

Vastaanottaja
Lahti Aqua Oy
Lahti Energia Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
27.5.2010

Viite
89102854

**LAHTI AQUA OY, LAHTI
ENERGIA OY**
VESIJÄRVEN TILA
**VUODEN 2009 HAVAIN-
TOJEN PERUSTEELLA**

**LAHTI AQUA OY, LAHTI ENERGIA OY
VESIJÄRVEN TILA
VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA**

Tarkastus **Outi Salonen**
Päivämäärä **27.5.2010**
Laatija **Paula Jäntti**
Hyväksyjä **Outi Salonen**
Kuvaus **Raportti**

Viite **89102854**

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TARKKAILUOHJELMA JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN	1
2.1	Muut Vesijärven vedenlaatuun vaikuttavat toimet	2
3.	KYMIJÄRVEN VOIMALAITOKSEN TOIMINTATIEDOT	5
4.	LAHTI AQUA OY:N HUUHTELU- JA LAIMENNUSVEDEN OTTO	5
5.	SÄÄ	7
6.	ENONSELÄN VEDENLAATU	7
6.1	Myllysaaren syvänteen hapettaminen	7
6.2	Yleinen vedenlaatu	8
6.3	Happitilanne	8
6.4	Ravinnepitoisuudet Enonselällä	8
6.4.1	Fosfori	8
6.4.2	Typpi	9
6.4.3	Kokonaisravannesuhde ja rehevyys	9
6.5	Enonselän levätuotanto ja rehevyys	9
6.5.1	Lankiluodon kasviplankton vuonna 2009	9
6.5.2	Siikasalmi	10
7.	KOMONSELÄN VEDENLAATU	14
7.1	Komonselän levätuotanto ja rehevyys	14
7.1.1	Kasviplankton Komonselän Pirttiniemessä vuonna 2009	14
7.2	Vaaniensalmi	15
8.	KAJAANSELÄN VEDENLAATU	15
8.1	Happitilanne ja sisäinen kuormitus	15
8.2	Ravinnepitoisuudet ja kokonaisravannesuhde	15
8.3	Kajaanselän levätuotanto ja rehevyys	16
8.3.1	Kasviplankton Kajaanselällä vuonna 2009	16
9.	PITKÄN AIKAVÄLIN TARKASTELU	16
9.1	Enonselkä ja Lankiluoto	17
9.2	Komonselkä ja Pirttiniemi	18
9.3	Kajaanselkä	18
10.	YHTEENVETO	18
11.	KIRJALLISUUS	20

LIITTEET

Liite 1.	Vesijärven veloitetarkkailun analyysitulokset 2009
Liite 2.	Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2009
Liite 3.	Pitkän aikavälin veden laadun kuvaajat
Liite 4.	Automaattiasemien mittaustulosten kuvaajat vuodelta 2009
Liite 5.	Termit, luokitukset ja lyhenteet
Liite 6.	Vesijärven hapettimien ja automaattiasemien sijainti

JAKELU

Lahti Aqua Oy / Martti Lipponen (alkuperäinen + pdf)
Lahti Aqua Oy / Jouni Lillman, jouni.lillman@lahtiaqua.fi (1 kopio + pdf)
Lahti Energia Oy / Eeva Lillman, eeva.lillman@lahtienergia.fi (1 kopio + pdf)
Lahden seudun ympäristöpalvelut / Ismo Malin, ismo.malin@lahti.fi (pdf)
Hämeen elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus / kirjaamo.hame@ely-
keskus.fi (pdf)
Suomen ympäristökeskus YT-yksikkö (1 kpl)

1. JOHDANTO

Vesijärven velvoitetarkkailusta vastaavat 27.3.2009 päivätyn ohjelman mukaisesti Lahti Aqua Oy ja Lahti Energia Oy. Lahti Aqua Oy:llä on velvoite tarkkailla laimennusveden ottamisen vaikutusta ja Lahti Energia Oy:llä Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusta.

Lahti Aqua Oy:llä on jätevesien johtamislupa Porvoonjokeen (KHO 7.5.2004, taltio 1020 drno:t 3404, 3405 ja 3406/1/03), joka edellyttää myös laimennusveden johtamista Porvoonjokeen siten että Porvoonjoen taustavirtaama Ali-Juhakkalassa on aina vähintään 1 m³/s ilman Lahden kaupungin jätevesivirtaamaa. Lahti Aqua Oy:n laimennusveden oton tarkkailu perustuu Korkeimman hallinto-oikeuden 27.10.1986 antamalla päätöksellä n:o 4198 vahvistamaan Itä-Suomen vesioikeuden päätökseen n:o 13/Va II/86 (10.2.1986). Luvan saajan on tarkkailtava veden ottamisen vaikutusta Vesijärvestä ja Vääksynjoessa.

Lahti Energia Oy Kymijärven voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu perustuu Itä-Suomen vesioikeuden 19.5.1989 antamaan päätökseen n:o 36/II/89. Itä-Suomen vesioikeuden 15.4.1999 antaman uuden päätöksen n:o 15/99/1 vaatimuksia ryhdyttiin toteuttamaan vuonna 2000. Päätöksessä on velvoite lisäseurannasta, mikäli lämpötilan nousu lauhduttimissa ylittää vuorokausikeskiarvona 12 °C tai nousunopeus tuntikeskiarvona 8 °C. Lisäseuranta käsittää purkuvesistön lämpötilan mittaukset ja biologisen seurannan (Lahden Tutkimuslaboratorio 2004). Vuonna 2009 seurantaa ei toteutettu, koska lämpötilan nousuja ei ollut.

Vuodesta 2007 alkaen Vesijärven kasviplanktonin biomassa on laskettu Suomen Ympäristökeskuksen biovolyymiarvoilla 1:1, kun aiemmin on käytetty lajikohtaista mittaamista.

Uudessa tarkkailuohjelmassa klorofyllinäytteiden määrää on vähennetty ranta-alueiden havaintopaikoilta, ja korvaavana aineistona käytetään Vesijärvisäätiön ja Lahden seudun ympäristöpalveluiden ylläpitämien automaattiasemien aineistoja. 5 m näytteitä ei enää oteta.

2. TARKKAILUOHJELMA JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN

Vuoden 2009 näytteet on otettu Lahti Aqua Oy:n ja Lahti Energia Oy Kymijärven voimalaitoksen maaliskuussa 2009 uusitun vesistö tarkkailuohjelman mukaisesti (Ramboll Analytics Oy 2009). Tarkkailu keskittyy Vesijärven Enonselälle, joka on Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan vaikutusalueella. Valuma-alueeltaan se on pienempi kuin Kajaanselkä, jossa on yksi havaintopaikka (taulukko 1). Kolmas tarkkailussa mukana oleva selkävesi, Komonselkä, on alueista pienin ja siellä sijaitseva tarkkailupiste on Pirttiniemen kohdalla. Yhteensä havaintopaikkoja on 10 kpl (taulukko 2, kuva 1).

Elokuussa 2009 laajan ja suppean näytekierroksen järjestys oli poikkeava voimakkaan leväkukinnan ja huonon happitilanteen takia. Alkukuusta otettiin ns. laaja kierros ja loppukuusta suppea. Näin saatiin parhaiten tietoa vesistön heikoimmasta tilasta. Kemiallisten analyysien lisäksi (taulukko 3, liite 1) Lankiluodon, Pirttiniemen ja Kajaanselän ns. runkopisteiltä on otettu kasviplanktonnäytteet kaksi kertaa näkösyvyyden kokoomana (2*ns) (liite 2). Vuosittaisten tarkkailutulosten lisäksi kappaleessa 9 ja liitteen 3 kuvissa 6 -15 on käsitelty pitkän aikavälin tuloksia.

Automaattisia mittausasemia Enonselällä on Myllysaarella, Ruoriniemessä, Lankiluodossa ja Enonsaaren syvänteessä. Lisäksi yksi asema on Paimelanlahdella. Ruoriniemen asema mittaa myös sinileväpitoisuutta, muut a-klorofylliä (liite 4 kuvat 16–20).

Kasviplanktonin biomassan laskennassa on vuodesta 2007 alkaen käytetty Suomen ympäristökeskuksen julkaisemia biovolyymeja. Vesijärven kasviplanktonbiomassat ovat vertailtavissa muihin laskentoihin, missä käytetään samaa biovolyymitaulukkoa. Verrattaessa vuotta 2007 aiempia tuloksia nykyisiin, jäävät biomassat pienemmiksi erityisesti näytteissä, joissa on ollut paljon pienisoluisia piileviä (esim. *Stephanodiscus sp.*). Vastakkainen esimerkki on *Asterionella formosa*, jolle Vesijärvestä on mittaamalla saatu pienempi biovolyyymi kuin SYKEN taulukot antavat. Tällöin uusi laskentamenetelmä antaa isompia biomassoja.

Näytteet on otettu Limnos-noutimella metrin syvyydeltä, puolivälistä vesisyvyyttä ja metri pohjan yläpuolelta. Lisäksi syvänteiden kohdalla happinäytteitä on otettu kymmenestä metristä ja sitä syvemmältä viiden metrin välein. Näytteenoton yhteydessä on havainnointi näkösyvyys sekä veden haju ja ulkonäkö. Raportissa käytetyt lyhteet ja luokitukset sekä niiden selitykset on koottu liitteeseen 5.

Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesiä purettiin Joutjokeen ja edelleen Vesijärveen keväällä juhannukseen saakka. Loppukesällä purku alkoi uudelleen elokuussa. Lämpötilaylityksiä ei ilmennyt, joten erillistä seurantaa ei tehty vuonna 2009.

2.1 Muut Vesijärven vedenlaatuun vaikuttavat toimet

Vesijärven Enonselän tilaan vaikuttaa myös hapetus, joka aloitettiin joulukuussa 2007. Hapetuksesta vastaavat Vesijärvisäätiö ja Lahden seudun ympäristöpalvelut. Hapetin on ollut käynnissä Myllysaaren syvänteessä, lähellä vesistötarkkailun havaintopaikkaa Satama 33, seuraavina ajan-kohtina:

19.12.2007 - 22.4.2008,
9.6.2008 - 29.8.2008,
30.12.2008 - 29.4.2009,
25.5.2009 - 14.9.2009,
23.12.2009 -

Muut Vesijärven hapettimet (3-8) ovat Vasikkasaaren ympäristössä olevia (1-2) lukuun ottamatta olleet käynnissä 8.12.2009 alkaen (liite 6).

Myllysaaren syvänteen vesistötarkkailun havaintopaikka on Satama 33, jonka vedenlaatutulokset käsitellään Enonselän yhteydessä kappaleessa 6.1. Vesijärvellä tehdään myös hoitokalastusta sekä vesistö- ja valuma-aluekunnostusta.

Taulukko 1. Vesijärven ja sen osa-alueiden hydrologiset tiedot.

	Enon- selkä	Paimelan- lahti- Vähäselkä	Komon- selkä	Lai- tialan- selkä	Kajaan- selkä	Vesijär- vi
Valuma-alue (km ²)	84	97	37	159	138	515
Pinta-ala (km ²)	26	6	12,5	21,5	44	109
Keskivirtaama (m ³ /s)	1,0	0,8	2,0	1,1	3,9	3,9
Keskivilavuus (10 ⁶ m ³)	176	17	50	120	300	663
Keskiviipymä (a)	5,6	0,7	0,8	3,5	2,4	5,4
Suurin syvyys (m)	33	14,5	10,5	18,5	42	42
Keskisyvyys (m)	6,8	2,8	4,0	5,6	6,8	6,0
Rantaviiva (km)	44	16	21	37	63	181*

*saarirantaa 31 km

Taulukko 2. Näytteenottoajankohdat havaintopaikoittain vuonna 2009. Lyhenteet viittaavat taulukon 3 analyysivalikoimaan: L=laaja, S=suppea, P=perusseuranta.

v. 2009 Havainto- paikka	Tammi	Maalis	Touko		Kesä			Heinä		Elo		Loka	Näyte- kertoja
	13.1.	17.3.	7.5.	20.5.	28.5.	10.6.	23.5.	13.7.	30.7.	11.8.	25.8.	29.10.	
ENONSELKÄ													
Lankiluoto 10	L	L	L	S	L	S	L	S	L	L	S	L	12
Satama 33		P	P							P		P	4
Kiikkula 8		P	P							P		P	4
Isosaari 6		P	P							P		P	4
Siikasalmi 23		P	P							P		P	4
Kaksossaaret 43		P		S		S		S		P	S		6
Kahvisaari 40		P		S		S		S		P	S		6
KOMONSELKÄ													
Pirttiniemi 5	L	L	L		L		L		L	L		L	8
Vaaniensalmi 20		P	P							P		P	4
KAJAANSELKÄ													
Kajaanselkä 34	L	L	L		L		L		L	L		L	8

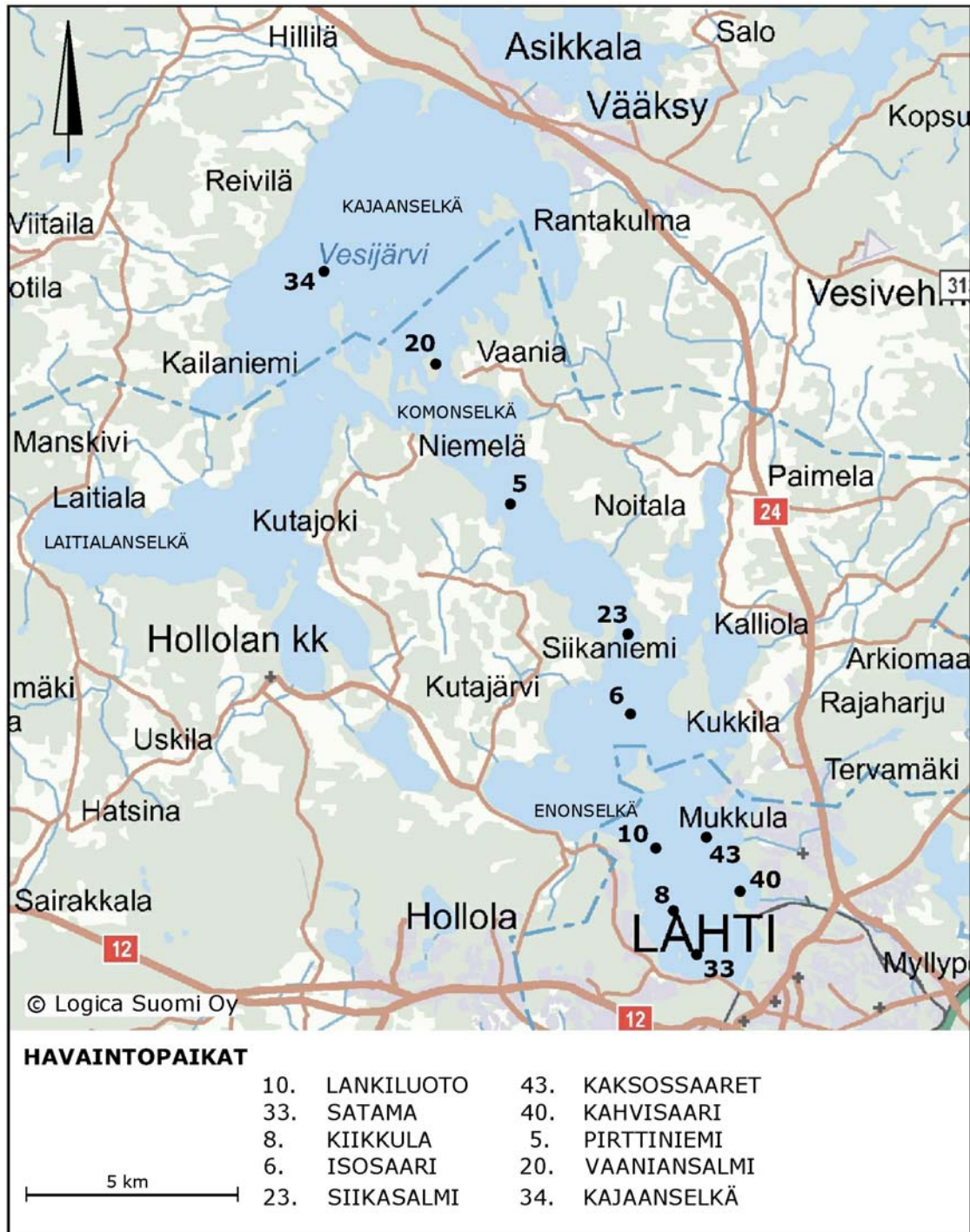
Taulukko 3. Vesijärvitarkkailun analyysivalikoima

Muuttuja	Perusanalyysi- valikoima, P	Runkopisteet, laaja analyysi- valikoima, L	Suppea analyysi- valikoima, S
happi	X	X	
sameus	X	X	
pH	X	X	
johtokyky	X	X	
kokonaisfosfori	X	X	X
fosfaattifosfori		X	
nitraattityppi		X	
nitriittityppi		X	
kokonaistyyppi	X		X
ammoniumtyppi		X	
rauta	X	X	
mangaani	X	X	
kloridi	X	X	
CODMn	X	X	
kiintoaine	# 1)	# 2)	
klorofylli-a		× 1 + kasvipl	X

1) kiintoaine: Kahvisaari ja Kaksossaarilta maaliskuu- ja elokuussa

2) kiintoaine: Lankiluodosta maaliskuu- ja elokuussa

× 1) Runkopisteiltä klorofylli ja kasviplankton avovesikautena.



Kuva 1. Vesijärven vesistötarkkailun havaintopaikat

3. KYMIJÄRVEN VOIMALAITOKSEN TOIMINTATIEDOT

Vuonna 2009 Kymijärven voimalaitos tuotti kaukolämpöenergiaa 1102 GWh ja sähköenergiaa 709 GWh, josta 109 GWh eli 15 % oli lauhde-energiaa. Polttoaineena käytettiin 265 kt kivihiiltä, 28 milj. m³ maakaasua ja 3,4 t dieselöljyä. Kaasutetun polttoaineen määrä oli 87 kt.

Öljynerotuskaivojen vedet, yhteensä noin 6 000 m³ johdettiin viivästysaltaiden kautta Joutjokeen. Öljypitoisuus oli kolmella mittauskerralla enimmillään 0,36 mg/l. Öljynerotuskaivojen vesimäärä oli: 12 600 m³ vuonna 2008.

Vesijärvestä otettiin vuonna 2009 yhteensä 68,8 milj m³ jäähdytysvettä. Vesi johdettiin lauhdutimesta Joutjoen kautta takaisin Vesijärveen. Jäähdytysveden johtaminen päättyi 17.6 ja alkoi uudestaan 18.8.2009.

Koko vuoden ajalta lämpökuorma oli 1001 TJ. Mikäli lämpökuorma olisi siirretty kerralla vesistöön, olisi se nostanut Enonselän lämpötilaa 1,4 °C ja koko Vesijärven lämpötilaa 0,4 °C (taulukko 4).

Lämpötilan nousu lauhduttimessa ei ylittänyt 12 astetta vuorokausikeskiarvona eikä nousunopeus ylittänyt 8 astetta tuntikeskiarvona vuonna 2008. Siksi erillistä tehostettua, lämpötilan ja klorofyllipitoisuuden seurantaa ei toteutettu.

Taulukko 4. Kymijärven voimalaitokselta vesistöön johdettu jäähdytysvesikuorma ja sen arvioitu vaikutus Vesijärvestä.

