Knowledge taking people further ---

21.11.07

169/2004-03016

LV Lahti Vesi Oy
Lahti Energia Oy

Vesijärven tila vuoden 2006 havaintojen perusteella

89100352

7.11.2007

RAMBOLL

LV Lahti Vesi Oy
Lahti Energia Oy

Vesijärven tila vuoden 2006 havaintojen perusteella

Viite 89100352

7.11.2007

Ramboll Analytics Oy
Niemenkatu 73 C
15140 Lahti

Puhelin 020 755 7800
www.ramboll.fi

Sisällys

1.	**JOHDANTO**	**1**
1.1	Kymijärven voimalaitoksen toimintatiedot	2
1.1.1	Enonselän lämpötilat	3
1.2	LV Lahti Vesi Oy:n laimennusveden aa pohjaveden otto	4
2.	**SÄÄ**	**5**
3.	**TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU**	**7**
3.1	Enonselkä	9
3.1.1	Happitilanne	9
3.1.2	Kasviplankton ja levätuotanto	9
3.1.3	Ravinnepitoisuudet	10
3.1.4	Muut vedenlaatumuuttujat	11
3.1.5	Siikasalmi	11
3.1.6	Uimarantojen veden laatu vuonna 2006	13
3.2	Komonselkä	15
3.2.1	Veden laatu vuonna 2006	15
3.2.2	Kasviplankton ja klorofylli	15
3.3	Kajaanselkä	16
3.3.1	Happitilanne ja sisäinen kuormitus	16
3.3.2	Ravinnepitoisuudet ja rehevyystaso	16
3.3.3	Kasviplankton	16
4.	**VEDEN LAADUN PITKÄAIKAISKEHITYS**	**17**
4.1	Enonselkä	17
4.2	Komonselkä	18
4.3	Kajaanselkä	18
5.	**YHTEENVETO**	**19**
KIRJALLISUUS		**21**
JAKELU 21		
LIITTEET		

1. JOHDANTO

Tähän Vesijärvitarkkailun vuoden 2006 vuosiyhteenvetoon on koottu tulokset kahdesta velvoitetarkkailusta. LV Lahti Vesi Oy:llä on velvoite tarkkailla laimennusveden ottamisen vaikutusta, Lahti Energia Oy:llä (ennen 1.1.2004 Lahden Lämpövoima Oy) Kymijärven voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien vaikutusta. Lahden kaupungin velvoite tarkkailla Ankkurin ja Niemen sataman rakennustöiden vaikutusta Vesijärven veden laatuun päättyi vuonna 2006. Vuoden 2006 velvoitetarkkailun suorituksesta vastasi Lahden Tutkimuslaboratorio (Lahden tiede ja yrityspuisto Oy).

LV Lahti Vesi 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 m^3/s ilman Lahden kaupungin jätevesivirtaamaa. LV Lahti Vesi 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 Vesijärvessä 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. Seurantavelvoite toteutuu mikäli lämpötilan nousu lauhduttimissa ylittää vuorokausikeskiarvona 12 °C tai tuntikeskiarvona 8 °C. Seuranta käsittää purkuvesistön lämpötilan mittaukset ja biologisen seurannan (Lahden Tutkimuslaboratorio 2004). Vuonna 2006 seurantaa ei toteutettu, koska lämpötilan nousuja ei ollut.

Lahden kaupungille myönnettiin lupa Vesijärven täyttämiseen ja ruoppaamiseen sekä laitureiden rakentamiseen Ankkurin alueella Itä-Suomen vesioikeuden päätöksellä n:o 101/91. Työt päättyivät vuonna 2002 ja vesistövaikutusten jälkitarkkailu vuonna 2006.

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

	Enon-selkä	Paimelanlahti-Vähäselkä	Komon-selkä	Laitialan-selkä	Kajaan-selkä	Vesijärvi
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
Keskitilavuus (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

1.1 Kymijärven voimalaitoksen toimintatiedot

Vuonna 2006 Kymijärven voimalaitos tuotti kaukolämpöenergiaa 1 159 GWh ja sähköenergiaa 1007GWh, josta 320 GWh eli 32 % oli lauhde-energiaa. Polttoaineena käytettiin 341 kt kivihiiltä, 41 milj. m^3 maakaasua ja 1 t kevyttä polttoöljyä. Kaasutetun polttoaineen määrä oli 104 kt.

Öljynerotuskaivojen vedet, yhteensä noin 8 200 m^3 (2005: 8 200 m^3, 2004: 3 600 m^3, 2003: 9 500 m^3), johdettiin viivästysaltaiden kautta Joutjokeen. Öljypitoisuus oli neljällä mittauskerralla alle 0,1 mg/l.

Vesijärvestä otettiin vuonna 2006 yhteensä 80 000 m^3 jäähdytysvettä. Vesi johdettiin lauhduttimesta Joutjoen kautta takaisin Vesijärveen. Jäähdytysveden lämpötilan nousun kuukausikeskiarvot lauhduttimessa olivat: kesäkuu 7,2 °C, heinäkuu 3,0 °C, elokuu 11,3 °C ja syyskuu 10,1 astetta. Koko vuoden ajalta lämpökuorma oli 2061 TJ. Mikäli lämpökuorma olisi siirretty kerralla vesistöön, olisi se nostanut Enonselän lämpötilaa 2,8 °C ja koko Vesijärven lämpötilaa 0,7 °C.

Koska lämpötilan nousu lauhduttimessa ylitti 12 astetta vuorokausikeskiarvona vain kerran, 28.9.2006, eikä nousunopeus ylittänyt 8 astetta tuntikeskiarvona, ei erillistä, tehostettua, lämpötilan ja klorofyllipitoisuuden seurantaa toteutettu vuonna 2006.

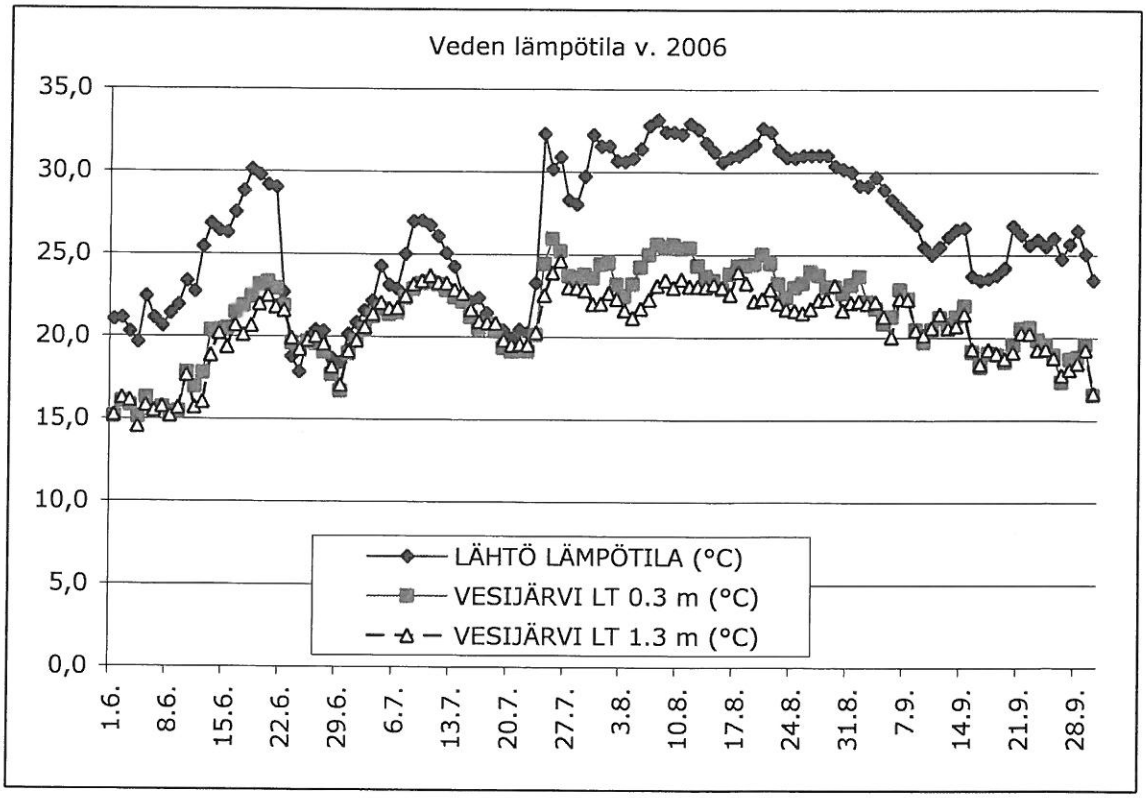
Taulukko 2. Kymijärven voimalaitokselta vesistöön johdettu jäähdytysvesikuorma ja sen arvioitu vaikutus Vesijärvessä

Vuosi	Jäähdytysvesimäärä, milj. m3	Keskim. lt nousu lauhdutimessa, °C	Vesistöön johdettu energia, TJ	Enonselän lämpötilan nousu, °C	Koko Vesijärven lämpötilan nousu,°C
2001	68,7	5,9	2 072	2,8	0,7
2002	59,7	5,1	1 623	2,2	0,6
2003	84,4	7,3	2 877	3,9	1,0
2004	78,1	6,5	2 533	3,4	0,9
2005	52,2	2,3	508	0,7	0,2
2006	80,0	-	2 061	2,8	0,7

1.1.1 Enonselän lämpötilat

Lahti Energia Oy seuraa Kymijärven voimalaitoksen tulevan ja lähtevän jäähdytysveden ja lämpötilaa sekä lämpötilan nousua lauhduttimessa. Vesijärvestä lämpötilaa seurataan Kahvisaaresta 0,3 m ja 1,3 m syvyydestä samalta havaintopaikalta (kuva 1).

Lähtevän jäähdytysveden lämpötila laitoksella oli lähes koko elokuun yli 30 astetta ja Kahvisaaresta mitattiin tuolloin usein 24-26 astetta. Korkein lähtevän jäähdytysveden lämpötila oli 33,2 °C elokuun 8. päivä ja Kahvisaaren lämpötila 25,6 °C. Pientä lämpötilaeroa Kahvisaaren 0,3 m ja 1,3 m mittaustuloksissa ilmeni vain elokuussa.



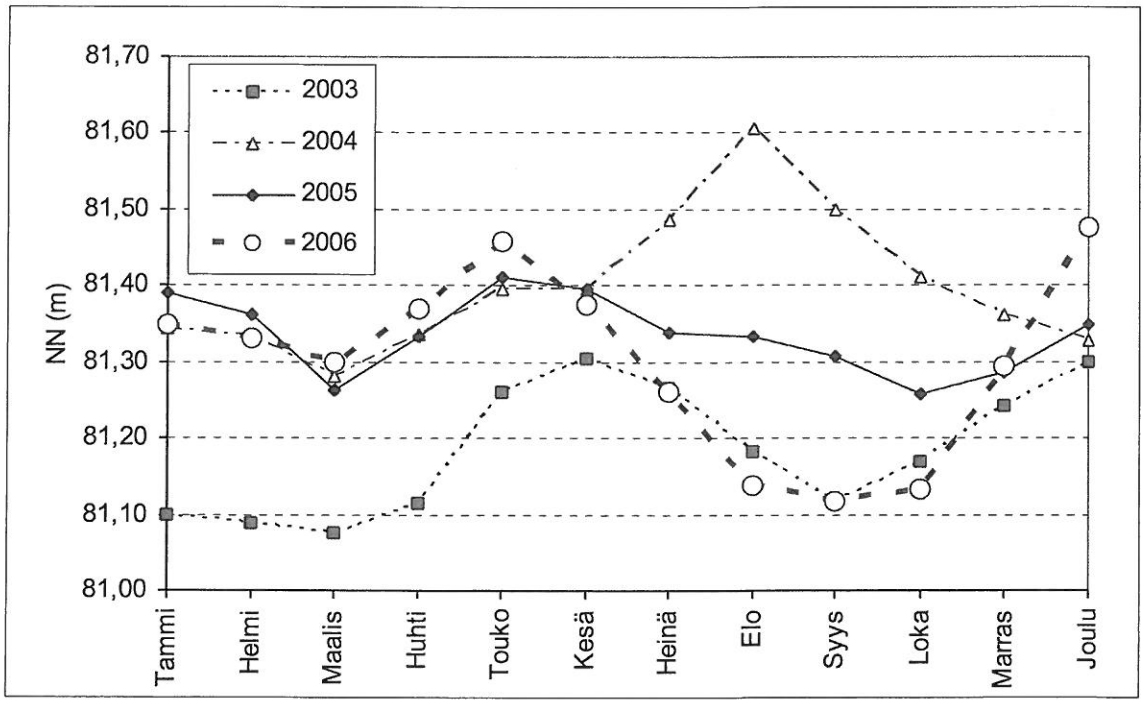
Kuva 1. Kymijärven voimalaitoksesta lähtevän jäähdytysveden lämpötila sekä vastaanottavan vesistön lämpötila Kahvisaaren havaintopaikalla kahdessa syvyydessä.

1.2 LV Lahti Vesi Oy:n laimennusveden aa pohjaveden otto

LV Lahti Vesi Oy otti vuonna 2006 laimennusvettä 107 110 m^3 Vesijärvestä Porvoojokeen. Laimennus vesi otettiin pääasiassa heinäkuussa ja sen tarkoitus oli turvata Porvoonjoen happitilanteen säilyminen hyvänä ja pitää taustavirtaama Patomäenkoskessa vähintään 1 m^3/s. Jätevesitunnelin huuhtomista varten Lahti Vesi otti Vesijärvestä vettä noin 818 930 m^3. Suurimmat huuhteluvesimäärät tarvittiin heinä-elokuussa. Laimennus- ja huuhteluvesien määrä oli yhteensä 926 040 m^3, ja se nousi 146 % edellisvuodesta (taulukko 4). Johdetun veden määrä oli 0,14 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 0,85 senttimetrin vesikerrosta järvessä. Laimennusveden otto ei vaikuta suoraan vedenkorkeuksiin, koska Vesijärveä säännöstellään Vääksynjoessa.

Vesijärven vedenpinta oli alkuvuodesta 2006 lähellä ajankohdan keskivedenkorkeutta. Kesällä vesipinta oli alhaalla kuivuudesta johtuen. Joulukuussa vesipinta nousi leudon alkutalven lumen sulamisvesien ja sateiden takia. Vääksystä mitattiin vuoden korkein vesipinta 81,50 m (NN) 10.-13. joulukuuta (kuva 2).

Pohjaveden otto Jalkarannassa oli vuonna 2005 pienin vuoden 1991 jälkeisessä tarkkailuhistoriassa, mutta nousi tarkasteluvuonna 13 %. Pumpatun pohjaveden kokonaismäärä oli 4 205623 m^3 ja keskimääräinen vuorokausipumppaus 11 522 m^3 (taulukko 4, LV Lahti Vesi Oy 2007). Jalkarannan vedenottamon tuotantokapasiteetti on keskimäärin 17 000 m3/d (Valvontatutkimusohjelma).



Kuva 2. Vesijärven keskivedenpinnan korkeus Vääksyssä.

2. SÄÄ

Vuonna 2005 Enonselkä jäätyi joulukuun 16. päivä ja suli vuonna 2006 vasta 7. toukokuuta. Vuoden 2006 tammikuu oli vähäluminen. Helmi- ja maaliskuu olivat kylmiä ja vähäsateisia. Huhtikuusta alkaen vuosi oli tavanomaista lämpimämpi. Sademäärät jäivät lokakuulle saakka pienemmiksi kuin vuosina 1971-2000 keskimäärin ja vuoden 2006 sademäärä oli 85 % pitkäajan keskiarvosta.

Marraskuussa koettiin vajaan viikon mittainen pakkasjakso, jolloin pienvedet jäätyivät. Leuto ilmavirtaus kuitenkin sulatti jäät ja lumet ja lopullisesti talvi tuli vasta tammikuussa 2007. Enonselkä jäätyi 12.tammikuuta 2007 ja suli 12. huhtikuuta 2007.

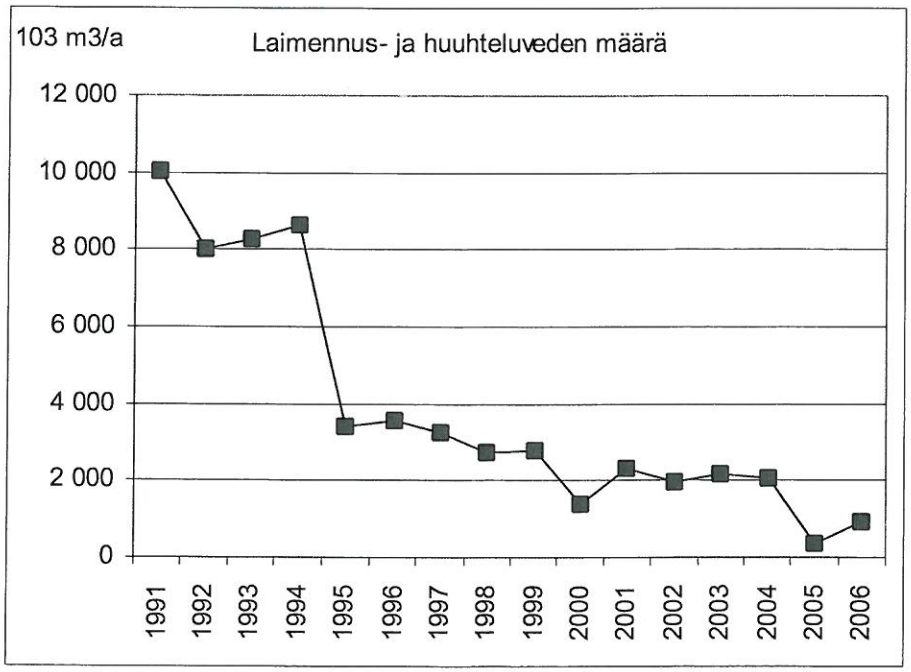
Vuoden kokonaissademäärä Lahden Launeen mittausasemalla oli 537 mm. Sademäärä oli 97 mm vähemmän kuin vertailujaksolla. Launeen keskilämpötila 5,3 °C oli 1,2 astetta korkeampi kuin vertailujaksolla 1971-2000 (taulukko 5).

Taulukko 5. Kuukauden keskilämpötila ja kuukausisadanta Lahdessa vuosina 2005 - 2006 sekä vastaavat pitkän aikavälin keskiarvot.

	Lämpötila °C			Sadanta mm		
	2006	2005	1971-2000	2006	2005	1971-2000
Tammi	-5,8	-2,1	-6,8	13	86	44
Helmi	-10,3	-6,5	-7,3	18	13	33
Maalis	-7,4	-6,8	-2,9	31	5	35
Huhti	3,6	3,7	2,8	40	13	32
Touko	10,2	9,6	9,9	35	57	36
Kesä	15,7	14,0	14,6	37	81	56
Heinä	18,1	18,4	16,6	23	54	75
Elo	17,7	15,6	14,6	40	120	82
Syys	12,6	10,9	9,1	57	28	65
Loka	6,5	6,0	4,2	138	32	64
Marras	0,3	3,4	-0,8	57	79	61
Joulu	2,3	-4,7	-4,8	48	45	51
	5,3	**5,1**	**4,1**	**537**	**611**	**634**

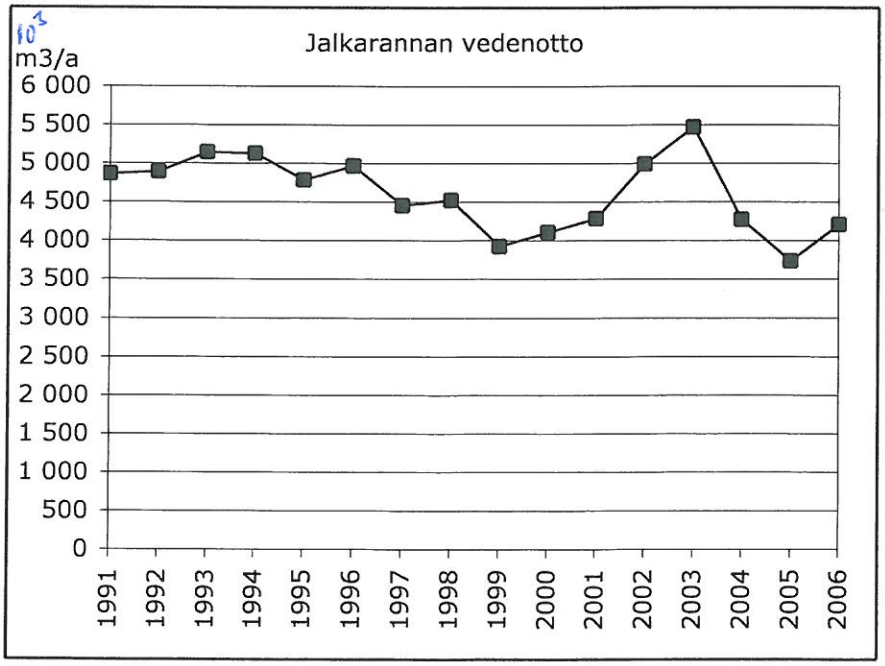
Taulukko 3. Vesijärvestä Porvoonjokeen johdetut laimennusvesien ja viemärin huuhteluun käytettyjen vesien määrät vuosina 1991-2006.

Vuosi	10^3 m^3/a
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



Taulukko 4. Jalkarannan vedenottamon vedenotto vuosina 1991 – 2006.

Vuosi	10^3 m^3/a
1992	4 895
1993	5 145
1994	5 129
1995	4 787
1996	4 969
1997	4 455
1998	4 526
1999	3 926
2000	4 109
2001	4 287
2002	4 991
2003	5 473
2004	4 273
2005	3 739
2006	4 206



3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Vuoden 2006 näytteet otettiin LV Lahti Vesi Oy:n ja Lahti Energia Oy Kymijärven voimalaitoksen (ent. Lahden Lämpövoima Oy) yhdistetyn vesistötarkkailuohjelman mukaisesti (Lahden kaupungin valvonta- ja tutkimuslaboratorio 1992, Lahden Tutkimuslaboratorio 2000). Havaintopaikkoja on 10 kpl (taulukko 6, kuva 3). Kemiallisten analyysien lisäksi (liite 1) Lankiluodosta, Pirttiniemestä ja Kajaanselältä määritettiin kasviplankton (liitteet 2 - 3). Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesiä purettiin Joutjokeen ja edelleen Vesijärveen juhannukseen saakka. Lämpötilaylityksiä ei ilmennyt, joten erillistä seurantaa ei tehty vuonna 2006.

Taulukko 6. Näytteenottoajankohdat havaintopaikoittain vuonna 2006. Lyhenteet viittaavat analyysivalikoimaan: L=laaja, S=suppea, P=perusseuranta. Touko- ja lokakuun näytteet otetaan täyskierron jälkeen.

