8. KAJAANSELÄN VEDENLAATU

8.1 Vaaniansalmi

Vaaniansalmessa vesi oli kirkasta ja väritöntä maaliskuussa 2012. Ravinne-, rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat pieniä. Pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin Kajaanselällä pinnassa. Toukokuussa rauta- ja humusmäärä nousivat kevättäyskierron sekoittavan vaikutuksen takia. pH:n lievä emäksisyys ja hapen ylikyllästyneisyys viittasivat voimakkaaseen levätuotantoon. Kesän aikaista vesipatsaan kerrostumista eikä sisäistä kuormitusta todettu. Avovesiaikana vesi oli sameampaa kuin talvella.

Pinnan fosforipitoisuudessa nousi lievästi avovesiaikana. Talvella pitoisuus oli 11 µg/l ja elokuussa 17 µg/l. Fosforin pitoisuus on karun /lievästi rehevän rajalla. Typen keskimääräinen pitoisuus pinnassa oli 423 µg/l. Elokuun typpi ja fosforipitoisuuden perusteella kokonaisravinnesuhde N/P oli 22, mikä osoitti Vaaniansalmen fosforirajoitteiseksi.

8.2 Kajaanselän syvänteen yleinen vedenlaatu

Kajaanselän syvänteen (34) ja Vaaniansalmen vesi on hyvin samanlaista (taulukko 12). Vaaniansalmi on matala ja altis tuulten aiheuttamille vedenlaadun muutoksille. Kajaanselällä 40 m syvänteessä vaikuttavat enemmän kerrostumisilmiöt ja ajoittain on todettavissa myös pohjavesivaikutusta.

Kajaanselän väriluku oli pinnassa 7,5–15 mgPt/l, mikä kuvaa kirkasta vettä. Pohjasta mitatut lievää ruskeutta osoittavat väriluvut 20–25 mgPt/l johtuvat mm humuksesta, sekä rauta- ja mangaaniflokeista, joita muodostuu hapettomuuden seurauksena. Kemiallinen hapenkulutus, COD, oli pinnassa noin 4 mgO2/l, mutta nousi pohjassa kerrostuneisuuskausina tasolle 5 mgO_2/l.

Talvella 2012 päällysvesi oli kirkasta, alle 0,5 NTU. Keskikesällä päällysveden samentuminen (2 NTU) johtui kasviplanktonista. Alusvesi oli sameinta kesällä, jolloin mitattiin 5-6 NTU -arvoja.

Sähkönjohtavuuden arvot olivat 11–12 mS/m ja alkaliteetti noin 0,55 mmol/l. Talvikerrostuneisuuskauden aikaan pohjanläheisyydessä hapettomuuden seurauksena johtokyky ja alkaliteetti nousivat ja pH laski yläpuoliseen vesikerrokseen nähden. Alkaliteetti oli enimmillään maaliskuussa pohjassa 0,8 mmol/l. Heinä-elokuussa 2012 alkaliteetin vertikaalierot olivat pieniä, vaikka pH-arvo muuttuikin syvyyden mukaan.

Taulukko 12. Kajaanselän vedenlaatu keskimäärin 1 m syvyydessä Vaaniansalmen ja Kajaanselän syvänteen havaintopaikoilla v. 2012

Havaintopaikka, v. 2012	n, kpl	Sameus, NTU	Väriluku, mgPt/l	pH	Johtokyky, mS/m	Alkaliteetti, mmol/l	CODMn, mg/l	Kloridi, mg/l	Mangaani, µg/l	Rauta, µg/l
Vaaniansalmi	4	2,0	14	7,7	10	0,52	4,4	6,7	16	67
Kajaanselkä	8	1,7	14	7,6	11	0,53	4,2	6,5	24	46

8.3 Happitilanne ja sisäinen kuormitus

Helmikuussa alusveden happitilanne oli heikko (34 % kyllästysaste) ja maaliskuussa pohja oli lähes hapeton (10 % kyllästysaste).

Harppauskerros muodostui 10 - 15 metrin tuntumaan, jonka alapuolella happi väheni huomattavasti talven edetessä. Alusvedessä kokonaistypen pitoisuus kasvoi samanaikaisesti. Typestä noin 20 % oli nitraattimuotoisena ja noin 40 % ammoniumtyppenä. Pohjassa fosforia oli maaliskuussa enimmillään 63 µg/l, josta 75 % oli fosfaattifosforina. Mangaanin pitoisuus oli maaliskuussa 2012 melko alhainen, 3900 µg/l, ja raudankin pitoisuus jäi vain 200 µg/l.

Toukokuun täyskierron aikaan vesipatsas ylikyllästyi lievästi (108 %). Lämpötilakerrostuminen alkoi jo toukokuussa ja kesäkuun alussa alusveden kyllästysaste oli 88 %. Kesäkuun lopulla happikyllästys oli 60 % 30 m syvyydellä ja heinäkuussa alle 30 % jo 15 m syvyydestä alkaen.

Heinäkuussa happea oli alusvedessä vielä noin 20 % täyskyllästyksestä, mutta elokuussa alusvesi oli hapeton. Sisäinen kuormitus jäi kuitenkin maaliskuuhun verrattuna lieväksi: alusvedestä mitattiin heinä-elokuussa enimmillään fosforia 38 µg/l.

Lokakuun näytekierroksella veden lämpötila oli 9,8 astetta ja happitilanne hyvä. Kerrostuneisuutta oli havaittavissa ainoastaan raudan ja typen suhteen.

8.4 Ravinnepitoisuudet ja kokonaisravinnesuhde

Kajaanselän 1 m fosforipitoisuus oli keskimäärin 14 µg/l ja typpipitoisuus 390 µg/l vuosikeskiarvona Pitoisuudet eivät ratkaisevasti poikenneet avovesikauden keskiarvoista (taulukko 13). Keskimääräinen fosforipitoisuus kuvaa karua / keskirehevää vesistöä. Avovesikaudella päällysveden (1m) kokonaistypen ja -fosforin ns. minimiravinnesuhde oli Kajaanselällä keskimäärin 25 (taulukko 13). Vesialue oli ns. fosforirajoitteinen, jolloin fosfori on tuotantoa rajoittava ravinne. Suurimmillaan N/P suhdeluku, 38, oli kesäkuun alussa ja pienin arvo, 19, todettiin elo- ja lokakuussa (liite 8).

Fosfaattifosforin osuus vesipatsaan kokonaisfosforista vaihteli talvella pinnan noin 20 %:sta pohjan 60:een %. Alkukesästä koko vesipatsaan fosfaatti oli leviin sitoutunut, mutta lämpötilakerrostuneisuuden synnyn ja alkavan hapettomuuden myötä fosfaattia alkoi kertyä alusveteen jo kesäkuun lopussa. Keskikesällä 70 - 80 % alusveden fosforista oli leville käyttökelpoisena fosfaattifosforina. Suurin mitattu pohjan läheinen pitoisuus oli 29 µg/l.

Keskikesällä alusvedestä mitattiin fosforia enimmillään 38 µg/l ja typpeä 580 µg/l.

Epäorgaaninen typpi sitoutui keväällä nopeasti leviin. Pinnassa nitraatti- tai ammoniumtypen pitoisuudet olivat pieniä vielä keskikesällä, mutta alusvedessä niiden osuus oli 40 - 50 % kokonaistypen määrästä. Valtaosa epäorgaanisesta typestä oli nitraattityppeä. Nitraattitypen osuus oli suurin keskikesällä harppauskerroksen alapuolella. Suurin mitattu pitoisuus oli 290 µg/l.

Kajaanselällä tilavuuspainotetun kokonaisfosforin pitoisuus oli maaliskuussa 10 µgP/l ja elokuussa 21 µgP/l. Vastaavasti kokonaistypen tilavuuspainotettu pitoisuus oli talvella 414 µgN/l ja kesällä 399 µgN/l. Tilavuuspainotetun fosforin talvi- ja kesäaikainen ero on suurin 2000-luvulla todettu. Typen tilavuuspainotetut pitoisuudet pysyivät viime vuosien tasolla (liitteet 6 ja 7).

Taulukko 13. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Vesijärven Kajaanselällä 2002 - 2012. Vuodesta 2007 alkaen kasviplanktonin laskenta perustuu SYKE:n antamiin biovolyymeihin.

Vuosi	Kok.N, µg/l	Kok.P, µg/l	N/P	Klorofylli-a, µg/l	Kasviplanktonin biomassa mg/m³
Kajaanselkä	1 m	1 m		2*näkösyvyys,	kokoomanäyte
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
2010	363	18	22	7,3	1 012
2011	343	14	25	4,6	754
2012	387	16	26	7,7	1 615

8.5 Kajaanselän levätuotanto ja rehevyys

Levätuotannon voimakkuutta kuvaavan klorofylli-a:n maksimipitoisuus, 18 µg/l, todettiin vasta lokakuussa piileväkukinnan aikaan (liite 9). Keskikesällä klorofyllin määrä oli karuhkolle vesistölle tyypillisellä 3 - 4 µg/l - tasolla. Klorofylli-a:n keskiarvo oli 7,6 µg/l. Klorofyllipitoisuuden perusteella Kajaanselkä oli keskirehevä vesistö (mesotrofinen).

8.5.1 Kasviplankton Kajaanselällä vuonna 2012

Kajaanselän kasviplanktonbiomassa oli keskimäärin 1 615 mg/m^3, mikä on keskirehevää vesistöä kuvaava biomassa-arvo (liite 11). Kuuden mittauskerran kokonaisbiomassa oli 9600 mg/m^3, josta haitallisten sinilevien osuus oli 17 %. Taksoneita oli vähiten toukokuussa, 439 kpl ja eniten, 80 kpl, elokuussa.

Kajaanselällä oli koko avovesikauden 2012 runsaasti piilevää. Alku- ja keskikesällä esiintyi myös kultaleviä. Keskikesällä nielulevät olivat yleisiä.

Toukokuussa piileviä oli puolet leväbiomassasta. Yleisimpiä olivat *Eupodiscales* -suvun levät. *Asterionella formosa* -piilevää oli 6 % piilevistä. Nielulevistä *Rhodomonas lacustris v. nannoplanctica* -laji oli yleisin ja sen lisäksi tavattiin *Cryptomonadales* -lajeja. Kasviplanktonin biomassa oli 560 mg/m^3.

Kesäkuun alussa kultalevät yleistyivät suhteessa piileviin, joita kuitenkin oli vielä 39 % biomassasta. *Asterionella formosa* -piilevän osuus oli 9 % ja *Aulacoseira ambigua* -piilevän 11 %. *Dinobryon sociale* -

kultalevän biomassaosuus oli 11 % ja *Gymnodinium helveticum* -panssarilevän osuus 12 %. Kokonaisbiomassa oli 1 340 mg/m^3.

Kesäkuun lopussa piilevien osuus biomassasta oli liki 70 % ja nieluleviä oli lähes 20 %. *Asterionella formosa* ja *Tabellaria flocculosa v. asterionelloides* edustivat kumpikin 25 - 30 % piileväbiomassasta. *Rhodomonas lacustris v. nannoplanctica* -nielulevän osuus biomassasta oli 15 %. Kokonaisbiomassa oli 700 mg/m^3.

Heinäkuussa Kajaanselän kasviplankton oli minimissään, 440 mg/m^3. Nielulevien valtalajeja olivat *Rhodomonas lacustirs* ja *Cryptomonas spp.*, joita kumpaakin oli 7-8 % biomassasta. Kultalevien osuus oli kesän suurin, 34 %, ja *Mallomonas caudata* -lajia oli lähes viidennes levistä.

Elokuussa piileviä oli 45 % Kajaanselän 960 mg/m^3 leväbiomassasta. Valtalaji oli *Tabellaria flocculosa v. asterionelloides*, jota oli 17 % biomassasta. *Asterionella formosa*n osuus oli 9 %. Nielulevistä eniten oli *Rhodomonas lacustirs*ta (10 %), minkä lisäksi *Gryptomonadales* -lajeja oli runsaasti (n. 6 %).

Lokakuussa kasviplanktonissa oli käytännössä vain piilevää *Aulacoseira* -sukuun kuuluvaa piilevää. Kokonaisbiomassa oli 5 700 mg/m^3, mikä oli korkein todettu biomassamäärä Kajaanselällä.

9. YHTEENVETO

Vesijärvestä juoksutettu Kariniemen purkutunnelin huuhteluvesimäärä on pienentynyt. Nykyisin Vesijärvestä otettava laimennus- ja huuhteluvesimäärä on enää pari prosenttia 1980-luvun määrästä. Vuonna 2012 vettä johdettiin Porvoonjokeen 0,11 milj. m^3, mikä oli 0,02 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 0,1 senttimetrin vesikerrosta järvessä.

Kymijärven voimalaitos otti Vesijärvestä 47,4 milj. m^3 jäähdytysvettä. Jos koko lämpöenergia (1 246 TJ) olisi johdettu kerralla Enonselälle, sen lämpötila olisi noussut 1,3 °C. Tehostettua lämpötila- tai klorofylliseurantaa ei vuonna 2012 toteutettu, koska lämpötilaylityksiä ei ollut.

Enonselälle kohdistuu tarkastelualueista voimakkaimpana Lahden kaupungin vaikutus, mikä ilmenee mm kohonneina kloridipitoisuuksina ylivirtaamakausina ja ranta-alueiden samentumisena kesäsateiden jälkeen. Enonselän vesi on yleisesti vähähumuksista ja melko kirkasta. Ajoittain Enonselällä on voimakasta leväsamentumaa. Kasviplanktonin vaikutus näkyy veden emäksisinä pH-arvoina. Happikadosta kärsivissä syvänteissä sähkönjohtavuus nousee ja pH laskee. Enonselkää on hapetettu joulukuusta 2007 alkaen.

Lankiluodon ja Myllysaaren syvänteissä (Satama 33) talvikerrostuneisuutta ei vuonna 2012 hapetuksen takia muodostunut. Myös Kiikkulan syvänteen happitilanne oli talvella 2012 poikkeuksellisen hyvä. Isosaaren syvänteen alueella sen sijaan alusveden happitilanne oli lopputalvesta heikko.

Lankiluodossa vesipatsas lämpeni kun lämmintä pintavettä sekoittui hapetuksen seurauksena alempiin kerroksiin. Syvänne alkoi hitaasti kerrostua kesäkuussa. Heinä-elokuussa alusvesi oli hapeton. Hapeton jakso oli lyhyempi kuin 2000-luvun alkupuolella, jolloin hapetusta ei ollut.

Fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista oli vuonna 2012 poikkeuksellisen korkea. Jopa 2/3 fosforista oli leville käyttökelpoisena fosfaattifosforina. Suurin todettu alusveden fosforipitoisuus oli 76 µg/l elokuussa. Typen pitoisuudet Enonselällä olivat vuonna 2012 pinnassa edellisvuosien tasolla noin, 500 µg/l. Suurin todettu pitoisuus oli Isonsaaren syvänteen hapettomasta alusvedestä mitattu 1100 µgN/l elokuussa.

