

KYMIJOEN ALAOSAN VEDENLAADUN YHTEISTARKKAILU VUONNA 2007

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 173/2008

**fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu Anne Åkerberg
perifyton Janne Raunio**

ISSN 1458-8064

TIIVISTELMÄ

Tässä kaksiosaisessa julkaisussa on käsitelty Kymijoen alaosan kuormittajien yhteistarkkailun vedenlaatutulokset vuodelta 2007. Alkuosa käsittelee fysikaalis-kemiallista vedenlaatua ja loppuosa perifytontutkimusta. Vedenlaatusurannassa käytettiin velvoitetarkkailutulosten rinnalla Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatu-tuloksia Kymijoen alaosalta.

Teollisuuden kiintoainekuormitus oli suurempaa kuin edellisvuonna. Muussa kuormituksessa ei tapahtunut selviä muutoksia. Kiintoainekuormituksen kasvu johtui pääasiassa Anjalankosken Enson kuormituksesta. UPM-Kymmene Oyj:n, Myllykoski Paper Oy:n ja Sonoco-Alcore Oy:n kuormitus oli lupaehtojen mukaista. Stora Enson Anjalankosken tehtailla oli ylityksiä typen tavoitearvoissa.

Kymijoen alaosan asumajätevesien kiintoainekuormitus kasvoi ja typpikuormitus hieman laski. Kaikilla puhdistamoilla oli vuonna 2007 luparajojen ylityksiä. Eniten ylityksiä oli Halko- ja Huhdanniemen puhdistamoilla.

Kymijoessa virtasi vuonna 2007 keskimääräistä enemmän vettä. Vain kesällä virtaamat olivat keskimääräistä hieman pienempiä. Kymijoen ainevirtaamat olivat vuonna 2007 suuria, lähes yhtä suuria kuin vuonna 2004, jolloin ainevirtaamat olivat suurimmat 15 vuoteen.

Piste- ja hajakuormituksen vaikutus näkyy Kymijoen vedenlaadussa Rapakosken ja Hurukselan välillä. Kuormituksen vaikutus näkyi selvimmin ammoniumtyppipitoisuuden, sähkönjohtavuuden ja kokonaisfosforin nousussa, mutta myös alkaliteetin, kemiallisen hapenkulutuksen, kiintoainepitoisuuden ja sameuden kasvussa. Esim. ammoniumtypen keskiarvopitoisuus kaksi ja puoli kertastui Rapakosken ja Hurukselan välillä, laskennallisesti nousu aiheutui kokonaisuudessaan pistekuormituksesta. Kymijoen kokonaisfosforipitoisuus kaksinkertaistui Rapakosken ja Hurukselan asemien välillä. Kaksikolmasosaa pitoisuusnoususta aiheutui hajakuormituksesta. 1990-luvulla tapahtunut fosforin pistekuormituksen väheneminen näkyy Hurukselan fosforipitoisuuksissa, jotka ovat 2000-luvulla olleet aiempaa pienempiä. Erittäin vähävetisenä vuonna 2003 pistekuormituksen vaikutus tosin näkyi selvemmin. Kiintoainepitoisuuden kasvu välillä Rapakoski - Huruksela johtuu pääasiassa hajakuormituksesta. Ravinnesuhteiden perusteella fosfori on Kymijoen minimiravinne. Bakteeripitoisuudet olivat pienimmät Rapakoskella ja suurimmat Hurukselassa.

IPS-piileväindeksin perusteella Kymijoen alaosan vedenlaatu vaihteli erinomaisesta (Voikkaa ja Huruksela) tyydyttävään (Kouvolan Mäkikylä ja Karhula). Lopuilla kuudella näytepisteellä vedenlaatu oli IPS-indeksin perusteella hyvää. TDI-indeksin perusteella vedenlaatu oli karuinta Hurukselan ja Ahvenkosken näytepisteillä ja rehevintä Mäkikylässä ja Karhulassa. Rehevyyttä ilmentävät piileväryhmät olivat runsaimmillaan kuormituspisteiden alapuolisilla näytepisteillä, kuten Kuusankoskella ja Karhulassa. Orgaanisen kuormituksen sietokyvyn suhteen kaikkien näytepisteiden piileväyhteisöissä vallitsivat hyvä tai erinomaista vedenlaatua ilmentävät lajit. Levämäärien perusteella Voikkaan vertailupisteen vedenlaatu oli erinomaista ja jokijakso Erottelusta Ahvenkoskelle välttävää. Erottelussa ja Hurukselassa levämäärät ovat kasvaneet vuosien 1993-2007 aikana, mikä viittaa joen keskiosan lievään rehevöitymiseen.

SISÄLLYS

sivu

Tiivistelmä

Sisällys

FYSIKAALIS-KEMIAALLINEN VEDENLAATU

1 Johdanto	1
2 Menetelmät	2
3 Sää ja virtaama	2
4 Vesistökuormitus	3
4.1 Pistekuormitus	3
4.2 Kokonaiskuormitus	8
5 Tulokset	9
5.1 Happitilanne	9
5.2 Sameus ja kiintoaine	9
5.3 Sähkönjohtavuus, happamuus ja puskurikyky	12
5.4 Orgaaninen aines	14
5.5 Fosfori	14
5.6 Typpi	16
5.7 Typpi-fosfori -suhde	18
5.8 Muut kemialliset yhdisteet	19
5.9 Veden hygieeninen laatu	20
6 Pyhtään kirkonkylän lopetetun jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailu	22
7 Muita tutkimuksia Kymijoella	24
7.1 Kalataloudellinen tarkkailu	24
7.2 Jokien biologisten seurantamenetelmien kehittämishanke	24
7.3 Kymijoen saastuneet sedimentit	24
8 Yhteenveto	25
Viitteet	28

Liitteet 1-9

PERIFYTON

1 Johdanto	1
2 Aineisto ja menetelmät	1
3 Tulokset	2
4 Tulosten tarkastelu	8
Viitteet	
Liitteet	

1 JOHDANTO

Kymijoen alaosan (Pyhäjärvi-Suomenlahti) ja sen edustan merialueen kuormittajilla on Itä-Suomen ympäristölupaviraston määräämä velvoite tarkkailla kuormituksen vaikutuksia vastaanottavassa vesistössä. Velvoite on toteutettu kuormittajien yhteistarkkailuna, jossa käytännön vesistötutkimuksista on vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Kymijoen yhteistarkkailuun osallistuivat vuonna 2007 seuraavat kuormittajat (yläjuoksulta lukien) (kartta liite 1):

UPM Kymmene Oyj, Voikkaa	Voikkaan paperitehdas, lopettanut 6/06
UPM Kymmene Oyj, Kymi	Kymin paperitehdas
	Kuusanniemen sulfaattiselutehdas
Kuusankosken kaupunki	Akanojan puhdistamo
Kouvolan kaupunki	Mäkikylän puhdistamo
Myllykoski Paper Oy	Myllykosken paperitehdas
Anjalankosken kaupunki	Halkoniemen puhdistamo
	Huhdanniemen puhdistamo
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd	Anjalan paperitehdas
Stora Enso Ingerois Oy	Inkeröisten kartonkitehdas
Pyhtään kunta	Kirkonkylän puhdistamo, lopettanut 1/06
Sonoco-Alcore Oy	Karhulan kartonkitehdas

Suoraan merialueelle jätevetensä purkavien kuormittajien yhteistarkkailu ja Kymijoen vaikutukset merialueella käsitellään erillisessä julkaisussa¹.

Tarkkailu perustuu Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) hyväksymään tarkkailuohjelmaan (Dnro 0498Y0085-103). Ohjelman mukaan vuoden 2007 vesistö-tarkkailuun kuului:

- kuukausittainen vedenlaatus seuranta viidellä tutkimusasemalla: Rapakoski, Huruksela, Ahvenkoski, Kokonkoski ja Karhula (kartta liite 1, koordinaatit liite 2). Näistä Hurukselan näyteasema kuuluu mukaan kansainväliseen GEMS-ohjelmaan (**G**lobal **E**nvironmental **M**onitoring **S**ystem), minkä vuoksi ko. asemalla on normaalia laajempi analyysivalikoima.
- Tammijärven klorofylli-a -tutkimus
- perifytontutkimus (piilevät + keinoalusta)

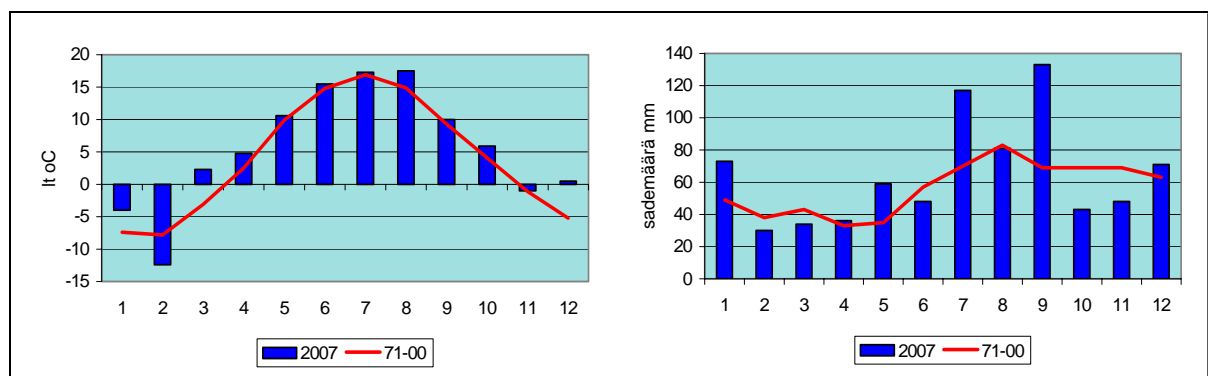
Kymijoen yhteistarkkailutulosten lisäksi tässä yhteenvedossa käsitellään myös Pyhtään kirkonkylän lopetetun jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailutulokset vuodelta 2007 (kartta liite 1, koordinaatit liite 2) (ohjelman hyväksymiskirje no 176/560 Kyvy 1990, 27.12.1990).

2 MENETELMÄT

Fysikaalis-kemialliset määritykset sekä bakteerimääritykset tehtiin pääosin voimassaolevien SFS-standardien mukaan (liite 3). Analyysit on tehty Ewica laboratoriot Oy:ssä (nyk. KCL Kymen Laboratorio Oy) lukuun ottamatta orgaanisen hiilen kokonaismääritystä (TOC), joka on tehty SGS Inspection Services Oy:ssä.

3 SÄÄ JA VIRTAAMA

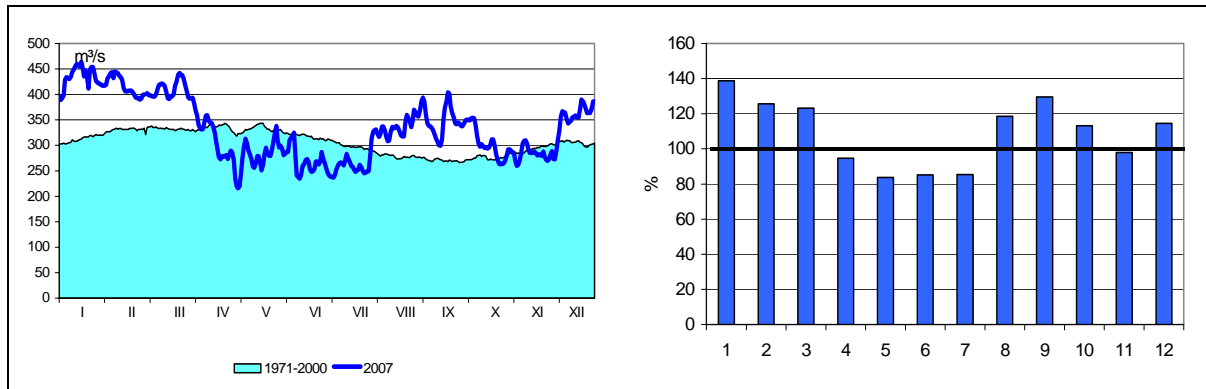
Tammikuu oli tavanomaista lämpimämpi (kuva 1, liite 4). Etelän suuret järvet saivat jääpeitteen vasta tammikuun lopulla eli poikkeuksellisen myöhään². Helmikuu oli selvästi tavanomaista kylmempi. Maaliskuu oli ennätyksellisen lämmin. Kuukauden päättyessä maan eteläosa oli lumeton. Myös huhtikuu oli normaalia lämpimämpi, ja järvien jäät lähtivät ennätyksellisen aikaisin. Jäiden lähdön jälkeen pintavedet lämpenivät nopeasti. Touko- ja heinäkuussa satoi selvästi normaalia enemmän. Elokuun alkupuoli oli helteinen. Säteilysumma oli kesällä 2007 normaalilla tasolla; heinäkuussa hieman keskimääräistä pienempi ja elokuussa hieman normaalia suurempi (liite 4). Syyskuussa satoi lähes kaksinkertaisesti normaalimäärään verrattuna. Loka-marraskuussa satoi keskimääräistä vähemmän. Joulukuu oli selvästi normaalia lämpimämpi. Vuoden päättyessä lunta oli lähinnä maan pohjoisosissa, eikä läheskään kaikissa maan etelä- ja keskiosan järvissä ollut jääpeitettä. Koko vuoden keskilämpötila oli hieman normaalia korkeampi.



Kuva 1. Eri kuukausien keskilämpötilat (°C) ja sademäärät (mm) vuonna 2007 sekä vastaavat pitkän ajanjakson (1971-2000) keskiarvot Utissa, Valkealassa. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Kymijoen virtaamat olivat vuoden alusta huhtikuun alkupuolelle keskimääräistä suurempia. Huhtikuulta elokuun alkuun virtaamat olivat keskimääräistä pienempiä (kuva 2). Elo-syyskuussa virtaamat taas hieman kasvoivat, mutta loka-marraskuussa jälleen laskivat.

Aivan vuoden lopussa virtaamat nousivat jälleen keskimääräistä suuremmiksi. Vuoden maksimivirtaama mitattiin 16.1.2007 (Kuusankoski 464 m³/s). Vuoden minimivirtaama (216 m³/s) mitattiin 2.5. Vuoden 2007 keskivirtaama oli Kuusankoskella 334 m³/s, joka on keskimääräistä suurempi (MQ₁₉₇₁₋₂₀₀₀ 307 m³/s) (liite 5).



Kuva 2. Kymijoen virtaama (m³/s) Kuusankoskella vuonna 2007 ja pitkällä ajanjaksolla 1971-2000 (vasen kuva). Kymijoen vuoden 2007 kuukausikeskivirtaaman prosenttiosuus ajanjakson 1971-2000 keskiarvosta. Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä/KAS.

Vuonna 2007 Kymijokisuun eri jokihaarojen keskivirtaamien mukaan länsihaarojen kautta virtasi Suomenlahteen enemmän Kymijoen vettä (MQ_{Ahvenkoski} + Pyhtää = 185 m³/s) kuin itähaarojen kautta (MQ_{Koivukoski} + Korkeakoski = 159 m³/s) (liite 5).

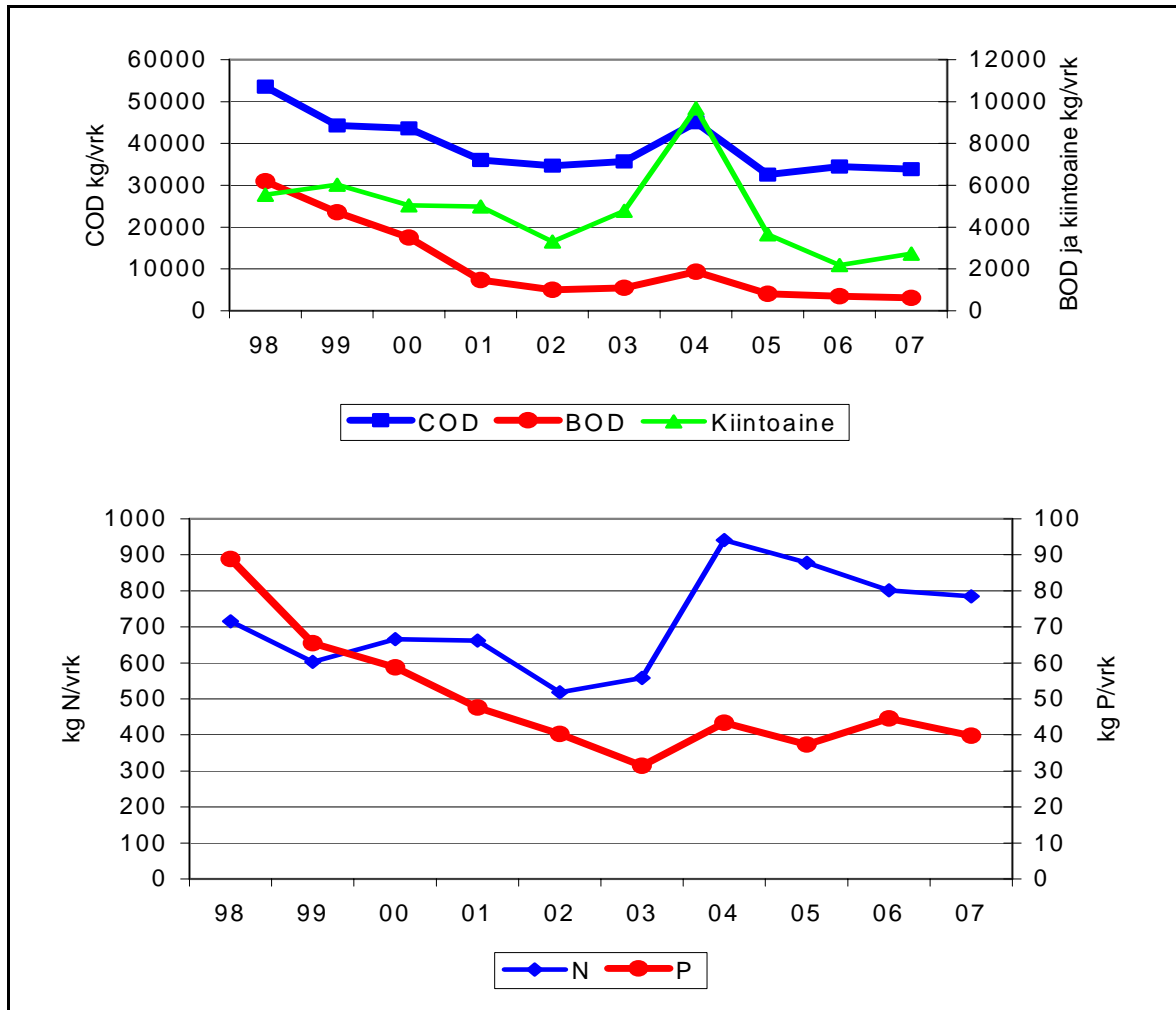
4 VESISTÖKUORMITUS

4.1 PISTEKUORMITUS

Teollisuus ja kunnat laskivat Kymijokeen jätevesiä vuonna 2007 keskimäärin 192 000 m³/vrk, jossa oli happea kuluttavaa orgaanista ainetta (BOD₇) noin 1 200 kg/vrk, kemiallisena hapenkulutuksena mitattuna (COD_{Cr}) 36 000 kg/vrk, typpeä noin 1 700 kg/vrk, fosforia 67 kg/vrk ja kiintoainetta 3 600 kg/vrk (liite 6). Pistekuormitus oli suurimmillaan helmi-maaliskuussa, paitsi fosforin osalta elokuussa.

Teollisuuden kiintoainekuormitus oli suurempaa kuin edellisvuonna (kuva 3). Muussa kuormituksessa ei tapahtunut selviä muutoksia. Kiintoainekuormituksen kasvu johtui pääasiassa Anjalankosken Enson kuormituksesta. Verrattaessa kymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen, eniten teollisuuden puolella on vähentynyt happea kuluttava orgaaninen kuormitus (BOD₇), mutta typpikuormitus ei lainkaan.

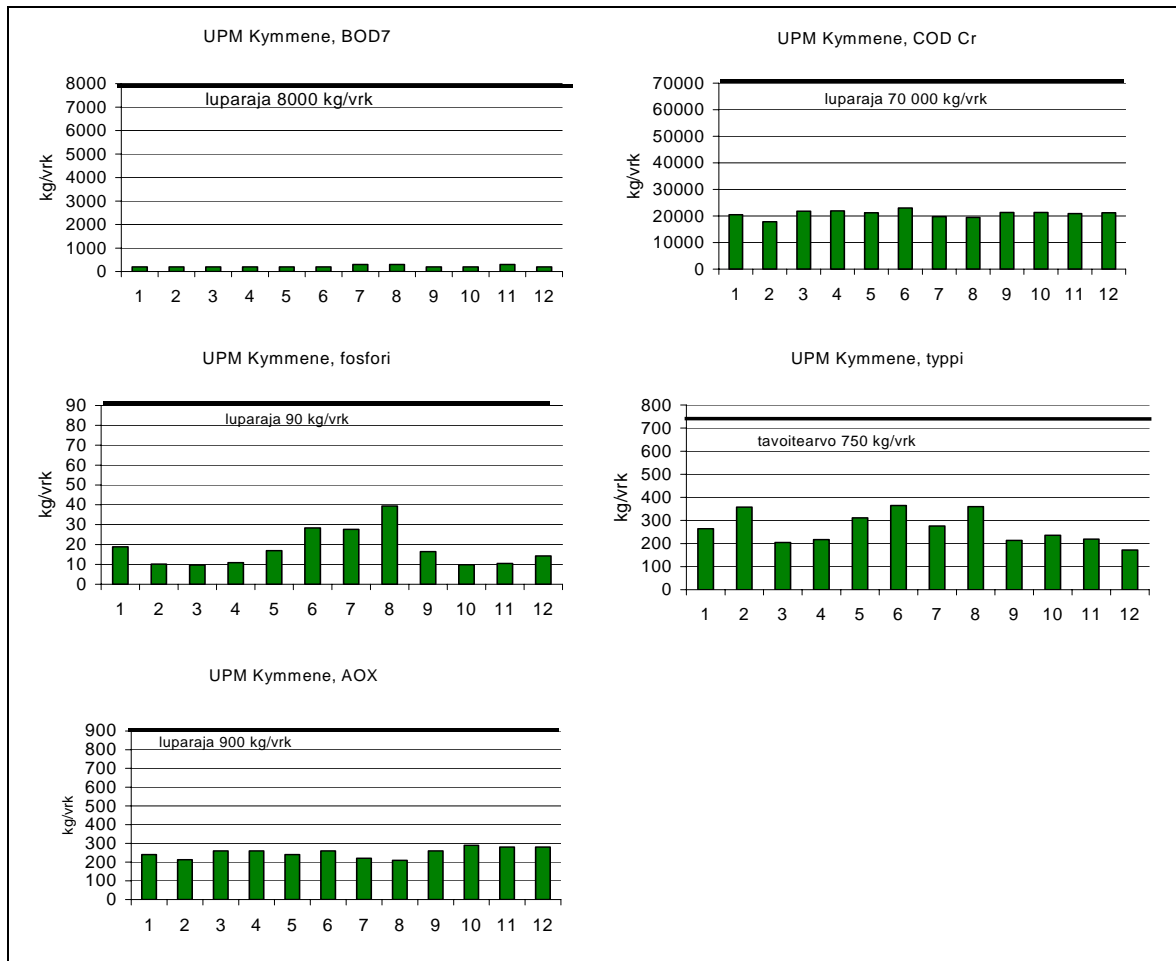
Lupaehtojen osalta (Isveo 76/96/1, 19.11.1996, Vyo 16.4.1998) UPM-Kymmene Kymin kuormitus alitti selvästi sekä kuukausikeskiarvon että vuosikeskiarvon mukaiset luparajat että tavoitearvot (typpi) (kuva 4). Myllykoski Paper Oy:n kuormitus alitti uudet luparajat (ISY 122/05/1) (kuva 5).



Kuva 3. Kymijoen alaosan puunjalostusteollisuuden jätevesikuormituksen happea kuluttavan aineksen (BOD_7 ja COD_{Cr}) ja kiintoainekuormituksen (kg/vrk) kehitys sekä ravinnekuormituksen (kok.fosfori ja -typpi, kg/vrk) kehitys vuosina 1998-2007. Kiintoainekuormitus kasvoi hieman edellisvuodesta, muuten kuormitus oli samaa tasoa tai hieman pienempää kuin edellisvuonna. Lähde: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (KAS).

Stora Enson Anjalankosken tehtailla typen vuositavoitearvo ylittyi. Myös uuden luvan (ISY 61/06/1, 2.6.2006) mukainen typen kuukausitavoitearvo ylittyi helmi-toukokuussa, syys-lokakuussa ja joulukuussa (kuva 6). COD -päiväarvot ylittyivät helmikuussa kahtena päivänä ja maaliskuussa yhtenä. Kiintoainekuormitus kasvoi edellisvuodesta.