Vuosi	Jäähdytysvesimäärä, milj. m ³	Vesistöön johdettu energia, TJ	Enonselän lämpötilan nousu, °C	Koko Vesijärven lämpötilan nousu, °C
2001	68,7	2 072	2,8	0,7
2002	59,7	1 623	2,2	0,6
2003	84,4	2 877	3,9	1,0
2004	78,1	2 533	3,4	0,9
2005	52,2	508	0,7	0,2
2006	80,0	2 061	2,8	0,7
2007	68,3	1 117	1,5	0,4
2008	51,2	631	0,9	0,2
2009	68,8	1001	1,4	0,4

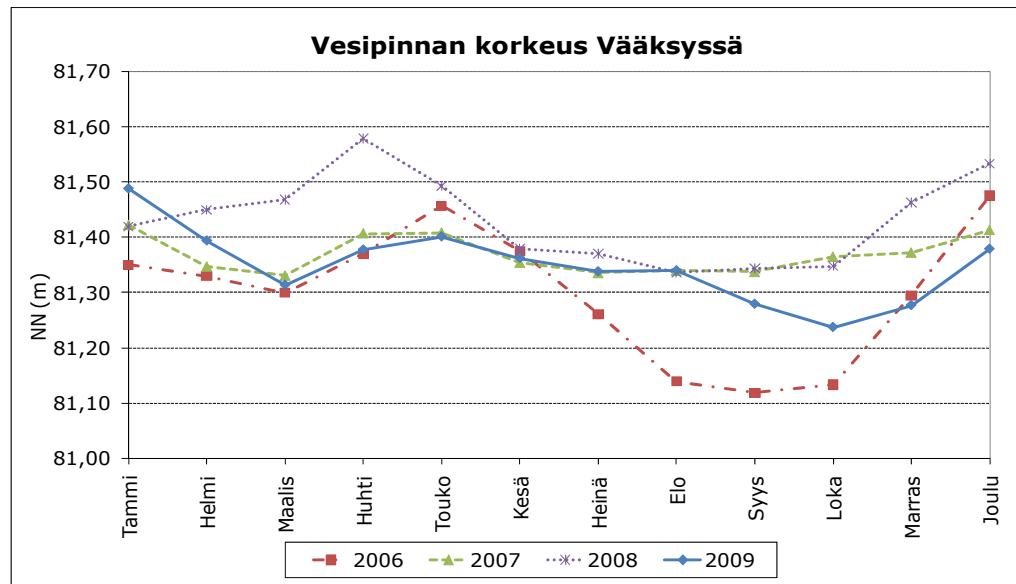
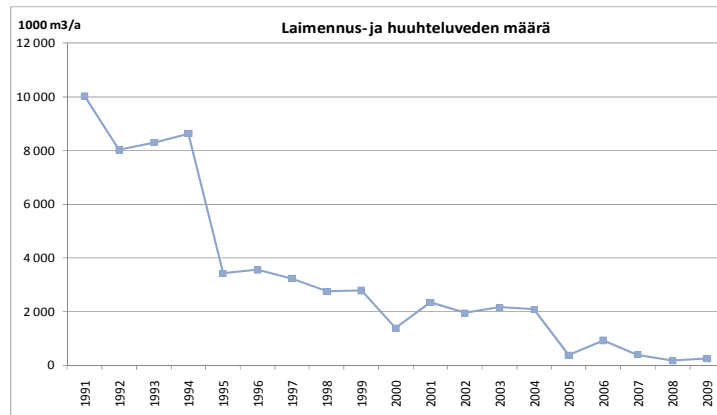
4. LAHTI AQUA OY:N HUUHTELU- JA LAIMENNUSVEDEN OTTO

Lahti Aqua Oy otti vuonna 2009 Kariniemen purkutunnelin huuhteluun 240 621 m³ (v. 2008: 324 057m³) Vesijärvestä Porvoojokeen (taulukko 5). Johdetun veden määrä oli 0,04 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 0,22 senttimetrin vesikerrosta järvestä. Laimennusvettä ei käytännössä ole viime vuosina tarvittu, koska Patomäen virtaama on luontaisesti ollut yli 1 m³/s.

Tunnelin huuhteluv veden tai laimennusveden otto ei vaikuta suoraan vedenkorkeuksiin, koska Vesijärveä säännöstellään Vääksynjoessa. Vesijärven vedenpinnan vaihtelut olivat pieniä 2009. Vääksyssä keskivesipinta oli 81,35 m (NN) (kuva 2).

Taulukko 5. Vesijärvestä Porvoonjokeen johdetut vesimäärät vuosina 1991–2009.

Vuosi	1000 m ³ /a
1987	9 264
1988	11 738
1989	8 948
1990	14 958
1991	10 030
1992	8 037
1993	8 299
1994	8 634
1995	3 426
1996	3 552
1997	3 235
1998	2 751
1999	2 789
2000	1 381
2001	2 340
2002	1 955
2003	2 160
2004	2 076
2005	375
2006	926
2007	391
2008	324
2009	241



Kuva 2. Vesijärven keskivedenpinnan korkeus Vääksyssä

5. SÄÄ

Syksyllä 2008 Vesijärvi jäätyn nopeasti joulujen välipäivinä, mutta voimakkaat lämpötilanvaihtelut repivät Enonselälle loppiaisena 2009 ison railon. Enonselkä sulii 28. huhtikuuta. Syksy 2009 oli vähätuulinen ja jäätyminen tapahtui kireän pakkasjakson alussa 14.12.2009. Jääkansi jäi kuitenkin heikoksi, kun pian jäätyamisen jälkeen satanut puuterilumi eristi jään pakkaselta.

Vuosi 2009 oli Lahdessa vähäsateinen, ja kylmempi kuin pari edellisvuotta (taulukko 6). Etenkin tammi - huhtikuun jakso oli edellisvuotta kylmempi, mutta kuitenkin lämpimämpi pitkän aikavälin lämpötiloihin verrattuna. Kesällä lämpötilat olivat tavanomaisempia, mutta loka- ja joulukuu olivat jälleen huomattavasti viileämpiä. Sademäärä vuonna 2009 oli Lahdessa 217 mm vähäisempi kuin vuonna 2008. Huhtikuu sekä elo-syyskuu 2009 olivat erityisen vähäsateisia ja suurimmat sademäärät saatiin heinäkuussa.

Vuonna 2009 sademäärä Lahdessa tammi-joulukuussa oli 532 mm ja vuoden keskilämpötila 4,5 °C. Vuosien 1971 - 2000 sademäärä oli keskimäärin 634 mm ja keskilämpötila 4,1 °C.

Taulukko 6. Kuukauden keskilämpötila ja kuukausisadanta Lahdessa vuosina 2008 - 2009 sekä vastaavat pitkän aikavälin keskiarvot.

	Lämpötila °C			Sadanta mm		
	2009	2008	1971-2000	2009	2008	1971-2000
Tammi	-5,5	-1,4	-6,8	37	70	44
Helmi	-6,2	-0,9	-7,3	23	55	33
Maalis	-2,4	-1,9	-2,9	27	54	35
Huhti	3,8	5,6	2,8	15	36	32
Touko	11,2	10,1	9,9	56	19	36
Kesä	13,6	13,8	14,6	43	101	56
Heinä	16,7	16,2	16,6	112	50	75
Elo	15,1	14,1	14,6	48	100	82
Syys	11,4	8,8	9,1	27	26	65
Loka	2,1	6,8	4,2	48	110	64
Marras	1,3	1,1	-0,8	56	77	61
Joulu	-7,6	-0,7	-4,8	40	52	51
	4,5	6,0	4,1	532	748	634

6. ENONSELÄN VEDENLAATU

6.1 Myllysaaren syvänteen hapettaminen

Hapetin oli käynnissä Myllysaaren syvänteessä 30.12.2008 - 29.4.2009 ja 25.5.2009 - 14.9.2009. Jäiden tultua hapetus käynnistettiin uudelleen 23.12.2009. Satama 33:n havaintopaikka on hapettimen vaikutusalueella.

Maaliskuussa 2009 happitilanne oli hyvä. Heikko rajapinta oli nähtävissä 10 m kohdalla. Alusvesi oli lievästi raudan ja mangaanin samentama.

Kevättäyskierron aikaan ilmeni voimakasta hapen ylikyllästystä, pH:n ja COD_{Mn}-arvon nousua. Rautaa ja mangaania oli täyskierron seurauksena kummunnut alusvedestä koko vesipatsaaseen. Automaattiaseman mittaama klorofylli-a pitoisuus oli jopa 40–45 µg/l (kuva 18).

Elokuussa alusveden happitilanne oli huono, sillä hapetin ei täysin pystynyt ylläpitämään alusvetä hapellisena. Sisäinen kuormitus oli kohtalaista. Fosforia oli alusvedessä 71 µg/l. Rauta- ja mangaani samennus oli melko voimakasta.

6.2 Yleinen vedenlaatu

Enonselän happamuus oli keskimäärin pH 7,6 (taulukko 7). Kevättäyskierron aikaan pH-arvot olivat 8,1 – 8,6. Lievästi emäksisiä arvoja todettiin Enonselän alueella koko kesän ajan ja elokuun alussa jopa yli pH 9:n. Lokakuussa pH oli tasaisesti 7,5. Alkaliteetti oli Enonselällä noin 0,6 mmol/l. Kohonneita arvoja esiintyi alusvedessä kesäkerrostuneisuuden aikaan.

Enonselän väriluku oli noin 20 mgPt/l ja kemiallinen hapentarve (COD_{Mn}) 5 – 6 mg/l, mikä kuvaa vähähumuksista vesistöä. Kiintoainepitoisuudet olivat maaliskuussa alle 2 mg/l, mutta loppukesällä leväkukinta ja huono happitilanne nostivat kiintoaineen pitoisuuden 6 – 12 mg/l. Samenus oli niin voimakasta, että näkösyvyys oli heikoimmillaan vain 0,9 m.

Mangaanin pitoisuus päällysvedessä oli 10 – 30 µg/l. Raudan pitoisuudet Kahvisaaren - Kaksosaarten alueella olivat hieman pienempiä kuin muualla. Keskimääräinen päällysveden pitoisuus oli noin 100 mgFe/l.

Kloridin ja sähkönjohtavuuden arvot olivat ranta-alueilla hieman selkivesiä korkeammat. Sähkönjohtavuuden arvot olivat Enonselällä enimmäkseen 11– 13 mS/m (taulukko 7). Suurimmat johtokykyarvot, 15 – 16 mS/m, mitattiin Lankiluodon pohjanäytteestä talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikaan. Korkein kloridipitoisuus, 9,8 mg/l, todettiin Kahvisaareissa maaliskuussa.

Kevättalvella 2009 alusveden rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousu Satama 33:lla oli lievää hyvästä happitilanteesta johtuen. Lankiluodossa alusveden samentuminen ja värjäytyminen raudan ja mangaanin takia oli voimakasta ja Kiikkulassa sekä Isosaareissa kohtalaista (taulukko 8).

Heikoimmillaan näkösyvyys oli Lankiluodossa kesäkuun alussa ja elokuun lopussa ja parhaimmillaan heinäkuun alussa ja lokakuussa. Näkösyvyys vaihteli 1,8 – 2,5 m.

6.3 Happitilanne

Lankiluodossa happitilanne oli tammikuussa 2009 jo alkanut heiketä ja maaliskuussa 20 metriä syvemmällä kyllästysaste laski alle 50 %:iin. Maaliskuussa pohja oli hapeton. Kiikkulan syvänteen hapen kyllästysaste oli maaliskuussa huono 9 %, mutta Isosaaren syvänteessä kohtalainen 45 %.

Toukokuussa täyskierto sekoitti hapekasta vettä hyvin koko vesipatsaaseen ja voimakas levätuotanto lisäsi happipitoisuutta. Kyllästysaste oli pohjaa myöten 110 – 130 %. Toukokuun lopulla Lankiluodossa lämpötilakerrostuneisuus oli alkanut kehittyä ja sen myötä myös pohjan happitilanne oli heikentynyt.

Kesäkuun alussa harppauskerroksen raja oli Lankiluodossa 20–25 m välillä ja hapen kyllästysaste pohjassa 4 %. Heinäkuussa 20 m syvemmällä alusveden hapen kyllästysaste oli alle 10 %. Pinnassa vallitsi hapen voimakas ylikyllästys, 133 %.

Elokuun alussa koko Enonselän happitilanne oli heikko jo 10 m syvyydessä. Huono happitilanne vallitsi jopa Siikasalmen kaltaisilla matalilla paikoilla. Siikasalmessa pohjassa (6 m) kyllästysaste oli 18 %. Kahvisaareissa ja Kaksosaarilla sen sijaan hapen ylikyllästys vallitsi koko vesipatsaassa.

Syystäyskierron jälkeen, lokakuun lopussa vesipatsas oli noin 5 -asteinen, happipitoisuus noin 12 mg/l ja kyllästysaste erinomainen 95 %.

6.4 Ravinnepitoisuudet Enonselällä

6.4.1 Fosfori

Keskimääräinen pintaveden fosforipitoisuus oli Enonselällä noin 30 µg/l (taulukko 7). Fosfaattifosforia oli pinnassa enimmillään 12 µg/l.

Sisäinen kuormitus oli vielä tammikuussa lievää, mutta maaliskuussa jo voimakasta. Lankiluodon alusveden fosforipitoisuus oli 430 µg/l, mistä 270 µg/l oli fosfaattifosforia (taulukko 8). Toukokuussa Kahvisaaren fosforipitoisuudet olivat huomattavan alhaisia, alle 20 µg/l, verrattuna muun alueen yli 30 µgP/l arvoihin.

Kesä- elokuussa sisäinen kuormitus oli kohtalaista, kun alusveden fosforipitoisuus pysyi arvoissa 60 – 90 µg/l. Sen sijaan päällysveden fosforipitoisuudet olivat korkeita 40 – 50 µg/l. Fosfaattifosforin osuus oli suurin vesipatsaan puolivälissä.

Syystäyskierron aikaan Enonselän fosforipitoisuus oli 25 – 35 µg/l ja fosfaattifosforin pitoisuus noin 6 µg/l.

Enonselän tilavuuspainotetun kokonaisfosforin pitoisuus oli vuonna 2009 maaliskuussa 27 µgP/l ja elokuussa 44 µgP/l.

6.4.2 Typpi

Enonselän 1m näytteiden vuosikeskiarvona alhaisin typpipitoisuus, 460 µg/l, mitattiin Siikasalmesta ja korkein Lankiluodosta, 507 µg/l.

Talvella typpeä todettiin maaliskuussa eniten Lankiluodon syvänteestä, 1 400 µg/l. Kiikkulan ja Isosaaren syvänteiden alusvedessä typpeä oli 800 – 1 000 µg/l (taulukko 9). Talvella tyypestä puolet oli epäorgaanisena nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyyppinä. Ammoniumtyyppiä todettiin vain pohjan läheisyydessä, enimmillään Lankiluodossa 940 µg/l.

Toukokuussa täyskierron aikaan ja sen jälkeen Enonselän typpipitoisuudet olivat 500 µg/l tasolla eikä epäorgaanista typpeä ollut liiemmin vedessä vapaana.

Kesäkerrostuneisuuden muodostuessa typen ja ammoniumtypen pitoisuudet syvänteissä kasvoivat. Lankiluodossa kokonaistypen pitoisuus pohjassa oli kesä-elokuussa 1 000 – 1 600 µg/l. Ammoniumtypenpitoisuus nousi pohjassa 460:stä 1 300:aan µg/l. Elokuussa pinnan typpipitoisuudet olivat laajoilla alueilla noin 900 µg/l. Epäorgaanista typpeä oli pinnassa erittäin vähän. Lankiluodossa vesipatsaan puolivälissä nitraattityyppiä oli 180 µg/l ja huonoa vesistön tilaa osoittavan nitriittityypen pitoisuus oli 6 µg/l.

Syystäyskierron aikaan Enonselän typpipitoisuus 400 - 500 µg/l. Epäorgaanista typpeä (nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyppi) oli vähän, alle 10 µg/l.

Kokonaistypen tilavuuspainotettu pitoisuus Enonselällä oli talvella 535 µgN/l ja kesällä 655 µgN/l.

6.4.3 Kokonaisravinnesuhde ja rehevyys

Tuotantokauden aikainen typpipitoisuus Lankiluodossa oli 515 µg/l ja fosforipitoisuus 30 µg/l. Fosforipitoisuus kuvaa rehevää, eutrofista vesistöä. Typpi-fosfori -suhde, 17, oli keskimääräinen edellisvuosiin verrattuna. N/P -suhdeluvun perusteella alue on lievästi fosforirajoitteinen, jolloin levätuotantoa rajoittaa pääasiassa fosforin saatavuus (taulukko 9). Lievää yhteisrajoitteisuutta todettiin heinä- ja lokakuussa (kuva 3).

6.5 Enonselän levätuotanto ja rehevyys

Lankiluodossa a-klorofyllin pitoisuus oli toukokuussa 32 µg/l, minkä jälkeen levätuotanto laski nopeasti kauden minimiin, 6,7 µg/l. Suurin klorofyllipitoisuus, 76 µg/l todettiin elokuussa (kuva 4). Avovesikauden keskiarvo oli 28 µg/l.

Lankiluodon ja Myllysaaren automaattiasemien mittaustuloksissa toukokuun leväpiikki näkyy hyvin (kuvat 16 – 19). Alkukesän minimiä seurasi heinäkuun alussa lievempi tuotannon kasvu ja varsinainen tuotantohuippu ajoittui elokuun lopulle. Tuolloin klorofylli-a:n pitoisuus oli 30 - 35 mg/l. Automaattiasemien klorofyllipitoisuudet pysyvät tasolla 10 - 15 µg/l vielä lokamarraskuussa. Enonsaaren syvänteen mittausasemalla syksyn klorofyllitaso nousi yli 20 µg/l.

Ruoriniemen mittausasema seuraa erikseen myös sinilevien pitoisuutta. Niiden pitoisuus nousi 15 - 20 mg/l elokuun alussa, jolloin kukinta oli myös selvästi silmin havaittavissa. Vastaavia lukemia saatiin vielä marraskuussa (kuvat 16 - 19).

6.5.1 Lankiluodon kasviplankton vuonna 2009

Lankiluodon kasviplanktonin biomassassa oli avovesikaudella keskimäärin 3 750 mg/m³, mikä kuvaa rehevää vesistöä (kuva 5).

Piilevien osuus toukokuun alun leväbiomassasta (5 353 mg/m³) oli 86 % (liitteet 2.1 ja 2.2). Valtalajia, *Aulacoseira islandica*, oli 66 %, jonka lisäksi esiintyi *Stephanodiscus cf parvus* -piileviä. Sinilevää, *Plankthothrix agardhii*, oli 6 % biomassasta.

Toukokuun lopussa panssarisiimaleviä ja piileviä oli kumpiakin noin 25 % biomassasta, minkä lisäksi kultaleviä oli 16 %. Piilevistä yleisin oli *Stephanodiscus sp.* ja kultalevistä *Dinobryon sociale*. Panssarilevää *Gymnodium helveticum* oli 21 % biomassasta.

Kesä-heinäkuussa nielulevät runsastuivat piilevien taantuessa. Nielulevien, *Cryptomonas sp.* ja *Cryptomaonadales*, osuus oli 21 % biomassasta ja piilevien, *Asterionella formosa* ja *Stephanodiscus neoastrea*, yhteensä 18 %. Kokonaisbiomassasta nieluleviä oli 38 % ja piileviä 28 %. Sinileviä, lähinnä *Anabaena* -sukua oli kesäkuun lopulla vain 8 % biomassasta. Kasviplanktonin biomassassa oli tuotantokauden alhaisin, 960 mg/m³.

Heinäkuun lopulla sinilevien osuus oli 73 % biomassasta eli 2500 mg/m³. Nielu- ja panssarilevien osuus oli 9 % kummankin. Yleisin sinilevälaji oli *Anabaena lemmermannii*.

Elokuussa sinilevien biomassa oli $8\,130\text{ mg/m}^3$ ja osuus 93 %. *Anabaena lemmermannii* oli valtalaji 91 % biomassaosuudella. Elokuun alussa kasviplanktonin biomassa oli kauden korkein $8\,800\text{ mg/m}^3$ (kuva 5).

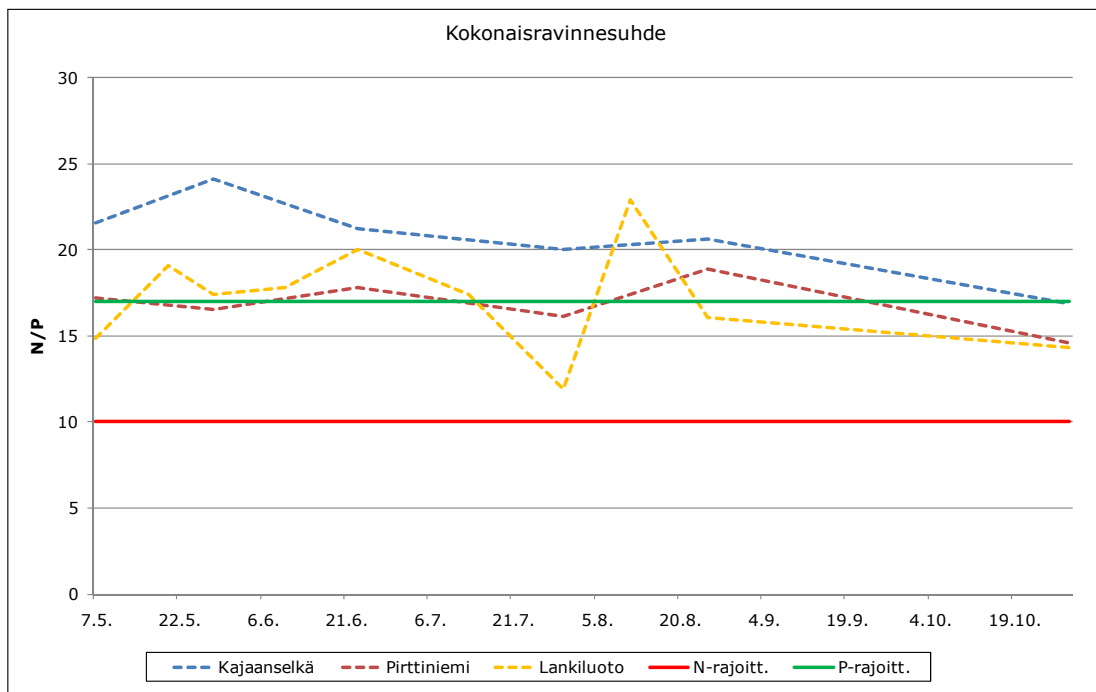
Lokakuuhun 2009 mennessä sinilevien osuus biomassasta laski 57 %:iin. *Planktothrix agardhii* -lajin osuus oli 56 % sinileväbiomassasta. Piileviä oli vain 32 % biomassasta ($3\,100\text{ mg/m}^3$) ja *Aulacoseira islandica* oli valtalaji.

