



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry

PYHTÄÄN MERIALUEEN KALANKASVATUSLAITOSTEN VESISTÖTARKKAILU VUONNA 2009

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 203/2010

Marja Anttila-Huhtinen

ISSN 1458-8064



SISÄLLYS

	sivu
1 Johdanto	1
2 Sääolot	1
3 Kalankasvatuslaitosten lisäkasvu ja ravinnekuormitus	4
4 Aineisto ja menetelmät	6
5 Tulokset	7
5.1 Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu	7
5.1.1 Lämpötila	8
5.1.2 Happitilanne	8
5.1.3 Sameus ja näkösyvyys	9
5.1.4 Fosfori ja typpi	10
5.2 Klorofylli	14
5.3 Veden hygieeninen laatu	15
6 Yhteenveto	15
Viitteet	16
Liitteet 1-5	

1 JOHDANTO

Kymijoen vesi ja ympäristö ry toteuttaa Pyhtään kalankasvatuslaitosten vesistövaikutusten yhteistarkkailua (kuvat 1 ja 2). Velvoitetarkkailu noudatti vuonna 2009 Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n vuonna 2005 laatimaa ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen hyväksymää (kirje Dnro 0498Y0085-103, 1.6.2005) yhteistarkkailuohjelmanpäivitystä. Yhteistarkkailun tarkoituksena on täyttää seuraavien Itä-Suomen ympäristölupaviraston 7.3.2008 päätöksien varassa toimivien laitosten tarkkailuvelvoitteet (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)

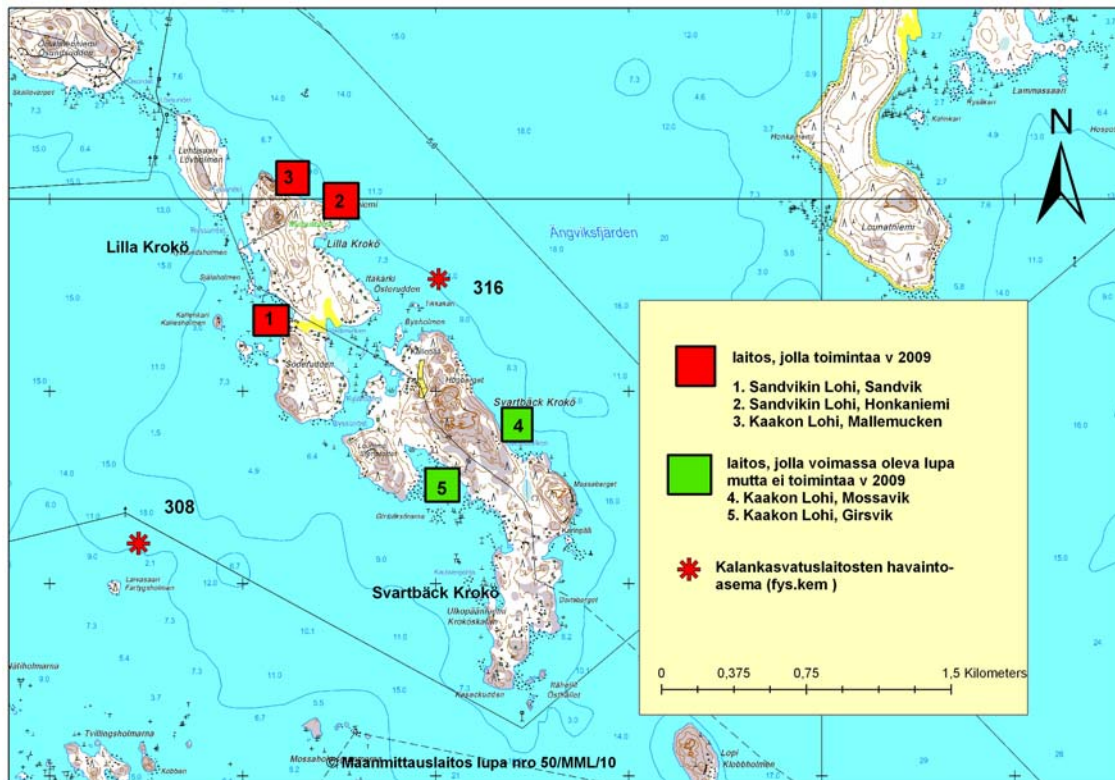
Kaakon Lohi Oy, Mossavikin laitos (ISY-2006-Y-253), luvasta valitettu

Kaakon Lohi Oy, Mallemuckenin laitos (ISY-2007-Y-77)

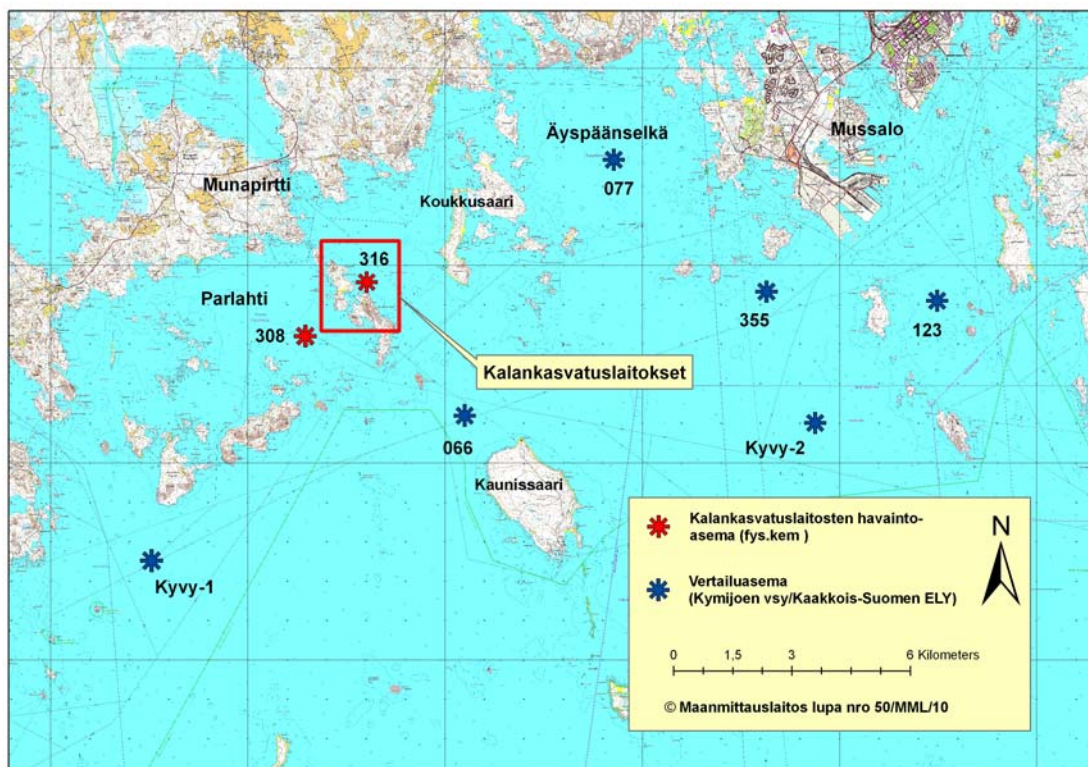
Laitoksista käytetään myöhemmin tekstissä seuraavia lyhennettyjä nimiä: Sandvik, Honkaniemi, Girsvik, Mossavik ja Mallemucken. Kalankasvatustoimintaa oli vuonna 2009 vain kolmella laitoksella eli Sandvikin, Honkaniemen ja Mallemuckenin laitoksella. Vuoden 2009 tarkkailuohjelmaan kuului vedenlaatus seuranta ja pohjaeläintutkimus. Pohjaeläintutkimus raportoidaan erikseen.

2 SÄÄOLOT

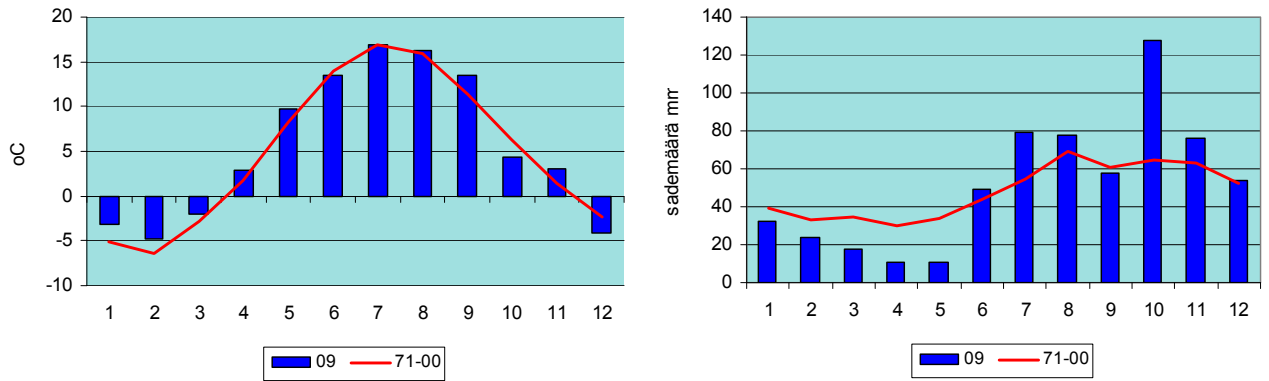
Tammikuusta toukokuuhun 2009 satoi selvästi normaalia vähemmän (kuva 3, liite 1). Kesäkuusta vuoden loppuun kuukauden sadesummat olivat pääsääntöisesti normaalia suurempia ja erityisen runsaasti vettä satoi lokakuussa. Kesälämpötilat olivat lähellä pitkänajan keskiarvoja. Säteilysumma oli kesällä 2009 keskimääräistä suurempi, erityisesti touko-, elo- ja syyskuussa. Sisävesien lämpötilat olivat kesällä 2009 pääasiassa tavanomaista korkeampia. Viileitä jaksoja oli kesäkuussa ennen juhannusta sekä heinäkuun alkupuolella. Pintavedet alkoivat jäähtyä elokuun puolessa välissä ja kuun lopussa lämpötilat olivat ajankohdan keskiarvon tuntumassa. Syyskuu oli selvästi normaalia lämpimämpi. Lokakuu sensijaan oli keskimääräistä viileämpi ja hyvin sateinen (kuva 3, liite 1) (Suomen ympäristökeskus 2010, Hydrologiset kuukausitiedotteet).