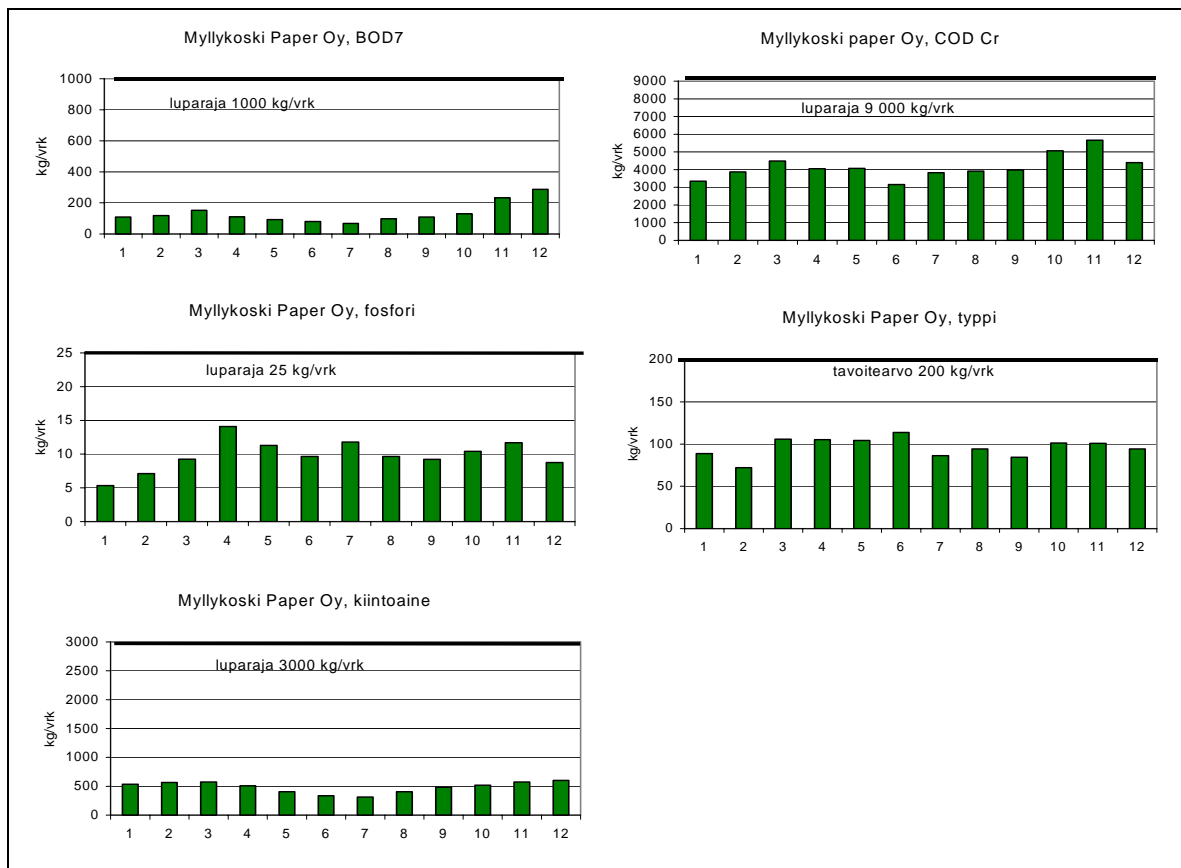
Sonoco-Alcore Oy:n varsinaiset prosessijätevedet johdetaan Kotkan Veden Sunilan puhdistamolle. Sonoco-Alcorella on luparaja vain Kymijokeen johdettavien tiivistevesien COD_{Cr} -kuormitukselle. Kuormitus oli lupaehtojen mukaista (kuva 7).



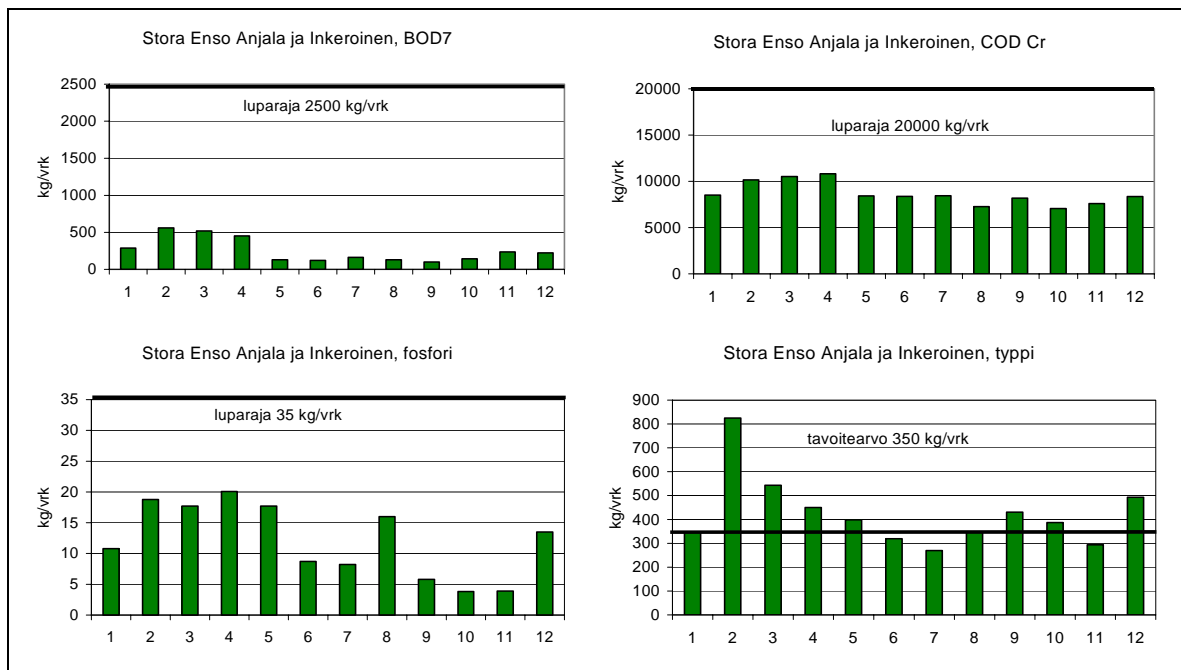
Kuva 4. UPM-Kymmene Kymi BOD₇-, COD_{Cr}-, fosfori-, typpi- ja AOX-kuormitus (kg/vrk) kuukausikeskiarvoina vuonna 2007. Kuvissa on esitetty myös vesistökuormituksen kuukausiluparajat. Typen osalta kyseessä on tavoitearvo. Kuormitus oli lupaehtojen mukaista. Lähde: KAS/VAHTI-tietojärjestelmä.

Kymijoen alaosan asumajätevesien kiintoainekuormitus kasvoi, typpikuormitus hieman laski ja muu kuormitus oli edellisvuotista tasoa (kuva 8, liite 6). Halkoniemellä BOD-kuormitus oli vähentynyt edellisvuoteen verrattuna. Huhdanniemen BOD- ja kiintoainekuormitus oli kasvanut. Akanojalla fosforikuormitus oli vähentynyt ja BOD-kuormitus lisääntynyt. Mäkikylän kuormitus oli edellisvuotista tasoa.

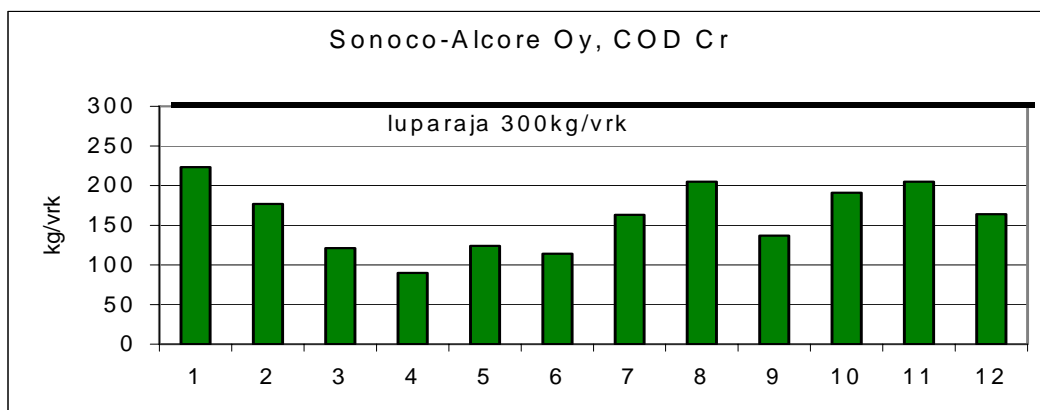
Taulukossa 1 on esitetty Kymijoen alaosan yhdyskuntapuhdistamoiden osalta poikkeamat lupaehtoista (sekä pitoisuusylitykset että puhdistustehoalitukset). Akanojan ja Mäkikylän puhdistamoiden osalta lupaehdot perustuvat Isveo päätökseen 76/96/1, 19.11.1996, Halkoniemen ja Huhdanniemen osalta ISY-2003-Y-111, 23.10.2003. Vastilan puhdistamo käsittelee alle 100 henkilön jätevedet, joten se ei tarvitse ympäristölupaa. Kaikilla lupavelvollisilla puhdistamoilla oli vuonna 2007 luparajojen ylityksiä. Eniten ylityksiä oli Halko- ja Huhdanniemen puhdistamoilla.



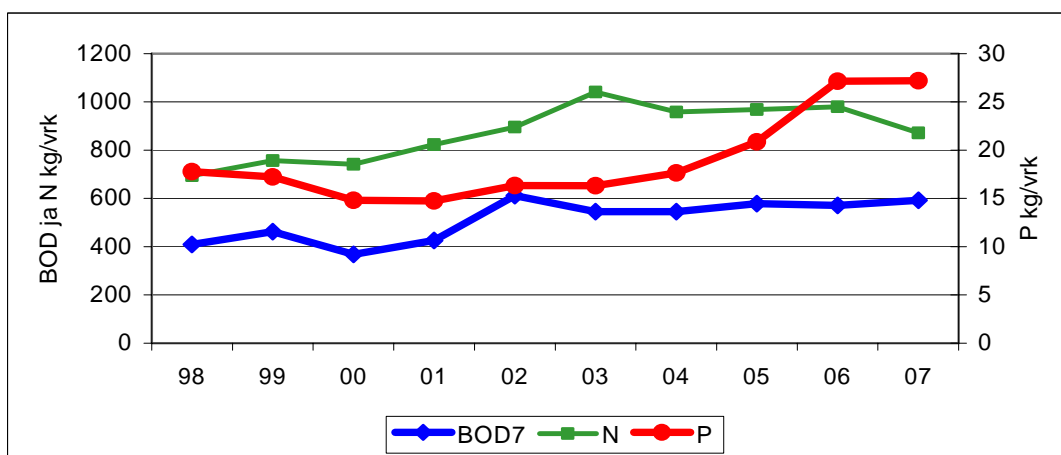
Kuva 5. Myllykoski Paper Oy:n BOD₇-, COD_{Cr}-, fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitus (kg/vrk) kuukausikeskiarvoina vuonna 2007. Kuvissa on myös vesistökuormituksen kuukausiluparajat. Typpen osalta kyseessä on tavoitearvo. Kuormitus oli lupaehtojen mukaista. Lähde: KAS/VAHTI.



Kuva 6. Stora Enso Oyj Anjalankosken tehtaiden BOD₇ -, COD_{Cr} -, fosfori- ja typpikuormitus kuukausikeskiarvoina (kg/vrk) vuonna 2007. Lisäksi kuvissa on kuukausiluparajat. Typpen kuukausitavoitearvossa oli useita ylityksiä. Lähde: KAS/VAHTI.



Kuva 7. Sonoco-Alcore Oy:n Karhulan kartonkitehtaan COD_{Cr} -kuormitus (kg/vrk) Kymijokeen kuukausikeskiarvoina vuonna 2007. Lisäksi kuvassa esitetty kuukausiluparaja COD_{Cr} -vesistökuormitukselle. Kuormitus ei ylittänyt luparajaa. Lähde: KAS/VAHTI.



Kuva 8. Kymijokeen laskettavien yhdyskuntajätevesien happea kuluttavan aineksen (BOD_7) sekä ravinnekuormituksen (kok.fosfori ja -typpi) kehitys (kg/vrk) vuosina 1998-2007. Typpikuormitus hieman väheni edellisvuodesta. Huom. kokonaisfosfori luetaan Y2-akselilta. Lähde: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS/VAHTI.

Taulukko 1. Kymijoen alaosan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden osalta ne vuoden 2007 tarkkailujaksot, jolloin poikettiin voimassa olevista luparajoista.

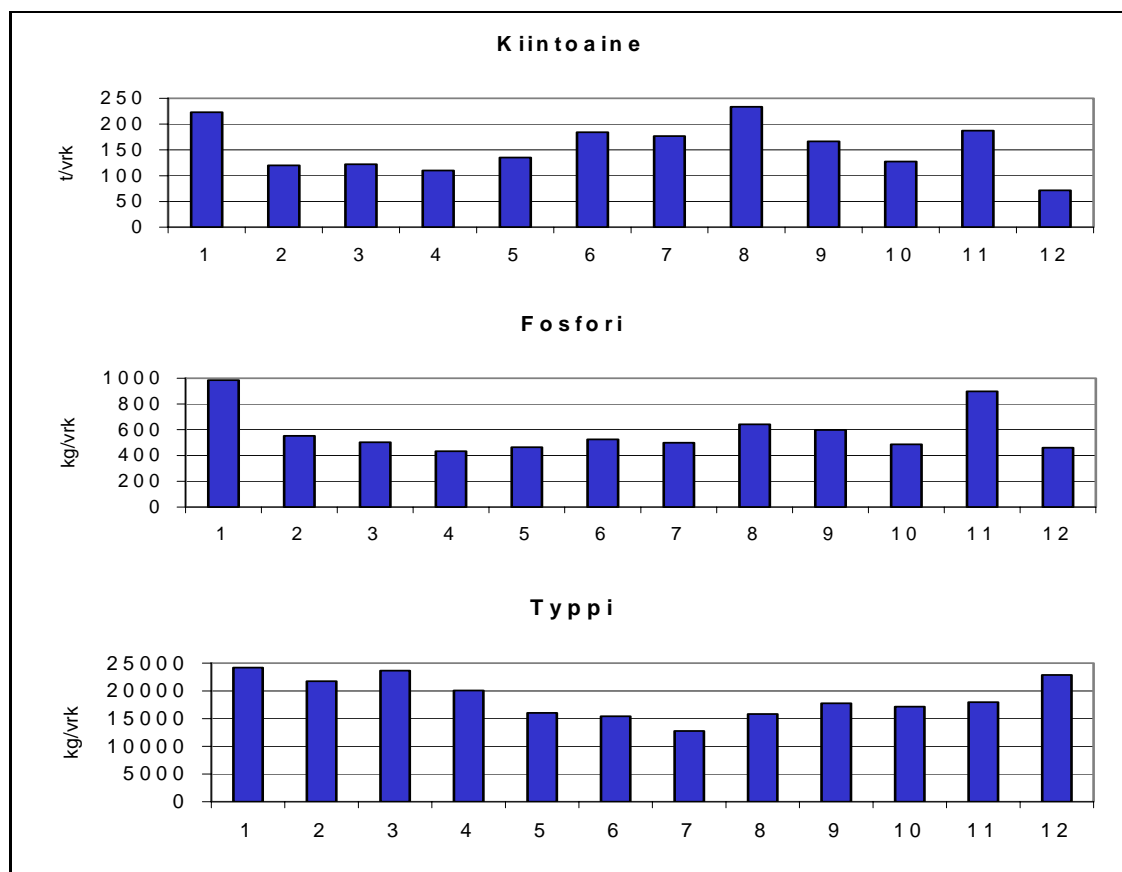
Puhdistamo	Jaksoja (kpl)	BOD_7 ATU		Kokonaisfosfori	
		pitoisuus (mg/l)	reduktio %	pitoisuus (mg/l)	reduktio %
K:koski, Akanoja	4	I, IV	I, IV		
Kvl, Mäkikylä	4	I, III		I, III, IV	III, IV
A:koski, Halkon.	4	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, III, IV	I, III, IV
A:koski, Huhdan	4	I, II, III, IV	I, II, IV	I, IV	I, IV
Puhdistamo	Jaksoja	Kiintoaine		COD_{Cr}	
		pitoisuus (mg/l)	reduktio %	pitoisuus (mg/l)	reduktio %
K:koski, Akanoja	4	IV			
Kvl, Mäkikylä	4	I, III, IV			
A:koski, Halkon.	4	I, II, III, IV	I, III, IV	I, III, IV	I, III, IV
A:koski, Huhdan	4	I, II, III, IV	I, II, IV	I	I, IV

4.2 KOKONAISKUORMITUS

Kymijoki kuljetti Suomenlahteen vuonna 2007 noin 57 000 tonnia kiintoainetta, 7 000 tonnia typpeä ja 220 tonnia fosforia. Ainevirtaamien laskentamenetelmät ovat liitteessä 7.1 ja eri menetelmillä saadut vuosittaiset ainevirtaamat liitteessä 7.2. Eri jokihaarojen kuukausittaiset ainevirtaama-arvot laskettiin menetelmällä 1 (liite 8).

Pyhtään haarasta ei oteta yhteistarkkailuohjelman yhteydessä näytteitä. Sen osuutena kokonaisainevirtaamasta on käytetty vuoden 1992 arvoa 2 %. Ainevirtaamien laskemisessa analyysituloksina käytettiin sekä Kymijoen vesi ja ympäristön että Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) tuloksia.

Kymijoen ainevirtaamat olivat vuonna 2007 suuria ja lähes yhtä suuria kuin vuonna 2004, jolloin ainevirtaamat olivat suurimmat 15 vuoteen. Vuonna 2007 ainevirtaamat olivat suurimmillaan tammikuussa, jolloin satoi melko runsaasti ja osa sateesta tuli vetenä sekä myös virtaamat olivat suurimmillaan (kuvat 2 & 9). Pienimmillään kiintoaine- ja fosforivirtaamat olivat joulukuussa ja typpivirtaamat heinäkuussa.



Kuva 9. Kymijoen kiintoaine- (t/vrk), fosfori- ja typpivirtaama (kg/vrk) Suomenlahteen eri kuukausina vuonna 2007. Mukana ei ole Pyhtään haaran virtaamaa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Hajakuormituksen osuus voidaan karkeasti arvioida vähentämällä mereen joutuvista ainemääristä tunnetut tekijät eli yläpuolisesta vesistöstä tuleva kuormitus ja Kymijoen alaosalle johdettu pistekuormitus (kuva 10). Yläpuolisesta vesistöstä tuleva kuormitus on arvioitu Kuusankosken keskivirtaaman ja Rapakosken analyysitulosten avulla. Kuormituksen laskentamenetelmänä on käytetty menetelmää 1 (ks. liite 7). Tässä hajakuormituksen laskentatavassa oletetaan, että Kymijoen suuren virtaaman takia sedimentaatio, ravinteiden sitoutuminen ja häviöt ilmakehään ovat vähäisiä. Koska näitä prosesseja jossain määrin tapahtuu, saatu tulos saattaa hieman aliarvioida hajakuormituksen osuutta. Laskelmien mukaan vuonna 2007 Kymijoen mereen kuljettamista ainemääristä 3 % kiintoaineesta, 12 % fosforista ja 9 % typestä oli peräisin Kymijoen alaosan pistekuormituksesta. Jätevesien osuus kuormituksesta oli edellisvuosia pienempi.

5 TULOKSET

Alkuperäiset velvoitetarkkailun analyysitulokset ovat liitteessä 9. Velvoitetarkkailutulosten lisäksi seuraavassa tulosten tarkastelussa on käytetty Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) tuloksia (Huruksela, Ahvenkoski ja Kokonkoski 12 näytteenottokertaa ja Karhula 5 näytteenottokertaa vuonna 2007).

5.1 HAPPITILANNE

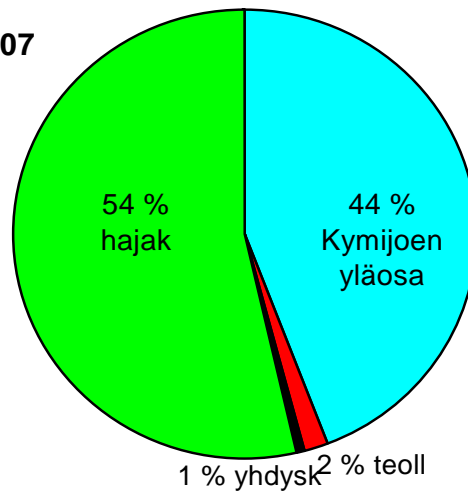
Kymijoen veden happitilanne oli vuonna 2007 edellisten vuosien tapaan hyvä. Alueelliset erot olivat vähäisiä (kuva 11). Sen sijaan happipitoisuuden ajallinen vaihtelu oli selvästi havaittavissa (kuva 12). Happipitoisuus oli pienimmillään lämpimän veden aikaan heinä-elokuussa. Vähimmillään happea oli Kymijoen vedessä 7,8 milligrammaa litrassa. Korkeimmat happipitoisuudet mitattiin pääsääntöisesti Kokonkoskella, jonka yläpuolella on vettä hyvin hapettava koskijakso.

5.2 SAMEUS JA KIINTOAINE

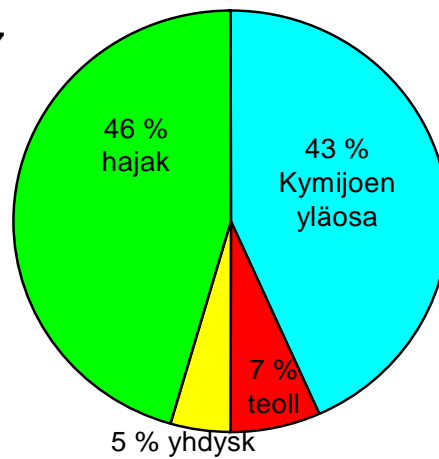
Sameuden ja kiintoainepitoisuuden vaihtelu on sidoksissa eroosion voimakkuuteen. Näin ollen maksimiarvot esiintyvät yleensä kevätylivalumien aikana ja sadekausien jälkeen. Valumatilanne määrää pitkälle erityisesti vallitsevan sameustason. Kiintoainepitoisuuteen vaikuttaa myös perustuotanto itse joessa ja sen yläpuolisessa järvesivistössä.

Kymijoen vesi oli vuonna 2007 sameimmillaan marraskuussa ja tammikuussa, jolloin satoi runsaasti ja virtaamat olivat suurimmillaan (kuva 13). Maaliskuussa vesi oli kirkkainta, noin 2,5 FTU. Kymijoen vesi oli yleensä lievästi sameaa, Rapakoskella muita kirkkaampaa ja Ahvenkoskella hieman sameampaa. Veden kiintoainepitoisuudessa näkyi eroosiovaikutuksen lisäksi kesäisen perustuotannon kiintoainepitoisuutta kohottava vaikutus (kuva 13).