Havaintopaikka	Tammi	Maalis	Touko		Kesä			Heinä		Elo		Loka	Näytekertoja
ENONSELKÄ													
Lankiluoto 10	L	L	L	S	L	S	L	S	L	S	L	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		S	P		6
Kahvisaari 40		P		S		S		S		S	P		6
KOMONSELKÄ													
Pirttiniemi 5	L	L	L		L		L		L		L	L	8
Vaaniansalmi 20		P	P								P	P	4
KAJAANSELKÄ													
Kajaanselkä 34	L	L	L		L		L		L		L	L	8

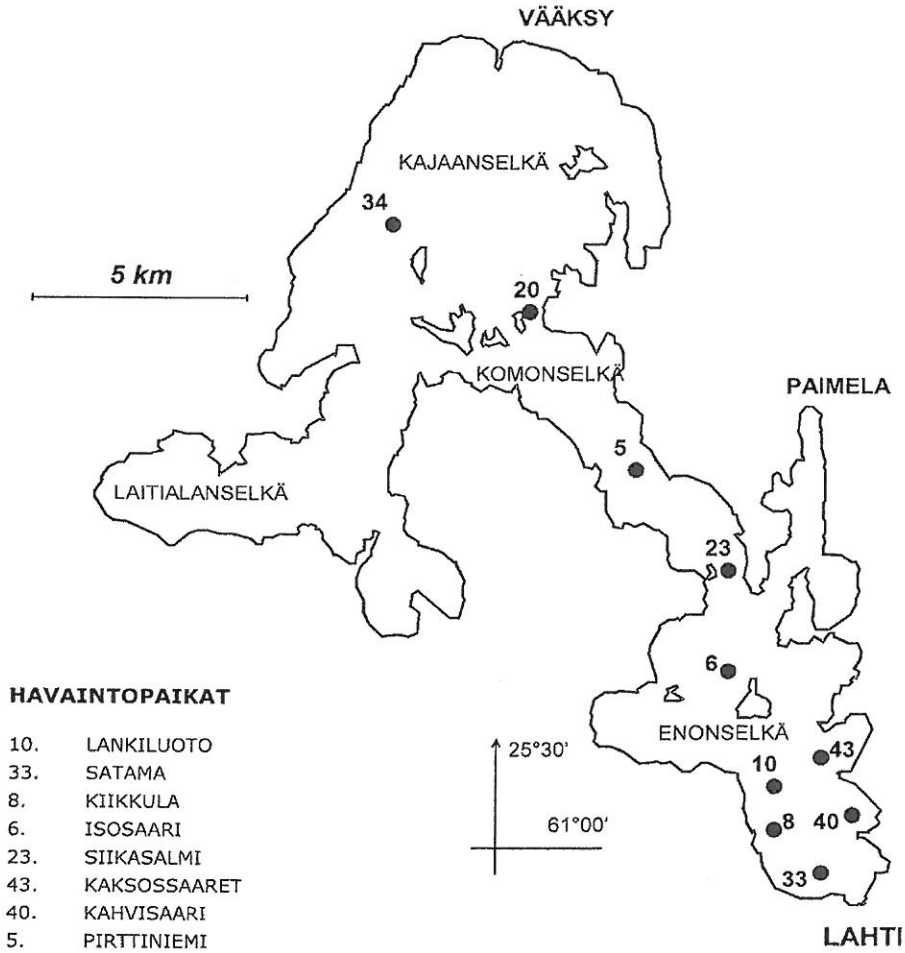
Muuttuja	Perus-analyysi-valikoima, P	Runkopisteet, laaja analyysi-valikoima, L	Suppea analyysi-valikoima, S
happi	x	x	
sameus	x	x	
pH	x	x	
johtokyky	x	x	
kokonaisfosfori	x	x	x
fosfaattifosfori		x	
nitraattityppi		x	
nitriittityppi		x	
kokonaistyppi	x		x
ammonium-		x	
rauta	x	x	
mangaani	x	x	
kloridi	x	x	
CODMn	x	x	
kiintoaine	# 1)	# 2)	
klorofylli-a		¤ 1 + kasvipl	¤ 2)

1) Kahvisaari ja Kaksossaaret maalis- ja elokuu,

2) Lankiluoto, maalis- ja elokuu

¤1) Runkopisteiltä klorofylli ja kasviplankton avovesikautena,

¤ 2) Kahvi- ja Kaksossaaret myös elokuun laaja



HAVAINTOPAIKAT

10.	LANKILUOTO
33.	SATAMA
8.	KIIKKULA
6.	ISOSAARI
23.	SIIKASALMI
43.	KAKSOSSAARET
40.	KAHVISAARI
5.	PIRTTINIEMI
20.	VAANIANSALMI
34.	KAJAANSELKÄ

Kuva 3. Vesijärven vesistötarkkailujen havaintopaikat

3.1 Enonselkä

3.1.1 Happitilanne

Lokakuun lopussa 2005 Lankiluodosta todettu hapen kyllästysaste oli 90 % ja vesipatsaan lämpötila 6,3 °C. Jään vahvistuminen oli leutouden takia hidasta ja seuraavan kerran happitilanne päästiin toteamaan vasta 31.tammikuuta. Tuolloin Lankiluodon kyllästysaste pohjassa oli vielä 27 %. Maaliskuussa 25 m näytteestä todettiin 53 % kyllästyneisyys ja pohjasta 3 %. Hapen pitoisuus oli enää 0,4 mg/l. Toukokuussa täyskierto sekoitti hapekasta vettä hyvin koko vesipatsaaseen ja voimakas levätuotanto lisäsi happipitoisuutta. Lämpötilakerrostuminen alkoi jo kesäkuun alussa ja 26. kesäkuuta hapen kyllästysaste pohjassa oli enää 10 %. Heinä-elokuussa hapettoman kerroksen raja oli 10-15 m tuntumassa (kuva 4).

Huhtikuussa Enonselän matalimmilla havaintopaikoilla noin 50 % happikyllästys oli 15 m syvyydessä. Kahvisaaren ja Mukkulan havaintopaikoilla todettiin lievää hapen ylikyllästystä. Niemen satamassa ja Kaksossaarilla hapen ylikyllästyneisyys rajoittui 1 metriin, kun 4-5 metrissä kyllästysaste oli enää 84 %. Elokuussa Satama 33:n pohja oli hapeton ja 10 m happikyllästyneisyys 41%. Kiikkulassa ja Isosaaresssa 15 m alapuolella happikyllästys oli alle 4 %. Lokakuussa täyskierron aikaan Enonselän lämpötilat olivat noin 9 astetta, paitsi Kahvisaaressa 12 astetta. Happikyllästys Enonselällä oli enimmäkseen 85-90 %.

3.1.2 Kasviplankton ja levätuotanto

Vuoden 2006 huomattavia leväkukintoja ei Enonselällä ilmennyt. Piileviin kuuluva *Stephanodiscus sp.* oli valtalaji toukokuussa. Tarttumaleviä ja nieluleviä oli kumpiakin noin 10 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta (4 780 mg/m^3). Kesäkuussa, kasviplanktonin tuotantominimin aikaan, nielulevät runsastuivat ja yleisempiä lajeja olivat *Cryptomonas sp.* ja *Rhodomonas lacustris*. Piilevät runsastuivat heinäkuussa ja kuun lopulla niiden biomassa oli 75 % kokonaisbiomassasta. Piilevä oli lähes yksinomaan *Tabellaria flocculosa* -lajia. Loppukesän tuotantomaksimi oli 3 110 mg/m^3. Elokuussa sinilevä, *Anabaena planctonica*, yleistyi ja sinileviä oli lähes puolet kasviplanktonista. Lokakuussa kasviplanktonin biomassa oli enää 650 mg/m^3, mistä sekä sini- että nielulevän osuus oli kolmannes. Lankiluodon keskimääräinen kasviplanktonbiomassa, 2 545 mg/m^3, kuvasi eutrofista vesistöä (liitte ? ja 3). *Planktothrix agardhii* -sinilevä, joka on useana vuonna ollut valtalaji Enonselällä, esiintyi enää vähäisessä määrin ja *Anabaena lemmermannii* tai *A. planctonica* olivat yleisimmät sinilevät.

Lankiluodossa kasvukauden klorofyllipitoisuudet olivat 6 - 18 µg/l (kuva 5). Maksimiarvo todettiin toukokuun alussa ja minimiarvot kesäkuun lopussa. Klorofylli-a:n pitoisuudet olivat kesäkuun alussa ja elokuussa 13 µg/l. Keskimäärin klorofyllipitoisuus Lankiluodossa oli 10,2 µg/l, mikä kuvaa rehevää vesistöä. Vuosina 2005 ja 2006 lokakuun klorofyllipitoisuus oli noin 7 µg/l, kun edellisvuosina lokakuussa klorofylliä oli 10 - 12 µg/l.

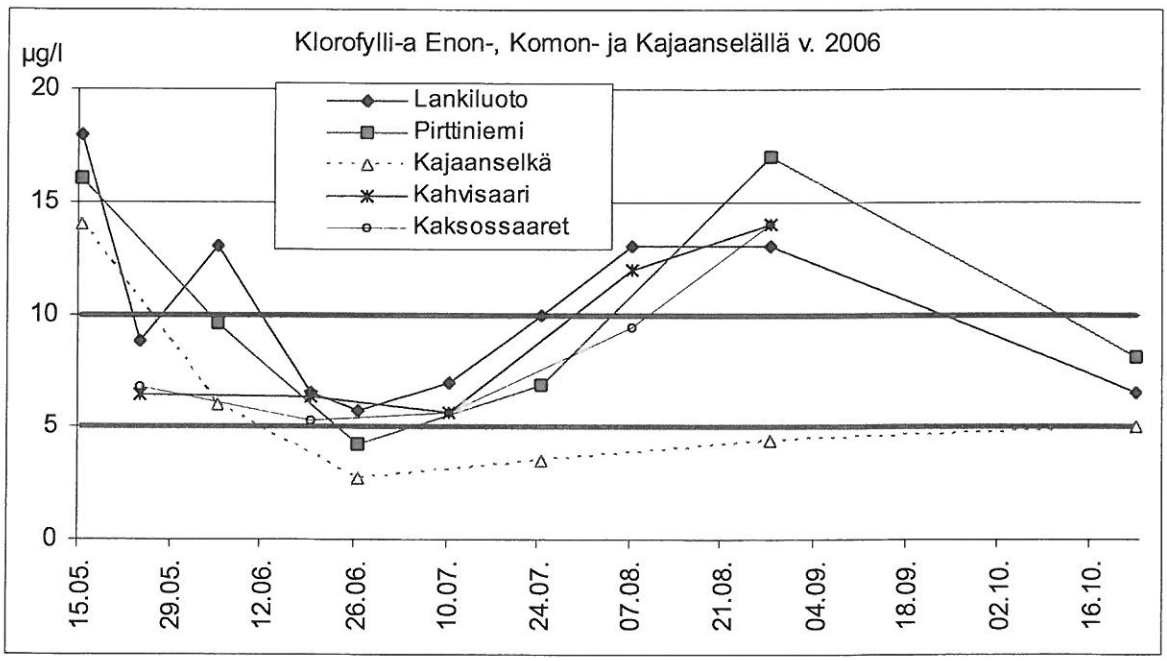
Kahvi- ja Kaksossaarissa klorofyllipitoisuus oli touko-heinäkuussa 5-7 µg/l ja elokuussa 9-14 µg/l. Keskimäärin näillä ranta-alueiden havaintopaikoilla klorofylli-a:n pitoisuus oli 8-9 µg/l (kuva 5). Koko Enonselän alueella keskimääräinen klorofylli-a:n pitoisuus oli 9,4 µg/l vuonna 2006 (9,6 µg/l vuonna 2005, 12 µg/l vuonna 2004 ja 10 µg/l vuonna 2003) (kuva 9).

3.1.3 *Ravinnepitoisuudet*

Tuotantokauden aikainen typpipitoisuus Lankiluodossa oli jo toista vuotta alle 500 µg/l ja fosforipitoisuus alhaisin viiteen vuoteen. Typpi-fosfori -suhde, 19, oli myös alhaisempien todettujen joukossa (taulukko 7). Lankiluodon N/P -suhteen perusteella alue on yhteisrajoitteinen, jolloin typpi tai fosfori kumpikin voi olla levätuotantoa rajoittava ravinne. Kun suhdeluku on 15 tai sitä pienempi, on vesistö typpirajoitteinen. Lähellä typpirajoitteisuutta oltiin kesäkuun lopulla ja elokuun alussa kun suhdeluku oli 15.

Enonselän 1m näytteiden vuosikeskiarvona alhaisin typpipitoisuus, 442 µg/l, mitattiin Kaksossaaren havaintopaikalta ja korkeimmat Mukkulasta ja Siikasalmesta. Niissä pitoisuus oli 474 ja 478 µg/l. Vastaavasti keskimääräinen fosforipitoisuus vaihteli Kiikkulan 21:stä µg/l Kahvisaaren 25:een µg/l (taulukko 8).

Yleensä lopputalvella Enonselän syvänteiden fosforipitoisuus on kohonnut huomattavasti pohjan hapettomuudesta johtuen, mutta huhtikuussa 2006 sisäinen kuormitus oli vähäistä. Fosforia oli alusvedessä vain 45 µg/l Lankiluodossa ja Kiikkulassa. Alusveden fosforista ja typestä puolet oli huhtikuussa epäorgaanisessa muodossa. Elokuussa hapettomuuden aiheuttama ravinteiden vapautuminen oli voimakkaampaa. Sataman syvänteessä fosforipitoisuus oli 500 µg/l ja Lankiluodossa fosfori oli lähes täysin fosfaattina. Typpeä todettiin Isosaaressa 610 µg/l ja Satamassa 1 800 µg/l (taulukko 9). Tilavuuspainotetun kokonaisfosforin pitoisuus oli maaliskuussa 29 µgP/l ja elokuussa 45 µgP/l. Kokonaistypen tilavuuspainotettu pitoisuus oli talvella 550 µgN/l ja kesällä 470 µgN/l (kuvat 11 ja 12).



Kuva 5. Klorofylli-a -pitoisuuksia Vesijärveltä vuonna 2006. Oligotrofia yläraja 5 µg/l ja eutrofian alaraja 10 µg/l.

3.1.4 *Muut vedenlaatumuuttujat*

Enonselän happamuus oli vuoristasolla pH 7,5 tuntumassa. Emäksisintä, pH 8,6-8,7, vesi oli toukokuussa Isonsaaren, Lankiluodon ja Kiikkulan havaintopaikoilla. Siikasalmessa emäksisin arvo oli pH 8,5. Yli pH 8:n arvoja todettiin Kahvi- ja Kaksossaarten alueella kesäkuun lopulta elokuun alkupäiviin asti. Enonselän selkävesillä pH-arvot laskivat hieman keskikesällä, mutta nousivat taasen elokuussa levätuotannon voimistuttua.

Enonseän värin ja COD_{Mn} arvot olivat vuoden mittaan päällysvedessä hyvin tasaisia ja kuvasivat vähähumuksista vesistöä. Kiintoainepitoisuudet olivat alhaisia: ranta-alueilla yli 2 mg/l ja selkävesillä alle 2 mg/l. Mangaanin pitoisuudet päällysvedessä olivat enimmäkseen alle 20 mg/l. Rautaa oli Kahvisaaren 1 m näytteissä keskimäärin 94 µg/l, kun keskimääräinen pitoisuus muualla oli noin 60 µg/l. Kloridia todettiin Kahvisaaressa yleensä hieman enemmän kuin muilla havaintopaikoilla. Kloridin ja sähkönjohtavuuden arvot olivat ranta-alueilla hieman selkävesiä korkeammat (taulukko 8).

Talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausien aikaina alusveden hapettomuus aiheutti Myllysaaren edustan Sataman syvänteessä varsin voimakkaan raudan ja mangaanin vapautumisen sedimentistä. Kuormitus oli voimakkainta loppukesällä ja maksimipitoisuudet kaksinkertaisia Kiikkulaan ja Isoonsaareen nähden (taulukko 9).

Ravinnepitoisuudet ja levätuotanto olivat pienimmät kesäkuun 26. päivä. Tuolloin Lankiluodosta mitattiin 2,6 m näkösyvyys, mikä oli metrin verran edellisvuotta pienempi (liite 1). Elokuussa piilevien tuotannon uudelleen voimistuttua näkösyvyys oli enää 2,1 m, mikä oli edellisvuosien tasolla (kuva 6, vrt luku 4.1).

3.1.5 *Siikasalmi*

Siikasalmen vesi oli vuoden neljän havainnon keskiarvon perusteella emäksisempää, sameampaa, ruskeampaa ja humuspitoisempaa kuin Enonselän. Typen pitoisuus, 480 µg/l, oli suurin todettu 1 m vuosikeskiarvo vuonna 2006 (taulukko 8). Fosforin keskimääräisen pitoisuuden, 23 µg/l, perusteella Siikasalmi oli rehevyystasoltaan selvästi mesotrofinen.

Kevättäyskierron aikaan Siikasalmessa todettiin hapen ylikyllästys ja pH:n muutos emäksiseksi. Levätuotannon lisäksi rauta lisäsi veden sameutta ja väriä ja alensi näkösyvyyttä. Humuksen määrä COD_{Mn}-arvona mitattuna oli 5 mg/l. Täyskierron aikainen huonohko happitilanne oli havaittavissa myös Siikasalmessa sen mataluudesta huolimatta

Taulukko 9. Talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikaisia pitoisuuksia Vesijärven syvänteissä vuonna 2005. Arvot 1 m pohjan yläpuolelta. Matalimmilla havaintopaikoilla vesipatsas oli ehtinyt kiertää ennen elokuun näytteenottoa.

	Kok. fosfori, µg/l	Fosfaatti-fosfori, µg/l	Kok. typpi, µg/l	Ammonium-typpi, µg/l	Nitraatti-typpi, µg/l	Mangaani, mg/l	Rauta, mg/l
Huhtikuu							
Kajaanselkä 34	56	27	1 000	500	85	5 300	290
Pirttiniemi 5	21	12	550	<10	250	82	50
Isosaari 6	35		790			91	200
Lankiluoto 10	45	27	790	290	110	3 200	130
Kiikkula 8	45		770			3 200	120
Satama 33	39		620			110	50
Elokuu							
Kajaanselkä 34	26	18	500	38	200	600	40
Pirttiniemi 5	20	6	400	17	<10	59	170
Isosaari 6	140		610			2 100	1 200
Lankiluoto 10	280	270	1 200	690	<10	3 200	4 200
Kiikkula 8	180		700			2 400	1 800
Satama 33	500		1 800			5 800	4 700

Taulukko 7. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Vesijärven kolmelle osa-alueelle vuosina 2002 - 2006. Fosfori ja typpi ovat 1 m:n arvoja klorofylli-a ja kasviplanktonbiomassa ovat kaksi kertaa näkösyvyyden kokoomanäytteitä. Alla on viitteelliset raja-arvot eri tuotantotyypeille.

Vuosi	Kok.N, µg/l	Kok.P, µg/l	N/P	Klorofylli-a, µg/l	Kasviplanktonin biomassa mg/m³
Lankiluoto					
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
Pirttiniemi					
2002	517	22	19	8,5	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
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

Viitteelliset raja-arvot	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	Klorofylli-*a* µg/l	Kasvipl. biom. mg/m³
Oligotrofia	300-1600	<15	<5	<1000
Mesotrofia	360-1400	15-25	5-10	1000-2500
Eutrofia	400-6100	>25	>10	>2500

Taulukko 9. Vesijärven havaintopaikkojen veden laatu 1 m näytteissä v. 2006. Havaintojen määrä (n) on koko vuodelta; analyysivalikoima vaihtelee näytekerroittain.

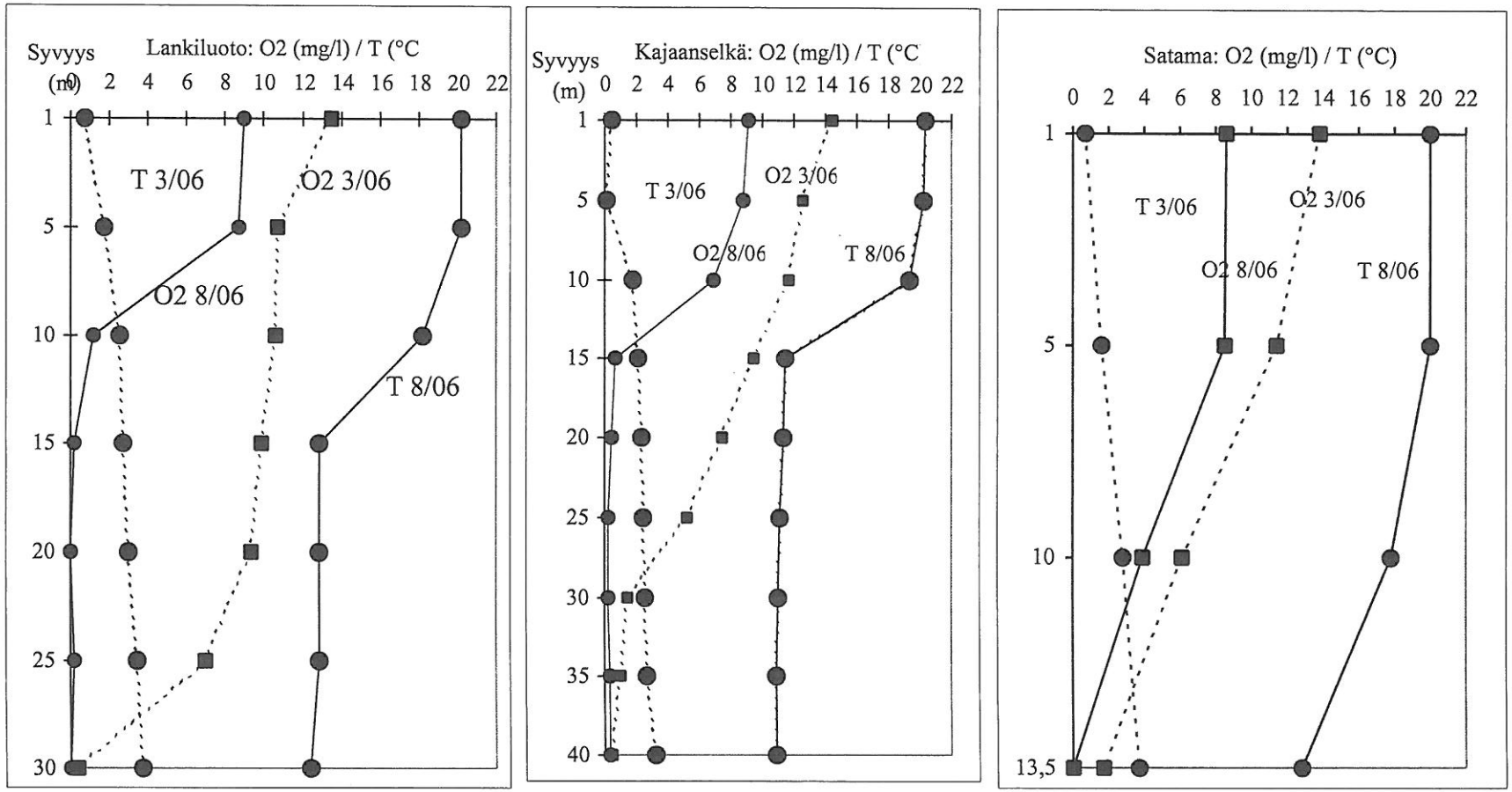
Havaintopaikka v. 2006	n, kpl	Väri-luku	pH	Johto-kyky mS/m	Sa-meus	Kiinto-aine mg/l	COD-Mn mg/l	Kok. typpi µg/l	Kok. fosfori µg/l	Mang-aani mg/l	Rauta µg/l	Kloridi mg/l
Kahvisaari 40	9	15	7,7	12,6	1,9	2,3	4,7	454	25	18	94	8,3
Kaksossaaret 43	6	13	7,9	12,2	1,8	2,2	4,8	442	22	9	35	8,1
Mukkula 7	5	15	7,6	12,5	1,5	2,0	4,7	474	23	16	64	
Vesij. satama 11	5	16	7,5	12,5	1,5	2,1	4,5	452	24	17	66	
Niemen sata-ma 3	5	16	7,5	12,4	1,4	1,8	4,6	466	22	16	58	
Satama 33	6	15	7,6	12,2	1,5	1,9	4,6	467	24	16	62	8,0
Kiikkula 8	4	15	7,8	12,3	1,7		4,7	455	21	17	65	8,1
Lankiluoto 10	11	16	7,8	12,1	1,6	1,9	4,7	450	24	16	64	7,9
Isosaari 6	4	16	7,9	12,3	2,3		4,9	465	22	17	80	8,1
Siikasalmi 23	4	16	7,9	12,3	2,3		4,9	478	23	14	73	8,0
Pirttiniemi 5	8	15	7,7	11,8	2,0		4,6	418	20	16	86	7,4
Vaaniansalmi 20	8	12	7,6	11,1	1,1		3,8	336	15	19	51	6,6
Kajaanselkä 34	4	13	7,6	11,3	1,7		4,1	360	15	21	80	6,8

3.1.6 Uimarantojen veden laatu vuonna 2006

Mukkulan ja Kankolan uimarantojen veden laatu täytti uimaveden mikrobiologiset laatuvaatimukset. Raja-arvot fekaalisille kolimuotoisille bakteereille on 500 kpl/dl, fekaalisille streptokokeille (enterokokit) 200 kpl/dl ja kolimuotoisille bakteereille alle 10 000 kpl/dl (STMp 41/1999). Happamuuden arvot voivat olla pH 6-9 (taulukko 10).