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



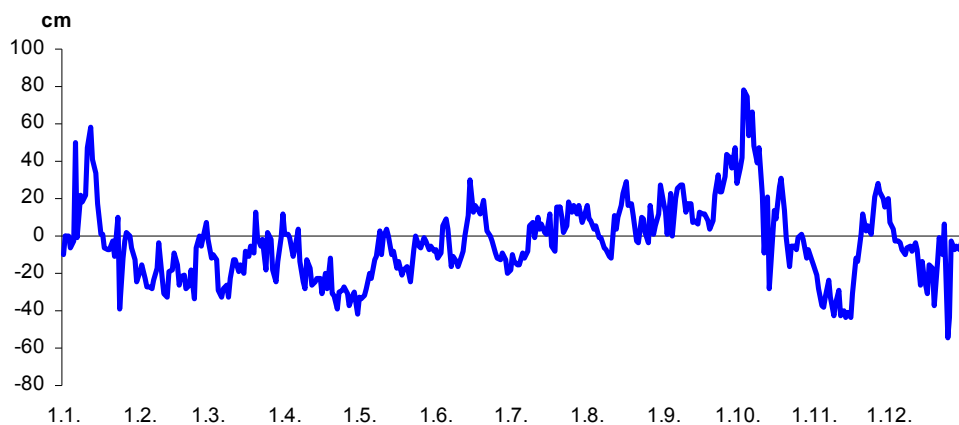
Kuva 2. Pyhtään merialueen kalankasvatuslaitosten vedenlaadun seuranta-asetat sekä vertailuasemina käytetyt näyteasetat. .



Kuva 3. Eri kuukausien sadesumma (mm) ja keskilämpötila (°C) vuonna 2009 Kotkan Kirkonmaalla ja vastaavat pitkän ajanjakson (1971-2000) keskiarvot Kotkassa (Rankki). Lähde: Ilmatieteen laitos.

Vallitseva tuulensuunta oli Kotkan Rankissa touko-syyskuussa lounas. Kovatuulisia päiviä (14 m/s tai enemmän) oli touko-syyskuussa vain 9.7 ja 27.9.. Myrskypäiviä (21 m/s-) ei ollut. Kesäkuun näytteenoton aikaan tuuli oli maastohavaintojen mukaan noin 3 m/s luoteesta, heinäkuussa noin 4 m/s lounaasta ja elokuussa oli 6 m/s länsituulta.

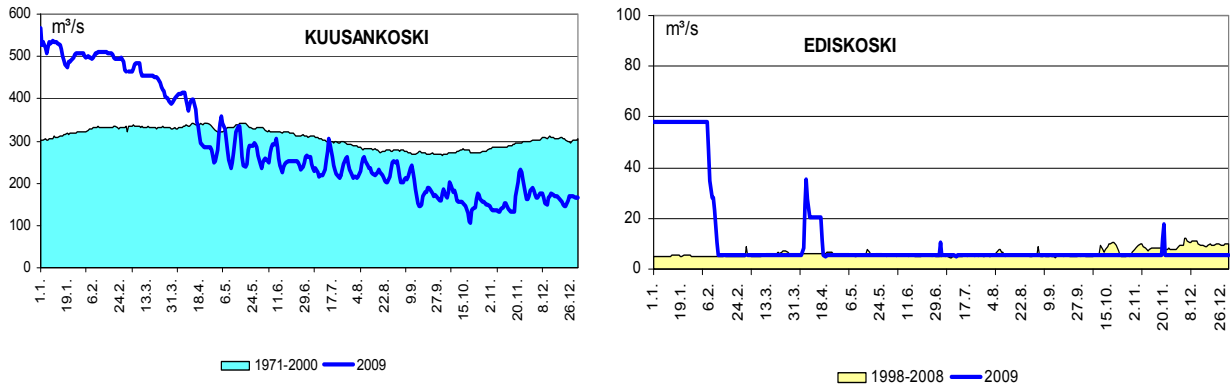
Merivedenkorkeus pysytteli suurimman osan vuodesta -20 ja +40 cm keskivedenkorkeudesta (kuva 4). Tuotantokauden alkaessa meriveden pinta oli selvästi keskivedenkorkeuden alapuolella, mutta kesän aikana pinta nousi ja oli korkeimmillaan syys-lokakuussa. Kesäkuun näytteenottokerralla vedenkorkeus oli keskivedenkorkeuden alapuolella mutta heinä- ja elokuussa jo yläpuolella (-12, +12 ja +9 cm) (kuva 4).



Kuva 4. Meriveden korkeus Haminan mareografilla vuonna 2009. Lähde: Merentutkimuslaitos.

Kymijoki on merkittävä kuormittaja Pyhtää-Kotka merialueella. Kymijoen virtaamat olivat alkuvuodesta 2009 selvästi pitkän aikavälin keskiarvoa suurempia (kuva 5). Virtaama kuitenkin laski melko tasaisesti läpi vuoden, ollen huhtikuussa jo hyvin lähellä pidemmän aikavälin keskivirtaamia. Loppuvuodesta Kymijoen vesimäärä oli enää noin 60 %

keskimääräisestä. Tarkkailuun osallistuvien kalankasvatuslaitosten alueella vaikuttaa lähinnä Kymijoen Pyhtään haara. Pyhtään haaran virtaama on yleensä vain vähän yli 5 m³/s, mutta alkuvuodesta 2009 ja erityisesti tammikuussa myös Pyhtään haaran kautta laskettiin huomattavasti enemmän vettä (kuva 5). Kymijoen lisäksi Pyhtään merialueelle tuo hajakuormitusta myös pienemmät joet, kuten Siltakylänlahteen laskeva Siltakylänjoki.

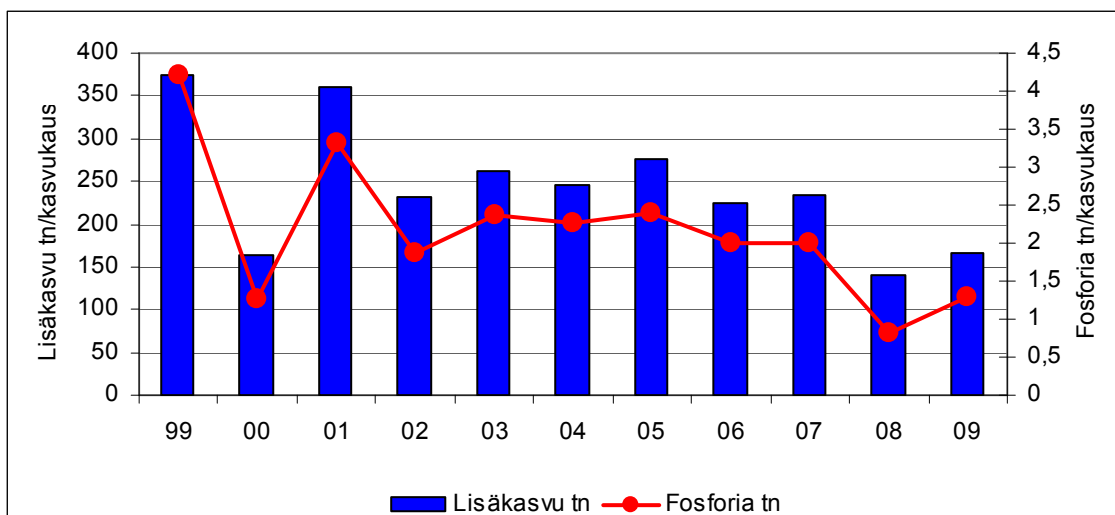


Kuva 5. Kymijoen virtaama (m³/s) vuonna 2009 Kuusankoskella ja Ediskoskella (Pyhtään haara). Kuvissa on esitetty myös pidemmän ajanjakson virtaamat (1971-2000 / 1998-2008). Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä.