Tilavuuspainotettu typpipitoisuus on talvella ollut viimevuosina tasolla 500 µg/l, mutta kesällä pitoisuus on vaihdellut välillä 400 - 700 µg/l. Vuonna 2012 tilavuuspainotettu typen pitoisuus oli talvella 557 µg/l ja kesällä 450 µg/l. Talviaikainen fosforipitoisuus on aiemmin ollut noin 25 µg/l ja kesäaikainen 30 - 40 µg/l. Maaliskuussa 2012 tilavuuspainotettu fosforipitoisuus oli 27 µg/l ja elokuinen 39 µg/l.

Kokonaisravinnesuhde oli alkuvuodesta 2012 Enonselällä voimakkaasti fosforirajoitteinen, mutta keskikesällä ravinnesuhde kääntyi yhteisrajoitteiseksi.

Toukokuussa Lankiluodon kasviplanktonissa vallitsivat *Eupodiscales* -piilevät. Nielulevät yleistyivät kesäkuun alussa, mutta loppukuussa piilevät olivat jälleen yleisin leväryhmä. Heinäkuun lopuilla sini-, nielu- ja viherlevien biomassaosuudet olivat liki yhtä suuret, 20 - 30 %. Kasviplanktonin biomassa oli tuotantokauden korkein, 1 700 mg/m^3. Elokuussa todettiin suurimat sinileväpitoisuudet: haitallista *Planktothrix agardii*- lajia oli eniten ja sitä todettiin merkittävinä määrinä planktonissa vielä lokakuussa. Lokakuun valtaryhmä oli kuitenkin piilevät ja *Eupodiscales* ja *Stephanodiscus* lajit. Kuuden mittauskerran keski-

määräinen kasviplanktonin biomassa oli 1 240 mg/ m^3. Sinilevissä oli runsaasti haitallisia *Anabaena* ja *Woronichinia*-lajeja./m^3. Kokonaisbiomassasta, 7 420 mg/m^3, haitallisten sinilevien osuus oli 34 %.

Enonselän avovesikauden keksimääräinen päällysveden fosforipitoisuus, sekä klorofylli-a:n pitoisuus olivat vuonna 2012 lievästi rehevän (eurofisen) vesistön tasolla. Kasviplanktonin biomassa jäi kuitenkin keskirehevää vesistöä kuvaavalle tasolle.

Pirttiniemi **Komonselällä** on keskirehevä ja lievästi humuksinen vesialue. Lähivaluma-alueelta tulevat huuhtoumat saattavat ajoittain näkyä Pirttiniemen veden laadun tuloksissa. Alusveden happitilanne oli kohtuullinen vuonna 2012 helmi-maaliskuussa, kun täyttä hapettomuutta ei ilmennyt.

Lankiluodosta Pirttiniemeen siirryttäessä typpipitoisuus aleni 5 % ja fosforipitoisuus 11 % vuonna 2012. Vuoteen 2011 verrattuna ravinnetaso ja levätuotanto olivat korkeampia.

Kasviplankton oli alkukesästä piilileväpältainen. Hainäkuussa sinilevissä oli runsaasti haitallisia *Anabaena* ja *Woronichinia*-lajeja. Elokuussa sinileviä enemmän planktonissa oli piileviä. Lokakuussa kasviplanktonin biomassa oli kauden suurin, 3 540 mg/m^3. Piilevää oli 91 % biomassasta ja niistä yleisin laji oli *Aulacoseira ambigua* (48 %). Kuuden mittauskerran kokonaisbiomassa oli 11 030 mg/m^3, josta haitallisten sinilevien osuus oli 17 %. Keskimäärin Pirttiniemessä oli kasviplanktonia 1 840 mg/m^3.

Kajaanselällä happikato ja sisäinen kuormitus ovat muita alueita lievempiä ja vesi on kirkasta ja vähähumuksista. Maaliskuussa 2012 alusvesi oli hapeton. Typen ja ammoniumtypen pitoisuudet nousivat ja ammoniumtypen osuus oli 40 % kokonaistypestä. Kokonaisfosforista, 63 µg/l, oli fosfaattifosforina 75 %. Keskikesän kerrostuneisuuskaudella alusvedestä todetut ravinne-, rauta- ja mangaanipitoisuudet jäivät huomattavasti maaliskuuta alhaisimmiksi, vaikka alusvesi oli elokuussa hapeton.

Kajaanselän tuotantotaso vaihtelee karun ja keskirehevän rajalla. Vuoden 2012 klorofylli-a –pitoisuus ja kasviplanktonin biomassa olivat keskireheväksi luokiteltavan vesistön tasolla. Kajaanselkä on selvästi fosforirajoitteinen vesistöalue. Komonselältä Kajaanselälle siirryttäessä fosforipitoisuus aleni 36 % ja typpipitoisuus 17 % vuonna 2012.

Piileviä oli vuonna 2012 jatkuvasti Kajaanselän kasviplanktonissa. Piilevistä vallitsivat toukokuussa *Eupodiscales* –piilevät ja kesäkuusta alkaen *Asterionella*, *Aulaoceira* ja *Tabellaria* -lajit. Lokakuussa 2012 kasviplanktonbiomassa oli 5 700 mg/m^3, mikä on korkein todettu biomassa Kajaanselällä. Piilevät oli *Aulacoseira* –suvun lajeja. Piileväkukinnan aikaan mitattiin klorofylli-a:ta 18 µg/l, mikä oli vuoden 2012 korkein pitoisuus Vesijärvellä.

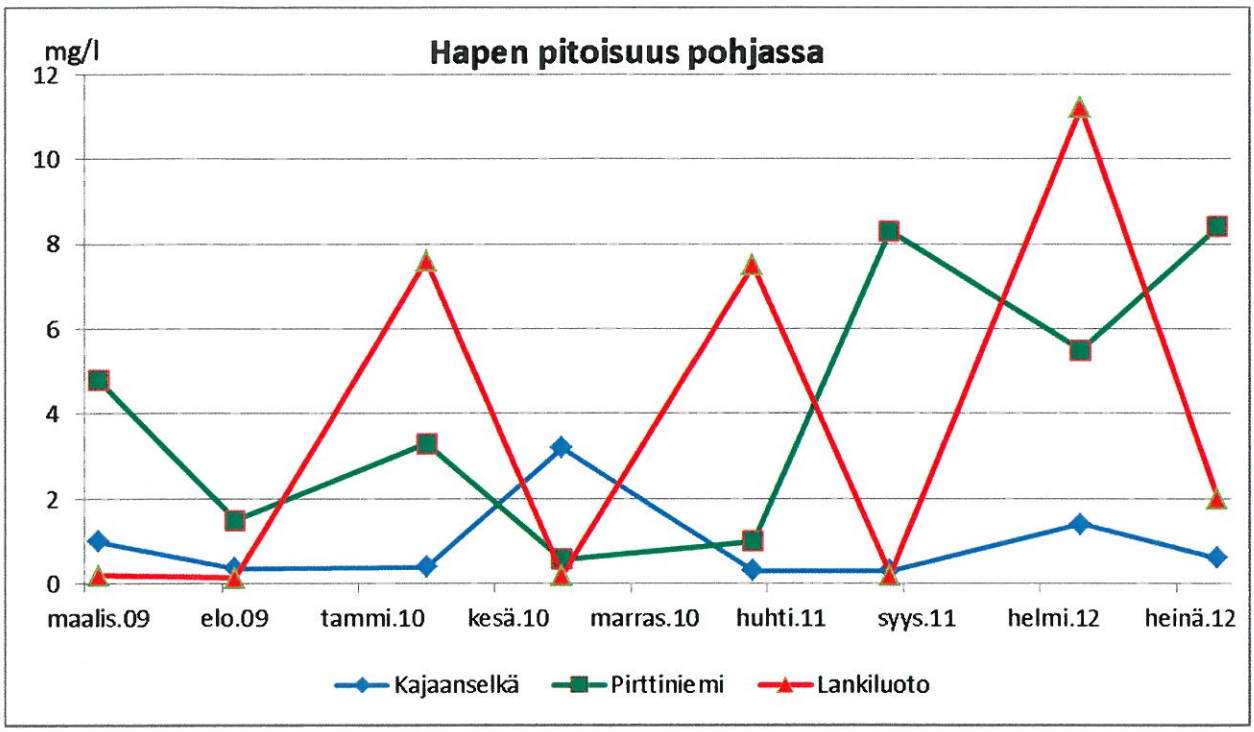
10. VESIJÄRVEN VEDENLAADUN KEHITYS VUOSINA 2009-2012

Enonselän, ja ennen kaikkea Lankiluodon syvänteen tilaan vaikuttaa hapetus voimakkaasti. Kuvassa 3 erottuvat talvikaudet nykyisin hyvänä happitilanteena, mutta kesällä syvänne on hapeton. Hapettimien toimintaa säädetään nykyisin siten että kerrostumista pääsee kesällä tapahtumaan. Siten halutaan ylläpitää järven normaalia kiertoa.. Komonselän Pirttiniemen happitilanne vaihtelee vuosittain sää- ja valumaolojen mukaan. Kajaanselällä talven ja kesän tilanne on pysynyt samana tarkastelujaksolla.

Vuonna 2009 sisäinen kuormitus Lankiluodon syvänteessä oli voimakasta (taulukko 14). Kasviplanktonin biomassa oli vuosikeskiarvona tarkastelujakson korkein. Alkukesästä piilevät vallitsivat planktonissa. Heinä-elokuussa sinilevät yleistyivät: alkuvaiheessa *Anabaena lemmermannii* oli valtalaji, mutta lokakuussa *Planktothrix agardhii* –laji yleistyi.

Vuonna 2010 kasviplanktonin sukkessio ja lajisto oli hyvin samanlainen kuin vuonna 2009. Biomassa ja levätuotanto klorofyllinä mitattuna jäivät kuitenkin edellisvuotta alhaisemmaksi. Vuonna 2010 Lankiluodon syvänne oli heinä-elokuussa lähes hapeton, mutta sisäinen kuormitus oli vähäistä vuoteen 2009 verrattuna. Vuosi ja etenkin kesä olivat lämpöiset.

Vuonna 2011 hapetettujen syvänteiden tila erosi selvästi normaaleista, ei hapetetuista alueista. Talvella Lankiluodon syvänteen happitilanne oli hyvä, mutta kesällä hapeton jakso oli pitkä ja hapeton alue laaja. Hapetus vaikutus ei ulotu Kiikkulan syvänteeseen, missä maaliskuussa 2011 todettiin pohjassa typpeä 2 200 µg/l. ja elokuussa 2011 fosforia 360 µg/l. Fosforipitoisuus on yksi tarkkailuhistorian suurimmista pitoisuuksista. Maaliskuussa 2003 todettu suurin pitoisuus oli 730 µg/l. Fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista on tarkastelujaksolla ollut usein yli 70 %, mikä on omiaan edistämään levien kasvua.



Kuva 3. Vesijärven runkopisteiden happitilanne pohjan läheisyydessä talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausina 2009-2012.

Taulukko 14. Vesijärven runkopisteiden pohjan läheinen vedenlaatu vuosina 2009- 2012 talvi ja kesäkerrostuneisuuskausina

Paikka	Ottopvm	Kok.-typpi µg/l	Nitraatti-typpi µg/l	Nitriitti-typpi µg/l	Ammonium-typpi	Kok.-fosfori µg/l	Fosfaatti-fosfori	Mangaani µg/l	Rauta µg/l
Kajaanselkä	maalis.09	1000	77	<10	720	140	110	3200	1100
	elo.09	510	220	<3	27	40	26	490	65
	maalis.10	880	24	8	520	62	35	5400	250
	elo.10	500	190	<3	<10	30	14	360	140
	maalis.11	1700	<4	<2	1200	54	33	8400	160
	elo.11	590	280	<2	13	33	26	340	66
	maalis.12	960	260	4	340	63	47	3900	200
	elo.12	580	290	<2	9	38	29	150	51
Pirttiniemi	maalis.09	640	280	<10	28	25	14	66	200
	elo.09	510	<7	<3	140	48	31	450	190
	maalis.10	590	270	<3	<10	24	10	350	45
	heinä.10	580	<7	<3	110	200	170	1600	1200
	maalis.11	600				23	16	140	85
	elo.11	410	<4	<2	4	29	13	41	230
	maalis.12	590				22	14	26	170
	elo.12	400	<4	<2	<4	22	5	22	50
Lankiluoto	maalis.09	1400	<10	<10	940	430	270	2900	3900
	elo.09	1600	<7	<3	1300	70	37	7500	280
	maalis.10	570	220	<3	25	30	19	170	120
	elo.10	610	65	6	170	60	31	1500	140
	maalis.11	540	190	<2	27	24	18	120	130
	elo.11	550	65	3	89	56	44	720	200
	maalis.12	580	290	<2	<4	27	19	23	84
	elo.12	610	160	4	41	110	85	570	460

Vuonna 2011 nielulevät olivat yleisin ryhmä toukokuulta heinäkuun puoliväliin saakka. Niiden lisäksi panssarileviä esiintyi toukokuun alussa ja piileviä kesäkuun alussa. Ensimmäinen sinilevähuippu ajoittui heinäkuun loppuun, toinen lokakuulle. Sinilevät eivät kuitenkaan esiintyneet samanlaisena massana kuin vuosina 2009 ja 2010.

Vuoden 2012 happitilanne Enonselällä oli aiempaa parempi, mutta vesipatsas lämpeni voimakkaasti pohjaa myöten. Elokuussa 2012 Lankiluodon syvänteestä mitattiin kiintoainesta 10 mg/l, mikä on poikkeavan korkea pitoisuus. Fosforia oli 110 mg/l. Kasviplankton oli vuonna 2012 pii- ja nielulevävaltaista. Sinilevää, ennen kaikkea *Planktothrix agardii*- lajia esiintyi elo-lokakuussa. Keskimääräinen leväbiomassa oli tarkastelujakson pienin.

Enonselän kokonaistypen pitoisuus on tarkastelujaksolla ollut noin 500 µg/l ja fosforipitoisuus vaihdellut välillä 22 - 30 µg/l pintanäytteissä. Klorofylli-a pitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan perusteella vuoden 2009 levätuotanto oli voimakkain. Tyypillisesti Enonselällä alkukesä on piilevävaltainen ja keskikesästä alkaen sinilevät yleistyvät. Automaattiasemien aineisto tukee perinteisin menetelmin tehtävää tutkimusta, mutta toistaiseksi menetelmä vaatii huolellisen laadunvarmistuksen ja aineiston kalibroinnin.

