



**Kymijoen**  
vesi ja ympäristö ry

**PYHTÄÄN MERIALUEEN  
KALANKASVATUSLAITOSTEN  
VESISTÖTARKKAILU VUONNA 2010 JA  
POHJAEÄLÄINTARKKAILU VUONNA 2009**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 211/2011**

**Marja Anttila-Huhtinen**

**ISSN 1458-8064**



## TIIVISTELMÄ

Tässä julkaisussa on käsitelty Pyhtään merialueen kalankasvatuslaitosten velvoitetarkkailututkimuksiin kuuluvat tutkimukset vuodelta 2010 ja vuoden 2009 pohjaeläintutkimus. Alueella toimi vuonna 2009 kolme laitosta, Sandvik, Honkaniemi ja Mallemucken (Sandvikin vuokraamana). Vuonna 2010 toimintaa oli vain Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla. Molempina vuosina laitosten rehunkäyttö oli lupaehtojen mukaista. Laitosten kokonaistuotanto oli vuonna 2009 166 tonnia ja vuonna 2010 114 tonnia. Vastaavasti fosforin kuormitus oli tuotantokauden 2009 aikana 1250 kiloa ja kauden 2010 aikana 647 kiloa. Kalankasvatuksen vesistökuormitus on vähentynyt Pyhtään merialueella 1990-luvun alkupuolen tilanteesta huomattavasti sekä laitosten lopettamisen että kalankasvatuksen tehostumisen myötä. Vuonna 2010 kuormitus oli pienempää kuin kertaakaan 1980-luvun alkupuolelta lähtien. Laitokset sijaitsevat Pyhtään Krokön saarten alueella, joka on osa itäisen Suomenlahden rannikon saaristovyöhykettä. Alue on kokonaisuudessaan rehevää merialuetta, mikä näkyy myös kalankasvatuslaitosten vesistötarkkailun tuloksissa.

Vuoden 2009 pohjaeläintutkimuksessa otettiin pohjaeläinnäytteet 4 laitosasemalta ja 4 vertailuasemalta. Näytteet otettiin pehmeillä liejupohjilla Ekman-noutimella ja kovemmillä lieju-sorasavi –pohjilla Van Veen-noutimella. Näyteasemien sijainnit oli valittu siten, että laitosasema ja vastaava vertailuasema olivat aina pohjanlaadultaan samanlaisia. Laitosasematkaan eivät sijainneet ihan verkkokassin kupeessa vaan 200-400 metrin päässä laitoksesta. Pohjaeläintuloksissa ei voitu havaita kalankasvatuksen vaikutuksia. Sensijaan näyteasemien välisiä eroja selitti ennenkaikkea pohjatyyppi. Pehmeillä pohjilla lajisto oli köyhää ja vallitsevat lajit olivat samoja rehevän pohjan lajeja kuin samalla syvyysvyöhykkeellä Pyhtää – Kotka – Hamina – merialueen laajassa pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksessa. Kovemmillä pohjilla lajisto oli selvästi monipuolisempaa ja ilmensi vain lievää rehevyyttä.

Kesän 2010 vedenlaatutarkkailun näytteet otettiin vain kerran, elokuun loppupuolella. Laitosten tarkkailuasemat (2) eivät sijaitse aivan laitosten vieressä vaan 0,5 – 1,2 kilometrin päässä lähimmästä laitoksesta. Tarkkailun tarkoituksena on seurata vedenlaadun mahdollisia muutoksia pidemmällä aikavälillä laitosten lähialueella. Vedenlaatu vastasi laitosten lähialueella merialueen yleistä vedenlaatua elokuun näytteenotokerralla. Laitosten lähialueella oli päällysvedessä lievästi enemmän fosfaattifosforia ja ammoniumtyyppiä kuin Pyhtää – Kotka – merialueen vertailuasemilla.

Kalankasvatuksen rehevöittävä vaikutus tuli selvimmin esille perifytonitutkimuksen klorofyllituloksissa. Kolmella laitosten lähialueella sijaitsevalla asemalla perifytonlevien klorofyllimäärät olivat selvästi suurempia kuin vertailualueilla ja erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Yhdellä, vähän etäämpänä laitoksesta sijaitsevalla asemalla tulokset eivät poikenneet vertailualueesta.

# SISÄLLYS

	sivu
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Sääolot</b>	<b>1</b>
<b>3 Kalankasvatuslaitosten lisäkasvu ja ravinnekuormitus</b>	<b>4</b>
<b>4 Aineisto ja menetelmät</b>	<b>7</b>
4.1 Vedenlaadun seuranta vuonna 2010	7
4.2 Perifytontutkimus vuonna 2010	8
4.3 Pohjaeläintutkimus vuonna 2009	9
<b>5 Tulokset</b>	<b>7</b>
5.1 Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu	10
5.2 Klorofylli	15
5.3 Hygieeninen vedenlaatu	16
5.4 Perifytonin kasvu	17
5.5 Pohjaeläimistö	18
<b>6 Tulosten tarkastelua</b>	<b>20</b>
<b>Viitteet</b>	<b>22</b>
<b>Liitteet 1-5</b>	

## 1 JOHDANTO

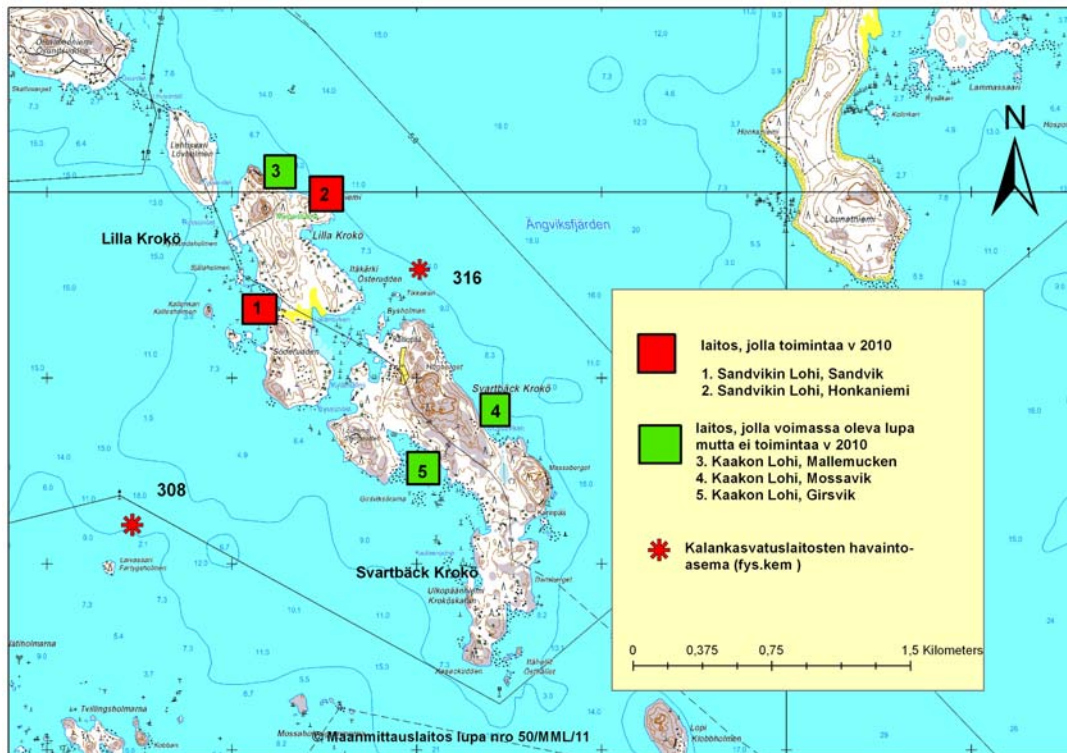
Kymijoen vesi ja ympäristö ry toteuttaa Pyhtään kalankasvatuslaitosten vesistövaikutusten yhteistarkkailua (kuvat 1 ja 2). Tässä yhteenvedossa on esitelty vesistötarkkailuun kuuluvan pohjaeläintutkimuksen tulokset vuodelta 2009 ja vesistötarkkailun tulokset vuodelta 2010. Vuonna 2009 velvoitetarkkailu noudatti Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n vuonna 2005 laatimaa ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen hyväksymää (kirje Dnro 0498Y0085-103, 1.6.2005) yhteistarkkailuohjelmapäivitystä. Vedenlaatutarkkailun tulokset vuodelta 2009 on esitetty jo aiemmassa yhteenvedossa (Anttila-Huhtinen 2010a). Vuonna 2010 tarkkailussa noudatettiin tarkkailuohjelman uutta, Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen hyväksymää päivitystä (kirje KASELY/383/07.00/2010, 23.6.2010). Vuonna 2010 tarkkailuohjelmassa oli fysikaalis-kemiallista vedenlaatuseurantaa ja perifytontutkimus. Yhteistarkkailun tarkoituksena on täyttää seuraavien Itä-Suomen ympäristölupaviraston 7.3.2008 päätöksien varassa toimivien laitosten tarkkailuveloitteet (kuva 1):

Sandvikin Lohi Oy, Sandvikin laitos (ISY-2007-Y-75)  
 Sandvikin Lohi Oy, Honkaniemen laitos (ISY-2007-Y-73)  
 Kaakon Lohi Oy, Girsvikin laitos (ISY-2006-Y-254)  
 Kaakon Lohi Oy, Mossavikin laitos (ISY-2006-Y-253), luvasta valitettu  
 Kaakon Lohi Oy, Mallemuckenin laitos (ISY-2007-Y-77)

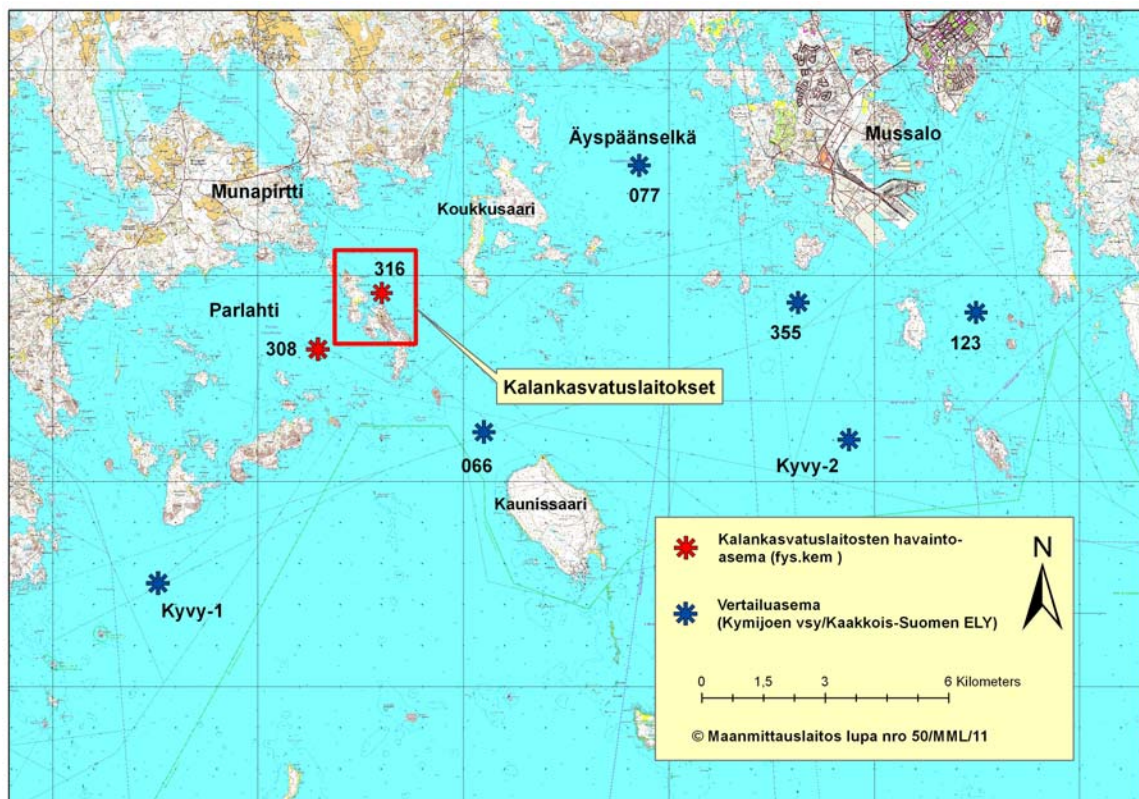
Laitoksista käytetään myöhemmin tekstissä seuraavia lyhennettyjä nimiä: Sandvik, Honkaniemi, Girsvik, Mossavik ja Mallemucken. Näistä vain kolmella oli vuonna 2009 kalankasvatustoimintaa eli Sandvikin, Honkaniemen ja Mallemuckenin laitoksilla. Vuonna 2010 tuotantoa oli vain Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla.

## 2 SÄÄOLOT

Vuoden 2009 sääoloja on käsitelty tarkemmin jo vuoden 2009 yhteenvedossa (Anttila-Huhtinen 2010a), joten tässä yhteenvedossa keskitytään vuoteen 2010. Vuosi 2010 oli lämpöoloiltaan äärevä. Alkupalvella ja loppuvuodesta oli kovia pakkasia ja kesällä pitkä hellejakso. Kevät eli maaliskuusta toukokuuhun ulottuva jakso oli tavanomaista lämpimämpi, ja helmi-maaliskuu ja toukokuu myös runsassateisia. Heinä-elokuun keskilämpötila oli Kotkan alueella yli kolme astetta enemmän kuin vuosien 1971-2000 keskiarvo, mikä nosti tuolloin merialueellakin pintaveden lämpötiloja. Sateiltaan kesä oli Kotkassa lähellä normaalia – vain heinäkuussa satoi keskimääräistä vähemmän. Syys- ja lokakuu olivat lämpötiloiltaan ja sateiltaan normaaleja (kuva 3, liite 1). Säteilysumma oli kesällä 2010 keskimääräistä suurempi kesä- ja heinäkuussa (liite 1). (Ilmatieteen laitos 2010, Suomen ympäristökeskus 2010a).

