

250

Heidi Vuoristo, Pirkko Kauppila, Antti Räike, Petri Ekholm,  
Seppo Rekolainen, Jorma Niemi, Mikko Kiirikki ja Heikki Pitkänen

**Vesien tila 1990-2000.  
Vesiensuojelun tavoiteohjelman  
väliarviointi**

Julkaisu on saatavana myös Internetistä  
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symon250/symon250.htm>

ISBN 952-11-1131-3 (nid)  
ISBN 952-11-1132-1 (pdf)  
ISSN 1455-0792

Taitto: Ritva Koskinen  
Graafiset piirrokset: Sirkka Vuoristo

Paino: Edita Publishing Oy  
Helsinki 2002

# Sisälllys

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Aineisto ja menetelmät</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Rannikkoalueet</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 Esimerkkialueet rannikolta .....	6
2.1.2 Kemialliset vesianalyysit ja jokien ravinnekuormituksen ositus .....	6
2.1.3 Levähavainnot vuosina 1997-2001 .....	8
2.1.4 Vedenlaatumallien käyttö .....	8
<b>2.2 Järvet</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Esimerkkijärvet .....	8
2.2.2 Kemialliset vesianalyysit .....	9
2.2.3 Levähavainnot vuosina 1998-2001 .....	10
<b>2.3 Joet</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Esimerkkojoet .....	10
2.3.2 Kemialliset vesianalyysit ja virtaamat .....	11
<b>3 Tulokset</b> .....	<b>12</b>
3.1 Rannikkovedet .....	12
3.2 Järvet .....	32
3.3 Joet .....	47
<b>4 Johtopäätökset kuormituslähteiden vaikutuksesta vesien tilaan</b> .....	<b>54</b>
4.1 Tarkasteluun sisältyvät rajoitukset .....	54
4.2 Yhdyskunnat .....	54
4.3 Teollisuus .....	55
4.4 Kalankasvatus .....	55
4.5 Turvetuotanto .....	56
4.6 Maatalous .....	56
4.7 Metsätalous .....	57
4.8 Kuormituslähteiden yhteisvaikutus: levien massaesiintymät .....	57
4.9 Käyttökelpoisuuden muutokset 1990-luvulla .....	58
4.10 Vesiensuojelun tavoiteohjelman vaikutukset pintavesien tilaan .....	59
<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>60</b>
<b>Kuvailulehdet</b> .....	<b>62</b>



## Johdanto

---

“Valtioneuvoston periaatepäätös vesiensuojelun tavoitteista vuoteen 2005” (19.3.1998) tähtää vesiin johdettavan kuormituksen vähentämiseen ja vesien laadun parantamiseen koko maassa. Periaatepäätöksessä määritellään toimialakohtaisia valtakunnallisia tavoitteita vesiin johdettavan kuormituksen vähentämiseksi. Määrällisiä tavoitteita annetaan mm. fosfori- ja typpikuormitukselle, teollisuuden orgaaniselle kokonaiskuormitukselle (COD), öljykuormitukselle ja eräiden metallien kuormitukselle sekä yhdyskuntien ja haja-asutuksen osalta biologisesti happea kuluttavalle kuormitukselle. Ympäristöministeriö on laatinut Valtioneuvoston periaatepäätöstä tukevan erillisen toimenpideohjelman (annettu 30.3.2000), jossa tarkastellaan eri toimialoilla tarvittavia toimenpiteitä vesiensuojelun tavoitteiden saavuttamiseksi.

Vesiensuojelun tavoitteiden toteutumista on arvioitu tutkimalla kuinka kuormitus on muuttunut suunnittelukaudella. Silvon ym. (2002) laatima kuormitusta koskeva väliraportti osoitti, että vesiensuojelun tavoiteohjelman kuormituksen vähentämistavoitteet on saavutettu varsin vaihtelevasti toimintasektoreittain ja päästösuu-reittain. Kuormittavista toiminnoista vain kalankasvatuksessa oli päästy jo vuonna 2000 lähes täysin vuodelle 2005 asetettuihin kuormituksen vähentämistavoitteisiin. Muissa toiminnoissa vesiensuojelutoimenpiteitä joudutaan tehostamaan, jotta asetetut tavoitteet saavutettaisiin.

Tässä väliraportissa tarkastellaan vesiensuojelun tavoitteiden vaikutuksia pintavesien laatuun 1990-luvulla. Esimerkkialueiksi valitut rannikkovedet, järvet ja joet edustavat pääasiassa metsäteollisuuden, yhdyskuntien, turvetuotannon, kalankasvatuksen ja maa- tai metsätalouden kuormittamia alueita. Koska vesiensuojelun tavoitteissa pyritään erityisesti vesien rehevöitymisen vähentämiseen, päähuomio kiinnitettiin pintavesien ravinteisiin. Muita tarkasteltuja vedenlaatumuuttujia olivat happipitoisuus, sähkönjohtavuus, väri ja hygienian indikaattoribakteerit. Vedenlaatuaineisto saatiin ympäristöhallinnon pintavesien tietojärjestelmästä.

Vesiensuojelutoimenpiteiden positiiviset vaikutukset näkyivät selvimmin suurten jätevesikuormittajien alapuolella olevien vesien laadun paranemisena. Jätevesien vaikutukset näkyivät tästä huolimatta selvästi kaikissa pistekuormitetussa vesissä. Maa- ja metsätalouden kuormittamissa vesistöissä ei havaittu rehevyyden olennaista vähenemistä. Luotettavien johtopäätösten tekoa vaikeuttavat verrattain lyhyt tarkastelujakso, vuosien väliset kuormitusvaihtelut, erilaiset sääolot, vesistöjen hydrologiset vaihtelut sekä usein alhainen näytteenottotiheys.

# 2

## Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Rannikkoalueet

#### 2.1.1 Esimerkkialueet rannikolta

Veden laadun kehitystä arvioitiin viidellä rannikkoalueella, jotka ovat pääasiassa yhdyskuntajätevesien (Helsinki, Oulu), teollisuuden (Kotka), maatalouden (Paimionlahti) tai kalankasvatuksen (Kustavi) vaikutuspiirissä (kuva 2.1, taulukko 1).

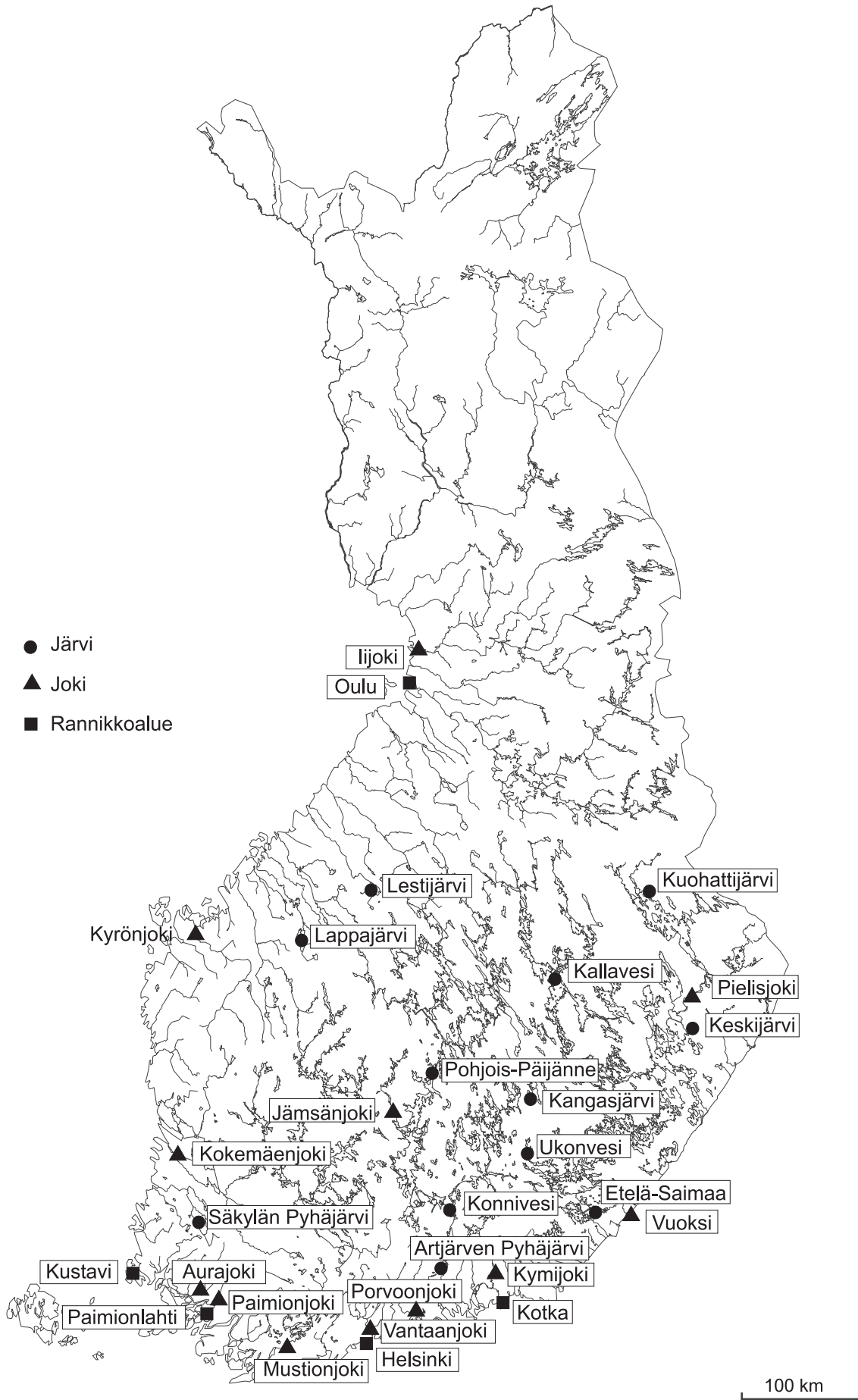
Taulukko 1. Rannikkovesien havaintoasemat.

Havaintoasema	Merialue	Kokonaissyvyys
Katajaluoto 125	Helsingin edusta	30 m
Vasikkasaari 18	Helsingin edusta	16 m
Lauttasaarenselkä 62	Helsingin edusta	12 m
Oulun edusta OE 60	Oulun edusta	12 m
Oulun edusta OE 47	Oulun edusta	8,4 m
Oulun edusta Ouyy-6	Oulun edusta	15 m
Haukiputaan edusta Ouyy-5	Haukiputaan edusta	39 m
Suomenl Äyspäänselkä 077	Kotkan edusta	16 m
Suomenl Lelleri 123	Kotkan edusta	22 m
Suomenl Rankki Kyvy-2	Kotkan edusta	32 m
Pala 120 Paimionlahti X/5	Paimionlahti	28 m
Pala 115 Tryholm it	Paimionlahti	46,5 m
Kus 150 Iso-Mikkeli it	Kustavin saaristo	27 m
Kus 155 Vasikkaluoto et	Kustavin saaristo	9,7 m
Kus 157 Matinkari it	Kustavin saaristo	26 m
Kus 160 Poostanluoto lä	Kustavin saaristo	30 m

#### 2.1.2 Kemialliset vesianalyysit ja jokien ravinnekuormituksen ositus

Vedenlaatumuuttujille laskettiin kesän (heinä- elokuu) ja talven (tammi-maaliskuu) vuotuiset keskiarvopitoisuudet 1980-2000 (taulukko 2). Ravinnepitoisuudet esitettiin talven ja kesän pintakerroksen (1-5 m) keskiarvoina. Epäorgaanisen fosforin ylijäämä laskettiin kaavasta [DIP - (DIN : 7.2)]. Hapen pitoisuus esitetään pohjan läheisinä arvoina. Kasviplanktonin biomassassa (a-klorofylli) edustaa heinä-elokuun aikaista pinnan kokoomanäytettä.

Oulujoen, Paimionjoen, Vantaanjoen ja Kymijoen ravinne määrärien osituksessa käytettiin hyväksi vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmää (Kauppila ja Bäck 2001).



Kuva 2.1. Tarkasteluun valitut havaintoalueet.

Lähde: Digital Chart of the World  
1:1 000 000, osin editoitu

Taulukko 2. Vedenlaatumuuttajat ja tarkasteluajanjaksot rannikkoalueilla

	Talvi (tammi- maaliskuu)	Kesä (heinä- elokuu)
<i>a</i> -klorofylli		kokooma (2 * näkösyvyys)
kokonaistyyppi	1-5 m	1-5 m
kokonaisfosfori	1-5 m	1-5 m
fosfaattifosfori (DIP)	1-5 m	1-5 m
epäorgaaninen typpi (DIN)	1-5 m	1-5 m
hapen kyllästysaste	pohja - 1 m	pohja - 1 m
ylijäämä DIP	1-5 m	1-5 m
DIN:DIP-suhde	1-5 m	1-5 m

### 2.1.3 Levähavainnot vuosina 1997-2001

Avomerellä esiintyvien tyypeä sitovien sinileväsukujen *Aphanizomenonin* ja *Nodularian* aiheuttamista kukinnoista muodostettiin karkea yleiskuva vuosille 1997-2001. Aineistona käytettiin Tukholman yliopiston luonnonmaantieteen laitoksella NOAA-satelliittien AVHRR-kuvista tehtyjä tulkintoja pinnalla tai pinnan lähellä olevista leväkeskittymistä. Vuonna 2001 käytettävissä oli myös SYKEssä käsiteltyjä Sea-Wifs-kuvia. Satelliittikuvien lisäksi käytettiin Itämeritietokantaan ([HTTP://meri.fimr.fi](http://meri.fimr.fi)) kerättyjä havaintoja merkittävistä avomeren leväesiintymistä. Tietoja saatiin rajavartiolaitoksen lentäjiltä, ympäristöhallinnon levähavainnoitsijoilta, Merentutkimuslaitoksen leväseurantaan osallistuvilta aluksilta, Meripartiolaisilta sekä yksityisiltä havainnoitsijoilta.

### 2.1.4 Vedenlaatumallien käyttö

Veden laadun ennustemallit laadittiin olettamalla, että vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 2005 asetetut kuormituksen vähentämistavoitteet toteutuvat. Käytössä oli Kotkan ja Helsingin edustan merialueiden paikallismallit, joissa 3D virtaus ja vedenlaatumallien avulla laskettiin ravinteiden kulkeutumista ja levien kasvua (Korpinen ym. 2001, Kiirikki ym. 2002). Mallit koostuvat sisäkkäisistä laskentahiloista, joiden erottelukyky kasvaa avomeren viidestä kilometristä rannikon läheisyyden 250 metriin. Malleilla laskettiin kasvukauden (huhti-syyskuu) keskimääräiset levämäärät kahdella tavalla: käyttäen vuoden 1998 tunnettua ravinnekuormitusta sekä vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaisesti arvioitua vuoden 2005 ravinnekuormaa. Ravinnekuormina käytettiin vain biologisesti käyttökelpoisia osuuksia kokonaiskuormituksesta. Merialueen ravinnepitoisuuksien alkuarvoina käytettiin vuoden 1998 kevättalven mittauksia ja säätilana vuotta 1998. Laskelmien tulosten väliset erot esitettiin levämäärien prosentuaalisina muutoksina.

## 2.2 Järvet

### 2.2.1 Esimerkkijärvet

Sisävesialueilta valittiin tarkasteltaviksi järviä, joiden pääasiallinen kuormitus on peräisin metsäteollisuudesta, yhdyskunnista, maataloudesta, metsätaloudesta, turvetuotannosta tai kalankasvatuksesta. Kohteita valittaessa otettiin huomioon tavoiteohjelman taustaksi laadittu raportti vaihtoehtoisten kuormitustasojen vaikutuksesta sisä-



vesiin (Marttunen 1998) sekä valtakunnalliseen veden laadun seurantaohjelmaan kuuluvan EUROWATERNET-verkon havaintopaikat (Niemi ym. 2001). Jokaisesta kohdevesistöstä valittiin tarkasteluun yksi edustava havaintoasema (taulukko 3, kuva 1).

Taulukko 3. Vesiensuojelun tavoiteohjelman väliarviota varten valitut havaintoasemat järvissä.

Havaintoasema	Vesistö	Pääasiallinen kuormitus
Saimaa Haukiselkä 017	04.112 Etelä-Saimaa	Metsäteollisuuden jätevedet
Konnivesi 021	14.131 Konnivesi	Metsäteollisuuden jätevedet
Päijänne 69	14.231 Pohjois-Päijänne	Metsäteollisuuden jätevedet
Annilanselkä 097	04.151 Ukonvesi (Saimaa)	Yhdyskuntajätevedet
Kallavesi 377	04.272 Kallavesi	Yhdyskuntajätevedet
Pyhäjärvi, syväne 88	16.003 Artjärven Pyhäjärvi	Maatalous
Pyhäjärvi 93 va 93	34.031 Säkylän Pyhäjärvi	Maatalous
Lappajärvi etelä P 125	47.031 Lappajärvi	Maatalous
Lestijärvi syväne	51.041 Lestijärvi	Metsätalous
Kuohattijärvi 13	04.478 Kuohattijärvi	Metsätalous
Kangasjärvi 045	04.253 Kangasjärvi	Turvetuotanto
Keskijärvi 4	01.033 Keskijärvi	Kalankasvatus

## 2.2.2 Kemialliset vesianalyysit

Veden laatutiedot poimittiin ympäristöhallinnon pintavesien tietojärjestelmästä (PI-VET). Havaintoasemille laskettiin kesän (heinä-elokuu) ja talven (maaliskuu-huhtikuu) vuotuiset keskiarvopitoisuudet 1990-2000 (taulukko 4). Kasviplanktonin biomassaa (*a*-klorofylli) edustaa heinä-elokuun aikaista pinnan kokoomänäytettä.

Taulukko 4. Vedenlaatumuuttajat, ajanjaksot ja näytteenotto syvytydet järvihavaintoasemilla

Vedenlaatumuuttajat	Talvi (maaliskuu-huhtikuu)	Kesä (heinä- elokuu)
<i>a</i> -klorofylli		0-2 m
Kokonaistyyppi	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Kokonaisfosfori	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Fosfaattifosfori	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Nitraattityppi	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Ammoniumtyppi	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Liukoinen happi	pohja - 1 m	pohja - 1 m
Väri	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Kemiallinen hapenkulutus	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m
Sähkönjohtavuus	1 m, pohja - 1 m	1 m, pohja - 1 m

Vuosittaiset sääolot vaihtelevat suuresti ja vaikuttavat oleellisesti maataloudesta tulevan ravinnekuormituksen suuruuteen ja sen vesistövaikutuksiin. Sen vuoksi maatalousjärvien veden laadun tarkastelu perustui kahden, useita vuosia kattavan ajanjakson keskinäiseen vertailuun ei-parametrisellä Mann-Whitney -testillä. Kausi 1990–1994 kuvasi ympäristötukea edeltävää aikaa. Kausi 1995–2001 kuvasi aikaa, jolloin ympäristötuki on saattanut vaikuttaa järvien veden laatuun. Vertailu perustui pinnan- ja pohjanläheisen vesikerroksen talvi- ja kesäaikaisiin havaintoihin. Aineisto ei ollut riittävä varsinaiseen trendianalyysiin.

Eräissä tapauksissa myös yhdyskunta- ja teollisuusjätevesien kuormittamien järvien tilan kehitystä arvioitiin vertaamalla eri vuosijaksojen keskiarvoja keskenään. Vuosijaksot valittiin siten, että ne edustavat sekä merkittäviä vesiensuojeluinvestointeja edeltävää että niiden jälkeistä aikaa.

Veden laadun tarkastelun tukena käytettiin vesistöjen velvoitetarkkailuraporteissa esitettyjä tietoja kuormituksen kehityksestä, veden laadusta ja biologisista muutujista.

### 2.2.3 Levähavainnot vuosina 1998-2001

Sisävesien levähaittoja arvioitiin ympäristöhallinnon systemaattisten leväseuranta-havaintojen perusteella. Vuonna 1998 aloitettuun seurantaan kuuluu yhteensä noin 250 havaintopaikka sisävesillä (järvissä ja joissa). Havaintopaikkana on usein yleinen uimaranta. Sinilevien esiintymistä seurattiin viikoittain kesäkuun toiselta viikolta elokuun loppuun saakka. Levämäärä arvioitiin silmämääräisesti asteikolla 0 (ei havaittu levää) - 3 (erittäin runsaasti levää).

## 2.3 Joet

### 2.3.1 Esimerkkijoet

Tutkimukseen otettiin mukaan voimakkaasti piste- ja hajakuormitettuja jokia eri puolilta Suomea (kuva 1). Jokaista vesiensuojelun toimenpideohjelmassa mainittua merkittävintä kuormituslähdettä (maatalous, teollisuus, yhdyskunnat) kohden valittiin ainakin yksi tarkastelujoki. Vedenlaatumuuttajien tarkastelujakso oli 1981- 2000. Päähuomio kiinnitettiin vuosina 1990 - 2000 tapahtuneisiin muutoksiin. Ympäristötukiohjelman mahdollisia vaikutuksia ainevirtaamiin tarkasteltiin vertaamalla ensimmäisen tukikauden aikaisia (1996- 2000) keskimääräistä ainevirtaamia lähtötasoon eli vuosien 1991- 1995 keskimääräiseen ainevirtaamiin.

Kokonaisravinne- ja happipitoisuuksia tarkasteltiin jokaiselta paikalta. Sen sijaan fekaalisten streptokokkien määriä seurattiin yhdyskuntajätevesien kuormittamisissa joissa. Muita muuttujia käsiteltiin alla olevan taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5. Vesiensuojelun tavoiteohjelman väliarviota varten valitut kohdejoet ja vedenlaatumuuttajat

Kohdejoki	Vesistöalue	Pääasiallinen kuormitus	Muuttuja
Pielisjoki	4	Metsäteollisuus	COD <sub>Mn</sub>
Vuoksi	4	Metsäteollisuus, asutus	kiintoaine, COD <sub>Mn</sub>
Kymijoki	14	Metsäteollisuus, asutus	kiintoaine, COD <sub>Mn</sub>
Jämsänjoki	14	Metsäteollisuus	COD <sub>Mn</sub>
Porvoonjoki	18	Maatalous, asutus	kiintoaine
Vantaa	21	Maatalous, asutus	kiintoaine
Mustionjoki	23	Metsäteollisuus	COD <sub>Mn</sub>
Paimionjoki	27	Maatalous, asutus	kiintoaine
Aurajoki	28	Maatalous, asutus	kiintoaine
Kokemäenjoki	35	Kemian- ja metalliteollisuus, asutus	kiintoaine, COD <sub>Mn</sub> , raskasmetallit
Kyrönjoki	42	Asutus, maatalous	
Iijoki	61	Turvetuotanto	COD <sub>Mn</sub>

### 2.3.2 Kemialliset vesianalyysit ja virtaamat

Aineisto poimittiin ympäristöhallinnon ylläpitämistä tietokannoista. Vedenlaatu-tiedot saatiin PIVET-tietokannasta, virtaamat HYDRO-tietokannasta ja pistekuormitusta koskevat tiedot VAHTI-järjestelmästä.

Käytetyt vedenlaatumuuttajat olivat:

- happi
- orgaaninen aines ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )
- kokonaistyyppi
- kokonaisfosfori
- raskasmetallit (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb)
- fekaaliset streptokokit

Happitilannetta tarkasteltiin liuenneen hapen pitoisuuksien avulla ja bakteereita pesäkelukujen avulla. Muita muuttujia tarkasteltiin ainevirtaamien kautta. Jokien ainevirtaamat ja valuma laskettiin viiden vuoden jaksoille kaudella 1981 - 2000, jotta sadannan vaihtelun merkitys ainevirtaamiin vähentyisi. Myös virtaamia tarkasteltiin viiden vuoden jaksoissa. Hajakuormituksen vaikutuksia arvioitaessa jokien ainevirtaamista vähennettiin pistekuormitus.

Raskasmetalleja määritettiin vuoteen 1992 atomiabsorptiospektrofotometrisesti (AAS-menetelmä). Vuoden 1993 alkuun mennessä siirryttiin käyttämään induktiivisesti kytkettyä plasmamassaspektrometriä (ICP-MS-menetelmä). Samalla määrittämistarkkuuden alaraja aleni kaikilla raskasmetalleilla. Tässä tutkimuksessa käytettiin vain vuoden 1992 jälkeen analysoitua raskasmetalliaineistoa ja mukana tarkastelussa oli ainoastaan Kokemäenjoki. Elohopean analysointiin saatiin uusi herkempi analysaattori vasta vuonna 2000, minkä takia elohopea jätettiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

# 3

## Tulokset

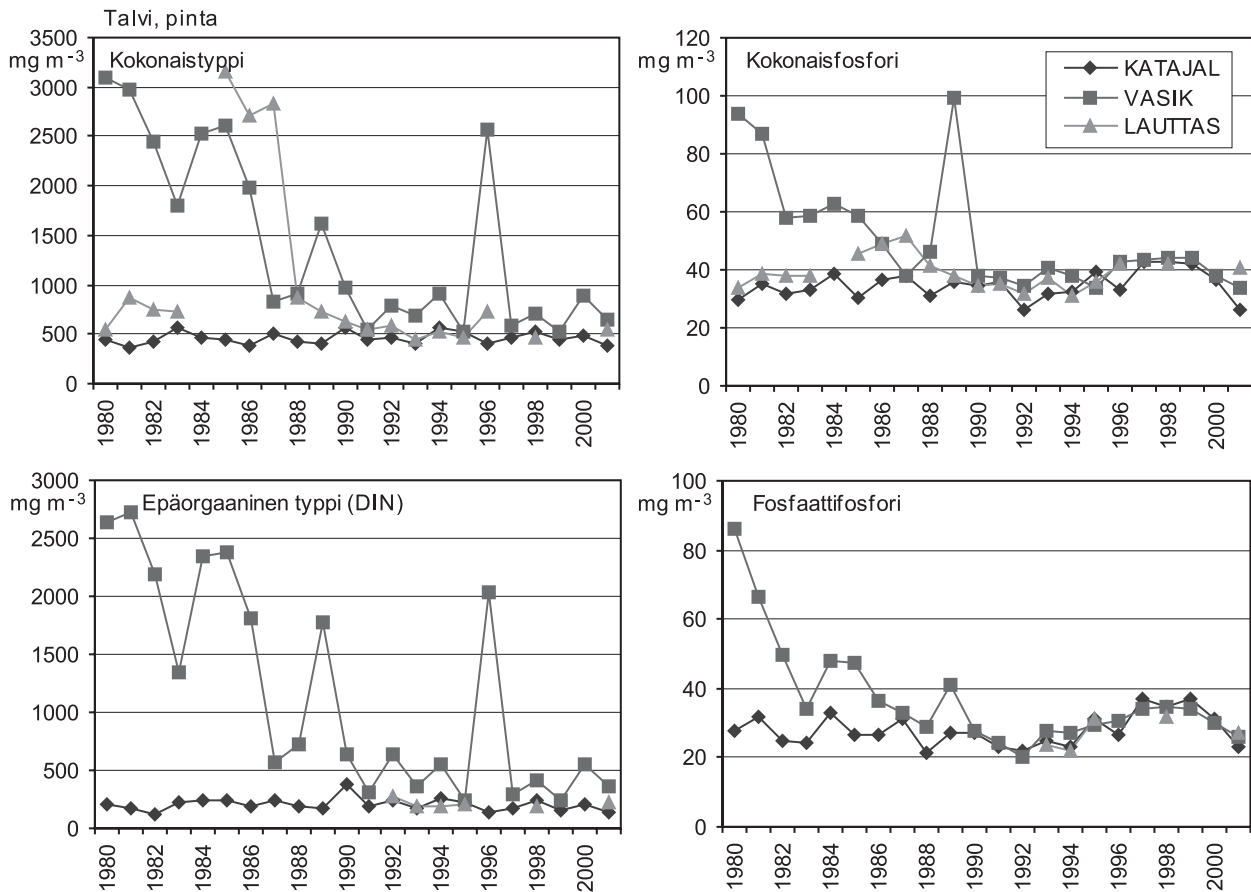
### 3.1 Rannikkovedet

Helsingin edusta. Rannikon läheisen merialueen rehevyyteen Helsingin itäpuolella vaikuttavat Vantaanjoen ravinnevirtaamat. Ulkosaariston rehevyyteen vaikuttavat asutuksen jätevedet, jotka on johdettu kalliotunnelissa Viikinmäen puhdistamolta Katajaluodon lähelle vuodesta 1987 lähtien. Vantaanjoen kuormitus Helsingin kohdalla on suunnilleen yhtä suuri kuin Suomenojan ja Viikinmäen puhdistamoiden biologisesti käyttökelpoinen ravinnekuormitus yhteenlaskettuna. Merialueen tila riippuu kuormituksen lisäksi myös sääolosuhteista. Esimerkiksi sadanta vaikuttaa maa-alueilta tapahtuvaan huuhtoutumiseen. Yhdessä sadanta, tuulisuus ja ilman lämpötila vaikuttavat veden kerrostumiseen ja sitä kautta perustuotantoon. Lisäksi Helsingin edustan vesien rehevyys riippuu myös koko Suomenlahden tilasta.

Helsingin jätevesien puhdistus parani merkittävästi, kun tehostettu typenpoisto otettiin täysimittaiseen käyttöön vuonna 1998. Sen seurauksena typpikuormitus laski puoleen edellisvuoden tasosta. Fosforin puhdistusteho parani entisestään vuosikymmenen jälkipuoliskolla. Fosforikuormitus kasvoi kuitenkin jonkin verran 1990-luvun puolivälissä, mikä johtui lähinnä puhdistetun jäteveden kokonaisvirtaamien kasvusta. Jätevesitunnelin korjaustöiden aikana talvella 1995-1996 jätevesiä johdettiin tilapäisesti Vanhankaupunginlahdelle. Suotuisien luonnonolosuhteiden ansiosta lahdelta ei jäänyt merkittäviä pitkäaikaisvaikutuksia (Pesonen 1998).

Jätevesien puhdistustehon paraneminen ja jätevesien johtaminen ulkosaaristoon näkyi 1990-luvun alussa ravinne- ja rehevyytason laskuna, etenkin lahdilla ja sisäsaaristossa (Kauppila ja Bäck 2001, Lappalainen and Pesonen 2000, Pesonen ym. 1995, kuvat 3.1 ja 3.2). 1990-luvun talviaikaiset fosfaattipitoisuudet olivat esim. Kruunuvuorenselällä (Vasikkasaari 18) ja Laajalahdenschelällä (Laajalahdenschelkä 62) ulkosaariston (Katajaluoto 125) arvojen tasolla. Sen sijaan epäorgaanisen typen pitoisuudet olivat Helsingin itäpuolella Vantaanjoen vaikutusalueella noin kaksinkertaiset ulkosaaristoon vastaaviin arvoihin verrattuna (kuva 3.1). Kesällä ravinnepitoisuudet olivat sisäsaaristossa hieman korkeampia kuin ulkosaaristossa (kuva 3.2). Epäorgaanisen N:P-suhteen perusteella typpi rajoitti yleensä loppukesällä perustuotantoa, mutta ylimääräistä fosfaattia oli veden pintakerroksessa jonkin verran, yleensä 1-5 µg/l. Kasviplanktonin *a*-klorofyllipitoisuudet olivat Lauttasaarenselällä keskimäärin 7 µg/l ja Kruunuvuorenselällä keskimäärin 11 µg/l, kun ulkosaaristossa (Katajaluoto) pitoisuus oli keskimäärin 5 µg/l (kuva 3.2). Avoimen läntisen ja keskisen Suomenlahden *a*-klorofylli on 1990-luvulla ollut noin 3 µg/l.

