

**KALANKASVATUSLAITOSTEN VESISTÖTARKKAILU  
PYHTÄÄN JA KOTKAN MERIALUEILLA  
VUOSINA 1991-2003**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 124/2005**

**Anne Åkerberg**

**ISSN 1458-8064**

# SISÄLLYS

	sivu
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Vesialueen yleiskuvaus</b>	<b>2</b>
<b>3 Aineisto ja menetelmät</b>	<b>2</b>
<b>4 Sääolot ja virtaamat</b>	<b>3</b>
<b>5 Kalankasvatuslaitosten lisäkasvu ja ravinnekuormitus</b>	<b>3</b>
<b>6 Vedenlaatutulokset</b>	<b>6</b>
6.1 Happitilanne	6
6.2 Sameus ja näkösyvyys	6
6.3 Ravinnepitoisuudet	10
6.3.1 Fosfori	10
6.3.2 Typpi	10
6.3.3 Typpi-fosfori –suhde	10
6.4 Sähkönjohtavuus ja pH	14
6.5 Veden hygieeninen laatu	15
<b>7 Levät</b>	<b>15</b>
7.1 Klorofylli	15
7.2 Perifyton	17
<b>8 Pohjaeläimet</b>	<b>18</b>
<b>9 Yhteenveto</b>	<b>18</b>
<b>Viitteet</b>	<b>20</b>
<b>Liitteet 1-2</b>	

## 1 JOHDANTO

Kymijoen vesi ja ympäristö ry toteuttaa Pyhtään ja Kotkan merialueiden kalankasvatuslaitosten vesistövaikutusten yhteistarkkailua. Ensimmäiset kalalaitosten vesistötarkkailut alkoivat vuonna 1981. Nykyisin velvoitetarkkailu toteutetaan Kymijoen vesiensuojeluyhdistyksen vuonna 1993 laatiman ja Kymen vesi- ja ympäristöpiirin (kirje no Kyvy 0492A265/111, 23.12.1992) hyväksymän yhteistarkkailuohjelman mukaisesti. Velvoitetarkkailun tuloksista on laadittu vuosittain yhteenveto. Tarkkailuohjelmassa edellytetään, että tarkkailututkimusten tuloksista tulee laatia myös pidemmän ajan yhteenvetoraportteja, joissa pyritään esittämään mahdolliset vesistön tilan kehityssuunnat. Tarkkailuohjelmaa ollaan uusimassa, joten siksikin nyt on aiheellista tehdä yhteenveto tähänastisista tuloksista.

Yhteistarkkailun tarkoituksena on täyttää seuraavien vesioikeuden/ ympäristölupaviraston päätöksen varassa toimivien laitosten tarkkailuvelvoitteet:

Sandvikin Lohi C. Sjögren & Kumpp., Sandvikin laitos (ISVEO 12/99/1, 8.4.1999)

Sandvikin Lohi C. Sjögren & Kumpp., Honkaniemen laitos (ISVEO 13/99/1, 8.4.1999)

Kaakon Lohi Oy ja Timo Lindqvist, Girsvikin laitos (ISY 16/00/2, 12.4.2000)

Kaakon Lohi Oy ja Timo Lindqvist, Mossavikin laitos (ISVEO 26/I/91, 4.6.1997)

Koukkusaaren Kalastus Oy ja Martti Lillberg (ISVEO 31/97/1, 4.6.1997)

Koukkusaaren Merikirjolohi Oy (ISVEO 32/97/1, 4.6.1997)

Mallemucken Ky (ent. Koukkusaaren Forelli Ky), Holger Sjögren (ISVEO 14/99/1, 8.4.1999)

Nakarin kalaviljelylaitos Ky (ent. T:mi Juurikorven Lohi), Niinilahti (ISVEO 59/97/1, 22.10.1997, VYO nro 69/1998, 24.6.1998)

Laitoksista käytetään myöhemmin tekstissä seuraavia lyhennettyjä nimiä: Sandvikin laitos, Honkaniemen laitos, Girsvikin laitos, Mossavikin laitos, Koukkusaaren Kalastus, Koukkusaaren Merikirjolohi, Mallemucken ja Nakarin laitos. Nakarin laitoksella ei ole ollut lainkaan tuotantoa vuosina 1999-2004. Koukkusaaren Kalastus ei ole toiminut vuosina 2001-2004. Koukkusaaren Merikirjolohi ei ollut toiminnassa 2002-2004. Girsvikin laitos ei ollut toiminnassa vuonna 2002. Vuoteen 1994 alueella toimi lisäksi Pertti Langin laitos.

## 2 VESIALUEEN YLEISKUVAUS

Kymijoen länsihaarat laskevat Pyhtään ja Ruotsinpyhtään edustalla matalahkoihin ja saarten sulkemiin Ahvenkoskenlahteen ja Purolanlahteen. Näistä vedet virtaavat Suursalmen ja Keihässalmen kautta varsinaiselle merialueelle. Kotkan edustalla, jossa Kymijoen itäiset haarat virtaavat mereen, vedet sekoittuvat paremmin. Alue on matalaa, pääasiassa alle 20 metriä syvää.

Tuulilla, virtauksilla ja veden korkeuksilla on tärkeä merkitys joki- ja jätevesien leviämislle ja sekoittumiselle merialueella. Tutkimusalueen virtaukset näyttävät riippuvan lähinnä tuuli- ja kerrostuneisuusoloista. Kesäkerrostuneisuuden aikana virtausten suunta noudattelee pitkälle vallitsevan tuulen suuntaa. Loppukesällä kerrostuneisuuden purkaututtua länteen suuntautuva pintavirtaus alkaa hallita. Todennäköisesti idänpuoliset virtaukset ovat vallitsevia talven ja alkukevään jääpeitteisenä aikana. Harppauskerroksen alapuolisen veden liikkuminen alueella on selvästi rajoitetumpaa kuin pintaveden<sup>1</sup>.

## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kalankasvatuslaitoksilta tuleva vesistökuormitus aikaansaa ensisijaisesti rehevöitymistä vesistöissä. Tätä rehevöitymistä, sen voimakkuutta ja vaikutusalueen laajuutta tutkitaan kunkin kalankasvatuslaitoksen lähialueella.

Kalankasvatuslaitosten vedenlaatu seurannan näytteet on otettu 7 havaintoasemalta kolme kertaa tuotantokauden aikana (vuonna 2003 kaksi kertaa) (kartta liite 1). Fysikaalis-kemialliset määritykset, kasviplanktonin klorofylli-a sekä bakteerimääritykset tehdään pääosin olemassa olevien SFS-standardien mukaan. Analyysit teetetään nykyisin Kymen ympäristölaboratorio Oy:ssä.

Langin laitoksen lähialueella ei ollut seuranta-asemaa. Se oli tuotannoltaan pienin (n. 7 t/a) alueen laitoksista ja toimi ennakoilmoituksen varassa. Langin laitos sijaitsi Kymijoen lähivaikutusalueella ja sen vesistövaikutuksia on vaikea erottaa Kymijoen vaikutuksista.

Perifytonia eli päällykslevästä tutkitaan ohjelman mukaan joka toinen vuosi silloin kun ei ole pohjaeläintutkimusta kahdessa kahden viikon jaksossa. Vuodesta 2001 alkaen on käytetty lasikuitusuodinmenetelmää, aiemmin muovilevymenetelmää. Perifytonasemat sijaitsivat linjassa laitokselta poispäin (kartta liite 1.2). Lisäksi on vertailulinjat kalankasvatusalueiden ulkopuolella. Lasikuitusuodinmenetelmässä kasvualustoina ovat ehjän sisälevyn ja aukollisten (Ø 45 mm) ulkolevyjen välissä olevat lasikuitusuotimet (2 kpl). Tällaisia kasettisysteemejä on kussakin telineessä kolme. Telineet laitetaan noin 0,5 metrin syvyyteen.

Pohjaeläintutkimus tehdään viiden vuoden välein kasvatuskauden jälkeen syksyllä, ensimmäisen kerran vuonna 1987, sitten 1992, 1997 ja viimeksi vuonna 2002 (Girsvikin lähialue vuonna 2003). Näyteasemia on ollut 22-26. Jokaiselta asemalta otettiin kolme nostoa Ekman-noutimella.

#### **4 SÄÄOLOT JA VIRTAAMAT**

Vuosina 1991-2003 erityisen lämpimiä olivat kesät 1997 ja 2002 (liite 2). Myös heinäkuu 2003 oli erittäin lämmin ja hellepäiviä oli harvinaisen paljon. Vastaavasti kesä 1993 oli viileä. Kesä 1998 oli runsassateisin ja myös koko vuonna satoi runsaasti. Kesäkuussa 1991 oli suurin kuukausisadanta. Kesinä 1997 ja 1999 satoi vähiten. Vuosisadanta oli ennätyskellisen pieni vuonna 2002.

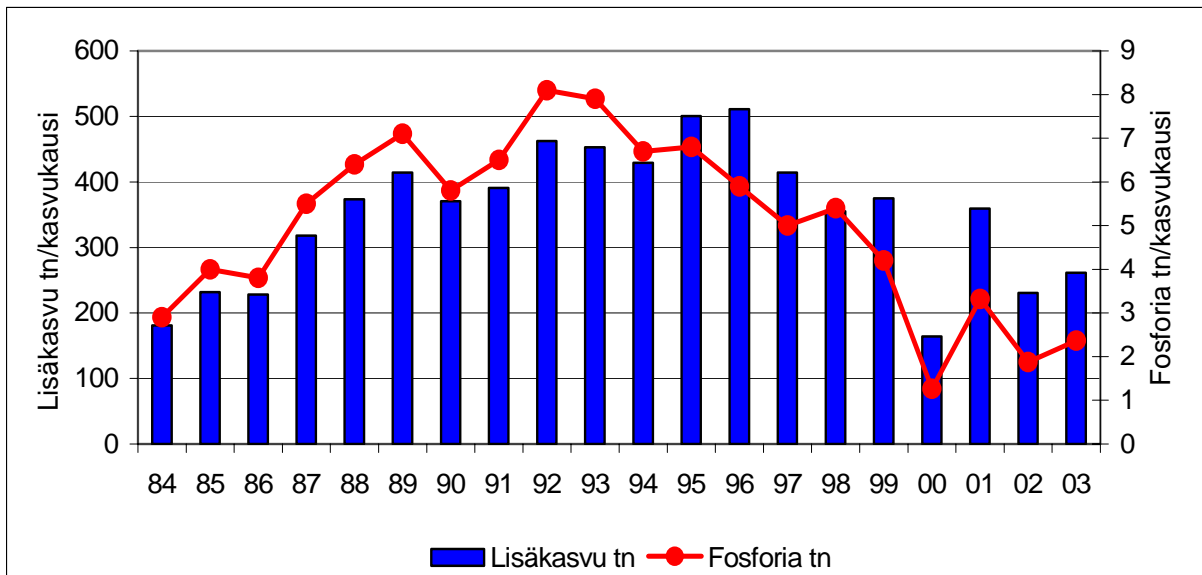
Tuotantokauden säteilysumma oli lähimmällä mittausasemalla Helsinki-Vantaan lentoasemalla suurin vuosina 1999 ja 2002. Tuotantokaudella 1998 kokonaissäteily oli normaalia pienempi (liite 2).