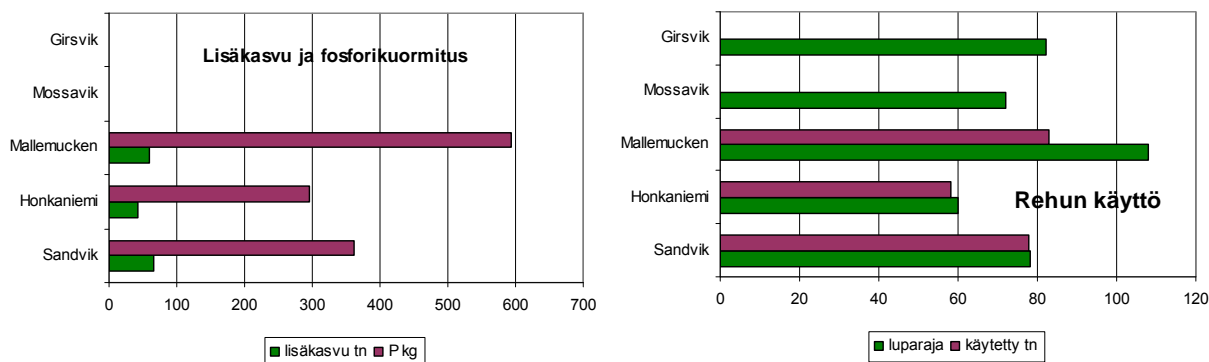
3 KALANKASVATUSLAITOSTEN LISÄKASVU JA RAVINNEKUORMITUS

Lisäkasvuna ilmoitettuna kalaa tuotettiin Pyhtään merialueella vuonna 2009 yhteensä 166 tonnia ja laitosten kokonaisfosforikuormitus oli 1 250 kiloa (kuva 6, liite 2). Luvut ovat huomattavasti pienempiä kuin alueen kalankasvatuksen huippuvuosina 1992-1996. Tuotanto ja kuormitus olivat kuitenkin suurempia kuin vuonna 2008, jolloin kasvatustoiminta oli vähäisintä koko tarkkailun aikana. Myöskään ravinnekuormituksen ja lisäkasvun välinen suhde ei ollut nyt ihan yhtä tehokas kuin vuonna 2008. Laitosten yhteenlaskettu typpikuormitus vuonna 2009 oli 10 470 kiloa. Typpikuormituksen kehitys on hyvin samankaltainen fosforikuormituksen kehityksen kanssa.

Rehuna on käytetty vuodesta 2000 lähtien vain kuivarehua. Vuoden 2008 ympäristöluvissa kalankasvatustoimintaa on rajoitettu siten, että kullekin laitokselle on esitetty suurimmat sallitut rehumäärät (liite 2). Toiminnassa oli vuonna 2009 vain kolme laitosta eli Sandvikin Lohen Sandvikin ja Honkaniemen laitokset sekä Kaakon Lohen Mallemmucken'in laitos, jonka Sandvikin Lohi oli vuokrannut käyttöönsä. Mossavikin ja Girsvikin laitoksilla ei ollut tuotantoa. Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla rehunkäyttö hipoi luparajaa (kuva 7, liite 2). Mallemmuckenin laitoksella rehunkäyttö jäi selvästi luparajojen alle. Ravinnekuormitusta tuli vuonna 2009 selvästi eniten Mallemmuckenin laitokselta, mutta lisäkasvultaan suurin laitos oli kuitenkin Sandvikin laitos (kuva 7).

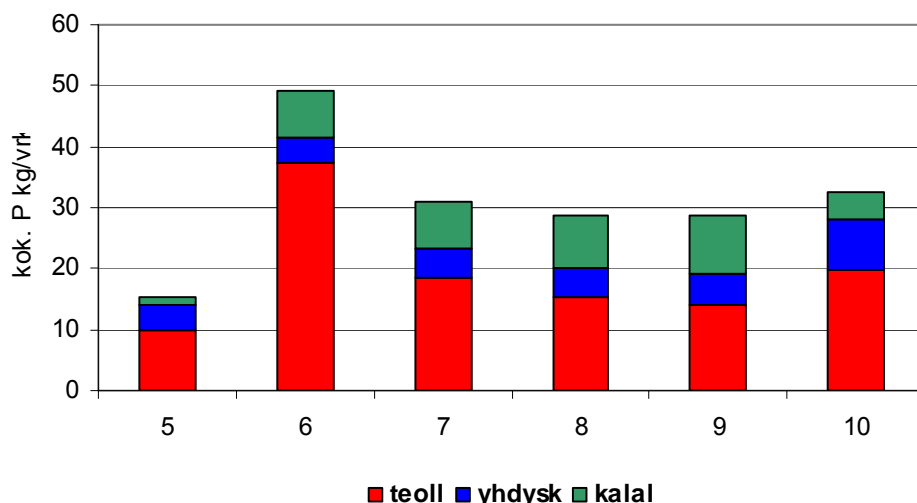


Kuva 6. Kalankasvatustilastojen kokonaislisäkasvu (tn) ja fosforikuormitus (tn) Pyhtään merialueella viimeisen kymmenen vuoden aikana. Vuonna 2009 sekä lisäkasvu että fosforikuormitus kasvoivat vähän edellisestä vuodesta, joka edustikin koko tarkkailuajan minimilukuja. Lähde: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (KAS).



Kuva 7. Oikeanpuoleinen kuva: laitokohtainen lisäkasvu (tn) ja fosforikuormitus (kg) vuonna 2009. Vasemmanpuoleinen kuva: käytetty rehumäärä (tn) ja ympäristöluvan mukainen luparaja rehun käytölle (tn). Lähde: KAS

Kalanviljelyn osuus Pyhtää-Kotka merialueen pistemäisestä kuormituksesta oli tuotantokaudella (kesä-lokakuu) 2009 keskimäärin 23 % fosforin (kuva 8) ja 15 % typen pistekuormituksesta. Luvut ovat selvästi edellisvuotta suurempia, mikä selittyi ensisijaisesti sillä, että sekä teollisuuden että yhdyskuntien jätevesikuormitus oli vuonna 2009 selvästi pienempää kuin vuonna 2008. Kalankasvatuksen kuormitus oli vuonna 2009 poikkeuksellisesti suurimmillaan vasta syyskuussa (33 % fosforin ja 21,5 % typen pistekuormituksesta).

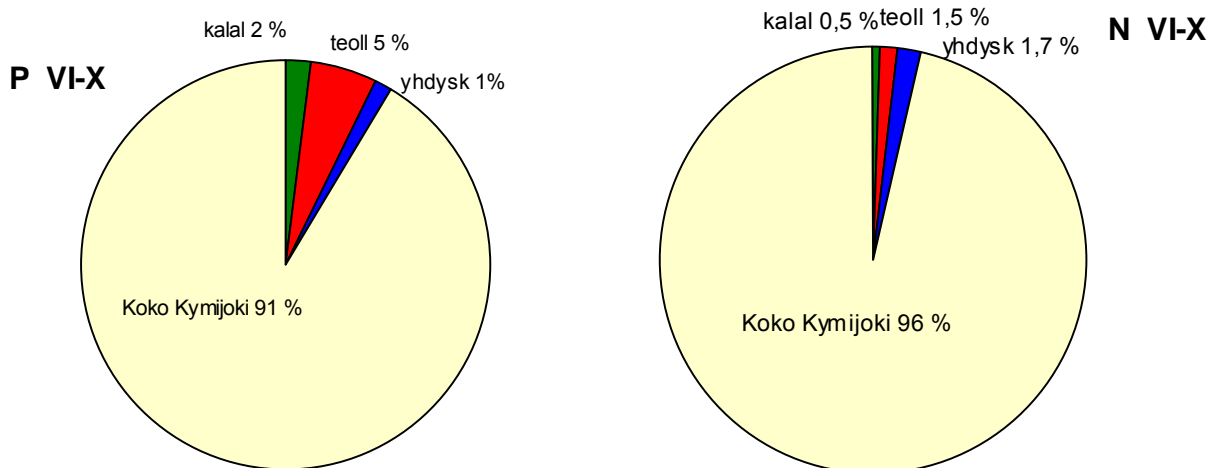


Kuva 8. Pistekuormituksesta tuleva fosforikuormitus Pyhtää-Kotka merialueella kalankasvatustiltojen ruokintakauden (touko-lokakuu) aikana vuonna 2009. Kalankasvatuksen osuus pistemäisestä fosforikuormituksesta oli kesä-lokakuun aikana keskimäärin 23 % - suurinta kuormitus oli syyskuussa.

Kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta vaihtelee laskentakriteerien perusteella. Alueen tärkein kuormittaja on Kymijoki ja sen mereen tuomaa kuormitusta on arvioitu ainevirtaamalaskelmin (Åkerberg ym. 2010). Jos keskitytään kalankasvatuksen varsinaiseen tuotantokautteen (kesä-lokakuu), niin kalankasvatuksen osuus alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta (pistekuormitus + koko Kymijoki Ahvenkoskenhaarasta Korkeakosken haaraan) oli vuonna 2009 2 % fosforista ja 0,5 % typestä (kuva 9). Prosenttiosuuksiin vaikuttavat kuitenkin vuonna ennen kaikkea Kymijoen virtaamat ja vastaavasti ainevirtaamat mereen. Kymijoen ainevirtaamat mereen olivat vuonna 2009 selvästi pienempiä kuin edellisellä vuonna, jolloin ne olivat suurimpia 20 vuoteen. Vuonna 2009 ainevirtaamat olivat suurimmillaan tammikuussa suurten virtaamien aikaan. Ravinnevirtaamat olivat pienimmillään syys-lokakuussa. Mikäli kokonaiskuormitukseen lasketaan Kymijoen haaroista kasvatusalueelle laskevat Pyhtään ja Koivukosken haarat, niin kalankasvatuksen prosenttiosuus fosforikuormituksesta oli kesä-lokakuussa 9 %. Kalankasvatustilat sijaitsevat Pyhtään haaran edustalla. Kesä-lokakuussa 2009 kalankasvatustiltojen fosforikuormitus oli jokseenkin yhtä suurta kuin Pyhtään haaran arvioitu fosforivirtaama (Åkerberg ym. 2010).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kalankasvatustiltojen vedenlaatusurannan vesinäytteet otettiin havaintoasemilta 308 ja 316 (kuva 1, koordinaatit liite 3) kolme kertaa tuotantokauden 2009 aikana: 2. kesäkuuta, 28. heinäkuuta ja 24. elokuuta. Fysikaaliskemialliset määrytykset, kasviplanktonin klorofylli-a sekä bakteerimäärytykset (liite 4) teetettiin akkreditoitussa KCL Kymen Laboratorio Oy:ssä.



Kuva 9. Eri kuormitussektoreiden laskennallinen osuus kokonaisfosfori- ja -typpikuormituksesta Pyhtää-Kotka merialueella kalankasvatuslaitosten varsinaisella tuotantokaudella (kesä-lokakuu) vuonna 2009. Mukana ovat alueen pistekuormitus ja Kymijoen tuoma kokonaiskuormitus.

5 TULOKSET

5.1 FYSIKAALIS-KEMIALLINEN VEDENLAATU

Alkuperäiset vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 5. Kalankasvatuslaitosten vedenlaadun seuranta-asemista käytetään jatkossa lyhennettä KALA-asemat. 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 3).

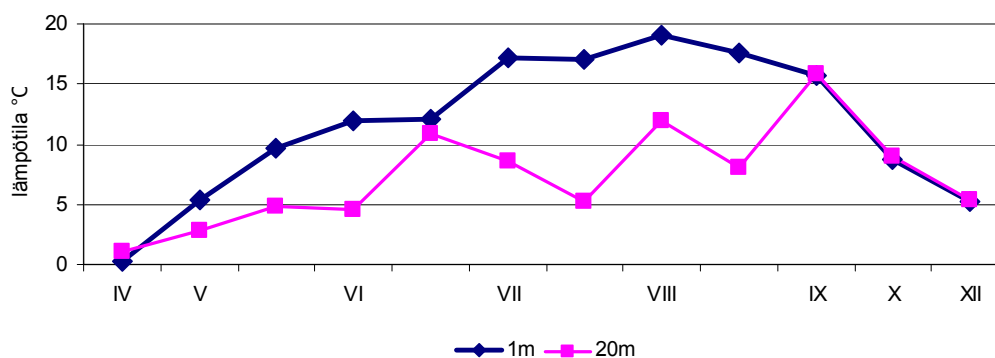
Vertailuasemien tulosten perusteella pyritään tarkastelemaan sitä, poikkeako merialueen tila KALA-asemilla yleisestä Pyhtää-Kotka merialueen taustatasosta. Vertailua vaikeuttaa se, että vertailuasemien näytteet on otettu eri aikaan kuin KALA-asemien (taulukko 1). Esim. ravinnepitoisuudet voivat vaihdella merialueella lyhyelläkin aikavälillä suuresti. Lisäksi vertailuasemat ovat syvempiä ja useimmat myös mereisempiä kuin KALA-asemat (kuva 2). Eniten näytteitä ja tuloksia on yhteistarkkailun intensiiviasemalta 123 (6 näytteenottokertaa kesä-elokuussa 2009). Sensijaan KAS:in näyteasemilta Kyvy-1 ja 355 ei ole kuin 2 - 3 näytteenottokertaa kesä-elokuussa 2009. Yhteistarkkailun asemilla 066, 077 ja Kyvy-2 suurin osa kesänäytteistä on vain päällysveteen rajoittuvia ns. klorofyllinäytteitä.

Taulukko 1. Kalankasvatustilastusten näyteasemien näytteenottoajankohdat kesällä 2009 ja näytteenottoajankohdat ns. vertailuasemilla eri kesäkuukausina.

KALA-asetat	123	KYVY-1	KYVY-2	355	066	077
kesäkuu 2.6.2009	3.6., 16.6., 29.6.	9.6.	17.6.	8.6.	17.6.	17.6.
heinäkuu 28.7.2009	22.7.	14.7.	22.7.	14.7.	23.7.	23.7.
elokuu 24.8.2009	5.8., 18.8.		18.8.	11.8.	18.8.	18.8.

5.1.1 Lämpötila

Pintaveden lämpötila kohosi toukokuun alusta aina elokuun alkuun asti, jolloin vesi oli intensiiviasemalla (as 123) lämpimimmillään 19 asteista (kuva 10). Kerrostuneisuus sensijaan oli jyrkimmillään jo heinäkuussa. Lämpötilakerrostuneisuus purkautui syyskuun puolivälissä, ja sen jälkeen pintaveden lämpötila laskikin jyrkästi (kuva 10).

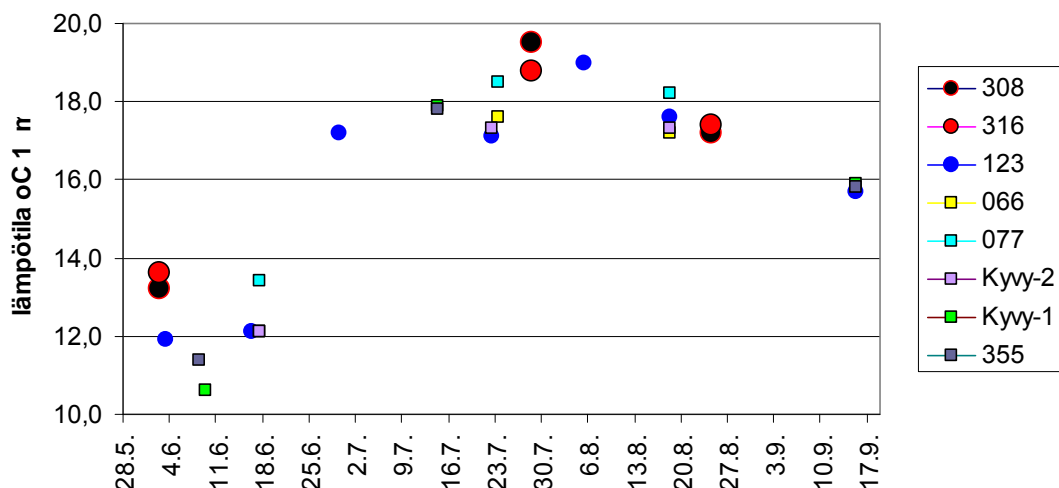


Kuva 10. Veden lämpötila (°C) 1 metrissä ja alusvedessä (20 m) intensiiviasemalla 123 huhti-joulukuussa 2009. Vesi oli lämpimimmillään elokuun alussa.

Veden pintalämpötilat olivat KALA-asetilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 11). KALA-asetien sijainti on vertailuasemia suojaisempi, erityisesti Parlahdella sijaitsevan aseman 308, jolla mitattiinkin aineiston korkein lämpötila 28. heinäkuuta (kuva 11). Elokuun näytteenottokerralla (24.8.2009) lämpötilakerrostuneisuus oli jo purkautunut asemalla 316 (15 metriä), mutta ei vielä täysin asemalla 308 (18 m).

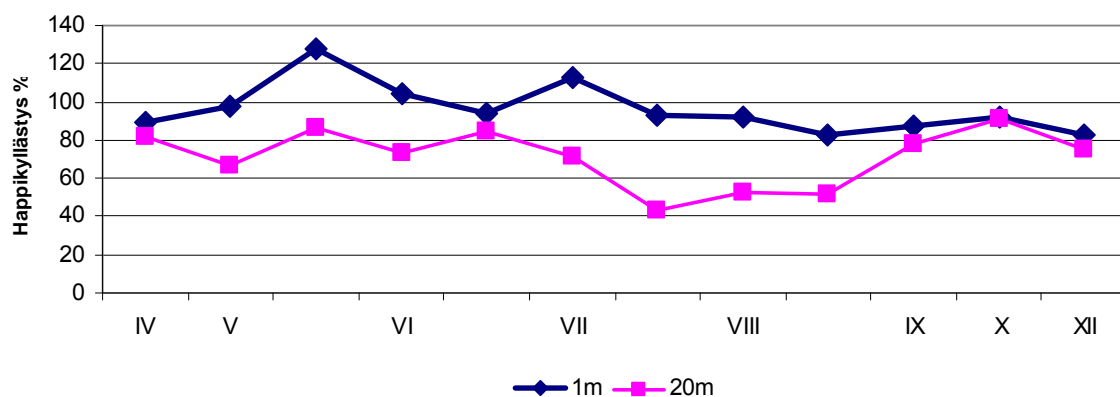
5.1.2 Happitilanne

Intensiiviasemalla 123 alusveden happitilanne oli näytteenoton mukaan huonoimmillaan heinäkuun loppupuolella, ja 21.10. happikyllästys oli tasainen koko vesimassassa (kuva 12). Pintaveden happitilanne oli KALA-asetilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 13). Elokuun näytteenottokerralla alusveden happikyllästys oli KALA-asetilla 308 selvästi



Kuva 11. Pintaveden (1 m) lämpötila oli KALA-asezilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla ajalla 1.6.-15.9.2009. Suojaisella Parlahdella sijaitsevalla KALA-asezilla 308 mitattiin aineiston korkein lämpötila.

