

Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1997

Ferske vandområder

Vandløb og kilder

Faglig rapport fra DMU, nr. 253
1998

Jørgen Windolf

Lars M. Svendsen

Niels Bering Ovesen

Hans Legard Iversen

Søren Erik Larsen

Jens Skriver

Jytte Erfurt

Afdeling for Vandløbsøkologi

Datablad

Titel: Ferske vandområder - vandløb og kilder

Undertitel: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997

Redaktør: Jørgen Windolf

Afdelingsnavn: Afdeling for Vandløbsøkologi

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 253

Udgiver: Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser ©

URL: <http://www.dmu.dk>

Udgivelsestidspunkt: December 1998

Tegninger: Kathe Møgelvang & Juana Jacobsen
ETB: Anne-Dorthe Matharu, Hanne Kjellerup Hansen
EDB: Jytte Erfurt

Bedes citeret: Windolf, J., Svendsen, L.M., Skriver, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Iversen, H.L., Erfurt, J. og Müller-Wohlfeil, D., (1998): Ferske Vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. 104 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 253

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Redaktionen afsluttet: November 1998

ISBN: 87-7772-424-0
ISSN: 0905-815X
Papirkvalitet: Cyclus Print
Tryk: Silkeborg Bogtryk
EMAS registreret nr. DK-S-0084

Oplag: 300
Sideantal: 104

Pris: kr. 150,- (inkl. moms, ekskl. forsendelse)

Købes i boghandelen
eller hos:

Danmarks Miljøundersøgelser	Miljøbutikken
Vejlsøvej 25	Information & Bøger
Postboks 314	Læderstræde 1
8600 Silkeborg	1201 København K
Tlf. 89 20 14 00	Tlf. 33 37 92 92
Fax 89 20 14 14	Fax 33 92 76 90

Indhold

Forord 5

Resumé 7

1 Indledning 9

- 1.1 Vandmiljøovervågning - formål 9
- 1.2 Generelt om årets rapport om Vandløb og kilder 9
- 1.3 Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, Vandløb og Kilder 10
- 1.4 Arealanvendelse 13

2 Klima og afstrømning 15

- 2.1 Vejret overordnet i 1997 15
- 2.2 Nedbør og temperaturforhold i 1997 16
- 2.3 Afstrømningsforhold 16
- 2.4 Nedbør og afstrømning 17

3 Vandløbenes biologiske tilstand 21

- 3.1 Indledning 21
- 3.2 Vandløbenes generelle miljøtilstand 21
- 3.3 Forskellen mellem forårs- og efterårsprøver 22
- 3.4 Miljøtilstanden i de forskellige oplandstyper 23

4 Vandkvalitet i kildebække 25

5 Vandkvalitet og stoftransport i vandløb 27

- 5.1 Kvælstof 27
- 5.2 Fosfor 38
- 5.3 Organisk stof (BOD₅) 45

6 Vand- og stoftilførsler med ferskvand til marine kystafsnit 47

- 6.1 Vand- og stoftilførslerne til marine kystafsnit i 1997 47
- 6.2 Sæsonvariationerne i tilførslerne i 1997 51
- 6.3 Udvikling i de samlede vand- og stoftilførsel til de marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997 51
- 6.4 Udvikling i vand- og stoftilførsel til hver af de ni 1. ordens marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997 57
- 6.5 Fremtidig tilførsler af kvælstof og fosfor til marine kystafsnit 60
- 6.6 Udvikling i sæsonvariationer i tilførslerne til de marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997 61
- 6.7 Sammenfatning 62

7 Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgel- sers rapporter 65

8 Referencer 69

9 Oversigt over amtsrapporter 73

Bilag 75

- Bilag 2.1 Klima-data
- Bilag 2.2 Metode til opgørelse af ferskvandsafstrømningen
- Bilag 2.3 Opgørelsesgrundlaget for ferskvandsafstrømningen fra Danmark
- Bilag 2.4 Ferskvandsafstrømning i 1997 opgjort månedsvis til de 49 2. ordens kystafsnit i $l s^{-1}$
- Bilag 2.5 Målestationer anvendt ved opgørelsen af ferskvandsafstrømningen i 1997
- Bilag 5.1 Kvælstof i typeoplandsvandløb, 1989-97
- Bilag 5.2 Klimatisk korrigeret nitrat-transport, 4 regioner. 1978-98
- Bilag 5.3 Udvikling i gennemsnit og median for typeoplande i fosfortransport
- Bilag 5.4 Resultater fra vandløbsstationer med intensiv prøvetagning (fosfor) og sammenligning mellem transport beregnet på baggrund af kontinuert prøvetagning og øjeblikksprøvetagning
- Bilag 6.1 Oplandsarealer samt stoftilførsel til 1. ordens kystafsnit samt udvikling i samlet tilførsel af N, P, O og ferskvandsafstrømning
 - Bilag 6.2.1 Tilførslen af kvælstof via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997 samt oplandstab, diffus tilførsel og kildeopslitning inkl. retention
 - Bilag 6.2.2 Tilførslen af fosfor via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997 samt oplandstab, diffus tilførsel og kildeopslitning inkl. retention
 - Bilag 6.2.3 Tilførslen af BOD₅ via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997 samt oplandstab og diffus tilførsel
- Bilag 6.3 Oversigt over ferskvands-, kvælstof-, fosfor- og BOD₅-tilførslen til marine kystafsnit i 1997
- Bilag 6.4 Oversigt over ferskvands-, kvælstof-, fosfor- og BOD₅-tilførslen til marine kystafsnit for 1989 til 1997
- Bilag 6.5 Kvælstof- og fosforretention beregnet ud fra overvågningsprogrammet for søer
- Bilag 6.6 Kildefordeling for de samlede kvælstof- og fosfortilførsler til de marine kystafsnit 1989 til 1997.

Danmarks Miljøundersøgelser 103

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser som et led i den landsdækkende rapportering af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Overvågningsprogrammet blev iværksat efteråret 1988.

Hensigten med Vandmiljøplanens overvågningsprogram er at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen (1987). Systematisk indsamling af data gør det muligt at opgøre udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt at registrere de økologiske effekter, der følger af ændringer i belastningen af vandmiljøet med næringsalte.

Danmarks Miljøundersøgelser har som sektorforskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet til opgave at forbedre og styrke det faglige grundlag for de miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. En væsentlig del af denne opgave er overvågning af miljø og natur. Det er derfor et naturligt led i Danmarks Miljøundersøgelsers opgave at forestå den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne: ferske vande, marine områder, landovervågning og atmosfæren.

I overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem amterne og Københavns og Frederiksberg kommuner og de statslige myndigheder.

Rapporterne "Ferske vandområder - vandløb og kilder" og "Ferske vandområder - søer" er således baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder. Åbne farvand - miljøtilstand, årsags-sammenhænge og udvikling" er baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af kystvande og fjorde samt Danmarks Miljøundersøgelsers og vore nabolandes overvågning af de åbne havområder.

Rapporten "Landovervågningsoplande" er baseret på data indberettet af amtskommunerne fra 6 overvågningsoplande og er udarbejdet i samarbejde med Danmarks Geologiske Undersøgelse.

Endelig er rapporten "Atmosfærisk deposition af kvælstof" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågningsindsats.

Bagest i denne rapport findes en sammenfatning af resultaterne fra samtlige overvågningsrapporter fra Danmarks Miljøundersøgelser.

Resume

Den samlede ferskvandsafstrømning til de danske farvande var i 1997 kun ca. 8.900 mill. m³ svarende til 64% af normalen for perioden 1971-1990. Den lave ferskvandsafstrømning medvirkede til, at stoftilførslen med vandløb og direkte spildevandsudledninger til marine kystafsnit også var relativt lav og på samme niveau som i 1996, der ligeledes var et 'tørt' år. Tilførslen var i 1997 således kun 49.800 tons kvælstof, 1.820 tons fosfor og 31.200 tons BOD₅.

Bidraget fra det åbne land udgjorde i 1997 80% af kvælstoftilførslen og 22% af fosfortilførslen med vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine områder. Spildevandsandelen er i et 'tørt' år som 1997 mere betydende end i 'normal' år med større vandafstrømning og dermed større diffuse bidrag fra det åbne land.

Fosfortilførslen med vandløb og direkte spildevandsudledninger til alle ni 1. ordens marine kystafsnit er faldet signifikant siden 1989, fordi spildevandet nu renses meget bedre.

Hovedkilden til kvælstoftilførslen er den diffuse afstrømning, der i perioden 1989-97 som gennemsnit har udgjort ca. 80%. Selv om udledningerne af kvælstof med spildevand er reduceret markant har rensningsindsatsen ikke haft samme relative effekt som for fosfor, fordi spildevandsudledningerne udgør en mindre del af kvælstoftilførslerne til de marine områder.

Den samlede afstrømningskorrigerede kvælstoftilførsel med vandløb og med direkte spildevandsudledninger er dog siden 1989 faldet signifikant til alle 1. ordens marine kystafsnit - undtagen til Nordsøen. Det skønnes at der siden 1989 er sket et lille fald i den diffuse kvælstoftilførsel fra de dyrkede arealer på ca. 0,7 mg N l⁻¹ i det afstrømmende ferskvand, svarende til ca. 7-9%. Faldet er dog kun statistisk signifikant ($p < 0,10$) i oplandene til 2 af de 9 hovedfarvandsområder.

Resultaterne fra overvågningsvandløbene viser ligeledes, at der er sket markante fald i fosfortransport i vandløb, der i 1989-91 var påvirkede af spildevandsudledninger fra rensningsanlæg og fra dambrugsudledninger. I de fleste vandløb, der afvander dyrkede oplande uden betydende punktkilder, er der også tendens til generelt faldende fosfortransport siden 1989. En væsentlig medvirkende årsag hertil kan være en faldende udledning af fosfor med spildevand fra spredt bebyggelse, idet der gennem perioden i stigende grad er anvendt mindre fosforholdige vaskemidler. Der er dog også i visse områder tendens til stigende fosfortransport i vandløb.

Kvælstoftransporten er faldet i de fleste danske vandløb siden 1989, - også når der tages højde for variationer i vandføringen. Således regnes et fald i 198 af 251 vandløb. Faldet, der i gennemsnit er på 11%, er imidlertid kun statistisk signifikant i 18% af vandløbene. Størst og mest sikkert er faldet i vandløb, der tidligere var spildevandsbelastede, men der er også tendens til et generelt fald i kvælstoftransporten i mange vandløb, der afvander dyrkede oplande uden betydende spildevandsudledninger. Som gennemsnit kan regnes et fald på 7% i disse vandløb. Faldet er dog kun signifikant i få

vandløb. Det bemærkes også, at der i enkelte vandløb er tendens til stigende kvælstoftransporter, og at disse vandløb ikke er tilfældigt fordelt, men synes at være koncentreret til områder, der generelt har en stor husdyrtæthed.

Det kan også fremhæves at nitrat-koncentrationerne i de 56 kildebække, der indgår i Overvågningsprogrammet, som gennemsnitsbetragtning har været svagt stigende siden 1989 i de kilder, der er lokaliseret i dyrkede oplande.

Der er i rapporten foretaget en vurdering af effekten i 2002/3 af de tiltag, der er besluttet gennemført med Vandmiljøplanerne (VMP I og II), bæredygtigt landbrug m.v. for tilførslen af kvælstof til de marine områder. Størrelsen af reduktionen i kvælstoftilførslen vil regionalt variere meget, men der kan forventes at ske en reduktion i kvælstoftilførslerne i størrelsesordenen 20-30% i forhold til summen af den gennemsnitlige diffuse tilførsel i perioden 1989-97 og spildevandsudledningen af kvælstof i 1997.

Overvågningen af vandløbenes biologiske tilstand viser, at der ikke er sket en signifikant ændring i tilstanden siden 1993. Vandløb med en moderat dårlig tilstand (faunaklasse II-III) har således alle årene været den dominerende faunaklasse med ca. 46-56% af de indsamlede prøver. Faunaklasse II var den næsthyppigste (20-26%).

1 Indledning

1.1 Vandmiljøovervågning - formål

Overvågningsprogrammets overordnede formål er at eftervise effekten af de tiltag, der blev iværksat med Vandmiljøplanens vedtagelse. Overvågningsprogrammet kan endvidere medvirke til at eftervise effekten af yderligere tiltag til forbedring af vandmiljøet, som er iværksat sideløbende med Vandmiljøplanen. Det gælder i første række initiativer til opfyldelse af målsætningerne i de amtskommunale planer for vandområderne og de vedtagne planer for en bæredygtig landbrugsudvikling. Overvågningsprogrammets resultater vil således bidrage til at skabe et beslutningsgrundlag for, om der skal iværksættes yderligere forureningsbegrænsende foranstaltninger med henblik på opnåelse af de politisk vedtagne målsætninger for kvaliteten af vandmiljøet.

Det specifikke formål med overvågningen af vandløb og kildebække er;

- at opgøre ferskvandsafstrømningen og mængden af kvælstof, fosfor og organisk stof, der tilføres de danske farvandsområder og kystafsnit via vandløb og kilderne hertil
- at få bedre viden om vandkvaliteten og udviklingen heri i de danske vandløb og kilder under hensyntagen til forskelle i de naturgivne og kulturskabte forhold
- at få en bedre viden om de økologiske forhold i danske vandløb, herunder effekten af ændringer i belastningen med kvælstof, fosfor og organisk stof
- at følge langtidsudviklingen i næringsstoftransport og de økologiske forhold i vandløb

1.2 Generelt om årets rapport om Vandløb og kilder

Rapporteringen af resultaterne fra vandløb og kilder fra Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er for første gang i en årrække IKKE berørt af emnet for årets Tema-rapportering: De marine områder. Rapporten er derfor bevidst søgt holdt på et absolut minimum i omfang.

- om data

I præsentationen af data anvendes forskellige gennemsnitsberegninger. Hvor intet andet er anført er gennemsnit beregnet som tidsvægtede gennemsnit, således at der ved beregningerne tages højde for varierende prøvetagningsfrekvenser. (F.eks. tages der i en del vandløb dobbelt så mange vandkemiske prøver om vinteren som om sommeren). Der anvendes også såkaldt 'vandføringsvægtede' koncentrationer. Disse beregnes ved i en given periode at dividere den samlede stoftransport med den tilhørende samlede vandafstrømning. I analysen af udviklingstendenser er til støtte for den faglige vurdering anvendt statistiske metoder. Herunder metoder, der søger at

eliminere den naturlige klimabetingede år-til-år variation. Nærmere dokumentation for metoderne kan findes i *Larsen (1996)*, *Kronvang et al. (1998)* og *Bruhn og Kronvang (1991)*

1.3 Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, Vandløb og Kilder

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i vandløb og kildebække omfattede i 1997 overvågning, af vandkvalitet, stoftransport og miljøtilstand i i alt 300 vandløb og 58 kilder. Programmet er nærmere specificeret i *Miljøstyrelsen (1993)*. De anvendte prøvetagnings- og analysemetoder er beskrevet i en række tekniske anvisninger, (Oversigt herover, se *Miljøstyrelsen, 1996*).

Typeoplande - 1997

De 300 vandløbsstationer, der indgik i overvågningen i 1997, kan grupperes efter karakteristika for de oplande, de afvander, (tabel 1.1):

- Naturoplande (Type 1)
- Dyrkede oplande (Type 2 og 3)
- Oplande med punktkilder (Type 4)
- Oplande med dambrug (Type 5)
- Vandløb i byer (Type 6)

Tabel 1.1 Stationstyper i vandløb. I kriterier for opdeling af typeoplande er der i punktkildebidraget ikke medregnet spildevand fra spredt bebyggelse. Antal stationer fordelt på oplandstyper anvendt i tidsserie-analyse (1989-97) og aktuelt 1997. Oplandstyper for tidsserie-analyser opgjort efter situation i 1991.

Oplandstype		1989-97 tidsserie- analyser type 91	1997 aktuel status type 97
Naturoplande	Type 1	7	9
Vandløb i dyrkede oplande (P) dyrkningsgrad > 15% bebyggelse < 50% punktkildebidrag < 25 g P/ha, 0,5 kg N/ha	Type 2	48	83
Vandløb i dyrkede oplande (N) dyrkningsgrad > 15 % bebyggelse < 50% punktkildebidrag < 0.5 kg N/ha	Type 3	86	130
Vandløb med punktkilder	Type 4	96	83
Vandløb med dambrugsudledninger P fra dambrug > 30% af total transport > 40% af punktkildebidrag	Type 5	17	13
Vandløb i bebyggede områder > 50% bebyggelse	Type 6	1	6
Ej klassificeret	ingen	44	63
Vandløb m. lange tidsserier af N og P			36-55
Havbelastningsstationer			127
Smådyrsfauna stationer (DFI)			222

For vandløbene i dyrkede områder anvendes forskellige kriterier for henholdsvis kvælstof og fosfor, (Type 2 og Type 3). Årsagen hertil er, at koncentration og transport af fosfor i et vandløb er mere påvirkelig af udledninger fra et givet spildevandsanlæg end kvælstoftransporten i vandløbet vil være påvirket af spildevandsudledninger af kvælstof fra samme spildevandsanlæg. Derfor fremkommer et forskelligt antal vandløb i kategorien dyrkede oplande (Type 2 og Type 3).

For enkelte af vandløbene kan typen ikke opgøres på grund af manglende oplysninger.

Typeoplande tidsserieanalyser 1989-97

Resultater fra 251 af vandløbene anvendes til vurdering af, hvorledes vandkvalitet og stoftransport siden 1989 har udviklet sig i vandløb med forskellige natur- og kulturbetingede påvirkninger (Typevandløb). For disse vandløbsstationer gælder, at der højst mangler et måleår i perioden og at typekategorien for det enkelte vandløb baseres på situationen i 1991. Enkelte vandløbsstationer er udeladt af tidsserieanalysen for de enkelte oplandstyper, såfremt der er nærliggende station på samme vandløbsstreng, ligesom søafløb ikke er inddraget

Vandløbsstationer med lange tidsserier

Langtidsudviklingen i kvælstoftransporten vurderes ud fra resultater fra 36-55 vandløb, hvorfra der foreligger lange tidsserier fra perioden før igangsættelsen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1988.

Stoftilførsel til havet - Havbelastningsstationer

Kvælstof, fosfor og organisk stof

127 af vandløbsstationerne, der indgår i det nationalt aftalte Overvågningsprogram, er kystnære, og resultater herfra anvendes ved beregning af stofafstrømningen til de marine områder, (Havbelastnings-stationer). Tilførslen opgøres til de 9 1. ordens kystafsnit, 49 2. ordens afsnit samt enkelte udvalgte fjorde.

Resultater fra de nationalt aftalte stationer dækker stofafstrømningen fra ca. 52% af landets areal, (figur 1.1, tabel 1.2). Ved at supplere med

Tabel 1.2 Havbelastningsstationer i oplande til målte 1. Ordens kystafsnit. I den målte oplandsprocent for 1993-97 angiver tallet efter / dækningen der fremkommer ved inddragelse af resultater fra regionale stoftransportstationer.

Marint kystafsnit 1. orden	antal stationer	1993-97	
		målt opland km ²	målt opland %
I: Nordsøen	17	7976	74/74
II: Skagerak	2	601	55/59
III:Kattegat	35	7403	47/61
IV:N. Bælthav	12	1518	48/51
V:Lillebælt	21	1413	42/43
VI:Storebælt	17	2281	42/51
VII:Øresund	13	771	44/64
VIII S. Bælthav	1	207	49/49
IX:Østersøen	8	207	17/28
Danmark	126	22377	52/60

resultater fra amternes regionalt drevne stationer kan den arealmæssige dækning øges til ca 60%.

Stoftilførslen fra det umålte opland - herunder direkte spildevandsudledninger til de marine områder - opgøres efter metoden beskrevet af *Svendsen (1998)*.

Kilder til stoftilførsel

Kilderne til den målte stoftransport af kvælstof og fosfor i vandløb kvantificeres ud fra kendskab til bl.a. spildevandsudledningerne i de enkelte vandløbsoplande. I kildeopsplitningen af stoftilførslen til marine områder er søgt taget højde for den stofomsætning der sker i ferskvandsmiljøet inden udledningen til de marine områder. I beregninger af marin belastning og kildeopsplitningen heraf er anvendt de data amterne har indberettet til Fagdatacenter for Punktkilder (*Miljøstyrelsen, 1998a*) samt amternes kildeopsplitning indberettet på skemaform til Fagdatacenter for Ferskvand. I kildeopsplitningen af stoftransporten i vandløb er alene anvendt amternes skema-indberetninger til Fagdatacenter for Ferskvand.

Metoderne til kildeopsplitning er nærmere beskrevet i *Svendsen 1998*.



Figur 1.1 Det samlede afstrømningsopland til de vandløbsstationer, der indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Ferskvandsafstrømningen

Opgørelser af ferskvandsafstrømningen sker til 49 2. Ordens kystafsnit samt enkelte udvalgte fjorde. Opgørelserne baseres primært på resultater fra de nationale overvågningsstationer suppleret med enkelte resultater fra det stationsnet, der drives af Fagdatacenter for Hydrometri, Danmarks Miljøundersøgelser. Metoder og datagrundlag er nærmere omtalt i *Windolf (red.) (1996)*.

Vandløbenes biologiske tilstand

Miljøtilstanden i vandløb bedømmes ud fra sammensætningen af smådyrsfaunaen på 222 vandløbsstationer. Bedømmelsen har siden 1993 været foretaget ud fra en standardiseret, objektiv metode: *Dansk Fauna Indeks*, (Kirkegaard et al., 1992). I perioden 1993-96 har der tillige været gennemført overvågning af trådalgers forekomst i ca. 100 vandløb. Disse undersøgelser udgik af overvågningen i 1997 for at frigøre ressourcer til Temarapporteringen om ferskvand dette år.

1.4 Arealanvendelse

Arealanvendelsen er opgjort nationalt på baggrund af digitale satellit-data og eksisterende, øvrige data - den såkaldte CORINE-opgørelse. Metoden og dens forudsætninger er nærmere beskrevet i *Windolf (red), 1996*. Ud fra de topografiske afgrænsninger og CORINE-opgørelsen er arealanvendelsen herefter opgjort for oplandene til de enkelte vandløbsstationer, der indgår i Overvågningsprogrammet. Oplandsstørrelse og arealanvendelse for de indgående typeoplande, og landet som helhed er vist i tabel 1.3 og 1.4.

For driftsåret 1993/94 er der tidligere foretaget en opgørelse af dyrkningpraksis i 45 vandløbsoplande i dyrkede områder bl.a. med henblik på at kunne relatere dyrkningspraksis til stofafstrømningen i vandløb. (*Windolf et, red, 1996*).

I rapport fra 1997 var indlagt kortbilag med udbredelsen af de enkelte arealanvendelses-kategorier. (*Windolf, (red.), 1997*)

Tabel 1.3. Oplandsstørrelser (km²) af de enkelte kategorier af typeoplande, der er anvendt i tidsserieanalyse 1989-97. Median samt 25 og 75% fraktiler

Opland	Type	antal	25%	Median	75%
Natur	1	7	1,6	5,4	9,3
Dyrket	2	48	4,2	7,1	14
Dyrket	3	86	6,5	13,3	29
Spildevand	4	96	54	90	238
Dambrug	5	17	46	117	197
Byer	6	3	18	34	52

Tabel 1.4. Arealanvendelse i typeoplande (tidsserieanalyse 1989-97) i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, samt landet som helhed. Herunder målte og umålte oplande. (%). Medianværdier (25-75% fraktil).

	Type	Natur %	Skov %	Vådområder %	Ferskvand %	Dyrket %	Bebyggelse %
Natur	1	2,1 (2-6)	82 (63-89)	2 (2-5)	0,7 (0,5-1)	7,7 (5-19)	1,1 (1,0-2,6)
Dyrket	2	2,3 (2-2,7)	6,9 (4-16)	3,1 (2,4-5,3)	0,1 (0,1-0,4)	78 (68-82)	7,6 (6,8-8,4)
Spildevand	4	2,4 (2,1-3)	12 (7-16)	4,0 (3-4,8)	0,3 (0,2-0,8)	70 (64-75)	9,6 (8,2-13)
Dambrug	5	3,8 (2,1-5)	18 (13-22)	5,4 (4,9-5,8)	0,4 (0,2-0,5)	65 (60-67)	7,5 (7,2-8)
Byer	6	3,0 (2,9-3,5)	8,8 (8-11)	4,6 (4,3-5,8)	3,1 (2,1-4,2)	12 (9-15)	65 (55-68)
<hr/>							
Danmark	km ²						
(målt opland)	24455	3,2	13,1	4,7	1,2	67,8	10,3
(umålt opland)	18565	5,2	11,8	5,9	1,1	63,2	12,7
Danmark	43021	4,1	12,5	5,2	1,2	65,8	11,2

2 Klima og afstrømning

2.1 Vejret overordnet i 1997

1997 var lunt, ret tørt og meget solrig

Vejret i 1997 kan karakteriseres som lunt, ret tørt og solrigt. Middeltemperatur på 8,5 °C var 0,8 °C over normalen (1961-98) men ganske tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden 1989-97 (tabel 2.1). Året var med kun 622 mm ret tørt med 90 mm under normalen. Det var 117 mm mere end det ekstremt tørre år 1996, men de to år har medvirket til at overvågningsperiodens nedbørgennemsnit ligger 26 mm (3%) under normalen (tabel 2.1). Solen skinnede usædvanlig meget i 1997, nemlig hele 1985 mod normalt 1670 timer (1971-90). Det blev hermed det klart mest solrige år af alle overvågningsår. Vindhastigheden var på årsplan nær gennemsnittet med en middelvindhastighed ved kyststationerne på 7,0 m s⁻¹ mod normalt 6,6 m s⁻¹.

Flere træk ved 1997

Der var 9 meget solrige måneder i løbet af 1997 og kun maj havde et antal solskinstimer væsentligt under det normale, mens november og december var normale. Et andet markant træk for 1997 var den rekord varme sommer (juni-august) med den varmeste august og kalendermåned nogensinde, der med 20,4 °C var 1,3 °C varmere end august 1995 og 1,1°C varmere end den hidtil varmeste kalender måned (juni 1994). Endvidere har 7 af de ni overvågningsår haft en middeltemperatur over normalen (tabel 2.1 og figur 2.1 i bilag 2.1). 1997 var på verdensplan det varmeste år, der er registreret, dvs. siden 1860. Endvidere har vintertemperaturen (december til marts) de seneste ti år (1988/89 til 1997/98) ligget 2,5°C højere end den foregående 10 års periode.

Tabel 2.1 Årsmiddelværdier for temperatur, nedbør, beregnet potentiel vandbalance (korrigeret nedbør minus beregnet potentiel fordampning) samt ferskvandsafstrømningen. Endvidere er angivet vinterværdier (middel for perioden fra f.eks. december 1988 til marts 1990, som er angivet under 1989) for temperatur, nedbør og afstrømning. Endelig findes midler for de ni overvågningsår og normaler (middel af 1961-90, dog for 1971-90 for afstrømningen).

Periode	Temperatur		Nedbør		Vandbalance	Afstrømning		
	År °C	Vinter °C	År mm	Vinter mm	Potentiel mm	År mm	År 10 ⁶ m ³	vinter mm
1989	9,2	4,7	581	210	131	252	10800	133
1990	9,3	4,7	812	271	420	327	14000	151
1991	8,2	2,1	654	197	317	296	12700	154
1992	9,0	3,5	706	208	280	294	12600	129
1993	7,6	2,4	758	199	413	325	14000	155
1994	8,7	1,8	880	360	524	455	19600	259
1995	8,2	2,8	652	337	245	363	15600	246
1996	6,8	-1,6	505	70	129	190	8200	68
1997	8,5	1,4	622	153	244	207	8900	104
1989-97	8,4	2,4	686	223	300	301	13000	154
1961-90	7,7	0,9	712	207	336	327	14000	159

Kilder

Oplysningerne om de klimatiske forhold i dette kapitel stammer fra *Cappelen og Jørgensen (1998)*. Fordampningsdata er fra Dansk JorbrugsForskning (DJF) og Danmarks Meteorologiske Institut (DMI). Beregningsmetodikken bag fordampningsdata er beskrevet i *Mikkelsen og Olesen (1991)*.

2.2 Nedbør og temperaturforhold i 1997

Ensartet nedbørsfordeling i 1997

Nedbøren var mere jævnt fordelt i 1997 end normalt (figur 2.2 i bilag 2.1). I det sydvestlige Jylland faldt der mellem 100 og 150 mm mindre end normalt, hvor der på Sjælland og i Nordjylland faldt ca. 50 mm mindre end normalt. Nedbøren faldt meget jævnt ud over månederne, dog med en bundrekord i januar 1997 på 6 mm, hvilket der også faldt i januar 1996 (mere herom senere).

Rekord varm sommer og ret mild vinter

I 1997 var januar, maj og oktober koldere end normalt, medens februar, marts, juli og december var noget eller betydeligt over normalen og august ekstremt meget over normalen. De øvrige måneder var næste normale (figur 2.3 i bilag 2.1). Vinteren blev i gennemsnit mild og sommeren rekord varm. Sammenlignes midlen for perioden 1989-97 med normalen har alle måneder været lig med eller over normalen ikke mindst, januar, februar, marts, april og juli.

2.3 Afstrømningsforhold

Opgørelsesmetodik og grundlag

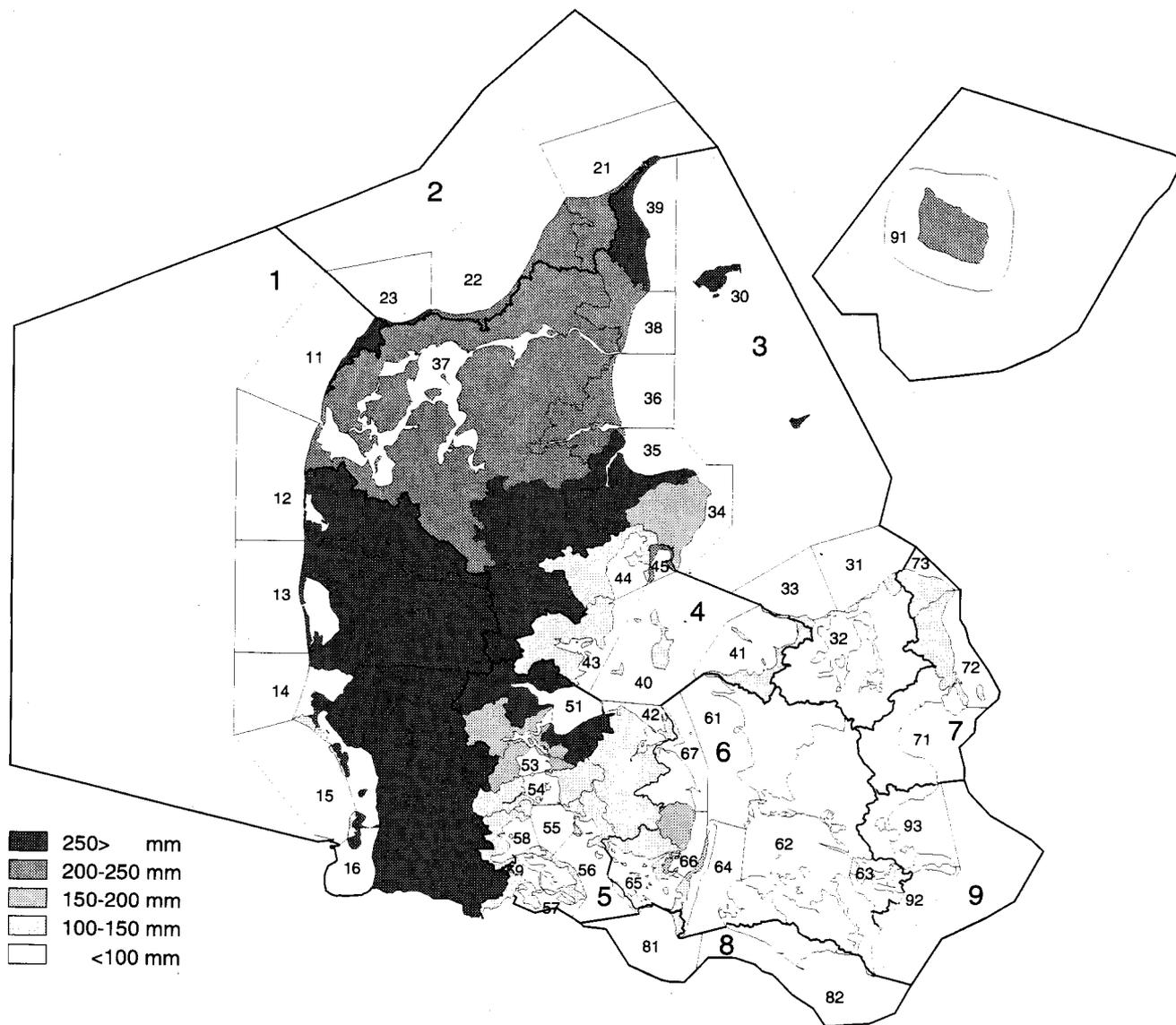
I bilag 2.2 til 2.5 findes en beskrivelse af hvorledes afstrømningen er opgjort, det anvendte beregningsgrundlag, det anvendte stationsnet og en detaljeret opgørelse på månedsplan for ferskvandstilstrømningen til de 49 2. ordens kystafsnit.

Lav ferskvandsafstrømning i 1997

Den samlede ferskvandsafstrømning til de danske farvande var i 1997 ca. 8.886 millioner m³ svarende til en arealspecifik afstrømning fra Danmark på 207 mm (tabel 2.1 i bilag 2.2). Årets afstrømning var kun ca. 64 % af normalen for perioden 1971 - 1990 på 326 mm (ca. 14.000 millioner m³). Til sammenligning er afstrømningen for 1996 opgjort til ca. 8.200 millioner m³ (190 mm), hvilket er ca. 60 % af normalen. Nedbøren var i 1997 87% af normalen og i 1996 77% af normalen.

Afstrømningen størst fra Jylland

Afstrømningsforholdene til de 49 2. ordens kystafsnit var i store træk ens i 1996 (figur 2.4 i bilag 2.2) og i 1997 (figur 2.1) med de største afstrømninger til Nordsøen, i Gudenå systemet samt omkring det Nordlige Lillebælt, hvilket dels skyldes at der her falder den største nettonedbør, dels i et vist omfang er grundvandsmagasiner at tære på.



Figur 2.1 Ferskvandsafstrømningen (i mm) til de 49. 2. ordens marine kystafsnit i 1997.

2.4 Nedbør og afstrømning

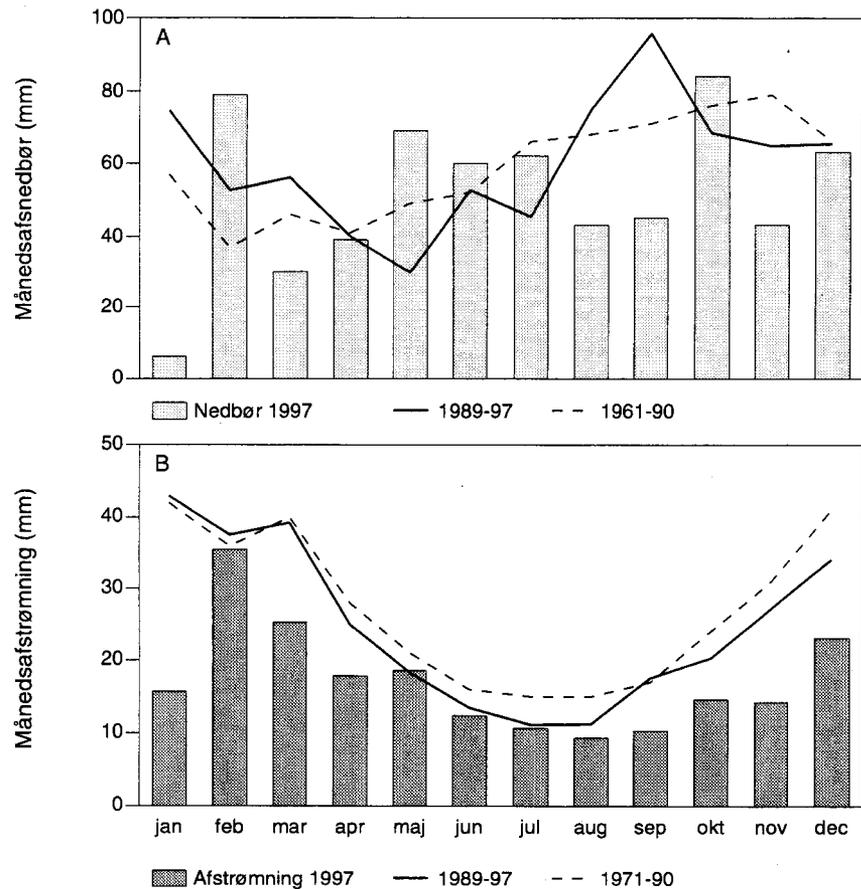
Alle måneder på nær februar havde lavere afstrømning end normalt

Ligesom nedbøren (figur 2.2A) var afstrømningen meget ensartet fordelt gennem 1997 (figur 2.2B). Februar 1997 var nedbørsrig og havde den største afstrømning af alle måneder med 36 mm, men dog ikke højere end normalen. Alle andre måneder var på eller under normalen. Specielt januar var afstrømningsfattig, men der faldt også rekordlave nedbørsmængder med kun 6 mm (figur 2.2). Marts, april samt perioden september til og med december havde også en meget lav afstrømning, selv om sidste kvartal af 1997 havde nedbørmængder kun lidt under normalen.

Mindre ferskvandsafstrømning end der kunne forventes

Generelt har afstrømningen responderet mindre på nedbøren end det kunne forventes, hvilket skyldes, at der i de to foregående år har været tæret meget på grundvandsmagasinerne. En stor del af nettonedbøren i den sidste del af 1997 ser derfor ud til at være endt som en vis genopbygning af grundvandsmagasinerne. Dette erkendes også ved at sammenligne den årlig nedbør med den årlig ferskvandsafstrømning fra Danmark, hvor ferskvandsafstrømningen typisk er større

end forventet år 1 efter nedbørsrige år (eksempel 1995), men lavere end forventet år 1 efter en tørre år (perioder), som f.eks. 1997 (figur 2.3A og 2.3B).