Kymijoki on merkittävä kuormittaja Pyhtää-Kotka merialueella. Ajanjaksolla 1991-2003 Kymijoen virtaamat olivat pienimmillään vuonna 2003 (keskivirtaama 189 m<sup>3</sup>/s) ja suurimmillaan 1992 (346 m<sup>3</sup>/s). Tarkkailuun osallistuvien kalankasvatustiltojen alueella vaikuttaa lähinnä Kymijoen Pyhtään haara. Pyhtään haaran virtaama on tasoa 5,3 m<sup>3</sup>/s.

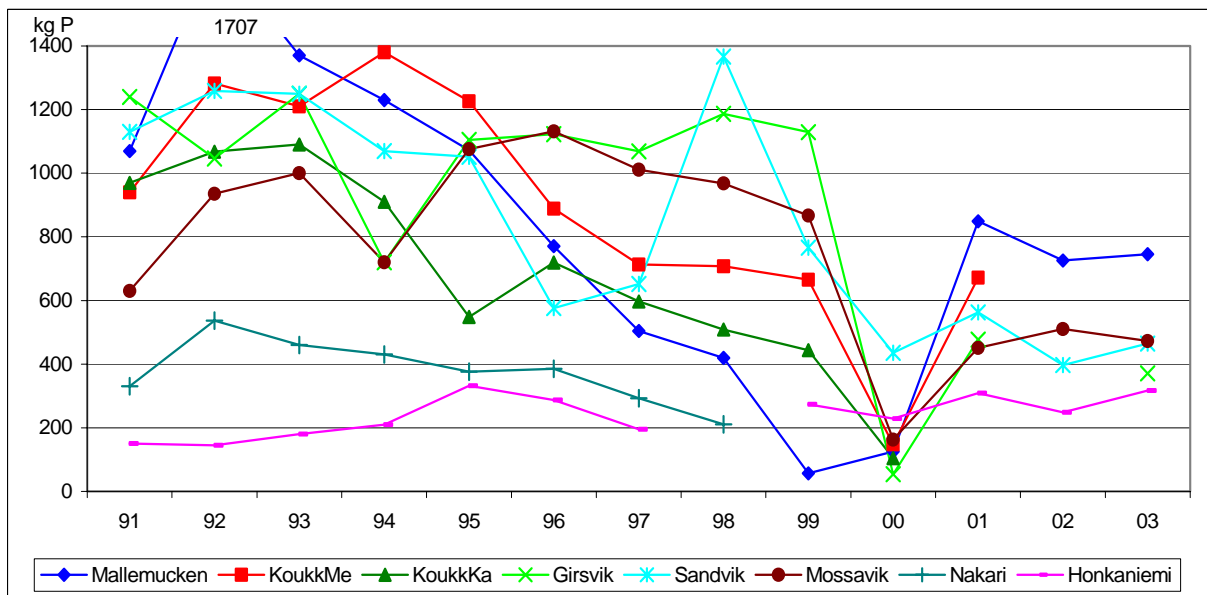
#### **5 KALANKASVATUSLAITOSTEN LISÄKASVU JA RAVINNEKUORMITUS**

Lisäkasvuna ilmoitettuna kalaa tuotettiin Pyhtää-Kotka alueella vuosina 1991-2003 160-510 tonnia vuosittain (kuva 1). Suurimmillaan lisäkasvu oli vuosina 1995-96. Pienin lisäkasvu saatiin vuonna 2000, jolloin laitoksia jouduttiin sulkemaan VHS-taudin takia. Alueen kalankasvatuksen kokonaisfosforikuormitus vaihteli välillä 1 300-8 100 kg vuodessa (kuvat 1 & 2). Toiminnasta aiheutuva fosforikuormitus on ollut voimakkainta kasvatuskaudella 1992. Fosforikuormitus suhteessa lisäkasvuun on ollut pienimmillään 2000 ja 2002. Laitosten yhteenlaskettu typpikuormitus on ollut 11-53 tonnia vuodessa. Typpikuormituksen kehitys on hyvin samankaltainen fosforikuormituksen kehityksen kanssa.

Rehuna on vuodesta 2000 lähtien käytetty vain kuivarehua, joka on mahdollistanut ruokinta-automaattien käyttöönoton ja siten tarkemman rehun annostelun<sup>2</sup>. Aiemmin käytettiin myös semimoistia ja pieniä määriä silakkaa. Laitosten kasvatusoikeudet vaihtelevat välillä 30-90 tn/v (taulukko 1). Suurin laitos lisäkasvultaan vuosina 2001-2003 on ollut Mallemucken, jolla oli myös selkeästi suurin fosforikuormitus (kuva 2).



Kuva 1. Kalankasvatustiltojen kokonaislisäkasvu (tn) ja fosforikuormitus (tn) Pyhtää-Kotka merialueella vuosina 1984-2003. Lähde: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (KAS).

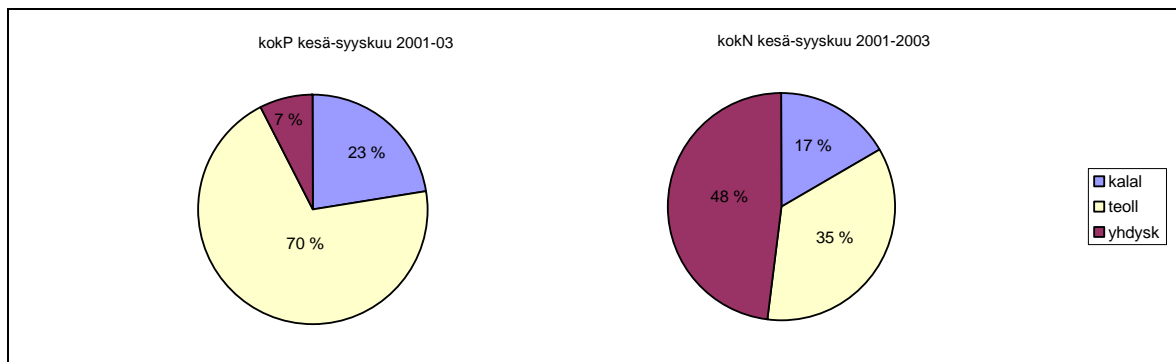


Kuva 2. Kalankasvatustiltojen laitoskohtainen fosforikuormitus (kg) vuosina 1991-2003. KoukkMe = Koukkusaaren Merikirjolohi, KoukkKa = Koukkusaaren Kalastus. Lähde: KAS.

Kalanviljelyn osuus Pyhtää-Kotka merialueen pistemäisestä kuormituksesta on viime vuosina ollut kesä-syyskuussa noin 23 % fosforin ja noin 17 % typen pistekuormituksesta (kuva 3). Kalankasvatuksen kuormitus on ollut suurimmillaan syyskuussa (lähes 30 % fosforin ja reilut 20 % typen pistekuormituksesta).

Taulukko 1. Kalankasvatustilain kasvatusoikeudet (tn) ja käyttösuudet tästä vuosina 1999-2003. Lähde: KAS.

Laitos	Kasvatusoikeus (tn)	Käyt.% 1999	Käyt.% 2000	Käyt.% 2001	Käyt.% 2002	Käyt.% 2003
Sandvik	65	103	103	82	80	65
Honkaniemi	30	88	101	103	101	106
Girsvik	68	91	10	95	0	63
Mossavik	60	98	33	98	97	94
Koukkusaaren Kalastus	70	100	21	0	0	0
Koukkusaaren Merikirjolohi	80	104	15	71	0	0
Mallemucken	90	9	15	105	100	98
Nakari	40	0	0	0	0	0



Kuva 3. Eri pistekuormituslähteiden osuudet fosfori- ja typpikuormituksesta Pyhtää-Kotkaerialueella vuosien 2001-03 kesä-syyskuiden keskiarvoina.

Kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta vaihtelee laskentakriteerien perusteella. Alueen tärkein kuormittaja on Kymijoki ja sen mereen tuomaa kuormitusta on arvioitu ainevirtaamalaskelmin<sup>3</sup>. Jos keskitytään kalankasvatukseen varsinaiseen tuotantokautteen (kesä-syyskuu), niin kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta (pistekuormitus + koko Kymijoki Ahvenkoskenhaarasta Korkeakosken haaraan) on viime vuosina ollut 3 % fosforista ja 1 % tuestä. Prosenttiosuuksiin vaikuttavat kunakin vuonna ennen kaikkea Kymijoen virtaamat ja vastaavasti ainevirtaamat mereen. Mikäli kokonaiskuormitukseen lasketaan Kymijoen haaroista kasvatustalustalustalle laskevat Pyhtään ja Koivukosken haarat, niin kalankasvatuksen prosenttiosuus fosforikuormituksesta on kesä-syyskuussa kymmenen prosentin luokkaa.

## 6 VEDENLAATUTULOKSET

Ohjelman mukaan kalankasvatuslaitosten vesinäytteet otetaan kesä-, heinä- ja elokuussa. Kalankasvatuslaitosten vedenlaadun seuranta-aseamista käytetään jatkossa lyhennettä KALA-asemat. Niiden lisäksi tulosten tarkastelussa on käytetty tuloksia merialueen velvoitetarkkailun intensiiviasemalta 123 Kotkan edustalla ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) intensiiviasemalta Kyvy-1 Pyhtään Suursalmen edustalla (kartta liite 1).

Seuraavassa pyritään tarkastelemaan sitä, poikkeako merialueen tila KALA-asemilla yleisestä Pyhtää-Kotka merialueen taustatasosta, ja onko nähtävissä jotakin kehityssuuntaa. Vertailua vaikeuttaa se, että KALA-asemien näytteenottoajankohdat eivät ole samat kuin merialueen intensiiviasemilla. Esim. ravinnepitoisuudet voivat vaihdella merialueella lyhyelläkin aikavälillä suuresti. Asemien Kyvy-1 ja 123 näytteenottopäiviin oli usein eroa noin viikko.