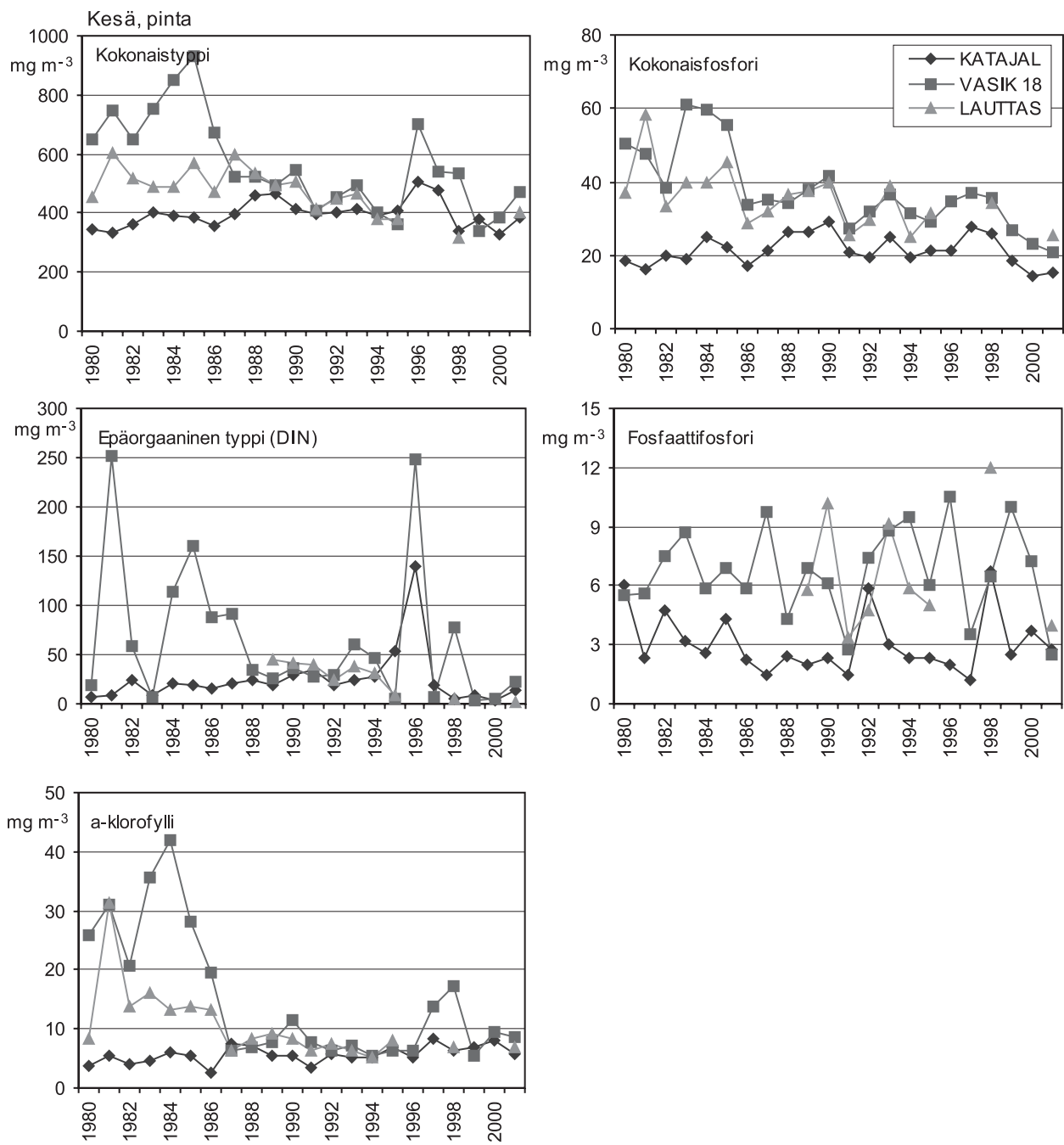
Helsingin edustan ulkosaaristossa fosforipitoisuus aleni 1990-luvun alussa jonkin verran 1980-luvun huippuun verrattuna (Kauppila ja Bäck 2001, Pesonen ym. 1995). Aleneminen liittyy koko Suomenlahden tilan yleiseen kehitykseen. Suolaisuuskerrostuneisuus heikkeni Suomenlahdella 1980-luvun puolivälin jälkeen (Perttilä ja Savchuk 1996), mikä paransi pohjan happitilannetta (kuva 3.3) ja tehosti oletettavasti fosforin sitoutumista pohjasedimenttiin. Kasviplanktonin perustuotanto oli 1990-luvun alussa loppukesällä osin fosforirajoitteinen, minkä vuoksi fosfaattifosfori loppui veden pintakerroksesta.



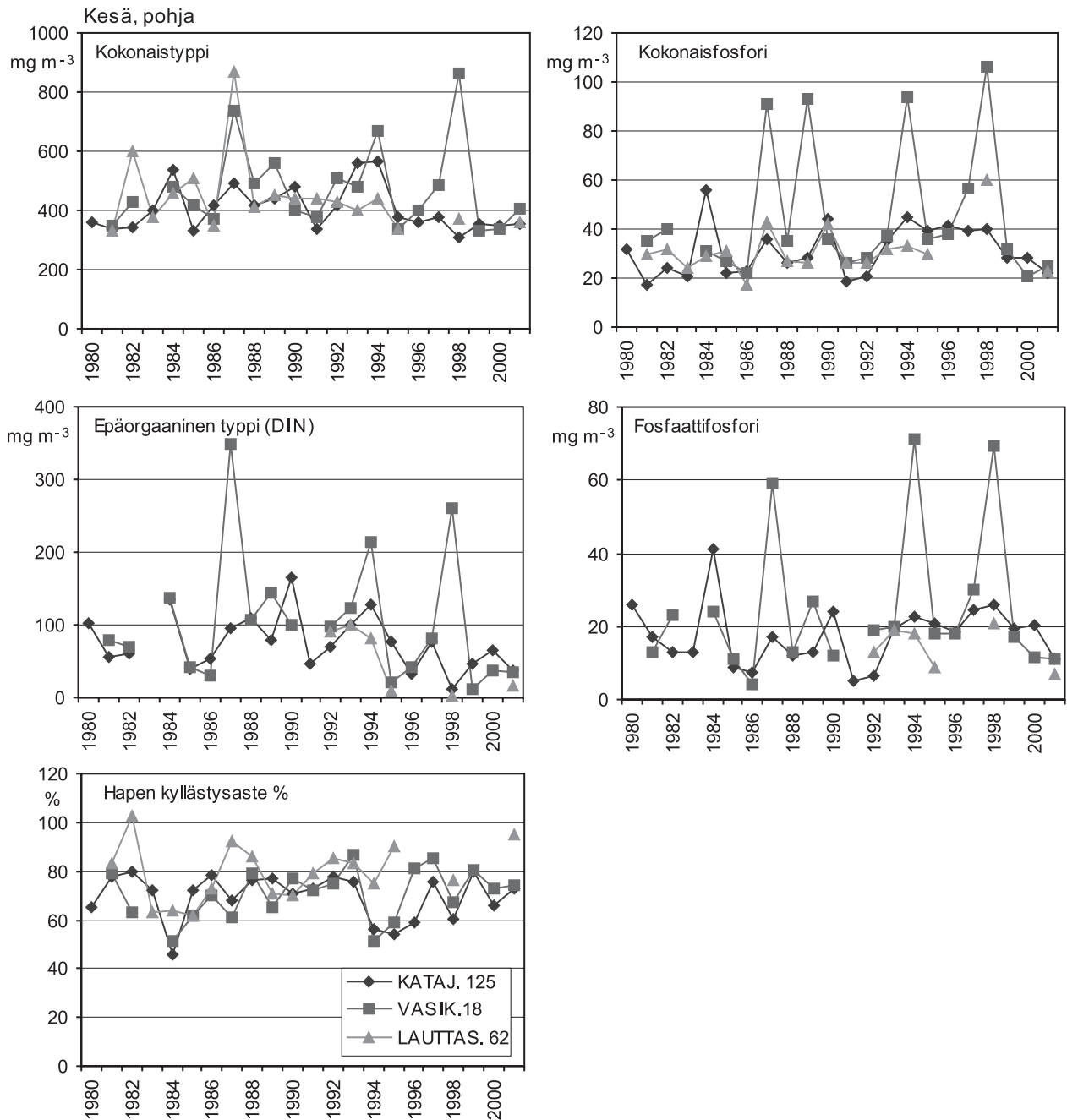
Kuva 3.1. Kokonaistyyppien, kokonaisfosforin, epäorgaanisen tyyppien (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Helsingin edustalla talvella 1980-2001.

Suomenlahden ravinnetaso nousi 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa, mikä näkyi myös Helsingin merialueella. Fosforipitoisuudet nousivat 1990-luvun lopulla sisäisen kuormituksen seurauksena (Pitkänen ym. 2001). Helsingin merialueen sisä- ja ulkosaaristossa fosforipitoisuudet kohosivat uudelleen 1980-luvun lopun tasolle (kuvat 3.1 ja 3.2). Vuosituhannen vaihteessa fosforipitoisuudet laskivat sekä sisä- että ulkosaaristossa. Rannikon tuntumassa tähän vaikutti pohjan parantunut happitilanne ja lisäksi keskimääräistä pienempi huuhtouma, mikä vähensi mereen jokien tuomaa kuormitusta. Happitilanne on parantunut lievästi myös ulkosaaristossa vuosituhannen alussa: hapen kyllästysaste nousi 1990-luvun puolivälin minimiarvoista (noin 50 %) 66-73 prosenttiin (kuva 3.3).

Perustuotannon fosforirajoitteisuus voimistui Katajaluodon jätevesien purkualueella 1990-luvun puolenvälin jälkeen. Tehostuneen typpipoiston ja sisäisen fosforikuorman seurauksena kasviplanktonin perustuotanto muuttui vuosikymmenen lopulla ulkosaaristossa typpirajoitteiseksi. 1990-luvun alussa ylimääräistä fosfaattifosforia ei ollut veden pintakerroksissa mitattavia määriä ja vuosikymmenen lopullakin pitoisuudet olivat vain 1-3 µg/l. Kesäaikaiset kokonais- ja epäorgaanisen tyyppien pitoisuudet laskivat vuosikymmenen jälkipuoliskolla Katajaluodon purkualueella, mutta talviarvoissa tätä kehitystä ei havaittu (kuvat 3.1 ja 3.2). Merialue Katajaluodon purkualueen lähistöllä oli *a*-klorofyllipitoisuuden (7 µg/l) ja kasviplanktonin biomassan perusteella hieman rehevempää kuin muu ulkosaaristo (Pesonen 2001), ja rehevyystaso oli Katajaluodolla vuosituhannen taitteessa korkeampi kuin 1990-luvun alussa (5 µg/l, kuva 3.2).

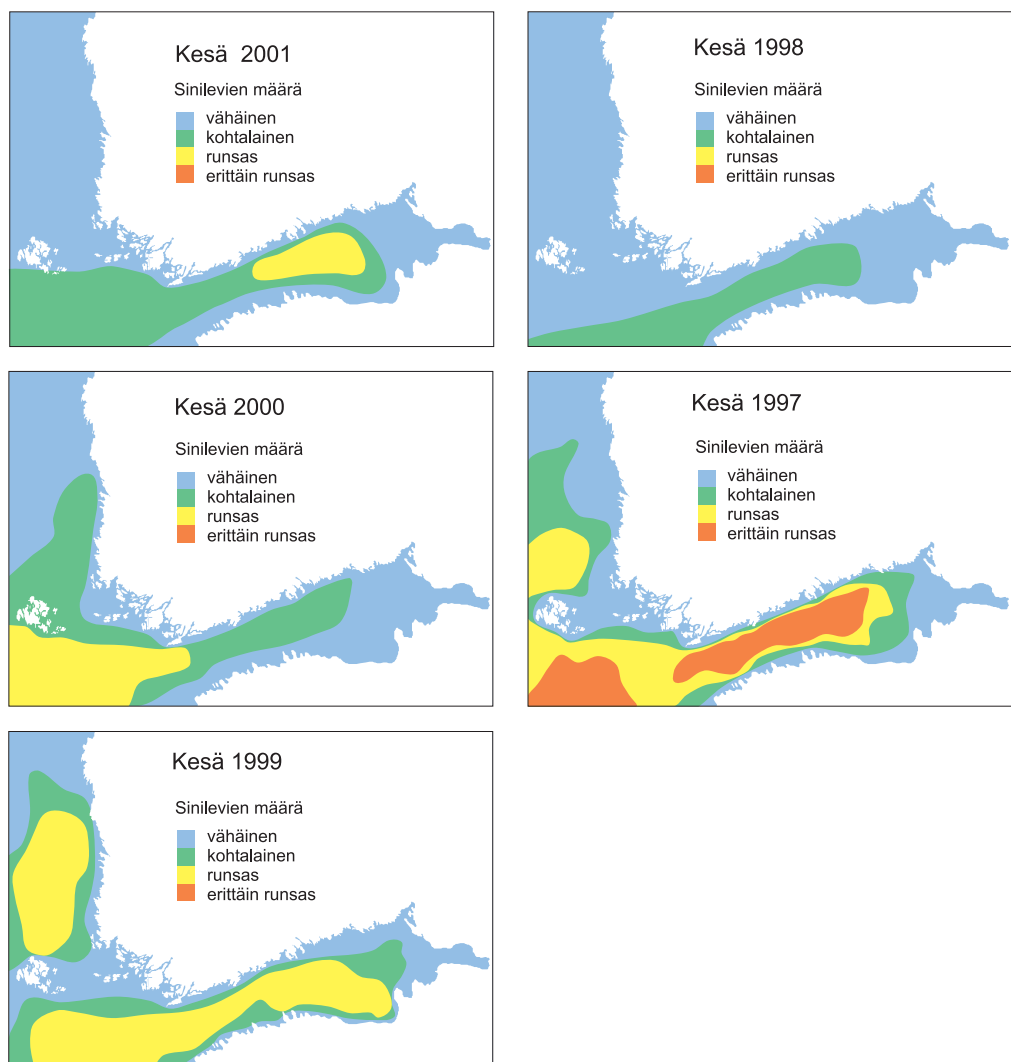


Kuva 3.2. Kokonaistyyppi, kokonaisfosforin, epäorgaanisen typpi (DIN) ja fosfaattifosforin sekä kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Helsingin edustalla kesällä 1980-2001.



Kuva 3.3. Kokonaistyyppi, kokonaisfosforin, epäorgaanisen typpi (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet sekä hapen kylästysaste pohjan läheisissä vesikerroksissa Helsingin edustalla kesällä 1980-2001.

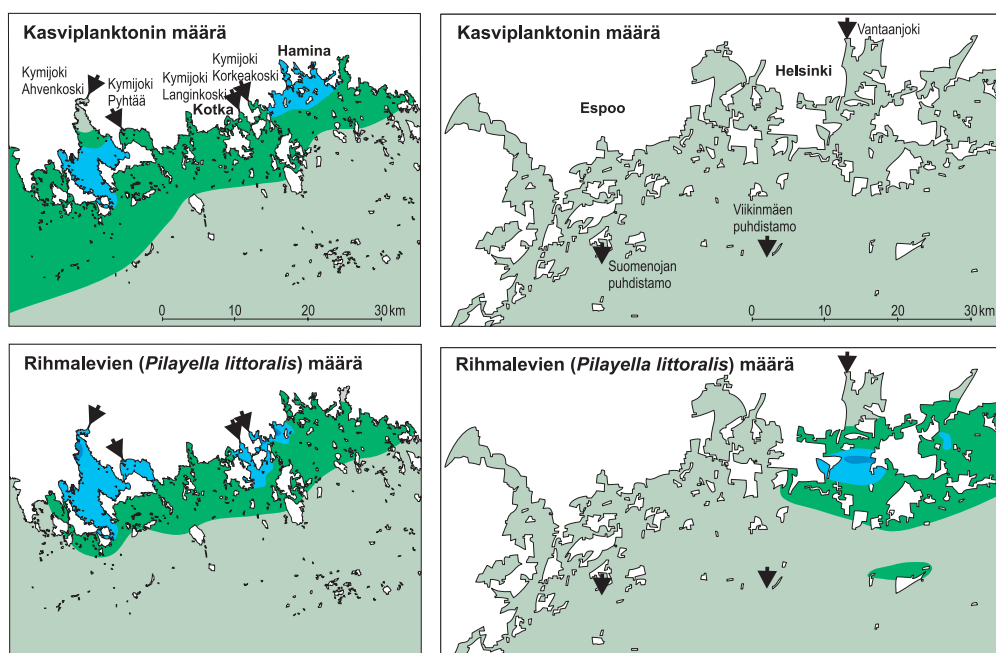
Fosforipitoisuuksien kohoaminen ja typpi/fosfori -suhteen pieneneminen aiheuttivat vuosikymmenen loppupuolella suotuisien säiden vallitessa voimakkaita sinileväesiintymiä. Erityisesti vuonna 1997 heikkotuuliset ja lämpimät säät edistivät sinilevien massaesiintymiä, kun taas vuonna 1998 meriveden alhaisempi lämpötila ja tuulet estivät sinilevälauttojen kerääntymisen pintalautoiksi korkeasta ravinnetasosta huolimatta (kuva 3.4). Yleensä myrkyllistä *Nodularia spumigena* -sinilevää esiintyi kesällä 1998 vain vähän edellisen vuoden ennätysmäisen voimakkaisiin massaesiintymiin verrattuna (Pesonen 1999). Vuonna 2000 sinileviä oli Suomenlahdella keskimääräistä vähemmän mm. tuulisten säiden ansiosta. Valtalajina rantaan ajautuneissa sinileväkukinnoissa oli *Aphanizomenon* sp. (Pesonen 2001). Heinäkuun lopulla 2001 alueelle levisi merialueen keskiosasta voimakas *Nodularia* ja *Aphanizomenon* -esiintymä. Levien massaesiintymät riippuvat sääoloista ja merialueen yleisestä fosforipitoisuuksien kasvusta sisäisen kuorman lisääntyneenä eivätkä ne suoraan heijasta ulkoisen kuorman muutoksia Helsingin edustalla.



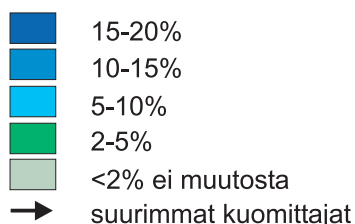
Kuva 3.4. Sinilevien kukinta Suomenlahdella kesällä 1997-2001.



Vesiensuojelutavoitteiden vaikutus Vantaajoen ravinnekuormitukseen näkyy selvästi kasviplanktonin ja rihmalevien kasvussa jokisuiston vaikutusalueella (kuva 3.5). Mallien antamien tulosten perusteella suuri kiintoainepitoisuus rajoittaa kuitenkin planktonlevien kasvua alueilla, joilla jokivesien vaikutus on voimakasta. Tästä syystä jokivesien mukana tuleva ravinnekuormitus ehtii levitä hyvin laajalle merialueelle ennen kuin planktonlevät käyttävät ravinteet kasvuunsa. Ravinteiden tehokkaan kulkeutumisen ja laimenemisen takia kasviplanktonin vähenemistä ei mallitulosten perusteella voi juuri havaita Helsingin rannoilla ja saaristossa. Vantaanjoen kuormituksen väheneminen näkyy mallitulosten mukaan selvemmin rihmalevien määrässä. Ohjelman vaikutukset ovat prosentuaalisesti suurimmat Vanhankaupunginlahden ja Kruununvuorenselän välisellä alueella, missä rihmalevien määrä on kuitenkin luonnostaan vähäinen. Myös tärkeimpien piste-kuormittajien eli Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistamoiden osalta vesiensuojelun tavoitteiden vaikutukset jäävät vuoden 1998 tilanteeseen verrattuna vähäisiksi, koska puhdistamot täyttivät jo vuonna 1998 ohjelmassa esitetyt vaatimukset tehostetun typenpoiston osalta.



Levä määrän väheneminen



Kuva 3.5. Dynaamisten vedenlaadun ennustemallien antamat tulokset kasviplanktonin ja rihmalevien määrien muutoksista Helsingin ja Kotkan merialuilla vuoteen 2005 mennessä. Laskentojen väliset erot on esitetty prosentuaalisina muutoksina levien määrässä.

Oulun edusta. Oulun edustan merialueelle tuleva kokonaiskuormitus koostuu lähinnä jokien kuljettamista ravinnemääristä, joka ovat pääosin peräisin luonnonhuuhtoumasta (57 %). Ihmisen aiheuttamista typen lähteistä merkittävimmät ovat maatalous ja ilmaperäinen laskeuma ja fosforin lähteistä maa- ja metsätalous. Lisäksi piste-mäistä kuormitusta tulee Oulun teollisuuden ja taajamien jätevesikuormituksenä sekä yhdeltä kalankasvatuslaitokselta, joka sijaitsee Oulun seudun pohjoisella rannikko-alueella, näytteenottoaseman OUVY-6 eteläpuolella.

Pistekuormituksesta asutus on merkittävin typen lähde ja teollisuus merkittävin fosforin lähde. Suurin fosforikuormitus tulee Nuottasaaren teollisuusalueelta (mm. sellu- ja paperiteollisuutta, kloorikemikaalien valmistusta). Jätevesien ravinne- ja BOD<sub>7</sub>-kuormitus laskivat voimakkaasti 1970- ja 1980-lukujen aikana. 1990-luvulla ravinnekuormituksessa ei tapahtunut oleellisia muutoksia, mutta BOD<sub>7</sub>-kuormitus pienentyi edelleen tehostuneen puhdistuksen ansiosta (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1999). Oulun kaupungin puhdistamo uusittiin vuonna 1998 kemiallis-biologiseksi.

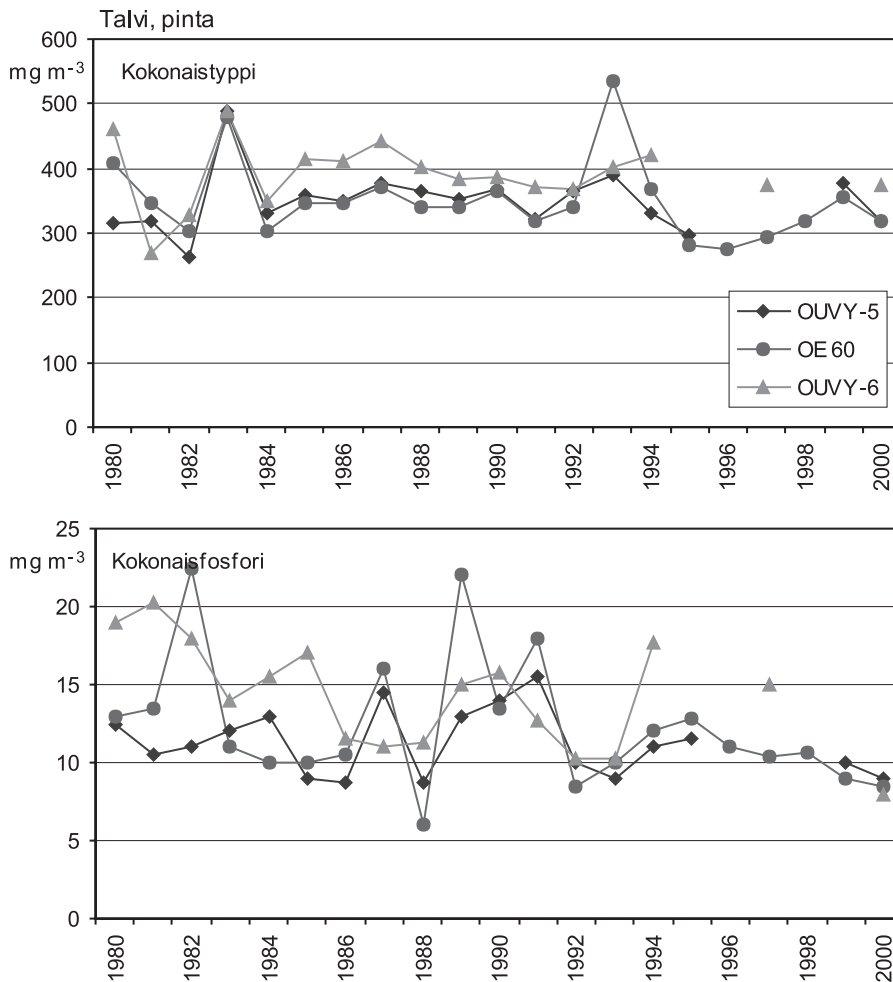
Luonnonolot vaikuttavat selvästi Oulun edustan veden laatuun. Talvella jokivesien vaikutus on laaja-alaista, sen sijaan kesällä niiden vaikutus rajoittuu Oulujoen suistoon ja sen edustaan. Oulujoen säännöstely on lisännyt talviaikaisia ja pienentänyt kesäaikaisia virtaamia. Lisäksi tuulet vaikuttavat veden virtaus- ja sekoittumisolosuhteiden kautta meriveden ravinnetasoon. Länsi- ja lounaistuulten vallitessa veden pinta nousee ja jätevedet laimentuvat, mutta samalla tuulet estävät jätevesiä kulkeutumasta ulkomerelle. Laskevan meriveden vaikutukset ovat päinvastaiset (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1999).

Talviaikaiset fosforipitoisuudet laskivat voimakkaasti Oulun merialueella 1980- ja 1990-luvuilla. Lasku johtui 1980-luvulla jätevesien kuormituksen pienentymisestä ja 1990-luvulla lähinnä jokien keskimääräistä pienemmistä virtaamista ja pitoisuuksista (Kauppila ja Bäck 2001, kuva 3.6). Typpiärvot eivät ole muuttuneet oleellisesti parin viime vuosikymmenen aikana. Keskimääräistä pienemmät 1990-luvun puolivälin virtaamat heijastuivat kuitenkin hieman alhaisempina typen pitoisuuksina veden pintakerroksissa (kuvat 3.6).

Kesäaikaisissa kokonaisfosforipitoisuuksissa ei havaittu selvää suuntausta (kuvat 3.7 ja 3.8). Hailuodon edustalla (OE 60) fosforipitoisuudet olivat tosin 1990-luvun alkupuolella pienempiä kuin 1980-luvulla. Kesäaikaiset typpipitoisuudet laskivat selvästi Oulun jätevesien välittömällä vaikutusalueella (OE 47) 1980-luvun lopun ja 1990-luvun alkupuoliskon välisenä aikana. Sama kehitys näkyi lievänä myös muilla näytteenottoasemilla (kuvat 3.7 ja 3.8). Fosfori- ja typpipitoisuuksien voimakas kohoaminen 1990-luvun loppupuolella selittyy kesän runsailla sateilla ja kohonneilla huuhtoumilla (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1999, 2000, kuvat 3.7 ja 3.8). Ravinnemäärien lisääntyminen yhdessä suotuisien säiden kanssa kiihdytti myös kasviplanktonin kasvua, mikä näkyi esimerkiksi vuonna 1999 keskimääräistä suurempina *a*-klorofyllipitoisuuksina. Perustuotannon määrän kasvu heikensi pohjan happioloja rannikon lähellä (hapen kyllästysaste alle 70 %, kuva 3.8).

Kesäaikainen epäorgaanisen typen ja fosforin suhde pieneni voimakkaasti jätevesien välittömällä vaikutusalueella rannikon läheisyydessä (OE 47) 1990-luvulla (kuva 3.7). Vuosikymmenen loppupuolella typpirajoitteisuutta esiintyi vaihtelevasti kaikilla kohdealueilla. Sen seurauksena Oulun edustalla on viime vuosina havaittu jonkin verran paikallisia *Anabaena*-sukuisten sinilevien muodostamia massaesiintymiä.

Kotkan edusta. Kotkan edustaa kuormittavat Kymijoki sekä suoraan mereen johdetut asutuksen ja teollisuuden jätevedet. Kymijoen suurimmat ihmisen aiheuttamat fosforilähteet ovat maatalous (35 %) ja teollisuus (27 %). Suurimmat typen lähteet ovat maatalous (25 %) ja järviin kohdistunut ilmaperäinen laskeuma (18 %). Luonnonhuuhtouma on noin viidesosa fosforin ja kolmasosa typen virtaamista. Kotkan kaupungin pistekuormittajista asutus on suurin typen kuormittaja ja puunjalostusteollisuus suurin fosforin kuormittaja. Asutuksen ja teollisuuden jätevesien fosforikuormitus laski

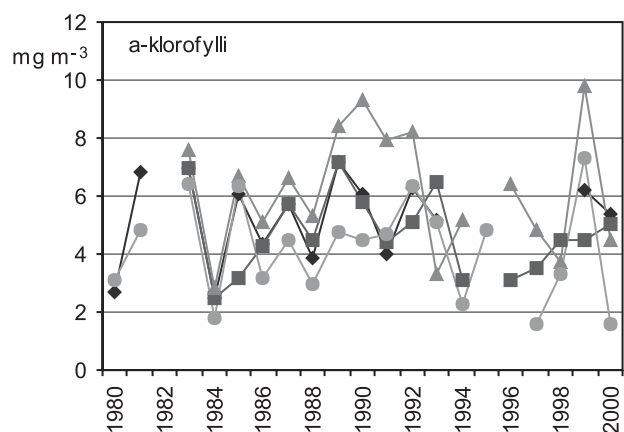
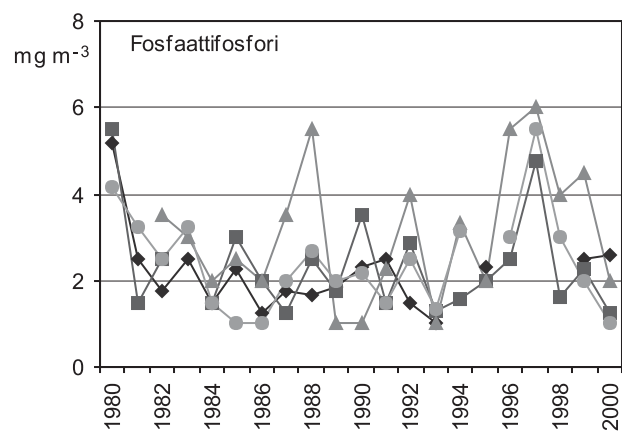
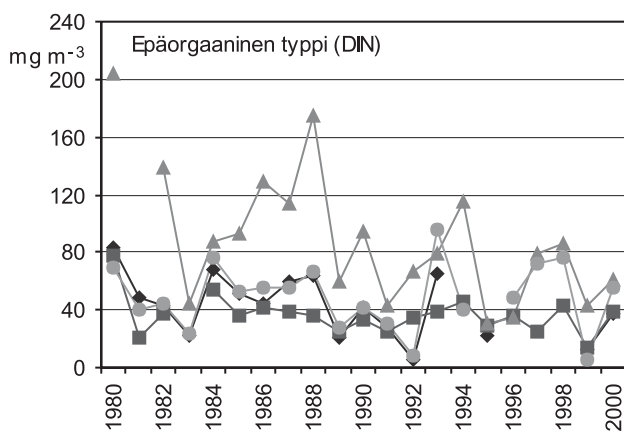
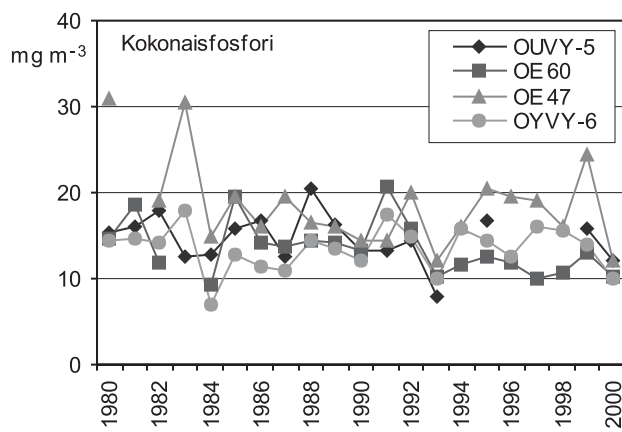
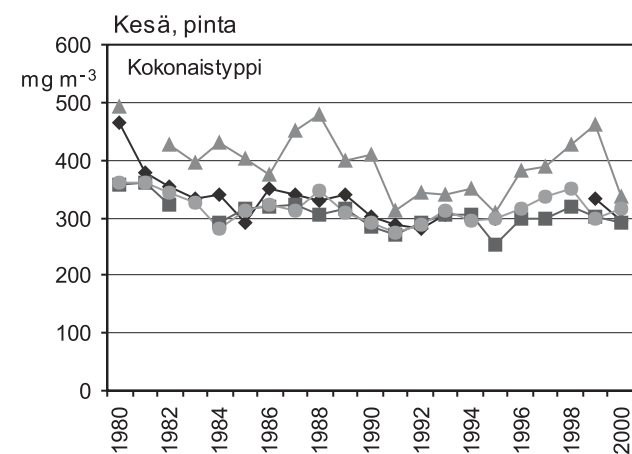


Kuva 3.6. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Oulun edustalla talvella 1980-2001.