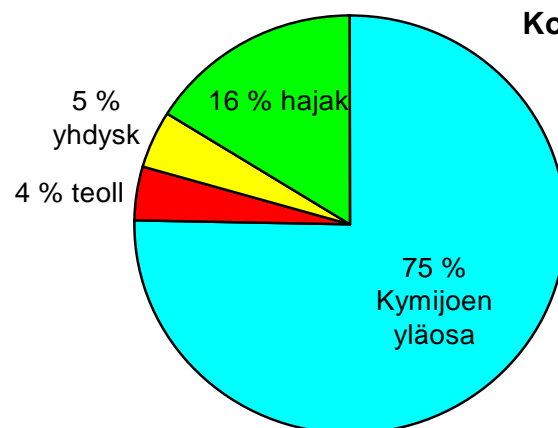
Kiintoaine 2007



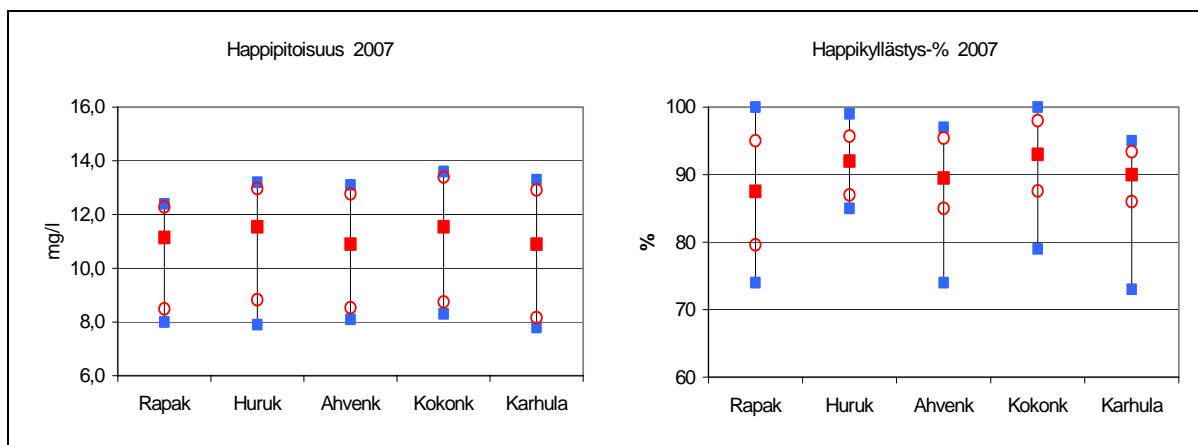
Kokonaisfosfori 2007



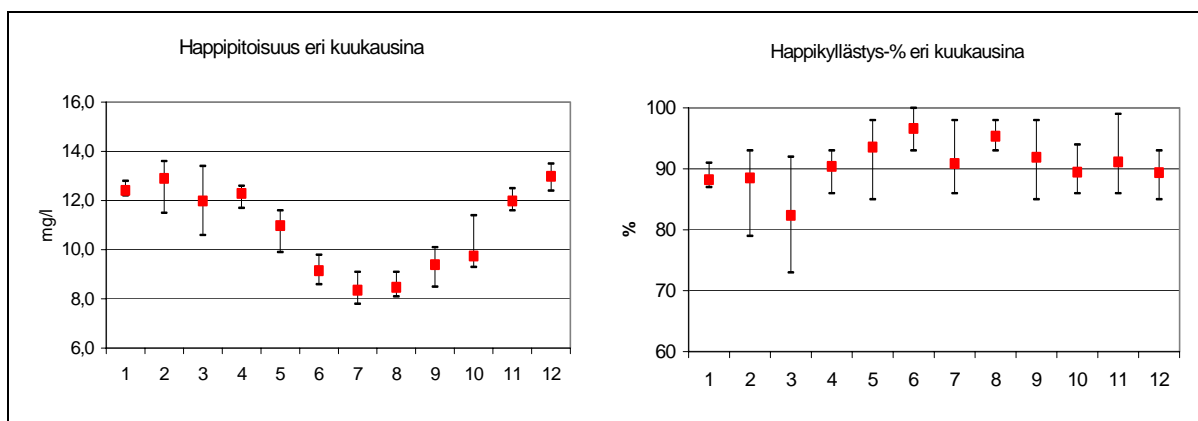
Kokonaistyyppi 2007



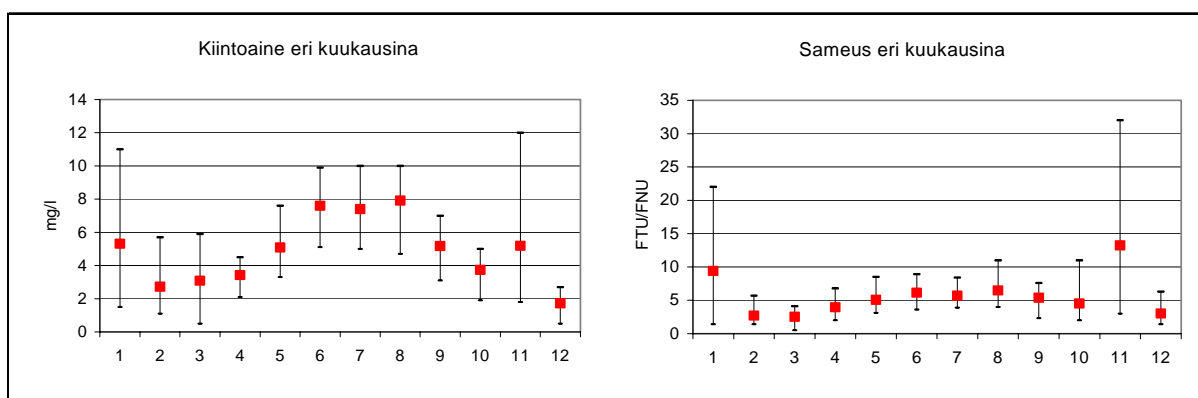
Kuva 10. Eri kuormittajien suhteelliset osuudet (%) Kymijoen Suomenlahteen kuljettamasta kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja -typpikuormituksesta vuonna 2007. Hajakuormitus sekä teollisuus- ja yhdyskuntakuormitus on eritelty Kymijoen alaosan osalta. Kymijoen yläosan osuus kuvaa tutkimusalueen yläpuolelta tulevaa kokonaiskuormitusta.



Kuva 11. Happipitoisuus (mg/l) ja hapen kyllästysaste (%) Kymijoen viidellä näyteasemalla vuonna 2007. Neliöt alhaalta ylöspäin ovat pienin arvo, mediaani ja suurin arvo. Ympyröiden väliin sijoittuu 80 % havainnoista. Eroa eri näyteasemien välillä ei juuri ollut. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

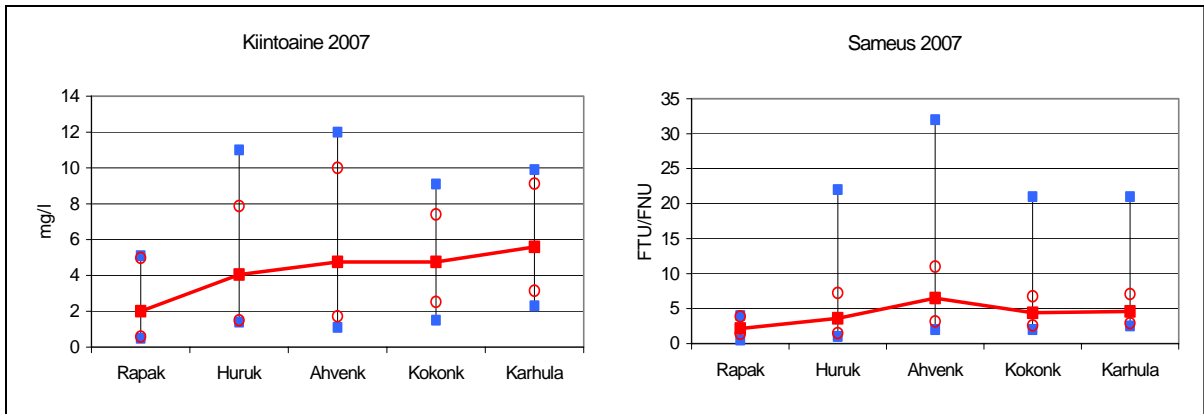


Kuva 12. Happipitoisuus (mg/l) ja hapen kyllästysaste (%) Kymijoessa eri kuukausina vuonna 2007. Kuvassa on näyteasemien tulosten kuukausikohtainen keskiarvo sekä pienin ja suurin arvo. Happipitoisuuden ajallinen vaihtelu oli selvästi havaittavissa; pitoisuudet olivat pienimmillään heinä-elokuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.



Kuva 13. Kymijoen veden kiintoainepitoisuus (mg/l) ja sameus (FTU) eri kuukausina vuonna 2007. Kuvassa on esitetty kaikkien viiden näyteaseman tulosten kuukausikohtainen keskiarvo sekä pienin ja suurin arvo. Kiintoainepitoisuudessa näkyi kesäisen perustuotannon vaikutus. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

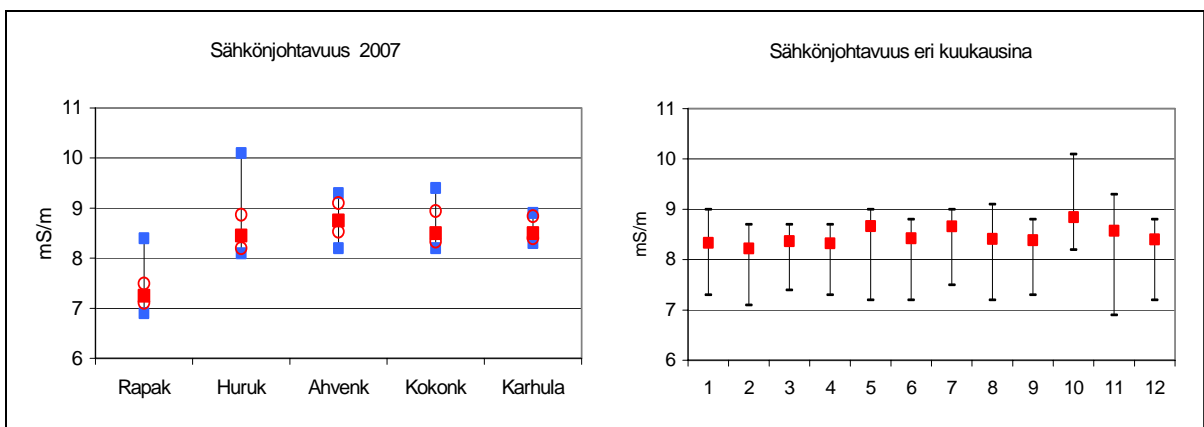
Kymijoen veden sameus kohosi Rapakosken ja Hurukselan aseman välillä noin 2,7 FTU (keskiarvo) ja kiintoainepitoisuus 2,1 mg/l (keskiarvo) vuonna 2007, eli arvot kaksinkertaistuivat välillä Rapakoski-Huruksela (kuva 14). Vuoden 2007 kuormitustietojen perusteella teollisuuden ja yhdyskuntien kiintoainekuormitus selittää tästä kiintoainepitoisuusnoususta vain 0,12 mg/l (kuormitus/keskivirtaama). Näiden lukujen perusteella kiintoainepitoisuuden nousu Rapakosken ja Hurukselan asemien välillä johtunee ensisijaisesti hajakuormituksesta.



Kuva 14. Veden kiintoainepitoisuus (mg/l) ja sameus (FTU) Kymijoen viidellä näyteasemalla vuonna 2007. Neliöt alhaalta ylöspäin ovat pienin arvo, mediaani ja suurin arvo. Ympyröiden väliin sijoittuu 80 % havainnoista. Vesi oli kirkkainta Rapakoskella. Ahvenkoskella sameus ja kiintoainepitoisuus olivat suurimpia. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

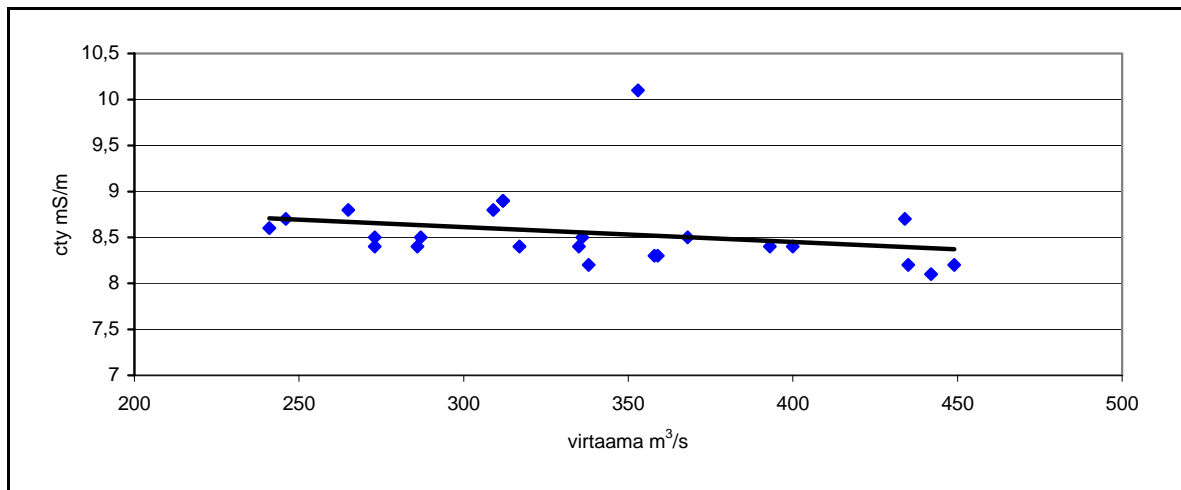
5.3 SÄHKÖNJOHTAVUUS, HAPPAMUUS JA PUSKURIKYKY

Jätevesien sisältämät ionit nostavat Kymijoen sähkönjohtavuutta. Tämä näkyy sähkönjohtavuuden nousuna Rapakosken ja Hurukselan välillä (kuva 15). Vuoden 2007 keskiarvojen mukaan sähkönjohtavuus nousi tällä välillä 1,2 mS/m.



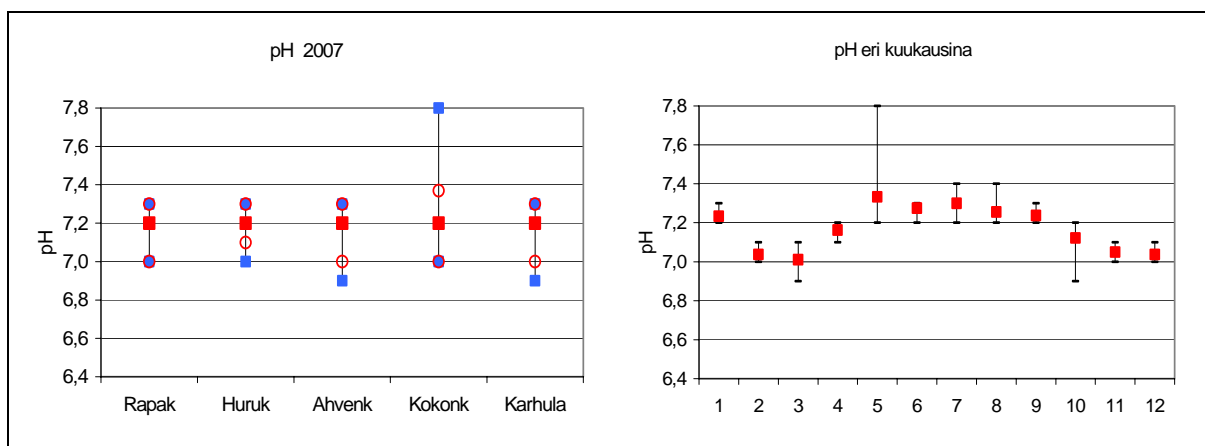
Kuva 15. Kymijoen veden sähkönjohtavuus (mS/m) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Neliöt alhaalta ylöspäin ovat pienin arvo, mediaani ja suurin arvo. Ympyröiden väliin sijoittuu 80 % havainnoista. Sähkönjohtavuus eri kuukausina -kuvassa on esitetty näyteasemien tulosten kuukausikohtainen keskiarvo sekä pienin ja suurin arvo. Sähkönjohtavuus nousee välillä Rapakoski – Huruksela. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Suurimmillaan yläpuolisen ja alapuolisen alueen kuormituksen välinen ero oli touko- ja loka-marraskuussa, jolloin virtaamat olivat pienimpiä. Eli mitä vähemmän joessa virtaa vettä, sitä voimakkaammin näkyy jätevesien sähkönjohtavuutta kohottava vaikutus välillä Rapakoski-Huruksela (kuva 16).



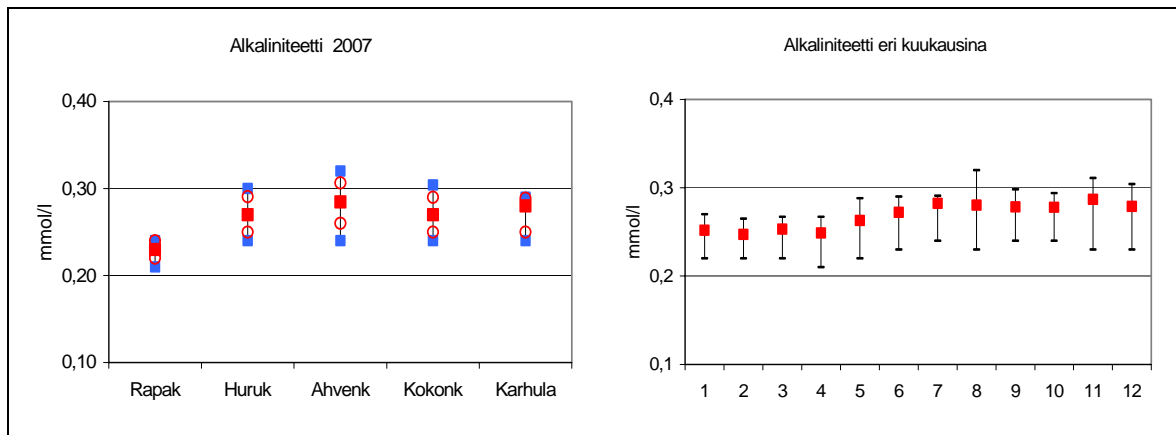
Kuva 16. Kymijoen vuorokauden keskivirtaaman (Kuusankoski) ja Hurukselan näyteaseman veden sähkönjohtavuuden (mS/m) välinen suhde vuonna 2007. Sähkönjohtavuus on suurempi pienemmillä virtaamilla. Tosin nyt korrelaatio ($n=24$, $r = -0.26$) oli pienempi kuin yleensä johtuen yhdestä poikkeavan suuresta havainnosta. Lähde: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Veden pH-arvon keskiarvo oli kaikilla näyteasemilla lähes neutraali. Muutoinkin pH vaihteli pienissä rajoissa; 80 % pH-arvoista oli välillä 7,0-7,3. Yleisesti ottaen Kymijoen veden pH oli alhaisimmillaan maaliskuussa, jolloin vesistöihin valui lumensulamisvesiä. Kymijoen veden pH vaihteli kullakin mittauskerralla eri asemien välillä vain vähän. Perustuotannon vaikutus näkyi pH-arvojen lievänä kohoamisena tuotantokauden aikana (kuva 17).



Kuva 17. Kymijoen veden pH-arvo viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkinnät: kts. kuva 15. pH-arvoissa ei juuri ollut eroa eri näyteasemilla. pH-arvot olivat alhaisimmillaan maaliskuussa ja korkeimmillaan kesällä. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Kymijoen veden puskurikyky eli alkaliniteetti oli vuonna 2007 hyvä, 0,2-0,3 mmol/l. Kuormitetulla alueella jätevesikuormitus nosti puskurikykyä (kuva 18). Alkaliniteetin kohoaminen Rapakosken ja Hurukselan välisellä alueella vastaa hyvin sähkönjohtavuuden nousua (vrt. kuva 15). Koko käytettävissä olevan vuoden 2007 aineiston (n=101) perusteella sähkönjohtavuuden ja alkaliniteetin välinen korrelaatiokerroin oli 0,73.



Kuva 18. Kymijoen veden alkaliniteetti (mmol/l) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkkien selitykset, kts. kuva 15. Alkaliniteetti nousi välillä Rapakoski – Huruksela. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

5.4 ORGAANINEN AINES

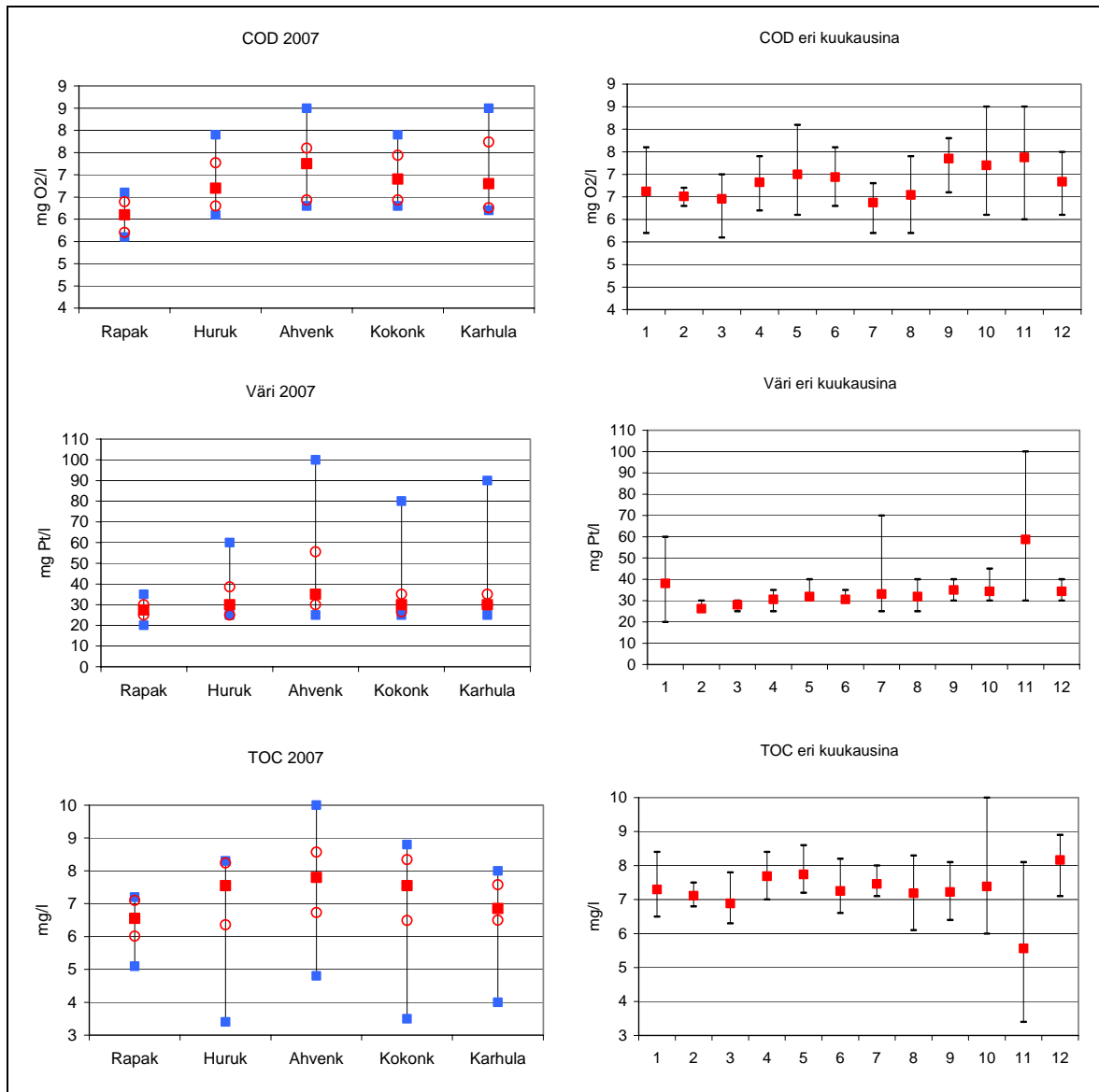
Orgaanisen eli eloperäisen aineksen pitoisuutta arvioitiin kolmen eri parametrin, väriluvun, kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) ja orgaanisen kokonaishiilen (TOC) avulla. Näistä muuttujista vahvin korrelaatio oli vuoden 2007 aineiston perusteella COD:n ja värin välillä, $r=0,64$.

Kymijoen orgaanisen aineen määrä lisääntyi hieman Rapakosken ja Hurukselan välillä (kuva 19). Hurukselasta itäisiin jokihaaroihin keskiarvot pysyivät jokseenkin samoina, Ahvenkoskella arvot olivat lievästi korkeampia. Suurimmat orgaanisen aineen arvot mitattiin marraskuussa, paitsi korkeimmat TOC-arvot joulukuussa. Väriarvot olivat korkeimmillaan silloin kun veden rautapitoisuus oli suuri (tammi- ja marraskuussa).

5.5 FOSFORI

Kymijoen kokonaisfosforipitoisuus nousi Rapakosken ja Hurukselan asemien välillä vuonna 2007 keskimäärin $8,0 \mu\text{g/l}$ (kuva 20). Laskennallisesti pistekuormituksen osuus pitoisuusnoususta oli $2,3 \mu\text{g/l}$ (kuormitus/virtaama), mikä on vajaa kolmasosa kokonaisnoususta. Hajakuormituksen osuus on siis kaksi kolmasosaa. Rapakoskella fosforipitoisuus on pysynyt samalla tasolla vuodesta 1992 eli ollut noin $10\text{-}11 \mu\text{g/l}$. Hurukselassa fosforipitoisuus oli vielä 1990-luvulla $18\text{-}22 \mu\text{g/l}$, vuodesta 2001 noin $14\text{-}17 \mu\text{g/l}$. Erittäin vähävetisenä vuonna 2003 pistekuormituksen vaikutus tosin näkyi selvemmin,

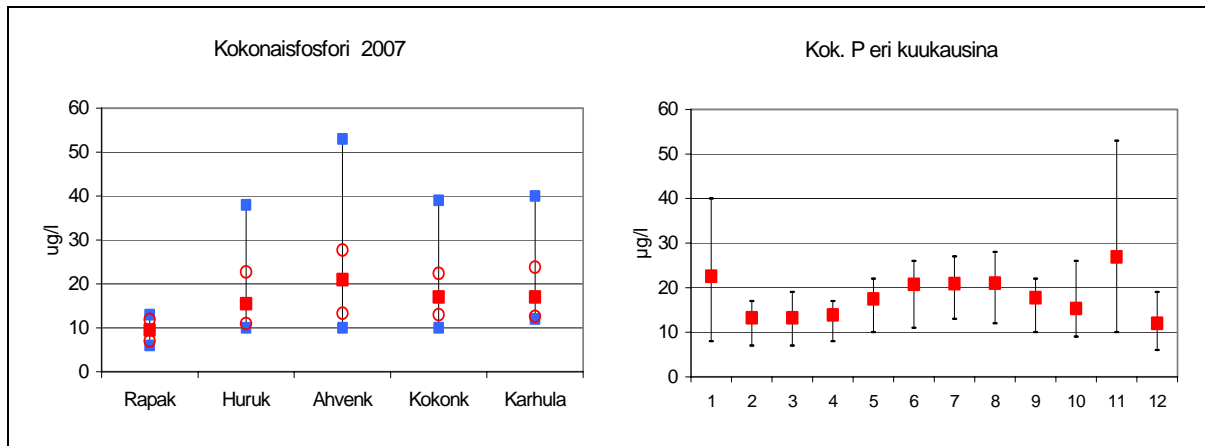
pitoisuuden ollessa 20 µg/l. Pistekuormituksen aiheuttama pitoisuusnousu on laskenut vuosien 1992 ja 1993 tasosta 6-7 µg/l tasoon 2-3 µg/l.