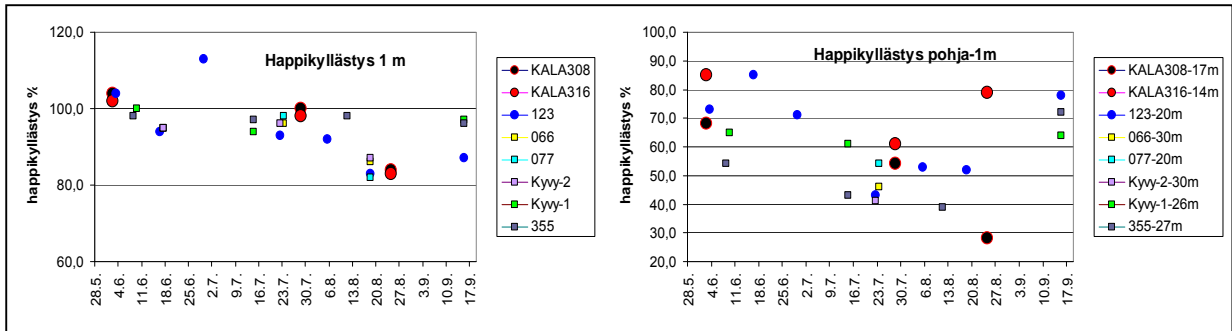
muita asemia huonompi (kuva 13). Tulosta selittää ensisijaisesti se, että näyteasema sijaitsee Parlahdella, joka on saarten eristämä syvännealue, jossa vedenvaihtuvuus on huonoa.



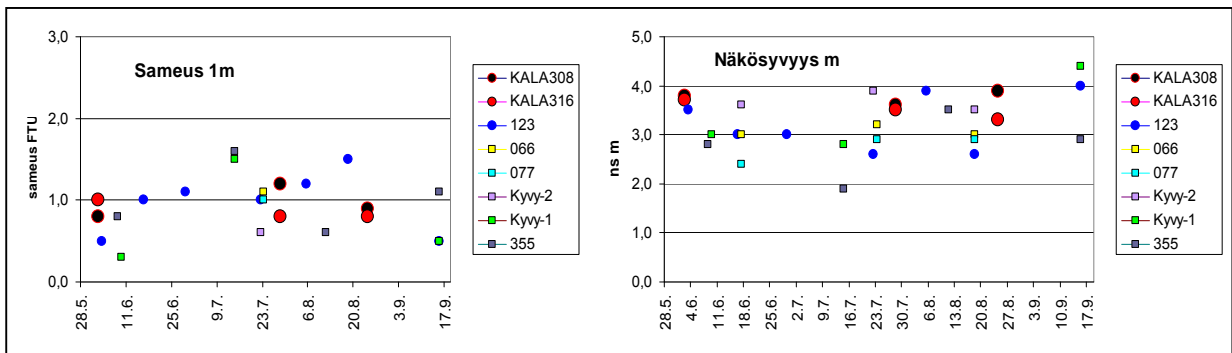
Kuva 12. Happikyllästysprosentti 1 metrissä ja alusvedessä (20 m) intensiiviasemalla 123 huhti-joulukuussa 2009.

5.1.3 Sameus ja näkösyvyys

Päällisveden sameus vaihteli KALA-asezilla hyvin pienissä rajoissa eikä poikennut vertailuasemien tasosta (kuva 14). Elokuun näytteenotokerralla alusvesi oli KALA-asezilla 308 selvästi normaalia sameampaa, mitä on yhteydessä huonoon happitilanteeseen ja siihen liittyvään sameuden lisääntymiseen (kuva 13). Sameuteen yhteydessä oleva veden näkösyvyys oli KALA-asezilla keskimäärin 3,5 – 3,8 metriä. Näkösyvyys oli KALA-asezilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 14).



Kuva 13. Pintaveden happikyllästyys oli samaa tasoa KALA- ja vertailuasemilla. Elokuun huonoa alusveden happitilannetta KALA- asemalla 308 selittää ensisijaisesti sen sijainti vedenvaihtuvuudeltaan huonolla Parlahdella.

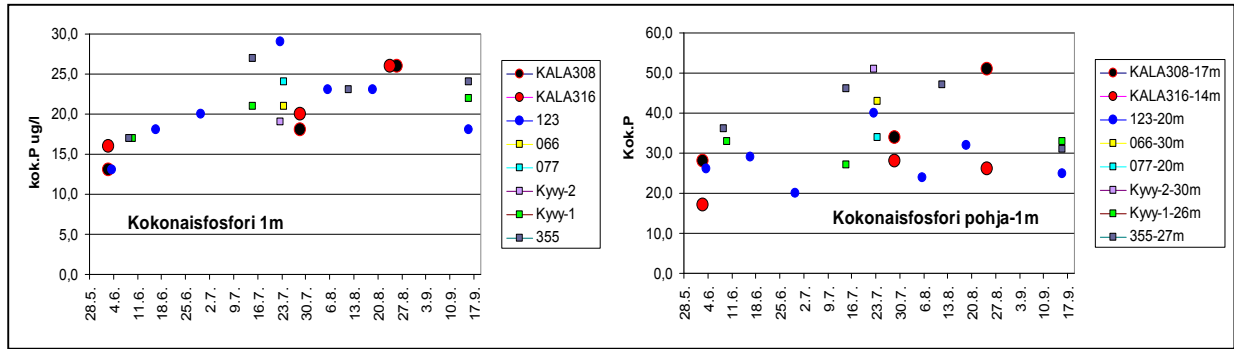


Kuva 14. Päälysveden sameus (FTU) ja näkösyvyys (m) KALA- asemilla ei poikennut vertailuasemien tuloksista.

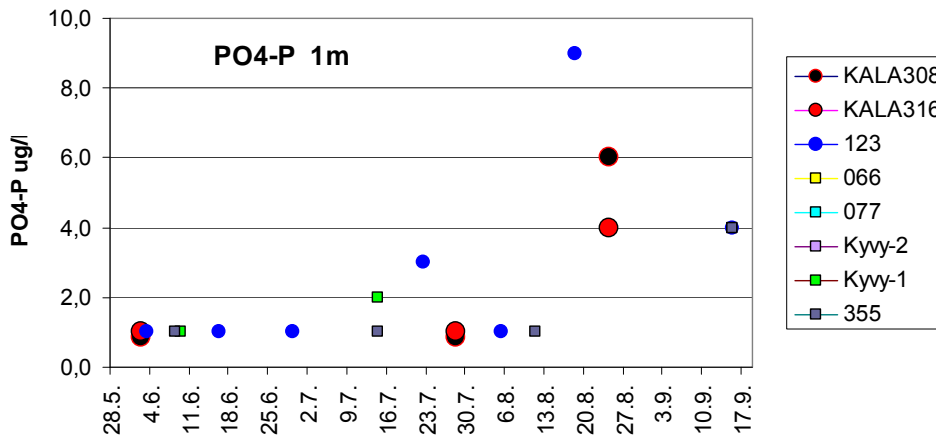
5.1.4 Fosfori ja typpi

KALA- asemilla päälysveden fosforipitoisuus nousi kesäkuusta elokuuhun. Pitoisuudet olivat kuitenkin samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 15). Elokuun näytteenotokerralla alusveden fosforipitoisuus oli normaalia korkeampi KALA- asemalla 308 liittyen huonoon happitilanteeseen; myös vertailuasemilla mitattiin kesän aikana samaa tasoa olevia fosforipitoisuuksia (kuva 15).

KALA- asemien päälysveden fosfaattifosforipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vertailuasemilla. Kesä- ja heinäkuussa pitoisuudet jäivät myös KALA- asemilla alle määritysrajan, mutta elokuussa pitoisuudet ylittivät lievästi määritysrajan (kuva 16).



