

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1995

Ferske vandområder

Vandløb og kilder

Faglig rapport fra DMU, nr. 177

Jørgen Windolf (red.)
Afdeling for Vandløbsøkologi

Datablad

Titel: Ferske vandområder - vandløb og kilder
Undertitel: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995
Redaktør: Jørgen Windolf
Afdeling: Afdeling for Vandløbsøkologi
Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 177
Udgiver: Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser ©
Udgivelsesår: December 1996

Tegninger: Kathe Møgelvang & Juana Jacobsen
ETB: Hanne Kjellerup Hansen & Anne-Dorthe Matharu
EDB: Jytte Erfurt
Bedes citeret: Windolf, J. (red.) (1996): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 177

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Emneord: Ferske vandområder, vandløb, kilder, miljøtilstand, overvågning, Vandmiljøplanen

ISBN: 87-7772-295-7
ISSN: 0905-815x
Papirkvalitet: Cyclus Print
Tryk: Silkeborg Bogtryk
Oplag: 300
Sideantal: 228

Pris: kr. 125,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Vejløvej 25
Postboks 314
DK-8600 Silkeborg
Tlf. 8920 1400
Fax 8920 1414

Miljøbutikken
Information & Bøger
Læderstræde 1
DK-1201 København K
Tlf. 3392 7692 (information)
3337 9292 (bøger)

Indhold

Forord 7

Resumé 9

- 1 Indledning 13**
 - 1.1 Formål og indhold 13
 - 1.2 Stationsnettet og måleprogrammet 15
 - 1.3 Revision og overvågningsprogrammet for vandløb og kilder pr. 1. januar 1993 17

- 2 Arealanvendelse 21**
 - 2.1 Indledning 21
 - 2.2 Datagrundlag og metode 21
 - 2.3 Oplandsstørrelse 22
 - 2.4 Arealanvendelse - CORINE 23
 - 2.5 CORINE+ 24
 - 2.6 Konklusion 27

- 3 Klimatiske forhold i 1995 29**
 - 3.1 Indledning 29
 - 3.2 Temperatur, solskinstimer og globastråling 29
 - 3.3 Nedbør og vandbalance 32
 - 3.4 Konklusion 36

- 4 Afstrømningsforholdene 39**
 - 4.1 Indledning 39
 - 4.2 Datagrundlag 39
 - 4.3 Metode 40
 - 4.4 Resultater 41
 - 4.5 Konklusion 47

- 5 Trådalger i vandløb 49**
 - 5.1 Indledning 49
 - 5.2 Metode 49
 - 5.3 Trådalgers forekomst i danske vandløb 50
 - 5.4 Trådalgers forekomst i relation til fysisk-kemiske og biologiske faktorer 53
 - 5.5 Konklusion 55

- 6 Smådyrsfauna og miljøtilstand i vandløb 57**
 - 6.1 Indledning 57
 - 6.2 Metoder 57
 - 6.3 Beskrivelse af smådyrsfaunaen på overvågningsstationerne 58
 - 6.4 Overvågningsstationernes generelle miljøkvalitet 61
 - 6.5 Faunaens relationer til fysiske og kemiske parametre 63
 - 6.6 Konklusion 66

7	Det diffuse fosfortab - intensive målinger 69
7.1	Indledning 69
7.2	Beskrivelse af stationsnet, målestrategi og driftsforhold 70
7.3	Transporten af total fosfor i små vandløb undervurderes 71
7.4	De enkelte vandløb - tidslig variation 73
7.5	Konklusion 74
8	Vandkvalitet i kilder og vandløb 77
8.1	Indledning 77
8.2	Vandkvalitet i kilder 77
8.3	Karakteristik af oplandstyper til vandløb 81
8.4	Kvælstof 83
8.5	Fosfor 86
8.6	Biokemisk iltforbrug 88
8.7	Kilder sammenholdt med vandløb 89
8.8	Konklusion 89
9	Arealanvendelse, dyrkningspraksis og næringsstofftab til vandløb 93
9.1	Indledning 93
9.2	Metoder og datagrundlag 93
9.3	Jordbund og arealanvendelse 95
9.4	Dyrkningspraksis 96
9.5	Næringsstofftransport i vandløb 97
9.6	Kvælstoftilførsel og kvælstoftab fra vandløbsoplande 98
9.7	Konklusion 100
10	Udviklingstendens i kvælstoftransport i danske vandløb 103
10.1	Indledning 103
10.2	Datagrundlag og metode 103
10.3	Analyse af udviklingen i N-transport 104
10.4	Temperaturens indflydelse på N-transporten 109
10.5	Udvikling i koncentrationen af nitrat-N 110
10.6	Konklusion 112
11	Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til marine kystafsnit via vandløb 115
11.1	Indledning 115
11.2	Opgørelsesmetodik 116
11.3	Kvælstof, fosfor og BOD ₅ tilførslen til marine kystafsnit i 1995 118
11.4	Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til 1. ordens marine kystafsnit via vandløb 122
11.5	Sæsonvariationer i tilførslen af kvælstof, fosfor og BOD ₅ via vandløb til marine kystafsnit 126
11.6	Retention af kvælstof og fosfor i ferskvand samt udvikling i tilførslen 130
11.7	Kilderne til kvælstof og fosfortilførslen til marine kystafsnit 134
11.8	Konklusion 136