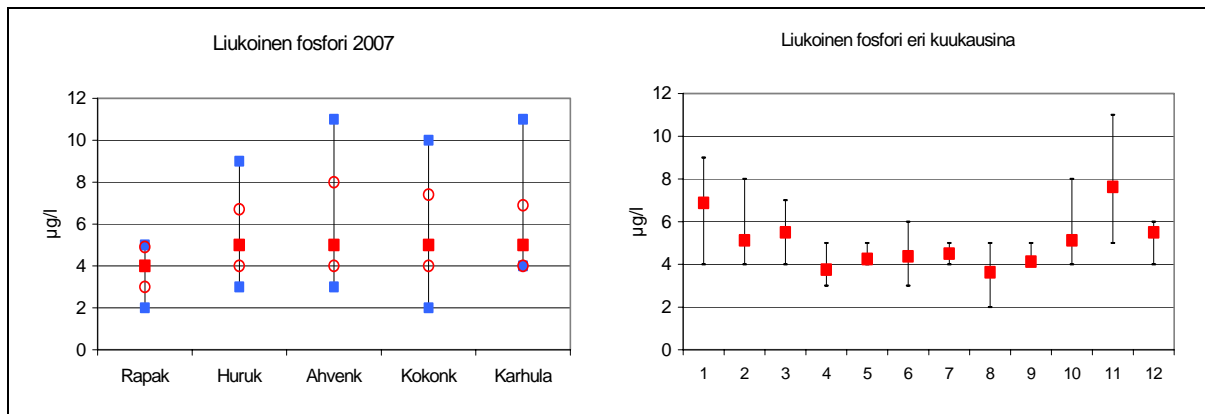
Kuva 19. COD_{Mn} -arvo (mgO₂/l), veden väriluku (mgPt/l) ja TOC-arvo (mg/l) Kymijoen viidellä näyteasemalla vuonna 2007. Neliöt ovat alhaalta ylöspäin pienin arvo, mediaani ja suurin arvo. Ympyröiden väliin sijoittuu 80 % havainnoista. Oikeanpuoleisissa kuvissa on esitetty vastaavien parametrien vaihtelu eri kuukausina vuonna 2007 eli kuvassa on kuukausittain kaikkien viiden näyteaseman tulosten keskiarvo sekä pienin ja suurin arvo. Organisen aineen määrät olivat Rapakoskella hieman muita näyteasemia pienempiä. Suurimmat organisen aineen arvot mitattiin marraskuussa, paitsi korkeimmat TOC-arvot joulukuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Fosforin maksimipitoisuus mitattiin Ahvenkosken haarassa marraskuussa (kuva 20). Fosforipitoisuudella on yleensä selvä korrelaatio kiintoainepitoisuuden kanssa, ja nytkin niiden välinen riippuvuus oli vahva ($r=0,81$, $n=101$). Kymijoen vedessä oli vähiten fosforia joulukuussa.

Liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista oli noin kolmannes kuten edellisinäkin vuosina. Pitoisuus nousi keskiarvojen mukaan Rapakosken ja Hurukselan välillä 1,2 µg/l (kuva 21).



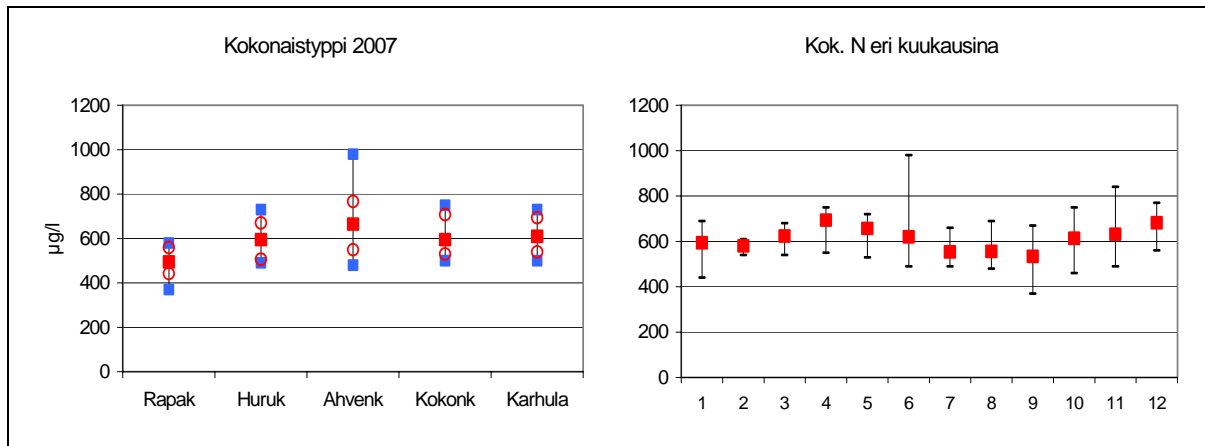
Kuva 20. Kymijoen veden fosforipitoisuus (µg/l) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Neliöt ovat alhaalta ylöspäin pienin arvo, mediaani ja suurin arvo. Ympyröiden väliin sijoittuu 80 % havainnoista. Kokonaisfosfori eri kuukausina -kuvassa on esitetty kaikkien viiden näyteaseman tulosten kuukausikohtainen keskiarvo sekä pienin ja suurin arvo. Fosforipitoisuus kasvoi välillä Rapakoski – Huruksela. Pitoisuus oli suurin tammi- ja marraskuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.



Kuva 21. Kymijoen veden liukoisen kokonaisfosforin pitoisuus (µg/l) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkinnot: kts. kuva 20. Liukoisen fosforin pitoisuus nousi hieman välillä Rapakoski – Huruksela. Pitoisuus oli suurin tammi- ja marraskuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

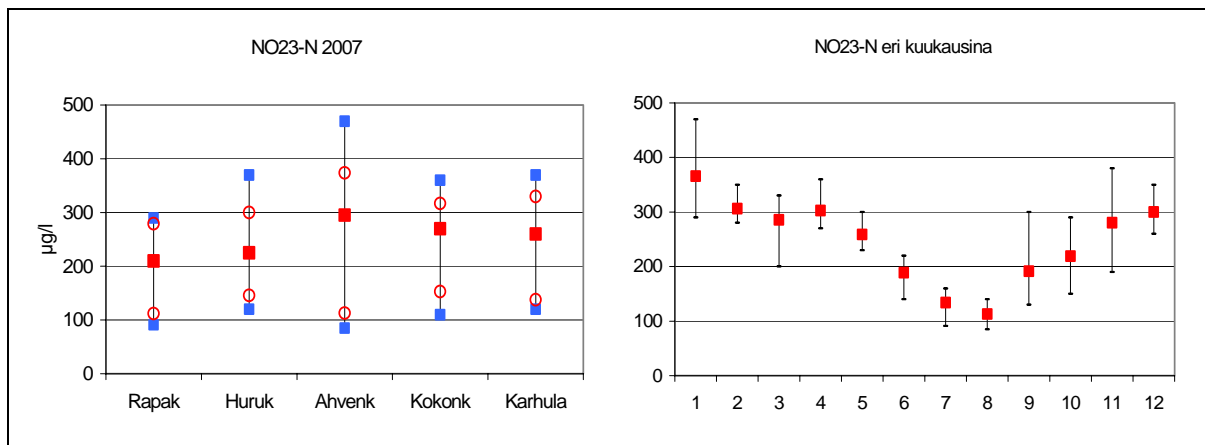
5.6 TYPPI

Kymijoen kokonaistyyppipitoisuus nousi Rapakosken ja Hurukselan välillä noin 100 µg/l (kuva 22). Kokonaistypen pistekuormituksesta aiheutuva pitoisuusnousu oli vuonna 2006 noin 57 µg/l, joten laskennallisesti pistekuormitus aiheutti yli puolet tyyppipitoisuuden noususta Rapakosken ja Hurukselan välillä. Korkeimmillaan tyyppipitoisuus oli kaikkien mittauspisteiden keskiarvojen perusteella lumien sulamisen aikaan huhtikuussa (kuva 22).



Kuva 22. Kymijoen veden typpipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkinnät: kts. kuva 20. Typpipitoisuus nousi hieman välillä Rapakoski – Huruksela. Korkeimmillaan typpipitoisuus oli kaikkien mittauspisteiden keskiarvojen perusteella lumien sulamisen aikaan huhtikuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

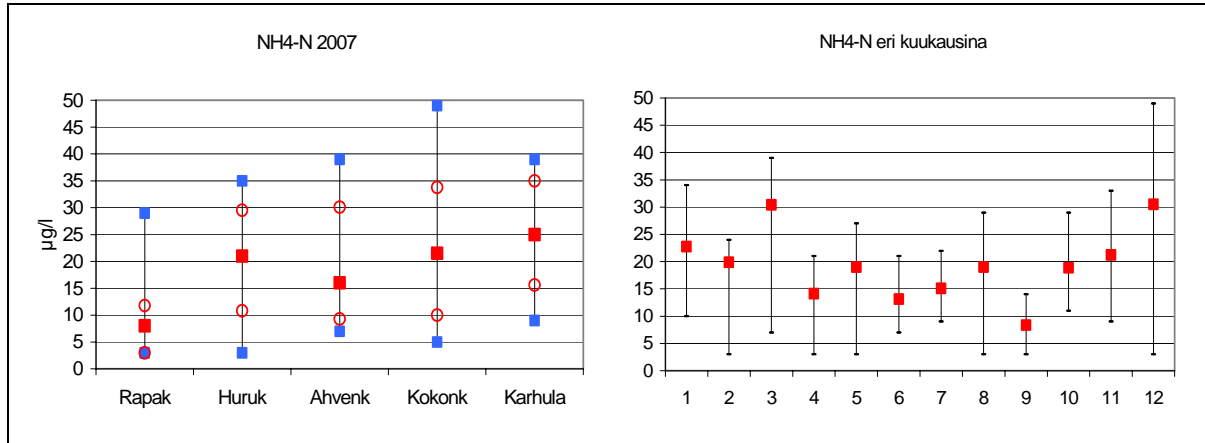
Nitraatti-nitriittityppipitoisuus nousi Rapakosken ja Hurukselan välillä $35 \mu\text{g/l}$ (kuva 23). Nitraattinitriittitypen pitoisuutta näyttää säätelevän vuodenajat ja niiden mukaan vaihtelevat biokemialliset prosessit sekä valumat enemmän kuin pistekuormitus. Hajakuormituksen vaikutus näkyy pitoisuuden nousussa välillä Huruksela – Ahvenkoski. Yleisesti pitoisuudet olivat talvella korkeampia ja kesällä matalia perustuotannon ottaessa nitraatin käyttöönsä. Pitoisuudet olivat suurimmillaan tammikuussa. Nitraatti-nitriittitypen osuus kokonaistypestä oli keskimäärin 40 % - samaa suuruusluokkaa kuin edellisinäkin vuosina.



Kuva 23. Kymijoen nitriitti+nitraattityppipitoisuus ($\text{NO}_{23}\text{-N}$ $\mu\text{g/l}$) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkinnät: kts. kuva 20. Pitoisuus nousi eniten välillä Huruksela - Ahvenkoski. Kesällä pitoisuudet laskivat perustuotannon ottaessa nitraatin käyttöönsä. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

Jätevesikuormituksen vaikutus näkyy Rapakosken ja Hurukselan välillä selvimmin ammoniumtyppipitoisuuden nousuna. Vuonna 2007 pitoisuusnousu oli $13 \mu\text{g/l}$ eli ammoniumtypen määrä kaksi ja puoli kertaistui (kuva 24). Kymijoen suurimpien kunnallisten jätevedenpuhdistamojen kuormitustietojen perusteella yhdyskuntajätevesien

kokonaistypestä on keskimäärin 80 % ammoniumtyyppiä. Tällä perusteella pelkästään yhdyskuntien aiheuttama ammoniumtyypin pitoisuusnousu oli vuonna 2007 24 µg/l. Ammoniumtyypin osuudesta puunjalostusteollisuuden jätevesien kokonaistypeässä ei ole juurikaan tietoja, mutta osuus on kuitenkin pienempi kuin yhdyskuntajätevesissä. Em. lukujen perusteella pelkkä pistekuormitus vastasi ammoniumtyypin pitoisuusnoususta. Osa ammoniumtyypeistä hapettuu ja sidotaan perustuotannossa.



Kuva 24. Kymijoen ammoniumtyyppipitoisuus ($\text{NH}_4\text{-N}$ µg/l) viidellä eri näyteasemalla vuonna 2007. Merkinnät: kts. kuva 20. Pitoisuus nousi selvästi välillä Rapakoski – Huruksela. Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat suurimmillaan joulukuussa ja pienimmillään syyskuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

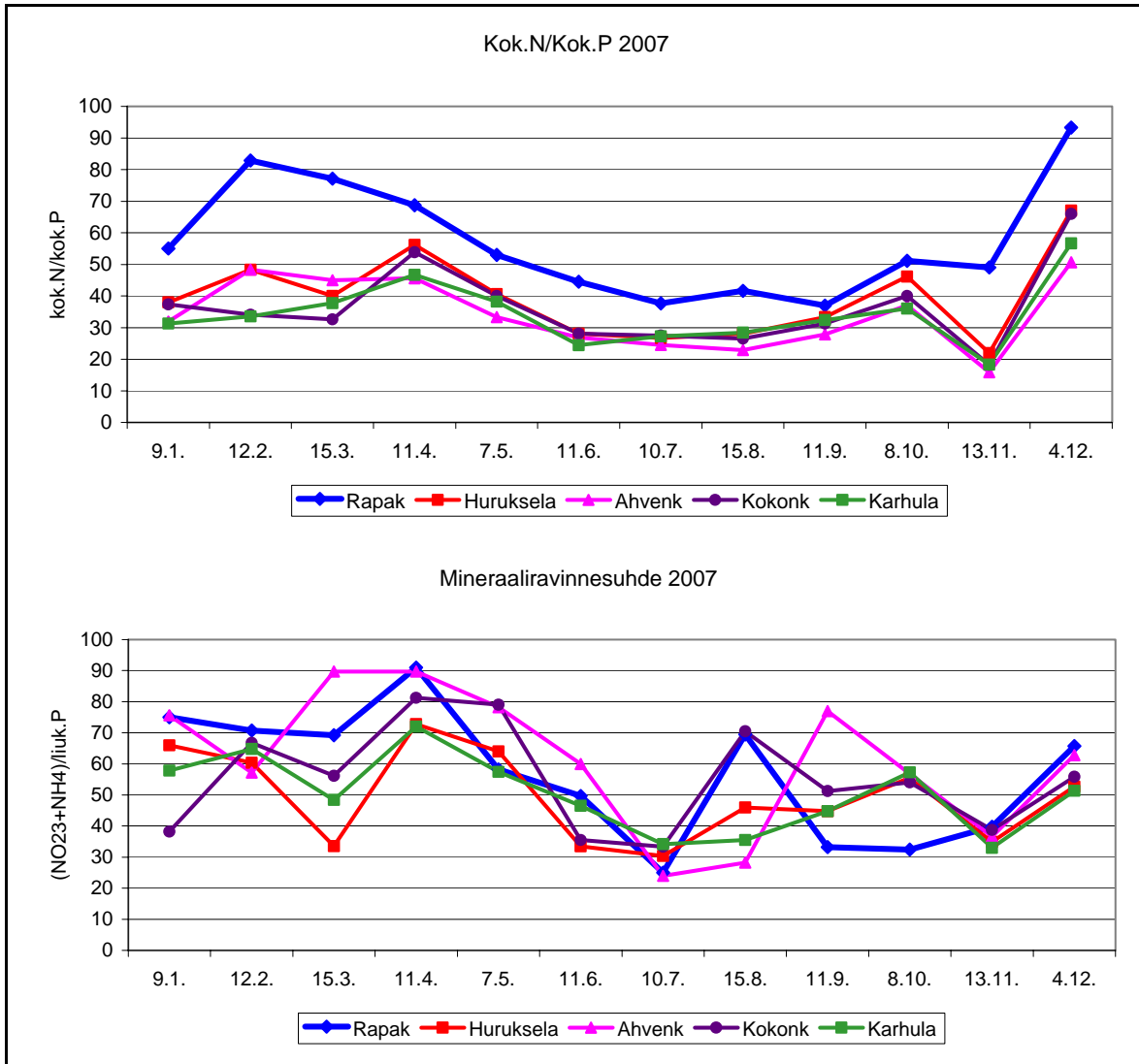
Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat suurimmillaan joulukuussa, ja pienimmillään syyskuussa (kuva 24). Keskiarvojen mukaan ammoniumtyypin pitoisuus oli Ahvenkoskella alhaisemalla tasolla kuin Hurukselassa, joten tämän perusteella Kymijoen alimman osan hajakuormitus ei juurikaan nostanut ammoniumtyyppipitoisuuksia.

5.7 TYPPI-FOSFORI –SUHDE

Kymijoen alaosan jätevesikuormituksen vuoksi kuormituksen alapuolella fosforin määrä kasvaa suhteessa typen määrään. Mikäli kokonaisravinteiden painosuhde (kok.N/kok.P) on yli 17, fosfori on levien kasvua rajoittava tekijä, ja mikäli suhde on alle 10, typpi on kasvun minimitekijä³. Kokonaisravinnesuhteiden perusteella fosfori on Kymijoen minimiravinne myös kuormitetulla jokialueella. Vuoden 2007 aikana N/P-suhde laski kuormitetulla osalla yhden kerran Ahvenkoskella tasolle 16, muulloin se oli yli 17. Rapakoskella suhde oli pienimmilläänkin tasoa 37 (kuva 25).

Myös mineraaliravinnesuhteiden perusteella fosfori on selkeästi Kymijoen minimiravinne (kuva 25). Mikäli mineraaliravinteiden painosuhde ($\text{NO}_3+\text{NO}_2+\text{NH}_4/\text{liuk. fosfori}$) on yli 12, pidetään fosforia rajoittavana tekijänä. Mikäli suhde on alle 5, on typpi rajoittava tekijä³. Pistekuormituksen vaikutus liukoisen fosforin pitoisuuteen on pieni, minkä takia mineraaliravinnesuhteissa ei ole niin selvää eroa Rapakosken ja Hurukselan välillä. Mineraaliravinteiden suhdelukua vääristää hieman se, että liukoisen fosforin arvona

käytettiin liukoista kokonaisfosforia eikä leville käyttökelpoisinta liukoista fosfaattifosforia, jonka pitoisuus kuvaa perustuotannolle käyttökelpoisinta fosforia.



Kuva 25. Tutkimusasemien kokonaistypen ja -fosforin suhdeluku sekä liukoisten typpi- (nitriitti, nitraatti ja ammonium) ja fosforiyhdisteiden (liukoinen kokonaisfosfori) suhdeluvut eri kuukausina vuonna 2007. Ravinnesuhteiden perusteella fosfori on Kymijoen minimiravinne. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö.

5.8 MUUT KEMIALLISET YHDISTEET

Yhteenvedo Kymijoen Hurukselassa vuonna 2007 mitattujen muiden alkuaineiden ja yhdisteiden pitoisuuksista on taulukoissa 2 ja 3 (liite 9.2). Pitoisuudet ovat samaa tasoa kuin edellisvuosina.

Taulukko 2. Kymijoen Hurukselan ainepitoisuuksia (n = 24, minimi, maksimi, mediaani, keskiarvo) vuonna 2007. Tulokset: Kymijoen vesi ja ympäristö ja KAS.

	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l
min	3,7	6,9	1,5	88	10
max	6,1	13	3,6	1300	160
med	5,4	11	2,7	240	39
ka	5,3	11	2,5	313	50
	Al µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
min	49	4,7	1,3	2,8	1,2
max	1400	6,5	1,8	7,2	1,7
med	130	5,5	1,5	6,6	1,5
ka	205	5,5	1,5	6,4	1,5

Taulukko 3. Kymijoen Hurukselan raskasmetalli-, seleeni- ja AOX -pitoisuudet (µg/l) vuonna 2007. Tulokset ovat Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) aineistosta (n=12).

µg/l	Zn	Se	Ni	Pb	Cu	Cr	Cd	As	Hg	AOX
min	1,5	<0,2	0,6	0,07	1	0,3	<0,01	0,3	<0,002	25
max	4,6	<0,2	1,3	0,48	1,8	1,5	0,02	0,4	0,003	32
med	2,3	<0,2	0,7	0,19	1,1	0,4	0,01	0,33	<0,002	27
ka	2,4	<0,2	0,8	0,20	1,2	0,5	0,01	0,34	<0,002	28

5.9 VEDEN HYGIEENINEN LAATU

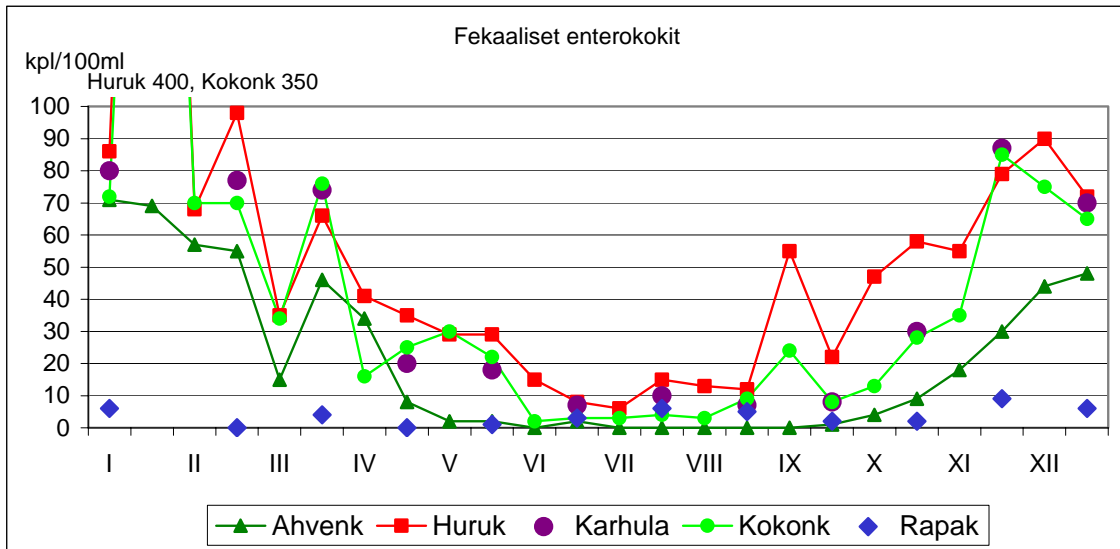
Voimassa olevien EU-normien (Sosiaali- ja terveysministeriön päätös yleisten uimarantojen vedenlaatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, nro 41/1999) mukaan vesi on hygieeniseltä laadultaan uimavedeksi soveltuvaa, mikäli fekaalisia enterokokkeja on alle 200 / 100 ml, fekaalisia koleja on alle 500 / 100 ml ja koliformisia bakteereja alle 10000 /100 ml. Kymijoen veden hygieenistä laatua arvioidaan fekaalisten enterokokkien, kokonaiskolien ja *Escherichia coli* -määrittäksen avulla.

Fekaalisten enterokokkien määrien perusteella Kymijoen vesi oli hygieeniseltä laadultaan uimavedeksi soveltuvaa. Uimaveden raja-arvo tosin ylittyi Hurukselassa ja Kokonkoskella tammikuussa, jolloin enterokokkeja oli 350-400 /100 ml. Jokialueen näyteasemien enterokokkitulosten mediaani oli vuonna 2007 21 kpl/100 ml. Enterokokkeja oli vähiten Rapakoskella ja eniten Hurukselassa (kuva 26).