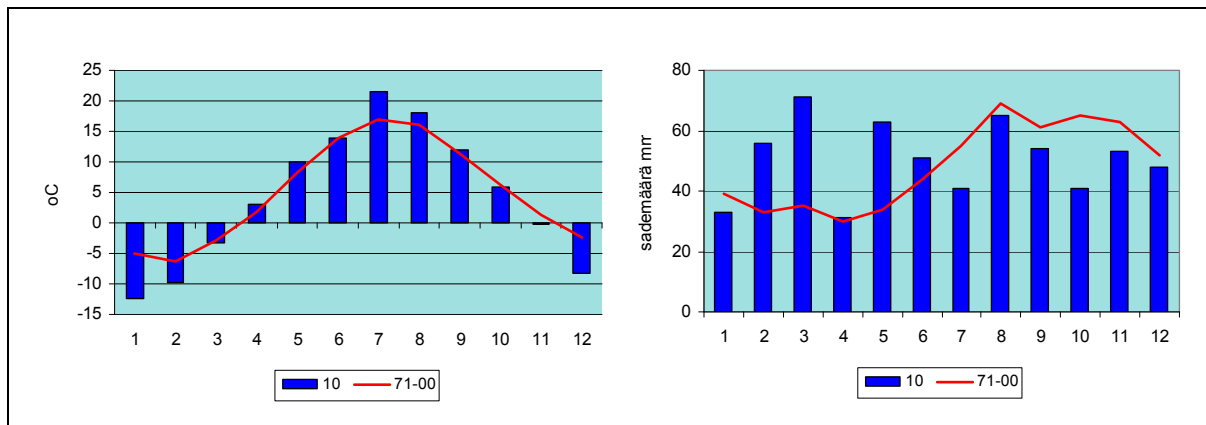


Kuva 1. Pyhtään merialueen kalankasvatuslaitokset ja laitosten vesistötarkkailun vedenlaadun seuranta-asetat.



Kuva 2. Pyhtään merialueen kalankasvatuslaitosten vedenlaadun seuranta-asetat sekä vertailuaineistona käytetyt näyteasetat.

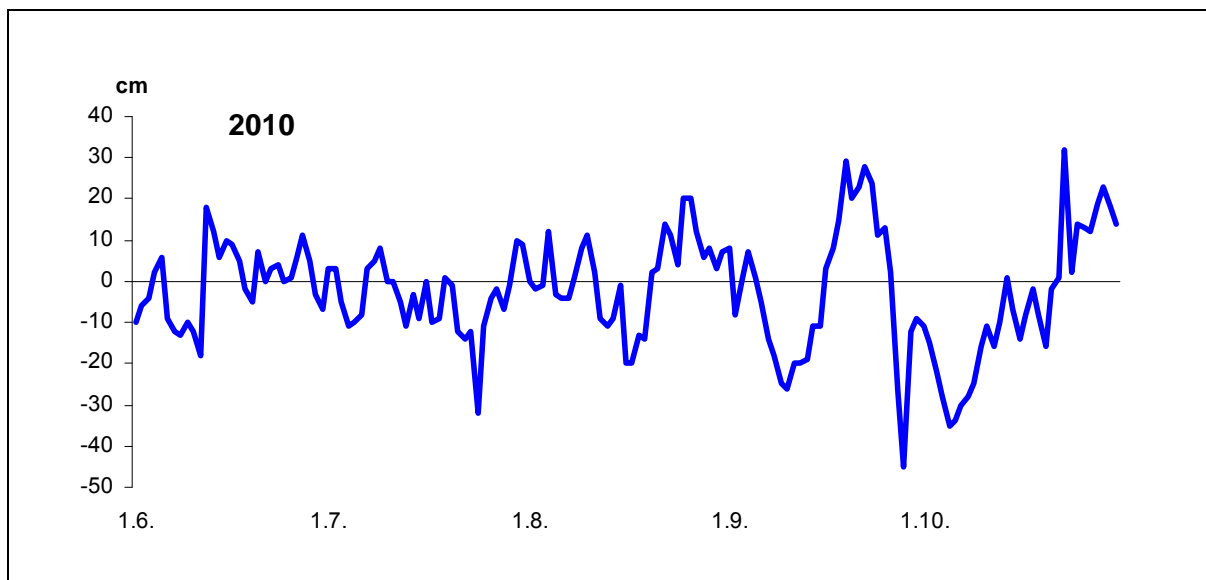




Kuva 3. Eri kuukausien keskilämpötila (°C) ja sadesumma (mm) vuonna 2010 Kotkan Kirkonmaalla ja vastaavat pitkän ajanjakson (1971-2000) keskiarvot Kotkassa (Rankki). Lähde: Ilmatieteen laitos.

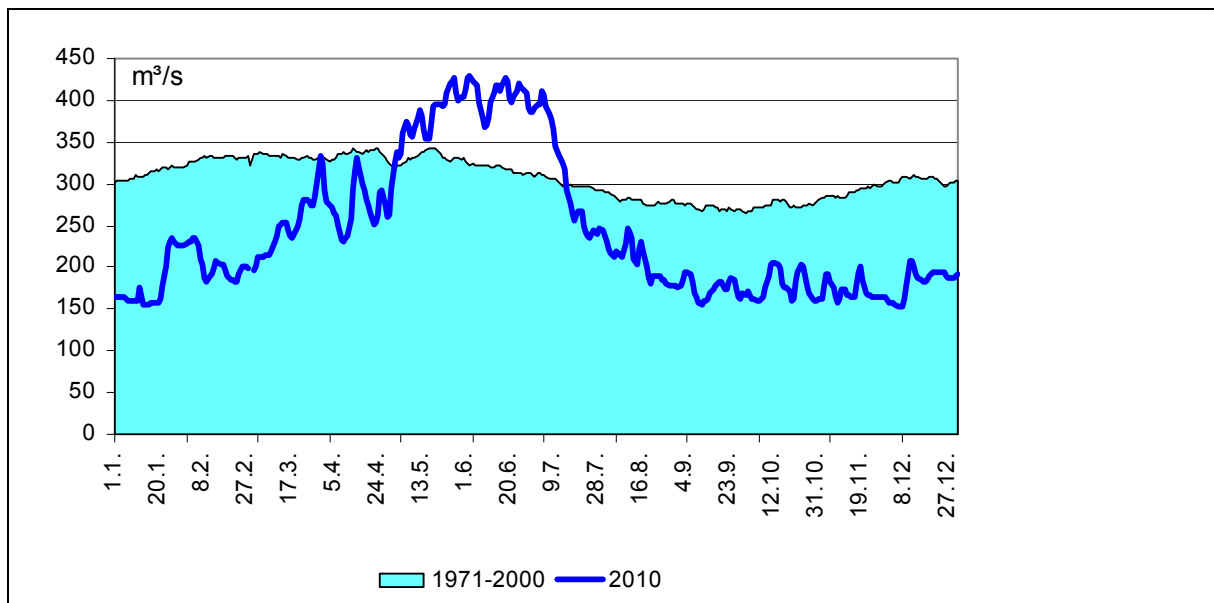
Vallitsevia tuulia Kotkan Rankissa olivat touko-syyskuussa 2010 lounaistuulet, kuten aikaisempinakin vuosina. Kovatuulisia päiviä (14 m/s tai enemmän) oli touko-lokakuussa vain kerran, 12. päivä kesäkuuta. Myrskypäiviä (21 m/s tai sen yli) ei ollut tuotantokaudella 2010. Elokuun näytteenoton aikaan tuuli oli maastohavaintojen mukaan noin 5 m/s lännestä (Ilmatieteen laitos 2010).

Tuotantokauden 2010 aikana merivedenkorkeus pysytteli enimmäkseen välillä -20 ja +14 cm keskivedenkorkeudesta. Vaihtelu oli voimakkainta syys-lokakuussa, jolloin merivesi oli korkeimmillaan noin + 30 cm (19.9. ja 23.10.) ja alimmillaan – 45 cm (28.9.) (kuva 4).



Kuva 4. Meriveden korkeus Haminan mareografilla vuonna 2010. Lähde: Merentutkimuslaitos.

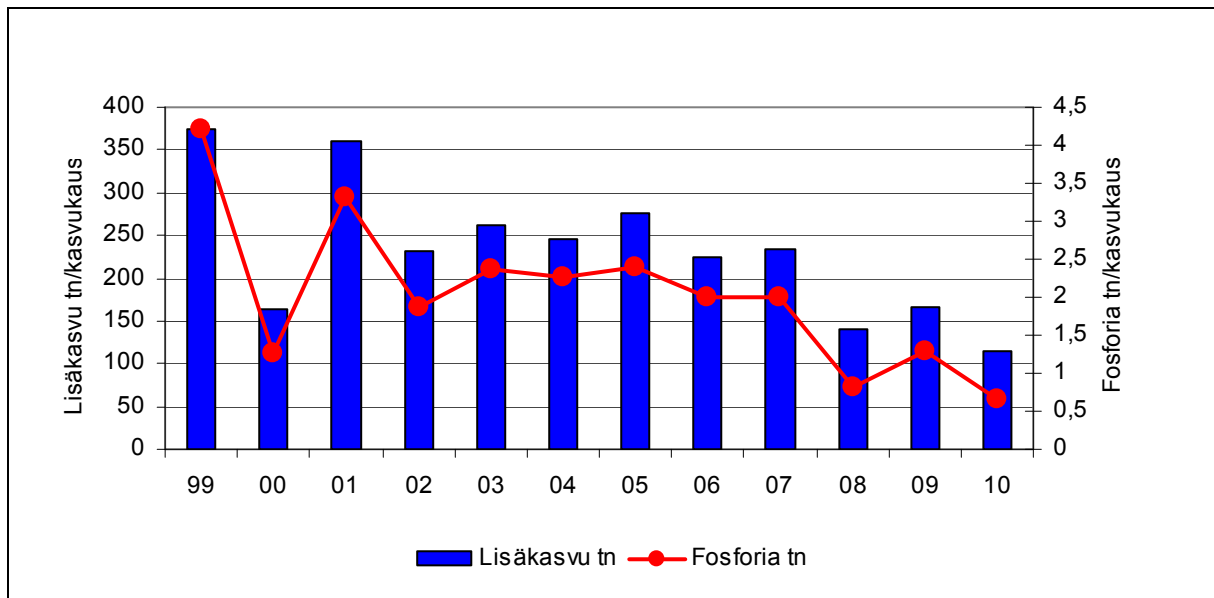
Kymijoki on merkittävä kuormittaja Pyhtää-Kotka merialueella. Kymijoen virtaama oli alkuvuodesta 2010 selvästi pitkän aikavälin keskiarvoa pienempi, mutta kasvoi kevään aikana sekä runsaiden lumikuormien että keväisten sateiden seurauksena (kuva 5). Kymijoen virtaama oli suurimmillaan toukokuun alkupuolelta heinäkuun alkupuolelle. Sen jälkeen kesän ja myös syksyn kuivuus alkoi näkyä virtaamissa, ja Kymijoessa virtasikin koko loppuvuoden selvästi normaalia vähemmän vettä. Tarkkailuun osallistuvien kalankasvatuslaitosten alueella vaikuttaa lähinnä Kymijoen Pyhtään haara. Pyhtään haaran kautta juoksetetaan yleensä vain vakiovirtaamaa 5,3 m<sup>3</sup>/s; ainoastaan elokuun alkupäivinä 2010 virtaama oli poikkeuksellisesti 13-20 m<sup>3</sup>/s. Kymijoen lisäksi Pyhtään merialueelle tuo hajakuormitusta myös pienemmät joet, kuten Siltakylänlahteen laskeva Siltakylänjoki.



Kuva 5. Kymijoen virtaama (m<sup>3</sup>/s) vuonna 2010 Kuusankoskella ja vastaava pidemmän ajanjakson virtaama (1971-2000). Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä.

### 3 KALANKASVATUSLAITOSTEN LISÄKASVU JA RAVINNEKUORMITUS

Vuoden 2009 tuotanto- ja kuormitustietoja on käsitelty jo vuoden 2009 kalankasvatuslaitosten yhteenvedossa (Anttila-Huhtinen 2010a), joten tässä yhteenvedossa keskitytään tarkemmin vuoteen 2010. Lisäkasvuna ilmoitettuna kalaa tuotettiin Pyhtään merialueella vuonna 2010 yhteensä 114 tonnia ja laitosten kokonaisfosforikuormitus oli 647 kiloa (kuva 6, taulukko 1). Vuonna 2010 alueella toimi vain 2 laitosta, ja tuotanto- ja kuormitusluvut olivat pienempiä kuin koskaan vuoden 1984 jälkeen. Ravinnekuormituksen ja lisäkasvun välisen suhteen perusteella kalankasvatus oli myös tehokkaampaa kuin aikaisempina vuosina. Laitosten yhteenlaskettu typpikuormitus vuonna 2010 oli 5 823 kiloa. Typpikuormituksen kehitys on hyvin samankaltainen fosforikuormituksen kehityksen kanssa.



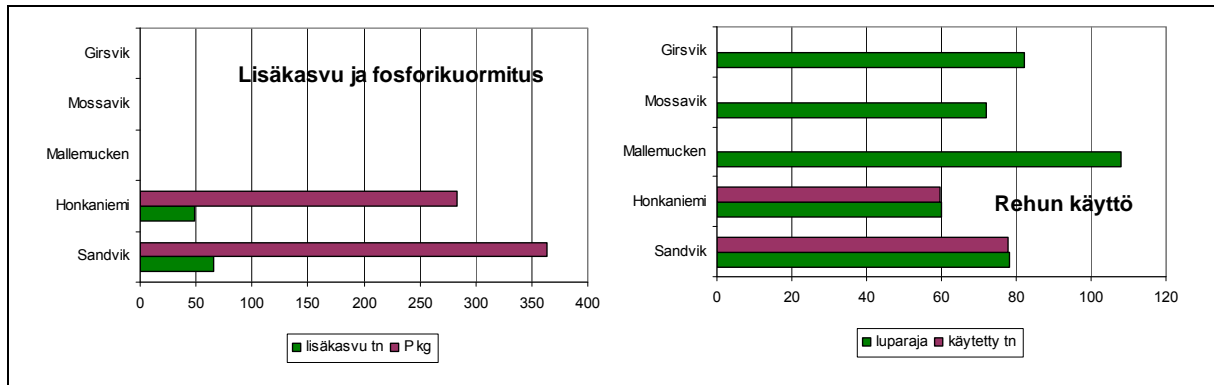
Kuva 6. Kalankasvatuslaitosten kokonaislisäkasvu (tn) ja fosforikuormitus (tn) Pyhtään merialueella 2000-luvulla. Lisäkasvu ja fosforikuormitus olivat vuonna 2010 pienempiä kuin koskaan aina 1980-luvun alkupuolelta lähtien. Lähde: Kaakkois-Suomen ELY..