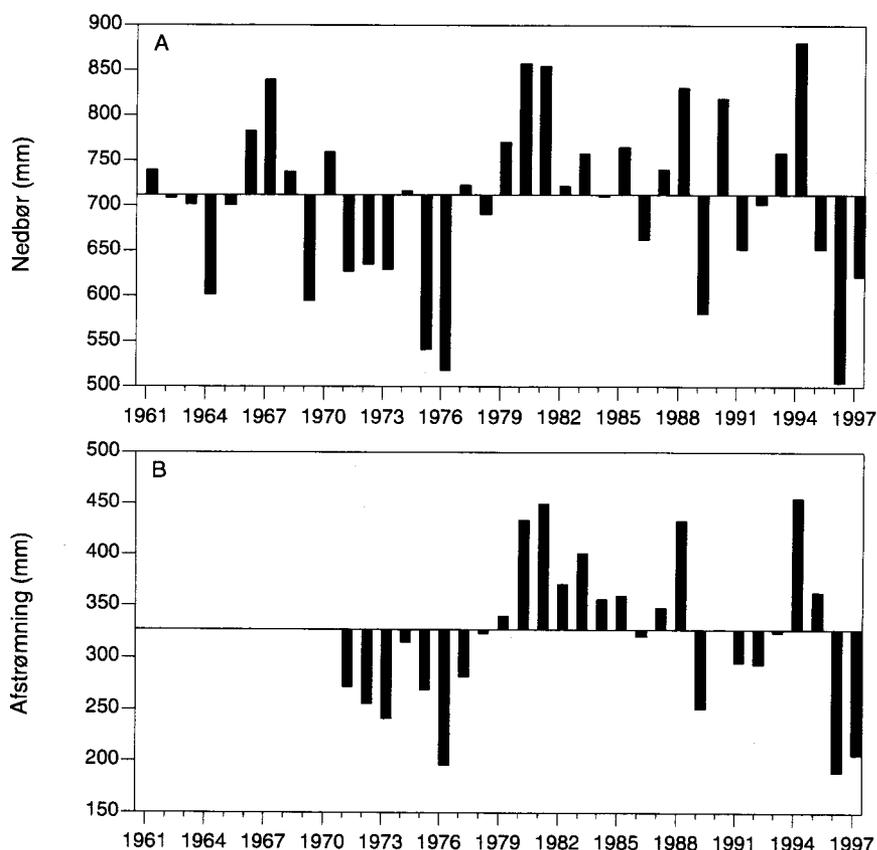
Figur 2.2 Månedsnedbør i Danmark i 1997 sammenlignet med midlen for perioden 1989-97 og med normalen 1961-90 (A). Månedsmiddel ferskvandsafstrømningen fra Danmark i 1997 sammenlignet med midlen for perioden 1989-97 og med normalen 1971-90 (B).

Potentiel vandbalance

Man kan også vurdere om der er foregået en opbygning af grundvandsdepoterne ved at beregne en potentiel vandbalance. Den beregnes som den potentielle fordampning minus den korrigerede nedbør (nedbør korrigeret for aerodynamiske effekter og wetting tab, så der fås mål for, hvor meget nedbør der når til jordoverfladen). Dette giver en potentiel vandbalance som sammenlignet med afstrømningen giver et bud på ændringer i grundvandsmagasinerne.

Det forudsætter at den potentielle fordampning ikke afviger væsentligt fra den aktuelle fordampning (ofte er den potentielle fordampning på årsplan lidt højere end den aktuelle fordampning, dvs. at den faktiske vandbalance burde være lidt større end angivet). I tabel 2.1 kan den potentielle vandbalance sammenlignes med den målte afstrømning, og det fremgår heraf, at hvor der i 1996 tilsyneladende forekom tæring på grundvandsmagasinerne er der sandsynligvis sket mindre opbygning af disse i 1997. Den potentielle vandbalance er blevet justeret i forhold til tidligere års rapporter, da DMI anbefaler nye standardværdier for nedbørskorrekationer (Allerup et al., 1998). Ved middel læ-forhold, som kan antages at gælde som et gennemnit for samtlige anvendte nedbørsmålere, skal den målte årsnedbør øges

med 21% for at få nettonedbøren. Tidligere er anvendt 16%, således også i Windolf *et al.* (1997). Den nye korrektionsfaktor er i tabel 2.1 anvendt på alle år. Det bemærkes, at der er kommet en usædvanlig god overensstemmelse mellem den potentielle vandbalance for perioden 1989-97 og 1971-90 og den målte afstrømning (tabel 2.1).



Figur 2.3 Årsnedbøren for Danmark i perioden 1961-97 angivet i forhold til normalen 1961-90 (A) og ferskvandsafstrømningen for Danmark i perioden 1971-97 angivet i forhold til normalen 1971-90 (B).

Nedbør og afstrømning lagt op til lav kvælstof- og fosfortilførsel til vandmiljøet

Der faldt meget lidt sne i 1997 og der optrådte derfor ikke egentligt tøbrud i løbet af vinteren, som ellers kan give større input af ikke mindst partikulært fosfor til vandmiljøet. Da vinterne var tør og afstrømningsfattig, har der heller ikke været basis for ret høje tilførsler af kvælstof til vandmiljøet. Endelig har den generelt lave afstrømning i hele 1997 betinget en lav diffus tilførsel af vand og næringstoffer til vandmiljøet. Til gengæld har der kunnet optræde høje næringstofkoncentrationer i tilførslerne til de marine kystafsnit, specielt hvor der er en stor andel af spildevand, fordi fortyndingseffekten har været lav i store dele af 1997.

3 Vandløbenes biologiske tilstand

3.1 Indledning

Vandløbenes miljømæssige tilstand er i perioden 1993-97 blevet udtrykt ud fra smådyrfaunaen som faunaklasser ud fra metoden Dansk Fauna Indeks (Kirkegaard et al., 1992). Der er alle årene blevet lagt vægt på at beskrive den generelle miljøtilstand på overvågningsstationerne, samt eventuel udvikling i tilstanden hen gennem perioden.

Derudover er der specielt i begyndelsen af perioden blevet lagt vægt på at belyse eventuel forskel i miljøtilstanden mellem forårs- og efterårsprøver, og derudover tilstanden i de forskellige typer af oplande.

Ud over ovenstående er der de to foregående år foretaget en nærmere beskrivelse af de faunamæssige forhold på overvågningsstationerne, herunder en analyse af faunaens relationer til fysiske og kemiske parametre (Skriver & Friberg, 1996). Derudover er der foretaget en analyse af data fra amternes regionale tilsyn med miljøtilstanden med henblik på at give en landsdækkende oversigt (Skriver & Baatrup-Pedersen, 1997).

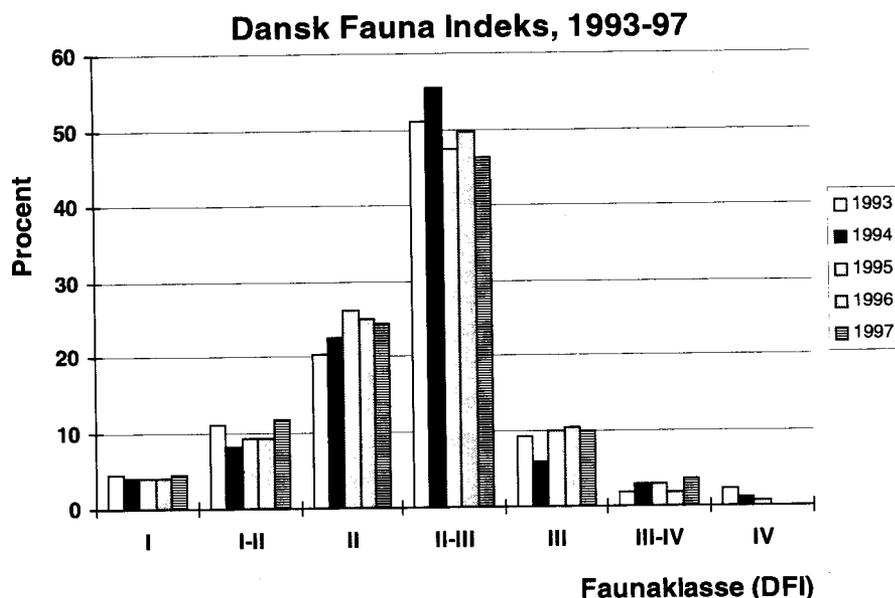
På baggrund af overvågningsdata fra de 4 første år er der blevet lavet forslag til ny strategi for overvågningsperioden 1998-2003. Nærværende sammenstilling udgør dels en præsentation af data fra 1998, men derudover en afrunding for overvågningsperioden 1993-97 som helhed.

3.2 Vandløbenes generelle miljøtilstand

Miljøtilstanden udtrykt som faunaklasser for 173 stationer med prøver alle årene 1993-97 er vist i figur 3.1. Faunaklasse II-III udgjorde alle årene den dominerende faunaklasse med ca. 46-56% af de indsamlede prøver. Herefter var faunaklasse II den næst mest hyppige med 20-26% af de beregnede faunaklasser. Fordelingen af faunaklasser er ens for de 5 år ($p < 0.05$), hvilket indebærer, at der ikke har været nogen påviselig udvikling i miljøtilstanden i perioden.

Det er især vandets indhold af letomsætteligt organisk stof (BOD_5), samt vandløbets fysiske forhold der har betydning for faunatilstanden. Der har i perioden siden 1990 ikke været nogen nævneværdig ændring i BOD_5 -indholdet i større danske vandløb (Skriver & Baatrup-Pedersen, 1996). Overvågningsvandløbene der overvejende udgøres af større vandløb, kan derfor ud fra indholdet af organisk stof ikke forventes at skulle have nogen forandring i de generelle miljømæssige forhold. Med hensyn til de fysiske forhold på stationerne er disse ikke registreret på nogen objektiv måde på landsplan, og der kan derfor ikke med sikkerhed foretages nogen vurdering af en eventuel ændring af de fysiske forhold. Generelt set har der dog i langt de fleste større vandløb været foretaget en relativt ensartet

vedligeholdelse hen gennem perioden 1993-97 (Baattrup-Pedersen *et al.*, *in prep.*). Det er derfor sandsynligt, at de fysiske forhold ikke har ændret sig væsentligt i perioden. Som følge af generelt uændret indhold af BOD₅, samt formentligt relativt uændrede fysiske forhold i den 5-årige periode kan det derfor heller ikke forventes, at der skulle være sket nogen ændring i faunatilstanden.



Figur 3.1. Fordeling af faunaklasser på 173 overvågningsstationer med prøvetagning alle fem år i perioden 1993-97.

Vandløbenes generelle miljøtilstand vurderet ud fra overvågningsstationerne er illustreret i figur 3.1. Tilstanden på overvågningsstationerne (faunaklasser) er tidligere (Skriver & Baattrup-Pedersen, 1997) blevet sammenlignet med tilstanden vurderet ud fra det regionale tilsyn (forskellige metoder). Som følge af forskelle i metoder, forskelle i stationernes placering efter vandløbsstørrelse, samt forskelle i antallet af stationer er det tydeligt, at der i det nationale overvågningsprogram generelt er en underrepræsentation af stationer fra vandløb med faunaklasse/forureningsgrad III-IV og IV. Der er i det nye overvågningsprogram for perioden 1998-2003 fastsat et større antal af stationer (p.t. 444 stationer), og disse vil fremover være repræsentativt placeret efter vandløbsstørrelse (Skriver *et al.*, 1998).

3.3 Forskellen mellem forårs- og efterårsprøver

Der har i hele perioden 1993-97 været foretaget faunaindsamlinger både forår og efterår (Kirkegaard *et al.*, 1996). Fordelingen af faunaklasser mellem de to årstider er blevet testet, og der er ikke fundet signifikant forskel i fordelingerne mellem de to årstider.

Dette har været årsagen til, at der fremover i det nye overvågningsprogram er truffet beslutning om, at der kun skal laves indsamling af faunaprøver i forårsperioden (Miljøstyrelsen, 1998).

3.4 Miljøtilstanden i de forskellige oplandstyper

Miljøtilstanden indenfor hver af oplandstyperne er vist i tabel 3.1. Som de tidligere år er det naturoplandene der har den bedste tilstand med faunaklasse I-II og II bortset fra en enkelt station med faunaklasse III som er okkerpåvirket. De tre øvrige oplandstyper har overvægt af faunaklasse II-III. Der er dog visse stationer indenfor de dyrkede oplande, både med og uden punktkilder, som har faunaklasserne I og I-II. Fordelingen af faunaklasser i dyrkede oplande med et spildevandsbelastet kvælstofbidrag mindre og større end 0.5 kg N ha⁻¹ er ikke forskellige.

Konklusion

- Den generelle miljøtilstand udtrykt som faunaklasser (DFI) udviser ingen signifikant udvikling gennem perioden 1993-97.
- Vandløb med en moderat dårlig tilstand (II-III) udgør ca. halvdelen af bedømmelserne, mens faunaklasserne III-IV og IV tilsammen maksimalt har udgjort op til 4% af bedømmelserne.
- Overvågningsvandløbene med faunabedømmelser i 1993-97 har ikke været repræsentative for danske vandløb, idet større vandløb (> 2 meters bredde) har indgået med ca. 2/3 af stationerne. I overvågningsprogrammet for 1998-2003 er dette ændret bla. med henblik på at opfylde kravet om repræsentativitet.
- Vurderet ud fra vandløbenes faunatilstand har der ikke været nogen forskel i miljøtilstanden mellem forårs- og efterårsprøverne. Som en konsekvens heraf er det besluttet, at der fremover kun foretages faunainsamlinger i forårsperioden.
- Miljøtilstanden indenfor de forskellige oplandstyper har alle årene vist en bedre faunamæssig tilstand i naturoplandene end i de øvrige oplande.

Tabel 3.1. Fordeling af faunaklasser efter oplandstyper. Tallene er angivet i procent inden for hver oplandstype. N angiver antallet af lokalitetstyper inden for hver oplandstype.

Typeopland	1997							n
	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV	
Naturopland	0	37.5	50	0	12.5	0	0	8
Dyrket uden punktkilder	5.9	8.8	25.5	49	9.8	1	0	102
Dyrket med punktkilder	5.3	6.6	23.7	54	10.5	0	0	76
Dambrug	0	9.1	18.2	72.7	0	0	0	11
Total	5.1	9.1	25.4	50.3	9.6	0.5	0	197

4 Vandkvalitet i kildebække

Overvågningsprogrammet omfatter i alt 56 kildebække, hvor udvalgte vandkemiske variable overvåges (*Miljøstyrelsen, 1993*). I kildebække tages kun 4 årlige prøver, idet sæsonvariationen i kildebækene er meget mindre end i vandløbene.

Hensigten med delprogrammet er at følge langtidsudviklingen i vandkvalitet, at få bedre viden om koncentrationsniveauet af især fosfor og kvælstof i kilder i forskellige oplandstyper og dermed bedre viden om kvaliteten af og udviklingen i det grundvand, der naturligt strømmer til vandløbene.

Udviklingen i vandkvalitet 1989-97

I hele perioden har nitratkoncentrationerne i kilder i dyrkede områder i gennemsnit været ca. 10 gange større end i kildebække, der er lokaliseret i naturområder, (tabel 4.1). Siden 1989 har det gennemsnitlige nitratindhold været stigende i kilder i dyrkede oplande. I perioden 1989-93 var gennemsnitskoncentrationen således under 6 mg N l^{-1} i alle år, mens den i årene efter har været over 6 mg N l^{-1} .

Den stigende koncentration i kilderne er således ikke sammenfaldende med de tendenser til faldende kvælstofkoncentrationer, der beregnes for mange vandløb (kapitel 5).

En forklaring kan være, at der stadig i det lidt dybere og 'ældre' grundvand i kildebækkene er en dyrkningsbetinget stigning relateret til landbrugspraksis i tidligere år, og at det beregnede fald i vandløb dermed er relateret til en reduktion i den mere overfladenære tilstrømning af vand.

En nærmere vurdering af årsagerne til udviklingen i kildebækkene vil bl.a. fordre at alderen på kildevandet inddrages.

Der er tendens til lidt højere gennemsnitlige koncentrationer af totalfosfor i vandet fra kildebække i dyrkede områder end i naturområder, mens koncentrationerne af ortho-fosfat gennemsnitligt er ens. Vurderet ud fra data i tabel 4.1 synes der ikke at være nogen udvikling i koncentrationerne. Hverken i kilderne i natur eller dyrkede områder.

De gennemsnitlige koncentrationer af øvrige målte variable for perioden 1989-97 er vist i tabel 4.2. Der er ikke væsentlige forskelle i niveauerne mellem kilder i dyrkede områder og kilder i naturområder. Derimod ses, som forventeligt, at alkalinitet i kilderne i sandede områder er mindre end i lerede områder.

Vandføringen i kilder er vist i tabel 4.3.

Tabel 4.1 Resultater fra kilder 1989-97 - gennemsnit.

Dyrkede oplande				
År	n	NO ₃ -N mg N l ⁻¹	Total-P mg P l ⁻¹	PO ₄ -P mg P l ⁻¹
1989	43	5,65	0,082	0,042
1990	44	5,68	0,084	0,040
1991	44	5,60	0,076	0,038
1992	44	5,65	0,084	0,038
1993	44	5,94	0,074	0,035
1994	44	6,03	0,069	0,034
1995	44	6,23	0,068	0,034
1996	44	6,37	0,075	0,039
1997	44	6,21	0,073	0,038
Naturoplande				
År	n	NO ₃ -N mg N l ⁻¹	Total-P mg P l ⁻¹	PO ₄ -P mg P l ⁻¹
1989	12	0,51	0,051	0,037
1990	12	0,56	0,055	0,038
1991	12	0,64	0,055	0,040
1992	12	0,60	0,061	0,040
1993	12	0,64	0,056	0,038
1994	12	0,67	0,063	0,041
1995	12	0,63	0,054	0,039
1996	12	0,58	0,052	0,037
1997	12	0,56	0,048	0,036

Tabel 4.2 Gennemsnit af supplerende vandkemiske målinger fra kilder 1989-97 fordelt på oplandstype og jordtype.

Oplandstype	pH	Alkalinitet	Konduktivitet	Fe
Dyrket	7,40	2,88	55,62	0,67
Natur	7,31	2,49	52,19	0,57
Ler	7,54	4,74	68,8	0,84
Sand	7,29	1,73	44,2	0,56

Tabel 4.3 Gennemsnit og medianværdi for målt eller skønnet vandføring (l s⁻¹) i kilder fra lerjords- og sandjordsoplande (1987-97)

	Gennemsnit	75% fraktil	Median	25% fraktil
18 kilder i lerjordsoplande	3,2	3,0	1,0	0,1
35 kilder i sandjordsoplande	11,3	13,1	4,3	1,3

5 Vandkvalitet og stoftransport i vandløb

5.1 Kvælstof

I dette afsnit gennemgås resultaterne af den landsdækkende overvågningsindsats i perioden 1989-97 med hovedvægten lagt på de miljømæssige effekter, der kan konstateres, i form af udviklingen i kvælstofkoncentration og -transport i danske vandløb. Langtidsudviklingen vurderes ud fra resultater fra stationer med tidsserier tilbage fra midt i 1970'erne.

Kvælstof i vandløb 1997

Resultaterne fra 1997 viser, i lighed med tidligere år, at koncentrationen af total kvælstof er højest i vandløb i dyrkede oplande og i oplande med punktkilder og således også lidt højere end i vandløb, der er belastet af spildevandsudledninger fra dambrug, (tabel 5.1). Dambrugsvandløbene har dog den største arealspecifikke kvælstofafstrømning, fordi vandafstrømningen er relativt større i disse vandløb. De mindste kvælstofafstrømninger og koncentrationer findes i 'natur'-vandløbene.

Vandføringen er primært bestemt af nedbør og fordampning, geologi og arealanvendelse. Afstrømningen er mindst fra naturoplande og stiger derefter fra dyrkede oplande til oplande med punktkilder og størst er den i vandløb med dambrug. Denne forskel i vandafstrømning vanskeliggør i nogen grad sammenligninger mellem resultaterne fra de forskellige vandløbstyper. Således var kvælstoftransporten i perioden 1989-97 i gennemsnit ca. 7 gange større i vandløb i dyrkede oplande uden spildevandsudledninger end i naturvandløb, mens vandføringsvægtet kvælstof-koncentration 'kun' var ca. 5 gange større (bilag 5.1).

Kilder til kvælstoftransport i vandløb 1997

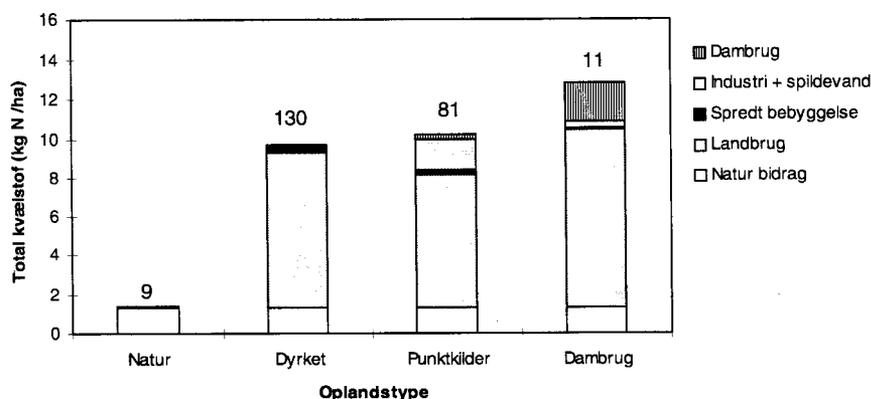
Kilderne til kvælstoftransporten i vandløb i 1997 er opgjort for 4 forskellige oplandstyper (figur 5.1):

- Naturoplande (Type 1)
- Dyrkede oplande (Type 3)
- Oplande med punktkilder (Type 4)
- Oplande med dambrug (Type 5)

Det er i kildeopsplitningen antaget, at naturbidraget i alle oplande har været det samme som det gennemsnitlige arealtab af kvælstof i naturvandløbene. Var der i stedet brugt vandføringsvægtede koncentrationer fra vandløbene i naturoplandene ville naturbidraget udgøre noget mere i de øvrige vandløbstyper, og landbrugsbidraget ville have været mindre. Det landbrugsrelaterede bidrag til stoftransporten er nemlig fundet som differencen mellem målt transport og summen af spildevandsudledninger og naturbidrag.

Tabel 5.1. Gennemsnitlig årsmiddelkoncentration, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration af kvælstof fra typeoplande i 1997. De gennemsnitlige årsmiddelkoncentrationer er tidsvægtede.

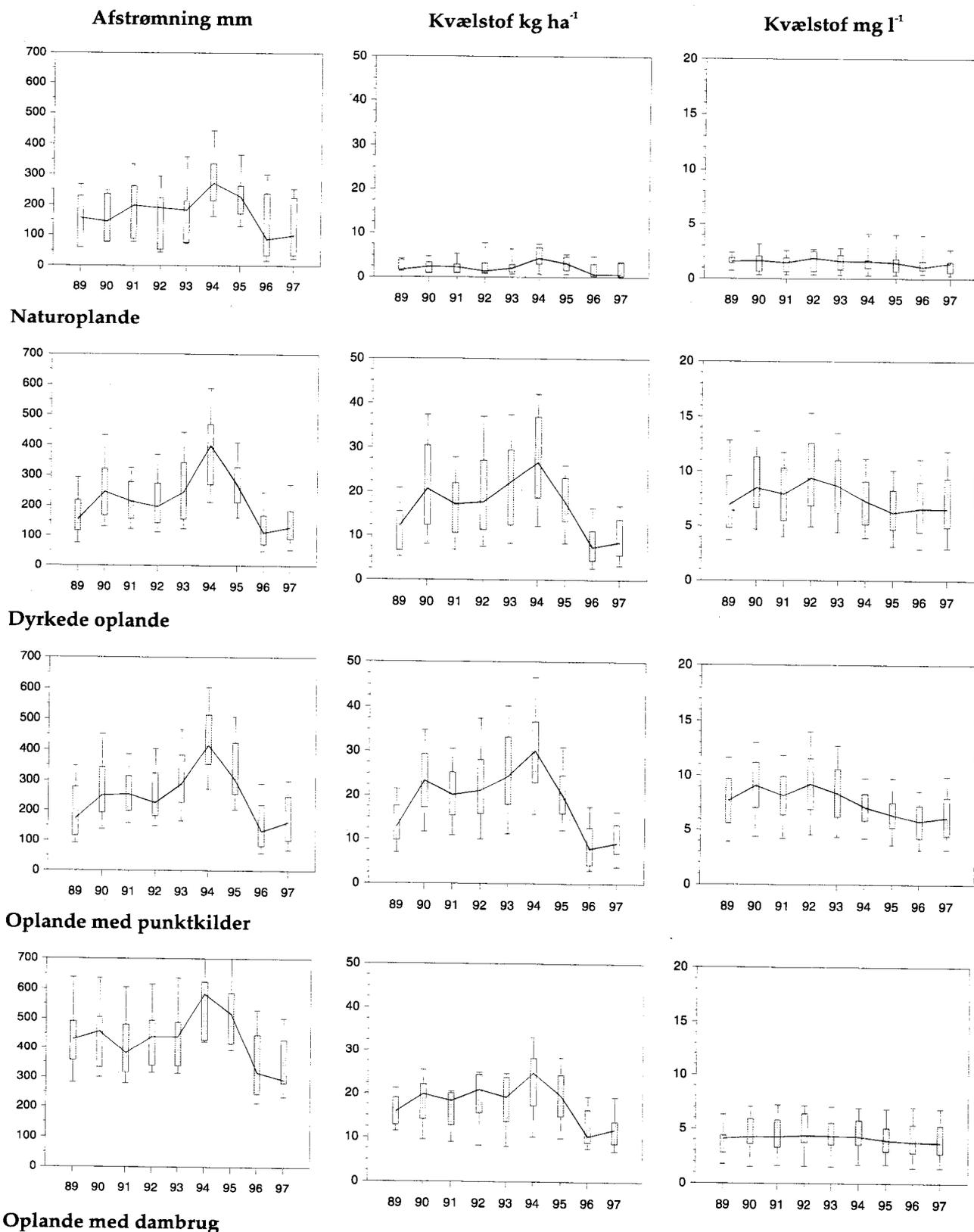
Kvælstof 1997		Naturoplande TYPE 1		Dyrkede oplande TYPE 3		Oplande m. punktkilder TYPE 4		Dambrug TYPE 5	
		gns.	median	gns.	median	gns.	median	gns.	median
Antal stationer		9		130		83		13	
Årsmiddelkoncentration N mg l ⁻¹									
Total N	mg N l ⁻¹	1,05	1,15	5,60	5,12	5,04	5,11	4,22	3,37
NO ₃ -N	mg N l ⁻¹	0,68	0,65	4,67	4,25	3,90	3,77	3,57	2,48
NH ₄ -N	mg N l ⁻¹	0,04	0,03	0,15	0,12	0,23	0,17	0,29	0,28
Areakoefficient									
Total N	kg N ha ⁻¹	1,35	0,63	9,69	9,14	10,3	8,70	13,70	13,40
NO ₃ -N	kg N ha ⁻¹	0,94	0,46	8,45	8,00	8,23	6,98	11,40	10,50
NH ₄ -N	kg N ha ⁻¹	0,04	0,06	0,19	0,15	0,36	0,26	1,06	0,90
Vandføringsvægtet koncentration									
Total N	mg N l ⁻¹	1,27	1,38	7,38	6,75	6,03	6,07	4,36	3,70
NO ₃ -N	mg N l ⁻¹	0,87	0,98	6,45	6,03	4,92	4,74	3,66	2,70
NH ₄ -N	mg N l ⁻¹	0,04	0,03	0,14	0,13	0,22	0,18	0,33	0,30
Afstømning mm		117	99,1	149	128	187	161	341	292
Oplandsstørrelse km ²		5,0	3,37	46,0	19,4	178	99,4	347	132



Figur 5.1. Kilder til total kvælstoftransport i vandløb i 4 forskellige oplandstyper i 1997 (jf. kap.1).

Udvikling i kvælstoftransport i vandløb 1989-97

Udviklingen i kvælstofafstrømning i 4 oplandstyper (natur, dyrkede, punktkilder, dambrug) har siden 1989 generelt fulgt udviklingen i vandafstrømning, (figur 5.2). Således var vandafstrømningen og dermed også kvælstoftransporten meget lille i både 1996 og 1997.



Figur 5.2 Udviklingen i arealafstrømningen af vand og kvælstof og den vandføringsvægtede koncentration af total kvælstof i vandløb i 4 oplandstyper 1989-97. Typer karakteriseret efter status i 1991 (kapitel 1). Median, 10, 25, 75 og 90% fraktiler vist. Kalenderår.

Den meget store variation i vandafstrømning inden for de seneste år vanskeliggør identifikation af generelle udviklingstendenser og dermed også en vurdering af effekten af de gennemførte miljøforbed-

rende tiltag. Ved beregning af vandføringsvægtede koncentrationer, kan der dog i et vist omfang kompenseres for de naturbetingede år-til-år variationer i vandføringen. Men netop kun i et vist omfang. I 'tørre' år vil en større del af vandføringen nemlig være grundvand og dermed vil der ofte være et mindre kvælstofindhold i vandet, bl.a. fordi vandet er 'ældre' og/eller har været udsat for en større grad af kvælstofomsætning (denitrifikation) inden det når frem til vandløbene. I 'våde' år med en større andel af overfladenær og hurtig afstrømning vil kvælstof-koncentrationerne omvendt ofte være højere. Dog med mulighed for en vis fortyndingseffekt i år med ekstremt høje afstrømninger.

Analyse af udviklingen i perioden under Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (1989-97)

For at vurdere om tiltagene for at mindske stofudledningerne til vandmiljøet har haft effekt i vandløbene, er det nødvendigt at forsøge at 'rense' de målte data for naturlige år-til-år variationer. Fra de ca. 250 vandløbsstationer, hvorfra der foreligger data siden 1989, er dette gjort ved at benytte en ikke-parametrisk statistisk test, hvor der korrigeres for vandføringen på de enkelte måledage. Metoden baseres på en estimeret sammenhæng for **hvert** vandløb mellem målte kvælstofkoncentrationer og samtidigt målte vandføringer for hele måleperioden 1989-97. Den samlede koncentrationsændring, der beregnes med metoden er omregnet til ændring i absolut arealspecifik transport samt som procentuel ændring i forhold til en 'normaliseret' transport i 'start'-året 1989. I beregningerne af transport-effekt anvendes gennemsnitsvandføring for de enkelte måneder for hele perioden 1989-97. Metoden og dens forudsætninger er nærmere omtalt i *Kronvang et al. (1998)*

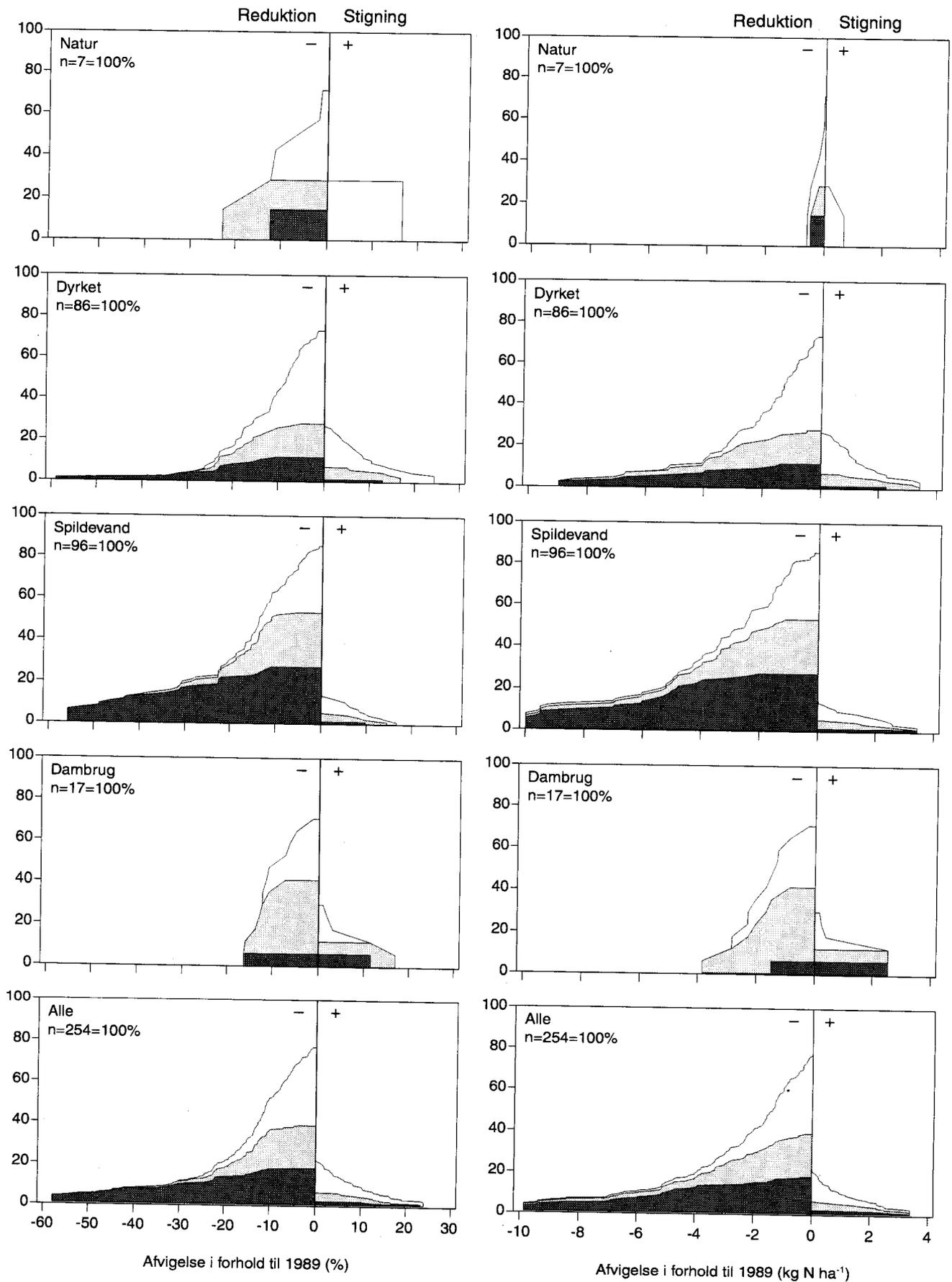
Resultaterne af analysen er vist i figur 5.3. Stationernes placering og de enkelte stationers ændring kan ses i kortbilag bagest i rapporten.

Alle vandløb (1989-97) - normaliseret transport

For 198 ud af i alt 251 vandløb kan der for hele perioden 1989-97, beregnes et fald i kvælstoftransporten (normaliseret), mens 53 viser en stigning (figur 5.3, nederst). Det gennemsnitlige fald for alle vandløb er ca. 11% svarende til $-2,2 \text{ kg N ha}^{-1}$. Faldet er signifikant ($p < 0.05$) for 45 af stationerne, mens kun 4 stationer har en tilsvarende signifikant stigning.

Vandløb i skov- og naturoplande (1989-97)

De absolutte ændringer i kvælstoftransport i naturvandløbene er små, (figur 5.3 højre kolonne kg N ha^{-1}). I et af vandløbene er der beregnet et signifikant fald (Skærbæk, Århus amt).



Figur 5.3. Udviklingen i 'normaliseret' kvælstoftransport i vandløb 1989-97 i forskellige oplandstyper (natur, dyrkede oplande, oplande med punktkilder, dambrug) samt for alle vandløb, hvorfra der er kontinuerte data fra perioden (nederst). Signifikansniveauer angivet: Mørk ($p < 0.05$), grå ($p < 0.20$) lys (rest). Venstre kolonne (%). Højre kolonne (Kg N ha^{-1}).

Vandløb i dyrkede oplande (1989-97)

I de 86 vandløb, der afvander dyrkede oplande uden betydende udledninger af spildevand fra punktkilder ($<0.5 \text{ kg N ha}^{-1}$ i 1991), kan der beregnes et samlet gennemsnitligt fald på ca. 7% svarende til ca. $1,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ for hele perioden. Der er dog betydelig variation i udviklingen imellem de enkelte vandløb. I 63 af de 86 vandløb er der således beregnet et fald, der dog kun er signifikant ($p < 0,05$) for 10 af vandløbene mens der i yderligere 14 vandløb alene er tale om en tendens ($p < 0,20$).

Vandløbene, der udviser tendens til stigning, synes koncentreret i Nord-Vestjylland, (kortbilag). Altså i sandede områder med generelt stort husdyrhold. Vandløbene med fald i 'normaliseret' kvælstoftransport synes omvendt koncentreret i det østlige Danmark med de sværere jorder (ler). Der er dog også vandløb på sandede jorder med generelt stort husdyrhold, der udviser faldende tendens, (kortbilag).

Udvaskningen af kvælstof fra rodzonen i landbrugsjorden ved normalt klima er modelberegnet til at være faldet med i gennemsnit 23-25% fra 1989/90 til 1996/97, og faldet er ydermere beregnet til at være større fra landbrugsjord på lerjord (32%) end på sandjord (21%), (Grant et al., 1998). Der er således ingen uoverensstemmelse med dette og den beskrevne udviklingstendens i vandløbenes kvælstoftransport.

Det noteres dog, at den generelt faldende kvælstoftransport i vandløb i dyrkede oplande kun er signifikant i 12% af de 86 testede vandløb. Og at faldet er betydeligt mindre end det tilsvarende fald i kvælstofudvaskningen fra rodzonen ved normalt klima. Det var også forventet, da større eller mindre dele af kvælstoffet siver ned til grundvandet, og først efter flere år når frem til vandløb. Reduktioner vil derfor først kunne erkendes i rodzonen, derefter i øvre grundvand og samtidig, men i mindre grad, i kvælstofudledningerne til vandløb. Først efter mange år vil reduktionerne i kvælstofudvaskning fra rodzonen derfor slå fuldt igennem i overfladevand. Reduktioner i kvælstofudvaskningen fra rodzonen vil ikke medføre den samme mængdemæssige reduktion i kvælstoftilførslen til vandløb. Det skyldes, at en del af kvælstoffet under passagen af jorden fjernes ved denitrifikationsprocesser.

Sammenfattende må det konkluderes, at der er grund til at antage, at det forholdsvis lille fald der er beregnet i normaliserede kvælstoftransport i mange vandløb i dyrkede oplande, skyldes en mindre generel kvælstofudvaskning fra landbrugsjorden.

Men det noteres også, at der i en række vandløb er en, om end svag, tendens til stigende 'normaliseret' kvælstoftransport. Og at disse vandløb synes koncentreret til sandede oplande med relativt stort 'husdyrtryk'.

Punktkildebelastede vandløb (1989-97)

I 26 af de 95 analyserede spildevandsbelastede vandløb, kan der beregnes et signifikant fald i transporten af total kvælstof i perioden

1989-97. I næsten alle, nemlig 79, af de analyserede vandløb er der dog beregnet et større eller mindre fald og kun i 12 vandløb beregnes en stigning. Det typiske fald (median) er for alle 95 vandløb på 14% i perioden 1989-97, hvilket svarer til ca. 2,5 kg N ha⁻¹ eller lidt mere end i vandløbene i de dyrkede oplande uden punktkilder.