- 12 Fællestema Fjorde: Vand- og næringsstoftilførsel 139**
 - 12.1 Indledning 139
 - 12.2 Datagrundlag og metoder 139
 - 12.3 Oplands- og fjordkarakteristik 140
 - 12.4 Vand- og næringsstoftilførslen til Fjordene 142
 - 12.5 Kilder til stoftilførslen 146
 - 12.6 Sæsonvariation i vand- og stoftilførsel 148
 - 12.7 Konklusion 149

- 13 Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgelsers nationale rapporter vedrørende resultaterne af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995 151**

Referencer 157

Oversigt over amtsrapporter i 1996 161

Bilag 165

Danmarks Miljøundersøgelser 227

Faglige rapporter fra DMU/NERI technical reports 228

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 den ændrede belastning af vandmiljøet med næringssalte.

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 amtskommunerne 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 - fjorde, kyster og åbent hav" er baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af fjorde og kystvande samt Danmarks Miljøundersøgelsers 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. Til denne rapport foreligger tillige en bilagsrapport samt en appendixrapport.

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

Resumé

- Generelt om årets rapport* Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for vandløb og kilder er baseret på amtskommunernes målinger i ca. 260 vandløb og 58 kilder. I årets rapport er der i forhold til tidligere år medtaget et detaljeret afsnit om ferskvandsafstrømningen fra Danmark og præsenteret resultater af en ny opgørelse af arealanvendelsen. Ligeledes er medtaget resultater fra opgørelser af dyrkningspraksis i 45 vandløbsoplande. Da det generelle tema for årets rapportering er: Fjorde er yderligere foretaget beregninger af belastningen til 47 fjorde og afgrænsede marine områder. Endelig er der lagt vægt på en mere uddybende præsentation af resultater om smådyrsfaunaens forekomst på vandløbsstationerne.
- Nedbør i 1995* 1995 var et relativt tørt år med en nedbør 8% under normalen. Nedbøren var meget atypisk fordelt over året, idet den i januar-februar var dobbelt så høj som i et normalår. Omvendt indledtes fra juli og året ud den 'tørreste' periode i mands minde med kun 1/3 af normalnedbøren. Denne tørre periode fortsatte frem til oktober 1996.
- Stor ferskvandsafstrømning i 1. kvartal. "Tørke" i sidste halvår 1995* Nedbørens fordeling over året betød at ferskvandsafstrømningen var meget større end normal i 1. kvartal 1995, mens sidste halvår var karakteriseret ved en overordentlig ringe vandføring i vandløbene. Årsafstrømningen var i 1995 363 mm, hvilket er 11% over normalen, og den ekstra afstrømning i forhold til nedbøren skyldes, at der er tæret kraftigt på grundvandsmagasinerne.
- Stoftilførsel til marine områder* I 1995 var den totale tilførsel fra vandløb til de marine kystafsnit 84.400 t kvælstof, 2.190 t fosfor og 30.000 t BOD₅.
- Reduktion i fosfortilførsler fordi spildevandet renses bedre* Sammenlignet med tidligere år er der sket et markant fald i fosfortilførslerne med vandløb, der i 1989 var 2.860 t P. Dette fald er betinget af en markant reduktion i udledningerne fra punktkilder til ferskvand: fra 2.170 t P år⁻¹ i 1989 til 680 t P år⁻¹ i 1995. De spildevandsbetingede fosforudledninger bidrog dog stadig med en betydelig del af de samlede tilførsler med ferskvand - nemlig 42%.
- Ingen væsentlig reduktion i kvælstoftilførslen til marine områder med ferskvand* Kvælstofudledningerne med spildevand til ferskvand er også faldet: fra 9.700 t N år⁻¹ i 1989 til 5.600 t N år⁻¹ i 1995. Dette har dog ikke haft stor betydning for den samlede transport af kvælstof med ferskvand til de marine områder. Denne transport er stærkt relateret til ferskvandsafstrømningens størrelse og dermed til afstrømningen fra landbrugsarealerne det enkelte år. I 1995 kunne 78% af kvælstofbelastningen af ferskvandsmiljøet således tilskrives det dyrkningsbetingede tab af kvælstof fra landbrugsarealerne.
- Vand- og stoftilførsel til Tema-fjorde* Vand- og stoftilførslen er særskilt opgjort til 47 Tema-fjorde. Fosfortilførslen til disse fjorde er mindsket markant siden 1989, fordi spildevandet nu renses meget bedre. Cirka halvdelen af den samlede fosfortilførsel kunne dog i 1995 stadig tilskrives udledninger med spildevand - i form af direkte spildevandsudledninger og spildevand tilført med ferskvand. Generelt var indløbskoncentrationerne af fosfor

til disse fjorde 0,13-0,27 mg P l⁻¹ eller 3-5 gange større end de koncentrationer, der findes i vandløb, der afvander naturarealer.

