään näytekerralla (**kuva 9**). Tällöinkin niiden suhteelliset osuudet olivat alhaisia. Alusveden huono happitilanne nostatti osaltaan myös pohjan tuntuman ammoniumtyppi- ja rautapitoisuuksia. Lokan padon luona vesi oli pääsääntöisesti hieman huonolaatuisempaa kuin muualla Lokassa. (**Taulukko 5**)

Kesällä Lokassa ei ollut havaittavissa selvää lämpötilakerrostuneisuutta. Vesi oli keskimäärin lievästi hapanta ja alkaliniteetti hyvä (**Taulukko 5**). Vesi oli keskimäärin kesällä tummintaa elokuun näytekerralla. Rautapitoisuudet olivat humusvesille tyypillistä tasoa. Lokan päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat kesällä 22-27 µg/l, kokonaistyyppipitoisuudet 410–520 µg/l ja klorofylli-a:n pitoisuudet 12–34 µg/l (**Kuva 9, Taulukko 5**). Kokonaistyyppipitoisuudet olivat heinä-elokuussa karuille tai lievästi reheville vesille tyypillistä tasoa. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat lähinnä lievästi reheville vesille tyypillistä tasoa. Keskimääräiset klorofylli-a:n pitoisuudet olivat hieman edellisvuotta korkeampia ja viittasivat rehevään vedenlaatuun. Epäorgaanisen fosforin (PO₄-P) liukoiset pitoisuudet olivat alhaisia (ka. 1 µg/l), joten epäorgaanisen fosforin suhteellinen osuus kokonaisfosforin määrästä jäi melko pieneksi kaikilla näytteenottokerroilla (**Kuva 9**). Myös epäorgaanisen typen (NO₂+NO₃+NH₄-N) pitoisuudet jäivät suhteellisen pieniksi Lokassa lähes kaikilla näytteenottokerroilla. Pääosa epäorgaanisesta tyyppistä oli ammoniumtyyppiä. Ammoniumtyypipitoisuudet olivat pääosin alhaisia, mutta kertaluonteinen pitoisuusnousu (230 µg/l) havaittiin elokuun näytekerralla havaintopaikalla L1c, kun alusveden happitilanne oli huono.

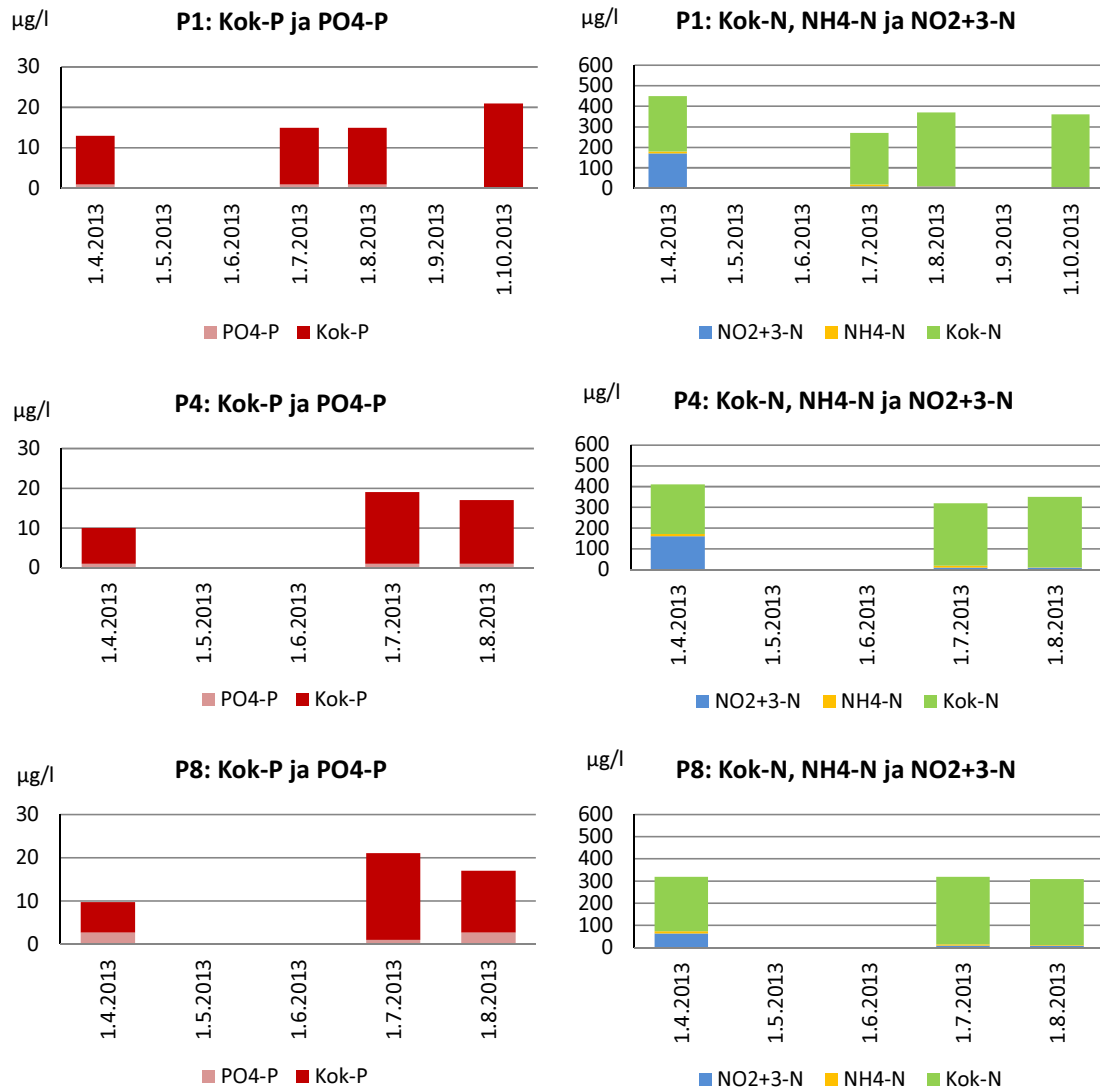
Syksyllä Lokan padon edustalta otettiin vesinäytteitä lokakuussa. Vedenlaatu ei merkittävästi eronnut aiemmasta, paisti vesi oli edeltäviä näytekertoja keskimäärin hieman väriltään tummempaa ja tyyppipitoisempaa. Vesi oli Lokassa lokakuun näytekerralla lähes tasalämpöistä pinnasta pohjaan asti.

Taulukko 5. Päälyysveden (1 m) sekä pohjan läheisen veden laatu Lokassa ja Porttipahdassa keskimäärin sekä vedenlaatu Vuotson kanavassa vuonna 2013.

Aika	n	Vesi-kerros	O ₂ mg/l	O ₂ kyll%	pH	Alk. mmol/l	Väri mgPt/l	COD _{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Kok.N µg/l	NO ₂₃ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	Chl-a µg/l	Fe µg/l
Lokka															
29.4.2013	3	pinta	8	57	6,4	0,14	58	9	16	2	457	138	19		430
15.7.2013	3	pinta	9	94	6,7	0,11	53	9	25	1	427	10	5	16	473
13.8.2013	3	pinta	9	90	6,3	0,13	74	9	23	1	487	10	14	30	400
1.10.2013	1	pinta	9	73	6,9	0,12	89	9	27		630				490
29.4.2013	3	pohja	5	36	6,3	0,22	74	10	10	6	162	109	162		1463
15.7.2013	3	pohja	9	94	6,6	0,12	53	9	26	1	457	10	5		473
13.8.2013	3	pohja	7	70	6,1	0,15	92	9	28	1	483	10	79		713
1.10.2013	1	pohja	9	73	6,8	0,12	96	10	31		670				490
Vuotson kanava															
17.4.2013	1	pinta	8	58	6,3	0,16	82	8	14	3	450	140	28		640
16.7.2013	1	pinta	9	92	6,4	0,13	63	9	32	1	330	10	16	12	770
13.8.2013	1	pinta	9	92	6,3	0,14	66	9	23	1	540	10	4	19	500
Porttipahta															
15.4.2013	3	pinta	9	61	6,5	0,19	71	9	11	2	393	131	10		503
24.7.2013	3	pinta	10	100	6,9	0,19	58	7	18	1	303	10	8	14	563
13.8.2013	3	pinta	9	90	6,6	0,20	60	7	16	2	343	10	2		513
1.10.2013	1	pinta	10	82	7,2	0,20	69	7	21		360				620
15.4.2013	3	pohja	5	33	6,7	0,49	135	7	15	2	175	52	175		3220
24.7.2013	3	pohja	10	93	6,9	0,23	62	8	17	1	277	13	10		588
13.8.2013	3	pohja	6	63	6,2	0,23	62	8	19	4	350	21	51		940
1.10.2013	1	pohja	10	82	7,2	0,19	69	8	18		380				640



Kuva 9. Ravinnepitoisuudet Lokan päällysvedessä näytekerroittain vuonna 2013. Epäorgaanisen typen ($\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ja $\text{NH}_4\text{-N}$) ja fosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) osuudet kokonaisravinnemäärästä on esitetty eri väreillä.



Kuva 10. Ravinnepitoisuudet Porttipahdan päällysvedessä näytekerroittain vuonna 2013. Epäorgaanisen typen ($\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ja $\text{NH}_4\text{-N}$) ja fosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) osuudet kokonaisravinnemäärästä on esitetty eri väreillä.

Huhtikuussa Porttipahdassa alusveden heikko happitilanne nostatti raudan pitoisuutta pohjalla, mikä vaikutti nostattavasti myös veden väriarvoon. Porttipahdassa alusveden rautapitoisuus oli keskimäärin lähes puolta Lokan alusveden pitoisuutta korkeampi, mikä johtui lähinnä pisteen P1c alusvedessä huhtikuussa havaitusta huonon happitilanteen aiheuttamasta pitoisuusnoususta (8 200 µg/l). Vesi oli hieman tummempaa väriiltään kuin Lokassa, mutta keskimääräiset humuspitoisuudet olivat samaa tasoa. Porttipahdassa vesi voitiin kyseisten pinta- ja alusveden pitoisuuksien perusteella luokitella lähinnä ruskeavetiseksi ja keskiumuksiseksi. Porttipahdassa vesi oli Lokan tavoin hieman hapanta ja alkaliniteetti oli eri syvyyksillä joko hyvää tai erinomaista tasoa. Ravinnepitoisuudet olivat tekojärvessä kevättalvella melko matalia, mutta ravinteiden määrä oli Lokan pintavedessä keskimäärin hieman suurempia kuin Porttipahdassa.

Kesällä Porttipahdan vedessä havaittiin kesällä lievää lämpötilakerrostuneisuutta lähinnä elokuussa. Veden pH-arvot olivat heinäkuussa lähellä neutraalia ja elokuussa vesi oli lievästi hapanta. Havaintopaikkojen alkaliniteettiarvot ilmensivät pääosin hyvää tai erinomaista puskurikykyä happamoitumista vastaan. Väriarvot olivat huhtikuuta alhaisempia ja rautapitoisuudet olivat humusvesille tyypillistä tasoa. Porttipahdan pintavedessä oli keskimäärin hieman enemmän rautaa kuin Lokan vedessä, mutta Porttipahdan pintavedessä oli hieman vähemmän humusta kuin Lokan vedessä.

Porttipahdan pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat heinäkuussa 15–21 µg/l, kokonaistyyppipitoisuudet olivat 270–320 µg/l ja klorofylli-a-pitoisuudet 8–20 µg/l (**Kuva 10**). Porttipahdan pintaveden fosforipitoisuudet olivat kesällä lievästi reheville vesille tyypillistä tasoa, kun taas tyyppipitoisuudet indikoivat karua vedenlaatua. Keskimääräiset klorofylli-a-pitoisuudet viittasivat rehevään vedenlaatuun. Vuoden 2013 kesän vedenlaatutietojen perusteella Lokka oli Porttipahdasta hieman rehevämpi vesistö. Kesäaikaan pintaveden epäorgaanisen fosfaattifosforin liukoiset pitoisuudet olivat Porttipahdassa alhaisia (ka. 1-2 µg/l) (**kuva 10**). Nitriitti- ja nitraattitypen (NO₂+NO₃-N) ja ammoniumtypen (NH₄-N) pintavesien pitoisuudet olivat Porttipahdassa myös suhteellisen alhaisia (ka. 2-10 µg/l). Suurimmillaan epäorgaanisen typen suhteellinen osuus kokonaistypestä oli kevään näytekerralla.

Syksyllä näytteitä otettiin Porttipahdan padon edustalta lokakuussa. Syksyn näytteenotokerralla pintaveden vedenlaatu ei merkittävästi eronnut edellisestä näytekerrasta muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Syksyllä pintavesi oli Porttipahdassa hieman rautapitoisempaa ja alusvesi tyyppipitoisempaa. Sekä pinta- että alusvesi olivat myös hieman aiempaa emäksisempää.

Vuonna 2013 Vuotson kanavan pintavedenlaatu ei merkittävästi eronnut Lokan tai Porttipahdan yleisestä vedenlaadusta, paitsi Vuotson kanavan vesi oli keskimäärin keväällä ja kesällä hieman väriltään tummempaa ja rautapitoisempaa. Kesällä myös Vuotson pintavesi sisälsi hieman keskimäärin enemmän fosforia. Keskimääräisen kesän pintaveden fosforipitoisuuden ja klorofylli-a:n pitoisuuden perusteella vesi oli Vuotson kanavassa rehevää, kun taas keskimääräinen tyyppipitoisuus kuvasti karua vedenlaatua.

Kokonaisuutena tarkastellen vedenlaadussa ei ollut vuonna 2013 havaittavissa merkittäviä eroja tekojärvien kesken.

6. ALAPUOLISET JOET

6.1 Veden laatu vuonna 2013

Näytteenotto tapahtui vuonna 2013 pääsääntöisesti ohjelman mukaisesti tekojärvien alapuolisista joista eli Luiron, Kitisen ja Kemijoen tarkkailupaikoilta. Pisteeltä LU10 otettiin epähuomiossa myös syyskuussa näyte.

Näytteitä kertyi jokaiselta tarkkailupaikalta 5–17 kappaletta (**Taulukko 1**). Lapin ELY-keskus otti näytteitä lisäksi Luiron Kotakoskelta (LUIROJOKI YL.KOTAKOSK.11) noin 40 kilometriä Lokan padolta alavirtaan maaliskuussa, toukokuussa, kesäkuussa ja elokuussa. Koska näytteitä otettiin hyvin erilainen määrä näytepisteiltä, heikentää se hieman tulosten vertailtavuutta.