Kajaanselälle on tyypillistä, että talvikerrostuneisuuskauden aikaan sisäinen kuormitus on voimakkaampaa kuin kesäkerrostuneisuuden aikaan. Kerrostuneisuuskausina Kajaanselän syvänteen mangaanipitoisuus nousee muita alueita voimakkaimmin. Alusveden fosforipitoisuus nousee harvoin yli 50 µg/l. Muutamilla näytteenottokerroilla on pohjanläheisten näytteiden laatu ollut poikkeava, pohjavesivaikutukseen viittaava. Veden keskimääräisten ravinnepitoisuuksien vaihtelu on Kajaanselällä ollut varsin vähäistä. Typpeä on vuosina 200- - 2012 ollut pinnassa 340 - 390 µg/l ja fosforia 14 -1 8 µg/l. Kajaanselän ravinnesuhteet ja tuotanto-olot suosivat piileviä, jotka samentavat veden ja limoittavat pinnat ja kalan pyydykset. Piilevien massaesiintymä syksyllä 2012 oli aiempaa voimakkaampi. Piilevistä yleisempiä *Eupodiscales* –suvun lajit, *Asterionella formosa ja Aulacoseira sp.*

Komonselän Pirttiniemessä veden laadun ja vesipatsaan talvi- ja kesäkerrostuneisuuden syntyminen ja vahvuus vaihtelevat vuosittain. Vaihtelua aiheutuu sateisuudesta ja tuulisuudesta johtuen. Lähivalumaalue on maa- ja metsätalousvaltainen eikä Enonselälle tyypillistä kloridipitoisuuden vaihtelua ole havaittavissa. Vuonna 2011 alusveden hapettomuutta ilmeni jo helmikuussa, ja alue oli täysin hapeton maalis- ja heinäkuussa. Heinäkuussa 2011 sisäinen kuormitus oli erittäin voimakasta: alusveden fosforipitoisuus, 270 µg/l, oli suurin 2000 –luvulla todettu pitoisuus. Vuonna 2012 happitilanne oli kohtalainen ja sisäisen kuormituksen määrä vähäinen. Komonselän alueen kasviplanktontuotanto on selkävesistä vaihtelevin. Ajoittain alue on ollut voimakkaasti piilevien samentama.

Lahdessa 8. päivänä elokuuta 2013

RAMBOLL FINLAND OY

Ramboll Analytics

Outi Salonen
yksikön päällikkö

Paula Jäntti
limnologi

11. KIRJALLISUUS

Ambiotica 2012: Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön – vuoden 2011 tulokset. –Tutkimusraportti 55/2012.

Ambiotica 2013: Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön – vuoden 2012 tulokset. –Tutkimusraportti 46/2013.

Malinen, T., Vinni, M, Ruuhijärvi, J, ja Ala-Opas P.2013: Vesijärven Enonselän ravintoverkkotutkimuksen kalatutkimukset vuosina 2009-2012. Helsingin yliopisto ja Riista- ja kalataloden tutkimuslaitos. - Moniste 26 s

Ketola M. & Vakkilainen K. 2012: Vesijärven automaattiasemien vertailunäytteenotto ja kalibrointiaineisto.- Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos. –julkaisematon aineisto-.

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

Nykänen M., Vakkilainen K. ja Kairesalo T.2010: Vesijärven automaattiasemien vertailunäytteenotto. Kalibrointiraportti mittauskaudelta 2010. –JVP-hanke, raportti Vesijärvisäätiölle 4.1.2011. – Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos. -Moniste 21 s.

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

Vesi-Eko Oy (2012): Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2011. –Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. –Moniste 13 s.

Vesi-Eko Oy (2013): Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2012. –Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. –Moniste 13 s.

LIITE 1 VESIJÄRVEN VELVOITETARKKAILUN TULOKSET 2012

Lahti Aqua Oy Lahti Energia Oy

Vesijärven velvoitetarkkailun tulokset 2012.

Näytteen nii	Ottopai vä	Näyt.ot m	Näkösyv. m	Maks. syv. m	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila °C	Sameus NTU	Väriluku mg Pt/l	pH	Sähkönjoht. mS/m	Alkalitetti mmol/l	Happipitoisuus mg/l	Happikyllästys %	Kiintoaine mg/l	CODMn mg/l	Kloridi (Cl) mg/l	Typpi (N), kokonais- µg/l	Nitraattityppi (NO3- µg/l	Nitriittityppi (NO2- µg/l	Ammoniumtyppi µg/l	Fosfori (P), µg/l	Fosfaattifosfori µg/l	Klorofylli-a µg/l	Mangaani (Mn) µg/l	Rauta (Fe) µg/l
Kajaanselkä	7.2.	1	4,1	40	k, v	h	0,5	0,45	10	7,5	11	0,54	14,2	98		4,3	6,8	410	100	<2	<4	11	6		<5	39
Kajaanselkä	7.2.	10			k, v	h	1,3						12,6	89												
Kajaanselkä	7.2.	15			k, v	h	1,6						11,5	82												
Kajaanselkä	7.2.	20			k, v	h	1,7	1,4	15	7,2	11	0,52	10,8	77		4,2	6,3	460	150	<2	18	16	8		47	65
Kajaanselkä	7.2.	25			k, v	h	1,9						9,6	69												
Kajaanselkä	7.2.	30			ls	l	2						9,0	65												
Kajaanselkä	7.2.	35			ls	l	2,1						8,2	59												
Kajaanselkä	7.2.	39			ls, lke	smt	2,3	3,4	20	7,1	12	0,93	4,6	34		4,7	6,4	830	130	<2	340	38	23		2400	170
Kajaanselkä	13.3.	1	5	4	k,v	h	0,6	0,33	7,5	7,5	11	0,54	13,4	93		3,9	6,9	400	120	<2	<4	9	4		<5	21
Kajaanselkä	13.3.	10			k,v	h	1,7						11,4	82												
Kajaanselkä	13.3.	15			k,v	l	2						9,9	72												
Kajaanselkä	13.3.	20			k,v	h	2,2	1,6	10	7,1	11	0,54	8,8	64		3,9	6,6	460	210	<2	<4	15	10		61	50
Kajaanselkä	13.3.	25			k,v	h	2,3						7,1	52												
Kajaanselkä	13.3.	30			ls,v	l	2,4						6,1	45												
Kajaanselkä	13.3.	35			ls,v	l	2,5						4,4	32												
Kajaanselkä	13.3.	39			ls,ke	l	2,7	3,3	20	7,2	13	0,78	1,4	10		5	6,6	960	260	4	340	63	47		3900	200
Kajaanselkä	9.5.	0-6			k,v	h	5,8																	5		
Kajaanselkä	9.5.	1	3,1	4	k,v	h	5,9	2	15	7,7	10	0,54	13,5	108		4,2	6,5	460	140	3	<4	12	<2		20	51
Kajaanselkä	9.5.	39			k,v	h	4,2	2,5	15	7,6	10	0,57	12,9	99		4,2	6,5	460	140	<2	9	16	3		66	64
Kajaanselkä	4.6.	0-6			k,v	h	12,4																	10		
Kajaanselkä	4.6.	1	3	40	k,v	h	12,7	2,6	15	7,7	11	0,49	10,8	102		4,5	6,1	420	54	2	6	14	<2		11	33
Kajaanselkä	4.6.	10			k,v	h	11,8						10,3	95												
Kajaanselkä	4.6.	15			k,v	h	10,6						10,3	93												
Kajaanselkä	4.6.	20			k,v	h	9,9	2,2	15	7,4	11	0,5	10,2	90		4,3	6	440	90	2	30	13	<2		24	37
Kajaanselkä	4.6.	25			k,v	h	9,4						10,1	88												
Kajaanselkä	4.6.	30			ls,v	h	9,2						10,1	88												
Kajaanselkä	4.6.	35			ls.v	h	9						10,2	88												
Kajaanselkä	4.6.	39			ls.v	h	8,8	3	20	7,3	11	0,5	10,0	86		4	6,1	470	110	4	65	20	6		170	68
Kajaanselkä	25.6.	0-5			k,v	h	16,4																	3		
Kajaanselkä	25.6.	1	2,5	40	k,v	h	17,2	2	15	7,7	11	0,54	9,2	96		4	6,4	340	12	<2	13	14	<2		12	53
Kajaanselkä	25.6.	10			k,v	h	14,7						8,6	85												
Kajaanselkä	25.6.	15			k,v	h	12						7,7	71												
Kajaanselkä	25.6.	20			k,v	h	11	3,3	25	7,3	11	0,52	7,2	65		3,6	6,4	460	100	3	55	17	5		31	42
Kajaanselkä	25.6.	25			k,v	h	10,8						7,0	63												
Kajaanselkä	25.6.	30			k,v	h	10,7						7,0	63												
Kajaanselkä	25.6.	35			ls,v	h	10,6						6,9	62												
Kajaanselkä	25.6.	39			ls,v	h	10,5	6,8	25	7,2	11	0,53	6,6	59		5,1	6,5	500	120	4	68	27	14		120	91
Kajaanselkä	31.7.	0-5			k,v	h	20,1																	4		
Kajaanselkä	31.7.	1	3	40	k,v	h	20,3	2,1	15	7,7	11	0,54	8,9	98		4,2	6,4	360	8	9	7	14	3		17	52
Kajaanselkä	31.7.	10			k,v	h	18,1						6,8	72												
Kajaanselkä	31.7.	15			v	h	12,3						3,1	29												
Kajaanselkä	31.7.	20			v	h	11,5	4,3	20	7,0	11	0,54	2,6	24		3,7	6,4	540	270	11	5	29	19		140	73
Kajaanselkä	31.7.	25			v	h	11,1						2,4	22												
Kajaanselkä	31.7.	30			v	h	11						2,3	21												
Kajaanselkä	31.7.	35			v	h	10,9						2,2	20												
Kajaanselkä	31.7.	39			v	h	10,8	5,6	20	7,0	11	0,57	2,1	19		3,7	6,4	580	290	13	14	38	26		160	57
Kajaanselkä	13.8.	0-6			ls,v	lle	18,1																	6,4		
Kajaanselkä	13.8.	1	3	40	lv,v	lle	18,2	1,4	15	7,7	11	0,51	9,0	95		4,2	6,4	360	<4	<2	5	19	4		41	26
Kajaanselkä	13.8.	10			ls,v	l	17,5						8,5	89												
Kajaanselkä	13.8.	15			ls,v	h	12,6						1,5	14												
Kajaanselkä	13.8.	20			ls,ke	h	11,3	3,6	20	6,9	11	0,51	0,8	7		3,7	6,4	570	290	<2	<4	32	25		130	53
Kajaanselkä	13.8.	25			ls,ke	h	11,2						0,7	6												
Kajaanselkä	13.8.	30			ls,ke	h	11,1						0,8	7												
Kajaanselkä	13.8.	35			ls,ke	h	11						0,6	5												
Kajaanselkä	13.8.	39			ke	l	11	4	20	6,9	11	0,51	0,6	5		3,8	6,4	580	290	<2	9	38	29		150	51
Kajaanselkä	17.10.	0-4			ls,ke	h	9,8																	18		
Kajaanselkä	17.10.	1	2	40	ls,ke	h	9,8	2,7	20	7,5	11	0,5	10,7	94		4,3	6,6	380	27	<2	5	20	3		40	94
Kajaanselkä	17.10.	39			ls,ke	h	9,8	3,5	20	7,6	10	0,5	10,7	94		4,3	6,5	500	27	<2	5	18	3		46	120