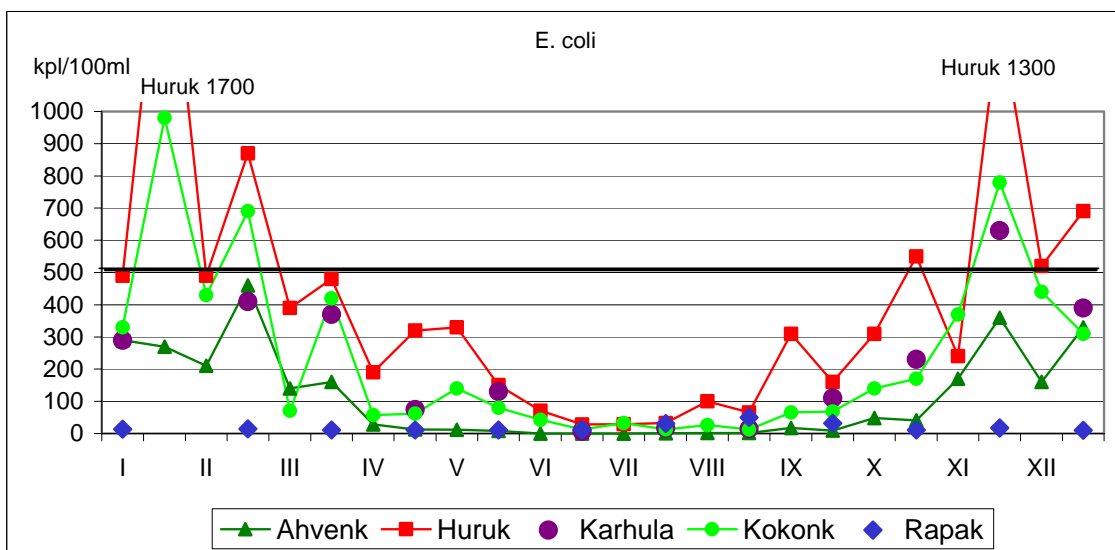
E. colien määrät olivat pienimpiä Rapakoskella ja suurimpia Hurukselassa (kuva 27). *E. colien* määrä ylitti talvella 500 /100 ml –rajan Hurukselassa 6 ja Kokonkoskella kolme kertaa ja Karhulassa kerran. Maksimimäärä oli Hurukselan tammikuun tulos 1700 /100 ml.

Kolien kokonaismäärissä tulee Kymijoessa esiin myös puunjalostusteollisuuden biologisten puhdistamoiden bakteerikantojen vaikutus; tämän vuoksi *Escherichia coli* –määrittäminen soveltuu Kymijoessa paremmin kuvaamaan veden hygieenistä laatua. Kokonaiskolien

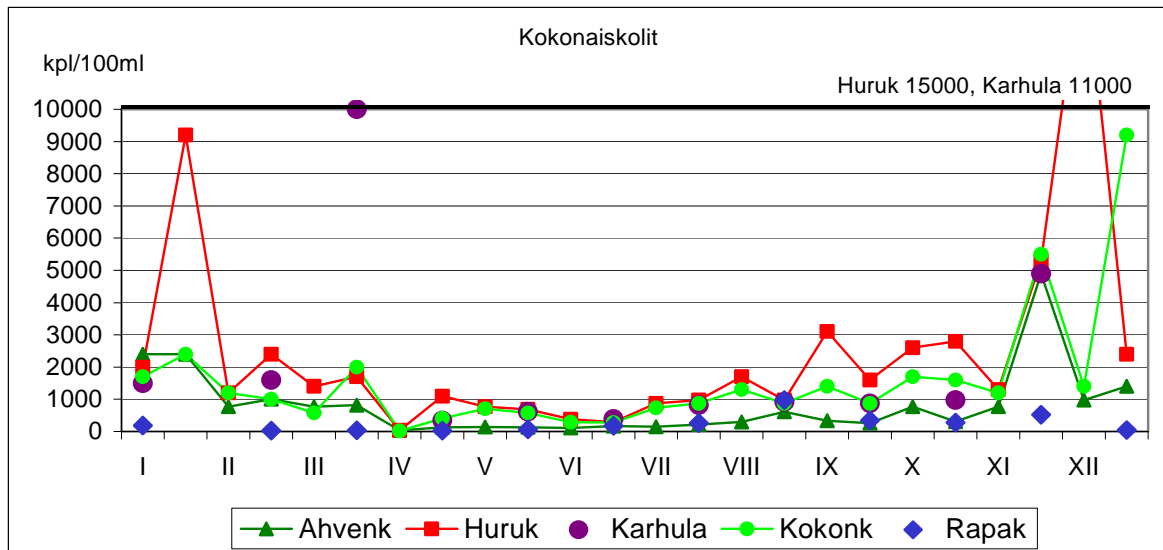
määrät olivat pienimpiä Rapakoskella ja suurimpia Hurukselassa ja Karhulassa (kuva 28). Joulukuussa Hurukselassa oli eniten koleja, 15 000 /100ml.



Kuva 26. Fekaalisten enterokokkien määrä /100 ml Kymijoen näyteasemilla vuonna 2007. Uimaveden raja-arvo 200 kpl/100ml ylittyi Hurukselassa ja Kokonkoskella tammikuussa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.



Kuva 27. Escherichia colien määrä /100 ml Kymijoen näyteasemilla vuonna 2007. Uimaveden raja-arvo 500 kpl/100ml ylittyi talvella Hurukselassa, Kokonkoskella ja Karhulassa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.



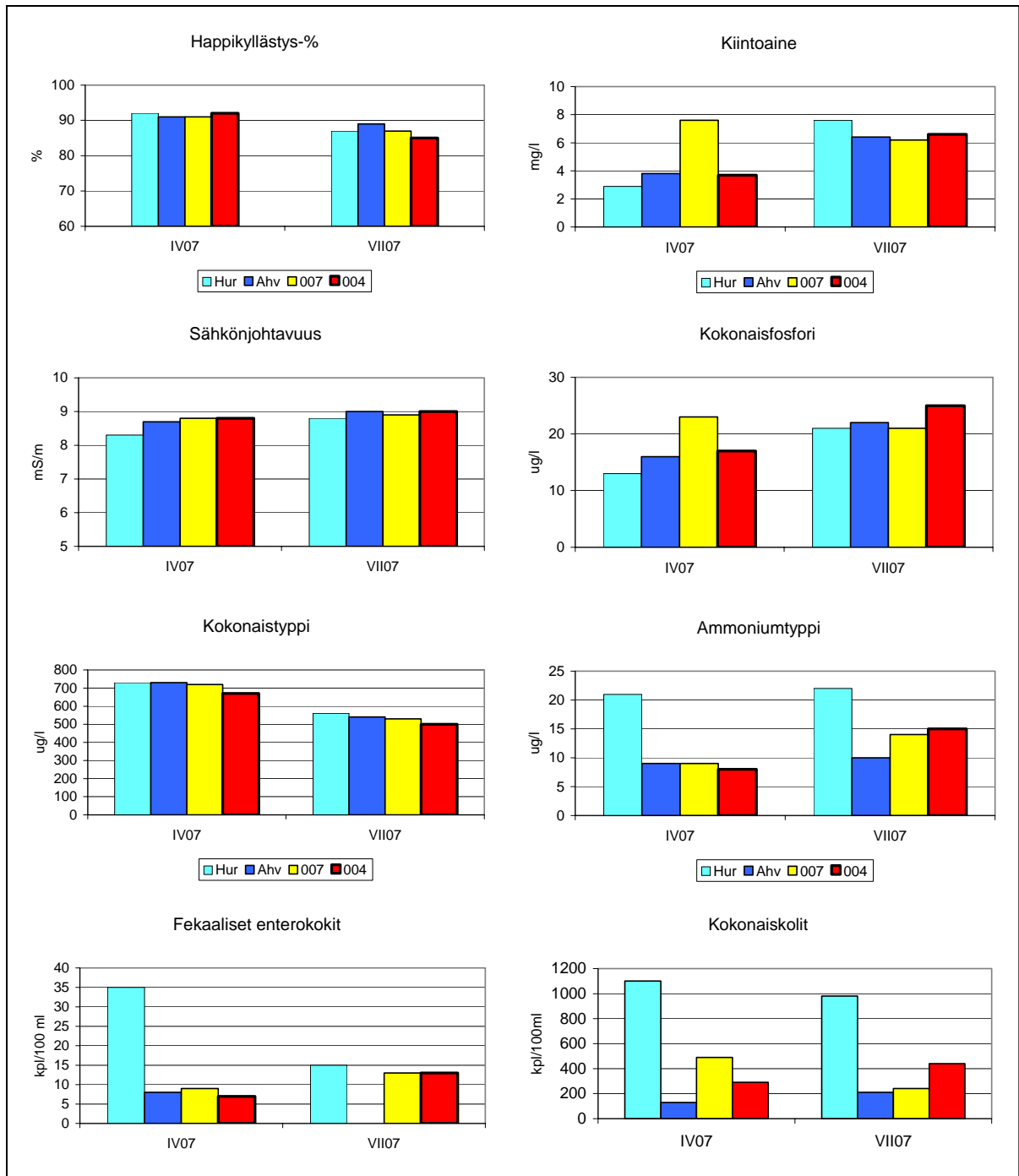
Kuva 28. Kokonaiskolien määrä /100 ml Kymijoen näyteasemilla vuonna 2007. Uimaveden raja-arvo 10 000 kpl/100ml ylittyi talvella Hurukselassa ja Karhulassa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö & KAS.

6 PYHTÄÄN KIRKONKYLÄN LOPETETUN JÄTEVEDENPUHDISTAMON VESISTÖTARKKAILU

Vuoden 2006 alusta Pyhtään kirkonkylän jätevedet on johdettu Kotkan Mussalon puhdistamolle, mutta vesistötarkkailua on edelleen jatkettu. Pyhtään kirkonkylän puhdistamon yläpuolinen näytepiste on Kymijoen piste 007 ja alapuolinen 004 (kartta liite 1, koordinaatit liite 2). Näytepisteiden välinen etäisyys on yli 2 kilometriä. Vesistönäytteet otettiin vuonna 2007 huhti- ja heinäkuussa (tulokset liite 9.3).

Pääsääntöisesti veden laadussa ei ollut oleellista eroa Pyhtään puhdistamon ylä- ja alapuolella tutkittuina ajankohtina. Kiintoaine-, fosforipitoisuus ja sameus oli keväällä puhdistamon yläpuolella suurempi kuin muilla vertailupisteillä (kuva 32). Kesällä fosforipitoisuus oli puolestaan hieman suurempi puhdistamon alapuolisella pisteellä.

Selvimmän puhdistamon vaikutus näkyi yleensä veden hygieenisessä laadussa. Nyt fekaalisten streptokokkien määrissä ei ollut eroa. *E. coli* oli alapuolella hieman enemmän, mutta selvästi vähemmän kuin Hurukselassa. Kokonaiskolien määrä oli keväällä hieman suurempi yläpuolisella pisteellä ja kesällä alapuolisella pisteellä, mutta jälleen selvästi vähemmän kuin Hurukselassa. Hygieeniseltä laadultaan Pyhtään haaran vesi täytti uimaveden laatukriteerit selkeästi.



Kuva 32. Kymijoen vedenlaatu Pyhtään haarassa Pyhtään kirkonkylän entisen jätevedenpuhdistamon yläpuolella (as 007) ja alapuolella (as 004) vuonna 2007. Kuvassa on esitetty myös vastaavien ajankohtien vedenlaatu Kymijoen pääuoman puolella Hurukselassa ja Ahvenkoskella. Pyhtään haaran kahden tarkkailupisteen vedenlaadussa ei ollut merkittäviä eroja. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö.

7 MUITA TUTKIMUKSIA KYMIJOELLA

7.1 KALATALOUELLINEN TARKKAILU

Velvoitetarkkailuun kuuluu Kymijoen alaosan ja sen merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Tarkkailuohjelmaa uudistettiin vuodelle 2007. Vuonna 2007 Kymijoen kalataloudellisessa yhteistarkkailussa tutkittiin kalaston rakennetta verkko- ja sähkökoekalastuksin sekä nahkiaistutkimuksin. Kalojen käyttökelpoisuutta arvioitiin elohopeatutkimuksin. Kalataloustarkkailun tulokset on raportoitu omana julkaisunaan⁴.

7.2 JOKIEN BIOLOGISTEN SEURANTAMENETELMIEN KEHITTÄMISHANKE

Suomen suurten jokien biologinen tarkkailu on tukeutunut ensisijaisesti järville kehitelyihin tutkimusmenetelmiin. Seurauksena on, että näytteenottoon liittyy ongelmia, joihin järviympäristöissä toimittaessa ei törmätä ja lisäksi menetelmien luotettavuudesta virtavesissä ei ole tutkimustietoa. Keväällä 2003 Kymijoen vesi ja ympäristö ry:ssä käynnistettiin Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston kanssa yhteistyöhanke, joka tähtäsi suurten virtavesien biologisten tarkkailumenetelmien tutkimiseen ja kehittämiseen. Vuoden 2007 tutkimukset painottuivat edellisvuosien tapaan surviaissäskien kotelonahkojen näytteenottoon perustuvan tarkkailumenetelmän tutkimiseen ja kehittämiseen. Vuosi 2007 oli projektin viimeinen vuosi. Tutkimustulokset on nyt pääosin julkaistu tieteellisissä sarjoissa⁵.

7.3 KYMIJOEN SAASTUNEET SEDIMENTIT

Kesällä 2007 valmistui Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen tilaama yleissuunnitelma⁶ Kymijoen saastuneiden sedimenttien kunnostamisesta. Kymijoen sedimentit Kuusankoskelta Suomenlahteen ovat paikoitellen pilaantuneet mm. dioksiineilla ja furaaneilla sekä elohopealla. Pilaantuneen sedimentin kokonaismääräksi arvioitiin 5 miljoonaa m³. Koko Kymijoen saastuneiden sedimenttien kunnostaminen maksaisi yleissuunnitelman mukaan satoja miljoonia euroja. Kymijoelle aiemmin laaditun riskiarvion perusteella joen nopealle kunnostamiselle ei ole kuitenkaan tarvetta. Pahiten saastuneen Kuusankoski-Keltti jokiosuuden kunnostamisen edellytysten tarkempaa selvittämistä pidetään kuitenkin perusteltuna. Jatkotoimenpiteinä suositellaan konkreettisen loppusijoituspaikan selvittämistä Kuusankosken alueelta. Mahdollisten läjitysalueiden edellyttämien kaavamuutosten ja ympäristövaikutusten arvioinnin sekä ympäristöluvan saannin jälkeen kunnostus voitaisiin nopeimmillaan aloittaa 3-5 vuoden kuluttua. Muiden jokiosuuksien kunnostamisesta voitaisiin tehdä päätökset vasta, kun Kuusankoski-Keltti -väli on kunnostettu.

8 YHTEENVETO

Tässä julkaisussa on käsitelty Kymijoen alaosan kuormittajien velvoitetarkkailun vedenlaatutulokset vuodelta 2007. Tarkkailu on toteutettu yhteistarkkailuna. Kymijoen alaosan vedenlaadun tarkastelussa käytettiin velvoitetarkkailutulosten lisäksi Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen Kymijoki-tuloksia.

Keskivirtaaman perusteella Kymijoessa virtasi vuonna 2007 keskimääräistä enemmän vettä. Virtaamat olivat huhti-heinäkuussa keskimääräistä hieman pienempiä. Tammikuu oli tavanomaista lämpimämpi. Etelän suuret järvet saivat jääpeitteen vasta tammikuun lopulla eli poikkeuksellisen myöhään. Helmikuu oli selvästi tavanomaista kylmempi. Maaliskuu oli ennätysellisen lämmin. Kuukauden päättyessä maan eteläosa oli lumeton. Myös huhtikuu oli normaalia lämpimämpi, ja järvien jäät lähtivät ennätysellisen aikaisin. Jäiden lähdön jälkeen pintavedet lämpenivät nopeasti. Touko- ja heinäkuussa satoi selvästi normaalia enemmän. Syyskuussa satoi lähes kaksinkertaisesti normaalimäärään verrattuna. Lokamarraskuussa satoi keskimääräistä vähemmän. Joulukuu oli selvästi normaalia lämpimämpi. Vuoden päättyessä lunta oli lähinnä maan pohjoisosissa, eikä läheskään kaikissa maan etelä- ja keskiosan järvissä ollut jääpeitettä. Koko vuoden keskilämpötila oli hieman normaalia korkeampi.

Jätevesien mukana Kymijoen alaosalle tuli vuonna 2007 keskimäärin 1,7 tonnia typpeä, 70 kiloa fosforia, 3,6 tonnia kiintoainetta ja 1,2 tonnia happea kuluttavaa orgaanista ainetta (BOD₇) vuorokaudessa. Teollisuuden kiintoainekuormitus oli suurempaa kuin edellisvuonna. Muussa kuormituksessa ei tapahtunut selviä muutoksia. Kiintoainekuormituksen kasvu johtui pääasiassa Anjalankosken Enson kuormituksesta. Verrattaessa kymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen, eniten teollisuuden puolella on vähentynyt happea kuluttava orgaaninen kuormitus (BOD₇), mutta typpikuormitus ei lainkaan.

UPM-Kymmene Oyj:n, Myllykoski Paper Oy:n ja Sonoco-Alcore Oy:n kuormitus pysyi luparajojen puitteissa. Stora Enson Anjalankosken tehtailla typen tavoitearvoissa oli ylityksiä.

Kymijoen alaosan asumajätevesien kiintoainekuormitus kasvoi, typpikuormitus hieman laski ja muu kuormitus oli edellisvuotista tasoa. Halkoniemellä biologisen hapenkulutuksen kuorma (BOD) oli vähentynyt edellisvuoteen verrattuna. Huhdanniemen BOD- ja kiintoainekuormitus oli kasvanut. Akanojalla fosforikuormitus oli vähentynyt ja BOD-kuormitus lisääntynyt. Mäkikylän kuormitus oli edellisvuotista tasoa. Puhdistamoilla oli vuonna 2007 luparajojen ylityksiä. Eniten ylityksiä oli Halko- ja Huhdanniemen puhdistamoilla.

Kymijoen ainevirtaamat olivat vuonna 2007 lähes yhtä suuria kuin vuonna 2004, jolloin ainevirtaamat olivat suurimmat 15 vuoteen. Ainevirtaamat olivat vuonna 2007 suurimmillaan tammikuussa, jolloin satoi melko runsaasti, osa sateesta tuli vetenä ja myös

virtaamat olivat suurimmillaan. Pienimmillään kiintoaine- ja fosforivirtaamat olivat joulukuussa ja typpivirtaamat heinäkuussa.

Laskelmien mukaan vuonna 2007 Kymijoen mereen kuljettamista ainemääristä 3 % kiintoaineesta, 12 % fosforista ja 9 % typestä oli peräisin Kymijoen alaosan piste-kuormituksesta. Jätevesien osuus kuormituksesta oli edellisvuosia pienempi. Laskennallisesti vajaa puolet kiintoaine- ja fosforiainemääristä sekä kolme neljännestä typpivirtaamista oli peräisin Kuusankosken yläpuolisista vesistöistä.

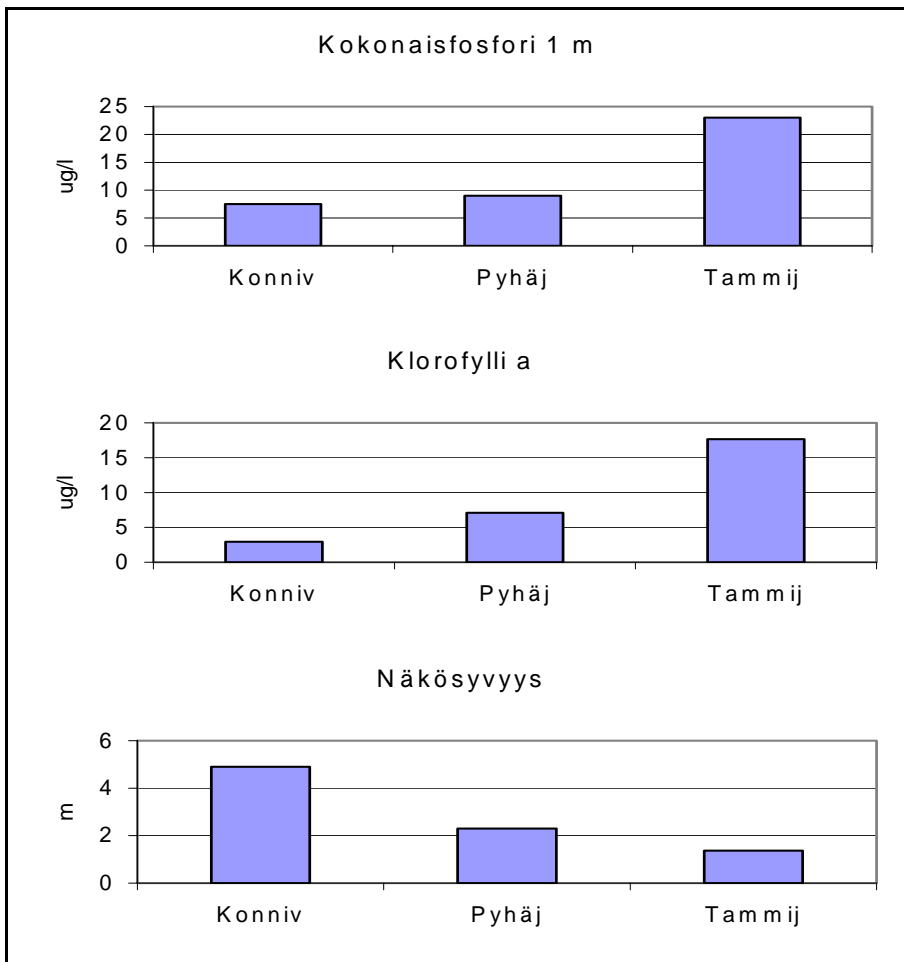
Pistekuormituksen ja hajakuormituksen vaikutus näkyi edellisvuosien tapaan useimpien mitattujen pitoisuuksien nousuna Rapakosken ja Hurukselan asemien välillä, vaikka pitoisuusnousut eivät olekaan Kymijoessa kovin suuria. Jätevesikuormituksen vaikutus näkyi selvimmin ammoniumtyppipitoisuuden, sähkönjohtavuuden ja kokonaisfosforin nousussa, mutta myös alkaliteetin, kemiallisen hapenkulutuksen, kiintoainepitoisuuden ja sameuden kasvussa. Esim. ammoniumtyypen keskiarvopitoisuus nousi Rapakosken ja Hurukselan välillä vuonna 2007 13 µg/l eli kaksi ja puoli kertaistui, laskennallisesti nousu aiheutui kokonaisuudessaan pistekuormituksesta. Kymijoen kokonaisfosforipitoisuus nousi Rapakosken ja Hurukselan asemien välillä vuonna 2007 keskimäärin 8 µg/l eli kaksinkertaistui. Laskennallisesti pistekuormituksen osuus oli vajaa kolmasosa kokonaisnoususta. Hurukselassa fosfori-pitoisuus oli vielä 1990-luvulla 18-22 µg/l, vuodesta 2001 noin 14-17 µg/l. Erittäin vähävetisenä vuonna 2003 pistekuormituksen vaikutus tosin näkyi selvemmin, pitoisuuden ollessa 20 µg/l.

Happitilanne on koko joessa hyvä; alhaisin mitattu happipitoisuus oli vuonna 2007 7,8 mg/l. Happipitoisuudessa ei juuri ole eroja eri näyteasemien välillä. Kesällä Kymijoen vesi oli hygieeniseltä laadultaan uimavedeksi soveltuvaa. Bakteereja oli vähiten Rapakoskella ja eniten Hurukselassa. Uimaveden raja-arvo fekaalisille enterokokeille ylittyi Hurukselassa ja Kokonkoskella tammikuussa. *E. coli*en määrä ylitti talvella 500 /100 ml –rajan Hurukselassa 6 ja Kokonkoskella kolme kertaa ja Karhulassa kerran. Kokonaiskolien määrä ylitti 10 000 /100 ml –rajan talvella Hurukselassa ja Karhulassa.

Kymijoen vedenlaadun muutokset Hurukselan ja Ahvenkosken asemien välillä kuvaavat parhaiten hajakuormituksen vaikutuksia, sillä näiden asemien välillä ei ole juuri lainkaan pistekuormitusta. Ahvenkoskenhaaraan laskevat valuma-alueiltaan peltovaltaiset Tallus- ja Teutjoki. Sameus oli Ahvenkoskella selvästi suurempaa kuin muilla näytepisteillä. Myös kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja nitriittinitraattityppipitoisuus oli korkeimmillaan Ahvenkoskella.

Kymijoen yhteistarkkailun lisäksi tässä yhteenvedossa on raportoitu Pyhtään kirkonkylän entisen jätevedenpuhdistamoiden vesistö tarkkailu. Pääsääntöisesti veden laadussa ei ollut oleellista eroa Pyhtään kahden eri näytepisteen välillä. Hygieeniseltä laadultaan Pyhtään haaran vesi täytti kahden näyteenottokerran perusteella uimaveden laatu kriteerit selkeästi.