### 6.1 HAPPITILANNE

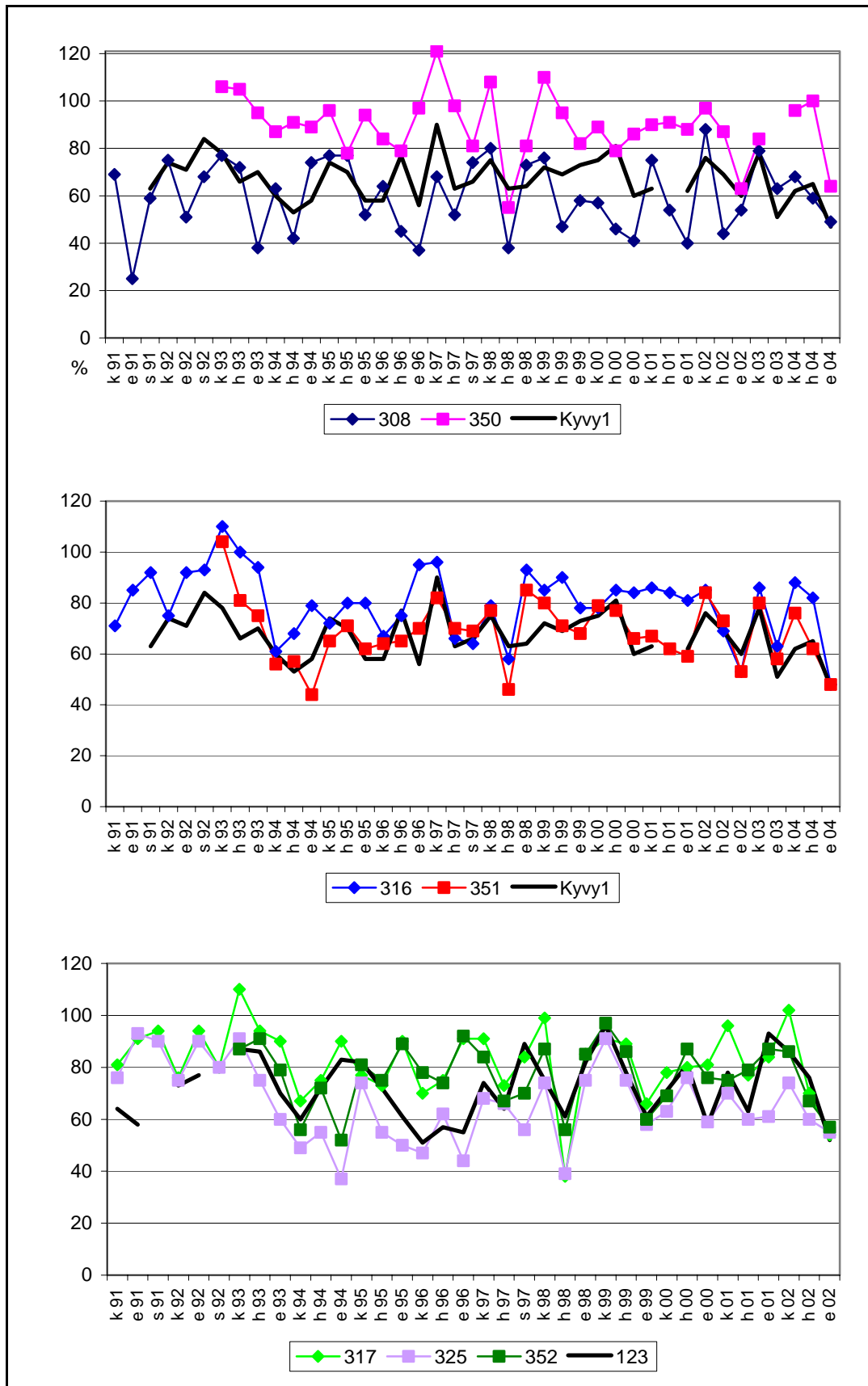
Pintaveden happikyllästyks on sekä KALA-asemilla että vertailuasemilla sadan prosentin luokkaa. Alusveden happitilanne ei KALA-asemilla suuresti eroa vertailuasemien tasosta (kuva 4). Tosin matalilla KALA-asemilla (350, 316, 317) pohjan happitilanne oli muita parempi. KALA-asemalla 308 happea oli hieman vähemmän kuin muilla.

### 6.2 SAMEUS JA NÄKÖSYVYYS

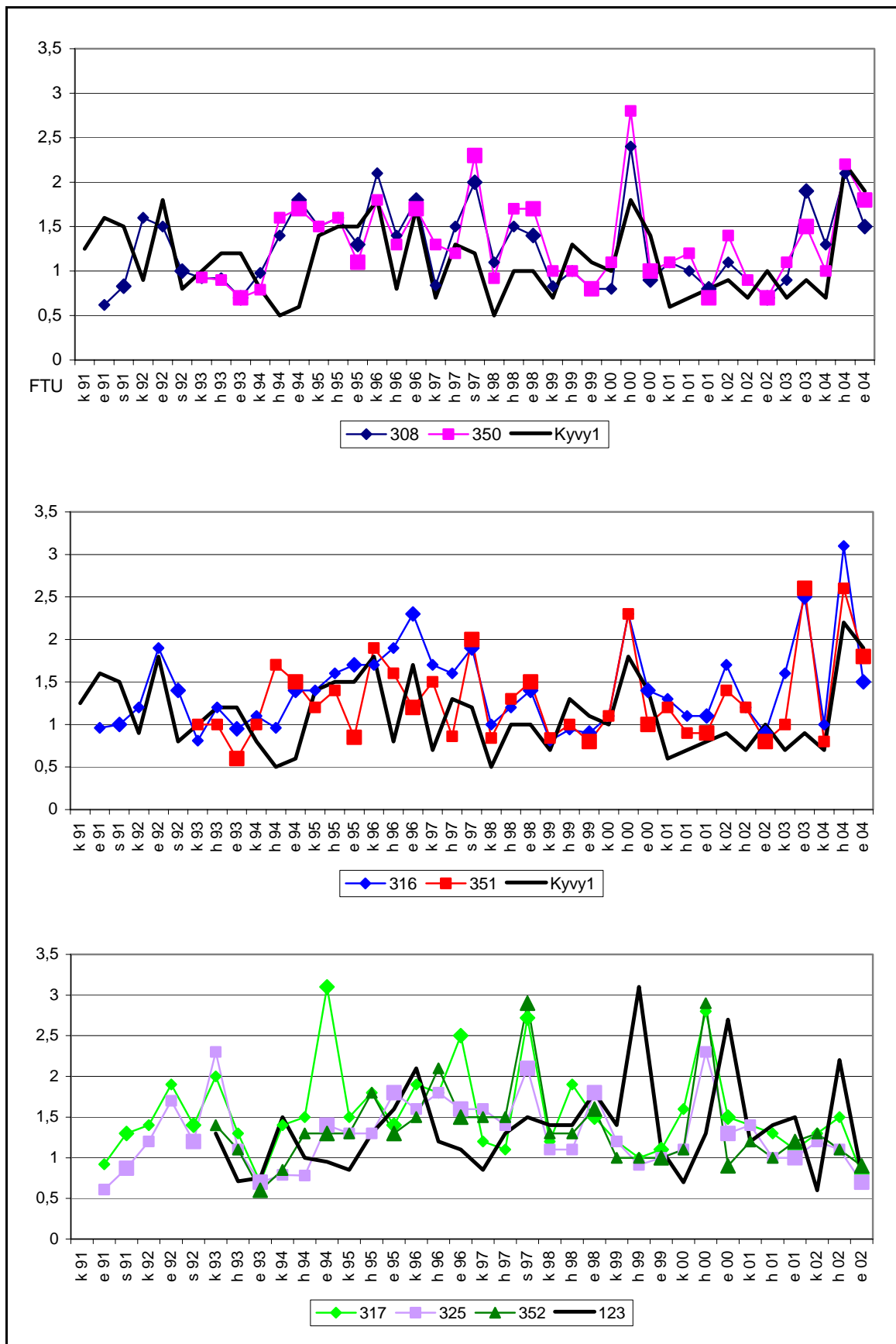
Tuotantokauden aikainen päällysveden sameus KALA-asemilla on ajoittain suurempaa kuin vertailuasemilla (kuva 5). Sameusarvot olivat KALA-asemilla heinä-elokuussa suurempia kuin kesäkuussa. Asemilla 316 ja 351 sameus näyttää lisääntyneen ajanjaksolla 1991-2004. Alusveden sameus oli KALA-asemilla suurempaa kuin vertailuasemilla. Sameinta alusvesi oli asemalla 308.

Sameuteen yhteydessä oleva veden näkösyvyys ei näyttänyt keskiarvojen mukaan vähentyvän tuotantokauden aikana. Näkösyvyys oli KALA-asemilla kuitenkin hieman pienempi kuin vertailuasemilla (kuva 6). Vuosien 1991-2004 aikana näkösyvyys on hieman kasvanut KALA-asemilla 350 ja 352. Aseman 352 edustalla ei ole ollut kalankasvatusta vuoden 1998 jälkeen.