Näytteen nii	Ottopai vä	Näyt.ot m	Näkös yv. m	Maks. syv. m	Ulko-näkö	Haju	Lämpö-tila °C	Sameus NTU	Väriluku mg Pt/l	pH	Sähkönj oht. mS/m	Alkalitee tti mmol/l	Happipit oisuus mg/l	Hapen kyllästys %	Kiintoain e mg/l	CODMn mg/l	Kloridi (Cl) mg/l	Typpi (N), kokonais- µg/l	Nitraattity ppi (NO3- µg/l	Nitriittityp pi (NO2- µg/l	Ammoniu mtyppi µg/l	Fosfori (P), µg/l	Fosfaattif osfori µg/l	Klorofylli-a µg/l	Mangaani (Mn) µg/l	Rauta (Fe) µg/l
Vaaniansalmi	13.3.	1	5	5	k,v	h	0,7	0,7	7,5	7,4	11	0,52	13,8	96		4	6,7	420				11			8	40
Vaaniansalmi	13.3.	4			k,v	h	1,5	0,33	7,5	7,5	11	0,56	12,5	89		4,3	7	410				10			<5	29
Vaaniansalmi	9.5.	1	2,5	5	k,v	h	7,3	3,1	20	7,9	10	0,53	13,1	109		4,5	6,5	500				13			15	120
Vaaniansalmi	9.5.	4			k,v	h	4,8	2,7	20	7,7	10	0,53	13,0	101		4	6,4	430				11			24	82
Vaaniansalmi	13.8.	1	2,2	5	ls,ke	lle	18,5	2,3	15	7,9	10	0,51	9,2	98		4,7	6,9	380				17			15	34
Vaaniansalmi	13.8.	4			ls,ke	lle	17,7	2,5	15	7,7	10	0,5	8,9	93		4	6,6	360				15			16	40
Vaaniansalmi	17.10.	1	1,8	5	ls,ke	h	9,5	2	15	7,6	10	0,5	10,9	95		4,4	6,6	390				16			26	75
Vaaniansalmi	17.10.	4			ls,ke	h	9,1	2,5	20	7,7	10	0,51	10,8	94		4,4	6,6	400				17			23	88
Pirttiniemi	7.2.	1	2,6	9	k, v	h	0,6	1,7	10	7,4	11	0,53	13,6	95		4,4	7,3	540	210	<2	<4	21	13		<5	80
Pirttiniemi	7.2.	8			k	h	2,7	2,3	15	7,0	11	0,55	8,1	60		4,4	6,7	560	220	<2	9,4	17	10		25	150
Pirttiniemi	13.3.	1	3,4	9	k,v	h	0,7	1,2	10	7,5	12	0,54	13,4	93		4,3	7,4	480				19	9		<5	70
Pirttiniemi	13.3.	8			k,v	h	2,3	2,2	20	7,0	12	0,59	5,5	40		4,4	7,1	590				22	14		26	170
Pirttiniemi	9.5.	0-5			ls,ke	h	7,3																	8		
Pirttiniemi	9.5.	1	2,4	9	ls,ke	h	7,4	4,8	25	8,4	10	0,53	13,9	116		5,1	6,9	580	230	3	<4	18	3		11	140
Pirttiniemi	9.5.	8			ls,ke	h	6,9	4,6	25	8,3	11	0,53	13,5	111		5,2	6,9	600	230	3	<4	17	2		13	190
Pirttiniemi	4.6.	0-4			ls,ke	lle	13,3																	10		
Pirttiniemi	4.6.	1	2	9	ls,ke	lle	13,5	3	20	7,7	12	0,51	10,5	101		5,1	6,8	480	64	3	7	23	2		12	49
Pirttiniemi	4.6.	8			ls,ke	lle	12,4	3,7	20	7,6	11	0,51	10,0	94		4,9	6,7	430	63	3	10	18	3		15	53
Pirttiniemi	25.6.	0-4			ls,ke	lle	16,7																	10		
Pirttiniemi	25.6.	1	1,9	9	ls,ke	lle	16,8	4,3	25	7,7	12	0,55	9,2	95		5,1	7,3	440	6	<2	7	26	5		20	58
Pirttiniemi	25.6.	8			ls,ke	h	16,2	5	25	7,6	12	0,55	8,5	86		4,9	7,2	450	9	<2	18	25	3		25	65
Pirttiniemi	31.7.	0-4			ke	lle	21																	7		
Pirttiniemi	31.7.	1	2,3	9	ke	lle	21,2	2,5	15	7,7	11	0,57	8,8	99		4,8	7,3	420	20	<2	7	24	4		18	34
Pirttiniemi	31.7.	8			ls, ke	lle	19,2	6	30	7,3	11	0,58	4,9	53		4,7	7,2	370	21	<2	14	33	13		130	100
Pirttiniemi	13.8.	0-4			ls,ke	lle	18,6																	10		
Pirttiniemi	13.8.	1	2,1	9	ls,ke	lle	18,7	2,5	20	7,9	11	0,52	9,4	101		4,3	7,3	420	<4	<2	<4	33	7		17	40
Pirttiniemi	13.8.	8			ls,ke	lle	17,7	3,3	20	7,7	11	0,52	8,4	88		4,8	7,1	400	<4	<2	<4	22	5		22	50
Pirttiniemi	17.10.	0-4			ls,ke	h	8,8																	10		
Pirttiniemi	17.10.	1	1,8	9	ls,ke	h	8,8	3,3	20	7,6	11	0,53	10,4	90		4,9	7,2	460	65	<2	8	28	8		16	130
Pirttiniemi	17.10.	8			ls,ke	h	8,8	3,4	20	7,6	11	0,52	10,3	89		4,9	7,3	450	63	<2	9	22	7		16	140
Siikasalmi	13.3.	1	3	7	k,v	h	0,7	0,67	10	7,5	12	0,56	13,2	92		4,5	8,2	650				24			<5	39
Siikasalmi	13.3.	6			k,v	h	2,7	1,6	15	7,1	12	0,55	9,2	68		4,4	7,4	550				20			14	100
Siikasalmi	9.5.	1	2,2	7	o,ke	h	8,3	5,8	30	8,8	11	0,64	14,0	119		6	7,4	820				21			13	180
Siikasalmi	9.5.	6			o,ke	h	6,5	4	30	8,8	11	0,57	14,4	117		5,3	7,5	610				18			12	140
Siikasalmi	10.8.	1	1,8	7	ls, ke	lle	18,2	4,6	20	7,6	11	0,58	9,1	97		5	7,5	420				31			31	79
Siikasalmi	10.8.	6			ls, ke	lle	18,2	4,4	20	7,6	11	0,58	8,8	93		5	7,5	410				32			33	89
Siikasalmi	17.10.	1	1,8	7	ls,ke	h	9,3	3	20	7,3	11	0,53	10,1	88		5	7,7	470				32			19	110
Siikasalmi	17.10.	6			ls,ke	h	9,1	3,2	20	7,4	11	0,53	10,2	88		4,8	7,5	470				27			18	130
Isosaari	13.3.	1	3,2	18	k,v	h	0,8	0,8	10	7,4	12	0,54	13,0	91		4,4	7,9	500				34			<5	44
Isosaari	13.3.	10			k,v	h	1,8	2	20	7,2	12	0,54	10,5	75		4,8	7,8	740				26			12	120
Isosaari	13.3.	15			k,v	h	2,2						8,8	64												
Isosaari	13.3.	17			k,v	h	2,6	4,1	35	7,0	13	0,58	6,4	47		6,8	7,8	1100				35			68	310
Isosaari	9.5.	1	2,1	18	ls,ke	h	6,7	3,5	25	9,0	11	0,56	14,7	120		5,4	8,1	610				20			11	71
Isosaari	9.5.	17			ls,ke	h	5,1	5	25	8,2	11	0,56	13,4	105		5,4	8,1	610				25			24	120
Isosaari	10.8.	1	2	18	ls, ke	lle	18,2	3,8	20	7,5	11	0,58	8,2	87		5,2	7,9	450				35			40	82
Isosaari	10.8.	10			ls, ke	lle	18,2	3,1	20	7,5	11	0,59	8,0	85		5	7,8	430				34			19	41
Isosaari	10.8.	15			ls, ke	lle	17,6						2,3	24												
Isosaari	10.8.	17			ls, ke	lle	17,5	6	20	6,9	12	0,63	1,3	14		4,9	7,9	540				84			130	150
Isosaari	17.10.	17			ls,ke	h	9,6	4,5	20	7,4	11	0,54	9,9	87		5	8	500				39			30	220
Isosaari	17.10.	1	1,8	18	ls,ke	h	9,6	2,5	20	7,4	11	0,54	9,8	86		4,9	8	490				38			22	110

Näytteen nii	Ottopai vä	Näyt.ot m	Näkös yv. m	Maks. syv. m	Ulko-näkö	Haju	Lämpö-tila °C	Sameus NTU	Väriluku mg Pt/l	pH	Sähkönj oht. mS/m	Alkalitee tti mmol/l	Happipit oisuus mg/l	Hapen kyllästys %	Kiintoain e mg/l	CODMn mg/l	Kloridi (Cl) mg/l	Typpi (N), kokonais- µg/l	Nitraattity ppi (NO3- µg/l	Nitriittityp pi (NO2- µg/l	Ammoniu mtyppi µg/l	Fosfori (P), µg/l	Fosfaattif osfori µg/l	Klorofylli-a µg/l	Mangaani (Mn) µg/l	Rauta (Fe) µg/l
Kiikkula	12.3.	1	3,5	22	k, v	h	0,7	0,64	10	7,4	12	0,57	13,5	94		4,7	8,2	540				25			<5	41
Kiikkula	12.3.	10			k, v	h	1,8	1,2	15	7,2	12	0,56	10,9	78		4,4	8,3	540				26			18	60
Kiikkula	12.3.	15			k, v	h	1,9						10,9	79												
Kiikkula	12.3.	21			k, v	h	2	1,6	15	7,2	12	0,56	10,6	77		4,3	8,5	550				27			24	70
Kiikkula	9.5.	1	2,1	22	ls,ke	h	5,7	3,2	30	8,9	11	0,56	14,4	115		5,2	8,2	570				19			13	83
Kiikkula	9.5.	21			ls,ke	h	5,1	4,8	30	8,5	11	0,55	14,0	110		5,3	8,2	570				22			24	140
Kiikkula	10.8.	1	1,8	22	ke	lle	18,2	5,2	20	7,6	11	0,57	8,6	91		5	8	450				39			61	140
Kiikkula	10.8.	10			ke	lle	18,4	4,8	20	7,6	11	0,59	8,6	92		5,2	7,8	450				40			51	110
Kiikkula	10.8.	15			ls, ke	lle	18,4						8,7	93												
Kiikkula	10.8.	21			ls, ke	lle	18,4	16	25	7,6	11	0,58	8,5	91		5,5	7,8	450				67			85	130
Kiikkula	17.10.	1	1,8	22	ls,ke	h	9,7	2,5	20	7,5	11	0,54	9,8	86		4,9	8	470				36			24	100
Kiikkula	17.10.	21			ls,ke	h	9,7	4,3	20	7,4	11	0,54	9,6	84		5,1	8	480				41			38	200
Kahvisaari	12.3.	1	3,1	4	k, v	h	0,7	0,85	10	7,4	12	0,57	13,6	95	<2,0	4,6	8,2	500				26			<5	37
Kahvisaari	12.3.	3			k, v	h	2,8	1,1	15	7,5	13	0,57	13,3	98	<2,0	4,5	11	510				23			6	59
Kahvisaari	25.5.	1	1,8	4	k,v	l	14,8			8,0								530				23				
Kahvisaari	14.6.	1	2	4	v	lle	18,2			8,3								540				21				
Kahvisaari	9.7.	1	21	4	s,v,kp	sle	19,5			7,8								480				25				
Kahvisaari	10.8.	1	1,7	4	ls, ke	lle	18	5,3	20	7,9	11	0,58	9,7	102	6,5	5,3	8,1	450				36			30	120
Kahvisaari	10.8.	3			ls, ke	lle	18	6	20	7,8	11	0,58	9,3	98	6,8	5,3	8,2	470				37			39	200
Kahvisaari	24.8.	1	0,9	4	ls,ke	lle	17,8			7,3								500				43				
Kaksossaaret	12.3.	1	3,5	5	k, v	h	0,6	0,8	10	7,5	13	0,58	13,9	97	<2,0	4,7	8,4	500				26			<5	42
Kaksossaaret	12.3.	4			k, v	h	1,5	1,1	10	7,3	12	0,55	12,0	86	<2,0	4,6	8	560				25			6	61
Kaksossaaret	25.5.	1	1,8	5	k,v	l	14,9			8,3								530				20				
Kaksossaaret	14.6.	1	2,6	5	v	lle	17,9			8,2								520				25				
Kaksossaaret	9.7.	1	22	5	s,v,kp	lle	19,7			7,9								470				35				
Kaksossaaret	10.8.	1	1,7	5	ls, ke	lle	18,2	4,1	20	7,6	11	0,59	8,9	94	5,4	5,3	7,8	450				40			26	42
Kaksossaaret	10.8.	4			ls, ke	lle	18,1	4,5	20	7,7	11	0,58	9,0	95	5,4	5,2	7,8	450				36			39	94
Kaksossaaret	24.8.	1	1,4	5	ls,ke	lle	17,8			7,4								470				37				
Satama	12.3.	1	3,1	13,5	k, v	h	0,9	0,7	10	7,4	12	0,55	13,3	93		4,3	7,9	510				27			<5	41
Satama	12.3.	10			k, v	h	2	1,3	15	7,2	12	0,55	10,5	76		4,3	8,1	540				26			23	75
Satama	12.3.	13			k, v	h	2,1	1,5	15	7,2	12	0,56	10,5	76		4,2	8,1	550				26			26	74
Satama	9.5.	1	2,2	14,5	ls,ke	h	6,3	2,4	25	8,9	11	0,55	14,9	121		5,3	8,2	540				19			13	84
Satama	9.5.	14			ls,ke	h	5,3	4,7	25	8,6	11	0,57	13,7	108		5,4	8,2	590				27			21	160
Satama	10.8.	1	1,8	14,5	ke	lle	18,2	4,3	20	7,6	11	0,58	8,8	93		5,2	7,8	440				39			48	130
Satama	10.8.	10			ke	lle	18,2	5,5	20	7,6	11	0,59	8,8	93		5,1	7,8	500				37			34	61
Satama	10.8.	14			ls, ke	l	18,1	9,3	25	7,6	11	0,58	8,7	92		5,3	7,8	460				48			51	77
Satama	17.10.	14			ls,ke	h	9,5	2,6	20	7,5	11	0,54	9,8	86		4,8	8,1	470				39			23	110
Satama	17.10.	1	1,8	14,5	ls,ke	h	9,5	2,7	20	7,5	11	0,54	9,9	87		4,8	8	460				38			24	110