Det gennemsnitlige fald dækker dog over store variationer fra vandløb til vandløb (figur 5.3). I de fleste vandløb er der beregnet et fald, der ligner udviklingen i vandløb i dyrkede oplande.

Den forbedrede rensning af spildevand fra byer og industrier efter Vandmiljøplanens vedtagelse har således haft en vis effekt på koncentrationen af total kvælstof i vandløb. Det gælder især i de mest forurenede vandløb, hvor der er sket de største reduktioner i spildevandsudledning af kvælstof og kvælstofkoncentrationen i vandløb.

Fordelingen af spildevandsbelastede vandløb, hvor der beregnes fald og stigning kan ses i kortbilag. De 15 vandløb, hvor der beregnes stigende kvælstoftransport er hovedsageligt lokaliseret i Nord-Vestjylland og Sønderjylland.

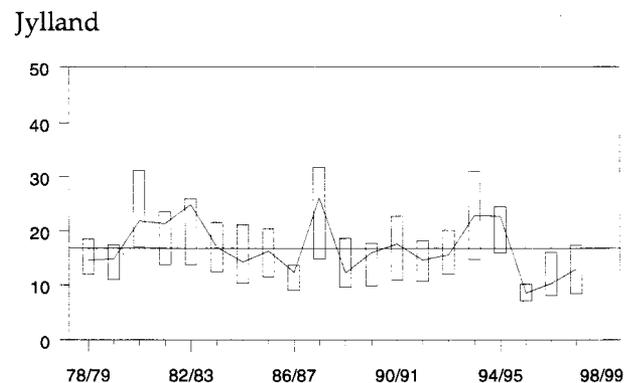
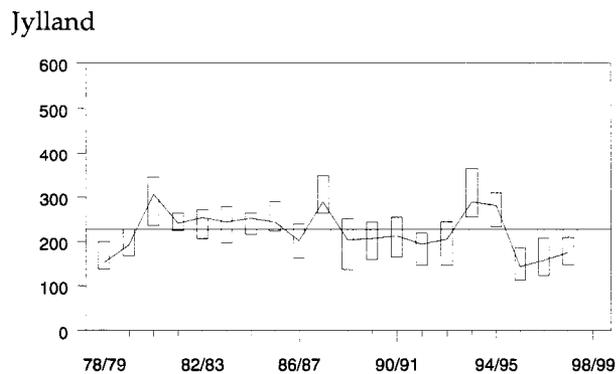
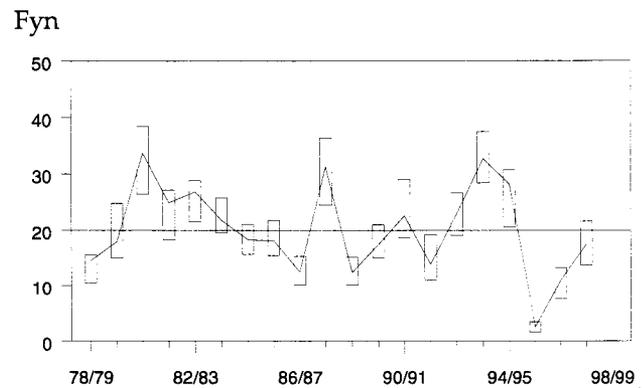
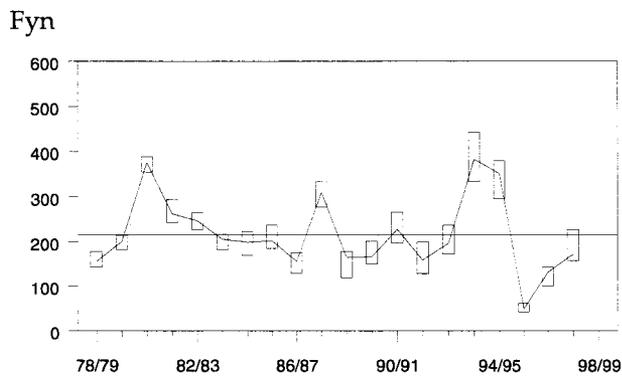
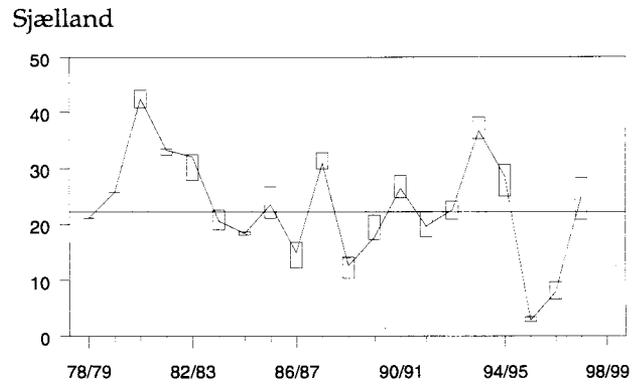
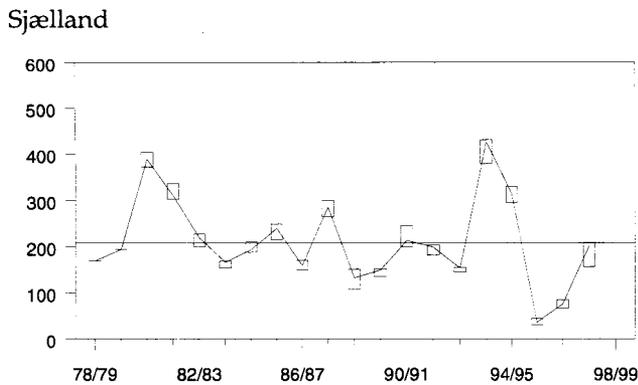
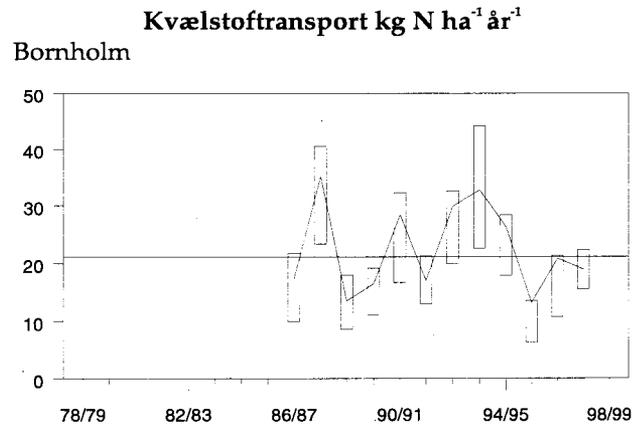
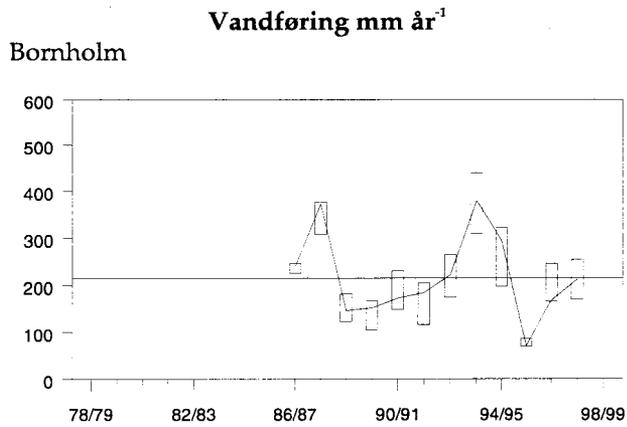
Dambrugsbelastede vandløb (1989-97)

I de 17 vandløb, hvor en stor del af kvælstofudledningen fra punktkilder stammer fra dambrug (alle ligger i Jylland), kan der beregnes et typisk (median) fald i den normaliserede transport af total kvælstof på 7% i perioden 1989-97, svarende til 1,3 kg N ha⁻¹. Kun i eet af vandløbene er faldet signifikant (Funder å, Århus amt), mens der omvendt også er et enkelt vandløb med en signifikant stigning, (Villestrup å, Ouegård, Nordjyllands amt).

Faldet i kvælstoftransport er omtrent den samme, som fundet i vandløb i dyrkede oplande. Hovedparten må således formodes at kunne tilskrives de tidligere beskrevne forhold og, bortset fra enkelte vandløb, ikke reduktioner i kvælstofudledninger fra dambrug.

Analyse af udviklingen i kvælstoftransporten i perioden 1978/79 til 1997/98, - hydrologiske år

I perioden forud for Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er koncentrationen af kvælstof regelmæssigt blevet målt i enkelte danske vandløb i forbindelse med amternes tilsynsprogrammer. Der findes således tidsserier af kvælstofkoncentrationer og kvælstoftransport fra omkring 55 vandløb i perioden 1978/89 til 1997/98. Amternes daværende tilsynsprogrammer opfyldte ikke de standardiserede krav til overvågningen, som i dag er aftalt i forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Det drejer sig primært om prøvetagningsfrekvensen, som typisk var mindre end nu.



Figur 5.4 Målt oplandstab af nitrat-N indenfor hydrologisk år (juni-maj) og vandafstrømningen i vinterperioden i 4 regioner af Danmark i perioden 1978/79 til 1997/98. I figurerne er gennemsnittet for hele perioden indlagt som en vandret streg. I figuren er for hver region vist medianer samt 25% og 75% fraktiler for de analyserede vandløb

De forholdsvis mange vandløbsstationer med kvælstofanalyser fra før 1989 bedømmes dog som egnede til at give en vurdering af udviklingen i transporten af kvælstof i de danske vandløb i perioden før

og efter Vandmiljøplanen blev vedtaget. De 55 vandløb fordeler sig med 23 i Jylland, 23 på Fyn, 6 på Sjælland og 3 på Bornholm. Oplandene til de 55 vandløb dækker mellem 12 og 50% af det samlede areal i regionerne. Bedst dækket er Fyn med 50% af arealet og dårligst Sjælland med 12% af arealet.

Udviklingen i den målte transport af nitrat-kvælstof i vandløb, vist som oplandstabet i kg kvælstof pr. hektar opland, er sammen med den typiske vinter-vandafstrømning vist for fire regioner i figur 5.4. Transporterne er opgjort for hydrologiske år.

Kvælstoftransporten i vandløb varierer i alle regioner fra år til år, nogenlunde i takt med variationerne i vandafstrømningen. Der er større år til år udsving i både kvælstoftransport og vandafstrømning i vandløbene på Øerne end i de jyske vandløb. Samtidig er transporten af kvælstof, i gennemsnit for alle år, lidt større i vandløbene på Øerne end i de jyske vandløb.

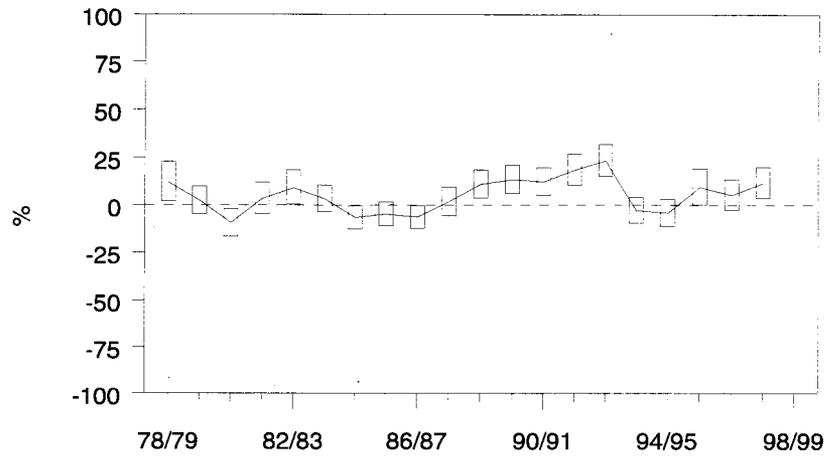
Da både kvælstoftransporten og vandafstrømningen i vandløb er påvirket af de naturgivne forhold i oplandet er det valgt særskilt at teste for en udvikling i kvælstoftransporten for de vandløb, der afvander henholdsvis sandjord, blandede sand- og lerjorder og de mere lerede jorder. I alt indgår 21 vandløb på sandjord i testen, 16 vandløb på de blandede sand- og lerjorder og 18 vandløb på lerjord.

Den anvendte metodes 'normaliserede' nitrat-transport for de 4 regioner er vist i bilag 5.2 og på de tre hovedjordtyper i figur 5.5. I metoden er der søgt korrigeret for år til år ændringer i de klimatiske forhold ved at inddrage vandafstrømningen. Temperaturen er tidligere forsøgt inddraget, men har ikke vist sig at kunne bidrage med nogen yderligere forklaring af år til år variationerne i kvælstoftransport.

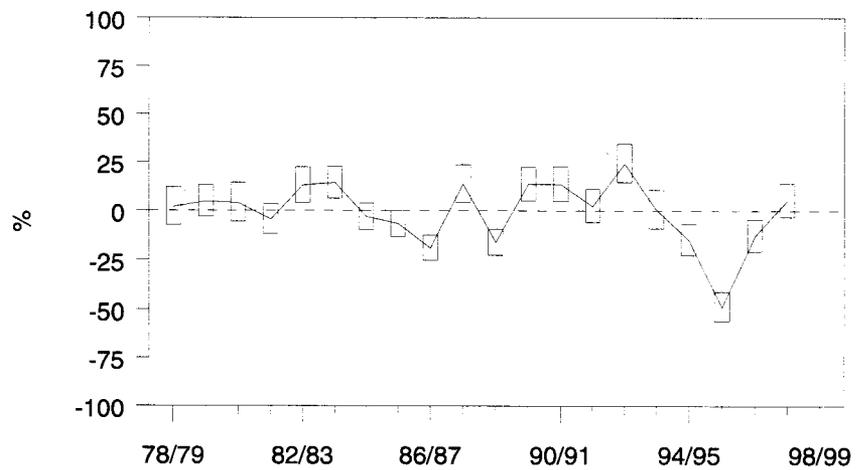
I perioden fra Vandmiljøplanens vedtagelse og frem til 1992/93 har det klimatisk korrigerede transportniveau af kvælstof, med små udsving fra år til år, ligget omkring gennemsnittet for 9-års perioden forud for Vandmiljøplanen (bilag 5.2). Det gælder især for vandløbene, der afvander lerjord og de sand- og lerblandede jorder. I vandløb på de sandede jorder har der i samme periode været en svag, men entydig stigende tendens (figur 5.5).

I de fire år efter 1992/93 har det klimatisk korrigerede transportniveau af kvælstof i alle år ligget lavere end de 4-5 foregående år. For vandløb på lerjord er transportniveauet af kvælstof i disse fire år således signifikant mindre end i den forudgående 15-års periode. I vandløb på lerjord og sand- og lerblandede jorder er transportniveauet af kvælstof mindre, end gennemsnittet for årene før Vandmiljøplanens vedtagelse. For vandløb på sandjord er transportniveauet af kvælstof dog stadig på eller lige over gennemsnittet fra før Vandmiljøplanens vedtagelse.

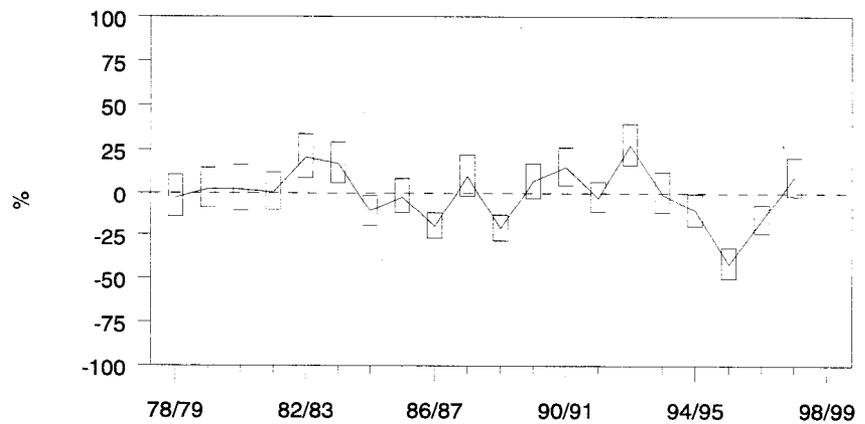
Sand



Sand/ler



Ler



Figur 5.5. Klimatisk (vandafstrømning) korrigeret transport af nitrat-kvælstof i grupperne af vandløb, der henholdsvis afvander sandjord, blandede sand- og lerjord og ren lerjord. For hver jordtype er indlagt et referenceniveau (nuliniveauet), som en stiplede linie, der angiver gennemsnittet for 9-års perioden for Vandmiljøplanen blev vedtaget, dvs. perioden 1978/79 til 1986/87. I figuren er der for hvert hydrologisk år angivet det korrigerede relative transportniveau af kvælstof for den analyserede gruppe af vandløb med et sikkerhedsbånd (± 2 gange standardafvigelsen).

Det store fald i det korrigerede transportniveau af kvælstof, som er konstateret i 1995/96, for vandløbene på lerjord og de sand- og lerblandede jorder skyldes altovervejende de meget specielle klimatiske forhold i dette hydrologiske år. Året var det mest tørre i dette århundrede. I løbet af året faldt der så lidt nedbør, at der næsten ikke var nogen overskudsnedbør til rådighed til nedsivning i jorden.

I løbet af 1995/96 blev der derfor ikke udvasket ret meget kvælstof fra rodzonen til vandløb og grundvand på Øerne og i Jylland. Dette ekstreme forhold er også påvist ud fra direkte målinger i jord og dræn i de 3 landovervågningsoplande på lerjord. I to af oplandene (beliggende på Fyn og Sjælland) kunne der ikke beregnes nogen vandafstrømning fra rodzonen i 1995/96 (*Grant et al., 1997*).

Der er således i løbet af 1995/96 opbygget en stor pulje af uorganisk kvælstof i jorden både i form af det nettotilførte kvælstof i handels- og husdyrgødning, dels den mineraliserede mængde af kvælstof fra jordens organiske pulje. Ved fastsættelse af gødskningsnormerne i driftsåret 1996/97 er der kun delvist kompenseret for denne pulje (*Fyns amt, 1997*).

I 1996/97 steg det korrigerede transportniveau af kvælstof i vandløb på lerjord og de sand- og lerblandede jorder i forhold til året før. Det skyldes givetvis en udvaskning af dele af den opsparede uorganiske kvælstofpulje i rodzonen fra året før. Stigningen i dette ene år skyldes altså opsparet kvælstof i jorden og kan ikke henføres til nogen generel udvikling i landbrugets brug og håndtering af kvælstofgødning.

Da 1996/97 også var et forholdsvist tørt år har der formentlig stadigvæk været en meget stor pulje af uorganisk kvælstof i jorden, og der er i det seneste hydrologiske år 1997/98 sket en betydelig udvaskning fra denne pulje. Den normaliserede afstrømning af nitratkvælstof i det hydrologiske år 1997/98 var således af samme størrelse som i perioden forud for Vandmiljøplanens vedtagelse. En sådan situation har tidligere optrådt i forbindelse med det meget tørre hydrologiske år i 1976/77. Året efter faldt der normale nedbørsmængder, og der blev målt en kraftig forøget kvælstoftransport og dermed vandføringsvægtet koncentration af kvælstof i vandløbet.

Konklusion

Kvælstoftransporten i danske vandløb i 1997 var, i lighed med i 1996, meget ringe, fordi vandafstrømningen i vandløbene i disse to år var stærkt reduceret i forhold til årene forinden.

En nærmere analyse af udviklingen i transporten af total kvælstof i forskellige danske vandløbstyper, hvor der korrigeres for ændringer i vandføringen, er gennemført for overvågningsperioden 1989-97. I vandløb, der afvander dyrkede oplande, er der beregnet et fald i kvælstoftransporten på 7% i perioden 1989-97. Faldet er dog kun signifikant i 12% af de analyserede vandløb.

I spildevandsbelastede vandløb og i dambrugsbelastede vandløb er der beregnet et typisk fald i kvælstoftransporten på henholdsvis 14%

og 7% i perioden 1989-97. At faldet er større i de spildevandsbelastede, end de landbrugspåvirkede vandløb, viser effekten af indsatsen overfor spildevandsrensning. I vandløb i udyrkede, skov- og naturoplande har kvælstoftransporten generelt været uændret.

Der er betydelig usikkerhed på størrelsen og sikkerheden af det beregnede fald i kvælstoftransporten i vandløb. Der skal derfor flere års målinger til før en statistisk sikker generel udvikling i kvælstoftilførslen til vandløb fra landbrugsarealer. Udvaskningen af kvælstof fra landbrugsjord er dog uden al tvivl fortsat den altdominerende kilde til kvælstoftransporten i danske vandløb.

Der er imidlertid behov for at videreudvikle statistiske metoder til test af udviklingstendenser, der kan inddrage mere specialiseret viden om vand- og kvælstofstrømme på oplandsniveau. I det kommende overvågningsprogram for perioden 1998-2003 er der netop afsat resurser til nærmere oplandsanalyser af vand- og næringsstofstrømme.

Først i løbet af de kommende år vil målingerne i vandløb med sikkerhed kunne afdække om de konstaterede ændringer i kvælstofudledningerne til vandløb fortsætter og dermed hvilken betydning ændringerne i landbrugspraksis har haft for kvælstofudledninger til overfladevand.

Det noteres også, at udviklingen mod reduceret kvælstoftransport i mange af vandløbene i dyrkede oplande, ikke genfindes i resultaterne fra de kildebække, der overvåges (kapitel 4). I disse er der en generel tendens til stigende nitratkoncentrationer.

5.2 Fosfor

I dette afsnit om fosfor gennemgås resultaterne af den landsdækkende overvågningsindsats i perioden 1989-97 med hovedvægten lagt på de miljømæssige effekter, der kan konstateres, i form af udviklingen i fosforkoncentration og -transport i danske vandløb.

Fosfor i vandløb 1997

Koncentrationerne af total fosfor var i 1997, ligesom i tidligere år, højest i vandløb i oplande med punktkilder fulgt af vandløbene i de dyrkede oplande. Dambrugsvandløbene havde dog den største arealspecifikke fosforafstrømning, fordi den arealrelaterede vandafstrømning var størst i disse vandløb, (tabel 5.2). Mindst var koncentrationerne og transporten i 'natur'-vandløbene.

Forskel i vandafstrømning vanskeliggør i nogen grad sammenligninger mellem resultaterne fra de forskellige vandløbstyper. Således var fosfortransporten i gennemsnit ca. 5 gange større i vandløb i dyrkede oplande uden spildevandsudledninger end i naturvandløb, mens vandføringsvægtet fosfor-koncentration 'kun' var ca. 3 gange større.

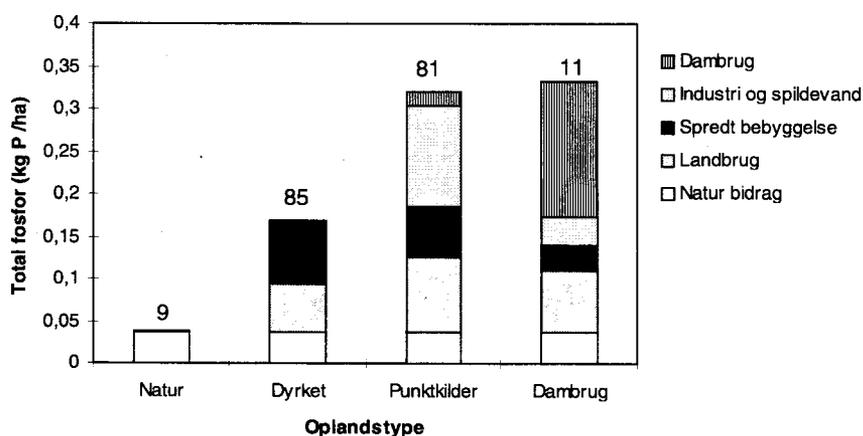
Tabel 5.2. Årsgennemsnit og median (1997) for tidsvægtede koncentrationer, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration for Total P og ortho-P samt vandafstrømning (mm) for vandløb i 4 oplandstyper (kategori 1997 - se kap.1)

Fosfor 1997		Naturoplande TYPE 1		Dyrkede oplande TYPE 2		Oplande m. punktkilder TYPE 4		Dambrug TYPE 5	
		gns.	median	gns.	median	gns.	median	gns.	median
Antal stationer		9		85		83		13	
Årsmiddelkoncentration P mg l ⁻¹									
Total P	mg P l ⁻¹	0,045	0,035	0,133	0,115	0,249	0,177	0,106	0,087
PO ₄ -P	mg P l ⁻¹	0,022	0,018	0,072	0,056	0,157	0,090	0,039	0,029
Arealkoefficient									
Total P	kg P ha ⁻¹	0,038	0,037	0,168	0,145	0,318	0,271	0,381	0,319
PO ₄ -P	kg P ha ⁻¹	0,016	0,013	0,072	0,065	0,158	0,127	0,132	0,077
Vandføringsvægtet koncentration									
Total P	mg P l ⁻¹	0,043	0,033	0,111	0,100	0,202	0,161	0,112	0,093
PO ₄ -P	mg P l ⁻¹	0,020	0,018	0,052	0,047	0,110	0,078	0,039	0,029
Afstrømning mm		117	99	157	129	187	160	340	291
Oplandsstørrelse km ²		5,04	3,37	18,56	10,58	178	99,40	347	131

Kilder til fosfortransport i vandløb 1997

Kilderne til fosfortransporten i vandløb i 1997 er opgjort for 4 forskellige oplandstyper (figur 5.6):

- Naturoplande (Type 1)
- Dyrkede oplande (Type 2)
- Oplande med punktkilder (Type 4)
- Oplande med dambrug (Type 5)



Figur 5.6. Kilder til fosfortransport i vandløb i 4 forskellige oplandstyper i 1997, (jf. kap.1). Vandløb er typefastsat efter 1997-situation.

I kildeopsplitningen er naturbidraget i alle vandløb antaget at være det samme som det gennemsnitlige arealtab af fosfor i naturvandløbene. Spildevandsudledningerne udgjorde en væsentlig andel af fosfortransporten i både de dambrugsbelastede og spildevandsbelastede vandløb. Det bemærkes, at resultaterne fra dambrugsvandløbene her som andre steder i rapporten **ikke** indgår i de punktkildebelastede vandløb. Udledninger fra spredt bebyggelse udgjorde som i tidligere år en væsentlig andel af fosfortransporten i vandløbene i de dyrkede oplande.

Udvikling i fosfortransport i vandløb 1989-97

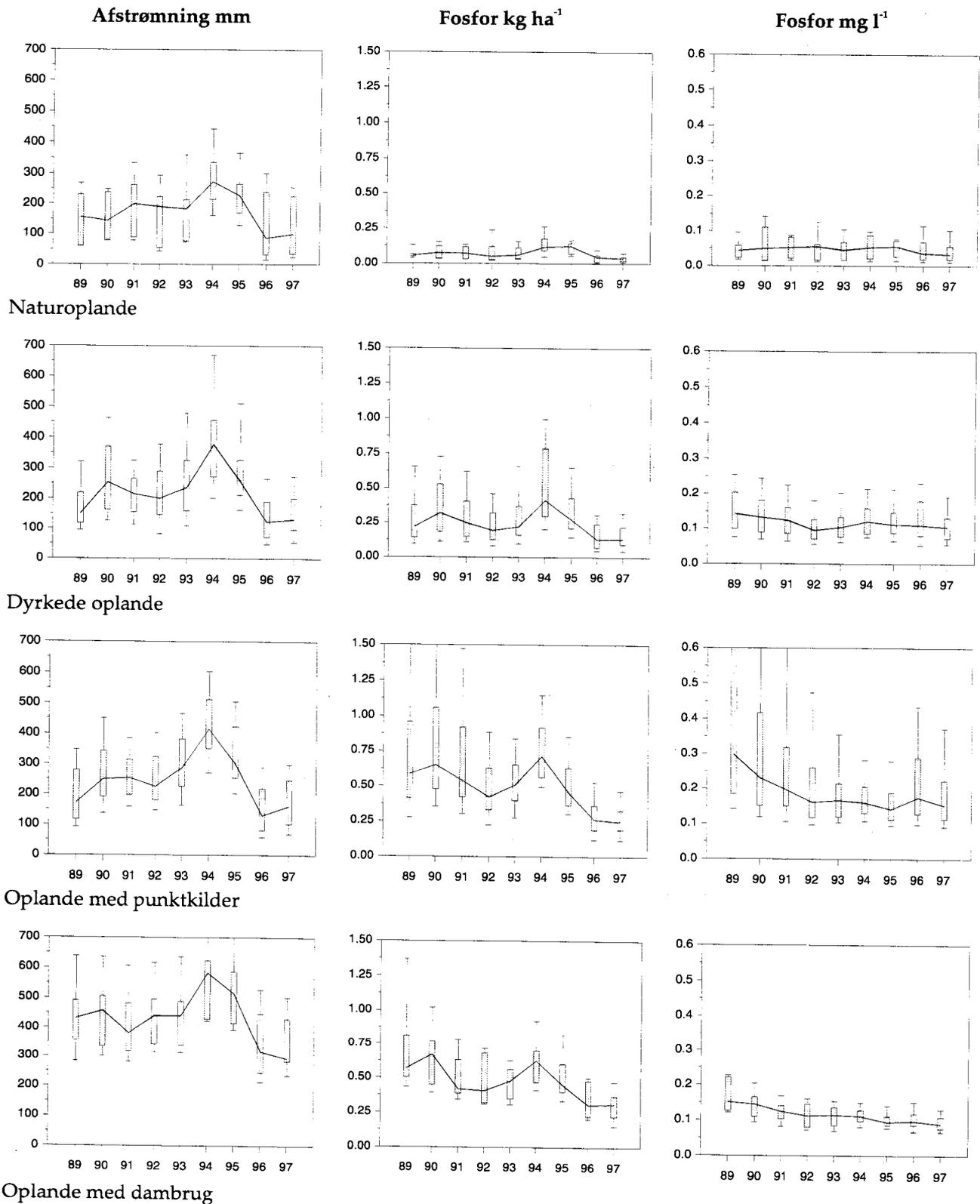
Udviklingen i fosforafstrømningen i vandløb i 4 oplandstyper (natur, dyrkede, punktkilder og dambrug) er vist i figur 5.7. Vandløbene, der indgår, er karakteriseret efter belastningsforhold i oplandet i 1991.

Udviklingen i fosfortransporten i 'natur'-vandløbene og vandløbene i dyrkede oplande uden punktkilder har siden 1989 generelt fulgt udviklingen og variationen i vandafstrømningen. Således var vandafstrømningen, og dermed også fosfortransporten, ringe i både 1996 og 1997.

De vandføringsvægtede koncentrationer, der i mindre grad er påvirket af år til år variationen i vandafstrømningen, viser ikke nogen markant generel udvikling i 'natur'-vandløbene. I vandløbene i de dyrkede oplande er de vandføringsvægtede koncentrationer derimod faldet fra et niveau på 0,13-0,16 mg P l⁻¹ i 1989-91 til 0,11-0,13 mg P l⁻¹ i 1994-97, (figur 5.7 og bilag 5.3). For vandløbene i oplande med udledninger af spildevand fra punktkilder (byer) og fra dambrug er det meget tydeligt, at der er sket en markant reduktion i fosforbelastningen, - selvfølgelig fordi der over hele perioden er sket et fald i fosforudledningerne fra punktkilder og dambrug. Specielt er der sket reduktioner i fosforudledningen i de vandløb, hvor der i 1989 var tale om store fosforudledninger, - i figuren (5.7) vist ved den stadige indsnævring af 90% percentilen.

Analyse af udviklingen i perioden under Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (1989-97)

På samme måde som for kvælstof er udviklingen i fosfortransport i vandløbene søgt rensset for 'naturlig' år-til-år variation. Herved opnås mulighed for bedre at belyse den generelle udvikling som effekt af de gennemførte miljøforbedrende tiltag. (bemærkninger - se afs. 5.1). Resultaterne af analysen er vist i figur 5.8 både som absolutte ændringer (kg P ha⁻¹) og relative ændringer (%) for hele perioden 1989-97. Stationernes placering og de enkelte stationers ændring kan ses i kortbilag.



Figur 5.7 Udviklingen i arealafstrømningen af vand og fosfor og den vandføringsvægtede koncentration af total fosfor i vandløb i 4 oplandstyper 1989-97. Typer karakteriseret efter status i 1991 (kapitel 1). Median, 10, 25, 75 og 90% fraktiler vist. Kalenderår.

Alle vandløb 1989-97, - 'normaliseret' transport

For i alt 215 ud af 253 vandløb, kan der beregnes et fald i fosfortransporten (normaliseret), mens 38 udviser en stigning, (figur 5.8, nederst). Det gennemsnitlige fald for alle vandløb er på ca. 30%

(median 29%) svarende til 0,35 kg P ha⁻¹ (median: 0,10 kg P ha⁻¹). Faldet er signifikant (p<0.05) i 115 af vandløbene, mens der kun i 3 af vandløbene er en tilsvarende sikker stigning.

Det er bemærkelsesværdigt, at en væsentlig del af vandløbene med tendens til stigende 'normaliseret' fosfortransport synes koncentreret til det nordlige Jylland, (kortbilag).

Vandløb i skov- og naturoplande 1989-97

I 2 af de 7 analyserede 'natur'-vandløb er beregnet signifikant fald i fosfortransport, figur 5.8. De absolutte ændringer i transporten er dog meget små, - som illustreret på figuren i højre kolonne.

Vandløb i dyrkede oplande (1989-97)

I 33 af vandløbene, der afvander dyrkede oplande uden betydende spildevandsudledninger, er beregnet et fald og i 15 en stigning i den normaliserede fosfortransport.

Gennemsnitligt beregnes et fald i fosfortransporten på 13% siden 1989, svarende til en reduktion på 0,047 kg P ha⁻¹ (median: 0,033 kg P ha⁻¹). I 10 af de 48 vandløb er faldet signifikant på (p<0.05), mens der kun i 3 af vandløbene er beregnet en tilsvarende signifikant stigning.

Det er tidligere vurderet, at en faldende udledning af spildevand fra spredt bebyggelse kan forklare en væsentlig andel af reduktionen i fosfortransporten i disse vandløb (*Windolf et al., 1997*).

Punktkildebelastede vandløb (1989-97)

I 93 af de 96 analyserede spildevandsbelastede vandløb, kan der beregnes et fald i transporten af total fosfor i perioden 1989-97. Faldet er signifikant i 53 af vandløbene, (p<0.05), (figur 5.8). Det gennemsnitlige fald er for alle vandløb på 48% i perioden, svarende til 0,77 kg P ha⁻¹ (median:0,22 kg P ha⁻¹).

Der er således ingen tvivl om, at den forbedrede rensning af spildevand fra byer og industrier efter Vandmiljøplanens vedtagelse og amternes ofte skærpede rensningskrav har haft effekt på transporten af total fosfor i vandløb. Det gælder især i de mest forurenede vandløb, hvor der er sket de største reduktioner i spildevandsudledning af fosfor, (bilag 5.3). Således er reduktionen på mere end 80% i 24 af vandløbene.

Dambrugsbelastede vandløb (1989-97)

I de 17 vandløb, hvor en stor del af fosforudledningen fra punktkilder i 1991 kom fra dambrug (alle ligger i Jylland), kan der beregnes et gennemsnitligt fald i transporten af total fosfor på 31% i perioden svarende til 0,21 kg P ha⁻¹ (median:0,15).

Tabel 5.3 Resultater fra vandløbsstationer med kontinuert prøvetagning og øjebliksprøvetagning af fosfor og deraf afledte fosfortransporter. Intensiv transport = flom eller ugepuljet.

$$\text{Relativ afvigelse} = \frac{(T_{\text{lineær}} - T_{\text{intensiv}})}{T_{\text{lineær}}} \quad \text{Absolut afvigelse} = \frac{(T_{\text{lineær}} - T_{\text{intensiv}})}{\text{Opland}}$$

År	N	Afstømning mm	Intensiv transport kg P ha ⁻¹	Relativ afvigelse		Absolut afvigelse	
				±	standard	±	standard
1993	8	217	0,338	-75	±103	-0,102	±0,106
1994	13	387	0,677	-33	±44	-0,165	±0,265
1995	14	240	0,341	-28	±46	-0,063	±0,113
1996	12	107	0,155	-72	±104	-0,041	±0,07
1997	12	129	0,207	-70	±79	-0,076	±0,109
Gns. 1993-97		216	0,344	-56		-0,093	

Intensivstationer

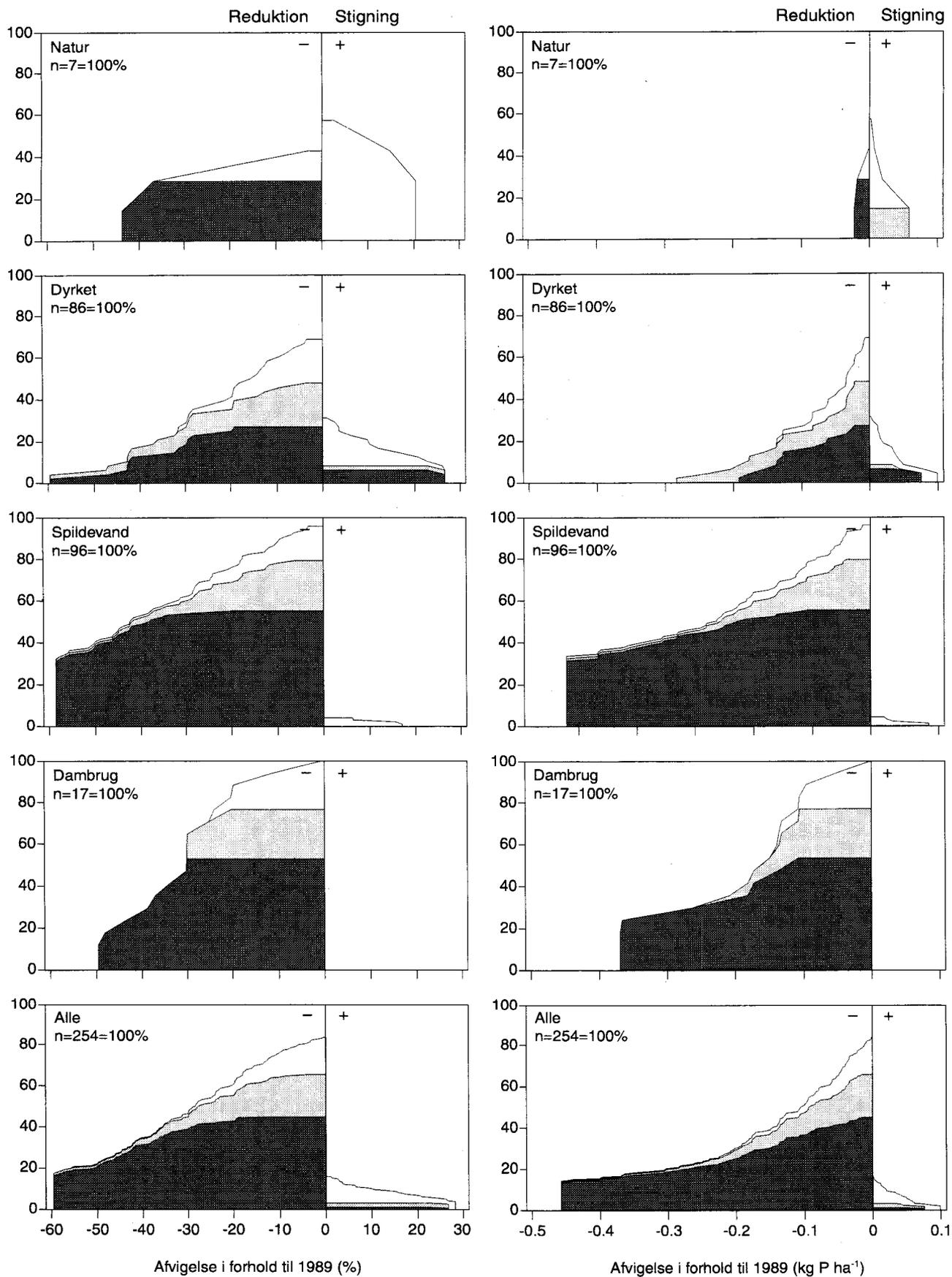
15 af vandløbene har siden 1993 været instrumenteret til kontinuert prøvetagning af fosfor - de såkaldte intensivstationer. De vandløb, der indgår, er alle små, - oplandet til hovedparten af stationerne er således mindre end 15 km². Resultaterne har vist, at fosfortransporten i disse mindre vandløb generelt underestimeres med den gængse øjebliksprøvetagning, og at fosfortilførslerne fra det åbne land dermed er større end beregnet ud fra den prøvetagningsmetode, der anvendes på de øvrige vandløbsstationer. I hele perioden har transporten beregnet ud fra øjebliksprøver således været 56% mindre end den 'sande' fosfortransport, opgjort ved kontinuert prøvetagning, (tabel 5.3). I bilag 5.4 er resultaterne fra de enkelte intensivstationer nærmere dokumenteret.