Kvælstoftilførslen til fjordene er de enkelte år stærkt relateret til ferskvandsafstrømningen, men var i 1995 mindre end man umiddelbart kunne forvente ved den målte årsafstrømning af ferskvand. Den gennemsnitlige vandføringsvægtede indløbskoncentration var således 7,4 mg N l⁻¹ mod 7,9-10,2 mg N l⁻¹ i perioden 1992-94. Cirka 2/3 af den samlede kvælstoftilførsel med direkte udledninger og ferskvand kan henføres til kvælstoftabet fra landbrugsarealerne. Selv om der til fjordene er sket en halvering af de spildevandsbetingede kvælstoftilførsler har det kun haft mindre betydning for de samlede tilførsler idet spildevandsandelen som gennemsnit er mindre end 5%.

Meget lav kvælstoftransport i vandløb i det hydrologiske år 1995/96

Udviklingen af kvælstoftransporten er opgjort på hydrologiske år (maj til maj) på 55 stationer, hvorfra der foreligger længere tidsserier. Den målte kvælstoftransport i disse vandløb i det hydrologiske år 1995/96 var bemærkelsesværdig lav. Kun 14% af normalen på Fyn/Sjælland og 59% af normalen i Jylland. Dette skyldes primært den rekordlave nedbør og deraf afledte rekordlave ferskvandsafstrømning. Korrigeres således for variationer i vandføringen de enkelte år var den afstrømningskorrigerede kvælstoftransport i Jylland på samme niveau de to foregående år, men på Fyn/Sjælland var den korrigerede transport dog den laveste i perioden 1978/79 - 1995/96. Der har ved sammenligning af den korrigerede transport for årene 1987/88-1995/96 ikke kunnet påvises en sikker statistisk forskel til årene umiddelbart før denne periode.

Relativt lave kvælstofkoncentrationer i vandløb i 1995 grundet atypisk sæsonvariation i ferskvandsafstrømningen

De vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløb i dyrkede oplande var stigende frem til 1992, men er siden faldet til i gennemsnit 6,6 mg N l⁻¹ i 1995, hvilket er det laveste, der er målt siden starten af Overvågningsprogrammet i 1989. Det lave koncentrationsniveau i 1995 vurderes primært at være relateret til den meget atypiske fordeling af ferskvandsafstrømningen. I første kvartal medførte den meget kraftige afstrømning en fortynding af det dyrkningsbetingede bidrag til kvælstofkoncentrationerne i vandløb og i sidste halvår 1995 var den overfladenære og mest dyrkningspåvirkede del af vandafstrømningen og dermed også tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløbene kraftigt reduceret. I denne periode udgjordes hovedparten af vandføringen i mange vandløb af udsivende grundvand, hvor kvælstofkoncentrationerne generelt er lavere end vand fra de dyrkede øverste jordlag.

Fosforophobning i landbrugsjord 3-6 gange større end vandløbstransport

Undersøgelser af dyrkningspraksis (1993/94) i 47 vandløbsoplande uden betydende spildevandsudledninger viste at der som gennemsnit var en nettotilførsel af kvælstof på ca 100 kg N ha⁻¹ år⁻¹ og 3-6 kg P ha⁻¹ år⁻¹. Selv om fosfortilførslen med handelsgødning er halveret gennem de sidste ti år medfører den aktuelle gødningspraksis, at der ophobes en fosforpulje på de dyrkede arealer, der er 6-12 gange større end den målte fosfortransport i vandløbene.

Fosforkoncentrationerne falder i vandløb

Resultaterne fra målingerne i de øvrige vandløb viste samme mønster som tidligere år. Fosforkoncentrationerne er faldet markant i de vandløb, der modtager spildevand fra renseanlæg. Fra i gennemsnit 0,56 mg P l⁻¹ i 1989 til 0,16 mg P l⁻¹ i 1995, fordi spildevandet nu renses

meget bedre. En reduktion er også sket i dambrugsbelastede vandløb, hvor koncentrationerne er mindsket fra 0,18 mg P l⁻¹ i 1989 til 0,10 mg P l⁻¹ i 1995. Koncentrationerne har siden 1989 omvendt været meget konstante og lave i vandløb, der afvander naturarealer - i gennemsnit 0,05 mg P l⁻¹.

Intensivstationer i vandløb

I 14 vandløb måles fosfortransporten både ved den traditionelle punktprøvetagning og ved intensiv prøvetagning. Resultaterne i 1995 viste i lighed med tidligere år, at den punktprøvebaserede prøvetagning generelt underestimerer den 'sande' fosfortransport, som der måles med den intensive prøvetagning. Oplandstabet kunne i 1995 opgøres til 0,28 kg P ha⁻¹ år ved punktprøvetagning mod 0,36 kg P ha⁻¹ år⁻¹ ved intensiv prøvetagning. Forskellen kan alene tilskrives, at der ved den sidste metode fanges mere af den partikulært bundne fosfortransport især under store afstrømningsepisoder.

Biologiske undersøgelser

De biologiske forhold i vandløb belyses via undersøgelser af trådalgeforekomst på 100 stationer og smådyrsfauna på 220 stationer.