Taulukko 10. Lahden Enonselän uimarantojen veden laatu vuonna 2006.

Ottopvm / Hav.paikka	Kolimuotoiset bakteerit pmy/100 ml	Fek. koli-formit pmy/100 ml	Fek. strep-tokokit pmy/100 ml	pH
Kankola				
1.6.2006		9	11	7,8
13.6.2006		28	3	8,1
28.6.2006		38	19	7,6
11.7.2006		82	8	7,8
26.7.2006		9	2	8,1
9.8.2006		3	3	8,7
Mukkula				
16.5.2006	16	8	3	7,9
6.6.2006	9	8	2	8,5
20.6.2006	96	89	46	8,0
5.7.2006	26	13	9	7,9
19.7.2006	380	13	190	8,1
2.8.2006	310	21	8	7,9
15.8.2006	270	98	4	7,8



Kuva 4. Happi- ja lämpötila-profiilit maalis- ja elokuussa 2006Lankiluodon, Sataman jaKajaanselän syvänteissä.

3.2 Komonselkä

3.2.1 Veden laatu vuonna 2006

Pirttiniemessä alusveden hapen kyllästysaste oli 20-30 % tammimaaliskuussa. Lähinnä mangaania, mutta myös hieman rautaa ja typpeä vapautui pohjasedimentistä. Alusveden fosforista puolet oli fosfaattimuotoista. Ammoniumtyppi oli pelkistynyt nitraattitypeksi, mikä laski alusveden pH-arvoa.

Toukokuussa vesipatsas oli hapen suhteen ylikyllästynyt, 120 %, ja happamuus emäksinen pH 8,4 mikä johtui voimakkaasta levätuotannosta. Mitattu klorofyllipitoisuus oli 16 µg/l. Vesi oli täyskierron seurauksena sameaa ja rautapitoista. Kesäkuun alussa vesipatsas oli hyvin tasalaatuinen, mutta kuun lopulla se oli lämpötilakerrostunut. Heikoimmillaan hapen kyllästysaste oli 30 %. Sisäisen kuormituksen seurauksena suurin todettu fosforipitoisuus oli 35 µg/l, mistä 2/3 oli fosfaattimuotoista. Mangaania oli päällysveteen nähden lähes 20-kertainen pitoisuus, 350 mg/l kesäkuun lopulla. Kerrostuneisuus oli todettavissa lievänä vielä elokuussa (taulukko 9).

Elokuussa levätuotanto voimistui uudelleen, mikä nosti päällysveden happikyllästystä ja pH-arvoa. Näkösyvyys ja sameus olivat kohtalaiset 2,1 m ja 3,3 FTU elokuussa, levätuotannosta huolimatta (kuvat 5, 7 ja 10). Lokakuussa täyskierto oli käynnissä Pirttiniemessä ja vesipatsas oli vasta vaillinnaisesti hapettunut, noin 87 %.

3.2.2 Kasviplankton ja klorofylli

Toukokuussa Komonselällä piilevien osuus oli 50 % biomassasta. Valtaosa piilevistä oli *Stephanodiscus* -lajia, mutta myös *Aulacoseira islandicaa* esiintyi yleisesti. Muita yleisiä 15-20 % biomassaosuudella esiintyneitä leväryhmiä olivat nielulevät ja tarttumalevät. Niiden osuus kasvoi kesäkuun alussa yhdessä kultalevien kanssa, kun piilevien osuus biomassasta väheni. *Rhodomonas* -nielulevää esiintyi koko kesäkuun, mutta elokuussa vallitseva nielulevä oli *Cryptomonas sp*. *Chrysochromulina* - tarttumalevän ja *Dinobryon* -kultalevän runsaimmat biomassat todettiin kesäkuun alussa. Piilevien osuus alkoi Komonselällä kasvaa uudestaan leväbiomassassa jo kesäkuun lopulla. Heinä-elokuussa piileviä oli 50 -60 % biomassasta ja valtalaji oli *Tabellaria flocculosa*. Elokuussa sinilevien biomassaosuus oli 25 % biomassasta. Sinilevät olivat *Anabaena planctonica* -lajia. Lokakuussa piileviä oli 41 % biomassasta ja yleisin tavattu laji oli *Asterionella formosa.* Nieluleviä oli neljännes biomassasta ja yleisimmät lajit olivat *Rhodomonas sp. ja Cryptomonas sp.* Leväbiomassaa Pirttiniemessä oli keskimäärin 2 410 mg/m^3. Suurin biomassa todettiin elokuussa 4 540 mg/m^3, jolloin mitattiin korkein klorofylli-a:n pitoisuus, 17 µg/l (liitteet 2 ja 3). Kasvukauden keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli 10,3 µg/l (kuva 5). Keskimääräinen kasviplanktonin biomassa ja klorofyllipitoisuus ovat mesotrofian, lieävän eutrofian kuvaavalla tasolla. Fosforin pitoisuudet olivat selvemmin mesotrofian tasolla.

Alkuvuodesta Pirttiniemen päällysveden kokonaisfosforin pitoisuus oli tasolla 20 µg/l, mistä puolet oli fosfaattimuotoista (taulukko 9). Fosfaattifosforia oli eniten 22 µg/l alusvedessä kesällä. Huhtikuussa typen, 550 µg/l, ja nitraattitypen, 250 µg/l, pitoisuudet olivat suurimmat todetut. Avovesikaudella Pirttiniemen 1 m typpipitoisuus oli keskimäärin 413 µg/l ja fosforin 20 µg/l. Kokonaisravinnesuhde (N/P) oli avovesikaudella 20, mikä kuvaa yhteisrajoittuneisuutta (taulukko 7). Typpirajoitteisuutta lähenevä tilanne oli kesäheinäkuussa, kun suhdeluku oli 16-17.

3.3 Kajaanselkä

3.3.1 Happitilanne ja sisäinen kuormitus

Tammikuun 31. päivänä Kajaanselän syvänteessä (34) happikyllästys oli pohjassa 10 % ja huhtikuussa heikko kyllästystaso oli jo 35 metrissä. Vesipatsaan puolivälin alapuolella happikyllästyneisyys oli vain puolet teoreettisesta maksimista. Toukokuun täyskierron aikaan vesipatsas ylikyllästyi huomattavasti, 120 %. Happipitoisuuteen vaikutti myös runsas levätuotanto, 14 µg/l klorofylli-a:ta, mikä lisäsi veden emäksisyyttä. Kauden korkein pH-arvo oli 7,9. Kesäkuun lopulla 20 m syvemmällä kyllästysaste laski noin 60 %:iin ja heinäkuussa kyllästysaste oli enää 20-40 %. Elokuussa harppauskerros 10-15 m välillä oli voimakas ja 10 m alapuolella happea oli noin 1 mg/l (<10 % kyllästysaste, kuva 4). Lokakuun näytekierroksella 23. päivä, täyskierto oli kesken, sillä happikyllästys oli 82 % ja raudan sekä mangaanin pitoisuudet olivat kohonneet pohjassa.

Sisäinen kuormitus oli voimakkainta tammikuussa, jolloin pohjan fosforipitoisuus oli 92 µg/l ja fosfaattifosforin pitoisuus 73 µg/l. Huhtikuussa ravinnepitoisuudet olivat pienempiä, mutta mangaania oli runsaasti. Kajaanselän syvänteessä typpi oli pääosin ammoniummuotoista. Huhtikuussa nitriittityppeä todettiin 13 µg/l pohjasta ja harppauskerroksen alapinnasta (20 m) nitraattityppeä 190 µg/l. Kesällä sisäinen fosforikuormitus oli lievää, mutta hapettomuuden seuraukset olivat todettavissa mangaanin, raudan, värin ja sameuden lisääntymisenä alusvedessä. Harppauskerroksen alapuolella happamuus oli pH-yksikön verran voimakkaampaa kuin päällysvedessä. Kajaanselällä sisäisen kuormituksen vaikutukset näkyivät voimakkaimmin heinä- kuin elokuussa (vrt taulukko 9).

3.3.2 Ravinnepitoisuudet ja rehevyystaso

Kajaanselän 1 m fosforipitoisuus oli keskimäärin 15 µg/l ja typpipitoisuus 360 µg/l (taulukko 8). Pitoisuudet eivät ratkaisevasti poikenneet avovesikauden keskiarvoista. Päällysveden fosfaattifosforin pitoisuudet olivat alhaisia: kesäkaudella usein alle 5 µg/l. Harppauskerroksen alla fosfaattifosforin osuus saattoi olla jopa yli 70 %. Päällysveden (1m) kokonaistypen ja -fosforin ns. minimiravinnesuhde oli Kajaanselällä vuosikeskiarvona 23.. Vesialue olli ns. yhteisrajoitteinen, jolloin joko typpi tai fosfori voi olla tuotantoa rajoittava ravinne. Lievää fosforirajoitteisuutta (N/P 32) ilmeni toukokuussa. Levätuotannon voimakkuutta kuvaavan klorofylli-a:n maksimipitoisuus, 14 µg/l, todettiin toukokuussa, kun *Stephanodiscus* -piilevä oli valtalaji. Kesäkuun lopun tuotantominimin aikaan klorofyllin pitoisuus jäi alle 3 µg/l ja keskimäärin Kajaanselän klorofylli-a:n pitoisuus oli 5,9 µg/l. Fosfori- ja klorofyllipitoisuuden perusteella Kajaanselkä on karun ja rehevän rajamailla (oligo-mesotrofia).

3.3.3 Kasviplankton

Toukokuussa piilevä, *Stephanodiscus* sp., muodosti 80 % leväbiomassasta. Kesäkuun alussa lajisto oli monimuotoisempi ja piilevien osuus oli pudonnut 25 %:iin levien biomassasta. *Aulacoseira islandica* oli yleisin piilevä. Hieman enemmän esiintyi kultaleviä, joiden runsain laji oli *Dinobryon* sp. Nielulevien osuus nousi kesäkuun lopulla 31 %:iin. *Rhodomonas lacustris* oli yleisin laji ja sitä todettiin yleisesti vielä elokuun näytteessä. Piilevien osuus väheni kesäkuun lopulla ja kultalevien heinäkuussa. Kumpikin ryhmä runsastui elokuussa, jolloin *Tabellaria flocculosa* -piilevä ja *Mallomonas akrokomos*-kultalevä olivat valtalajit. Sinileviä Kajaanselällä todettiin vähän: elokuisesta 6 % leväbiomassaosuudesta 2 % oli *Anabaena planctonicaa. K*eskimääräinen kasviplanktonbiomassa oli 1 100 mg/m^3. Maksimibiomassa, 3 450 mg/m^3, todettiin toukokuussa. Planktonbiomassan perusteella Kajaanselän rehevyystaso on karu-lievästi rehevä (oligo-mesotrofinen) (liitteet 2 ja 3).

4. VEDEN LAADUN PITKÄAIKAISKEHITYS

4.1 Enonselkä

Enonselän happitilanteen heikkeneminen viimevuosina on alueen tulevaisuuden kannalta huolestuttavaa, sillä sisäinen kuormitus lisääntyy hapettomuuden seurauksena. Matalilla havaintopaikoilla vesi sekoittuu vähäisilläkin tuulilla ja kerrostuneisuuden syntyminen estyy. Ranta-alueilla talvella laskeutuvan ja hajotessaan happea kuluttavan aineen määrä on mataluuden vuoksi vähäinen ja happitilanne pysyy hyvänä. Rantarakentaminen voimistaa ulkoista kuormitusta, mikä muuttaa vesistön ravinnesuhteita ennakoimattomalla tavalla. Ravinnesuhteet mm säätävät levien kasvua. Jos ravintoketju ja koko ekosysteemin rakenne vinoutuvat, ei niiden ennallistaminen ole helppoa. Ravinteiden lisäksi lämpötila vaikuttaa ekosysteemin toimintaan.

Luonnolliset säävaihtelut, ennen kaikkea tuulen kerrostuneisuutta rikkova vaikutus, ovat merkittävä tekijä veden ravinnekierron, hapellisuuden ja lämpötilan säätelijänä. Tuuli kuljettaa hapekasta ja lämmintä vettä alaspäin, mutta "kauhaisee" samalla hapetonta ja ravinteikasta alusvettä mukaansa. Veden virtausliikkeet myös liettävät rantamatalien pohja-ainesta, mistä siten kulkeutuu ravinteita ja orgaanista ainesta syvänteisiin.

Merkittävää Enonselällä on kerrostuneisuuden muodostuminen hyvin nopeasti kevättäyskierron jälkeen. Alusveden happipitoisuus on Enonselän syvänteissä, Satama 33 ja Lankiluoto 10, ollut viimeisen vuosikymmenen ajan huono (kuvat 13 ja 14). Hapettomuutta on pahimmillaan todettu jopa 10 m näytteissä. Talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina myös Kiikkulan 21 m syvänne oli hapeton. Kesäkerrostuneisuuden murtuminen paransi matalampien havaintopaikkojen, kuten Sataman 33:n, happitilannetta usein ennen elokuun lopun näytteenottoa.

Ravinteiden vapautuminen sedimentistä oli voimakasta vuosina 2001 – 2003, jolloin myös kemiallinen hapenkulutus kohosi (kuva 16). COD_{Mn}-arvossa on edelleen nouseva trendi Satama 33:lla. Myös päällysvedessä on Enonselän ranta-alueilla todettavissa lievää humusmäärän (COD_{Mn}) nousua: 90-luvulla alkuun verrattuna pitoisuusnousu jää kuitenkin vielä alle 1 mg/l. Kuivuudesta ja vähäisistä huuhtoumista johtuen raudan ja mangaanin pitoisuudet sen sijaan ovat pysyneet vakaina tai mieluummin laskeneet (kuvat 17 ja 18).

Kahvisaaresta mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat vaihtelevasti Kymijärven voimalaitoksen kierrättämä Vesijärven vesi sekä Joutjokeen purkavat sadevesiviemärit ja lähivaluma-alueen huuhtoumat. Virtaus Kahvisaaresta on yleensä Mukkulan suuntaan.

Kokonaistypen ja fosforin pitoisuudet alusvedessä vaihtelivat Satamassa huomattavasti happitilanteen mukaan. Lankiluodon syvänteen pohjan kesäisissä fosforipitoisuuksissa on nouseva trendi, mutta talvella taso on sama kuin 90-luvulla. Typen pitoisuudet pohjassa ovat parin viime vuoden ajan olleet vakaat. Elokuun lopulla mitattu näkösyvyys on hienoisesti noussut, mutta on vielä metrin verran heikompi kuin 90-luvun puolivälissä (kuva 6).

Enonselän tilavuuspainotteinen kokonaisfosforipitoisuus laski jyrkästi 1976, kun Lahden yhdyskuntajätevedet ryhdyttiin laskemaan Vesijärven sijasta Porvoonjokeen. Fosforipitoisuudet nousivat hapettomuuden seurauksena elokuussa 2006, mutta talven pitoisuudet pysyivät ennallaan. Tilavuuspainotetut typpipitoisuudet sen sijaan laskivat sekä talvella että kesällä (kuvat 11 ja 12).

Sinileväkukinnat jatkuivat 1980-luvun lopulle, jolloin ulkoisen kuormituksen vähentämisen ja tehokalastuksen vaikutukset alkoivat näkyä. Levätuotannon määrä nousi uudelleen vuosituhannen vaihteessa, mutta on laskenut ennätysvuoden 2002 jälkeen selvästi. Avovesikauden keskimääräinen klorofylli-a -pitoisuus on nykyisin 10 µg/l -tasolla.

Ensimmäinen *Planktothrix agardhii* -sinilevän massaesiintyminen todettiin 2002 elokuussa, jolloin kukintolauttoja ajautui rannoille. Avovesikauden 2003 kasviplanktonlajisto oli monipuolinen. Syksystä 2004 keskikesään 2005 ajoittunut toinen massaesiintymä ei ollut yhtälailla silmin havaittavissa. Piilevät alkoivat runsastua elokuussa 2005. *Stephanodiscus sp.* -piilevä oli yleisin vielä alkukesällä 2006, mutta loppukesällä *Tabellaria flocculosa* -piilevä runsastui. Toinen merkittävä ryhmä olivat nielulevät. Kasviplanktonin biomassa nousi Enonselällä yli 2 500 mg/m^3, mikä kuvaa eutrofista, rehevää vesistöä

Vuoden 1996 jälkeen näkösyvyys huononi selvästi, mutta parin viime vuoden aikana on ilmennyt vähäistä veden kirkastumista. Näkösyvyys on Vesijärvessä hyvä rehevyyden ilmentäjä. Näkösyvyys on karkeasti puolet siitä syvyydestä, mihin asti valo tunkeutuu ja missä kasviplankton pystyy yhteyttämään. Talvella näkösyvyyden vaihtelu johtuu jään ja lumen paksuuden vaihtelusta. Aiemmin myös levän runsas määrä jään alla alensi näkösyvyyttä. Kesällä leväsamennus on Vesijärvessä merkittävin näkösyvyyden vaihtelun selittäjä.

4.2 Komonselkä

Komonselällä, jonne Enonselän vedet luontaisesti virtaavat, veden laadun paraneminen ei ole ollut yhtä nopeaa kuin Enonselällä, mutta lähtötilannekin oli siellä parempi. Happitilanne on Komonselällä ajoittain mataluudesta ja veden vaihtumisesta huolimatta huono. Päällysveden elokuinen fosforipitoisuus laski 1970-luvun puolivälin 50 µg/l tasolta puoleen. Hyvä kehityssuunta ei kuitenkaan 2000-luvun havaintojen perusteella näytä jatkuvan. Komonselällä on ajoittain etenkin fosforipitoisuudessa huippuja, joiden alkuperä on todennäköisesti lähivaluma-alueella. Vuonna 2006 valumat olivat pieniä ja fosforin pitoisuustaso oli kesällä ja talvella noin 20 µg/l. Typen pitoisuudet ovat nousseet 90-luvun lopun tasolta, mutta keskimäärin pysytään 400-450 µgN/l -lukemissa (kuva 7).

Elokuiset klorofylli-a pitoisuudet Pirttiniemessä ovat viimevuosina vaihdelleet voimakkaasti (11-25 µg/l), mutta enimmäkseen pitoisuustaso on ollut mesotrofian tasolla (taulukko 8). Sinilevä, *Planktothrix agardhii,* oli vallitseva laji syksystä 2004 alkukesään 2005, mutta sittemmin piilevä runsastui. Elokuussa 2006 valtalaji oli *Tabellaria flocculosa*. Piileviä esiintyi heti jäiden lähdettyä ja koko loppuvuosi heinäkuulta eteenpäin. Piilevien massaesiintymät lisäsivät veden emäksisyyttä ja happikyllästystä.

Näkösyvyys oli elokuun lopussa 2006 ensimmäisen kerran 2000-luvulla yli kahden metrin (kuva 7).

4.3 Kajaanselkä

Kajaanselällä tilavuuspainotteinen kokonaisfosforipitoisuus on parin viimevuoden aikana ollut 15-16 µg/l (kuva 11). Fosforin pitoisuusvaihtelut ovat viimevuosina pienentyneet (kuva 8). Tilavuuspainotetussa typpipitoisuudessa vuodenaikaisvaihtelu oli voimakkain vuonna 2005, minkä jälkeen pitoisuus aleni 350 µgN/l -tasolle (kuva 12). Vuonna 2006 maalis- ja elokuun typpipitoisuus oli pienin tarkastelujakson aikana todettu pitoisuus (kuva 8). Kerrostuneisuuskausien lopussa pohjan happikyllästys on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ollut alle 5 % (kuva 13).

Vuodesta 1989 Kajaanselän klorofylli-a:n pitoisuus on kasvukauden keskiarvona ollut alle 10 µg/l. Keskimääräinen kasviplanktonbiomassa kohosi vuosituhannen vaihteessa oligotrofiaa ilmentävältä alle 1000 mg/m^3 tasolta mesotrofiselle, yli 1500 mg/m^3 tasolle. Kajaanselän leväyhteisöä vallitsevat yleensä piilevät alku- ja loppuvuodesta ja nielulevät keskikesällä. Positiivinen muutos ilmeni vuonna 2002 kasviplanktonin biomassan romahtaessa oligotrofisen järven tasolle. Muutos jäi kuitenkin lyhytaikaiseksi ja selkäalue on luokiteltavissa jälleen lievästi mesotrofiseksi.

5. YHTEENVETO

Helmikuu 2006 oli normaalia kylmempi, mutta muuten vuosi oli lämmin. Sateisinta oli lokakuussa, minkä jälkeen marraskuussa tuli lyhyt pakkasjakso ja pienvedet jäätyivät kertaalleen. Lopullisesti talvi ja järvien jääpeite tuli vasta tammikuussa ja Enonselkä jäätyi 12. tammikuuta 2007.