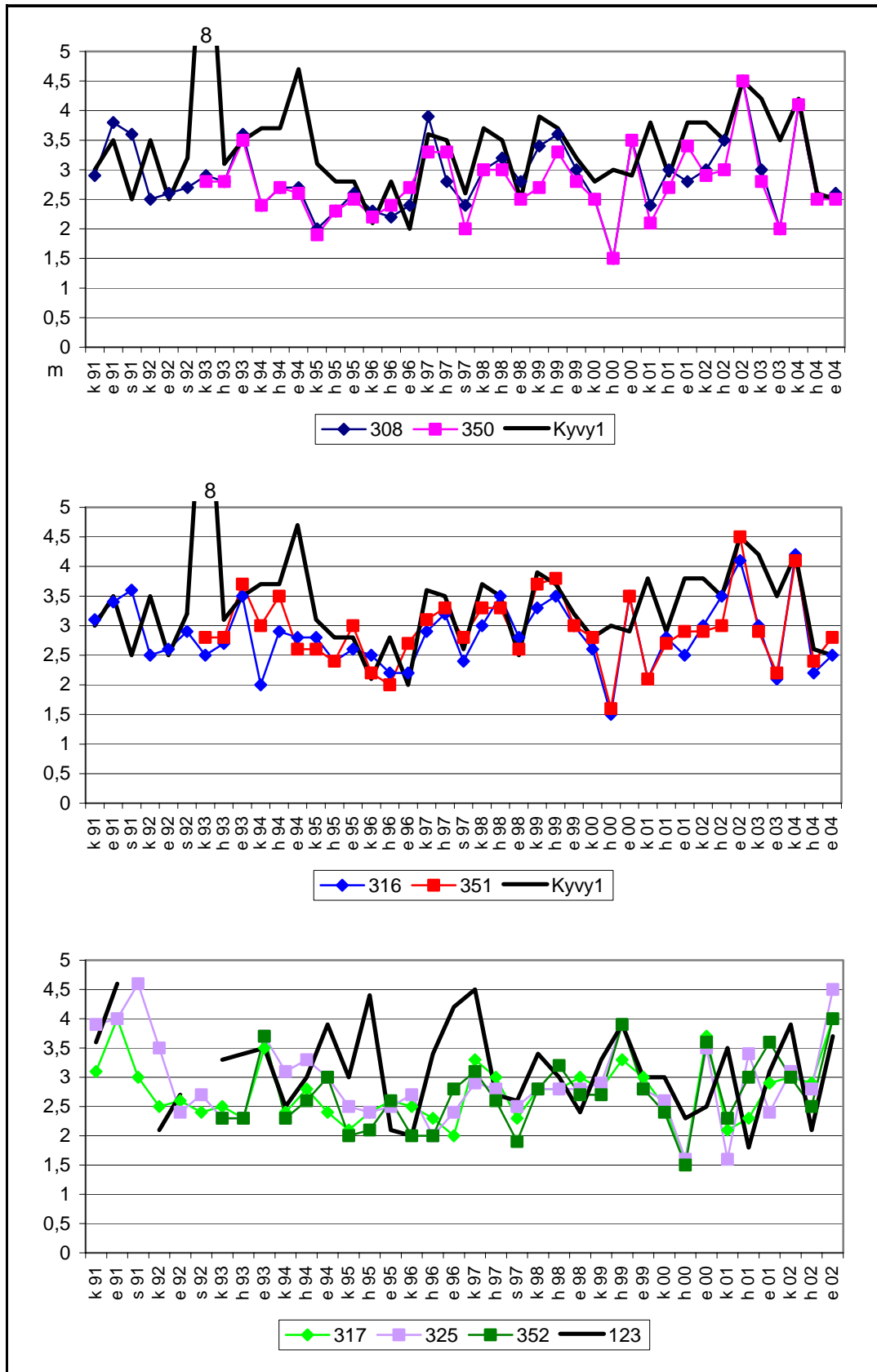




Kuva 4. Alusveden happikyllästysprosentti KALA-aseimilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elo/syyskuussa.



Kuva 5. Päälysveden sameusarvot (FTU) KALA-asezilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elokuussa.



Kuva 6. Näkösyvyydet (m) KALA-asetilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elo/syyskuussa.

## 6.3 RAVINNEPITOISUUDET

### 6.3.1 Fosfori

Päällysveden fosforipitoisuus on KALA-asevilla hieman suurempi kuin vertailuasemilla (kuva 7). Päällysveden fosforipitoisuus nousee kaikilla asemilla kesäkuusta elokuuhun, mutta KALA-asevilla voimakkaammin kuin vertailuasemilla. Alusvedessä on tuotantokaudella enemmän fosforia kuin päällysvedessä sekä vertailu- että KALA-asevilla (kuva 8). Suurimmat alusveden fosforipitoisuuden keskiarvot oli asemilla 308 ja 325.

Pintaveden fosfaattifosforipitoisuudet ovat yleensä pieniä sekä vertailu- että KALA-asevilla, usein alle määrittäysrajan 2 µg/l. Alusvedessä fosfaattifosforia on keskimäärin 20-40 µg/l, matalimmalla KALA-asevilla 350 selvästi vähemmän.

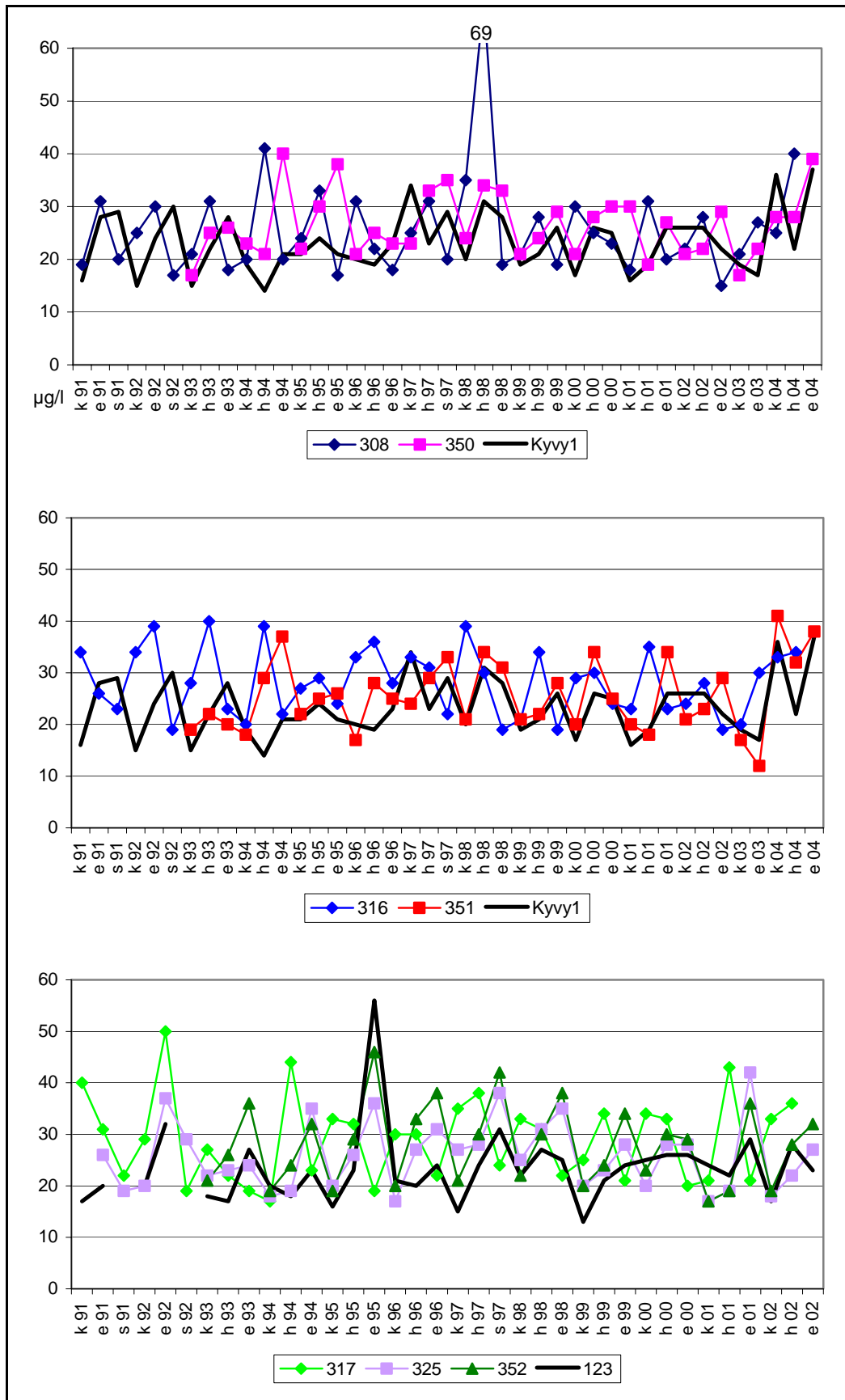
### 6.3.2 Typpi

KALA- ja vertailuasemien päällysveden typpipitoisuuksissa ei ollut selvää eroa (kuva 9). Sekä KALA- että vertailuasemien typpipitoisuudet nousivat kesäkuulta elokuulle, joillakin KALA-asevilla nousu tosin oli selvempi. Eroa oli kuitenkin siinä, että KALA-asevilla päällysveden typpipitoisuudet ovat nousseet ajanjaksolla 1991-2004 (kuva 10), mutta eivät vertailuasemilla. Alusveden keskimääräiset typpipitoisuudet eivät paljoa eroa päällysveden pitoisuuksista, eikä niissä ole havaittavissa mitään muutossuuntaa.

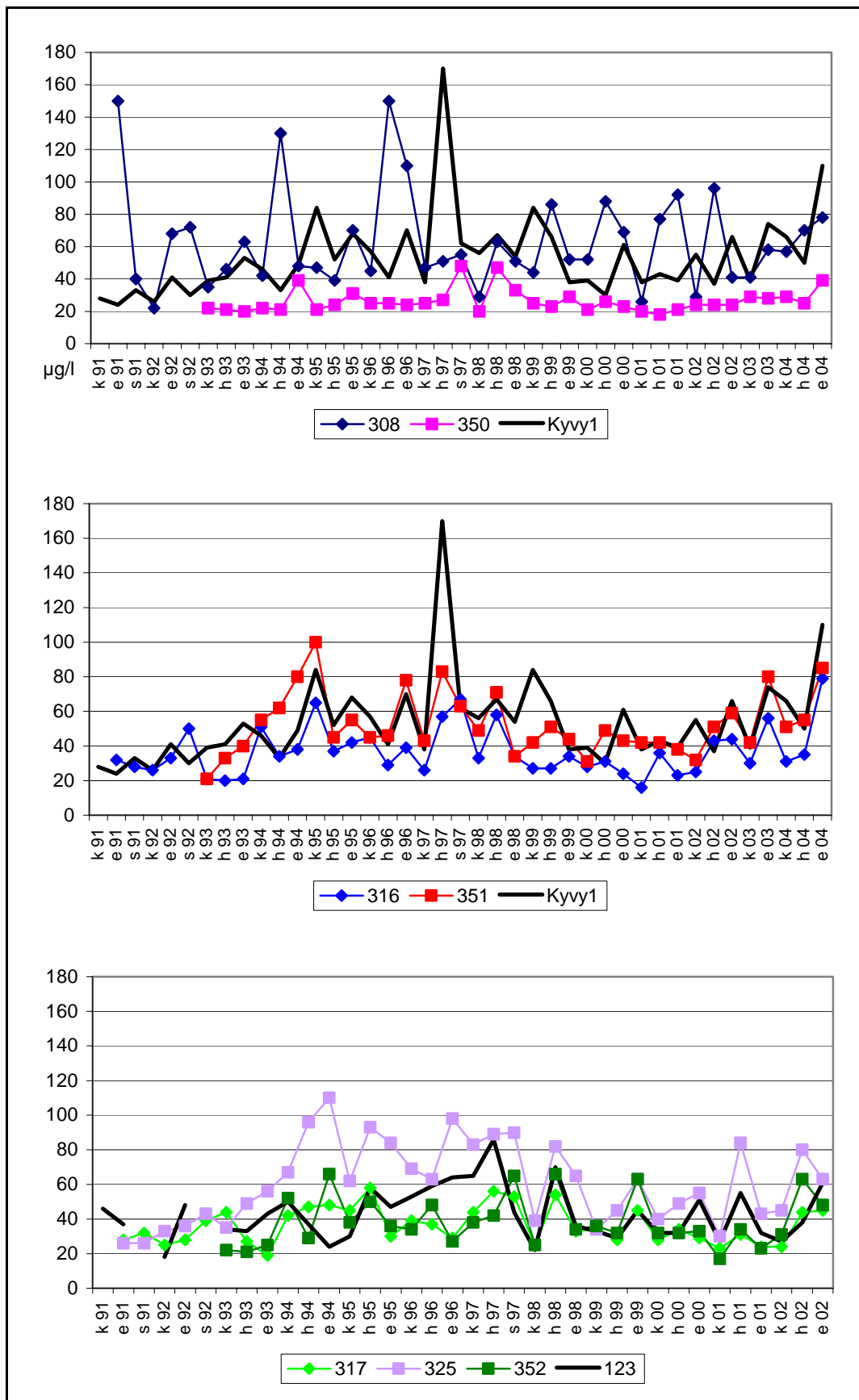
Asemien pintavesien nitriitti-nitraattityppipitoisuudet olivat usein alle määrittäysrajan, 5 µg/l. Alusveden nitriitti-nitraattipitoisuudet olivat suurimmat vertailuasemilla ja pienimmät matalimmalla KALA-asevilla 350. Pintaveden ammoniumtyppipitoisuudet ovat usein määrittäysrajassa 5 µg/l tai alle sen sekä KALA-asevilla että vertailuasemilla. Elokuussa KALA-asemien ammoniumtyppipitoisuudet ovat kuitenkin korkeammalla kuin vertailuasemilla. Alusveden ammoniumtyppipitoisuudet olivat selvästi suurempia. Suurimmillaan ne olivat KALA-asevilla 308 ja 325, noin 70 µg/l.