Loppuyhteenvedoksi on tarkasteltu vesialueen rehevyyden muutosta siirryttäessä Kymijokea alaspäin. Tulosten perusteella Kymijoki rehevöityy siirryttäessä Konnivedeltä Tammijärvelle (kuva 33). Tarkastelun kohteena olivat Kymijoen järvioltaat Konnivesi, Jaalan Pyhäjärvi ja Tammijärvi. Kaikki tulokset ovat kesäkaudelta 2007. Konniveden tulokset perustuvat kahteen näytteenottokertaan (12.6. ja 14.8.2007) ja ovat Heinolan alueen yhteistarkkailun⁷ näyteasemien 8 ja 9 keskiarvon mukaisia. Pyhäjärven aineistona on käytetty vain yhden ja Tammijärven osalta kolmen näytteenottokerran tuloksia kesä-elokuulta 2007 (tulokset liite 9.4). Verrattuna 2000-luvun alkuun Tammijärven klorofylli- ja fosforipitoisuudet ovat nousseet. Kesän 2007 klorofylli- ja fosforitulosten perusteella Konnivesi on karu, Pyhäjärvi lievästi rehevä ja Tammijärvi rehevä. Vesialueitten väliset erot näkyvät selvästi myös näkösyvyudessa; Konniveden eteläosassa näkösyvyyttä oli lähes 5 metriä, mutta Tammijärvessä vajaa puolitoista metriä. Levätuotannon voimistuessa vesi samentuu ja veden näkösyvyys pienenee. Tammijärvessä näkösyvyys on 2000-luvulla hieman pienentynyt.



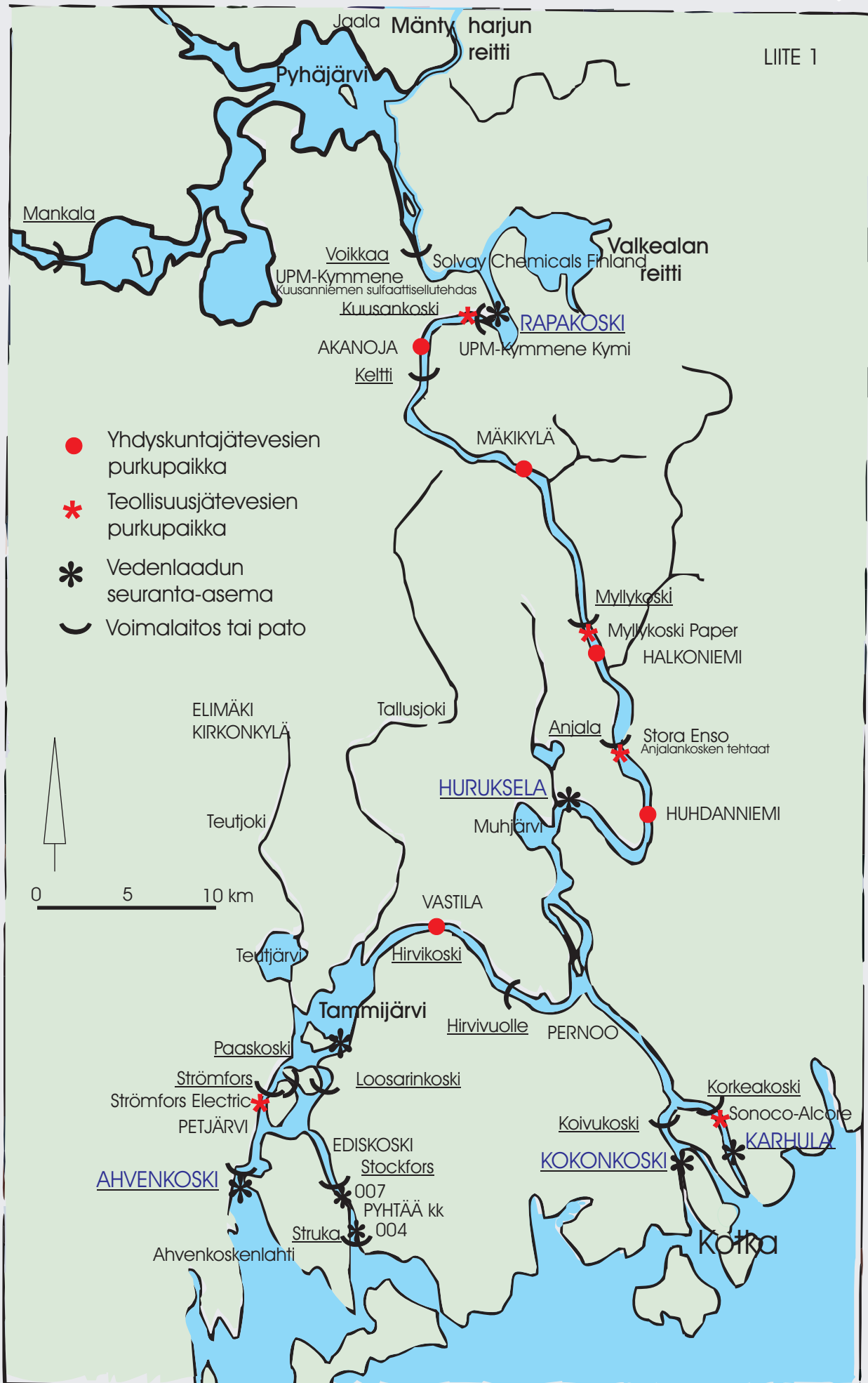
Kuva 33. Vesialueen rehevyydystason (kokonaisfosfori 1 m, klorofylli a) ja näkösyvyyden muutos siirryttäessä Kymijokea alaspäin Konnivedeltä Jaalan Pyhäjärvelle ja Kymijoen alaosan Tammijärvelle. Konniveden tulokset ovat kesä- ja elokuulta yhteistarkkailun näyteasemien 8 ja 9 tuloskeskiarvoja. Pyhäjärven tulokset ovat yhdeltä elokuun näytteenottokerralta. Tammijärven tulokset perustuvat kolmeen näytteenottokertaan kesä-elokuussa 2007. Kymijoki rehevöityy siirryttäessä Konnivedeltä Tammijärvelle. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö ja KAS.

VIITTEET

- ¹ Mattila, J. & Åkerberg, A. 2008. Pyhtää-Kotka-Hamina merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2007. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu, käsikirjoitus
- ² Suomen ympäristökeskus 2007. Vesitilannekatsaukset. Ympäristöhallinnon www-sivut, www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pintavedet > Ajankohtainen vesi- ja lumitilanne > Kuukausittaiset vesitilannekatsaukset
- ³ 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.
- ⁴ Raunio, J. & Mäntynen, J. 2008. Kymijoen ja sen edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2007. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 171/2008, 14 s + liitteet.
- ⁵ Raunio, J. 2008. The use of chironomid pupal exuvial technique (CPET) in freshwater biomonitoring: applications for boreal rivers and lakes.- Väitöskirja, Acta Universitas Ouluensis A500.
- ⁶ Hanski, A. 2007. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Kymijoen pilaantuneet sedimentit. Kunnostuksen yleissuunnitelma. Ramboll Finland Oy, 64 s.
- ⁷ Åkerberg, A. & Raunio J. 2008. Heinolan alueen vesistöjen vedenlaadun velvoitetarkkailututkimukset vuonna 2007. - Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 169/2008, 35 s + 12 s + liitteet.

LIITTEET

- 1 Kartta: Kymijoen vedenlaadun seuranta-asetat ja kuormittajat
- 2 Kymijoen alaosan velvoitetarkkailujen näytepisteet ja koordinaatit
- 3 Määritysmenetelmät
- 4 Säätiidot Valkealan Utissa 2007
- 5 Kymijoen virtaamat 2007
- 6 Kymijoen pistekuormitus 2007
- 7 Ainevirtaamien laskentamenetelmät ja Kymijoen ainevirtaama mereen vuonna 2007 eri menetelmillä laskettuna
- 8 Kymijoen jokihaarojen ainevirtaamat mereen 2007
- 9 Vedenlaatutulokset 2007



Kymijoen alaosan pistekuormittajat, vedenlaadun seuranta-asemat, voimalaitokset ja padot.

Kymijoen alaosan yhteistarkkailun näytepisteet ja koordinaatit vuonna 2007

Fysikaalis-kemiallisen seurannan asemat:	
Kymijoki Rapakoski 063	675465-348260
Kymijoki Huruksela 033:5600	672945-348745
Kymijoki Ahvenkoski 001	670931-346999
Kymijoki Kokonkoski 014	671087-349349
Kymijoki Karhula 022:5610	671067-349633

Klorofyllihavaintoasema	
Tammijärvi	671602-347554

Pyhtään kunnan kirkonkylän jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailupisteet:	
Pyhtää kk 007	670911-347491
Pyhtää Struka 004	670678-347632

Käytetyt määrittymenetelmät:
Ewica laboratoriot Oy

Määrittäminen	Yksikkö	PARNCC-koodi	Standardi
Lämpötila	°C	T_WM	
Happipitoisuus	mg/l	O2_DTB	SFS 3040
Hapen kyllästysaste	%	O2_STB	
Sameus	FNU	TBY_SNT	SFS-EN 27027
Kiintoaine	mg/l	RE_SGFC	SFS 3037
Sähkönjohtokyky	mS/m	CTY_25L	SFS-EN 27888s.
pH		PH_L25	SFS 3021
Alkaliteetti	mmol/l	ALK_NP42	k1.1b*
Väriluku	Pt mg/l	CNR_NC	EN ISO 7887
COD _{Mn}	O ₂ mg/l	CODMN_NT	SFS 3036
TOC ¹⁾	mg/l	TOC	DIN EN 1484
Kokonaistyppe	µg/l	NTOT_NA	SFS 3031 **
NO ₂ + NO ₃	µg/l	NO23_NA	SFS-EN ISO 13395 **
NH ₄	µg/l	NH4N_NS	SFS 3032
Kokonaisfosfori	µg/l	PTOT_NS	SFS 3026
Liuennot kok.fosfori	µg/l	PTOT_DS	SFS 3026
Fe	µg/l	FE_NST	SFS 3028
Mn	µg/l	MN_ASF	SFS 3033
Cl	mg/l	CL_FIC	SFS-EN ISO 10304-1
SO ₄	mg/l	SO4_FIC	SFS-EN ISO 10304-1
SiO ₂	mg/l	SIO2_NAA	k2.10**
Ca	mg/l	CA_NF	SFS 3044
Mg	mg/l	MG_NF	SFS 3018
K	mg/l	K_NF	SFS 3017
Na	mg/l	NA_NF	SFS 3017
Al	mg/l	AL_NG	SFS-EN ISO 12020
Fekaaliset streptokokit	kpl/100 ml	FS35_F2K	SFS-EN ISO 7899-2
Kokonaiskolit	kpl/100 ml	TCF-635	M 1.1.19 Colilert
Escherichia coli	kpl/100 ml	EC-636	M 1.1.19 Colilert
Klorofylli a	µg/l	CP_E	SFS 5772

* Titraus pH 4,5 ja 4,2 (Vesihallituksen ohje)

** Aquakem automaattianalysaattori

1) Määrittäksen tekijä SGS Inspection Services Oy

Säätila Valkealan Utin säähavaintoasemalla (Ilmatieteen laitos) vuonna 2007 ja kokonaissäteily Helsinki-Vantaalla touko-syyskuussa 2007

Kuukausi	Keskilämpötila, °C Valkeala, Utti		Sademäärä, mm Valkeala, Utti		Kok.säteily, MJ/m ² Helsinki-Vantaa	
	2007	1971-00	2007	1971-00	2007	1971-00
Tammi	-4	-7,4	73	49		
Helmi	-12,4	-7,8	30	38		
Maalis	2,3	-3,1	34	43		
Huhti	4,8	2,5	36	33		
Touko	10,6	9,9	59	35	558	582
Kesä	15,5	14,8	48	57	663	620
Heinä	17,3	16,9	117	70	548	601
Elo	17,5	14,9	81	83	496	446
Syys	10	9,3	133	69	248	252
Loka	5,9	4,1	43	69		
Marras	-1	-1,1	48	69		
Joulu	0,5	-5,2	71	63		
X/Σ	5,6	4	773	678	2513	2501

Lähde: Ilmatieteenlaitoksen Ilmastokatsaukset 2007

Kymijoen virtaaman kuukausikeskiarvot Kuusankoskella ja jokihaaroissa vuonna 2007

	Kuusankoski	Ahvenkoski	Koivukoski	Korkeakoski
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1/2007	433	226	129	88
2	416	195	150	83
3	410	220	116	92
4	317	176	54	91
5	278	146	51	71
6	272	141	51	65
7	256	135	42	73
8	332	171	63	90
9	351	195	73	93
10	310	169	48	90
11	284	166	40	90
12	348	200	73	92
MQ	334	178	74	85
NQ	216	113	27	48
HQ	464	268	179	95

MQ=keskivirtaama, NQ=minimivirtaama, HQ=maksimivirtaama

Kymijoen alaosan pistekuormitus vuonna 2007

2007						
Kuormittaja						
TEOLLISUUS	Jätevesi	K-aine	BOD₇	COD_{Cr}	Kok.P	Kok.N
	m³/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
UPM-Kymmene, Kymi, paperit. ja sulfaattisellut.	95 862	827	230	20 910	17,9	267
Myllykoski Paper, paperit.	22 106	486	130	4 153	9,9	96
Stora Enso, Anjalan-kosken paperi- ja kartonkitehtaat	33 354	1 398	250	8 621	12,1	422
Sonoco-Alcore, Karhulan kartonkit.	1 018	21		160		
Teollisuus yhteensä	152 340	2 732	610	33 844	40	785
YHDYSKUNNAT	Jätevesi	K-aine	BOD₇ATU	COD_{Cr}	Kok.P	Kok.N
	m³/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
Kuusankoski, Akanoja	11 800	130	130	470	3,1	250
Kouvola, Mäkikylä	20 158	313	222	1 031	15	411
Anjalankoski						
* Halkoniemi	3 740	210	130	420	4,9	110
* Huhdanniemi	4 170	190	110	300	4,1	100
Ruotsinpyhtää, Vastila	3	0,1	0,1	0,1	0,003	0,06
Yhdyskunnat yhteensä	39 871	843	592	2 221	27	871
Teollisuus + yhdyskunnat	192 211	3 575	1 202	36 065	67	1 656

Huom. lisäksi

AOX-kuormitus UPM-Kymmene, Kymiltä: 252 kg/vrk

Elohopeakuormitus Finnish Chemicals Oy:ltä: 0,2 kg/vuosi

Ainevirtaamien laskenta

Vuotuiset ainevirtaamat laskettiin samoilla kolmella menetelmällä, joita Ekholm ym. (1995) käyttivät Kymijoen ainevirtaamalaskuissa

Menetelmä 1. Vuosittainen kuormitus lasketaan näytteenottojaksojen (1 kuukausi) kuormitusten summana:

$$L = \sum_{i=1}^N c(t_i)Q[T_i]$$

L = vuosikuorma

$c(t_i)$ = ainepitoisuuden keskiarvo kuukaudessa

$Q[T_i]$ = kuukauden keskivirtaama

N = aikajaksojen lukumäärä eli 12 (kuukautta)

Menetelmä 2. Vuosittainen kuormitus lasketaan vuoden keskivirtaaman ja pitoisuusmittausten keskiarvon tulona:

$$L = \frac{Q_a}{N} \sum_{i=1}^N c(t_i)$$

Q_a = vuoden keskivirtaama

N = mittausten lukumäärä

Menetelmä 3. Vuosittainen kuormitus lasketaan vuoden keskivirtaaman ja virtaamalla painotetun keskipitoisuuden avulla:

$$L = \frac{Q_a \bar{L}}{\bar{Q}}$$

missä

$$\bar{L} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c(t_i)Q(t_i) \quad \bar{Q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q(t_i)$$

Ekholm ym. (1995) mukaan menetelmät 1 ja 3 antoivat parhaan tuloksen Kymijoen kaltaiselle isolle säännöstellylle joelle.

LIITE 7.2

Tulokset (tonnia) eri menetelmillä lasketuista Kymijoen ainevirtaamista Suomenlahteen vuonna 2007. Kolmen jokihaaran ainevirtaamiin on vielä lisätty Pyhtään haaran osuus (2 % Kymijoen kokonaisainevirtaamista vuoden 1992 tulosten perusteella).

2007	Kiintoaine t /v	COD_{Mn} t /v	Kok.N t /v	Kok.P t /v
M1	57 077	76 340	6 995	219
M2	58 574	76 386	6 993	220
M3	57 769	76 228	6 990	219

Kymijoen jokihaarojen ainevirtaamat mereen vuonna 2007

Kuukausittaiset ainevirtaamat on laskettu menetelmällä 1. Tuloksissa on mukana sekä Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n että Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) tulokset. Yhdistyksen näytteet on otettu tasaisesti kerran kuukaudessa. KAS otti näytteet Hurkselasta, Ahvenkoskesta ja Koivukoskesta kerran kuukaudessa. Korkeakosken haarasta KAS otti yhden vesinäytteet tammi-, maalisk-, touko-, elo- ja lokakuussa.

Ahvenkosken ainevirtaamat mereen vuonna 2007

	Ka	COD	kok.P	Liuk.P	Kok.N	NO23-N	NH4-N	Virtaama
	t/vrk	t/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	m3/s
1	128,9	139,6	596	146	13278	8689	508	226
2	22,7	108,7	211	118	10025	5644	371	195
3	31,4	120,7	228	86	12165	5702	637	220
4	63,1	108,7	251	68	11177	5398	160	176
5	73,8	92,7	271	50	8956	3721	158	146
6	96,2	87,7	292	43	9563	2376	104	141
7	95,6	78,1	286	52	6998	1341	146	135
8	117,5	102,7	362	66	8052	1300	325	171
9	85,9	125,5	345	76	10109	4044	185	195
10	68,6	115,4	314	95	10002	4015	277	169
11	109,7	110,4	495	115	10111	4446	280	166
12	43,2	128,7	294	104	13219	6048	501	200
ka	78,1	109,9	329	85	10305	4394	304	178

Koivukosken ainevirtaamat mereen vuonna 2007

	Ka	COD	kok.P	Liuk.P	Kok.N	NO23-N	NH4-N	Virtaama
	t/vrk	t/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	m3/s
1	65,2	73,6	256	95	6743	3790	256	129
2	62,2	85,5	220	58	7646	4018	292	150
3	50,1	68,2	155	60	6214	2957	341	116
4	16,3	32	65	16	3383	1400	70	54
5	20,9	30,8	73	18	2974	1190	108	51
6	32,4	31,7	93	22	2446	925	51	51
7	24,3	23,4	74	16	1978	562	53	42
8	44,9	36,5	117	19	2994	626	82	63
9	35,6	46,7	117	25	3248	1230	47	73
10	34,8	30,9	64	19	2716	892	77	48
11	15,4	25,1	92	26	2160	1020	86	40
12	9,8	42,9	73	35	4257	1892	265	73
ka	34,3	43,9	117	34	3897	1708	144	74

Korkeakosken ainevirtaamat mereen vuonna 2007

	Ka	COD	kok.P	Liuk.P	Kok.N	NO23-N	NH4-N	Virtaama
	t/vrk	t/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	m3/s
1	28,9	50,9	133	46	4182	2623	198	88
2	35,1	47,3	122	36	4088	2151	172	83
3	40,5	55,6	119	56	5246	2504	262	92
4	30,7	55	118	31	5504	2123	142	91
5	40,5	45,7	120	31	4110	1503	129	71
6	55,6	37,6	140	22	3426	955	90	65
7	56,8	39,1	139	32	3784	946	132	73
8	71,2	48,6	163	31	4782	933	183	90
9	45	60,3	137	32	4419	1366	72	93
10	24,1	56	109	31	4432	1633	179	90
11	62,2	66,1	311	86	5676	2566	257	90
12	18,3	54,8	95	48	5405	2146	302	92
ka	42,4	51,4	142	40	4588	1787	176	85

Kymijoki (KYMI93)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköönj mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO ₂ /l	kok.N µg/l	NO ₂₃ µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100ml	koli36 /100ml	TOC mg/l	
9.1.2007	KYMI93 / 063 Rapakoski Klo 09:00; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;	1	1,2	12,3	87	1,4	1,5	7,3	0,22	7,2	20	5,7	440	290	10	8	4	6	14	190	6,5
9.1.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:10; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;	1	1,3	12,4	88	4,5	2,8	8,2	0,25	7,2	30	6,3	570	370	26	15	6	86	490	2000	7,0
9.1.2007	KYMI93 / 001 Ahvenkoski Klo 12:55; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;	1	1,3	12,8	91	9,7	3,2	9,0	0,26	7,2	35	6,7	670	420	34	21	6	71	290	2400	7,3
9.1.2007	KYMI93 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:50; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;	1	1,4	12,5	89	4,4	3,7	8,2	0,25	7,2	30	6,3	560	320	24	15	9	72	330	1700	6,9
9.1.2007	KYMI93 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:00; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;	1	1,4	12,3	87	4,4	3,7	8,3	0,24	7,2	30	6,7	500	320	27	16	6	80	290	1500	6,9
12.2.2007	KYMI93 / 063 Rapakoski Klo 09:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;	1	0,1	11,5	79	1,5	1,3	7,1	0,22	7,0	25	6,4	580	280	<5	7	4	0	15	28	6,9
12.2.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;	1	0,2	13,2	91	1,5	1,8	8,7	0,25	7,1	25	6,5	580	280	22	12	5	98	870	2400	6,9
12.2.2007	KYMI93 / 001 Ahvenkoski Klo 13:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;	1	0,2	12,3	84	2,0	1,1	8,2	0,24	7,0	25	6,3	580	320	23	12	6	55	460	1000	6,9
12.2.2007	KYMI93 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:20; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;	1	0,2	13,6	93	3,3	3,9	8,5	0,24	7,0	25	6,5	580	310	24	17	5	70	690	1000	7,0
12.2.2007	KYMI93 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;	1	0,2	13,1	90	3,3	4,9	8,4	0,25	7,1	25	6,6	570	300	24	17	5	77	410	1600	6,8

Kymijoki (KYM193)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköönj mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO ₂ /l	kok.N µg/l	NO ₂₃ µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100ml	koli36 /100ml	TOC mg/l
15.3.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 09:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -1 C-ast;	1	0,3	10,8	74	0,5	<1	7,4	0,22	7,0	25	5,6	270	7	7	4	4	11	41	6,4
15.3.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 0 C-ast;	1	0,5	12,5	87	2,9	2,3	8,4	0,25	7,1	30	6,2	200	35	16	7	66	480	1700	6,3
15.3.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 13:20; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	0,3	10,8	74	3,6	2,0	8,7	0,26	7,0	30	6,4	320	39	14	4	46	160	820	6,5
15.3.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:25; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	0,3	11,5	79	4,1	5,4	8,6	0,25	7,1	30	6,7	300	37	19	6	76	420	2000	6,4
15.3.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:10; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	0,2	10,6	73	3,7	5,9	8,5	0,25	7,0	30	6,5	300	39	18	7	74	370	10000	6,5
11.4.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 08:35; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 0 C-ast;	1	2,2	12,1	88	2,0	2,1	7,3	0,21	7,1	25	6,2	270	<5	8	3	0	11	26	7,0
11.4.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 09:35; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 0 C-ast;	1	2,4	12,6	92	2,9	2,9	8,3	0,24	7,1	30	6,7	270	21	13	4	35	320	1100	7,5
11.4.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 14:30; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	3,1	12,2	91	5,7	3,8	8,7	0,25	7,1	35	6,9	350	9	16	4	8	13	130	7,9
11.4.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 12:10; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	2,6	12,3	90	3,5	3,5	8,4	0,25	7,2	30	6,8	310	15	13	4	25	62	410	7,4
11.4.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:50; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;	1	2,6	11,7	86	3,9	3,9	8,5	0,25	7,2	30	7,0	270	18	15	4	20	75	340	7,4

Kymijoki (KYM193)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköönj mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO ₂ /l	kok.N µg/l	NO ₂ µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100ml	koli36 /100ml	TOC mg/l	
7.5.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 09:10; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 7 C-ast;																				
1		7,4	11,5	95	3,1	3,3	7,2	0,22	7,2	30	6,1	530	230	<5	10	4	1	11	61	7,2	
7.5.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 10:30; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		7,8	11,3	95	3,6	4,0	8,9	0,26	7,3	30	6,7	620	250	26	16	5	29	150	690	7,3	
7.5.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 13:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		8,9	9,9	85	7,7	5,4	9,0	0,27	7,3	35	7,5	700	300	13	21	4	2	8	130	7,8	
7.5.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:45; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		7,9	11,6	98	4,6	4,6	8,6	0,26	7,3	30	6,9	670	250	23	16	4	22	80	580	7,2	
7.5.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:25; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		7,8	10,9	91	5,1	5,6	8,7	0,26	7,3	30	6,8	650	260	27	17	5	18	130	610	7,6	
11.6.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 08:40; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		19,1	9,3	100	3,6	5,1	7,2	0,23	7,3	30	6,3	490	140	9	11	3	3	12	180	6,6	
11.6.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 09:40; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		19,3	9,0	97	6,6	7,9	8,6	0,27	7,3	30	6,8	590	180	21	21	6	8	28	290	6,8	
11.6.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 12:40; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 15 C-ast;																				
1		19,6	8,6	94	6,3	6,3	8,8	0,29	7,3	30	6,8	590	170	10	22	3	2	0	170	6,8	
11.6.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		19,2	8,6	93	5,4	7,3	8,5	0,27	7,3	30	7,2	590	200	13	21	6	3	13	280	6,7	
11.6.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 10:35; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		19,2	8,6	93	7,3	9,9	8,5	0,27	7,3	30	6,7	610	170	16	25	4	7	7	390	6,8	