Taulukko 1. Kalankasvatus Pyhtään merialueella vuonna 2010: laitoskohtainen lisäkasvu, rehunkäyttö ja ravinnekuormitus. Lisäksi taulukossa on esitetty voimassa olevan ympäristöluvan mukainen kuivarehun luparaja.

Laitos	Lisäkasvu tn	Rehunkäyttö Kuivarehu tn	Luparaja kuivarehulle tn	Ravinnekuormitus kg	
				Fosfori	Typpi
Sandvikin laitos	65,1	78,0	78	364	3 279
Honkaniemen laitos	48,4	59,6	60	283	2 544
Mallemmuckenin laitos	0	0	108	0	0
Mossavikin laitos	0	0	72	0	0
Girsvikin laitos	0	0	82	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>113,5</b>	<b>137,6</b>	<b>400</b>	<b>647</b>	<b>5 823</b>

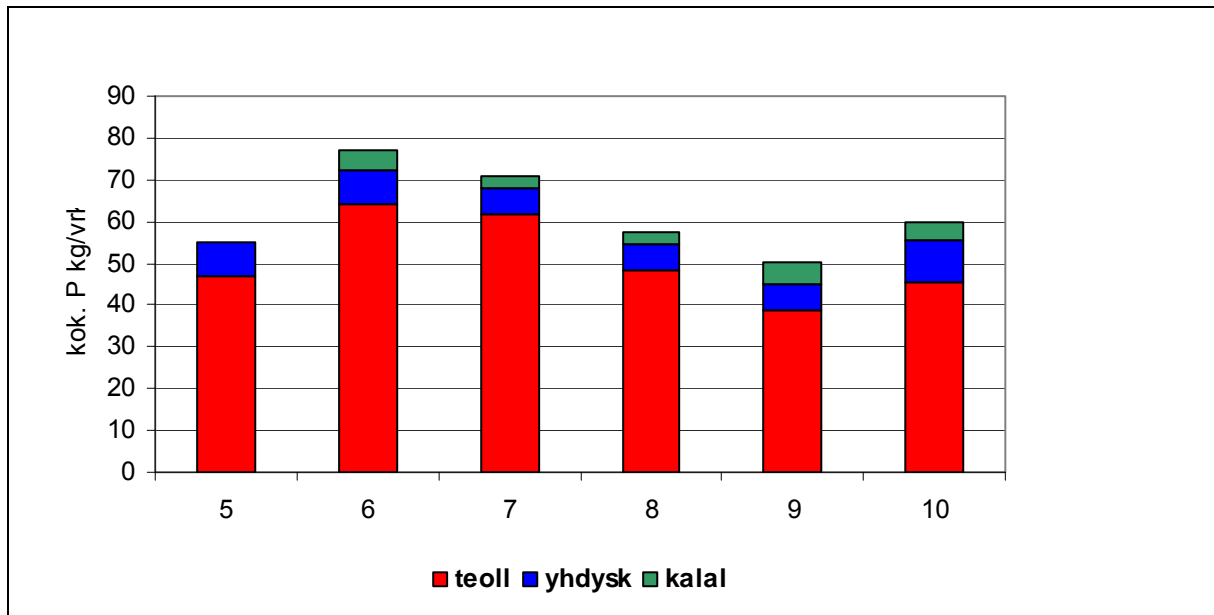
Rehuna on käytetty vuodesta 2000 lähtien vain kuivarehua. Vuoden 2008 ympäristöluvissa kalankasvatustoimintaa on rajoitettu siten, että kullekin laitokselle on esitetty suurimmat sallitut rehun käyttömäärät (taulukko 1). Vuonna 2009 toimi 3 laitosta: Sandvikin Lohen Sandvikin ja Honkaniemen laitokset sekä Kaakon Lohen Mallemmucken'in laitos, jonka Sandvikin Lohi oli vuokrannut käyttöönsä (Anttila-Huhtinen 2010a). Vuonna 2010 toimivat vain Sandvik ja Honkaniemen laitokset. Rehunkäyttö hipoi Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla molempina vuosina luparajaa (kuva 7, taulukko 1).





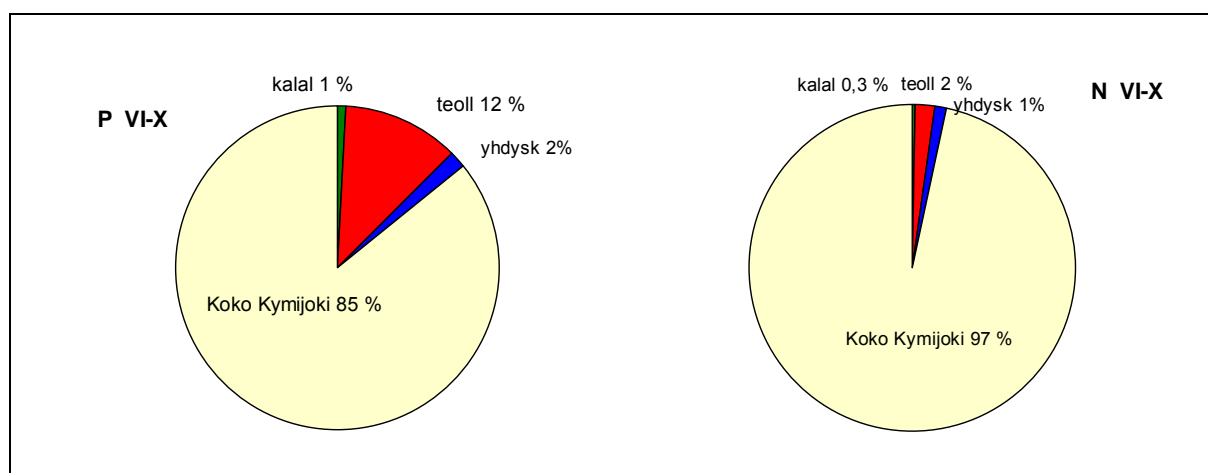
Kuva 7. Oikeanpuoleinen kuva: laitospöytäkohtainen lisäkasvu (tn) ja fosforikuormitus (kg) vuonna 2010. Vasemmanpuoleinen kuva: käytetty rehumäärä (tn) vuonna 2010 ja ympäristöluvan mukainen luparaja rehun käytölle (tn). Lähde: Kaakkois-Suomen ELY

Kalanviljelyn osuus Pyhtää-Kotka merialueen pistemäisestä kuormituksesta oli tuotantokaudella (kesä-lokakuu) 2010 keskimäärin 6 % fosforin (kuva 8) ja 9 % typen pistekuormituksesta. Luvut ovat selvästi edellisvuotta pienempiä, mitä selitti sekä kalankasvatuksen edellisiä vuosia vähäisempi kuormitus että erityisesti teollisuuden edellisvuotta suurempi ravinnekuormituskuormitus. Kuuman keskikesän seurauksena kuormitus oli vuonna 2010 suurimmillaan ensin kesäkuussa ja myöhemmin syys-lokakuussa (kuva 8).



Kuva 8. Pistekuormituksesta tuleva fosforikuormitus Pyhtää-Kotka merialueella kalankasvatustilojen ruokintakaudella (touko-lokakuu) vuonna 2010. Kalankasvatuksen osuus pistemäisestä fosforikuormituksesta oli vuonna 2010 aikaisempia vuosia vähäisempää – kesä-lokakuun aikana keskimäärin vain 6 %.

Kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta vaihtelee laskentakriteerien perusteella. Alueen tärkein kuormittaja on Kymijoki ja sen mereen tuoma kuormitus on arvioitu ainevirtaamalaskelmin (Åkerberg 2011). Jos keskitytään kalankasvatuksen varsinaiseen tuotantokauteen (kesä-lokakuu), niin kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta (pistekuormitus + koko Kymijoki Ahvenkoskenhaarasta Korkeakosken haaraan) oli vuonna 2010 1 % fosforista ja 0,3 % tybestä (kuva 9). Prosenttiosuuksiin vaikuttavat kunakin vuonna ennen kaikkea Kymijoen virtaamat ja edelleen ainevirtaamat mereen. Kymijoen ainevirtaamat mereen olivat vuonna 2009 ja 2010 normaalia tasoa. Vuonna 2010 ainevirtaamat olivat suurimmillaan kevättulvien aikaan huhtikuussa ja pienuivat syksyä kohti ollen koko loppuvuoden pieniä. Mikäli kokonaiskuormitukseen lasketaan Kymijoen haaroista kasvatusalueelle laskevat Pyhtään ja Koivukosken haarat, niin kalankasvatuksen prosenttiosuus oli 3 % kesä-lokakuun fosforikuormituksesta. Laitosten lähelle purkautuu Kymijoen Pyhtään haara; kesä-lokakuussa 2010 kalankasvatuslaitosten fosforikuormitus oli noin 50 % Pyhtään haaran arvioidusta fosforivirtaamasta (Åkerberg 2011).



Kuva 9. Eri kuormitussektoreiden laskennallinen osuus kokonaisfosfori- ja -typpikuormituksesta Pyhtää-Kotka merialueella kalankasvatuslaitosten varsinaisella tuotantokaudella (kesä-lokakuu) vuonna 2010. Mukana ovat alueen pistekuormitus ja Kymijoen tuoma kokonaiskuormitus.

## 4 AINEISTO JA MENETELMÄT

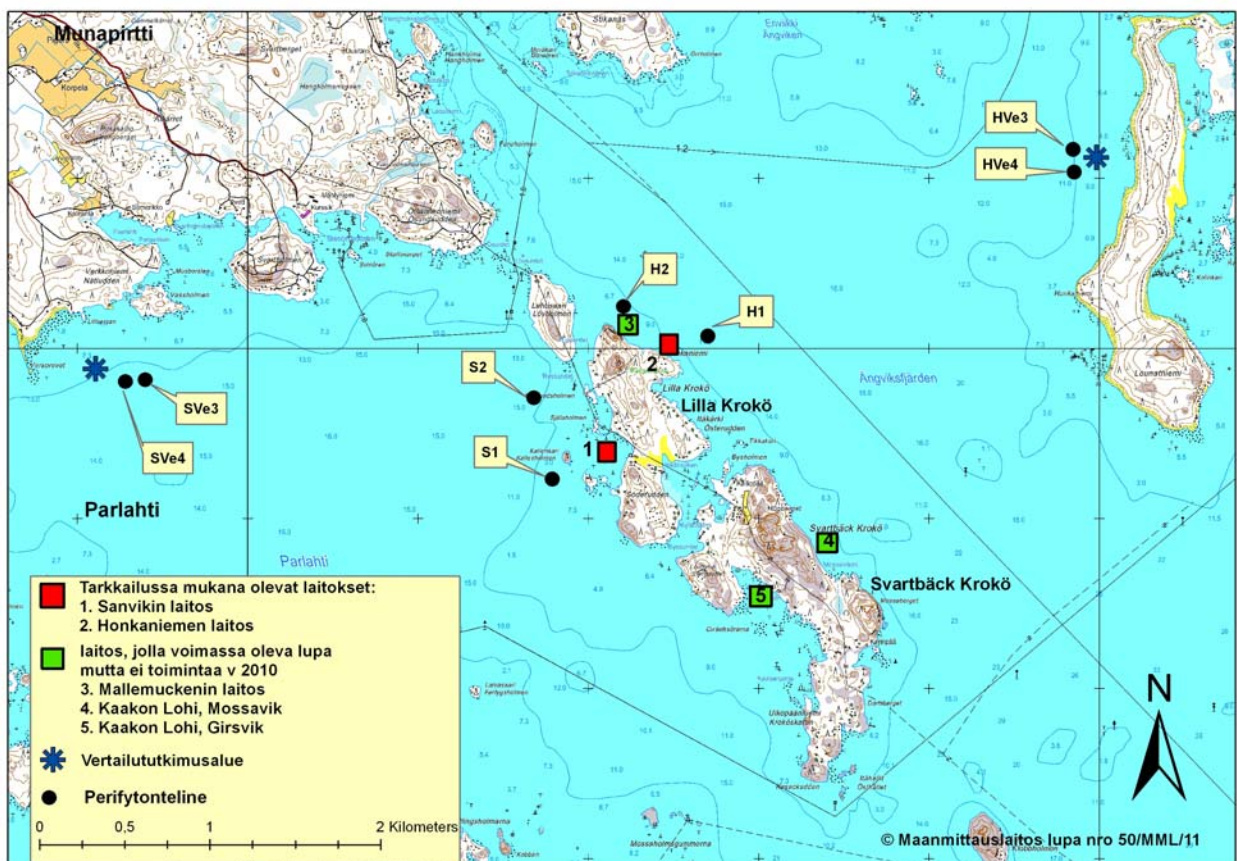
### 4.1 VEDENLAATUSEURANTA VUONNA 2010

Kaikessa näytteenotossa noudatettiin ympäristöhallinnon yleistä ohjeistusta (Mäkelä ym. 1992, Kettunen ym. 2008). Vedenlaatuseurannan vesinäytteet otettiin uuden ohjelman mukaan havaintoasemilta 308 ja 316 (kuva 1, koordinaatit liite 2) vain kerran loppukesästä. Näytteenoton ajankohta oli 23.8.2010. Ohjelman mukaiset fyysikaaliskemialliset määrittelyt, kasviplanktonin klorofylli-a sekä bakteerimäärittelyt teetettiin akkreditoitussa KCL Kymen Laboratorio Oy:ssä.

## 4.2 PERIFYTONTUTKIMUS VUONNA 2010

Perifytontutkimuksen kasvualustoina käytettiin polykarbonaattilevyjä (10 x 15 cm). Kahden viikon tutkimusjaksoja oli vain yksi ja se toteutettiin syyskuussa, 6.9.-20.9.2010. Kussakin telineessä inkuboitiin kolmea perifytonlevyä 1 metrin syvyydessä. Levyistä analysoitiin klorofylli *a*:n määrä ja tulokset ilmoitettiin pinta-alaa kohti (mg/m<sup>2</sup>). Kummallakin laitosalueella oli kaksi perifytontelinettä. Taustarehevyttä selvitettiin vertailualueilla, joista toinen sijaitsi Lilla Krokön länsipuolella ja toinen Lilla Krokön itäpuolella. Kummallakin vertailualueella inkuboitiin kahta perifytontelinettä (kartta kuva 10, taustatiedot liite 2). Perifytontelineet pyrittiin sijoittamaan keskenään samantyyppisille alueille (syvyys, suojaisuus, rannikon läheisyys). Näyteasemat olivat syvyydeltään 11-14 metriä. Telineitä ei sijoitettu ihan rantavesiin matalissa vesissä tapahtuvan sekoittumisen ja sen seurannaisvaikutusten vuoksi.