### 6.3.3 Typpi-fosfori -suhde

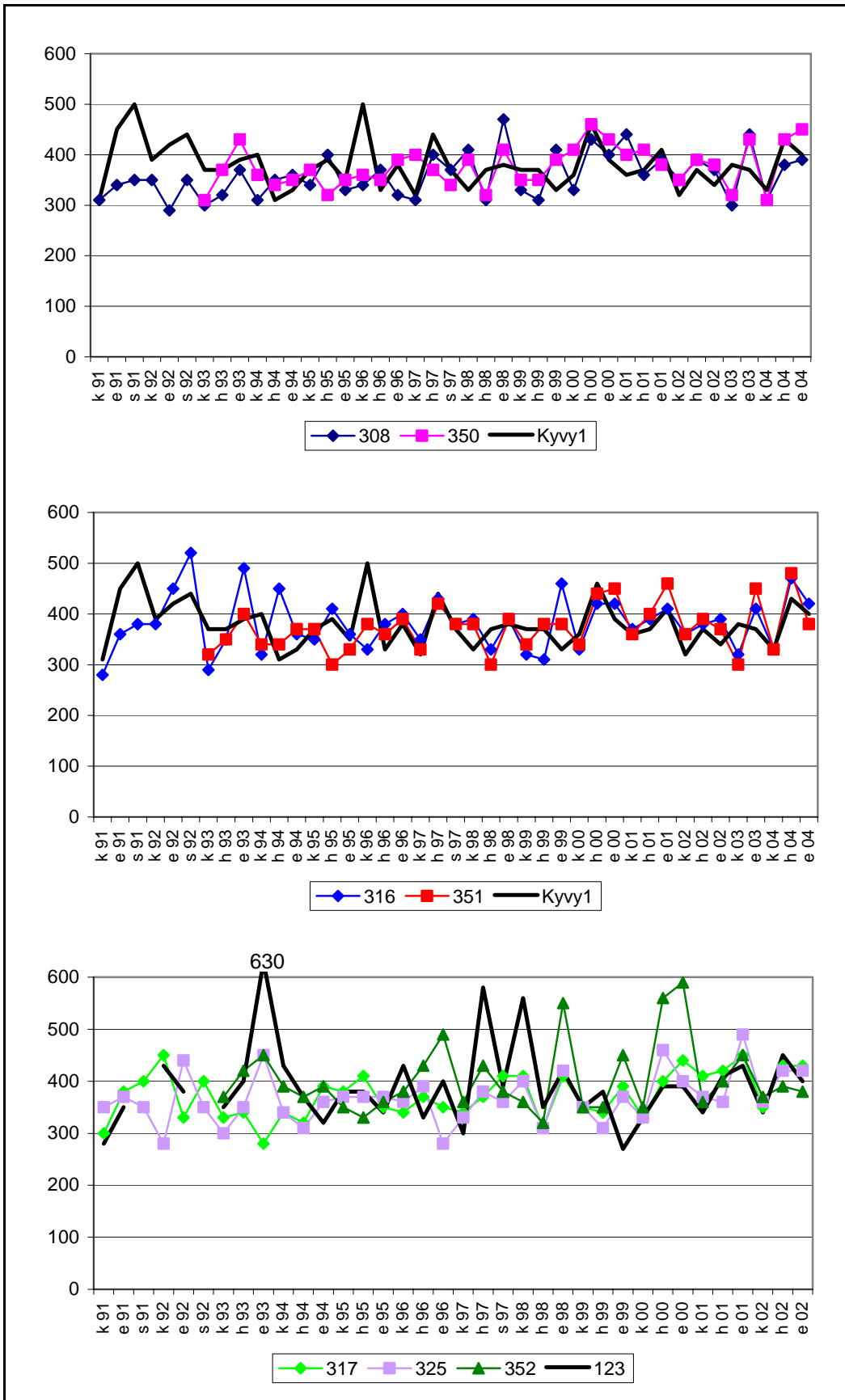
Pyhtää-Kotka merialueella päällysveden typpi- ja fosforipitoisuuksiin vaikuttavat alueelle purkautuvan Kymijoen ravinnemäärät ja -pitoisuudet (etenkin typen osalta), meriveden sekoittumisen kautta alusvedestä tulevat ravinnelisäykset, ravinteiden kuluminen perustuotantoon ja merialueen omasta pistekuormituksesta tulevat ravinteet. Kymijoen veden fosforipitoisuus on tasoa 15-25 µg/l ja typpipitoisuus tasoa 550 – 600 µg/l, eli typpipitoisuus on korkeampi kuin meressä. Pyhtää-Kotka merialueen ravinnetaseeseen vaikuttavat myös varsinainen Itämeri, läntinen Suomenlahti ja tietyissä oloissa myös Neva-Pietari -alue.



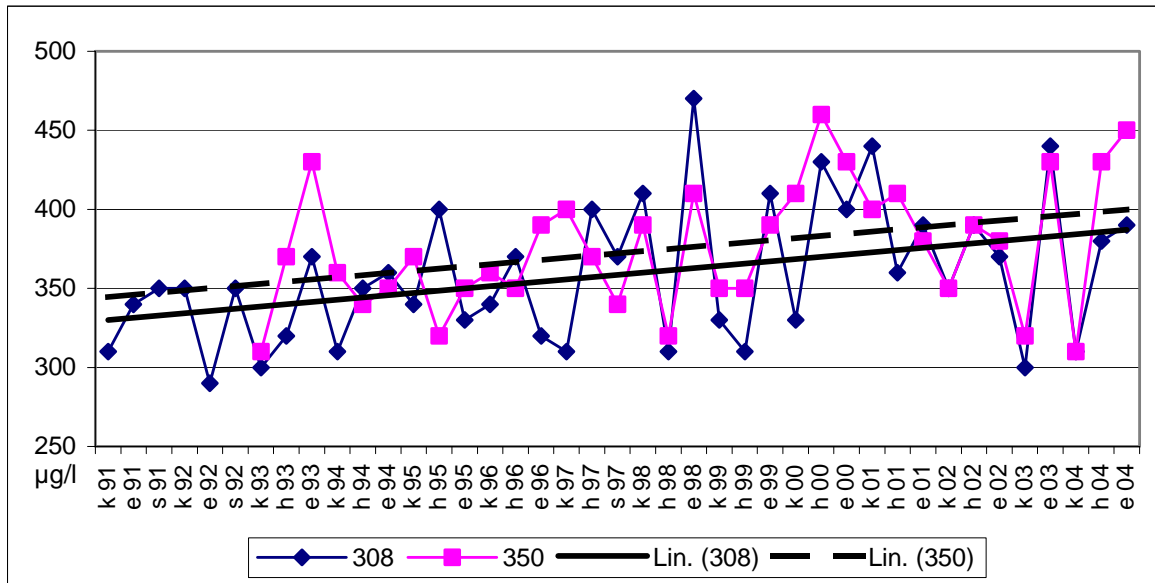
Kuva 7. Kokonaisfosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) päälyysvedessä KALA-asevilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elo/syyskuussa.



Kuva 8. Kokonaisfosforipitoisuus alusvedessä (µg/l) KALA-asemilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elo/syyskuussa.



Kuva 9. Kokonaistyyppipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) p\aallysvedess\aa KALA-aseilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kes\aa-, hein\aa- ja elo/syyskuussa.



Kuva 10. Kokonaistyyppipitoisuus (µg/l) päällysvedessä KALA-asetilla 308 ja 350 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja eloku/syyskuussa sekä vastaavat trendiviivat. Huom. Y-akseli alkaa kuvassa 250 µg/l:sta.

Mikäli kokonaisravinteiden typpi-fosfori -suhde on yli 17, fosfori on levien kasvua rajoittava tekijä, ja mikäli suhde on alle 10, on typpi kasvun minimitekijä<sup>4</sup>. Kokonaisravinteiden typpi-fosforisuhteen mukaan vertailuasemilla vallitsi kesä-elokuussa tilanne, jolloin fosfori oli levien tuotantoa rajoittava ravinne tai kumpikaan ravinne ei ollut rajoittavana (vuosien 1991-2004 N/P-suhteen keskiarvo 17). KALA-asetilla yleensä kumpikaan ravinne ei ollut rajoittavana, joskus fosfori (N/P keskiarvo 14-16).

Mineraaliravinteiden osalta typpi-fosforisuhteen ( $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$ /liuenut fosfaattifosfori) ollessa yli 12 pidetään fosforia rajoittavana tekijänä. Mikäli suhde on alle 5, ovat liuenneet typpiyhdisteet rajoittava tekijä<sup>4</sup>. Mineraaliravinteiden suhteen tilanne oli kovin vaihteleva. Vertailuasemilla rajoittava ravinne vaihteli ja usein kumpikaan ravinne ei ollut selvästi tuotantoa rajoittava (vuosien 1991-2004 mineraaliravintesuhteen keskiarvo 12-13). KALA-asetilla fosfori oli harvemmin rajoittavana, ravintesuhteen keskiarvon ollessa 6-9. Suhdelukuja voi vääristää hieman se, että liukoisen fosforin arvona on käytetty tässä kokonaisfosfaattifosforia eikä leville käyttökelpoisinta liukoista fosfaattifosforia (liukoinen reaktiivinen fosfori, DRP). Suhdelukuja vääristää myös se, että pitoisuudet olivat usein alle määrittärajän. Tällöin tuloksena on käytetty lukua 0,5 x määrittärajä.