Vuonna 2013 Porttipahdasta ei juoksutettu vettä juuri lainkaan välillä 23.4.-4.8. Ajoittain kyseisenä aika juoksutusta tapahtui kuitenkin jonkin verran muutaman päivän ajan. Lisäksi juoksutus oli pääosin vähäistä välillä 5.10.-28.11.2013. Heinäkuun näytteenotot ajoittuivat ajankohtaan, jolloin Porttipahdasta ei juoksutettu vettä, mikä voi vaikuttaa veden laatuun.

Luiro

Luirosta otettiin näytteitä vuonna 2013 Lokan alakanavalta, Luiroon keskiosalta Tanhuasta ja alaosalta Luiroon kylältä. Näytteet otettiin ohjelman mukaisesti tammikuussa, maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa. Lisäksi vedenlaadun tarkastelussa käytettiin Lapin ELY-keskuksen tarkkailutuloksia ylemmästä Kotakoskesta.

Luiroon veden mitatut pH-arvot olivat 6,1-7,4. Matalimmillaan pH-arvot olivat pääosin kaikilla näytteenottopaikoilla maaliskuu-toukokuussa. Korkeimmillaan pH-arvot puolestaan olivat elo- ja lokakuussa. Korkein pH-arvo mitattiin Tanhuasta (Lu68) lokakuun näytekerroilla. Ylemmän Kotakosken pH-arvot eivät juuri eronneet kyseisten tarkkailtavien Luiroon havaintopaikkojen arvoista. Alkaliniteetin arvot olivat pääosin tarkkailuvuonna erinomaista tasoa kaikilla näytteenottopaikoilla. Toukokuussa puskurikyky laski lähes kaikilla näytteenottopaikoilla, myös ylemmässä Kotakoskessa, hyvälle tasolle.

Luiroon veden happipitoisuudet, myös ylemmässä Kotakoskessa, olivat vuonna 2013 pääosin hyvää tasoa (> 8 mg/l). Ainoastaan toukokuun näytteenotokerralla Lokan padon alapuolella (Lu146) veden happipitoisuus oli hiukan alentunut (pitoisuus 3,9 mg/l) (**kuva 11**).

Veden väriarvo vaihteli Luirossa vuonna 2013 jonkin verran (34-110 mg Pt/l). Väriarvot olivat pääosin alimmillaan elokuussa ja ylimmillään toukokuussa. Tummintaa Luiroon vesi oli Tanhuassa (Lu68) ja Luiroon alajuoksulla (Lu10) toukokuussa. Väriarvoihin vaikuttavat COD_{Mn}- arvot ja kiintoainepitoisuudet, jotka myös olivat pääosin korkeimmillaan toukokuussa sulamisvesistä johtuen (**kuva 11**). Luiroon veden kiintoainepitoisuudet olivat joen keski- ja alaosalla sekä Kotakoskella melko pieniä (1-5 mg/l).

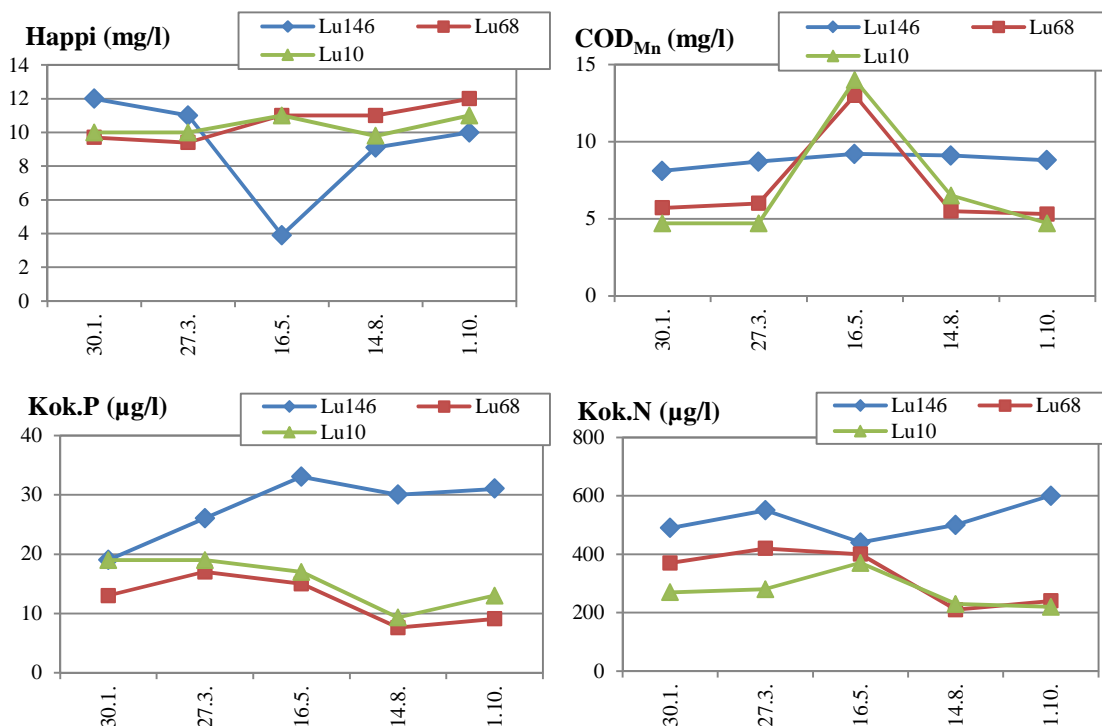
Rautapitoisuudet olivat pääosin korkeimmillaan tammi- ja toukokuun näytekerroilla. Toukokuussa rautapitoisuuksia kohottivat myös sulamisvedet. Rautapitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä 441-1340 µg/l. Ylemmästä Kotakoskesta rautapitoisuuksia ei määritetty. Luiroon keskimääräiset rautapitoisuudet eivät merkittävästi eronneet (ka. 846-920 µg/l), mutta eniten rautaa havaittiin keskimäärin Luiroon alajuoksulla. Mangaanipitoisuudet vaihtelivat Luirossa välillä 8-91 µg/l. Suurin pitoisuus mitattiin toukokuussa Lokan padon alapuolella. Mangaanipitoisuudet olivat myös keskimäärin korkeimmat Lokan padon alapuolella, jossa vesi oli myös hieman muita pisteitä sameampaa. Sameinta vesi oli Lokan padon alapuolella toukokuussa (4,0 FTU).

Vesi oli keskimäärin ravinteikkaampaa Lokan padon alapuolella (Lu146) kuin Luiroon keski- tai alaosalla (**kuva 11**) viitaten Lokasta huuhtoutuneisiin ainemääriin ja Luiroon laskevien jokien niukkaravinteisuuteen. Lokan alakanavassa kokonaisfosforipitoisuudet olivat 19-33 µg/l (ka 28 µg/l), kun Luiroon keski- ja alaosalla fosforia oli 8-19 µg/l (ka 12-15 µg/l). Luiroon keski- ja alaosan näytteenottopaikkojen välillä ero fosforipitoisuuksissa oli vähäinen (**kuva 11**).

Keskimääräisten kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella vesi voitiin luokitella Lokan padon alapuolella lähinnä reheväksi ja Luiron keski- ja alaosalla sekä ylemmällä Kotakoskella lievästi reheväksi.

Alakanavan typpipitoisuudet vaihtelivat välillä 440-600 µg/l, kun Luiron keski- ja alaosalla mitatut kokonaistypen pitoisuudet vaihtelivat välillä 210-420 µg/l. Typpipitoisuudet olivat keskimäärin hieman korkeampia Luiron keskiosassa (ka. 328 µg/l) kuin alaosassa (ka. 274 µg/l). Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritettiin vain elokuussa, joten Luiron keski- ja alaosalta oli käytettävissä vain yhdet tulokset. Ylemmältä Kotakoskelta epäorgaanisten ravinteiden määrä analysoitiin jokaisella näytteenotokerralla (liite 4).

Elokuun näytekerroilla Lokan alakanavassa ammoniumtyyppiä (NH₄-N) todettiin 56 µg/l, Luiron keski- ja alaosalla ammoniumtyyppiä todettiin vain vähäisiä määriä (4-5 µg/l). Ylemmällä Kotakoskella epäorgaanisia ravinteita havaittiin hieman maaliskuun näytekerroilla, mutta muilla näytekerroilla pitoisuudet olivat hyvin alhaisia.



Kuva 11. Luiron happipitoisuus, COD_{Mn}-arvo sekä kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2013. Lu146: Luiron alakanava, Lu68: Tanhua, Lu10: Luiron alaosa.

Kitinen

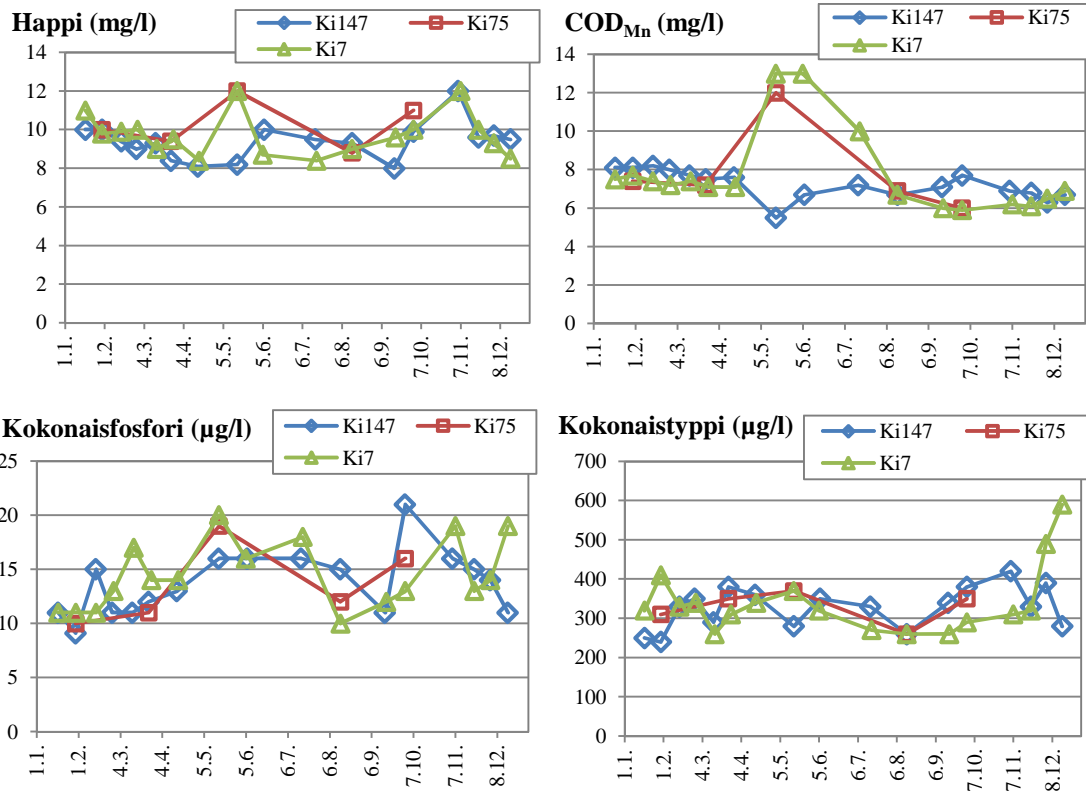
Porttipahdan alakanavasta (Ki147) ja Kairalasta (Ki7) vesinäytteet otettiin kaksi kertaa kuukaudessa tammi-helmikuussa sekä marras-joulukuussa; huhti-lokakuussa näytteet otettiin kerran kuukaudessa. Sodankylän näytteenottoaikalta Ki75 näytteet otettiin vuonna 2013 tammikuussa, maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Kitisen veden happipitoisuudet olivat pääosin hyvää tai erinomaista tasoa (> 8 mg/l) (**kuva 12**). Kitisen veden pH-taso vaihteli välillä 6,4-7,4 eli veden pH-arvot vaihtelivat lievästi happamasta lievästi emäksiseen. Kitisen pisteillä pH-arvot olivat alhaisimmillaan maalisi- ja huhtikuun näytekertoilla. Korkeimmat pH-arvot havaittiin Kitisessä lähinnä syys- ja lokakuun näytekertoilla.

Kitisien alkaliniteetin arvot olivat erinomaista tai hyvää tasoa. Pääosin alkaliniteettiarvot olivat korkeimmillaan pisteillä loppuvuodesta, paitsi Porttipahdan alakanavassa keväällä. Kokonaisuutena alkaliniteettiarvot eivät merkittävästi eronneet havaintopaikkojen ja näytekertojen välillä.

Väriarvojen ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) keskimääräisten pitoisuuksien perusteella Kitinen voitiin luokitella lähinnä keskiumuksiseksi ja lievästi ruskeavetiseksi. Vesi oli väriltään tummintaa ja humuspitoisinta pääosin toukokuussa kevättulvan aikaan, paitsi Porttipahdan alakanavassa vesi oli humuspitoisinta alkuvuodesta. Kitisen veden rautapitoisuudet vaihtelivat välillä 360-972 µg/l ja mangaanipitoisuudet vaihtelivat välillä 15-441 µg/l. Muihin pisteisiin verrattuna poikkeuksellisen korkea mangaanipitoisuus (441 µg/l) havaittiin havaintopaikalla Ki7 joulukuun puolivälissä. Kyseisellä näytekerralla muut vedenlaatutulokset olivat pisteelle ominaisia eikä pitoisuusnousulle löytynyt selvää syytä. Rautapitoisuudet olivat suurimmillaan tulva-aikaan toukokuussa.