Näytteen nii	Ottopai vä	Näyt.ot	Näkösyv.	Maks. syv.	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila	Sameus	Väriluku	pH	Sähkönjoht.	Alkalitetti	Happipitoisuus	Hapen kyllästys	Kiintoaine	CODMn	Kloridi (Cl)	Typpi (N), kokonais-	Nitraattityppi (NO3-	Nitriittityppi (NO2-	Ammoniumtyppi	Fosfori (P),	Fosfaattifosfori	Klorofylli-a	Mangaani (Mn)	Rauta (Fe)
		m	m	m			°C	NTU	mg Pt/l		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Lankiluoto	7.2.	1	2,9	30	k, v	h	0,8	1,2	10	7,4	12	0,53	13,3	93		4,3	7,6	550	220	<2	<4	26	19		7	60
Lankiluoto	7.2.	10			k, v	h	1,6						11,6	83												
Lankiluoto	7.2.	15			k, v	h	1,7	1,7	15	7,3	12	0,54	11,4	82		4,4	7,9	570	250	<2	6,7	27	19		22	86
Lankiluoto	7.2.	20			k, v	h	1,7						11,4	82												
Lankiluoto	7.2.	25			k, v	l	1,8						11,7	84												
Lankiluoto	7.2.	29			k, v	l	1,9	2	15	7,2	12	0,54	10,8	78		4,4	7,9	610	270	<2	8	28	21		32	99
Lankiluoto	12.3.	1	3,5	30	k, v	h	0,8	0,77	10	7,4	12	0,55	13,3	93	<2,0	4,4	8	530	240	<2	<4	30	18		<5	40
Lankiluoto	12.3.	10			k, v	h	1,9						11,2	81												
Lankiluoto	12.3.	15			k, v	h	1,9	1,4	15	7,3	12	0,55	11,4	82	<2,0	4,4	8,4	600	290	<2	<4	26	20		20	74
Lankiluoto	12.3.	20			k, v	h	2						11,4	82												
Lankiluoto	12.3.	25			k, v	h	2						11,2	81												
Lankiluoto	12.3.	29			k, v	h	2,1	1,5	15	7,3	12	0,56	11,2	81	<2,0	4,4	8,5	580	290	<2	<4	27	19		23	84
Lankiluoto	9.5.	0-5			ls,ke	h	5,8																	17		
Lankiluoto	9.5.	1	2,2	30	ls,ke	h	5,8	2,6	30	8,8	11	0,57	14,8	118		5,4	8,1	580	190	4	<4	22	2		14	99
Lankiluoto	9.5.	29			ls,ke	h	5	5,6	30	8,3	11	0,56	13,5	106		5,4	8,2	580	180	2	11	24	5		37	100
Lankiluoto	25.5.	1	2,1	30	k,v	l	14,7			8,0								520				15				
Lankiluoto	4.6.	-4,5			ls,ke	lle	13,2																	9		
Lankiluoto	4.6.	1	2,3	30	ls,ke	lle	13,5	2,1	25	7,7	12	0,52	10,6	102		6,8	7,6	570	140	4	13	27	4		22	77
Lankiluoto	4.6.	10			ls,ke	lle	12,2						9,6	89												
Lankiluoto	4.6.	15			ls,ke	lle	11,7	4,1	25	7,4	12	0,52	9,0	83		5	7,7	520	150	3	28	24	7		30	170
Lankiluoto	4.6.	20			ls,ke	lle	10,1						7,6	67												
Lankiluoto	4.6.	25			ls,ke	l	9,5						6,8	60												
Lankiluoto	4.6.	29			ls,ke	l	9,3	5,2	25	7,1	12	0,53	6,6	57		4,6	7,7	510	160	3	71	39	22		130	120
Lankiluoto	14.6.	1	2,8	30	v	lle	18,6			8,3								520				25				
Lankiluoto	9.7.	1	22	30	s,v,kp	sle	20,3			8,2								470				29				
Lankiluoto	25.6.	0-4			ls,ke	lle	16,7																	6		
Lankiluoto	25.6.	1	2	30	ls,ke	lle	16,6	3	25	7,6	12	0,56	8,9	91		5	8,1	460	56	3	32	30	9		18	61
Lankiluoto	25.6.	10			ls,ke	lle	15,6						8,4	84												
Lankiluoto	25.6.	15			ls,ke	lle	14,2	4,9	30	7,3	12	0,56	6,0	58		4,5	8,1	490	100	5	70	36	20		45	96
Lankiluoto	25.6.	20			ls,ke	l	13,8						5,4	52												
Lankiluoto	25.6.	25			ls, ske	l	13,7						5,3	51												
Lankiluoto	25.6.	29			ls,ske	l	13,6	10	40	7,2	12	0,56	4,9	47		4,8	8,1	560	110	5	90	58	38		88	110
Lankiluoto	31.7.	0-4			ls, ke	lle	20,7																	8		
Lankiluoto	31.7.	1	2,3	30	ke	lle	20,9	2,6	20	7,8	11	0,58	9,2	103		5,2	7,9	420	17	<2	<4	23	2		18	36
Lankiluoto	31.7.	10			ls, ke	lle	18						4,3	45												
Lankiluoto	31.7.	15			ls, ke	lle	17,1	6,1	30	7,1	12	0,63	2,3	24		4,6	7,9	500	140	10	60	72	56		140	100
Lankiluoto	31.7.	20			ls, ke	l	16,9						2,2	23												
Lankiluoto	31.7.	25			ls, ke	l	16,8						1,8	19												
Lankiluoto	31.7.	29			ls, ke	l	16,6	7	30	7,1	12	0,63	1,4	14		4,6	7,9	570	170	10	74	96	86		200	140
Lankiluoto	10.8.	1	1,8	30	ls, ke	lle	18,4	4,1	20	7,5	11	0,58	8,2	87	4,9	5,2	7,8	440	12	<2	11	37	15		65	140
Lankiluoto	10.8.	10			ls, ke	lle	18,4						8,3	88												
Lankiluoto	10.8.	15			ls, ke	lle	18,3	4,5	20	7,5	11	0,59	8,3	88	4,8	4,9	7,8	430	11	<2	12	39	17		60	140
Lankiluoto	10.8.	20			ls, ke	lle	17,6						3,1	32												
Lankiluoto	10.8.	25			ls, ke	lle	17,6						2,6	27												
Lankiluoto	10.8.	29			ls, ke	lle	17,6	11	25	7,0	11	0,61	2,0	21	10	5	7,8	610	160	4	41	110	85		570	460
Lankiluoto	10.8.	0-4			ls, ke	lle																		13		
Lankiluoto	24.8.	1	1,3	30	ls,ke	lle	17,8			7,2								450				38				
Lankiluoto	17.10.	0-4			ls,ke	h	9,7																	7		
Lankiluoto	17.10.	1	1,8	30	ls,ke	h	9,7	2,9	20	7,5	11	0,54	9,6	84		5	8	480	76	3	33	37	22		24	110
Lankiluoto	17.10.	29			ls,ke	h	9,7	6,5	20	7,5	11	0,56	9,4	83		5,1	8	490	81	3	34	50	33		52	360

Metallit: Esikäsittely autoklaavi typpihappo tai mikroaaltohajotus

LIITE 2.1 KASVIPLANKTON JA BIOMASSAOSUUDET 2012, LANKILUOTO

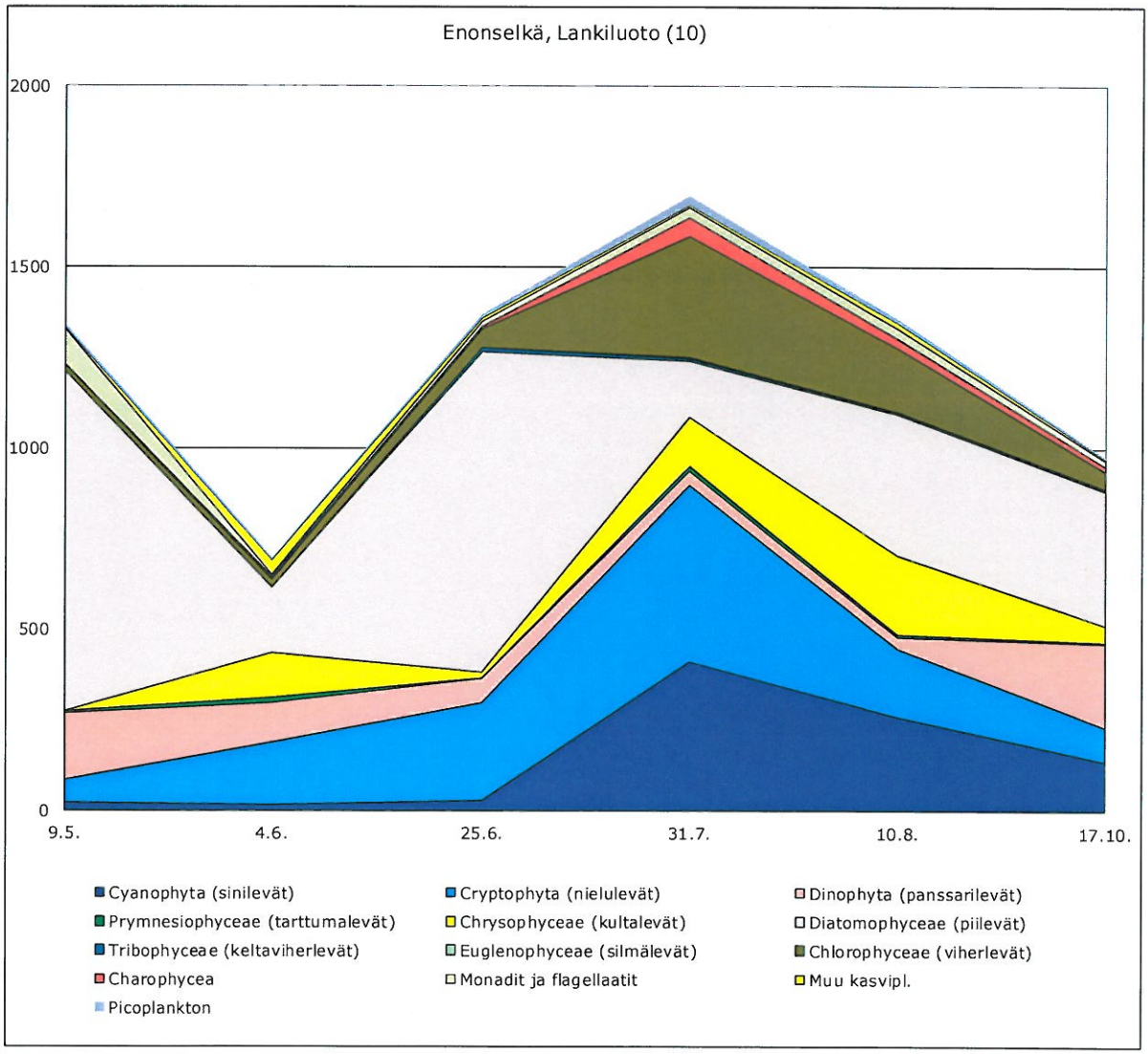
Kasviplanktonbiomassa ja eri leväryhmien %-osuudet biomassasta vuonna 2012.

ENONSELKÄ (10, Lankiluoto) mg/m3

	9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	10.8.	17.10.
Cyanophyta (sinilevät)	22	16	28	411	259	136
Cryptophyta (nielulevät)	63	172	270	488	188	95
Dinophyta (panssarilevät)	184	110	67	39	32	231
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	5	13	0,97	12	7	2,8
Chrysophyceae (kultalevät)		124	16	136	218	47
Diatomophyceae (piilevät)	938	181	884	155	390	370
Tribophyceae (keltaviherlevät)			11	6,6	3,4	4
Euglenophyceae (silmälevät)		0,6		3	3,01	2,1
Chlorophyceae (viherlevät)	18	21,0	53	334	176	48
Charophycea	2	6	6	52	26	14
Picoplankton	9	6	10	26	10	5
Monadit ja flagellaatit	97	7	14	28	28	16
Muu kasvipl.	5,0	41	10,3	7	16	5,2
Yhteensä	**1342**	**697**	**1370**	**1697**	**1357**	**976**
keskiarvo	**1240**					

%

9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	10.8.	17.10.
1,6	2,3	2,0	**24,2**	**19,1**	**13,9**
4,7	**24,7**	**19,7**	**28,7**	13,9	9,7
13,7	**15,8**	4,9	2,3	2,4	**23,7**
0,4	1,9	0,1	0,7	0,5	0,3
0,0	17,8	1,2	8,0	16,1	4,8
69,9	**26,0**	**64,5**	9,1	**28,8**	**37,9**
0,0	0,0	0,8	0,4	0,3	0,5
0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2
1,3	3,0	3,8	**19,7**	13,0	4,9
0,1	0,9	0,5	3,1	1,9	1,4
0,7	0,8	0,7	1,5	0,8	0,5
7,2	0,9	1,0	1,6	2,1	1,6
0,4	5,9	0,8	0,4	1,2	0,5
100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



LIITE 2.2 KASVIPLANKTON JA BIOMASSAOSUUDET 2012, PIRTTINIEMI

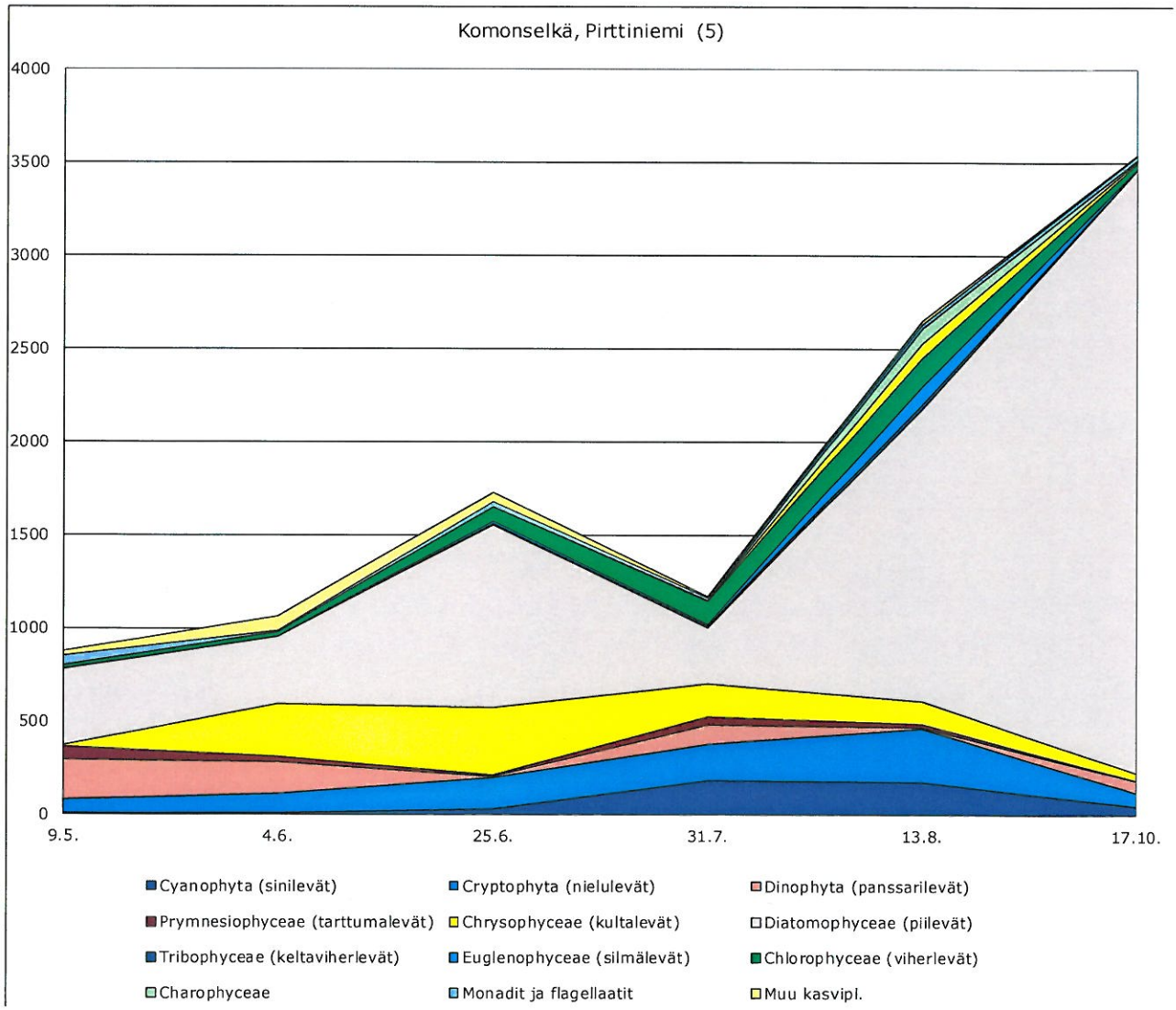
Kasviplanktonbiomassa ja eri leväryhmien %-osuudet biomassasta vuonna 2012.