6.5.2 Siikasalmi

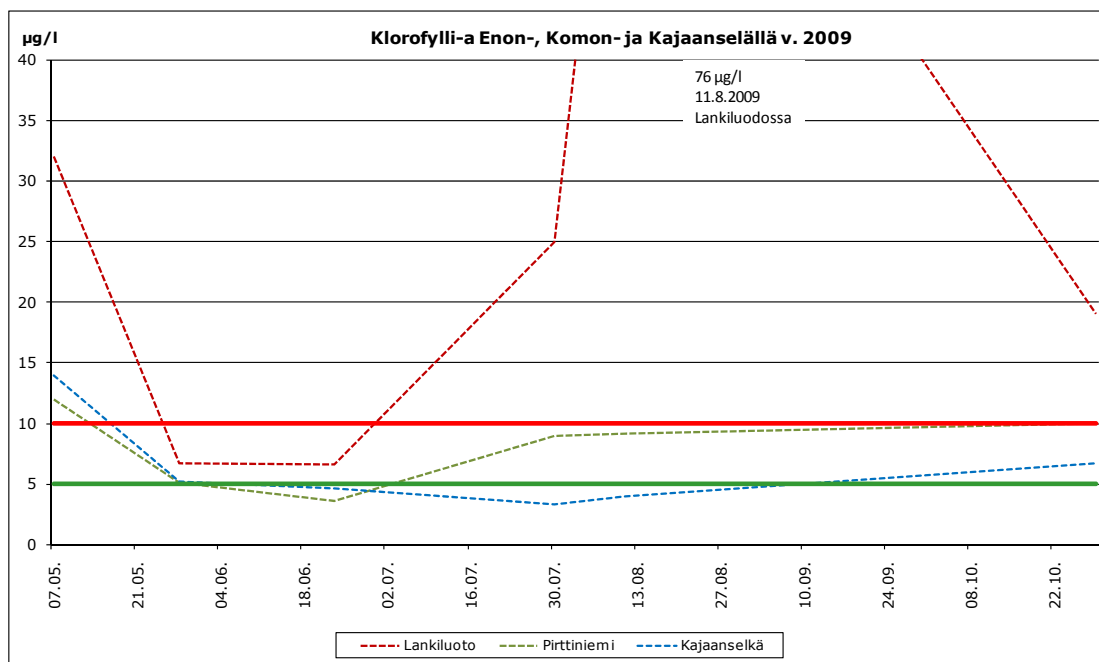
Siikasalmen vesi oli vuoden neljän havainnon keskiarvon perusteella hyvin samanlaista kuin Enonselän. Typen pitoisuuden keskiarvo, $460\text{ }\mu\text{g/l}$, oli hieman Enonselän arvoja pienempi. Fosforin keskiarvo, $29\text{ }\mu\text{g/l}$, vastasi täysin Enonselän pitoisuustasoa (taulukko 7). Fosforipitoisuuden perusteella Siikasalmi oli rehevyystasoltaan selvästi eutrofinen, rehevä.

Vaikka Siikasalmi on matala, 6 m, todettiin siellä elokuussa pohjan hapettomuutta ja siitä johtuvaa fosforin sekä raudan ja mangaanin vapautumista sedimentistä.

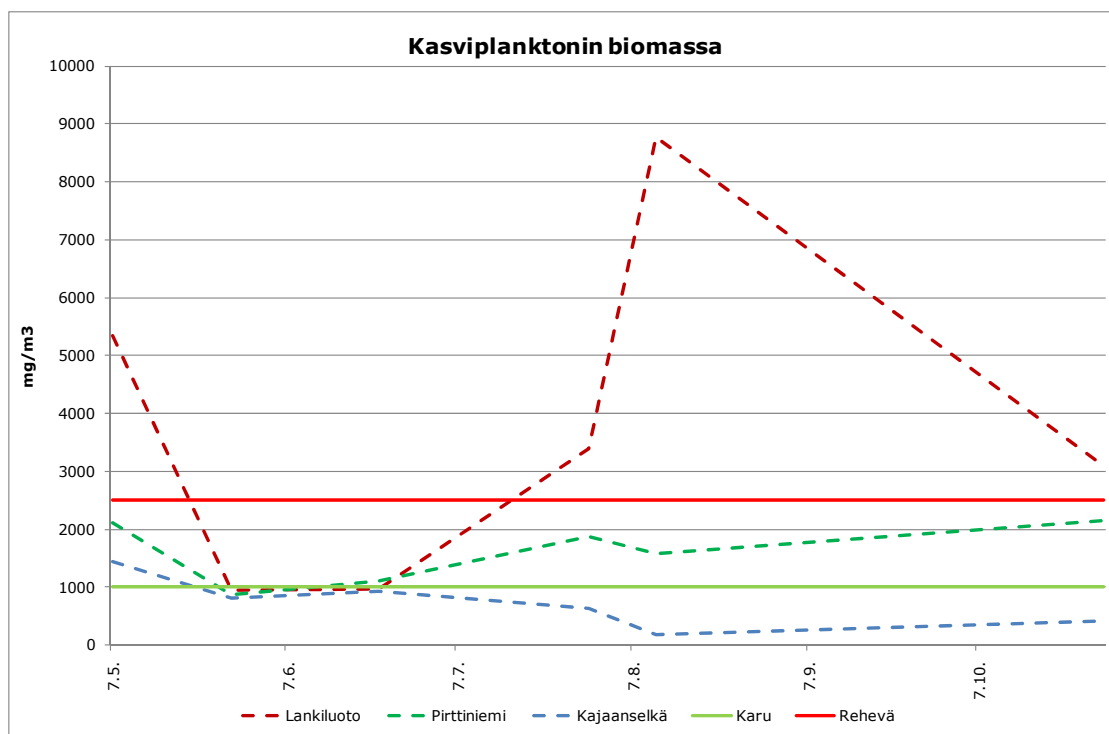
Sähköjohtavuuden arvot olivat 11 - 13 mS/m ja pH vaihteli arvoissa 7,0–8,6. Emäksisintä vesi oli toukokuun levämaksimin aikaan jolloin myös todettiin hapen ylikyllästystä. Avovesiaikana Siikasalmi oli melko samea ja humuspitoisuus lievästi kohonnut. Näkösyvyys jäi kesällä alle kahden metrin.



Kuva 3. Kokonaisravinnesuhde N/P Lankiluodon, Pirttiniemen ja Kajaanselän 1 m pitoisuuksien mukaan vuonna 2009. Suhdeluku <10 osoittaa typpirajoitteisuutta, 10 - 17 yhteisrajoitteisuutta ja >17 fosforirajoitteisuutta.



Kuva 4. Klorofylli-a -pitoisuudet Vesijärven havaintopaikoilla vuonna 2009. Karujen vesistöjen klorofyllipitoisuuden yläraja on 5 µg/l (oligotrofia). Vesistöt, joiden klorofyllipitoisuus on yli 10 µg/l, luokitellaan reheviksi (eutrofia).



Kuva 5. Kasviplanktonin biomassat Vesijärven havaintopaikoilla vuonna 2009. Karujen vesistöjen kasviplanktonbiomassan yläraja on 1000 mg/m³ (oligotrofia). Vesistöt, joissa kasviplanktonia on yli 2500 mg/m³, luokitellaan reheviksi (eutrofia).

Taulukko 7. Vesijärven havaintopaikkojen veden laatu 1 m näytteissä v. 2009. Havaintojen määrä (n) on koko vuodelta, mutta analyysivalikoima vaihtelee näytekerronnain.

Havainto- paikka v. 2009	n, kpl	Sa- meus	Väri- luku	pH	Johto- kyky mS/m	COD- Mn mg/l	Kloridi mg/l	Kok. typpi µg/l	Kok.fo sfori µg/l	Man- gaani mg/l	Rauta mg/l
Kahvisaari	6	9,3	23	7,9	12	5,6	8,4	545	32	21	96
Kaksossaaret	6	7,9	25	8,0	12	6,3	8,3	508	28	15	66
Satama	4	2,7	21	7,8	12	5,5	8,2	468	27	27	88
Kiikkula	4	3,3	23	7,7	12	5,6	7,9	485	29	31	107
Lankiluoto	12	6,5	23	8,0	12	6,0	8,0	507	29	23	97
Isosaari	4	4,1	23	8,1	12	5,3	8,2	473	29	21	100
Siikasalmi	4	3,8	20	7,9	12	5,6	8,1	460	29	23	100
Pirttiniemi	8	3,3	19	7,8	12	5,4	7,4	435	24	19	114
Vaaniansalmi	4	2,6	16	7,6	11	4,7	6,9	405	18	20	104
Kajaanselkä	8	1,8	14	7,6	11	4,6	6,6	356	16	19	71

Taulukko 8. Talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikaisia pitoisuuksia Vesijärven syvänteissä vuonna 2009. Arvot ovat 1 m pohjan yläpuolelta.

	Kok. typpi µg/l	Nitrat- tityppi µg/l	Ammoni- umtppi µg/l	Kokonais- fosfori µg/l	Fosfaatti- fosfori µg/l	Man- gaani µg/l	Rauta µg/l
Maaliskuu							
Kajaanselkä	1000	77	720	140	110	3200	1100
Pirttiniemi	640	280	28	25	14	66	200
Isosaari	940			38		160	430
Lankiluoto	1400	<10	940	430	270	2900	3900
Kiikkula	810			50		1400	290
Satama	540			26		17	98
Elokuu							
Kajaanselkä	510	220	27	40	26	490	65
Pirttiniemi	510	<7	140	48	31	450	190
Isosaari	650			71		770	290
Lankiluoto	1600	<7	1300	70	37	7500	280
Kiikkula	720			92		2100	450
Satama	570			71		450	200

Taulukko 9. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Vesijärven kolmelle osa-alueelle vuosina 2002 - 2009. Vuodesta 2007 alkaen kasviplanktonin laskenta perustuu SYKE:n antamiin biovolymeihin.

Vuosi	Kok.N, µg/l	Kok.P, µg/l	N/P	Klorofylli-a, µg/l	Kasviplanktonin bio- massa mg/m³
	1 m	1 m		2*näkösyyvyys,	kokoomanäyte
Lankiluoto, Enonselkä					
2002	544	26	21	17	2 770
2003	547	24	26	9,6	1 840
2004	537	27	20	12	3 360
2005	484	26	19	8,8	2 100
2006	440	23	19	10,2	2 550
2007	457	24	19	10,6	965
2008	464	34	15	11,8	2 680
2009	514	30	17	28 ^{*)}	3 754
Pirttiniemi, Komonselkä					
2002	517	22	19	12,3	2 500
2003	465	19	23	8,5	1 940
2004	470	20	24	9,9	2 700
2005	430	23	19	7,0	2 080
2006	413	20	20	10,3	2 410
2007	378	20	19	9,5	986
2008	423	30	15	9,6	1 627
2009	435	25	17	8,2	1 614
Kajaanselkä					
2002	404	14	30	4,3	840
2003	380	13	30	4,3	950
2004	397	14	29	6,7	1 080
2005	395	17	23	7,6	1 570
2006	338	15	23	5,9	1 100
2007	340	16	22	6,9	917
2008	400	17	24	7,8	1 432
2009	358	17	21	6,3	736

^{1 *)} Lankiluodon klorofylli-a:n korkea keskiarvo johtuu toukokuun ja elokuun pitoisuuksista 32 µg/l ja 76 µg/l.

7. KOMONSELÄN VEDENLAATU

Komonselän Pirttiniemessä vesipatsas kerrostui lämpötilan suhteen ja happitilanteen heikkene- mistä oli todettavissa talvella ja kesällä. Talvella kokonaistypen pitoisuus oli 440 - 640 µg/l. Ty- pestä 25 - 30 % oli nitraattimuotoista. Kokonaisfosforia oli talvella 18 - 25 µg/l, josta alusvedes- sä puolet oli epäorgaanisena fosfaattifosforina. Kevättäyskierron aikaan ja vielä sen jälkeen tou- kokuun lopulla epäorgaaniset ravinteet olivat jo tuottaviin leviin sitoutuneita. Myös kokonaisra- vinteiden pitoisuudet olivat laskeneet.

Toukokuun alussa voimakas levätuotanto samensi vesipatsaan, nosti veden pH:ta ja happipitoi- suutta. Toukokuun lopun ja heinäkuun alun aikana sameus väheni, happitilanne oli hyvä ja ravin- nepitoisuudet keskimääräistä pienempiä. Rautaa oli alkukesällä 100 - 220 µg/l ja mangaania enimmillään 54 µg/l.

Heinä-elokuussa alusvesi oli hapeton. Sisäinen kuormitus nosti ravinne, rauta- ja mangaanipitoi- suutta, mikä lisäsi veden sameutta ja väriä.

7.1 Komonselän levätuotanto ja rehevyys

Avovesiajan keskimääräinen fosforipitoisuus oli 25 µg/l, joten Pirttiniemi ja Komonselkä oli luoki- teltavissa jo lievästi reheväksi. Kokonaisravannesuhde (N/P) oli avovesikaudella 17, mikä kuvaa lievää fosforirajoitettisuutta (taulukko 9, kuva 3).

Kasvukauden keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli 8,2 µg/l. Levätuotannon maksimin aikaan toukokuussa klorofyllipitoisuus oli 14 µg/l. Levät myös lisäsivät veden emäksisyyttä. Kesän levä- tuotannon minimi ajoittui heinäkuun alkuun, jolloin klorofylli-a:n pitoisuus oli 7,6 µg/l (kuva 4).

7.1.1 Kasviplankton Komonselän Pirttiniemessä vuonna 2009

Komonselän Pirttiniemen kasviplanktonbiomassa oli keskimäärin 1 600 mg/m³, mikä kuvaa kes- kirehevää vesistöä (kuva 5).

Toukokuun alussa 2009 piilevät olivat runsain leväryhmä Komonselällä (liite 2). Niiden 42 % biomassaosuudesta eniten oli *Stephanodiscus cf parvusta*. *Asterionella formosaa* oli hieman. Sini- leväbiomassan, 400 mg/m³, muodosti yksi ainoa laji, *Planktothrix agardhii*. Panssarileviä oli 16 % biomassasta ja yleisin panssarilevä oli *Gymnodinium sp*. Kasviplanktonin kokonaisbiomassa oli 2 100 mg/m³.

Toukokuun loppuun mennessä kasviplanktonin biomassa oli romahtanut 870:een mg/m³. Valta- osa, 40 %, oli kultaleviä ja niistä yleisimmät lajit olivat *Chrysidiastrum catenatum* (23 %) ja *Di- nobryon sociale* (8 %). Piileviä ja panssarileviä oli kumpiakkin 20 % kokonaisbiomassasta. *Gym- nodinium helveticum* -panssarilevä ja *Asterionella formosa* -piilevä olivat ryhmiensä valtalajit.

Kesäkuun lopulla kasviplankton yhteisö Pirttiniemessä oli varsin monipuolinen. Piileviä oli noin kolmannes, sini- ja panssarileviä noin neljännes ja kultaleviä 10 % kokonaisbiomassasta 1 100 mg/m³. Sekä panssarilevä *Peridinium sp:n* että sinilevä *Anabaena sp 'twisted':n* kummankin osuus oli 16 % ja piilevä *Asterionella formosaa* osuus 12 %.

Heinäkuun lopulla sinilevää oli 2/3 biomassasta. Valtalaji oli *Anabaena lemmermannii*. Nieluleviä oli 14 % biomassasta ja yleisin suku oli *Cryptomaonas*.

Elokuun alkupuolella leväryhmien suhteet olivat likimain samat kuin heinäkuussa. Sinilevälaji *Anabaena sp 'twisted'* oli noussut lajistossa *Anabaena lemmermaniin* rinnalle. Nielulevistä *Crypto- maonas* -lajit olivat yleisimpiä.

Lokakuussa sinilevälajia, *Planktothrix agardhii*, oli 54 % leväbiomassasta (2 160 mg/m³). Sinile- vien kokonaisbiomassa oli 60 %. Piilevät olivat toinen runsas ryhmä, 31 %, ja yleisimmät todetut lajit olivat *Aulacoseira islandica* ja *Asterionella formosa*.

7.2 Vaaniansalmi

Vaaniansalmessa vesi oli kirkasta ja väritöntä maaliskuussa 2009. Ravinne ja rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat pieniä. Toukokuussa rauta- ja humusmäärä nousivat mahdollisesti kevättäyskierron sekoittavan vaikutuksen takia. pH:n lievä emäksisyys ja hapen ylikyllästyneisyys viittasivat voimakkaaseen levätuotantoon.

Elokuussa vesipatsaan kerrostuneisuus oli lievää ja vain vähäistä fosforin ja raudan liukenemista sedimentistä oli todettavissa. Lokakuussa vesi oli jo kirkkaampaa ja tasalaatuinen pinnasta pohjaan.

Päällysveden keskimääräinen fosforipitoisuus avovesikaudella oli 20 µg/l, mikä kuvaa keskirehevää vesistöä. Typen keskimääräinen pitoisuus oli 420 µg/l. Kokonaisravannesuhde N/P, 21, osoitti Vaaniansalmen fosforirajoitteiseksi.

8. KAJAANSELÄN VEDENLAATU

Kajaanselän väriluku oli pinnassa 7,5–20 mgPt/l, mikä kuvaa kirkasta vettä. Pohjasta mitatut lievää ruskeutta osoittavat väriluvut 20–50 mgPt/l johtuvat mm humuksesta, sekä rauta- ja mangaaniflokeista, joita muodostuu hapettomuuden seurauksena. Sameus nousi pohjassa kerrostuneisuuskausina yli jopa 9 - 0 FTU -yksikköön. Talvella 2009 päällysvesi oli kirkasta, alle 1 FTU. Keskipäivällä päällysveden samentuminen johtui kasviplanktonista.

Sähköjohtavuuden arvot olivat yleensä 11–12 mS/m ja alkaliteetti noin 0,55 mmol/l. Maaliskuussa pohjanläheisyydessä hapettomuuden seurauksena johtokyky ja alkaliteetti nousivat ja pH laski yläpuoliseen vesikerrokseen nähden. Päällysveden pH oli vakaasti 7,5–7,8.

8.1 Happitilanne ja sisäinen kuormitus

Tammikuussa alusveden happitilanne oli vielä tyydyttävä. Maaliskuussa pohja oli lähes hapeton. Toukokuun täyskierron aikaan vesipatsas ylikyllästyi (115 %). Lämpötilakerrostuminen alkoi jo kesäkuussa ja sen myötä alusveden happitilanne heikkeni. Kesäkuun lopulla pohjan happikyllästyminen oli alle 60 % ja heinäkuun lopulla 15 metrissä happea oli enää 37 % maksimimäärästä. Alusveden hapettomuus voimistui vielä elokuussa, jolloin kyllästysaste pohjassa oli 3 %. Lokakuun näytekerroksella veden lämpötila oli 5,6 astetta ja happitilanne hyvä.

Sisäinen kuormitus oli voimakkaampaa maaliskuussa kuin elokuussa. Pohjassa fosforipitoisuus oli 140 µg/l ja fosfaattifosforin pitoisuus 110 µg/l. Typpeä oli 1000 µg/l, mistä 7 % oli nitraattimuotoista ja 70 % ammoniummuotoista.

Alusvesi oli maaliskuussa selvästi värjäytynyttä ja sameaa. Alkaliteetti ja happamuuden muutos päällysveteen nähden oli selvä. Suurin mitattu mangaanipitoisuus oli 3 200 µg/l ja rautapitoisuus 1 100 µg/l (taulukko 8).