Kitisen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 9-21 µg/l, ja suurimmillaan pitoisuudet olivat Kitisen keski- ja alaosalla kevättulvan aikaan toukokuussa ja Porttipahdan alakanavassa lokakuussa. Kitisen kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat välillä 240-590 µg/l. Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat suhteellisen vähän eikä selvää kevättulvan vaikutusta havaittu. Korkeimmillaan kokonaistyyppipitoisuudet olivat Kairalassa loppuvuodesta. Keskimäärin ravinnepitoisuudet eivät merkittävästi eronneet pisteiden kesken. Keskimääräisten kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella vesi oli lähinnä lievästi rehevää, kun taas keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet viittasivat karuun vedenlaatuun. Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritettiin näytteistä pääosin heinä-elokuussa, mutta havaintopaikoilta Ki7 ja Ki147 myös ajoittain tammi- ja huhtikuussa. Nitriitti- ja nitraattitypen (NO₂+NO₃-N) pitoisuudet olivat alhaisimmillaan kesällä kasvukauden aikana. Kitisen nitriitti- ja nitraattitypen pitoisuus vaihteli välillä 10-140 µg/l. Korkein pitoisuus havaittiin Kairalan pisteellä Ki7 huhtikuun näytekerralla. Ammoniumtyyppiä (NH₄-N) mitattiin Kitisen alaosan näytteistä ka. 4-5 µg/l, kun alakanavassa keskimääräinen pitoisuus oli 16 µg/l. Fosfaattifosforia (PO₄-P) esiintyi kaikilla havaintopaikalla vain vähän (ka. 1-3 µg/l).



Kuva 12. Kitisen happipitoisuus, COD_{Mn}-arvo sekä kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2013. Ki147: Porttipahdan alakanava, Ki75: Sodankylä, Ki7: Kitisen alaosa, Kairala.

Kemijoki

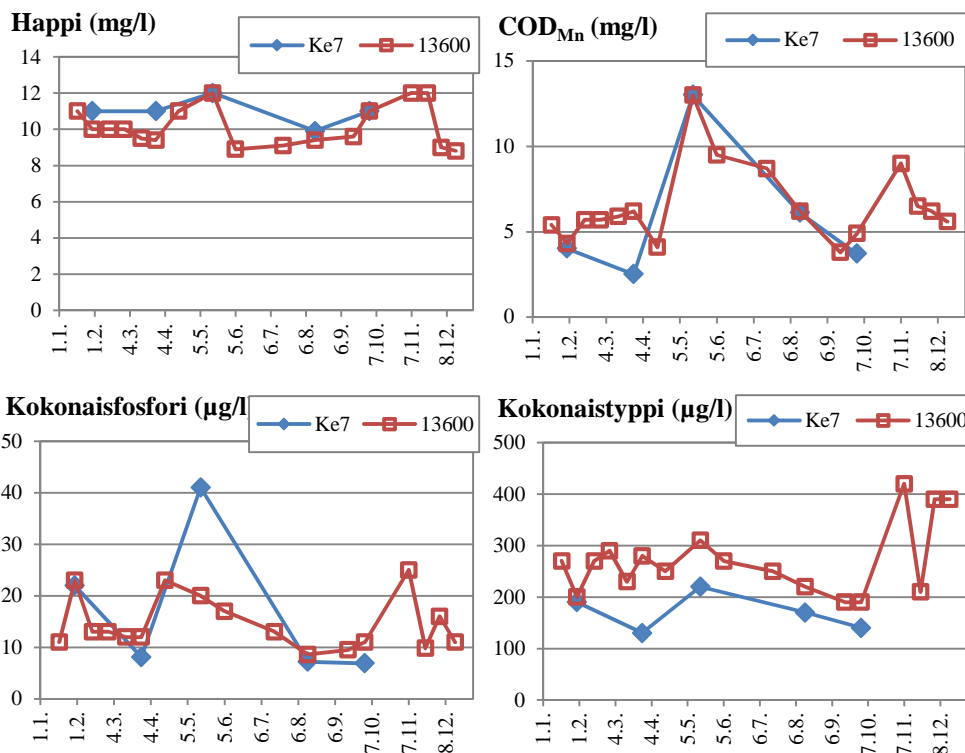
Luirojoki laskee Kitiseen lähelle Kitisen laskua Kemijokeen. Kemijoen veden laatua tarkkailtiin vuonna 2013 Kitisen laskun yläpuolelta Ylä-Kemijoen alaosalta pisteeltä Ke7 viisi kertaa vuodessa (tammi-, maaliskuu-, touko-, elokuu- ja lokakuussa). Kitisen laskun alapuolelta Pelkosenniemen havaintopaikalta 13600 otettiin näytteet kaksi kertaa kuukaudessa tammi-helmikuussa sekä marras-joulukuussa, kun huhti-lokakuussa näytteet otettiin kerran kuukaudessa.

Happitilanne pysyi Pietarinniessä ja Pelkosenniessä hyvänä (> 8 mg/l) läpi vuoden (**kuva 13**). Kemijoen keskimääräinen pH oli lähellä neutraalia. Pääosin vesi oli Kemijoen lievästi hapanta alkuvuodesta kevääseen. Kevään tulva-aikaan veden pH-arvot olivat alhaisimmillaan. Kesällä ja syksyllä veden pH-arvot olivat pääosin neutraalin tuntumassa tai lievästi emäksisiä. Alkaliniteetti eli veden puskurikyky oli pääosin erinomainen tai hyvä. Alimmillaan alkaliniteetti oli kevättulvan aikaan. (**Liite 4**)

Väriarvojen ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) keskimääräisten pitoisuuksien perusteella Kemijoki voitiin luokitella lähinnä keskiumuksiseksi ja lievästi ruskeavetiseksi. Korkeimmat väriluvut ja humuspitoisuudet (COD_{Mn}) pisteillä mitattiin toukokuussa kevättulvan aikaan (**kuva 13**). Humuspitoisuus kohosi myös vuoden lopulla, jolloin satoi tavanomaista enemmän. Veden väriin vaikuttavat myös rauta- ja mangaanipitoisuudet, mutta kyseiset pitoisuudet vaihtelivat satunnaisemmin näytekertoittain.

Kitisen pisteen Ki7 lailla myös Kemijoen havaintopaikalla 13600 havaittiin joulukuun puolivälissä mangaanin pitoisuusnousu (208 µg/l), joka erosi muista pisteistä ja näytekerroista suuruudeltaan. Yleisesti vuonna 2013 Kemijoessa mangaanipitoisuudet olivat välillä 5-39 µg/l. Myöskään tälle mangaanin pitoisuusnousulle ei löytynyt selvää syytä, koska muuten vedenlaatu ei joulukuun puolivälin näytekerroilla merkittävästi poikennut aiemmista.

Kevättulva kohotti osaltaan myös ravinnepitoisuuksia, mutta näytekertakohtainen pitoisuuksien vaihtelu oli myös suurta. Korkein fosforipitoisuus havaittiin pisteellä Ke7 toukokuussa, mutta pisteellä 13600 selvää muista näytekerroista erottuvaa pitoisuusnousua ei havaittu. Korkeimmat kokonaistypen pitoisuudet puolestaan havaittiin havaintopaikalla 13600 loppuvuodesta, jolloin satoi keskimääräistä enemmän. Pietarinniemessä vaihtelivat ravinnepitoisuudet fosforin osalta välillä 7-41 µg/l ja typen osalta välillä 130-220 µg/l ja vastaavasti Pelkosenniemessä vaihteluväli fosforin osalta oli 9-25 µg/l ja typen osalta 190-420 µg/l. Keskimääräisten kokonaistyyppipitoisuuksien perusteella vesi oli Kemijoessa karua, kun taas keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet ilmensivät lähinnä lievää rehevyyttä. Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet olivat kesällä alhaiset molemmilla pisteillä. (Kuva 13)

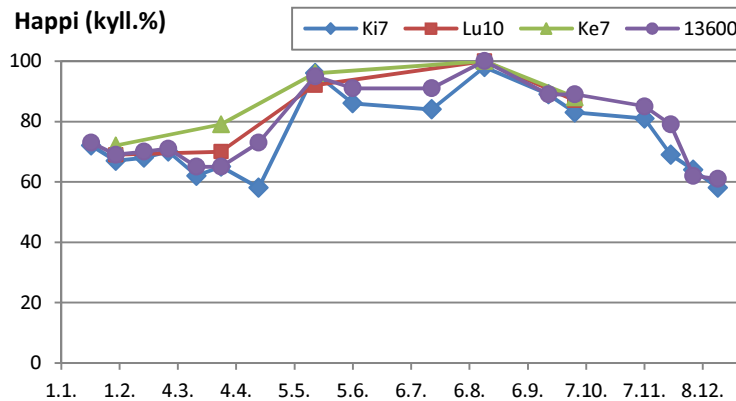


Kuva 13. Kemijoen väriluku, kemiallinen hapenkulutus ja kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2013. 13600: Kemijoki, Pelkosenniemi ja Ke7: Ylä-Kemijoen alaosa.

Jokien välinen vertailu ja tekojärvien vaikutus jokien veden laatuun

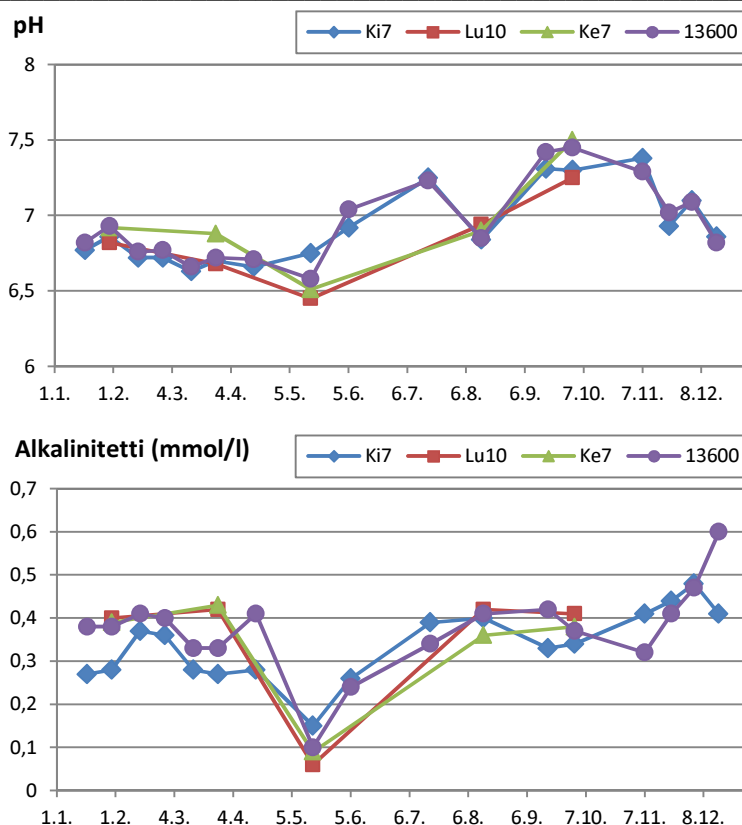
Tässä tarkastelussa vertaillaan Luiron, Kitisen ja Ylä-Kemijoen alaosien veden laatua sekä latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen veden laatua sekä tekojärvien vaikutusta alapuolisiin jokiin vuonna 2013. (Liite 4)

Kevättalvella, keväällä ja vuoden lopussa happitilanne oli heikoimmillaan ollen välttävän tasolla, mutta keskimäärin happitilanne oli hyvällä tai tyydyttävällä tasolla kaikilla tarkkailluilla jokipisteillä. Veden pH-arvot olivat keskimäärin neutraalin tuntumassa. Eri havaintopaikoilla pH-arvot olivat hyvin samankaltaisia kullakin näytekerralla. Alimmillaan pH-arvot olivat kevättulvan aikaan ja ylimmillään kesän lopulla perustuotannosta johtuen. Veden puskurikyky oli kaikilla havaintopaikoilla erinomainen, paitsi kevättulvan aikaan edellisvuoden tavoin alkaliniteetti oli pisteillä hyvä. (Liite 4)

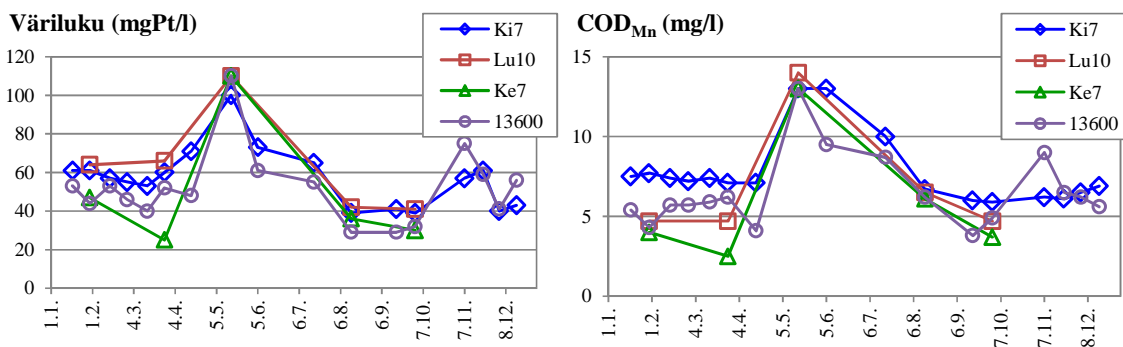


Kuva 14. Veden hapen kyllästys % Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosailla sekä Ylä-Kemijoen alaosailla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näytteenottoerittäin vuonna 2013.

Luiron vesi oli keskimäärin väriltään tummintaa ja rautapitoisinta. Rautapitoisuus nostatti Luirossa selvästi värilukua. Vesi Kitisessä oli puolestaan keskimäärin humuspitoisinta. Kemijoen alaosailla veden väriarvot, humuspitoisuudet ja rautapitoisuudet olivat keskimäärin tarkasteltavista havaintopaikoista alhaisimmat (kuva 16). Alimmillaan väriluvut ja humuspitoisuudet olivat alku- ja loppuvuodesta. Väriluvut ja humuspitoisuudet kohosivat keväällä kevättulvan aikaan, kunnes taas laskivat kesän aikana. Väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella joet olivat keskihumuksisia ja lievästi ruskeavetisiä. Mangaania puolestaan oli keskimäärin eniten Kitisessä ja toiseksi eniten Kemijoessa. Pisteiden keskimääräisiä pitoisuuksia nostattivat vuoden lopulla havaitut mangaanin pitoisuusnousut, joille ei löytynyt tuloksista selvää syytä. Mangaania esiintyy vesistöissä luontaisesti, eikä sitä luokitella vesiympäristölle haitalliseksi tai vaaralliseksi aineeksi. Rautapitoisuudet olivat pääosin alkuvuodesta ja kevästä korkeimmillaan. (Liite 4)



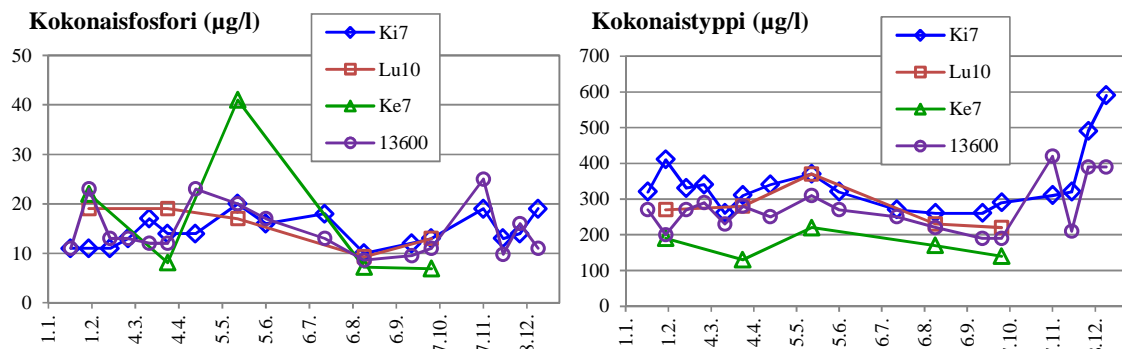
Kuva 15. Veden pH-arvo ja alkaliniteetti Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosalla sekä Ylä-Kemijoen alaosalla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näytteenottoerittäin vuonna 2013.