Konklusion

Den målte fosfortransport i vandløbene i 1997 var - ligesom i 1996 - meget lille, fordi vandafstrømningen var betydeligt mindre end normalt.

Der er sket markante fald i de vandføringsvægtede koncentrationer af total fosfor i vandløb, der tidligere var stærkt belastede af spildevand, (dambrug, rensningsanlæg). Der er dog stadig mange vandløb, hvor en væsentlig andel af fosfortransporten kan tilskrives spildevandsudledninger. Således var fosforkoncentrationerne ca. 5 gange højere i vandløb belastet med spildevand fra punktkilder (0,25 mg P l⁻¹) end i 'naturvandløb'. Og i vandløb i dyrkede oplande var koncentrationerne ca. 3 gange større (0,13 mg P l⁻¹) end i 'naturvandløb'. Spildevandsudledninger fra spredt bebyggelse udgør stadig et væsentligt bidrag til fosfor i vandløb i dyrkede oplande og skønnes i 1997 at have været af samme størrelse som de dyrkningsrelaterede tilførsler.

En nærmere analyse af udviklingen i transporten af total fosfor i forskellige danske vandløbstyper, hvor der korrigeres for variationer i vandføringen, er gennemført for overvågningsperioden 1989-97.



Figur 5.8. Udviklingen i 'normaliseret' fosfortransport i vandløb 1989-97 i forskellige oplandstyper (natur, dyrkede oplande, oplande med punktkilder, dambrug) samt for alle vandløb, hvorfra der er kontinuerede data fra perioden (nederst). Signifikansniveauer angivet: Mørk ($p < 0.05$), grå ($p < 0.20$) lys (rest). Venstre kolonne (%). Højre kolonne (Kg P ha^{-1}).

I vandløbene under et, er der beregnet et fald i den 'normaliserede' fosfortransport i 84% af vandløbene i forhold til 1989, og faldet er signifikant ($p < 0,05$) i 45% af vandløbene.

Reduktionen er størst og resultaterne mest signifikante i de vandløb, der tidligere har været mest belastede af spildevandsudledninger - herunder udledninger fra dambrug. Men der er øjensynligt også tendens til generelt faldende fosfortransporter i mange af vandløbene i det åbne land. Dog noteres, at der i ca. 30% af disse vandløb beregnes en stigende fosfortransport, og at vandløb med tendens til stigning ikke er tilfældig fordelt, men synes koncentreret, - bl.a. i det nordlige Jylland. Det skal dog pointeres, at der kun i ganske få af vandløbene beregnes signifikant stigende transporter.

5.3 Organisk stof (BOD_5)

Resultater af målinger af organisk stof i 1997 i forskellige vandløbstyper er gengivet i tabel 5.4. Som det kunne ventes, er koncentrationerne lavest i 'natur'-vandløbene og som gennemsnit højest i spildevandsbelastede vandløb. Der er kun på et fåtal af stationer en længere tidsserie og derfor ikke gennemført en analyse af den tidlige udvikling.

Tabel 5.4. Årsgennemsnit og median (1997) for tidsvægtede koncentrationer, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration for organisk stof (BOD_5) samt vandafstrømning (mm) for vandløb i 4 oplandstyper (kategori 1997 - se kap.1)

Organisk stof BOD_5 1997		Naturoplande TYPE 1		Dyrkede oplande TYPE 3		Oplande m. punktkilder TYPE 4		Dambrug TYPE 5	
		gns.	median	gns.	median	gns.	median	gns.	median
Antal stationer		7		51		47		10	
Årsmiddeldkoncentration ¹									
BOD_5	mg $BOD\ l^{-1}$	0,99	0,87	2,33	1,55	2,68	2,21	1,92	1,87
Arealkoefficient									
BOD_5	kg $BOD_5\ ha^{-1}$	1,11	1,14	2,52	2,49	5,13	4,42	6,92	6,26
Vandføringsvægtet koncentration									
BOD_5	mg $BOD_5\ l^{-1}$	1,07	1,01	1,54	1,59	2,46	2,25	1,98	1,96
Afstrømning mm		118	99	157	129	187	161	341	292
Oplandsstørrelse km^2		3,4		10,6		99,4		132	

6 Vand- og stoftilførsler med ferskvand til marine kystafsnit

Indledning

Dette kapitel handler om de landbaserede tilførsler fra Danmark via vandløb og direkte udledninger til de marine kystafsnit, dvs. til fjorde, bugter og øvrige kyststrækninger. Ferskvandsafstrømningen er opgjort sammen med tilførslen af kvælstof, fosfor og organisk stof (udtrykt som det biokemiske iltforbrug BOD_5). Opgørelserne er baseret på indberetninger fra amterne og Københavns Kommune, men spildevandsoplysningerne er fra *Miljøstyrelsen (1998)*. En mere detaljeret gennemgang af opgørelsesprincipper findes i *Svendsen og Dejbjerg (1996)*. Ud over tilførsler med ferskvand tilføres havet næringsstoffer og organisk stof via atmosfærisk deposition, ved tilførsler fra omkringliggende lande samt gennem udveksling med tilstødende farvandsområder, hvilket er nærmere beskrevet i *Ærtebjerg et al. (1998)*.

Afsnittets indhold

I kapitlet beskrives tilførslerne i 1997, og der gives en statistisk vurdering af eventuelle udviklingstendenser for perioden 1989-1997 generelt og for hver af de ni 1. ordens kystafsnit. Med hensyn til placering af farvandsområderne og oplandene hertil henvises til kapitel 7 i *Windolf et al. (1997)*.

Indhold af bilag 6

I bilag 6 findes en række tabeller med oplysninger bag figurene i dette kapitel, samt en række supplerende oplysninger, som f.eks. stofafstrømningen til de ni 1. ordens kystafsnit i 1997, månedsafstrømningen af ferskvand samt månedstilførsler af kvælstof, fosfor og BOD_5 til de ni første ordens marine kystafsnit i 1997, de årlige vand- og stoftilførsler til 1. ordens marine kystafsnit, kildeopsplitning af tilførslerne til de 49 2. ordens kystafsnit og den årlige tilførsel af ferskvand, kvælstof, fosfor og BOD_5 for de ni første ordens marine kystafsnit samt udvikling i kildestyrken i tilførsler til de ni 1. ordens marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997.

6.1 Vand- og stoftilførslerne til marine kystafsnit i 1997

Ferskvandsafstrømningen var usædvanlig lav i 1997

Som omtalt i kapitel 2 var 1997 relativt tør. Med tre tørre kalenderår i træk, ikke mindst 1996, blev ferskvandsafstrømningen i 1997 også meget lav med kun 8.900 millioner m^3 (tabel 2.1 i kapitel 2). Det er 31% lavere end gennemsnittet for perioden 1989-97 og 37% lavere end normalen på 14.000 $10^6 m^3$. Afstrømningen var generelt lav gennem hele 1997, men relativt lavest i vinterperioden (tabel 2.1 i bilag 2.2). Det må derfor forventes, at tilførslen af næringsstoffer og organisk stof via vandløb i 1997 har været meget lav.

Kvælstof-, fosfor- og BOD_5 -tilførslen var i 1997 stort set som i 1996

Tilførslen via vandløb og direkte spildevandsudledninger (eksklusiv havbrug) var i 1997 49.800 tons kvælstof, 1.820 tons fosfor og 31.200 tons BOD_5 (tabel 6.1). Dette svarer stort set til tilførslerne i 1996, som var 48.000 tons kvælstof, 1.970 tons fosfor og 28.300 tons BOD_5 . Den diffuse afstrømning af kvælstof inklusiv tilførslen fra spredt bebyggelse var i 1997 8% højere end i 1996.

Tabel 6.1 Tilførslen af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb og direkte udledninger (eksklusiv havbrug) til marine kystafsnit i 1997. Spildevandsoplysningerne er fra Miljøstyrelsen (1998).

	Kvælstof ton	Fosfor ton	BOD ₅ ton
Afstrømning til havet via vandløb ekskl. spildevand	40000	460	7000
Punktkilder til ferskvand	4300	500	6200
Spredt bebyggelse	1100	260	4300
Spildevand ferskvand i alt	5400	760	10500
Afstrømning til havet via vandløb	45400	1220	17500
Spildevand direkte til havet	4400	600	13700
Total til havet	49800	1820	31200

De tilsvarende værdier er 4% for fosfor og 16% for BOD₅. Til sammenligning steg ferskvandsafstrømningen 9% fra 1996 til 1997.

Kildefordeling for 1997

Spildevandsudledninger til ferskvand og de direkte spildevandsudledninger til de marine kystafsnit (inklusive udledninger fra spredt bebyggelse) er faldet fra 1996 til 1997 for både kvælstof, fosfor og organisk stof. De udgjorde 20% af den samlede kvælstoftilførsel til de marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger. De tilsvarende tal er 75% for fosfor og 78% for BOD₅. Spildevandsandelen af de samlede udledninger vil stige i tørre år, da det diffuse bidrag vil være lavt grundet den ringe tilførsel af vand fra det åbne land (dræn, overfladisk afstrømning og overfladenært grundvand).

Betydningen af naturgivne forhold og menneskelig aktivitet

Tilførslerne til de ni farvandsområder er ud over de klimatiske forhold også påvirket af geologi, dyrkningsintensitet/-praksis, befolkningstæthed mv. Således udgør ferskvandsafstrømningen fra oplandet til Nordsøen og til Kattegat ofte en relativ større andel af afstrømningen i tørre år end i afstrømningsrige år, da der er store grundvandsmagasiner at tære af. Dette er ikke tilfældet specielt på Sjælland, hvorfor afstrømningen til Storebælt, Øresund og Sydlige Bælthav er relativ lav i afstrømningsfattede år som i 1997 (tabel 6.1 i bilag 6.1). Andelen af den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor til et kystafsnit afhænger ikke kun af størrelsen af ferskvandsafstrømningen, men også af processor i jorden og grundvandet, stor befolkningstæthed og industriel aktivitet samt af landbrugsaktivitet. Den høje befolkningstæthed og mængde af industri giver store spildevandsmængder f.eks. til Øresund, således at de direkte spildevandsudledninger her er den største belastningskilde til Øresund for både kvælstof, fosfor og BOD₅ (tabel 6.2 i bilag 6.1 samt bilag 6.2).

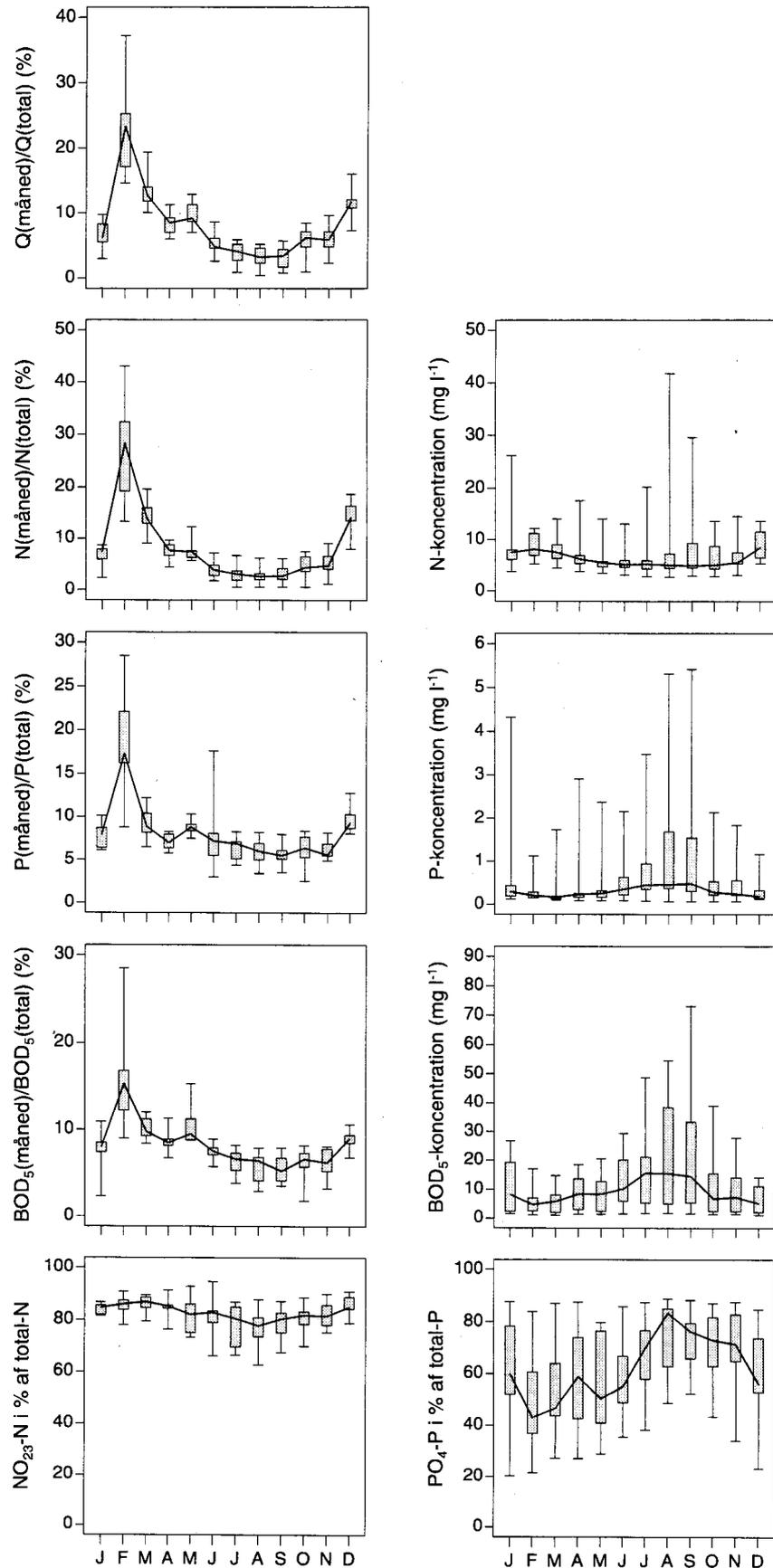
Beskedent oplandstab og diffuse tilførsel i 1997

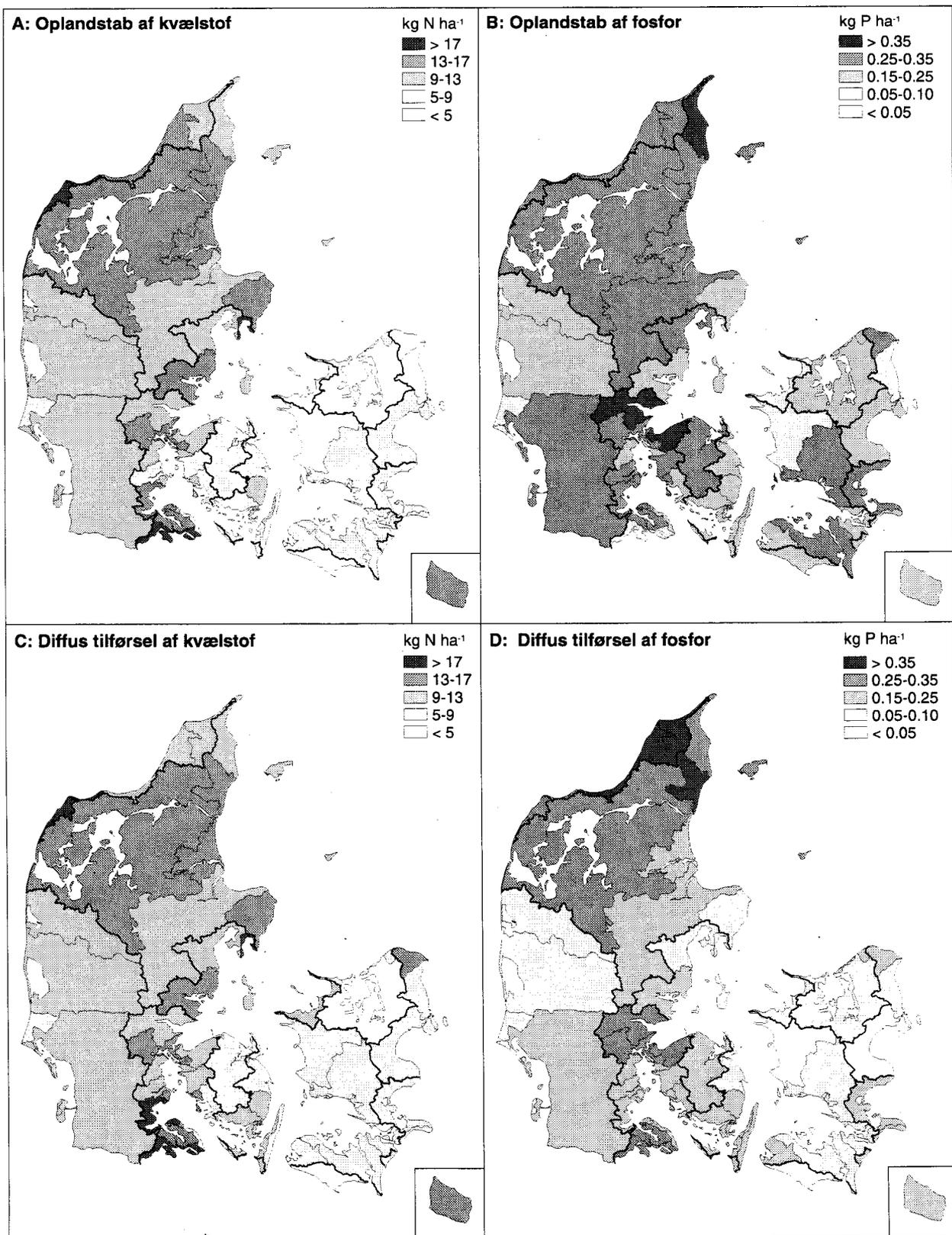
I overensstemmelse med den lave vand- og stoftilførsel med ferskvand til de marine kystafsnit i 1997 har oplandstabet af kvælstof og fosfor (den målte transport via vandløb divideret med oplandsarealet) og den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor til ferskvand (målte transport minus punktkildeudledninger men inklusiv udledninger fra spredt bebyggelse og inklusiv retention) været lave i 1997 (figur 6.2 og bilag 6.2).

Figur 6.1

Ferskvandsafstrømningen og den målte tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de ni 1. ordens kystafsnit i 1997. I figurene angives median (fuldt optrukket linie) samt 10% og 90% fraktiler for de ni 1. ordens kystafsnit af den pågældende værdi.

Q(måned) er den månedlige ferskvandsafstrømning i procent af afstrømningen i 1997, og tilsvarende er angivet den procentuelle månedlige tilførsel af kvælstof (N(måned)), fosfor (P(måned)) og BOD₅ (BOD₅(måned)). Koncentrationerne er beregnet som den samlede målte tilførsel via vandløb og direkte spildevandsudledninger divideret med den tilhørende ferskvandsafstrømning (vandføringsvægtede koncentrationer). De enkelte måneders procent NO₂₅-N af total kvælstof- og PO₄-P af total fosfortilførslen i samme måned findes i de to nederste figurer. En del af tallene bag figurene er i bilag 6.3.





Figur 6.2 Oplandstabet af kvælstof (A) og fosfor (B) til marine kystafsnit samt den diffuse tilførsel (dvs. inklusiv retention) af kvælstof (C) og fosfor (D) til ferskvand i 1997.

Fordelingen for oplandene til de 49 2. ordens ligner forholdene i 1996, dog med relativt lidt højere værdier på Sjælland end i Jylland sammelignet med 1997. Samlet var oplandstabet i 1997 henholdsvis 10,6 kg N ha⁻¹ og 0,26 kg P ha⁻¹, mens den diffuse tilførsel var henholdsvis 11,2 kg N ha⁻¹ og 0,17 kg P ha⁻¹.

6.2 Sæsonvariationerne i tilførslerne i 1997

Beskednen sæsonvariation i tilførslerne til de marine kystafsnit i 1997

Februar havde den største ferskvandsafstrømning af alle måneder i 1997, og tilsvarende forekom den største tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ i denne måned (figur 6.1 og bilag 6.3). Februar var sammen med oktober de mest nedbørsrige måneder i 1997 men med beskedne 79 mm og 84 mm. Der har i forhold til et "normalt" år været en lille variation i tilførslerne af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kystafsnit i løbet af 1997 (figur 6.1). Sæsonvariationen i koncentrationerne af total kvælstof, total fosfor, BOD₅ samt af nitrat-nitrit har også været beskedne. I afstrømningen fra oplande med en lav specifik afstrømning i sommerperioden stiger koncentrationen af specielt fosfor grundet mindre fortynding af spildevandsudledningerne (f.eks. til Storebælt og Øresund). Dette understreges også af at andelen af PO₄-P af total fosfor er højest i sommermånederne (figur 6.1)

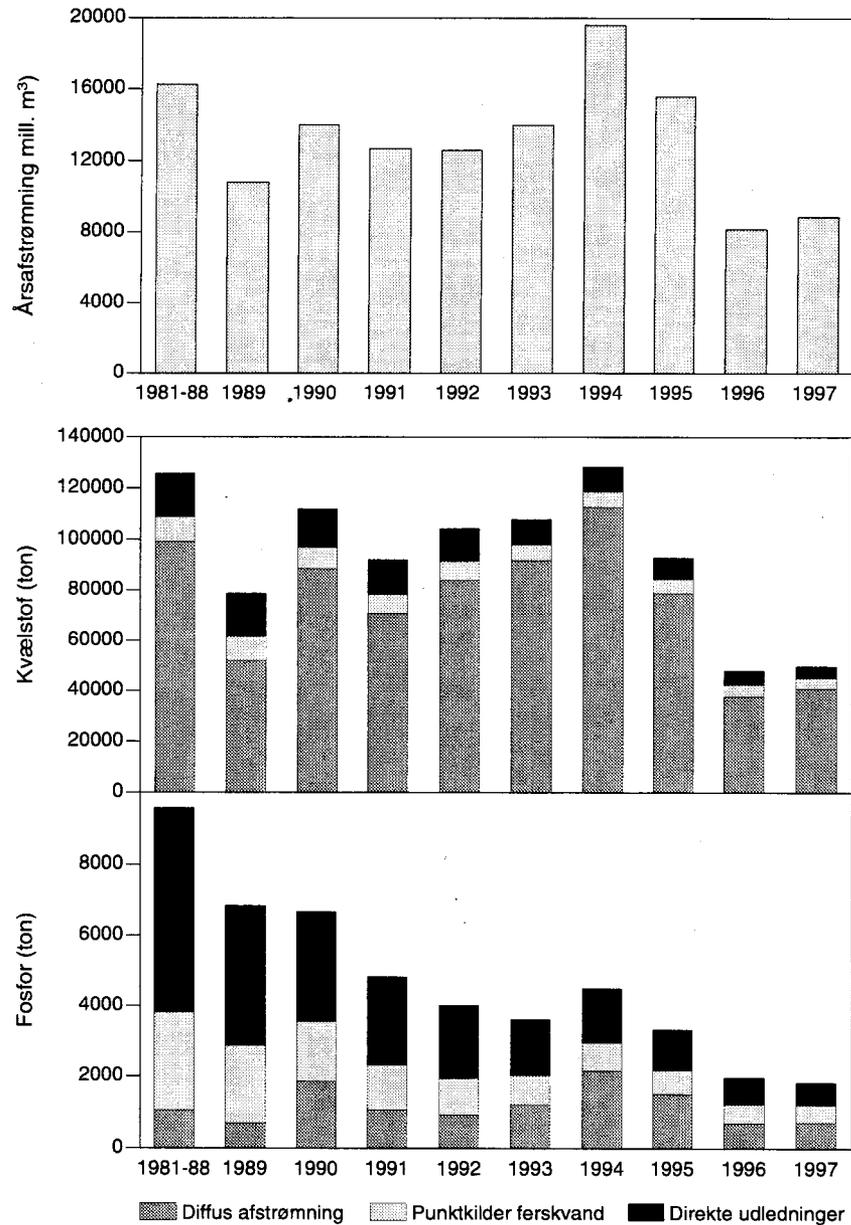
Tilførslen af nitrat-nitrit og af opløst fosfor

Sammenlignet med ferskvandsafstrømningen er tilførslen af kvælstof relativt beskedne fra oplandet til f.eks. Nordsøen (tabel 6.1 i bilag 6.1 og bilag 6.2). Det kan tilskrives, at der sker en nitratreduktion i grundvandet, før det når frem til vandløbene, i modsætning til lerede arealer hvor en stor del af det vand, der strømmer til vandløbene, løber gennem dræn uden en reduktion af nitrat. I dele af oplandet til Nordsøen findes der også høje jernkoncentrationer, som binder en del af det opløste fosfor (PO₄-P), hvorfor andelen heraf er lav i afstrømningen til dette farvandsområde. Omvendt er andelen høj, hvor der er en stor belastning fra byspildevand og spredt bebyggelse, dvs. i områder med stor befolkningstæthed og megen industri (f.eks. Storebælt og Øresund). De høje koncentrationer af kvælstof og fosfor i de samlede udledninger med ferskvand forekommer således i tætbefolkede oplande kombineret med en relativt beskedne specifik afstrømning.

6.3 Udvikling i de samlede vand- og stoftilførsel til de marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997

Væsentligste udvikling er en reduktion i spildevandsudledningerne

Kvælstof- og fosfortilførslen via vandløb og direkte spildevandsudledninger har været opgjort til de marine kystafsnit samlet siden 1989 (figur 6.3. og tabel 6.3 i bilag 6.1). Endvidere er de samlede udledninger af kvælstof, fosfor og BOD₅ opgjort inklusiv retention for at få et mål for den samlede bruttotilførsel med ferskvand til de marine kystafsnit, som skal anvendes for at få den korrekte kildestyrke (tabel 6.2, 6.3 og 6.4). Det er tydeligt, at kvælstoftilførslen hænger nøje sammen med ferskvandstilførslen, hvorimod fosfortilførslen har udvist et stort set konstant fald siden slutningen af 1980'erne.



Figur 6.3 Ferskvandsafstrømningen og den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kystafsnit i de 9 overvågningsår og som et gennemsnit for perioden 1981-88.

Dette skyldes, at den diffuse afstrømning er hovedkilden til kvælstoftilførslen til marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger (80% i gennemsnit), medens den kun udgør en mindre andel (29% i gennemsnit) af den tilsvarende fosfortilførsel (tabel 6.3 i bilag 6.1).

Den store renseindsats, der har været overfor spildevand, slår tydeligt igennem for fosfor, hvor de samlede spildevandsudledninger er faldet fra ca. 9.000 tons fra 1981-88 til knap 1.400 tons i 1997 svarende til 85%. Tilsvarende er de samlede spildevandsudledninger af kvælstof faldet fra ca. 28.000 tons i perioden 1981-88 til ca. 10.000 tons i 1997 dvs. med 65%. Spildevandsudledninger til ferskvand er faldet med 52% fra 1981-98 til 1997 for kvælstof og med 76% for fosfor. Samtidig er de direkte spildevandsudledninger blevet reduceret med 73% for kvælstof og med 89% for fosfor.

Tabel 6.2 Målt kvælstoftilførsel til marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger (eksklusiv havbrug) samt den totale målte tilførsel. Retention i ferskvand plus målt tilførsel til de marine kystafsnit giver bruttotilførslen til disse.

År	Via vandløb tons	Direkte udledninger tons	Målt tilførsel tons	Retention tons	Brutto tilførsel tons
1981-88	109000	16700	125700	11100	136800
1989	61900	16700	78000	10300	88900
1990	97100	14900	112000	10700	122700
1991	78500	13500	92000	9000	101500
1992	91800	12500	104300	13200	117500
1993	98200	9700	107900	10000	118500
1994	119100	9300	128400	11000	139400
1995	84400	8400	92800	7100	99900
1996	42500	5500	48000	5200	53200
1997	45400	4400	49800	6900	56700
1989-97	79900	10500	90400	9400	99800

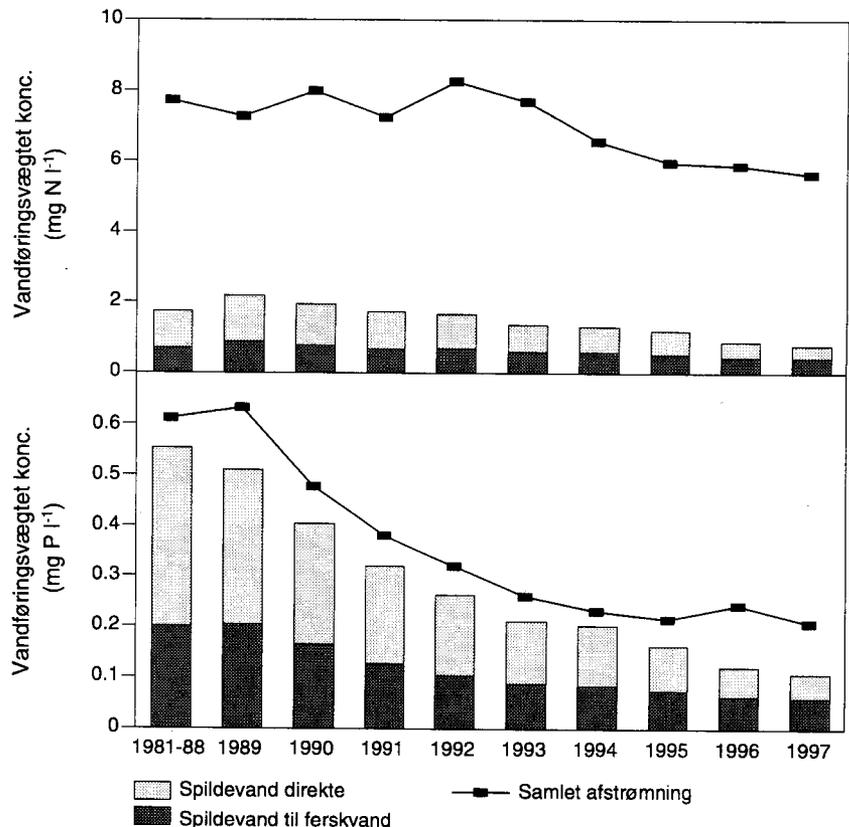
Tabel 6.3 Målt fosfortilførsel til marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger (eksklusiv havbrug) samt den totale målte tilførsel. Retention i ferskvand plus målt tilførsel til de marine kystafsnit giver bruttotilførslen til disse.

År	Via vandløb tons	Direkte udledninger tons	Målt tilførsel tons	Retention tons	Brutto tilførsel tons
1981-88	4200	5750	9950	120	10070
1989	2860	3970	6830	120	6950
1990	3570	3100	6670	90	6760
1991	2330	2500	4830	150	4980
1992	1960	2050	4010	-10	4000
1993	2040	1580	3620	90	3710
1994	2960	1530	4490	10	4500
1995	2190	1130	3320	40	3360
1996	1230	740	1970	30	2000
1997	1220	600	1820	20	2000
1989-97	2300	1900	4200	60	4300

Tabel 6.4 Målt BOD₅-tilførsel til marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger (eksklusiv havbrug) samt den totale målte tilførsel. Retention i ferskvand plus målt tilførsel til de marine kystafsnit giver bruttotilførslen til disse.

År	Via vandløb tons	Direkte udledninger tons	Målt tilførsel tons
1994	41700	34200	75900
1995	24900	21000	45900
1996	15800	12500	28300
1997	17500	13700	31200
1989-1997	24900	20400	45300

I figur 6.4 er spildevandsudledningerne omregnet til en årlig vandføringsvægtet koncentration ved at dividere spildevandsudledningerne med middelferskvandsafstrømningen i perioden 1989-97 for at normaliserer de beregnede koncentrationer. Endvidere er den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor til de marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger omregnet til en vandføringsvægtet koncentrationer som årets tilførsel divideret med årets ferskvandsafstrømning.



Figur 6.4 Vandføringsvægtede koncentrationer i den samlede målte tilførsel via vandløb og direkte spildevandsudledninger af kvælstof (A) og fosfor (B). Endvidere vises den beregnede vandføringsvægtede koncentration som spildevand til ferskvand og direkte spildevandsudledninger bidrager med af den samlede vandføringsvægtede koncentration (se teksten for yderligere forklaring).

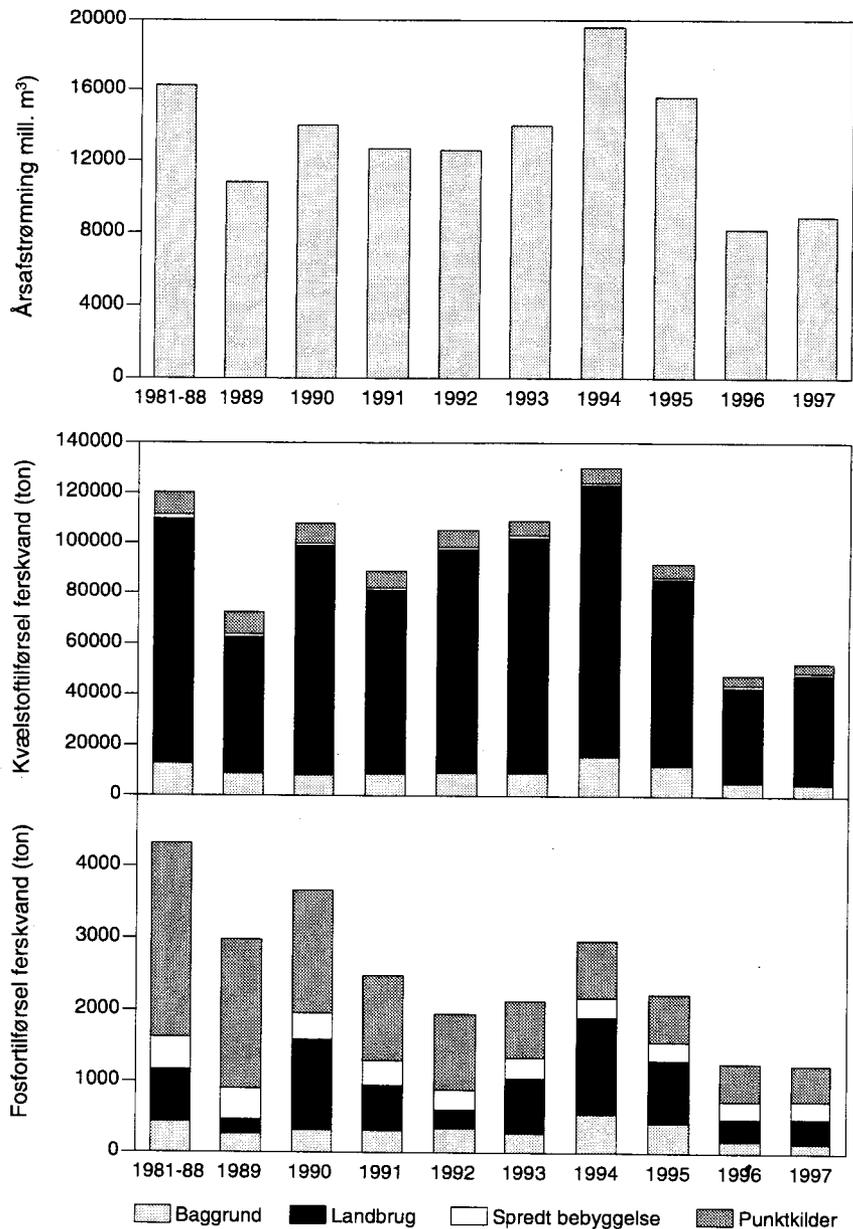
Figuren viser, at faldet i den vandføringsvægtede fosforkoncentration i den samlede afstrømning kan forklares af de reducerede spildevandsudledningerne, mens det tilsvarende fald i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration hovedsageligt kan forklares fra de reducerede spildevandsudledninger.

Tilførslen fra de dyrkede arealer er langt den største kilde til kvælstoftilførsler til ferskvand

Hovedkilden for kvælstoftilførslen til ferskvand (dvs. hvor der er taget højde for retention) er bidraget fra de dyrkede arealer (figur 6.5), der har bidraget med 74-86% af tilførslerne i perioden 1989-97 (83% i middel). Baggrundsbidraget (beregnet ud fra de arealkoefficienter, der findes fra målinger i naturoplandene (se Windolf et al., 1997) har udgjort ca. 10% af tilførslerne, medens spildevandets andel har været faldende gennem perioden.