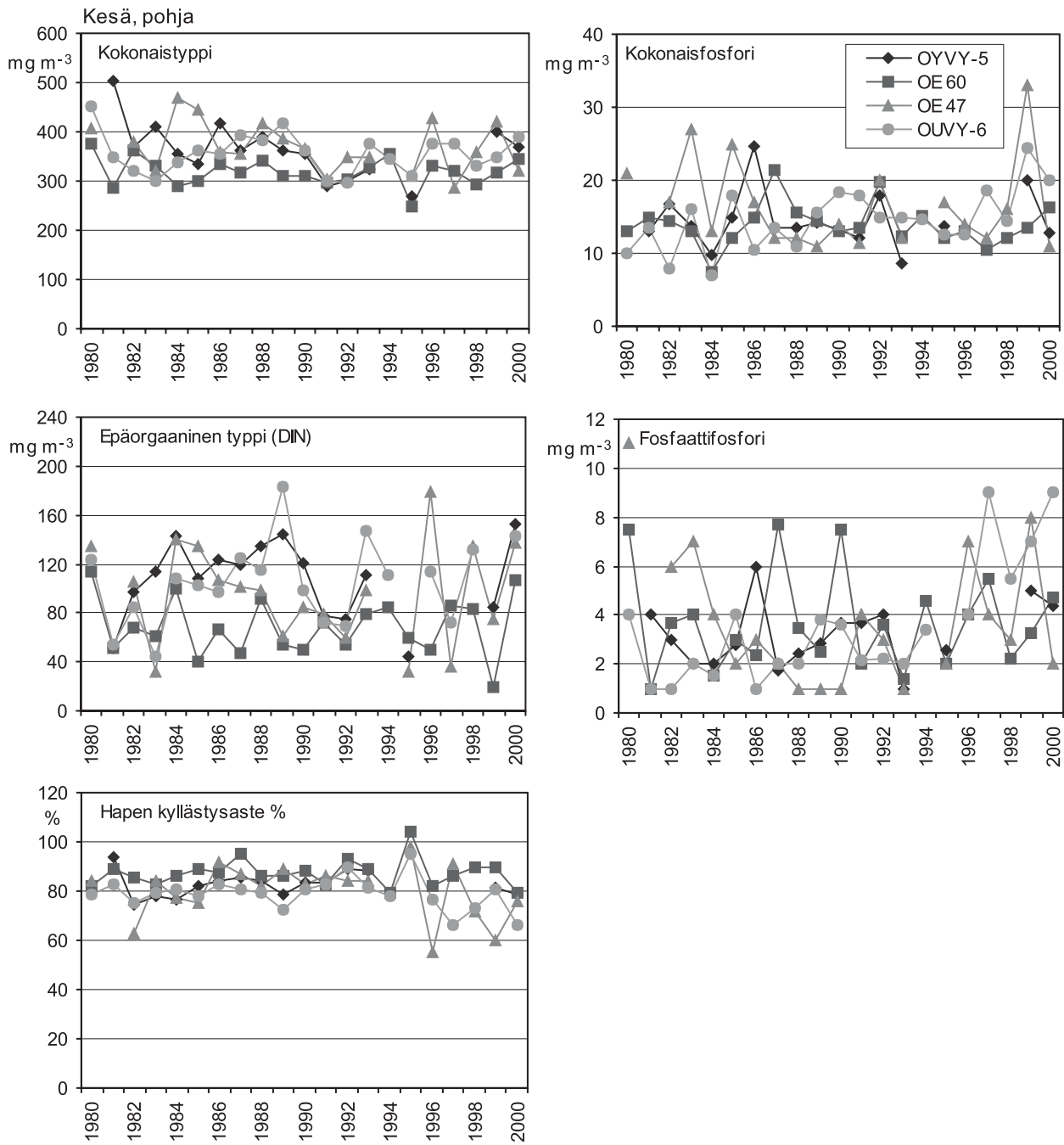
1990-luvun puolivälissä vuosikymmenen alun tasosta puoleen ja typpikuormitus laski kolmanneksella (Mankki 2001). Myös Kymijoen ainevirtaamat ovat laskeneet 1990-luvulla pienentyneen huuhtouman vuoksi.

Kymijoen vedet leviävät talvella erillisenä kerroksena jään alla meriveteen sekoittumatta aina Kirkonmaan tasolle asti. Jätevesikuormitus näkyy päällysvedessä selvimmin Kotkan itäpuolella (Mankki 2001). Talviset pintaveden typpi- ja fosforipitoisuudet nousivat Kotkan sisä- ja välisaaristossa 1980-luvulla, mutta 1990-luvulla tämä suuntaus tasaantui (kuva 3.9). Koska Kymijoen fosforipitoisuus on luonnostaan alhainen, heti jään alla olevan veden fosforipitoisuudet ovat pienempiä sisäsaaristossa kuin väli- ja ulkosaaristossa. Kymijoen veden vaikutus jään alla rannikon läheisyydessä näkyi esimerkiksi vuosien 1996 ja 1999 keskimääräistä alhaisempina fosforipitoisuuksina. Sisäisen kuormituksen vaikutus 1990-luvun lopulla heijastui veden pintakerroksessa kohonneina fosforipitoisuuksina.

Kesäaikaiset kokonaistyyppi pitoisuudet nousivat lievästi 1980-luvulla. Sen sijaan 1990-luvun tuloksissa ei havaittu selvää kehityssuuntaa (kuva 3.10). Epäorgaanisen tyyppi pitoisuudet laskivat selvästi 1990-luvulla. Fosforipitoisuudetkin laskivat jonkin verran 1980-luvun huipusta, mutta kohosivat jälleen 1990-luvun loppupuolella. Kasviplanktonin *a*-klorofyllipitoisuudet nousivat Kotkan välisaaristossa (Rankki Kyvy-2) mm. pinnan kohonneiden fosforipitoisuuksien kiihdyttäminä. Sisemmillä rannikko-alueilla, Mussalon länsipuolella (Äyspäänselkä 077) ja Kotkansaaren pohjoispuolella



Kuva 3.7. Kokonaistyyphen, kokonaisfosforin, epäorgaanisen tyyphen (DIN) ja fosfaattifosforin sekä kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Oulun edustalla kesällä 1980-2001.

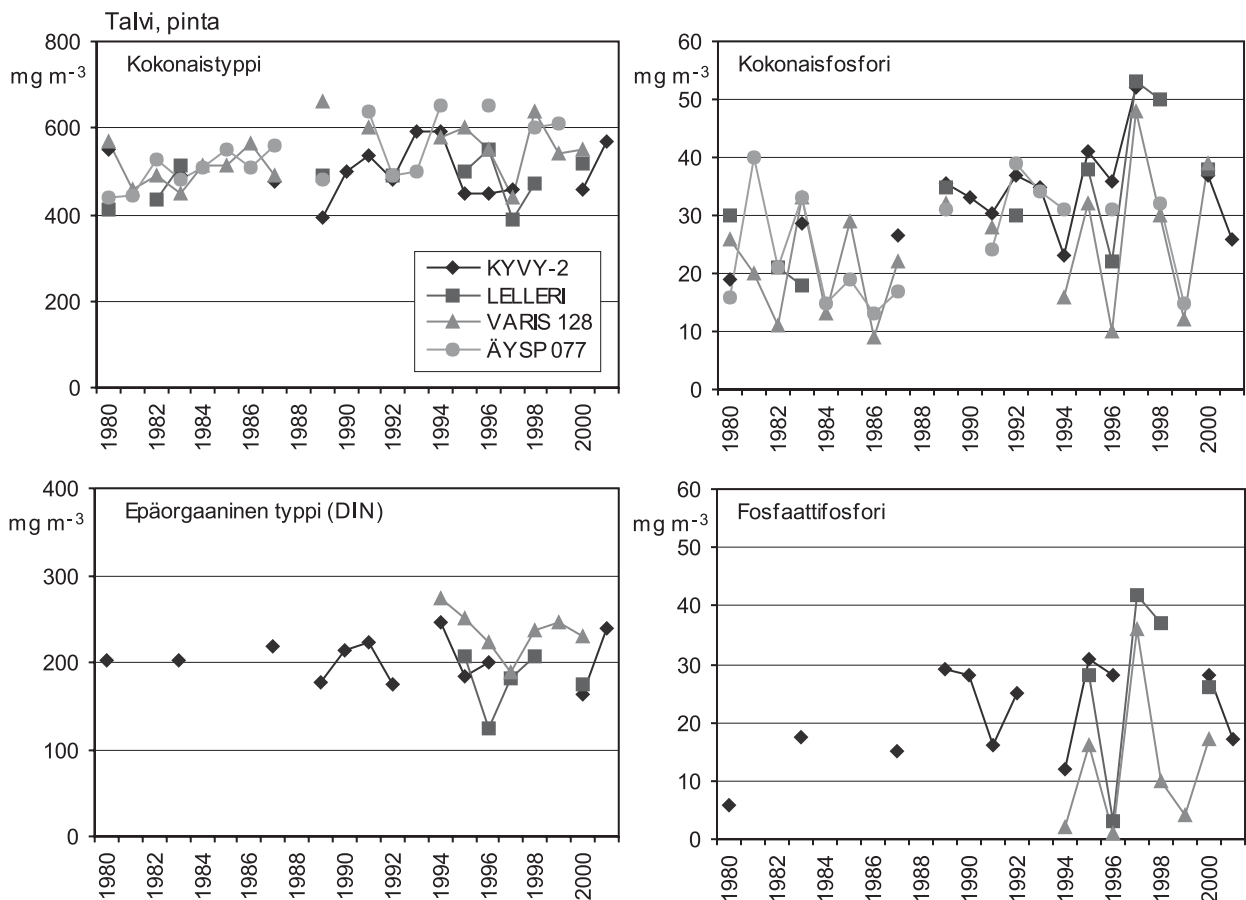


Kuva 3.8. Kokonaistyyppi, kokonaisfosforin, epäorgaanisen typpi (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet sekä hapen kyllästysaste pohjan läheisissä vesikerroksissa Oulun edustalla kesällä 1980-2001.

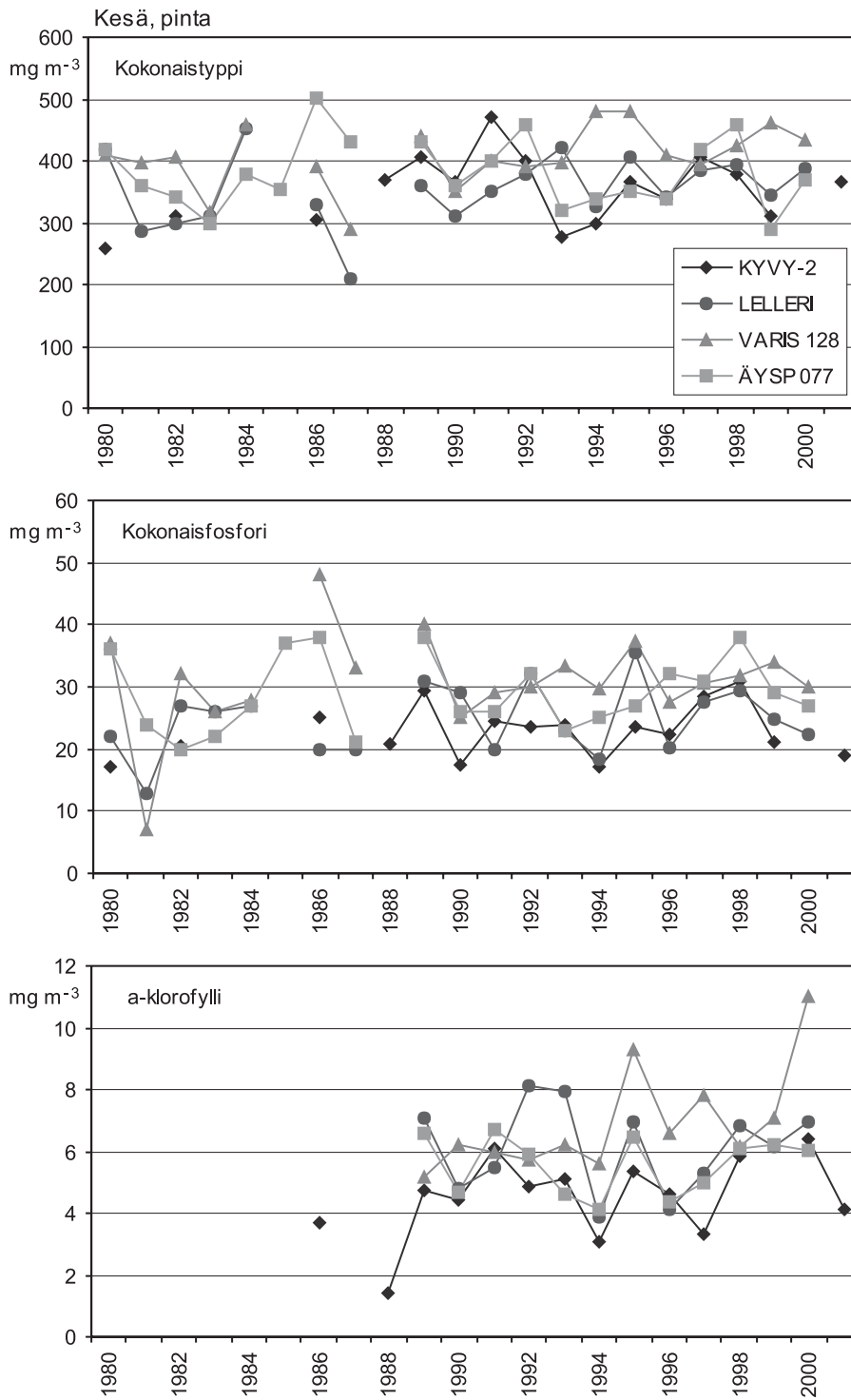
(Lelleri 123) a-klorofyllipitoisuuden taso pysyi vakaana. Kotkan sisäsaariston perustuotanto on Kymijoen vaikutusalueella kesällä fosforirajoitteinen, eikä ylimääräistä fosfaattia juuri jää veden pintakerrokseen. Ulompana merialueella typpi on 1990-luvun loppupuolella ollut entistä selvemmin lievien minimiravinne sisäisen kuormituksen vapauttaman fosforin johdosta (Pitkänen ym. 2001).

Kesäiset pohjan fosforipitoisuudet kohosivat Kotkan edustalla 1990-luvun loppupuolella. Sisäisen kuormituksen seurauksena suuria pitoisuuksia mitattiin mm. Mussalon länsipuolelta (Äyspäänselkä 077) (kuva 3.11). Pohjan kokonaistypen pitoisuudet kohosivat lievästi 1990-luvulla, mutta vuosikymmenen lopussa tämä kehitys taittui ja samalla epäorgaanisen typen pitoisuudet alkoivat laskea. Syvillä alueilla alusveden happitilanne oli 1990-luvulla huono (hapen kyllästysaste yleisesti alle 70 %, joi-nakin kesinä alle 40 %) mm. voimakkaan lämpötila- ja suolaisuuskerrostuneisuuden ja suuren sedimentaation vuoksi.

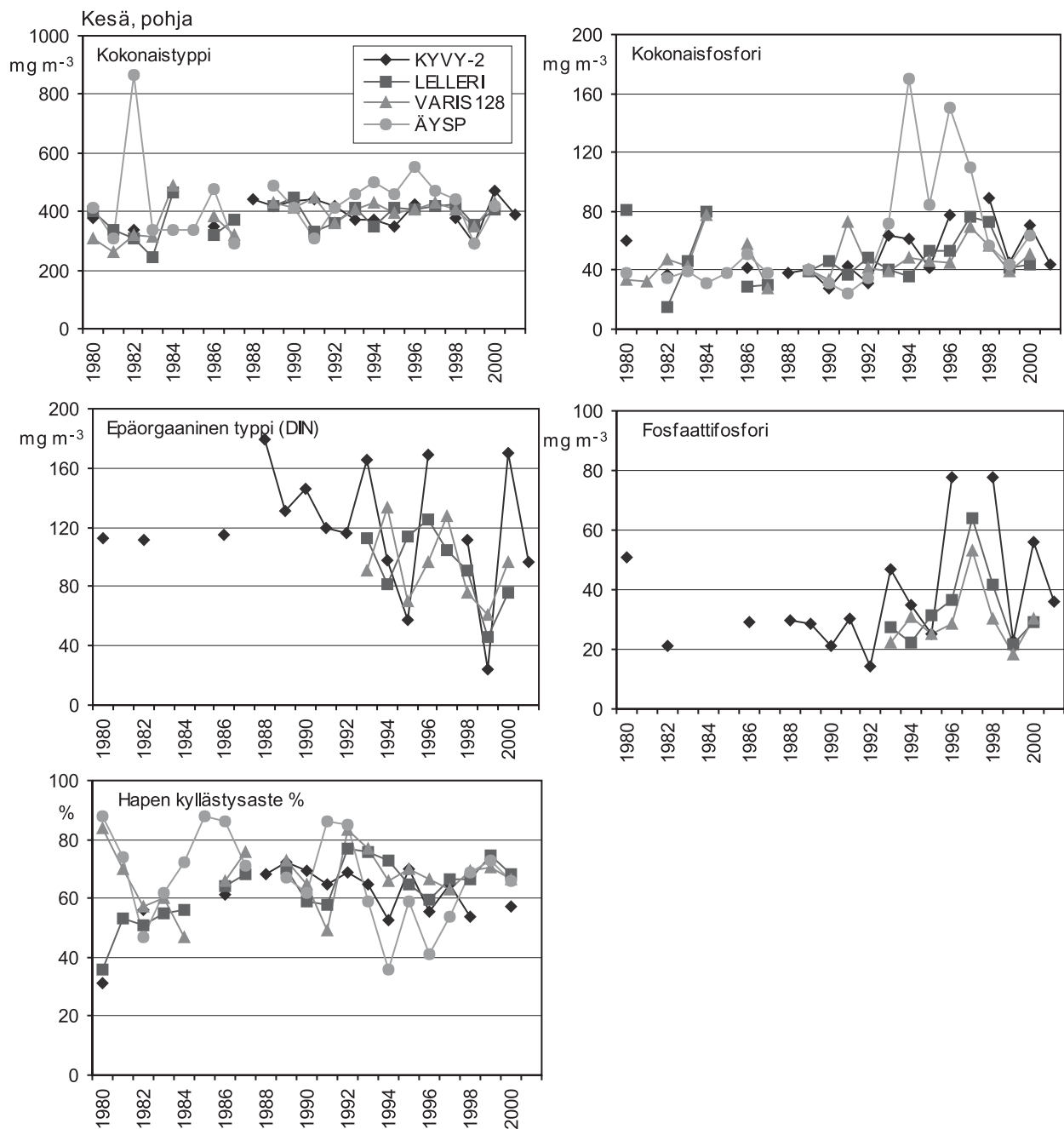
Jätevesien ja Kymijoen tuoma kuorma vaikuttaa selvästi Kotkan edustan veden laatuun purkualueiden lisäksi noin 5 km leveällä rannikkovyöhykkeellä. Mallilaskel-mien perusteella kuormitusvähennykset näkyvät sekä kasviplanktonin että rihmale-vien määrissä Kymijoen neljän suurimman haaran edustalla (kuva 3.5). Kuormitus-muutokset näkyvät selvemmin kasviplanktonissa kuin pohjassa kiinni kasvavissa rih-maleivissä, koska kasviplankton kulkeutuu laajemmalle alueelle virtausten mukana. Monista puolisoljetuista ja suhteellisen syvistä altaista koostuvalla Itäisellä Suomen-lahdella ravinne- ja rehevyystila riippuu myös sääoloista ja Suomenlahden tilan yleis-estä kehityksestä. Pietarin ja Nevan tuoma kuorma vaikuttaa keskeisesti Suomen-lahden itäisimmän ulkosaariston tilaan (Kiirikki ym. 2002).



Kuva 3.9. Kokonaistypen, kokonaisfosforin, epäorgaanisen typen (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet veden pinta-kerroksessa (0-5 m) Kotkan edustalla talvella 1980-2001.



Kuva 3.10. Kokonaistyyppien, kokonaisfosforin ja kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Kotkan edustalla kesällä 1980-2001.



Kuva 3.11. Kokonaistyyppi, kokonaisfosforin, epäorgaanisen typpi (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet sekä hapen kyllästysaste pohjan läheisissä vesikerroksissa Kotkan edustalla kesällä 1980-2001.



**Paimionlahti.** Paimionlahti on Suomen huomattavimpia jokiestuaareja. Sen vesipinta-ala on 145 km<sup>2</sup>, tilavuus 2 593 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> ja keskisyyvyys 18 m (Meeuwig ym. 2000). Lahden syvännealue on noin 40 m syvä. Paimionlahdelle on tyypillistä suuri suolapitoisuus (kesällä keskimäärin 6.1 ‰) ja savipitoisten peltojen aiheuttama veden korkea samennus.

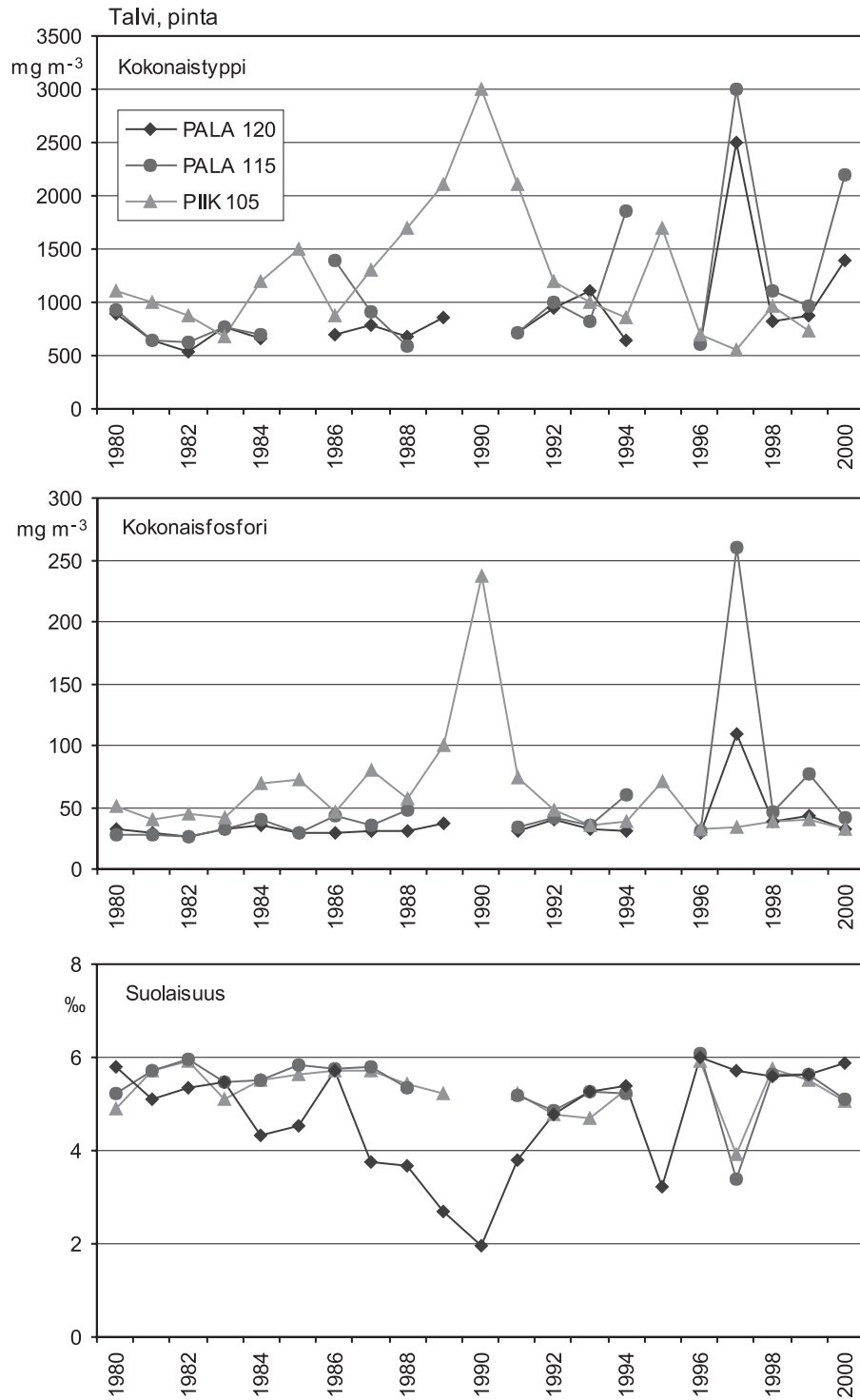
Maatalous on Paimionlahden suurin ravinteiden lähde. Sen osuus Paimionjoen fosforin kokonaiskuormituksesta oli 1990-luvulla keskimäärin 69 % ja typpikuormituksesta 62 %. Lisäksi ravinteita kulkeutuu Paimionlahteen luonnonhuuhtoumana (13 % fosfori- ja 23 % typen kokonaisvirtaamista). Sen sijaan asutuksen osuus Paimionlahden ravinnekuormituksesta on vähäinen (1 % fosforin ja 6 % typen kokonaisvirtaamista) ja teollisuuden osuus lähes olematon. Haja-asutuksen Paimionlahdelle tuoma typpikuorma on yhtä suuri kuin asumajätevesien typpikuorma.

Asutuksen ja teollisuuden jätevedet kuormittavat vesistöjä suhteellisen tasaisesti ympäri vuoden. Jätevesien vaikutus on suurimmillaan kesällä, jolloin virtaamat ovat pieniä. Hajakuormituksen määrä vaihtelee sääolosuhteiden mukaan. Valtaosa valuma-alueen hajakuormituksesta kulkeutuu Paimionlahteen keväisin ja syksyisin sade- ja sulamisvesien mukana. Hajakuormituksen määrä kasvoikin 1990-luvun alussa leutoina ja sateisina talvina (Lehtonen ja Mattila 1993).

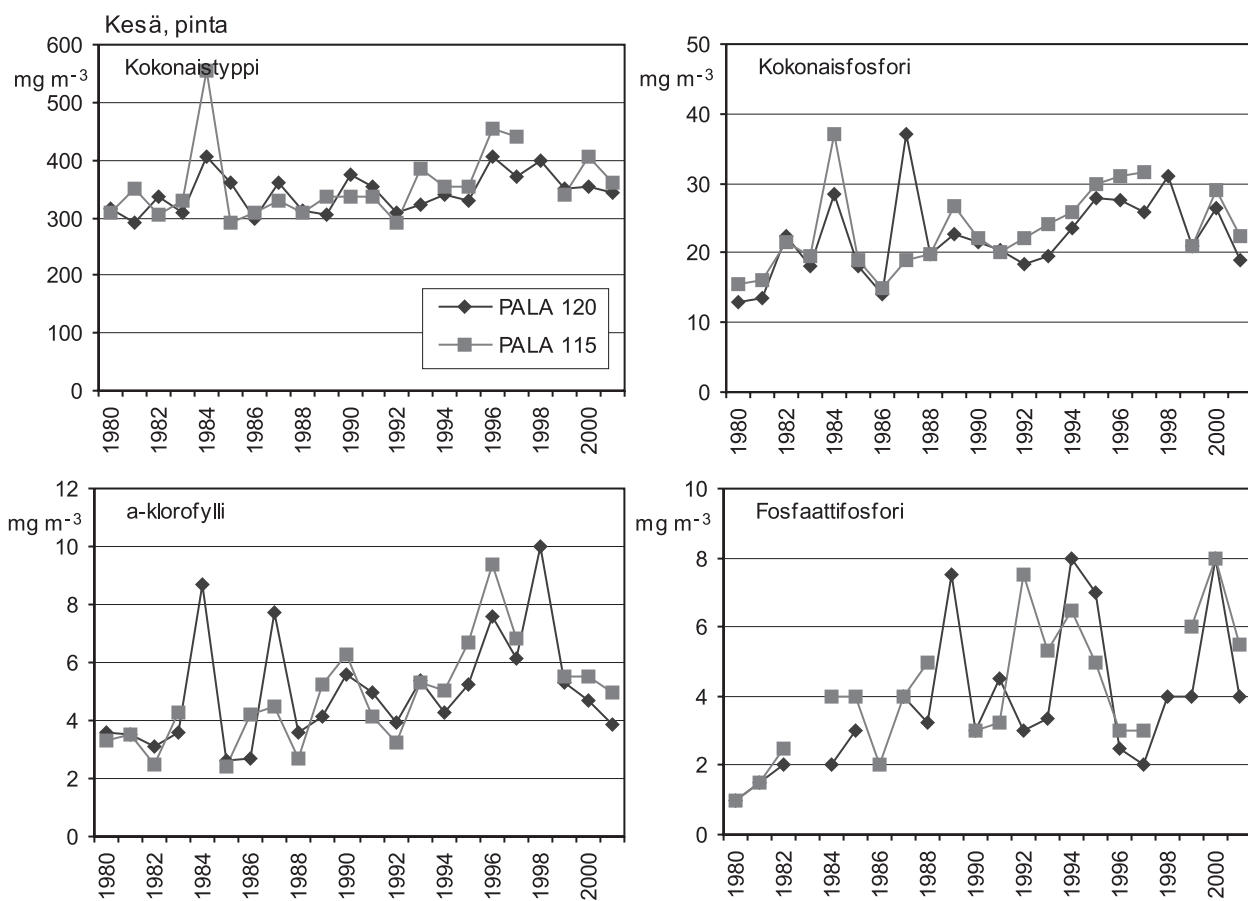
Jokien ainevirtaamien ja jätevesien lisäksi Paimionlahden veden laatuun vaikuttavat tuulten aiheuttamat virtaukset. Tuulten jatkuessa pitkään Paimionselän suuntaisena, vähäravinteisempaa ja suolapitoisempaa merivettä saattaa kulkeutua lahden sisäosiin ja syvänteisiin. Kesällä voimakkaan lämpötilakerrostuneisuuden aikana syvänteiden happivarat kuluvat usein vähiin. Happikatojen aikana pohjalietteestä liukee fosforia veteen, mikä aiheuttaa sisäistä kuormitusta. Lahden sisäosien matalilla alueilla tuulen ja veneliikenteen aiheuttamat virtaukset voivat sekoittaa pohjalle kertyneitä ravinnevaroja veteen. (Lehtonen ja Mattila 1993). Lisäksi runsas särkikalakan ta voi palauttaa pohjalle varastoituneita ravinteita levien käyttöön.

Paimionlahden sisäosissa ja Piikkiönlahdella pintavesikerros on erittäin sameaa ja runsasravinteisempaa kuin Paimionselällä. Talvella pintakerroksen kokonaistyyppi ja fosforipitoisuuksissa ei havaittu selvää muutossuuntaa (kuva 3.12). Vuoden 1997 ja 1990-luvun alun ravinnehuiput johtuvat alkutalven keskimääräistä suuremmista jokivirtaamista, mikä näkyy myös veden alentuneina suolapitoisuuksina. Piikkiönlahden ja Paimionselän ravinnehuiput sattuvat eri vuosille: Piikkiönlahdella jokivesien vaikutus näkyy 1990-luvun alussa ja Paimionselällä vuonna 1997. Tämä voidaan selittää sekä näytteenottohetken eroilla että sitä edeltävillä sääolosuhteilla, joilla on todettu olevan selvä yhteys tutkimusalueen vedenlaatuun (Lehtonen ja Mattila 1993).