Kuva 16. Veden väriluku ja COD_{Mn}-arvo Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosalla sekä Ylä-Kemijoen alaosalla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näytteenottoerittäin vuonna 2013.

Keskimäärin eniten typpeä (ka. 341 µg/l) oli Kitisessä, kun taas fosforia (ka. 17 µg/l) oli eniten Kemijoen alaosassa. Pääsääntöisesti ravinnepitoisuudet kohosivat hieman kevättulvan aikaan, mutta Kitisessä ja Pelkosenniemessä korkeimmat ravinteiden pitoisuudet todettiin loppuvuodesta, jolloin satoi keskimääräistä enemmän (**kuva 17**). Kemijoen Pietarinnimen pisteellä (Ke7) havaittiin selvä fosforipitoisuuden nousu kevättulvan aikaan (41 µg/l).

Keskimääräisten typpipitoisuuksien perusteella joet olivat lähinnä karuja, mutta keskimääräiset fosforipitoisuudet ilmensivät joissa lievää rehevyyttä. Epäorgaanisia ravinteita esiintyi pääosin suhteellisen pieniä pitoisuuksia joissa. Korkeimmat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet mitattiin alkuvuodesta ja vähiten epäorgaanisia ravinteita esiintyi kesällä kasvukauden aikaan. Liukoisen fosfaattifosforin ja ammoniumtyypen pitoisuudet vaihtelivat keskimäärin välillä 1-5 µg/l. Nitraatti- ja nitriittityypen pitoisuudet olivat kesäaikaan keskimäärin 10 µg/l eli alle määräysrajan, mutta vaihtelivat Kitisessä ja Luirossa alkuvuonna ja keväällä välillä 90-140 µg/l (**Liite 4 ja kuva 17**)



Kuva 17. Kokonaisravinteiden pitoisuudet Luiron (Lu10), Kitisen (Ki7) ja Ylä-Kemijoen (Ke7) alaosilla sekä Kemijoessa Pelkosenniemiessä (13600) vuonna 2013.

Kitisessä virtaavasta vesimäärästä suurin osa on Porttipahdan padolta juoksettavaa vettä, joten Kitisen yläosan veden laadun voi olettaa vastaavan hyvin pitkälti Porttipahdan veden laatua. Vuonna 2013 keskimääräinen Porttipahdan ja Kitisen yläosan keskimääräinen vedenlaatu ei merkittävästi eronnut. Lokasta juoksettava vesimäärä on alempi, kuin mitä luonnollisesti Luiron jokiuomassa virtaisi. Tästä voi olla seurauksena joen liettymistä (**Kinnunen 1985**). Luiron pitoisuudet raudan ja väriluvun osalta olivatkin hieman Lokan tekojärveä korkeammat, eivätkä pitoisuusvaihtelut vastanneet täysin Lokan pitoisuuksien vaihteluita.

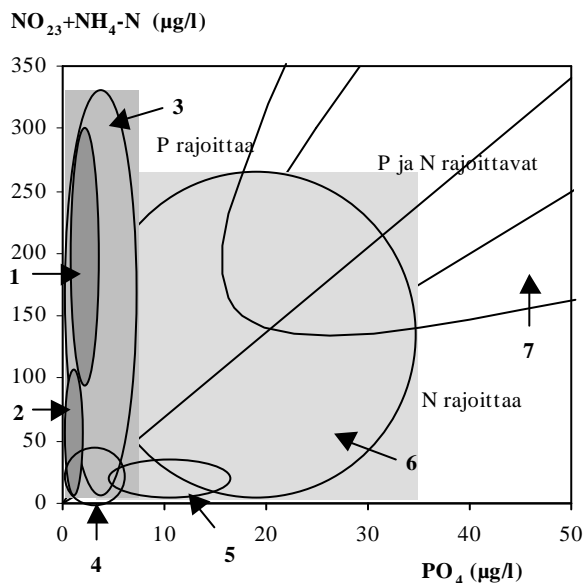
7. MINIMIRAVINNETARKASTELU

Minimiravinne on ravinne, jonka saatavuus eniten rajoittaa kasvua. Suomen sisävesissä se on yleisesti fosfori, mutta myös typen on todettu säätelevän tuotantoa etenkin rehevissä järvissä. Mahdollinen ravinnerajoitteisuus on yleisesti selvitetty eri ravinnesuhdearvoilla, joista leville välittömästi käyttökelpoisten ravinteiden suhdetta kuvaa mineraaliravennesuhde $(\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_{2+3}\text{-N}) : \text{PO}_4\text{-P} = \text{DIN} : \text{DIP}$. Forsbergin ym. (1978) mukaan mineraaliravennesuhteen ollessa säännöllisesti yli 12, fosfori rajoittaa tuotantoa. Kun suhde on alle 5, typen katsotaan rajoittavan kasvua. Mutta jos suhde on 5-12, molemmat ravinteet ovat mahdollisia minimiravinteita. Mineraaliravennesuhdetta paremmin ravinnerajoitteisuutta kuvaa **Pietiläisen ja Räiken (1999)** seitsemänluokkainen jaottelu, joka ilmaisee myös rajoitteisuuden voimakkuuden.

Epäorgaanisia ravinteita on määritetty tekojärveltä ja alapuolisista joista suhteellisen harvoin, joten luotettavan minimiravinetarkastelun teko ei ole mahdollista. Niinpä tämä tarkastelu on vain suuntaa antava.

Ennen vuotta 2004 fosfaattifosforipitoisuus on analysoitu suodattamattomasta näytteestä, joten vuodesta 2004 lähtien liuenneeseen reaktiiviseen fosforiin perustuvat minimiravinnetarkastelut eivät ole suoraan vertailukelpoisia aikaisempiin tarkasteluihin verrattuna.

Pietiläisen ja Räjken (1999) seitsemänportaisessa luokittelussa ensimmäisen luokan vesistöt ovat voimakkaasti fosforirajoitteisia, jossa fosfaattifosforipitoisuudet ovat suhteessa mineraalityypen pitoisuuksiin hyvin pieniä. Toisen luokan vesistöt ovat melko voimakkaasti fosforirajoitteisia ja niissä mineraalityypen pitoisuudet ovat edelleen melko korkeita, mutta kuitenkin selvästi alhaisempia kuin luokan 1 vesissä. Kolmanteen luokkaan kuuluvat vesistöt ovat lähinnä fosforirajoitteisia, mutta niissä saattaa loppukesällä muodostua typpirajoitteisiakin tilanteita. Neljännän luokan vesistöt ovat samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteisia sillä niissä sekä mineraalityypen että fosfaattifosforin pitoisuudet ovat alhaisia koko tuotantokauden. Viidennen luokkaan eli potentiaalisesti typpirajoitteisiksi määritellään vesistöt, joissa epäorgaanisen typen pitoisuudet ovat kesällä jatkuvasti alhaisia, mutta fosfaattifosforin pitoisuudet ajoittain suhteessa suuria. Kuudennen luokan vesistöt ovat vaihtelevasti typpi- ja fosforirajoitteisia. Tällaisten vesistöjen tila on usein huono, ja sisäinen kuormitus saattaa muuttella ravinnesuhteita voimakkaasti kesän aikana. Seitsemäs luokka on perustettu lähinnä voimakkaasti kuormitetuille jokivesistöille ja siinä ravinteet eivät yleensä rajoita levätuotantoa lainkaan. **(Kuva 18)**

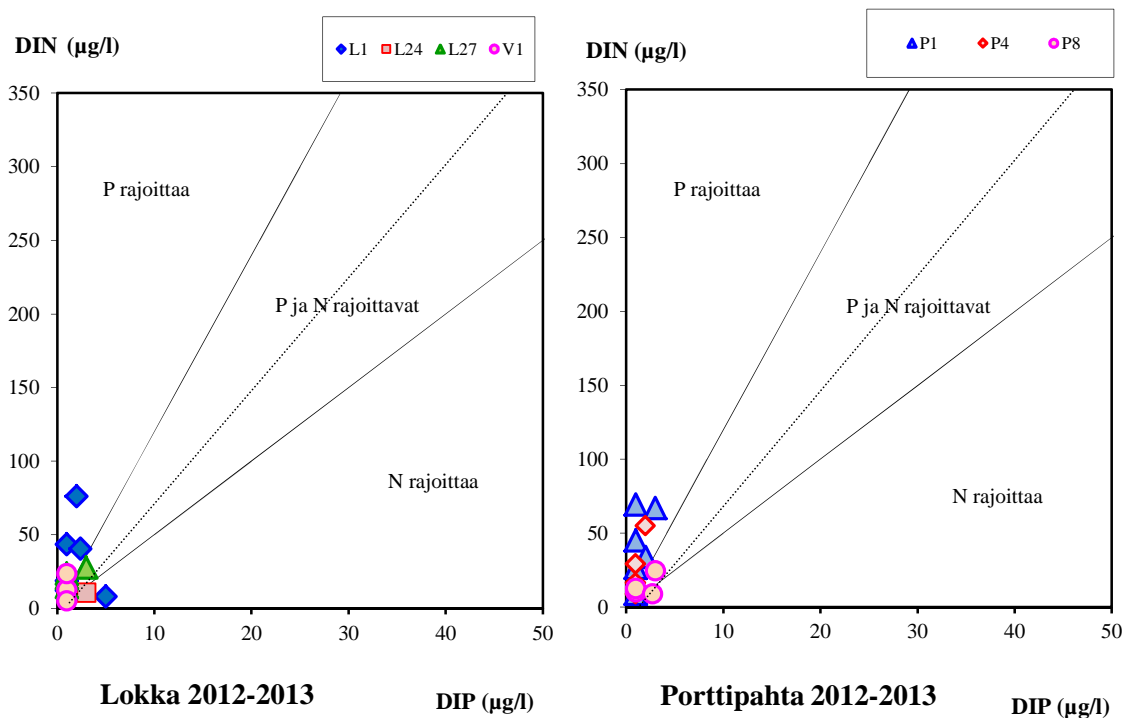


Kuva 18. Suomen sisävesien jakautuminen seitsemään ravinnerajoitteisuusluokkaan epäorgaanisten ravinnesuhteiden ja pitoisuuksien perusteella **Pietiläisen ja Räjken (1999)** mukaan.

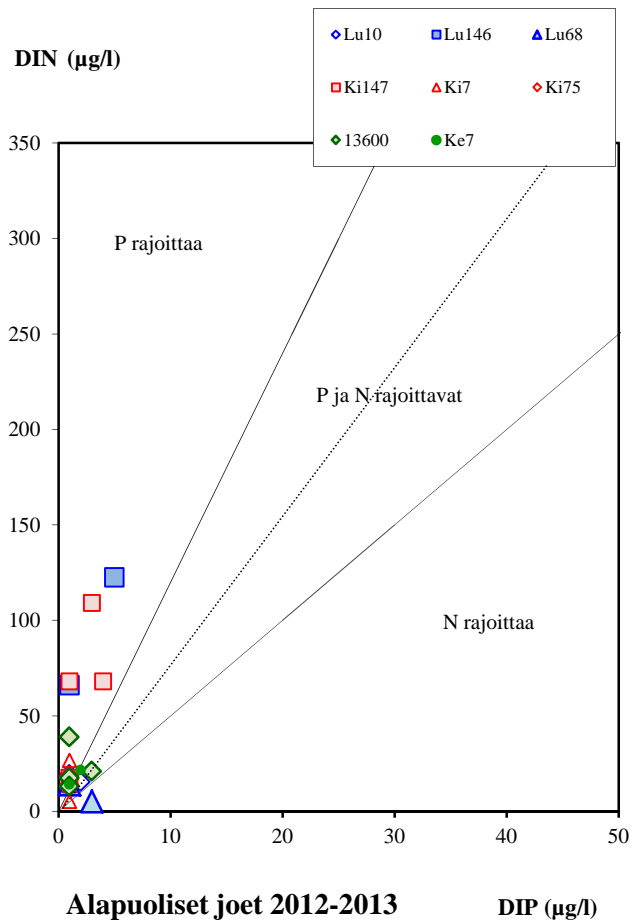
Kuvan 19 perusteella Lokan ja Porttipahdan tekojärvet sijoittuvat jaottelussa pääosin luokkaan 2, kuten oli vuosina 2007 ja 2010. Luokassa 2 vesistö on melko voimakkaasti fosforirajoitteinen. Lokan osalta arvio poikkeaa muutamista aikaisemmista minimiravinnetarkasteluista. Kesän 2004 perusteella Lokka arvioitiin lähinnä yhteisrajoitteiseksi, kun taas vuonna 2005 joko yhteisrajoitteiseksi tai potentiaalisesti typpirajoitteiseksi ja vuonna 2006 lähinnä fosforirajoitteiseksi. Ilmeisesti Lokassa on tapahtunut ravinnesuhteissa muutos kohti tavanomaista sisävesiemme fosforirajoitteisuutta.

Porttipahdan osalta arvio poikkeaa vain hieman aikaisemmista tarkasteluista. Kesän 2004 perusteella Porttipahta oli joko yhteisrajoitteinen tai fosforirajoitteinen, kesän 2005 perusteella lähinnä fosforirajoitteinen ja kesän 2006 perusteella samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteinen. Vuoden 2007 mineraaliravintesuhteen perusteella Porttipahta oli fosforirajoitteinen kuten vuosina 2010 ja 2013. Vuotson kanava sijoittui myös luokkaan 2. Toisen luokan vesistössä perustuotannon suuruutta voidaan säädellä fosforikuormituksen muutoksilla ja nämä vesistöt ovat melko hyväkuntoisia.