Spildevandstilførslen udgør stadig langt over halvdelen af forfortilførslen til ferskvand

For fosfortilførslen er hovedkilden punktkilder selv om udledningerne fra disse udgjorde op til 70% i begyndelse af overvågningsperioden og nu er faldet til ca. 40% de seneste to år. Tilførslen fra spredt bebyggelse har udgjort ca. 20% af tilførslen til ferskvand de seneste to tørre år, men betydningen af spildevand vil mindskes i mere afstrømningsrige år, hvor den diffuse tilførsel vil stige. Bidraget fra dyrkede arealer har i gennemsnit været 29% (fra 7% i 1989 (tørt år) til 46% i 1994 (våd år)), medens baggrundsbidraget i gennemsnit har været 13% i perioden 1989-97.



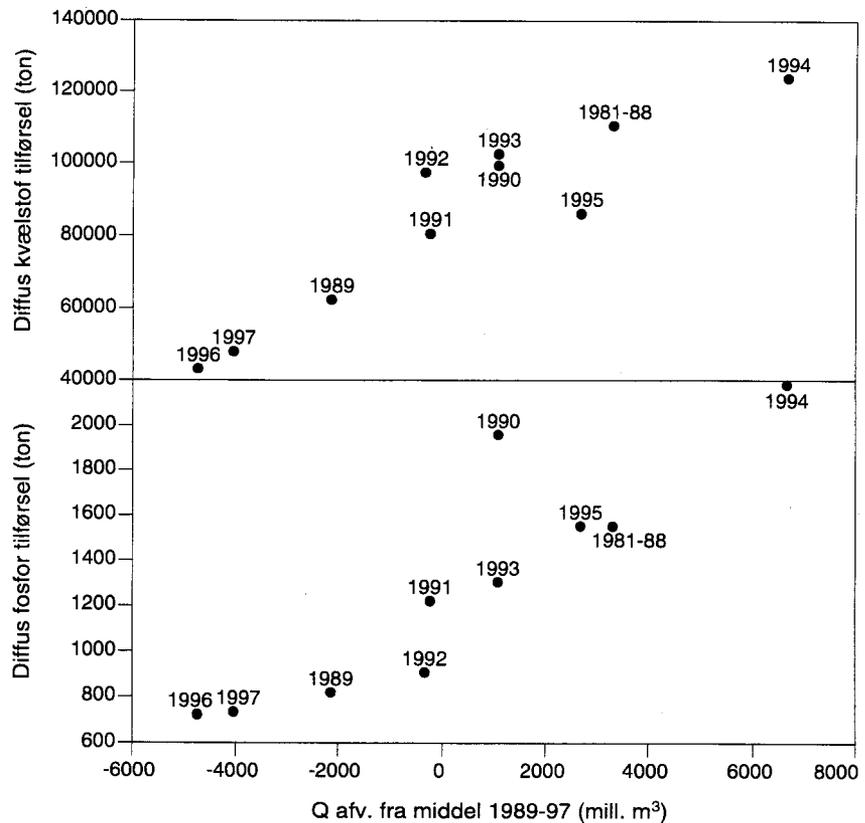
Figur 6.5 Tilførslen til ferskvand (dvs. inklusiv for retention) af kvælstof (øverst) og fosfor (nederst) opdelt i baggrundstilførslen, tilførslen fra dyrkede arealer, tilførslen fra spredt bebyggelse og tilførslen fra punktkilder.

Den årlig diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor kan beskrives som en simpel funktion af ferskvandsafstrømningen

Den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor er umiddelbart nært tilknyttet ferskvandsafstrømningen (figur 6.6). Tilførslen af fosfor fra det åbne land vil øges med øget nedbør gennem dræntilførsler og overfladisk afstrømning samt via jordvand (opløst fosfor). En øget nettonedbør vil alt andet lige også øge udvaskningen af nitrat og dermed tilførslen af kvælstof til ferskvand.

Sammenhængen mellem den samlede diffuse årlige tilførsel af kvælstof til ferskvand (DN angivet i tons) og ferskvandsafstrømningen (Q angivet i millioner m³) i perioden 1981-88 til 1997 kan beskrives ved:

$$DN = Q^{1.19} \quad R^2=0,89 \quad (P<0,1\%)$$



Figur 6.6 Den diffuse tilførsel (dvs. tilførsel fra baggrund, dyrkede arealer og spredt bebyggelse og inklusiv retention) af kvælstof (øverst) og fosfor (nederst) som funktion af ferskvandsafstrømningen. Denne er angivet som den absolutte afvigelse fra gennemsnittet af ferskvandsafstrømningen i 1989-97.

Sammenhængen mellem den samlede diffuse årlige tilførsel af fosfor til ferskvand (DP angivet i tons) og ferskvandsafstrømningen (Q) i perioden 1981-88 til 1997 kan beskrives ved:

$$DP = 0,0030 \cdot Q^{1,36} \quad R^2 = 0,83 \text{ (} P < 0,1\% \text{)}$$

Vurdering af de opstillede relationer

De fundne relationer giver en god beskrivelse af den diffuse tilførsel af henholdsvis kvælstof og fosfor, men kan dog ikke tage højde for, at der for fosfor kan ske en deponering af partikelbundet fosfor i afstrømningsfattige år, som kan føres ud til overfladevand i efterfølgende afstrømningsrige år. Begge funktionssammenhænge antyder, at den diffuse afstrømning af kvælstof og fosfor øges relativt mere end den tilsvarende forøgelse af ferskvandsafstrømningen. Ikke mindst for kvælstof må det forventes, at dette ikke er gyldig ved meget høje afstrømninger, da de kvælstofdepoter, der kan udvaskes vil blive udtømte. Det var tilsyneladende tilfældet i det meget våde år 1994, hvor kvælstofafstrømningen i det mere tørre 1995 var lavere end forventet.

Ved opstillingen af ovennævnte sammenhænge mellem diffus tilførsel og ferskvandsafstrømningen er det eksplicit antaget, at der ikke er nogen signifikant udviklingstendens i datamaterialet. Det er testet nedenfor om denne antagelse holder.

Kendall's trend test for de årlige tilførsler af kvælstof og fosfor

Der er foretaget en analyse for udviklingstendenser i tilførslen af kvælstof og fosfor til de marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger i perioden 1989 til 1997 med en Kendall trend test på vandføringsvægtede årskoncentrationer (se kapitel 5 for forklaring af metoden). Der anvendes vandføringsvægtede koncentrationer for at eliminere effekten af den varierende afstrømning fra år til år. Det skal understreges, at ni års data er undergrænsen for, hvad en Kendall trend test kræver. Testen viser, at der ikke er nogen statistisk signifikant trend for den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor (inklusive belastningen fra den spredte bebyggelse og inklusiv retention). Der er et fald for kvælstof, men det er ikke signifikant ($z=-1,61$ og $P=11\%$). Der er ligeledes antydning af et fald for fosfor, men med en meget lav sandsynlighed ($z=-0,358$ og $P=72\%$). Betragtes de samlede tilførsler via vandløb og direkte spildevandsudledninger til marine kystafsnit, er der ikke overraskende et signifikant stærkt fald for fosfortilførslerne ($z=-3,22$ og $P<0,1\%$). Der er til gengæld ikke noget signifikant fald for de tilsvarende tilførsler af kvælstof ($Z=-1,60$ og $P=11\%$), hvilket viser de diffuse kilders markante betydning for de samlede tilførsler via vandløb og direkte spildevandsudledninger til marine kystafsnit for kvælstof. Der er et fald ($Z=-1,789$ og $P=7,4\%$) i tilførslen af kvælstof med spildevand til ferskvand, og for den tilsvarende fosfortilførsel er der et signifikant fald ($Z-2,504$ og $P=1,2\%$). Det betyder, at det fald, der er målt i de vandføringsvægtede koncentrationer, primært kan tilskrives den forbedrede spildevandsrensning, medens der ikke kan påvises noget statistisk signifikant fald i den diffuse afstrømning af kvælstof og fosfor. Der er dog en ikke signifikant svagt faldende tendens for den samlede diffuse afstrømning. I afsnit 6.4 er der givet et estimat for årlige fald/stigninger i de vandføringsvægtede koncentrationer for de diffuse tilførsler for landet som helhed og for oplandene til hver af de ni 1. ordens kystafsnit.

6.4 Udvikling i vand- og stoftilførsel til hver af de ni 1. ordens marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997

Indledning

Som omtalt i afsnit 6.2 vil farvandsområderne Nordsøen og Kattegat modtage en større andel af de samlede tilførsler af ferskvand og næringsstoffer til marine kystafsnit i afstrømningsfattige år end i afstrømningsrige år. De modsatte er tilfældet for f.eks. farvandsområde Storebælt, Øresund og Sydlige Bælthav (bilag 6.4). Dette gælder også kvælstof- og fosfortilførslerne med de modifikationer, der blev omtalt i afsnit 6.2.

Kendall's test på udviklingstendenser i tilførslen fra hver af de ni første ordens kystafsnit

Der er gennemført en Kendall trend test på den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor til ferskvand i oplandene til hver af de ni 1. ordens marine kystafsnit og for den samlede tilførsel via ferskvand og direkte spildevandsudledninger af kvælstof og fosfor til hver af de ni 1. ordens kystafsnit (tabel 6.5). Den viser overordnet, at der er et signifikant fald i den samlede tilførsel af kvælstof via vandløb og direkte spildevandsudledninger til alle marine kystafsnit på nær til Nordsøen og et signifikant fald i de samlede fosfortilførsler til alle farvandsområder. Den diffuse kvælstoftilførsel er kun faldet signifikant i oplandet til Skagerrak, Storebælt og Sydlige Bælthav, dvs. 2 områder

hvor landbruget domineres af planteavl. Der er et ikke statistisk signifikant fald til de øvrige farvandsområder (tabel 6.5). Billedet for den diffuse fosfortilførsel er noget mere broget, idet der er et signifikant fald til Lillebælt og Øresund. Herudover er der et ikke statistisk signifikant fald til Storebælt, Østersøen og en ikke statistisk signifikant stigning til de øvrige farvandsområder.

Tabel 6.5 Kendall's trend test på udviklingen i henholdsvis den diffuse kvælstof- og fosfortilførsel (inklusive belastning fra spredt bebyggelse og inklusiv retention) og på den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor via vandløb og direkte udledninger. Testen er lavet på vandføringsvægtede koncentrationer. Fortegnet viser, om der er en stigende eller faldende udviklingstendens. '*' angiver om udviklingstendenser er signifikant, hvor * angiver at $5\% \leq P < 10\%$; ** angiver at $1\% \leq P < 5\%$ og *** angiver at $P < 1\%$. Hvor der ikke er angivet en P-værdi har den været $\geq 10\%$ og dermed ikke signifikant.

Farvandsområde	Kvælstof		Fosfor	
	Samlede tilførsel	Diffus afstrømning	Samlede tilførsel	Diffus afstrømning
Nordsøen	-	-	- ***	+
Skagerrak	- ***	-	- ***	+
Kattegat	- *	-	- ***	+
Nordlige Bælthav	- *	-	- **	+
Lillebælt	- **	-	- ***	- ***
Storebælt	- **	- **	- *	-
Øresund	- *	-	- **	- **
Sydlig Bælthav	- **	- **	- *	+
Østersøen	- *	-	- **	-

Ændring i retention og udledninger fra den spredte bebyggelse

Fosfortilførslen kan være svær at måle, idet den i høj grad er bundet til partikler og derfor kommer i pulse. Endvidere er der større og mindre søer i langt de fleste oplande, som enten tilbageholder eller frigiver fosfor. Tilstanden i en del søer har ændret sig gennem overvågningsperioden, således at de fra at tilbageholde fosfor i begyndelsen af overvågningsperioden, de seneste år har frigivet fosfor. Retentionen i søer i oplandene til de ni 1. ordens kystafsnit har da generelt også været faldende i løbet af overvågningsperioden både for kvælstof og fosfor (bilag 6.5). Dette er et resultat af dels faldende tilførsler (af vand og stof) til søerne og for fosfors vedkommende dels en konsekvens af tilstandsændring i flere af søerne i oplandene. Udledninger fra den spredte bebyggelse udgør en betydelig andel af den diffuse belastning til en del farvandsområder og disse udledninger er på landsplan blevet reduceret med godt 30% fra slutningen af 1980'erne til 1997. Der er derfor for tidligt at tolke på eventuelle udviklingstendenserne på den diffuse fosfortilførsel.

Relationer mellem den diffuse kvælstof- og fosfortilførsel og ferskvandsafstrømning for hver af de ni 1. ordens kystafsnit

Der er opstillet relationer mellem den diffuse tilførsel af henholdsvis kvælstof og fosfor og ferskvandsafstrømningen for hver af de ni 1. ordens marine kystafsnit (tabel 6.6). Der kan opstilles signifikant relationer mellem kvælstoftilførslen og afstrømningen for de ni farvandsområder ($P < 0,1\%$ i 8 tilfælde og $P < 1\%$ i et tilfælde). Disse simple relationer kan opstilles, selv om der for oplandet til Skagerrak, Storebælt og Sydlige Bælthav blev påvist en signifikant faldende udvikling i den diffuse kvælstoftilførsel. Der kan opstilles signifikant relationer mellem den diffuse fosfortilførsel og ferskvandsafstrømningen for alle oplande til farvandsområderne på nær til Østersøen. Generelt er signifikansniveauet dog lavere end for kvælstof (tabel 6.6). Den manglende signifikans for oplandet til Østersøen bunder i nogle mistænkelige værdier (ekstremt lave) for bl.a. 1989 og 1995. Generelt er der en større usikkerhed på opgørelserne af den diffuse tilførsel i 1989 og 1990 end længere henne i overvågningsperioden.

Tabel 6.6 Relationen mellem den diffuse kvælstof- (DN) og fosfortilførsel (DP) (inklusive spredt bebyggelse og inklusiv retention) og ferskvandsafstrømningen (Q) i oplandene til de ni 1. ordens kystafsnit i perioden 1989-1997. R^2 er korrelationskoefficienten og P-værdien sandsynligheden for at den opstillede relation er tilfældig. Relationen regnes statistisk signifikant for $P < 10\%$. Ved anvendelse af relationerne indsættes Q i millioner m^3 og DN og DP beregnes da i tons.

Farvandsområde	Kvælstof			Fosfor		
	DN =	R^2 (%)	P < (%)	DN =	R^2 (%)	P < (%)
Nordsøen	$Q^{1,17}$	90	0,1	$0,00089 \times Q^{1,48}$	58	1,7
Skagerrak	$Q^{1,33}$	89	0,1	$0,0010 \times Q^{1,89}$	70	1,0
Kattegat	$Q^{1,22}$	91	0,1	$0,0077 \times Q^{1,30}$	74	1,0
Nordlige Bælthav	$Q^{1,31}$	93	0,1	$0,0022 \times Q^{1,53}$	34	10
Lillebælt	$Q^{1,29}$	94	0,1	$0,078 \times Q^{1,10}$	84	0,1
Storebælt	$Q^{1,33}$	96	0,1	$0,046 \times Q^{1,14}$	67	1
Øresund	$Q^{1,39}$	59	1	$0,0073 \times Q^{1,55}$	37	8
Sydlige Bælthav	$Q^{1,54}$	91	0,1	$0,10 \times Q^{1,06}$	58	2
Østersøen	$Q^{1,42}$	94	0,1	$0,67 \times Q^{0,725}$	14	32

Årlig fald i den diffuse kvælstoftilførsel

Ved anvendelse af Sen's hældningsestimator (se forklaring i kapitel 5) er det årlige fald eller den årlige stigning i den diffuse kvælstof- og fosfortilførsel til ferskvand i hvert af oplandene til de ni 1. ordens marine kystafsnit samt for hele Danmark beregnet, udtrykt som et fald eller en stigning i den vandføringsvægtede koncentration (tabel 6.7). Hældningerne bør kun anvendes, hvor der med Kendall's trend test er påvist en signifikant udviklingstendens, jvf. tabel 6.5. Det bemærkes at særligt i oplandet til Storebælt, Øresund og Sydlige Bælthav har der været et kraftigt årligt fald i den vandføringsvægtede diffuse kvælstofkoncentration på 0,61 til 0,65 $mg N l^{-1} \text{ år}^{-1}$ eller knap 5 $mg N l^{-1}$ fra 1989 til 1997. Det er i disse oplande, at landbruget er domineret af planteavl, som har haft de største reduktioner i udvaskningen af kvælstof (Grant et al., 1998). Trendanalysen viser også et signifikant fald i den diffuse kvælstoftilførsel for netto disse farvandsområder (tabel 6.5). På landsplan giver analysen en reduktion på knap 1,5 $mg N l^{-1}$ fra 1989 til 1997. I denne periode er kvæl-

stofretentionen i søer faldet med 5.000-6000 tons svarende til et fald i den vandføringsvægtet koncentration på knap 0,7 mg N l⁻¹. Udledningerne fra spredt bebyggelse er reduceret svarende til et fald på ca. 0,1 mg N l⁻¹. Det resterende fald på 0,7 mg N l⁻¹ (0,09 mg N l⁻¹ år⁻¹) stammer fra en reduktion i den diffuse tilførsel fra de dyrkede arealer og baggrundsbidrag på 7-9% samt fra usikkerheder ved dette overslag.

Tabel 6.7 Den årlige ændring (fald angivet med et "-" tegn, stigning med et "+" tegn) i den diffuse kvælstof- og fosfortilførsel (inklusive spredt bebyggelse og inklusiv retention) i oplandene til de ni 1. ordens kystafsnit i perioden fra 1989 til 1997 angivet i mg l⁻¹ år⁻¹ estimeret med Sens hældningsestimator. De angivne årlige ændringer bør kun anvendes for de oplande, hvor Kendall's trend test har vist en signifikant trend, jvf. tabel 6.5, og de er angivet med fed i tabellen.

Farvandsområde	Årlig ændring kvælstof	Årlig ændring fosfor
	mg N l ⁻¹ år ⁻¹	mg P l ⁻¹ år ⁻¹
Nordsøen	-0,045	+0,003
Skagerrak	-0,24	+0,005
Kattegat	-0,12	+0,003
Nordlige Bælthav	-0,24	+0,009
Lillebælt	-0,30	-0,007
Storebælt	-0,65	-0,004
Øresund	-0,61	-0,021
Sydlig Bælthav	-0,62	+0,003
Østersøen	-0,30	-0,007
Danmark	-0,184	-0,001

Årlig udvikling i den diffuse fosfortilførsel

For den diffuse fosfortilførsel findes små fald i oplandet til Nordsøen, Skagerrak, Kattegat samt Nordlige og Sydlige Bælthav og svage stigninger i oplandet til de resterende farvandsområder (tabel 6.7), men kun for oplandet til Lillebælt og Øresund er de beskrevne udviklingstendenser signifikante.

6.5 Fremtidig tilførsler af kvælstof og fosfor til marine kystafsnit

Betydning af ferskvandsafstrømningen

Det er tidligere i dette kapitel påvist at ferskvandsafstrømningen er styrende for størrelsen af den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor. Ved en vurdering af en fremtidig tilførsel af næringsstoffer til de marine kystafsnit forudsættes derfor at ferskvandsafstrømningen vil være sammenlignelig med gennemsnittet for overvågningsperioden 1989-97. I de efterfølgende overvejelser er der forudsat en uændret udledning kvælstof fra spildevand i de kommende år.

Effekten af forskellige handlingsplaner for kvælstoftilførslen til de marine kystafsnit

Det forventes, at der kan måles en effekt af de tiltag, der er gennemført med Vandmiljøplan (VMP) I og II, bæredygtigt landbrug mv. i relation til den diffuse kvælstoftilførsel. I *Iversen et al. (1998)* skønnes

effekten af disse virkemidler, at medføre en reduktion i kvælstoftransporten i vandløb med 20.000-28.000 tons i 2002/2003, men da der sker en vis kvælstofomsætning specielt i søer, skønnes kvælstoftilførslen til de marine kystafsnit kun at blive reduceret med ca. 18.000-25.000 tons. Til sammenligning er der tilført knap 91.000 tons kvælstof via vandløb og direkte spildevandsudledninger som gennemsnit for perioden 1989-97 (tabel 6.2). I denne værdi er der muligvis indeholdt en beskedent reduktion i den diffuse tilførsel fra 1989 til 1997. Det er forudsat i disse beregninger, at effekten af VMP II tiltag overfor markbidraget og effekten af skovrejsning og ændret landbrugsdrift kun er slået ca. 60% igennem i vandløbene i år 2002/2003 (bl.a. grundet forsinket respons, da en del af tilførslen til vandløbene sker via grundvand), mens effekten af våde enge straks slår igennem i vandløbene. Størrelsen af reduktion i kvælstoftilførslen vil regionalt variere meget, men der kan forventes at ske en reduktion i kvælstoftilførslerne i størrelsesordenen 20-25% (korrigeret for variationen i ferskvandsafstrømningen) i forhold til de samlede kvælstofudledninger via vandløb og direkte spildevandsudledninger i perioden 1989-97. Sammenlignes i stedet med et gennemsnit af den diffuse afstrømning (inklusive spredt bebyggelse) i perioden 1989-97 tillagt spildevandsudledningerne i 1997, hvilket giver en tilførsel på 82.200 tons kvælstof til de marine kystafsnit, forventes en reduktion på 22-30% i den samlede kvælstoftilførsel via vandløb og direkte udledninger til de marine kystafsnit.

Der kan ikke gives noget skøn for udviklingen i fosfortilførslen til de marine kystafsnit

Med hensyn til den diffuse fosforbelastning vil der i de kommende år være modsatte tendenser. Den øgede P-status i landbrugsjorde, der er et resultat af manges år netto tilførsel af fosfor til de dyrkede arealer, giver en risiko for en øget diffus fosfortilførsel til ferskvand. Nogle af virkemidlerne til reduktion i udvaskningen af kvælstof kan til gengæld også medføre en reduceret diffus fosforbelastning til ferskvand. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at afgøre, hvilke af disse forhold, der har størst betydning, men helt afgørende vil det være, hvis mængden af vintervedbør stiger. Det vil øge den diffuse fosfortilførsel. På spildevandsområdet er der allerede opnået meget store reduktioner i udledningerne, men sker der yderligere reduktioner i f.eks. udledninger fra spredt bebyggelse, vil det få betydning for fosfortilførslen til marine kystafsnit, da denne kilde de seneste år har udgjort 15-20% af de samlede fosfortilførsler til ferskvand.

6.6 Udvikling i sæsonvariationer i tilførslerne til de marine kystafsnit i perioden 1989 til 1997

For få måleår til at gennemføre statistiske tests

Som omtalt i indledningen findes der kun månedstilførsler af kvælstof og fosfor til de marine kystafsnit for perioden 1991-1997, hvorfor det ikke er muligt at lave en Kendall's trend test for udviklingen i sæsonvariationen. Da tilførslen til de marine kystafsnit med kvælstof og fosfor hænger ret tæt sammen med ferskvandsafstrømningen hertil (høj ferskvandstilførsel giver høj kvælstoftilførsel, se figur 6.2 og 6.6) kan denne anvendes som et fingerpeg på, om der kan påpeges nogle udviklingstendenser (se tabel 6.4 i bilag 6.1).

4. kvartal har været afstrømningsfattig i overvågningsperioden

Ferskvandsafstrømningen i perioden 1989-97 været 298 mm mod normal 326 mm (perioden 1971-90). Afstrømningen i vinterperioden (december til marts) har været 3 mm højere i perioden 1989-97 end normalen, men har ellers været lavere end normalen specielt i 4. kvartal (efteråret), hvor den har været 15% lavere. Samtidigt har vintertemperaturen været 2,5 °C højere end i 1980'erne. Dette kunne samlet lede til en større mineralisering i jorden og en større udvaskning af nitrat om vinteren og i det tidlige forår i overvågningsperioden. Der har gennem perioden ikke været nogen statistisk signifikant trend i ferskvandsafstrømningen, da år til år variationerne langt overgår en eventuel trend.

6.7 Sammenfatning

Lave tilførsler til de marine kystafsnit i 1997 og beskedne sæsonvariation

Tilførslen af ferskvand, kvælstof, fosfor og organisk stof via vandløb og direkte spildevandsudledninger var i 1997 5-10% højere end de meget lave tilførsler i 1996 og dermed de næstmindste af de ni overvågningsår. Der blev tilført 8.900 millioner m³ ferskvand, 50.100 tons kvælstof, 1.850 tons fosfor og 32.500 tons BOD₅ (inklusive udledninger fra havbrug). Det var især i første kvartal af 1997, at tilførslerne til de marine kystafsnit var usædvanligt lave og tilførslerne udviste kun en beskedne sæsonvariation.

Kilder til tilførslen til de marine kystafsnit

Den diffuse afstrømning er hovedkilden (godt 80% i 1997) til kvælstoftilførslen til de marine kystafsnit, mens spildevandsudledninger stadig er hovedkilden (knapt 80% i 1997) for fosfortilførslen. Tages der højde for retention i oplandet udgør den diffuse tilførsel af kvælstof 85% af den samlede tilførsel mod kun 25% for fosfor.

Udviklingstendenser i tilførslerne i perioden 1989-97

Der har været en meget markant reduktion i de samlede udledninger af spildevand fra slutningen af 1980'erne til 1997, nemlig 65% for kvælstof, 85% for fosfor og 65% for BOD₅. Herved er betydningen af de diffuse kilder generelt steget. En test for udviklingstendenser viser også et signifikant fald i de samlede udledninger til de marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger for fosfor, men ikke for kvælstof i perioden 1989 til 1997. Faldet i fosfor skyldes altså den kraftige renseindsats overfor spildevandsudledninger. Der kan ikke påvises noget signifikant fald i den samlede diffuse tilførsel (inklusive belastning fra spredt bebyggelse og retention) af hverken kvælstof eller fosfor, men der er en tendens til fald for kvælstof. Der er dog en faldende tendens i overvågningsperioden (1989-97), hvor det beregnede fald skyldes lavere retention i søerne, reducerede spildevandsudledninger fra spredt bebyggelse (ca. 30%) samt en reduktion i tilførselsen fra dyrkede arealer og baggrundsbidrag som ud fra den foretagne analyse skønnes at være på ca. 8% i forhold til et normaliseret 1989-niveau. For de ni 1. ordens kystafsnit har der været et signifikant fald i den diffuse kvælstofafstrømning til Skagerrak, Storebælt og til Sydlige Bælthav, hvor to af oplandene er præget af planteavl, og i den diffuse tilførsel af fosfor til Lillebælt og Øresund, hvilket bl.a. kan skyldes reduktionen i udledninger fra spredt bebyggelse. Der kan ikke påvises statistisk signifikante ændringer i sæsonvariation i tilførsler af ferskvand eller næringsstoffer til de marine kystafsnit, dog har tilførslerne i perioden 1989-97 generelt været lavere i 4. kvartal i forhold til normalen og lidt lavere i 2. og 3. kvartal.

*Fremtidig udvikling i
tilførslerne til de marine
kystafsnit*

Det skønnes at tiltagene i Vandmiljøplan I og II samt øvrige hidtil vedtagne virkemidler overfor landbruget i år 2002/2003 vil reducere kvælstoftilførslen via vandløb og direkte spildevandsudledninger med 20-30% i forhold til den gennemsnitlige diffuse tilførsel i perioden 1989-97 tillagt spildevandsudledningerne i 1997 ved uændrede afstrømningsforhold i forhold til gennemsnittet af perioden 1989-97 samt ved uændrede spildevandsudledninger i forhold til 1997. Der kan ikke gives nogen vurdering af om fosfortilførslerne til de marine kystafsnit vil ændre sig ud over, hvad yderligere reduktioner i spildevandstilførslerne kan betinge, idet der er faktorer, der kan give en stigende diffus fosforafstrømning, og andre der kan medvirke til en reduktion heraf.

7 Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgelsers nationale rapporter vedrørende resultaterne af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997

Kvælstof

1997 var i lighed med 1996 et 'tørt' år med ringe nedbør og ferskvandsafstrømningen i vandløbene var derfor kun ca. 2/3 af gennemsnittet for perioden 1989-96. Kvælstoftransporten i vandløb er meget afhængig af vandafstrømningen, og den samlede kvælstoftilførsel med vandløb til de marine områder i 1997 var derfor kun 45.400 tons N mod gennemsnitlig 84.200 tons i perioden 1989-96. De marine områder tilførtes derudover 4.400 tons N via direkte spildevandsudledninger. Størstedelen af kvælstoftilførslen til vandløb og dermed den landbaserede kvælstoftilførsel til de marine områder kan stadig tilskrives dyrkningsbetingede tab fra landbrugsjord.

Der er gennemført en række tiltag for at mindske den landbrugsrelaterede kvælstofforurening.

Således er den samlede tilførsel af handelsgødning faldet fra 392 mill. kg N i 1985 til 282 mill. kg N i 1997. Tilførsel af husdyrgødning er faldet fra 260 mill. kg N til 228 mill. kg N i samme periode. Faldet skyldes bedre udnyttelse af foderet. Nettotilførslen af kvælstof, dvs. forskellen mellem tilført og høstet kvælstof, udgjorde 134 kg N/ha i 1985 og 90 kg N/ha i 1997 og er beregnet ved lineær regression over hele perioden faldet med 23%.

Detaljerede undersøgelser i 6 landovervågningsoplande viser, at der i perioden 1990-97 er sket forbedringer i landbrugspraksis. Overgødskningen er mindsket, og handelsgødningsforbruget er reduceret, således at udnyttelsen af husdyrgødning er forbedret med ca. 31%-point. I 1997 blev minimumskravet til udnyttelse af husdyrgødning dog ikke opfyldt på ca. 12% af ejendommene, som anvendte husdyrgødning, og der blev overgødet på ca. 20% af arealet. Overgødskningens størrelse er dog reduceret væsentligt. Kvælstofudvaskningen fra rodzonen er beregnet med en empirisk model. En beregning for alle markerne i oplandene for de 8 driftsår ved normaliseret klima viser en reduktion i udvaskningen på ca. 23-25% fra 1989/90 til 1996/97.

I vandløbene ses ikke en reduktion af tilsvarende omfang. Når der søges taget højde for den naturligt klimatisk betingede variation, vurderes kvælstoftransporten i vandløb, der afvander dyrkede områder uden spildevandsudledninger, kun at være faldet med i gennemsnit ca. 7% siden 1989. De gennemførte forbedringer på landbrugsområdet og den reducerede udvaskning fra rodzonen har dermed endnu ikke ført til en markant generel reduktion i den landbaserede tilførsel af kvælstof til de marine områder.

Fosfor

Den samlede landbaserede tilførsel af fosfor med vandløb og via direkte spildevandsudledninger var i 1997 1820 t P og dermed den lavest målte siden midten af 1980'erne, hvor tilførslerne var ca. 10.000 tons P. Reduktionen kan tilskrives den forbedrede spildevandsrensning.

De marine områder

Åbne farvande

Omsætningen af næringsstoffer i store lukkede fjorde har stor betydning for, hvor stor en andel af den landbaserede næringsstofftilførsel der når frem til de åbne farvande. Tilbageholdelsen af kvælstof i Limfjorden, Ringkøbing, Nissum og Mariager fjorde var i gennemsnit for perioden 1990-96 af størrelsesordenen 40% af tilførslen fra land til fjordene, mens fjordene eksporterede omtrent dobbelt så meget fosfor til de åbne farvande, som de fik tilført fra land. Eksporten af fosfor fra fjordenes sedimenter medfører, at fosforbelastningen til Kattegat ikke, som i andre farvande, er reduceret signifikant.

Kvælstofdepositionen fra atmosfæren udgør i gennemsnit for perioden 1990-96 ca. 30% af den samlede kvælstoftilførsel til Kattegat og Bælthavet og 13% af den samlede kvælstoftilførsel til Øresund. Atmosfæredepositionen af kvælstof er i sommerperioden maj-september af samme størrelse eller større end tilførslen fra land i Kattegat og Bælthavet og får derved stor betydning for primærproduktionen.

Fosforkoncentrationerne i overfladen i de danske farvande er faldet signifikant i perioden 1989-97 i takt med udbygningen af spildevandsrensningen. I de indre farvande ses i samme periode et fald i kvælstofkoncentrationerne svarende til udviklingen i nedbør og afstrømning. Endelig er silikatkoncentrationerne faldet over en længere periode. I overensstemmelse med de faldende næringsstoffkoncentrationer viser udviklingen i alge- og dyreplanktonbiomassen og primærproduktionen en klar nedgang i de frie vandmassers biologiske aktivitet.

I 1997 var iltforholdene ligesom i 1996 relativt gode i de åbne farvande. Trend analyser af udviklingen i sensommer-efterår viser et fald i iltindholdet fra 1970erne til slutningen af 1980erne. Derefter er der observeret en signifikant stigning i perioden 1989-97 i efterårets iltkoncentration i det sydlige Kattegat og Øresund, mens dette ikke er tilfældet i det sydlige Bælthav. I forårsperioden er iltindholdet steget signifikant i Bælthavet i perioden 1989-97. Modelberegninger viser, at en vedvarende reduktion i den direkte kvælstoftilførsel til de indre farvande vil forbedre iltforholdene markant, men vil ikke forhindre, at der stadig kan optræde iltsvind i udsatte områder, især i ugunstige år. Vindblandingen i efteråret har stor indflydelse på, hvor lave iltkoncentrationerne når at blive i det enkelte år.

Udbredelsen af ålegræs er kraftigt reduceret siden 1900 som følge af

øget næringsstofftilførsel. Ålegræssets dybdegrænse i de enkelte farvandsområder har ikke udvist generelle tendenser til stigning eller fald gennem perioden 1989-97. I 1997 steg ålegræssets maksimale dybdegrænse dog i mange kystområder, og det var ofte nyspirede planter, der udgjorde dybdegrænsen.

Det generelle mønster i udviklingen i bundfaunaens individtæthed og biomasse er to-toppet med høje værdier først i 1980'erne og først i 1990'erne. Det observerede mønster er en kombination af variation i primærproduktionen og begrænsninger som følge af arternes livshistorier, f.eks. levealder. Iltmangel kunne på de 4 analyserede stationer med lange tidsserier forklare reduktioner efter 1988 og 1992 i Arkona Havet og efter 1988 i det sydøstlige Kattegat.

De danske fjorde

De danske fjordes miljøtilstand udviste i 1997 et positivt respons på den reducerede næringsstofftilførsel, forårsaget af udbygget spildevandsrensning i kombination med meget lav afstrømning og dermed lav diffus tilførsel i 1996 og 1997. Sammenfaldende med lave næringsstofkoncentrationer blev der således frem til sensommeren 1997 i de fleste fjorde registreret mindre planteplankton, større sigtdybde, større dybdeudbredelse af bundvegetation og færre enårige alger end i årene før 1996.

Den usædvanligt varme og stille sensommer 1997 betød til gengæld udbredt iltsvind i mange fjorde. Dette medførte stor frigivelse af næringsstoffer fra bunden og i mange fjorde en kraftig opblomstring af planteplankton og enårige alger. De udbredte iltsvind medførte også, at bunddyrene gik tilbage i mange fjordområder.

Ingen af de danske fjordområder opfylder de målsætninger, der er fastsat i amternes planer for vandområdernes miljøtilstand. Målsætningerne kan først forventes opfyldt ved en vedvarende reduktion i de diffuse kilder, samtidig med at de interne næringsstofpuljer i sedimenterne efterhånden reduceres.

Vandløbenes miljøtilstand

Vandløbenes miljøtilstand i 1997 var, bedømt ud fra sammensætningen af smådyr, ikke signifikant forskellig fra tidligere år.

Søernes miljøtilstand

I 19 af de 37 søer, der overvåges, er der siden 1989 konstateret et signifikant fald i fosforkoncentrationen. Denne forbedring kan forklares ved en mindre fosfortilførsel til søerne, specielt er fosfortilførslen fra spildevand reduceret markant til mange af søerne. Faldet i fosforkoncentrationer kan nu også i de fleste af disse søer registreres i et tilsvarende fald i mængden af planteplankton. Vandets klarhed er således også øget i 10 af de 37 søer. Sammensætningen af planteplanktonet er tilsvarende ændret mod typer, der er knapt så fosforkrævende i flere af søerne. Blågrønalgerne er således forsvundet fra

en række søer. I andre søer er blågrønalgerne dog tiltaget i mængde. Dette er dog en naturlig følge af, at reduktionen i fosforkoncentrationen i disse søer endnu ikke er tilstrækkelig til, at blågrønalgerne ikke kan klare sig. I flere af søerne har ændringer i den biologiske struktur (bl.a. fiskesammensætningen) også haft afgørende indflydelse på stofomsætningen og vandkvaliteten.

8 Referencer

Allerup, P., Madsen, H. og Vejen, F. (1998): Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner. Danish Meteorological Institute, Technical Report, 98-10, 18 sider.

Andersen, A. og Højbye, J. (1990): Korrelationsmetoder til estimering af daglige vandføringer. Hedeselskabets Forskningsvirksomhed. Beretning nr. 45.

Bruhn, A. & Kronvang, B. (1991): Redskab til analyse af udviklingstendenser i koncentration og transport af kvælstof i vandløb. Arbejdsrapport til Miljøstyrelsen fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi.

Cappelen, J. (1997): Danmarks Klima 1996. Danmarks Meteorologiske Institut 1997.

Cappelen, J. og Jørgensen, B. (1998): Danmarks Klima 1997. Danmarks Meteorologiske Institut, 108 sider.

Ellermann, T., Hertel, O., Kemp, K., Manscher, H. & Skov, H. (1998): Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU (i trykken).

Frich, P., Rosenørn, S., Madsen, H., & Jensen, J.J. (1997): Observed Precipitation in Denmark, 1961-90. Danmarks Meteorologiske Institut, Technical Report 97-8.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Laubel, A.R., Paulsen, I., Jensen, P.G. & Rasmussen, P. (1998): Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. 156 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 252

Højbye, J. (1991): Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1990. Publikation nr 9 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet.

Iversen, T.M., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Skov, E., Jensen, J.J., Hasler, B., Andersen, J., Hoffmann, C.C., Kronvang, B., Mikkelsen, H.E., Waagepetersen, J., Kyllingsbæk, A., Poulsen, H.D. og Kristensen, V.F. (1998): Vandmiljøplan II - faglig vurdering. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljø- og Energiministeriet, 44 sider.

Jensen, J.P., Lauridsen, T., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Agerbo, E. & Sortkjær, L. (1998). Ferske vandområder - søer, Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. 104 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 251.

Kirkegaard, J., Wiberg-Larsen P., Jensen J., Iversen T.M. & Mortensen E. (1992): Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. Metode til anvendelse på stationer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 5, 22 s.

Kronvang, B., Jensen, J.P., Pedersen, M.L. Müllker-Wohlfeil, D.-K., Larsen, S.E., Wiggers, L., Kronquist, H., Ringsborg, O., Tornbjerg, H. (1998): Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplade NOVA 2003. Udkast til Teknisk anvisning. Danmarks Miljøundersøgelser.

Larsen, S.E. (1996): En statistisk testprocedure til analyse af udviklingstendenser i tidsserier af vandkvalitetsdata, Upubliceret notat fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. For Vandløbsøkologi.