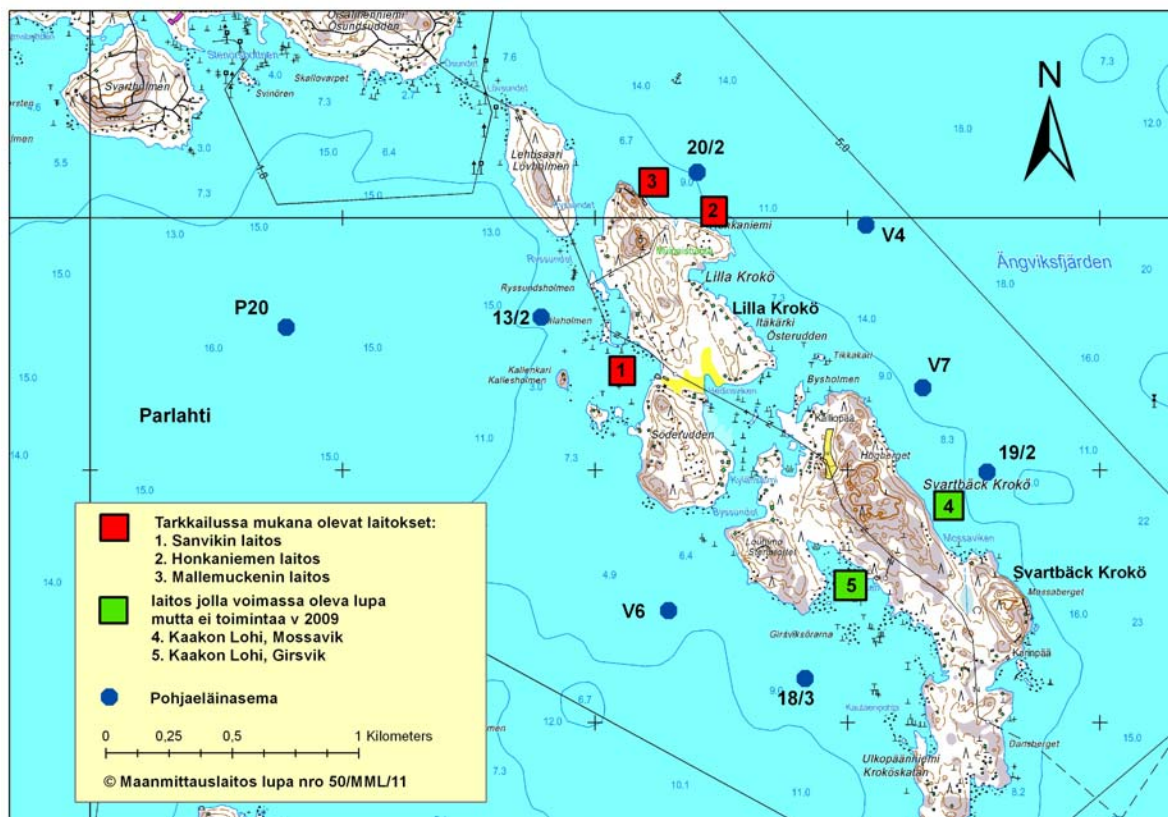
Näyteasemien perifytontulosten välisiä eroja tarkasteltiin varianssianalyysillä ja lisäksi tehtiin parittaiset vertailut Tukey'n menetelmällä.



Kuva 10. Perifytontutkimuksen tutkimusalueet Pyhtään kalankasvatuslaitoksilla. Kummankin toiminnassa olleen laitoksen lähialueella oli 2 perifytontelinettä (SA1 ja SA2, HO1 ja HO2) ja laitoksen vertailualueilla oli kummallakin 2 telinettä.

### 4.3 POHJAEÄINTUTKIMUS VUONNA 2009

Pohjaeläinnäytteet otettiin 19. ja 20.10.2009 yhteensä 8 näyteasemalta (kartta kuva 11, taustatiedot liite 2). Näyteasemista kaksi sijaitsi vuonna 2009 toimineiden laitosten lähialueella (Sandvik ja Honkaniemi-Mallemucken) ja kaksi vielä vuosina 2006-2008 toimineiden laitosten (Girsvik ja Mossavik) lähialueella. Ns. vertailuasemia oli vastaavasti neljä. Näytteenotossa ja käsittelyssä noudatettiin vesi- ja ympäristöhallinnon ohjeistusta ja vastaavaa standardia (Mäkelä ym. 1992, SFS 1989, Kantola ym. 2001). Pehmeillä liejupohjilla näytteet otettiin Ekman –pohjaeläinnoutimella (nro 2, pinta-ala 231 cm<sup>2</sup>) ja vähän kovemmillä pohjilla (lieju-savi-hiekka-sora) Van Veen –tyyppisellä noutimella (pinta-ala 260 cm<sup>2</sup>) (liite 2). Kultakin näyteasemalta otettiin näyte, joka koostui viidestä (5) erikseen käsitellystä nostosta. Näytteet seulottiin 0,5 mm:n seulalla ja poimittiin tuoreeltaan laboratoriossa hyvässä valossa suurennuslamppua käyttäen. Poimitut pohjaeläimet säilöttiin 70 %:een etanoliin. Näytteet punnittiin ryhmittäin 0,1 mg:n tarkkuudella. Ennen punnitusta näytteitä pidettiin noin 10 minuuttia vedessä ja sen jälkeen kuivattiin hetken imupaperilla. Nilviäiset punnittiin kuorineen. Määrityksessä pyrittiin tärkeimpien ryhmien osalta lajitasolle ja määrityskirjallisuutena käytettiin soveltuvin osin ympäristöhallinnon Hertta - ympäristötiedon hallintajärjestelmään listattua määrityskirjallisuutta. Nostokohtaiset yksilömäärä- ja tuorepainotulokset on viety Hertan pohjaeläinrekisteriin. Aineistosta laskettiin Paasivirran (2004) kehittämä MI-indeksi, joka on rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuva rehevyyssindeksi (liite 3).



Kuva 11. Pohjaeläintutkimuksen näyteasemat vuoden 2009 tutkimuksessa.

## 5 TULOKSET

### 5.1 FYSIKAALIS-KEMIALLINEN VEDENLAATU

Alkuperäiset vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 3. Kalankasvatuslaitosten vedenlaadun seuranta-asetusta käytetään jatkossa lyhennettä KALA-asetat. Tulosten tarkastelussa on käytetty hyväksi lähimerialueen tuloksia sekä merialueen Pyhtää-Kotka-Hamina yhteistarkkailusta (IN-asema 123 sekä asemat 066, 077 ja KYVY2) että Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) näyteasemilta (Kyvy-1 Pyhtään Suursalmen edusta ja 355 Kotkan Vehkaluodon edusta) (kartta kuva 2, koordinaatit liite 2).

Vertailuasemien tulosten perusteella pyrittiin tarkastelemaan sitä, poikkesiko vedenlaatu KALA-asetilla Pyhtää-Kotka merialueen yleisestä vedenlaadusta. Uuden ohjelman mukaan KALA-asetien vesinäytteet otettiin kesällä 2010 vain kerran, 23.8.2010. Taulukossa 2 on esitetty vertailuasemien näytteenottojen ajankohdat; KALA- ja vertailunäyteasemien tulosten vertailua vaikeuttaa se, että vesinäytteitä on otettu eri aikaan. Esim. ravinnepitoisuudet voivat vaihdella merialueella lyhyelläkin aikavälillä suuresti. Lisäksi vertailuasemat ovat syvempiä ja useimmat myös mereisempiä kuin KALA-asetat (kuva 2). Kesä-syyskuun 2010 aikana näytteenottokertoja kertyi eniten yhteistarkkailun intensiiviasemalta 123, jonka tulosten perusteella voitiin tarkastella tutkimusalueen veden laadun yleistä kehitystä kesän 2010 aikana. Muilla näyteasemilta kertyi 3 - 4 näytteenottokertaa kesä-syyskuussa 2010. Yhteistarkkailun asemilla 066, 077 ja Kyvy-2 suurin osa kesänäytteistä on vain päällysveteen rajoittuvia ns. klorofyllinäytteitä.

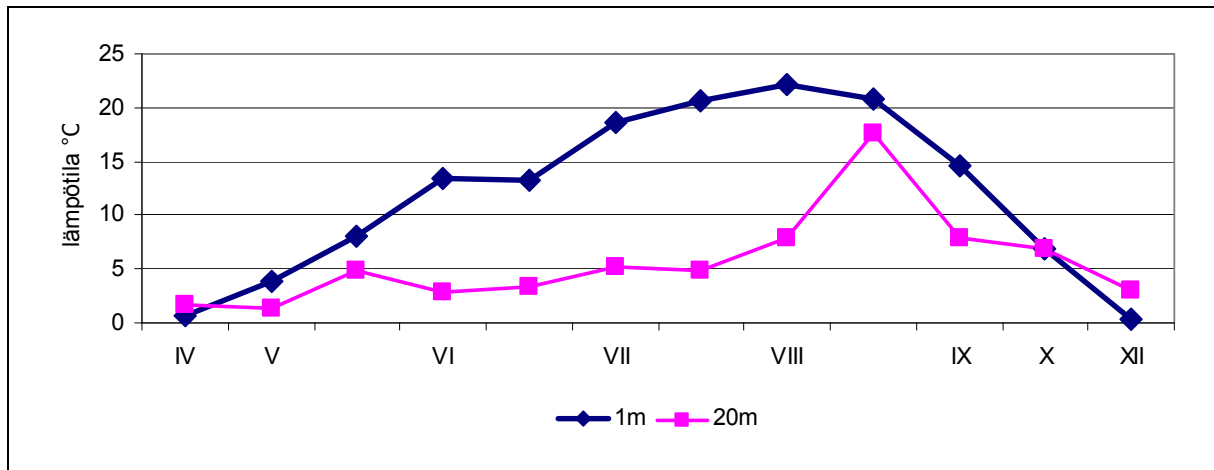
*Taulukko 2. KALA-näyteasemien (as 308 ja 316) vesinäytteet otettiin 23.8.2010. Läheisistä vertailuasemista vesinäytteenottoja kertyi kesä-syyskuun 2010 aikana eniten yhteistarkkailun intensiiviasemalta 123.*

KALA-asetat	123	KYVY-1	KYVY-2	355	066	077
kesäkuu	3.6., 15.6.	23.6.	16.6.	23.6.	16.6.	16.6.
heinäkuu	1.7., 21.7.	20.7.	21.7.	20.7.	22.7.	22.7.
<b>elokuu 23.8.2010</b>	<b>3.8., 16.8.</b>		<b>17.8.</b>	<b>9.8.</b>	<b>17.8.</b>	<b>17.8.</b>
syyskuu	14.9.	8.9.	13.9.	8.9.	13.9.	13.9.

#### Lämpötila

Pintaveden lämpötila kohosi toukokuun alusta aina elokuun alkupuolelle asti, jolloin vesi oli intensiiviasemalla (as 123) lämpimimmillään 22,1 asteista (kuva 12). Hellekesän seurauksena kesän maksimilämpötila oli yli 2 astetta korkeampi kuin edellisenä kesänä. Kerrostuneisuus oli jyrkimmillään heinäkuun loppupuolella. Elokuun puoleen väliin mennessä lämpötilakerrostuneisuus oli jokseenkin purkautunut, ja sen jälkeen pintaveden lämpötila laski jyrkästi (kuva 12). KALA -asetilla mitatut elokuun lämpötilat vastasivat intensiiviaseman tuloksia).

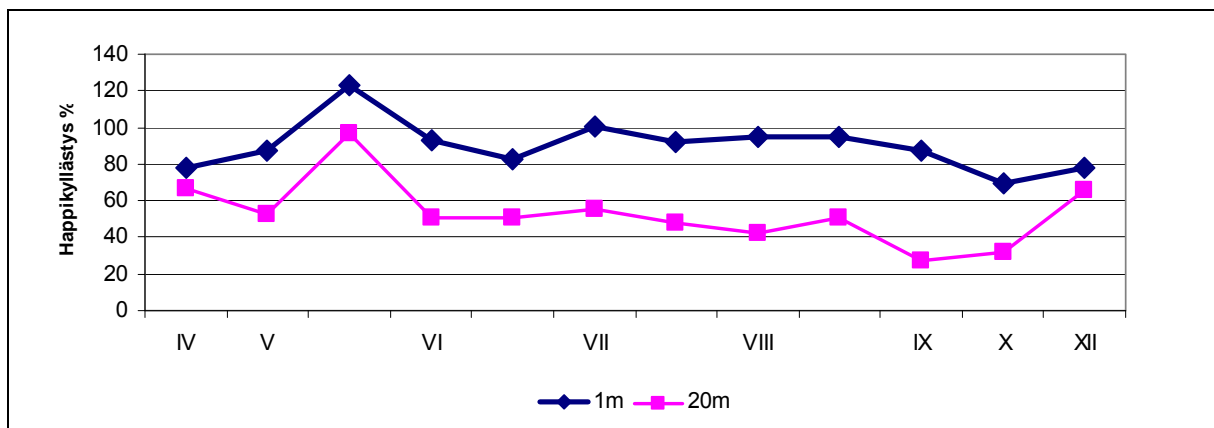




Kuva 12. Veden lämpötila (°C) 1 metrissä ja alusvedessä (20 m) intensiiviasemalla 123 huhti-joulukuussa 2010. Kesän hellejakson seurauksena pintavesi oli heinä-elokuussa normaalia lämpimämpää.

### Happitilanne

Intensiiviasemalla 123 alusveden happitilanne oli näytteenoton mukaan huonoimmillaan vasta syyskuun puolessa välissä ja vasta 2.12. koko vesipatsaassa oli jokseenkin tasainen happikyllästys (kuva 13). KALA –asemilla elokuussa mitatut happikyllästyksen eivät poikenneet vertailuasemien vastaavan ajankohdan tuloksista (kuva 14).