Vesijärvestä juoksutettu laimennusvesimäärä ja Kariniemen purkutunnelin huuhteluvesimäärä on pienentynyt. Vuonna 2006 vettä johdettiin Porvoonjokeen 0,96 milj. m^3, mikä oli noin 0,14 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 0,9 senttimetrin vesikerrosta järvessä. Laimennusveden otolla ei sen vähäisyyden vuoksi voida osoittaa olevan vaikutusta veden laatuun järvessä. Vuonna 2006 Jalkarannan vedenottamon pumppaama vesimäärä oli 4,2 milj. m^3. Pumpatut vesimäärät ovat vuositasolla pääsääntöisesti vähentyneet.

Kymijärven voimalaitos otti Vesijärvestä 80 milj. m^3 jäähdytysvettä. Jos koko lämpöenergia (2031 TJ) olisi mennyt kerralla Enonselälle, sen lämpötila olisi noussut 2,8 °C. Tehostettua lämpötilaseurantaa ei vuonna 2006 toteutettu, koska lämpötilaylityksiä ei ollut.

Enoselän kaupungin puoleisissa osissa ranta-rakentaminen ja suhteellisen vilkas veneliikenne vaikuttavat veden laatuun. Huuhtoumien merkitys korostuu päällystetyn maa-alan lisääntyessä, kun pitkien kuivuusjaksojen jälkeen tulee rankkasateita. Teivaan satamasta Mukkulaan ulottuvalla vyöhykkeellä ei ole juurikaan luonnontilaista litoraalialuetta, jolla olisi merkittävä ravinteita sitova vaikutus. Enonselän havaintopaikoista Kahvisaaresta todettiin usein poikkeavia pitoisuuksia: havaintopaikan veden laatuun vaikuttavat veneliikenne, huuhtoumat lähivaluma-alueelta ja Joutjoen varrelta sekä jäähdytysvesien virtaus ja lämpötila. Toinen Enonselän vedenlaatuun vaikuttava tekijä aikanaan on ollut pohjavesien purkautumisen vähäisyys.

Enonselän Mukkulan ja Kankolan uimarantojen vedenlaatu täyttää nykyisin uimavesien laatutavoitteet. Sekä uimarannoilta että ulommilta havaintopaikoilta mitatut korkeahkot pH-arvot osoittavat kuitenkin järviekosysteemin epätasapainoa. Lisäksi pH 8:ssa osa ammoniumista on jo myrkyllisenä ammoniakkina. Veden lievä emäksisyys johtuu voimakkaasta kasviplanktonin tuotannosta. Kasviplanktonin määrä on viimevuosina ollut meso-eutrorofian tasolla Enon- ja Komonselkien alueilla.

Enonselän alusveden hapettomuudesta johtuen sisäinen kuormitus on voimakasta ja vapautuvat ravinteet puolestaan lisäävät vesistön levätuotantoa. Lämpötilakerrostuneisuus alkaa muodostua jo kesäkuun alussa ja hapettoman veden raja nousee 10-15 metriin. Näkösyvyys oli Lankiluodossa parhaimmillaan kesäkuun lopussa, kun levätuotanto oli vähäisintä, mutta vähenee elokuussa uudelleen leväsamennuksen takia.

Komonselkä oli mesotrofinen vesialue a-klorofyllin, fosforin ja kasviplanktonin biomassan perusteella. Näkösyvyys oli keskikesällä noin 2 m – elokuussa piilevät aiheuttivat samennusta. Sisäinen kuormitus kerrostuneisuuskausina oli vähäistä Enonselän syvänteisiin verrattuna. Syystäyskierron aikaan vesipatsas oli vaillinnaisesti hapettunut, mikä viittaa hapettoman veden virtauksiin alueelle.

Kajaanselällä happikato ja sisäinen kuormitus eivät ole yhtä voimakkaita kuin Enonselän syvänteissä. Myös kasviplanktonin biomassa on Kajaanselällä ollut alhaisempi kuin muilla selkävesialueilla. Kajaanselkä on ollut pitkään tuotantotasoltaan karu, oligotrofinen, mutta viimevuosina keskimääräinen fosfori- ja klorofyllipitoisuus sekä kasviplanktonin biomassa ovat olleet karun ja lievästi rehevän vesistön tasolla.

Vuoden 2006 tarkkailutulosten perusteella Lankiluodosta Komonselälle siirryttäessä typpipitoisuus aleni 6 % ja fosforipitoisuus 13 %. Komonselältä Kajaanselälle siirryttäessä fosforipitoisuus aleni 25 % ja typpipitoisuus 18 %. Vastaavasti kasviplanktonbiomassa oli Pirttiniemessä noin 5 % pienempi kuin Lankiluodossa ja edelleen Kajaanselän biomassa oli 54 % Pirttiniemeä pienempi. Tuotantotasoltaan Enonselkä on rehevä eli eutrofinen ja Komonselkä keskirehevä (mesotrofinen) ja Kajaanselkä oligo-mesotrofinen. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan Enonselkä on tyydyttävä ja Komonselkä sekä Kajaanselkä hyviä.

Lahdessa 7. marraskuuta 2007

RAMBOLL ANALYTICS OY

Paula Jäntti

Paula Jäntti
limnologi

KIRJALLISUUS

Lahden Tutkimuslaboratorio 2000: Laimennusveden oton ja lahden Lämpövoima Oy:n Kymijärven voimalaitoksen jäähdytys ja jätevesien yhdistetty vesistötarkkailuohjelma. -Moniste 17 s. LV Lahti Vesi Oy, Lahden Lämpövoima Oy.

Lahden kaupungin valvonta- ja tutkimuslaboratorio 1992: Ankkurin alueen ja Niemen sataman vesistörakentamisen vaikutusten tarkkailu Vesijärvessä. - Moniste 18 s + liitteet.

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

LV Lahti Vesi Oy 2007: Tarkkailutulokset pohja- ja verkostoveden laadusta sekä pohjaveden korkeuksista vuodelta 2006. - Moniste.

Valvontatutkimusohjelma Lahden pohjavesien määrästä ja laadusta sekä talousveden- ja verkostoveden laadusta ajalle 1.1.2006-31.12.2012. - Moniste 17 s. + liitteet. LV Lahti Vesi, Lahden kaupungin tekninen ja ympäristötoimiala, valvonta- ja ympäristökeskus, Lahden Tiede- ja yrityspuisto Oy, Tutkimuslaboratorio.

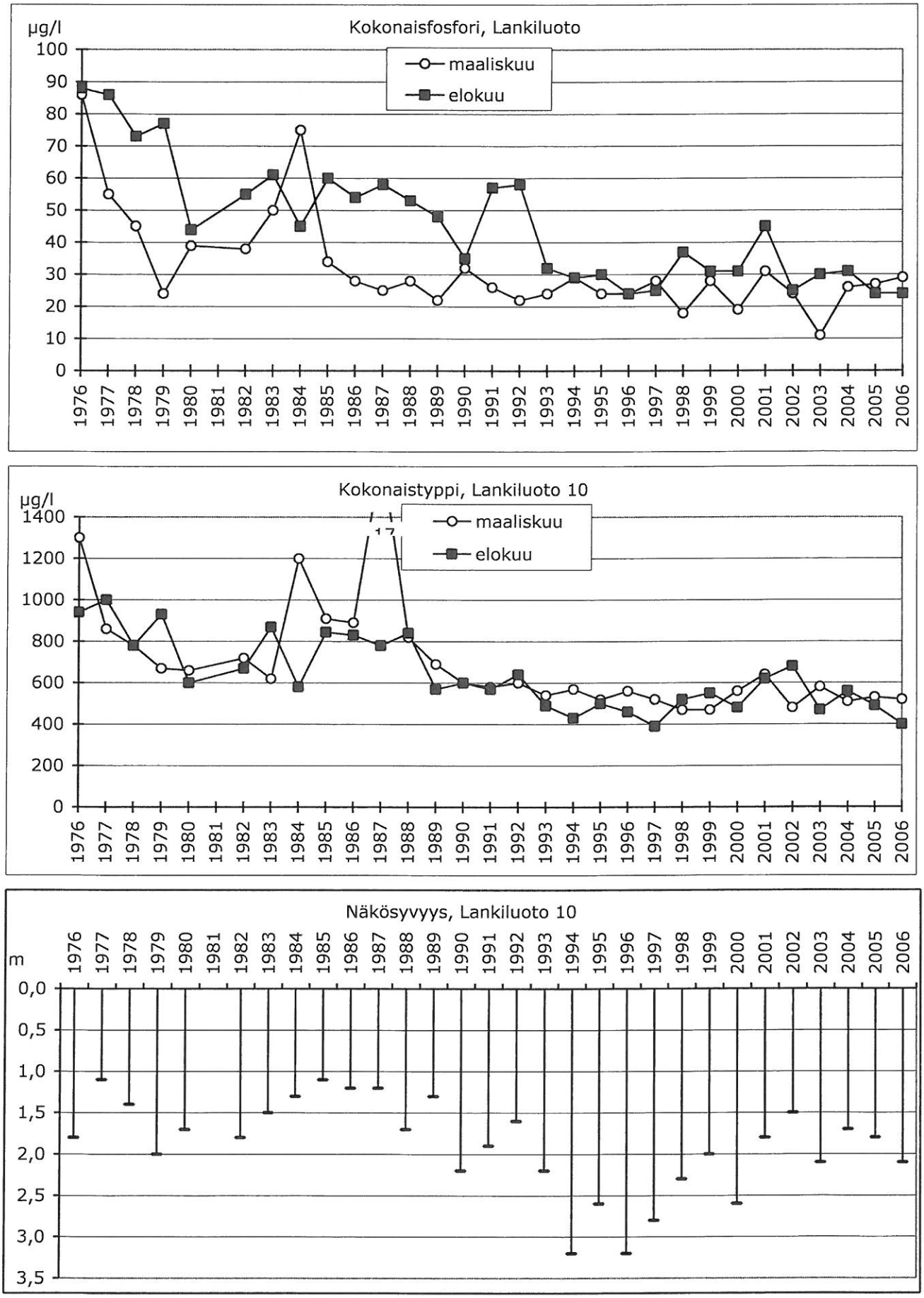
JAKELU

LV Lahti Vesi Oy / Lipponen (1 kopio+originaali)
Lahti Energia Oy / Takala (1 kpl)
Lahden seudun ympäristöpalvelut / Malin (2 kpl)
Lahden seudun ympäristöpalvelut, Vesijärviprojekti / Keto (1 kpl)
Hämeen ympäristökeskus, Hämeenlinna (1 kpl)
Hämeen työvoima- ja elinkeinokeskus, Hämeenlinna (1 kpl)
Suomen ympäristökeskus YT-yksikkö (1 kpl)

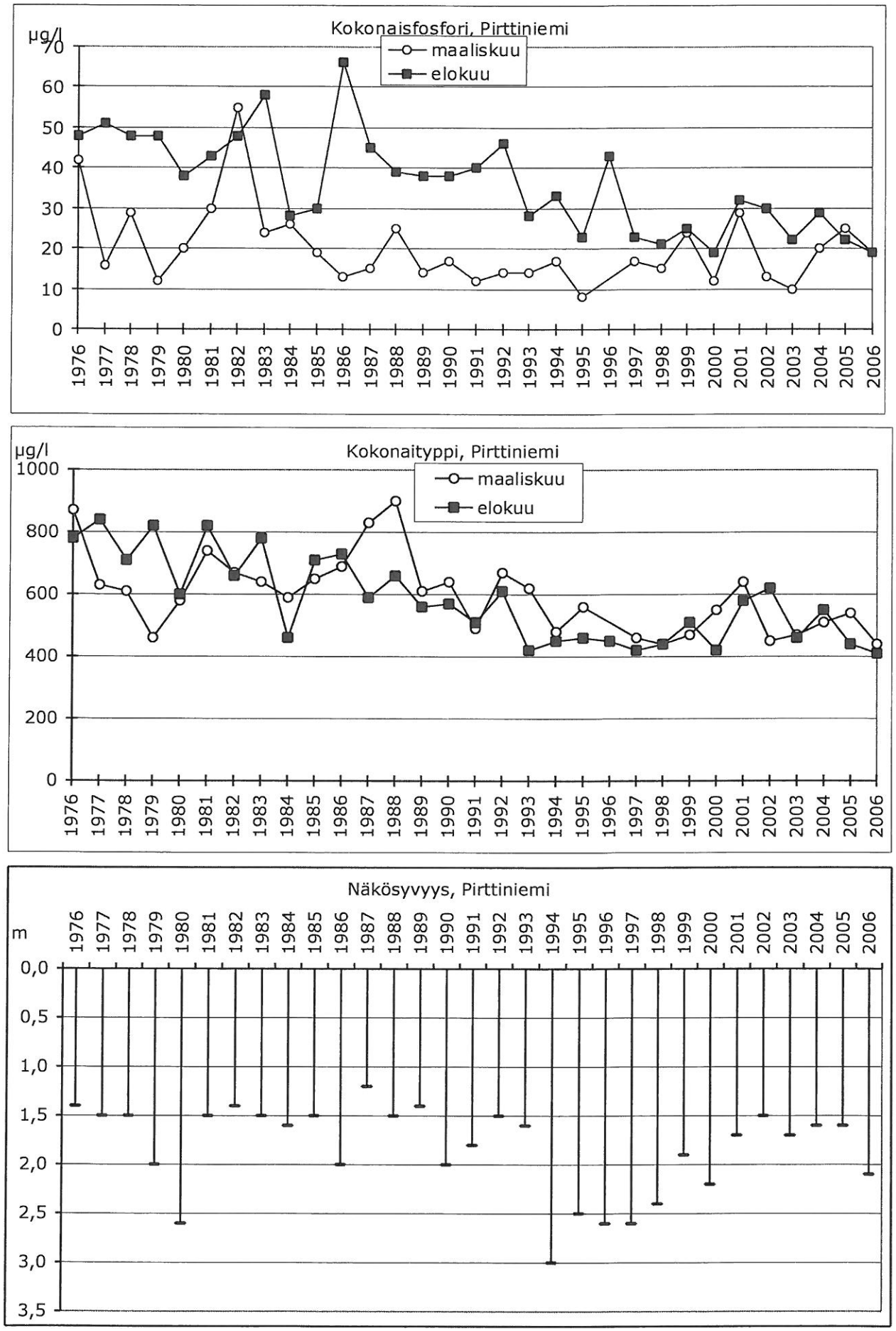
KUVAT 6-22 (sivut 22 - 31)

LIITTEET

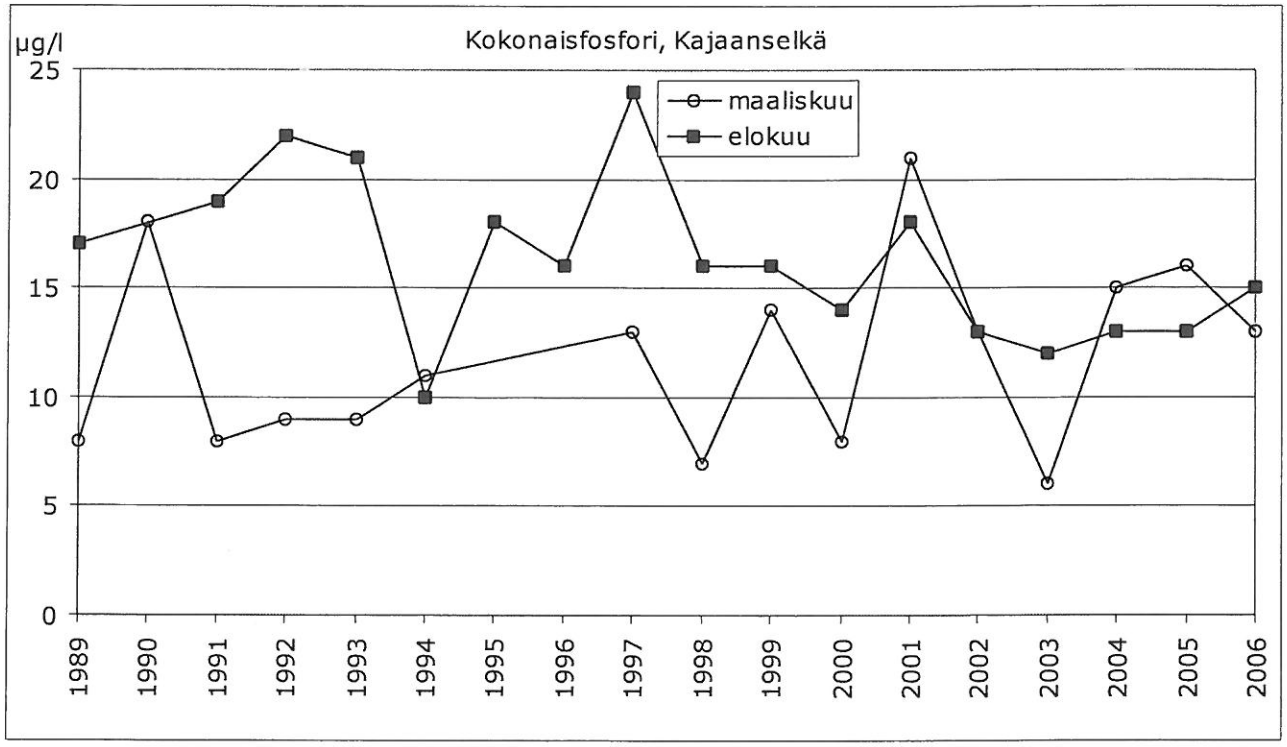
Liite 1. Vesijärven velvoitetarkkailujen analyysitulokset 2006.
Liite 2. Kasviplankton Vesijärven runkopisteillä 2006 (taulukko)
Liite 3. Kasviplankton Vesijärven runkopisteillä 2006 (kuva)

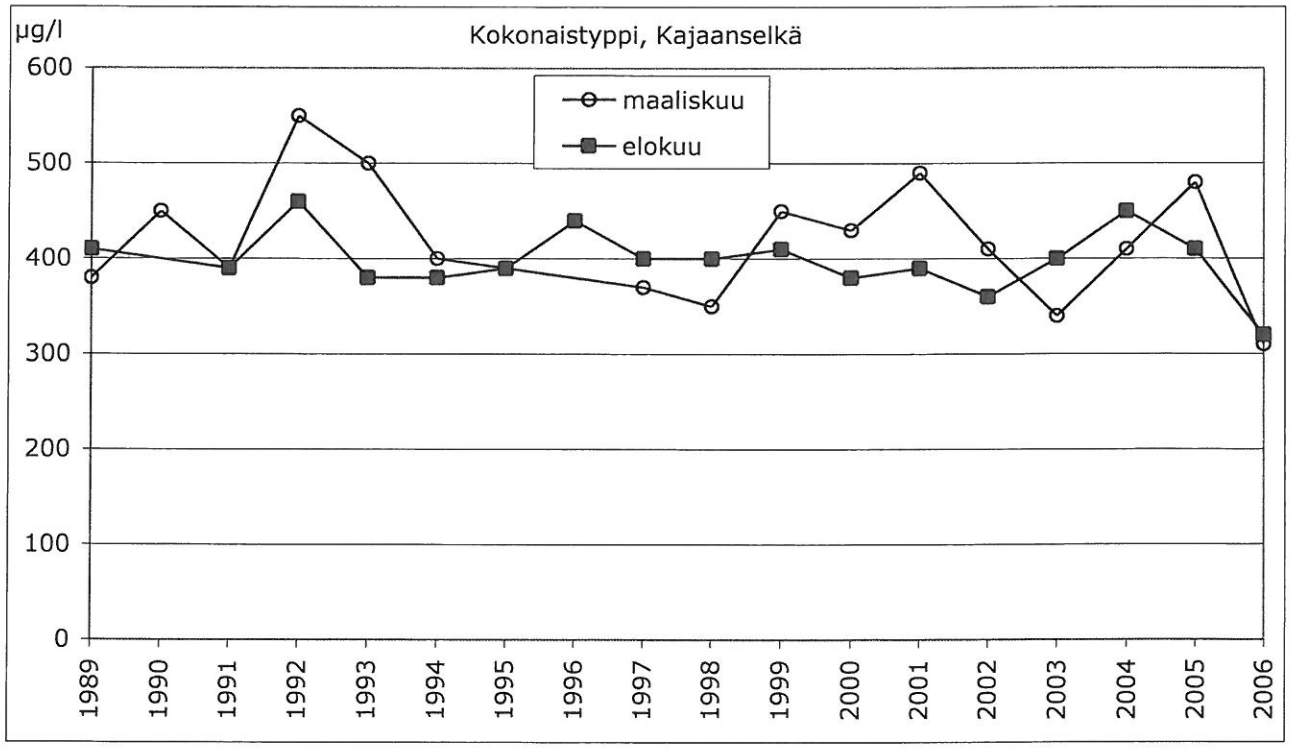


Kuva 6. Lankiluodon 1 m näytteiden fosfori- ja typpipitoisuudet maalis- ja elokuussa sekä näkösyvyys elokuussa vuosina 1976-2006.

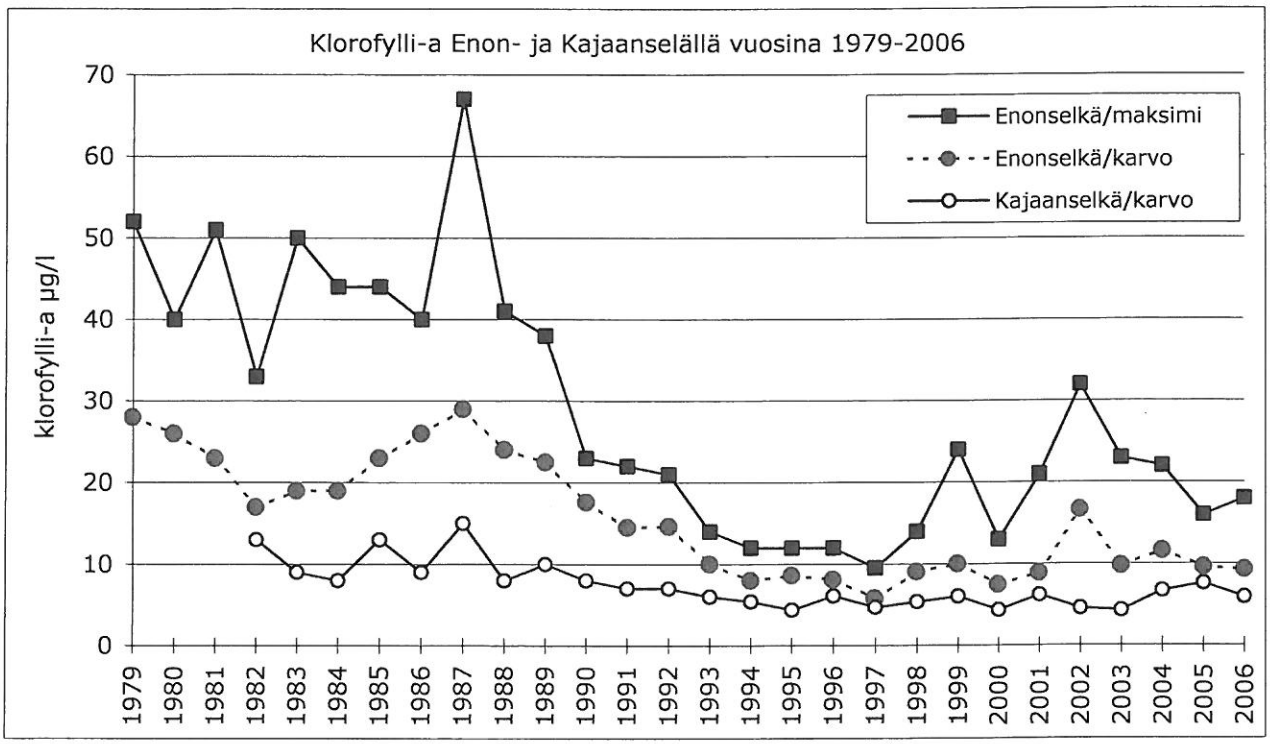


Kuva 7. Komonselän Pirttiniemen 1 m näytteiden fosfori- ja typpipitoisuudet maalis- ja elokuussa sekä näkösyvyys elokuussa vuosina 1976-2006.