KOMONSELKÄ (5, Pirttiniemi) mg/m3

	9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	13.8.	17.10.
Cyanophyta (sinilevät)	8	9	31	185	177	48
Cryptophyta (nielulevät)	74	104	169	194	287	74
Dinophyta (panssarilevät)	213	172	6	104	7	64
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	70	26	7	43	17	2
Chrysophyceae (kultalevät)	7	283	362	177	121	40
Diatomophyceae (piilevät)	408	361	979	300	1570	3237
Tribophyceae (keltaviherlevät)	3	2	7	9	22	
Euglenophyceae (silmälevät)	1	0	13,1	9	98	4,2
Chlorophyceae (viherlevät)	16	21	76	124	152	31
Charophyceae	0,7	0,7	0,6	3	80,0	9
Picoplankton	5,7	3,2	21,0	10	34,0	10
Monadit ja flagellaatit	51	6	27	14	22,7	23
Muu kasvipl.	25	78	50	8	19	2,3
Yhteensä	**882**	**1067**	**1749**	**1179**	**2607**	**3544**
keskiarvo	**1838**					

%

	9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	13.8.	17.10.
Cyanophyta (sinilevät)	0,9	0,8	1,8	**16**	6,8	1,3
Cryptophyta (nielulevät)	8	10	10	**16**	**11,0**	2,1
Dinophyta (panssarilevät)	**24**	**16,1**	0,4	9	0,3	1,8
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	7,9	2,5	0,4	3,6	0,7	0,1
Chrysophyceae (kultalevät)	1	27	**21**	**15**	4,6	1,1
Diatomophyceae (piilevät)	**46**	**34**	**56**	**25**	**60**	**91**
Tribophyceae (keltaviherlevät)	0,4	0,2	0,4	0,8	0,8	0,0
Euglenophyceae (silmälevät)	0,1	0,0	0,7	0,8	3,8	0,1
Chlorophyceae (viherlevät)	1,8	2,0	4,4	11	5,8	0,9
Charophyceae	0,1	0,1	0,0	0,2	3,1	0,2
Picoplankton	0,6	0,3	1,2	0,8	1,3	0,3
Monadit ja flagellaatit	5,7	0,6	1,5	1,2	0,9	0,7
Muu kasvipl.	2,8	7,3	2,9	0,6	0,7	0,1
Yhteensä	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



LIITE 2.3 KASVIPLANKTON JA BIOMASSAOSUUDET 2012, KAJAANSELKÄ

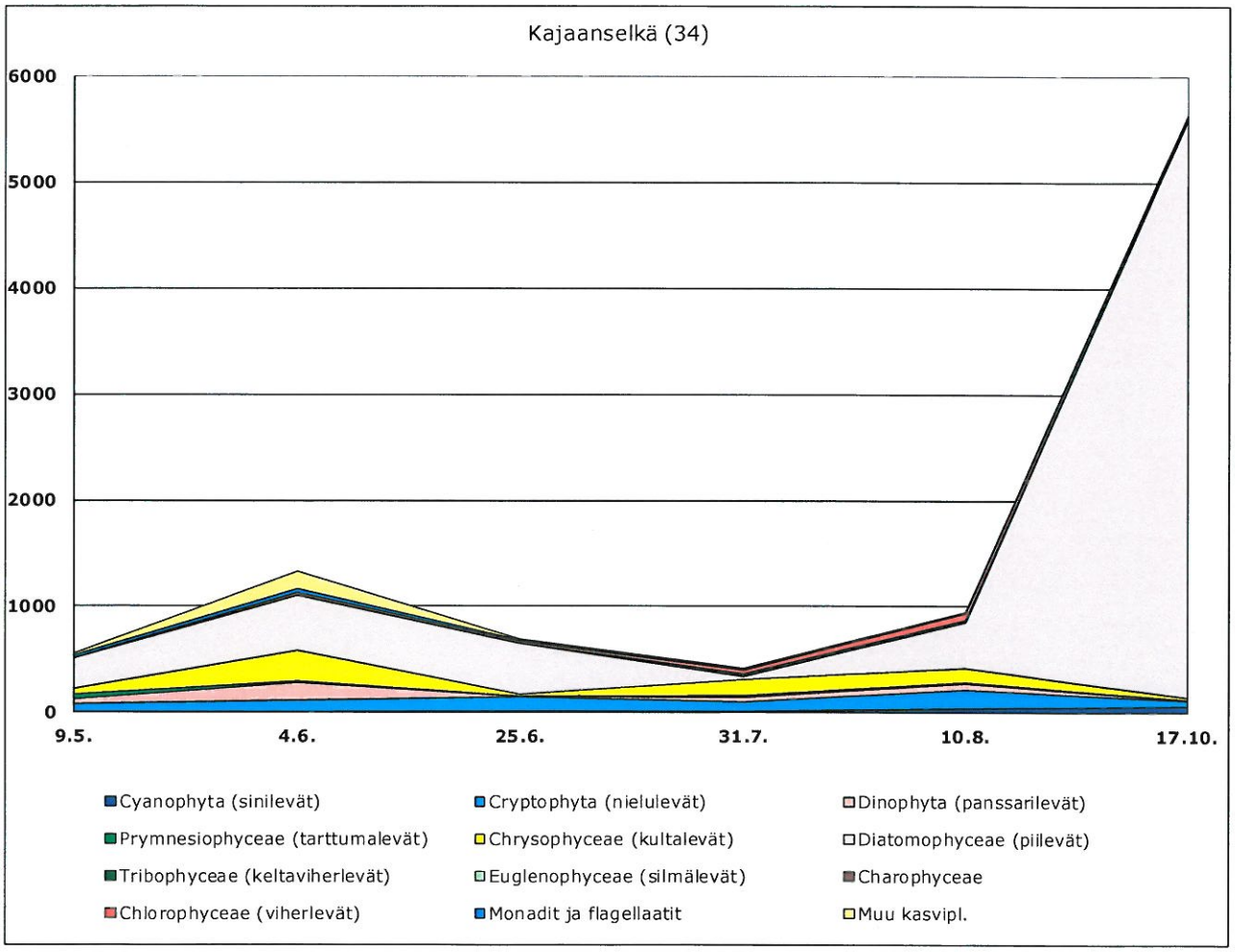
Kasviplanktonbiomassa ja eri leväryhmien %-osuudet biomassasta vuonna 2012.

KAJAANSELKÄ (34) mg/m3

	9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	10.8.	17.10.
Cyanophyta (sinilevät)	3	6	14	11	38	61
Cryptophyta (nielulevät)	78	109	133	91	177	56
Dinophyta (panssarilevät)	44	167	6	40	61	2
Prymnesiophyceae (tarttumalevät)	44,3	11	2	18	8,5	2,3
Chrysophyceae (kultalevät)	55	290	17	151	135	23
Diatomophyceae (piilevät)	285	519	481	28	430	5450
Tribophyceae (keltaviherlevät)		3,5	1,1	3,8	6	
Euglenophyceae (silmälevät)		0,6			5	
Charophyceae	3,2	2	0	20	9	6
Chlorophyceae (viherlevät)	3,0	20,1	18,8	35,8	67,0	19
Picoplankton	6,5	11,6	11,7	22,1	10,5	5
Monadit ja flagellaatit	24	39	12	10	9	16
Muu kasvipl.	16,0	163,0	8	8,6	2,3	4
Yhteensä	**561**	**1341**	**704**	**439**	**958**	**5643**
2011 keskiarvo	**1608**					

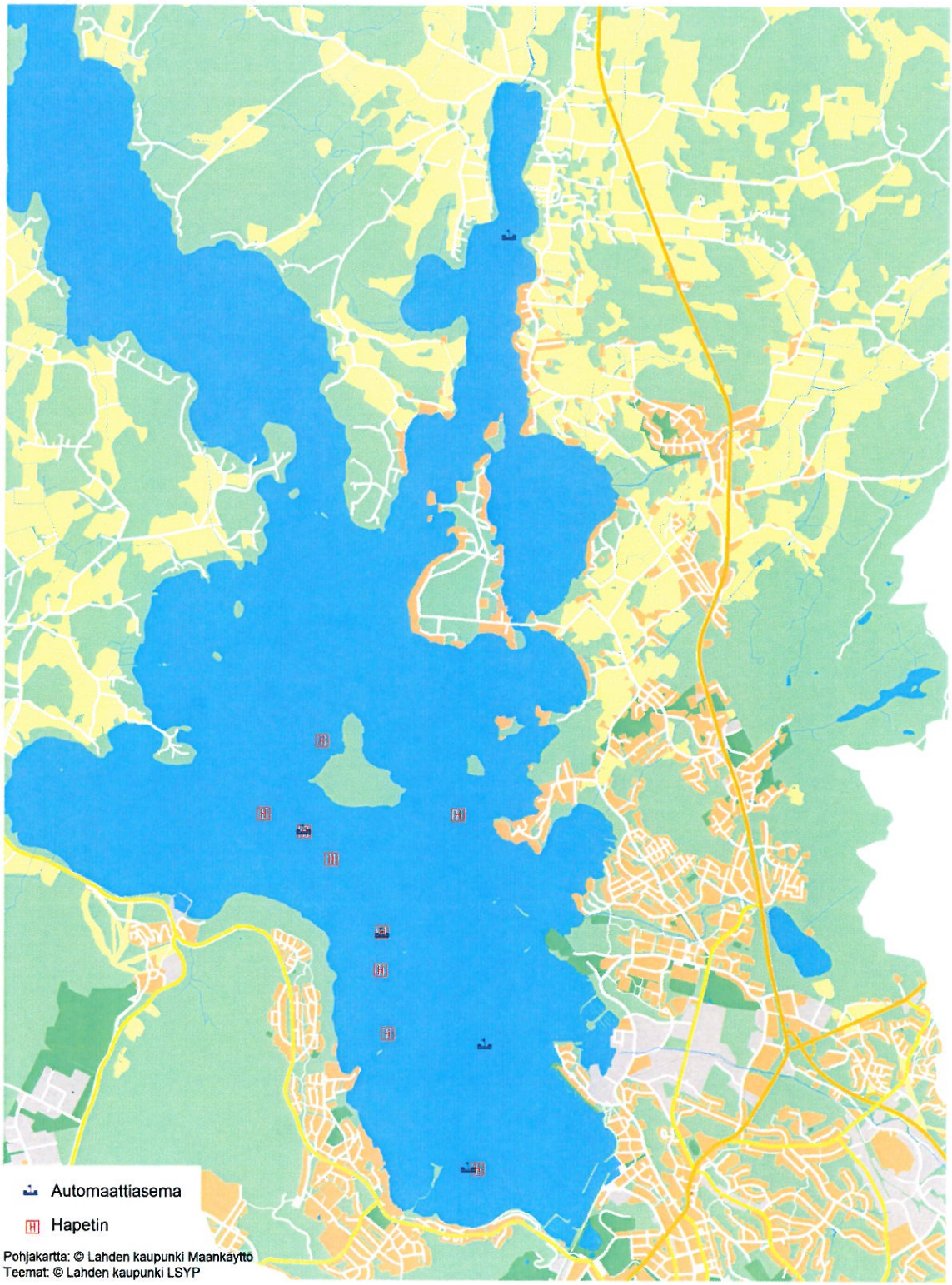
%

9.5.	4.6.	25.6.	31.7.	10.8.	17.10.
0,5	0,4	2,0	3	4	1,1
14	8,1	**19**	**21**	**18**	1,0
7,8	12	1	9	6	0
7,9	0,8	0,2	4,1	0,9	0,0
9,8	**22**	2	**34**	14	0,4
51	**39**	**68**	6,3	**45**	**97**
0,0	0,3	0,2	0,9	1	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
0,6	0,1	0,0	4,6	1,0	0,1
0,5	1,5	2,7	8,1	7,0	0,3
1,2	0,9	1,7	5,0	1,1	0,1
4,2	2,9	1,6	2,2	0,9	0,3
2,9	12,2	1,2	2,0	0,2	0,1
100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