Smådyrsfauna i vandløb

Ud fra smådyrsfaunaens sammensætning beregnes et indeks (Dansk Fauna Indeks, DFI), der afspejler den generelle miljøtilstand. Der har ikke siden starten af disse undersøgelser i 1993 kunnet konstateres en generel bedring i tilstanden. I 1995 havde 17% af vandløbene en DFI på I-I/II og i 72% var DFI II-II/III. I de resterende 11% af vandløbene var tilstanden ringe med DFI værdier på III eller dårligere. Tilstanden var som forventet dårligere i vandløb, der modtager betydende mængder spildevand og det blev ligeledes fundet at tilstanden udtrykt som DFI kunne relateres til en række fysiske og kemiske forhold. Tilstand påvirkes således negativt af forøgede koncentrationer af organisk stof (BOD₅), reduceret strømhastighed og stor årstidsvariation i vandføringen. Sammenligning med resultater fra amternes generelle tilsyn indikerer i øvrigt, at stationerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram ikke er repræsentative for landet som helhed, idet stationer med dårlig tilstand (DFI>III) er underrepræsenteret.

Trådalger i vandløb

Trådalger forekom på 80% af de undersøgte stationer. I vandløb med lav strømhastighed, ringe variation i vandføringen og øgede næringsstofkoncentrationer var trådalgerne mere talrigt tilstede. Der har ikke kunnet konstateres en udvikling i perioden siden 1993, hvor disse undersøgelser blev igangsat.

Ny opgørelse af oplandsstørrelser og arealanvendelse

Endelig kan det nævnes, at der i forbindelse med den nye kortlægning af arealanvendelsen er tilvejebragt et bedre grundlag end de hidtidige opgørelser over arealanvendelsen i de enkelte oplande. Samtidig er der foretaget en opdatering af de enkelte afstrømnings-arealers udstrækning. Dette har dog generelt ikke ændret de hidtidige værdier væsentligt.

1 Indledning

Lars M. Svendsen

1.1 Formål og indhold

Formålet med overvågning af vandløb og kilder

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram blev pågyndt i 1989 i forbindelse med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987. Formålet med denne overvågning af vandløb og kilder 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 en bedre viden om vandkvaliteten og udviklingen heri i 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 effekter af ændringer i belastningen med kvælstof og fosfor og organisk stof
- at følge langtidsudviklingen i næringsstoftransport og de økologiske forhold i vandløb.

Formålet med det samlede overvågningsprogram er at vise effekten af de reguleringer og foranstaltninger, der blev iværksat som en konsekvens af Vandmiljøplanen. Disse effekter kan dog ikke adskilles fra andre tiltag til forbedring af vandmiljøet. En vigtig del af overvågningen er således at følge effekten af eventuelle ændringer i de forskellige samfundssektorerens belastning af ferskvand med de i 1987 antagede vigtigste forurenende stoffer - kvælstof, fosfor og BOD₅ - samt udviklingen i tilførslen af disse stoffer via søer og fjorde til havområderne omkring Danmark.

Rapportens hovedindhold

Rapporten består af en normalrapporteringsdel (kapitlerne 1 til 11) og en tematisk del (kapitel 12). Normalrapporteringsdelen omhandler overvågningen af vandløb og kilder i 1995. Endvidere er rapporteringen af ferskvandsafstrømningen til havet indarbejdet i denne rapport (kapitel 4 og bilag 4), hvorfor der ikke udarbejdes en særskildt rapport herom.

Fællestemaet Tema fjorde, kapitel 12

Fællestemaet for årets rapportering er: "Tema fjorde", og dette emne behandles grundigt i fagdatacenterrapporten for "Marine Områder" og Miljøstyrelsens publikation "Vandmiljø 1996". Fagdatacentret for Ferskvand har beregnet vand- og stoffbelastning til ca. 60 udvalgte fjorde med tidsserier tilbage til begyndelsen af 1980'erne. Udvikling i en stoffbelastningen til tema fjordene er beregnet sammen med indløbskoncentrationer af kvælstof og fosfor. Endvidere er sæsonvariationer i vand- og næringsstofftilførslen analyseret samt udviklingen i belastningen fra forskellige kilder. Disse emner er behandlet i kapitel 12, der også indgår som en del af rapporten "Marine Områder" (Kaas et al., 1996).

Fællestemaet er baseret på amtskommunale indberetninger af data.