Larsen, S.E., Kronvang B., Windolf, J. & Svendsen L.M. (1998): Trends in diffuse nutrient concentrations and loadings in Denmark: Statistical trend-analysis of stream monitoring data. Conference proceeding: 3rd International Conference on Diffuse Pollution. IAWQ, 1998.

Mikkelsen, H.E. & Olesen, J.E. (1991): Sammenligning af metoder til bestemmelse af potentiel vandfordampning. Tidsskrift for Planteavl's Specialserie: Statens Planteavlsforsøg, 67 s. - Beretning nr. S2157, 1991.

Miljøstyrelsen (1993): Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993-97. Redegørelse nr. 2, 1993.

Miljøstyrelsen (1997): Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 1998 af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen (1998): Punktkilder 1997. Orientering fra Miljøstyrelsen 1997 (i tryk).

Olesen, N.B. & Svendsen, L.M. (1995): Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. 62 sider.- Faglig rapport fra DMU nr. 138.

Svendsen, L.M. (1998): Input of Nutrients to OSPAR and HELCOM Marine Areas from Land-based Sources in Denmark. NIVA Unpubl. Note for HARP-Conference, Jan., 1998, 20 s.

Svendsen, L.M. og Hansen, C.D. (1996): Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til marine kystafsnit via vandløb. I Windolf, J (ed): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser - Faglig rapport fra DMU nr. 177: 115-138 og 208-214.

Windolf, J. (Eds, 1996): Ferske Vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Faglig rapport nr. 177 fra Danmarks Miljøundersøgelser.

Windolf, J., Svendsen, L.M., Kronvang, B., Skriver, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Baatrup-Pedersen, A., Iversen, H.L., Erfurt, J., Müller-Wohlfeil, D og Jensen, J.P (1997): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996. Danmarks Miljøundersøgelser. 112 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 214.

Ærtebjerg, G., Carstensen, J., Conley, D., Dahl, K., Hansen, J., Josefson, A., Kaas, H., Markager, S., Nielsen, T.G., Rasmussen, B., Krause-Jensen, D., Hertel O., Skov, H. & Svendsen, L.M (1998): Marine områder. Åbne farvande - status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 254.

9 Oversigt over amtsrapporter i 1998 - Vandløb og kilder

BORNHOLMS AMT

Nielsen, K., 1998: Vandløb og kilder 1997. Teknisk Forvaltning, 22 sider + bilag.

Nielsen, K., 1998: Afstrømning af Nitrat-N opgjort på hydrologisk år. Teknisk Forvaltning. Notat.

FREDERIKSBORG AMT:

Lindhardtzen, M., Jacobsen, B.Aa. & Jørgensen, F. 1998: Vandløb og kilder - tilstand og udvikling 1997. Teknik og Miljø, 115 sider. ISBN 87-7781-153-4.

FYNS AMT:

Tornbjerg, N.H., Pedersen, S.E. & Larsen, F.G. 1998: Vandløb 1997. Natur- og Vandmiljøafdelingen, 67 sider + bilag. ISBN 87-7343-348-9.

Karsen, F.G. 1998: Biologisk overvågning af 26 fynske vandløbsstationer 1989-1997. Natur- og Vandmiljøafdelingen. Notat.

Fyns Amt 1998: Vedr. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997 - Bemærkninger til skemaendberetning af belastningsopgørelser og kildeopsplitning. Notat.

KØBENHAVNS AMT:

Københavns Amt, 1998: Overvågning af vandløb 1997. Teknisk Forvaltning, 39 sider + bilag.

KØBENHAVNS KOMMUNE:

Københavns Kommune, 1998: Miljøtilstanden i vandløb 1997. Miljøkontrollen, 26 sider + bilag.

NORDJYLLANDS AMT:

Nordjyllands Amt, 1998: Vandløb og kilder, 1997. Miljøkontoret, 62 sider + bilag. ISBN 87-7775-338-0.

RIBE AMT:

Jepsen, E.O. & Kolenda, L. 1998: Vandløb og kilder 1997. Natur- og grundvandsafdelingen. 47 sider + bilag. ISBN 87-7342-875-2.

RINGKJØBING AMT:

Ringkøbing Amt, 1998: Vandløb og kilder, 1997. Vandmiljøafdelingen. 27 sider + bilag.

ROSKILDE AMT:

Kristensen, A. G., Rasmussen, J.V. & Helmgaard, P., 1998: Vandløb og kilder 1989-97. Teknisk Forvaltning, Vandmiljø- og Naturkontoret, 72 sider + bilag. ISBN 87-7800-287-7.

STORSTRØMS AMT:

Storstrøms Amt, 1998: Vandløb og kilder. Overvågningsdata 1997. Teknik- og Miljøforvaltningen, Vandmiljøkontoret, 56 sider + bilag.

Storstrøms Amt, 1998: Udviklingstendenser i transporten af kvælstof ved fire stationer i Storstrøms Amt 1997/98. Teknik- og Miljøforvaltningen. Vandmiljøkontoret. Notat.

SØNDERJYLLANDS AMT:

Sønderjyllands Amt, 1998: Vandløb og kilder. Teknisk Forvaltning, Miljøområdet 24 sider + bilagsrapport.

VEJLE AMT:

Vejle Amt, 1998: Nitrat-N på det hydrologiske år 1997/98. Teknik og Miljø. Notat

Jensen, H.Aa., Andersen, B, Christensen, I.G. & Møller, P.H. 1998: Kilder og Vandløb, 1997. Vandkemi og stoftransport. Teknik og miljø, 142 sider + bilag. ISBN 87-7750-50-390-2

VESTSJÆLLANDS AMT:

Vestsjællands Amt, 1998: Notat vedrørende kvælstofudviklingen på hydrologiske år frem til juni 1998.

Vestsjællands Amt, 1998: Vandløb, kilder og stoftransport, 1997. Natur & Miljø, 75 sider + bilag.

VIBORG AMT:

Jensen, H.E. & Nykrog, J., 1998: Vandløb og kilder, 1997. Miljø og teknik, 53 sider + bilag.

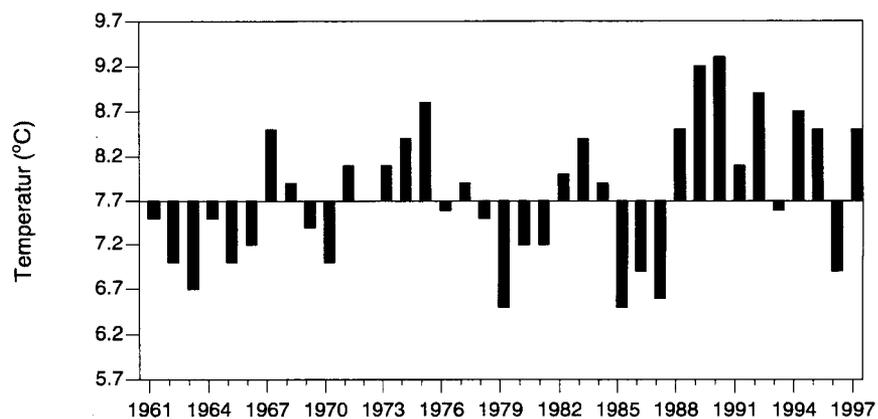
ÅRHUS AMT:

Wiggers, L., 1998: Vandløb og kilder. Vandmiljøovervågning 1997. Natur & Miljø, 94 sider + bilag. ISBN 87-7206-021-8.

Wiggers, L. 1998: Udviklingen i kvælstofafstrømningen. Notat.

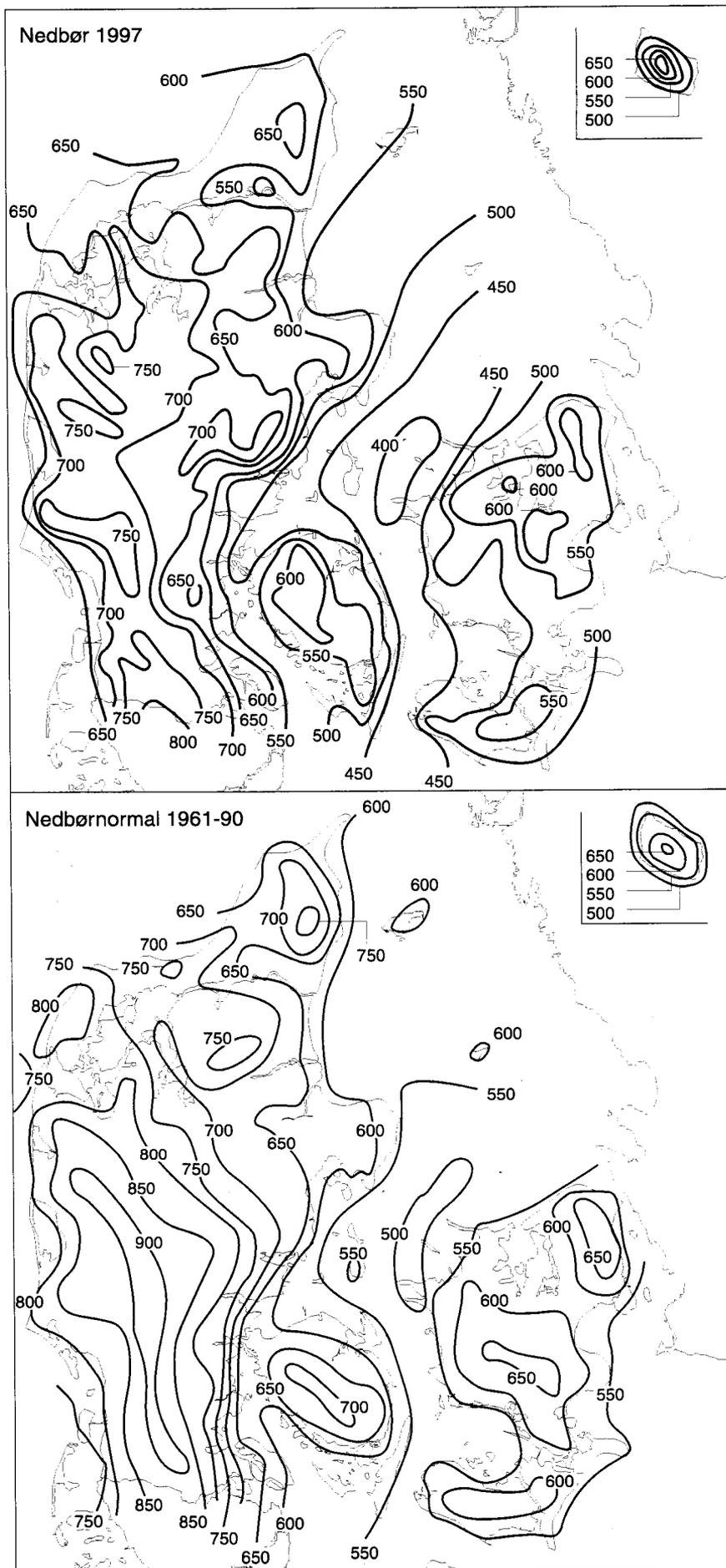
Bilag

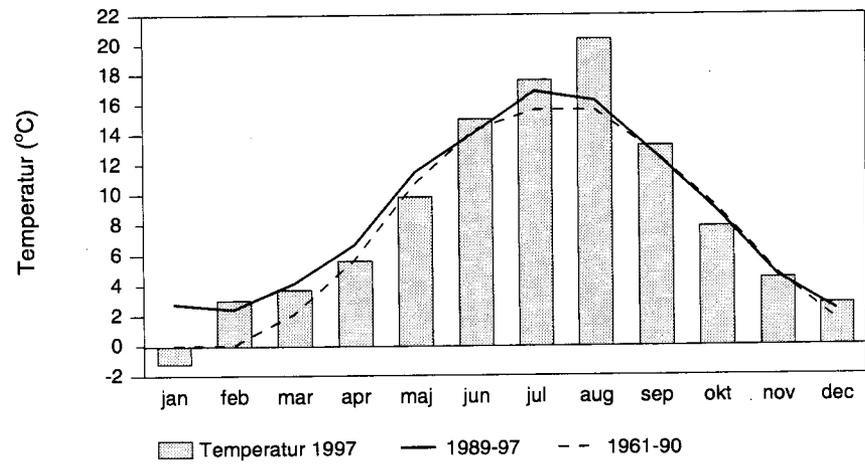
Bilag 2.1



Figur 2.1 Årsmiddeltemperaturen siden 1961 angivet absolut og som en afvigelse fra normalen på 7,7 °C.

Figur 2.2 Nedbørsfordelingen i 1997 (øverst) og normalt (middel for 1961-90). Efter Cappelen og Jørgensen (1998).





Figur 2.3 Månedsmiddeltemperaturen i 1997. Sammenlignet med midlen var overvågningsperioden 1989-97 og normalen 1961-90.

Bilag 2.2

Metode til opgørelse af ferskvandsafstrømningen

Ferskvandsafstrømningen fra Danmark til de omkringliggende farvande opgøres ud fra 67 nedbørsområder, som landet er opdelt i.

Ved opgørelsen på nedbørsområder til 2. ordens farvandsområder er oplandene inddelt i 3 kategorier:

1. Målte oplande.

Oplande hvor afstrømningen er beregnet ved en kontinuert registrerende målestation i 1995 (referencestation).

2. Umålte oplande, type A.

Oplande nedstrøms målte oplande i samme vandløbssystem. Afstrømningen herfra er beregnet ved arealproportionering ud fra referencemålestationen i vandløbssystemet. Denne fremgangsmåde er nærmere behandlet i Høybye, J. (1990).

3. Umålte oplande, type B.

Oplande uden målestationer. Afstrømningen fra det enkelte nedbørsområde er beregnet ud fra en referencemålestation beliggende i samme nedbørsområde.

I hvert nedbørsområde, inden for det enkelte 2. ordens farvandsområde, er der således valgt mindst en station til beskrivelse af områdets afstrømning.

Det målte opland (kategori 1) udgør 43% af landets areal. Umålt opland type A udgør 12 %, og umålt opland type B udgør de resterende 45 %.

Den samlede ferskvandstilstrømning til de danske farvande er opgjort for 1997 på både 1. og 2.ordens farvandsområder. Opgørelsen er foretaget på månedsbasis. Den detaljerede afstrømningsopgørelse findes i bilag 2.Æ.

I Høybye, J. (1991) er det anslået, at usikkerheden på årsmiddelaflstrømningen fra et vandløbssystem med en fast målestation og umålt opland af type A, er ca. 5 %. I Andersen og Høybye (1990) er det fundet, at usikkerheden på afstrømning ved arealproportionering ud fra målte nabooplände er op til 3 gange usikkerheden på målte oplande. Den samlede usikkerhed på årsmiddelaflstrømningen fra umålte oplande, type B, beregnet ved arealproportionering antages således at være ca. 15 %. Der indgår 67 nedbørsområder i opgørelsen, hvoraf 45 % af det samlede areal er type B. Usikkerheden på den samlede tilstrømning til de danske farvande i 1997 kan således anslås til:

$$CV = (0,45*15\% + 0,55*5\%)*67^{0,5} = 1,2 \%$$

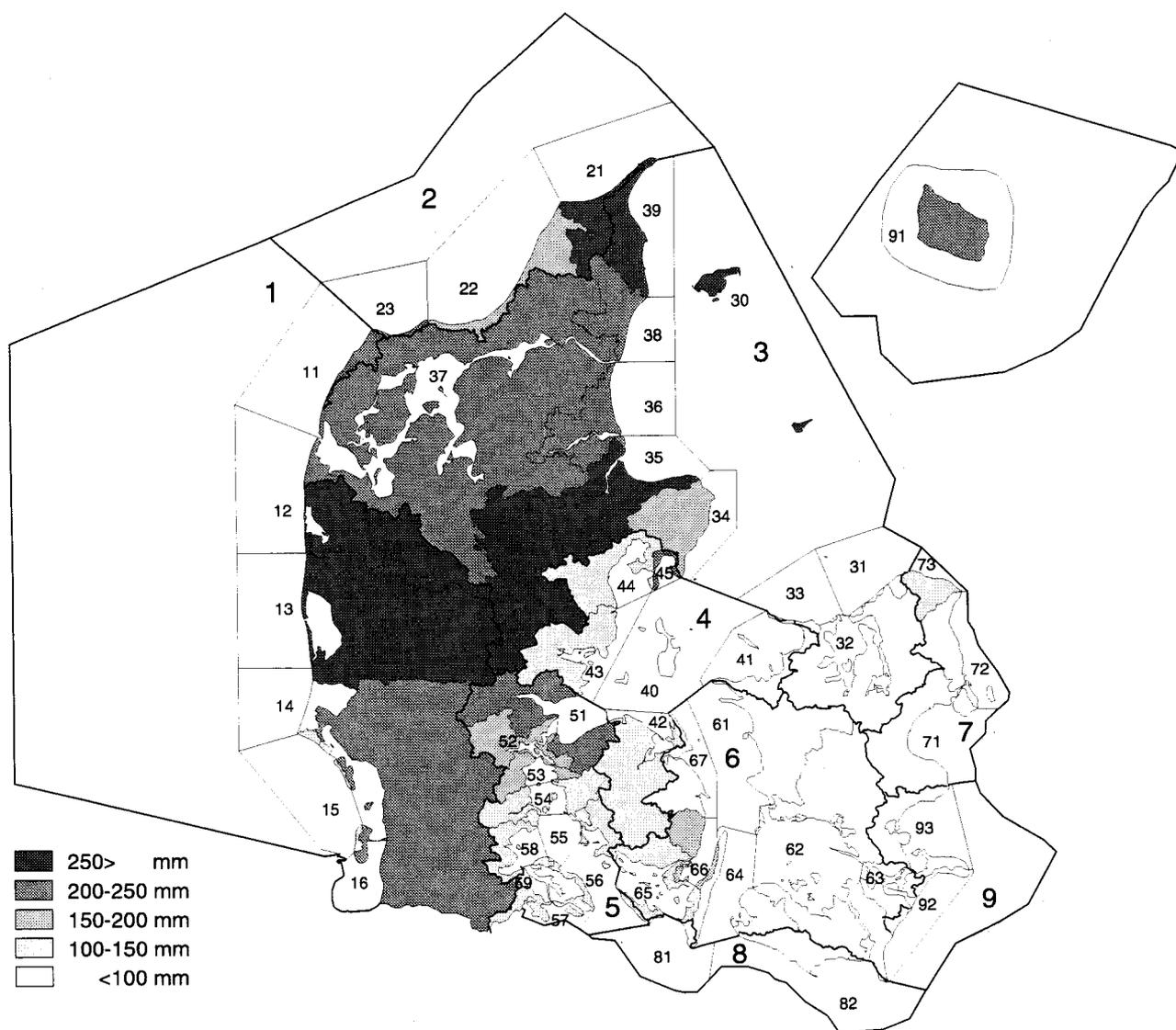
Opgørelse af ferskvandstilstrømning til indre danske farvande 1997

Tilstrømningen af ferskvand til farvandsområderne er opgjort på baggrund af døgnmiddelvandføringen ved 94 udvalgte vandføringsstationer, jf bilag 2.5.

De udvalgte målestationer er primært valgt blandt de stationer der indgår i fagdatacentrets nationale net af hydrometristationer og blandt målestationer, der indgår i overvågningsprogrammets net af nationale stoftransportstationer. Der er delvis sammenfald i de to stationsnet. Der er enkelte undtagelser fra dette kriterium i 1. ordens vandløb, hvor der ikke er målestationer fra de nævnte net. Stationerne er udvalgt for at opnå et grundlag for opgørelsen, som er mindst muligt påvirket af ændringer i målestationsnettet fra år til år. Det bør tilstræbes at anvende det samme datagrundlag fra år til år for sammenlignelighedens skyld.

Table 2.1 Tilstrømning til 1. ordens farvandsområder, 1997 og middel 1971-1990.

Farvandsområde	Opland km ²	Vinter 10 ⁶ m ³	Sommer 10 ⁶ m ³	1997		1971-1990	
				mm	10 ⁶ m ³	mm	10 ⁶ m ³
1 Nordsøen	10809	1918	1182	287	3100	461	4980
2 Skagerrak	1098	176	68	223	245	297	315
3 Kattegat	15828	2203	1408	228	3610	311	4920
4 Nordlige Bælthav	3130	309	169	153	478	277	850
5 Lillebælt	3385	436	192	186	628	338	1135
6 Storebælt	5424	347	124	87	471	229	1230
7 Øresund	1717	104	61	96	165	176	300
8 Sydlige Bælthav	418	29	7	86	36	183	75
9 Østersøen	1207	119	34	127	153	182	220
Total	43018	5641	3244	207	8886	327	14025



Figur 2.4 Ferskvandsafstrømningen (i mm) til de 49. 2. ordens marine kystafsnit i 1996.

Bilag 2.3

Opgørelsesgrundlaget for ferskvandsafstrømningen fra Danmark

FARVANDSOMRÅDE NR. : 1 NORDSØEN									OPLAND [km ²]: 10809						
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%	
11	174,5	1	174,5				11.02	108,3	0,0	0,0	0,0	0,0	174,5	100,0	
12	1639,1	22	1632,1	22.15	1096,7	1100,5			1096,7	67,2	3,8	0,2	531,6	32,6	
		25	1,0				22.15	1096,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	100,0	
		1	0,9				22.15	1096,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	100,0	
		16	5,2				22.15	1096,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	100,0	
13	3483,4	25	3483,4	25.14/ 25.11	1558,4 611,7	2377,9			2170,1	62,3	207,8	6,0	1105,5	31,7	
14	266,4	30	257,3	30.03	15,7	15,8			15,7	6,1	0,1	0,0	241,5	93,9	
		25	9,1				30.03	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	100,0	
15	73,8	30	45,6				30.03	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	100,0	
		40	28,2				40.06	290,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,2	100,0	
16	5172,3	30	222,6				30.03	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	222,6	100,0	
		31	1091,8	31.13	812,1	1090,4			812,1	74,4	278,3	25,5	1,4	0,1	
		35	513,7	35.03/	223,6	512,9				436,4	85,0	76,5	14,9	0,8	0,1
				35.06	212,8										
		36	449,4	36.01	387,8	448,5				387,8	86,3	60,7	13,5	0,9	0,2
		38	964,8	38.01	675,3	961,7				675,3	70,0	286,4	29,7	3,1	0,3
		39	304,7	39.09	94,1	110,7				94,1	30,9	16,6	5,4	194,0	63,7
		40	544,9	40.06	290,0	534,8				290,0	53,2	244,8	44,9	10,1	1,8
42	1080,5	42.34/	537,6	1080,5				785,9	72,7	294,6	27,3	0,0	0,0		
				42.14	248,3										
SUM	10809,4		10809,4		6764,1	8233,6			6764,1	62,6	1469,5	13,6	2575,8	23,8	

FARVANDSOMRÅDE NR. : 2 SKAGERAK									OPLAND [km ²]: 1098					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
21	491,7	3	394,6	03.02	347,5	394,6			347,5	88,1	47,1	11,9	0,0	0,0
		1	96,4				03.02	347,5	0,0	0,0	0,0	0,0	96,4	100,0
		2	0,6				03.02	347,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	100,0
22	567,0	4	303,3	04.02	251,0	303,3			251,0	82,7	52,3	17,3	0,0	0,0
		1	263,7				04.02	251,0	0,0	0,0	0,0	0,0	263,7	100,0
23	39,4	1	39,4				11.02	108,3	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	100,0
SUM	1098,2		1098,2		598,5	698,0			598,5	54,5	99,5	9,1	400,2	36,4

FARVANDSOMRÅDE NR. : 3 KATTEGAT									OPLAND [km ²]: 15828					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
30	117,4	2	117,4				02.03	123,2	0,0	0,0	0,0	0,0	117,4	100,0
31	85,6	48	85,6	48.04	36,3	40,9			36,3	42,4	4,6	5,4	44,6	52,2
32	1952,1	49	277,4	49.06	257,1	277,4			257,1	92,7	20,3	7,3	0,0	0,0
		48	22,7				48.04	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	22,7	100,0
		52	893,6	52.08	102,2	130,6			102,2	11,4	28,4	3,2	763,0	85,4
		51	758,4	51.07	106,9	157,9			106,9	14,1	51,0	6,7	600,5	79,2
33	41,7	51	41,7				51.07	106,9	0,0	0,0	0,0	0,0	41,7	100,0
34	725,5	23	240,7				24.06	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	240,7	100,0
		24	484,9	24.01/	75,7	484,9			132,4	27,3	352,5	72,7	0,0	0,0
				24.07/	30,6									
				24.06	26,1									
35	3497,7	21	3252,3	21.09	1787,0	2637,5			1787,0	54,9	850,5	26,2	614,8	18,9
		23	204,7	23.08	78,6	84,1			78,6	38,4	5,5	2,7	120,6	58,9
		15	40,7				15.14	91,4	0,0	0,0	0,0	0,0	40,7	100,0
36	743,3	15	743,3	15.14	91,4	98,1			91,4	12,3	6,7	0,9	645,2	86,8
SUM	7163,2		7163,2		2591,9	3911,5			2591,9	36,2	1319,6	18,4	3251,7	45,4

FARVANDSOMRÅDE NR. : 3 KATTEGAT									OPLAND [km ²]: 15828					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
FRA SIDE 1	7163,2		7163,2		2591,9	3911,5			2591,9	36,2	1319,6	18,4	3251,7	45,4
37	7608,6	6	589,3	06.02	284,7	589,3			284,7	48,3	304,6	51,7	0,0	0,0
		7	392,9	07.01	104,2	158,4			104,2	26,5	54,2	13,8	234,5	59,7
		9	1048,0	09.11	6,7	13,5			6,7	0,6	6,8	0,6	1034,5	98,7
		10	897,3	10.05	101,0	138,6			101,0	11,3	37,6	4,2	758,7	84,6
		11	324,7	11.03	238,3	324,7			238,3	73,4	86,4	26,6	0,0	0,0
		12	365,2				11.02	108,3	0,0	0,0	0,0	0,0	365,2	100,0
		13	611,8	13.04	115,3	190,5			115,3	18,8	75,2	12,3	421,3	68,9
		14	374,7	14.05	317,8	374,7			317,8	84,8	56,9	15,2	0,0	0,0
		15	45,8				14.05	317,8	0,0	0,0	0,0	0,0	45,8	100,0
		16	923,6	16.11	24,2	26,0			24,2	2,6	1,8	0,2	897,6	97,2
		17	240,4	17.05	218,2	240,4			218,2	90,8	22,2	9,2	0,0	0,0
		18	616,6	18.05	556,4	616,6			556,4	90,2	60,2	9,8	0,0	0,0
		19	401,5	19.02	110,8	144,6			110,8	27,6	33,8	8,4	256,9	64,0
		20	762,9	20.23	626,8	762,9			626,8	82,2	136,1	17,8	0,0	0,0
		1	11,0				11.02	108,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	100,0
		rest	3,0				11.02	108,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	100,0
38	521,2	2	81,9				05.04	233,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,9	100,0
		5	244,8	05.04	233,0	244,8			233,0	95,2	11,8	4,8	0,0	0,0
		7	31,3				08.02	153,8	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3	100,0
		8	163,2	08.02	153,8	163,2			153,8	94,2	9,4	5,8	0,0	0,0
39	535,2	2	535,2	02.03	123,2	142,7			123,2	23,0	19,5	3,6	392,5	73,3
SUM	15828,3		15828,3		5806,3	8042,4			5806,3	36,7	2236,1	14,1	7785,8	49,2

FARVANDSOMRÅDE NR. : 4 NORDLIGE BÆLTHAV									OPLAND [km ²]: 3130							
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%		
40	131,1	54	131,1				27.04	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	131,1	100,0		
41	311,7	51	311,7				51.07	106,9	0,0	0,0	0,0	0,0	311,7	100,0		
42	1191,4	45	1058,8	45.26/	535,5	622,6			600,2	56,7	22,4	2,1	436,2	41,2		
				45.27	64,7											
				43	96,2	43.03	28,1	45,8			28,1	29,2	17,7	18,4	50,4	52,4
		44	36,3				44.12	170,2	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	100,0		
43	781,6	27	437,1	27.01	75,0	136,9			75,0	17,2	61,9	14,2	300,2	68,7		
				28	185,6	28.02	154,2	185,6			154,2	83,1	31,4	16,9	0,0	0,0
				29	157,4	29.02	10,0	57,8			10,0	6,4	47,8	30,4	99,6	63,3
				rest	1,4				27.01	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	100,0
44	655,1	23	255,3	23.01	47,0	68,9			47,0	18,4	21,9	8,6	186,4	73,0		
				26	325,4	26.01	118,6	325,4			118,6	36,4	206,8	63,6	0,0	0,0
				27	74,3	27.04	47,0	51,0			47,0	63,2	4,0	5,4	23,3	31,4
45	59,6	23	59,6				24.06	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	59,6	100,0		
SUM	3130,3		3130,3		1080,1	1494,1			1080,1	34,5	414,0	13,2	1636,2	52,3		

FARVANDSOMRÅDE NR. : 5 LILLEBÆLT									OPLAND [km ²]: 3385							
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%		
51	1045,2	29	193,9	29.04	97,6	99,9			97,6	50,3	2,3	1,2	94,0	48,5		
				32	339,4	32.01/	198,9	339,4			291,5	85,9	47,9	14,1	0,0	0,0
						32.06/	63,4									
						32.08	29,2									
		33	193,7	33.02	64,5	152,5			64,5	33,3	88,0	45,4	41,2	21,3		
		43	317,5	43.04	136,8	156,8			136,8	43,1	20,0	6,3	160,7	50,6		
		rest	0,7				43.04	136,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	100,0		
52	502,8	33	107,7				33.02	64,5	0,0	0,0	0,0	0,0	107,7	100,0		
				34	276,8	34.02/	79,0	276,8			97,6	35,3	179,2	64,7	0,0	0,0
						34.04	18,6									
				43	83,8	43.05	29,1	31,3			29,1	34,7	2,2	2,6	52,6	62,7
		37	34,4				37.08	29,5	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	100,0		
53	235,8	37	183,0	37.04	65,1	83,8			65,1	35,6	18,7	10,2	99,3	54,2		
				46	52,7				46.02	102,4	0,0	0,0	0,0	0,0	52,7	100,0
				rest	0,1				46.02	102,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	100,0
54	508,5	37	250,5	37.09	30,4	35,8			30,4	12,1	5,4	2,2	214,7	85,7		
				46	257,7	46.02	102,4	108,4			102,4	39,7	6,0	2,3	149,3	57,9
				rest	0,3				46.02	102,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	100,0
55	96,2	46	46,0				46.04	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	100,0		
				37	33,5				37.09	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	33,5	100,0
				41	16,6				46.04	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	100,0
SUM	2388,5		2388,5		915,0	1284,7			915,0	38,3	369,7	15,5	1103,8	46,2		

farv.omr.	km ²		km ²		km ²	udløb		km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%
FRA SIDE 1	2388,5		2388,5		915,0	1284,7			915,0	38,3	369,7	15,5	1103,8	46,2
56	289,5	46	185,2	46.04	78,5	91,7			78,5	42,4	13,2	7,1	93,5	50,5
		47	49,8				46.04	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	49,8	100,0
		41	54,6				46.04	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	54,6	100,0
57	210,2	41	210,2	41.07	19,8	23,5			19,8	9,4	3,7	1,7	186,7	88,8
58	257,7	37	94,5				37.09	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	94,5	100,0
		41	163,0	41.10	20,2	24,7			20,2	12,4	4,5	2,7	138,4	84,9
		rest	0,1				41.10	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	100,0
59	239,2	41	239,2	41.09	13,6	33,0			13,6	5,7	19,4	8,1	206,2	86,2
SUM	3385,0		3385,0		1047,1	1457,4			1047,1	30,9	410,3	12,1	1927,6	56,9

FARVANDSOMRÅDE NR. : 6 STOREBÆLT									OPLAND [km ²]: 5424					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
61	1211,5	54	201,7				55.08	417,7	0,0	0,0	0,0	0,0	201,7	100,0
		55	532,3	55.08	417,7	525,6			417,7	78,5	107,9	20,3	6,7	1,3
		56	477,4	56.11/	260,7	477,0			385,7	80,8	91,3	19,1	0,4	0,1
				56.09/	68,7									
				56.10	56,3									
62	2344,9	54	135,8				54.04	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	135,8	100,0
		57	1150,9	57.12	756,1	820,4			756,1	65,7	64,3	5,6	330,5	28,7
		60	144,6	60.04			60.04	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	144,6	100,0
		61	315,0	61.04	31,7	35,7			31,7	10,1	4,0	1,3	279,3	88,7
		62	166,2	62.02			62.02	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	166,2	100,0
		63	308,6	63.02	41,3	72,9			41,3	13,4	31,6	10,2	235,7	76,4
		64	122,2	64.10	39,8	69,9			39,8	32,6	30,1	24,6	52,3	42,8
		rest	1,6	64.10			64.10	39,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	100,0
63	280,9	60	136,1				60.04	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	136,1	100,0
		61	144,8	61.03	56,6	69,2			56,6	39,1	12,6	8,7	75,6	52,2
64	455,2	47	139,9				47.09	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	139,9	100,0
		62	315,3	62.06	67,3	67,3			67,3	21,3	0,0	0,0	248,0	78,7
65	436,4	47	436,4	47.15	57,7	83,4			57,7	13,2	25,7	5,9	353,0	80,9
SUM	4728,8		4728,8		1853,9	2221,4			1853,9	39,2	367,5	7,8	2507,5	53,0

FARVANDSOMRÅDE NR. : 6 STOREBÆLT									OPLAND [km ²]: 5424					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
FRA SIDE 1	4728,8		4728,8		1853,9	2221,4			1853,9	39,2	367,5	7,8	2507,5	53,0
66	288,6	47	288,6	47.10	53,3	54,4			53,3	18,5	1,1	0,4	234,2	81,2
67	406,9	44	406,9	44.12	170,2	175,9			170,2	41,8	5,7	1,4	231,1	56,8
SUM	5424,3		5424,3		2077,4	2451,6			2077,4	38,3	374,2	6,9	2972,7	54,8

FARVANDSOMRÅDE NR. : 7 ØRESUND									OPLAND [km ²]: 1717					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
71	1003,1	53	434,5	53.02	25,5	46,4			25,5	5,9	20,9	4,8	388,1	89,3
		58	181,6	58.07	134,1	181,6			134,1	73,8	47,5	26,2	0,0	0,0
		59	332,8	59.01	130,2	297,5			130,2	39,1	167,3	50,3	35,3	10,6
		60	54,2				59.01	130,2	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	100,0
72	465,8	53	128,1				53.08	63,5	0,0	0,0	0,0	0,0	128,1	100,0
		50	337,7	50.06/	74,4	139,7			136,8	40,5	2,9	0,9	198,0	58,6
				50.05	62,4									
73	248,1	48	248,1	48.15	128,2	130,1			128,2	51,7	1,9	0,8	118,0	47,5
SUM	1717,0		1717,0		554,8	795,4			554,8	32,3	240,6	14,0	921,6	53,7

FARVANDSOMRÅDE NR. : 8 SYDLIGE BÆLTHAV									OPLAND [km ²]: 418					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
81	39,9	47	39,9				47.09	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,9	100,0
82	377,8	65	369,9	65.01	203,5	203,6			203,5	55,0	0,1	0,0	166,3	45,0
		61	7,9				61.03	56,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	100,0
SUM	417,7		417,7		203,5	203,6			203,5	48,7	0,1	0,0	214,1	51,3

FARVANDSOMRÅDE NR. : 9 ØSTERSØEN									OPLAND [km ²]: 1207					
2. ordens farv.omr.	opland km ²	NBO	opland km ²	målest.	opland km ²	opland udløb	Ref.st.	opland km ²	Målt opland km ²	%	umålt type A km ²	%	umålt type B km ²	%
91	589,6	66	239,1	66.01	42,4	42,6			42,4	17,7	0,2	0,1	196,4	82,2
		67	350,5	67.05	45,5	45,9			45,5	13,0	0,4	0,1	304,7	86,9
92	106,0	60	59,8				61.03	56,6	0,0	0,0	0,0	0,0	59,8	100,0
		61	46,2				61.03	56,6	0,0	0,0	0,0	0,0	46,2	100,0
93	511,9	60	511,9	60.04	42,6	49,7			42,6	8,3	7,1	1,4	462,2	90,3
SUM	1207,4		1207,4		130,5	138,2			130,5	10,8	7,7	0,6	1069,2	88,6

Bilag 2.4

Ferskvandsafstrømning i 1997 opgjort månedsvis til de 49 2. ordens kystafsnit i l s⁻¹