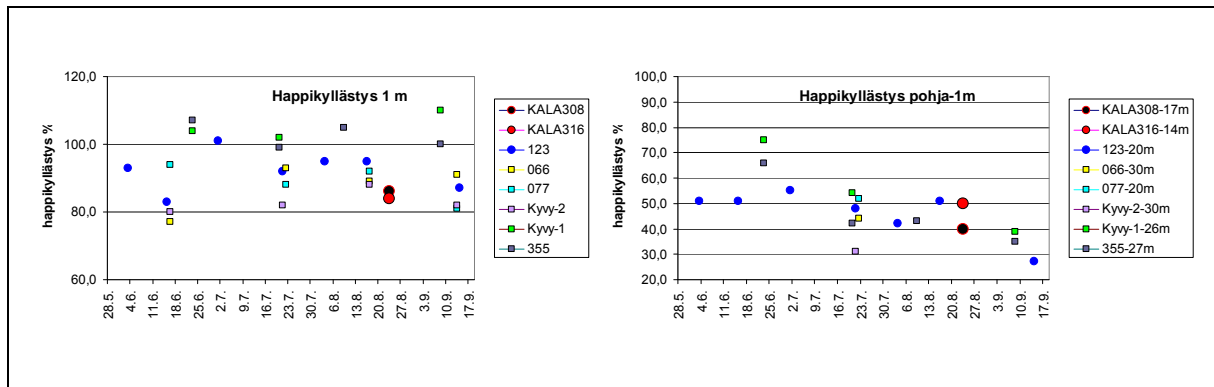


Kuva 13. Happikyllästysprosentti 1 metrissä ja alusvedessä (20 m) intensiiviasemalla 123 huhti-joulukuussa 2010. Alusveden happitilanne oli näytteenoton mukaan huonoimmillaan syyskuun puolessa välissä.

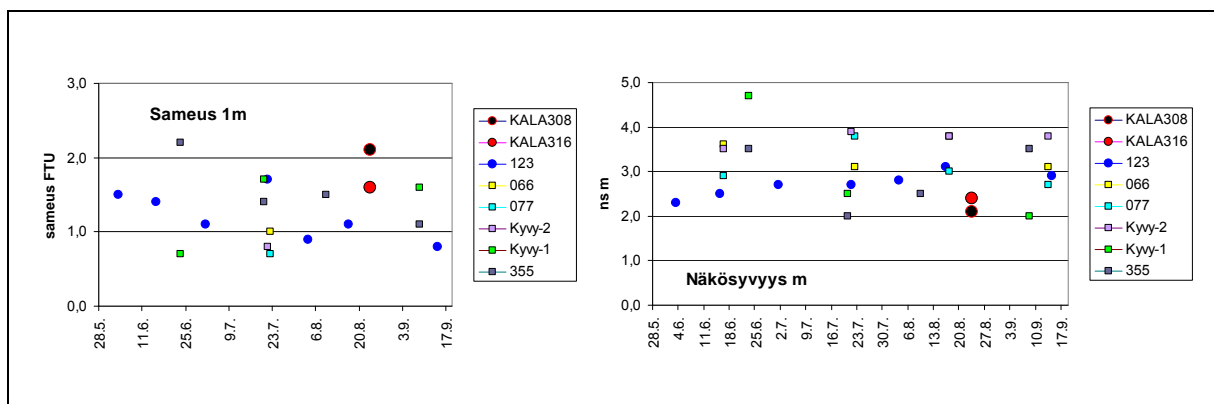
### Sameus ja näkösyvyys

Päällisveden sameus vaihteli vertailuasemilla kesän aikana välillä 0,7 - 2,2 FTU ja vastaavasti näkösyvyys välillä 2 – 4,7 m (kuva 15). KALA-asemilla elokuussa mitatut sameus- ja näkösyvyystulokset asettuivat näihin vaihteluväleihin, mutta erityisesti KALA-asemien näkösyvyystulokset edustivat näkösyvyystuloksista alhaisimpia (kuva 15).





Kuva 14. Sekä pinta- että alusveden happikyllästys oli elokuussa KALA –asemilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla.

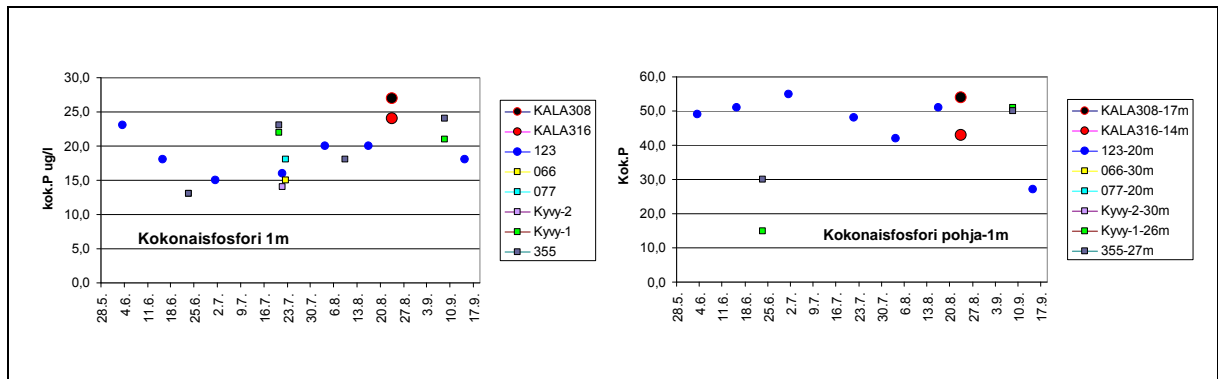


Kuva 15. KALA –asemilla elokuussa mitatut päällysveden sameus (FTU) ja näkösyyvyys (m) – tulokset mahtuivat vertailuasemilta kesän aikana mitattuihin vaihteluväleihin. KALA-asemilta mitatut näkösyyvydet olivat kuitenkin tuloksista heikoimpia.

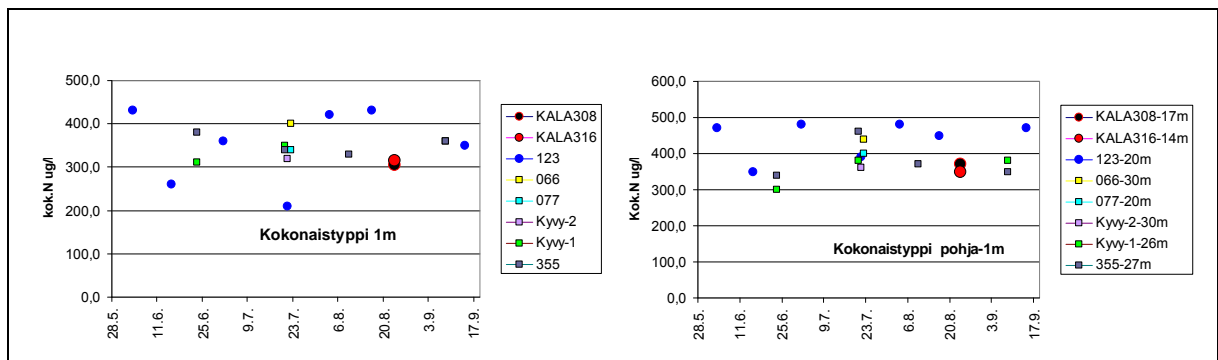
### Fosfori ja typpi

KALA-asemalla 308 mitattiin elokuussa päällysvedestä lievästi enemmän fosforia kuin vertailuasemilla vastaavaan aikaan, mutta erot olivat hyvin vähäisiä (kuva 16). Sensijaan KALA-asemien typpipitoisuudet eivät poikenneet lainkaan vertailuasemien vastaavista tuloksista (kuva 17).

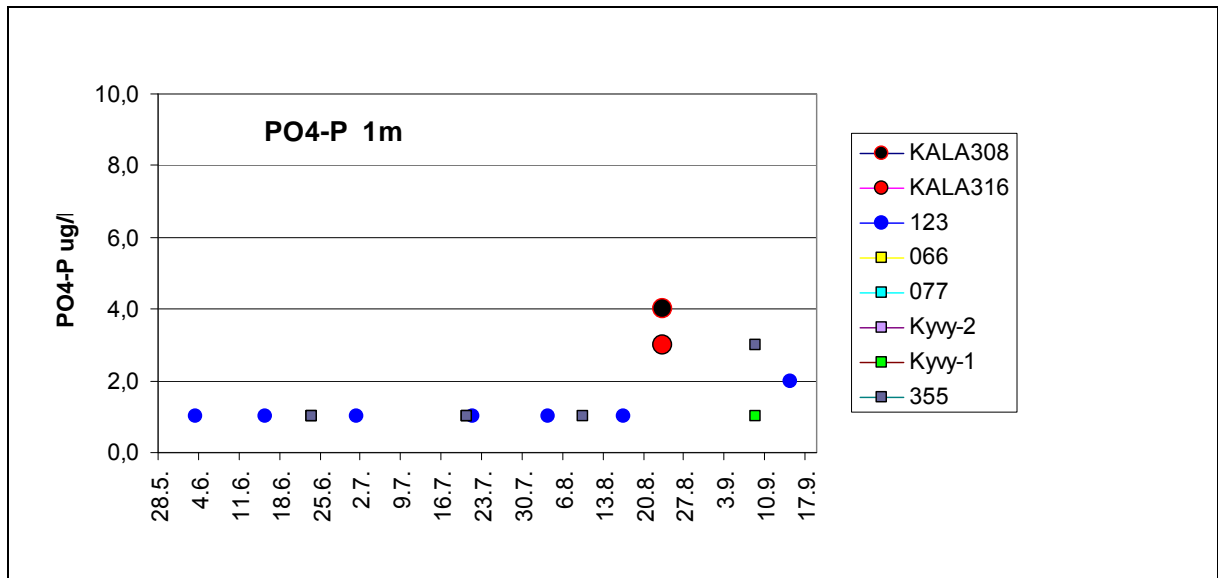
Päällysveden fosfaattifosfori – ja ammoniumtyppipitoisuudet jäivät vertailuasemilla kesän aikana useimmiten alle määritysrajan (kuva 18). KALA –asemilla sensijaan fosfaattifosforia oli elokuussa päällysvedessä juuri määritettäviä pitoisuuksia (kuva 18) ja ammoniumtyppipitoisuudet olivat selkeästi korkeampia kuin vertailuasemilla samaan aikaan (kuva 19). Nitriitti-nitraattityppipitoisuus oli KALA-asemilla täysin samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 19).



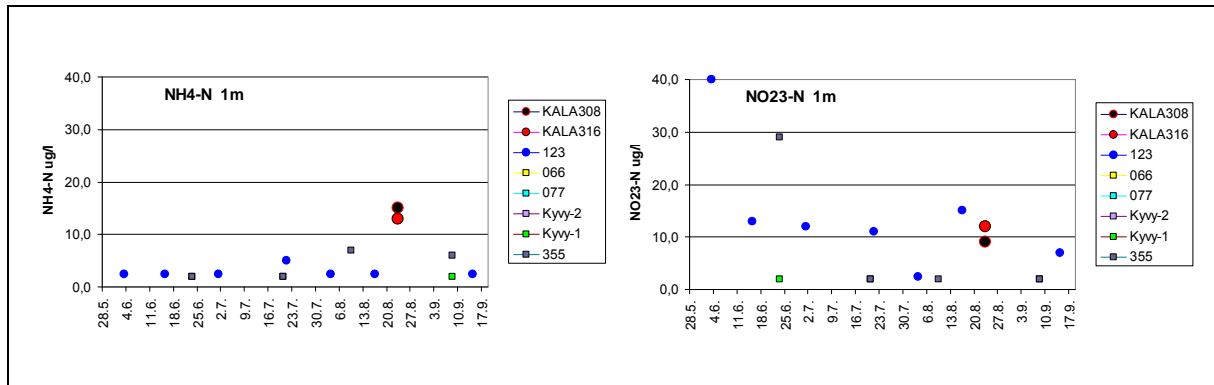
Kuva 16. KALA-asetalla 308 mitattiin elokuussa päälyysvedestä lievästi enemmän fosforia kuin vertailuasemilla, mutta erot olivat vähäisiä. Alusveden fosforipitoisuudet olivat KALA-asetalla samaa tasoa kuin vertailuasemilla.



Kuva 17. Päälyys- ja alusveden kokonaistyypipitoisuudet (µg/l) olivat KALA-asetalla elokuussa samaa tasoa kuin vertailuasemilla.



Kuva 18. Päälyysvedestä mitatut fosfaattifosforipitoisuudet olivat kauttaaltaan pieniä – enimmäkseen alle määritysrajan. KALA-asetalla elokuussa pitoisuus ylitti niukasti määritysrajan.