<i>Normalrapporteringsdelen: Corine og Corine+</i>	På basis af den gennemførte Corine og Corine+ opgørelse kommenteres ændringer i afstrømningoplandenes areal og arealudnyttelse og der sammenlignes med de tidligere anvendte opgørelser i kapitel 2.
<i>Klimatiske forhold</i>	Nedbøren var høj i 1. kvartal af 1995, men fra juli 1995 og frem til oktober 1996 har det været ekstremt tørt. Det hydrologiske år 1. juni 1995 til 31. maj 1996 er det tørreste nogensinde. De klimatiske forhold behandles i kapitel 3, med et supplement i kapitel 10 omkring det hydrologiske år 1995/96.
<i>Afstrømningsforhold</i>	Afstrømningsforholdene er grundigere behandlet end tidligere, da rapporteringen af ferskvandsafstrømningen er indarbejdet i denne rapport i kapitel 4. Trods nedbør under normalen var afstrømningen noget over normalen i 1995, da der forekom en stor grundvandsafstrømning grundet de våde år 1993 og ikke mindst det rekordvåde år 1994.
<i>Trådalger</i>	Trådalgeundersøgelserne startede i 1993 og blev i 1995 suppleret med en opdeling af trådalgeforekomsten i <i>Cladophora</i> sp. og anden forekomst. Resultaterne anvendes til en vurdering af trådalgers dækningsgrad som funktion af afstrømningsregime, bundsubstrat mv. og kemiske og biologiske forhold (kapitel 5).
<i>Smådyrsfauna og miljøtilstand i vandløb</i>	Dansk Faunaindeks har nu været obligatorisk i tre år ved bedømmelse af miljøtilstanden på vandløbsstationer for at sikre, at der kan foretages en standardiseret sammenligning af bedømmelserne. I kapitel 6 belyses de fysiske og kemiske parametres betydning for de faunamæssige tilstand. Endvidere søger vi at gå ind bag faunaklasserne for at give en beskrivelse af de dominerende og karakteristiske arter og grupper af smådyr.
<i>Intensive stationer</i>	Siden 1993 har der været oprettet en række intensive vandløbsstationer i små landbrugsbelastede vandløb. På baggrund af tre års målinger gives der i kapitel 7 en vurdering af, hvor meget den totale og den partikulære fosfortransport underestimeres ved den sædvanlige punktprøvetagningsmetodik. Det belyses på hvilke årstider de største afvigelser mellem forskellige prøvetagningsstrategier forekommer.
<i>Vandkvalitet i kilder og i vandløb</i>	I kapitel 8 gives en status for vandkvaliteten for kilder opdelt efter jordtype. Endvidere gives en status for vandkvaliteten for vandløb i typeoplande opdelt efter belastningstype og jordtype. Udviklingen i belastning fra forskellige kilder belyses også.
<i>Arealanvendelse og dyrkningspraksis</i>	På baggrund af interviewundersøgelser om arealanvendelse, dyrkningspraksis og gødningsforbrug i 46 mindre landbrugsoplande i 1993 og 1994 er der i kapitel 9 foretaget en analyse af sammenhængen mellem arealanvendelse og dyrkningspraksis og af transporten af kvælstof i disse oplandes vandløb.
<i>Udvikling i N-transport i vandløb</i>	Udviklingen i kvælstoftransporten i 55 vandløb beregnet for hydrologiske år (1/6-31/5) analyseres i kapitel 10, idet der tages højde for år til år variationerne i afstrømningen. Kvælstoftransporten i perioden 1987/88-1995/96 sammenlignes med perioden 1978/79-1986/87 for at teste for udviklingstendenser. Der testes for sammenhænge mel-

lem kvælstofsudvaskning og temperatur samt for udviklingen i nitrat-koncentrationen i fire større vandløb med lange tidsserier.

Stofafstrømning til marine kystafsnit

I kapitel 11 er afstrømningen via ferskvand af kvælstof, fosfor og BOD₅ til de marine kystafsnit er opgjort for 1. og 2. ordens kystafsnit i året 1995. I denne rapport er der kun omtalt tilførsler via ferskvand, medens de samlede belastninger inklusiv direkte udledninger til de marine kystafsnit - som de er beregnet af Fagdatacentret for Ferskvand - findes i rapporten om Marine Områder (*Kaas et al., 1996*). Kilderne til belastning af ferskvand med kvælstof, fosfor og BOD₅ er opgjort med hensyntagen til retention i oplandet for kvælstof og fosfors vedkommende.

Bilag

Rapporten indeholder et bilagsafsnit med detailoplysninger om de stationer, der indgår i beregningen af ferskvandsafstrømningen til de marine kystafsnit, og om afstrømningen til de 9 1. ordens og 49 2. ordens kystafsnit. Der er en oversigt over de kilde- og vandløbsstationer, der er benyttet i den landsdækkende overvågningsrapport (bilag 8). I bilaget er givet en kortfattet stationsvis oversigt for alle vandløb, der bl.a. indeholder baggrundsbeskrivende oplysninger om oplandene, samt gennemsnitskoncentrationer og arealtab af kvælstof, fosfor og organisk stof for 1995, sammenlignet med en middel for 1989-94.

Desuden indeholder bilaget oplysninger om såvel vand som kvælstof og fosforafstrømninger til de 49 2. ordens kystafsnit (bilag 11) og til temafjordene (bilag 12). Endvidere er faunaindeks for overvågningsstationerne angivet for 1993, 1994 og 1995 i bilag 6.

1.2 Stationsnettet og måleprogrammet

Datagrundlaget for rapporten

Datagrundlaget for overvågningen er de amtskommunale målinger af vandkvalitet, stoftransport og forureningstilstand ved ca. 260 vandløbsstationer, hvoraf 25 er afløb fra søer (figur 1.1) samt ved 58 kilder (figur 1.2).