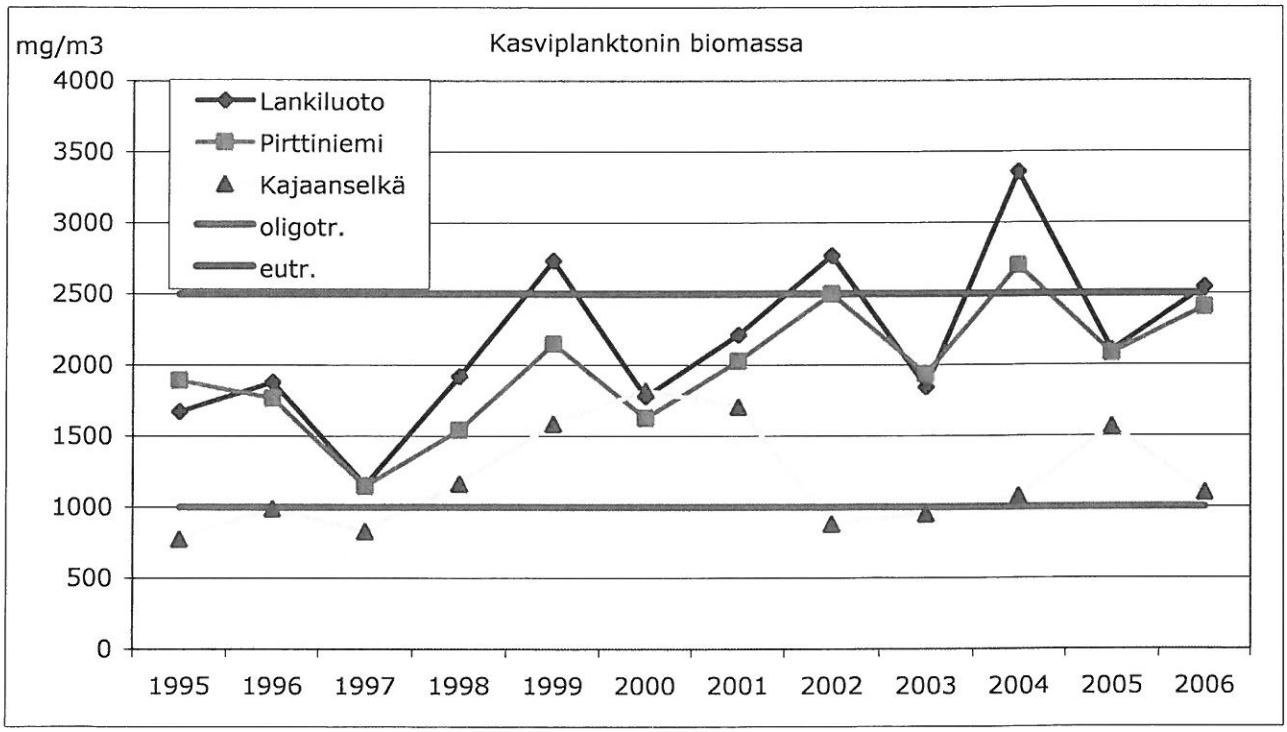




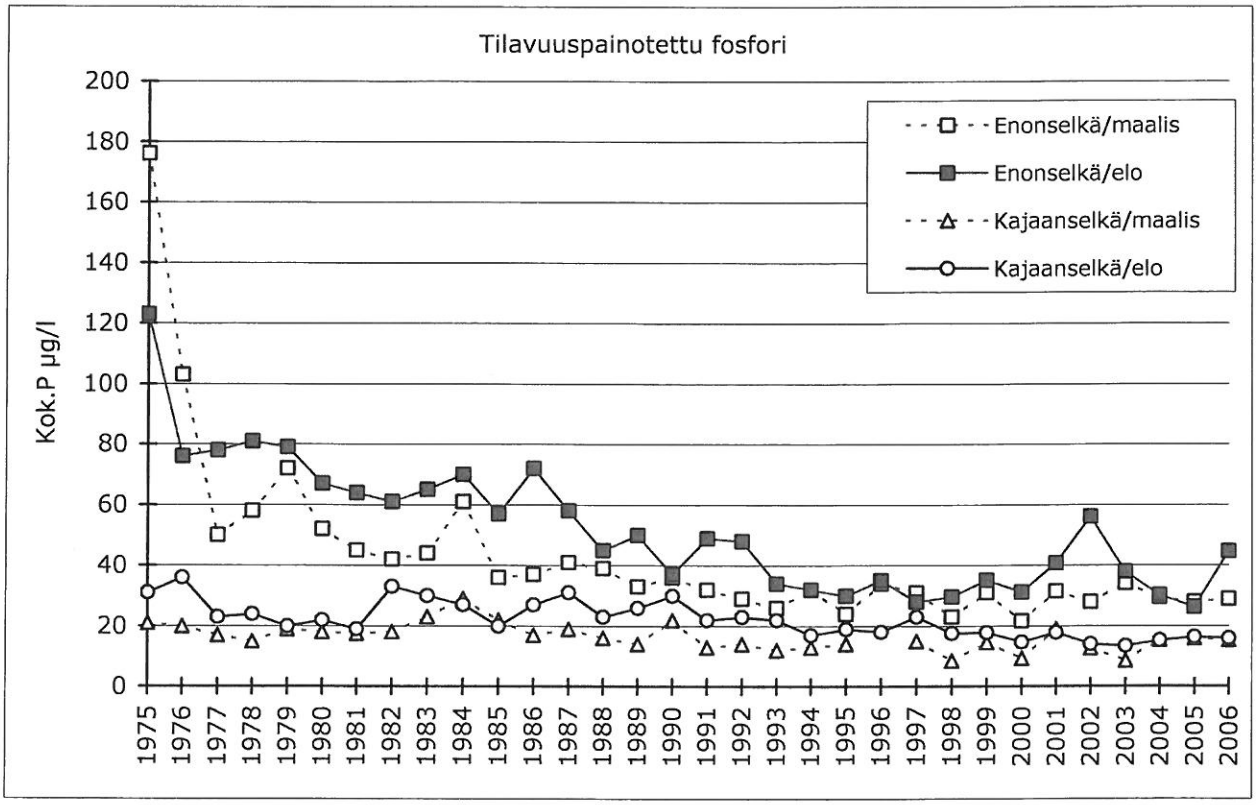
Kuva 8. Kajaanselän syvänteen fosfori- ja typpipitoisuudet maalis- ja elokuussa vuosina 1989-2006.



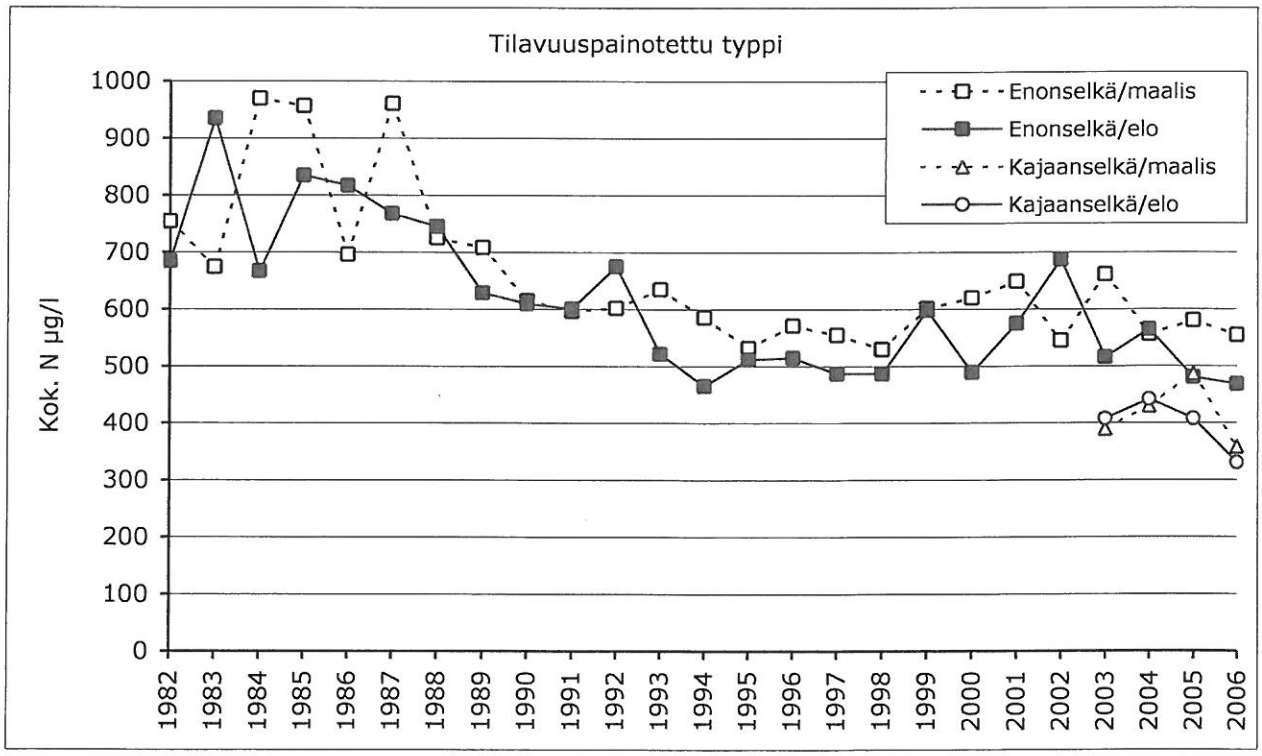
Kuva 9. Klorofylli–a Enon- ja Kajaanselällä vuosina 1979-2006



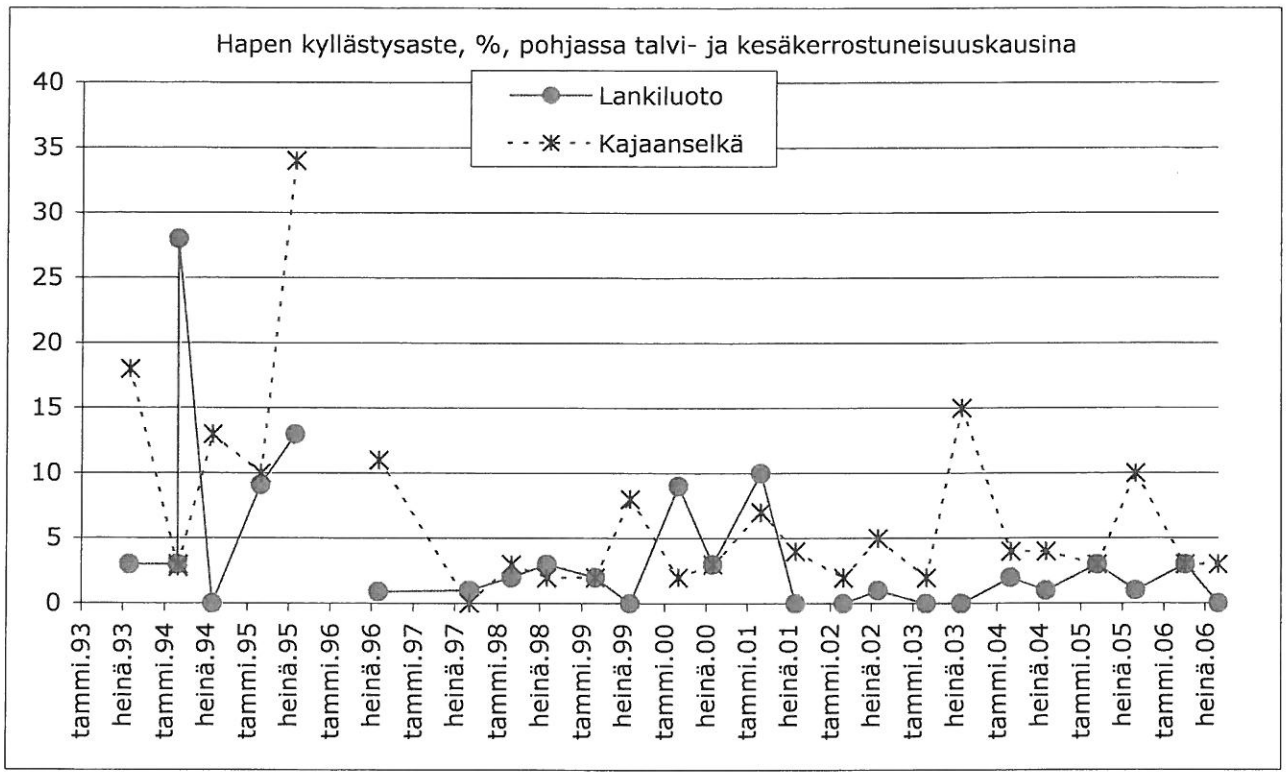
Kuva 10. Kasviplanktonin biomassa, mg/m^3, vuosina 1995-2006. Oligotrofian yläraja 1000 mg/m^3 ja eutrofian alaraja 2500, mg/m^3.



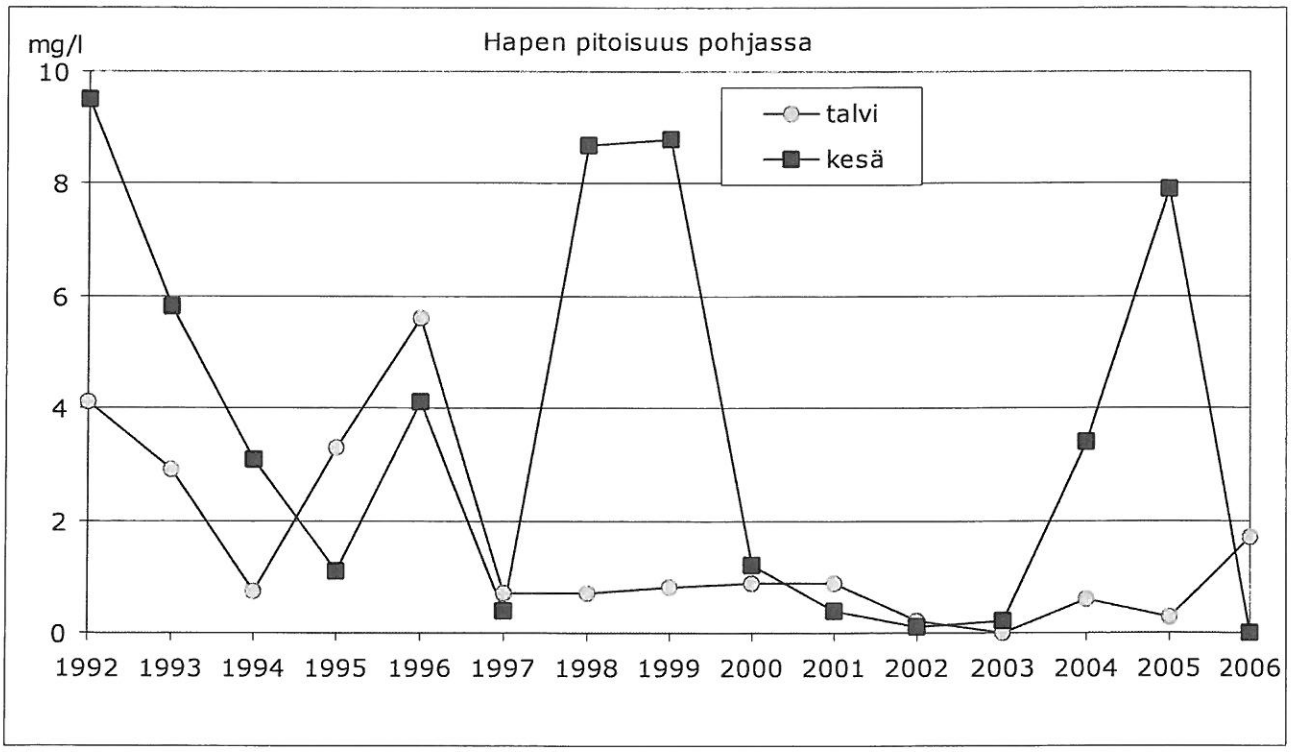
Kuva 11.Tilavuuspainotettu kokonaisfosforin pitoisuus Enon- ja Kajaanselällä maalis- ja elokuussa vuosina 1975-2006.



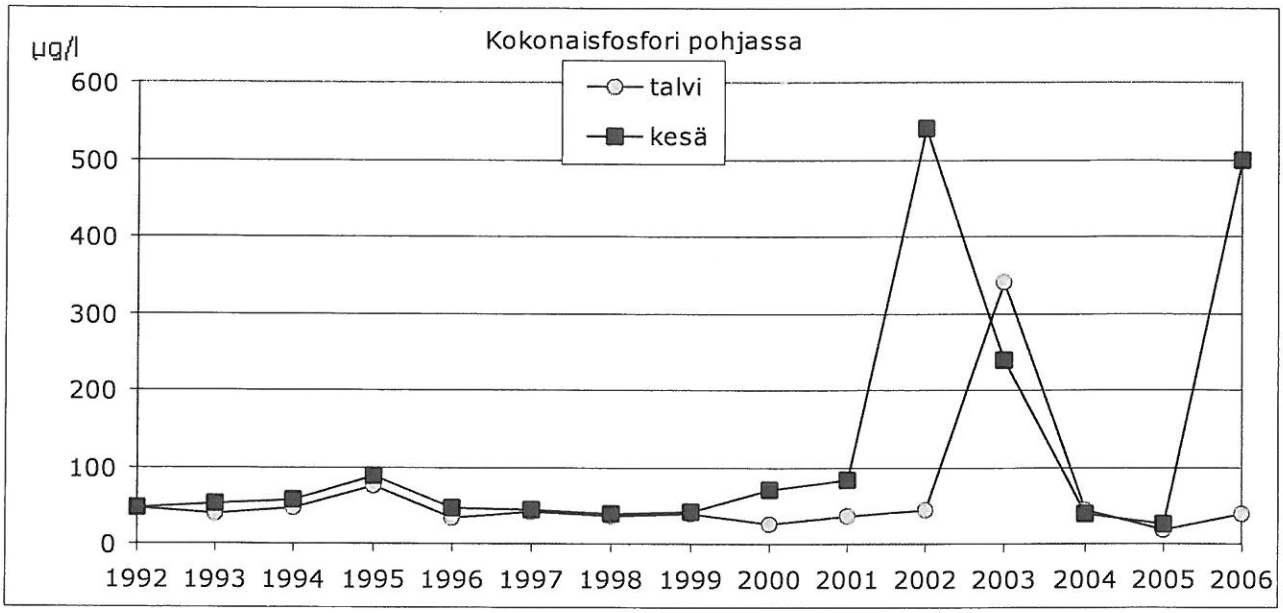
Kuva 12. Tilavuuspainotettu kokonaistypen pitoisuus Enonselällä (Lankiluoto) maalis- ja elokuussa1982-2006.

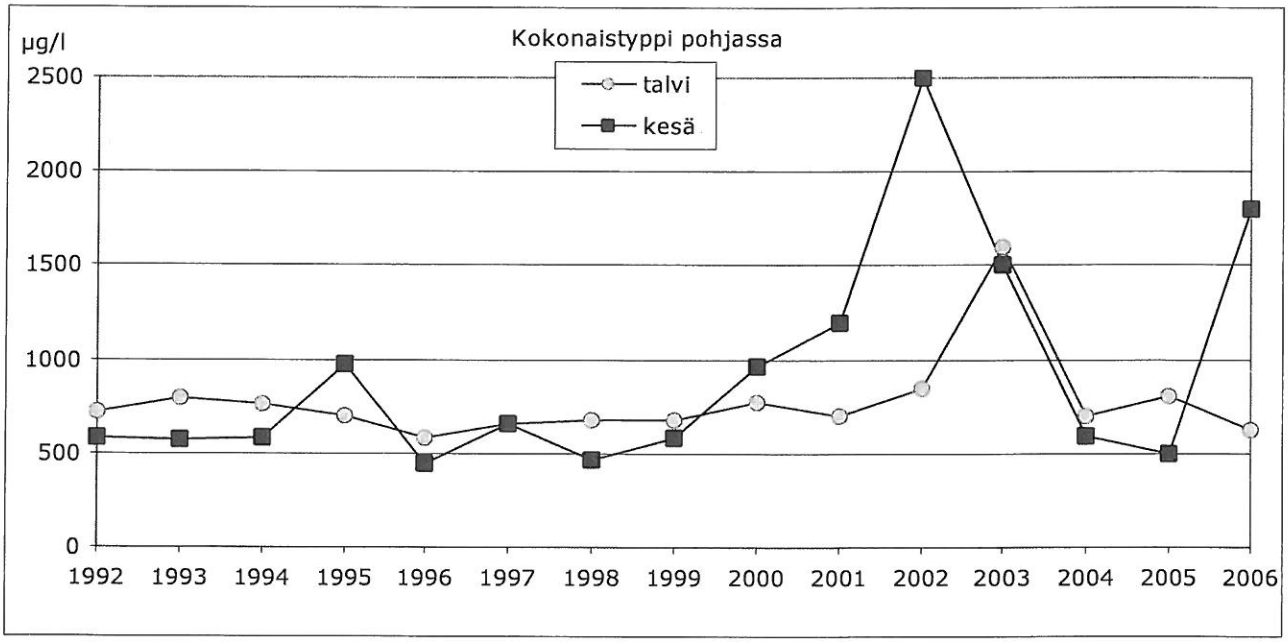


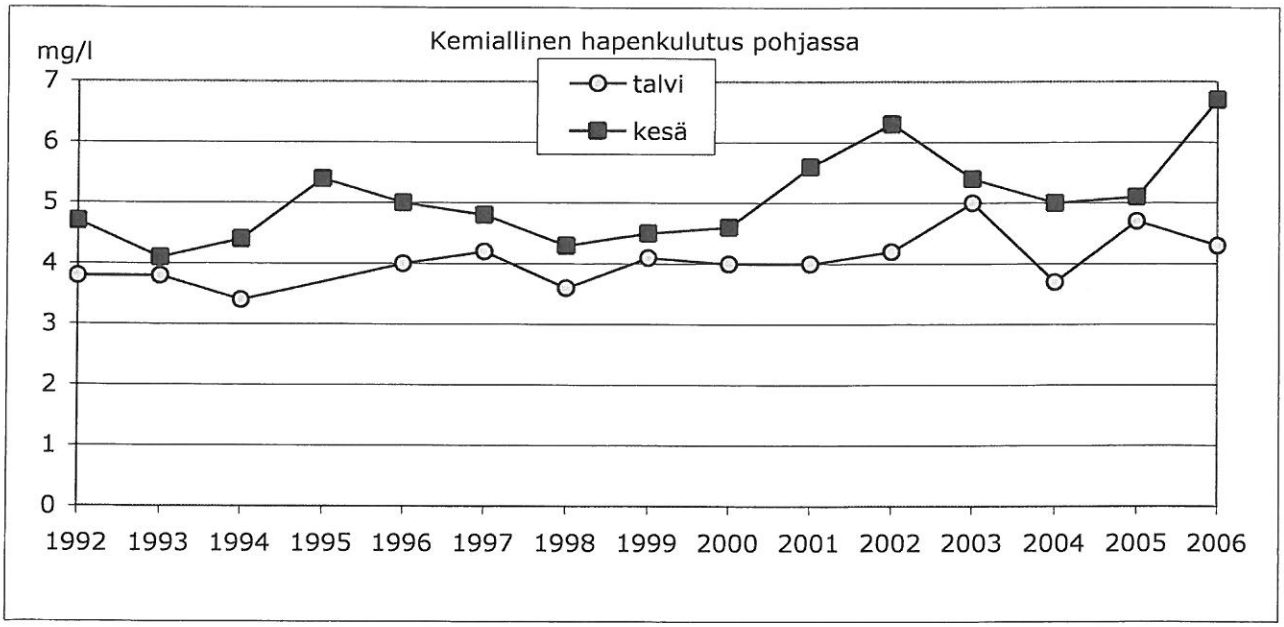
Kuva 13. Hapen kyllästysaste pohjassa talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina (maalis– ja elokuu) Lankiluodossa, Pirttiniemessä ja Kajaanselällä vuosina 1993-2006.