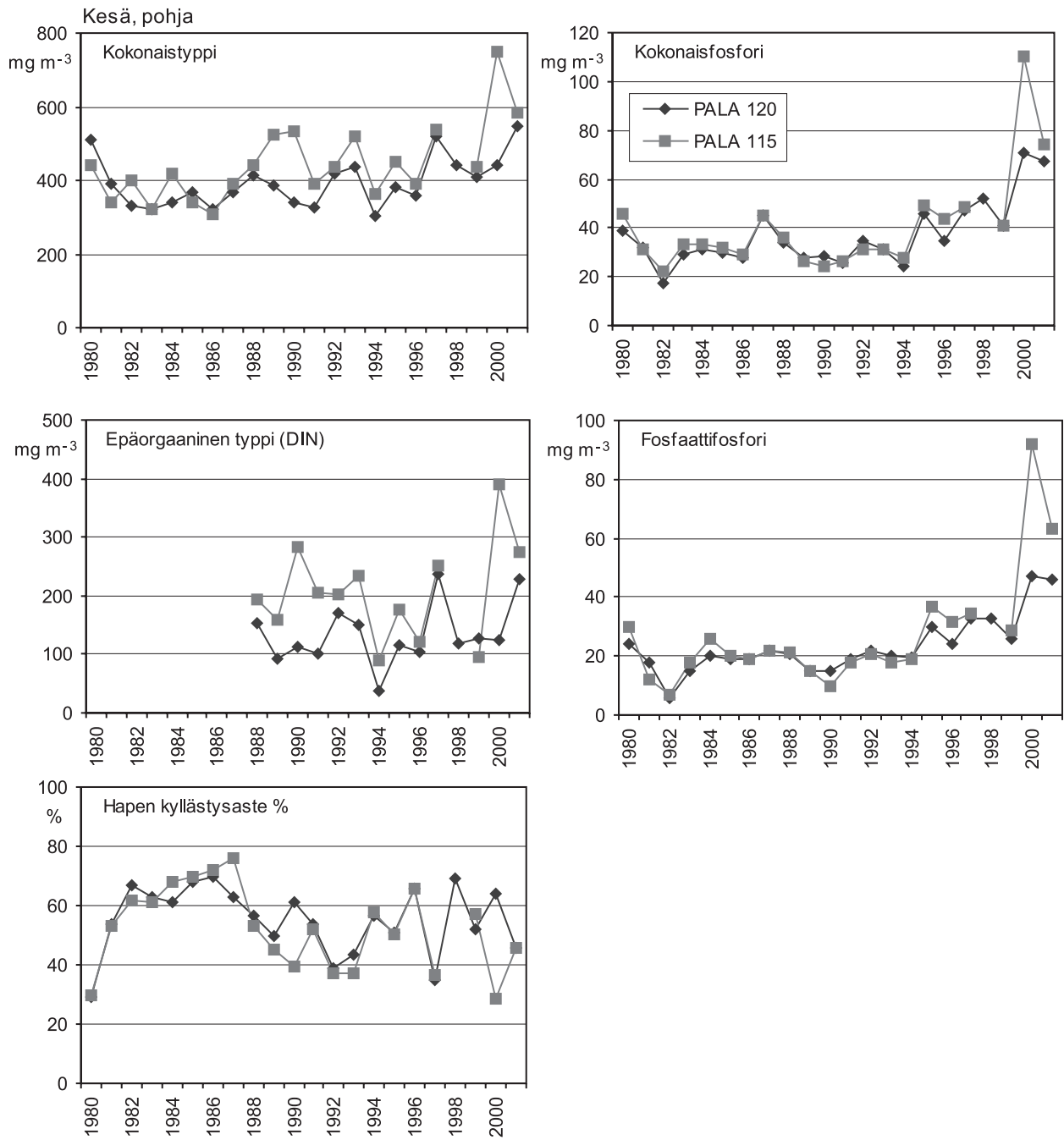
Paimionlahden pintakerroksen kesäiset fosforipitoisuudet nousivat 1980- ja 1990-luvuilla, mutta kääntyivät laskuun vuosikymmenen loppupuolella (kuva 3.13). Jätevesien purkualueiden lähistöllä veden fosforipitoisuus ei ole pienentynyt jätevesikuormituksen selvästä vähenemistä huolimatta, mikä viittaa siihen, ettei jätevesien osuus ravinnepitoisuuksien ylläpitäjänä ole suuri (Lehtonen ja Mattila 1993). Typen ja kasviplanktonin *a*-klorofyllin pitoisuuksien 1990-luvun alkupuoliskolla alkanut nousu tasoittui vuosisadan vaihteessa. Sen sijaan kesän happiolot heikentyivät pohjanläheisissä vesikerroksissa, mikä johtui jokien kuljettamista suurista ravinnemääristä (esim. vuonna 2000) ja hydrografisista tekijöistä (kuva 3.14). Alhaisten happipitoisuuksien vuoksi typpi- ja fosforipitoisuudet kasvoivat pohjanläheisissä vesikerroksissa. Tämän vuoksi pintavesien ravinnetaso nousi kun vedet sekoittuivat täyskiertojen yhteydessä. Kesäaikaisten ravinnepitoisuuksien kasvu syvänteessä (Pala 115) näyttää liittyvän sisäiseen kuormitukseen (happi/DIP välinen korrelaatio 0,46) sekä Paimionjoen ravinnevirtaamien vaihteluun, mikä on todennäköisesti yhteydessä syvänteessä tapahtuvaan sedimentaatioprosessiin. Maatalouden toimenpiteiden vaikutusta ei havaittu Paimionlahdella tässä selvityksessä.



Kuva 3.12. Kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet sekä suolaisuus veden pintakerroksessa (0-5 m) Paimionlahdella talvella 1980-2001.



Kuva 3.13. Kokonaistyyppien, kokonaisfosforin, epäorgaanisen tyypin (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Paimionlahdella kesällä 1980-2001.



Kuva 3.14. Kokonaistyyppen, kokonaisfosforin, epäorgaanisen tyyppen (DIN) ja fosfaattifosforin pitoisuudet sekä hapen kyllästysaste pohjan läheisissä vesikerroksissa Paimionlahdella kesällä 1980-2001.

Epäorgaanisen N:P -suhteen perusteella typpi rajoittaa kesällä Paimionlahdella levien kasvua. Tähän viittaa myös sinilevien yleistymisen 1990-luvulla. Veden voimakas samentuminen ehkäisee valorajoitteisten kasviplanktonlajien kasvua Paimionlahdella.

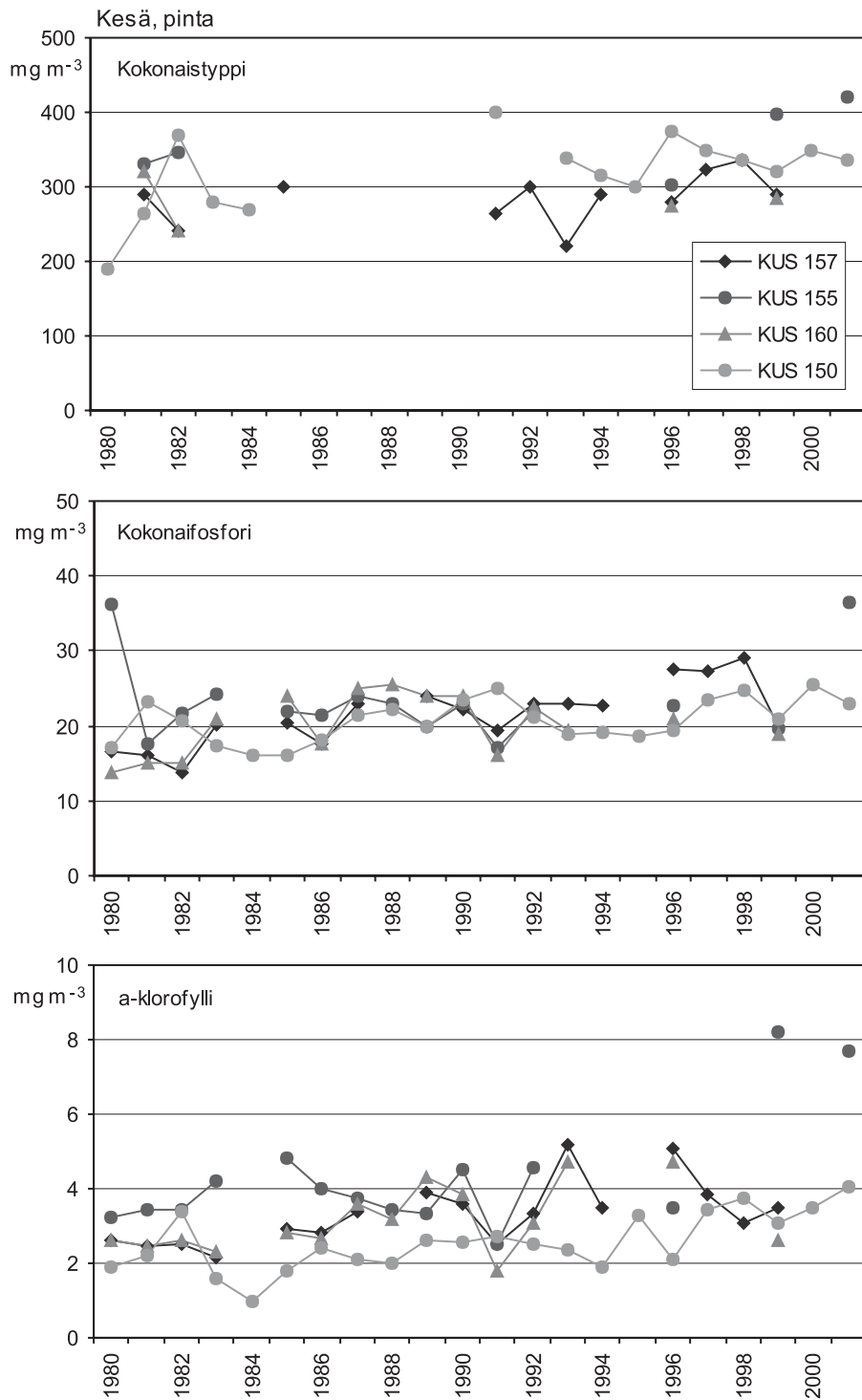
Paimionlahden rehevyys johtuu alueelle tulevasta maatalouden ravinnekuormasta ja rajoittuneesta veden vaihdosta ulomman Saaristomeren kanssa. Paimionlahti, kuten muukin Saaristomeren viime vuosikymmeninä rehevöitynyt alueen pääasiallisen kuormittajan, maatalouden, vesiensuojelutoimista huolimatta. Paimionjoen veden laatu ei ole parantunut. Tämä johtunee hydrologisten olojen vaihtelusta sekä siitä etteivät maatalouden toimenpiteet ole lainkaan vaikuttaneet tai eivät vielä ole ehtineet vaikuttaa ravinnehuuhtoumiin. Ulomman Paimionlahden tilan kehitys riippuu Saaristomeren eteläosan tilan kehityksestä. Saaristomeren on kehittynyt sekä 1980- että 1990-luvuilla rehevämpään suuntaan. Esimerkiksi sinilevien massaesiintymiä alkoi Paimionlahdella esiintyä vasta 1990-luvun loppupuolelta lähtien.

Kustavin saaristo. Kalankasvatus on merialueen pääasiallinen fosforin (yli 90 % fosforikuormasta) ja typen (yli 70 % typpikuormasta) lähde. Luonnonhuuhtouman ja hajakuormituksen osuus on noin viidesosa typpikuormasta. Jätevesiä johdetaan hyvin vähän Kustavin ja Taivassalon merialueelle. Koko Saaristomerellä jätevesien rehevöittävä vaikutus rajoittuu pääasiassa asutuskeskusten lähivesiin, missä veden laadun muutokset ovat olleet pienempiä kuin väli- ja ulkosaaristossa (Suomela 2001).

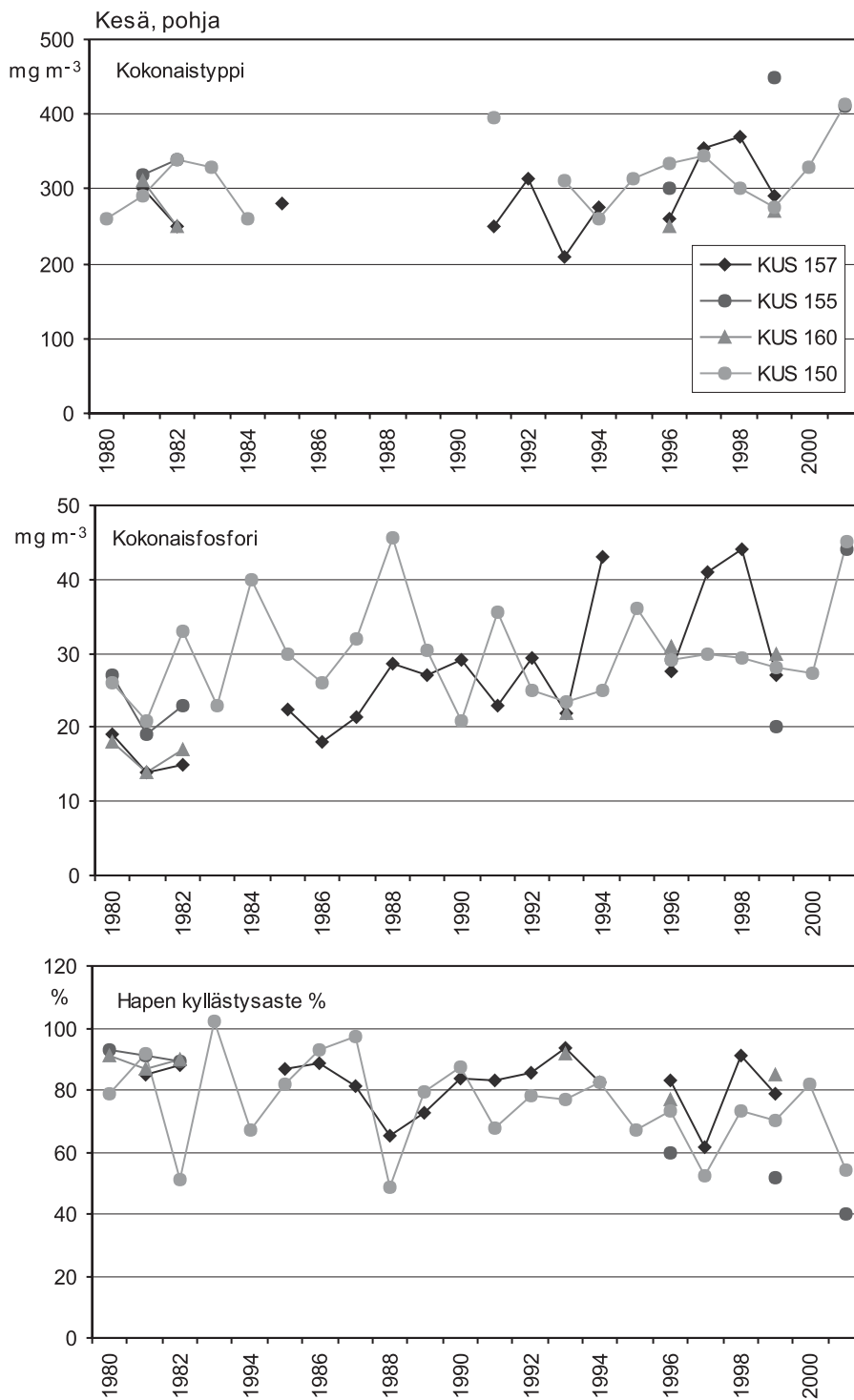
Kustavin saaristosta oli niukalti talviaikaisia pitoisuustietoja. Kustavin koillispuolella (KUS 150), kalankasvatuslaitosten välittömän vaikutusalueen ulkopuolella, talviaikaiset pinnan fosforipitoisuudet vaihtelivat vuosittain, mutta selvää suuntausta ei havaittu. Typpipitoisuudet kasvoivat lievästi 1990-luvun lopulla.

Klorofyllipitoisuuksien perusteella Kustavin saariston koillispuoli (KUS 150) on lievästi rehevöitynyt (2-3 µg/l). Alueen klorofyllipitoisuudet kohosivat 1990-luvun lopulla samalle tasolle Kustavin ja Etelä-Vartsalon välisen merialueen (3-5 µg/l) kanssa (kuva 3.15). Levien kasvu on epäorgaanisen typpi/fosforisuhteen perusteella heinäelokuussa typpirajoitteinen (DIN:DIP keskimäärin 2). Ylimääräistä fosforia on veden pintakerroksessa kesällä keskimäärin 4.4 µg/l, mikä osoittaa, että merialueen vastaanottamasta typpikuormasta huolimatta typpeä häviää paljon. Typen ja fosforin -suhdetta pienentävät monet sisäiset prosessit kuten denitrifikaatio (Seitzinger 1988), sedimentaatio (Pitkänen 1994) ja sameus (Alasaarela 1980). Alhainen N:P -suhde ja typpirajoitteisuus ovat yleistyneet viime vuosina Saaristomerellä (Kirkkala ym. 1998).

Ravinnepitoisuuksien, kasviplanktonin ja a-klorofyllipitoisuuksien kohoaminen vuosisadan vaihteessa liittyyneen sisäisen kuormituksen kiihtymiseen (kuvat 3.15 ja 3.16). Hapen kyllästysaste pieneni paikoin alle 50 %:iin pohjanläheisissä vesikerroksissa. Saaristomeren ulkoisessa ravinnekuormituksessa ei ole kuitenkaan tapahtunut muutoksia, jotka selittäisivät väli- ja ulkosaaristossa 1990-luvulla havaittua veden laadun heikkenemistä (Suomela 2001). Suomenlahden ravinnepitoisuuksien tuskin ulottuvat Houtskariniön-Velkuan-Taivassalon merialueille, missä fosforipitoisuudet ovat kohonneet eniten (Helminen ym. 1998). Vaikka kalankasvatuksen aiheuttama kuormitus on vähentynyt (Silvo ym. 2002), on sisäinen kuormitus samanaikaisesti kasvanut, eivätkä ravinnepitoisuudet ole pienentyneet.



Kuva 3.15. Kokonaistyyppien, kokonaifosforin ja kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuudet veden pintakerroksessa (0-5 m) Kustavin-Taivassalon merialueella kesällä 1980-2001.



Kuva 3.16. Kokonaistyyppien ja kokonaisfosforin pitoisuudet sekä hapen kyllästysaste pohjan läheisissä vesikerroksissa Kustavin-Taivassalon merialueella kesällä 1980-2001.

## 3.2 Järvet

Etelä-Saimaa. Etelä-Saimaan Haukiselkää kuormittaa Lappeenrannan metsäteollisuus. Kuormitus aleni huomattavasti vuosien 1992-1994 jälkeen, kun metsäteollisuuden jätevesien biologinen puhdistus alkoi ja sellun valkaisuun otettiin käyttöön happikemikaalit. Happea kuluttava kuormitus sekä fosforikuormitus alenivat kumpikin yli 80 % ja kloorautuneiden orgaanisten yhdisteiden kuormitus lähes 80 % (Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry. 1999).

Haukiselän happitilanne on parantunut selvästi jäteveden puhdistamon käyttöönoton jälkeen. Pohjan läheisen vesikerroksen talviset happipitoisuudet ovat nousseet vuoden 1992 jälkeen noin 6:sta keskimäärin 9,6 mg/l:aan ja orgaanisen aineen määrää osoittava kemiallinen hapen kulutus on alentunut 17:sta 11,4 mg/l:aan (kuva 3.17). Myös ravinnepitoisuudet ovat alentuneet, esim. alusveden talvinen kokonaisfosforipitoisuus on vuoden 1992 jälkeen ollut keskimäärin 14 µg/l oltuaan sitä ennen yli 40 µg/l. Kesäaikaiset ravinnepitoisuudet ovat alentuneet sekä pinta- että alusvedessä. Klorofyllimäärät ovat laskeneet siten, että pitoisuudet ovat 1990-jälkipuoliskolla vastanneet käyttökelpoisuusluokituksen hyvää laatuluokkaa (alenema 11,8:sta - 8,8 µg/l:aan) (kuva 3.17).

Haukiselän pohjaeläimistöissä ja kasviplanktonissa oli vuosien 1994-1997 välillä viitteitä rehevyyden vähenemisestä. Esim. rehevää ja karua vettä ilmentävien planktonlajien suhde on muuttunut karumpaan suuntaa ja sinilevien osuus lajistossa vähentynyt. Syvänteen pohjaeläinlajimäärät ja biomassat ovat kasvaneet, mitä voidaan pitää merkinä happitilanteen paranemisesta ja mahdollisesti myös myrkkövaikutusten vähenemisestä (Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry. 1999).

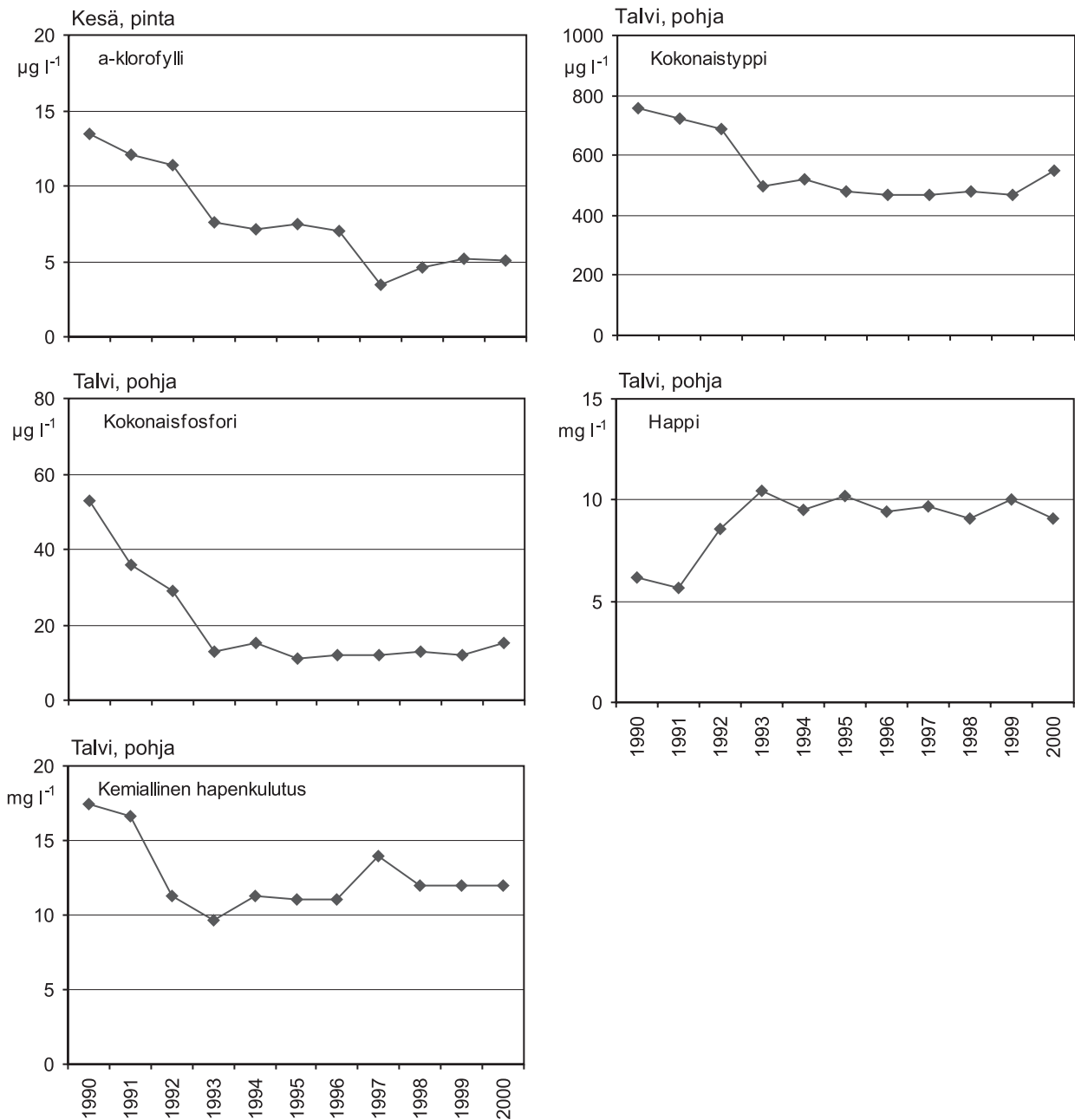
Konnivesi. Konnivettä kuormittavat Heinolan sellu- ja kartonkitehtaiden sekä kaupungin jäteveden puhdistamot. Teollisuuslaitoksilla on ollut useita lupaehtojen ylityksiä 1990-luvulla. Jätevesien käsittely tehostui vuonna 1996, kun sekä Heinolan kaupungin että fluting-tehtaan uudet biologiset jäteveden puhdistamot otettiin käyttöön (Anttila-Huhtinen 1999). Alueelle kohdistuva happea kuluttava-, kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitus vähenivät merkittävästi. Kokonaistyyppikuormitus on pysynyt ennallaan. Suurin vähennys on tapahtunut fluting-tehtaalla, jonka kokonaisfosforikuormitus väheni vuoden 1996 jälkeen noin 30% ja happea kuluttava kuormitus yli 90% (Anttila-Huhtinen 2001).

Kuormituksen vähenemisestä huolimatta muutokset veden laatusuureissa ovat olleet vähäisiä. Jätevesikuormituksen vaikutukset näkyvät alueella selkeimmin alusveden happivajauksena. Se ei ole muuttunut vuoden 1996 jälkeen huolimatta jätevesien käsittelyn tehostamisesta. Myöskään ravinnepitoisuudet eivät ole alentuneet. Sähköjohtavuusarvot näyttävät hieman kohonneen 1990-luvun jälkipuoliskolla (kuva 3.18).

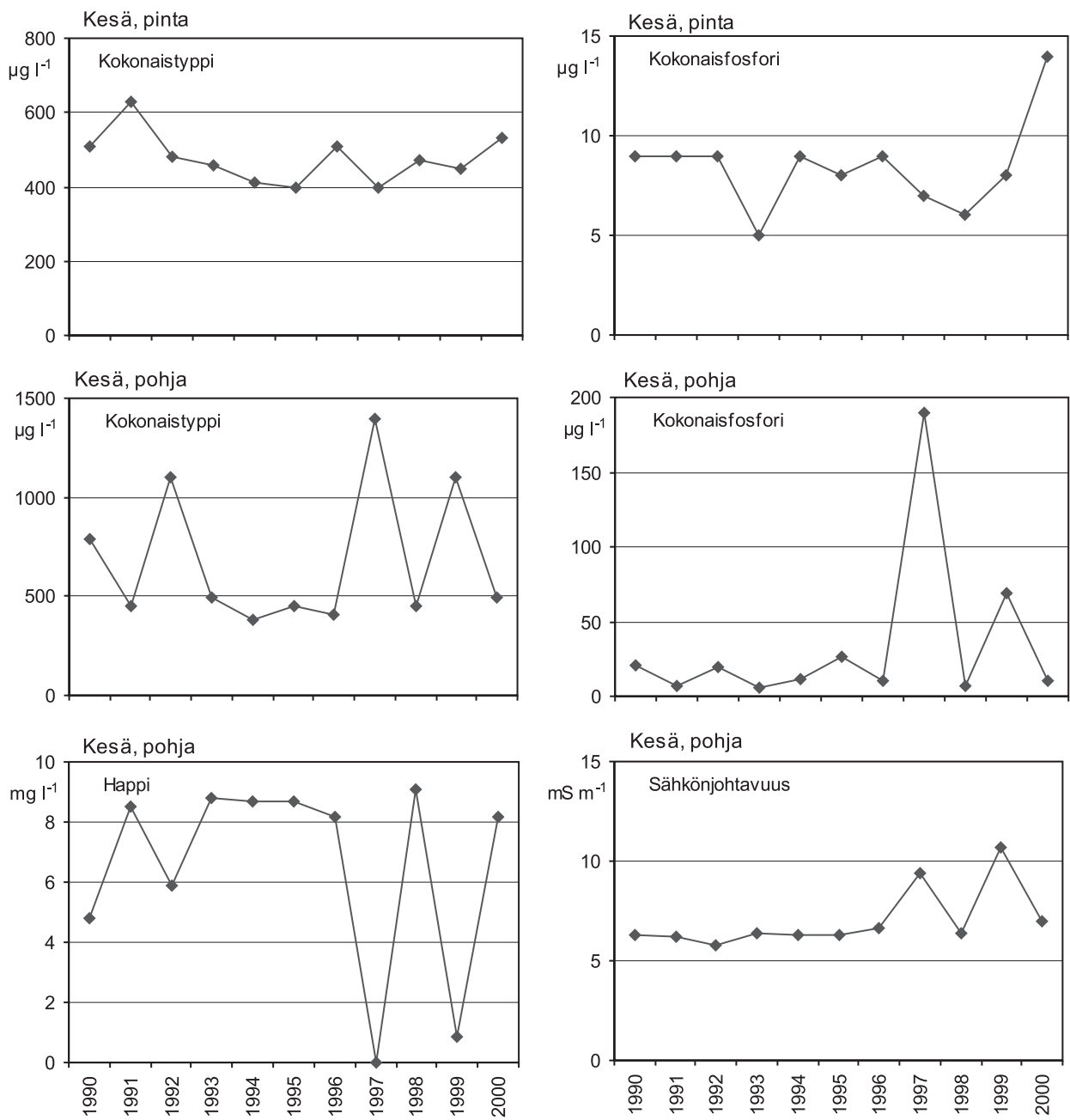
Rehevyys perifytonilla mitattuna on kuormitetulla Konnivedellä runsaampaa kuin vertailualueilla. Perifytonarvot ovat viime vuosina alentuneet 1990-luvun keskivaiheilla havaituista korkeista, vertailualueisiin nähden jopa yli 10-kertaisista lukemista (Anttila-Huhtinen 2001).

Pohjois-Päijänne. Pohjois-Päijännettä kuormittavat Äänekosken reitiltä tuleva kuormitus sekä Jyväskylän kaupungin ja paperitehtaan jätevedet. Äänekosken seudun metsäteollisuuden kuormitus aleni merkittävästi jo 1980-luvun puolivälissä. Prosessissa käytetty valkaisu- ja kiintoainekemikaali muutettiin 1990-luvun alussa ympäristöä vähemmän kuormittavaksi. Äänekosken sellutehtaan kokonaisfosforikuormitus on vielä 1990-luvullakin vähentynyt siten, että vähennystä on noin 65 % verrattaessa jaksoja 1990-1995 ja 1996-2000. Vastaava vähennys happea kuluttavassa orgaanisessa kuormituksessa oli hieman yli 50 %. Jyväskylän kaupungin jätevedenpuhdistamolta tuleva kokonaisfosforikuormitus on vähentynyt vuoden 1991 jälkeen noin 30 %. Muiden kuormittajien merkitys on vähäisempi (Palomäki ja Salo 2001).





Kuva 3.17. Saimaan Haukiselän pintaveden klorofyllipitoisuus kesällä sekä kokonaisravinteiden pitoisuudet, kemiallinen hapenkulutus ja liuenneen hapen pitoisuus pohjan läheisessä vesikerroksessa talvella 1990-2000.



Kuva 3.18. Kouvionveden kokonaisravinnepitoisuudet pintavedessä kesällä sekä pohjan läheisen vesikerroksen kokonaisravinnepitoisuudet, liuenneen hapen pitoisuus ja sähkönjohtavuus kesällä 1990-2000.