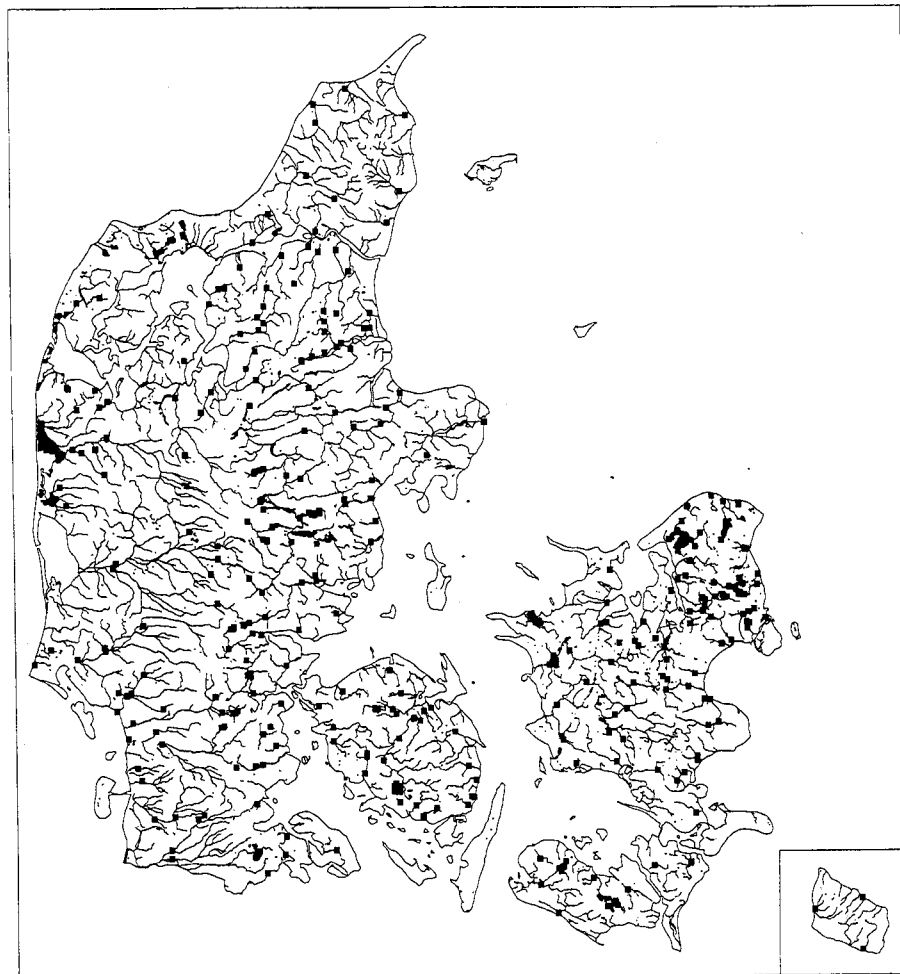
Valget af vandløb og kilder er truffet ud fra ønsket om at få repræsenteret et bredt spektrum af vandløb og kilder, fra de rene vandløb og kilder i skov- og naturoplande, som kun i ringe grad er påvirket af menneskelig aktivitet, til oplande, der i forskellig grad tilføres næringsstoffer fra menneskelige aktiviteter i forskellige samfundssektorer. I tabel 1.1 er vandløbsstationer amtsvis fordelt på forskellige belastningstyper og klassificeret efter tilstanden i 1991.

Måleprogrammet i vandløb og kilder

Det anvendte måleprogram i 1995 er vist i tabel 1.2 og er nærmere beskrevet i *Miljøstyrelsen (1989 og 1993)*. Måle- og analysemetoder er detaljeret beskrevet i tekniske anvisninger fra Danmarks Miljøundersøgelser (*Rebsdorf & Thyssen, 1987; Kronvang & Rebsdorf, 1988; Rebsdorf, Søndergaard & Thyssen, 1988; Kronvang & Bruhn, 1990; Friberg et al., 1992; Kirkegaard et al., 1992 samt Svendsen & Rebsdorf, 1994*).

Anvendte statistiske metoder

En del af de statistiske metoder, der er anvendt i denne rapport, er beskrevet i *Kronvang et al., (1991)*.



Figur 1.1 Lokalisering af Vandmiljøplanens vandløbsstationer efter revisionen pr. 1. januar 1993. Der mangler et antal stationer, hvor den hydrologiske reference mangler eller forkeret.

Tabel 1.1 Vandløbsstationer under Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i perioden 1993-97 opdelt amtsvis på hovedbelastningskilden i oplandet i 1991. Vandløbsstationerne er endvidere amtsvis opdelt efter om de anvendes i typeoplands- eller havbelastningsnettet. (Miljøstyrelsen, 1993).