Kymijoki (KYM193)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköönj mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO2/l	kok.N µg/l	NO23 µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100ml	koli36 /100ml	TOC mg/l	
10.7.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 08:50; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																				
1		19,6	8,0	87	3,9	5,0	7,5	0,24	7,3	25	5,7	490	91	9	13	4	6	31	260	7,1	
10.7.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 09:55; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																				
1		19,9	7,9	87	5,0	7,6	8,8	0,29	7,3	25	6,5	560	130	22	21	5	15	33	980	7,2	
10.7.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 12:55; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																				
1		20,3	8,1	89	5,7	6,4	9,0	0,29	7,3	30	6,8	540	110	10	22	5	0	1	210	7,3	
10.7.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:20; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																				
1		20,2	8,3	91	5,2	6,4	9,0	0,29	7,4	30	6,4	550	150	17	20	5	4	13	870	7,2	
10.7.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 10:40; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																				
1		20,2	7,8	86	6,6	9,0	8,9	0,29	7,3	30	6,2	600	150	21	22	5	10	16	820	7,1	
15.8.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 08:40; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 19 C-ast;																				
1		21,6	8,4	95	4,0	4,7	7,2	0,23	7,3	25	5,7	500	110	29	12	2	5	50	980	6,1	
15.8.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 10:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 19 C-ast;																				
1		21,9	8,2	93	5,5	7,2	8,5	0,27	7,2	30	6,1	560	120	18	20	3	12	66	980	6,5	
15.8.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 12:55; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 22 C-ast;																				
1		22,5	8,3	96	5,5	5,9	8,6	0,29	7,2	30	6,5	480	85	28	21	4	0	2	610	7,1	
15.8.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:35; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 22 C-ast;																				
1		22,5	8,4	97	5,8	7,4	8,4	0,27	7,3	30	6,4	530	120	21	20	2	9	13	870	6,7	
15.8.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 11:10; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 22 C-ast;																				
1		22,0	8,2	94	6,4	9,0	8,4	0,28	7,2	30	6,2	540	120	22	19	4	7	15	920	6,6	

Kymijoki (KYM193)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköni mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO ₂ /l	kok.N µg/l	NO ₂₃ µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100 ml	koli36 /100ml	TOC mg/l	
11.9.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 13:40; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 15 C-ast;																				
1		14,1	9,7	94	2,3	3,1	7,3	0,24	7,3	30	6,6	370	130	<5	10	4	2	32	340	6,4	
11.9.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 13:00; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		14,2	9,7	94	3,9	4,4	8,4	0,27	7,2	30	7,2	500	170	9	15	4	22	160	1600	6,7	
11.9.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 09:45; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		13,7	9,2	88	6,4	4,3	8,7	0,29	7,2	40	7,6	530	300	8	19	4	1	9	260	6,7	
11.9.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 12:00; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		14,0	10,1	98	4,2	4,3	8,4	0,27	7,3	35	7,3	500	200	5	16	4	8	68	870	6,7	
11.9.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 12:30; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 14 C-ast;																				
1		14,0	9,6	93	4,6	5,6	8,5	0,28	7,2	35	7,5	550	170	9	17	4	8	110	870	7,4	
8.10.2007	KYM193 / 063 Rapakoski Klo 09:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		11,9	9,6	89	2,0	1,9	8,4	0,24	7,2	30	6,1	460	150	12	9	5	2	11	280	6,0	
8.10.2007	KYM193 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		12,2	9,4	87	3,0	3,6	10,1	0,28	7,2	30	7,0	600	200	22	13	4	58	550	2800	6,2	
8.10.2007	KYM193 / 001 Ahvenkoski Klo 12:50; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		11,9	9,3	86	6,6	4,4	9,3	0,28	7,2	40	7,3	630	260	24	17	5	9	41	310	6,9	
8.10.2007	KYM193 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014 Klo 11:20; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		12,1	9,3	86	3,7	3,9	9,4	0,28	7,2	35	7,0	560	190	26	14	4	28	170	1600	6,4	
8.10.2007	KYM193 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610 Klo 10:50; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;																				
1		12,1	9,6	89	4,1	3,9	8,8	0,28	7,2	30	7,2	540	200	29	15	4	30	230	980	6,5	

Kymijoki (KYMI93)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähköönj mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO2/l	kok.N µg/l	NO23 µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	liuk.P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kpl/100ml	koli36 /100ml	TOC mg/l
13.11.2007 KYMI93 / 063 Rapakoski																				
Klo 09:00; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	2,9	11,6	86	3,0	1,8	6,9	0,23	7,0	35	6,0	490	190	9	10	5	9	17	520	5,1	
13.11.2007 KYMI93 / 033560 Huruksela																				
Klo 10:00; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	3,2	11,9	89	17	5,0	8,8	0,30	7,1	60	7,9	680	290	24	31	9	79	1300	5300	3,4	
13.11.2007 KYMI93 / 001 Ahvenkoski																				
Klo 12:55; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	2,8	12,3	91	32	12	9,3	0,31	7,0	100	8,5	840	380	23	53	11	30	360	4900	4,8	
13.11.2007 KYMI93 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014																				
Klo 12:05; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	3,1	12,1	90	21	6,8	8,8	0,29	7,0	80	7,9	710	360	28	39	10	85	780	5500	3,5	
13.11.2007 KYMI93 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610																				
Klo 11:10; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	3,1	11,8	88	21	8,0	8,9	0,29	7,0	90	8,5	730	330	33	40	11	87	630	4900	4,0	
4.12.2007 KYMI93 / 063 Rapakoski																				
Klo 08:50; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. -1 C-ast;																				
1	0,2	12,4	85	1,4	<1	7,2	0,23	7,0	30	6,1	560	260	<5	6	4	6	10	50	7,1	
4.12.2007 KYMI93 / 033560 Huruksela																				
Klo 14:30; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;																				
1	0,3	12,4	85	1,5	1,4	8,5	0,28	7,0	30	6,5	670	290	26	10	6	72	690	2400	8,3	
4.12.2007 KYMI93 / 001 Ahvenkoski																				
Klo 10:30; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 0 C-ast;																				
1	0,2	12,7	87	5,8	2,3	8,7	0,29	7,0	40	7,4	760	350	27	15	6	48	330	1400	8,9	
4.12.2007 KYMI93 / 014 Kymijoki Kokonkoski 014																				
Klo 11:35; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;																				
1	0,2	13,5	93	2,0	1,5	8,5	0,28	7,0	35	6,7	660	300	35	10	6	65	310	9200	8,5	
4.12.2007 KYMI93 / 022561 Kymijoki Karhula 022:5610																				
Klo 11:55; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;																				
1	0,3	13,3	92	3,2	2,3	8,6	0,28	7,0	35	6,9	680	270	38	12	6	70	390	11000	8,0	

Kymijoki (KYMI93)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	Al µg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	SiO2 mg/l	Fe spek µg/l	Mn µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
9.1.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:10; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. 4 C-ast;										
	1	49	3,7	6,9	3,1	300	41	5,4	1,3	2,8	1,2
12.2.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. -6 C-ast;										
	1	100	5,0	12	2,7	130	26	5,0	1,5	6,5	1,6
15.3.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 0 C-ast;										
	1	100	5,4	8,5	2,7	200	37	4,8	1,7	6,5	1,5
11.4.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 09:35; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 0 C-ast;										
	1	130	5,1	9,2	2,8	200	38	5,6	1,5	6,2	1,5
7.5.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:30; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;										
	1	210	5,0	13	2,7	240	34	5,4	1,4	7,2	1,6
11.6.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 09:40; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 14 C-ast;										
	1	110	5,5	11	1,9	320	58	4,7	1,5	5,6	1,5
10.7.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 09:55; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;										
	1	120	6,0	12	1,6	290	66	6,5	1,5	7,2	1,5
15.8.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:00; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 19 C-ast;										
	1	130	6,1	11	1,6	290	62	5,4	1,6	6,9	1,5
11.9.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 13:00; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 14 C-ast;										
	1	130	5,7	11	1,9	210	39	5,6	1,6	6,2	1,5
8.10.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:15; Näytt.ottaja al; Ilm.lt. 10 C-ast;										
	1	130	5,3	9,6	2,5	210	36	5,6	1,5	6,7	1,6
13.11.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 10:00; Näytt.ottaja JMä; Ilm.lt. -1 C-ast;										
	1	390	5,5	11	3,6	970	94	6,0	1,8	6,8	1,7
4.12.2007	KYMI93 / 033560 Huruksela Klo 14:30; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;										
	1	100	5,2	11	3,1	130	27	5,7	1,6	6,7	1,5

KYMIJOEN VESI JA YMPÄRISTÖ RY
Tutkimustuloksia

Pyhtään jvp:n purkuvesistö, Kymijoki (PYHTKK)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Happi mg/l	Happi %	Sameus FTU	K-aine mg/l	Sähkönj mS/m	pH	Väri mgPt/l	COD Mn mgO2/l	kok.N µg/l	NO23 µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Fek.str /100ml	E.coli kp/100 ml	koli36 /100ml	
11.4.2007	PYHTKK / 007 Kymijoki Pyhtää kk 007 Klo 13:10; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;																		
1	3,0	12,3	91	9,6	7,6	8,8	7,0	35	7,5	720	350	9	23	9	9	10	490		
11.4.2007	PYHTKK / 004 Kymij Pyhtää Struka 004 Klo 13:40; Näytt.ottaja AL; Ilm.lt. 1 C-ast;																		
1	3,0	12,4	92	6,1	3,7	8,8	7,1	35	7,3	670	350	8	17	5	7	15	290		
10.7.2007	PYHTKK / 007 Kymijoki Pyhtää kk 007 Klo 11:50; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																		
1	20,2	7,9	87	5,4	6,2	8,9	7,1	30	6,4	530	120	14	21	4	13	4	240		
10.7.2007	PYHTKK / 004 Kymij Pyhtää Struka 004 Klo 12:15; Näytt.ottaja JMä,HH; Ilm.lt. 18 C-ast;																		
1	20,2	7,7	85	6,1	6,6	9,0	7,1	30	7,1	500	120	15	25	4	13	16	440		

KYMIJOEN VESI JA YMPÄRISTÖ RY
Tutkimustuloksia

Tammijärven klorofyllitutkimus (KLTAMM)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	It oC	Kok.P µg/l	Klorof. µg/l
27.6.2007	KLTAMM / 1 Tammijärvi 1		Kok.syv. 3,5 m; Näk.syv. 1,2 m; Klo 12:20; Näytt.ottaja jmä al; levä 1; Ilm.lt. 14 C-ast; Pilv. 8 /8; Tuulnop. 1 m/s; Tuulsuunt. NE;	
	1	17,1	25	
	0-2			19
10.7.2007	KLTAMM / 1 Tammijärvi 1		Kok.syv. 3,5 m; Näk.syv. 1,3 m; Klo 13:40; Näytt.ottaja JMä,HH; levä 1; Ilm.lt. 18 C-ast; Pilv. 6 /8; Tuulnop. 2 m/s; Tuulsuunt. W;	
	1	20,7	24	
	0-2			19
16.8.2007	KLTAMM / 1 Tammijärvi 1		Kok.syv. 3,5 m; Näk.syv. 1,6 m; Klo 10:50; Näytt.ottaja al; levä 1; Ilm.lt. 22 C-ast; Pilv. 2 /8; Tuulnop. 3 m/s; Tuulsuunt. SE;	
	1	23,2	20	
	0-2			15

1 JOHDANTO

Kymijoen velvoitetarkkailua uudistettiin vuonna 2006. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n laatimat tarkkailuohjelmat hyväksyi Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (Dnro 0498Y0085-103). Vesistötarkkailun osalta täydennyksiä ja muutoksia tehtiin etenkin biologiseen tarkkailuun. Pohjaeläimet ja perifyton eli päällyksyvät ovat muodostaneet Kymijoen alaosan biologisen tarkkailun rungon. Perifyton tutkimuksissa menetelmänä on vuodesta 1993 käytetty ns. keinoalustamenetelmää (mm. Mäkelä ym. 1992). Rehevöitymistarkkailua päätettiin tehostaa piileviin perustuvan menetelmän avulla, koska piilevät on todettu useissa tutkimuksissa herkiksi veden laadun indikaattoreiksi ja nopean elinkiertonsa vuoksi ne reagoivat nopeasti muuttuviin olosuhteisiin (mm. Whitton ym. 1991, Prygiel & Coste 1993, Whitton & Rott 1996, Prygiel ym. 1999, Eloranta 1995, Eloranta & Andersson 1998, Eloranta 1999, Eloranta & Soininen 2002). Perinteistä keinoalustamenetelmää ei poistettu ohjelmasta, mutta levyjen inkubointijaksojen lukumäärää vähennettiin entisestä kolmesta yhteen. Tämä osio käsittelee Kymijoen rehevöitymistarkkailun tuloksia vuodelta 2007, mutta tuloksia vertaillaan myös kesäaikaisiin päällyksyveden vesianalyysituloksiin.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Piilevänäytteitä haettiin 11 näytepisteeltä heinäkuun 2007 aikana (kuva 1). Näytepisteet olivat samat, joissa keinoalustoja inkuboitiin. Näytteenotossa ja näytteiden käsittelyssä noudatettiin menetelmästandardin (SFS-EN 13946:2003) ohjeita. Näytteet otettiin rantakiviltä harjaamalla niiden näkyvillä olleet pinnat hammasharjalla. Kultakin pisteeltä kerättiin ja harjattiin vähintään viisi kiveä. Kivet harjattiin muovivadissa, johon oli otettu jokivettä. Kivien pinnoilta irronnut aines sekoitettiin veteen ja siitä kaadettiin näytteet tuikepuloihin. Näytteet puhdistettiin laboratorioissa muusta orgaanisesta aineksestä happokäsittelyn ja sentrifugoinnin avulla. Esikäsitteilyä suoritti KCL Kymen Laboratorio Oy. Esikäsitellyistä näytteistä tehtiin petaushartsin avulla kestopreparaatteja. Piilevien määrityksessä käytettiin apuna Krammerin ja Lange-Bertalotin (1986-1991) määritysoppaita. Kustakin näytteestä määritettiin vähintään 200:n piilevävalvan satunnaisotos.

Näytepisteiden vedenlaadun arvioinnissa hyödynnettiin IPS ja TDI indeksejä (Coste & Ayphassorho 1991, Kelly & Whitton 1995). IPS-indeksi ilmentää lähinnä orgaanista kuormitusta ja TDI rehevyystasoa. Näiden indeksien on todettu soveltuvan hyvin jokien seurantoihin niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa tehdyissä tutkimuksissa (mm. Kelly ym. 1995, Eloranta & Anderson 1998). Vedenlaadun arvioinnissa hyödynnettiin Elorannan ja Soinisen (2002) ehdottamia indeksikohtaisia raja-arvoja. Vertailtavuuden parantamiseksi indeksiarvoista käytettiin välille 0-20 skaalattuja tuloksia. Piileväindeksien ohella näytepisteiden tilanarvioinnissa hyödynnettiin lajien ekologisia jakaumia (Van Dam ym. 1994). Näiden jakaumien eli ns. spektrien avulla voidaan tutkia mm. saprobiaa,

ravinteisuutta ja happipitoisuutta ilmentävien lajien suhteellisia runsauksia eri näytepisteillä. Indeksiarvot ja ekologiset jakaumat laskettiin Omnidia-ohjelman avulla (Lecointe ym. 1993).

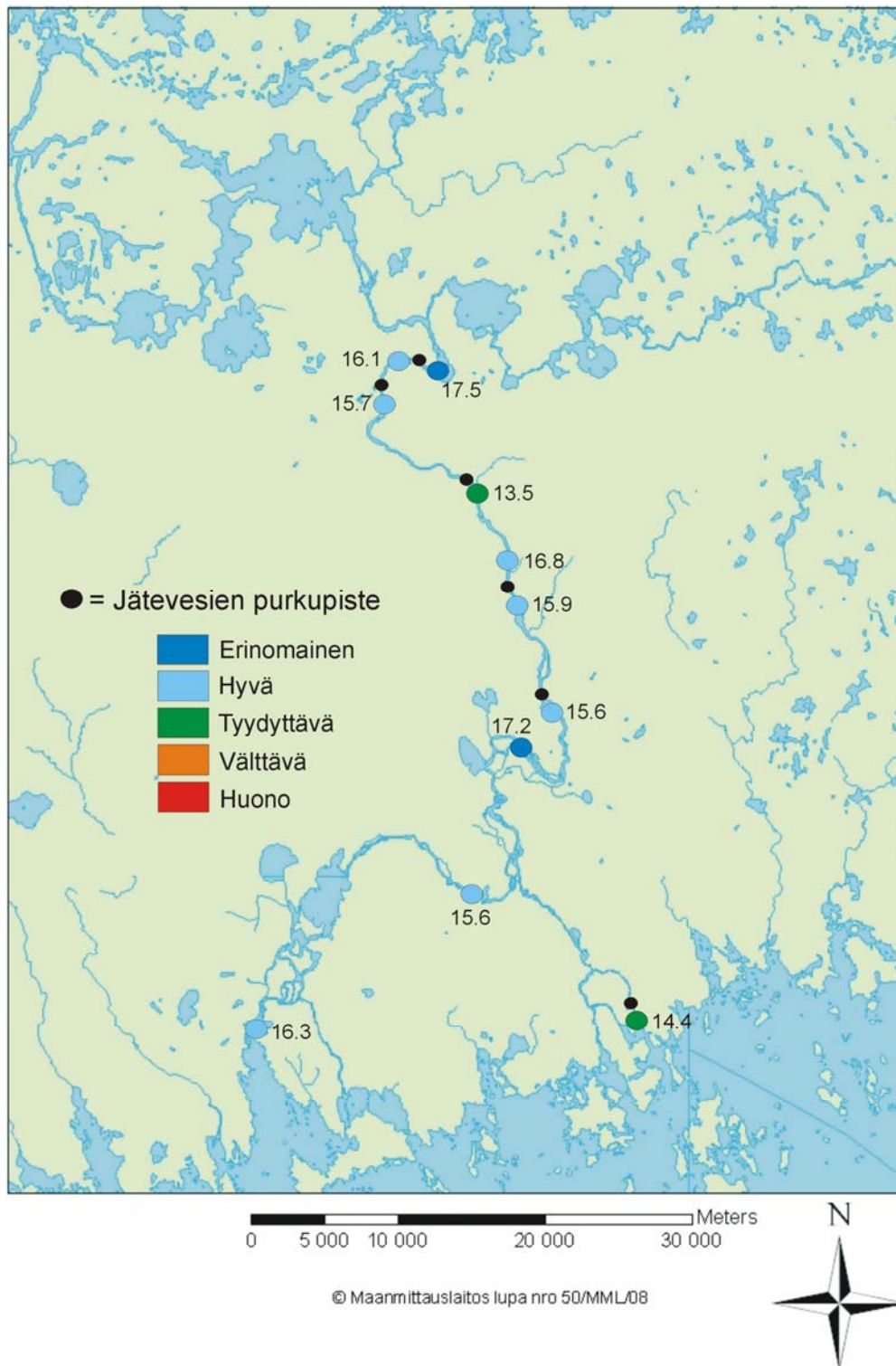
Piileväanalyysien tuloksia verrattiin perifytonlevyjen avulla saatuihin tuloksiin (Mäkelä ym. 1992). Perifytonlevyjä inkuboitiin viidellä näytepisteellä kahden viikon ajan 0.5 m:n syvyydellä. Näytepisteet ovat vanhan tarkkailuohjelman mukaisia intensiivipisteitä. Kullakin näytepisteellä oli yksi teline, johon oli kiinnitettynä kolme levyä. Näytepisteiden vedenlaadun tarkastelua varten kunkin näytepisteeseen havaintojen keskiarvoja verrattiin Voikkaan (Rapakoski) vertailualueen pitkän aikavälin (1993-2005) tulosten keskiarvoon (2.636 mg m^{-2}). Viitteellinen tila-arvio saatiin jakamalla vertailuarvo vuoden 2007 havaituilla arvoilla. Näin saadut viitteelliset veden laadun arvot jaettiin viiteen laatuluokkaan: erinomainen = 1-0.8, hyvä = 0.8-0.6, tyydyttävä = 0-6-0.4, välttävä = 0.4-0.2 ja huono = 0.2-0. Näytepisteiden välisiä eroja klorofylli-a -pitoisuuksissa tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA) ja mahdollisia ajallisia muutoksia kunkin näytepisteeseen tuloksissa (1993-2007) regressioanalyysillä.

3 TULOKSET

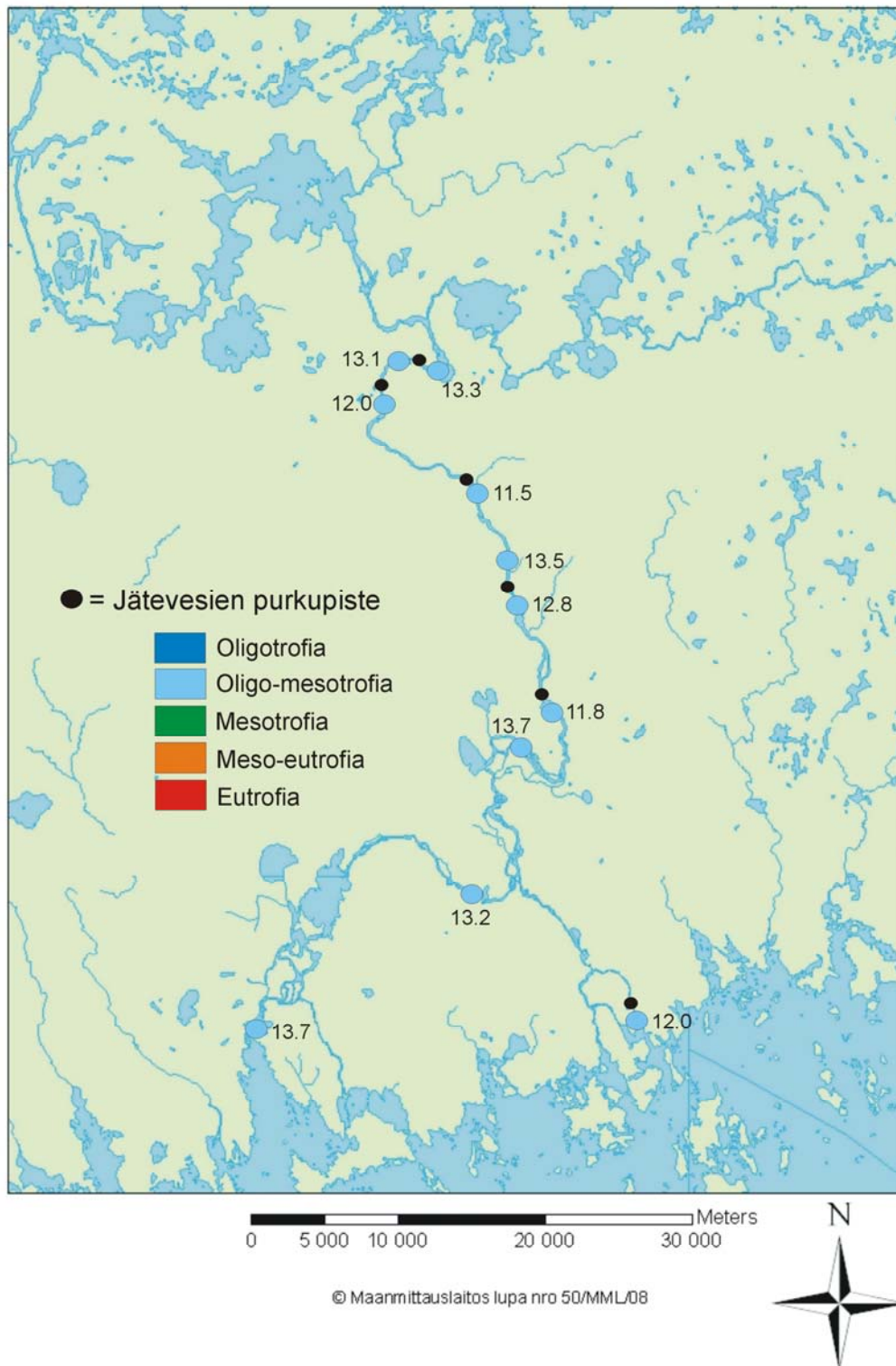
Vesianalyysien perusteella Kymijoen alaosan päällysveden ravinnepitoisuuksissa oli heinäkuussa 2007 jonkin verran alueellisia eroja (taulukko 1). IPS-piileväindeksin perusteella Kymijoen alaosan vedenlaatu vaihteli erinomaisesta (Voikkaa ja Huruksela) tyydyttävään (Kouvolan Mäkikylä ja Karhula) (kuva 1). Lopuilla kuudella näytepisteellä vedenlaatu oli IPS-indeksin perusteella hyvää. Rehevyytensä kuvaavan TDI-indeksin perusteella kaikkien 11 näytepisteeseen vedenlaatu oli luokiteltavissa oligo-mesotrofiseksi (kuva 2). Kummankin piileväindeksin arvot olivat matalimmat Kouvolan ja Karhulan näytepisteillä. Sen sijaan parhaimman vedenlaadun näytepisteillä oli indeksien välillä eroja.