#### 6.4 SÄHKÖNJOHTAVUUS JA PH

Sähkönjohtavuus on vertailuasemilla ja KALA-asetilla 352 kesäaikaan tasoa 680 mS/m, muilla KALA-asetilla 720-730 mS/m. Aseman 352 edustalla ei ole ollut kalankasvatusta vuoden 1998 jälkeen.



Merivedet ovat sisävesiin verrattuna voimakkaasti puskuroituja ja niiden pH on lähellä 8,0. Vertailu- ja KALA- asemilla pH arvot olivat samaa tasoa. pH oli kesä-elokuussa keskimäärin 8,2 ja laski hieman kesäkuusta elokuuhun. Kesäaikana levätuotanto kohottaa pH-arvoja.

## 6.5 VEDEN HYGIEENINEN LAATU

Veden hygieeninen laatu on KALA- asemilla hyvä. Ulosteperäisiä eli fekaalisia streptokokkeja ei ole ollut lainkaan tai niitä on ollut vain muutama kpl/100ml. Jotta vesi täyttää uimaveden laatuvaatimukset, fekaalisia streptokokkeja pitää olla alle 200 kpl/100 ml ja fekaalisia kolibakteereja alle 500 kpl/100 ml (Sosiaali- ja terveysministeriön päätös 41/99).

## 7 LEVÄT

Kalankasvatustilustosten lähialueiden rehevyytasoa tutkitaan ravinnepitoisuuksien lisäksi kasviplanktonin klorofylli *a*- ja perifytonlevätutkimuksin. Klorofylli *a* -pitoisuus mittaa lehtivihreällisten, vapaassa vedessä elävien levien runsautta. Perifytonlevätutkimuksessa selvitetään alustaan kiinnittyvien levien runsautta.

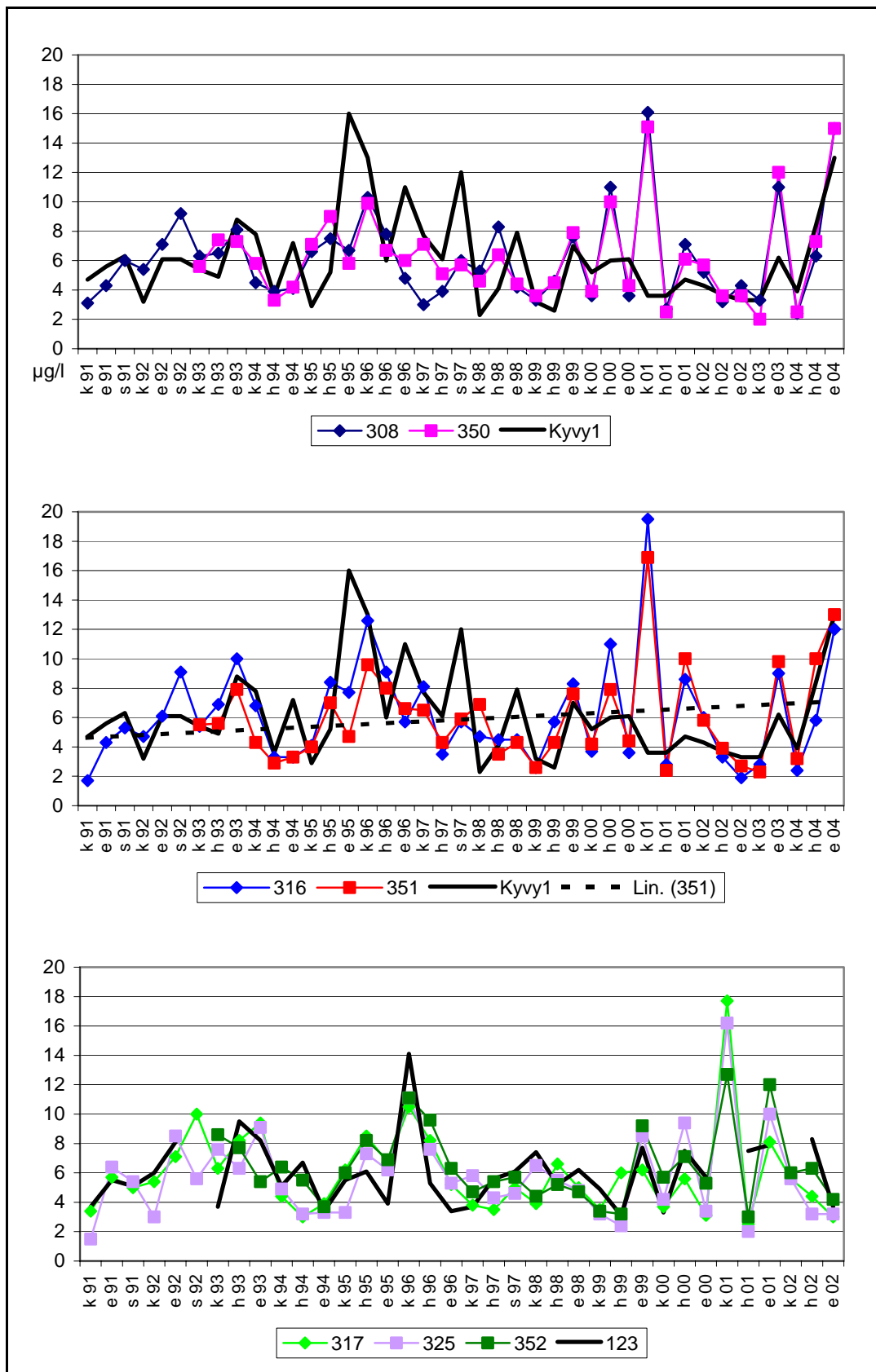
### 7.1 KLOROFYLLI

Vertailu- ja KALA- asemien kaikkien kesä-elokuun klorofyllitulosten keskiarvo vuosina 1991-2004 oli tasoa 5,8-6,5 µg/l (kuva 11). KALA- asemista vain 308:n pitoisuuskeskiarvot nousivat kesäkuusta elokuulle. Useilla KALA- asemilla kesän klorofyllipitoisuudet näyttivät nousseen aikavälillä 1991-2004, eniten asemalla 351 (kuva 11).

Klorofyllipitoisuuden (tuotantokauden keskiarvo) perusteella vesialueet voidaan jakaa seuraaviin rehevyyssluokkiin:

Rehevyyssluokka	Klorofylli <i>a</i> µg/l
I Karu	alle 2
II Lievästi rehevä	2-5
III Rehevä	5-10
IV Hyvin rehevä	10- 25
V Erittäin rehevä	yli 25

Luokituksessa esitetyt klorofyllin raja-arvot perustuvat Heikki Pitkäsen väitöskirjassaan<sup>5</sup> esittämiin Suomen rannikkovesien klorofyllipitoisuuksiin. Kesä-elokuun tulosten keskiarvon perusteella sekä vertailu- että KALA- asemat kuuluvat luokkaan rehevä. Joinakin vuosina keskiarvo on mennyt luokkaan lievästi rehevä.

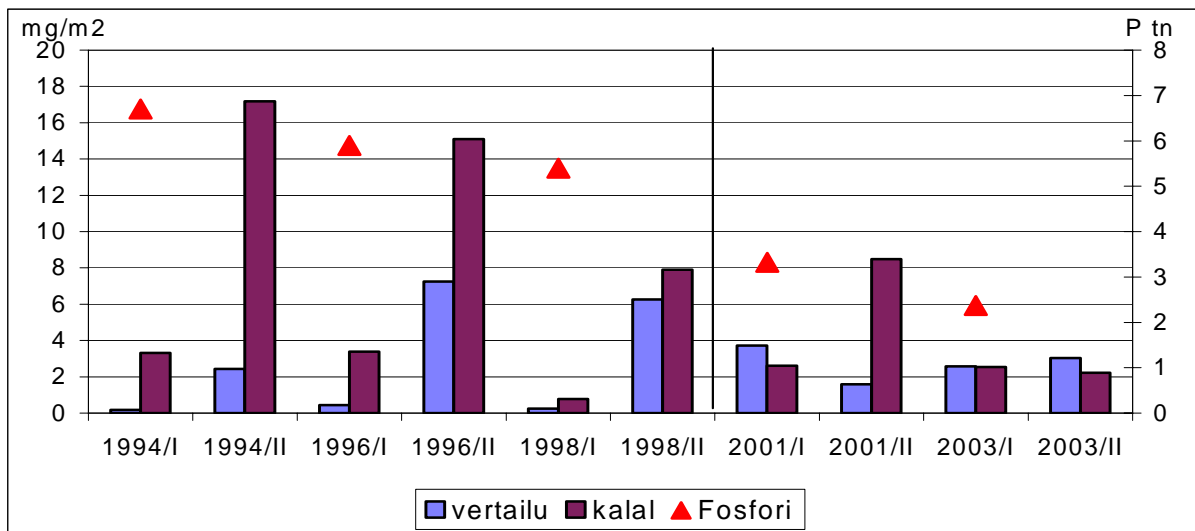


Kuva 11. Klorofylli a -pitoisuus (µg/l) KALA-asetilla ja vertailuasemilla Kyvy-1 ja 123 vuosien 1991-2004 kesä-, heinä- ja elosyyskuussa.

## 7.2 PERIFYTON

Vuonna 1994 tehtiin ensimmäinen nykyisen ohjelman mukainen perifytontutkimus levymenetelmällä 39 asemalla. Havaintoasemat olivat linjassa laitoksilta poispäin. Lisäksi oli kolme vertailulinjaa kauempana laitoksista. Heinä- ja elokuussa oli kahden viikon tutkimusjaksot. Vuosina 1994 & -96 sekä heinä- että elokuussa suurimmat klorofyllimäärät olivat kullakin laitostinlinjalla lähinnä laitosta sijaitsevalla asemalla. Pienimpiä tulokset olivat vertailulinjoilla ja laitosten uloimmilla pisteillä. Klorofyllimäärät olivat elokuussa selvästi suurempia kuin heinäkuussa. Vuonna 1998 telineitä katosi runsaasti eikä saatu selkeitä tuloksia. Vertailulinjojen perifytonmäärät eivät selvästi poikenneet laitostinlinjojen tasosta (kuva 12).