Pohjois-Päijänteen talvikauden kokonaisfosforipitoisuustaso on vuoden 1991 jälkeen ollut päällysvedessä alle 20 µg/l oltuaan aikaisemmin yleensä selvästi sitä korkeampi. Fosforipitoisuuden sekä kemiallisen hapen kulutuksen ja väriarvojen alentuminen vuoden 1991 jälkeen saattavat johtua kuormituksen vähenemisestä. Fosforipitoisuus on alentunut jonkin verran myös alusvedessä ja liukoisen typen pitoisuus kesäkausina päällysvedessä. Klorofyllipitoisuudet ovat alentuneet 1990-luvun aikana; alenema on noin kolme µg/l verrattaessa vuosikymmenen alku- ja loppupuolen vuosia. (kuva 3.19).

Viimeisimpien kasviplanktonitutkimusten (vuodelta 2000) mukaan Pohjois-Päijänne on luokiteltavissa lievästi reheväksi. Kasviplanktonbiomassat ovat pysyneet samalla tasolla 1990-luvun loppuvuosina. Perifytonitutkimusten perusteella näyttäisi siltä, että Pohjois-Päijänteen rehevöityminen on vähentynyt vuoden 1993 jälkeen. Perifytonmäärät ovat vaihdelleet erittäin voimakkaasti vuosien välillä, mutta 1990-luvun alkupuolen vuosien keskiarvo on kolminkertainen verrattuna tarkastelujakson loppupuolen vuosiin. Syvänteen pohjaeläimistö osoittaa pohjan tilan olevan lievästi likaantunut. Tilanne ei ole muuttunut viimeisten kymmenen vuoden aikana (Palomäki ja Hynynen 1999, Palomäki ja Salo 2001).

Ukonvesi. Ukonveden Annilanselkä on Mikkelin kaupungin jäteveden puhdistamolta tulevan kuormituksen lähivaikutusalueella. Puhdistamon kokonaistyyppikuormitus on kasvanut noin 15% verrattaessa 1990-luvun alku- ja loppupuolen vuosia keskenään. Sen sijaan kokonaisfosforikuormitus oli vuonna 2000 noin puolet 1990-luvun alun tasosta ja myös happea kuluttava kuormitus on hieman alentunut 1990-luvulla. Annilanselän happitilannetta pyritään parantamaan hapettamalla. (Saimaan vesiensojeluhydistys ry. 2001).

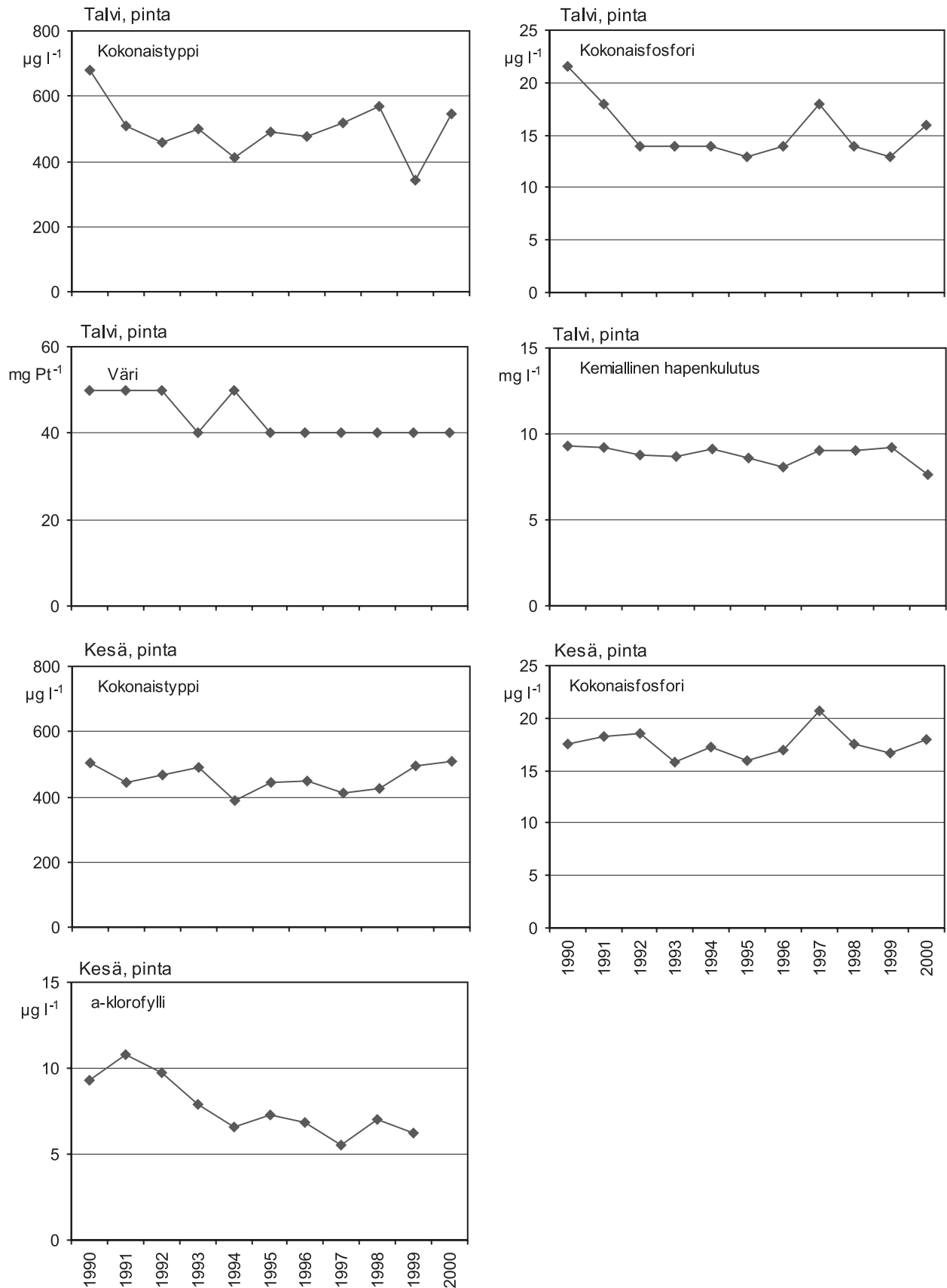
Puhdistamon toiminnassa tapahtuneet muutokset heijastuvat jonkin verran myös veden laatuun Annilanselällä. Pohjanläheisen vesikerroksen talviaikaiset kokonais- ja liukoisen typen pitoisuudet ovat kasvaneet 1990-luvun loppua kohti. Esimerkiksi kokonaistypen pitoisuudet ovat jakson jälkipuoliskolla olleet noin 500 µg/l (lähes 20%) suuremmat kuin alkuvuosina. Alusveden fosforipitoisuudet ovat selvästi alentuneet, ja talvinen alusveden happitilanne samalla hieman kohentunut. Annilanselän a-klorofyllipitoisuudet ovat olleet reheville järville ominaisia koko 1990-luvun ajan (kuva 3.20).

Biologiset muuttujat, perifyton, kasviplankton ja pohjaeläimistö osoittavat Mikkelin lähivesien olevan reheviä. Niiden rehevyys näyttää kuitenkin lievästi laskeneen kun verrataan vuoden 2000 perifyton- ja kasviplanktonituloksia vuosina 1989 ja 1994 tehtyjen tutkimusten tuloksiin. Sen sijaan pohjaeläimistö osoittaa syvänteen tilanteen pysyneen muuttumattomana (Saimaan vesiensojeluhydistys ry. 2001).

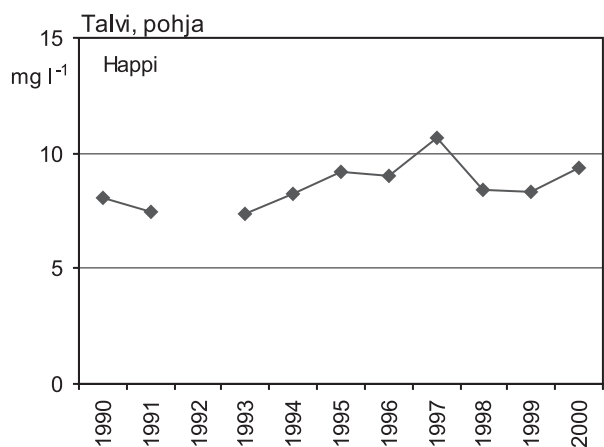
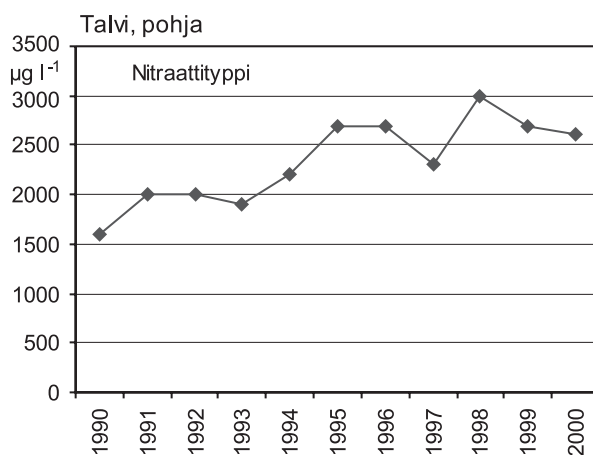
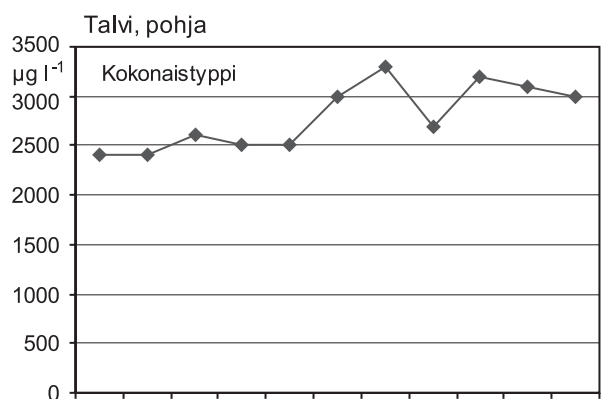
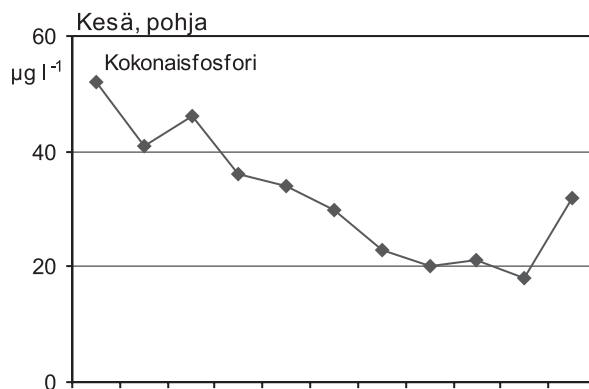
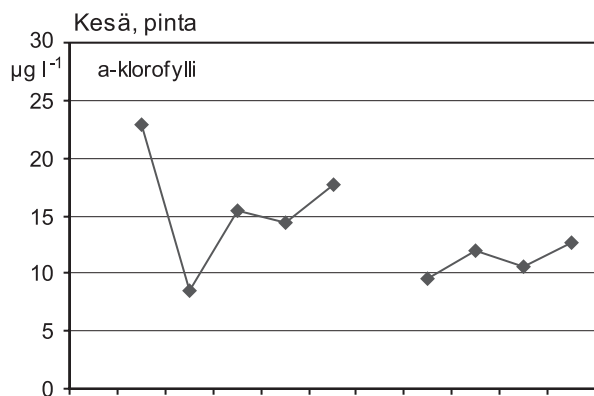
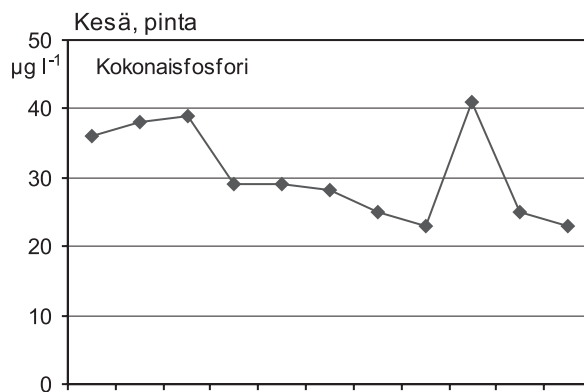
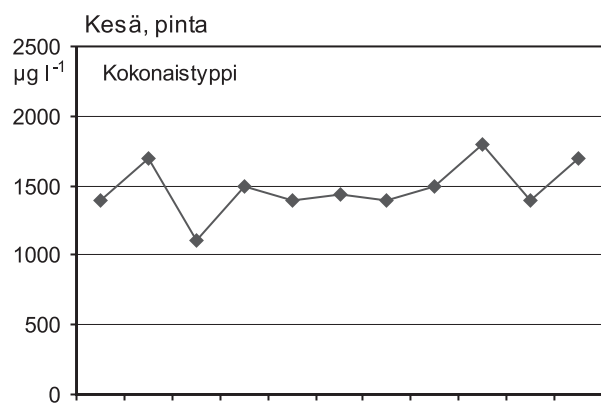
Kallavesi. Kuopion kaupungin jäteveden puhdistamolta tuleva fosforikuormitus on alentunut alle 10% verrattaessa jaksoja 1990-1995 ja 1996-2000. Happea kuluttava BHK<sub>7</sub>-kuormitus on vastaavana aikana alentunut noin 30% ja tyyppikuormitus 15%. Puhdistamon edustalla toimii kolme hapetinta. (Savo-Karjalan vesiensojeluhydistys ry. 1993, 1999, 2001a)

Kallaveden havaintopaikan veden laadussa ei havaittu selviä muutossuuntia 1990-luvulla. Jätevesien leviäminen näkyy selvimmin pohjanläheisten vesikerrosten kohonneina kokonaistyyppipitoisuuksina ja hapen vajauksena. Niissä on tapahtunut vain vähäisiä muutoksia 1990-luvulla. Merkittävin muutos näkyy alusveden talvisissa tyyppipitoisuuksissa, jotka ovat olleet 1990 jälkipuoliskolla noin 20% pienemmät kuin vuosina 1990-1995. Keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet ovat pysyneet ennallaan tai kohonneet hieman verrattaessa esimerkiksi elokuun arvoja (1990-1995: 8,3 µg/l, 1996-2000: 8,6 µg/l) (kuva 3.21).

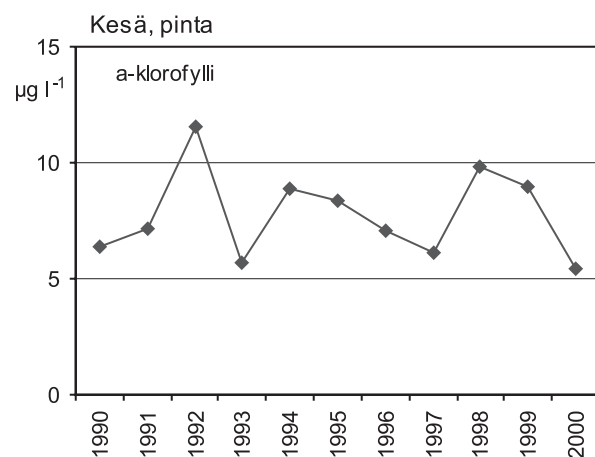
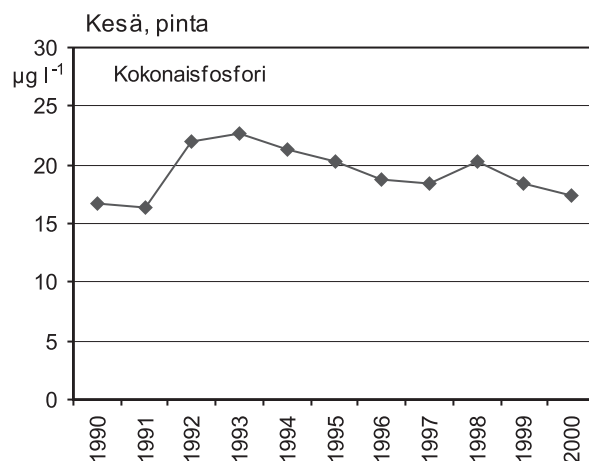
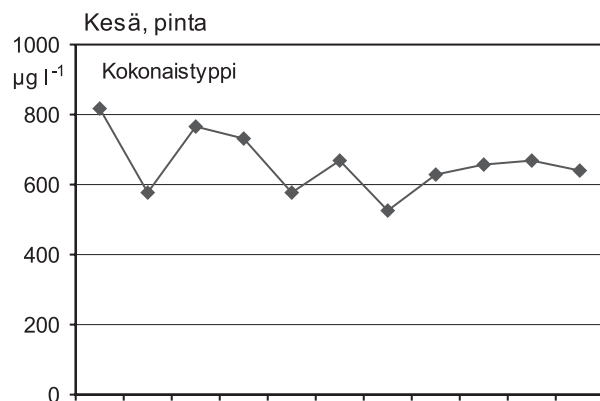
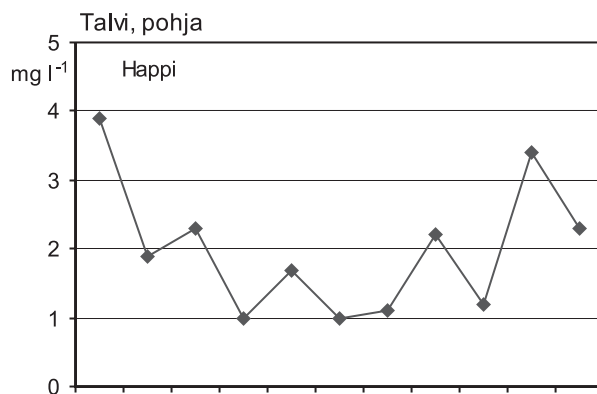
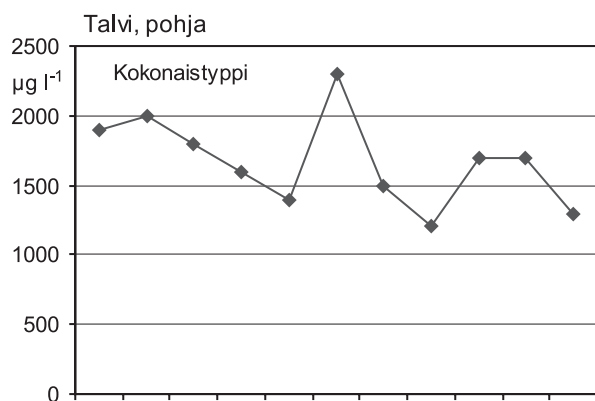
Pohjaeläimistön perusteella arvioituna puhdistamon lähivesien syvänteiden tila ei ole muuttunut 1990-luvulla. Pohjaeläinindeksi ilmentää lievää rehevyyttä (Savo-Karjalan vesiensojeluhydistys ry 1999).



Kuva 3.19. Pohjois-Päijänteen pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet, väri ja kemiallinen hapenkulutus talvella sekä pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä 1990-2000.



Kuva 3.20. Ukonveden Annilanselän pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä, kokonais- ja liukoisen tyypin pitoisuudet pohjan läheisessä vesikerroksessa talvella sekä kokonaisfosforin ja liukoisen hapen pitoisuudet pohjan läheisessä vesikerroksessa kesällä 1990-2000.



Kuva 3.21 Kallaveden pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä sekä pohjan läheisen vesikerroksen kokonaistyyppi- ja liukoisen hapen pitoisuudet talvella 1990-2000.

**Maatalouden kuormittamat järvet.** Esimerkkijärviksi maatalouden kuormittamista järvistä valittiin Artjärven Pyhäjärvi, Säskylän Pyhäjärvi ja Lappajärvi (taulukko 6). Näiden järvien tilaa ja kuormitusta on tutkittu 1990-luvun alussa (Marttunen 1998). Artjärven Pyhäjärven veden laatu vaihteli välillä välttävä-tyydyttävä ja järveen tulevasta ravinnekkuormituksesta oli noin 80 % peräisin maataloudesta. Järven pääallas on syvä ja sisäinen kuormitus melko vähäistä. Säskylän Pyhäjärvi oli luokiteltu veden laadultaan hyväksi, vaikka erityisesti 1990-luvulla leväongelmat pahenivat. Peltoviljelyn osuus kokonaiskuormituksesta oli noin 55 %. Järvi on matala ja sisäinen kuormitus tuottaa kasvukaudella huomattavan ravinnelisan järveen. Lappajärvi kuului luokkaan tyydyttävä, kun se vielä 1980-luvulla luokiteltiin kokonaisuudessaan hyväksi. Järvi kärsi sinileväongelmista ja alusveden happitilanne oli heikko.

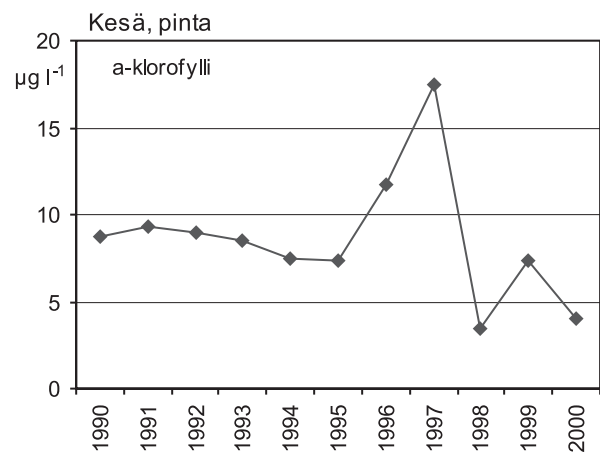
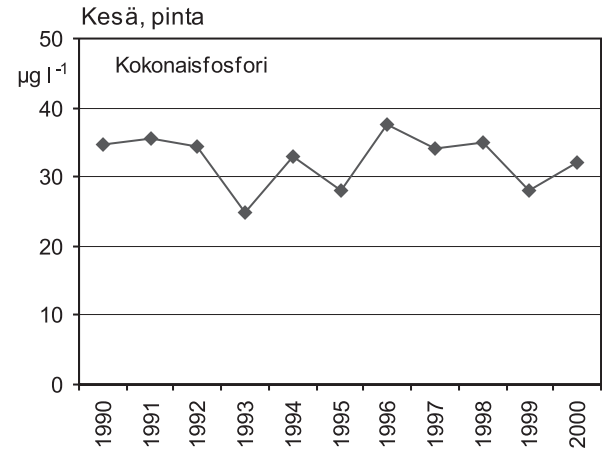
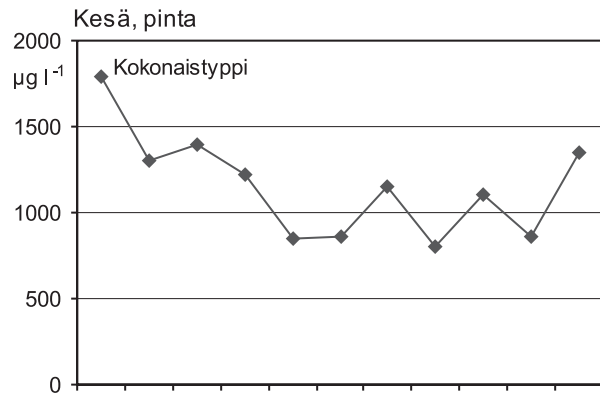
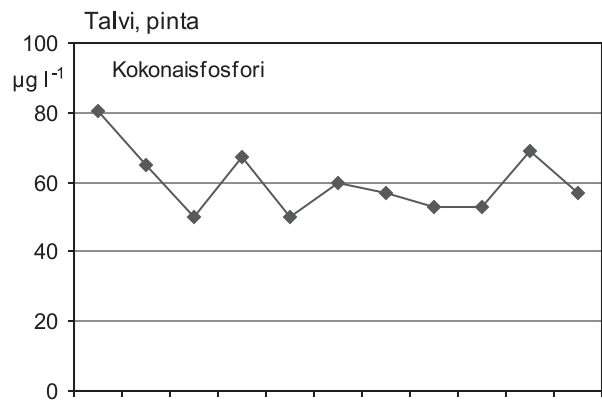
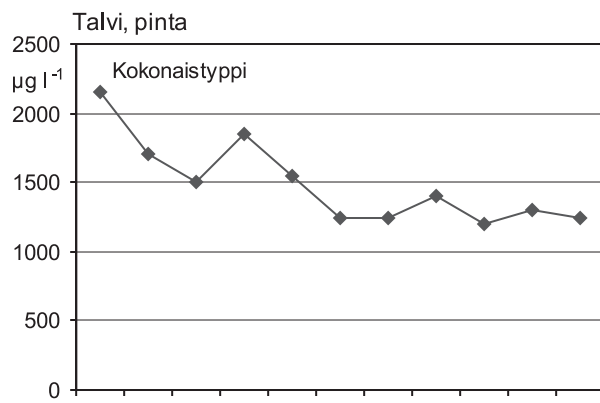
Taulukko 6. Tarkasteltujen maatalousjärvien ominaisuuksia.

Järvi	Pinta-ala km <sup>2</sup>	Valuma-alue km <sup>2</sup>	Peltoisuus (%)	Käyttökelpoisuusluokka 1994–1997
Artjärven Pyhäjärvi	13	460	33	välttävä-tyydyttävä
Lappajärvi	142	1530	n. 16	tyydyttävä
Säskylän Pyhäjärvi	154	615	22	hyvä

Marttunen (1998) arvioi a priori vesiensuojelun tavoiteohjelman vaikutuksia näissä järvisä. Selvityksen mukaan vesiensuojelun tavoiteohjelman mukainen kuormituksen väheneminen ei ravinnerikkaassa Artjärven Pyhäjärvessä saisi laatuluokkaa muuttumaan, vaikka vedenlaatu huomattavasti paranisikin. Tavoitteiden mukainen kuormituksen aleneminen ei myöskään muuttaisi Säskylän Pyhäjärven vedenlaatuluokkaa erinomaiseksi, mutta estäisi sen heikkenemisen tyydyttäväksi. Lappajärven veden laatu nousisi kuitenkin luokkaan hyvä. Marttunen (1998) toteaaakin, että maatalouden voimakkaasti kuormittamissa vesistöissä kuormituksen aleneminen vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaisesti alentaisi rehevyyshaittoja, mutta muutokset käyttökelpoisuusluokituksessa jäisivät vähäisiksi. Toisaalta ravinnekkuormituksen jatkuminen ennallaan heikentäisi ennen pitkää näiden vesistöjen, esimerkiksi Säskylän Pyhäjärven tilaa.

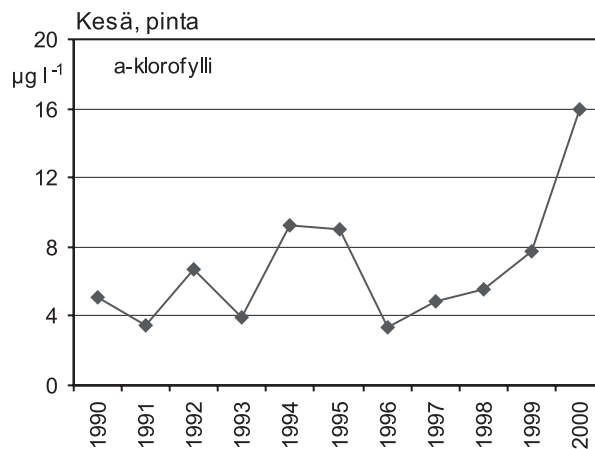
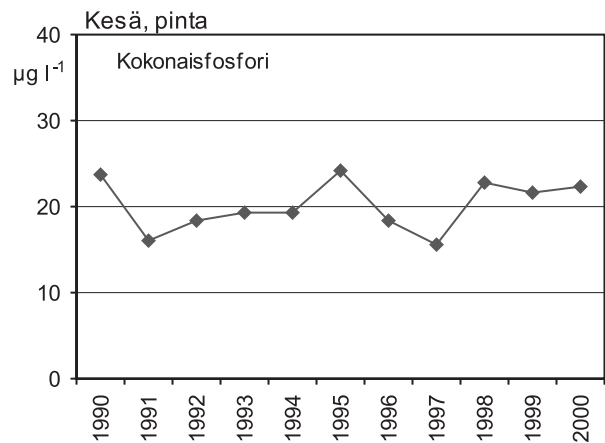
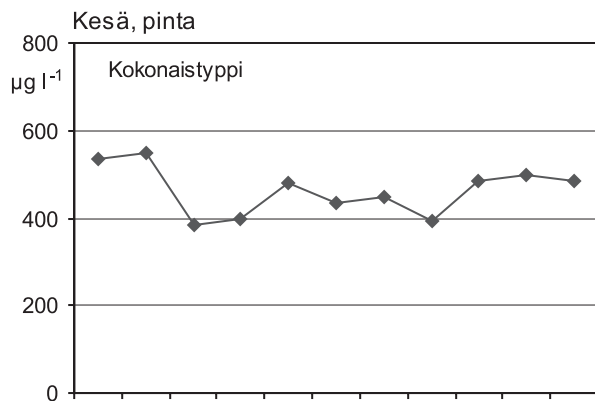
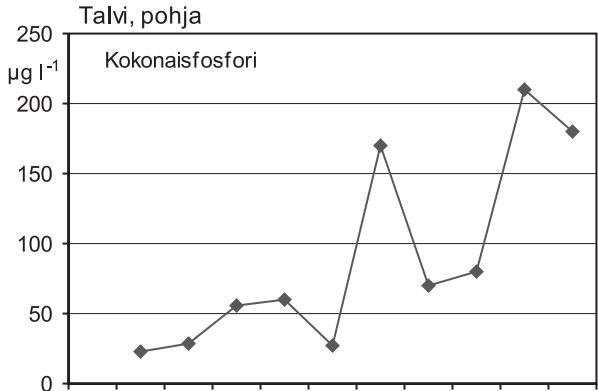
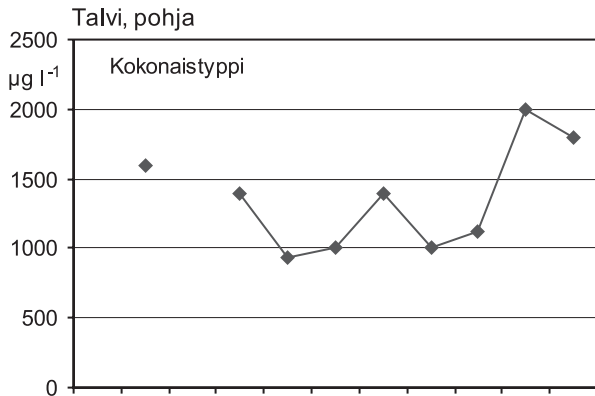
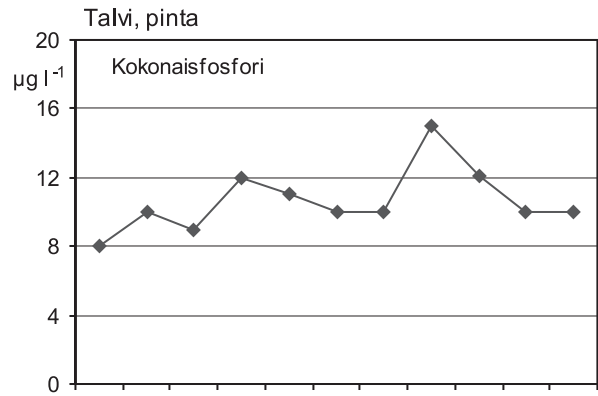
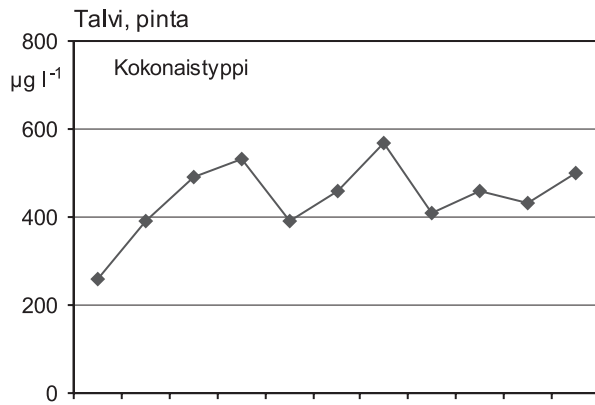
Tässä työssä tehdyssä tarkastelussa kyseisten järvien vedenlaadussa ei havaittu 1990-luvulla muutoksia. Rehevyystaso a-klorofyllipitoisuuden perusteella arvioituna pysytteli samalla tasolla (kuvat 3.22, 3.23 ja 3.24), kuten myös ravinnepitoisuudet ja muut veden laatua kuvaavat muuttujat. Artjärven Pyhäjärvessä tosin havaittiin kokonaistyyppipitoisuuksien olevan tilastollisesti merkitsevästi pienempiä kaudella 1995–2001 kuin kaudella 1990–1994 niin pinta- kuin pohjanläheisessäkin vesikerroksessa kesällä ja talvella (kuva 3.22). Toisaalta Säskylän Pyhäjärvessä talviaikaiset pohjanläheiset fosforipitoisuudet olivat jälkimmäisellä kaudella korkeammat, mikä viittaisi lisääntyneeseen sisäiseen kuormitukseen (kuva 3.23). Se, että järvien vedenlaadussa ei havaittu Marttunen (1998) ennustamia muutoksia, oli kuitenkin odotettavissa uusimpien maatalouden ravinnekkuormitusta koskevien tietojen perusteella. Laajamittaisista ja merkittävistä toimista huolimatta maatalouden ravinnekkuormitus ei näytä juurikaan alentuneen (Silvo ym. 2002). Niin maatalouden kuormituksen suuruus kuin sen vaikutuskin riippuu vuosi vuodelta vaihtelevista sääoloista. Siten vähäisten muutosten havaitseminen sääolojen aiheuttamien vaihtelujen alta on hyvin vaikeaa.