Useilta tekojärvien alapuolisten jokien havaintopisteiltä oli epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritetty vain kerran kesässä, joten ravinnerajoitteisuuden arviointi on vain suuntaa-antava. Luiro ja Kitinen näyttivät **kuvan 20** perusteella kuuluvan pääsääntöisesti luokkaan 4 eli vesistöt olivat samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteinen. Tällaisessa vesistössä sekä typen että fosforin kuormitusmuutokset saattavat vaikuttaa rehevyytasoon. Lokan alakanava (Lu146) kuului Lokan tekojärven tavoin kuitenkin luokkaan 2 (melko voimakkaasti fosforirajoitteinen), mutta myös osin luokkaan 3 (lähinnä fosforirajoitteinen, mutta niissä saattaa loppukesällä muodostua typpirajoitteisiakin tilanteita). Kemijoki kuuluivat Luiron kanssa luokkaan 4 eli samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteinen.



Kuva 19. Kasvukauden aikaiset (kesä-syyskuu) päällysveden mineraalityppi- (DIN) ja fosfaattifosforipitoisuudet (DIP) Lokan ja Porttipahdan tekojärvellä sekä Vuotson kanavassa vuosina 2012-2013.



Kuva 20. Kasvukauden aikaiset (kesä-syyskuu) päällysveden mineraalityppi- (DIN) ja fosfaattifosforipitoisuudet (DIP) Luirossa, Kitisessä ja Kemijoessa vuosina 2012-2013.

8. VEDENLAADUN KEHITYS

8.1 Lokka ja Porttipahta

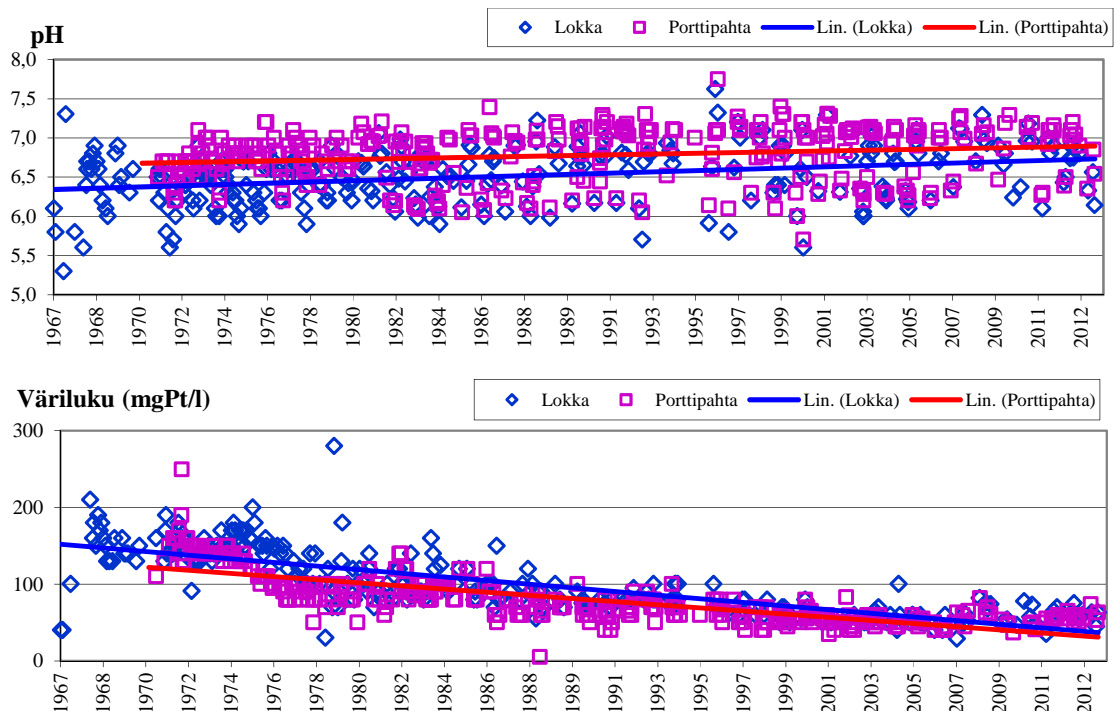
Veden laadun kehitystä pidemmällä aikavälillä tarkastellaan päällysveden laadun osalta Lokan ja Porttipahdan patojen edustalta pisteiltä Lokka L1(YK:7526675-3531164) ja Porttipahta P1 (YK:7542180-3489680). Lokan ja Porttipahdan tekojärvien veden laatu on muuttunut ajan kuluessa ja tekojärvien vanhetessa. Alkuaikoina veden laatu vaihteli suuresti ja vesi oli selvästi tummempaa ja ravinteikkaampaa kuin nykyisin (**kuvat 21 ja 22**). Tarkastelussa tulee ottaa huomioon, etteivät vanhimmat määrittymenetelmät ole täysin vertailukelpoisia myöhemmin analysoitavien näytteiden kanssa.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien pintaveden happitilanne on keskimäärin hieman parantunut alkuajoista. Pintaveden happitilanne on keskimäärin ollut alkuaikojen jälkeen Lokassa tyydyttävä ja Porttipahdassa hyvä. (**Taulukko 6**)

Tekojärvien syvimmissä osissa on kevättalvinen alusveden hapettomuus ollut jokavuotinen ilmiö alkuaajoista lähtien. Porttipahdassa alusveden happitilanne on heikentynyt myös ajoittain kesäkerrostuneisuuden aikaan, mutta varsinaista hapettomuutta ei yleensä ole todettu. Lokassa loppukesän happitilanteen heikentyminen riippuu oleellisesti sääoloista. Sääolojen ollessa suotuisat, voi suhteellisen matala Lokkakin kerrostua lämpötilan suhteen, jolloin alusveden happitilanne voi heikentyä. Yleensä Lokan alusveden happitilanne on säilynyt kesällä hyvänä.

Lokan ja Porttipahdan pH-arvot ovat olleet normaalilla sisävesiemme tasolla koko historiansa aikana. Altaissa ei ole ilmennyt ongelmia pH-arvojen suhteen. Alhaisimmat pH-arvot mitattiin altaiden ensimmäisinä vuosina, minkä jälkeen pH-arvot ovat pysyneet neutraalin tuntumassa ollen pääosin kuitenkin hieman voimakkaammin happamen puolella. Lokassa pH-arvot ovat vaihdelleet välillä 5,3-7,6 vuosina 1967-2013, kun taas Porttipahdassa pH-arvot ovat olleet välillä 5,7-7,8 vuosina 1970-2013. Porttipahdan tekojärven pH-arvot ovat olleet koko ajan hieman Lokan altaan pH-arvoja korkeampia. Lokan ja Porttipahdan altaissa pH-arvot ovat hieman kohonneet alkuaajoista lähtien (**kuva 21**). Pääsääntöisin kevättalvisin pH- arvot ovat laskeneet tekojärvissä happamien sulamisvesien vaikutuksesta. Ajoittain loppukesästä tekoaltaissa on mitattu lievästi emäksisiä arvoja todennäköisesti perustuotannosta johtuen.

Lokan tekojärvessä alkaliniteetti eli veden kyky neutraloida happoja ei ole keskimäärin muuttunut vuosien aikana. Porttipahdassa alkaliniteetti on nyt alempi kuin ensimmäisen kymmenen vuoden aikana, mutta kahteen edelliseen vuosikymmeneen verrattuna alkaliniteetti on hieman kohonnut. Molemmat tekojärvet ovat hyvin puskuroituja, eikä happamoitumisesta ole vaaraa.



Kuva 21. Pintakerroksen (0-1 m) pH:n ja väri-luvun kehitys Lokan (L1) ja Porttipahdan (P1) tekojärvissä.

Molemmissa tekojärvissä päällysveden väriluku on selvästi laskenut tasolta 120-150 mgPt/l tasolle 50-60 mgPt/l. Myös humuspitoisuutta kuvaava kemiallinen hapenkulutus on laskenut tasolta 12-15 mg/l tasolle 7-8 mg/l. Keskimääräisen väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella tekojärvet voidaan näin ollen 2000-luvulla luokitella lähinnä humuspitoisiksi ja lievästi ruskeavetisiksi. Lokan tekojärven vesi on keskimäärin ollut alusta alkaen hieman väriltään Porttipahtaa tummempaa ja humuspitoisempaa. Veden värilukuun vaikuttaa humuspitoisuuden lisäksi myös rautapitoisuus, joka on laskenut selvästi tekojärvien vanhetessa. Porttipahdassa on ollut sen perustamisesta lähtien enemmän rautaa kuin Lokassa, vaikka tämä ei näy altaiden väriluvuissa. **(Taulukko 6)**

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien ravinnepitoisuudet ovat laskeneet alkuajoista huomattavasti ja pitoisuuksien esiintynyt vaihtelu on tasoittunut ajan kanssa **(kuva 22)**. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeneet tasaisesti 1970-luvulta lähtien molemmilla tekojärvillä, mutta kokonaistyyppipitoisuudet ovat hieman kohonneet tai olivat keskimäärin samaa tasoa 2000-luvulla 1990-lukuun verrattaessa. Lähinnä fosforipitoisuuden rajoittaessa tekojärvillä perustuotantoa, Lokan ja Porttipahdan rehevyys arvioidaan fosforipitoisuuden mukaan **(kappale 7)**. Lokka on ollut 2000-luvulle asti rehevä, mutta pitoisuudet ovat koko ajan laskeneet ja 2000-luvun keskimääräinen fosforipitoisuus on jo rehevän luokituksen alarajalla, joten voi olettaa, jos kehitys jatkuu samanlaisena, että Lokan rehevyystaso voi tulevaisuudessa alentua lievästi reheväksi. Porttipahdassa puolestaan pitoisuudet laskivat rehevästä vesistöstä jo 1980-luvulla lähelle lievästi rehevää tasoa. Jos kehitys jatkuu vastaavana, on mahdollista, että 2000-luvulla lähestytään karun vesistön rehevyystasoa **(kuva 22)**. **(Taulukko 6)**

Tekojärvien keskimääräiset levämäärät eli klorofylli-a:n pitoisuudet eivät ole merkittävästi muuttuneet alkuajoista. Ajoittaisia vuosien välistä vaihtelua on luonnollisesti tapahtunut. Lokassa keskimääräinen taso on ollut alusta alkaen korkeampi kuin Porttipahdassa. 2000-luvulla levämäärät Lokassa ovat olleet rehevien vesistöjen tasolla, kun taas Porttipahdassa klorofylli-a:n pitoisuus on kuvastanut lievästi rehevää vesistöä.

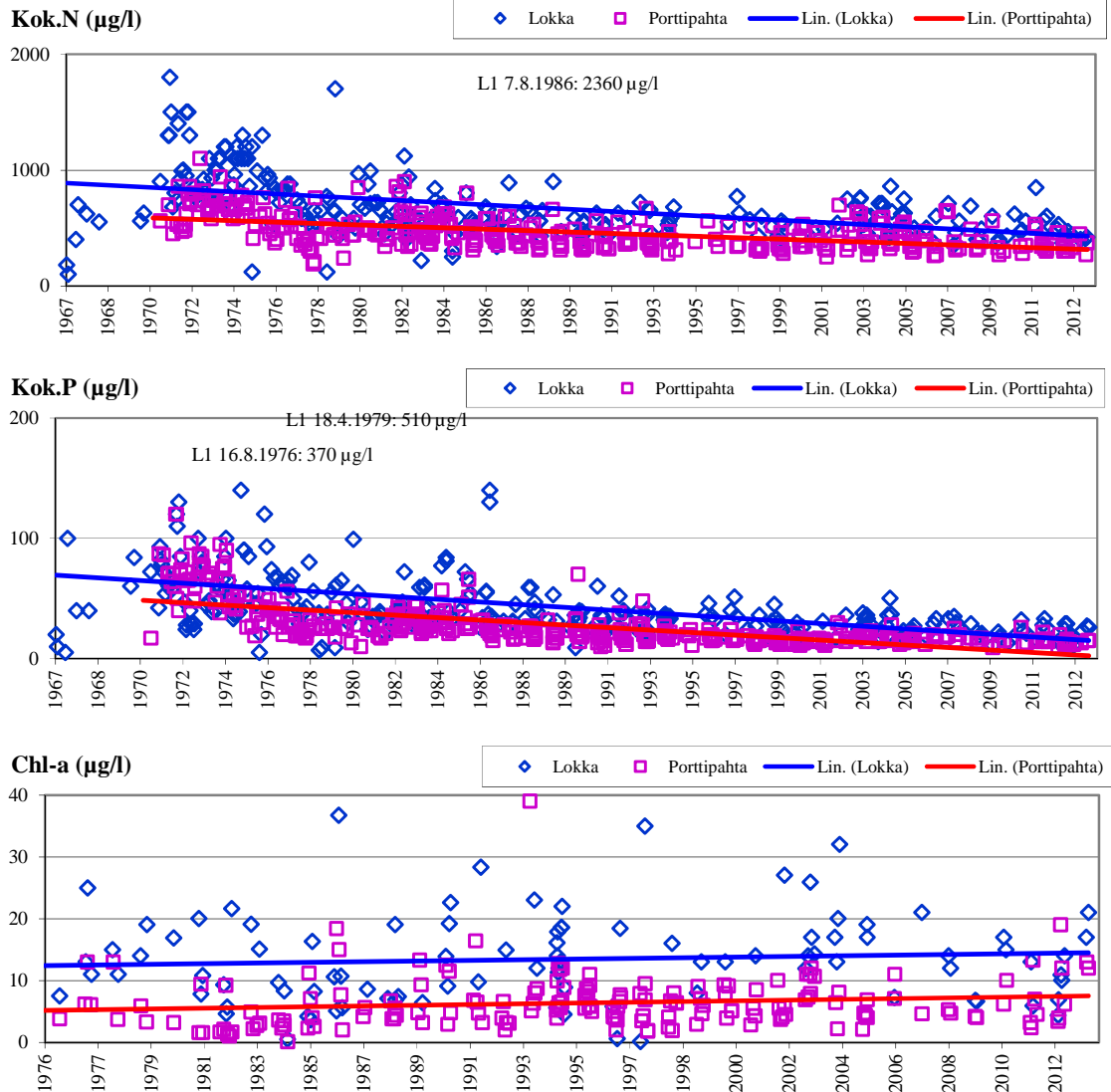
Taulukko 6. Lokan (L1) ja Porttipahdan (P1) pintakerroksen (0-1 m) keskimääräinen veden laatu tekojärvien perustamisesta tähän päivään eri vuosikymmeniltä. Vuodelta 1995 Lokasta ei ole tuloksia Hertassa.