Taulukko 1. Päällysveden ravinnepitoisuudet (kokonaisfosfori ja -typpi), kemiallinen hapenkulutus (COD) ja sameus Kymijoen alaosan neljällä vedenlaatusiteellä heinäkuussa 2007.

Näytepiste	Kok. P $\mu\text{g l}^{-1}$	Kok. N $\mu\text{g l}^{-1}$	COD _{Mn} $\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$	Sameus FTU
Voikkaa	13	490	5.7	3.9
Huruksela	21	560	6.5	5.0
Karhula	22	600	6.2	6.6
Ahvenkoski	22	540	6.8	5.7

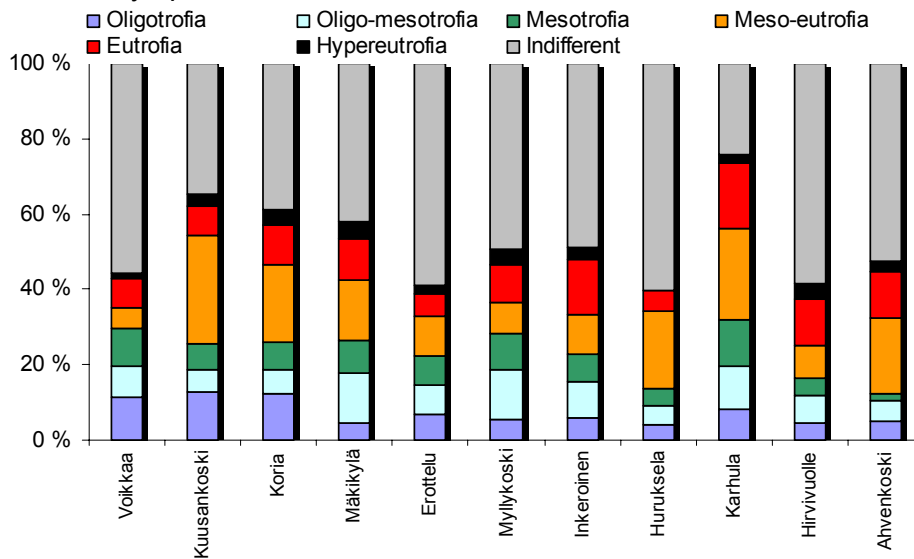


Kuva 1. Kymijoen alueen perifytontarkkailun näytenpisteiden vedenlaatu IPS-indeksin perusteella arvioituna. Indeksien raja-arvot ovat: huono = < 9, välttävä = 9-12, tyydyttävä = 12-15, hyvä = 15-17, erinomainen = > 17 (Eloranta & Soininen 2002). Vedenlaatu oli parasta Voikkaan ja Hurukselan näytenpisteillä ja heikointa Kouvolan jätevedenpuhdistamon alapuolella sekä Karhulassa.

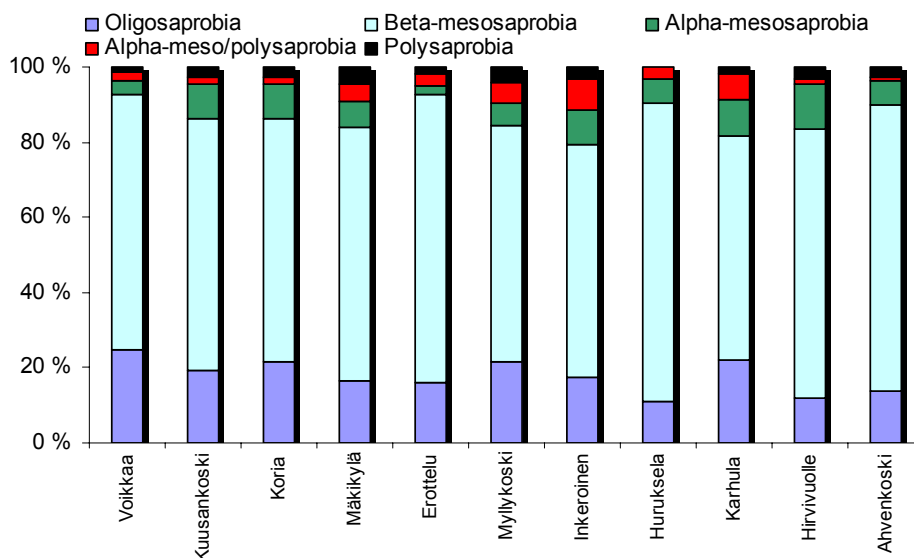


Kuva 2. Kymijoen alaosan perifytontarkkailun näytepisteiden vedenlaatu TDI-indeksin perusteella arvioituna. Indeksien raja-arvot ovat: oligotrofia = > 14, oligo-mesotrofia = 11-14, mesotrofia = 8-11, meso-eutrofia = 5-8, eutrofia = < 5 (Eloranta & Soininen 2002). Vedenlaatu oli karuinta Hurukselan ja Ahvenkosken näytepisteillä ja rehevintä Kouvolan jätevedenpuhdistamon alapuolella sekä Karhulassa.

Piilevyyhteisöjen ekologisten jakaumien perusteella näytepisteiden väliset erot olivat niin ikään melko pieniä, mutta joitakin erojakin oli havaittavissa. Trofiatasoon perustuvan luokituksen perusteella rehevyyttä ilmentävät ryhmät (meso-eutrofia - hypereutrofia) olivat runsaimmillaan kuormituspisteiden alapuolisilla näytepisteillä, kuten Kuusankoskella ja Karhulassa (kuva 3). Orgaanisen kuormituksen sietokykyyn perustuvan luokituksen perusteella erot näytepisteiden välillä olivat vieläkin pienemmät (kuva 4). Tämän luokituksen perusteella kaikkien näytepisteiden piilevyyhteisöissä vallitsivat hyvää tai erinomaista vedenlaatua ilmentävät lajit (kuva 4). Kuormitusta ilmentävien alpha-meso ja polysaprobian ilmentäjälajit olivat runsaimmillaan Mäkikylän, Myllykosken, Inkeröisten ja Karhulan näytepisteillä.



Kuva 3. Kymijoen alaosan näytepisteiden piilevyyhteisöjen jakautuminen eri ekologisiin luokkiin ravinnekuormituksen sietokyvyn suhteen. Rehevyyttä ilmentävät ryhmät (meso-eutrofia - hypereutrofia) olivat runsaimmillaan kuormituspisteiden alapuolisilla näytepisteillä.



Kuva 4. Kymijoen alaosan näytepisteiden piilevyyhteisöjen jakautuminen eri ekologisiin luokkiin orgaanisen kuormituksen sietokyvyn suhteen. Kaikkien näytepisteiden piilevyyhteisöissä vallitsivat hyvää tai erinomaista vedenlaatua (oligo- ja beta-mesosaprobia) ilmentävät lajit.

Perifytonlevyjen tuottamat tulokset (klorofylli-a mg m⁻²) erosivat piileväanalyysien tuottamasta tila-arviosta (kuva 5), sillä erot näytepisteiden levämäärissä olivat moninkertaiset. Suurimmat levämäärät havaittiin Erottelun näytepisteeltä (keskimäärin 12.4 mg m⁻²). Vastaavasti pienimmät levämäärät mitattiin Voikkaan vertailupisteen levyistä (keskimäärin 2.2 mg m⁻²). Voikkaan vertailualueen tuloksien pitkän aikavälin keskiarvo oli 2.6 mg m⁻², eli hieman korkeampi kuin vuoden 2007 tulosten keskiarvo. Voikkaan vertailupisteen arvo oli lähellä Kymijoen yläosan vertailupisteiden tulosten keskiarvoa (1.9 mg m⁻²) (Åkerberg & Raunio 2008). Keinoalustojen perifytonmäärien perusteella arvioituna Voikkaan vertailupisteen vedenlaatu oli luokiteltavissa erinomaiseksi ja loppujen neljän näytepisteen välttäväksi. Kymijoen alaosan viideltä näytepisteeltä mitattujen perifytonlevyjen levämäärissä näytti tilastollisen tarkastelun perusteella olevan alueellisia eroja ANOVA: F = 11.9, p = 0.001**. Parittaisissa vertailuissa erot Voikkaan vertailupisteen ja kuormitettujen näytepisteiden erot osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi (taulukko 2). Keinoalustamenetelmän perusteella neljän alimman näytepisteen (jokijakso Erottelusta Ahvenkoskenlahdelle) perifytonmäärien tuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

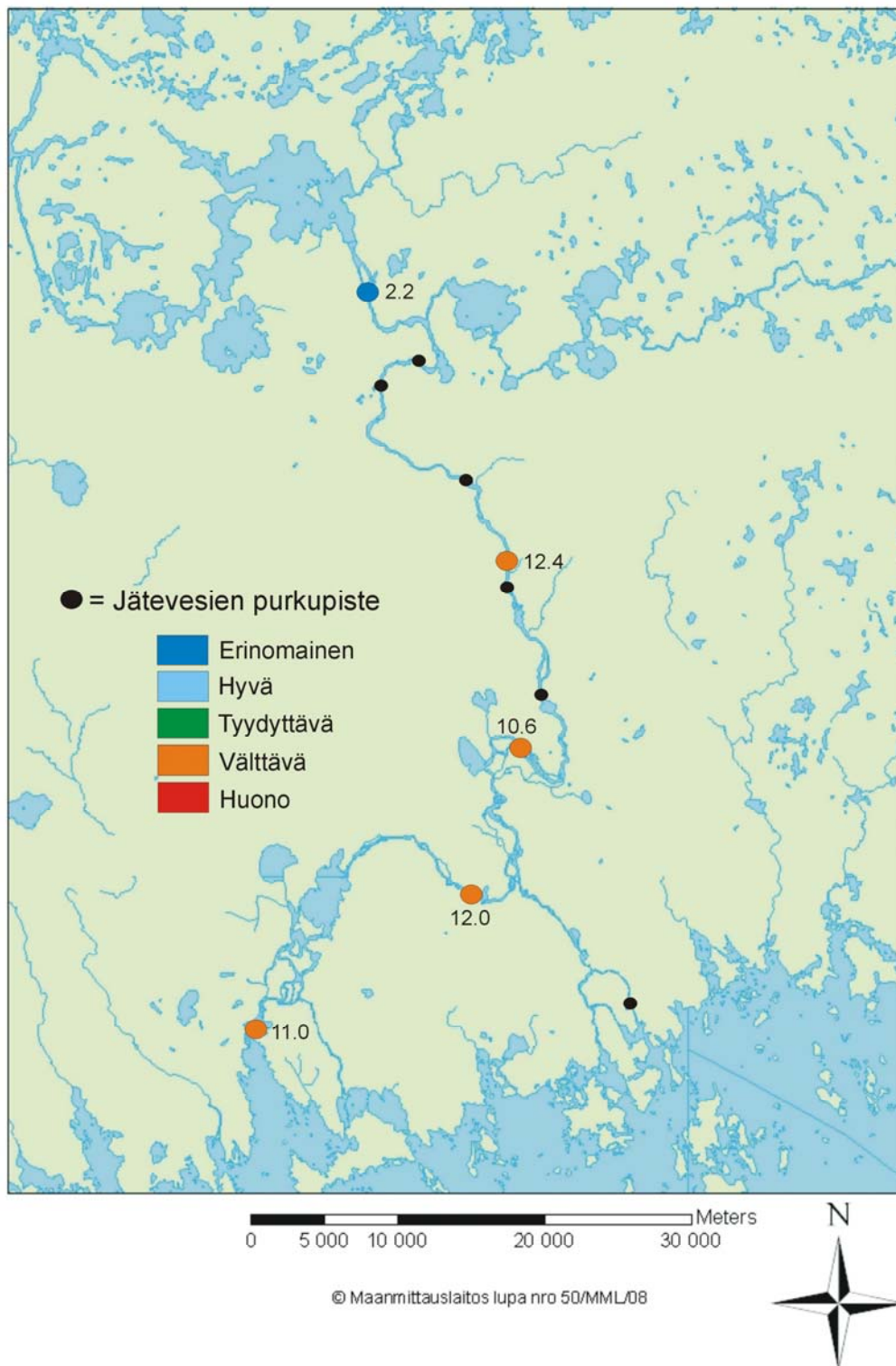
Taulukko 2. Perifytonlevyiltä vuonna 2007 mitattujen levämäärien (Chl. a mg m⁻²) tilastolliset erot parittaisissa vertailuissa. Kuormitetut näytepisteet erosivat tilastollisesti merkitsevästi Voikkaan vertailupisteen tuloksista.

Näytepiste	Voikkaa	Erottelu	Huruksela	Hirvivuolle	Ahvenkoski
Voikkaa	1				
Erottelu	0.001**	1			
Huruksela	0.003**	0.992	1		
Hirvivuolle	0.002**	0.996	1	1	
Ahvenkoski	0.002**	0.999	1	1	1

Keinoalustamenetelmällä tuotetun aikasarjan (1993-2007) perusteella ainoastaan Hurukselan näytepisteen levämäärissä on tapahtunut tilastollisesti merkitsevä muutos (taulukko 3). Tosin myös Erottelun näytepisteen pitkän aikavälin trendi oli lähellä tilastollisesti merkitsevän tuloksen raja-arvoa (p = 0.08, taulukko 3). Kummankin näytepisteen osalta pitkän aikavälin trendi oli positiivinen, mikä viittasi rehevöitymiseen näillä näytepisteillä.

Taulukko 3. Kymijoen alaosan viiden näytepisteen vedenlaadun pitkän aikavälin (1993-2007) kehitys keinoalustamenetelmän tuloksien perusteella arvioituna. F = regressioanalyysin testisuure, p = merkitsevyystaso ja R² = korrelaatiokertoimen arvo. Hurukselan (ks. myös Erottelu) näytepisteellä oli havaittavissa tilastollisesti merkitsevä muutos klorofylli a-tuloksissa.

Näytepiste	F	p	R ²
Voikkaa	1.27	0.28	0.09
Erottelu	3.52	0.08(*)	0.23
Huruksela	12.36	0.004**	0.51
Hirvivuolle	1.49	0.24	0.11
Ahvenkoski	0.01	0.92	0.001



Kuva 5. Kymijoen alaosan perifytontarkkailun näytepisteiden vedenlaatu keinoalustamenetelmän perusteella arvioituna. Voikkaan vertailupiste arvioitiin vedenlaadultaan erinomaiseksi ja jokijakso Erottelusta Ahvenkoskelle välttäväksi.

4 TULOSTEN TARKASTELU

Kymijoen alaosan piilevätutkimuksien perusteella joen vedenlaadussa oli kesällä 2007 havaittavissa muutos erinomaisesta (Voikkaa) tilasta tyydyttävään (Kouvolan Mäkikylä ja Karhula). Sen sijaan rehevyyttä ilmentävän TDI-indeksin perusteella kaikki näytepisteet oli luokiteltavissa melko karun eli oligo-mesotrofisen veden laatuluokkaan. Yllättävää tuloksissa oli Kymijoen länsihaaran näytepisteiden korkeat indeksiarvot, joiden perusteella vedenlaatu oli länsihaarassa parempaa kuin esimerkiksi joen itähaaran alaosalla. IPS-indeksin suhteen on huomioitava, että kyseinen indeksi ilmentää erityisesti orgaanista kuormitusta eikä se välttämättä reagoi herkästi hajakuormituksen aiheuttamiin ravinnetason muutoksiin. Hajakuormitus on merkittävä kuormituspaine etenkin joen länsihaaralla. Ottaen huomioon Ahvenkosken noin kaksinkertaiset kokonaisfosforipitoisuudet Rapakosken vertailupisteeseen nähden, olisi ainakin ravinteisuutta kuvaavan TDI-indeksin voinut olettaa ilmentävän rehevyydystason muutoksia. Indekseihin liittyen on kuitenkin huomioitava, että ne perustuvat ns. painotetun keskiarvon menetelmään, joka heijastaa muutoksia vain yhdellä gradientilla (esim. IPS-indeksi orgaanista kuormitusta) ja merkittävätkin yhteisötasolla tapahtuvat muutokset eivät välttämättä heijastu indeksiarvoihin.

Piilevälajien ekologisten jakaumien perusteella näytepisteiden väliset erot olivat indekseistä poiketen parhaiten havaittavissa rehevyyttä kuvaavan jakauman avulla. Vastaavasti orgaanista kuormitusta kuvaavan jakauman perusteella kaikkien näytepisteiden lajisto koostui valtaosin oligo- ja beta-mesosaprobian lajeista. Tulokset kertovat osaltaan siitä, että indeksit tai ekologiset jakaumat tuottavat tietoa Kymijoen vedenlaadusta, mutta ne reagoivat hieman erilailla ja erilaisiin vedenlaadun muutoksiin. Herkin ja luotettavin vesistön tilan mittari saattaa vaihdella maantieteellisesti ja vesistöstä toiseen, riippuen mm. kunkin näytepisteiden lajistosta ja siitä, onko kyseiset lajit sisällytetty indekseihin. Esimerkiksi rehevyyttä kuvaavan ekologisen jakauman suhteen monilla näytepisteillä luokittelemattomat tai indifferentit lajit (lajit joiden runsauteen tarkasteltava muuttuja ei vaikuta) muodostivat melko suuren osan koko aineistosta. Näin ollen tuloksiin liittyy huomattavaa epävarmuutta. Kymijoen piileväaineistossa tuloksien epävarmuutta lisäsi myös ns. jokapaikan lajin *Achnanthes minutissima*'n yleisyys monissa näytteissä. Laji esiintyy hyvin monenlaisissa vesistöissä ja sen tiheydet ovat näytteissä usein suuria. Lajille on piileväindekseissä yleensä annettu varsin hyvän vedenlaadun ilmentäjän painoarvo, joka saattaa vääristää tuloksia liian positiiviseen suuntaan. Toisin sanoen näytepisteiden vedenlaatu saatetaan arvioida todellisuutta paremmaksi.

Lopuksi piilevämenetelmään ja indekseihin liittyen on vielä huomioitava, että standardin mukainen yksi kokoomanäyte ei kerro lajiston ja rinnakkaisnäytteiden luontaisesta vaihtelusta. Lajistossa ja rinnakkaisnäytteiden indeksiarvoissa on todellisuudessa vaihtelua ja tuloksiin tuleekin suhtautua arviona, jonka luottamusväliä ei käytettävissä olevan aineiston perusteella pystytä arvioimaan. Näin ollen esim. seuraavan vuoden tai eri aikaan samana vuonna otettu toinen kokoomanäyte voi ja todennäköisesti tuottaakin

näytepisteiden vedenlaadusta erilaisen kuvan vaikka todellisuudessa vedenlaatu olisikin ollut saman kaltainen. Piilevämääritykseen liittyen tehtyjen interkalibrointitutkimusten perusteella samasta näytteestäkin tehtyjen, eri määrittäjien tekemien analyysien väliset erot voivat olla suuria, joka osaltaan vaikuttaa havaittuihin tuloksiin (Kahlert ym., julkaisematon käsikirjoitus).

Peirfytonlevyjen perusteella arvioituna Kymijoen alaosan näytepisteiden väliset erot olivat huomattavasti suuremmat kuin piilevämenetelmällä arvioituna. Menetelmien tuottamien tuloksien vertailua hankaloittaa piileväindeksejä vastaavien luokkarajojen puuttuminen keinoalustamenetelmässä. Tässä työssä vertailuarvona käytettiin Voikkaan vertailupisteen pitkän aikavälin keskiarvoa (2.6 mg m^{-2}), joka oli lähellä myös Kymijoen vedenlaadultaan erinomaiseksi luokitellun yläosan (Ruotsalainen) vertailupisteiden tuloksien keskiarvoa (1.9 mg m^{-2}) (Raunio 2008). Vuonna 2007 Voikkaan näytepisteen tuloksien keskiarvo oli 2.2 mg m^{-2} , joten tulosten voidaan arvioida ilmentävän erinomaista vedenlaatua. Vertailuarvoihin nähden Kymijoen alaosan kuormitettujen näytepisteiden levämäärät olivat moninkertaiset. Viitteellisen luokituksen perusteella kuormitetut näytepisteet (Erottelu-Ahvenkoski) olivat vedenlaadultaan vain välttävässä tilassa. Vesianalyysituloksiin sekä biologisiin aineistoihin nähden keinoalustamenetelmä näyttäisi tuottavan varsin erilaisen kuvan kuormitettujen alueiden vedenlaadusta. Todennäköistä on, että menetelmä aliarvioi Kymijoen alaosan vedenlaatua kuormitetuilla pisteillä. Tulosten perusteella näyttäisikin, että perifytonlevyjen levämäärät saattavat kasvaa melko nopeasti suhteessa ravinnepitoisuuksien nousuun. Kymijoella suurimmat levämäärät mitattiin vuonna 2007 Erottelen näytepisteeltä, joka ei vedenlaadultaan eroa kovinkaan paljoa Voikkaan vertailupisteestä, mutta levämäärät olivat yli viisinkertaiset. Näin ollen kummankin menetelmän tuottamiin tuloksiin liittyy epävarmuutta, mutta piilevämenetelmään nähden keinoalustamenetelmä näyttäisi olevan epäluotettavampi menetelmä vähäisten vedenlaadun erojen havaitsemiseksi (Raunio & Soinen 2007).

Keinoalustamenetelmällä tuotetun aikasarjan perusteella Kymijoen alaosan viidestä näytepisteestä vain kahdella (Erottelu ja Huruksela) on tapahtunut tilastollisesti merkitseviä tai lähes merkitseviä muutoksia vuosien 1993-2007 aikana. Kummallakin pisteellä perifytonlevyiltä mitatut levämäärät ovat kasvaneet kuluneella ajanjaksolla, viitaten joen keskiosan lievään rehevöitymiseen. Sen sijaan joen länsihaaran alaosan aineistossa ei ollut havaittavissa lainkaan muutoksia levämäärissä eikä Voikkaan Rapakosken ja länsihaaran Hirvivuolteen aineistossa ollut myöskään selviä trendejä havaittavissa.

VIITTEET

Coste, M. & Ayphassorho, H. 1991. Etude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques). Rapport Cemagref. Bordeaux – Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 227 s.

- Eloranta, P. 1995. Type and quality of river waters in central Finland described using diatom indices. In: Marino, D. & Montresor, M. (eds.), Proceedings of the 13th International Diatom Symposium, 1994. Biopress, Bristol: 271-280.
- Eloranta, P. 1999. Applications of diatom indices in Finnish rivers. In: Prygiel, J., Whitton, B. A. & Bukowska, J. (eds.), Use of algae in monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai: 138-144.
- Eloranta, P. & Anderson, K. 1998: Diatom indices in water quality monitoring of some South-Finnish rivers. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1213-1215.
- Eloranta, P. & Soininen, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. J. Appl. Phycol. 14: 1-7.
- Kelly, M. G., & Whitton, B. A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. Appl. Phycol. 7: 433-444.
- Kelly, M. G., Penny, C. J. & Whitton, B. A. 1995. Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. Hydrobiologia 302: 179-188.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, K. 1986-1991. Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (1-4). Fischer, Stuttgart, Germany.
- Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "Omnidia": Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia 269/270: 509-513.
- Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallitus, sarja B 10, 86 s.
- Prygiel, J. & Coste, M. 1993. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. Hydrobiologia 269/270: 343-349.
- Prygiel, J., Whitton, B. A. & Bukowska, J. (eds.) 1999. Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 238 s.
- Åkerberg, A. & Raunio, J. 2008. Heinolan alueen vesistöjen vedenlaadun velvoitetarkkailututkimukset. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 169/2008.
- Raunio, J. & Soininen, J. 2007. A practical and sensitive approach on large river periphyton monitoring: comparative performance of methods and taxonomic levels. Boreal Environment Research 12: 55-65.
- SFS-EN 13946:2003. Water quality. Guidance standard for the routine sampling and pre-treatment of benthic diatoms from rivers. 13 s.
- Van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 117-133.
- Whitton, B. A. & Rott, E. (eds.) 1996. Use of algae for monitoring rivers II. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, 124 s.
- Whitton, B. A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds.) 1991: Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, 193 s.