Kajaanselän syvänteessä oli heinä-elokuussa hieman happea, mikä esti fosforin liukenemisen sedimentistä. Keskipäivällä pohjassa fosforia oli noin 40 µg/l ja pinnassa alle 20 µg/l. Typestä noin puolet oli nitraattimuotoista. Kesällä alusvedessä oli enimmillään helppoliukoista mangaania 760 µg/l ja vaikeammin liukenevaa rautaa 560 µg/l. Harppauskerroksen alapuolella happamuus oli jopa yhden pH-yksikön verran voimakkaampaa kuin päällysvedessä.

8.2 Ravinnepitoisuudet ja kokonaisravannesuhde

Kajaanselän 1 m fosforipitoisuus oli keskimäärin 16 µg/l ja typpipitoisuus 360 µg/l vuosikeskiarvona (taulukko 9). Pitoisuudet eivät ratkaisevasti poikenneet avovesikauden keskiarvoista. Keskimääräinen fosforipitoisuus on karun ja keskirehevän vesistön rajalla.

Fosfaattifosforin osuus vesipatsaan kokonaisfosforista oli talvella 30 – 60 %. Toukokuusta alkaen päällysveden fosfaatti oli leviini sitoutunut, mutta alusveden fosfaattivarannot olivat hyvät. Siellä noin 60 % fosforista oli käyttökelpoisena fosfaattifosforina. Epäorgaaninen typpi sitoutui keväällä nopeasti leviini. Pinnassa nitraatti- tai ammoniumtypen pitoisuudet olivat pieniä, alusvedessä niiden osuus oli noin 40 % kokonaistypen määrästä.

Päällysveden (1m) kokonaistypen ja -fosforin ns. minimiravannesuhde oli Kajaanselällä vuosikeskiarvona 21 (taulukko 9). Vesialue oli ns. fosforirajoitteinen, jolloin fosfori on tuotantoa rajoittava ravinne. Suurimmillaan N/P suhdeluku, 24, oli toukokuun lopussa ja pienin arvo, 17, todettiin lokakuussa (kuva 3).

Kajaanselällä tilavuuspainotetun kokonaisfosforin pitoisuus oli maaliskuussa 12 µgP/l ja elokuussa 18 µgP/l. Vastaavasti kokonaistypen tilavuuspainotettu pitoisuus oli talvella 355 µgN/l ja kesällä 345 µgN/l.

8.3 Kajaanselän levätuotanto ja rehevyys

Levätuotannon voimakkuutta kuvaavan klorofylli-a:n maksimipitoisuus, 14 µg/l, todettiin toukokuussa (kuva 4). Keskikesällä klorofyllin määrä oli karuhkolle vesistölle tyypillisellä 4 µg/l – tasolla. Klorofylli-a:n keskiarvo oli 6,3 µg/l. Fosfori- ja klorofyllipitoisuuden perusteella Kajaanselkä oli lievästi rehevä (mesotrofinen).

8.3.1 Kasviplankton Kajaanselällä vuonna 2009

Kajaanselän kasviplanktonbiomassa oli keskimäärin 740 mg/m³, mikä kuvaa karua vesistöä (kuva 5).

Kajaanselällä oli koko avovesikauden 2009 runsaasti piilevää. Alkukesällä esiintyi kulta- ja panssarilevää ja loppukesällä nielulevät yleistyivät. Sinilevää oli mainittavasti vain lokakuussa.

Toukokuun alussa yleisimmät piilevät Kajaanselällä olivat *Asterionella islandica*, 30 % biomassasta ja *Stephanodiscus cf parvus* 26 % biomassasta (1 450 mg/m³). Piilevien biomassaosuus oli 66 %. Panssarilevistä *Gymnodium* ja *Peridinium* –suvut olivat yleisimmät.

Toukokuun lopussa kultalevät olivat yleistyneet suhteessa piileviin, jotka kuitenkin edustivat vielä lähes puolta biomassasta. Valtalaji oli piilevä *Asterionella formosa*, 33 %. Kultalevistä vallitsevia olivat *Synura* –lajit sekä *Dinobryon sociale*.

Kesäkuun lopussa panssari- ja piilevien osuus kasviplanktonbiomassasta oli yli 20 % ja kulta- ja nielulevien hieman alle 20 %:in. Panssarilevistä *Gymnodium helveticum* oli yleisin ja piilevistä *Asterionella formosa*. Kultalevistä vallitsevia olivat *Synura* –lajit ja nielulevistä *Cryptomonas* –lajit.

Heinäkuussa 2009 nieluleväbiomassan osuus oli 41 %. *Cryptomonas sp* ja *Rhodomonas lacustris* olivat valtalajit. Piilevien 22 % osuudesta eniten oli *Rhizosolenia longiseta* –lajia. *Gymnodium* –panssarilevän biomassaosuus oli 9 %.

Elokuussa nieluleviä oli 60 % ja kultaleviä 13 % Kajaanselän leväbiomassasta 180 mg/m³. Valtalaji oli *Rhodomonas lacustris* ja *Cryptomonadales* soluja oli jonkin verran.

Lokakuussa piilevistä *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa* ja *Aulacoseira islandica* olivat yleisimmät lajit. Piileviä oli 47 % biomassasta (410 mg/m³). Nielulevistä esiintyi eniten *Cryptomonas* –lajeja. *Planktothrix agardhii* – sinilevää oli 14 % leväbiomassasta.

9. PITKÄN AIKAVÄLIN TARKASTELU

Kasviplanktonin biomassan laskentatapa muuttui vuonna 2007, joten aiemmat biomassat eivät ole täysin vertailukelpoisia nykyisiin nähden. Nyt biomassat on laskettu yleisiä SYKE:n taulukkoarvoja käyttäen. Lajikohtaista mittaamista käytetään vain poikkeavissa tilanteissa, kun yksilöiden koko eroaa huomattavasti taulukoiden antamista biovolyymeista. Vesijärven kasviplanktonbiomassat ovat verrattavissa muihin kohteisiin, missä samoja biovolyymiarvoja käytetään.

Enonselän kaupungin puoleisissa osissa rantarakentaminen ja suhteellisen vilkas veneliikenne vaikuttavat veden laatuun. Huuhtoumien merkitys korostuu päällystetyn maa-alan lisääntyessä, erityisesti, kun pitkien kuivuusjaksojen jälkeen tulee rankkasateita. Teivaan satamasta Mukkulaan ulottuvalla vyöhykkeellä ei ole luonnontilaista rantakasvillisuusvyöhykettä, jolla olisi merkittävä ravinteita sitova vaikutus. Enonselän havaintopaikoista Kahvisaaresta on todettu usein poikkeavia pitoisuuksia. Havaintopaikan veden laatuun vaikuttavat veneliikenne, huuhtoumat lähivälialueelta ja Joutjoen varrelta sekä jäähdytysvesien virtaus ja lämpötila. Enonselän vedenlaatuun parantavasti vaikuttava tekijä ovat järveen purkautuvat pohjavedet.

Typpeä ja fosforia poistuu Vesijärvestä muun muassa hoitokalastuksen saaliissa. Vesistöjen typen pitoisuudet alenevat myös ilmaperäisen typpikuormituksen vähetessä. Fosforipitoisuuden nousua selittäviä tekijöitä ovat huuhtoumafosfori ja fosforin kumpuaminen pohjasedimentistä. Myös rantavyöhyke voi olla vesistön fosforilähde.

Vesijärven vedenlaatua on hoitotoimin kohennettu jo 70-luvulta lähtien. Hoitokalastus ja valuma-aluekunnostukset vähentävät ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Haja-asutusalueiden jätevesien käsittelyn tehostaminen tähtää samaan tavoitteeseen. Joulukuussa 2007 Myllysaaren syvänteestä aloitettu hapetus laajennettiin joulukuussa 2009 seitsemälle muulle kohteelle lähinnä Lankiluoto - Enonsaari -alueella. Hapetuksen toivotaan pitävän alusveden hapellisena ja vähentävän sisäistä kuormitusta.

Vesijärven syvänteiden happitilanne on ollut heikko talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina Lankiluodossa ja Kajaanselällä (liite 3 kuva 6). Pirttiniemen alue on melko matala, 8-9 m, joten vahvan kerrostuneisuuden syntyminen on harvinaista. Siksi happikatokaan ei ilmene yhtä voimakkaana kuin syvemmillä havaintopaikoilla (liite 3 kuva 7). Joulukuussa 2007 Myllysaaren syvänteessä (Satama 33) alkanut hapetus vaikuttaa alueen vedenlaatuun. Aiemmin 13 metrin syvänteessä todettiin happikatoa ja voimakasta sisäistä kuormitusta eli ravinteiden vapautumista sedimentistä (kuva 8). Vuosien 2008 ja 2009 mittauksen perusteella vahvaa kerrostuneisuutta ei Myllysaaren syvänteessä syntynyt, joten myös sisäinen kuormitus estyi lähes täysin. Elokuussa 2009 pohjan happikyllästyminen oli 11 %, mikä selittää fosforipitoisuuden nousun (71 µg/l) sisäisen kuormituksen seurauksena (liite 3 kuva 8). Kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) nousu vuonna 2008 viittaa pohjasedimentin liettymiseen (liite 3 kuva 8). Enonselällä talvikerrostuneisuus alkaa muodostua jo tammikuussa ja kesäkerrostuneisuuden muodostuminen jopa toukokuun lopulla.

9.1 Enonselkä ja Lankiluoto

Lankiluodon päälysveden elokuinen fosforipitoisuus laski 2000-luvulla, mutta pitoisuusnousu alkoi uudestaan vuonna 2008 ja elokuussa 2009 pitoisuus nousi 90-luvun tasolle, noin 50:een µg/l. Vuosina 2008 - 2009 avovesikauden fosforin keskipitoisuus oli 30 - 34 µg/l, mikä kuvaa rehevää vesistöä. Fosforin tilavuuspainotteinen pitoisuus Enonselällä on vuodesta 2004 lähtien ollut talvelle alle 30 µg/l, mutta elokuinen pitoisuus on vaihdellut voimakkaammin. 90-lukuun verrattuna tilavuuspainotetun fosforin elokuinen pitoisuus on nousussa (liite 3 kuva 9).

2000-luvulla typpipitoisuus laski Enonselällä voimakkaasti, mutta vuonna 2009 pitoisuus kääntyi voimakkaaseen nousuun. Elokuinen tilavuuspainotettu pitoisuus oli 655 µg/l, mikä oli noin 250 µg/l edellisvuosia suurempi. Maaliskuinen tilavuuspainotettu typpipitoisuus on 90-luvun puolivälistä alkaen ollut muuttamaa poikkeusta lukuun ottamatta alle 600 µg/l (liite 3 kuvat 10 ja 11).

Enonselkä muuttui 2000-luvulla fosforirajoitteisesta vesistöä kohti yhteisrajoitteista, jossa ajoittain todettiin jopa lähellä typpirajoitteisuutta oleva ravinnesuhde. Vuosien 2007 - 2009 jälkipuoliskoilla sinilevät runsastuivat lievän typpirajoitteisuuden tai yhteisrajoitteisen ravinnetasapainon takia. Sinilevä kykenee sitomaan ilmasta veteen liuenutta molekulääristä typpeä, jolloin typen vajaus suhteessa fosforiin antaa sille kilpailuedun. Rehevöityminen näkyy myös levätuotantoa kuvaavan klorofylli-a:n pitoisuuden nousuna.

Klorofyllin keskimääräinen pitoisuus Enonselällä oli pitkään 10 µg/l pitoisuustasolla, joten vuoden 2009 keskiarvo, 28 µg/l, on poikkeava (liite 3 kuva 12). Myös kasviplanktonin kokonaisbiomassa, 3 750 mg/m³, oli tarkkailuhistorian suurimpia (liite 3 kuva 13). Automaattiasemien mittaustiedot osoittivat levätuotannon olleen voimakasta koko seurantajakson (liite 4 kuvat 16-19). Levätuotannon maksimia elokuussa edelsi nopea kokonaisravinnesuhteen muutos yhteisrajoitteisesta fosforirajoitteiseksi.

Kasviplanktonissa sinilevät olivat vallitsevia elokuussa 2002, syksyllä 2004 ja keväällä 2005. Vuosina 2006 - 2009 sinilevä nousi vallitsevaksi heinä-lokakuussa. Esiintymän kesto ja voimakkuus vaihtelivat vuosittain. Muutoin Lankiluodon kasviplankton on koostunut pääasiassa pii- ja nielulevistä. Kulta- ja panssarileviä on ollut vähemmän.

Vuosikymmenen puolivälissä näkösyvyys Lankiluodossa oli parhaimmillaan yli kolme metriä. 2000-luvulla alhaisimmat näkösyvyudet olivat vuosina 2002 ja 2009, jolloin levätuotanto ja sammennus olivat erittäin voimakkaita.

9.2 Komonselkä ja Pirttiniemi

Pirttiniemessä Komonselällä fosforin elokuisten pitoisuuksien kehityssuunta on laskeva, mutta maaliskuiset pitoisuudet ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana pikemminkin nousseet kuin laskeneet. Fosforin pitoisuustaso on nykyisin kesällä vajaat 30 µg/l ja talvella alle 20 µg/l. Vielä 1980-luvun lopulla fosforia oli talvella noin 15 µg/l ja kesällä jopa 40 µg/l.

Elokuussa 2008 kokonaistypen pitoisuus oli ensimmäistä kertaa alle 400 µg/l. Typen loppukesän pitoisuustrendin lasku taittui elokuussa 2009 myös Komonselällä. Talviset typen pitoisuusvaihtelut ovat edelleen melko voimakkaita, mutta kokonaisuutena pitoisuustaso laskee.

Pirttiniemessä näkösyvyys on heikentynyt 1,5 – 2,0 m tasolle, kun parhaimmillaan 1990-luvun puolivälissä näkösyvyyttä oli jopa 3 m (liite 3 kuva 14). Pirttiniemessä kasviplanktonin biomassan muutokset ovat samansuuntaiset kuin Lankiluodossa (liite 3 kuva 11). Komonselän alue on tuotantotyyppiltään keskirehevä. Levälajistossa piilevät ovat vallitsevia. Nielu- ja panssarileviä esiintyy satunnaisemmin. Sinilevät ovat olleet vallitsevia vuosina 2002 ja 2005. Muina vuosina sinileväesiintymiä on Pirttiniemessä ollut vain loppukesällä tai syksyllä.

9.3 Kajaanselkä

Kajaanselällä on fosforipitoisuudessa tapahtunut samanlainen vuodenaikaisvaihtelun kaventuminen kuin Pirttiniemessäkin. Kajaanselällä maaliskuisissa fosforipitoisuuksissa on nähtävissä lievä nouseva trendi, mutta elokuiset pitoisuudet ovat melko vakaat (liite 3 kuvat 10 ja 15). Keskimääräinen päällysveden fosforipitoisuus on nykyisin 15 µg/l, mikä kuvaa karua / lievästi rehevää vesistöä.

Typen pitoisuus oli Kajaanselällä pitkään noin 400 µg/l. Vuodesta 2006 lähtien loppukesän pitoisuus on ollut reilut 300 µg/l. Talviaikainen pitoisuus vaihtelee enemmän niin päällysvesipitoisuutena kuin tilavuuspainotettunakin (liite 3 kuvat 10 ja 15). Levätuotanto on 2000-luvulla hienoisesti noussut (liite 3 kuvat 12 ja 13).

Keskimääräinen klorofyllipitoisuus on vielä alle 10 µg/l ja kasviplanktonin biomassa noin 1 500 mg/m³, joten näiden muuttujien mukaan Kajaanselkä on tuotantotasoltaan keskirehevä. Fosfori on selvästi alueella tuotantoa rajoittava ravinne, joten sinilevien esiintymiset eivät ole todennäköisiä. Sinilevää on todettu syyskuussa 2002, kesäkuun 2005 lopulla ja elokuussa 2007. Levälajisto on koostunut enimmäkseen keväällä ja syksyllä piilevistä ja keskikesällä nieluleivistä. Piilevistä *Asterionella formosa* on ollut valtalaji.

10. YHTEENVETO

Vesijärvi jäätynä joulun 2008 välipäivinä kireiden pakkasten vallitessa. Talvi 2009 oli leuto ja jäät sulivat huhtikuun lopulla. Kesä oli lämpötiloiltaan liki normaali, mutta sateet jäivät vähäisiksi. Joulukuun 14. Vesijärvi jäätynä kireän pakkasjakson alussa. Pian jäätyneen jälkeen satanut eristävä puuterilumi esti kuitenkin jään vahvistumisen.

Vesijärvestä juoksettu Kariniemen purkutunnelin huuhteluvesimäärä on pienentynyt. Nykyisin Vesijärvestä otettava laimennus- ja huuhteluvesimäärä on enää pari prosenttia 1980-luvun määrästä. Vuonna 2009 vettä johdettiin Porvoonjokeen 0,24 milj. m³, mikä oli noin 0,04 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 0,22 senttimetrin vesikerrosta järvessä.

Kymijärven voimalaitos otti Vesijärvestä 68,8 milj. m³ jäähdytysvettä. Jos koko lämpöenergia (1001 TJ) olisi johdettu kerralla Enonselälle, sen lämpötila olisi noussut 1,4 °C. Tehostettua lämpötilaseurantaa ei vuonna 2009 toteutettu, koska lämpötilaylityksiä ei ollut.

Enonselän Lankiluodossa talvikerrostuneisuuskauden aikainen sisäinen kuormitus oli voimakkaampaa kuin kesäkerrostuneisuuskauden aikainen. Alusveden runsas varanto epäorgaanisia leville käyttökelpoisia ravinteita kiersi virtausten mukana tuottavaan päällysveteen kasviplanktonlevien käyttöön.

Vuonna 2009 typen pitoisuuslasku päättyi ja fosforipitoisuuden nousu voimistui. Enonselällä levätuotanto oli poikkeuksellisen voimakasta jo toukokuussa ja poikkeavan korkea, 79 µg/l, a-klorofyllin pitoisuus mitattiin Lankiluodosta 11. elokuuta. Ruoriniemen automaattiaseman mittauksissa sinilevää esiintyi merkittävästi koko kesän ajan. Sinilevä, *Anabaena lemmermannii* oli valtalaji. Voimakas levätuotanto ilmeni veden emäksisyytenä ja samentumisena. Levätuotannon myötä syntyneen uuden orgaanisen aineen hajoaminen kulutti loppukesällä alusveden hapen syvänteistä.

Enonselän keskimääräinen levätuotantoa kuvaava a-klorofyllin pitoisuus, kasviplanktonin biomass ja keskimääräinen fosforipitoisuus kuvaavat rehevää, eutrofista, vesistöä. Kokonaisuutena Enonselän tila ei viimevuosina ole muuttunut. Hapettamisella pyritään kerrostuneisuuskauden lyhentämiseen loppukesällä ja vähentämään siten sisäistä ravinnekuormitusta.

Pirttiniemi **Komonselällä** on keskirehevä ja lievästi humuksinen vesialue. Kerrostuneisuuskausi-
en hapen vajoitus on yleensä lyhytaikaista ja sisäinen kuormitus lievä. Lähivaluma-alueelta tule-
vat huuhtoumat saattavat ajoittain näkyä Pirttiniemen veden laadun tuloksissa. Lankiluodosta
Pirttiniemeen siirryttäessä typpipitoisuus aleni 14 % ja fosforipitoisuus 17 % vuonna 2009.

Komonselän kasviplanktonissa vallitsivat pii- ja nielulevät ja sinilevää on esiintynyt satunnai-
semmin loppuvuodesta. Komonselän levälajistossa on paljon samankaltaisuutta Kajaanselän
kanssa.

Kajaanselällä happikato ja sisäinen kuormitus ovat muita alueita lievempiä ja vesi on kirkasta ja
vähähumuksista. Kasviplanktonissa vallitsevat piilevät Leväbiomassan ja -tuotannon vaihtelu on
Kajaanselällä vähäisempää kuin muilla alueilla. Tuotantoa rajoittava minimiravinne on selkeästi
fosfori. Komonselältä Kajaanselälle siirryttäessä fosforipitoisuus aleni 50 % ja typpipitoisuus
18 % vuonna 2009.

Kajaanselkä on ollut tuotantotasoltaan karu, oligotrofinen, mutta viimevuosina keskimääräinen
fosfori- ja klorofyllipitoisuus sekä kasviplanktonin biomass on kohonnut keskirehevän vesistön
tasolle. Kajaanselkä on hitaasti rehevöitymässä. Kajaanselän tila on vielä kokonaisuutena hyvä.

Lahdessa 27. päivänä toukokuuta 2010

RAMBOLL ANALYTICS OY

Outi Salonen
toimitusjohtaja



Paula Jäntti
limnologi

Pstn.



UPO Lahdelle

kuusi!

11. KIRJALLISUUS

Lahden Tutkimuslaboratorio 2004: Muutosehdotus Vesijärven tarkkailuohjelmaan 14.6.2004. – Lahti Energia Oy. – Moniste 2 s. + liitteet.