Vuonna 2001 perifytontutkimuksessa siirryttiin lasikuitusuodinmenetelmään. Myös tällöin telineitä katosi runsaasti ensimmäisellä jaksolla. Toisella jaksolla levämäärät olivat laitostinlinjoilla selvästi suurempia kuin vertailulinjoilla ja levämäärät olivat yleensä suurimpia laitosta lähimpänä olevalla asemalla. Laitostinlinjoilla levämäärät olivat viisinkertaisia suhteessa vertailulinjoihin. Vuonna 2003 perifytontutkimusta karsittiin ja mukana oli vain 23 havaintoasemaa toiminnassa olevien laitosten lähellä. Myös vertailulinjoista yksi karsittiin. Telineitä katosi jälleen runsaasti. Kalalaitosten asemilla ei kasvanut enempää levää kuin vertailuasemilla (kuva 12). Vuonna 2003 kalalaitosten fosforikuormituskin oli enää kolmasosa vuoden 1994 tasosta.



Kuva 12. Keskimääräinen klorofylli a -määrä (mg/m<sup>2</sup>) vertailu- ja kalalaitostinlinjojen perifytonasemilla ensimmäisellä ja toisella tutkimusjaksolla vuosina 1994, 1996, 1998, 2001 & 2003. 90-luvulla käytössä oli muovilevymenetelmä, 2000-luvulla lasikuitusuotimet. Lisäksi kuvassa on esitetty kalalaitosten fosforikuormitus (tn) ko. vuosina X2-akselilla.

## 8 POHJAELÄIMET

Vuonna 1987 pohjaeläimistön avulla tehdyn pohjan tilan arvioinnin mukaan verkkoallasten alapuolinen merenpohja oli pahoin likaantunutta ja pohjaeläimistö joko puuttui täysin tai koostui ajoittaista hapettomuutta sietävistä ryhmistä. Laitosten lähialueen pohja luokiteltiin likaantuneeksi ja kauempana lievästi likaantuneeksi. Kalankasvatuksen vaikutuksesta selvästi likaantunut pohja ulottui tuotannoltaan suurimpien laitosten ympäristössä 100-200 metrin etäisyydelle laitoksesta. Koukkusaaren Kalastuksen ympäristössä pohja osoittautui likaantuneeksi vielä noin 900 metrin etäisyydellä.

Vuonna 1992 merialueen laajan pohjaeläintutkimuksen tulosten perusteella todettiin että kalankasvatuslaitokset sijaitsevat jo valmiiksi rehevän tai lievästi rehevän pohjan alueella. Tästä syystä kalankasvatuksen vaikutukset kuormitukseensa nähden ovat monesti jääneet vähäisiksi. Useimpien laitosten lähipisteillä oli havaittavissa lievää rehevyytason kasvua vuoteen 1987 verrattuna.

Vuonna 1997 lähes kaikkien laitosten pohjaeläinasemilla oli menty edelleen rehevämpään suuntaan<sup>2</sup>. Varsinkin syvänteissä on hyvinkin hapettomia olosuhteita.

Vuoden 2002/2003 tulokset eivät vielä ole valmistuneet.

## 9 YHTEENVETO

Tässä pitkäaikaisyhteenvedossa on tarkasteltu Pyhtää-Kotka merialueen kahdeksan kalankasvatuslaitoksen vesistövaikutusten yhteistarkkailutulokset vuosilta 1991-2004.

Lisäkasvuna ilmoitettuna kalaa tuotettiin Pyhtää-Kotka alueella vuosina 1991-2003 160-510 tonnia vuosittain. Suurimmillaan lisäkasvu oli vuosina 1995-96. Pienin lisäkasvu oli vuonna 2000, jolloin laitoksia jouduttiin sulkemaan VHS-taudin takia. Alueen kalankasvatuksen kokonaisfosforikuormitus vaihteli välillä 1 300-8 100 kg vuodessa. Toiminnasta aiheutuva fosforikuormitus on ollut voimakkainta kasvatuskaudella 1992. Fosforikuormitus suhteessa lisäkasvuun on ollut pienimmillään 2000 ja 2002.

Viime vuosina suurin lisäkasvu on ollut Mallempuckenilla, jolla oli myös selkeästi suurin fosforikuormitus. Nakarin laitoksella ei ole ollut lainkaan tuotantoa vuosina 1999-2004. Koukkusaaren Kalastus ei toiminut vuosina 2001-2004 ja Koukkusaaren Merikirjolohti 2002-2004. Kalanviljelyn osuus Pyhtää-Kotka merialueen pistemäisestä kuormituksesta on viime vuosina ollut kesä-syyskuussa noin 23 % fosforin ja noin 17 % typen pistekuormituksesta. Kalankasvatuksen kuormitus on ollut suurimmillaan syyskuussa.

Kalankasvatuslaitosten vedenlaatu seurannan näytteet on otettu 7 havaintoasemalta kolme kertaa tuotantokauden aikana. Seuranta-asemat sijaitsevat syvänteessä 500-1200 metrin

päässä laitoksesta; seuranta-asemien vedenlaatu ei niinkään kerro kalankasvatuksen vaikutuksista aivan laitoksen lähiympäristössä vaan vedenlaadun muuttumisesta pidemmällä aikavälillä laitosten lähivesialueilla. Kalankasvatuksen vesistövaikutuksia arvioitiin tarkastelemalla laitostasemien vedenlaatua suhteessa Pyhtää-Kotka merialueen yleiseen tilaan. Merialueen taustatason kuvaajina käytettiin Pyhtää-Kotka merialueen intensiiviasemien samanaikaisia vedenlaatutuloksia.

Tuotantokauden aikainen päällysveden sameus KALA-asemilla on ajoittain suurempaa kuin vertailuasemilla. Sameusarvot olivat KALA-asemilla heinä-elokuussa suurempia kuin kesäkuussa. Krokön itäpuolella sameus näyttää lisääntyneen ajanjaksolla 1991-2004. Myös sameuteen yhteydessä oleva veden näkösyvyys oli KALA-asemilla hieman pienempi kuin vertailuasemilla. Sähkönjohtavuus oli kalalaitosten lähistöllä hieman korkeampi kuin vertailuasemilla. Veden hygieeninen laatu oli KALA-asemilla hyvä.

Päällysveden fosforipitoisuus on KALA-asemilla hieman suurempi kuin vertailuasemilla, typpipitoisuuksissa ei ollut selvää eroa. KALA-asemilla päällysveden typpipitoisuudet ovat kuitenkin nousseet ajanjaksolla 1991-2004. Päällysveden fosfori- ja typpipitoisuus nousee kaikilla asemilla kesäkuusta elokuuhun, mutta KALA-asemilla voimakkaammin kuin vertailuasemilla. Vertailu- ja KALA-asemien kaikkien kesä-elokuun klorofyllitulosten keskiarvo vuosina 1991-2004 oli tasoa 5,8-6,5 µg/l eli vesialueet olivat reheviä. Useilla KALA-asemilla kesän klorofyllipitoisuudet näyttivät nousseen tällä ajanjaksolla, eniten Krokön kaakkoiskulmalla.

Vuosien 1994 & -96 perifytontutkimuksissa suurimmat klorofyllimäärät olivat kullakin laitostinlinjalla lähinnä laitosta sijaitsevilla asemilla. Pienimpiä tulokset olivat vertailulinjoilla ja laitosten uloimmilla pisteillä. Klorofyllimäärät olivat elokuussa selvästi suurempia kuin heinäkuussa. Vuonna 1998 vertailulinjojen perifytonmäärät eivät selvästi poikenneet laitostinlinjojen tasosta. Vuonna 2001 toisella jaksolla levämäärät olivat laitostinlinjoilla selvästi suurempia kuin vertailulinjoilla ja levämäärät olivat yleensä suurimpia laitosta lähimpänä olevalla asemalla. Laitostinlinjoilla levämäärät olivat viisinkertaisia suhteessa vertailulinjoihin. Vuonna 2003 kalalaitosten asemilla ei kasvanut enempää levää kuin vertailuasemilla. Vuonna 2003 kalalaitosten fosforikuormituskin oli enää kolmasosa vuoden 1994 tasosta.

Kalankasvatuksen vaikutusta on siis nähtävissä veden sameusarvoissa, näkösyvyyydessä ja ravinnepitoisuuksissa. Aiemmin kalankasvatuksen rehevöittävä vaikutus näkyi kaikkein selvimmin perifytontuloksissa, mutta viime vuosina kalalaitosten tulokset eivät juuri ole eronneet vertailuasemien tuloksista.

## VIITTEET

---

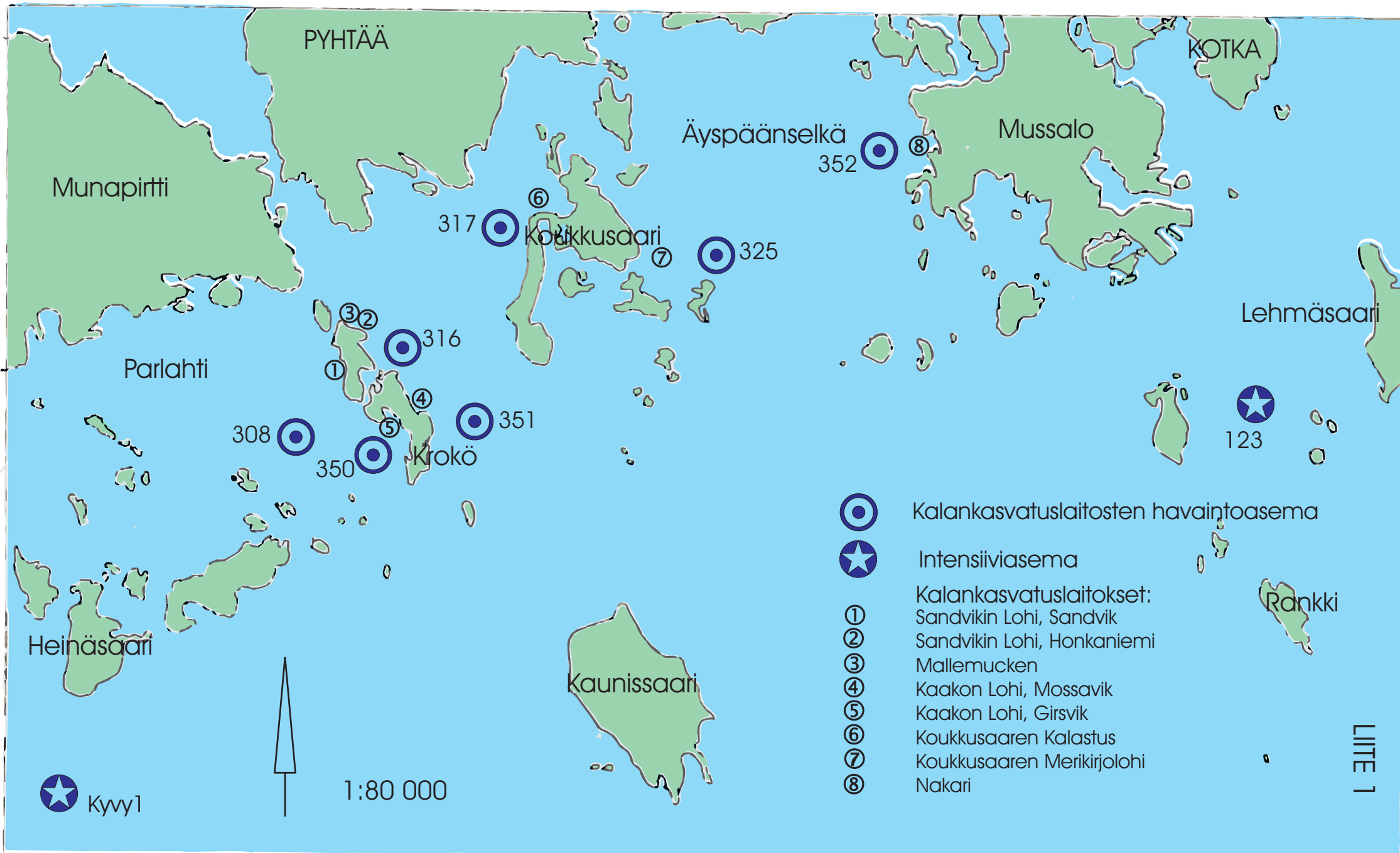
<sup>1</sup> Kymijoen vesiensuojeluyhdistys ry 1993. Kymijoen ja sen edustan merialueen vesistötarkkailuohjelma, 39 s + liitteet.