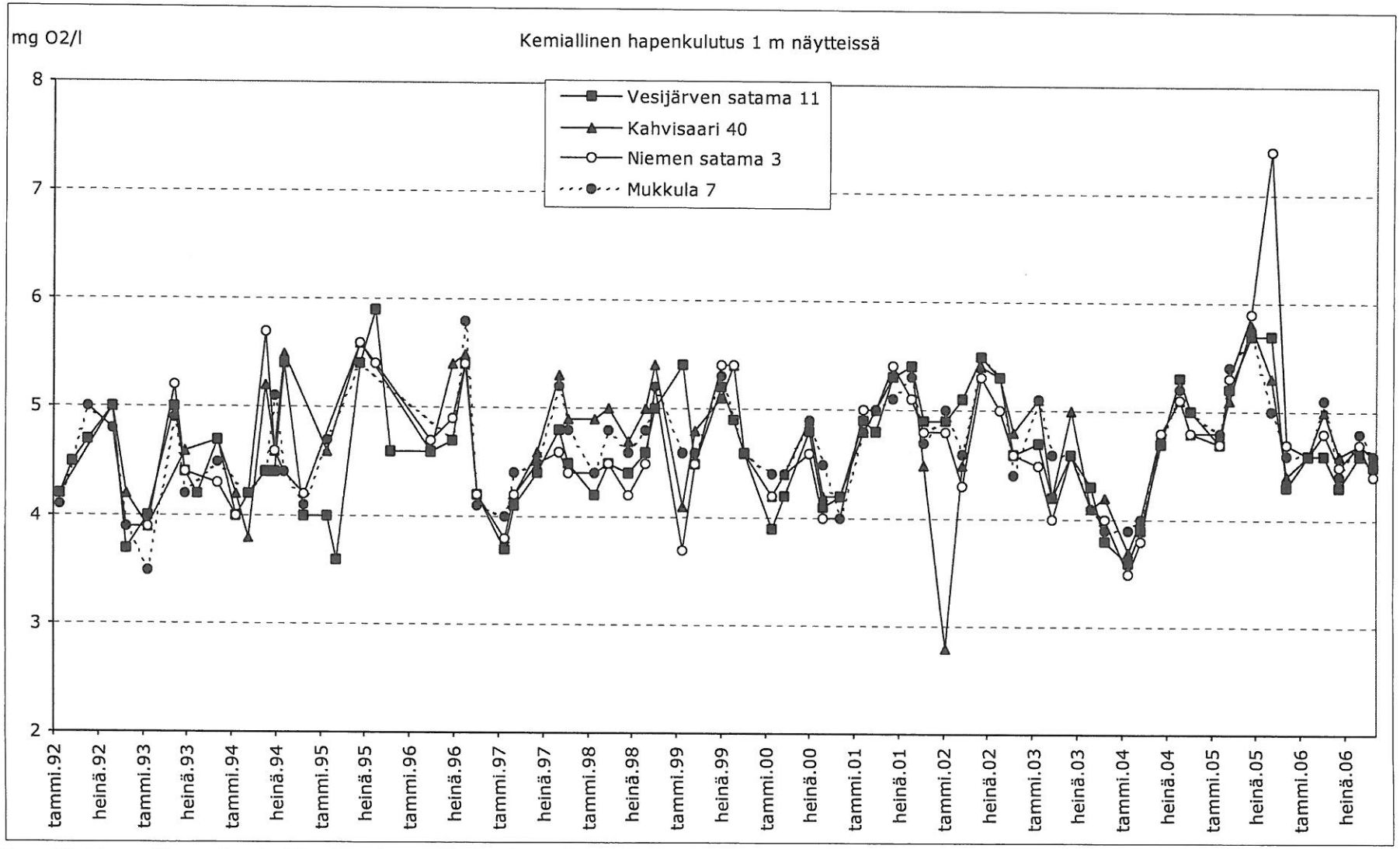
Kuva 14. Hapen pitoisuus Satama 33:n havaintopaikalla pohjassa talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina (maalis– ja elokuu) vuosina 1992-2006.



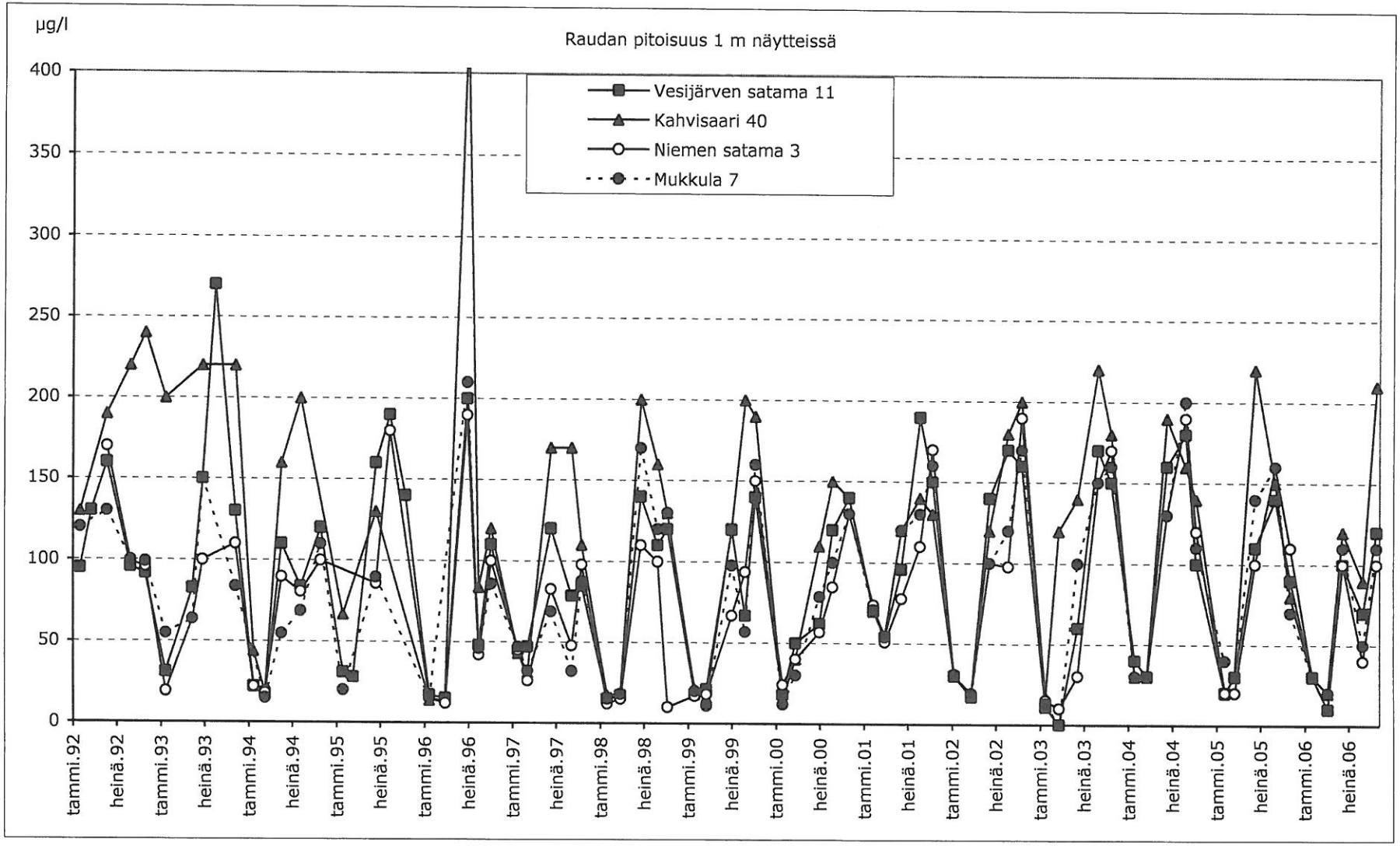




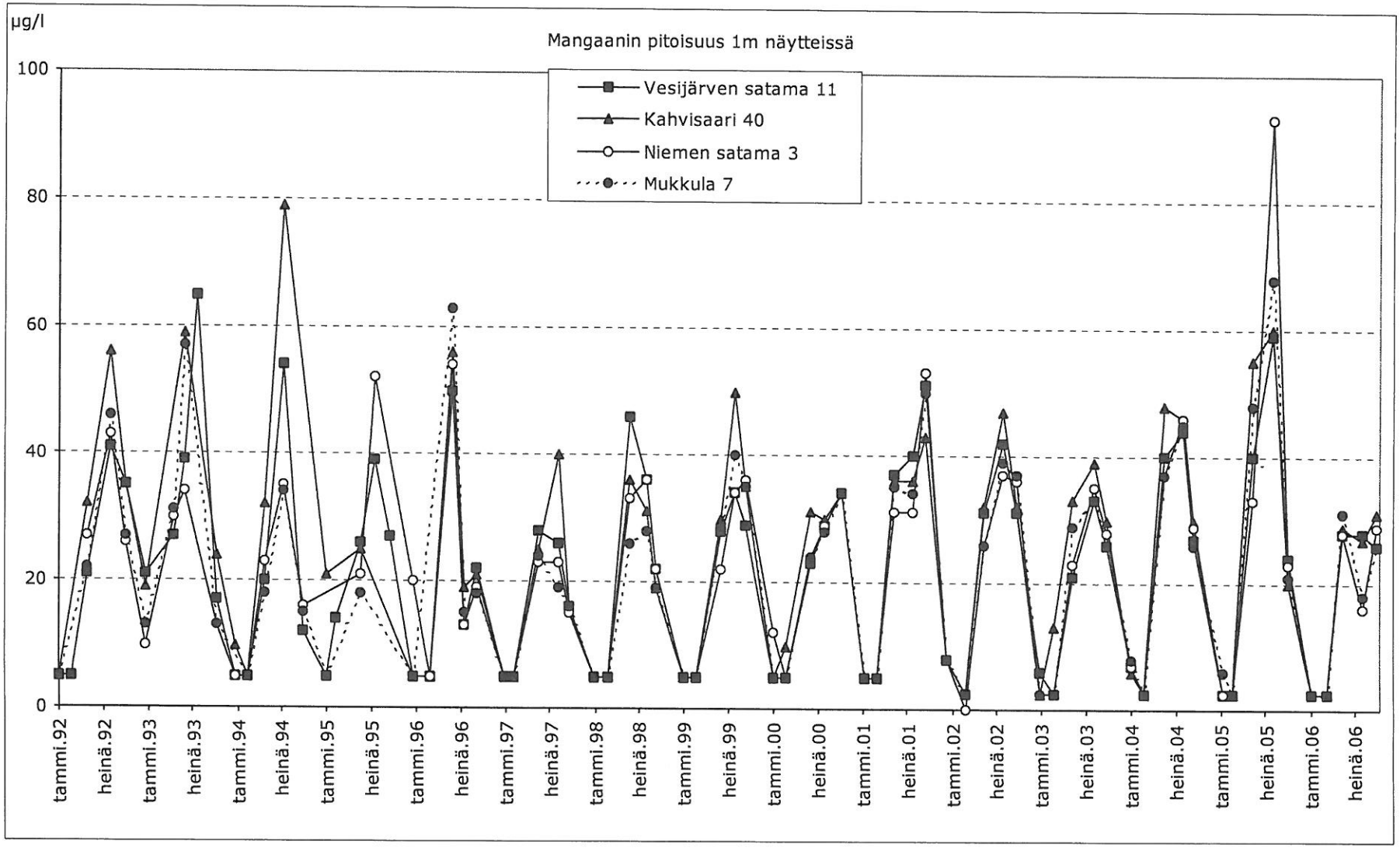
Kuva 15. Kokonaisfosforin, -typen ja kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuus talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina Satama 33:lla 1 m pohjan yläpuolella vuosina 1992-2006.



Kuva 16. Enonselän ranta-alueiden havaintopaikkojen kemiallinen hapenkulutus yhden metrin syvyydessä vuosina 1992-2006



Kuva 17. Enonselän ranta-alueiden havaintopaikkojen rautapitoisuus yhden metrin syvyydessä vuosina 1992-2006.



Kuva 18. Enonselän ranta-alueiden havaintopaikkojen mangaanipitoisuus yhden metrin syvyydessä vuosina 1992-2006.

Vesijärven velvoitetarkkailun tulokset 2006

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraatti-typpi	Nitriitti-typpi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
								V34	V24	V29	V27	V01	V15	V33	V33	V17	V45 A/B	V09	V19 A/B	V05	V03	V03	V03	M14	M14	V18	
1632-1	3.4.	Isosaari	1		h	k, v	0,4	15	7,5	12,9	0,35	0,61	4,7	14,1	98		26		490				8,5	<5	10		ok
1632-2	3.4.	Isosaari	5		h	k, v	1,7	15	7,2	12,7	0,48	0,59	4,6	11,4	82		29		540				8,3	<5	30		ok
1632-3	3.4.	Isosaari	10		h	k, v	2,3	15	7	12,9	0,91	0,6	4,6	8,2	60		29		620				8,3	14	60		ok
1632-4	3.4.	Isosaari	15		h	k, v	2,7							6,9	51												
1632-5	3.4.	Isosaari	17		h	k, v	3,1	30	6,9	14,5	2,4	0,71	5,3	4,6	34		35		790				8,8	91	200		ok
2694-1	15.5.	Isosaari	1	1,8	h	ls, v	9	20	8,6	11,9	2,5	0,56	5	13,9	120		19		550				7,8	15	110		ok
2694-2	15.5.	Isosaari	17		h	ls, v	6,6	20	7,6	12,5	3	0,59	5,1	13,7	110		22		600				8,6	54	160		ok
5574-1	28.8.	Isosaari	1	2,1	l	k, v	20,5	15	7,9	12,1	4	0,6	5,4	9,6	107		22		430				8,2	16	50		ok
5574-2	28.8.	Isosaari	5		l	k, v	20,4	15	7,8	12,2	2,5	0,6	5,1	9,2	102		21		400				8,2	16	50		ok
5574-3	28.8.	Isosaari	10		l	k, v	19,4	20	7,2	12,3	2,5	0,61	4,4	6,2	67		27		470				8,2	79	120		ok
5574-4	28.8.	Isosaari	15		lrv	k, v	13,6							0,4	4												
5574-5	28.8.	Isosaari	17		srv	k, v	13,4	30	7	13,3	9	0,77	4,7	0,3	3		140		610				8	2 100	1 200		ok
7194-1	23.10.	Isosaari	1	2,3	h	k, v	9,3	15	7,5	12,2	2,3	0,6	4,4	9,7	84		19		390				7,8	33	150		ok
7194-2	23.10.	Isosaari	17		h	k, v	9,1	20	7,4	12,2	3,3	0,6	4,4	9,6	85		19		400				7,8	43	190		ok
429-1	31.1.	Kahvisaari	1	4	h	k, v	0,4	13	7,4	13	0,48		4,6	13	90	<2	28		590					<5	30		ok
1639-1	4.4.	Kahvisaari	1	4	h	h	0,6	15	7,4	13	0,42	0,61	5	14,5	101	<2	28		520				8,6	<5	20		ok
1639-2	4.4.	Kahvisaari	3		lmt	lmt	3,4	20	7,4	14,1	2,9	0,61	4,8	13,7	103	<2	27		540				12	7	110		ok
3093-1	24.5.	Kahvisaari	1	2,4	h	k, v	12,1		7,8								19		470								
		Kahvisaari chl																									
3093-2	24.5.	2*ns	0-3,5		h	k, v	11,9																				
3455-1	5.6.	Kahvisaari	1	2	lle	k, v	14,7	20	7,8	12,5	2,7		4,6	11,2	110	3	23		470				8,1	29	120	6,4	ok
3866-1	19.6.	Kahvisaari	1	2,3	lle	k, v	18,6		8								33		420								
		Kahvisaari chl																									
3866-2	19.6.	2*ns	0-4		lle	k, v	18,1																				
4363-1	10.7.	Kahvisaari	1	1	lle	k, v	23,2		8								21		360							6,3	
		Kahvisaari chl																									
4363-2	10.7.	2*ns	0-3		lle	v	22,9																				
4992-1	7.8.	Kahvisaari	1	1,8	lle	k, v, kpl	21,5		8,1								27		410							5,6	
		Kahvisaari chl																									
4992-2	7.8.	2*ns	0-3,5		lle	k, v	21,3																				
5582-1	28.8.	Kahvisaari	1	2,1	h	k, v	20,8	10	7,5	12,2	2,3	0,6	4,7	8,2	92	2,7	23		430				8,2	27	90	12	ok
5582-2	28.8.	Kahvisaari	3		l	k, v	19,9	15	7,4	12,2	1,6	0,6	4,4	7,5	82	2,1	18		470				8,2	27	80		ok
		Kahvisaari chl																									
5582-3	28.8.	2*ns	0-4		h	k, v	20,3																				
7195-1	23.10.	Kahvisaari	1	1,9	h	k, v	12,3	15	7,5	12,2	3,8		4,6	10,5	98	3,8	19		420					31	210	14	ok
1638-1	4.4.	Kaksossaaret	1	4,8	h	h	0,4	10	7,5	12,2	0,38	0,55	4,6	15,3	106	<2	22		590				8	<5	30		ok
1638-2	4.4.	Kaksossaaret	4		h	k, v	1,6	15	7,2	12,8	0,4	0,59	4,5	11,7	84	<2	26		510				8,5	<5	20		ok
3092-1	24.5.	Kaksossaaret	1	3,3	h	k, v	11,1		7,9								17		470								
3092-2	24.5.	2*ns	0-4	3,3	h	k, v	11																				
3865-1	19.6.	Kaksossaaret	1	2,1	lle	k, v	20,6		8								25		420							6,8	
3865-2	19.6.	2*ns	0-4		lle	k, v	19,7																				
4362-1	10.7.	Kaksossaaret	1	2,6	lle	k, v	22,8		8,1								18		350							5,3	
4362-2	10.7.	2*ns	0-5		lle	v	22,3																				
4991-1	7.8.	Kaksossaaret	1	1,9	sle	k, v, kpl	21,2		8								27		410							5,6	
4991-2	7.8.	2*ns	0-4		lle	k, v	20,8																				
5580-1	28.8.	Kaksossaaret	1	2,1	l	k, v	20,5	15	7,9	12,1	3,2	0,6	4,9	9,8	109	3,3	25		410				8,2	15	40	9,4	ok
5580-2	28.8.	Kaksossaaret	4		l	k, v	20,6	15	7,8	12,1	3,4	0,6	4,9	9,5	106	3,2	21		400				7,7	16	50		ok
5580-3	28.8.	2*ns	0-4		l	k, v	20,4																			14	

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
422-1	31.1.	Kajaanselkä	1	6,2	h	k, v	0,4	13	7,4	11,3	0,45	0,53	3,6	13,8	95		19	8	350	<10	25	<10	6,8	5	20		ok
422-2	31.1.	Kajaanselkä	5		h	k, v	0,5	13	7,4	11,3	0,57	0,53	3,6	13,8	96		17	7	340	<10	29	<10	6,8	5	20		ok
422-3	31.1.	Kajaanselkä	10		h	k, v	1							12	84												
422-4	31.1.	Kajaanselkä	15		h	k, v	1,4							10,8	77												
422-5	31.1.	Kajaanselkä	20		h	k, v	1,6	13	7,1	11,3	1,9	0,54	3,8	9,4	67		20	14	460	82	77	<10	6,7	220	50		ok
422-6	31.1.	Kajaanselkä	25		h	k, v	1,8							8,5	61												
422-7	31.1.	Kajaanselkä	30		lmt	k, v	2							7,5	54												
422-8	31.1.	Kajaanselkä	35		lmt	o, v	2,1							6,9	50												
422-9	31.1.	Kajaanselkä	39		lrv	o, v	2,5	33	7	13	5,5	0,77	4,6	1,4	10		92	73	1 100	630	45	<10	6,7	3 400	460		ok
1628-1	3.4.	Kajaanselkä	1	5	h	k, v	0,4	10	7,5	11,5	0,26	0,54	3,9	14,5	100		13	<2	310	<10	<10	<10	6,9	<5	10		ok
1628-2	3.4.	Kajaanselkä	5		h	k, v	0,1	10	7,2	11,3	0,28	0,52	3,9	12,6	86		15	6	380	<10	64	<10	6,7	<5	20		ok
1628-3	3.4.	Kajaanselkä	10		h	k, v	1,8							11,7	84												
1628-4	3.4.	Kajaanselkä	15		h	k, v	2,1							9,4	68												
1628-5	3.4.	Kajaanselkä	20		h	k, v	2,3	15	6,9	11,9	1	0,56	3,9	7,4	54		20	12	470	<10	190	<10	7	31	50		ok
1628-6	3.4.	Kajaanselkä	25		h	o, v	2,5							5,2	38												
1628-7	3.4.	Kajaanselkä	30		lmt	ls, v	2,6							1,5	11												
1628-8	3.4.	Kajaanselkä	35		lmt	ls, v	2,7							1	7												
1628-9	3.4.	Kajaanselkä	39		lrv	ls, v	3,2	30	7	14,1	4,9	0,88	4,6	0,4	3		56	27	1 000	500	85	13	6,9	5 300	290		ok
2690-1	15.5.	Kajaanselkä	1	2,7	h	ls, v	6,6	15	7,9	10,9	1,7	0,52	4,2	14,4	120		13	2	420	<10	24	<10	6,7	38	70		ok
2690-2	15.5.	Kajaanselkä	39		h	ls, v	5,7	15	7,7	11	2,1	0,53	4,4	14,8	120		14	3	440	<10	27	<10	6,5	62	90		ok
2690-3	15.5.	2*ns	0-5,5		h	ls, v	6,5																			14	
3448-1	5.6.	Kajaanselkä	1	3	h	k, v	11,5	15	7,5	10,9	1,1	0,51	3,8	11,4	104		16	3	360	<10	<10	<10	6,4	20	50		ok
3448-2	5.6.	Kajaanselkä	5		h	k, v	11,1	10	7,5	10,9	1,4	0,51	3,8	11,2	102		21	2	430	<10	<10	<10	6,3	21	50		ok
3448-3	5.6.	Kajaanselkä	10		h	k, v	10,5							11,2	100												
3448-4	5.6.	Kajaanselkä	15		h	k, v	9,9							11,1	98												
3448-5	5.6.	Kajaanselkä	20		h	k, v	9,5	15	7,4	10,9	1,3	0,52	3,8	10,9	96		16	4	460	24	23	<10	6,3	53	80		ok
3448-6	5.6.	Kajaanselkä	25		h	k, v	9,3							10,8	94												
3448-7	5.6.	Kajaanselkä	30		lmt	k, v	9,1							10,6	92												
3448-8	5.6.	Kajaanselkä	35		lmt	k, v	9							10,6	91												
3448-9	5.6.	Kajaanselkä	39		lmt	k, v	8,8	15	7,4	11	2,8	0,52	3,7	10,4	90		18	8	410	45	16	<10	6,3	150	150		ok
3448-10	5.6.	2*ns	0-6		h	k, v	11,5																			6	
3993-1	26.6.	Kajaanselkä	1	2,8	lle	k, v	19,5	15	7,6	11	1,5	0,53	3,9	9,5	104		17	5	270	<10	<10	<10	6,5	15	80		ok
3993-2	26.6.	Kajaanselkä	5		lle	k, v	18,5	15	7,6	11	1,7	0,52	4	9,6	102		18	3	290	<10	<10	<10	6,5	17	80		ok
3993-3	26.6.	Kajaanselkä	10		h	k, v	12,4							9	84												
3993-4	26.6.	Kajaanselkä	15		h	k, v	11,1							8,2	75												
3993-5	26.6.	Kajaanselkä	20		l	k, v	10,9	20	7,2	11,1	2,4	0,53	3,6	8,1	74		22	11	320	51	11	<10	6,5	210	130		ok
3993-6	26.6.	Kajaanselkä	25		l	k, v	10,8							7,9	71												
3993-7	26.6.	Kajaanselkä	30		lmt	o, v	10,7							7,5	67												
3993-8	26.6.	Kajaanselkä	35		smt	o, v	10,7							7,2	65												
3993-9	26.6.	Kajaanselkä	39		smt	o, v	10,6	25	7,2	11,2	4,3	0,54	4	7,1	64		29	19	370	99	28	<10	6,5	460	270		ok
3993-10	26.6.	2*ns	0-5,5		lle	k, v	19,2																			2,7	