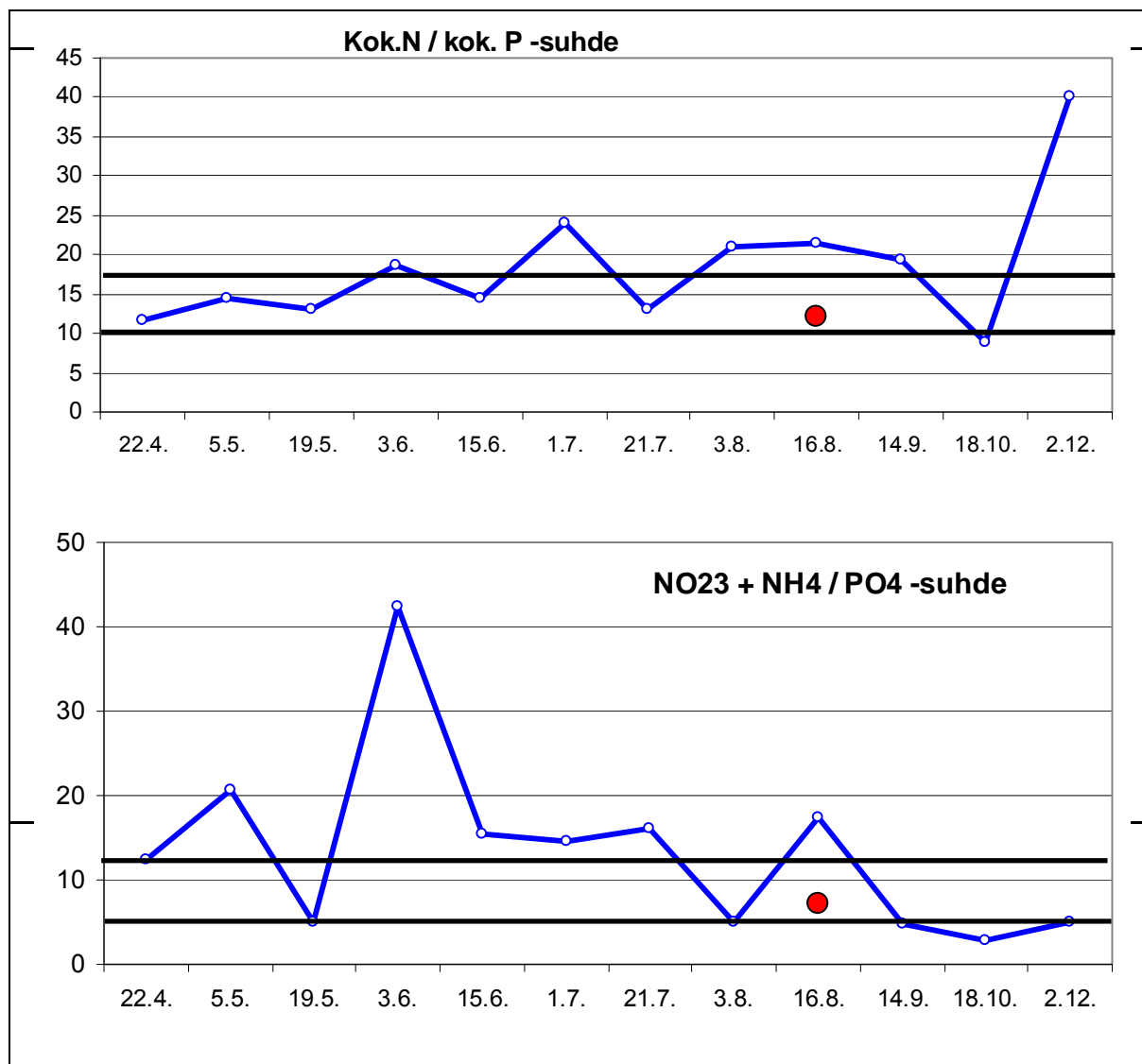


Kuva 19. KALA-asevilla oli elokuussa pölyvedessä lievästi enemmän ammoniumtyyppiä kuin vertailuasemilla. KALA-aseviltä mitatut pölyveden nitriitti-nitratityypipitoisuudet eivät poikenneet vertailuasemien tuloksista.

Pyhtää-Kotka merialueella pölyveden 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. Pyhtää-Kotka merialueen ravinnetaseeseen vaikuttavat myös varsinainen Itämeri, läntinen Suomenlahti ja tietyissä oloissa myös Neva-Pietari -alue.

Kymijoen virtaamat ja samalla ainevirtaamat olivat vielä heinäkuussa normaalia tasoa, mutta elo-syyskuussa jo selvästi normaalia pienempiä (Åkerberg 2011). Kymijoen alaosan veden fosforipitoisuus oli kesäkaudella 14-28 µg/l ja typpipitoisuus tasoa 450-580 µg/l.

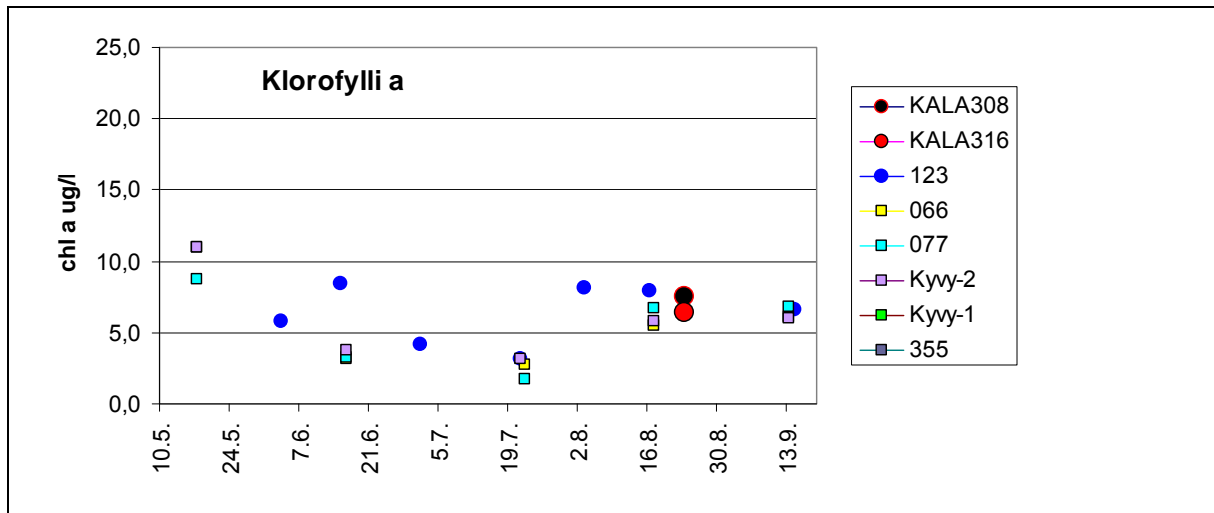
Mikäli kokonaisravinteiden typpi-fosfori -suhde on yli 17, fosfori on levien kasvua rajoittava tekijä, ja mikäli suhde on alle 10, on typpi kasvun minimitekijä. Vastaavasti mineraaliravinteiden osalta typpi-fosforisuhteen ( $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$ /liuennut fosfaattifosfori) ollessa yli 12 pidetään fosforia rajoittavana tekijänä. Mikäli suhde on alle 5, ovat liuenneet typpiyhdisteet rajoittava tekijä (Forsberg ym. 1978). Sekä kokonais- että mineraaliravinnesuhteiden perusteella intensiiviasemalla 123 tilanteet vaihtelivat kesäkaudella 2010 siten, että joko fosfori oli rajoittava tekijä tai ei kumpikaan ravinne selkeästi. KALA -asemien elokuun tulosten perusteella kalankasvatuslaitosten lähialueella kumpikaan ravinne ei ollut levätuotantoa rajoittava (kuva 20). Mineraaliravinteiden suhdelukuja voi vääristää hieman se, että liukoisen fosforin arvona on käytetty tässä kokonaisfosfaatti-fosforia eikä leville käyttökelpoisinta liukoista fosfaattifosforia (liukoinen reaktiivinen fosfori, DRP). Suhdelukuja voi vääristää myös se, että erityisesti ammoniumtyppi - ja fosfaattifosforipitoisuudet olivat useimmiten alle määritysrajan; tällöin tuloksena on käytetty lukua 0,5 x määritysraja.



Kuva 20. Kokonaistypen ja –fosforin suhdeluku ja vastaavasti liukoisten typpi- (nitriitti, nitraatti ja ammonium) ja fosforyyhdisteiden (fosfaatti) suhdeluku vuonna 2010 intensiiviasemalla 123. Tulosten mukaan tilanne vaihteli kesällä niin, että joko fosfori oli tuotantoa rajoittava tekijä tai kumpikaan ravinne ei selvästi. Kuvaan on merkitty punaisina palloina vastaavat suhdeluvut KALA-asemilla elokuun näytteenottokerroilla (tulosten keskiarvo). Ravinnesuhteet KALA-asemilla vastasivat intensiiviaseman 123 tuloksia .

## 5.2 KLOROFYLLI

Klorofylli a -pitoisuus mittaa lehtivihreällisten, vapaassa vedessä elävien levien runsautta. Klorofyllinäytteet otettiin näkösyvyyden mukaan 0-6 metristä tai 0-8 metristä. Intensiiviaseman 123 kesä-elokuun klorofyllitulosten keskiarvo oli 6,3 µg/l (n=6). Klorofyllipitoisuus oli KALA –asemilla elokuussa oli samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 21).



Kuva 21. Kesän 2010 klorofyllitulosten mukaan sekä KALA että vertailuasemat olivat rehevää vesialuetta.

Pitkäsen väitöskirjassaan (1994) esittämien Suomen rannikkovesien klorofyllipitoisuuksien (tuotantokauden keskiarvo) perusteella vesialueet voidaan jakaa seuraaviin rehevyysluokkiin:

Rehevyysluokka	Klorofylli a $\mu\text{g/l}$
I Karu	alle 2
II Lievästi rehevä	2-5
III Rehevä	5-10
IV Hyvin rehevä	10- 25
V Erittäin rehevä	yli 25

Kesä - elokuun tulosten keskiarvojen perusteella koko tutkimusalue oli kesällä 2010 rehevää vesialuetta.

Valtakunnallisen yhteenvedon (Suomen ympäristökeskus 2010) mukaan levätilanne oli Suomen merialueilla kesällä 2010 keskimääräinen. Runsaimmillaan sinilevät olivat Suomen rannikolla heinäkuun lopulla, ja elokuun edetessä tilanne rauhoittui.

### 5.3 VEDEN HYGIEENINEN LAATU

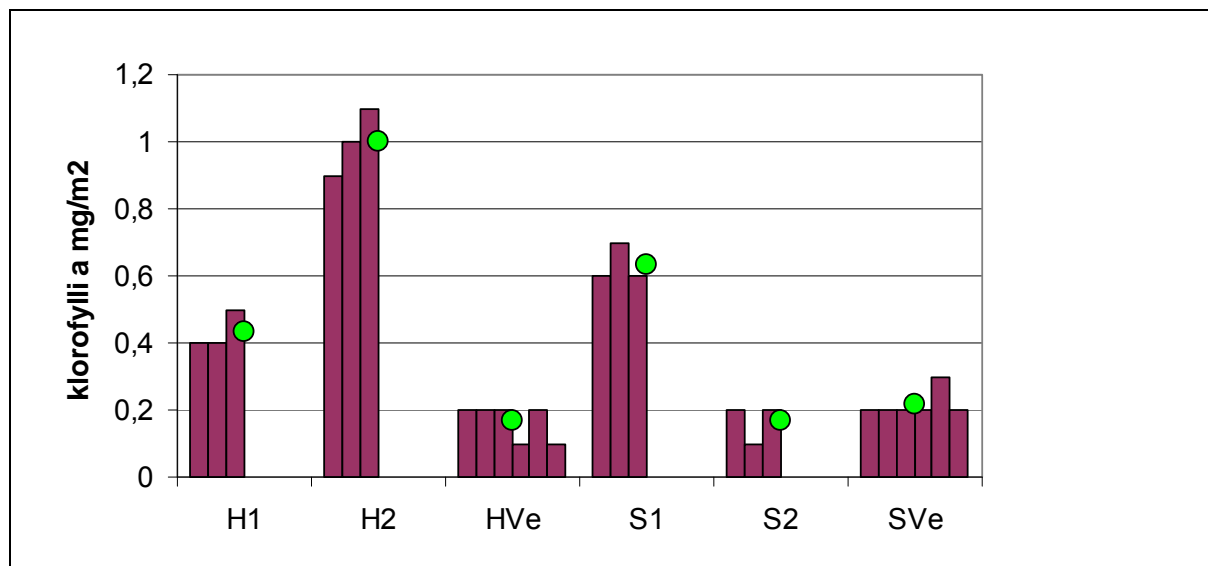
Veden hygieenistä laatua kuvaavien suolistoperäisiä enterokokkeja oli elokuun näytteenottokerralla KALA-asemalla 308, 4 pmy ja asemalla 316, 36 pmy/100 ml. Sosiaali- ja terveysministeriön uimavesiasetuksen 177/2008 mukaan suolistoperäisten enterokokkien toimenpideraja on 200 pmy/100 ml, joten tulosten perusteella vedet soveltuivat mikrobiologiselta laadultaan uimavedeksi. Aseman 316 enterokokkimäärät olivat kuitenkin suurempia kuin läheisillä vertailuasemilla koko kesäaikana.

## 5.4 PERIFYTONIN KASVU

Alkuperäiset perifytontulokset on esitetty taulukossa 3. Kuvassa 22 on esitetty levykohtaisten tulosten lisäksi kunkin näyteaseman tulosten keskiarvo; vertailututkimusalueiden osalta keskiarvot edustavat kaikkien kuuden (6) levyn tulosten keskiarvoa. Perifytonlevien klorofyllimäärät olivat suurimpia Honkaniemen molemmilla näyteasemilla (H1 ja H2) ja Sandvikin asemalla S1. Varianssianalyysin ja Tukey'n parittaisen vertailumenetelmän mukaan em. tulosten ja oman vertailualueen väliset erot olivat erittäin merkitseviä ( $p < 0,01$ ). Sensijaan Sandvikin S2-aseman tulosten ja vertailualueen välillä ei ollut merkitsevää eroa; näyteasema sijaitsikin muita laitosasemia etäämpänä itse laitoksesta.

Taulukko 3. Perifytonlevyjen klorofyllitulokset ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) Honkaniemen (H1 ja H2) ja Sandvikin (S1 ja S2) laitosalueilla sekä vertailututkimusalueilla (HVe ja SVe).

asema	Perifyton klorofylli a $\text{mg}/\text{m}^2$					
H1	0,4	0,4	0,5			
H2	0,9	1	1,1			
HVe	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
S1	0,6	0,7	0,6			
S2	0,2	0,1	0,2			
SVe	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2



Kuva 22. Perifytontutkimuksen klorofyllitulokset ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) Honkaniemen (H1 ja H2) ja Sandvikin (S1 ja S2) laitosalueiden näyteasemilla sekä vastaavilla vertailualueilla (HVe ja SVe); yksittäisten levyjen tulokset ja levyjen keskiarvo (vihreä pallo). Perifytonin klorofyllimäärät olivat vertailualueetta merkittävästi suurempia Honkanimen laitosasemilla sekä Sandvikin asemalla S1; erot vertailualueisiin olivat erittäin merkitseviä.