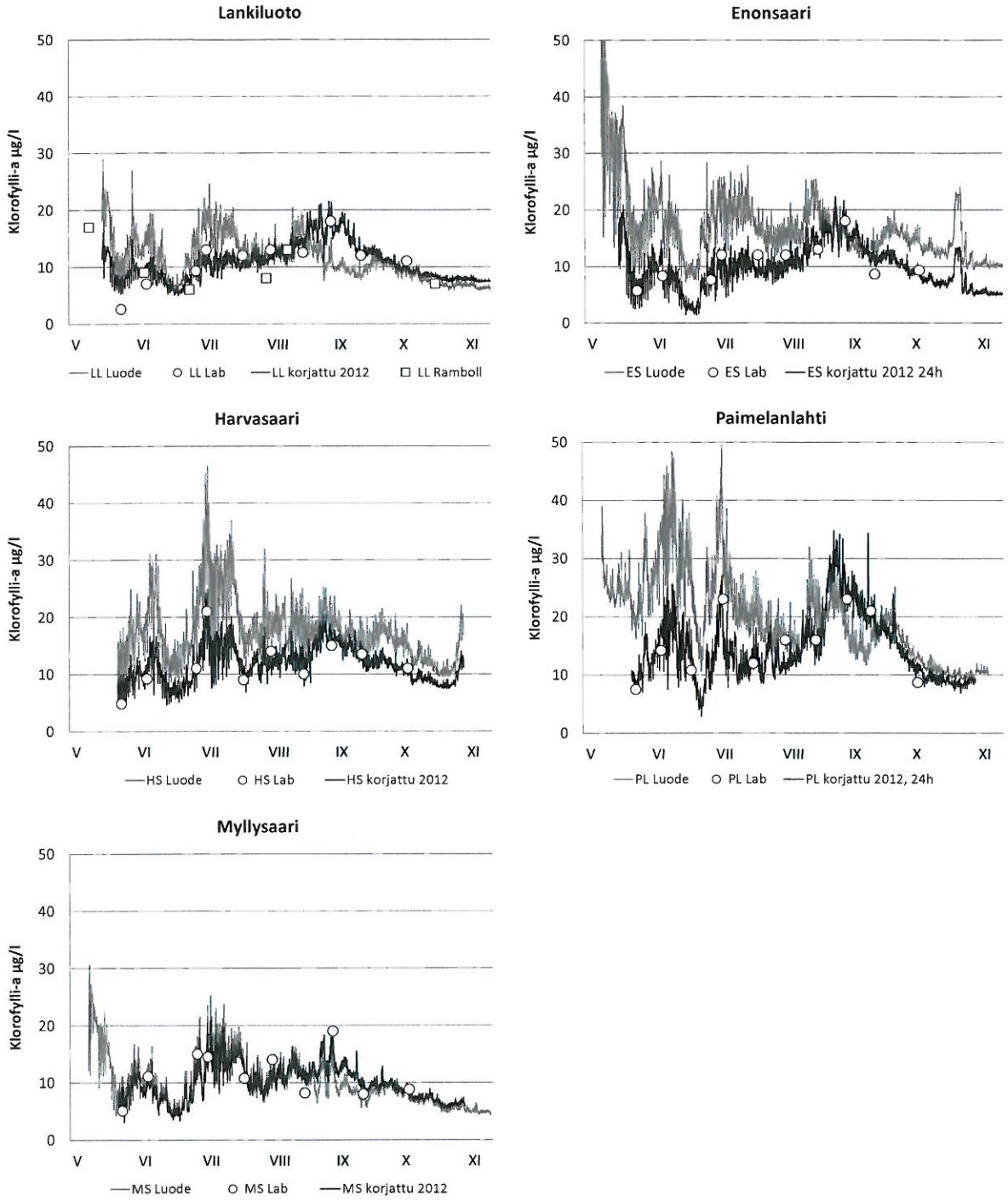


LIITE 3 VESIJÄRVEN HAPETTIMIEN JA AUTOMAATTIASEMIEN SIJAINTI

Vesijärven hapettimet ja automaattiset mittausasemat

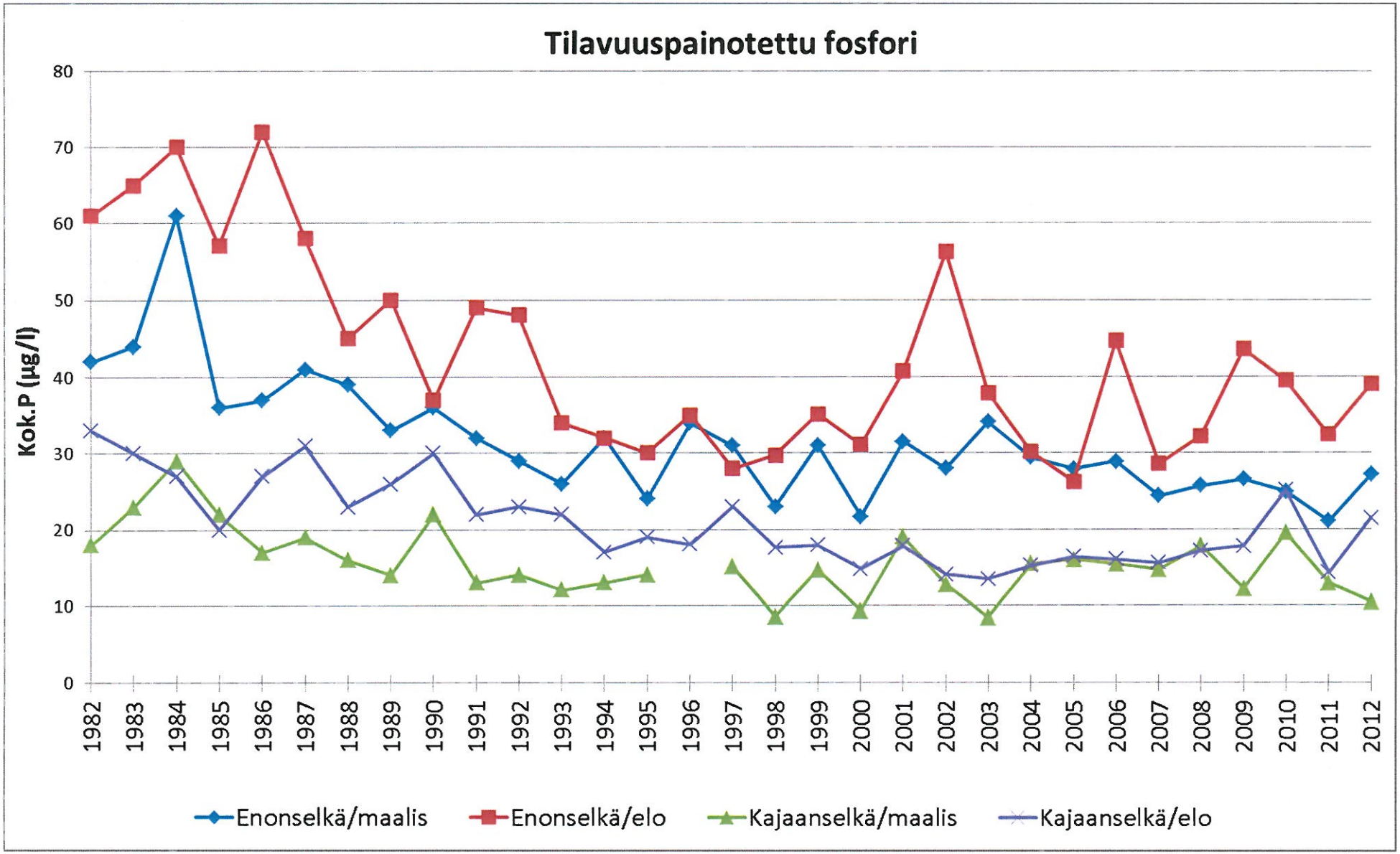


LIITE 4 AUTOMAATTIASEMIEN KLOROFYLLI-A PITOISUUDET JA LABORATORION VERTAILUARVOT 2012

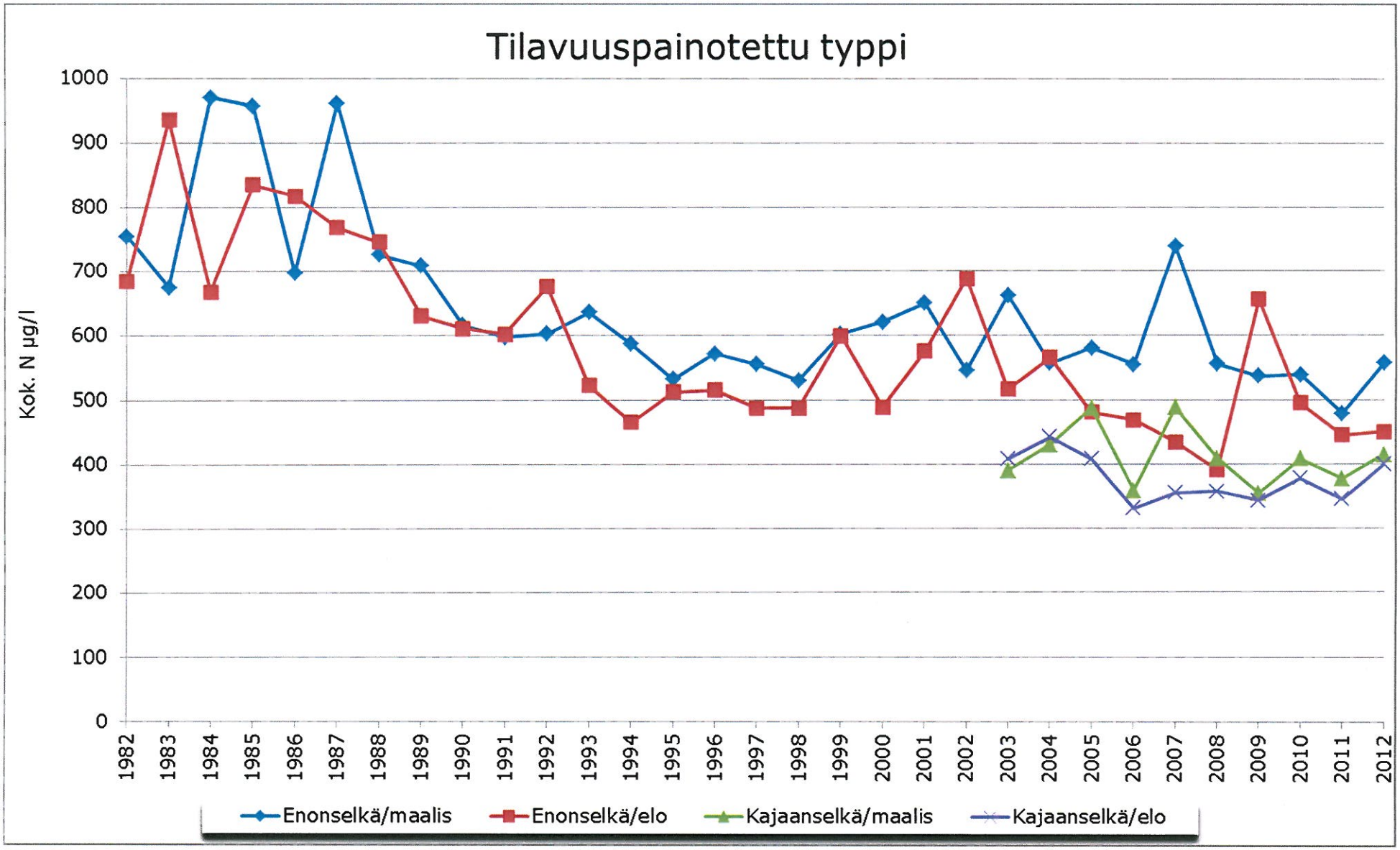


Klorofylli: Harmaalla Luoteen data (kertoimellinen). Mustalla kalibroitu data. Ympyrät laboratoriossa analysoituja vertailunäytteitä anturisyvyydeltä (1 m). Neliöt klorofyllin velvoitetarkkailunäytteitä (2 x näkösyvyys).
Korjaus perustuu vertailunäytteisiin ja se on tehty monimuuttujayhtälöllä, jossa otetaan huomioon sekä klorofyllin fluoresenssi että fykosyaniinin fluoresenssi.