Ramboll Analytics Oy 2009: Lahti Aqua Oy, Lahti Energia Oy - Vesijärven veloitettarkkailuohjelma. -Moniste 5 s.+liite.

LIITE 1 VESIJÄRVEN VELVOITETARKKAILUN TULOKSET 2009

Näytteen- 09VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	m	m	m	KT	KT	°C	NTU	mg Pt/l		mS/m	mmol/l	mg O ₂ /l	%	mg/l	mg		µg N/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	µg P/l	µg P/l	µg Mn/l	µg Fe/l	µg/l	Esikäs. AutoKI. HNO ₃	
										Väri	pH						O ₂	Cl											
00010	13.1.	Kajaanselkä	1	40		k, v	h	0,5	0,87	15	7,4	11,0	0,52	14,2	98		4,4	7,1	350	46	<10	22	13	8	9	74		tehty	
00011	13.1.	Kajaanselkä	10			k, v	h	0,8						13,0	91														
00012	13.1.	Kajaanselkä	15			k, v	h	1,0						12,6	89														
00013	13.1.	Kajaanselkä	20			k, v, epl	h	1,1	2,0	20	7,4	11,2	0,54	10,9	77	4,6	7,2	400	51	<10	33	15	10	37	170		tehty		
00014	13.1.	Kajaanselkä	25			k, v, epl	h	1,2						12,0	85														
00015	13.1.	Kajaanselkä	30			k, v, epl	h	1,3						10,8	77														
00016	13.1.	Kajaanselkä	35			k, v	h	1,4						10,6	75														
00017	13.1.	Kajaanselkä	39			k, v	h	1,5	2,6	20	7,3	11,7	0,6	9,9	71	5,0	7,1	550	76	<10	180	31	15	760	240		tehty		
00018	13.1.	Lankiluoto	1	30		k, v	h	0,6	1,5	15	7,5	12,2	0,59	14,2	99	5,1	8,4	450	110	<10	28	24	12	11	130		tehty		
00019	13.1.	Lankiluoto	10			k, v	h	1,0						13,7	96														
00020	13.1.	Lankiluoto	15			k, v	h	1,3	1,9	20	7,3	12,5	0,61	13,1	93	5,0	8,8	460	110	<10	29	23	16	19	140		tehty		
00021	13.1.	Lankiluoto	20			k, v	h	1,4						13,1	93														
00022	13.1.	Lankiluoto	25			k, v	h	1,7						9,3	67														
00023	13.1.	Lankiluoto	29			k, v, epl	lmt	1,9	3,5	25	7,1	13,3	0,73	6,9	50	5,3	8,7	690	110	<10	280	57	35	720	420		tehty		
00024	13.1.	Pirttiniemi	1	9	3,1	k, v	h	0,4	2,1	20	7,5	11,9	0,58	14,6	101	5,0	8,0	420	79	<10	18	18	7	8	150		tehty		
00025	13.1.	Pirttiniemi	8			k, v	h	1,6	2,7	20	7,2	12,0	0,59	12,0	86	5,1	7,9	440	110	<10	21	19	7	18	210		tehty		
00257	18.3.	Kajaanselkä	1	40	5,6	k,v	h	0,1	0,43	10	7,5	11,5	0,54	14,8	102	5,4	7,0	350	26	<10	14	11	3	<5	27		tehty		
00258	18.3.	Kajaanselkä	10			k,v	h	1,2						12,4	88														
00259	18.3.	Kajaanselkä	15			k,v	h	1,5						10,9	78														
00260	18.3.	Kajaanselkä	20			k,v	h	1,8	2,6	20	7,1	11,8	0,58	8,2	59	4,8	6,9	540	130	<10	130	23	13	310	100		tehty		
00261	18.3.	Kajaanselkä	25			ls,v	h	1,9						7,0	50														
00262	18.3.	Kajaanselkä	30			ls,v	h	2,0						6,1	44														
00263	18.3.	Kajaanselkä	35			ls,v	l	2,2						5,0	36														
00264	18.3.	Kajaanselkä	39			o,ke	s	2,3	9,7	50	7,2	13,6	0,82	1,0	7,0	5,8	7,0	1000	77	<10	720	140	110	3200	1100		tehty		
00265	18.3.	Vaaniensalmi	1	5	4,0	k,v	h	0,2	0,53	15	7,4	11,7	0,55	14,6	100	4,7	7,2	360				12		8	29		tehty		
00266	18.3.	Vaaniensalmi	4			k,v	h	0,9	0,69	15	7,3	11,4	0,54	13,1	92	4,9	7,1	390				13		6	40		tehty		
00267	18.3.	Pirttiniemi	1	9	3,6	k,v	h	0,3	1,0	20	7,5	12,2	0,59	13,7	94	6,0	7,9	450	110	<10	<10	16	6	<5	56		tehty		
00268	18.3.	Pirttiniemi	8			k,v	h	2,8	2,8	25	7	12,8	0,66	4,8	35	5,2	7,6	640	280	<10	28	25	14	66	200		tehty		

VESIJÄRVEN TILA
 VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Näytteen- O9VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	m	m	m	KT	KT	°C	NTU	Sähköjohta- vuus		Alkaliteetti	Happipitoisuus	Hapen kyläs- tys	Kiintoaine	CODMn	Kloridi	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Ammonium- typpi	Kokonaistyppi	Fosfaattifori	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikas. Autokl. HNO3	
										mg Pt/l	mS/m																	mg O2/l
00269	18.3.	Siikasalmi	1	7	4,1	k,v	h	0,3	0,64	15	7,5	12,9	0,62	14,3	99	5,5	8,6	470				21		<5	31		tehty	
00270	18.3.	Siikasalmi	6			k,v	h	1,8	1,4	20	7,1	12,3	0,6	10,1	73	5,4	7,8	500				18		9	88		tehty	
00271	18.3.	Isosaari	1	18	3,5	k,v	h	1,8	0,79	20	7,5	12,4	0,59	13,8	99	5,6	8,3	460				21		<5	50		tehty	
00272	18.3.	Isosaari	10			k,v	h	1,6	2,1	25	7,2	12,8	0,62	10,7	77	6,3	8,3	680				25		10	130		tehty	
00273	18.3.	Isosaari	15			k,v	h	1,6						8,7	62													
00274	18.3.	Isosaari	17			o,v	h	2,3	5,6	40	7	14,3	0,77	6,2	45	8,6	8,5	940				38		160	430		tehty	
00275	17.3.	Lankiluoto	1	30	4,0	k, v	h	0,4	0,67	15	7,3	12,3	0,59	13,7	95	<2,0	5,2	8,3	490	140	<10	<10	21	12	<5	42		tehty
00276	17.3.	Lankiluoto	10			k,v	h	1,7						11,3	81													
00277	17.3.	Lankiluoto	15			k,v	h	2,0	1,2	20	7	12,9	0,63	9,4	68	<2,0	3,8	8,8	570	230	<10	<10	26	17	18	83		tehty
00278	17.3.	Lankiluoto	20			k, ke	h	2,3						6,4	47													
00279	17.3.	Lankiluoto	25			o, ke	h	2,5						0,8	6,0													
00280	17.3.	Lankiluoto	29			o, ke	srv	2,7	25	100	6,9	15,4	1,0	<0,2	<2	9	7,0	8,9	1400	<10	<10	940	430	270	2900	3900		tehty
00281	17.3.	Kiikkula	1	22	3,4	k,v	h	0,3	0,64	15	7,4	12,4	0,60	13,6	94	6,0	8,3	480				21		10	47		tehty	
00282	17.3.	Kiikkula	10			k,v	h	1,6	1,2	20	7,1	12,7	0,61	11,7	84	5,6	8,7	540				26		10	76		tehty	
00283	17.3.	Kiikkula	15			k,v	h	2,0						11,1	80													
00284	17.3.	Kiikkula	21			k,v	h	3,1	2,7	25	6,9	14,5	0,84	1,2	9	4,9	8,8	810				50		1400	290		tehty	
00285	17.3.	Satama	1	14,5	4,2	k,v	h	0,3	0,68	15	7,4	12,5	0,6	14,2	98	5,7	8,3	470				20		5	36		tehty	
00286	17.3.	Satama	10			k,v	h	1,6	1,5	20	7,1	12,7	0,61	11,1	78	5,6	8,6	520				26		17	77		tehty	
00287	17.3.	Satama	13,5			k,v	h	1,6	1,5	20	7,1	12,6	0,61	11,1	78	4,3	8,6	540				26		17	98		tehty	
00288	17.3.	Kaksossaaret	1	5	4,2	k,v	h	0,3	0,8	20	7,4	12,6	0,61	14,1	97	<2,0	5,8	8,5	480				22		<5	31		tehty
00289	17.3.	Kaksossaaret	4			k,v	h	1,1	1,0	20	7,3	12,6	0,61	13,3	94	<2,0	5,8	8,5	560				22		6	58		tehty
00778	7.5.	Kajaanselkä	1	40	2,7	k, v	l	6,6	2,1	20	7,6	10,8	0,52	14,5	118	5,0	6,6	410	9	<3	<10	19	<2	34	130		tehty	
00779	7.5.	Kajaanselkä	39			ls,v	l	5,0	2,7	20	7,6	10,8	0,52	14,7	115	5,1	6,5	430	20	<3	<10	20	<2	55	120		tehty	
00780	7.5.	Kajaanselkä	0-5,5			k,v	l	6,6																			14	
00781	7.5.	Vaaniensalmi	1	5	1,8	ls, v	l	9,4	4,3	20	7,7	10,6	0,55	13,2	115	5,2	6,7	400				21		23	170		tehty	
00782	7.5.	Vaaniensalmi	4			ls, v	h	5,8	2,9	20	7,7	10,7	0,52	14,7	118	5,2	6,6	420				22		37	130		tehty	
00783	7.5.	Pirttiniemi	1	9	1,8	ls, v	l	8,6	4,2	25	8,0	11,2	0,56	14,4	123	5,8	7,3	430	<7	<3	<10	25	<2	27	150		tehty	
00784	7.5.	Pirttiniemi	8			ls, v	h	7,7	4,0	25	7,8	11,1	0,56	14,1	118	5,6	7,2	450	<7	<3	<10	27	<2	33	170		tehty	
00785	7.5.	Pirttiniemi	0-4			ls, v	l	8,7																			12	
00786	7.5.	Siikasalmi	1	7	1,8	ls, v	l	9,7	4,2	25	8,6	11,8	0,62	15,0	132	6,5	8,1	470				32		24	140		tehty	
00787	7.5.	Siikasalmi	6			ls, v	l	7,8	5,5	30	8,2	11,5	0,57	14,7	124	6,3	7,6	510				33		36	210		tehty	
00788	7.5.	Isosaari	1	18	1,6	ls, v	l	8,2	4,7	30	8,7	11,8	0,58	15,5	131	6,6	8,2	450				31		27	160		tehty	
00789	7.5.	Isosaari	17			ls, v	h	6,4	5,0	30	8,4	12,0	0,6	15,4	125	6,8	8,3	530				33		41	200		tehty	

VESIJÄRVEN TILA
 VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Näytteen- 09VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	Otossyv.			Ulkonäkö	Haju	Lämpötila °C	Sameus NTU	Väritilku mg Pt/l	Sähkönjohta- vuus mS/m	pH	Alkalisuus mmol/l	Happipitoisuus mg O2/l	Kiintoaine Hapen kyläs- ty/s mg/l	CODMn mg O2/l	Kloridi mg Cl/l	Kokonaistyppi µg N/l	Nitraattityppi µg N/l	Nitriittityppi µg N/l	Ammonium- typpi µg N/l	Kokonaistyfo- ri µg P/l	Fosfaattifosfori µg P/l	Mangaani µg Mn/l	Rauta µg Fe/l	Klorofylli-a µg/l	Esikäs. Autokl. HNO3
			m	m	m																						
00790	7.5.	Lankiluoto	1	30	1,5	ls, v	l	8,1	4,2	30	8,6	11,9	0,59	15,7	133	6,6	8,1	460	<7	<3	<10	31	8	28	150		tehty
00791	7.5.	Lankiluoto	29			ls, v	l	5,2	6,1	30	7,7	12,2	0,61	14,7	116	6,5	8,2	570	20	<3	38	36	13	96	240		tehty
00792	7.5.	Lankiluoto	0-3			ls, v	l	8,4																		32	
00793	7.5.	Kiikkula	1	22		ls, v	l	8,0	5,3	35	8,1	12,1	0,6	15,4	130	6,7	8,2	560				33		57	220		tehty
00794	7.5.	Kiikkula	21			ls, v	l	5,9	4,7	30	8,6	11,9	0,59	15,3	123	6,8	8,1	560				32		32	150		tehty
00795	7.5.	Satama	1	14,5		ls, v	l	8,1	3,9	30	8,5	12,1	0,59	16,1	136	6,8	8,2	500				32		37	140		tehty
00796	7.5.	Satama	13,5			ls, v	l	5,6	5,3	35	8,4	12,2	0,6	15,8	125	6,7	8,3	530				37		45	180		tehty
00909	20.5.	Lankiluoto	1	30	3,1	k,v	h	10,6			8,1							420				22					
00910	20.5.	Kahvisaari	1	4	2,8	k,v	h	12,3			7,9							400				19					
00911	20.5.	Kaksossaaret	1	5	2,8	k,v	h	11,3			8,1							400				18					
00980	28.5.	Kajaanselkä	1	40		k,v	h	10,7	2,7	20	7,5	10,7	0,52	11,1	100	4,8	5,2	410	<7	<3	<10	17	<2	28	90		tehty
00982	28.5.	Kajaanselkä	10			k,v	h	10,7						11,5	104												
00983	28.5.	Kajaanselkä	15			k,v	h	10,0						11,7	104												
00984	28.5.	Kajaanselkä	20			k,v	h	8,4	2,7	20	7,4	10,8	0,53	11,8	101	4,6	5,3	410	<7	<3	31	23	<2	78	110		tehty
00985	28.5.	Kajaanselkä	25			k,v	h	8,2						11,4	97												
00986	28.5.	Kajaanselkä	30			k,v	l	8,2						10,8	92												
00987	28.5.	Kajaanselkä	35			k,v	h	8,1						10,6	90												
00988	28.5.	Kajaanselkä	39			k,v	l	8,0	4,1	20	7,3	10,8	0,53	10,8	91	4,4	5,4	370	8	<3	38	23	<2	120	180		tehty
00989	28.5.	Kajaanselkä	0-6,5			k,v	h	11,1																		5,2	
00990	28.5.	Pirttiniemi	1	9		k,v	lle	13,7	2,5	15	7,6	11,3	0,57	10,4	100	5,3	6,0	380	<7	<3	<10	23	<2	26	100		tehty
00992	28.5.	Pirttiniemi	8			k,v	h	13,2	3,0	20	7,5	11,3	0,57	10,0	95	5,4	6,2	430	<7	<3	<10	30	<2	29	130		tehty
00993	28.5.	Pirttiniemi	0-5,5			k,v	lle	13,8																		5,1	
00994	28.5.	Lankiluoto	1	30		k,v	lle	13,0	2,0	20	7,8	11,9	0,6	10,8	102	5,9	6,9	400	<7	<3	<10	23	<2	24	80		tehty
00996	28.5.	Lankiluoto	10			k,v	h	11,2						11,1	101												
00997	28.5.	Lankiluoto	15			k,v	h	9,9	2,4	20	7,5	12,1	0,65	10,8	95	5,6	7,0	430	9	<3	35	24	<2	48	100		tehty
00998	28.5.	Lankiluoto	20			k,v	h	9,4						10,6	93												
00999	28.5.	Lankiluoto	25			k,v	h	8,8						10,4	90												
01000	28.5.	Lankiluoto	29			k,v	s	8,7	4,6	25	7,4	12,3	0,63	10,2	88	5,6	7,1	500	10	<3	140	38	8	220	310		tehty
01001	28.5.	Lankiluoto	0-5			k,v	lle	12,9																		6,7	
01251	10.6.	Lankiluoto	1	31	2,1	k,v	lle	13,9			7,7							410				23					
01252	10.6.	Kahvisaari	1	4	1,8	k,v	lle	15,2			7,7							440				27					
01253	10.6.	Kaksossaaret	1	5	2,0	k,v	lle	14,3			7,8							410				25					

VESIJÄRVEN TILA
 VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Näytteen- O9VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	Otto- svv.			Ulkonäkö	Haju	Lämpötila °C	Sameus NTU	Väritilku mg Pt/l		Sähkönjohta- vuus mS/m	Alkalisuus mmol/l	Happipitoisuus mg O2/l	Hapen kyläs- tyys %	Kiintoaine mg/l	CODMn mg O2/l	Kloridi mg Cl/l	Kokonaistyppi µg N/l	Nitraattityppi µg N/l	Nitriittityppi µg N/l	Ammonium- typpi µg N/l	Kokonaistyppi µg P/l	Fosfaattifosfori µg P/l	Mangaani µg Mn/l	Rauta µg Fe/l	Klorofylli-a µg/l	Esikäs. Autokl. HNO3	
			m	m	m					KT	KT																		
01377	23.6.	Kajaanselkä	1	40		k,v	l	16,6	1,4	7,5	7,8	10,8	0,52	10,4	107	4,6	6,7	340	<7	<3	<10	16	2	24	55		tehty		
01378	23.6.	Kajaanselkä	10			k,v	l	13,3						9,5	91														
01379	23.6.	Kajaanselkä	15			k,v	l	12,8						9,0	85														
01380	23.6.	Kajaanselkä	20			k,v	l	11,4	1,8	15	7,3	10,8	0,51	7,9	72	4,3	6,7	400	32	<3	27	20	7	84	150		tehty		
01381	23.6.	Kajaanselkä	25			o,v	l	11,0						7,5	68														
01382	23.6.	Kajaanselkä	30			o,v	l	10,8						7,2	65														
01383	23.6.	Kajaanselkä	35			ls,v	l	10,7						7,0	63														
01384	23.6.	Kajaanselkä	39			ls,ke	l	10,6	7,5	30	7,1	10,9	0,53	6,6	59	4,3	6,7	490	51	<3	76	29	21	690	560		tehty		
01385	23.6.	Kajaanselkä	0-6,5			k,v	l																					4,6	
01386	23.6.	Pirttiniemi	1	9		k,v	lle	17,5	2,0	15	7,7	11,6	0,58	10,1	106	5,0	7,6	410	<7	<3	<10	23	4	26	120		tehty		
01387	23.6.	Pirttiniemi	8			k,v	h	14	3,0	15	7,5	11,3	0,56	9,0	87	4,9	7,3	380	<7	<3	<10	21	5	54	220		tehty		
01388	23.6.	Pirttiniemi	0-5,5			k,v	lle																					3,6	
01389	23.6.	Lankiluoto	1	30		le,v	sle	15,4	1,7	15	7,9	12,0	0,6	10,6	106	5,1	8,1	420	<7	<3	<10	21	2	38	110		tehty		
01390	23.6.	Lankiluoto	10			k,v	lle	13,8						8,9	86														
01391	23.6.	Lankiluoto	15			le,v	lle	13,6	3,1	15	7,4	12,1	0,6	8,3	80	5,0	8,1	430	9	<3	37	25	10	130	210		tehty		
01392	23.6.	Lankiluoto	20			ls,v	lle	13,1						6,9	66														
01393	23.6.	Lankiluoto	25			ls,ke	lrv	12,4						5,0	47														
01394	23.6.	Lankiluoto	29			ls,ke	lrv	9,6	8,4	30	7,1	13,3	0,73	0,5	4	5,9	8,2	1000	110	<3	460	70	58	1400	980		tehty		
01395	23.6.	Lankiluoto	0-5			le,v	sle																					6,6	
01593	13.7.	Kahvisaari	1	4	2,0	le	h	18,2			7,7							440				33							
01594	13.7.	Kaksossaaret	1	5	2,0	le	h	18,2			7,7							420				32							
01595	13.7.	Lankiluoto	1	30	0,0	le	h	17,9			7,8							470				27							
01790	30.7.	Kajaanselkä	1	40	3,3	k,v	l	20,6	1,4	15	7,6	10,7	0,53	9,4	105	4,3	6,6	340	<7	<3	<10	17	<2	17	58		tehty		
01791	30.7.	Kajaanselkä	10			k,v	l	18,3						7,1	75														
01792	30.7.	Kajaanselkä	15			k,v	h	13,9						3,8	37														
01793	30.7.	Kajaanselkä	20			k,v	h	12,5	4,5	20	6,8	10,9	0,54	2,3	22	4,1	6,6	490	180	<3	<10	39	26	240	150		tehty		
01794	30.7.	Kajaanselkä	25			k,v	h	12,3						2,2	21														
01795	30.7.	Kajaanselkä	30			o, lru	l	12,3						1,7	16														
01796	30.7.	Kajaanselkä	35			o,lru	l	12,2						1,9	18														
01797	30.7.	Kajaanselkä	39			ls,ru	l	12,2	9,5	30	6,8	11,0	0,55	1,4	13	4,0	6,6	560	200	<3	21	43	31	760	190		tehty		
01798	30.7.	Kajaanselkä	0-6,5			k,v	l	19,8																				3,3	