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
4690-1	24.7.	Kajaanselkä	1	3,1	lle	k, v	19,8	10	7,7	11,1	1,2	0,53	3,8	9,8	107		15	<2	340	<10	<10	<10	6,6	11	60		ok
4690-2	24.7.	Kajaanselkä	5		h	k, v	19,6	10	7,6	11,1	1,2	0,53	4	9,7	106		15	4	360	<10	<10	<10	6,6	11	50		ok
4690-3	24.7.	Kajaanselkä	10		h	k, v	13,9							5	48												
4690-4	24.7.	Kajaanselkä	15		h	k, v	11,6							5,2	48												
4690-5	24.7.	Kajaanselkä	20		h	k, v	11	15	6,8	11,1	2,5	0,52	3,2	4,3	39		26	18	430	<10	130	<10	6,4	130	120		ok
4690-6	24.7.	Kajaanselkä	25		h	k, v	11							3,6	33												
4690-7	24.7.	Kajaanselkä	30		lmt	ls, v	10,9							3,3	30												
4690-8	24.7.	Kajaanselkä	35		lmt	ls, v	10,9							3	27												
4690-9	24.7.	Kajaanselkä	39		smt	s, v	10,8	40	6,7	11,2	14	0,53	3,6	2,4	22		41	29	520	33	180	<10	6,4	1 200	360		ok
4690-10	24.7.	2*ns	0-6		h	k, v	19,8																			3,5	
5570-2	28.8.	Kajaanselkä	1		l	k, v	20,3	5	7,5	11,1	1,1	0,54	3,8	9,1	101		15	<2	320	<10	<10	<10	6,7	11	40		ok
5570-3	28.8.	Kajaanselkä	5		h	k, v	20,2	5	7,6	11,1	1	0,54	3,8	8,8	97		13	<2	320	<10	<10	<10	6,7	12	40		ok
5570-4	28.8.	Kajaanselkä	10		h	k, v	19,3							6,9	75												
5570-5	28.8.	Kajaanselkä	15		h	ls, v	11,5							0,7	6												
5570-6	28.8.	Kajaanselkä	20		l	ls, v	11,3	10	6,7	11,1	2,5	0,54	3,3	0,4	4		24	21	480	14	200	<10	6,5	280	50		ok
5570-7	28.8.	Kajaanselkä	25		l	ls, v	11,1							0,2	2												
5570-8	28.8.	Kajaanselkä	30		l	ls, v	11							0,2	2												
5570-9	28.8.	Kajaanselkä	35		l	ls, v	10,9							0,3	3												
5570-10	28.8.	Kajaanselkä	39		l	ls, lru	10,9	25	6,7	11,1	2,9	0,55	3,3	0,3	3		26	18	500	38	200	<10	6,5	600	40		ok
5570-1	28.8.	Kajaanselkä 0-2 m	0-2	3,3	h	k, v	20,3																			4,6	
5570-11	28.8.	2*ns	0-6		l	k, v	20																			4,4	
7198-1	23.10.	Kajaanselkä	1	3,4	h	k, v	9,6	15	7,5	11,1	1,5	0,54	3,6	9,9	87		14	9	320	19	18	<10	6,5	51	80		ok
7198-2	23.10.	Kajaanselkä	39		h	k, v	9	15	7,5	11,1	2,4	0,54	3,6	9,4	82		16	10	330	25	21	<10	6,6	100	140		ok
7198-3	23.10.	2*ns	0-7		h	k, v	9,6																			5,0	
424-1	31.1.	Lankiluoto	1	5,8	h	k, v	0,6	13	7,4	12,4	0,64	0,59	4,5	13	90	<2	28	20	470	<10	130	<10	8	<5	20		ok
424-2	31.1.	Lankiluoto	5		h	k, v	0,9	13	7,4	12	0,62	0,56	4	12,7	89	<2	28	22	480	<10	140	<10	7,9	<5	20		ok
424-3	31.1.	Lankiluoto	10		h	k, v	1,5							11,2	80												
424-4	31.1.	Lankiluoto	15		h	k, v	1,9	13	7,2	12,7	1,5	0,59	4,3	11,3	81	<2	28	22	580	<10	180	<10	8,4	20	60		ok
424-5	31.1.	Lankiluoto	20		h	k, v	2,3							7,9	58												
424-6	31.1.	Lankiluoto	25		h	k, v	2,5							5,3	39												
424-7	31.1.	Lankiluoto	29		h	o, v	2,7	33	6,8	13,7	3,9	0,68	4,7	3,7	27	2,3	47	37	810	230	230	<10	10	710	220		ok
1640-1	4.4.	Lankiluoto	1	4,8	h	k, v	0,7	15	7,3	12,4	0,43	0,57	4,6	13,5	94	<2	29	13	520	<10	180	<10	8,2	<5	20		ok
1640-2	4.4.	Lankiluoto	5		h	k, v	1,7	15	7,1	12,6	0,53	0,58	4,7	10,7	77	<2	28	19	560	<10	240	<10	8,1	6	30		ok
1640-3	4.4.	Lankiluoto	10		h	k, v	2,5							10,6	78												
1640-4	4.4.	Lankiluoto	15		h	k, v	2,7	15	7	13,2	1,1	0,62	4,5	9,9	73	<2	31	21	540	<10	200	<10	8,8	26	70		ok
1640-5	4.4.	Lankiluoto	20		h	k, v	3							9,3	69												
1640-6	4.4.	Lankiluoto	25		h	o, v	3,4							7	53												
1640-7	4.4.	Lankiluoto	29		lrv	ls, v	3,7	30	6,9	15,2	3,9	0,89	4,7	0,4	3	<2	45	27	790	290	110	<10	8,8	3 200	130		ok
2695-1	15.5.	Lankiluoto	1	1,8	h	ls, v	9,6	20	8,7	11,7	1,7	0,55	5	13,8	110		18	3	510	<10	47	<10	7,6	14	90		ok
2695-2	15.5.	Lankiluoto	29		h	ls, v	6,8	20	7,8	12,3	2	0,59	5,3	13,9	110		20	3	570	15	100	<10	8,3	41	110		ok
2695-3	15.5.	Lankiluoto chl 2*ns	0-4		h	ls, v	9,2																			18	
3091-1	24.5.	Lankiluoto	1	3	h	k, v	9,7		7,9								20		500								
3091-2	24.5.	Lankiluoto chl 2*ns	0-6		h	k, v	9,7																			8,8	

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
3452-1	5.6.	Lankiluoto	1	2,5	h	k, v	12,3	20	7,6	11,9	1,7	0,61	4,7	11,5	107	2,7	25	3	530	<10	32	<10	7,8	22	70		ok
3452-2	5.6.	Lankiluoto	5		h	k, v	11,9	20	7,6	12	1,7	0,6	4,7	11,2	104	2,8	22	4	540	17	41	<10	7,8	24	80		ok
3452-3	5.6.	Lankiluoto	10		h	k, v	11,9							10,8	100												
3452-4	5.6.	Lankiluoto	15		h	k, v	11,1	10	7,4	12,1	2,4	0,57	4,5	10	91	2,8	19	5	480	26	62	<10	7,8	45	130		ok
3452-5	5.6.	Lankiluoto	20		h	k, v	10,8							9,8	89												
3452-6	5.6.	Lankiluoto	25		lmt	ls, v	9,4							8,4	73												
3452-7	5.6.	Lankiluoto	29		smt	ls, v	8,3	20	7,1	12,6	4	0,63	4,5	6,6	56	3,5	43	28	770	240	77	<10	7,9	630	290		ok
3452-8	5.6.	Lankiluoto chl 2*ns	0-5		h	k, v	12,4																			13	
3864-1	19.6.	Lankiluoto	1	2	lle	k, v	20,1		7,9								31		410								
3864-2	19.6.	Lankiluoto chl 2*ns	0-4		lle	k, v	20,5																			6,5	
3995-1	26.6.	Lankiluoto	1	2,6	lle	k, v	19,3	15	7,6	12,1	1,7	0,59	4,9	9,5	103		24	8	350	26	<10	<10	7,9	16	80		ok
3995-2	26.6.	Lankiluoto	5		lle	k, v	19,1	15	7,6	12,1	1,7	0,58	4,8	9,3	101		23	7	350	18	<10	<10	7,9	16	80		ok
3995-3	26.6.	Lankiluoto	10		l	k, v	13,6							6,5	63												
3995-4	26.6.	Lankiluoto	15		l	k, v	12,6	15	7,2	12,2	2,6	0,59	4,3	6,2	58		32	22	400	82	35	<10	7,9	100	150		ok
3995-5	26.6.	Lankiluoto	20		l	k, v	12							4,9	45												
3995-6	26.6.	Lankiluoto	25		s	o, v	11,6							2,8	26												
3995-7	26.6.	Lankiluoto	29		s	o, v	11,4	40	7	13,1	13	0,71	5,3	1,1	10		120	120	840	450	40	<10	8	1 300	1 200		ok
3995-8	26.6.	Lankiluoto chl 2*ns	0-5		lle	k, v	19,2																			5,7	
4361-1	10.7.	Lankiluoto	1	2,4	lle	v	22,3		8,1								19		350								
4361-2	10.7.	Lankiluoto chl 2*ns	0-5		lle	v	22,3																			7	
4692-1	24.7.	Lankiluoto	1	2,5	lle	k, v, kpl	20	20	7,7	12,2	1,8	0,58	5,1	9,8	108		22	5	440	<10	<10	<10	7,9	23	80		ok
4692-2	24.7.	Lankiluoto	5		lle	k, v	19,6	20	7,7	12,2	1,9	0,58	4,6	9,8	107		25	9	420	<10	<10	<10	7,9	24	80		ok
4692-3	24.7.	Lankiluoto	10		l	ls, v	16							2,1	21												
4692-4	24.7.	Lankiluoto	15		l	k, v	13,2	25	6,8	12,7	3,8	0,63	4,4	0,7	7		58	49	590	36	210	<10	7,9	790	210		ok
4692-5	24.7.	Lankiluoto	20		l	k, v	13							0,7	7												
4692-6	24.7.	Lankiluoto	25		lrv	k, v	12,5							0,4	4												
4692-7	24.7.	Lankiluoto	29		srv	o, v	12,3	30	6,9	13,5	3,2	0,75	4,9	0,3	3		79	57	830	300	99	<10	7,8	2 300	410		ok
4692-8	24.7.	Lankiluoto chl 2*ns	0-5		lle	k, v	20																			10	
4990-1	7.8.	Lankiluoto	1	1,8	lle	k, v, kpl	21,4		8,2								32		480								
4990-2	7.8.	Lankiluoto chl 2*ns	0-4		lle	k, v, kpl	21,2																			13	
5575-1	28.8.	Lankiluoto	1	2,1	l	k, v	20,2	10	7,7	12,2	2,2	0,6	4,8	9	99	2,6	24	<2	400	13	<10	<10	8,2	19	50		ok
5575-2	28.8.	Lankiluoto	5		l	k, v	20,2	10	7,6	12,2	2,2	0,6	4,8	8,7	96	2,7	20	3	400	16	<10	<10	8,2	19	60		ok
5575-3	28.8.	Lankiluoto	10		l	k, v	18,2							1,2	13												
5575-4	28.8.	Lankiluoto	15		l	k, v	12,9	30	6,9	13,3	9,7	0,77	4,9	0,2	2	6,9	180	110	590	210	<10	<10	8	2 200	1 100		ok
5575-5	28.8.	Lankiluoto	20		l	o, v	12,9							0	0												
5575-6	28.8.	Lankiluoto	25		srv	ls, v	12,9							0,2	2												
5575-7	28.8.	Lankiluoto	29		vrv	ls, v	12,4	80	6,9	14,4	4	0,93	5,8	0	0	5,1	280	270	1 200	690	<10	<10	8,1	3 200	4 200		ok
5575-8	28.8.	Lankiluoto chl 2*ns	0-4		l	k, v	20,2																			13	
7190-1	23.10.	Lankiluoto	1	2,3	h	k, v	9,5	15	7,5	12,1	2,3	0,62	4,3	10,3	90	2,1	23	13	400	35	21	<10	7,7	29	100		ok
7190-2	23.10.	Lankiluoto	29		lmt	k, v	8,7	15	7,4	12,2	3,2	0,61	4,4	9,8	85	4,2	22	16	410	49	28	<10	7,8	57	190		ok
7190-3	23.10.	Lankiluoto chl 2*ns	0-4,5		h	k, v	9,6																			6,5	

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
423-1	31.1.	Pirttiniemi	1	5,5	h	k, v	0,5	13	7,4	12,2	0,88	0,57	4,7	13,5	94		21	11	420	<10	67	<10	7,7	<5	40		ok
423-2	31.1.	Pirttiniemi	5		h	k, v	1,5	13	7,2	11,6	0,89	0,54	4,1	10,5	75		22	14	460	12	120	<10	7,2	<5	40		ok
423-3	31.1.	Pirttiniemi	8		h	k, v	3	13	6,9	12,1	1,7	0,6	3,7	4,1	30		22	13	490	24	160	<10	7,1	60	70		ok
1630-1	3.4.	Pirttiniemi	1	4,8	h	k, v	0,6	10	7,4	12,6	0,48	0,63	4,6	14,2	99		19	9	440	<10	83	<10	7,9	<5	20		ok
1630-2	3.4.	Pirttiniemi	5		h	k, v	2,2	10	7	12,3	0,68	0,58	4,2	9,8	71		19	11	540	<10	200	<10	7,5	<5	30		ok
1630-3	3.4.	Pirttiniemi	8		h	k, v	4	15	6,8	13,1	1,2	0,66	3,9	2,5	19		21	12	550	<10	250	<10	7,6	82	50		ok
2692-1	15.5.	Pirttiniemi	1	1,8	h	ls, v	9,8	20	8,4	11,4	3	0,55	4,9	13,3	120		19	<2	490	<10	80	<10	7,2	24	140		ok
2692-2	15.5.	Pirttiniemi	8		h	ls, v	9,7	25	8,3	11,5	3,4	0,55	4,8	13,1	120		20	4	510	<10	81	<10	7,3	26	150		ok
2692-3	15.5.	Pirttiniemi chl 2*ns	0-4		h	ls, v	9,8																			16	
3449-1	5.6.	Pirttiniemi	1	2,4	lle	k, v	13	15	7,6	11,5	1,9	0,55	4,8	10,9	103		21	4	450	<10	<10	<10	7,1	21	100		ok
3449-2	5.6.	Pirttiniemi	5		h	k, v	12,8	15	7,6	11,5	2	0,55	4,3	10,7	101		20	3	470	<10	<10	<10	7,1	21	100		ok
3449-3	5.6.	Pirttiniemi	8		h	k, v	12,3	20	7,5	11,7	2,6	0,56	4,6	10,6	99		19	3	480	<10	14	<10	7,3	25	130		ok
3449-4	5.6.	Pirttiniemi chl 2*ns	0-5		lle	k, v	13,1																			9,6	
3994-1	26.6.	Pirttiniemi	1	2,5	h	k, v	20,5	15	7,6	11,7	2	0,57	4,3	9,2	102		21	3	330	<10	<10	<10	7,4	17	90		ok
3994-2	26.6.	Pirttiniemi	5		h	k, v	19,9	20	7,6	11,7	2,3	0,58	4,4	8,8	96		20	<2	330	<10	<10	<10	7,4	20	110		ok
3994-3	26.6.	Pirttiniemi	8		h	o, v	14	25	7,1	12,2	4,3	0,63	4,5	3	29		30	22	360	36	<10	<10	7,6	350	240		ok
3994-4	26.6.	Pirttiniemi chl 2*ns	0-5		h	k, v	20,4																			4,2	
4691-1	24.7.	Pirttiniemi	1	2,1	l	ls, v	20,5	20	7,7	11,8	2,4	0,57	4,5	9,5	106		25	6	410	<10	<10	<10	7,4	26	120		ok
4691-2	24.7.	Pirttiniemi	5		l	ls, v	20	20	7,6	11,9	2,5	0,57	4,6	9,2	101		31	8	430	<10	<10	<10	7,4	29	140		ok
4691-3	24.7.	Pirttiniemi	8		l	ls, v	18,9	25	7,1	12	5,3	0,58	4,4	6	65		35	22	440	16	<10	<10	7,4	150	250		ok
4691-4	24.7.	Pirttiniemi chl 2*ns	0-4		l	ls, v	20,5																			6,9	
5572-1	28.8.	Pirttiniemi	1	2,1	l	ls, v	20,7	10	7,9	11,8	3,3	0,57	4,9	9,8	109		19	4	410	20	<10	<10	7,6	17	60		ok
5572-2	28.8.	Pirttiniemi	5		h	ls, v	20	15	7,6	11,8	3,6	0,58	4,6	8,8	97		19	5	390	<10	<10	<10	7,6	29	130		ok
5572-3	28.8.	Pirttiniemi	8		h	ls, v	19,9	15	7,3	11,7	3,8	0,58	4,3	6,8	75		20	6	400	17	<10	<10	7,6	59	170		ok
5572-4	28.8.	2*ns	0-4		l	ls, v	20,5																			17	
7196-1	23.10.	Pirttiniemi	1	2,3	h	k, v	8,2	15	7,5	11,4	2,4	0,55	4,2	10,2	86		16	11	390	23	25	<10	7	19	120		ok
7196-2	23.10.	Pirttiniemi	8		h	k, v	8,2	15	7,5	11,5	3,1	0,56	4,1	10,3	87		16	7	380	15	21	<10	7,2	19	130		ok
7196-3	23.10.	Pirttiniemi chl 2*ns	0-4,5		h	k, v	8,2																			8,1	

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattif osfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
1633-1	3.4.	Kiikkula	1		h	k, v	0,6	15	7,4	12,9	0,33	0,6	4,7	13,9	97		29		510				8,4	<5	20		ok
1633-2	3.4.	Kiikkula	5		h	k, v	1,7	15	7,2	12,7	0,4	0,59	4,4	11,6	83		31		530				8,3	<5	30		ok
1633-3	3.4.	Kiikkula	10		h	k, v	2,4	15	7,1	12,9	0,66	0,61	4,4	10,3	75		31		530				8,5	12	40		ok
1633-4	3.4.	Kiikkula	15		h	k, v	2,9							7,7	57												
1633-5	3.4.	Kiikkula	21		lmt	k, v	4,3	25	7	15,8	2	1	4,8	0,3	2		45		770				8,1	3 200	120		ok
2696-1	15.5.	Kiikkula	1	1,9	h	ls, v	8,9	20	8,6	11,8	1,6	0,56	5,2	13,9	120		19		500				7,9	14	80		ok
2696-2	15.5.	Kiikkula	21		h	ls, v	7,1	20	7,8	12,3	2,1	0,59	5,1	13,9	110		19		530				8,5	36	140		ok
5576-1	28.8.	Kiikkula	1	2,5	l	k, v	20,1	10	7,6	12,2	2,6	0,6	4,5	8,9	98		18		410				8,2	20	60		ok
5576-2	28.8.	Kiikkula	5		l	k, v	20	10	7,5	12,2	2,5	0,6	4,6	8,7	96		25		430				8,2	23	60		ok
5576-3	28.8.	Kiikkula	10		l	ls, v	18,8	20	7	12,3	2,6	0,62	4,3	3,9	42		26		430				8,2	100	120		ok
5576-4	28.8.	Kiikkula	15		l	ls, v	13,6							0,4	4												
5576-5	28.8.	Kiikkula	21		srv	s, v	13	40	6,9	13,6	8,6	0,81	5,1	0,3	3		180		700				8	2 400	1 800		ok
7192-1	23.10.	Kiikkula	1	2,3	h	k, v	9,4	15	7,5	12,2	2,3	0,6	4,2	10,4	91		18		400				7,8	30	100		ok
7192-2	23.10.	Kiikkula	21		h	k, v	9,2	20	7,4	12,2	2,5	0,6	4,3	9,8	85		21		400				7,7	45	150		ok
428-1	31.1.	Mukkula	1	5,2	h	k, v	0,4	13	7,4	13,1	0,48		4,6	13,9	96	<2	30		510					<5	30		ok
1637-1	4.4.	Mukkula	1	5	h	k, v	0,5	15	7,5	12,8	0,64		5,1	15,3	106	<2	25		540					<5	20		ok
3453-1	5.6.	Mukkula	1	2,1	h	ls, v	12,4	15	7,6	12,1	2		4,4	10,8	101	3	23		520					31	110		ok
5581-1	28.8.	Mukkula	1	2,1	l	k, v	20,5	15	7,8	12,5	2,4		4,8	9,5	106	2,6	19		400					18	50		ok
7201-1	23.10.	Mukkula	1	2,3	h	k, v	9,5	15	7,6	12,2	2,2		4,6	10,5	92	2,6	17		400					26	110		ok
427-1	31.1.	Niemen satama	1	5,5	h	k, v	0,5	13	7,4	12,8	0,45		4,6	13,5	94	<2	30		470					<5	30		ok
427-2	31.1.	Niemen satama	5		h	k, v	0,9							11,9	83												
427-3	31.1.	Niemen satama	7		h	k, v	1,4	13	7,3	12,7	0,73		4,5	11,5	82	<2	29		510					10	50		ok
1636-1	4.4.	Niemen satama	1	3,5	h	k, v	0,4	15	7,5	12,7	0,58		4,8	14,7	102	<2	19		510					<5	20		ok
1636-2	4.4.	Niemen satama	5		h	k, v	1,6							11,8	84												
1636-3	4.4.	Niemen satama	7		h	k, v	2,2	15	7,1	12,7	0,6		4,3	10,6	77	<2	26		530					12	40		ok
3454-1	5.6.	Niemen satama	1	2,5	h	k, v	13	20	7,6	12	1,9		4,5	11,1	105	2,8	22		520					28	100		ok
3454-2	5.6.	Niemen satama	5		h	k, v	12,2							11	103												
3454-3	5.6.	Niemen satama	7		h	k, v	12,2	15	7,6	12	1,9		4,5	10,9	101	2,2	20		510					26	90		ok
5579-1	28.8.	Niemen satama	1	2,3	l	k, v	20,2	15	7,6	12,5	2		4,7	8,7	96	2,3	19		420					16	40		ok
5579-2	28.8.	Niemen satama	5		l	k, v	19,9							8,1	89												
5579-3	28.8.	Niemen satama	7		l	k, v	19,8	15	7,5	12,5	1,9		4,7	7,5	82	<2	19		400					36	70		ok
7200-1	23.10.	Niemen satama	1	2,6	h	k, v	9,2	15	7,6	12,2	2,2		4,4	9,8	85	2,1	19		410					29	100		ok
7200-2	23.10.	Niemen satama	7		h	k, v	9,2	15	7,6	12,2	2,4		4,5	10,1	88	2,7	18		400					30	110		ok