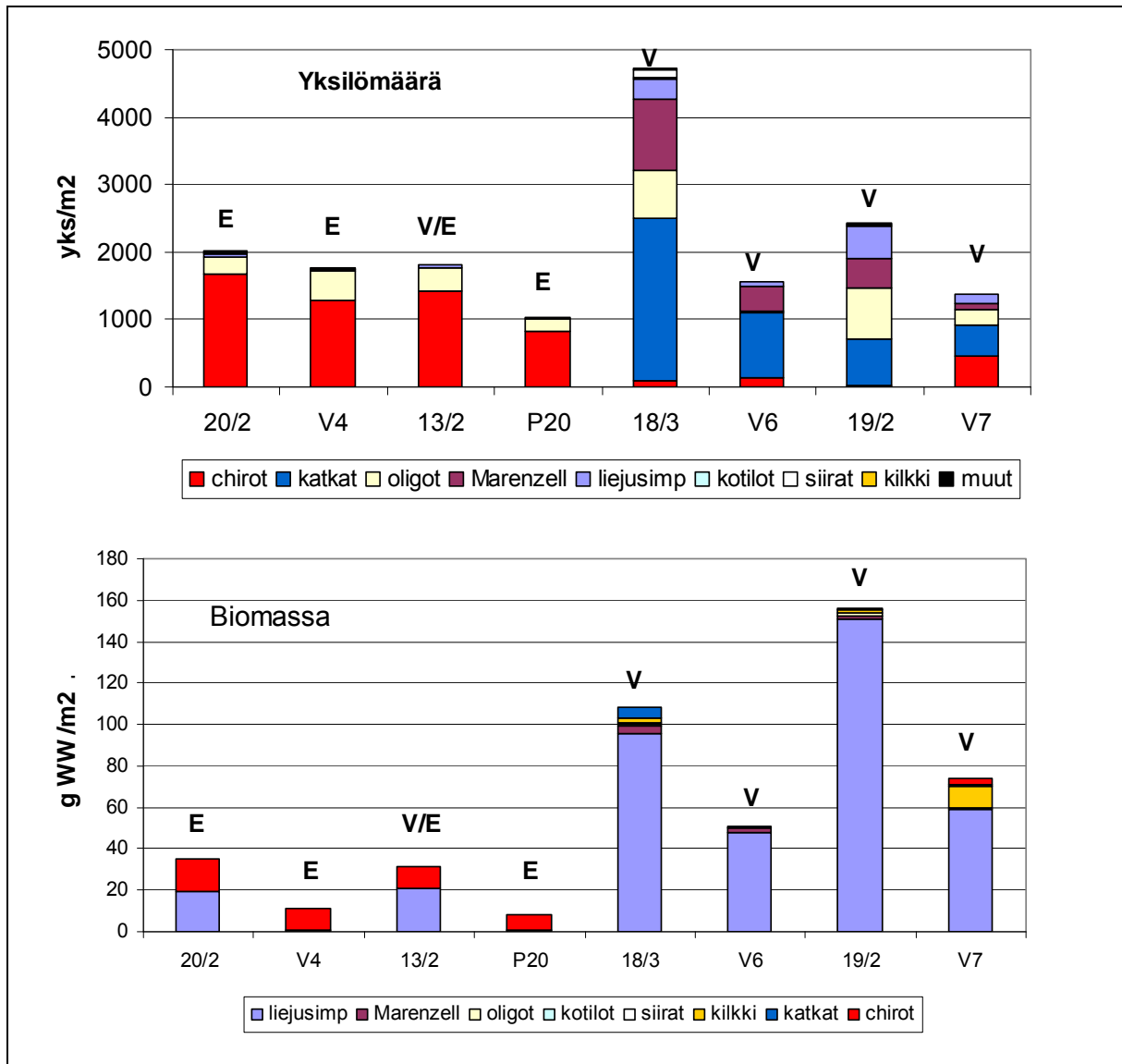
## 5.5 POHJAEÄIMISTÖ

Asemakohtaiset pohjaeläintulokset sekä yksilömäärien että biomassojen osalta on esitetty liitteessä 4. Tulostaulukossa on esitetty myös kullekin näyteasemalle lasketut MI-indeksi arvot (Paasivirta 2004). Tulokset on tallennettu ympäristöhallinnon HERTTA –palvelun pohjaeläintietojärjestelmään (POHJE), joten nostokohtaiset tulokset löytyvät sieltä.

Ensimmäisen kerran Pyhtään kalankasvatuslaitosten pohjaeläintarkkailussa käytettiin näytteenotossa Ekman-noutimen rinnalla Van Veen-pohjaeläinnoudinta, jolla saatiin otettua näytteet myös vähän kovemmilta pohjilta. Näytteenotossa pyrittiin siihen, että ns. laitosasema ja sen kauempana sijaitseva ns. vertailuasema olisivat pohjanlaadultaan samanlaisia (liite 2, kartta kuva 11). Laitosasemat 18/3 ja 19/2 ja vastaavat vertailuasemat V6 ja V7 otettiin Van Veen –noutimella. Laitosasema 20/2 ja sen vertailuasema (V4) olivat pehmeitä liejupohjia, ja näytteet otettiin Ekman-noutimella. Laitosasema 13/2 oli vaihettumispohjaa; aseman kaksi ensimmäistä nostoa otettiin Ekman-noutimella, mutta loput kolme Van Veenillä. Laitoksen lähin vertailuasema (P20) oli kuitenkin selkeää liejupohjaa. Syvyydeltään kaikki asemat olivat jokseenkin samaa syvyysvyöhykettä, syvyyden vaihdellessa välillä 12-17 metriä. Kaikilla näyteasemilla oli pohjasedimentin pinnalla ohut hapellinen kerros, jonka paksuus vaihteli 0,5 – 1 cm.

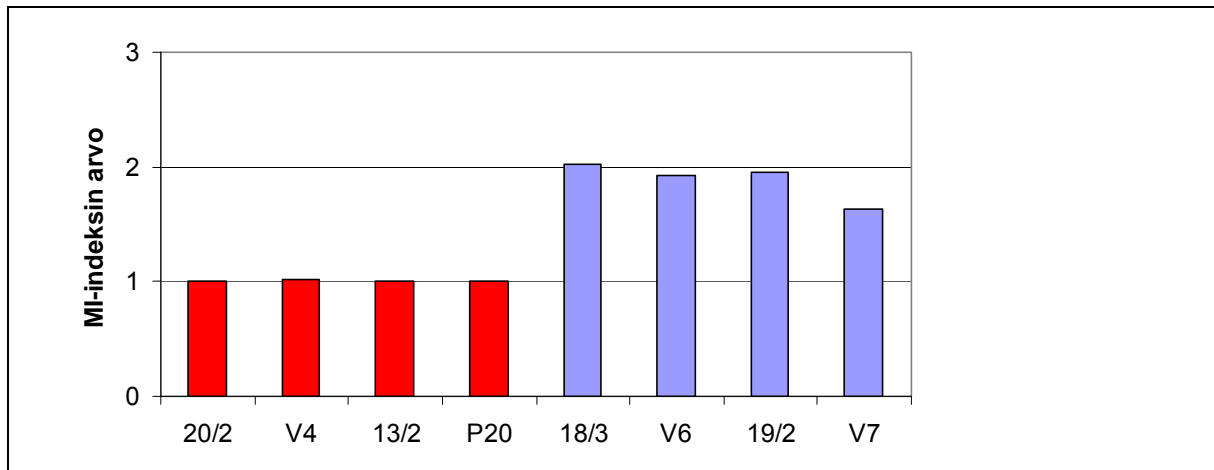
Pohjaeläinten **yksilötiheys** vaihteli asemilla välillä 1040 – 4700 yks/m<sup>2</sup> (kuva 23). Selvästi eniten pohjaeläimiä oli Girsvikin laitoksen läheisellä laitosasemalla 18/3 (puolikova pohja). Pienin yksilötiheys esiintyi selkeällä liejupohjalla, vertailuasemalla P20. **Biomassat** vaihtelivat yksilömääriä enemmän vaihteluvälin ollessa 8,4 – 156 g/ m<sup>2</sup> (kuva 23). Biomassat olivat suurimpia kovemmillä pohjilla, joilla liejusimpukat nostivat biomassaa. Pehmeillä liejupohjilla biomassa muodostui lähinnä *Chironomus* –toukista ja liejusimpukoista. Pohjaeläinbiomassa oli pienin samalla asemalla kuin yksilötiheyskin eli liejupohjaisella P20 –vertailuasemalla.

**Pohjaeläinyhteisön lajikoostumus** oli erilainen pehmeillä liejupohjilla ja kovemmillä liejusavi-sora –pohjilla. Pehmeillä liejupohjilla pohjaeläinyhteisössä dominoivat muutamat harvat valtalajit eli reheville pohjille tyypilliset *Chironomus* –suvun surviaissääskentoukat ja *Potamothrix hammoniensis* –harvasukasmadot (kuva 23). Näiden lisäksi esiintyi vähäisessä määrin mm. liejusimpukkaa, *Marenzelleria* –monisukasmatoa ja *Potamopyrgus* –kotiloa. Kovemmillä pohjilla pohjaeläinyhteisöt olivat huomattavasti monimuotoisempia. Näillä asemilla yksilömäärältään merkittäviä olivat erilaiset katkat, *Marenzelleria* –monisukasmato, liejusimpukka sekä erilaiset harvasukasmadot ja surviaissääskentoukat. Yksilömäärältään runsain laji oli kaikilla kovemmillä pohjilla *Corophium volutator* –katka. Lajistoltaan selvästi monipuolisin oli laitosasema 18/3, jossa esiintyi 18 eri lajia, mm. valkokatkaa (*Monoporeia affinis*) ja *Jaera* –siiraa. Harvasukasmatolajistossa dominoivat molemmilla kovempi-pohjaisilla laitosasemilla (18/3 ja 19/2) lievää rehevyyttä ilmentävät lajit *Psammoryctides barbatus* ja *Tubifex costatus*.



Kuva 23. Pohjaeläinyksilömäärät ja biomassat ( $\text{yks}/\text{m}^2$  ja  $\text{g WW}/\text{m}^2$ ) ns. laitosasemilla 20/2, 13/2, 18/3 19/2 ja vastaavilla vertailuasemilla (V4, P20, V6 ja V7). Pohjaeläinnäytteet otettiin pehmeillä liejupohjilla Ekman-noutimella (E) ja kovemmillä pohjilla (lieju, savi, sora) Van Veen -tyyppisellä noutimella (V). Näyteasemien väliset erot selittyivät ensisijaisesti pohjatyypillä. Kovempien pohjien pohjaeläinyhteisöt olivat huomattavasti monimuotoisempia kuin pehmeillä pohjilla.

Pehmeiden pohjien ja kovempien pohjien lajiston väliset erot tulivat hyvin esille myös **MI-indeksin** arvoissa (kuva 24, liite 3). Kaikilla pehmeillä pohjilla indeksi sai arvon 1,0, joka ilmentää selvästi rehevää pohjaa. Kovemmillä pohjilla indeksin arvo vaihteli välillä 1,6 – 2,0; suurimmat arvot olivat ns. laitosasemilla (as 18/3 ja 19/2), joilla pohja oli siis indeksin mukaan vain lievästi rehevä.



Kuva 24. MI-rehevyysindeksin arvo määräytyi ensisijaisesti pohjatyypin mukaan. Kaikilla pehmeillä liejupohjilla (punaiset pylväät) indeksi sai arvon 1,0, mikä kuvaa pohjan selvää rehevyyttä. Kovempien pohjien (sinertävät pylväät) MI –indeksin arvot ilmensivät lievää rehevyyttä.

## 6 TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksen kohteena oleva Pyhtään Krokön saarten alue kuuluu itäisen Suomenlahden rannikon saaristovyöhykkeeseen. Tämä alue on kokonaisuudessaan rehevää merialuetta, mikä näkyi myös kalankasvatuslaitosten vesistötarkkailun tuloksissa.

### Vedenlaatutarkkailu

Ensimmäisen kerran, uuden ohjelman mukaan kalankasvatuslaitosten vedenlaatutarkkailun vesinäytteet otettiin vain kerran kesän 2010 aikana. Ohjelman mukaan näytteenottoajankohta oli elokuussa eli 23.8.2010. Heinä-elokuu olivat helteiset ja myös meriveden lämpötila nousi selvästi normaalia korkeammaksi. Lämpimän veden vuoksi kalojen ruokinta oli heinä-elokuussa normaalia vähäisempää, ja ruokinta kasvoi taas syys-lokakuussa. Näytteenotto ajoittui siis normaalia pienemmän kuormituksen aikaan. Kaksi seuranta-asemaa sijaitsevat syvänteessä 500-1200 metrin päässä laitoksesta; seurannalla ei pyritä niinkään tarkkailemaan kalankasvatuksen vaikutuksia aivan laitoksen lähiympäristössä vaan tarkkailun tarkoituksena on seurata vedenlaadun mahdollisia muutoksia pidemmällä aikavälillä laitosten lähialueella. Kalankasvatuksen vesistövaikutuksia arvioitiin tarkastelemalla näiden ns. KALA-asemien vedenlaatua suhteessa Pyhtää-Kotka merialueen yleiseen tilaan kesän 2010 aikana. Vedenlaatu vastasi KALA-asemilla pääsääntöisesti vertailuasemia. Näkösyvyys sekä päällysveden sameus ja kokonaisfosforipitoisuus olivat samaa tasoa kuin vertailuasemillakin, mutta tulokset edustivat kuitenkin tulosjoukon heikoimpia. Merkittävimmät erot olivat päällysveden fosfaattifosfori- ja ammoniumtyyppipitoisuus, jotka olivat vertailuasemilla kesällä yleensä alle määritysrajan. KALA-asemilla fosfaattifosforia löytyi juuri ja juuri määritettäviä pitoisuuksia ja ammoniumtyyppiä jopa 13-15 µg/l määritysrajan ollessa 5 µg/l. KALA-asemien klorofyllitulokset olivat täysin samaa tasoa kuin vertailuasemilla, ja kesä-

elokuun tulosten perusteella koko tutkimusalue oli kesällä 2010 rehevää vesialuetta. Hygieenistä vedenlaatua kuvaavat enterokokkimäärät olivat asemalla 316 suurempia kuin läheisillä vertailuasemilla koko kesän aikana. Määrät jäivät kuitenkin selvästi alle uimavesien toimenpiderajan. Kahdesta KALA- asemista vedenlaatu oli yleensä heikompi asemalla 308. Asema sijaitsee Parlahdella, joka on saarten eristämä, vedenvaihtuvuudeltaan huono syvänealue.

### **Perifytontutkimus**

Selvimmän kalankasvatuksen rehevöittävä vaikutus tuli esille perifytontutkimuksen klorofyllituloksissa. Molemmat Honkaniemen laitosasemat sekä Sandvikin toinen asema sijaitsivat noin 300 metrin päässä laitoksesta. Kaikilla näillä asemilla perifytonlevien klorofyllimäärät olivat selvästi suurempia kuin vertailualueella ja erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Laitosasema S2 sijaitsi noin 600 metrin päässä Sandvikin laitoksesta. Tällä asemalla perifytonlevän kasvu oli samaa tasoa kuin vertailualueella eikä tulosten välillä ollut tilastollisestikaan merkittävää eroa. Vertailualueet (2) olivat noin 2,7 kilometrin päässä lähimmästä laitoksesta. Perifytontutkimus olisi pitänyt tehdä ohjelman mukaan elokuussa, mutta se toteutettiin syyskuussa 6.9.-20.9.2010. Kalankasvatuslaitoksen kuormituksen kannalta se oli parempi ajankohta, koska molemmilla laitoksilla ruokinta oli kesällä 2010 suurinta juuri syyskuussa.