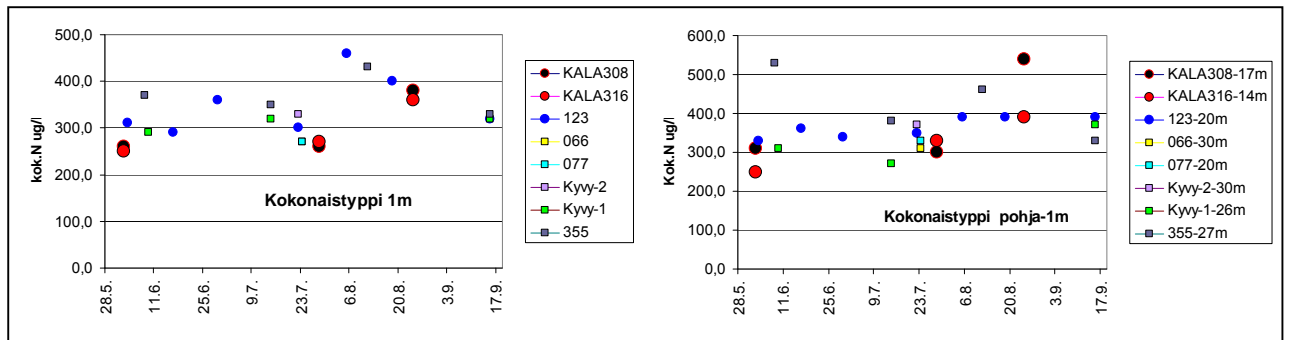
Kuva 15. Päälysveden fosforipitoisuus nousi KALA-aseilla kesän aikana, mutta pitoisuudet olivat kuitenkin samaa tasoa kuin vertailuasemilla. Huonosta happitilanteesta johtuen KALA-aseman 308 alusveden fosforipitoisuus oli elokuussa korkeahko.



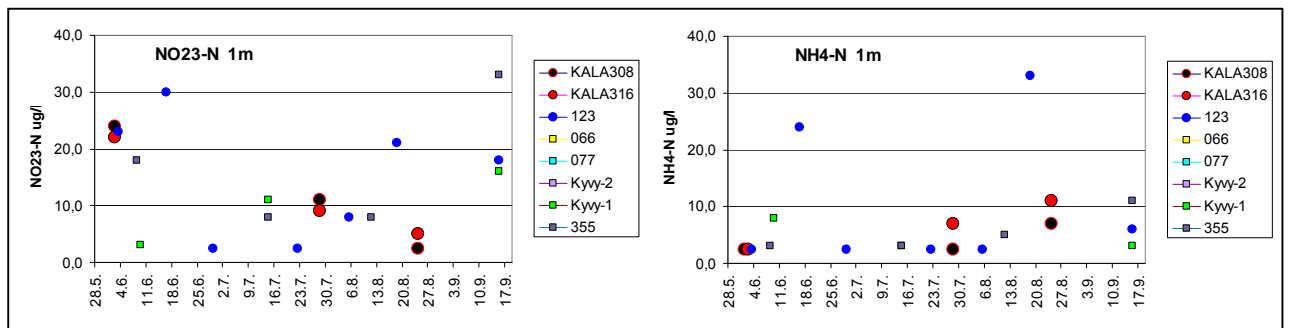
Kuva 16. Päälysveden fosfaattifosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) oli KALA-aseilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla.

KALA-asemien pintaveden typpipitoisuudet olivat elokuussa lievästi korkeampia kuin kesäheinäkuussa. Pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 17). Huono happitilanne nosti elokuussa KALA-aseman 308 alusveden typpipitoisuutta (kuva 17).

Päälysveden mineraalityppipitoisuudet olivat KALA-aseilla samaa tasoa kuin vertailuasemilla (kuva 18). Päälysveden nitriitti- nitraattityppipitoisuus laski KALA-aseilla kesän aikana, kun taas ammoniumtyppipitoisuus lievästi nousi. KALA-asemien alusveden nitriitti-nitraattityppipitoisuus vaihteli välillä $<5\text{--}48 \mu\text{g/l}$ ja ammoniumtyppipitoisuus välillä $<5\text{--}36 \mu\text{g/l}$. KALA-aseilla 308 ammoniumtyypeä ($140 \mu\text{g/l}$) oli alusvedessä huonoissa happiolosuhteissa selvästi enemmän kuin muilla asemilla.



Kuva 17. Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) KALA-aseilla ei poikennut vertailuasemien pitoisuustasosta. Elokuun huono happitilanne näkyi KALA-aseilla lievästi myös alusveden tyyppipitoisuudessa.



Kuva 18. Päälysveden nitriitti-nitraatti- ja ammoniumtyyppipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) olivat KALA- ja vertailuasemilla samaa tasoa.

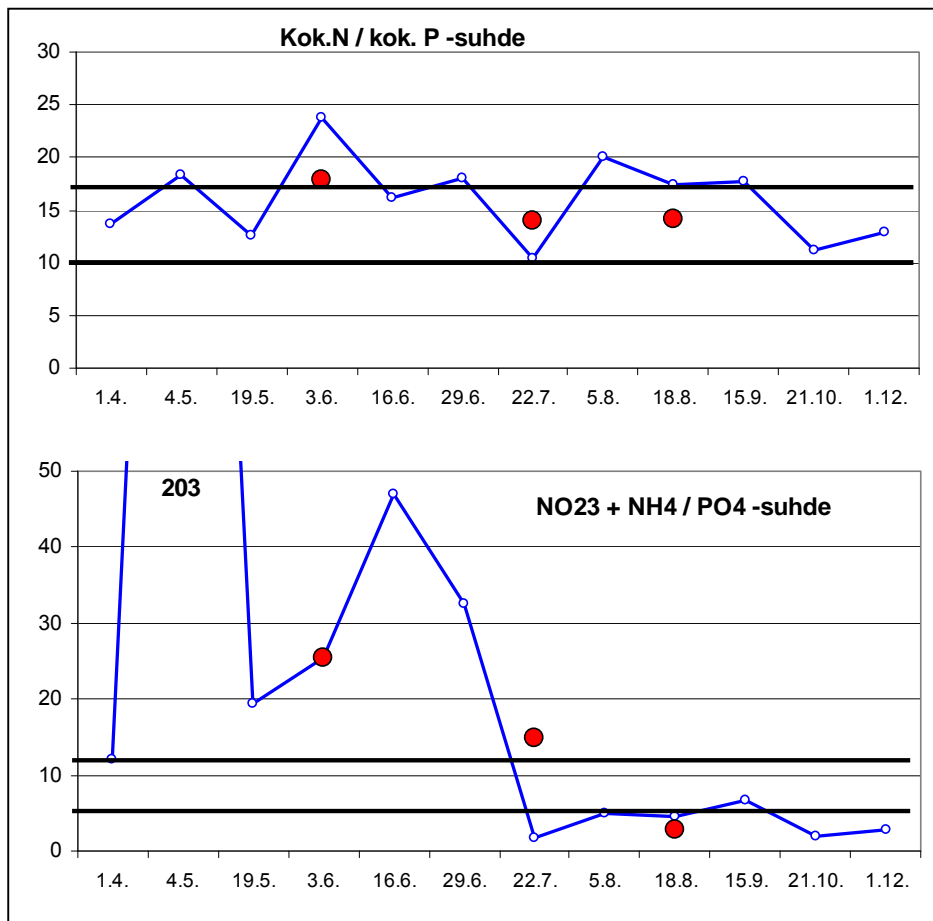
Pyhtää-Kotka merialueella päälysveden typpi- ja fosforipitoisuuksiin vaikuttavat alueelle purkautuvan Kymijoen ravinnemäärät ja -pitoisuudet (etenkin typen osalta), meriveden sekoittumisen kautta alusvedestä tulevat ravinnelisäykset, ravinteiden kuluminen perustuotantoon ja merialueen omasta pistekuormituksesta 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 touko-syyskuussa 2009 normaaleja pienempiä (Åkerberg ym. 2010). Kymijoen alaosan veden fosforipitoisuus oli kesäkaudella 14-20 $\mu\text{g/l}$ ja tyyppipitoisuus tasoa 500-700 $\mu\text{g/l}$. Kymijoen edustan merialueella fosforipitoisuus on hieman tätä korkeampi ja tyyppipitoisuus selvästi matalampi (Mäntynen ja Anttila-Huhtinen 2010).

Mikäli kokonaisravinteiden typpi-fosfori -suhde on yli 17, fosfori on levien kasvua rajoittava tekijä, ja mikäli suhde on alle 10, on typpi kasvun minimitekijä (Forsberg ym. 1978). Edellisen perusteella intensiiviasemalla 123 tilanteet vaihtelivat kesäkaudella 2009 siten, että joko fosfori oli rajoittava tekijä tai ei kumpikaan ravinne selkeästi. Kalankasvatustilastojen kunkin näytteenotokerran keskiarvotuloksen perusteella

kalankasvatustilastoissa lähialueella kokonaisravinnesuhde ei poikennut asemalla 123 tilanteesta merkittävästi (kuva 19).

Mineraaliravinteiden osalta typpi-fosforisuhde ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$ /liuenut fosfaattifosfori) ollessa yli 12 pidetään fosforia rajoittavana tekijänä. Mikäli suhde on alle 5, ovat liuenneet typpiyhdisteet rajoittava tekijä (Forsberg ym. 1978). Intensiiviasemalla 123 ja KALA-asemien mineraaliravinnesuhteet vastasivat kesäkaudella hyvin toisiaan (kuva 19). Tulosten mukaan kesällä 2009 typpirajoitteisuus voimistui loppukesää kohti. Suhdelukuja voi vääristää hieman se, että liukoisen fosforin arvona on käytetty tässä kokonaisfosfaattifosforia eikä leville käyttökelpoisinta liukoista fosfaattifosforia (liukoinen reaktiivinen fosfori, DRP). Suhdelukuja voi vääristää myös se, että pitoisuudet olivat usein alle määrittämissä. Tällöin tuloksena on käytetty lukua 0,5 x määrittämissä.