Suomen ympäristökeskuksessa parhaillaan tehtävässä tutkimuksessa (Ekholm ja Mitikka, julkaisematonta aineistoa) selvitettiin 24 maatalouden kuormittaman järven (0,3–154 km<sup>2</sup>) vedenlaadun muutoksia vuosina 1976–2001. Järvet olivat enimmäkseen melko matalia, noin puolet järvistä eivät selvästi kerrostuneet kesällä. Järvien vedenlaatuaineisto oli melko hajanainen ja epäyhtenäistä, ja siksi muutoksen havainnointiin käytettiin ei-parametristä Kendallin korrelaatiota kausittaisen (kesä, talvi) pinta- ja pohjanläheisen vesikerroksen keskipitoisuuksien ja tutkimusvuosien välillä. Vain yhdessä

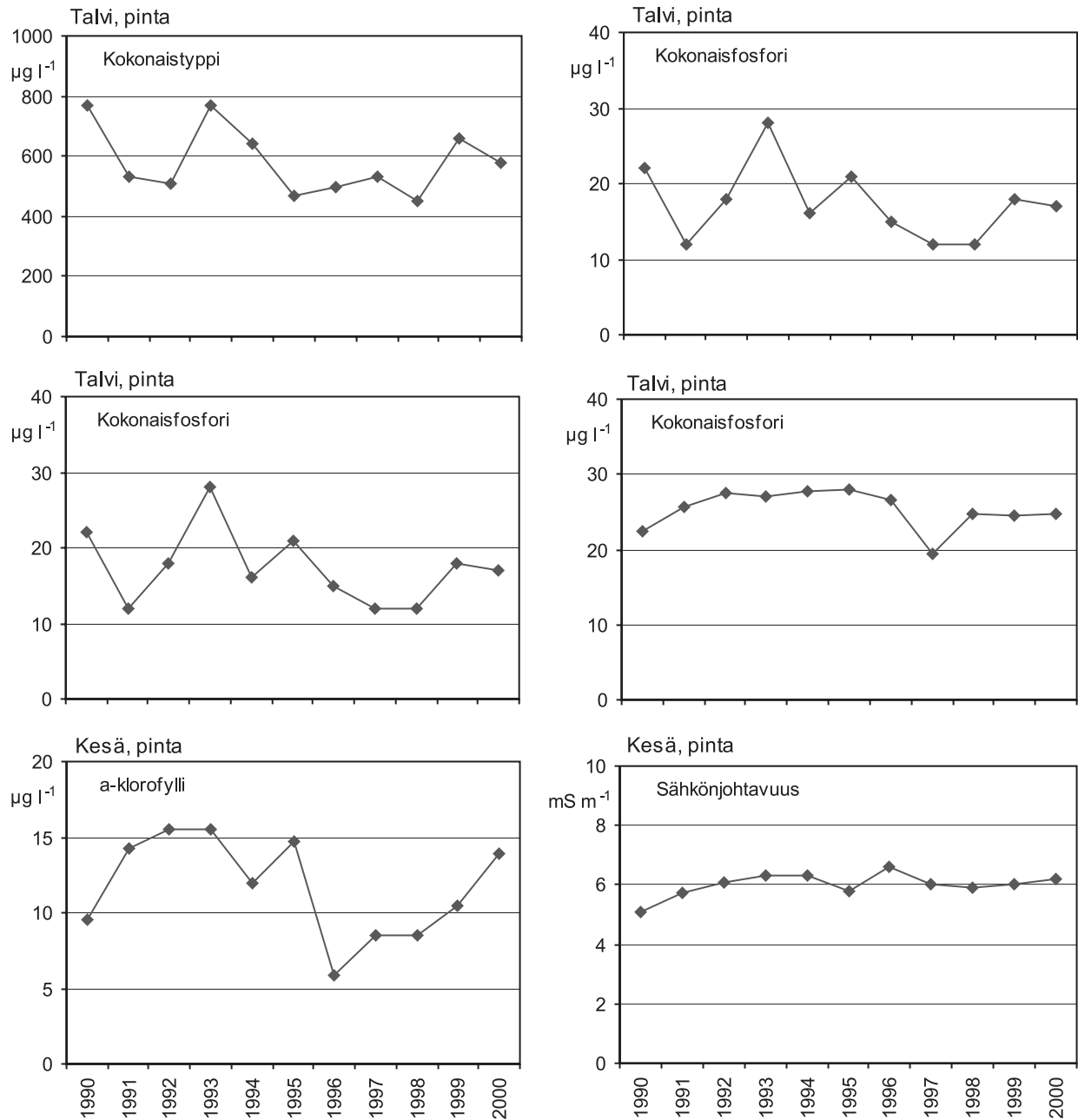


Kuva 3.22. Artjärven Pyhäjärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet talvella sekä pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä 1990-2000.





Kuva 3.23. Säkölän Pyhäjärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet talvella, pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä sekä pohjan läheisen vesikerroksen kokonaisravinnepitoisuudet talvella 1990-2000.



Kuva 3.24. Lappajärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet talvella sekä pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet ja sähkönjohtavuus kesällä 1990-2000.

järvässä (Kirmanjärvi) oli havaittavissa suotuista kehitystä veden laadussa. Tässäkin tapauksessa myönteinen muutos saattoi johtua maataloudesta tulevan kuormituksen vähenemisen sijasta aktiivisista kunnostustoimista itse järvässä (mm. hapetus). Ravinnepitoisuustietoja oli trenditarkasteluun riittävästi yhteensä 18 järvästä. Kesäaikainen kokonaisfosforipitoisuus nousi näistä neljässä ja kokonaistyyppipitoisuus kolmessa järvässä. Niistä 13 järvästä, joista oli riittävästi *a*-klorofyllihavaintoja, neljässä järvässä pitoisuus oli nousussa. Myös sameuden nousu ja pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuuden pieneneminen kertoivat vedenlaadun heikkenemisestä eräissä järvässä. 1990-luvun vedenlaatutietojen mukaan noin neljännes järvästä luokiteltiin reheviksi ja peräti kaksi kolmannesta ylireheviksi.

Lestijärvi. Lestijärven valuma-alueesta valtaosa, noin 48% on metsämaata. Metsäojituksia arvioidaan tehdyn 1980-luvun alkuun mennessä noin 80 km<sup>2</sup> alueella eli noin 20%:lla valuma-alueesta. Sen jälkeen on tehty etupäässä kunnostusojituksia (Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri 1988).

Lestijärven *a*-klorofyllipitoisuus on noussut 1990-luvulla. Esim. elokuun loppupuolen havaintojen keskiarvo on vuosikymmenen viimeisinä viitenä vuonna ollut 11,0 µg/l, mikä ylittää käyttökelpoisuusluokituksessa tyydyttävän luokan rajana pidetyn arvon. Lestijärven talvisissa pintaveden arvoissa näkyy myös lievä sähkönjohtavuuden vähittäinen nousu (kuva 3.25).

Kuohattijärvi. Kuohattijärven valuma-alueella on tehty metsätaloustoimenpiteitä ajoittain hyvin laajalla alalla verrattuna valuma-alueen suhteelliseen pieneen kokoon. Vuosina 1985-1994 tehtiin metsäojituksia ja avohakkuita muokkaustoimenpiteineen sekä lannoitettiin turvemaita yhteensä noin 510 hehtaarin alalla. Ojitettuja soita on noin kolmannes koko valuma-alueesta. Suurin ravinnekuormitus on aiheutunut avohakkuista ja niihin liittyvistä syvämuokkauksista. Kuohattijärven tila on veden laatu- ja sedimenttitutkimusten perusteella selvästi muuttunut 1970-luvulta alkaen (Tossavainen 1997, Niinioja et. al. 2001).

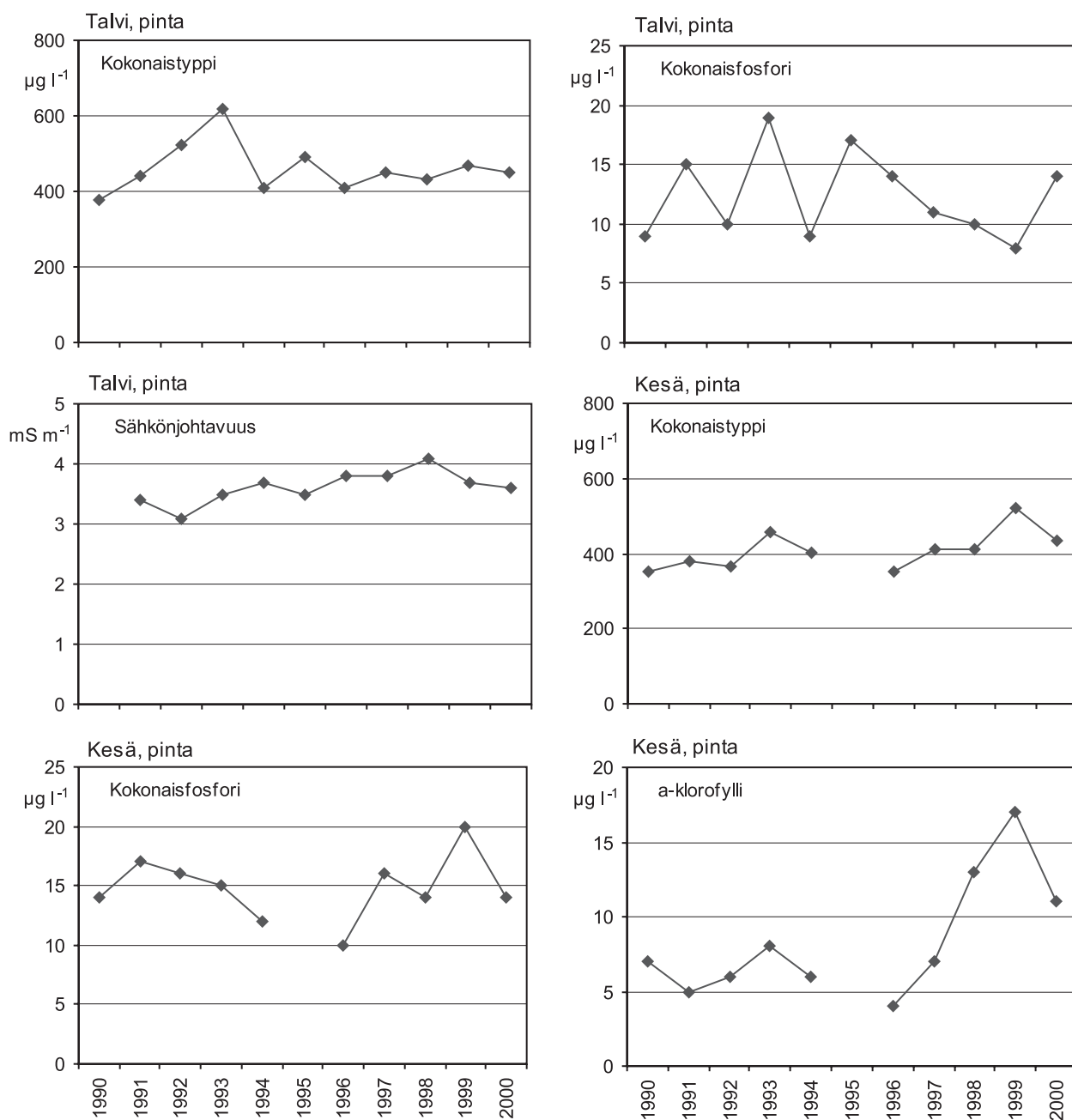
Järven väri- ja ravinnepitoisuudet eivät ole oleellisesti muuttuneet 1990-luvulla. Levämäärää kuvaavat *a*-klorofyllipitoisuudet näyttävät hieman kohonneen. Tulosaineiston vähäisyydestä johtuen selvien muutossuuntien osoittaminen ei ole mahdollista (kuva 3.26).

Kangasjärvi. Turvetuotannon osuus Kangasjärven tulevien purojen ja jokien mukana tulevasta kuormituksesta on ravinteiden osalta hieman yli 30%. Järven tulee kuormitusta usealta eri tuotantoalueelta. Turvetuotannon vaikutukset Kangasjärven tilaan ovat olleet merkittävimmät tuotannon alkuvaiheessa 1970-luvulta asti (Veijola ja Hynynen 2001). Kangasjärven veden laadussa ei voida osoittaa selviä muutossuuntia 1990-luvulla. Seurantatuloksia on käytettävissä liian vähän arvioiden tekemiseen (kuva 3.27).

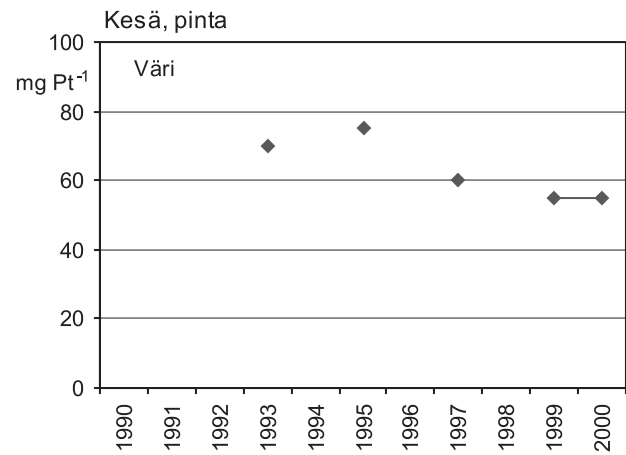
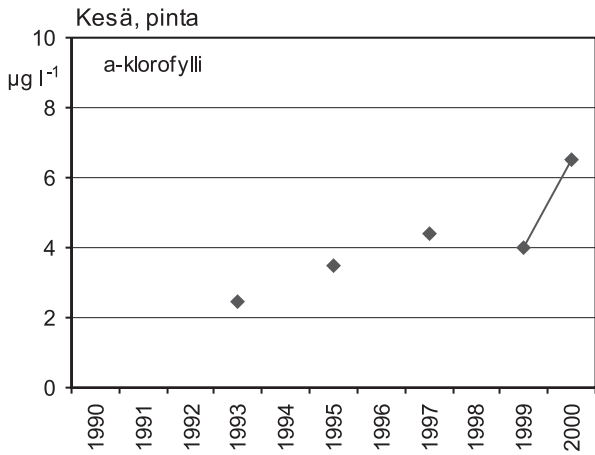
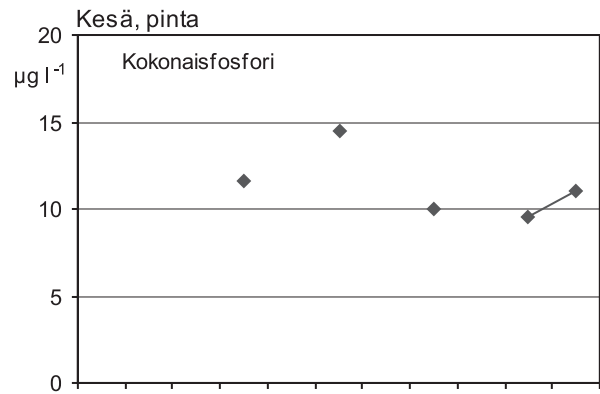
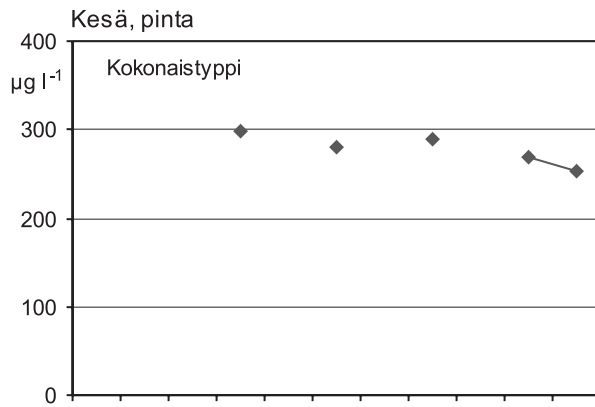
Keskijärvi. Keskijärveä kuormittavan kalanviljelylaitoksen vuosituotanto on ollut suuruudeltaan noin 30 t/a. Kuormitus on alentunut hieman koko 1990-luvun ajan (Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 2001b). Järven ravinnepitoisuuksissa näkyy joitakin merkkejä alenemisesta viime vuosina. Järven rehevyys on hieman runsaampaa kuin vastaavan tyyppisissä kuormittamattomissa järvässä. Rehevyys *a*-klorofyllillä mitattuna ei ole olennaisesti muuttunut 1990-luvun aikana (kuva 3.28).

Levien massaesiintymiset. Levien massaesiintymien yleisyydessä ei ollut suuria eroja vuosien 1998-2001 aikana. Noin viidesosalla leväseurannassa olevista järvästä esiintyi kaikkina vuosina loppukesäisin pinnalle kertyvää levää (kuva 3.29). Valtaosa havainnoista luokiteltiin kuitenkin vähäisiksi. Havainnoista luokiteltiin runsaiksi ajankohdasta riippuen 0 - 12% ja erittäin runsaiksi 0 - 2,5%. Lämpimän kesän vuoksi vuonna 1999 oli hieman enemmän runsaiksi luokiteltuja massaesiintymiä kuin muina vuosina. Erittäin runsas massaesiintymä oli vuosina 1998 -2001 yhden tai useamman kerran noin kolmessakymmenessä eli noin 15%:ssa seurattavia järviä. Levien massaesiintymiä oli eniten Uudellamaalla, Lounais-Suomessa, Hämeessä ja Pohjois-Savossa.

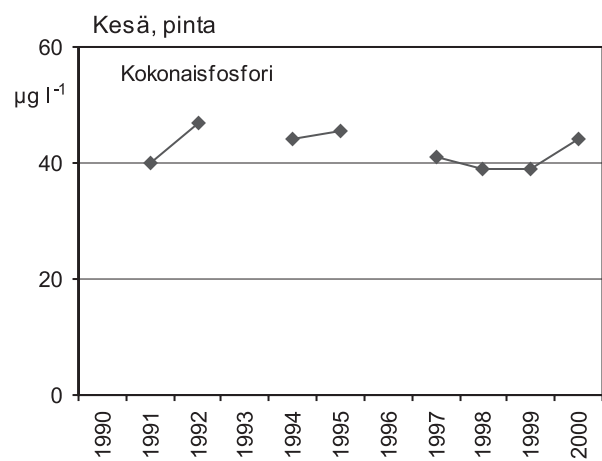
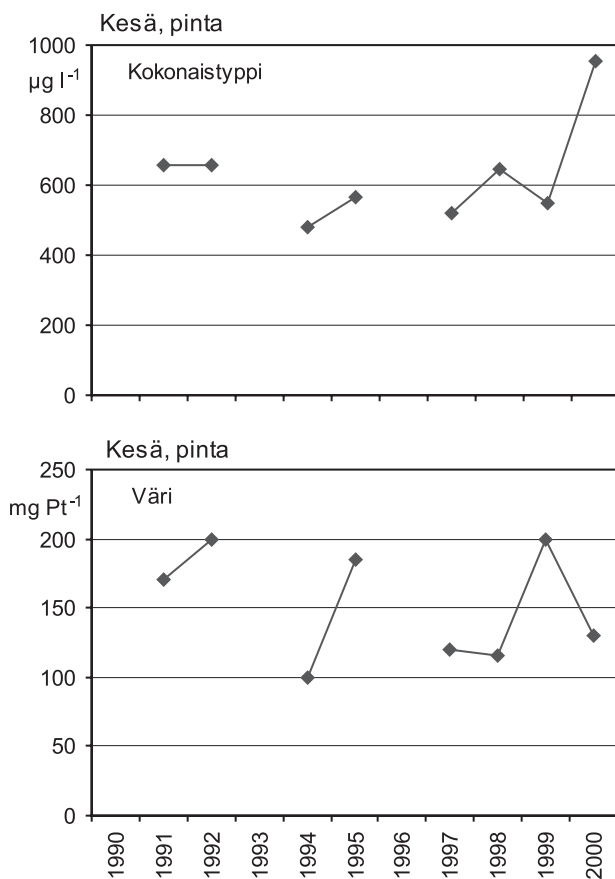
Levähaittarekisteriin on 1990-luvulla tullut runsaasti ilmoituksia myös karuista reittivesistöistä mm. Itä- ja Keski-Suomen alueelta. Näissä tapauksissa kyse on useimmiten lyhytaikaisista, paikallisista levien massaesiintymistä.



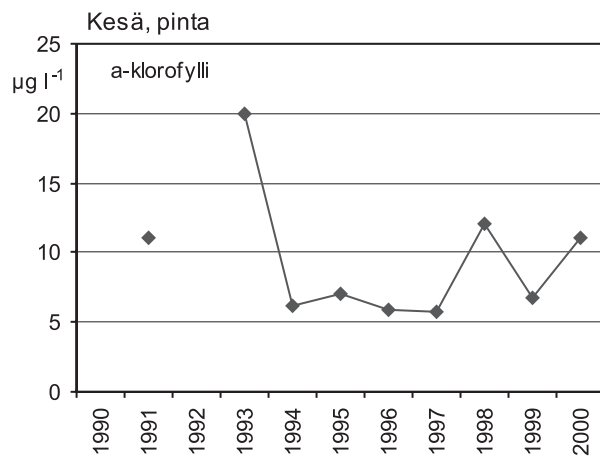
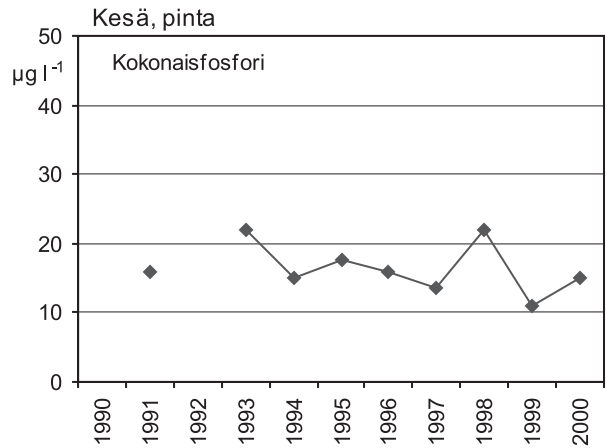
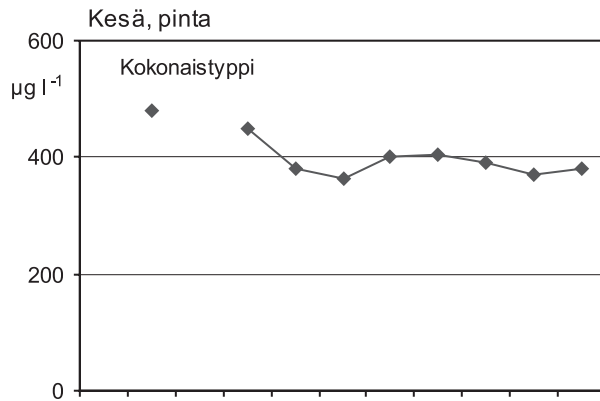
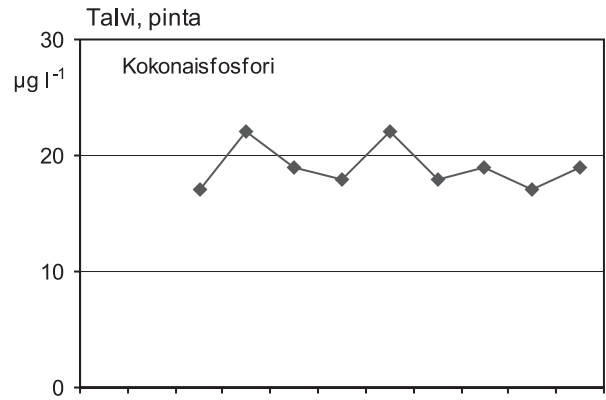
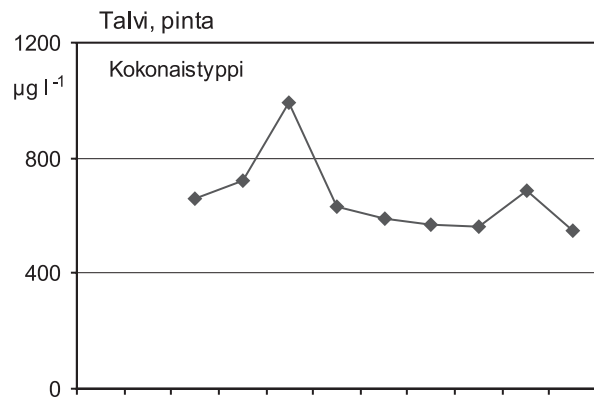
Kuva 3.25. Lestijärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet ja sähkönjohtavuus talvella sekä pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä 1990-2000.



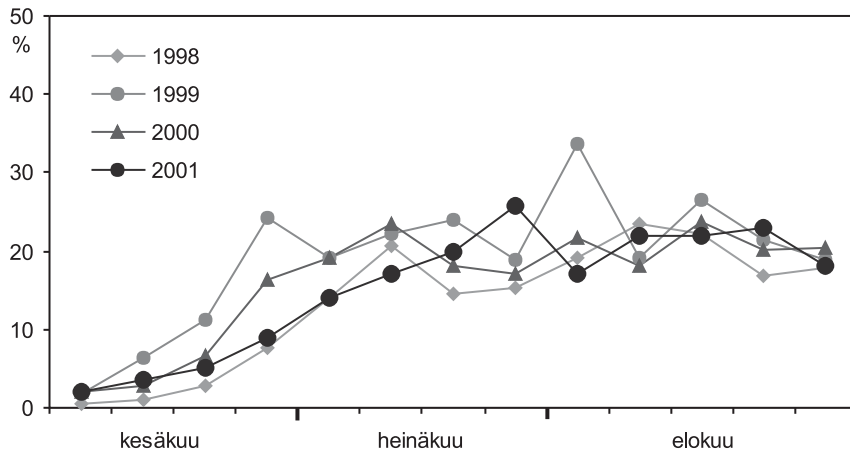
Kuva 3.26. Kuohattijärven pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet sekä väriarvot kesällä 1990-2000.



Kuva 3.27. Kangasjärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet sekä väriarvot kesällä 1990-2000.



Kuva 3.28. Keskijärven pintaveden kokonaisravinnepitoisuuden talvella sekä pintaveden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet kesällä 1990-2000.



Kuva 3.29. Valtakunnallisen leväseurannan havainnot sisävesien havaintopaikoilla vuosina 1998-2001.

### 3.3 Joet

**Metsäteollisuus:** Sekä kokonaistyyppi- että kokonaisfosforipitoisuudet laskivat metsäteollisuuden kuormittamisissa joissa 1990-luvun jälkipuoliskolla (kuva 3.30), poikkeuksena Jämsänjoki, jossa typpivirtaamat kasvoivat lievästi. Osa Jämsänjoen typpivirtaamien kasvusta johtunee virtaaman lievästä noususta, mutta myös kuormituksella oli oma osuutensa, sillä UPM Kymmene OYJ:n Jämsänkosken tehdas oli ainoa tässä tarkastelussa mukana ollut metsäteollisuuslaitos, jonka typpi- ja fosforikuormitus kasvoi 1990-luvun jälkipuoliskolla. Myös orgaanisen aineksen määrä oli metsäteollisuuden kuormittamisissa joissa laskusuunnassa Mustionjokea lukuun ottamatta (kuva 3.31). Laskeva suuntaus oli selvin Kymijossa ja Vuoksessa.

Joissa ei esiinny alhaisia happipitoisuuksia niin yleisesti kuin järvissä, koska vesi virtaa ja ilmastuu niissä tehokkaasti. Tosin alivirtaamakausina happitilanne saattaa kuitenkin huonontua. Tutkimuksen joista happipitoisuus oli alivirtaamakausina alhainen vain Jämsänjoessa ja siinäkin tilanne parantui selvästi 1990-luvulla (kuva 3.32).

**Yhdyskunnat:** Valtaosa yhdyskuntien jätevesien fosforikuormituksen vähentämiseen tähtäävistä investoinneista tehtiin ennen 1990-luvun puoliväliä. Fosforikuormitus vähentyi 10 % 1990-luvun loppupuoliskolla verrattuna 1990-luvun alkupuoliskoon (Silvo ym. 2002). Typenpoisto aloitettiin 1990-luvun puolivälissä muutamilla jätevetensä suoraan Itämereen laskevilla puhdistamoilla, mutta typenpoistovelvoitteet eivät vieläkaan koske sisämaassa sijaitsevia laitoksia. Koska muista kuormituslähteistä tulevien fosforivirtaamien muutokset olivat useissa tapauksissa 1990-luvun jälkipuoliskolla merkittävämpiä kuin yhdyskuntajätevesien, ei asumajätevesien puhdistamisen tehostumisen positiivisia vaikutuksia vesistöissä ole helposti eroteltavissa.

**Turveteollisuus:** Iijoen kokonaisravinteiden, orgaanisen aineen ja kiintoaineen ainevirtaamat kasvoivat 1990-luvun puolivälin jälkeen (kuva 3.33). Nouseva suuntaus selittyy pääosin 1990-luvun loppupuolen korkeilla virtaamilla.

**Kemian- ja metalliteollisuus:** Kokemäenjoella raskasmetallien ja kokonaisravinteiden ainevirtaamat olivat kaudella 1996-2000 suurempia kuin kaudella 1991-1995 (kuva 3.34). Raskasmetallien ainevirtojen nousu johtunee Harjavalta Metals Oy:n tehtaista, joiden kuparin tuotanto on noussut viime aikoina n. 50% ja nikkelin n. 100% (Silvo ym. 2002).

Maatalous: Maatalouden ravinnekuormituksessa tapahtuneita muutoksia arviointiin neljän eteläsuomalaisen maatalousvaltaisen joen (Porvoonjoki, Vantaanjoki, Paimionjoki, Aurajoki) ja Kyrönjoen ainevirtaamien perusteella. Pellon osuus valuma-alueen kokonaispinta-alasta on suurin Paimionjoella (43 %) ja pienin Vantaanjokella ja Kyrönjoella (25 %).