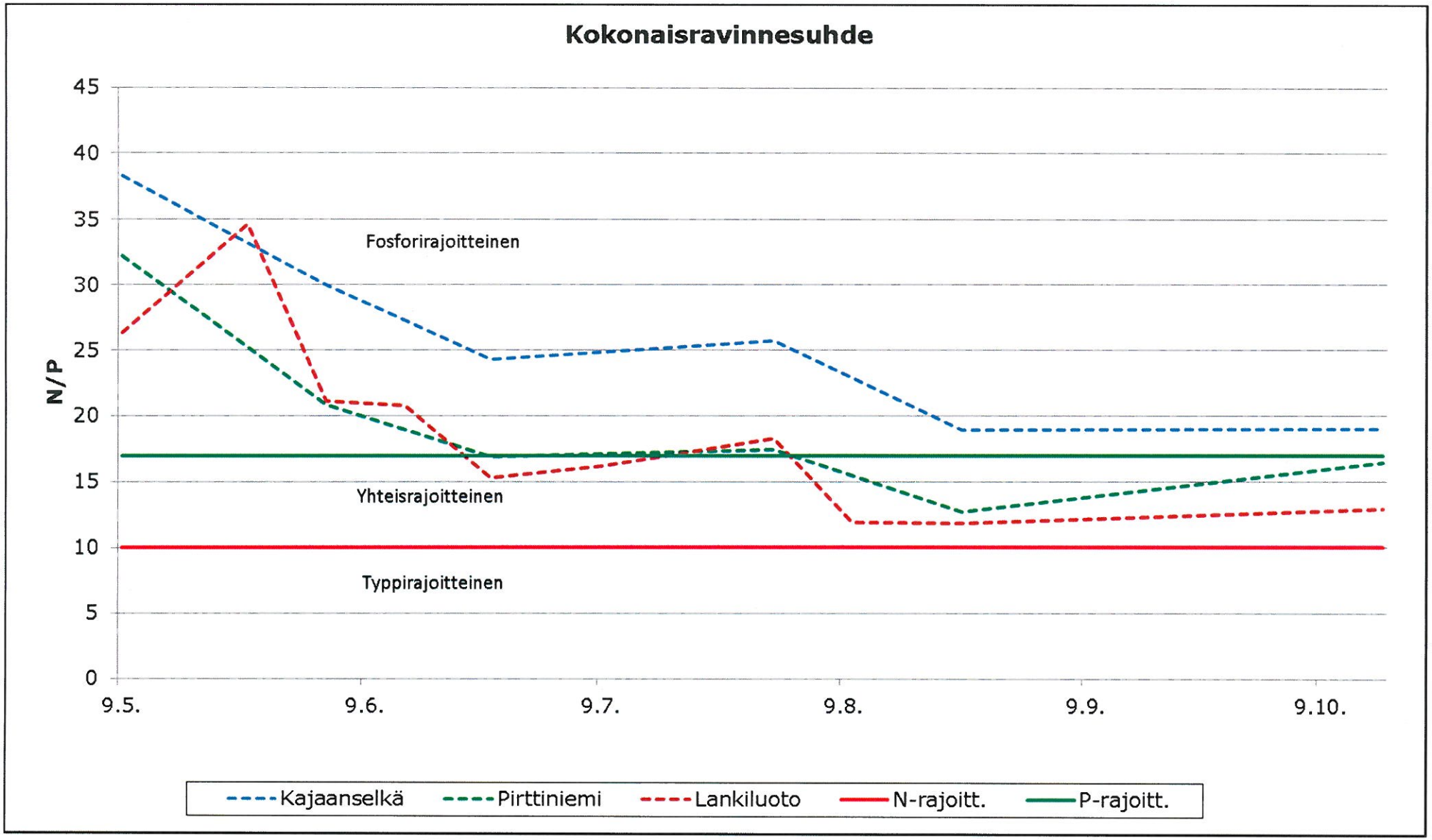
LIITE 5. TILAVUUSPAINOTETUN FOSFORIN PITOISUUS ENON- JA KAJAANSELÄLLÄ



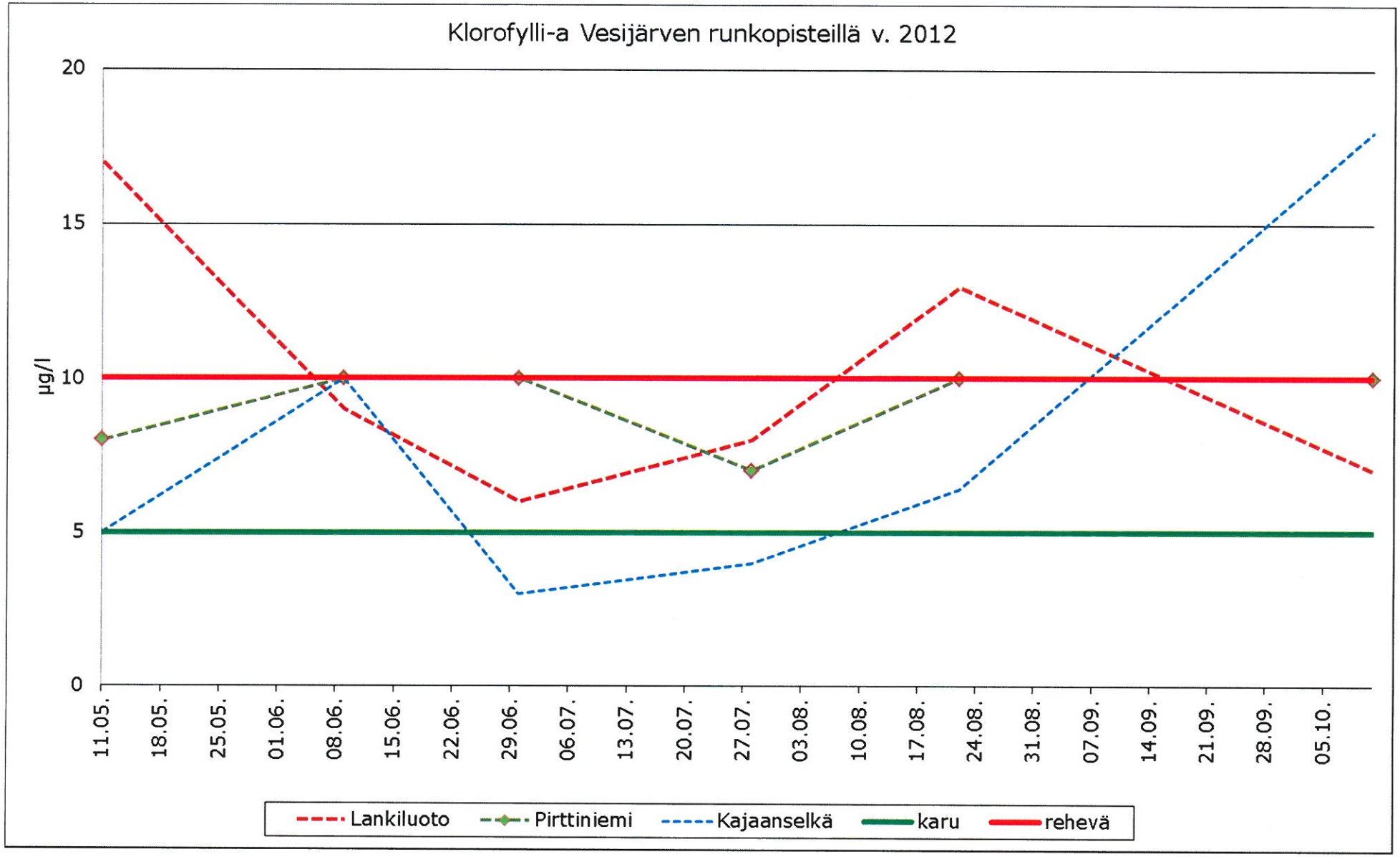
LIITE 6. TILAVUUSPAINOTETUN TYPEN PITOISUUS ENON- JA KAJAANSELÄLLÄ



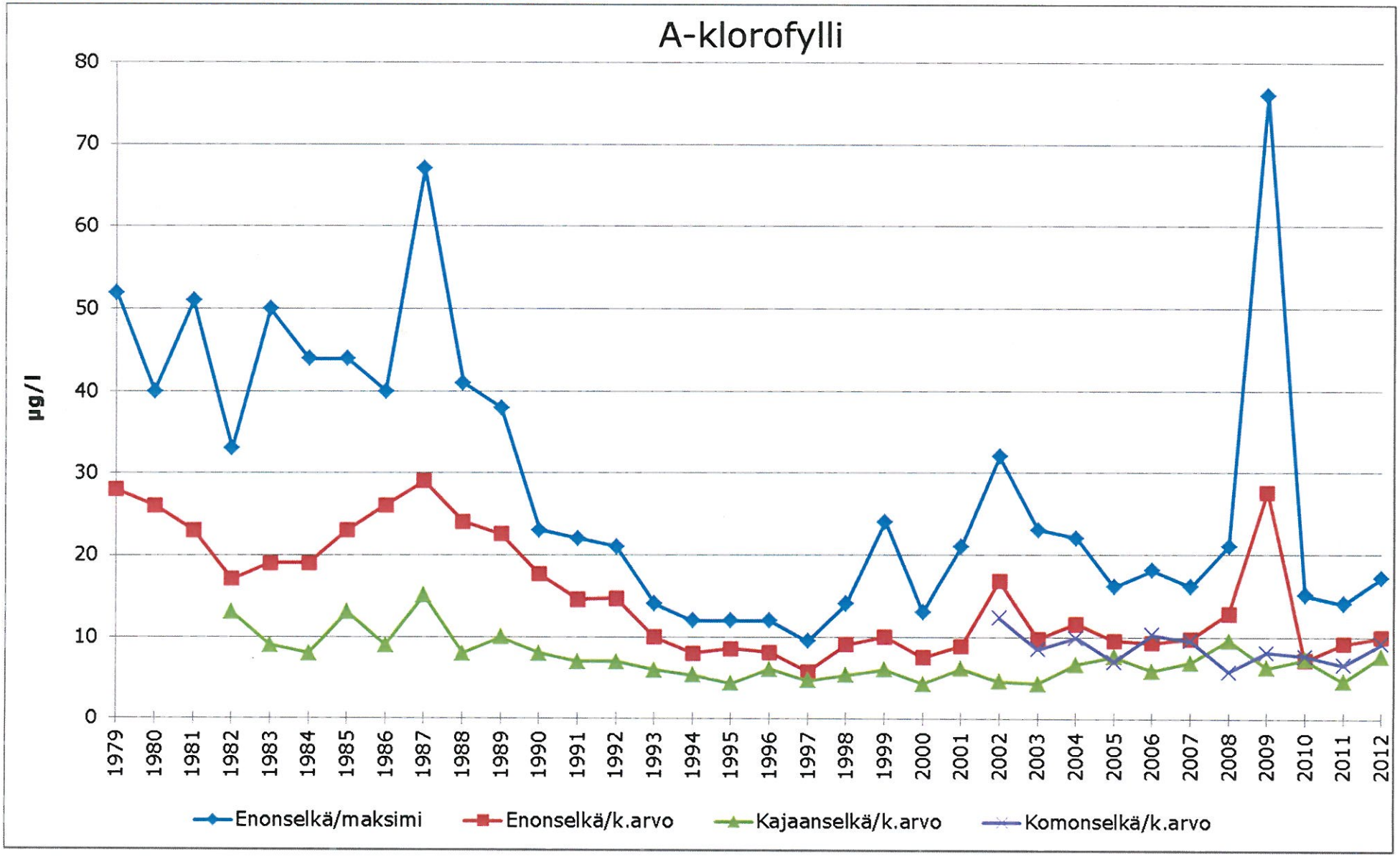
LIITE 7. KOKONAISRAVINNESUHDE N/P ENON-, KOMON- JA KAJAANSELÄLLÄ V. 2012



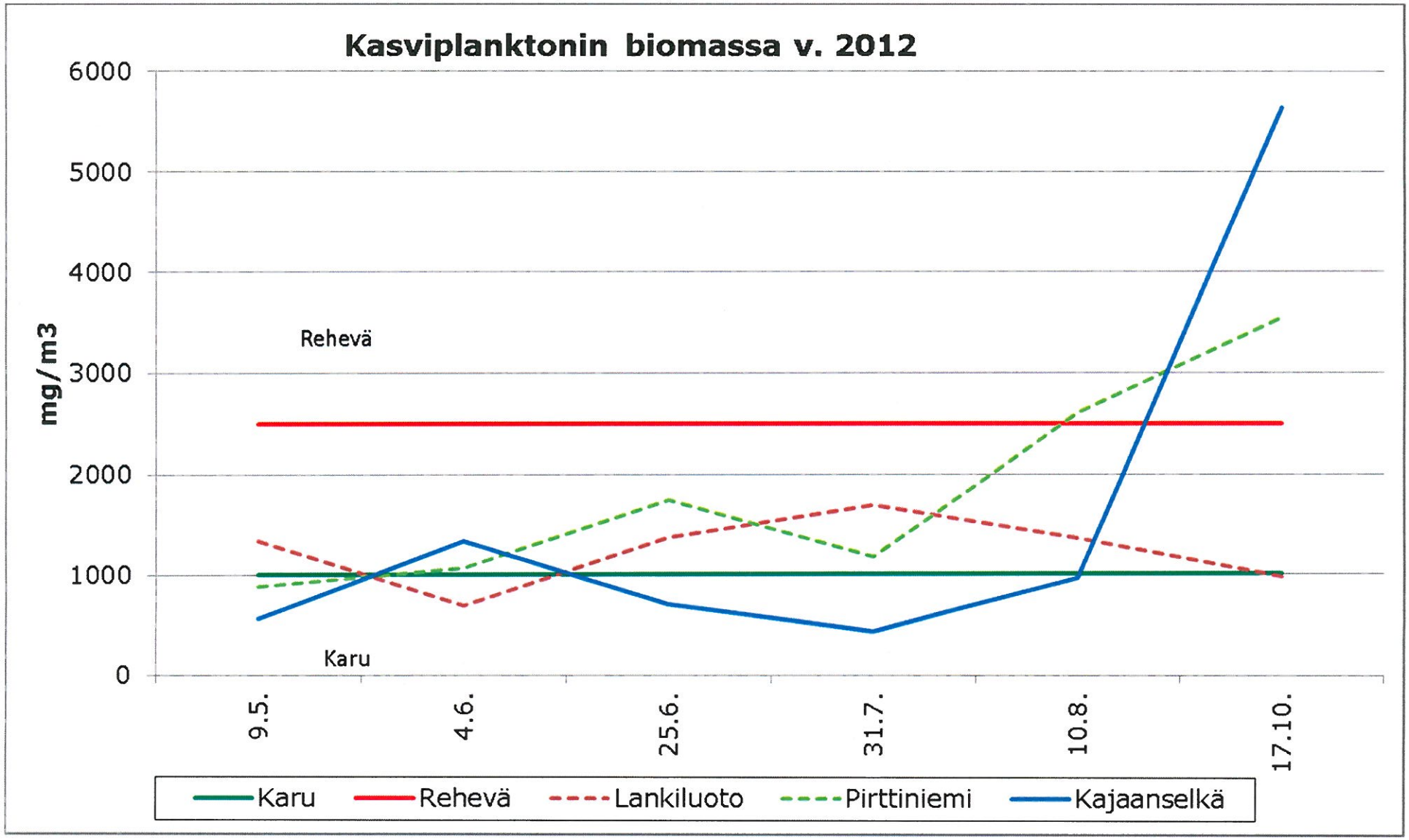
LIITE 8. KLOROFYLLI-A PITOISUUDET ENON-, KOMON- JA KAJAANSELÄN HAVAINTOPAIKOILLA V. 2012



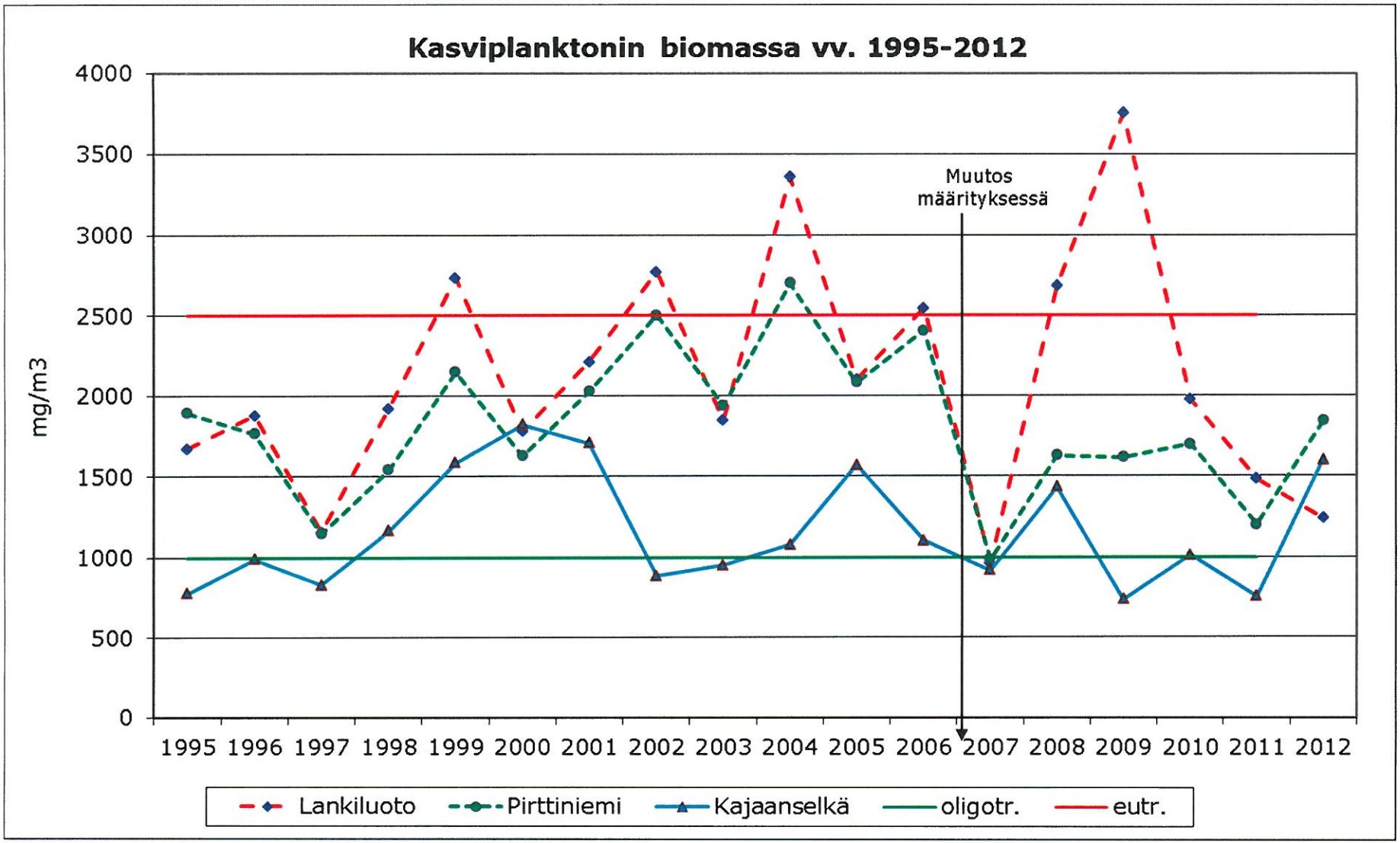
LIITE 9. KLOROFYLLI-A PITOISUUKSIEN VUOSIKESKIARVOT ENON-, KOMON- JA KAJAANSELÄN HAVAINTOPAIKOILLA JA ENONSELÄN MAKSIMIARVOT V. 1979 - 2012



LIITE 10 KASVIPLANKTONIN BIOMASSA V. 2012



LIITE 11. KASVIPLANKTONIN BIOMASSA VV. 1995 – 2012



LIITE 12. TULOSTEN TULKINNASTA

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

Viitteelliset raja-arvot	**Kok.N µg/l**	**Kok.P µg/l**	**Klorofylli-*a* µg/l**	**Kasviplanktonin 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

Typen ja fosforin suhdeluku on ns. kokonaisravinnesuhde, jonka avulla arvioidaan kumman pääravinteen 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. Typestä on vajausta yleensä likavesien kuormittamissa järvissä. Sinilevät hyötyvät typpirajoitteisuudesta.

Kokonaisravinnesuhteeseen 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)	**Väriluku mgPt/l**	**Näkösyvyys m**	**CODMn mgO_2/l**
Oligohumoosinen eli vähähumuksinen	<40	>4	<10
Mesohumoosinen eli keskinkertainen humusmäärä	40-80	1,5-4	10-20
Polyhumoosinen eli runsashumuksinen	>80	<1,5	>20

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