Farvandsområde	Opland km ²	1997												1997 vinter l/s/km ²	sommer år mm	år		
		Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec					
11 Hanstholm-Thyborøn	175	1254	3947	2188	1482	1164	936	769	701	954	943	1140	2063	1445	11,4	5,2	8,3	261
12 Thyborøn-Vedersø	1639	15171	31333	23528	20149	18353	13084	9858	8956	12046	15026	14727	19203	16686	12,5	7,9	10,2	321
13 Vedersø-Nymindegab	3483	34938	61139	45636	38872	38946	27883	22899	20527	25755	30212	31354	39812	34657	12,0	8,0	9,9	314
14 Nymindegab-Blåvand	286	326	1289	629	219	171	213	153	132	148	119	135	263	310	1,8	0,6	1,2	37
15 Blåvand-Grænse	74	266	695	453	274	218	159	124	103	145	239	226	421	274	5,2	2,2	3,7	117
16 Vadehavet	5172	44163	88289	64752	49150	42103	30971	26491	23148	28830	43359	40260	60874	44931	11,1	6,3	8,7	274
1 Nordøen, ialt	10809	96118	186692	137185	110147	100954	73248	60294	53566	67879	89899	87843	122636	98304	11,3	6,9	9,1	287
21 Tannis Bugt	492	4338	11016	5963	3501	3231	2380	1925	1571	2197	2112	2894	5145	3810	11,0	4,5	7,7	244
22 Jammerbugten	567	3881	13679	4962	2801	2925	1785	1523	1115	1730	2075	2379	5458	3627	9,6	3,3	6,4	202
23 Vigsø Bugt	39	283	892	494	335	263	212	174	158	216	213	256	466	327	11,4	5,2	8,3	261
2 Skagerak, ialt	1098	8503	25588	11419	6637	6419	4377	3622	2844	4143	4400	5531	11069	7763	10,3	3,9	7,1	223
30 Åbne Kattegat	117	851	2387	1250	895	948	711	554	548	688	820	848	1228	968	10,5	6,1	8,2	260
31 Hesselø Bugt øst	86	113	969	378	203	392	138	269	83	54	234	159	455	283	4,3	2,3	3,3	104
32 Isefjord-Roskilde Fjord	1952	2651	12515	8308	4778	4802	3050	3665	2021	2005	5565	4984	9004	5237	3,6	1,8	2,7	85
33 Hesselø Bugt vest	42	78	388	216	126	126	67	37	37	39	167	149	283	141	4,9	1,9	3,4	107
34 Djursland	726	3720	8106	5897	4529	4323	3423	3364	2922	2771	4069	4804	6103	4480	7,6	4,8	6,2	195
35 Høvring Bugt	3498	30512	53561	43615	33580	38714	32121	25937	22771	23528	29515	28289	35199	32985	10,7	6,2	9,4	297
36 Ålborg Bugt syd	743	4242	8543	5741	5272	4849	4116	6125	3971	3995	4728	4981	6038	5196	7,8	6,2	7,0	220
37 Limfjorden	7609	53552	127004	76189	56147	56239	39062	35367	32946	39265	46122	49451	75032	56747	9,5	5,5	7,5	235
38 Ålborg Bugt nord	521	3262	12297	5903	3464	3440	2291	1698	1803	2350	2681	3452	6453	4037	11,0	4,6	7,7	244
39 Ålbæk Bugt	535	3876	10879	5699	4080	4322	3238	2523	2498	3138	3737	3865	5598	4411	10,5	6,1	8,2	260
3 Kattegat, ialt	15828	102860	236647	153195	113074	118155	88218	79537	69600	77834	97639	100983	145392	114485	8,9	5,6	7,2	228
40 Farvandet omkring Samsø	131	184	1564	821	504	601	439	300	484	231	640	425	927	588	5,5	3,4	4,5	141
41 Sejrøbugten	312	583	2904	1615	942	940	503	278	274	291	1253	1118	2116	1057	4,9	1,9	3,4	107
42 Nord for Fyn	1191	4947	14939	9891	7047	6217	3992	3969	3348	2769	3951	3894	8215	6027	6,7	3,4	5,1	180
43 Horsens Fjord	782	2079	10854	5501	3594	4068	2481	1662	2185	1394	3178	2458	5133	3670	6,2	3,2	4,7	148
44 Århus Bugt	655	1803	8564	4817	3132	4176	2655	1946	2358	1727	3290	2483	4240	3401	6,3	4,1	5,2	164
45 Ebeltoft Vig	60	358	891	596	433	409	351	338	275	251	332	358	495	421	8,7	5,5	7,1	223
4 Nordlige Bælthav, ialt	3130	9952	39715	23042	15652	16412	10421	8492	8925	6664	12645	10736	21125	15163	6,3	3,4	4,8	153
51 Nordlige Lillebælt	1045	7301	19364	12316	9612	9014	6312	5732	5071	5129	6848	6246	9729	8486	10,2	6,1	8,1	256
52 Snævringen	503	1910	9836	5019	3413	3073	1613	1014	892	1006	1498	1364	3506	2799	8,2	3,0	5,6	176
53 Bredningen nord	236	914	5011	2473	1552	1438	569	416	322	338	752	578	2229	1360	8,9	2,7	5,8	182
54 Bredningen syd	509	1711	9168	4713	2926	2833	1043	666	562	542	1169	982	3424	2434	7,4	2,2	4,8	151
55 Mellemste bælt øst	96	371	1497	828	535	618	277	193	164	160	309	281	699	488	7,2	3,0	5,1	180
56 Sydlige Lillebælt	289	1206	3605	2357	1532	1870	940	694	566	547	996	923	1905	1415	6,6	3,2	4,9	154
57 Flensborg Fjord	210	231	5471	1961	1045	872	119	301	108	86	813	424	2912	1169	9,3	1,8	5,6	175
58 Mellemste bælt vest	258	626	3580	1679	1099	1148	453	373	352	328	627	491	1657	1018	5,8	2,1	4,0	125
59 Als Fjord og Sund	239	377	2886	1431	773	732	239	141	19	9	486	408	1616	747	5,1	1,1	3,1	98
5 Lillebælt, ialt	3385	14646	60418	32777	22486	21597	11564	9530	8057	8144	13497	11677	27676	19915	8,2	3,6	5,9	186
61 Storebælt	1212	2222	5939	5670	2810	2709	1850	1389	1216	607	968	1448	3388	2499	2,9	1,2	2,1	65
62 Smålandsfarvandet vest	2345	3473	19358	13931	7764	9408	3729	1494	1366	901	1506	3125	7366	6034	3,9	1,3	2,6	81
63 Smålandsfarvandet øst	281	662	2595	1397	824	1506	419	171	46	55	178	488	1470	807	4,4	1,4	2,9	91
64 Langelands Bælt	455	722	4179	2539	1720	1622	644	359	271	220	537	494	1118	1183	3,9	1,3	2,6	82
65 Sydfynske Øhav	436	984	5803	3359	2137	2304	853	484	465	540	816	914	3104	1788	6,1	2,1	4,1	129
66 Langelandsund	289	1033	6170	2639	1720	1677	836	602	382	423	1144	1075	3294	1721	9,0	2,9	6,0	188
67 Storebælt vest	407	596	2575	1577	1039	920	379	261	311	320	607	671	1575	892	3,3	1,1	2,2	69
6 Storebælt, ialt	5424	9692	46619	31111	18014	20146	8710	4759	4058	3067	5756	8216	21315	14925	4,1	1,4	2,8	87
71 Øresund syd	1003	782	6731	2779	1495	1920	2476	602	401	343	1964	3403	5690	2350	3,4	1,3	2,3	74
72 Øresund nord	466	945	3452	2173	1471	2290	2210	1880	970	1112	2488	2058	3218	2014	4,7	3,9	4,3	136
73 Øresund Tragt	248	751	1477	1270	822	835	779	706	603	566	789	711	988	854	4,0	2,9	3,4	109
7 Øresund, ialt	1717	2457	11660	6222	3788	5044	5465	3188	1974	2021	5241	6171	9896	5218	3,9	2,2	3,0	96
81 Bælthav vest	40	96	560	321	192	161	47	28	20	15	86	88	176	146	5,9	1,5	3,7	118
82 Bælthav øst	378	311	4961	2280	1373	1570	352	109	78	91	51	236	806	991	4,3	1,0	2,6	83
8 Sydlige Bælthav, ialt	418	407	5521	2601	1665	1731	399	136	98	105	137	324	981	1138	4,4	1,0	2,7	86
91 Bornholm	590	4216	11341	4131	1945	3168	522	164	86	437	3142	2917	5562	3087	8,4	2,1	5,2	185
92 Falster-Møn øst	106	274	950	517	332	573	129	74	9	28	67	220	544	306	4,4	1,4	2,9	91
93 Fakse Bugt	512	1085	4876	2598	1393	2718	911	260	124	62	324	706	2731	1462	4,3	1,4	2,9	90
9 Østersøen, ialt	1207	5575	17167	7246	3869	6459	1563	499	219	527	3534	3843	8837	4855	6,3	1,8	4,0	127
Danmark, ialt	43018	250212	630026	404798	295032	296919	203964	170057										

Bilag 2.5

Målestationer anvendt ved opgørelsen af ferskvandsafstrømningen i 1997.

Stationsnummer		Vandløb og stationsnavn			
DMU	DDH				
			370039	37.09	Sillerup bæk, Vadbro
			380024	38.01	Ribe Å, Stavnager
020005	02.03	Elling Å, Ll. Stabæk	390001	39.09	Brøns Å, Forsøgsdambruget
030002	03.02	Uggerby Å, ns Ransbæk	400001	40.06	Brede Å, Styrтет
040002	04.02	Liver Å, Gl. Klitgård	410014	41.07	Fiskbæk, Adsbøl
050003	05.04	Voers Å, Fæbroen	410016	41.09	Pulverbæk, Madeled - os Mjang dam
060001	06.02	Ryå, Manna	410012	41.10	Elsted bæk, Rundemølle - os Kirkebæk
070003	07.01	Lindholm Å, Elkær bro	420021	42.14	Vidå, St. Emmerske bro
080001	08.02	Gerå, Melholt kirke	420016	42.34	Grønå, Elhjemvej - Geest Kog
090002	09.11	Langelunds kanal, Sdr. Skovengvej	430003	43.03	Ringå, St. 3,05 km
100015	10.05	Kærs mølleå, os Indkildevej strømmen	430001	43.04	Storå, St. 4,6 km
110016	11.02	Årup Å, Årup	430007	43.05	Viby Å, St. 2,9 km
110011	11.03	Hvidbjerg Å, Hvidbjergmølle gård	440020	44.12	Vindinge Å, St. 3,9 km - Kokbro
130005	13.04	Lerkenfeld Å, Møllegård	450001	45.26	Odense Å, Ejby mølle
140016	14.05	Lindenberg Å, Møllebro	450043	45.27	Lindved Å, hovedvej A1
150043	15.14	Kastbjerg Å, Ådalsvej	460001	46.02	Brende Å, St. 5,3 km
160024	16.11	Faldå, Kokholm	460017	46.04	Hårby Å, St. 3,1 km
170007	17.05	Simested Å, Skive-Hobrovej	470036	47.09	Vejstrup Å, St. 1,8 km
180077	18.05	Skals Å, Løvel bro	470037	47.10	Stokkebæk, St. 1,8 km
190012	19.02	Jordbro Å, Jordbromølle	470001	47.15	Hundstrup Å, St. 6,86 km
200024	20.23	Skive Å, Nørkær bro	480007	48.04	Højbro Å, nv for Hanebrogård
210461	21.09	Gudenå, Ulstrup	480004	48.15	Esrum Å, Ørnevej
220062	22.15	Storå, Skærumbro	490054	49.06	Arresø kanal, Arresødal sluse
230055	23.01	Egå, Jernbanebroen	500056	50.05	Nivå, Jellebro
230087	23.08	Hevring Å, Vadbro	500057	50.06	Usserød Å, Nive Mølle
240001	24.01	Ryom Å, Ryomgård bro	510024	51.07	Tuse Å, Nybro
240003	24.06	Skodå, Ridderlund	520029	52.08	Havelse Å, Strø
240004	24.07	Skærvad Å, Kirial	530010	53.02	Lille Vejle Å, Pilemølle
250078	25.11	Omme Å, Sønderskov bro	530028	53.08	Harrestrup Å, Landlystvej
250081	25.14	Skjern Å, Kodbølstyrtet	540002	54.04	Fladmose Å, Dyssegård
260082	26.01	Århus Å, Skibby	550015	55.08	Halleby Å, ns Tissø
270004	27.01	Lille-Hansted Å, Hansted	560002	56.09	Seerdrup Å, Johannesdahl
270021	27.04	Giber Å, Fulden	560001	56.10	Bjerger Å, Fårdrup
280001	28.02	Bygholm Å, Kørup bro	560005	56.11	Tude Å, Valbygård
290007	29.02	Rårup Å, Åstrup	570058	57.12	Suså, Holløse mølle
290009	29.04	Rohden Å, ns Årup mølle dambrug	580020	58.07	Køge Å, Lellinge dambrug
300013	30.03	Langslade rende, Kallesmark	590006	59.01	Tryggevælde Å, Lille Linde
310027	31.13	Varde Å, Vagtburg	600031	60.04	Mern Å, Sage bro
320001	32.01	Vejle Å, Haraldskær	610013	61.03	Fribrødrea, Rodemark
320004	32.06	Grejs Å, Grejsdalens planteskole	610011	61.04	Sørup Å, Lundby bro
320022	32.08	Højen Å, Møgelbæk	620015	62.02	Marrebæks rende, Lille Købelev
330004	33.02	Spang Å, Bredstrup	620011	62.06	Avnede Strand pumpestation
340002	34.02	Vester-Nebel Å, Elkærholm	630007	63.02	Sakskøbing Å, Krenkerupvej
340004	34.04	Almind Å, Dons mølle	640025	64.10	Nældevals Å, Strædeskov
350010	35.03	Sneum Å, Nørå	650001	65.01	Kramnitze pst.
350006	35.06	Bramming Å, Sdr. Vong	660014	66.01	Bagge Å, Sorthat
360008	36.01	Kongea, Kongebroen	670017	67.05	Øle Å, Boesgård
370038	37.04	Taps Å, Christiansfeld			
370011	37.08	Solkær Å, Møllebro			

Stationer med *kursiv* angiver nationale stoftransportstationer i overvågningsprogrammet, stationer med **fed** angiver fagdatacentrets referencestationer, og de ikke fremhævede stationer er øvrige amtslige hydrometristationer.

Bilag 5.1

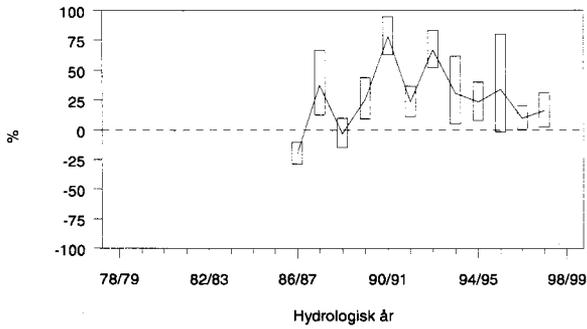
Kvælstof 1989-97	Naturoplande (TYPE 1)							Dyrkede oplande (Type 2)						
	kg N/ha		Q mm		Q konc. mg N/l		n	Q mm		kg N/ha		Q konc. mg N/l		n
	n	gns.	median	gns.	median	gns.		median	gns.	median	gns.	median	gns.	
1989	6	2,6	1,6	154	156	1,6	1,6	181	154	12,6	12,2	7,6	7,0	77
1990	7	2,3	2,4	164	144	1,6	1,6	264	246	22,3	20,7	8,9	8,5	84
1991	7	2,4	2,2	184	198	1,4	1,4	228	215	17,3	17,2	8,0	8,0	84
1992	7	2,6	1,4	169	189	1,7	1,9	222	196	20,7	17,7	9,8	9,4	84
1993	7	2,5	2,1	180	182	1,6	1,6	262	246	22,0	22,3	8,8	8,7	84
1994	7	4,3	4,3	278	272	1,7	1,6	393	400	28,0	26,6	7,5	7,3	84
1995	7	3,3	3,1	228	227	1,6	1,4	286	269	17,8	17,7	6,7	6,2	84
1996	7	1,5	0,6	123	86	1,4	1,1	134	111	8,5	7,4	7,0	6,6	84
1997	7	1,4	0,6	117	99	1,3	1,4	149	129	9,6	8,6	7,3	6,6	84

Oplande med punktkilder (TYPE 4)							Oplande med dambrug (TYPE 5)							
kg N/ha		Q mm		Q konc. mg N/l		n	Q mm		kg N/ha		Q konc. mg N/l		n	
n	gns.	median	gns.	median	gns.		median	gns.	median	gns.	median	gns.		median
1989	98	14,6	12,8	199	172	7,9	7,7	435	431	15,8	15,8	4,0	4,1	13
1990	98	23,9	23,4	282	249	9,2	9,1	457	457	18,6	19,9	4,4	4,2	15
1991	98	20,8	20,1	270	253	8,1	8,1	417	381	16,3	18,3	4,3	4,3	15
1992	98	23,0	21,1	261	224	9,4	9,2	436	439	19,2	20,9	4,7	4,4	15
1993	98	25,3	24,4	310	287	8,6	8,3	446	439	18,1	19,1	4,4	4,3	15
1994	98	30,6	30,1	440	414	7,2	7,1	568	583	23,8	24,8	4,4	4,3	15
1995	98	20,9	20,1	339	300	6,6	6,3	525	516	19,9	19,6	4,0	3,9	15
1996	98	9,2	7,8	164	130	5,8	5,8	341	316	12,3	10,3	4,0	3,8	15
1997	98	10,2	9,1	176	160	6,3	6,1	344	291	12,0	11,9	3,8	3,7	15

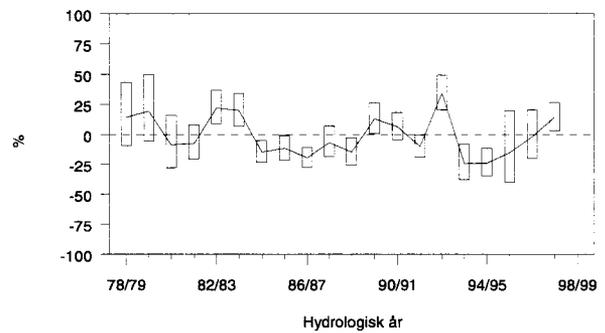
Bilag 5.2

Klimatisk (vandafstrømning) korrigeret transport af nitrat-kvælstof i grupperne af vandløb i 4 regioner af Danmark i perioden 1978/79 til 1997/98. For hver region er indlagt et referenceniveau (nul-niveauet), som en stiplet linie, der angiver gennemsnittet for 9-års perioden før Vandmiljøplanen blev vedtaget, dvs. perioden 1978/79 til 1986/87. I figuren er der for hvert hydrologisk år angivet det korrigerede relative transportniveau af kvælstof for den analyserede gruppe af vandløb med et sikkerhedsbånd (± 2 gange standardafvigelsen).

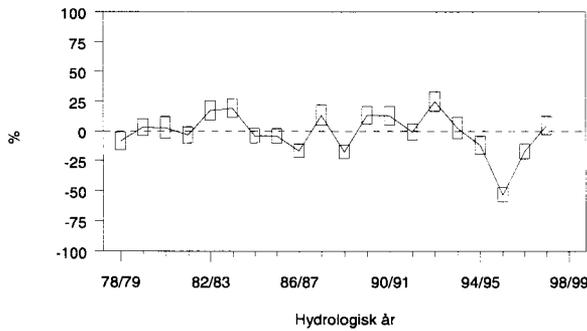
Bornholm



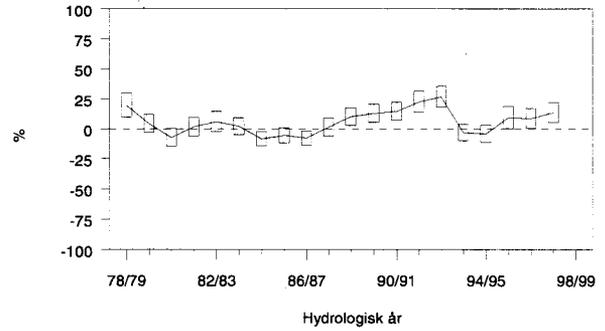
Sjælland



Fyn



Jylland



Bilag 5.3

Udvikling i gennemsnit og median for typeoplande i fosfortransport kg P ha^{-1} vandføringsvægtet koncentration (mg P l^{-1}) samt vandafstrømning og antal stationer der indgår i tidsserien 1989-97

	Naturoplande (TYPE 1)							Dyrkede oplande (Type 2)						
	kg P ha^{-1}		Q mm		Q konc. mg P l^{-1}		n	Q mm		kg P ha^{-1}		Q. konc. mg P l^{-1}		n
	n	gns.	median	gns.	median	gns.		median	gns.	median	gns.	median	gns.	
1989	6	0,068	0,056	154	156	0,047	0,043	187	150	0,285	0,217	0,159	0,142	42
1990	7	0,081	0,076	164	144	0,061	0,049	279	254	0,403	0,320	0,143	0,132	48
1991	7	0,082	0,073	184	198	0,051	0,051	225	214	0,303	0,248	0,135	0,123	48
1992	7	0,084	0,050	169	189	0,054	0,054	230	199	0,236	0,191	0,104	0,094	48
1993	7	0,073	0,060	180	182	0,049	0,045	256	235	0,292	0,219	0,114	0,103	48
1994	7	0,136	0,116	278	272	0,054	0,052	395	377	0,519	0,412	0,130	0,119	47
1995	7	0,107	0,121	228	227	0,051	0,054	290	258	0,359	0,272	0,124	0,111	47
1996	7	0,043	0,045	123	86	0,048	0,036	143	121	0,179	0,126	0,129	0,109	48
1997	7	0,035	0,036	117	99	0,042	0,033	158	129	0,170	0,129	0,109	0,103	48

	Oplande med punktkilder (TYPE 4)							Oplande med dambrug (TYPE 5)						
	kg P ha^{-1}		Q mm		Q konc. mg P l^{-1}		n	Q mm		kg P ha^{-1}		Q. konc. mg P l^{-1}		n
	n	gns.	median	gns.	median	gns.		median	gns.	median	gns.	median	gns.	
1989	98	0,972	0,584	199	172	0,666	0,297	434	431	0,720	0,567	0,166	0,151	13
1990	98	0,999	0,649	281	249	0,478	0,230	457	457	0,639	0,668	0,144	0,143	15
1991	99	0,846	0,536	270	253	0,384	0,196	416	381	0,516	0,417	0,125	0,123	15
1992	98	0,547	0,422	261	224	0,251	0,160	436	439	0,488	0,404	0,112	0,110	15
1993	98	0,561	0,507	310	287	0,201	0,166	446	439	0,493	0,476	0,111	0,112	15
1994	98	0,777	0,713	440	414	0,188	0,160	568	582	0,632	0,623	0,111	0,109	15
1995	99	0,534	0,458	339	300	0,167	0,141	525	515	0,517	0,448	0,98	0,093	15
1996	99	0,306	0,261	164	130	0,229	0,174	341	316	0,351	0,303	0,101	0,096	15
1997	99	0,291	0,246	176	160	0,189	0,152	344	291	0,311	0,308	0,090	0,087	15

Bilag 5.4

Resultater fra vandløbsstationer med intensiv prøvetagning (fosfor) og sammenligning mellem transport beregnet på baggrund af kontinuert prøvetagning og øjebliksprøvetagning. Gennemsnit for de enkelte stationer for hele perioden 1989-97.

DMU-nr.	Station navn	Opland	Jord-type	Afstrømning mm	Antal år	Relativ afvigelse		Absolut afvigelse		Transport Intensiv
						±	Standard	±	Standard	
130011		11,4	sand	200	5	-31	±33	-0,051	±0,035	0,303
160028		8,9	ler	269	4	-76	±80	-0,263	0,252	0,757
210072		4,0	sand	133	3	-249	±115	-0,160	0,010	0,235
210752		5,5	ler	280	5	-57	±56	-0,228	0,344	0,568
210759		10,6	sand/ ler	197	5	-104	±59	-0,183	±0,175	0,439
210803		10,6	ler	164	5	-28	±29	-0,030	±0,035	0,197
350011		6,6	sand	315	4	-61	±8	-0,124	±0,043	0,333
400002		37,7	sand	311	5	-9	±31	-0,034	±0,102	0,344
470033		4,4	ler	380	2	6	±5	0,058	±0,062	0,754
480011		8,9	sand	63	5	-92	±129	-0,108	±0,132	0,223
520020		29,1	ler	120	4	-17	±9	-0,013	±0,008	0,096
570063		12,3	ler	242	5	-20	±16	-0,031	±0,028	0,285
580019		4,3	ler	249	2	20	12	-0,069	±0,007	0,362
620014		9,9	ler	166	5	-28	±22	-0,049	±0,057	0,230

Bilag 6.1

Tabel 6.1 Oplandsarealet til de ni 1. ordens kystafsnits andel af det samlede oplandsareal samt de enkelte kystafsnits andel af henholdsvis ferskvandsafstrømningen og den målte tilførsel via vandløb og direkte spildevandsudledningen (inklusive havbrug) af kvælstof og fosfor af de tilhørende totale tilførsler i 1997 (angivet i nederste linie, hvor oplandsarealets enhed er km², ferskvandstilførslen er millioner m³ og kvælstof og fosfor er tons).

Farvandsområde	Oplandsareal	Ferskvandsafstrømning	Kvælstoftilførsel	Fosfortilførsel
	%	%	%	%
Nordsøen	25	35	24	16
Skagerrak	3	3	3	4
Kattegat	37	41	40	33
Nordlige Bælthav	7	5	7	6
Lillebælt	8	7	9	9
Storebælt	13	5	8	10
Øresund	4	2	5	19
Sydlig Bælthav	1	<1	<1	1
Østersøen	3	2	3	2
Danmark	43022	8900	50100	1850

Tabel 6.2 Tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb og direkte udledninger (inklusive havbrug) til de ni 1. ordens kystafsnit og i alt i 1997. I den diffuse belastning indgår baggrundsbidraget, bidrag fra dyrkede arealer og fra spredt bebyggelse.

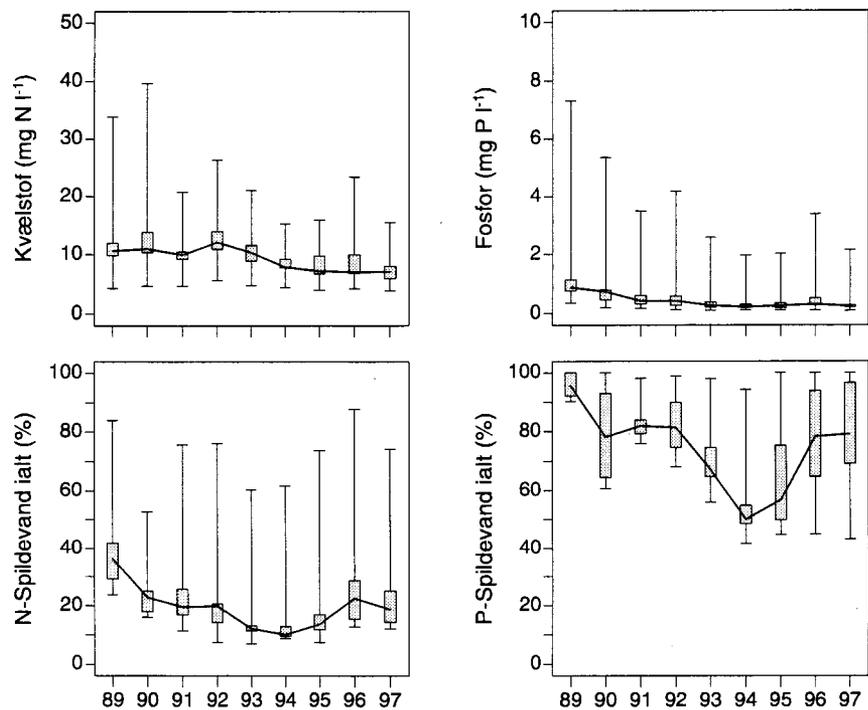
Farvandsområder	Kvælstof				Fosfor				BOD ₅			
	Diffus belastning	Punktkilder ferskv.	Direkte udledninger	Totalt til kystafsnit	Diffus belastning	Punktkilder ferskv.	Direkte udledninger	Totalt til kystafsnit	Diffus belastning	Punktkilder ferskv.	Direkte udledninger	Totalt til kystafsnit
Nordsøen	10400	1400	400	12200	140	140	20	300	1700	2500	600	4800
Skagerrak	1400	100	100	1600	40	10	20	70	600	200	800	1500
Kattegat	17600	1400	1000	20000	330	170	120	610	6100	1900	3300	11300
Nordlige Bælthav	2800	400	400	3600	40	40	30	120	900	300	500	1800
Lillebælt	3800	300	400	4500	80	40	50	170	800	500	700	2000
Storebælt	2900	400	600	3900	60	50	70	180	700	400	6800	8000
Øresund	700	200	1700	2600	<10	40	310	360	100	300	2000	2400
Sydlig Bælthav	200	<50	<50	200	<10	<10	<10	10	<100	<100	<100	100
Østersøen	1400	<50	100	1500	20	10	20	40	300	100	300	600
Danmark	41200	4200	4700	50100	710	510	630	1850	11300	6200	15000	32500

Tabel 6.3 Årlig tilførsel via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kyststafsnit samt spildevandets andel af tilførslen (i spildevand er inkluderet udledninger fra havbrug men ikke fra spredt bebyggelse til ferskvand)

År	Ferskvandsafstrømning 10 ⁶ m ³	Kvælstof		Fosfor		BOD ₅	
		Samlet tilførsel med ferskvand tons	Andel af spildevand %	Samlede udledninger tons	Andel af spildevand %	Samlet tilførsel med ferskvand tons	Andel af spildevand %
1989	10800	78900	33,6	6900	89,7		
1990	14000	112300	21,1	6700	72,0		
1991	12700	92200	22,6	4900	77,6		
1992	12600	104500	19,3	4100	73,5		
1993	14000	108200	14,8	3700	66,6		
1994	19600	128700	12,1	4500	51,8	77400	56,8
1995	15600	93200	15,1	3400	55,4	47300	63,4
1996	8200	48300	21,2	2000	65,4	29600	67,4
1997	8900	50100	17,5	1900	61,0	32500	65,3
1989-97	13000	90700	19,9	4200	70,8		

Tabel 6.4 Ferskvandsafstrømningen for perioden 1989-97 fordelt på kvartaler. Endvidere er angivet afstrømningen i sommerhalvåret (april-september) i procent af året afstrømning og tilsvarende afstrømningen om vinteren (december-marts) sammenlignet med gennemsnittet for overvågningsperioden og perioden 1971-90.

Periode	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97	1971-90
1. kvartal (mm)	96	126	122	100	113	197	195	51	76	120	118
2. kvartal (mm)	55	48	62	62	40	77	77	42	49	57	65
3. kvartal (mm)	34	46	37	33	49	66	39	27	30	40	47
4. kvartal (mm)	56	94	75	98	122	115	53	69	52	82	96
Sommerhalv.(mm)	37	30	33	32	27	31	32	36	38	32	34
Vinter (%)	55	48	52	44	48	57	68	36	50	52	49
År (mm)	241	315	296	294	325	455	363	190	207	298	326



Figur 6.1 Vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof- og fosfortilførslen via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de ni 1. ordens kystafsnit i de 9 overvågningsår (øverste figurer). De nederste figurer viser, hvor stor en procentdel spildevandsudledningerne til ferskvand og de direkte spildevandsudledninger udgør af den samlede tilførsel med ferskvand til de ni 1. ordens kystafsnit. Linien angiver medianværdien og maksimums- og minimumsværdien svarer til 90% og 10% fraktilen. Det er tydeligt at betydningen af spildevand generelt har været faldende siden 1989 grundet den store renseindsats, der har været foretaget. I afstrømningsfattige år stiger betydningen af spildevand, da den diffuse tilførsel falder. Det er Øresund, der har en meget høj spildevandsandel af den samlede belastning, selv efter de reduktioner, der har været i spildevandsudledningerne. Det varierer fra opland til opland, om den største reduktion er forekommet for spildevand til ferskvand eller for det spildevand, der udledes direkte til de marine kystafsnit (bilag 6.6)

Bilag 6.2.1

Tilførslen af kvælstof via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997, samt oplandstab, diffus tilførsel og kildeopslutning inklusiv retention.

Farvands- område	Via	Direkte	I alt via	Oplands-	Målt	Oplands-	Diffuse	Diffus tilførsel	Punktkilder	Direkte
	vandløb	eksklusiv	vandløb	areal	oplånd	tab	tilførsel	inkl. spredt	Ferskvand	punktkilder
	kg	havbrug	+ direkte	km ²	%	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	og retention	inkl. retention	%
		kg	kg					%		%
11	355700	260	355960	172	0	20,7	28,7	98,3	1,6	0,1
12	1688535	24133	1712668	1636	83	10,3	9,5	83,9	14,7	1,3
13	3384882	14648	3399530	3479	72	9,7	9,9	87,6	12	0,4
14	205410	0	205410	268	6	7,7	8,5	99,7	0,3	0
15	91308	0	91308	85	0	10,7	11,4	100	0	0
16	6151709	317589	6469298	5181	81	11,9	11,1	85,1	10,2	4,7
21	628055	824	628879	492	71	12,8	12,7	96,2	3,7	0,1
22	737048	67824	804872	567	53	13,0	12,6	87,5	4,2	8,3
23	115981	60178	176159	43	0	27,0	20,8	49,9	16,6	33,5
30	140379	5035	145414	138	0	10,1	10,1	96,5	0	3,5
31	59354	21005	80359	86	42	6,9	6,3	66,4	7,8	25,8
32	806832	60026	866858	1960	53	4,1	4,2	73,9	20,7	5,4
33	19107	5292	24399	42	0	4,5	5,5	80,2	1,7	18,1
34	949137	46125	995262	727	65	13,1	14,0	91,7	4,1	4,2
35	3182834	23324	3206158	3499	86	9,1	11,0	88,1	11,3	0,5
36	1161973	70802	1232775	743	62	15,6	15,6	91	3,5	5,6
37	11386610	342730	11729340	7604	51	15,0	16,1	93,1	4,3	2,6
38	682446	12231	694677	522	75	13,1	13,1	96,3	2	1,7
39	620221	392446	1012667	537	23	11,5	11,7	60,9	0,9	38,2
40	128483	9093	137576	131	0	9,8	9,2	88	5,4	6,6
41	152074	2924	154998	316	0	4,8	12,2	95,9	3,4	0,7
42	960272	166344	1126616	1191	68	8,1	7,3	72	14,2	13,8
43	1123339	76840	1200179	777	50	14,5	14,4	90,8	3	6,2
44	682005	105334	787339	657	64	10,4	9,7	71,3	16,8	11,8
45	103247	1245	104492	59	0	17,4	18,1	98,7	0,2	1,1
51	1226060	7785	1233845	1047	56	11,7	10,3	82,7	16,7	0,6
52	719000	101133	820133	508	59	14,1	14,0	83,5	4,7	11,8
53	233871	10525	244396	231	43	10,1	11,3	94,5	1,7	3,8
54	440707	44365	485072	508	59	8,7	9,4	87,2	4,7	8,1
55	113130	10792	123922	94	0	12,0	15,3	89,1	4,2	6,7
56	229848	37488	267336	289	27	8,0	8,4	85	1,9	13,1
57	371828	28966	400794	207	10	18,0	17,8	89,4	3,6	7
58	423467	56105	479572	258	5	16,4	17,1	86,9	2,1	11
59	356603	31630	388233	239	18	14,9	15,0	88,2	4	7,8
61	510783	176579	687362	1211	66	4,2	6,0	74	8,1	17,9
62	1278208	113154	1391362	2348	57	5,4	8,0	85,4	9,4	5,2
63	214378	34662	249040	281	20	7,6	7,6	81,2	5,6	13,2
64	352840	79107	431947	445	38	7,9	8,1	78,6	4,1	17,3
65	381127	16537	397664	436	21	8,7	9,1	94,1	2	3,9
66	327941	17351	345292	289	51	11,4	11,4	92,9	2,2	4,9
67	221129	33376	254505	398	32	5,6	5,7	83,4	4,2	12,4
71	638936	734494	1373430	993	63	6,4	6,3	43,2	6	50,7
72	143746	871940	1015686	466	61	3,1	7,2	25,9	7	67,1
73	107209	65925	173134	248	79	4,3	15,3	81,2	4,6	14,1
81	34704	1390	36094	40	0	8,7	9,9	94,9	1,8	3,3
82	168902	9049	177951	381	54	4,4	4,2	84,5	10,8	4,8
91	888929	67962	956891	588	19	15,1	14,9	91,8	1,1	7,1
92	79091	3478	82569	106	0	7,4	7,4	91,8	4,1	4,1
93	447793	17678	465471	515	43	8,7	8,3	89,3	7,1	3,7
Danmark	45427170	4397723	49824893	43037	59	10,6	11,2	84,7	7,6	7,8
		inklusive	inklusive							
		havbrug	havbrug							
1	11877544	391630	12269174	10821	75	11,0	10,7	86,3	10,8	2,9
2	1481084	130826	1611910	1102	59	13,4	13,0	86,6	5,3	8
3	19008893	979016	19987909	15858	59	12,0	13,0	89,6	6,2	4,3
4	3149420	431780	3581200	3132	51	10,1	10,3	80,3	9,4	10,3
5	4114514	404789	4519303	3381	43	12,2	12,1	84,9	7,1	8,1
6	3286406	617766	3904172	5406	50	6,1	7,6	81,5	6,9	11,6
7	889891	1672359	2562250	1707	65	5,2	7,9	41,7	6,2	52
8	203606	10439	214045	420	49	4,8	4,7	86,3	9,1	4,5
9	1415813	90118	1505931	1210	28	11,7	11,5	91	3,1	5,9
Danmark	45427170	4728723	50155893	43037	59	10,6	11,2	84,3	7,5	8,2

Bilag 6.2.2

Tilførslen af fosfor via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997, samt oplandstab, diffus tilførsel og kildeopsplitning inklusiv retention.