Amt	Natur	Landbrug ¹⁾	Landbrug ²⁾	Spildevand	Dambrug	Havbelastning	Typeopland	Stationer i alt
Kbh.								
Kommune	0	0	0	4	0	2	3	4
Kbh. Amt	0	0	2	5	0	4	6	7
Frederiksborg	1	1	4	12	0	12	16	18
Roskilde	0	1	4	4	0	5	8	9
Vestsjælland	0	1	3	11	0	8	13	15
Storstrøm	1	1	7	8	0	12	16	17
Bornholm	1	1	2	0	0	3	4	4
Fyn	2	13	6	13	0	18	33	34
Sønderjylland	0	4	9	8	0	16	21	21
Ribe	1	3	0	9	2	9	12	15
Vejle	0	10	2	18	2	9	32	32
Ringkøbing	1	3	3	5	3	6	15	15
Århus	3	5	6	9	2	5	24	25
Viborg	0	3	4	7	0	6	15	14
Nordjylland	1	5	7	8	1	12	22	22
Danmark								
1993-97	11	51	59	121	10	127	240	252
Danmark 1991	7	45	64	127	10	130	262	253

¹⁾ Landbrugsoplande uden punktkilder

²⁾ Landbrugsoplande med en spildevandsbelastning på $N < 0.5 \text{ kg N ha}^{-1}$



Figur 1.2 Den geografiske lokaliserings af Vandmiljøplanens kilder

1.3 Revision af overvågningsprogrammet for vandløb og kilder pr. 1. januar 1993

Baggrund for revisionen

Pr. 1. januar 1993 blev Vandmiljøplanens Overvågningsprogram revideret på baggrund af de erfaringer, som såvel amtskommunerne som Miljøstyrelsen, GEUS (Geologiske Undersøgelser) og DMU (Danmarks Undersøgelser) havde indhøstet. En fuldstændig beskrivelse af det reviderede Overvågningsprogram 1993-97 med oversigt over samtlige måleprogrammer og stationer findes i *Miljøstyrelsen (1993)*.

Hovedændringer i vandløbs- og kildeovervågningen

Ændringer vedrørende overvågningsprogrammet for vandløb og kilder er beskrevet i *Græsbøll et al. (1993)*. For kilderne er der i hovedtræk ikke sket ændringer.

Under vandløbsovervågningen blev den biologiske vandløbsbedømmelse standardiseret gennem indførelse af Dansk Fauna Indeks (*Kirke-*

Tabel 1.2 Måleprogram for kilder, vandløbsstationer og søtilløb/-afløb: Prøvetagningsfrekvensen i kilder er 4 gange pr. år og ved vandløbsstationerne generelt er 12, 18 eller 26 gange pr. år.

	Kilder	Typeoplade	Havbelastnings stationer		Søtilløb/-afløb Program D
			Program (A)	Udvidet program B		Reduceret program C
<u>Feltmålinger:</u>					
Vandtemperatur	x	x			x
Vandføring	x	x	x	x	x
<u>Laboratorieanalyser:</u>					
pH	x	x	x		x
Alkalinitet ⁽¹⁾	x	x	x		
NO ₃ -N (evt.+NO ₂ -N)	x	x			
NH ₄ -N		x	x		
Total N		x	x	x	x
Opløst fosfat-P	x	x	x	x	x
Total P	x	x	x	x	x
BOD ₅		x	x ⁽²⁾		
Total Fe ⁽³⁾	x	x	x		x
Øvrige variable ⁽⁴⁾	x	x	x		x
<u>Månedstransporter:</u>					
Vand		x	x	x	x
Nitrit-nitrat-N		x	x		
Ammonium-N		x			
Total N		x	x	x	x
Opløst ortho-P		x	x	x	x
Total P		x	x	x	x
BOD ₅		x	x ⁽²⁾		
Total Fe					x

⁽¹⁾ Måles, hvis alkaliniteten < 1.5 mmol l⁻¹

⁽²⁾ Der måles i stedet TOC/COD, såfremt det kræves af internationale konventioner.

⁽³⁾ Måles 4 gange årligt, hvis gennemsnitskoncentrationen af total Fe > 0.15 mg l⁻¹. I søtilløb/afløb måles Fe hver gang.

⁽⁴⁾ Andre målte variable som f.eks suspenderet stof.

gaard et al., 1992). Der er indført målinger af trådalgers forekomst i godt 100 vandløb og fra 1995 skelnet mellem *Cladophora* sp. og anden forekomst af trådalger (Friberg et al., 1992). Endvidere blev der i 1993 oprettet intensive målestationer i mindre landbrugsbelastede vandløb for at få estimeret den "sande" transport af fosfor. Antallet af intensive stationer nåede i 1995 op på 14 heraf de 3 i Århus Amt. Der anvendes en puljet prøvetagningsstrategi med minimum 52 prøver pr. år (1 puljet prøve pr. uge). Samtidig fortsættes det sædvanlige prøvetagningsprogram (med 12-24 punktprøver pr. år) på de intensive stationer. I 1996 vil amtskommunerne og DMU på frivillig basis supplere den nuværende strategi med flowproportional prøvetagningsteknik.

Opgørelse af arealudnyttelse, afgrødetyper, husdyrhold og gødningsforbrug

I løbet af 1993 og 1994 er der iværksat opgørelse af arealudnyttelse, afgrødetyper og gødningsforbrug som sidste del af det reviderede overvågningsprogram 1993-97. Informationerne skal anvendes til en bedre tolkning af tabet af kvælstof og fosfor fra oplande med forskellig dyrkningsgrad, husdyrhold og jordtype.