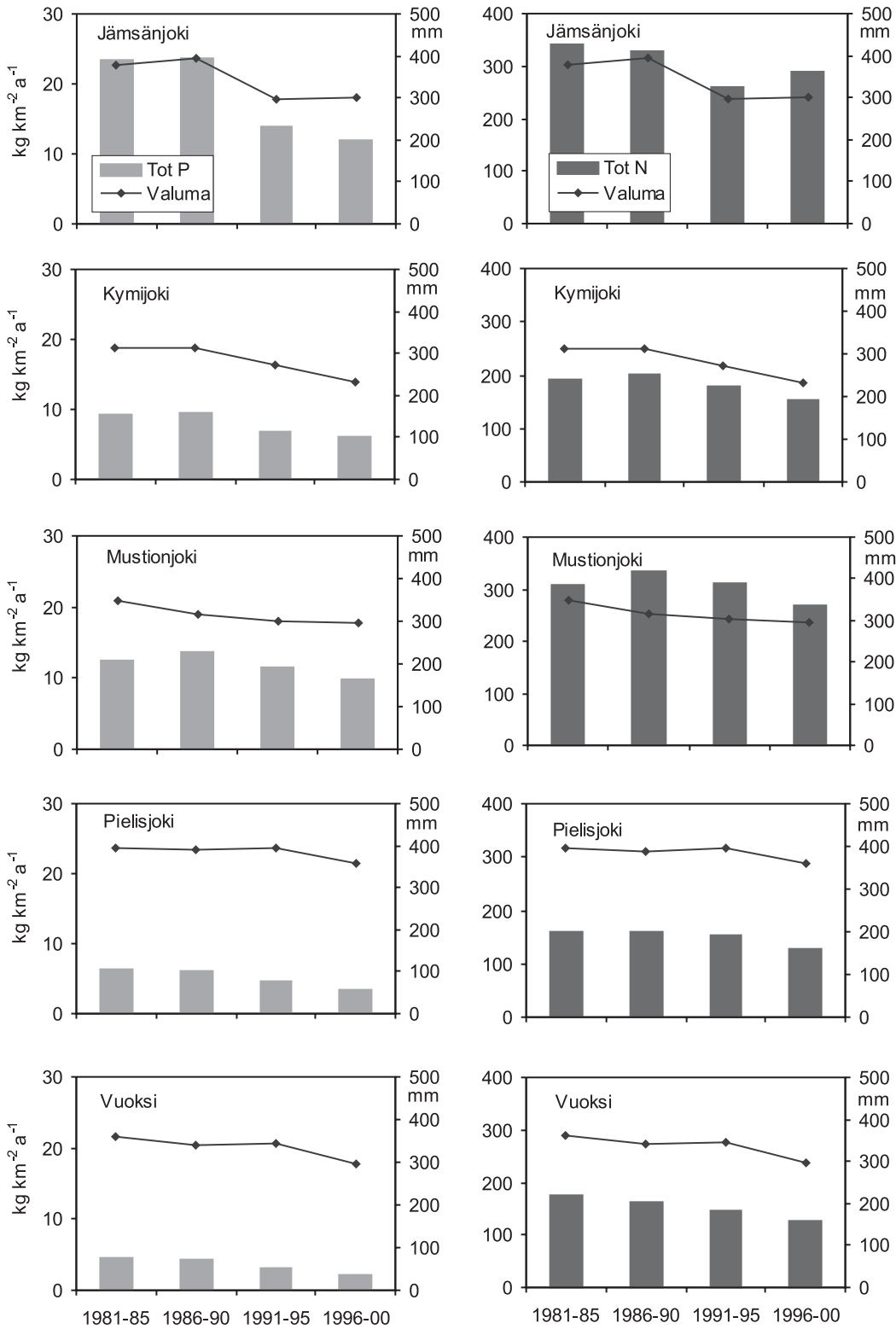
Maatalousvaltaisissa joissa, varsinkin Saaristomereen laskevissa joissa, typen ja fosforin ainevirtaamat olivat pikemminkin nousussa kuin laskussa (kuva 3.35). Tulos tukee pienillä valuma-alueilla tehdyn tutkimuksen tuloksia (Vuorenmaa ym. 2001). Nouseva suuntaus oli selkein Paimionjoella, jossa erityisesti fosforivirtaamat kasvoivat ennätyksellisen korkeiksi tarkastelujakson loppupuolella. Porvoonjoki oli ainoa, jossa ei havaittu muutoksia kummankaan muuttujan ainevirtaamisissa. Viime vuosikymmenen loppupuolella etenkin Saaristomeren valuma-alueella oli muutamina vuosina valumahuippuja, jotka vaikuttivat vuotuisiin ainevirtaamiin. Valuman viisivuotiskeskiaarvoilla voitiin selittää ainoastaan Aurajoen ja Kyrönjoen kuormituksen kasvua.

Jokivesien hygieeninen tila. Niemi ym. (1996a) tutkivat maamme jokien ja järvien hygieenistä laatua ja sen pitkän aikavälin kehittymistä fekaalisten streptokokkien ja lämpökestoisten koliformisten bakteerien avulla. Suomen ympäristökeskuksen vedenlaaturekisteristä poimittiin vuosilta 1963-1993 noin 211 000 bakteerimääritystä, joista laskettiin vuosimediaanit erikseen koko maan ja maan kymmenen osaluonon järville ja joille. Järvet olivat koko maassa puhtaita mediaanien vaihdella 0-10 kpl/100 ml. Joet olivat sen sijaan likaantuneempia mediaanien ollessa tyypillisesti 10-100 kpl/100 ml. Joet jakaantuivat kahteen ryhmään: rannikkoalueiden jokiin (Suomenlahden rannikkoalue, Lounais-Suomi sekä Etelä- ja Keski-Pohjanmaa), joissa mediaanit olivat korkeita ja muiden alueiden jokiin, joissa pitoisuudet olivat pienempiä. Jokien lämpökestoisten koliformisten bakteerien mediaanit ovat laskeneet jakson alusta rannikkoalueilla ja koko maassa. Myös jokien fekaalisten streptokokkien mediaanit ovat laskeneet rannikkoalueilla, vaikka ne kohosivatkin hieman 1980-luvun lopulla. Laadun paraneminen johtui todennäköisesti toteutetuista vesiensuojelutoimenpiteistä kuten jätevedenpuhdistamojen määrän kasvusta, niiden puhdistustehon paranemisesta ja viemärointiin liitetyn väestömäärän kasvusta. Hajakuormituksella ja karjataloudella saattaa olla merkitystä rannikkoalueiden jokien 1980-luvun lopulla havaittuihin kohonneisiin fekaalisten streptokokkien mediaaneihin.

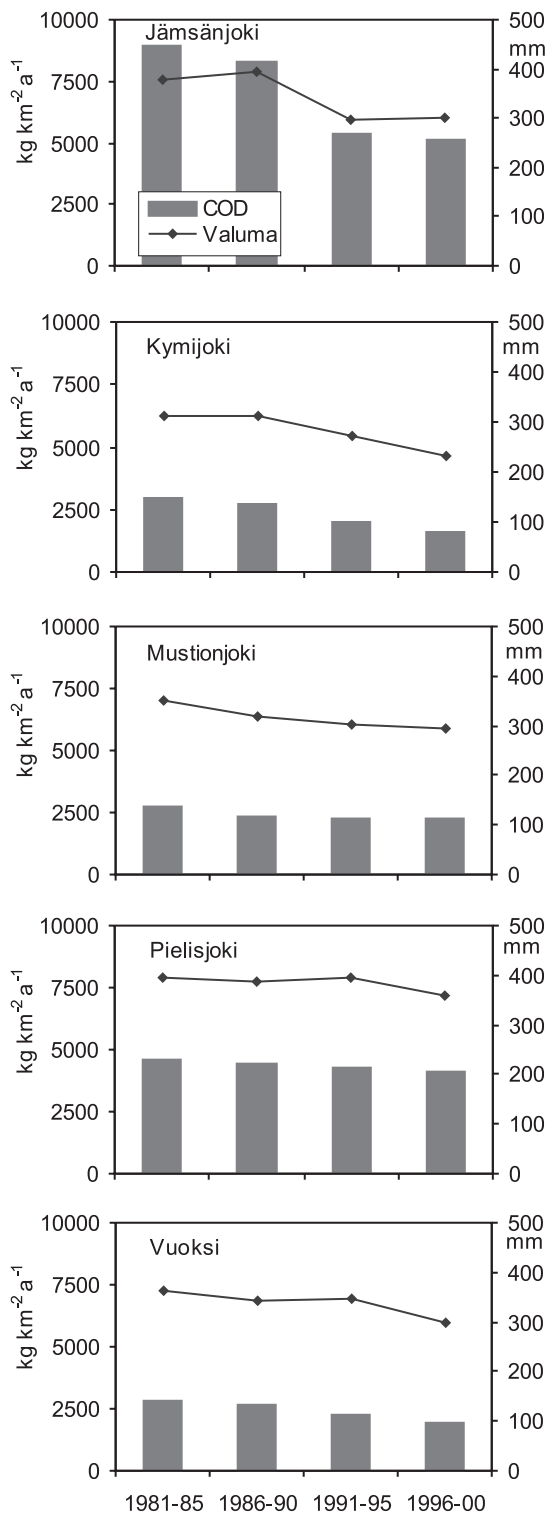
Jokivesien viimeaikaisen hygieenisen tilan kehittymisen selvittäminen edellyttäisi laajaa selvitystä, jollaista ei ole viime vuosina tehty. SYKEN tietojärjestelmien sisältämistä tiedoista laadittiin tätä raporttia varten alustava selvitys, jossa noin kymmenen virtahavaintopaikan ja kymmenen järvihavaintopaikan indikaattoribakteerien pitoisuuksista laadittiin graafisia esityksiä. Havaintoja oli verraten vähän. Pitoisuudet vaihtelivat suuresti eikä niissä ollut selvää kehityssuuntaa.

Joidenkin jokien hygieenistä veden laatua on tutkittu yksityiskohtaisesti 1990-luvulla. Esimerkiksi Porvoonjoen indikaattoribakteerien analysointi vuosilta 1963-1995 osoitti, että joen veden laatu on parantunut 1990-luvulla, vaikka se on edelleen melko kuormitettu (Niemi ym.1996b). Kymijoen vuosien 1962-1992 indikaattoribakteeriaineiston analysointi osoitti, että joen hygieeninen laatu on parantunut selvästi. Kymi-joen fekaalisten streptokokkien pitoisuudet olivat 1990-luvun alkuvuosina tyypillisesti vain 30- 40 kpl/100 ml kun ne 1960-luvulla olivat 1000-1500 kpl/100 ml (Niemi ym.1997)

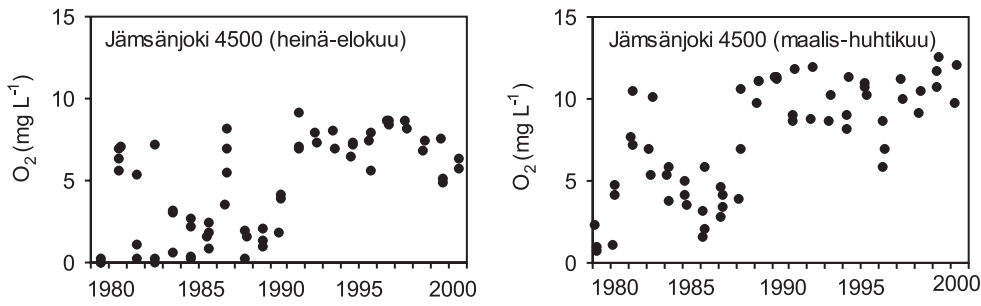




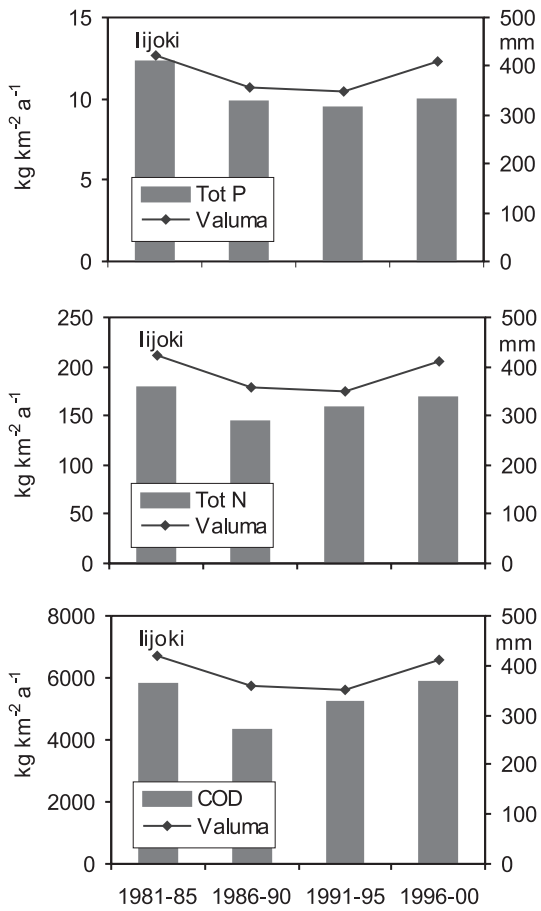
Kuva 3.30. Kokonaisravinteiden ainevirtaamat metsäteollisuuden kuormittamissa jokivesistöissä vuosina 1981- 2000.



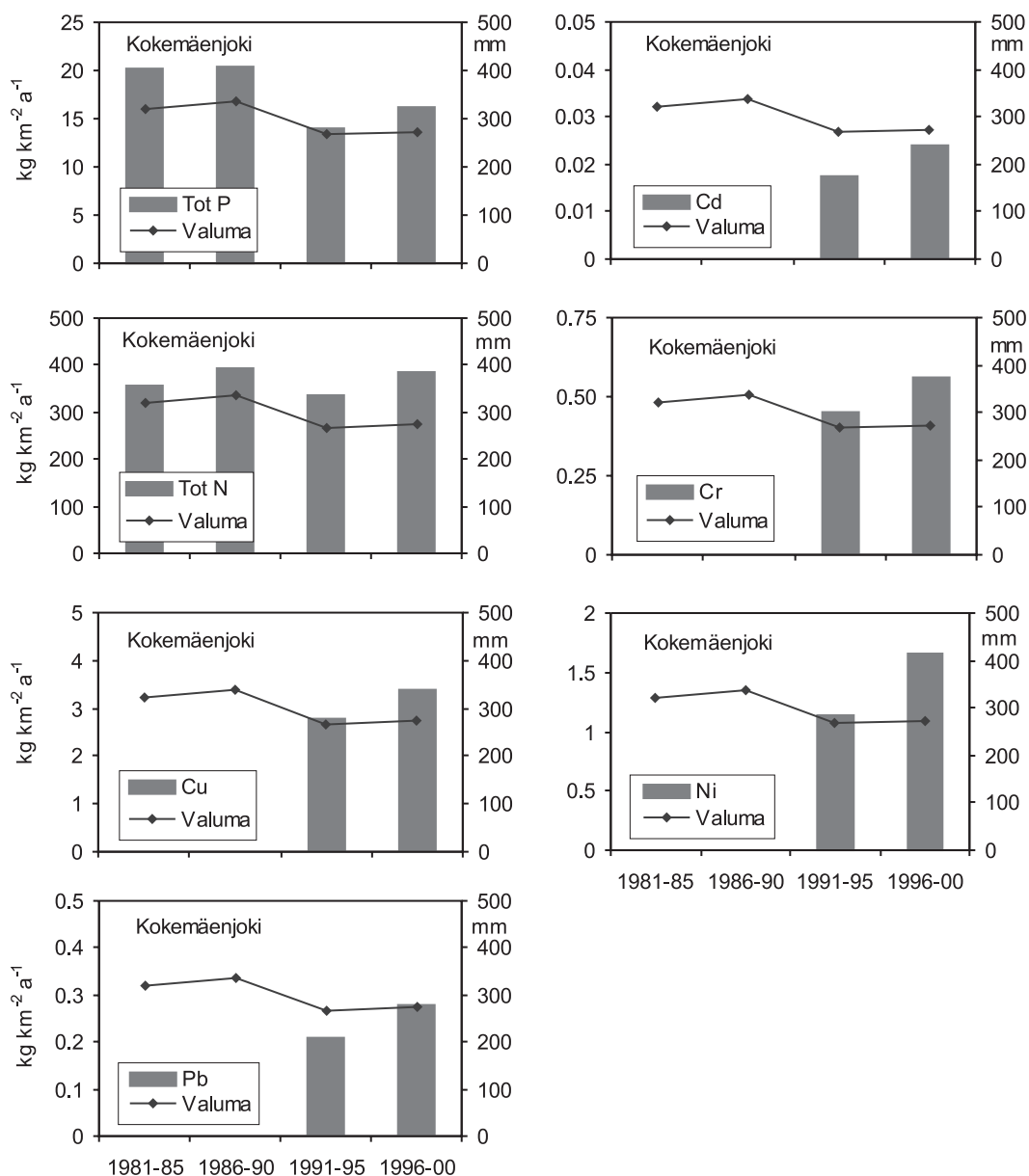
Kuva 3.31. Kemiallisen hapenkulutuksen ainevirtaamat metsäteollisuuden kuormittamissa jokivesistöissä vuosina 1981-2000.



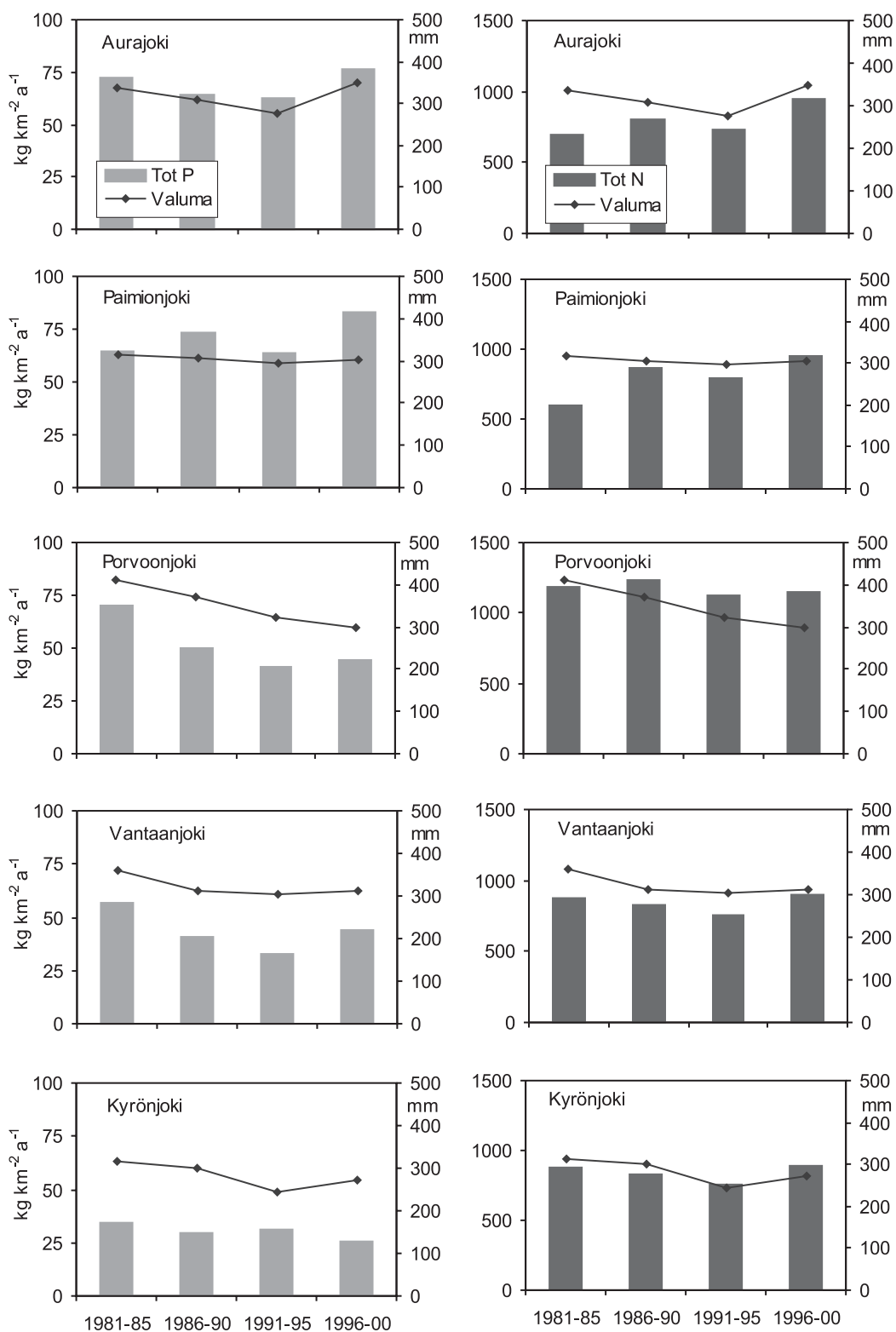
Kuva 3.32. Liuenneen hapen pitoisuudet Jämsänjoessa vuosina 1980-2000.



Kuva 3.33. Kokonaisravinteiden ja kemiallisen hapenkulutuksen ainevirtaamat Iijoessa vuosina 1981-2000.



Kuva 3.34. Kokonaisravinteiden ja raskasmetallien ainevirtaamat Kokemäenjoessa vuosina 1981-2000.



Kuva 3.35. Kokonaisravinteiden ainevirtaamat maatalouden kuormittamissa jokivesistöissä vuosina 1981-2000.

# 4

## Johtopäätökset kuormituslähteiden vaikutuksesta vesien tilaan

### 4.1 Tarkasteluun sisältyvät rajoitukset

Tässä väliraportissa tarkasteltiin vesiensuojelun tavoiteohjelman vaikutuksia maamme vesien tilaan eräiden esimerkkialueiden avulla. Vesiensuojelutoimenpiteet sekä sää- ja hydrologiset olot vaihtelevat alueittain, joten esimerkkitapausten avulla saatuja johtopäätöksiä ei voida yleistää koko maata koskeviksi. Käytetty tarkastelujakso (1990 - 2000) on varsin lyhyt aika veden laadun muutossuuntien luotettavaan havaitsemiseen. Sisäisen kuormituksen ja muiden viivettä aiheuttavien tekijöiden vuoksi pysyviä muutoksia voidaan olettaa tapahtuvan vasta pitemmän ajan kuluttua vesiensuojelutoimenpiteistä. Lisäksi vuosittaiset sää- ja hydrologiset vaihtelut heijastuvat veden laatua määrääviin tekijöihin ja ne saattavat peittää alleen kuormituksen vähenemisestä johtuvat vaikutukset. Monilla havaintopaikoilla veden laadun seuranta on ollut harvaa. Mm. turvetuotannon ja metsätalouden kuormittamisissa vesissä tulosaaineistot ovat sen vuoksi usein pieniä, mikä vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä. Yleensä samaan vesistöön johdetaan monenlaista kuormitusta, esimerkiksi sekä asuma- että teollisuusjätevesiä, mikä vaikeuttaa yleisten johtopäätösten tekemistä tiettyjen kuormitusmuotojen vaikutuksista. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti eri kuormitusmuotojen vaikutuksia veden laatuun.

### 4.2 Yhdyskunnat

Vesiensuojelutoimenpiteiden ansiosta yhdyskuntien pistekuormitus pieneni erityisesti 1980-luvulla, mikä näkyi selvästi suurimpien asutuskeskusten läheisissä vesistöissä. Vuosien 1990 - 2000 aikana muutokset sekä kuormituksessa että vesien tilassa ovat olleet vähäisempiä kuin edellisenä vuosikymmenenä.

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa asetettiin tavoitteeksi vähentää vuoteen 2005 mennessä yhdyskuntajätevesien biologista happea kuluttavaa kuormitusta vähintään 25 % ja fosforikuormitusta vähintään 35 % vuosien 1991-1995 keskimääräisestä tasosta. Yli 10 000 asukkaan jäteveden puhdistamoille asetettiin lisäksi tavoite toteuttaa vähintään 50 %:n keskimääräinen typen poisto siellä, missä typpi on minimiravinne. Valtakunnalliset biologisen happea kuluttavan kuormituksen ja typen vähentämistavoitteet saavutettiin jo vuonna 2000. Sen sijaan fosforin kuormitustavoitteeseen pääseminen tulee olemaan vaikeaa (Silvo ym. 2002).

Rannikolla suurten yhdyskuntien edustalla (Helsinki, Oulu) ravinne- ja rehevyystaso on viime vuosina alentunut jätevesien johtamisjärjestelyjen tai jätevesien parantuneen käsittelyn vuoksi. Suomenlahden ulkosaariston rehevyystaso ei kuitenkaan ole muuttunut, mikä johtuu koko merialueen sisäisestä kuormituksesta.

Sisävesillä yhdyskuntien kuormittamat järvet ovat pysyneet rehevämpinä kuin vastaavan tyyppiset kuormittamattomat alueet. Paikoitellen oli viitteitä kuormittujen järvien tilan paranemisesta mm. biologisten muuttujien avulla arvioituna. Jätevesikuormituksen alenemisesta huolimatta monia jätevedenpuhdistamoiden kuormittamia järviä (esimerkiksi Mikkelin ja Kuopion lähivedet) joudutaan edelleen hapettamaan.

Jokivesistöissä muista kuormituslähteistä tulevien fosforivirtaamisen muutokset ovat olleet 1990-luvun jälkipuoliskolla useissa tapauksissa merkittävämpiä kuin yhdyskuntajätevesien fosforikuormitus. Asumajätevesien puhdistamisen tehostumisen

positiivisia vaikutuksia ei virtaavissa vesissä ole helposti eroteltavissa. Paikoitellen asutuksen jätevesien käsittelyn tehostuminen näkyi jokivesien hygieenisen tilan paranemisena. Esim. Porvoonjoen bakteeripitoisuudet ovat alentuneet 1990-luvulla. Monissa rannikkoalueen pienissä jokivesistöissä hygieeninen tilanne on kuitenkin edelleen ajoittain heikko johtuen sekä asutuksen jätevesistä että hajakuormituksesta.

### 4.3 Teollisuus

Teollisuuden ravinnekuormitukselle on asetettu vesiensuojelun tavoiteohjelmassa tavoite vähentää sekä typpi- että fosforikuormitusta vähintään 50 %:lla ja kemiallista hapenkulutusta vähintään 45 %:lla vuoden 1995 tasosta. Aikavälillä 1995-1999 vesiensuojelutoimenpiteet ovatkin selvästi vähentäneetkin orgaanisen aineen ja fosforin päästöjä vesiin. Fosforin osalta päästötavoite näyttäisi valtakunnallisesti olevan saavutettavissa vuoteen 2005 mennessä. Typen päästöjen vähentämistavoitteessa ei ole edistytty yhtä hyvin johtuen mm. puhdistus- ja tuotantoprosessien huonommasta hallittavuudesta. Myöskään orgaanisen kuormituksen tavoitteenmukainen vähentäminen ei vaikuta helpolta.

Sisävesissä selvimät veden laadun muutokset havaittiin sellaisilla teollisuuden kuormittamilla paikoilla, joilla on tehty merkittäviä vesiensuojeluinvestointeja, esimerkiksi otettu käyttöön uusi puhdistamo tai muutettu prosessikemikaaleja. Näissä tapauksissa muutokset näkyvät parhaiten kokonaisravinteissa, veden värissä ja kemiallisessa hapen kulutuksessa tai happitilanteen kohentumisena. Tällaista positiivista kehitystä on tapahtunut esimerkiksi Etelä-Saimaalla, Kymijoen ja Vuoksessa. On myös joitakin viitteitä siitä, että metsäteollisuuden kuormittamien järvien rehevyystaso olisi alentunut *a*-klorofyllipitoisuuksilla tai biologisilla muuttujilla, kuten limoittumista osoittavilla perifytonarvoilla mitattuna. Sähkönjohtavuusarvot ovat sen sijaan kohonneet monilla metsäteollisuuden jätevesien kuormittamilla järvihavaintopaikoilla.

Rannikkovesissä metsäteollisuuden jätevedet sekoittuvat usein jokien tuomiin ainemääriin, joiden vaihtelut näkyvät rannikkovesien tilassa selvemmin kuin ihmisen toiminnan aiheuttama kuormitus. Esimerkiksi 1990-luvulla Kymijoen virtaamat olivat pieniä ja joki toi Kotkan edustalle merivettä vähäravinteisempaa vettä aikaisempaa vähemmän, minkä vuoksi pienentyneen jätevesikuormituksen vaikutukset eivät näkyneet rannikkoveden laadussa.

Kemian- ja metalliteollisuuden jätevesikuormitus näkyi edelleen esim. Kokemäenjoen raskasmetallipitoisuuksissa. Ne kohosivat tarkastelukauden aikana ilmeisesti teollisuustuotannon kasvun takia.

### 4.4 Kalankasvatus

Kalankasvatuksesta Itämereen ja sisävesiin joutuvalle fosfori- ja typpikuormitukselle on vesiensuojelun tavoiteohjelmassa asetettu 30 %:n vähentämistavoite vuoden 1993 tasoon verrattuna. Vuosien 1991-2000 ravinnekuormitusta tarkastellen näyttää tavoitetaso jo toteutuneen. Vähentäminen johtuu mm. rehujen ja ruokintamenetelmien kehittymisestä. Tarkasteltaessa kalankasvatuksen kuormituslukuja esim. Saaristomerellä voidaan todeta sekä fosfori- että typpikuormituksen pienentyneen 33 % (Silvo ym. 2002).

Kuormituksen alenemisesta huolimatta Saaristomeri on rehevöitynyt 1990-luvulla. Kustavin saaristossa ja muualla merialueella fosfori-, kasviplankton- ja *a*-klorofyllipitoisuudet ovat kohonneet ja pohjanläheisen vesikerroksen happiolot heikentyneet. Tämä viittaa sisäisen kuormituksen kiihtymiseen, mikä merialueilla on yhteydessä sedimentaation voimistumiseen. Laajalle alueelle levittäytynyt kalankasvatus on jo pitkään aiheuttanut voimakasta kuormitusta merialueella. Kalankasvatuksen

vesiensuojelutoimenpiteet eivät näy Saaristomeren veden laadun parantumisena, sillä vaikka kalankasvatuksesta tuleva ravinnekuorma on vähentynyt, niin vastaavasti sisäinen ravinnekuorma on kasvanut.

Kalankasvatuksen merkitys sisävesien kuormittajana ei ole niin suuri kuin rannikkoalueilla. Esimerkkijärveksi valitun Keskijärven veden laadussa ei todettu merkittäviä muutoksia.

## 4.5 Turvetuotanto

Vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaan turvetuotannon pintavesiin joutuvaa ravinnekuormitusta tulee alentaa vähintään 30 % vuoden 1993 tasosta. Turvetuotannon ravinnekuormitus näyttää hieman laskeneen 1990-luvun jälkipuoliskolla (alenema 5-10 %). Asetettuun tavoitteeseen lienee mahdollista päästä vesiensuojelutoimia tehostamalla (Silvo ym. 2002).

Turvetuotannon kuormitus näkyy järvissä lähinnä kohonneina väri- ja hapenkulutusarvoina, hapen vajauksena sekä rehevöitymisinä. Esimerkkijärveksi valitun Kangasjärven veden laadussa ei tapahtunut oleellisia muutoksia 1990-luvun aikana. Turvetuotanto kuormittaa huomattavasti mm. Iijokea. Kokonaisravinteiden, orgaanisen aineen ja kiintoaineen ainevirtaamat kasvoivat Iijoessa 1990-luvun puolivälin jälkeen. Tämä nouseva suuntaus selittyy pääosin 1990-luvun loppupuolen korkeilla virtaamilla.