Lokka

	O ₂ kyll.%	COD _{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	pH	Alkal. mmol/l	Fe µg/l	Sähkö mS/m	Väri mg Pt/l	Chl-a µg/l
1967-1969	65	12	36	425	6,1	-	1000	3,2	143	-
n	21	22	6	6	22	-	1	22	19	-
1970-1979	71	15	68	894	6,3	0,11	1063	2,3	142	14
n	74	82	86	85	87	70	73	84	85	8
1980-1989	79	12	45	656	6,4	0,09	765	2,2	98	11
n	62	65	75	74	66	65	68	66	64	28
1990-1999	76	9,1	33	539	6,5	0,12	597	2,1	76	14
n	47	45	61	37	45	43	43	45	49	30
2000-2013	76	8,7	24	540	6,8	0,13	431	2,4	58	15
n	75	64	69	65	69	27	64	29	66	31

Porttipahta

	O ₂ kyll.%	COD _{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	pH	Alkal. mmol/l	Fe µg/l	Sähkö mS/m	Väri mg Pt/l	Chl-a µg/l
1970-1979	70	13	50	584	6,7	0,25	1370	3,8	120	6,9
n	75	82	87	86	86	70	73	83	83	8
1980-1989	79	10	27	476	6,5	0,15	786	2,9	85	4,9
n	77	78	105	102	81	70	82	81	80	39
1990-1999	81	7,5	19	384	6,7	0,17	640	2,8	64	6,8
n	73	72	118	68	73	67	62	70	78	69
2000-2013	80	7,3	16	400	6,8	0,19	583	2,8	53	6,9
n	104	86	101	97	99	30	85	53	99	52



Kuva 22. Pintakerroksen (0-1 m) kokonaistyyppi-, kokonaisfosfori- ja klorofylli-a-pitoisuuksien kehitys Lokan (L1) ja Porttipahdan (P1) tekojärvisissä.

8.2 Kitinen, Luiro ja Kemijoki

Tekojärvien alapuolisten jokien veden laatua on tarkasteltu Kitisen Peurasuvannosta (YK: 7528060-3488400) Luiron Tanhuasta (YK: 7493000-3523000), Kemijoen Pietarinniemenstä YK: 7449664-3524249) ja Pelkosenniemenstä (YK: 7447040-3522740). Tarkkailupisteet on valittu siten, että niistä on käytössä ajallisesti mahdollisimman kattava aineisto. Kuitenkin kaikilla tarkkailupisteillä on jaksoja, joilta ei ole tietoja ympäristöhallinnon Hertta-tietokannassa. Tarkkailupaikkojen keskimääräinen veden laatu eri vuosikymmeninä on esitettyinä **taulukossa 7**. Ensimmäinen ja viimeinen vuosijakso eroavat muista jaksoista pituudessaan. Taulukossa on esitetty näytemäärät kultakin jaksolta, mutta kaikkia analyysejä ei välttämättä ole tehty kaikista näytteistä. Vuoteen 2005 asti Ylä-Kemijoen vesistöalueen veden laatua tarkkailtiin havaintopaikalta Kemijoki 10 (Lokka-Porttipahdan tarkkailussa Ke1), joka sijaitsi lähellä vesistöalueen purkukohtaa.

Vuonna 2005 tarkkailupiste siirrettiin enemmän ylävirtaan ja pisteen nimi muutettiin Kemijoki, Pietarinniemi (Lokka-Porttipahdan tarkkailussa Ke7). Kitisen Peurasuvannosta ei ole otettu näytteitä enää vuoden 2006 jälkeen. Lokan ja Porttipahdan tekoaltaiden alapuolisten jokien veden laadun kehitystä tarkastellessa on otettava huomioon, että jokivesien laatuun vaikuttaa myös muu maankäytön aiheuttama kuormitus valuma-alueella.

Porttipahdan tekojärven juoksutukset Kitiseen aloitettiin 1970-luvun alussa, mikä näkyy selvästi Kitisen Peurasuvannon veden laadun muutoksina. Alkaliniteetti alkoi laskea 1970-luvulla ja jatkoi laskuaan 1990-luvulle saakka, jonka jälkeen se tasaantui hyvin puskuroidulle tasolle. Veden pH-arvot laskivat myös neutraalista hieman happaman puolelle Porttipahdan käyttöönoton jälkeen. Juoksutusten alettua veden humus-, rauta- ja ravinnepitoisuudet sekä väriluku kohosivat, mutta arvot ovat ajan kuluessa laskeneet jo melko lähelle tilannetta ennen tekojärveä. Lokan säännöstelyn aloittaminen Porttipahdan altaan kautta kohotti kiintoainepitoisuutta ja veden sameuslukua 1980-luvulla. Pitoisuudet kuitenkin laskivat huomattavasti jo 1990-luvulla. Veteen liuenneiden suolojen määrä eli sähkönjohtavuus on laskenut tasaisesti Porttipahdan käyttöönotosta lähtien.

Luirosta ei ole vedenlaatutietoja ajalta ennen Lokan tekojärven perustamista, mutta varsinainen Lokan säännöstely aloitettiin talvella 1971-72, joten tulokset 1960-luvulta kuvaavat aikaa ennen juoksutusten aloittamista. 1970-luvulla onkin havaittavissa muutosta Luiron veden laadussa. Veden väriluku kohosi humus- ja rautapitoisuuksien kohotessa, myös ravinnepitoisuudet kohosivat. Säännöstelyn aloittaminen näkyi myös kiintoainepitoisuuden lievänä kohoamisena. 1980-luvulla Lokan tekoaltaan säännöstely siirrettiin tapahtuvaksi Porttipahdan kautta. Tämä puolestaan paransi Luiron veden laatua. Ravinne-, rauta- ja humuspitoisuudet sekä väri- ja sameusluvut laskivat 1970-luvun pitoisuuksista, mutta sähkönjohtokyky, pH ja alkaliniteetti kohosivat. Pitoisuudet ovat siitä lähtien pääsääntöisesti jatkaneet laskuaan ja 2000-luvulla keskimääräiset ravinnepitoisuudet ovat jopa alempia kuin ennen säännöstelyn aloittamista 1960-luvulla.

Tekojärvien vaikutusalueen ulkopuolella olevan Ylä-Kemijoen tarkkailupisteen veden laatu on heikentynyt 1970-luvulta lähtien. Neljänkymmenen vuoden aikana veden väri on tummunut humuspitoisuuksien kohotessa sekä rehevyystaso on muuttunut karusta lievästi reheväksi fosforipitoisuuden kohotessa. Muutosten voimakkuus Ylä-Kemijoen veden laadussa oli kuitenkin vähäisempää kuin Luirossa tai Kitisessä.

Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisessa Kemijoessa veden laadun muutokset eivät ole olleet ihan yhtä voimakkaat kuin itse latvajoissa. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien käyttöönotto näkyi Pelkosenniemessä 1970-luvulla fosfori-, rauta- ja humuspitoisuuksien sekä väriluvun kohoamisena. Veden laatu on parantunut 70-luvulta lähtien ja keskimääräiset ravinnepitoisuudet 2000-luvulla ovat selkeästi alhaisemmat kuin ennen tekojärvien perustamista 1960-luvulla mitatut pitoisuudet.

Taulukko 7. Veden laadun kehitys Kitisen Peurasuvannossa, Luiron Tanhuassa, Kemijoen Pietarinniessä ja Pelkosenniessä eri vuosikymmenten keskiarvoina. (Lähde: Hertta-tietokanta)

Aika	n kpl	Alkal mmol/l	NH ₄ -N µg/l	PO ₄ -P µg/l	O ₂ kyll.%	O ₂ mg/l	COD _{Mn} mg/l	KA mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	NO ₂₃ -N µg/l	pH	Fe µg/l	Sameus FTU	Sähkö mS/m	Väri mg Pt/l
Kitinen, Peurasuvanto																
1965-1969	20	0,43			81	11	7,2	1,3	9	237		6,9	463	2,2	6,0	55
1970-1979	56	0,34	47		91	11	11	3,6	31	401		6,9	1174	3,1	4,6	102
1980-1989	55	0,20	22	9,3	85	11	11	16	25	426		6,8	869	6,3	3,4	90
1990-1999	16	0,19			78	10	10	1,4	18	388		6,7	763	1,4	3,2	78
2000-2006	25	0,20	6,7	2,8	78	10	8,7	1,7	15	386	75	6,7	670	1,3	3,1	61
Luiri, Tanhua (13620=Lu68)																
1967-1969	13				84	10	8,7	2,1	20	367		6,7	980		3,9	88
1970-1979	59	0,21	157		88	11	12	3,6	49	573		6,7	1226	3,7	3,5	110
1980-1989	58	0,23	53	25	81	11	9,3	1,9	27	400	82	6,8	1056	1,9	4,4	85
1990-1999	81	0,26	35	8,8	80	10	8,3	1,7	24	364	85	6,7	1047	3,8	4,1	76
2000-2013	63	0,27	18	5,2	79	10	9,0	1,3	16	345	68	6,8	1029	1,8	4,1	77
Kemijoki 10/Pietarinniemi (tarkkailupaikkaa siirretty vuonna 2005=Ke7)																
1972-1979	36				84	11	5,7	1,3	10	201		7,0	395	1,8	4,8	46
1980-1989	14	0,30	24		72	10	5,8		12		37	6,9	412		4,3	49
1990-1999	138	0,32	13	5,5	82	11	7,0	4,0	15	253	41	6,8	492	1,4	4,5	53
2000-2013	120	0,31	7,6	4,7	83	11	7,5	1,8	15	218	25	6,9	384	1,1	4,5	57
Kemijoki, Pelkosenniemi (=13600)																
1962-1969	30	0,47	300		83	10	7,4	2,3	25	457		6,9	785	5,0	5,6	62
1970-1979*	91	0,34			84	11	10	3,6	29	429		6,9	1034	3,2	4,9	90
1980-1989	54	0,28	45	10	81	11	8,9	3,8	21	361	62	6,9	781	2,1	4,2	75
1990-1999	167	0,30	14	5,6	80	10	8,1	2,6	18	298	60	6,8	721	2,3	4,5	63
2000-2013	234	0,32	8,0	5,4	81	11	8,2	1,8	16	298	41	6,9	652	1,6	4,4	65

9. AINEVIRTAAMAT

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien alapuolisten jokien ainevirtaamat on laskettu Kitisen ja Kemijoen osalta virtaamapainotetusti. Jos kuukaudessa ei ollut näytteenottoja, edellisen ja seuraavan kuukauden veden laatu tulosten ja virtaamien keskiarvoja käytettiin ainevirtaaman laskussa. Jos kuukaudessa oli otettu näyte kerran, ainevirtaamat laskettiin kyseisen päivän veden laadun ja virtaaman perusteella sekä kuukauden keskivirtaaman avulla. Jos näytteitä otettiin puolestaan useammin kuin kerran kuukauden aikana, kuukauden vedenlaatuarvona käytettiin näytteenottovuorokauden keskivirtaamalla painotettua keskimääräistä veden laatua, josta kyseisen kuukauden ainevirtaama laskettiin. Yleisesti ottaen laskentatapa on varsin karkea ja antaa vain suuntaa-antavan arvion ainevirtaamista.

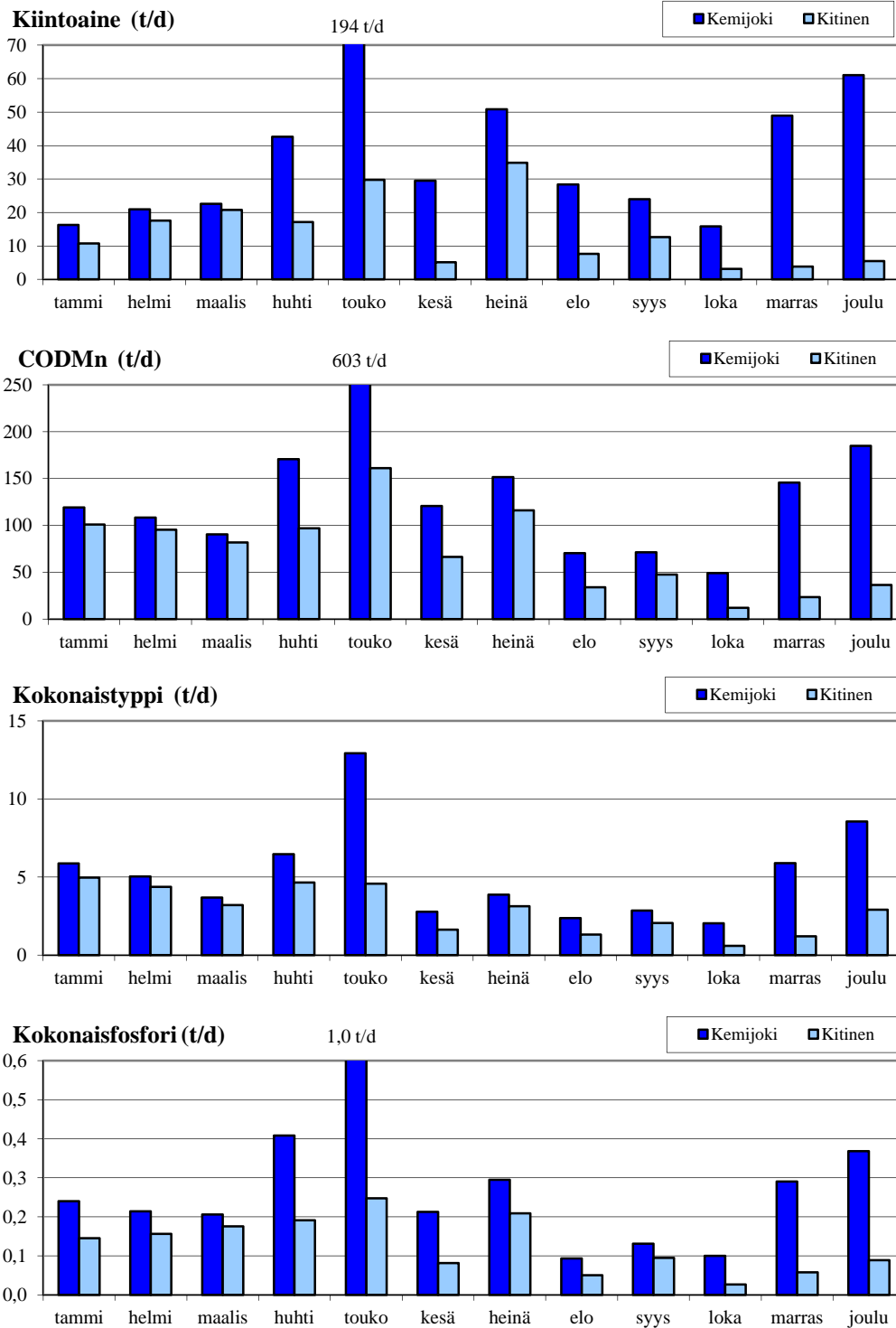
Alkuvuonna 2013, jolloin juoksutus Kitisestä oli melko suurta, Kitisen ainevirtaama muodosti valtaosan latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ravinteiden ainevirtaamasta (**kuva 23**). Toukokuussa tulva-aikaan Kitisen osuus ravinteista oli noin 34 %. Pienimmillään Kitisen osuus Kemijoen ainevirtaamasta oli marraskuussa (21 %).