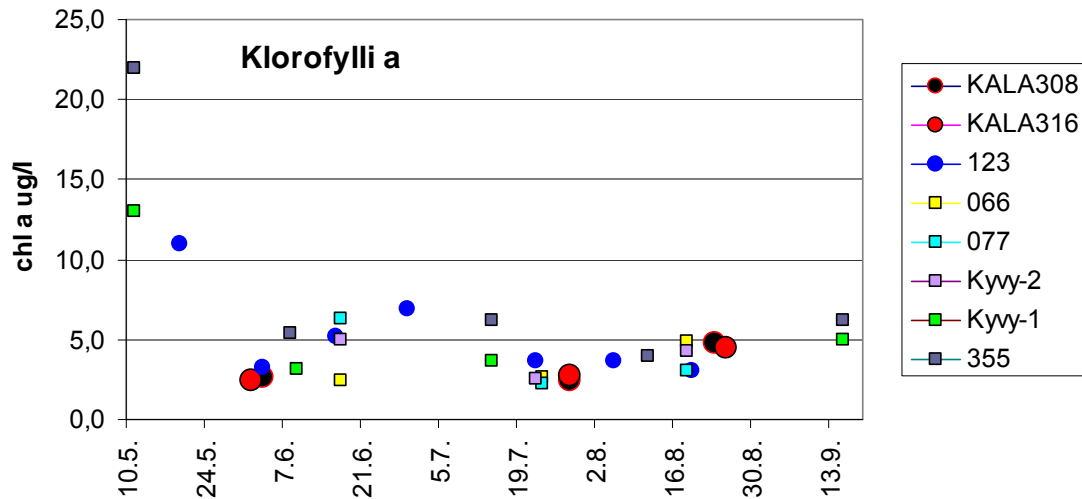
Kuva 19. Kokonaistypen ja -fosforin suhdeluku ja vastaavasti liukoisten typpi- (nitriitti, nitraatti ja ammonium) ja fosforiyhdisteiden (fosfaatti) suhdeluku vuonna 2009 intensiiviasemalla 123. Kuvaan on merkitty punaisina palloina vastaavat suhdeluvut KALA-asemilla kunkin näytteenottokerran keskiarvoina. KALA-asemilla mitatut ravinnesuhteet eivät poikenneet intensiiviasemalla 123 mitatusta. Mineraaliravinnesuhteen perusteella typpirajoitteisuus voimistui loppukesää kohti.

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 4,3 µg/l (n=6). KALA- asemilla klorofyllipitoisuus vaihteli välillä 2,4-4,8 µg/l; tulokset eivät poikenneet vertailuasemien tasosta (kuva 20).

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

Rehevyysluokka	Klorofylli a 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



Kuva 20. Kesän 2009 klorofyllitulosten mukaan sekä KALA että vertailuasemat olivat lievästi rehevää vesialuetta.

Kesä - elokuun tulosten keskiarvon perusteella sekä vertailu- että KALA- asemat olivat kesällä 2009 lievästi reheviä vesialueita. Edellisenä vuonna klorofyllipitoisuudet olivat suurempia, ja sekä KALA- että vertailuasemat olivat reheviä.

Myös valtakunnallisen yhteenvedon (Suomen ympäristökeskus 2009) mukaan merialueiden sinilevätilanne oli kesällä 2009 pääosin rauhallinen. Pitkien, yhtenäisten hellejaksojen puuttuminen hillitsi levien kasvua ja levälauttojen syntymistä koko kesän ajan. Kukinnot lisääntyivät vasta heinäkuun alussa, mutta silloinkaan ne eivät kehittyneet laajoiksi tai pitkäkestoisiksi kovien tuulien ja viileän veden ansioista. Elokuun alussa säät lämpenivät, ja levälauttoja muodostui myös Suomenlahdelle. Epävakainen sää kuitenkin hajotti levälauttoja.

5.3 VEDEN HYGIEENINEN LAATU

Veden hygieeninen laatu kesällä 2009 oli KALA-asemilla erinomainen. Ulosteperäisiä eli fekaalisia streptokokkeja ei esiintynyt KALA-asemilla kesä-elokuun näytteenottokerroilla lainkaan. Sosiaali- ja terveysministeriön uimavesiasetuksen 177/2008 mukaan suolistoperäisten enterokokkien toimenpiderajana pidetään 200 pmy/100 ml ja *E. colien* 500 pmy/100 ml.

6 YHTEENVETO

Tässä julkaisussa on tarkasteltu Pyhtään merialueen viiden kalankasvatuslaitoksen vesistövaikutusten yhteistarkkailutulokset vuodelta 2009. Kasvatustoimintaa oli vuonna 2009 vain kolmella laitoksella, Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla sekä Mallemuckenin laitoksella, jonka Sandvik oli vuokrannut. Girsvikin ja Mossavikin laitoksilla ei ollut tuotantoa. Alueen kokonaistuotanto oli lisäkasvuna ilmoitettuna 166 tonnia ja fosforikuormitus 1250 kiloa. Luvut ovat suurempia kuin vuonna 2008, jolloin kasvatustoiminta oli vähäisintä koko tarkkailun aikana. Sandvikin ja Honkaniemen laitoksilla rehunkäyttö hipoi luparajaa. Kuormitukseltaan suurimmalla Mallemuckenin laitoksella rehunkäyttö jäi selvästi alle luparajan. Kalanviljelyn osuus Pyhtää-Kotka merialueen pistemäisestä kuormituksesta oli tuotantokaudella 2009 keskimäärin 23 % fosfori- ja 15 % typpikuormituksesta. Kalankasvatuksen osuus kuormituksesta oli selvästi edellisiä vuosia suurempi johtuen ennen kaikkea teollisuuden ja yhdyskuntien jätevesikuormituksen selvästä laskusta. Kalankasvatuksen kuormitus oli suurimmillaan syyskuussa.

Veden laatua seurattiin kahdella kalankasvatuslaitosten seuranta-aseamalla kolme kertaa tuotantokauden aikana; vesinäytteet haettiin kesä-, heinä- ja elokuussa. Seuranta-asetat sijaitsevat syvänteessä 500-1200 metrin päässä laitoksesta; seuranta-asemien vedenlaatu ei niinkään kerro kalankasvatuksen vaikutuksista aivan laitoksen lähiympäristössä vaan tarkkailun tarkoituksena on seurata vedenlaadun mahdollista muuttumista pidemmällä aikavälillä laitosten lähivesialueilla. Kalankasvatuksen vesistövaikutuksia arvioitiin tarkastelemalla laitostasemien vedenlaatua suhteessa Pyhtää-Kotka merialueen yleiseen

tilaan. Merialueen taustatason kuvaajina käytettiin sekä Pyhtää-Kotka merialueen yhteistarkkailun että Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen näyteasemien tuloksia.

Yleistäen voidaan todeta, ettei vedenlaatu poikennut kalalaitosten lähialueella vertailuasemista. Ainoastaan alusveden happitilanne oli asemalla 308 muita asemia huonompi. Asema sijaitsee Parlahdella, joka on saarten eristämä, vedenvaihtuvuudeltaan huono syvännealue. Heikko happitilanne näkyi asemalla 308 alusvedessä myös kohonneina ravinnepitoisuuksina ja veden samentumisena. Tuotantokauden aikainen näkösyvyys oli laitosten lähialueella keskimäärin 3,5 – 3,8 metriä. Päälysveden fosforipitoisuus vaihteli laitosten lähialueella välillä 13 – 26 µg/l. Pitoisuudet nousivat kesäkuusta elokuuhun, mutta samaa tasoa olevia pitoisuuksia esiintyi myös vertailuasemilla. Myös päälysveden mineraaliravinnepitoisuudet olivat laitosten lähialueella samaa tasoa kuin vertailuasemilla. Päälysveden ravinnesuhteet laitosten lähialueella eivät poikenneet merialueen intensiiviaseman tuloksista. Kokonaisravinnesuhteen perusteella kesäkaudella kasvua rajoitti joko fosfori tai molemmat ravinteet. Mineraaliravinnesuhteen perusteella typpirajoitteisuus voimistui loppukesää kohti. Klorofylli a –pitoisuus vaihteli laitosten lähialueella välillä 2,8-4,8 µg/l eivätkä tulokset poikenneet yleisestä tasosta. Sekä laitosten lähialue että intensiiviasema olivat kesä-elokuun klorofyllitulosten mukaan lievästi reheviä rannikkoalueita. Edellisenä vuonna alueet olivat klorofyllitulosten perusteella reheviä. Myös valtakunnallisen yhteenveton mukaan merialueen sinilevätilanne oli kesällä 2009 pääosin rauhallinen. Veden hygieeninen laatu oli kesällä 2009 kalalaitosten vedenlaatuasemilla erinomainen.

VIITTEET

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.