VESIJÄRVEN TILA
 VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Näytteen- O9VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	Otto- svy.			Ulkonäkö	Haju	Lämpötila °C	Sameus	Väritilku	pH	Sähkönjohta- vuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happipitoisuus mg O2/l	Kiintoaine Hapen kyläs- ty- % mg/l	CODMn	Kloridi mg Cl/l	Kokonaistyppi µg N/l	Nitraattityppi µg N/l	Nitriittityppi µg N/l	Ammonium- typpi µg N/l	Kokonaistfosfo- ri µg P/l	Fosfaattifosfori µg P/l	Mangaani µg Mn/l	Rauta µg Fe/l	Klorofylli-a µg/l	Esikas. Autokl. HNO3	
			m	m	m																							KT
01799	30.7.	Pirttiniemi	1	9	1,8	ls,v	lle	21,9	6,0	20	8,4	11,2	0,56	11,2	128	6,0	7,2	500	<7	<3	<10	31	5	24	110		tehty	
01800	30.7.	Pirttiniemi	8			k,v	l	18,9	8,6	25	7,0	11,8	0,62	3,4	37	5,2	7,4	490	<7	<3	130	60	34	470	460		tehty	
01801	30.7.	Pirttiniemi	0-4,0			ls,v	lle	21,2																		9		
01802	30.7.	Lankiluoto	1	30	1,2	ls,le	lle	21,5	11,0	25	8,7	11,8	0,59	11,7	133	6,9	8,0	500	<7	<3	<10	42	6	22	77		tehty	
01803	30.7.	Lankiluoto	10			k,v	lle	17,9						4,4	46													
01804	30.7.	Lankiluoto	15			k,v	l	15	5,0	25	6,9	12,5	0,65	1,7	17	4,9	8,0	560	160	<3	28	60	44	530	210		tehty	
01805	30.7.	Lankiluoto	20			k,v	l	14,1						0,9	9													
01806	30.7.	Lankiluoto	25			k,v	s	13,1						0,4	4													
01807	30.7.	Lankiluoto	29			k,v	s	11,8	3,1	30	7,2	15,5	1	0,3	3	6,0	8,1	1300	<7	<3	1100	65	36	5600	240		tehty	
01808	30.7.	Lankiluoto	0-3,0			ls,le	lle	20,9																		25		
01900	11.8.	Kajaanselkä	1	40	3,5	k, v	l	20,3	1,6	15	7,5	10,7	0,52	8,7	96	4,4	6,6	330	<7	<3	<10	16	<2	17	64		tehty	
01901	11.8.	Kajaanselkä	10			k, v	l	17,6						4,5	47													
01902	11.8.	Kajaanselkä	15			k, v	h	13,9						3,3	32													
01903	11.8.	Kajaanselkä	20			k, v	lrv	12,3	3,4	20	6,8	11,0	0,54	1,1	10	4,1	6,6	530	220	<3	<10	42	28	240	100		tehty	
01904	11.8.	Kajaanselkä	25			k, v	lrv	12,1						0,6	5,9													
01905	11.8.	Kajaanselkä	30			k, v	lrv	12						0,6	5,7													
01906	11.8.	Kajaanselkä	35			k, v	srv	11,9						0,4	3,8													
01907	11.8.	Kajaanselkä	39			k, v	srv	11,9	4,6	25	6,8	11,0	0,55	0,4	3,3	4,1	6,6	510	220	<3	27	40	26	490	65		tehty	
01908	11.8.	Kajaanselkä	0-6,5			k, v	l	19,9																		4		
01909	11.8.	Vaaniensalmi	1	5	2,6	k, v	lle	21,3	2,5	15	7,6	10,9	0,53	9,3	105	4,8	6,8	550				20		25	96		tehty	
01910	11.8.	Vaaniensalmi	4			k, v	lle	20,6	4,5	20	7,4	11,0	0,55	7,4	82	4,9	6,9	390				27		58	220		tehty	
01911	11.8.	Pirttiniemi	1	9	2,2	v, le	sle	21,5	3,9	20	8,3	11,4	0,57	7,9	89	5,5	7,4	510	<7	<3	<10	27	6	22	94		tehty	
01912	11.8.	Pirttiniemi	8			k, v	l	19	5,1	40	7,1	12,0	0,63	1,5	16	4,8	7,5	510	<7	<3	140	48	31	450	190		tehty	
01913	11.8.	Pirttiniemi	0-4,5			v, le	sle	21,6																		9,2		
01914	11.8.	Siikasalmi	1	7	1,9	v, le	sle	20,8	4,8	25	7,9	11,7	0,59	8,9	99	5,6	7,8	490				39		49	130		tehty	
01915	11.8.	Siikasalmi	6			v, le	lle	19	5,5	40	7,0	12,2	0,65	1,7	18	5,0	7,7	550				66		490	230		tehty	
01916	11.8.	Isosaari	1	18	1,7	v, le	sle	21,2	6,4	20	8,6	11,7	0,58	9,9	109	5,6	7,9	540				35		22	80		tehty	
01917	11.8.	Isosaari	10			v	sle	19,3	4,9	25	7,2	12,0	0,61	4,8	52	4,8	7,9	520				40		120	190		tehty	
01918	11.8.	Isosaari	15			v	l	15						0,4	3,6													
01919	11.8.	Isosaari	17			o, v	s	14,7	4,5	35	6,9	12,7	0,68	0,3	3,3	4,9	8,0	650				71		770	290		tehty	

VESIJÄRVEN TILA
 VUODEN 2009 HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Näytteenro 09VV	pvm v. 2009	Ottopaikka	Otossyv.			Ulkonäkö		Lämpötila °C	Sameus NTU	Väritilku		Sähkönjohta- vuus mS/m	Alkalisuus mmol/l	Happipitoisuus mg O ₂ /l	Hapen kyläs- tyys %	Kiintoaine mg/l	Hapen kyläs- tyys %	CODMn mg O ₂ /l	Kloridi mg Cl/l	Kokonaistyppi µg N/l	Nitraattityppi µg N/l	Nitriittityppi µg N/l	Ammonium- typpi µg N/l	Kokonaistyfo- ri µg P/l	Fosfaattifosfori µg P/l	Mangaani µg Mn/l	Rauta µg Fe/l	Klorofylli-a µg/l	Esikäs. Autokl. HNO ₃
			m	m	m	KT	KT			mg Pt/l	mg Pt/l																		
01920	11.8.	Lankiluoto	1	31	0,9	v, ls, le	sle	21,4	26,0	40	9,1	11,9	0,59	10,1	114	12	8,5	8,0	1100	<7	<3	39	48	6	25	80		tehty	
01921	11.8.	Lankiluoto	10			k, v	lle	16,9						1,6	17													tehty	
01922	11.8.	Lankiluoto	15			k, v	lle	15,1	2,9	25	7,0	12,5	0,65	0,3	2,7	<2,0	4,8	8,0	560	180	6	49	56	46	370	130		tehty	
01923	11.8.	Lankiluoto	20			k, v	s	13,5						0,3	3														
01924	11.8.	Lankiluoto	25			k, v	s	12,8						0,3	2,9														
01925	11.8.	Lankiluoto	29			k, v	s	11,7	2,4	25	7,3	16,4	1,1	<2	2,2	5,9	8,1	1600	<7	<3	1300	70	37	7500	280			tehty	
01926	11.8.	Lankiluoto	0-2			v, ls, le	sle	21,4																				76	
01927	11.8.	Kiikkula	1	21,7	2,1	le, v	sle		3,0	20	7,8	11,9	0,6	8,5	94		5,2	6,7	460				29		25	63		tehty	
01928	11.8.	Kiikkula	10			k, v	lle	17,1	3,4	25	7,0	12,3	0,63	2,0	21		4,7	8,0	540				50		160	160		tehty	
01929	11.8.	Kiikkula	15			k, v	l	15,3						0,4	4,2														
01930	11.8.	Kiikkula	21			o	s	14,1	5,5	35	7,1	13,4	0,76	0,3	2,8		5,3	8,1	720				92		2100	450		tehty	
01931	11.8.	Satama	1	14,5	2,6	le, v	sle	20,3	2,5	20	7,6	12,0	0,6	8,0	88		4,9	8,0	450				25		37	79		tehty	
01932	11.8.	Satama	10			k, v	l	17,3	4,2	25	7,1	12,4	0,64	1,9	20		4,7	8,0	550				55		250	170		tehty	
01933	11.8.	Satama	13,5			k, v	l	16,6	5,5	30	7,0	12,4	0,65	1,1	11		4,9	8,0	570				71		450	200		tehty	
01934	11.8.	Kaksossaaret	1	5	1,2	le, v	lle	21,5	15,0	30	9,0	11,9	0,58	10,5	118	6,5	6,8	8,0	820				40		27	100		tehty	
01935	11.8.	Kaksossaaret	4			le, v	lle	21,4	14,0	30	9,1	12,0	0,58	10,4	117	7,0	6,7	8,0	810				40		26	110		tehty	
01936	11.8.	Kahvisaari	1	4	0,9	ls	le	21	18,0	30	9,1	12,1	0,59	11,3	129	7,0	7,3	8,2	920				51		40	160		tehty	
01937	11.8.	Kahvisaari	3			ls, le	lle	21,3	16,0	30	8,7	12,0	0,6	9,6	108	8,0	6,7	8,1	760				50		65	320		tehty	
02196	25.8.	Kahvisaari	1	4	1,4	ls, v	sle	21											570				39						
02197	25.8.	Kaksossaaret	1	5	1,8	k, v	sle	18											520				32						
02198	25.8.	Lankiluoto	1	30	1,8	k, v	lle	17,9											530				33						
02961	29.10.	Lankiluoto	1	30	2,2	k,v	h	5,4	4,9	20	7,5	11,8	0,61	12,0	95		4,7	8,4	430	<7	<3	<10	30	5	32	110		tehty	
02962	29.10.	Lankiluoto	29			k,v	h	5,5	4,3	20	7,5	11,8	0,61	11,9	94		4,5	8,4	480	<7	<3	<10	34	4	33	130		tehty	
02963	29.10.	Lankiluoto	0-4,5			k,v	h	5,4																				19	
02964	29.10.	Satama	1	14,5	1,9	k,v	h	5,4	3,9	20	7,5	11,8	0,61	12,1	96		4,7	8,4	450				30		28	96		tehty	
02965	29.10.	Satama	13,5			k,v	h	5,4	4,1	20	7,5	11,8	0,61	12,2	97		4,3	8,4	470				32		30	97		tehty	
02966	29.10.	Kiikkula	1	22	2,0	k,v	h	5,4	4,2	20	7,5	11,8	0,61	12,2	97		4,3	8,4	440				33		30	97		tehty	
02967	29.10.	Kiikkula	21			k,v	h	5,5	4,0	20	7,5	11,8	0,62	12,3	98		4,8	8,4	450				33		31	100		tehty	
02968	29.10.	Isosaari	1	18	2,2	k,v	h	5,5	4,7	20	7,5	11,9	0,61	11,8	94		3,3	8,4	440				28		33	110		tehty	
02969	29.10.	Isosaari	17			k,v	h	5,5	5,7	15	7,5	11,9	0,61	11,8	94		3,4	8,4	470				38		32	130		tehty	
02970	29.10.	Siikasalmi	1	7	2,6	k,v	h	4,6	5,4	15	7,5	11,3	0,57	12,4	96		4,6	7,7	410				25		17	100		tehty	
02971	29.10.	Siikasalmi	6			k,v	h	4,6	4,7	15	7,5	11,3	0,57	12,3	95		4,6	7,7	400				31		18	160		tehty	

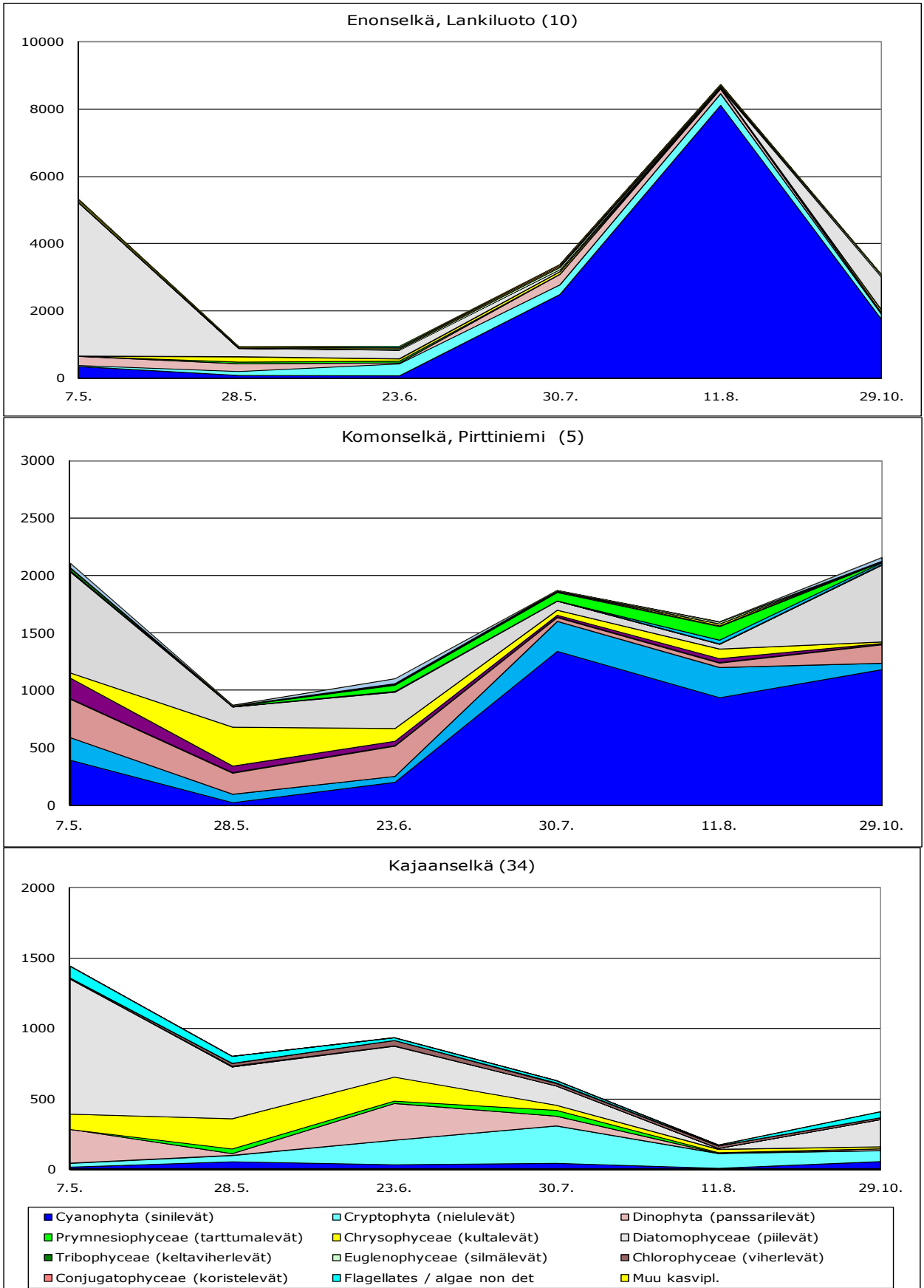
LIITE 2.1 KASVIPLANKTON JA BIOMASSAOSUUEDET 2009

	ENONSELKÄ (10, Lankiluoto) mg/m ³						%					
	7.5.	28.5.	23.6.	30.7.	11.8.	29.10.	07.05.	28.05.	23.06.	30.07.	11.08.	29.10.
<i>Cyanophyta</i> (sinilevät)	351	84	73	2497	8130	1755	7	9	8	73	93	57
<i>Cryptophyta</i> (nielulevät)	40	127	364	291	340	161	1	13	38	9	4	5
<i>Dinophyta</i> (panssarilevät)	269	229	26	314	147	44	5	24	3	9	2	1
<i>Prymnesiophyceae</i> (tarttumalevät)	6,0	53,0	58	5,0	31,0	5,0	0	6	6	0	0	0
<i>Chrysophyceae</i> (kultalevät)	1,0	154	65	76		80	0	16	7	2	0	3
<i>Diatomophyceae</i> (piilevät)	4588	258	270	70	14	995	86	27	28	2	0	32
<i>Tribophyceae</i> (keltaviherlevät)		2,0		2,0			0	0	0	0	0	0
<i>Euglenophyceae</i> (silmälevät)			14	53	27	41	0	0	1	2	1	1
<i>Chlorophyceae</i> (viherlevät)	86	35	41	47	50	11	2	4	4	1	0	0
<i>Conjugatophyceae</i> (koristelevät)			10	38	21	1,0	0	0	1	1	0	0
<i>Flagellates / algae</i> non det	12	8,0	40	7,0	3,0	5,0	0	1	4	0	0	0
<i>Muu kasvipl.</i>		0,0	1,0				0	0	0	0	0	0
Yhteensä	5353	950	962	3400	8763	3098	100	100	100	100	100	100
2009 keskiarvo	3754											

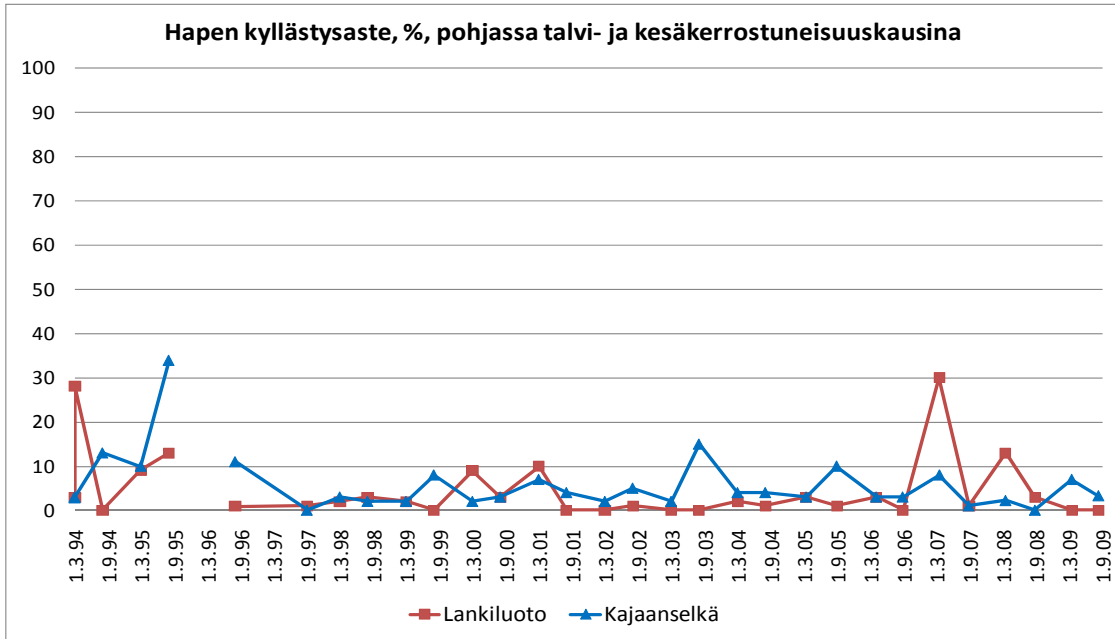
	KOMONSELKÄ (5, Pirttiniemi) mg/m ³						%					
	7.5.	28.5.	23.6.	30.7.	11.8.	29.10.	7.5.	28.5.	23.6.	30.7.	11.8.	29.10.
<i>Cyanophyta</i> (sinilevät)	398	28	206	1347	943	1188	19	3	19	72	60	55
<i>Cryptophyta</i> (nielulevät)	197	74	52	261	263	55	9	8	5	14	17	3
<i>Dinophyta</i> (panssarilevät)	334	183	263	32	38	160	16	21	24	2	2	7
<i>Prymnesiophyceae</i> (tarttumalevät)	182	58	39	20	37	11	9	7	4	1	2	1
<i>Chrysophyceae</i> (kultalevät)	46	341	113	45	85	14	2	39	10	2	5	1
<i>Diatomophyceae</i> (piilevät)	882	177	317	80	42	671	42	20	29	4	3	31
<i>Tribophyceae</i> (keltaviherlevät)	10	2,0	8,0		1,0		0	0	1	0	0	0
<i>Euglenophyceae</i> (silmälevät)					35,0	19	0	0	0	0	2	1
<i>Chlorophyceae</i> (viherlevät)	19	3,0	54	74	118	5,0	1	0	5	4	7	0
<i>Conjugatophyceae</i> (koristelevät)			4,0	5,0	17,0	1,0	0	0	0	0	1	0
<i>Flagellates / algae</i> non det	39	6,0	43	3,0	2,0	33	2	1	4	0	0	2
<i>Muu kasvipl.</i>							0	0	0	0	0	0
Yhteensä	2107	872	1099	1867	1581	2157	100	100	100	100	100	100
2009 keskiarvo	1614											