Kemijoen ja Kitisen ainevirtaamat olivat korkeimmillaan vuonna 2013 kevättulvan seurauksena, mutta myös Kemijoen virtaaman kasvu heinäkuussa sekä marras-joulukuussa nostatti ainepitoisuuksia Kemijoessa (**kuva 23**). Kemijoessa ja Kitisessä vuonna 2013 tarkastellut ainevirtaamat olivat pääosin tarkkailujakson 2007-2013 alhaisimpia. Tosin vuosien 2011 ja 2012 raporteissa ei ole laskettu kiintoaineen ja kemiallisen hapenkulutuksen ainevirtaamia.

Vuonna 2013 Kemijoen kiintoainepitoisuus oli vuosia 2009-2010 selvästi korkeampi, mikä johtui lähinnä kevään 2013 näytekerän selvästi korkeammasta kiintoainepitoisuudesta. (Taulukko 8)

Taulukko 8. Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ja Kitisen ainevirtaamat (t/a) vuosina 2007-2013. Vuosien 2011 ja 2012 raporteissa ei ole laskettu kiintoaineen ja COD_{Mn} ainevirtaamia.

	Kiintoaine t/a	COD _{Mn} t/a	Kok.N t/a	Kok.P t/a	Fe t/a
Kemijoki					
2007	25842	111991	3296	232	8419
2008	29917	98604	3392	160	6660
2009	14291	88776	2468	132	5619
2010	8932	89651	2598	128	5056
2011	-	-	3028	133	5942
2012	-	-	3103	139	6881
2013	16868	58640	1875	126	3200
Kitinen					
2007	8957	26838	1266	58	2703
2008	7004	31787	1318	60	3020
2009	6373	27589	1086	46	2409
2010	5618	36185	1420	59	2527
2011	-	-	1086	49	2064
2012	-	-	1286	60	2989
2013	5131	26559	1055	46	2019



Kuva 23. Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ja Kitisen kiintoaineen, humuksen, typen ja fosforin kuukausittaiset ainevirtaamat (t/d) vuonna 2013.

10. TEKOJÄRVIEN MALLITARKASTELU

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vedenlaatua on tarkasteltu mallilaskelmien perusteella. Tarkkailusuunnitelman mukaisesti mallitarkastelu tehdään vuoden 2013 tulosten tulkinnan yhteydessä. Malliajossa on käsitelty vuoden 2013 tuloksia seuraavien osalta: biologinen hapenkulutus, happipitoisuus, kemiallinen hapenkulutus, kokonaisfosfori ja väriluku. Laskenta-ajaksi asetettiin 1.1.2013-31.12.2013. Mallitarkastelu on **liitteenä 5**.

Lokan ja Porttipahdan tekoaltaiden osalta mallinnuksen tulokset kuvaavat vedenlaatua ja sen muutoksia suuntaa-antavasti. Porttipahdan altaassa laskentatulokset pääsääntöisesti aliarvioivat altaan pohjakerrosten happipitoisuutta. Myös Lokan altaassa laskentatulokset happipitoisuudelle ovat pääsääntöisesti mitattuja tuloksia pienemmät.

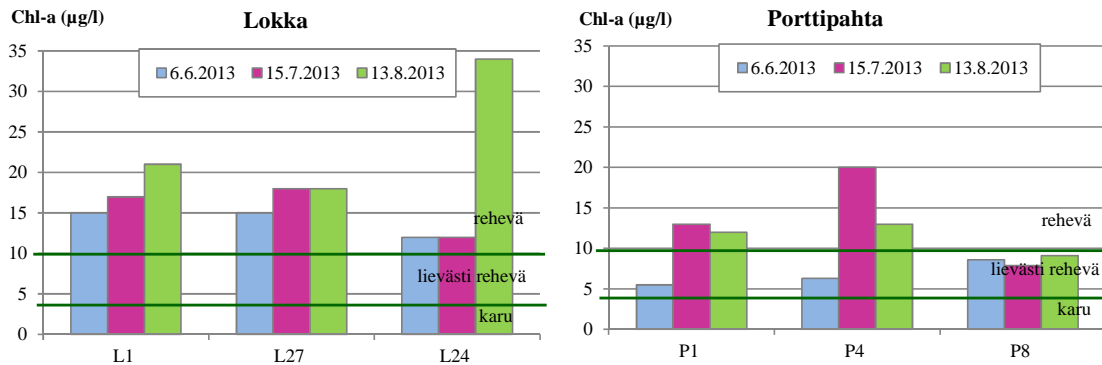
Yleisesti ottaen simulointi hieman yliarvioi kokonaisfosforin pitoisuuksia ja aliarvioi värilukua. Tilanne on samankaltainen sekä Lokan että Porttipahdan tekoaltaihin sijoitetuissa laskentapisteissä. Veden happipitoisuus, kokonaisfosforipitoisuus ja väriluku ovat toisiinsa sidoksissa siten, että matala happipitoisuus lisää raudan ja fosforin vapautumista pohjasedimentistä, jolloin väriluku nousee. Tämä on nähtävissä kokonaisfosforipitoisuuden ja väriluvun samankaltaisina kuvaajina aikasarjassa.

11. ERILLISSELVITYKSET

11.1 Kasviplanktonitarkkailu vuonna 2013

Tarkkailusuunnitelmasta mukaisesti Lokan ja Porttipahdan tekojärivistä otettiin kasviplanktonnäytteet vuoden 2013 kesäkuussa (6.6.), heinäkuussa (Lokka 15.7. ja Porttipahta 24.7.) ja elokuussa (13.8.2013). Tarkkailupisteet olivat samat kuin tekojärvien veden laadun tarkkailussa. Näytteet kestävöitiin välittömästi näytteenoton jälkeen happamalla Lugolin liuoksella (0,5–1 ml/200 ml näytettä). Kasviplanktonmääritykset teki kuten vuosina 2007 ja 2010 prof. (emer.) Pertti Eloranta ja hänen lausuntonsa näytteistä on **liitteenä 6**. Tässä osiossa on esitetty tiivistelmä em. lausunnosta, sekä vertailtu kasviplanktonitulosia klorofylli-a:n pitoisuuksiin ja aikaisempiin kasviplanktonituloksiin.

Tekojärvien alkuvuosina leväbiomassan perusteella järvet arvioitiin karuiksi veden tummuuden rajoittaessa perustuotantoa, mutta veden väriluvun laskettua levämäärät lisääntyivät ja niinpä myöhemmin vuosina biomassa kuvasti lievää rehevyyttä, Lokassa jopa rehevää vesistöä (**Lepistö ja Pietiläinen 1996**). Vuoden 2004 tapaan Lokan kasviplanktonlajisto oli dyseutrofiselle vesistölle eli rehevälle humuspitoiselle vesistölle tyypillinen. Kesän 2013 analyysien perusteella Lokan kasviplanktonin biomassa osoitti selvää rehevyyttä vuoden 2010 lailla. Porttipahdassa biomassat olivat Lokkaa alhaisemmat ja ilmensivät rehevyyttä. Porttipahdassa kesien 2007 ja 2010 biomassa vastasivat keskimäärin lievää rehevyyttä. Kasviplanktonin biomassojen perusteella tehty rehevyytason määrittäminen on samansuuntainen kuin klorofylli-a:n tulosten perusteella saatu (**kuva 24**).



Kuva 24. Klorofylli-a:n pitoisuudet (Chl-a) ja rehevyytasorajat Lokassa ja Porttipahdassa näytekerrittain kesällä 2013.

Kesäkuun alussa kasviplanktonin biomassat olivat pääosin alimmillaan Lokan ja Porttipahta tekojärvissä. Klorofylli-a:n pitoisuuksia ei mitattu tekojärvistä kesäkuussa. Korkeimmillaan kasviplanktonin biomassat olivat Lokassa heinäkuussa tai elokuussa sekä Porttipahdassa heinäkuussa. Klorofylli-a:n pitoisuuksien perusteella Lokassa levämäärä oli korkeimmillaan elokuun puolivälissä. Porttipahdassa klorofylli-a:n pitoisuudet olivat hyvin samankaltaisia vuoden 2013 heinä- ja elokuussa, mutta keskiosan pisteellä P4 pitoisuus oli heinäkuussa muita näytekertoja jonkin verran korkeampi. Kyseisellä näytekerralla P4 näkyi myös kasviplanktonin biomassan kohoaminen.

Lepistön ja Pietiläisen (1996) mukaan tekojärvien alkuaikoina runsaimpana esiintyivät kulta- ja nielulevät, mutta säännöstelyvaiheessa piilevät ja viherlevät yleistyivät. 1980-luvulla sinilevät muodostivat leväkukintoja Lokassa. Vuonna 2007 Lokan altaassa todettiin läpi kesän kaikilla pisteillä runsaasti *Aulacoseira ambigua*- piilevää, joka indikoi dyseutrofiaa. Vuonna 2010 *Aulacoseira ambigua*- piilevää esiintyi myös runsaasti heinäkuun lopulla ja elokuussa, mutta heinäkuun alussa sinilevät olivat valtalajina. Vuonna 2013 sinilevien suhteellinen osuus oli suurimmillaan heinä-elokuussa, kun taas panssarilevillä ja piilevillä havaittiin loppukevällä-alkukesällä maksimit. Myös Kloromonadileviin (Raphidophyceae) kuuluvaa limalevää (*Gonyostomum semen*) esiintyi runsaimmin kaikilla havaintopaikoilla elokuussa, jolloin sen osuus biomassasta oli noin 25 %.

Eniten sinileviä esiintyi havaintopaikalla L27, missä elokuussa biomassasta oli sinileviä noin 50 %. Edeltävinä vuosina sinilevien osuus kyseisellä pisteellä on vaihdellut välillä 50-80 %. Lokan kasviplanktonin yhteisörakenne ilmensi edellisten vuosien tapaan rehevää vesistöä. Yksittäisen näytteen edustavuus voi olla huono, koska levät esiintyvät pinnassa usein lauttoina, eikä tasaisesti jakautuneena. Kasviplanktonin esiintymiseen vaikuttaa vesistön rehevyyden lisäksi myös virtaukset ja sääolot.

Pienemmästä biomassasta huolimatta Porttipahdan tekoaltaan kasviplankton vastasi monessa suhteessa Lokan altaan kasviplanktonin yhteisörakennetta samoine valtalajeineen. Merkittävän osan Porttipahdan kasviplanktonbiomassasta muodosti Lokan tapaan piilevät. Piilevien osuus kokonaisbiomassasta oli kesäkuussa noin 40-50 %, heinäkuussa 50-80 % ja elokuussa noin 40-60 %. Piilevät ovat olleet yleisin leväryhmä aikaisempinakin vuosina **Lepistön ja Pietiläisen (1996)** mukaan. Kloromonadileviin (Raphidophyceae) kuuluva limalevä (*Gonyostomum semen*) oli kesällä 2013 piilevien jälkeen toiseksi merkittävin leväryhmä.

Haitallisiksi nimettyjen sinilevien määrä Porttipahdan altaassa oli kaikilla näytekerroilla ja kaikissa paikoissa vähäinen, vaikka määrä nousikin kesän kuluessa. Aiemmin Porttipahdan altaan ominaispiirteenä ollut nielulevien (Cryptophyceae) runsaus ei ollut yhtä selkeää kesällä 2013 kuin aikaisempina seurantavuosina.

Mitään selkeätä kehitystrendiä ei ole havaittavissa kasviplanktonitarkkailuissa vuosien 2004-2013 ajanjaksolla.

11.2 Perifytontarkkailu vuonna 2013

Piilevätutkimus tehtiin elokuussa, 14.8.2013. Näytteet otettiin tekoaltaiden alapuolisten jokien vesistötarkkailupaikkojen läheisyydestä samoilta näytteenottopaikoilta kuin vuosina 2007 ja 2010. Tarkkailusuunnitelman mukaisesti näytteenotto tapahtui elokuussa alivirtaaman aikaan. Piilevänäytteenottopaikkojen koordinaatit poikkeavat hieman vesinäytteenottopaikkojen koordinaateista, sillä näytteenotto-ohjeistuksen mukaan näytteet on otettu jokien kivikkopohjilta. Näytteet kestävästiin 70 %:lla etanolilla. Piilevä määrityksen teki prof. (emer.) Pertti Eloranta. Hänen lausuntonsa näytteistä on **liitteenä 7**.

Lokan ja Porttipahdan altaiden alapuolisten jokien tila elokuussa 2013 oli piileväanalyysien tulosten perusteella erinomainen. Lokan ja Porttipahdan altaiden alapuolisten jokien veden laadussa ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia vuosien 2007 ja 2010 tarkkailujen jälkeen, vaan veden laatu on piileväanalyysien tulosten perusteella useimmilla paikoilla erinomainen tai lähes erinomainen.

Erot vuosien välillä voidaan ilmeisimmin selittää vesivuosisien välisillä eroilla, sillä kuormituksissa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia. Kitisen ja Luiron vedet ovat lievästi mesotrofisia, mikä selittyy mahdollisesti parhaiten tekoaltaista purkautuvista ravinteista.