Mäntynen, H. & Anttila-Huhtinen, M. 2010. Pyhtää – Kotka – Hamina merialueen vedenlaadun yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 201/2010, 40 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.

Suomen ympäristökeskus 2009. Valtakunnallinen leväyhteenveto 24.9.2009: Voimakkailta sinileväkukinnoilta vältyttiin kesäkuukausina. – Ympäristöhallinnon www-sivut, www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Ajankohtainen levätilanne > Leväkatsaukset > Leväkatsaukset 2009

Åkerberg, A., Raunio, J. & Anttila-Huhtinen, M. 2010. Kymijoen alaosan vedenlaadun yhteistarkkailu vuonna 2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 200/2010.

LIITTEET

- 1 Säätila Kotkan (Kirkonmaa) säähavaintoasemalla vuonna 2009
- 2 Kalankasvatuslaitosten kuormitustiedot
- 3 Tutkimusasemien koordinaatit
- 4 Määrittymenetelmät
- 5 Vedenlaatutulokset

Säätila Kotkassa vuosina 2009 (Kirkonmaa) ja 1971-00 (Rankki)
(Ilmatieteen laitos).

Kuukausi	Keskilämpötila, °C Kotka		Sademäärä, mm Kotka		Kok.säteily MJ/m ² Helsinki-Vantaa	
	2009	1971-00	2009	1971-00	2009	1971-00
Tammi	-3,1	-5,1	32	39		
Helmi	-4,8	-6,4	24	33		
Maalis	-2,0	-2,9	18	35		
Huhti	2,9	1,8	11	30		
Touko	9,8	8,3	11	34	636	582
Kesä	13,5	13,9	49	44	576	620
Heinä	16,9	16,9	79	55	604	601
Elo	16,3	16,0	78	69	481	446
Syys	13,4	11,3	58	61	284	252
Loka	4,3	6,3	128	65		
Marras	3,0	1,4	76	63		
Joulu	-4,2	-2,4	54	52		
x / Σ	5,5	4,9	618	580	2581	2501

LIITE 2

Pyhtään edustan merialueen kalankasvatus: laitoskohtainen lisäkasvu, rehunkäyttö ja ravinnekuormitus vuonna 2009. Rehunkäytössä ei ole mukana talvisäilytyksen aikaista rehunkäyttöä. (Lähde: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus)

Vuosi 2009 Laitos	Lisäkasvu tn	Rehunkäyttö Kuivarehu tn	Kuivarehu tn luparaja	Ravinnekuormitus kg Fosfori	kg Typpi
Sandvikin laitos	65,0	77,9	78	362	3 262
Honkaniemen laitos	42,0	58,0	60	296	2 615
Mallemucken	59,0	82,9	108	593	4 595
Mossavikin laitos	0	0	72	0	0
Girsvikin laitos	0	0	82	0	0
Yhteensä	166	219	400	1 251	10 472

Vedenlaadun seuranta-asetat ja koordinaatit

Havaintopaikka	Vesistötarkkailu	Koordinaatit
308	Kalalaitokset Sandvik & Girsvik	669825-348142
316	Kalalaitokset Mallemucken, Honkaniemi & Mossavik	669960-348300
123	Suomenl Lelleri 123 – IN-asema	6699100-3497480
066	Suomenl Heikinhelli 066	6696200-3485500
077	Suomenl Äyspäänselkä 077	6702680-3489280
Kyvy 1	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus	669255-347755
355	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus	669934-349315

Käytetyt määrittämenetelmät
KCL Kymen Laboratorio Oy

Määrittä	Yksikkö	koodi	SFS-standardi/ menetelmä
Lämpötila	°C	T_WM	
Happipitoisuus	mg/l	O2_DTB	SFS 3040
Sameus	FTU	TBY_SNT	SFS-EN 27027
Sähkönjohtokyky	mS/m	CTY_25L	SFS-EN 27888
pH		PH_L25	SFS 3021
Kokonaistyyppi (merivesi)	µg/l	NTOT_NCA	SFS 3031
Nitriitti+nitraattityppi	µg/l	NO23N_NA	SFS-EN ISO 13395
Ammoniumtyppi	µg/l	NH4N_NS	SFS 3032
Kokonaisfosfori	µg/l	PTOT_NS	SFS 3026
Fosfaattifosfori	µg/l	PO4P_NS	SFS 3025
Fekaaliset streptokokit	pmy/100ml	FS35_F2K	SFS-EN ISO 7899-2/00
Klorofylli-a	µg/l	CP_E	SFS 5772

Klorofylli otetaan kokoomanäytteenä näkösyvyyden mukaan seuraavasti:

0,2,4,6,8 ja 10:n näytteistä,	jos näkösyvyys vähintään 4,1 m
0,2,4,6 ja 8 m:n näytteistä,	jos näkösyvyys 3,1-4 m
0,2,4 ja 6 m:n näytteistä,	jos näkösyvyys 2,1-3 m
0,1,2,3 ja 4 m:n näytteistä,	jos näkösyvyys 1,1-2,0 m
0, 0,5, 1, 1,5 ja 2 m:n näytteistä,	jos näkösyvyys alle 1,0 m

KYMIJOEN VESI JA YMPÄRISTÖ RY
Tutkimustuloksia

sivu 1/2

Kalalaitokset (KALA93)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	lt oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	Sähkönj mS/m	pH	Ntot µg/l	N(NO3+NO2) µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fek.str /100ml	Klorof. µg/l
2.6.2009	KALA93 / 308 Suomenl Krokö 308	Kok.syv. 17,9 m; Näk.syv. 3,8 m; Klo 14:20; Näytt.ottaja JMä; levä 1; Ilm.lt. 20 C-ast; Pilv. 6 /8; Tuulnop. 3 m/s; Tuulsuunt. NW;												
	1	13,2	10,6	104	0,8	751	8,2	260	24	<5	13	<2	0	
	5	10,2	10,9	100		786								
	10	6,3	11,1	93		836								
	17	5,1	8,4	68	0,7	867	7,6	310	33	19	28	10		
	0-8													2,6
2.6.2009	KALA93 / 316 Suomenl Krokö 316	Kok.syv. 14,8 m; Näk.syv. 3,8 m; Klo 13:45; Näytt.ottaja JMä; levä 1; Ilm.lt. 20 C-ast; Pilv. 6 /8; Tuulnop. 3 m/s; Tuulsuunt. NW;												
	1	13,6	10,3	102	1,0	778	8,2	250	22	<5	16	<2	0	
	5	12,6	10,6	102		781								
	14	6,2	10,2	85	0,6	838	7,9	250	23	<5	17	5		
	0-8													2,4
28.7.2009	KALA93 / 308 Suomenl Krokö 308	Kok.syv. 17,8 m; Näk.syv. 3,6 m; Klo 13:40; Näytt.ottaja JMä; levä 1; Ilm.lt. 22 C-ast; Pilv. 4 /8; Tuulnop. 5 m/s; Tuulsuunt. SW;												
	1	19,5	9,0	100	1,2	721	8,1	260	11	<5	18	<2	0	
	5	17,8	8,9	96		778								
	10	11,1	7,3	68		870								
	17	8,0	6,2	54	2,0	927	7,5	300	48	36	34	22		
	0-8													2,4
28.7.2009	KALA93 / 316 Suomenl Krokö 316	Kok.syv. 15,0 m; Näk.syv. 3,6 m; Klo 13:10; Näytt.ottaja JMä; levä 1; Ilm.lt. 22 C-ast; Pilv. 4 /8; Tuulnop. 3 m/s; Tuulsuunt. SW;												
	1	18,8	8,9	98	0,8	743	8,1	270	9	7	20	<2	0	
	5	15,8	8,1	84		807								
	14	9,5	6,8	61	1,2	895	7,6	330	35	28	28	16		
	0-8													2,7

KYMIJOEN VESI JA YMPÄRISTÖ RY
Tutkimustuloksia

sivu 2/2

Kalalaitokset (KALA93)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	lt oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	Sähkönj mS/m	pH	Ntot µg/l	N(NO3+NO2) µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fek.str /100ml	Klorof. µg/l
24.8.2009	KALA93 / 308 Suomenl Krokö 308	Kok.syv. 17,9 m; Näk.syv. 3,9 m; Klo 11:20; Näytt.ottaja al; levä 1; Ilm.lt. 16 C-ast; Pilv. 3 /8; Tuulnop. 6 m/s; Tuulsuunt. W;												
	1	17,2	7,9	84	0,9	766	8,0	380	<5	7	26	6	0	
	5	17,2	6,7	71		762								
	10	17,0	8,1	86		758								
	17	11,6	2,9	28	7,7	887	7,3	540	43	140	51	33		
	0-6													4,8
24.8.2009	KALA93 / 316 Suomenl Krokö 316	Kok.syv. 15,0 m; Näk.syv. 3,3 m; Klo 10:45; Näytt.ottaja al; levä 1; Ilm.lt. 16 C-ast; Pilv. 3 /8; Tuulnop. 6 m/s; Tuulsuunt. W;												
	1	17,4	7,8	83	0,8	743	8,0	360	5	11	26	4	0	
	5	17,3	7,5	80		755								
	14	17,3	7,4	79	1,6	758	7,9	390	<5	17	26	7		
	0-6													4,7