Näytenumero	Ottopvm	Ottopiste	Syvyys	Näkösyv.	Haju	Ulkonäkö	Lämpötila	Väriluku	pH	Sähkönjohtokyky	Sameus	Alkaliteetti	COD-Mn	Happi	Happikyllästys	Kiintoaine	Kok. fosfori	Fosfaattifosfori	Kok. typpi	Ammonium-typpi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	Kloridi	Mangaani	Rauta	Klorofylli-a	Esikäsittely, autoklavointi
			m				°C			mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
425-1	31.1.	Satama	1	5,5	h	k, v	0,4	13	7,4	12,7	0,5		4,6	13,5	93	<2	27		480					<5	20		ok
425-2	31.1.	Satama	5		h	k, v	0,9	13	7,3	12,3	0,65		4,3	11,7	82	<2	27		480					<5	40		ok
425-3	31.1.	Satama	10		h	k, v	1,8	13	7,1	12,6	0,95		4,1	9,3	67	<2	29		520					21	80		ok
425-4	31.1.	Satama	13,5		h	k, v	2,9	15	6,8	12,9	1,3		3,9	2,4	18	<2	35		630					410	110		ok
1634-1	4.4.	Satama	1	4,8	h	k, v	0,7	15	7,3	12,4	0,35	0,57	4,4	13,8	96	<2	27		550				8,1	<5	20		ok
1634-2	4.4.	Satama	5		h	k, v	1,6	15	7,1	12,7	0,35	0,58	4,3	11,4	82	<2	30		530				8,4	<5	20		ok
1634-3	4.4.	Satama	10		h	k, v	2,8	20	6,8	12,9	0,88	0,6	4,1	6,1	45	<2	32		570				8,3	24	50		ok
1634-4	4.4.	Satama	13,5		lmt	o, v	3,7	20	6,7	13,2	0,92	0,65	4,3	1,7	13	<2	39		620				8,3	110	50		ok
2697-1	15.5.	Satama	1	1,9	h	ls, v	8,8	20	8,3	11,8	1,9	0,56	4,9	13,6	120		19		470				7,8	18	90		ok
2697-2	15.5.	Satama	13,5		h	ls, v	7,2	20	7,9	12,2	2,7	0,58	4,9	13,9	120		18		530				8,6	28	130		ok
2697-3	15.5.	Satama chl 2*ns	0-4		h	ls, v	8,9																			16	
3450-1	5.6.	Satama	1	2,1	h	k, v	13	15	7,7	12,1	1,9		4,4	11,4	108	2,7	29		510					25	90		ok
3450-2	5.6.	Satama	5		h	ls, v	12,9	20	7,7	12,1	2		4,8	11,2	106	2,9	31		520					26	100		ok
3450-3	5.6.	Satama	10		h	ls, v	12,5	20	7,7	12	2,1		4,5	11	103	2,7	22		510					29	110		ok
3450-4	5.6.	Satama	13,5		lmt	ls, v	10,9	20	7,3	12	2,7		4,3	9,1	82	3,9	25		520					65	180		ok
5577-1	28.8.	Satama	1	2,5	l	s, v	20	10	7,6	12,2	2,3	0,6	4,7	8,6	95	2,2	21		400				8,2	20	50		ok
5577-2	28.8.	Satama	5		l	s, v	20	10	7,6	12,2	2,2	0,6	4,7	8,5	94	2,6	18		390				8,2	21	50		ok
5577-3	28.8.	Satama	10		l	s, v	17,8	30	7	12,4	4,7	0,62	4,4	3,9	41	4,8	31		450				8,2	240	200		ok
5577-4	28.8.	Satama	13,5		rv	o, v	12,8	100	7	16,3	15,1	1,2	6,7	0	0	12	500		1 800				8,1	5 800	4 700		ok
7191-1	23.10.	Satama	1	2,3	h	k, v	9,2	15	7,5	12,2	2,2	0,6	4,3	10,4	91	2,4	20		390				7,8	28	100		ok
7191-2	23.10.	Satama	13,5		h	k, v	8,8	20	7,4	12,2	4,1	0,6	4,5	9,7	84	5,2	22		400				7,8	74	250		ok
1631-1	3.4.	Siikasalmi	1	5	h	k, v	0,4	15	7,4	13,6	0,29	0,64	5	14,5	100		30		530				9	<5	10		ok
1631-2	3.4.	Siikasalmi	6		h	k, v	3	15	6,9	12,7	0,6	0,6	4,3	7,6	56		38		510				7,9	7	40		ok
2693-1	15.5.	Siikasalmi	1	1,8	h	ls, v	9,5	20	8,5	11,7	2,9	0,55	5,1	13,6	120		21		550				7,4	15	130		ok
2693-2	15.5.	Siikasalmi	6		h	ls, v	8,3	20	8,3	11,9	2,9	0,57	5	13,8	120		20		570				7,7	19	140		ok
5573-1	28.8.	Siikasalmi	1	1,8	l	k, v	20,6	15	8	12,1	3,9	0,59	5,2	10,1	112		22		430				8	18	60		ok
5573-2	28.8.	Siikasalmi	6		l	k, v	19,7	15	7,3	11,9	3	0,59	4,4	6,7	73		18		390				7,8	58	130		ok
7193-1	23.10.	Siikasalmi	1	2,3	h	k, v	8,7	15	7,5	11,8	2,1	0,58	4,4	10,4	89		18		400				7,4	22	90		ok
7193-2	23.10.	Siikasalmi	6		l	k, v	8,2	15	7,5	11,5	3,1	0,56	4,2	9,9	84		17		360				7,2	23	160		ok
1629-1	3.4.	Vaaniansalmi	1	5	h	k, v	0,3	10	7,6	11,9	0,33	0,56	4,2	15,4	106		13		320				7,2	<5	10		ok
1629-2	3.4.	Vaaniansalmi	4		h	k, v	1,2	10	7,3	11,5	0,6	0,53	4	12,5	88		16		370				6,9	<5	20		ok
2691-1	15.5.	Vaaniansalmi	1	1,9	h	ls, v	9,1	20	7,8	10,9	3	0,52	4,4	12,7	110		17		450				6,4	25	170		ok
2691-2	15.5.	Vaaniansalmi	4		h	ls, v	8,2	20	7,6	10,7	3,2	0,51	4,2	12,8	110		16		430				6,2	29	210		ok
5571-1	28.8.	Vaaniansalmi	1	2,7	l	k, v	19,9	7,5	7,6	11,2	1,9	0,55	4,1	9	99		17		340				7	17	70		ok
5571-2	28.8.	Vaaniansalmi	4		h	k, v	19,2	7,5	7,4	11,1	1,5	0,54	3,9	8,1	88		14		320				6,8	23	80		ok
7197-1	23.10.	Vaaniansalmi	1	3,2	h	k, v	9,5	15	7,5	11,1	1,4	0,53	3,7	9,9	86		14		330				6,5	41	70		ok
7197-2	23.10.	Vaaniansalmi	4		h	k, v	9,3	15	7,5	11,1	1,5	0,53	3,7	10,1	88		14		320				6,5	40	70		ok
426-1	31.1.	Vesijärven satama	1	4,6	h	k, v	0,5	13	7,4	12,8	0,48		4,6	13,3	92	<2	33		500					<5	30		ok
1635-1	4.4.	Vesijärven satama	1	4,5	h	k, v	0,6	15	7,4	13	0,42		4,6	14,2	99	<2	27		490					<5	10		ok
3451-1	5.6.	Vesijärven satama	1	2	h	ls, v	12,8	20	7,7	12,1	2		4,3	11,2	106	3	20		500					28	100		ok
5578-1	28.8.	Vesijärven satama	1	2,1	l	k, v	19,9	15	7,6	12,6	2,4		4,6	8,6	94	2,9	21		390					28	70		ok
7199-1	23.10.	Vesijärven satama	1	2	h	k, v	9,2	15	7,6	12,2	2,3		4,5	10,3	90	2,6	17		380					26	120		ok

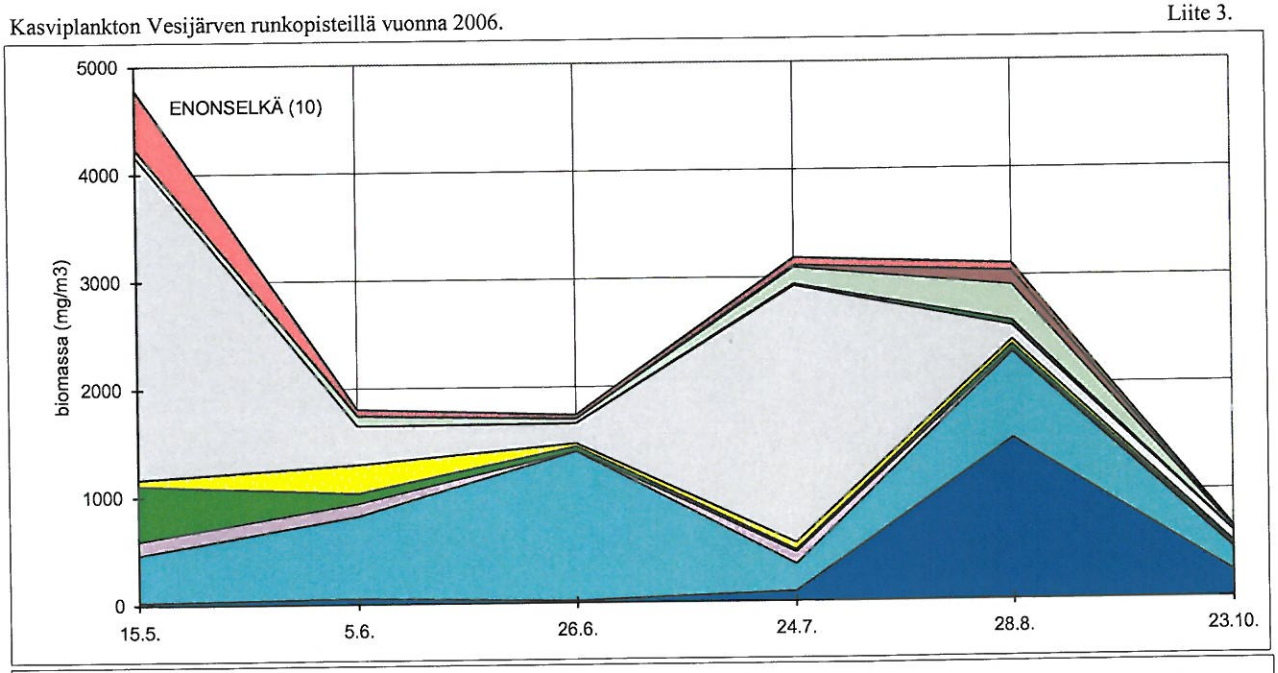
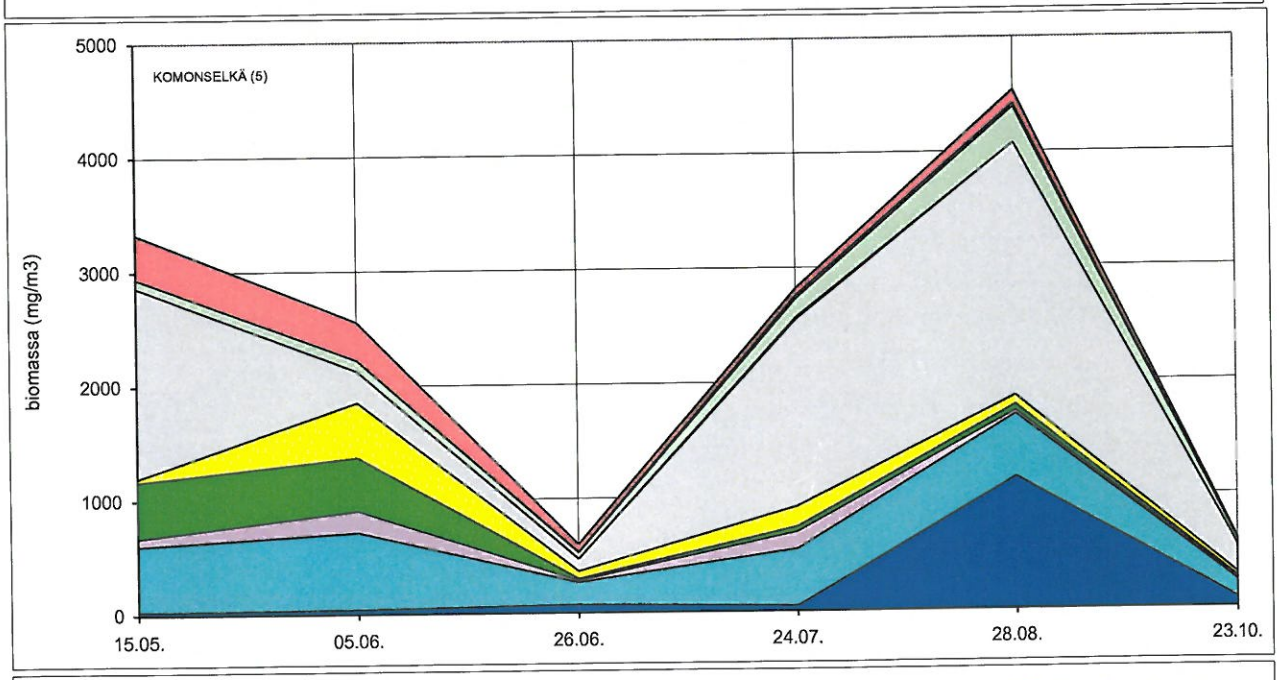
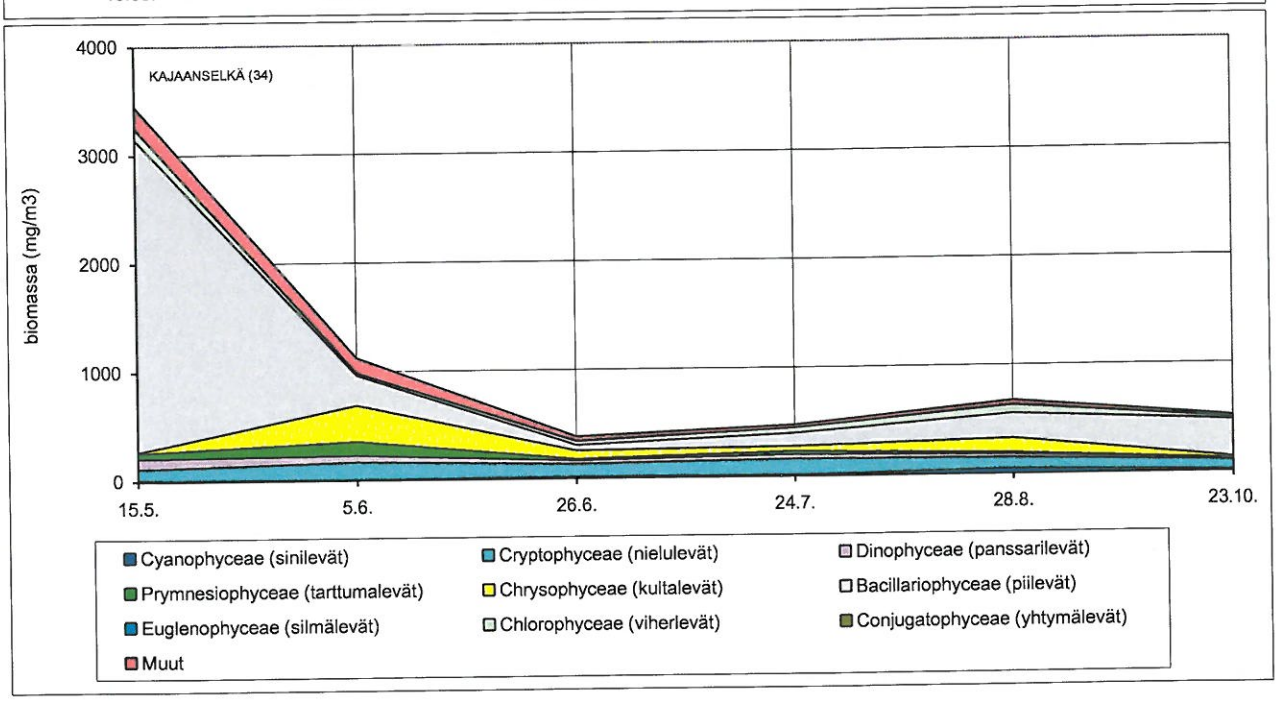
Kasviplanktonbiomassa ja eri leväryhmien %-osuudet biomassasta vuonna 2006. Liite 2.

ENONSELKÄ (10, Lankiluc	mg/m^3						%					
	15.5.	**5.6.**	**26.6.**	**24.7.**	**28.8.**	**23.10.**	15.5.	5.6.	26.6.	24.7.	28.8.	23.10.
Cyanophyceae (sinilevät)	23	52	15	89	1491	235	0	3	1	3	**48**	**36**
Cryptophyceae (nielulevät)	443	763	1389	252	798	213	9	**42**	**80**	8	26	33
Dinophyceae (panssarilevät)	130	121	5	109	21	8	3	7	0	3	1	1
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	513	90	39	21	48	17	11	5	2	1	2	3
Chrysophyceae (kultalevät)	57	268	28	70	44	29	1	15	2	2	1	4
Bacillariophyceae (piilevät)	2999	357	185	2381	133	97	**63**	20	11	**75**	4	15
Euglenophyceae (silmälevät)	0	0,8	3	15	42	0	0	0	0	0	1	0
Chlorophyceae (viherlevät)	69	92	37	156	335	24	1	5	2	5	11	4
Conjugatophyceae (yhtymälevät)	0,0	3,3	3	19	130	3,5	0	0	0	1	4	1
Muut*	548	59	36	68	69	21	11	3	2	2	2	3
Yhteensä	**4782**	**1807**	**1741**	**3181**	**3111**	**648**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
2006 keskiarvo	**2545**											

KOMONSELKÄ (5)	mg/m^3						%					
	15.05.	**05.06.**	**26.06.**	**24.07.**	**28.08.**	**23.10.**	15.05.	05.06.	26.06.	24.07.	28.08.	23.10.
Cyanophyceae (sinilevät)	29	39	70	46	1156	76	1	2	12	2	**25**	13
Cryptophyceae (nielulevät)	574	676	197	499	549	153	17	**26**	**33**	18	12	**26**
Dinophyceae (panssarilevät)	70	188	15	150	32	13	2	7	3	5	1	2
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	495	469	14	43	49	15	15	18	2	2	1	2
Chrysophyceae (kultalevät)	31	482	67	178	81	36	1	19	11	6	2	6
Bacillariophyceae (piilevät)	1665	273	106	1633	2208	242	**50**	11	18	**58**	**49**	**41**
Euglenophyceae (silmälevät)	1,7	0	4,5	18	0,5	0	0	0	1	1	0	0
Chlorophyceae (viherlevät)	76	95	53	161	312	46	2	4	9	6	7	8
Conjugatophyceae (yhtymälevät)	0,0	0,0	3	30	29	5,1	0	0	1	1	1	1
Muut*	388	334	67	62	121	11	**12**	13	11	2	3	2
Yhteensä	**3330**	**2557**	**597**	**2819**	**4537**	**595**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
2006 keskiarvo	**2406**											

KAJAANSELKÄ (34)	mg/m^3						%					
	15.5.	**5.6.**	**26.6.**	**24.7.**	**28.8.**	**23.10.**	15.5.	5.6.	26.6.	24.7.	28.8.	23.10.
Cyanophyceae (sinilevät)	8,1	3	14	10	43	13	0	0	4	2	6	2
Cryptophyceae (nielulevät)	107	166	117	148	104	90	3	15	**31**	**31**	15	17
Dinophyceae (panssarilevät)	96	61	32	42	32	4	3	5	8	9	5	1
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	50	127	13	30	13	7	1	11	3	6	2	1
Chrysophyceae (kultalevät)	8,6	332	78	44	134	19	0	**29**	20	9	**20**	4
Bacillariophyceae (piilevät)	2874	277	51	122	230	343	**83**	25	13	26	**34**	**67**
Euglenophyceae (silmälevät)	0	0,0	0	0	0	4,3	0	0	0	0	0	1
Chlorophyceae (viherlevät)	102	21	37	48,1	75	18	3	2	10	10	11	3
Conjugatophyceae (yhtymälevät)	0,0	1,2	1	2	3	4	0	0	0	0	0	1
Muut	201	140	41	26	40	15	6	12	11	5	6	3
Yhteensä	**3448**	**1127**	**383**	**472**	**674**	**515**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
2006 keskiarvo	**1103**											

*) Monadi, Craspedomonadina, Prasinophyceae, Xanthophyceae, Zooflagellata

Kasviplankton Vesijärven runkopisteillä vuonna 2006.

Liite 3.