Läheisellä Pernajan - Loviisan merialueella tehtiin samaan aikaan kalankasvatuslaitosten perifytontutkimus (Anttila-Huhtinen 2011). Tutkimuksen tulokset olivat hyvin samaa kuin tässä Pyhtään tutkimuksessa.

### **Pohjaeläintutkimus**

Vuoden 2009 pohjaeläintutkimuksessa otettiin pohjaeläinnäytteet 4 ns. laitosasemalta ja 4 vertailuasemalta. Näytteet otettiin myös Girsvikin laitoksen lähialueelta, jossa on ollut viimeksi tuotantoa vuonna 2006 ja Mossavikin laitoksen lähialueelta, jossa on ollut viimeksi tuotantoa vuonna 2008. Vuoden 2006 pohjaeläintutkimuksessa näiltä asemilta ei saatu otettua näytteitä kovan pohjan vuoksi (Anttila-Huhtinen 2008). Näin ollen vuoden 2009 pohjaeläinnäytteet palvelevat samalla em. laitosten jälkitarkkailua. Laitosasemat sijaitsivat 200-400 metrin päässä laitoksesta ja vastaavasti vertailuasemat 0,5-1,3 kilometrin päässä lähimmästä laitoksesta. Yksikään laitosasema ei siis sijainnut ihan verkkokassien vieressä ja kaukaisimmat puolestaan lähes 0,5 kilometrin päässä laitoksesta. Vuoden 2009 näytteenotossa oli käytössä pienikokoinen Van Veen –näytteenotin, ja ensimmäistä kertaa Pyhtään kalankasvatuslaitosten pohjaeläinnäytteenotossa saatiin pohjaeläinnäytteet myös vähän kovemmalta lieju-savi-sora –pohjalta. Näytteenotossa pyrittiin siihen, että laitosasema ja sen vertailuasema olivat aina pohjatyypiltään samanlaisia. Girsvikin ja Mossavikin laitosasemat (18/3 ja 19/2) ja niiden vertailuasemat olivat tyypiltään kovempia pohjia. Honkaniemen & Mallempuckenin laitosasema (20/2) ja sen vertailuasema olivat pehmeitä liejupohjia. Sandvikin laitosasema (13/2) oli vaihettumispohjaa, mutta lajistoltaan kuitenkin lähinnä liejupohjaa. Sen vertailuasema oli selkeää liejupohjaa.

Näyteasemien välisiä eroja selitti ennenkaikkea pohjatyyppejä eikä pohjaeläintuloksissa voitu havaita kalankasvatuslaitosten vaikutuksia. Pehmeiden pohjien pohjaeläintulokset vastasivat sekä laitos- että vertailuasemilla täysin Pyhtää – Kotka – Hamina – merialueen laajassa pohjaeläintutkimuksessa vuonna 2007 saatuja syvyysvyöhykkeen 12-17 m tuloksia pehmeiltä liejupohjilta (Anttila-Huhtinen 2010b). Lajisto oli näillä liejupohjilla suppea, ja siinä dominoi pari rehevälle pohjalle tyypillistä lajia (*Chironomus* – surviaissääskentoukat ja *Potamothrix hammoniensis* –harvasukasmadot). Kovemmillä pohjilla pohjaeläinyhteisöt olivat huomattavasti monipuolisempia ja lajisto ilmensi vain lievää rehevyyttä. Kovahko lieju-sora-savi pohja kertoo jo itsessään siitä, että ko. paikalla on virtauksia ja veden vaihtuessa ympäröivän alueen kuormitus ei näy ko. paikalla yhtä selvästi kuin pehmeillä liejupohjilla.

## VIITTEET

- Anttila-Huhtinen, M. 2008. Pyhtään merialueen kalankasvatuslaitosten pohjaeläintarkkailu vuonna 2006. - Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 164/2008, 11 s + liitteet.
- Anttila-Huhtinen, M. 2010a. Pyhtään kalankasvatuslaitosten vesistötarkkailu vuonna 2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 203/2010, 16 s + liitteet.
- Anttila-Huhtinen, M. 2010b. Pohjaeläintutkimukset merialueella Pyhtää – Kotka – Hamina vuosina 2006-2009 ja vertailua aikaisempiin vuosiin. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 192/2010, 35 s + liitteet.
- Anttila-Huhtinen, M. 2011. Pernaja – Loviisa – merialueen kalankasvatuslaitosten vesistötarkkailu vuonna 2010. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu, alustava käsikirjoitus.
- 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.
- Ilmatieteen laitos 2010. Kuukausikohtaiset ilmastokatsaukset.
- Kantola, L., Koskenniemi, E., Paavola, R. & Heikkinen, M. 2001. Ohjeita järvien ja jokien pohjaeläinseurannan näytteenottoon ja raportointiin. – Ympäristöopas 87, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 35 s.
- Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. 2008. Vesistötietoa näytteenottajille. – Suomen ympäristökeskus, Ympäristöopas.
- Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, I. & Leppänen, T. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja B nro 10.

- Paasivirta, L. 2004. Pohjaeläimistö. – Julkaisussa: Niinimäki, J., Paasivirta, L., Heitto, A., Oulasvirta, O. & Vatanen, S. 2004. Vuosaaren satamahankkeen vesistö- ja kalatalousseuranta 2003. – Vuosaaren satamahankkeen julkaisuja 1/2004, 35 s + liitteet.
- 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.
- SFS 1989. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto Ekman-noutimella pehmeiltä pohjilta. – Suomen standarsoimisliitto SFS 5076, 7 s.
- Suomen ympäristökeskus 2010a. Kuukausittaiset vesitilannekatsaukset vuonna 2010. – Ympäristöhallinnon www-sivut, [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > [Ympäristön tila](#) > [Pintavedet](#) > [Ajankohtainen vesiti...](#) > [Kuukausittaiset vesi...](#) > **2010**
- Suomen ympäristökeskus 2010b. Valtakunnallinen leväyhteenveto 7.10.2010: Merillä levätilanne oli keskimääräinen. sisävesillä keskimääräistä parempi. – Ympäristöhallinnon www-sivut, [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > [Ympäristön tila](#) > [Rehevöityminen](#) > [Ajankohtainen leväti...](#) > [Leväkatsaukset](#) > [Leväkatsaukset 2010](#) >
- Åkerberg, A. 2011. Kymijoen alaosan vedenlaadun yhteistarkkailu vuonna 2010. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 210/2011, 27 s + liitteet.



## **LIITTEET**

- 1 Säätila Kotkan (Kirkonmaa) säähavaintoasemalla vuonna 2010
- 2 Näyteasemien taustatiedot
- 3 MI -pohjäläinindeksi
- 4 Vedenlaatutulokset
- 5 Pohjäläintulokset

LIITE 1

Säätila Kotkassa vuonna 2010 (Kirkonmaa) ja 1971-00 (Rankki) (Ilmatieteen laitos).

Kuukausi	Keskilämpötila, °C Kotka		Sademäärä, mm Kotka		Kok.säteily MJ/m <sup>2</sup> Helsinki-Vantaa	
	2010	1971-00	2010	1971-00	2010	1971-00
Tammi	12,4	-5,1	33	39		
Helmi	-9,8	-6,4	56	33		
Maalis	-3,3	-2,9	71	35		
Huhti	3,0	1,8	31	30		
Touko	10,1	8,3	63	34	504	582
Kesä	13,9	13,9	51	44	667	620
Heinä	21,5	16,9	41	55	671	601
Elo	18,1	16,0	65	69	446	446
Syys	12,0	11,3	54	61	227	252
Loka	5,8	6,3	41	65		
Marras	-0,3	1,4	53	63		
Joulu	-8,3	-2,4	48	52		
<b>x / Σ</b>	<b>4,2</b>	<b>4,9</b>	<b>607</b>	<b>580</b>	<b>2515</b>	<b>2501</b>

## Vedenlaatutarkkailun näyteasemat

Asema	Aseman nimi / tarkkailu	syvyys m	Koordinaatit
308	Kalalaitosten tarkkailu	17	669825-348142
316	Kalalaitosten tarkkailu	15	669960-348300
123	Suomenl Lelleri 123 (In-asema)	24	6699100-3497480
066	Suomenl Heikinhelli 066	31	6696200-3485500
077	Suomenl Äyspäänselkä 077	21	6702680-3489280
Kyy 1	Kaakkois-Suomen ELY	28	669255-347755
355	Kaakkois-Suomen ELY	27	669934-349315
Kyy 2	Suomenl Rankki kyy 2	33	669602-349439

## Perifytonasemat

inkubointijakso 6.9.-20.9.2010

Asema	Aseman nimi	syvyys m	Koordinaatit	ns m 6.9./20.9	It° C 6.9./20.9
H1	Honkaniemen laitosasema 1	14,5	6700075-3482701	3,4/2,9	14,2/14,1
H2	Honkaniemen laitosasema 2	12	6700246-3482204	3,2/2,8	14,0/14,1
HVe3	Honkaniemen vertailuasema 3	10,6	6701170-3484844	3,9/2,4	14,4/14,1
HVe4	Honkaniemen vertailuasema 4	12,3	6701038-3484850	3,9/2,4	14,4/14,1
S1	Sandvikin laitosasema 1	13,5	6699233-3481787	3,6/2,8	14,6/13,9
S2	Sandvikin laitosasema 2	11,8	6699709-3481679	3,5/2,8	14,6/13,9
SVe3	Sandvikin vertailuasema 3	12,5	6699815-3479397	2,7/2,9	14,5/13,9
SVe4	Sandvikin vertailuasema 4	11,5	6699806-3479280	2,7/2,9	14,5/13,9

## Pohjaeläinasemat

Näytteet otettu 19.-20.10.2009, kultakin asemalta 5 nostoa

Asema	koordinaatit	syv m	Pohjan laatu	Näytteenotin	Muuta
20/2	6700179-3482404	14	lieju,savi	Ekman	hapellinen kerros 1,5 cm
V4	6699970-3483073	17	lieju,savi	Ekman	harmaa lieju, sen alla sulf.lieju, seassa savea
13/2	6699605-3481786	12	lieju,sora,savi	Ekman (2 nostoa)	hapellinen kerros n 1 cm
				Van Veen (3 nostoa)	harmaa lieju, alla sulf.lieju, seassa savea
P20	6699566-3480777	15	lieju	Ekman	hapellinen kerros n 1 cm
					alla musta sulf.lieju, seassa savea
18/3	6698096-3482762	14	lieju,hiekka,savi	Van Veen	hapellinen kerros n 1 cm, alla hiekan sekainen savi/lieju, alinna savi. Paljon konkritteja.
V6	6698443-3482291	15	lieju,savi	Van Veen	hapellinen kerros n 1 cm, alla ohut sulfidiliejukerros, alinna savi
19/2	6698992-3483553	15	lieju,sora,savi	Van Veen	hapellinen kerros 0,5 cm, alla sulf.lieju/hiekka, jonka alla savi. Paljon konkritteja.
V7	6699326-3483299	16	lieju,sora,savi	Van Veen	hapellinen kerros n 0,5 cm, päällä ohut ruskeanharmaa liejukerros, sen alla sora/hiekka/savi, alinna savi

Rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuva MI-rehevyyssindeksi (Paasivirta 2004). MI alle 1,50 rehevä pohja, MI 1,51-2,50 lievästi rehevä pohja ja MI yli 2,50 karu pohja.

$$MI = \frac{\sum n_i * k_i}{N}$$

$n_i$  = lajin i yksilömäärä  
 $k_i$  = lajin i ekologinen kerroin  
 $N$  = indikaattorilajien kokonaisyksilömäärä

Indikaattorilajit:	Ekologinen kerroin, k	Pohjan ravinteisuus
<b>Harvasukasmadot (Oligochaeta)</b> <i>Potamothrix hammoniensis</i> <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	1	Rehevä
<b>Surviaissääsket (Chironomidae)</b> <i>Chironomus spp.</i>		
<b>Harvasukasmadot (Oligochaeta)</b> <i>Tubifex costatus</i> <i>Psammoryctides barbatus</i>	2	Lievästi rehevä
<b>Monisukasmadot</b> <i>Merisukasjalkainen (Nereis)</i> <i>Amerikan sukasjalkainen (Marenzelleria)</i>		
<b>Nauhamoto (Prostoma)</b> <b>Surviaissääsket (Chironomidae)</b> <i>Microchironomus tener</i> <i>Polypedilum nubeculosum</i>		
<b>Liejukatka (Corophium)</b>		
<b>Lieiusukasialkainen (Harmothoe)</b> <b>Okamakkaramato (Halicryptus)</b> <b>Surviaissääsket</b> <i>Orthocladinae</i> <i>Tanytarsini</i>	3	Karu
<b>Kilkki (Saduria)</b> <b>Valkokatkat (Monoporeia spp.)</b> <b>Hietasimpukka (Mya)</b> <b>Idänsydänsimpukka (Cerastoderma)</b>		

Kalalaitokset (KALA93)

Pvm.	Hav.paikka Näytepaikka	It oC	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähk mS/m	pH	Ntot µg/l	N(NH <sub>4</sub> ) µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	entero pmy/100ml	Klorof. µg/l
<b>23.8.2010</b>	<b>KALA93 / 308 Suomeni Krokki 308</b>												
	Klo 09:40; Näytt.ottaja al; levä 1 /3;												
		19,1	7,7	85	2,1	694	8,1	310	9	15	27	4	4
	5	19,6	7,6	85		696							
	10	19,1	7,7	85		739							
	16	10,3	4,3	40	3,3	893	7,4	370	64	73	54	36	7,5
	0-6												
<b>23.8.2010</b>	<b>KALA93 / 316 Suomeni Krokki 316</b>												
	Klo 10:15; Näytt.ottaja al; levä 1 /3;												
		19,2	7,6	84	1,6	676	8,0	310	12	13	24	3	36
	5	19,7	7,5	84		712							
	14	10,4	5,4	50	2,0	898	7,5	350	58	54	43	32	6,4
	0-6												