## 4.6 Maatalous

Maataloudessa on jo pitkään tapahtunut ympäristön kannalta suotuisia muutoksia mm. lannan varastoinnin ja lannoituksen osalta. Laaja-alaisin ja merkittävin maatalouden ympäristöhaittoja vähentävä muutos liittyy kuitenkin vuonna 1995 alkaneeseen maatalouden ympäristöohjelmaan. Tällä hetkellä ohjelma on toisessa, vuosia 2000–2006 koskevassa vaiheessaan. Vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaan sisävesiin ja Itämereen joutuvaa maataloudesta peräisin olevaa typpi- ja fosforikuormitusta vähennetään kumpaakin vähintään 50 % vuosien 1990–1993 arvioidusta keskimääräisestä tasosta vuoteen 2005 mennessä. Vähentämisessä keskeisellä sijalla on juuri maatalouden ympäristöohjelma. Myös nitraattidirektiivillä on merkitystä typen vähentämisessä.

Paimionlahti oli esimerkkialueena maatalouden kuormittamasta merialueesta. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteillä ei ollut vaikutuksia Paimionlahden veden laatuun. Tulos oli odotettu, koska maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutukset eivät näkyneet myöskään lahtea kuormittavan Paimionjoen mereen kuljettamissa ravinnemäärissä. Maatalousvaltaisissa joissa, varsinkin Saaristomereen laskevissa joissa, typen ja fosforin ainevirtaamat olivat pikemminkin nousussa kuin lasussa. Viime vuosikymmenen loppupuolella etenkin Saaristomeren valuma-alueella oli muutamina vuosina valumahuippuja, jotka vaikuttivat vuotuisiin ainevirtaamiin. Valuman viisivuotiskeskisarvoilla voitiin selittää ainoastaan Aurajoen ja Kyrönjoen kuormituksen kasvua.

Maatalouden kuormittamisissa järvissä ei myöskään havaittu merkkejä rehevyyden vähenemisestä. Sen sijaan päinvastaisesta kehityksestä oli viitteitä; eräät maatalouden vaikutuspiirissä olevat järvet (mm. Säkylän Pyhäjärvi ja Lappajärvi) rehevöityivät entisestään tutkimusjakson aikana.

Silvon ym. (2002) mukaan maataloudelle asetettua ravinnekuormituksen vähentämistavoitetta ei saavuteta vuoteen 2005 mennessä. Maatalouden ympäristötuki muutti tosin jo ensimmäisellä ohjelmakaudella viljelykäytäntöjä ympäristön kannalta merkittävästi parempaan suuntaan (Palva ym. 2001). Lannoitus alentui ja lannan käyttö tarkentui. Vesistöjen varsille jätettiin viljelemättömiä suojakaistoja ja peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys lisääntyi. Kosteikkoja, laskeutusaltaita sekä leveitä suo-



javyöhykkeitä perustettiin huomattavasti enemmän kuin ennen tukikautta. Maataloudessa tapahtuneista ympäristön kannalta suotuisista muutoksista on kuitenkin pitkä matka vastaaviin muutoksiin maatalouden kuormittamisessa järvissä. Esimerkiksi fosforilannoituksen väheneminen alentaa peltomaan fosforitilaa – ja sitä kautta fosforin huuhtoutumista – vain hitaasti, ja alentunut fosforikuormitus taas vaikuttaa vasta viiveellä varsinkin matalien ja pitkään kuormitettujen järvien tilaan. Maatalouden ympäristöohjelman myötä on kuitenkin vähitellen odotettavissa myönteisiä muutoksia maatalouden kuormittamien järvien tilassa. Vuoteen 2005 mennessä nämä muutokset lienevät kuitenkin vähäisiä.

## 4.7 Metsätalous

Metsätaloudesta sisävesiin ja Itämereen joutuvaa fosforin ja typen määrää pitää vesien suojeleminen tavoiteohjelman mukaan vähentää kumpaakin vähintään 50 % vuoden 1993 arvioidusta tasosta. Silvon ym. (2002) mukaan on ilmeistä, että metsätalouden kuormituksen lasku ei tule kehittymään tavoitteiden edellyttämällä tavalla.

Metsätalouden kuormittamien järvien ongelma on mm. niiden vähittäinen rehevöityminen. Esimerkkikohteiksi valituissa järvissä ei todettu rehevyyden vähenevistä tai muita veden laadun paranemiseen viittaavia merkkejä vaikka esim. ojitukset ovat viime vuosina painottuneet kunnostusojituksiin. Rehevyyttä osoittava *a*-klorofylliarvo näyttää kohonneen esimerkkijärvissä.

## 4.8 Kuormituslähteiden yhteisvaikutus: levien massaesiintymät

Kaikki kuormituslähteet aiheuttavat vesien rehevöitymistä. Eteläisillä merialueillamme rehevöityminen ilmeni 1990-luvulla voimistuneina sinilevien massaesiintymisinä. Sinileväesiintymien runsaus riippuu Itämeressä ravinteiden määrästä ja vallitsevista säätekijöistä kuten lämpötilasta, tuulisuudesta ja sateista. Runsain sinilevien massaesiintymä havaittiin Suomenlahdella ja Saaristomerellä kesällä 1997. Kesällä 1998 sinileviä olisi voinut esiintyä yhtä runsaasti ravinteiden puolesta, mutta viileä ja tuulinen sää hidasti niiden kasvua. Vuosina 1999 ja 2001 sinilevien määrä oli vähäisempi fosforimäärän palautuessa vuotta 1997 edeltäneelle tasolle. Pienentynyt Suomen ravinnekuorma ei näy leväesiintymien määrissä, koska niiden kasvua säätelevät koko merialueelle tuleva ravinnekuorma ja luonnonolot. Sinileväesiintymiä on eniten yleensä ulappavesissä, josta ne saatattavat ajautua rantaan tuulten mukana.

Järvissä levien massaesiintymien yleisyydessä ei ollut suuria eroja vuosina 1998–2001. Noin viidesosalla säännöllisessä leväseurannassa olevista järvistä esiintyi kaikkina vuosina loppukesällä levien massaesiintymiä, joista valtaosa oli vähäisiä. Levien massaesiintymiä oli eniten Uudellamaalla, Lounais-Suomessa, Hämeessä ja Pohjois-Savossa.

Levähaittarekisteriin tuli 1990-luvulla runsaasti ilmoituksia myös karuista reititvesistöistä mm. Itä- ja Keski-Suomen alueelta. Näissä oli useimmiten kyse lyhytaikaisista, paikallisista levien massaesiintymistä, jotka saattavat liittyä näissä järvissä yleisesti havaittuun kesäaikaisen liunneen typen pitoisuuden laskuun (Rekolainen ym. 2002). Pääasiallisena syynä liukoisen typen laskuun on päätelty olevan typpipäästöjen ja typpi laskeuman väheneminen. Laskun seurauksena riski lyhytaikaisten sinileväkukintojen esiintymiselle on mahdollisesti kasvanut.

## 4.9 Käyttökelpoisuuden muutokset 1990-luvulla

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 2005 esitetään, että pintavesien tila ei enää huonone ihmisen toiminnan aiheuttamien toimien seurauksena, ja haitallisesti muuttuneiden vesien tila on parantunut. Vesiympäristö on terveellinen ja turvallinen ja vesistöjä voidaan hyvin käyttää vedenhankinnan, erityisesti talousveden valmistukseen sekä kalastuksen, matkailun ja muun elinkeinoelämän sekä virkistyskäytön tarpeisiin. Merialueiden sekä järvien ja jokien vesi- ja rantaluonnon ekologinen monimuotoisuus ja arvokkaiden luonnon erityispiirteiden säilyminen on turvattu (Ympäristöministeriö 1998).

Tässä väliraportissa valittu esimerkkialueisiin perustuva tarkastelutapa ei anna mahdollisuutta arvioida vesien tämän hetkistä tilaa koko maassa. Kokonaistilannetta voidaan yleispiirteisään tarkastella esim. valtakunnallisen veden laadun käyttökelpoisuusluokituksen avulla.

Pintavesien laadun käyttökelpoisuus on luokiteltu yhtenäisien kriteerien mukaan vuosien 1984-1987, 1990-1993 sekä 1994-1997 tuloksilla. Rannikkovesien luokituskriteerejä tarkistettiin viimeisintä käyttökelpoisuuskartoitusta varten, joten vertailuja aikaisempaan tilanteeseen ei voida tehdä. Muutokset pintavesien käyttökelpoisuudessa ovat olleet melko vähäisiä (taulukko 7).

Taulukko 7. Pintavesien käyttökelpoisuusluokat 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja 1990-luvun puolivälissä (Antikainen ym. 2000).

Järvet	1984-87		1990-93		1994-97			
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%		
Erinomainen	10 200	36,5	8 700	37,7	9 730	37,8		
Hyvä	11 400	40,7	9 900	42,9	10 880	42,3		
Tyydyttävä	5 200	18,6	3 600	15,7	3 990	15,5		
Välttävä	1040	3,5	770	3,4	1070	4,1		
Huono	140	0,5	75	0,3	67	0,3		
Yhteensä	27 980	100	23 045	100	25 737	100		
Joet	km		%		km		%	
Erinomainen	1 800	13,2	1 100	9,0	1 490	7,7		
Hyvä	4 300	31,6	3 700	29,4	6 030	31,2		
Tyydyttävä	3 300	24,2	3 700	29,3	5 860	30,4		
Välttävä	3 800	27,9	3 600	29,0	5 640	29,2		
Huono	420	3,1	400	3,3	290	1,5		
Yhteensä	13 620	100	12 500	100	19 310	100		
Rannikkovedet	km <sup>2</sup>		%		km <sup>2</sup>		%	
Erinomainen					22 370	42,5		
Hyvä					23 820	45,2		
Tyydyttävä					5 890	11,2		
Välttävä					590	1,1		
Huono					17	0,03		
Yhteensä					52 690	100		

Selvin muutos tapahtui 1980-luvun puolivälin ja 1990-luvun alun välillä, jolloin järvissä erinomaisen ja hyvän luokan osuus nousi ja tyydyttävän pieneni. Jokien osalta kehitys oli päinvastainen. Kahta viimeisintä luokitusta verrattaessa on nähtävissä, että käyttökelpoisuus parantui erityisesti teollisuuden ja yhdyskuntien vaikutusalueilla kuten esim. Pohjois-Päijänteellä, Oulujärven Paltaselällä, Lohjanjärvellä Kirkniemen edustalla sekä Mäntän ja Valkeakosken alapuolisissa vesissä. Huonoimpaan luokkaan

kuuluvien jokien osuus väheni hiukan. Toisaalta Kymijoella 1990-luvun puolivälin jälkeen saadut tiedot haitallisten aineiden esiintymisestä kaloissa ja sedimenteissä antoivat perusteen alentaa joen käyttökelpoisuusluokitusta tyydyttävästä välttävään (Antikainen ym. 2000).

Yleisin käyttökelpoisuutta heikentävä tekijä on rehevyyttä kuvaava *a*-klorofyllipitoisuus. Rehevyys alensi käyttökelpoisuutta mm. Suomenlahdella ja Saaristomerellä. Erityisesti pienillä järvillä rehevöityminen oli pääasiallinen syy tyydyttävään tai sitä huonompaan käyttökelpoisuusluokkaan (Antikainen ym. 2000).

Taulukossa 8 on vertailtu kahden eri tavoin kuormitetun järven käyttökelpoisuuteen merkittävimmin vaikuttavia veden laatumuuttujia vuosien 1994-1997 (viimeisin käyttökelpoisuusluokitus) ja 1998-2001 keskiarvoina. Luokituksen perustana olevien veden laatusuureiden muutokset ovat vähäisiä. Metsäteollisuuden kuormittaman Etelä-Saimaan Haukiselällä rehevöitymistä kuvaavat kokonaisfosfori- ja *a*-klorofyllipitoisuus sekä talvikerrostuneisuuden aikainen hapen kyllästysprosentti ovat pysyneet samalla tasolla vuosien 1994-1997 luokitusmuuttujiin verrattuna. Käyttökelpoisuus on luokiteltu tyydyttäväksi, eikä sitä ole perusteita muuttaa pohjanläheisen vesikerroksen hapen vajauksen vuoksi. Maatalouden kuormittaman Säkylän Pyhäjärven käyttökelpoisuuteen vaikuttavat muuttujat ovat hieman nousseet edellisen käyttökelpoisuusluokituksen tilanteesta, mutta eivät vielä ylitä hyvän ja tyydyttävän luokan rajaa.

Taulukko 8. Eräiden käyttökelpoisuusluokituksen kriteereinä olevien veden laatumuuttujien arvoja vuosina 1994-1997 ja 1998-2001 kahdella esimerkkialueella.

Havaintopaikka	Kokonaisfosfori		<i>a</i> -klorofylli		Hapen kyllästysprosentti	
	Avovesikausi, 1m		Heinä- elokuu, 0-2m		Maalis- huhtikuu, pohja	
	µg/l/luokka		µg/l/luokka		%/luokka	
	1994-97	1998-01	1994-97	1998-01	1994-97	1998-01
Haukiselkä	14,3/II	14,4/II	6,4/II	5,0/II	71/III	70/III
Säkylän Pyhäjärvi	19,5/II	21,3/II	6,8/II	8,5/II		

Käyttökelpoisuusluokituksen perusteella arvioituna pintavesien tilalle asetettua laadullista tavoitetta ei ole vielä saavutettu, sillä viitteitä tilan heikkenemisestä on näkyvissä. Haitallisesti muuttuneiden vesien tilan paraneminen sen sijaan näyttää olevan mahdollista tavoiteohjelmakauden aikana.

## 4.10 Vesiensuojelun tavoiteohjelman vaikutukset pintavesien tilaan

Tarkastelukauden aikana on pintavesien tilassa aikana tapahtunut selviä ja pysyvänä pidettäviä muutoksia vain eräillä aikaisemmin jätevesien voimakkaasti kuormittamilla alueilla. Eräillä asutuksen tai teollisuuden jätevesien kuormittamilla paikoilla havaittiin päinvastaisia merkkejä: vesien tila kehittyi huonompaan suuntaan johtuen esimerkiksi jätevesimäärien kasvusta tai häiriöistä jäteveden käsittelyssä. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutukset eivät näkyneet vielä lainkaan vesien tilassa, sillä kuormituksen muutokset ovat hitaita ja järvien sekä rannikkovesien toipuminen vie aikaa. Rehevyyttä osoittavat leväesiintymät eivät olennaisesti vähentyneet 1990-luvulla. Vesien tilalle asetettuja tavoitteita ei ole vielä saavutettu. Vesien tilaa tulee edelleen parantaa haitallisimmin muuttuneilla alueilla ja vesien tilan heikkeneminen, erityisesti rehevöityminen on estettävä hajakuormitetuissa vesistöissä.

# Kirjallisuus

- Alasaarela, E. 1980. Phytoplankton and environmental conditions in the northern part of the Bothnian Bay. *Acta Universitatis Ouluensis, Series A, No. 90*, 23 pp.
- Anttila-Huhtinen, M. 1999. Heinolan alapuolisen vesistöalueen (Ruotsalainen-Pyhäjärvi) tarkkailututkimukset vuonna 1997. Kymijoen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu no 79/1999. 43 s.
- Antikainen, S., Joukola, M. ja Vuoristo, H. 2000. Suomen pintavesien laatu 1990-luvun puolivälissä. *Vesitalous 2/2000*: 47-53.
- Anttila-Huhtinen, M. 2001. Heinolan alapuolisen vesistöalueen (Ruotsalainen-Pyhäjärvi) tarkkailututkimukset vuonna 2000. Kymijoen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu no 49/2001. 44 s.
- Helminen, H., Laihonen, P., Juntura, E., Koponen, U. and Ylinen, H. 1998. Itämereltä Saaristomereen tulevan fosfori- ja typpikuormituksen arviointi kolmiulotteisen virtausmallin avulla. *Vesitalous 2/1998*: 27-30.
- Kauppila, P. and Bäck, S. 2001. The state of Finnish coastal waters in the 1990s. *The Finnish Environment 472*, 134 p.
- Kiirikki, M., Välipakka, P., Korpinen, P., Koponen, J. and Sarkkula, J. 2002. 3D Ecosystem Models as Decision Support Tools in the Gulf of Finland – the Kotka Archipelago as an Example. *CEEDES (painossa)*
- Kirkkala, T., Helminen, H. and Erkkilä A. 1998. Variability of nutrient limitation in the Archipelago Sea, SW Finland. *Hydrobiologia 363*: 117-126.
- Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri 1988. Lestijärven vesiensuojelusuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 125. 77 s.
- Korpinen, P., Kiirikki, M., Koponen, J., Peltoniemi, H. and Sarkkula, J. 2001. Evaluation and control of eutrophication in Helsinki sea area with help of a nested 3D-ecohydrodynamic model. *Proceedings of the 5th International Marine Environmental Modelling Seminar, 9.-11.10.2001, New Orleans, Louisiana, USA.*
- Lappalainen, A. and Pesonen, L. 2000. Changes in fish community structure after cessation of water discharge in a coastal bay area west of Helsinki, northern Baltic Sea. *Archive of Fishery and Marine Research 48*: 226-241.
- Lehtonen, K. ja Mattila, J. 1993. Paimionlahden ja Piikkiönlahden tarkkailututkimus vuosina 1970-1992. *Lounais-Suomen Vesiensuojeluyhdistys ry., Tutkimuslauseita 90*. 32 s. + liitteet.
- Mankki, J. 2001. Pyhtää-Kotka-Hamina merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuosilta 1997-1998. Kymijoen Vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu no 82/2001. 54 s. + liitteet.
- Marttunen, M. (toim.) 1998. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Vaihtoehtoisten kuormitustasojen vaikutukset sisävesissä. *Suomen ympäristö 160. Luonto ja luonnonvarat. Helsinki 68 s.*
- Meeuwig, J., Kauppila, P. and Pitkänen, H. 2000. Predicting eutrophication in the Baltic: An empirical approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 57*:844-855.
- Niemi, J.S., Niemi, R.M., Malin, V ja Poikolainen, M-L. 1996a. Suomen jokien ja järvien hygieeninen laatu 1963-1993. *Vesitalous 2/1996*:1-6.
- Niemi, J.S., Niemi, R.M. ja Malin, V. 1996b. Porvoonjoen hygieeninen laatu. *Vesitalous 6/1996*:22-26.
- Niemi, J.S., Heitto, L., Niemi, R.M., Anttila-Huhtinen, M. and Malin, V. 1997. Bacteriological purification of the Finnish River Kymi. *Environmental Monitoring and Assessment 46*:241-253.
- Niemi, J., Heinonen, P., Mitikka, S., Vuoristo, H., Pietiläinen, O-P, Puupponen, M. and Rönkä, E. 2001. The Finnish Eurowaternet. *The Finnish Environment 445*. 62 s.
- Niinioja, R., Sandman, O., Turkia, J., Huttunen, P ja Tossavainen, T. 2001. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutukset Kajoanjärvessä ja Kuohattijärvessä. *Alueelliset ympäristöjulkaisut nro 246*. 50 s.
- Palomäki, A. ja Hynynen, J. 1999. Pohjois-Päijänteen yhteistarkkailu vuonna 1998. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 69/1999. 21 s.
- Palomäki, A. ja Salo, H. 2001. Pohjois-Päijänteen yhteistarkkailu vuonna 2000. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 59/2001. 21 s.
- Palva R., Rankinen K., Granlund K., Grönroos J., Nikander A. ja Rekolainen S. 2001. Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995–1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. *Suomen ympäristö 478. Ympäristönsuojelu. Helsinki.*

- Perttilä, M. and Savchuk, O. 1996. Gulf of Finland. Hydrography. Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1989-93. Background document. Baltic Sea environment proceedings no 64B.
- Pesonen, L., Norha, T., Rinne, I., Viitasalo, I. ja Viljamaa, H. 1995. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1987-1994. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 1. 143 s + liitteet.
- Pesonen, L. (toim.) 1998. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 4/98. 101 s. + liitteet.
- Pesonen, L. (toim.) 1999. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1998. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 5/99. 81 s. + liitteet.
- Pesonen, L. (toim.) 2001. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 3/2001. 91 s. + liitteet.
- Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish coastal waters: origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. National board of Waters and the Environment, Finland. No 18, 45 p.
- Pitkänen, P., Lehtoranta, J. and Räike, A. 2001. Internal nutrient fluxes counteract decreases in internal load. The case of the estuarial Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. *Ambio* 30: 4-5.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1999. Oulun edustan vesistö tarkkailu vuonna 1998. PSV-Maa ja Vesi. 24 s.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 2000. Oulun edustan vesistö tarkkailu vuonna 1999. PSV-Maa ja Vesi. 27 s.
- Rekolainen, S., Mannio, J., Mitikka, S., Vuorenmaa, J., Lepistö, L., Lepistö, A., Kenttämies, K., Rissanen, J., Syri, S., Pietiläinen, O-P, Ekholm, P., Malve, O., Mäkinen, R. and Nikander, A. 2002. Nitraattityypen väheneminen Suomen järviissä. Esiselvitys syistä ja seurauksista. Suomen ympäristökeskuksen moniste 244. 33 s.
- Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry. 1999. Eteläisimmän Saimaan, Nuijamaanjärven ja Saimaan kanavan velvoitetarkkailujen yhteenveto vuosilta 1989-1998. Vesiensuojeluyhdistyksen moniste. 186 s.
- Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry. 2001. Mikkelin alapuolisen Saimaan vesistö tarkkailun yhteenveto vuodelta 2000. Vesiensuojeluyhdistyksen moniste. 118 s.
- Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 1990. Kallaveden seurantatutkimus 1989. Vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu nro 77.
- Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 1993. Kallaveden seurantatutkimus 1992. Osa II. Biologinen tarkkailu. Vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu nro 90. 42 p.
- Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 1999. Kallaveden seurantatutkimus 1998. Osa II. Vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu nro 109. 72 p.
- Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 2001a. Kallaveden seurantatutkimus 2000. Vesiensuojeluyhdistyksen moniste. 30 p.
- Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. 2001b. Keskijärven kalalaitoksen käyttövesi- ja vesistö tarkkailun vuosiyhteenveto 2000. Vesiensuojeluyhdistyksen moniste 8 p.
- Seitzinger, S. P. 1988. Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems. Ecological and geochemical significance. *Limnological Oceanography* 33 (4): 702-724.
- Silvo K., Hämäläinen M.-L., Forsius K., Jouttijärvi T., Lapinlampi T., Santala E., Kaukoranta E., Rekolainen S., Granlund K., Ekholm P., Räike A., Kenttämies K., Nikander A., Grönroos J. ja Rönkä E. 2002. Päästöt vesiin 1990-2000. Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242. Helsinki.
- Suomela, J. 2001. Saaristomeren tila vuosituhatosen vaihteessa. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 20/2001. 99 s.
- Tossavainen, T. 1997. Nurmeksen Kuohattijärven ympäristönhoitosuunnitelma. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen moniste 14. 38 p.
- Veijola, H. ja Hynynen, J. 2001. Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella sijaitsevien turvetuotantoalueiden käyttö-, hoito-, kuormitus- ja vesistö tarkkailuraportti vuodelta 2000. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 80/2001. 57 p.
- Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. and Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment* (painossa).
- Ympäristöministeriö 1998. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Suomen ympäristö 226. Helsinki. 82 s.

# Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisuaika	Toukokuu 2002
Tekijä(t)	Heidi Vuoristo, Pirkko Kauppila, Antti Räike, Petri Ekholm, Seppo Rekolainen, Jorma Niemi, Mikko Kiirikki ja Heikki Pitkänen		
Julkaisun nimi	Vesien tila 1990-2000. Vesiensuojelun tavoiteohjelman väliarviointi		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symon250/symon250.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symon250/symon250.htm</a>		
Tiivistelmä	<p>Julkaisussa tarkastellaan vesiensuojelulle asetettujen tavoitteiden toteutumista 1990-luvun aikana (Valtioneuvoston periaatepäätös 19.3.1998 vesien suojelun tavoitteista vuoteen 2005). Vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksia pintavesien tilan kehitykseen tarkasteltiin erällä esimerkkialueilla. Rannikkovesistä, järvistä ja jokivesistöistä valitut esimerkkialueet edustavat pääasiassa metsäteollisuuden, yhdyskuntien, turvetuotannon, kalankasvatuksen ja maa- tai metsätalouden kuormittamia alueita.</p> <p>Eriyistä huomiota kiinnitettiin pintavesien ravinteisiin ja niiden aiheuttamaan rehevyyteen. Lisäksi tarkasteltiin muita vesien tilaa kuvaavia tekijöitä, kuten hapen pitoisuuksia, sähkönjohtavuutta, kemiallista hapen kulutusta, väriä ja hygienian indikaattoribakteereja. Aineistona käytettiin ympäristöhallinnon pintavesien tietojärjestelmään tallennettuja veden laatutietoja.</p> <p>Vesiensuojelutoimenpiteiden positiiviset vaikutukset näkyivät selvimmin 1990-luvulla suurten jätevesikuormittajien alapuolisissa vesistöissä. Veden laadun paranemisesta huolimatta jätevesien haitalliset vaikutukset näkyvät kaikilla pistekuormitetuilla alueilla. Maa- ja metsätalouden kuormittamissa vesistöissä ei havaittu merkkejä rehevyyden olennaisesta vähenemisestä. Maatalouden kuormittamien järvien tila näytti jopa heikentyneen joidenkin vedenlatamuuttujien osalta. Muutamilla sisävesien havaintopaikoilla sähkönjohtavuusarvot näyttivät kohonneen 1990-luvulla. Lyhyt tarkastelujakso ja vuosien väliset vaihtelut kuormituksessa sekä sää- ja hydrologisissa oloissa vaikeuttivat luotettavien johtopäätösten tekoa veden laadun muutoksista.</p>		
Asiasanat	Vesiensuojelu, rehevöityminen, vedenlaatu, vesistöjen käyttökelpoisuus, teollisuus, turvetuotanto, kalankasvatus, yhdyskunnat, maatalous, metsätalous		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen moniste 250		
Julkaisun teema			
Projektihankkeen nimi ja projektinumero			
Rahoittaja/ toimeksiantaja			
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN 1455-0792	ISBN 952-11-1131-3 nid. (952-11-1132-1 pdf)	
	Sivuja 64	Kieli Suomi	
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta	
Julkaisun myynti/ jakaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE) / asiakaspalvelu, PL 140, 00251 Helsinki puh. (09) 4030 0100, fax (09) 4030 0190		
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki		
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2002		

# Presentationsblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum	Maj 2002
Författare	Heidi Vuoristo, Pirkko Kauppila, Antti Räike, Petri Ekholm, Seppo Rekolainen, Jorma Niemi, Mikko Kiirikki och Heikki Pitkänen		
Publikationens titel	Tillståndet av kustvatten, sjöar, åar och älvar 1990-2000 Mellanbedömning av vattenskyddsmålen		
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma project	Publikationen finns tillgänglig på internet <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symo250/symo250.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symo250/symo250.htm</a>		
Sammandrag	<p>I publikationen granskas förverkligandet av de utsatta målen för vattenskyddet under 1990-talet (Statsrådets principbeslut den 19.3.1998 om mål för skydd av vattnen fram till år 2005). Vattenskyddsåtgärdernas effekter på utvecklingen av ytvattnets tillstånd forskades på vissa exempelområden. Dessa områden belastas huvudsakligen av skogsindustrin, samhällen, torvproduktion, fiskodling och jord- eller skogsbruk.</p> <p>Speciell uppmärksamhet lades vid ytvattnets närsalter och den eutrofi de förorsakar. Dessutom granskades övriga faktorer som berättar om vattnets tillstånd, såsom syrehalter, konduktivitet, kemisk syreförbrukning, färg och hygieniska indikatorbakterier. Materialet bestod av vattenkvalitetsdata ur miljöförvaltningens databas för ytvatten.</p> <p>De positiva effekterna av vattenskyddsåtgärderna under 1990-talet syns bäst i vattendragen utsatta för stora avloppsvattenbelastare. Trots vattenkvalitetens förbättring, syns avloppsvattnets skadliga inverkan på alla punktbelastade områden. I vattendrag belastade av jord- och skogsbruket kunde inte märken på väsentlig reduktion av eutrofiering skönjas. Tillståndet på sjöar belastade av jordbruket verkade t.o.m. ha försämrats. Konduktivitetsvärdena för några observationsplatser vid inlandsvatten verkade stiga under 1990-talet. Den korta observationsperioden och årlig fluktuation i belastningen samt väder- och hydrologiska förhållanden, försvårade utarbetandet av tillförlitliga slutsatser gällande förändringar i vattenkvaliteten.</p>		
Nyckelord	vattenskydd, eutrofiering, vattenkvalitet, användbarhet av vattendrag, industri, torvproduktion, fiskodling, samhällen, jordbruk, skogsbruk		
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentral duplikat 250		
Publicationens tema			
Projektets namn och nummer			
Finansjär/ uppdragsgivare			
Organisationer i projektgruppen			
	ISSN <b>1455-0792</b>	ISBN <b>952-11-1131-3 (nid.) 952-11-1132-1 (pdf)</b>	
	Sidantal <b>64</b>	Språk <b>Finska</b>	
	Offentlighet <b>Officiell</b>	Pris	
Beställningar/ distribution	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors		
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), kundservice, PB 140, 00251 Helsingfors Tel. (09) 4030 0100, Fax (09) 4030 0190		
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2002		

# Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute	Date	May 2002
Author(s)	Heidi Vuoristo, Pirkko Kauppila, Antti Räike, Petri Ekholm, Seppo Rekolainen, Jorma Niemi, Mikko Kiirikki and Heikki Pitkänen		
Title of publication	The Quality of Finnish Surface Waters in 1990-2000 Assessment of National Water Protection Objectives		
Parts of publication/ other project publications	The publication is available in the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symo250/symo250.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/symo250/symo250.htm</a>		
Abstract	<p>The aim of this report was to evaluate whether the quality of Finnish surface waters improved in the years 1990-2000 (The Finnish Council of State 10.3.1998: Decision in Principle on the Water Protection Targets to 2005). A number of case study lakes, rivers and coastal waters affected by waste waters from pulp and paper industry, municipalities, peat mining, fish farming or diffuse load from agriculture and forestry were investigated. Special attention was paid to nutrients and eutrophication. In addition, other water quality variables (oxygen concentration, conductivity, chemical oxygen demand, colour and hygienic indicator bacteria) were studied. The water quality data was obtained from the national environmental data base maintained by the Finnish Environment Institute.</p> <p>The results showed that the quality of receiving waters near industrial plants and municipalities improved to some extent. In spite of this, the effects of waste waters were still obvious in all the areas loaded by point sources. The waters receiving diffuse load from agriculture and forestry showed no indications of decreasing eutrophication. By contrast, in some agriculturally loaded lakes eutrophication increased. Increased conductivity values were observed occasionally. Reliable general conclusions about the development of water quality in the 1990s are difficult to make because of the short study period, considerable annual variations in nutrient loads and variations in meteorology and hydrology.</p>		
Keywords	Water protection, eutrophication, water quality, usability of waters, industry, peat mining, fish farming, municipalities, agriculture, forestry		
Publication series and number	Mimeograph series of Finnish Environment Institute 250		
Theme of publication			
Project name and number, if any			
Financier/ commissioner			
Project organization			
	ISSN <b>1455-0792</b>	ISBN <b>952-11-1131-3 (nid.) 952-11-1132-1 (pdf)</b>	
	No. of pages <b>64</b>	Language <b>Finnish</b>	
	Restrictions <b>Public</b>	Price	
For sale at/ distributor	Finnish Environment Institute (SYKE), Custom Services P.O. Box 140, FIN- Helsinki, Finland Tel. + 358 9 4030 0100, Fax + 358 9 0430 0190		
Financier of publication	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O. Box 140, FIN- Helsinki, Finland		
Printing place and year	Edita Prima Ltd, Helsinki 2002		



ISBN 952-11-1131-3 (nid)  
ISBN 952-11-1132-1 (pdf)  
ISSN 1455-0792