	KAJAANSELKÄ (34) mg/m ³						%					
	7.5.	28.5.	23.6.	30.7.	11.8.	29.10.	7.5.	28.5.	23.6.	30.7.	11.8.	29.10.
<i>Cyanophyta</i> (sinilevät)	19	57	36	46	11,0	58	1	7	4	7	6	14
<i>Cryptophyta</i> (nielulevät)	26	43	172	263	103	76	2	5	18	41	59	18
<i>Dinophyta</i> (panssarilevät)	240	12	260	69		13	17	1	28	11	0	3
<i>Prymnesiophyceae</i> (tarttumalevät)	1,0	36	18	43	8,0	3,0	0	4	2	7	5	1
<i>Chrysophyceae</i> (kultalevät)	109	214	172	37	23	13	8	27	18	6	13	3
<i>Diatomophyceae</i> (piilevät)	959	368	219	138	9	195	66	46	23	22	5	47
<i>Tribophyceae</i> (keltaviherlevät)	3,0	1,0	5,0	1,0			0	0	1	0	0	0
<i>Euglenophyceae</i> (silmälevät)		7,0			1,0		0	1	0	0	0	0
<i>Chlorophyceae</i> (viherlevät)	5,0	18	38	17	17,0	11	0	2	4	3	10	3
<i>Conjugatophyceae</i> (koristelevät)	2,0	2,0		4,0		1	0	0	0	1	0	0
<i>Flagellates / algae</i> non det	84	49	19	16	5,0	42	6	6	2	3	3	10
<i>Muu kasvipl.</i>			1				0	0	0	0	0	0
Yhteensä	1448	807	940	634	176	413	100	100	100	100	100	100
2009 keskiarvo	736											

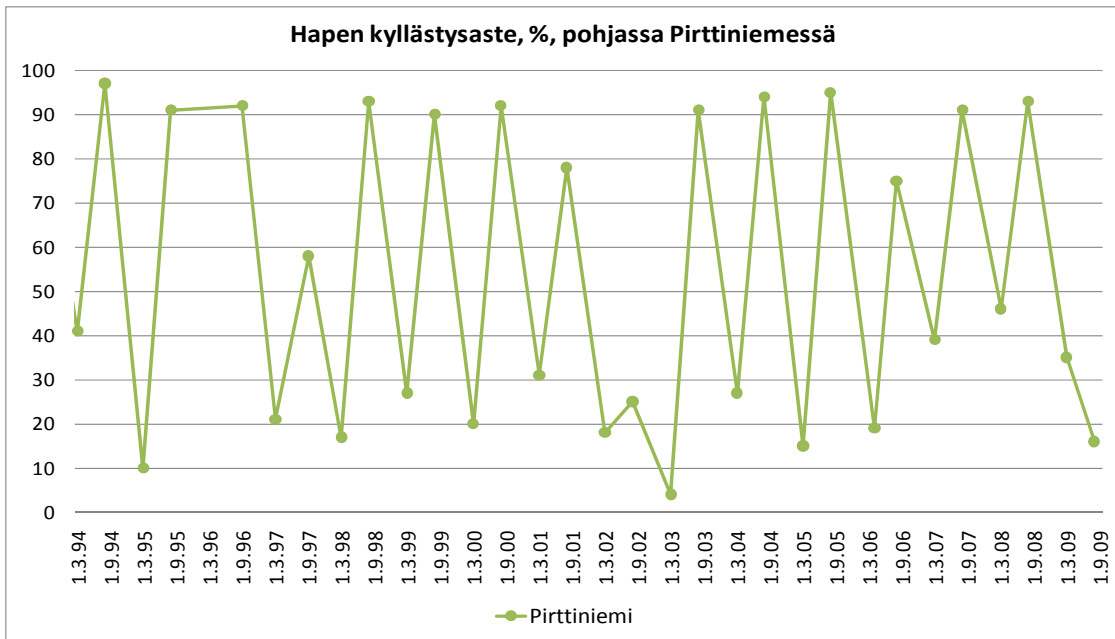
LIITE 2.2 KASVIPLANKTON 2009



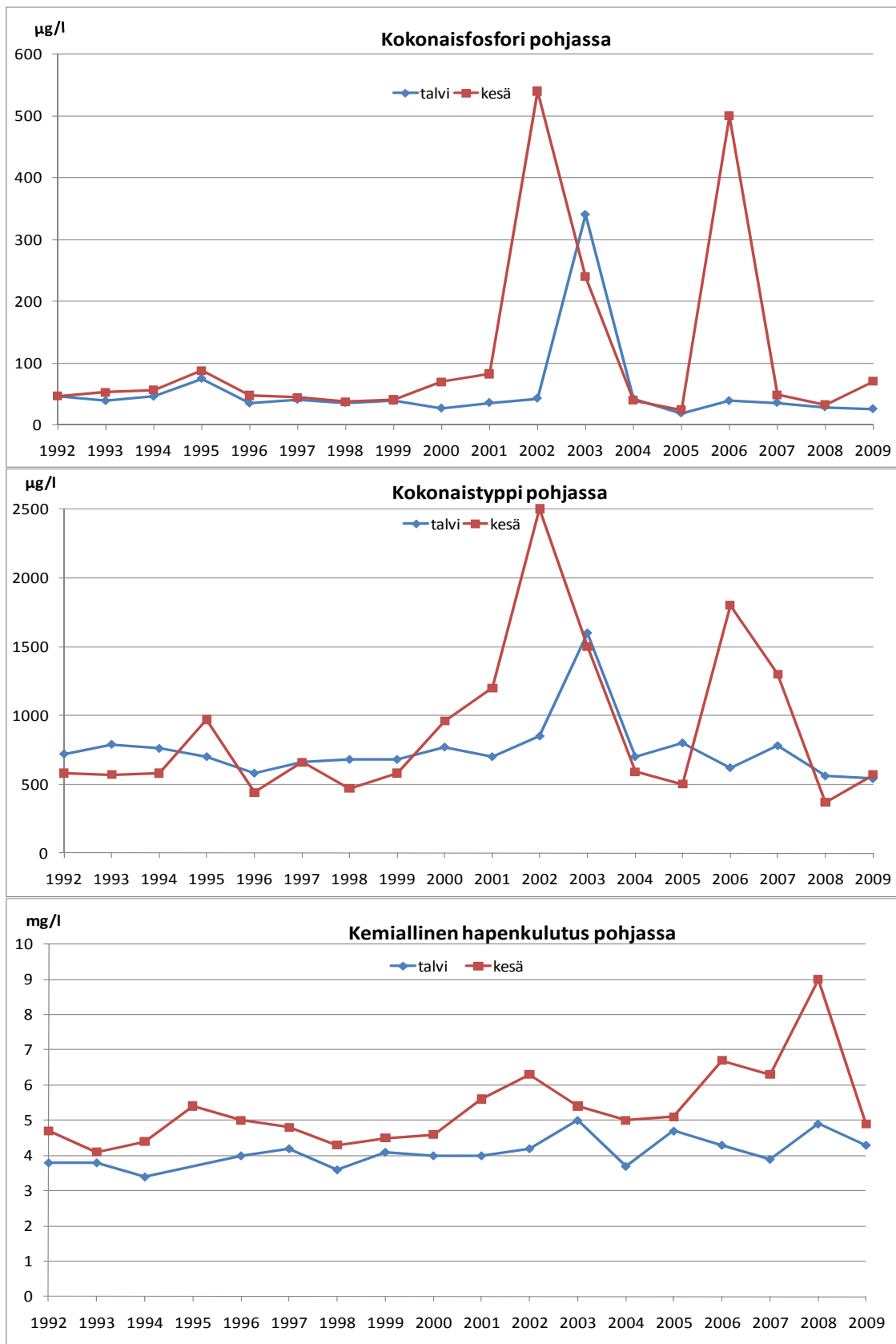
LIITE 3



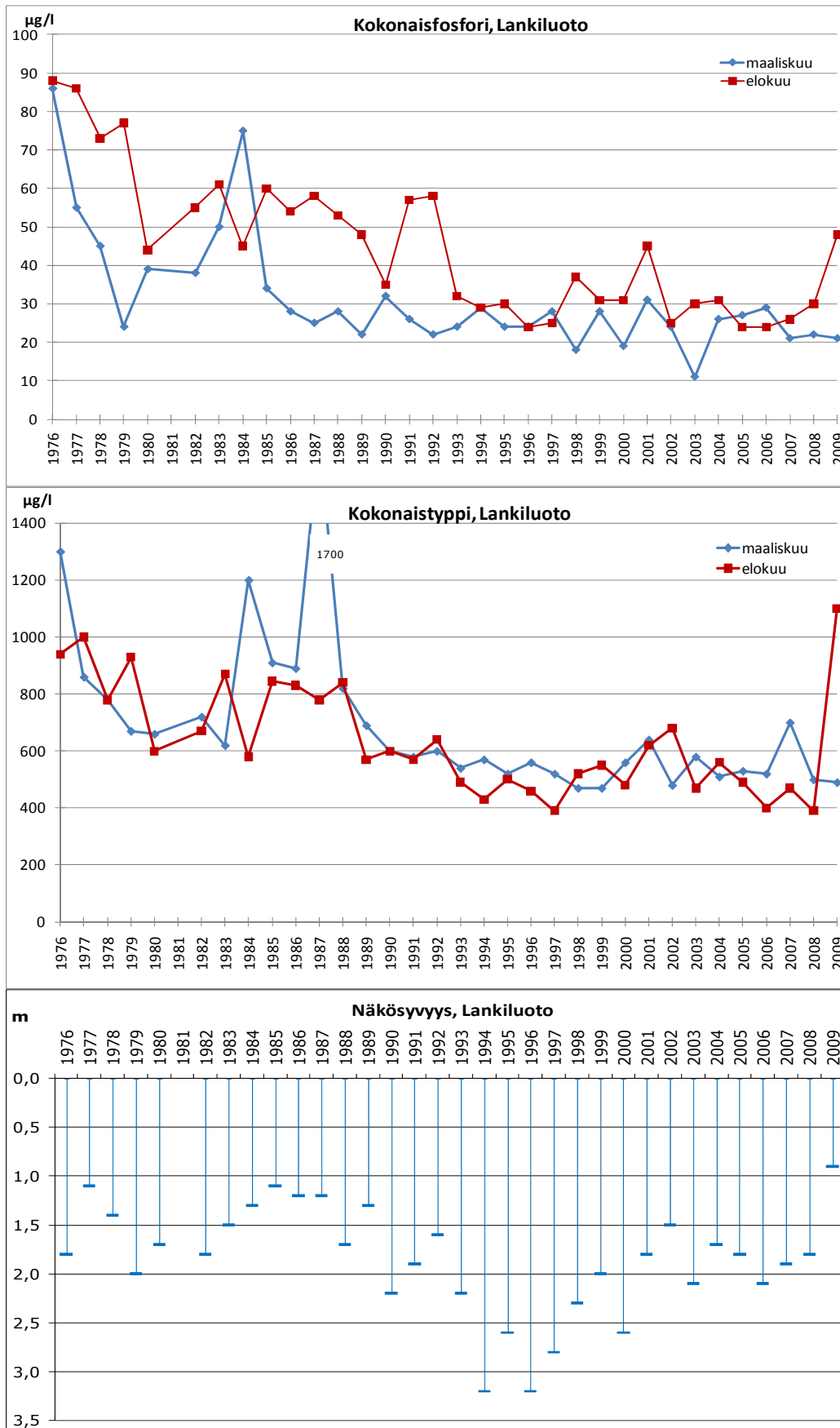
Kuva 6. Hapen kyllästysaste pohjassa talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina (maalis- ja elokuu) Lankiluodon ja Kajaanselän havaintopaikoilla vuosina 1994–2009.



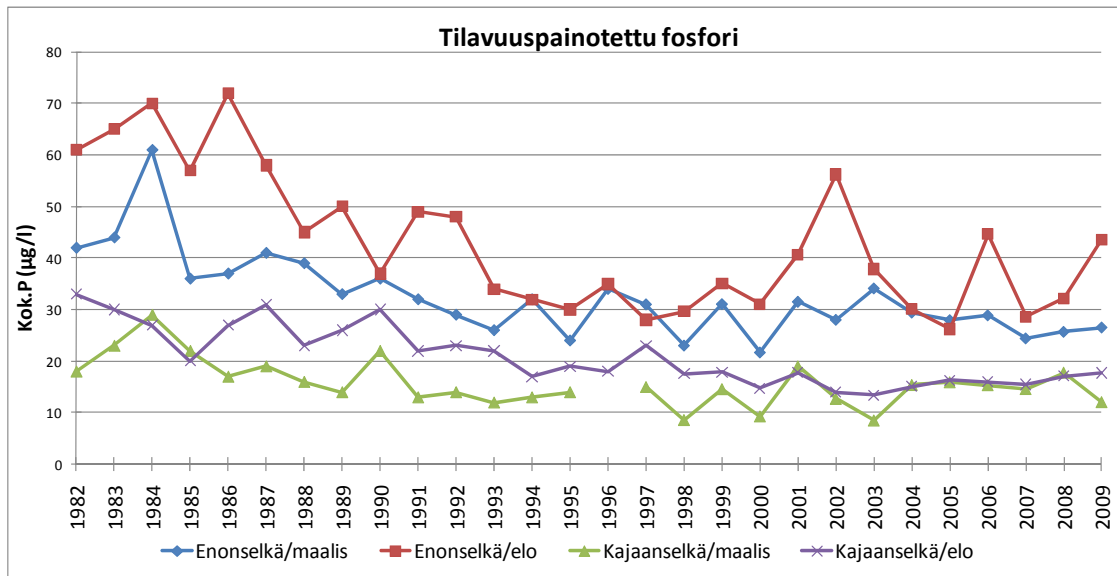
Kuva 7. Hapen kyllästysaste pohjassa talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina (maalis- ja elokuu) Komonselän Pirttiniemen havaintopaikalla vuosina 1994–2009



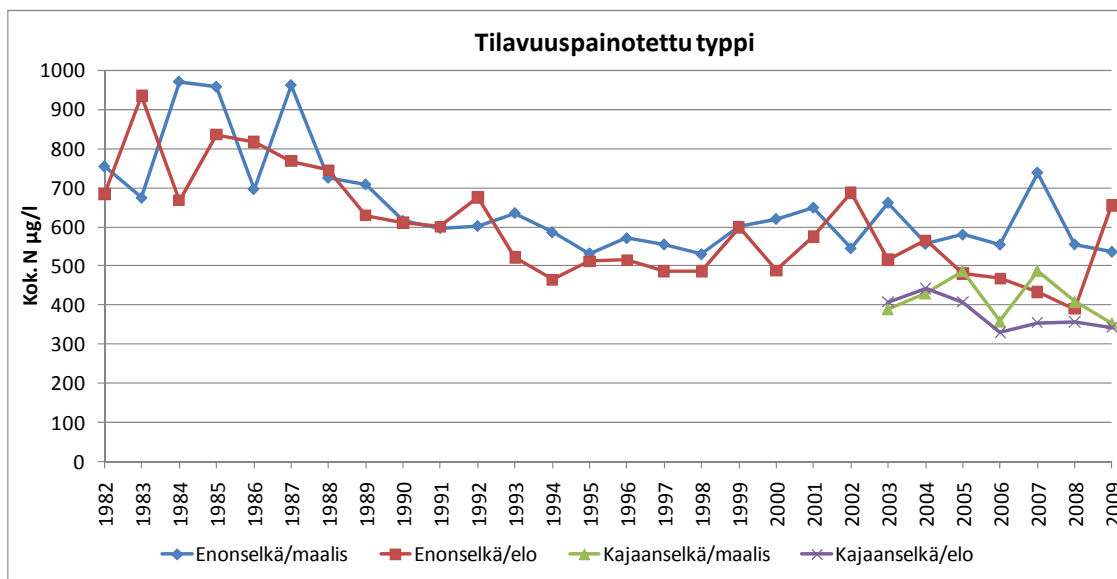
Kuva 8. Kokonaisfosforin, -tyypin ja kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuus talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina Satama 33:lla 1 m pohjan yläpuolella vuosina 1992–2009



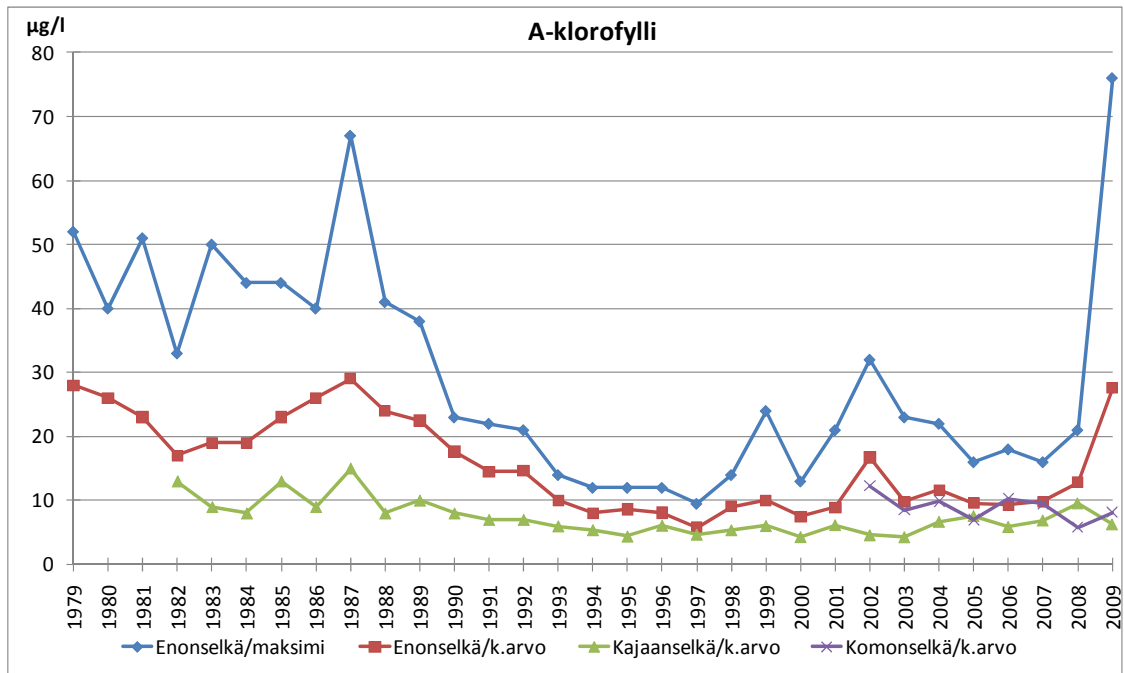
Kuva 9. Lankiluodon 1 m näytteiden fosfori- ja typpipitoisuudet maaliskuu- ja elokuussa sekä näkösyyvyys elokuussa vuosina 1976–2009.