Farvands- område	Via	Direkte	I alt via	Oplands- areal	Målt	Oplands- tab	Diffuse tilførsel	Diffus tilførsel inkl. spredt og retention	Punktkilder Ferskvand inkl. retention	Direkte punktkilder
	vandløb	eksklusiv havbrug	vandløb + direkte		opland					
	kg	kg	kg	km ²	%	kg P ha ⁻¹	kg P ha ⁻¹	%	%	%
11	5119	65	5184	172	0	0,30	0,27	79,9	18,9	1,1
12	33900	10524	44424	1636	83	0,21	0,07	24,7	51,9	23,4
13	73619	1128	74747	3479	72	0,21	0,11	47,7	50,8	1,5
14	2224	0	2224	268	6	0,08	0,08	94,6	5,4	0
15	505	0	505	85	0	0,06	0,06	100	0	0
16	163406	7943	171349	5181	81	0,32	0,16	49,2	46,1	4,6
21	22741	210	22951	492	71	0,46	0,40	85,7	13,4	0,9
22	25085	13340	38425	567	53	0,44	0,37	54,6	10,7	34,7
23	3810	1354	5164	43	0	0,89	0,25	20,4	53,5	26,1
30	4050	1211	5261	138	0	0,29	0,29	77	0	23
31	1940	3063	5003	86	42	0,23	0,16	27,5	11,4	61,2
32	42107	10215	52322	1960	53	0,21	0,09	25,3	59,7	15,1
33	237	721	958	42	0	0,06	0,03	13,2	13,1	73,7
34	14632	5184	19816	727	65	0,20	0,10	37,4	37,1	25,5
35	113038	1117	114155	3499	86	0,32	0,21	61,7	37,4	0,9
36	21063	3671	24734	743	62	0,28	0,22	64,3	21	14,7
37	256646	37795	294441	7604	51	0,34	0,27	67,3	20,1	12,6
38	22530	637	23167	522	75	0,43	0,36	81,7	15,5	2,7
39	18570	54110	72680	537	23	0,35	0,32	23,9	1,7	74,4
40	1939	1339	3278	131	0	0,15	0,07	29	30,2	40,8
41	3633	336	3969	316	0	0,12	0,05	32,6	60,7	6,7
42	37731	1905	39636	1191	68	0,32	0,17	50,6	44,6	4,8
43	17530	4018	21548	777	50	0,23	0,17	60,1	21,4	18,5
44	21446	19130	40576	657	64	0,33	0,08	13,3	40	46,6
45	852	294	1146	59	0	0,14	0,14	70,9	3,9	25,2
51	49258	1355	50613	1047	56	0,47	0,26	52,7	44,7	2,7
52	17432	11998	29430	508	59	0,34	0,25	43,3	16,1	40,6
53	4289	613	4902	231	43	0,19	0,16	71,2	16,6	12,2
54	12909	5564	18473	508	59	0,25	0,18	49,5	20,8	29,7
55	2737	2250	4987	94	0	0,29	0,21	39,2	17,1	43,7
56	6566	3277	9843	289	27	0,23	0,18	53,1	13,9	33
57	8808	4326	13134	207	10	0,43	0,34	53	14,2	32,8
58	8160	6892	15052	258	5	0,32	0,24	40,6	14	45,4
59	7298	4356	11654	239	18	0,31	0,25	49,9	13	37,1
61	14075	14606	28681	1211	66	0,12	-0,13	-126,1	107,7	118,4
62	61272	16677	77949	2348	57	0,26	0,12	38	39,8	22,1
63	6826	5851	12677	281	20	0,24	0,13	28,5	25,6	45,9
64	9986	8701	18687	445	38	0,22	0,16	37	16,7	46,3
65	9904	3024	12928	436	21	0,23	0,19	64,2	12,5	23,2
66	6065	2388	8453	289	51	0,21	0,19	64,8	7,1	28,1
67	7093	2962	10055	398	32	0,18	0,14	53,3	17,4	29,3
71	22618	76674	99292	993	63	0,23	0,02	2,3	20,7	76,9
72	16085	214681	230766	466	61	0,35	0,07	1,5	6	92,5
73	6515	20019	26534	248	79	0,26	0,17	15,1	12,9	72
81	939	130	1069	40	0	0,24	0,19	71	17,1	11,9
82	5539	1082	6621	381	54	0,15	0,03	19,2	64,6	16,2
91	10331	12023	22354	588	19	0,18	0,16	41,6	4,6	53,8
92	2245	461	2706	106	0	0,21	0,15	57,5	25,5	17
93	14608	2902	17510	515	43	0,28	0,15	44	39,5	16,5
Danmark	1219911	602122	1822033	43037	59	0,28	0,17	39,9	27,4	32,7
		inklusive havbrug	inklusive havbrug							
1	278773	22660	301433	10821	75	0,26	0,13	45,8	46,8	7,4
2	51636	15904	67540	1102	59	0,47	0,38	61,9	14,7	23,3
3	494813	117724	612537	15858	59	0,31	0,23	56	25,6	18,4
4	83131	35022	118153	3132	51	0,27	0,13	35,7	36,4	27,9
5	117457	48631	166088	3381	43	0,35	0,23	47,3	24	28,7
6	115221	69209	184430	5406	50	0,21	0,08	26,2	32,8	41
7	45218	311374	356592	1707	65	0,26	0,06	2,8	10,6	86,6
8	6478	1212	7690	420	49	0,15	0,05	26,5	57,9	15,6
9	27184	15386	42570	1210	28	0,22	0,15	43,6	20,3	36,1
Danmark	1219911	637122	1857033	43037	59	0,28	0,17	39,3	27	33,7

Bilag 6.2.3

Tilførslen af BOD₅ via vandløb og direkte udledninger til 2. ordens kystafsnit i 1997 samt oplandsstab og diffus tilførsel.

Farvands- område	Via vandløb	Direkte eksklusiv havbrug	I alt via vandløb + direkte	Oplands- areal	Målt opland	Oplands- tab
	kg	kg	kg	km ²	%	kg BOD ₅ ha ⁻¹
11	92688	812	93500	172	0	5,4
12	562579	24884	587463	1636	83	3,4
13	1424038	7776	1431814	3479	72	4,1
14	25814	0	25814	268	6	1,0
15	13002	0	13002	85	0	1,5
16	2108018	566663	2674681	5181	81	4,1
21	288917	2151	291068	492	71	5,9
22	312798	436010	748808	567	53	5,5
23	147456	351743	499199	43	0	34,3
30	57713	11857	69570	138	0	4,2
31	14526	13614	28140	86	42	1,7
32	384881	69703	454584	1960	53	2,0
33	10261	6095	16356	42	0	2,4
34	288559	151015	439574	727	65	4,0
35	3089863	12953	3102816	3499	86	8,8
36	321575	57947	379522	743	62	4,3
37	3254840	500738	3755578	7604	51	4,3
38	271668	3921	275589	522	75	5,2
39	252693	2485819	2738512	537	23	4,7
40	35219	9191	44410	131	0	2,7
41	118654	5641	124295	316	0	3,8
42	390176	30926	421102	1191	68	3,3
43	173694	50709	224403	777	50	2,2
44	532468	88612	621080	657	64	8,1
45	24235	4178	28413	59	0	4,1
51	388555	19621	408176	1047	56	3,7
52	318411	81681	400092	508	59	6,3
53	49800	10111	59911	231	43	2,2
54	219150	41950	261100	508	59	4,3
55	28250	6183	34433	94	0	3,0
56	77895	37657	115552	289	27	2,7
57	76530	61823	138353	207	10	3,7
58	62325	56435	118760	258	5	2,4
59	61835	35921	97756	239	18	2,6
61	309023	1312191	1621214	1211	66	2,6
62	360039	2018757	2378796	2348	57	1,5
63	88089	38116	126205	281	20	3,1
64	84474	2779957	2864431	445	38	1,9
65	125129	25836	150965	436	21	2,9
66	79093	16529	95622	289	51	2,7
67	83775	27630	111405	398	32	2,1
71	263933	1233125	1497058	993	63	2,7
72	113294	700870	814164	466	61	2,4
73	47110	83995	131105	248	79	1,9
81	10470	602	11072	40	0	2,6
82	29848	10417	40265	381	54	0,8
91	243504	181360	424864	588	19	4,1
92	35985	10202	46187	106	0	3,4
93	110387	58586	168973	515	43	2,1
Danmark	17463238	13742513	31205751	43037	59	4,1
		inklusive	inklusive			
		havbrug	havbrug			
1	4226138	637135	4863273	10821	75	3,9
2	749171	789904	1539075	1102	59	6,8
3	7946579	3313662	11260241	15858	59	5,0
4	1274446	630257	1904703	3132	51	4,1
5	1282751	731382	2014133	3381	43	3,8
6	1129622	6841016	7970638	5406	50	2,1
7	424337	2017990	2442327	1707	65	2,5
8	40318	11019	51337	420	49	1,0
9	389876	251148	641024	1210	28	3,2
Danmark	17463238	15223513	32686751	43037	59	4,1

Bilag 6.3

Oversigt over ferskvands-, kvælstof-, fosfor- og BOD₅-tilførslen til marine kystafsnit i 1997

Månedsvandtransport (millioner m³) i 1997

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	257	452	367	286	270	190	161	143	176	241	228	328	3100
Skagerrak	23	62	31	17	17	11	10	8	11	12	14	30	245
Kattegat	276	572	410	293	316	229	213	186	202	262	262	389	3610
Nordlige Bælthav	27	96	62	41	44	27	23	24	17	34	28	57	478
Lillebælt	39	146	88	58	58	30	26	22	21	36	30	74	628
Storebælt	26	113	83	47	54	23	13	11	8	15	21	57	471
Øresund	7	28	17	10	14	14	9	5	5	14	16	27	165
Sydlig Bælthav	1	13	7	4	5	1	0	0	0	0	1	3	36
Østersøen	15	42	19	10	17	4	1	1	1	9	10	24	153
Danmark	670	1524	1084	765	795	529	455	400	442	623	610	988	8886

Månedstilførsel af kvælstof til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger (i tons) i 1997

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	971	2354	1600	1083	928	590	456	389	515	839	813	1731	12269
Skagerrak	138	460	223	98	94	58	50	38	52	59	76	265	1612
Kattegat	1737	3815	2588	1549	1501	1051	919	891	901	1254	1426	2356	19988
Nordlige Bælt.	212	1013	574	285	272	146	107	106	84	146	154	483	3581
Lillebælt	335	1188	711	398	331	177	146	119	121	201	182	611	4519
Storebælt	195	1263	627	290	246	108	75	78	74	134	159	654	3904
Øresund	173	341	234	173	189	183	172	158	155	191	232	361	2562
Sydlig Bælthav	5	92	42	21	26	4	1	1	1	1	3	17	214
Østersøen	115	491	174	66	86	27	16	25	32	97	96	282	1506
Total	3881	11017	6773	3963	3672	2342	1944	1805	1935	2923	3142	6761	50156

Månedstilførsel af fosfor til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger (i tons) i 1997

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	30	67	35	25	23	16	14	10	11	16	17	38	301
Skagerrak	7	19	7	4	5	4	3	3	3	3	3	5	68
Kattegat	53	86	55	46	54	44	43	42	44	47	42	57	613
Nordlige Bælt.	8	20	10	8	12	10	10	10	6	8	6	11	118
Lillebælt	13	29	16	13	14	11	12	10	10	13	9	15	166
Storebælt	14	32	15	12	17	14	12	13	10	15	12	19	184
Øresund	28	32	29	29	32	31	30	28	28	30	29	31	357
Sydlig Bælthav	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	8
Østersøen	3	7	3	2	4	7	3	2	2	3	2	4	43
Total	157	294	171	140	162	137	126	118	115	135	122	181	1857

Månedstilførsel af BOD₅ til marine kystafsnit (i tons) i 1997

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	627	1141	728	605	642	441	362	302	355	451	420	721	6794
Skagerrak	440	1047	451	270	354	228	151	118	155	181	202	422	4019
Kattegat	428	616	466	411	454	372	368	341	338	369	394	471	5027
Nordlige Bælt.	111	259	180	169	281	163	121	121	93	114	95	125	1833
Lillebælt	338	688	513	483	481	304	272	174	174	246	221	386	4280
Storebælt	606	758	663	635	657	595	583	593	581	600	591	634	7496
Øresund	176	198	184	181	193	191	181	174	174	180	177	188	2197
Sydlig Bælthav	9	110	46	34	59	30	18	12	13	7	12	35	386
Østersøen	26	53	32	29	36	26	23	23	22	24	24	31	350
Total	2761	4870	3263	2817	3157	2351	2079	1858	1906	2173	2137	3011	32382

Bilag 6.4

Oversigt over ferskvands-, kvælstof-, fosfor- og BOD₅-tilførslen til marine kystafsnit for 1989 til 1997

Afstrømning (mill m3)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	4083	4987	4240	4554	4600	6178	5356	2837	3100	4437
Skagerrak	253	350	292	297	270	466	363	244	245	309
Kattegat	4272	5143	4528	4493	4560	6711	5531	3454	3610	4700
Nordlige Bælthav	543	890	734	698	940	1373	961	377	478	777
Lillebælt	732	1059	903	969	1170	1652	1244	580	628	993
Storebælt	703	1115	1296	1065	1590	2156	1462	372	471	1137
Øresund	214	282	353	244	380	504	375	135	165	295
Sydlig Bælthav	41	86	83	73	110	119	79	29	36	73
Bornholm	188	175	274	238	340	430	254	163	153	246
Danmark	11029	14087	12703	12631	13960	19589	15625	8191	8886	12967

% af samlet afstrømning	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97	% af op- landsareal	oplands- areal (km2)
Nordsøen	37,0	35,4	33,4	36,1	33,0	31,5	34,3	34,6	34,9	34,2	25,1	10811
Skagerrak	2,3	2,5	2,3	2,4	1,9	2,4	2,3	3,0	2,8	2,4	2,6	1102
Kattegat	38,7	36,5	35,6	35,6	32,7	34,3	35,4	42,2	40,6	36,2	36,8	15826
Nordlige Bælthav	4,9	6,3	5,8	5,5	6,7	7,0	6,2	4,6	5,4	6,0	7,3	3135
Lillebælt	6,6	7,5	7,1	7,7	8,4	8,4	8,0	7,1	7,1	7,7	7,8	3369
Storebælt	6,4	7,9	10,2	8,4	11,4	11,0	9,4	4,5	5,3	8,8	12,6	5415
Øresund	1,9	2,0	2,8	1,9	2,7	2,6	2,4	1,6	1,9	2,3	4,0	1737
Sydlig Bælthav	0,4	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	1,0	421
Bornholm	1,7	1,2	2,2	1,9	2,4	2,2	1,6	2,0	1,7	1,9	2,8	1205
Danmark	100	43022										

Kvælstof (ton) (*)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	17425	23232	19730	25617	22100	27700	21560	12172	12237	20197
Skagerrak	2473	3641	2762	3931	2400	3600	2610	1699	1608	2747
Kattegat	27154	34338	28922	32567	31900	42700	33110	18965	19988	29960
Nordlige Bælthav	5484	9219	6776	7816	9700	10800	6580	3008	3528	6990
Lillebælt	7740	11584	8985	10567	10600	12900	8440	4001	4459	8808
Storebælt	8335	15231	12843	12859	17500	17400	11300	2620	3785	11319
Øresund	7227	11161	7327	6433	8000	7700	5980	3165	2562	6617
Sydlig Bælthav	617	1185	867	1080	1270	1100	770	294	214	822
Bornholm	2178	2435	3484	3322	4350	4500	2500	1623	1505	2877
Danmark	78633	112026	91696	104192	107820	128400	92850	47548	49886	90339

Kvælstof: Samlet belastning (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	22,2	20,7	21,5	24,6	20,5	21,6	23,2	25,6	24,5	22,4
Skagerrak	3,1	3,3	3,0	3,8	2,2	2,8	2,8	3,6	3,2	3,0
Kattegat	34,5	30,7	31,5	31,3	29,6	33,3	35,7	39,9	40,1	33,2
Nordlige Bælthav	7,0	8,2	7,4	7,5	9,0	8,4	7,1	6,3	7,1	7,7
Lillebælt	9,8	10,3	9,8	10,1	9,8	10,0	9,1	8,4	8,9	9,8
Storebælt	10,6	13,6	14,0	12,3	16,2	13,6	12,2	5,5	7,6	12,5
Øresund	9,2	10,0	8,0	6,2	7,4	6,0	6,4	6,7	5,1	7,3
Sydlig Bælthav	0,8	1,1	0,9	1,0	1,2	0,9	0,8	0,6	0,4	0,9
Bornholm	2,8	2,2	3,8	3,2	4,0	3,5	2,7	3,4	3,0	3,2
Danmark	100									

Fosfor (ton) (*)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	1416	981	760	590	514	730	583	301	298	686
Skagerrak	224	280	236	177	134	200	141	69	67	170
Kattegat	1476	1566	1032	916	850	1250	916	600	613	1024
Nordlige Bælthav	523	413	236	191	225	310	197	118	112	258
Lillebælt	834	787	557	464	326	390	329	180	159	447
Storebælt	598	879	555	459	432	460	278	197	171	448
Øresund	1563	1514	1240	1023	986	1000	765	460	357	990
Sydlig Bælthav	55	56	29	22	24	24	23	16	8	29
Bornholm	145	192	145	164	130	130	90	68	43	123
Danmark	6834	6668	4790	4006	3621	4494	3322	2009	1828	4175

Fosfor: Samlet belastning (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	20,7	14,7	15,9	14,7	14,2	16,2	17,5	15,0	16,3	16,4
Skagerrak	3,3	4,2	4,9	4,4	3,7	4,5	4,2	3,4	3,7	4,1
Kattegat	21,6	23,5	21,5	22,9	23,5	27,8	27,6	29,9	33,5	24,5
Nordlige Bælthav	7,7	6,2	4,9	4,8	6,2	6,9	5,9	5,9	6,1	6,2
Lillebælt	12,2	11,8	11,6	11,6	9,0	8,7	9,9	9,0	8,7	10,7
Storebælt	8,8	13,2	11,6	11,5	11,9	10,2	8,4	9,8	9,4	10,7
Øresund	22,9	22,7	25,9	25,5	27,2	22,3	23,0	22,9	19,5	23,7
Sydlig Bælthav	0,8	0,8	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,8	0,4	0,7
Bornholm	2,1	2,9	3,0	4,1	3,6	2,9	2,7	3,4	2,4	2,9
Danmark	100	100,0								

(*) eksklusiv havbrug

Bilag 6.5

Kvælstof- og fosforretention beregnet ud fra overvågningsprogrammet for søer.

Kvælstofretention (tons)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	1610	1659	1320	2098	1572	1654	1010	829	1128	1431
Skagerrak	52	52	42	66	50	52	32	26	36	45
Kattegat	4598	4541	3795	5352	4367	4421	3082	2377	3031	3951
Nordlige Bælthav	641	676	548	858	656	694	431	345	469	591
Lillebælt	449	453	361	573	432	453	278	229	308	393
Storebælt	1877	2322	2615	2946	2579	2674	1646	929	1194	2087
Øresund	952	958	765	1213	912	956	579	484	652	830
Sydlig Bælthav	24	25	20	31	23	25	15	12	17	21
Bornholm	27	27	22	35	26	27	17	14	19	24
Danmark	10230	10713	9488	13172	10617	10956	7089	5244	6852	9373

Fosforretention (tons)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	10,0	8,2	17,9	4,5	9,8	11,2	1,8	5,7	4,5	8
Skagerrak	0,3	0,3	0,6	0,2	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0
Kattegat	52,8	25,8	72,5	-38,0	41,7	-33,6	40,8	27,2	28,4	24
Nordlige Bælthav	4,4	3,4	7,6	2,6	4,8	4,5	1,4	2,8	1,7	4
Lillebælt	2,8	2,6	5,2	1,7	3,2	3,1	0,5	1,7	1,3	2
Storebælt	47,2	43,7	33,5	12,6	22,4	16,9	-4,6	-14,0	-18,5	15
Øresund	6,1	5,5	10,9	3,5	6,6	6,7	1,1	3,6	2,9	5
Sydlig Bælthav	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0
Bornholm	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0
Danmark	124	90	149	-13	89	10	41	27	21	60

Bilag 6.6

Kildefordeling for de samlede kvælstof- og fosfortilførsler til de marine kystafsnit 1989 til 1997. I den diffuse afstrømning er inkluderet udledninger fra spredt bebyggelse til ferskvand men ikke retention.

Kvælstof										
Diffus afstrømning (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	72,6	83,1	83,8	86,5	88,5	91,2	89,1	85,4	85,3	85,6
Skagerrak	60,7	74,9	66,3	54,9	79,1	86,4	80,4	85,6	86,7	73,5
Kattegat	78,2	85,2	85,1	88,8	88,0	90,8	90,2	86,2	88,0	87,0
Nordlige Bælthav	60,7	78,4	75,8	81,5	89,7	91,4	85,2	75,8	78,5	81,5
Lillebælt	58,7	76,4	75,9	81,3	89,7	90,3	87,6	81,4	84,7	81,2
Storebælt	67,5	83,7	82,1	82,7	90,3	92,4	89,4	61,5	77,6	84,5
Øresund	16,7	47,7	24,8	24,4	40,0	38,6	26,8	13,2	26,9	31,6
Sydlig Bælthav	70,3	84,6	90,4	94,2	94,5	88,7	94,7	83,8	85,5	88,8
Bornholm	76,9	79,4	84,6	81,6	89,7	92,2	88,0	90,0	90,9	86,3
Danmark	66,4	78,9	77,4	80,7	85,2	87,9	84,9	78,8	82,5	80,9
Punktkilder ferskvand (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	16,0	9,2	8,0	8,3	8,7	7,0	8,3	12,0	11,8	9,4
Skagerrak	6,9	4,5	5,5	3,9	3,8	2,5	5,8	7,9	5,4	4,8
Kattegat	10,8	7,8	7,9	6,9	6,0	4,8	5,5	8,1	7,1	7,0
Nordlige Bælthav	26,5	15,1	18,3	13,5	7,6	5,8	7,5	12,8	10,8	12,3
Lillebælt	10,3	6,4	7,3	7,0	4,9	4,2	6,0	9,2	7,6	6,6
Storebælt	12,1	6,9	7,5	6,8	4,1	3,6	4,4	18,9	9,2	6,4
Øresund	5,8	3,9	6,3	5,5	3,8	4,2	4,2	5,2	7,8	4,9
Sydlig Bælthav	5,4	3,6	5,7	2,3	1,8	2,2	2,7	8,2	9,8	3,5
Bornholm	4,8	4,1	2,4	1,4	1,6	1,1	2,0	3,2	3,2	2,4
Danmark	12,3	7,8	8,1	7,3	5,9	4,9	6,0	9,7	8,6	7,4
Direkte udledninger (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	11,5	7,7	8,2	5,2	2,7	1,8	2,6	2,5	3,0	5,0
Skagerrak	32,3	20,6	28,2	41,3	17,1	11,1	13,8	6,4	7,9	21,7
Kattegat	11,0	7,0	7,1	4,4	6,0	4,4	4,3	5,7	4,9	6,0
Nordlige Bælthav	12,8	6,5	5,9	5,0	2,7	2,8	7,3	11,4	10,7	6,1
Lillebælt	31,0	17,3	16,9	11,7	5,5	5,4	6,4	9,4	7,7	12,2
Storebælt	20,4	9,4	10,4	10,6	5,6	4,0	6,2	19,6	13,2	9,0
Øresund	77,5	48,4	68,9	70,1	56,1	57,1	69,1	81,6	65,3	63,5
Sydlig Bælthav	24,3	11,8	3,9	3,5	3,7	9,1	2,6	8,0	4,7	7,6
Bornholm	18,4	16,4	13,0	16,9	8,7	6,7	10,0	6,8	5,9	11,4
Danmark	21,3	13,3	14,4	12,0	8,9	7,2	9,1	11,5	9,0	11,6

Fosfor

Diffuse udledninger (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	11,6	11,8	28,2	37,1	53,1	64,4	62,8	39,2	45,7	33,6
Skagerrak	11,4	41,7	18,6	22,6	33,6	53,5	46,1	60,9	62,3	34,5
Kattegat	19,6	43,8	35,1	42,5	44,5	60,5	58,2	52,0	54,0	43,8
Nordlige Bælthav	0,2	5,3	32,2	29,3	48,9	61,0	49,2	33,9	35,4	27,1
Lillebælt	15,7	28,4	26,2	33,0	49,4	60,5	55,9	41,1	48,6	34,4
Storebælt	0,0	40,1	24,5	29,2	39,4	58,0	43,2	32,0	35,8	32,4
Øresund	5,2	16,9	2,7	2,2	2,7	6,5	13,3	1,3	1,8	6,7
Sydlig Bælthav	11,9	17,3	37,9	59,1	50,0	62,5	65,2	37,5	19,2	34,9
Bornholm	5,8	45,9	35,2	22,6	25,4	47,7	0,0	50,0	43,6	30,0
Danmark	10,3	28,0	22,4	26,5	33,4	48,2	44,6	34,6	39,0	29,2
Punktkilder ferskvand (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	30,7	37,2	33,8	40,3	38,3	28,8	31,6	51,5	47,9	35,4
Skagerrak	27,9	19,0	21,6	22,6	12,7	6,5	10,6	17,4	15,3	17,9
Kattegat	45,7	30,7	35,5	25,0	29,6	19,5	23,7	28,5	26,8	30,3
Nordlige Bælthav	64,1	58,4	50,8	46,6	36,9	22,9	26,9	36,4	38,7	46,4
Lillebælt	23,7	20,8	23,2	22,4	20,2	19,0	20,1	23,9	25,0	21,9
Storebælt	46,6	28,1	38,0	27,9	28,5	22,4	28,8	32,5	31,4	32,0
Øresund	7,6	7,2	7,7	6,2	6,7	6,5	6,3	6,5	10,8	7,1
Sydlig Bælthav	15,3	16,6	34,5	13,6	25,0	20,8	21,7	31,3	55,8	21,9
Bornholm	31,5	16,6	9,7	4,3	11,5	6,2	11,1	14,7	19,2	13,5
Danmark	31,5	25,5	26,2	22,5	22,8	17,6	20,4	26,5	27,6	24,9
Direkte udledninger (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989-97
Nordsøen	57,7	51,0	38,0	22,5	8,6	6,8	5,7	9,3	6,4	31,0
Skagerrak	60,7	39,3	59,7	54,8	53,7	40,0	43,3	21,7	22,4	47,6
Kattegat	34,8	25,5	29,5	32,5	25,9	20,0	18,1	19,5	19,2	25,9
Nordlige Bælthav	35,8	36,3	16,9	24,1	14,2	16,1	23,9	29,7	25,9	26,5
Lillebælt	60,7	50,8	50,6	44,6	30,4	20,5	24,0	35,0	26,4	43,7
Storebælt	53,3	31,9	37,5	42,9	32,2	19,6	28,1	35,5	32,7	35,7
Øresund	87,2	76,0	89,6	91,7	90,6	87,0	80,4	92,2	87,4	86,2
Sydlig Bælthav	72,7	66,1	27,6	27,3	25,0	16,7	13,0	31,3	25,0	43,2
Bornholm	62,8	37,5	55,2	73,2	63,1	46,2	88,9	35,3	37,2	56,5
Danmark	58,1	46,5	51,4	51,0	43,8	34,1	35,0	38,9	33,3	45,9

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeret. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelse kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tel: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsøvej 25
Postboks 413
8600 Silkeborg
Tel: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Sø- og Fjordøkologi
Afd. for Vandløbsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12, Kalø
8410 Rønne
Tel: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 14

*Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Tagensvej 135, 4.
2200 København N
Tel: 35 82 14 15
Fax: 35 82 14 20

Afd. for Arktisk Miljø

Publikationer:

DMU udgiver temarapporter, faglige rapporter, arbejdsrapporter, tekniske anvisninger, årsberetninger samt et kvartalsvis nyhedsbrev, DMU Nyt. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over årets publikationer. Årsberetning og DMU Nyt fås gratis ved henvendelse på telefon 46 30 12 00.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

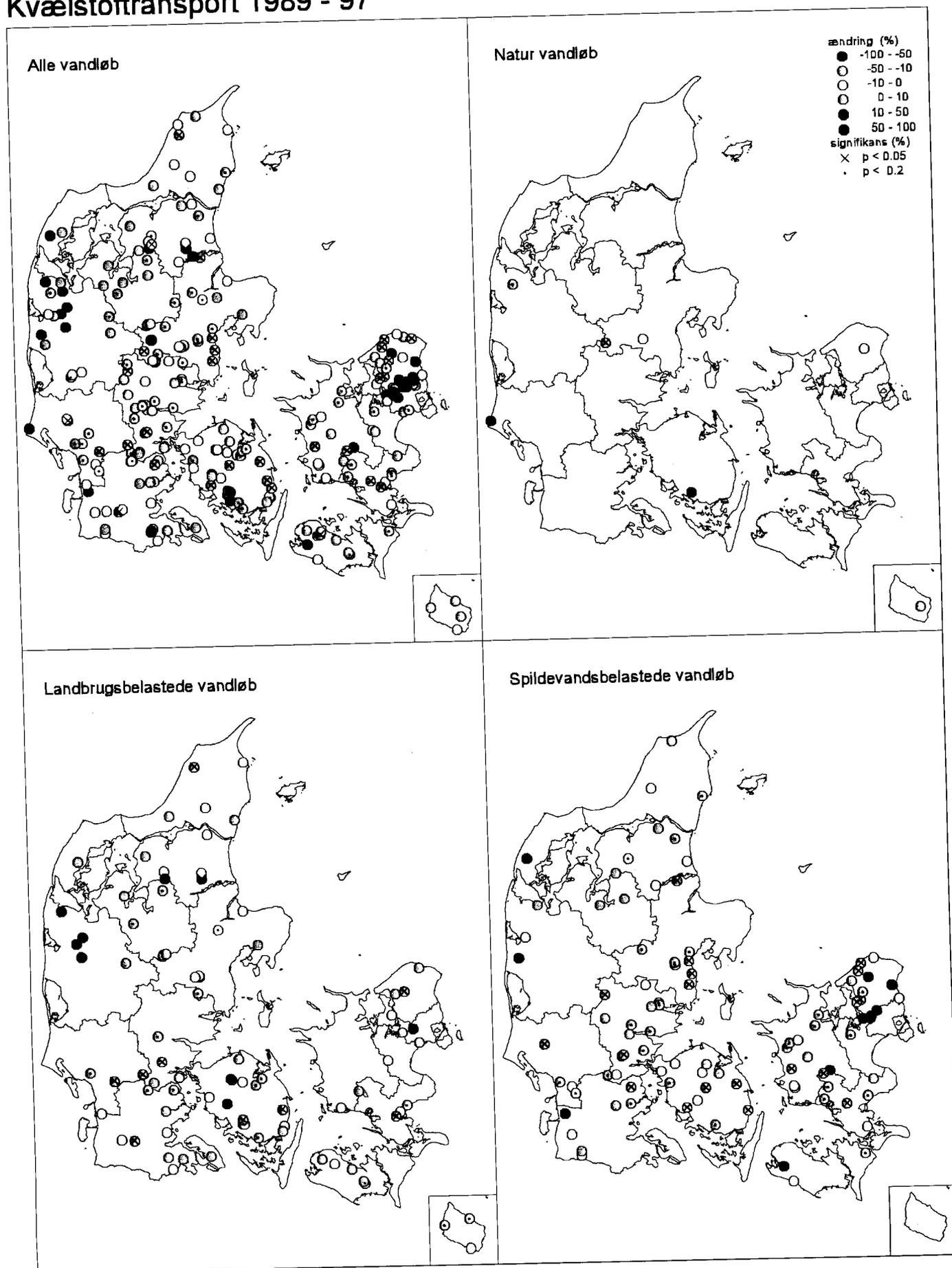
1997

- Nr. 219: Kragefuglejagt i Danmark. Reguleringen af krage, husskade, skovskade, råge og allike i sæsonen 1990/91 og jagtudbyttet i perioden 1943-1993. Af Asferg, T. & Prang, A. 58 s., 80,00 kr.
- Nr. 220: Interkalibrering af bundvegetationsundersøgelser. Af Middelboe, A.L., Krause-Jensen, D., Nielsen, K. & Sand-Jensen, K. 34 s., 100,00 kr.

1998

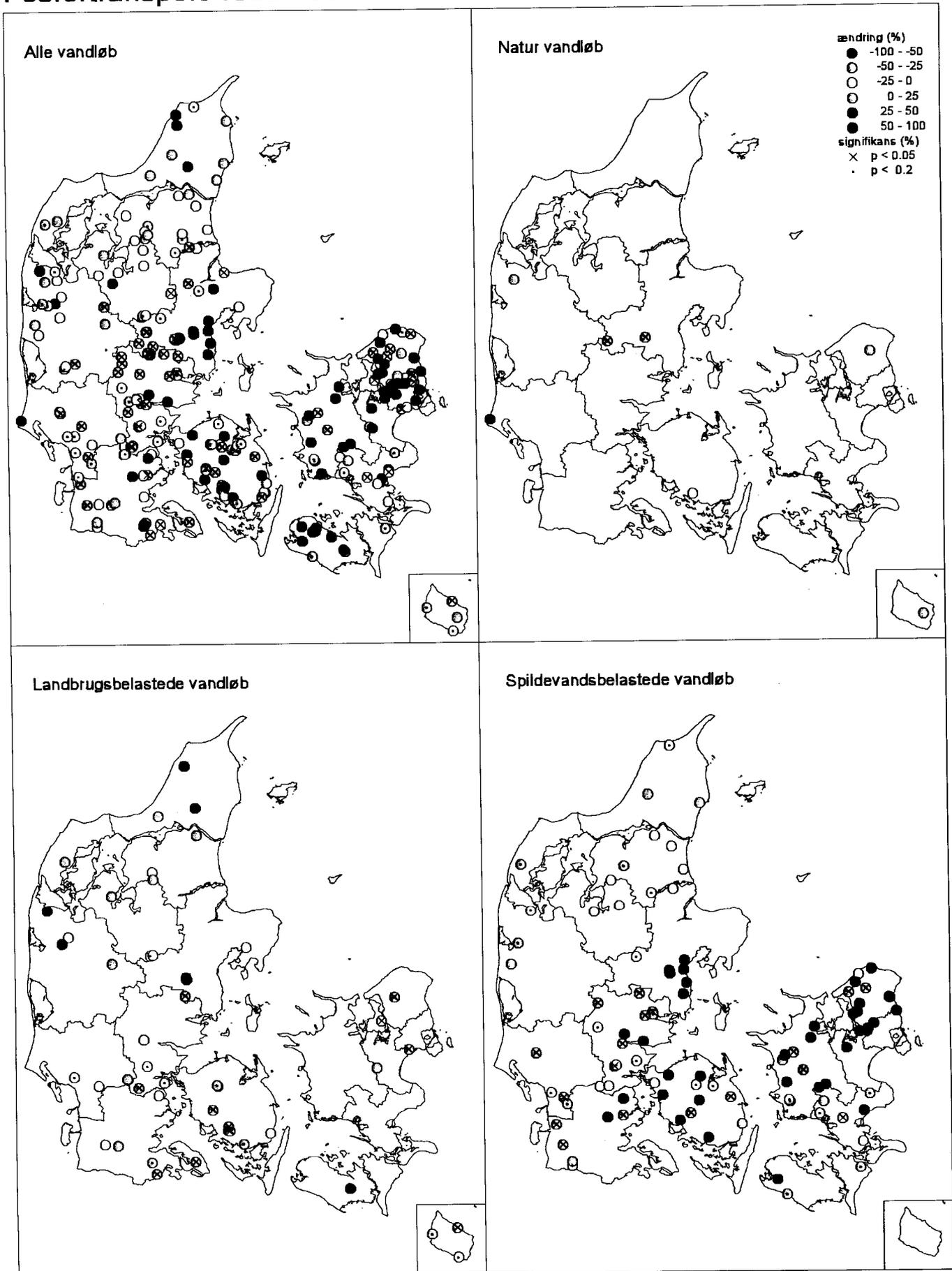
- Nr. 221: Pollution of the Arctic Troposphere. Northeast Greenland 1990-1996. By Heidam, N.Z., Christensen, J., Wählin, P. & Skov, H. 58 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 222: Sustainable Agriculture and Nature Values - using Vejle County as a Study Area. By Hald, A.B. 93 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 223: Ændringer i bekæmpelsesmidlernes egenskaber fra 1981-1985 frem til 1996. Af Clausen, H. 61 s., 45,00 kr.
- Nr. 224: Natur og Miljø 1997. Påvirkninger og tilstand. Red. Holten-Andersen, J., Christensen, N., Kristiansen, L.W., Kristensen, P. & Emborg, L. 288 s., 190,00 kr.
- Nr. 225: Sources of Phthalates and Nonylphenoles in Municipal Waste Water. A Study in a Local Environment. By Vikelsøe, J., Thomsen, M. & Johansen, E. 50 pp., 45,00 kr.
- Nr. 226: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1997. Af Johansen, P., Riget, F. & Asmund, G. 35 s., 50,00 kr.
- Nr. 227: Impact Assessment of an Off-Shore Wind Park on Sea Ducks. By Guillemette, M., Kyed Larsen, J. & Clausager, I. 61 pp., 60,00 kr.
- Nr. 228: Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning. Af Madsen, A.B., Fyhn, H.W. & Prang, A. 40 s., 60,00 kr.
- Nr. 229: Ynglefugle i Vadehavet 1996. Af Rasmussen, L.M. & Thorup, O. 101 s., 90,00 kr.
- Nr. 230: On the Fetch Dependent Drag Coefficient over Coastal and Inland Seas. By Geernaert, G.L. & Smith, J.A. 20 pp., 35,00 DKK.
- Nr. 231: Mere brændstofeffektive køretøjer. CO₂-konsekvenser og samfundsøkonomi. Af Møller, F. & Winther, M. 74 s., 100,00 kr.
- Nr. 232: Fragmentering og korridorer i landskabet - en litteraturudredning. Af Hammershøj, M & Madsen, A.B. 110 s., 100,00 kr.
- Nr. 233: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1997-1998. Af Noer, H., Madsen, J., Hartmann, J., Kanstrup, N. & Kjær, T. 61 s., 60,00 kr.
- Nr. 234: Background Concentrations for Use in the Operational Street Pollution Model (OSPM). By Jensen, S.S. 107 pp., 125 DKK.
- Nr. 235: Effekten på sangsvane ved etablering af en vindmøllepark ved Overgaard gods. Af Larsen, J.K. & Clausen, P. 25 s., 35,00 kr.
- Nr. 236: The Marine Environment in Southwest Greenland. Biological Resources, Ressource Use and Sensitivity to Oil Spill. By Mosbech, A., Boertmann, D., Nymand, J., Riget, F. & Acquarone, M. 202 pp., 250,00 DKK (out of print).
- Nr. 237: Råvildt og forstyrrelser. Af Olesen, C.R., Theil, P.K. & Coutant, A.E. 53 s., 60,00 kr.
- Nr. 238: Indikatorer for naturkvalitet i søer. Af Jensen, J.P. & Søndergaard, M. 39 s., 50,00 kr.
- Nr. 239: Aromater i spildevand. Præstationsprøvning. Af Nyeland, B.A. & Hansen, A.B. 64 s., 60,00 kr.
- Nr. 240: Beregning af rejsetider for rejser med bil og kollektiv trafik. ALTRANS. Af Thorlacius, P. 54 s., 74,00 kr.
- Nr. 241: Control of Pesticides 1997. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Køppen, B. & Petersen, K.K. 24 pp., 50,00 DKK.
- Nr. 242: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1997/98 i Danmark. Af Clausager, I. 50 pp., 45,00 kr.
- Nr. 243: The State of the Environment in Denmark 1997. By Holten-Andersen, J., Christensen, N., Kristensen, L.W., Kristensen, P. & Emborg, L. (eds.). 288 pp., 190,00 DKK.
- Nr. 244: Miljøforholdene i Tange Sø og Gudenåen. Af Nielsen, K., Jensen, J.P. & Skriver, J. 63 s., 50,00 kr.
- Nr. 245: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report 1997. By Kemp, K., Palmgren, F. & Mancher, O.H. 57 pp., 80,00 DDK.
- Nr. 247: The Ecology of Shallow Lakes - Trophic Interactions in the Pelagial. Doctor's dissertation (DSc). By Jeppesen, E. 358 pp., 200,00 DKK.
- Nr. 248: Lavvandede søers økologi - Biologiske samspil i de frie vandmasser. Doktordisputats. Af Jeppesen, E. 59 s., 100,00 kr.
- Nr. 250: Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg, III. Feltundersøgelser og litteraturudredning. Af Jeppesen, J.L., Madsen, A.B., Mathiasen, R. & Gaardmand, B. 69 s., 60,00 kr.

Kvælstoftransport 1989 - 97



Kort 1
 Procentuel ændring i 'normaliseret' transport af total kvælstof i vandløb i perioden 1989-97 (% af normaliseret 1989-transport).
 I statistisk test er C/Q sammenhænge anvendt. Transportændringen er beregnet under antagelse af gennemsnitvandføring for
 perioden for de enkelte måneder.

Fosfortransport 1989 - 97



Kort 2

Procentuel ændring i 'normaliseret' transport af total fosfor i vandløb i perioden 1989-97 (% af normaliseret 1989-transport). I statistisk test er C/Q sammenhænge anvendt. Transportændringen er beregnet under antagelse af gennemsnitvandføring for perioden for de enkelte måneder.