<sup>2</sup> Lossi, K. 1998. Pyhtää-Kotka kalalaitosten vaikutus pohjaeläimistöön vuosina 1987-1997. Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti, erikoistumistyö, 30 s + liitteet.

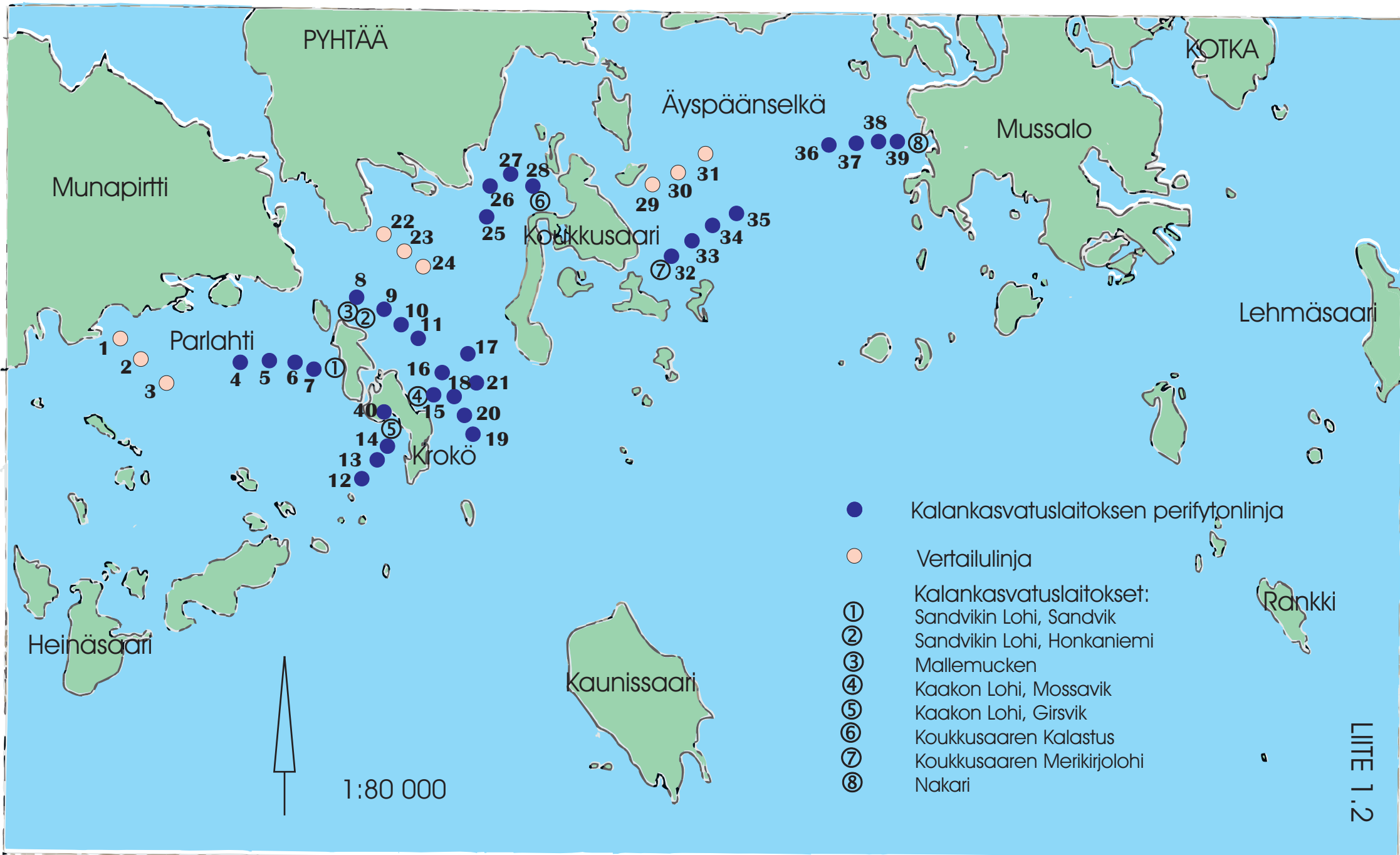
<sup>3</sup> Åkerberg, A. 2004. Kymijoen alaosan yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2003. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 113/2004, 34 s + liitteet.

<sup>4</sup> Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? – Sewage effluent and polluted lake water studies.- Mitt. Int. Ver. Limnol. 21: 352-363.

<sup>5</sup> Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish coastal Waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. – Publications of the Water and Environment Research Institute, no 18.



Kalankasvatuslaitokset ja vedenlaadun seuranta-asetat Pyhtää-Kotka merialueella



Kalankasvatuslaitokset ja perifytonasemat Pyhtää-Kotka merialueella



Kuukauden keskilämpötilat (oC) Kotka Rankissa 1991-2003 ja pitkänajan keskiarvot. Lähde: Ilmatieteen laitos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ka.
<b>71-00</b>	-5,1	-6,4	-2,9	1,8	8,3	13,9	16,9	16	11,3	6,3	1,4	-2,4	4,9
<b>03</b>	-10,1	-6,4	-3,3	0,5	6,6	11,9	20,5	16,8	11,6	4,9	3,5	0,1	4,7
<b>02</b>	-3,4	-1,1	-0,1	3,5	9,9	14,9	18,8	19,9	11,8	2,2	-1,8	-7,4	5,6
<b>01</b>	-1,3	-6,8	-4,3	3,3	8,1	13,2	20,2	16,6	13,5	8,7	1,1	-5,8	5,5
<b>00</b>	-2,8	-2,1	-0,7	-4,1	8	12,5	17,5	16	11,1	9,4	5	1,4	5,9
<b>99</b>	-6,4	-8,3	-2,8	3,1	6,7	16,2	17,8	16,4	13,6	7,9	2,9	-0,8	5,5
<b>98</b>	-1,9	-5,8	-5,4	0,6	8,1	13,5	16	14,4	12,5	7,3	-1,3	-1,8	4,7
<b>97</b>	-3,8	-3,2	-1,3	1,3	7	16,1	19,5	18,1	11,4	4,2	0,9	-2,8	5,6
<b>96</b>	-6,1	-11	-5,9	0,6	6,6	11,8	14,8	18,3	10,7	7,6	4,6	-3,5	4
<b>95</b>	-2,5	-0,5	0	2,5	7,8	16,8	14,7	16,2	12,5	8,6	-0,4	-6	5,8
<b>94</b>	-4,3	-13,8	-3,7	2,6	8	12	18,8	16,9	12,3	5,5	0,4	-0,5	4,5
<b>93</b>	-1,4	-2,4	-1,2	2,2	11,2	12	15,5	14,7	8,4	5	-2	-2,8	4,9
<b>92</b>	-1,3	-1,9	0,6	1,4	8,8	15,2	15,8	15,3	13,7	2,3	-0,6	0,5	5,8
<b>91</b>	-3	-6,4	-1,6	2,1	7,3	12,3	17,6	18	10,9	7,4	4,4	-0,2	5,7

Sademäärät (mm) Kotka Rankissa 1991-2003 ja pitkänajan keskiarvot Lähde: Ilmatieteen laitos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	summa
<b>71-00</b>	39	33	35	30	34	44	55	69	61	65	63	52	580
<b>03</b>	46	17	11	32	70	70	29	89	36	61	42	57	560
<b>02</b>	56	53	46	16	13	48	41	2	24	13	56	10	378
<b>01</b>	27	43	27	58	21	76	64	23	82	66	35	26	548
<b>00</b>	35	35	46	21	39	29	74	23	13	109	103	55	582
<b>99</b>	53	99	21	22	7	34	14	29	10	60	45	71	465
<b>98</b>	50	40	35	20	33	76	84	120	32	94	58	54	696
<b>97</b>	49	31	28	39	8	33	7	31	71	63	45	41	446
<b>96</b>	8	26	23	25	60	45	92	2	38	48	121	40	528
<b>95</b>	36	56	40	20	60	22	31	41	62	42	58	27	495
<b>94</b>	58	3	60	62	30	27	12	53	97	39	27	55	523
<b>93</b>	47	29	19	20	5	29	88	81	13	47	6	63	447
<b>92</b>	36	42	41	54	11	5	32	71	43	78	81	19	513
<b>91</b>	52	30	35	20	52	135	14	74	74	34	92	38	650

Kokonaissäteily (MJ/m<sup>2</sup>) Helsinki-Vantaa (Lähde: Ilmatieteen laitos).

	touko	kesä	heinä	elo	syys	summa
<b>71-00</b>	582	620	601	446	252	2501
<b>03</b>	524	557	616	456	295	2448
<b>02</b>	665	636	614	540	332	2787
<b>01</b>	552	568	674	479	244	2517
<b>00</b>	617	610	546	478	339	2590
<b>99</b>	572	702	698	481	341	2794
<b>98</b>	560	498	575	375	292	2300
<b>97</b>	590	685	611	564	295	2745
<b>96</b>	515	572	506	562	279	2434
<b>95</b>	514	623	651	535	248	2571
<b>94</b>	594	563	734	419	226	2536
<b>93</b>	657	559	548	361	279	2404
<b>92</b>	649	717	631	367	193	2557
<b>91</b>	545	504	640	479	253	2421