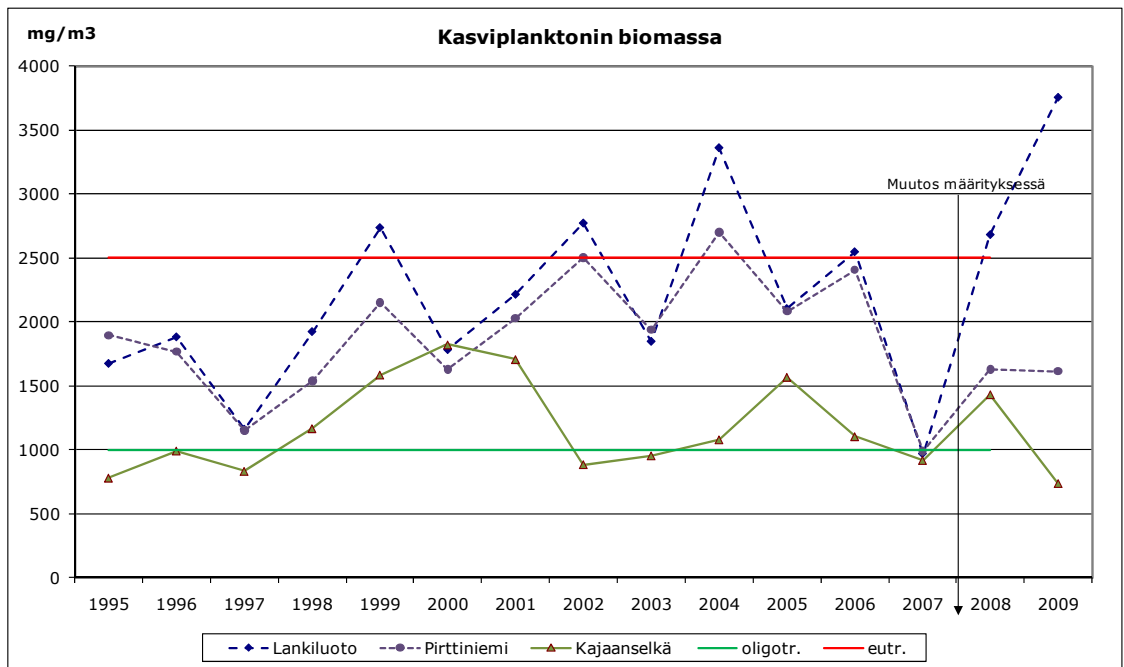
Kuva 10. Tilavuuspainotettu kokonaisfosforin pitoisuus Enon- ja Kajaanselällä maalisi- ja elokuussa vuosina 1982–2009



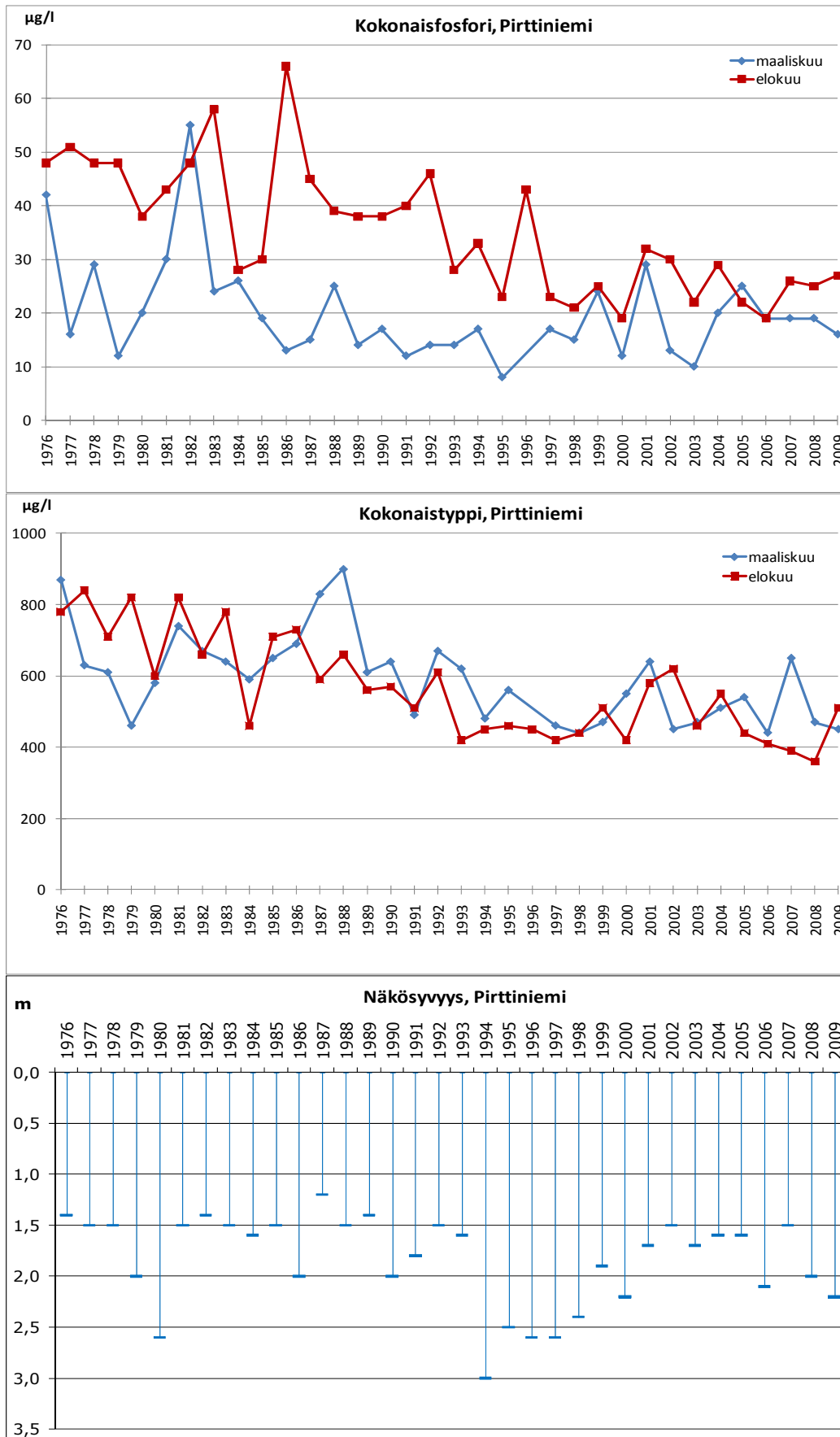
Kuva 11. Tilavuuspainotettu kokonaistypen pitoisuus Enon- ja Kajaanselällä maalisi- ja elokuussa 1982–2009



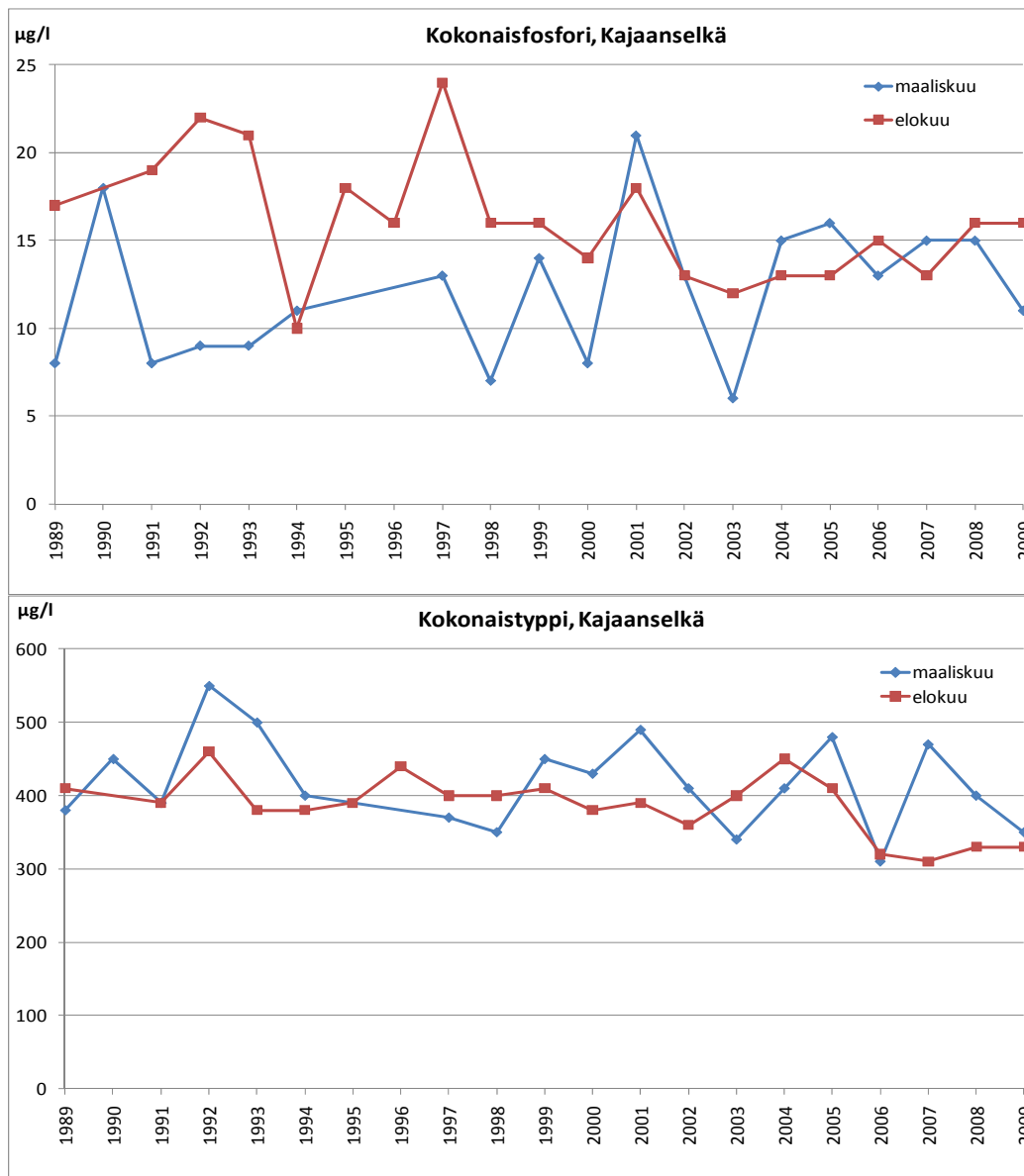
Kuva 12. A-klorofylli Enon-, Komon- ja Kajaanselällä vuosina 1979–2009



Kuva 13. Kasviplanktonin biomassa, mg/m³, vuosina 1995–2009. Oligotrofian yläraja 1000 mg/m³ ja eutrofian alaraja 2500, mg/m³

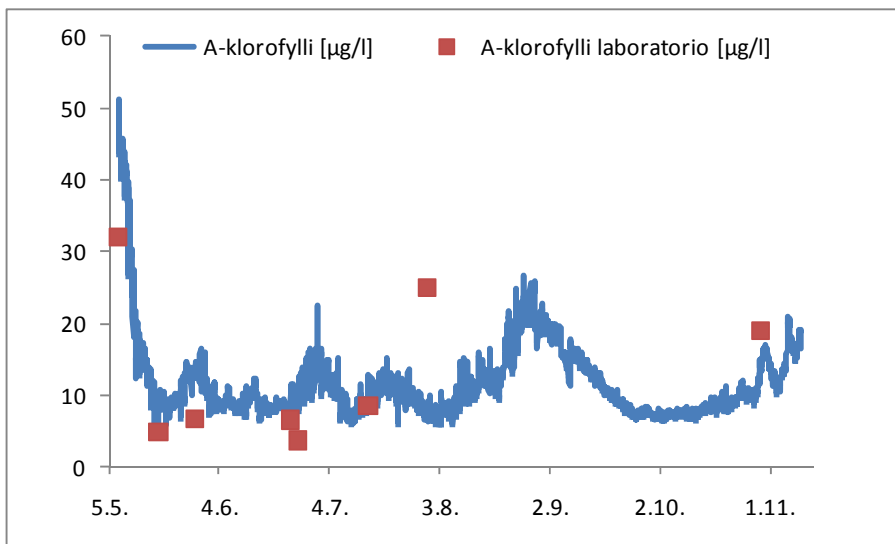


Kuva 14. Komonselän Pirttiniemen 1 m näytteiden fosfori- ja typpipitoisuudet maalis- ja elokuussa sekä näkösyyvyys elokuussa vuosina 1976–2009

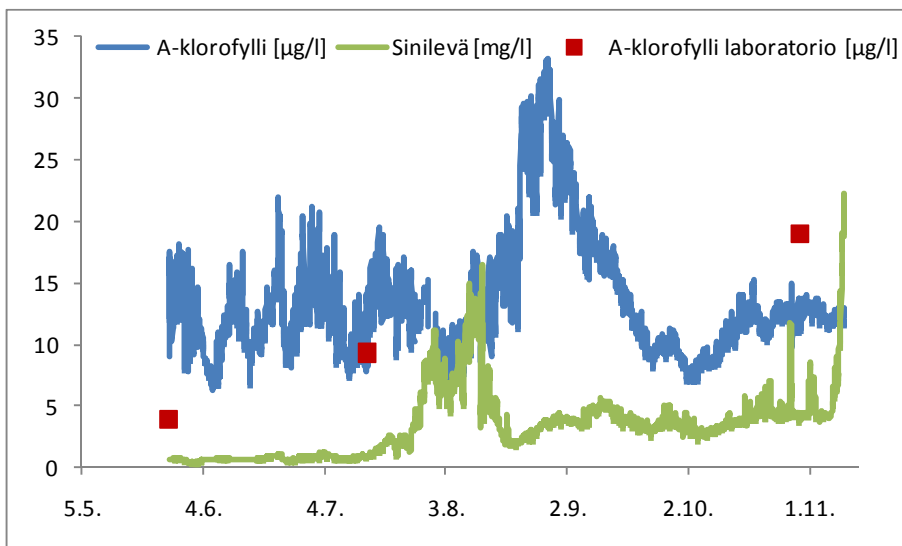


Kuva 15. Kajaanselän syvänteen fosfori- ja typpipitoisuudet 1 m näytteissä maaliskuu- ja elokuussa vuosina 1989–2009

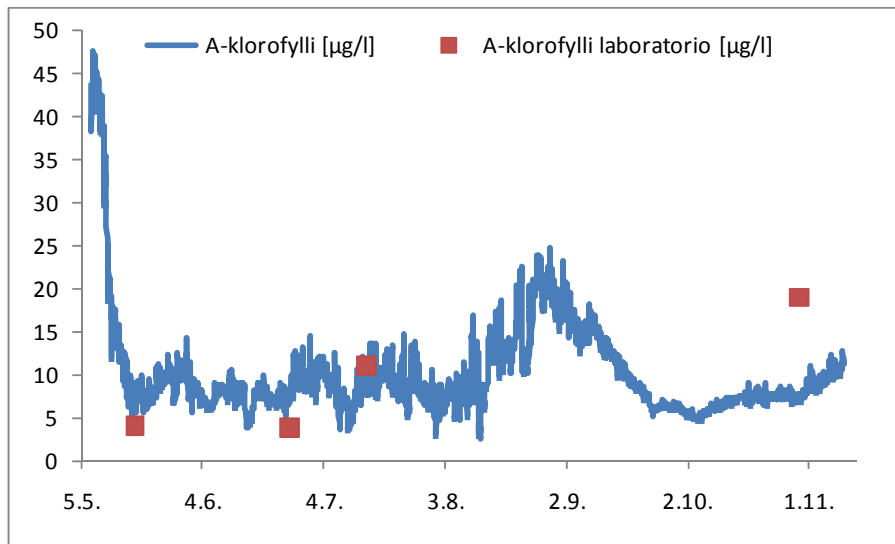
LIITE 4 AUTOMAATTIASEMIEN MITTAUSTULOSTEN KUVAAJAT VUODEN 2009



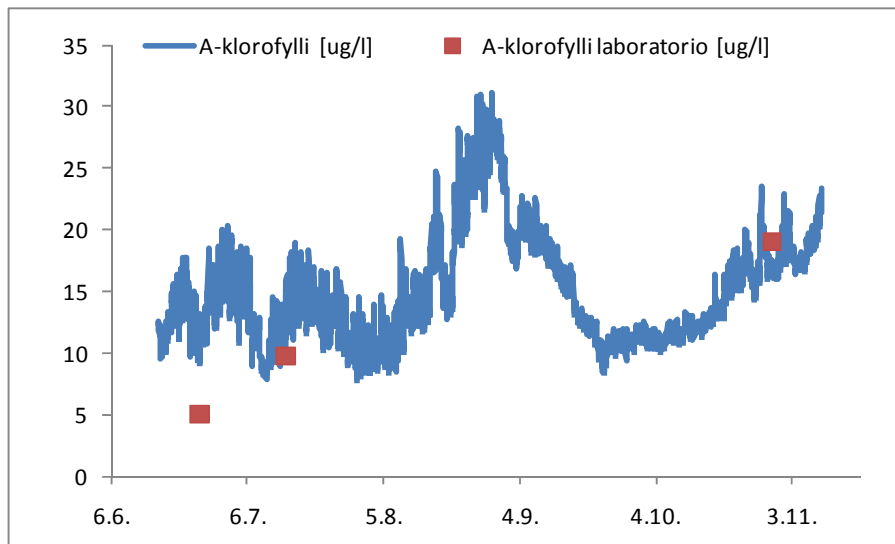
Kuva 16. Lankiluodon mittausaseman A-klorofyllipitoisuudet vuonna 2009



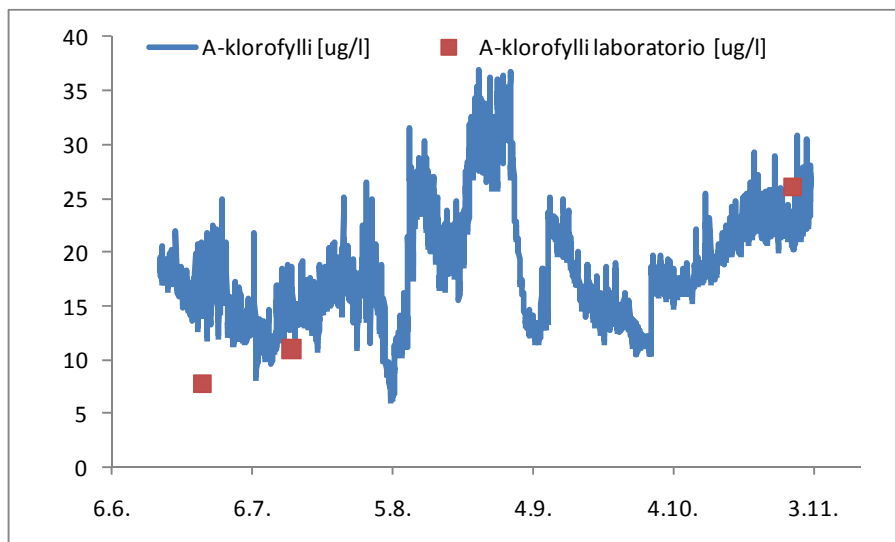
Kuva 17. Ruoriniemen mittausaseman A-klorofylli- ja sinileväpitoisuudet vuonna 2009



Kuva 18. Myllysaaren mittausaseman A-klorofyllipitoisuudet vuonna 2009



Kuva 19. Enonselän mittausaseman A-klorofyllipitoisuudet vuonna 2009



Kuva 20. Paimelanlahden mittausaseman A-klorofyllipitoisuudet vuonna 2009

LIITE 5 TULOSTEN TULKINNASTA

Raportissa käytetään seuraavia vesistön rehevyyttä ja tuotantotyyppisiä kuvaavia luokitteluja. Viitteelliset raja-arvot eri tuotantotyypeille ja minimiravannesuhde Forsberg ym. (1978) mukaan.

Viitteelliset	Kok.N	Kok.P	Klorofylli-a	Kasviplanktonin
raja-arvot	µg/l	µg/l	µg/l	biomassa
				mg/m³
Oligotrofinen eli karu	300 - 1600	<15	<5	<1000
Mesotrofinen eli keskirehevä	360 - 1400	15 - 25	5 - 10	1000 - 2500
Eutrofinen eli rehevä	400 - 6100	>25	>10	>2500

Typhen ja fosforin suhdeluku on ns. kokonaisravannesuhde, jonka avulla arvioidaan kumman pääravinteiden pitoisuus on ratkaiseva levien tuotannon kannalta. Kun suhdeluku on 10–17, on vesistö ns. yhteisrajoitteinen, jolloin kasviplanktonilla voi olla puutetta kummasta tahansa ravinteesta. Normaali tilanne suomalaisissa järvissä on fosforirajoitteisuus, jolloin suhdeluku on > 17. Tyyppistä on vajeusta yleensä likavesien kuormittamisissa järvissä. Sinilevät hyötyvät typpirajoitteisuudesta.

Kokonaisravannesuhteeseen perustuva luokittelu on seuraava:

N/P suhde - minimi- ravinne	
<10	typpi
10 - 17	typpi tai fosfori
>17	fosfori

Vesistön humuksisuutta osoittavia luokkia on kolme. Humuksisuutta mitataan väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen avulla sekä havainnoimalla näkösyvyys valkolevyn avulla:

Humuksisuus (dystrofia)	Väri-luku mgPt/l	Näkösyvyys m	CODMn mgO₂/l
Oligohumoinen eli vähähumoinen	<40	>4	<10
Mesohumoinen eli keskinkertainen humusmäärä	40-80	1,5-4	10-20
Polyhumoinen eli runsashumoinen	>80	<1,5	>20

mg/l = 1000 µg/l, µ = kreikan myy, mikro-, millin tuhannesosa

LIITE 6 VESIJÄRVEN HAPETTIMIEN JA AUTOMAATTIASEMIEN SIJAINTI

Vesijärven hapettimet ja automaattiset mittausasemat