12. TARKKAILUN KEHITTÄMISTARPEET

Tarkkailuohjelma päivitettiin 18.10.2012 ja se on voimassa vuosina 2013-2018 (**Pöyry Finland Oy 2012**). Voimassa olevaan tarkkailuohjelmaan tehtiin seuraavat muutokset.

- ✓ Porttipahdan tekojärven keskiosassa Vuomiselkien pohjoispuolella sijaitseva piste P6 poistettiin, koska suurin osa P6:n vesistä on peräisin Vuotson kanavasta, jossa sijaitsee tarkkailupiste V1.
- ✓ Lokan ja Porttipahdan tekoaltailla tarkkaillaan kasviplanktonin lajistoa ja biomassaa vuosina 2013 ja 2016. Näinä vuosina toteutetaan veden laadun tarkkailu myös kesäkuussa vastaavasti kuin heinäkuussa ja elokuussa. Vuotson kanavasta ei kuitenkaan oteta näytettä kesäkuussa. Lisäksi jokipisteiltä ei enää jatkossa tehdä a-klorofyllipitoisuuden määrittystä.
- ✓ Aikaisemmin tekojärvien vedenlaadun raportoinnissa käytettiin järville laadittua kolmiulotteista virtaus- ja vedenlaatumallia (**Virtanen ym. 1993**). Mallinnus tehdään laajan tarkkailun vuosina 2013 ja 2016 tai kahdesti ohjelmakauden aikana riippuen mallin päivittämisen aikataulusta.

- ✓ Lokan ja Porttipahdan tarkkailu on lupamääräysten mukaisesti sisältänyt kalojen elohopeapitoisuuden tutkimuksen. Koska kalojen elohopeapitoisuudet ovat olleet pieniä, tarkkailun aikataulua muutettiin siten, että tutkimus tehdään kuuden vuoden välein eli seuraavaksi vuonna 2016.
- ✓ Pohjaeläimiä ei enää tutkita Lokassa ja Porttipahdassa kaudella 2013-2018, sillä tekojärvien pohja ei ole sovelias näytteenottoon.
- ✓ Biologisiin tutkimuksiin kuuluva rantavyöhykkeen vesikasvillisuus selvitys on aiemmin tehty viiden vuoden välein, ja edellisen kerran tutkimus tehtiin vuonna 2010. Jotta biologiset tutkimukset osuisivat kaikki samalle vuodelle, tehdään seuraava tutkimus vuonna 2016.

Koska tarkkailuohjelma on juuri päivitetty, kannattaa tarkkailun kehittämistarpeita tarkastella seuraavan laajan yhteenvedon yhteydessä, jolloin tarkkailuohjelmaa on toteutettu muutaman vuoden.

13. YHTEENVETO TARKKAILUSTA

Vuoden 2013 vedenlaatu

Vuoden 2013 huhtikuun näytekerroilla Lokassa oli havaittavissa veden selvää kerrostuneisuutta lämpötilan suhteen ja Lokan padon edustalla veden happitilanne olikin pohjan läheisyydessä alusvedessä heikko. Myös Lokan keskiosassa pohjanläheisessä vedessä oli havaittavissa selvää happivajausta huhtikuussa. Kenttämittaukset antoivat happitilanteesta hyvin samankaltaisen kuva kuin titrauksen perusteella saatiin. Myös Porttipahdan tekojärvellä oli havaittavissa osalla pisteitä lämpötilakerrostuneisuutta. Porttipahdan padon edustalla kevättalvella veden happitilanne heikkeni selvästi syvyyden lisääntyessä ja vesi oli pohjan läheisyydessä lähes hapetonta. Kesällä Porttipahdan padolla oli havaittavissa ajoittain lievää lämpötilakerrostuneisuutta. Heinä-lokakuussa happitilanne oli tekojärvisissä lähinnä hyvä tai erinomainen, paitsi ajoittain alusvedessä happitilanne oli heikentynyt.

Lokan vesi oli vuonna 2013 pääsääntöisesti lievästi hapanta ja alkaliniteetti oli heikoimmillaankin hyvää tasoa. Vesi oli Lokassa kemiallisen hapenkulutuksen ja värin perusteella pääosin keskihumuksista ja voitiin luokitella lievästi ruskeavetiseksi. Alusveden heikko happitilanne nostatti ajoittain pohjan tuntuman ammoniumtyppi- ja rautapitoisuuksia. Lokan padon luona vesi oli pääsääntöisesti hieman huonolaatuisempaa kuin muualla Lokassa. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat heinä-elokuussa karuille tai lievästi reheville vesille tyyppillistä tasoa. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat lähinnä lievästi reheville vesille tyyppillistä tasoa. Keskimääräiset klorofylli-a:n pitoisuudet olivat hieman edellisvuotta korkeampia ja viittasivat rehevään vedenlaatuun.

Porttipahdan veden pH-arvot olivat vuonna 2013 pääosin lähellä neutraalia tai lievästi happamia sekä syksyllä lievästi emäksistä. Veden alkaliniteetti arvot ilmensivät pääosin hyvää tai erinomaista puskurikykyä happamoitumista vastaan. Porttipahdan pintavedessä oli keskimäärin hieman enemmän rautaa kuin Lokan vedessä, mutta Porttipahdan pintavedessä oli hieman vähemmän humusta kuin Lokan vedessä. Porttipahdan pintaveden fosforipitoisuudet olivat kesällä lievästi reheville vesille tyyppillistä tasoa, kun taas tyyppipitoisuudet indikoivat karua vedenlaatua. Keskimääräiset klorofylli-a:n pitoisuudet viittasivat rehevään vedenlaatuun.

Vuoden 2013 kesän vedenlaatutietojen perusteella Lokka oli Porttipahtaa hieman rehevämpi vesistö.

Vuonna 2013 **Vuotson kanavan** pintavedenlaatu ei merkittävästi eronnut Lokan tai Porttipahdan yleisestä vedenlaadusta, paitsi Vuotson kanavan vesi oli keskimäärin ajoittain hieman väriltään tummempaa, rautapitoisempaa ja fosforipitoisempaa.

Kokonaisuutena tarkastellen vedenlaadussa ei ollut vuonna 2013 havaittavissa merkittäviä eroja tekojärvien kesken.

Kitisen, Luiron ja Kemijoen happitilanne oli vuonna 2013 keskimäärin hyvällä tai tyydyttävällä tasolla. Veden pH-arvot olivat keskimäärin neutraalin tuntumassa. Alimmillaan pH-arvot olivat kevättulvan aikaan ja ylimmillään kesän lopulla perustuotannosta johtuen. Veden puskurikyky oli kaikilla pisteillä erinomainen, paitsi kevättulvan aikaan edellisvuoden tavoin alkaliniteetti oli hyvällä tasolla. Luiron vesi oli keskimäärin väriltään tummintaa ja rautapitoisinta. Vesi Kitisessä oli puolestaan keskimäärin humuspitoisinta. Väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella joet olivat keskiumuksisia ja lievästi ruskeavetisiä. Mangaania oli keskimäärin eniten Kitisessä ja toiseksi eniten Kemijoen. Havaintopaikkojen keskimääräisiä pitoisuuksia nostattivat vuoden lopulla havaitut mangaanin pitoisuusnousut, joille ei löytynyt tuloksista selvää syytä. Mangaania esiintyy vesistöissä luontaisesti, eikä sitä luokitella vesiympäristölle haitalliseksi tai vaaralliseksi aineeksi. Keskimäärin eniten typpeä oli Kitisessä, kun taas fosforia oli eniten Kemijoen alaosassa. Keskimääräisten typpipitoisuuksien perusteella joet olivat lähinnä karuja, mutta keskimääräiset fosforipitoisuudet ilmensivät joissa lievästi rehevyyttä.

Minimiravinnetarkastelun perusteella Lokan ja Porttipahdan tekojärvet olivat vuonna 2013 vuosien 2007 ja 2010 tavoin melko voimakkaasti fosforirajoitteisia. Lokan osalta arvio poikkeaa muutamista aikaisemmista (vuodet 2004-2006) minimiravinnetarkasteluista. Ilmeisesti Lokassa on tapahtunut ravinnesuhteissa muutos kohti tavanomaista sisävesiemme fosforirajoitteisuutta. Vuotson kanavan arvioitiin myös olevan melko voimakkaasti fosforirajoitteinen. Luiri, Kitinen ja Kemijoki olivat arvion mukaan pääsääntöisesti samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteisia. Tällaisessa vesistössä sekä typen että fosforin kuormitusmuutokset saattavat vaikuttaa rehevyytasoon.

Vedenlaadun muutokset

Noin 35 vuotta sitten rakennetut Lokan ja Porttipahdan tekoaltaat näyttävät saavuttaneen veden laadun tasapainotilan 1990-luvun ja 2000-luvun alun kuluessa. Kinnunen (1985) arvioi tasapainotilan saavutetun jo 1980-luvun alkupuolella, mutta sen jälkeen kertynyt vedenlaatuaineisto osoittaa veden laadun niin Lokassa kuin Porttipahdassa parantuneen vielä selvästi 1980-luvun jälkeen.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien pintaveden happitilanne on keskimäärin hieman parantunut alkuaajoista. Pintaveden **happitilanne** on keskimäärin ollut alkuaikojen jälkeen Lokassa tyydyttävä ja Porttipahdassa hyvä. Tekojärvien syvimmissä osissa on kevättalvinen alusveden hapettomuus ollut jokavuotinen ilmiö alkuaajoista lähtien. Porttipahdassa alusveden happitilanne on heikentynyt myös ajoittain kesäkerrostuneisuuden aikaan. Lokassa loppukesän happitilanteen heikentyminen riippuu oleellisesti sääoloista. Sääolojen ollessa suotuisat, voi suhteellisen matala Lokkakin kerrostua lämpötilan suhteen, jolloin alusveden happitilanne voi heikentyä.

Lokan ja Porttipahdan pH-arvot ovat olleet normaalilla sisävesiemme tasolla koko historiansa aikana eikä altaissa ei ole ilmennyt ongelmia pH-arvojen suhteen. Alhaisimmat pH-arvot mitattiin altaiden ensimmäisinä vuosina, minkä jälkeen pH-arvot ovat pysyneet neutraalin tuntumassa. Molempien tekojärvien **alkaliniteetti** on ollut pääosin hyvä eli tekojärvet ovat hyvin puskuroituja, eikä happamoitumisesta ole vaaraa.

Molemmissa tekojärvissä päällysveden **väriluku** ja **humuspitoisuus** sekä **ravinnepitoisuudet** ovat selvästi laskeneet alkuajoista. Keskimääräisen väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella tekojärvet voidaan näin ollen 2000-luvulla luokitella lähinnä humuspitoisiksi ja lievästi ruskeavetisiksi. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeneet tasaisesti 1970-luvulta lähtien molemmilla tekojärvillä, mutta kokonaistyyppipitoisuudet ovat hieman kohonneet tai olivat keskimäärin samaa tasoa 2000-luvulla 1990-lukuun verrattaessa. Tekojärvien keskimääräiset levämäärät eli klorofylli-a:n pitoisuudet eivät ole merkittävästi muuttuneet alkuajoista.

Porttipahdan tekojärven juoksutukset **Kitiseen** aloitettiin 1970-luvun alussa, mikä näkyi selvästi Kitisen Peurasuvannon veden laadun muutoksina: alkaliniteetti, sähkönjohtavuus ja pH-arvot alkoivat laskea. Juoksutusten alettua veden humus-, rauta- ja ravinnepitoisuudet sekä väriluku kohosivat, mutta arvot ovat ajan kuluessa laskeneet jo melko lähelle tilannetta ennen tekojärveä. Lokan säännöstelyn aloittaminen Porttipahdan altaan kautta kohotti kiintoainepitoisuutta ja veden sameuslukua 1980-luvulla. Pitoisuudet kuitenkin laskivat huomattavasti jo 1990-luvulla.

Luiron veden väriluku kohosi 1970-luvulla humus- ja rautapitoisuuksien kohotessa, ja myös ravinnepitoisuudet kohosivat. Säännöstelyn aloittaminen näkyi myös kiintoainepitoisuuden lievänä kohoamisena. 1980-luvulla Lokan tekoaltaan säännöstely siirrettiin tapahtuvaksi Porttipahdan kautta. Tämä puolestaan paransi Luiron veden laatua.

Tekojärvien vaikutusalueen ulkopuolella olevan **Ylä-Kemijoen** tarkkailupisteen veden laatu on heikentynyt 1970-luvulta lähtien. Neljänkymmenen vuoden aikana veden väri on tummunut humuspitoisuuksien kohotessa sekä rehevyystaso on muuttunut karusta lievästi reheväksi fosforipitoisuuden kohotessa. Muutosten voimakkuus Ylä-Kemijoen veden laadussa oli kuitenkin vähäisempää kuin Luirossa tai Kitisessä.

Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisessa **Kemijoessa** veden laadun muutokset eivät ole olleet ihan yhtä voimakkaat kuin itse latvajoissa. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien käyttöönotto näkyi Pelkosenniemessä 1970-luvulla fosfori-, rauta- ja humuspitoisuuksien sekä väriluvun kohoamisena. Veden laatu on parantunut 70-luvulta lähtien ja keskimääräiset ravinnepitoisuudet 2000-luvulla ovat selkeästi alhaisemmat kuin ennen tekojärvien perustamista 1960-luvulla mitatut pitoisuudet.

VIITTEET

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

Kinnunen, K. 1985. Lokan ja Porttipahdan tekoaltaiden ja niiden alapuolisten jokien tilan kehittyminen vuoteen 1984 saakka. Lapin vesipiirin vesitoimisto.

Lepistö, L. & Pietiläinen, O-P. 1996. Kasviplanktonin määrän ja koostumuksen muutokset Lokassa, Porttipahdassa ja Kemijärvässä. Suomen ympäristö 13.

Pietiläinen O. P. ja Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristö 313. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 64 s.

Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J.-P., Karlsson, P. & Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010. Raportteja 2012:1. Ilmatieteen laitos, Helsinki

Pöyry Finland Oy 2012. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien vedenlaadun tarkkailusuunnitelma vuosille 2013-2018. Moniste 14 s.+ liitteet.

Virtanen, M., Hellsten, S., Koponen, J., Riihimäki, J. & Nenonen, O. 1993. Pohjoisten tekojärvien veden laadun laskenta mittauksilla varmistettuna. VTT tiedotteita 1525.