Opgørelserne gennemføres på tre niveauer:

- a) **Corine kortlægning** anvendes som en overordnet kortlægning af forskellige arealanvendelsesklasser for alle vandløbs- og søoplande (målte såvel som umålte oplande) i amtskommunerne under Vandmiljøplanens Overvågningsprogram samt for alle 2. ordens kystafsnit. Detaljeringsniveauet er 25 ha. Kortlægningen er afsluttet og anvendes fra og med 1995 i denne rapport og fra 1996 i amtskommunerne. Nogle af resultaterne er behandlet i kapitel 2.
- b) **Corine + kortlægning** er en detaljeret kortlægning af den overordnede arealanvendelse (1 ha opløsning) i 112 små vandløbsoplande, som er uden eller med små spildevandsudledninger. Corine + kortlægningen forventes anvendt ved rapportering af 1996-data. Nogle af resultaterne er omtalt i kapitel 2.
- c) **Opgørelse af afgrødetyper og gødningsanvendelse i dyrkede vandløbsoplande uden belastning fra større punktkilder.** Opgørelsen foretages på markniveau i 46 dyrkede vandløbsoplande på basis af eksisterende skemaer fra landmændene i driftsåret 1993-94 om afgrøder, gødsning og høst i relation til kvælstof, fosfor og kalium. Endvidere er dyrehold opgjort på ejendomsniveau. Denne opgørelse er afsluttet i januar 1996. I kapitel 9 omtales nogle af disse resultater og gives eksempel på anvendelse heraf.

Tabel 1.3 Amtsvis fordeling af vandløbsstationerne under Vandmiljøhandlingsplanens Overvågningsprogram med hensyn til faunabedømmelse, trådalgebestemmelse, intensive stationer og opgørelse af arealanvendelse og afgrødetyper (Miljøstyrelsen, 1993).

Amt	Fauna-bedømmelse	Trådalge-målinger	Intensiv station	Corine + kortlægning	Afgrødetyper Gødningsanvendelse
Kbh. Kom.	2	1	0	0	0
Kbh. Amt	6	4	1	2	0
Frederiksborg	18	8	1	5	2
Roskilde	9	6	1	5	1
Vestsjælland	12	8	1	4	2
Storstrøm	18	8	1	8	3
Bornholm	4	2	0	3	1
Fyn	27	9	1	19	8
Sønderjylland	19	9	1	12	2
Ribe	12	8	1	4	4
Vejle	20	5	0	12	4
Ringkøbing	10	9	1	7	4
Århus	26	11	2	12	7
Viborg	15	8	1	8	5
Nordjylland	23	8	1	12	3
Danmark 1993-97	221	104	13	115	46

I tabel 1.3 er det amtsvist angivet, hvor mange vandløb de nye initiativer pr. 1.1.1993 implementeres for.

2 Arealanvendelse

Michael Stjernholm og Brian Kronvang

2.1 Indledning

Formål

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet for vandløb og kilder i 1992 blev det besluttet, at gennemføre en opdateret og mere detaljeret kortlægning af arealanvendelsen i vandløbsoplande. Formålet var at få gennemført en generel klassifikation af arealanvendelsen i alle vandløbsoplande, samt i oplandene til alle 2. ordens kystafsnit i Danmark. Hertil kom ønsket om at få gennemført en meget detaljeret kortlægning af arealanvendelsen i en række oplande, hvor landbruget var påvist som hovedkilde til næringsstofbelastningen af vandløb.

De eksisterende data om arealanvendelsen var baseret på jordklassificeringen fra omkring 1980, der ikke havde kortlægning af arealanvendelse som hovedmål. De eksisterende oplysninger om arealanvendelsen var derfor både forældede og behæftet med store usikkerheder. Da arealanvendelsen er af afgørende betydning for belastningen af grundvand og overfladevand med næringsstoffer og andre miljøskadelige stoffer (pesticider, tungmetaller) var der et stort behov for at indsamle en opdateret og mere nøjagtig viden herom til brug i tolkningerne af de indsamlede data under vandmiljøplanens overvågningsprogram. Hertil kommer at opdaterede og nøjagtige oplysninger om arealanvendelsen på oplandsniveau er en afgørende forudsætning for udvikling af pålidelige modeller om f.eks. den diffuse næringsstofftilførsel til overfladevand til brug for konsekvensvurderinger af fremtidige ændringer i arealanvendelsen (f.eks. skovrejsning), samt til brug for opgørelse af den diffuse næringsstofftilførsel til overfladevand fra umålte arealer.

2.2 Datagrundlag og metode

Kortlægning af arealanvendelse

CORINE og CORINE+ betegner 2 forskellige arealanvendelses kortlægninger, der er baseret på manuel tolkning af satellitdata.

CORINE

CORINE kortlægningen er et EU projekt, der nu dækker store dele af Europa (*European Commission, 1994*). Formålet med kortlægningen har været at danne et overblik over arealanvendelsen i EU indenfor en overskuelig økonomi. CORINE kortlægningen er udført af institutioner i de enkelte lande baseret på fælles retningslinier og klassifikationsnøgle og med støtte/kontrol af en EU indsatsgruppe. I Danmark blev kortlægningen gennemført af Statens Planteavlsvforsøg i perioden 1991-1994.

Mindste arealenhed i CORINE er 25 hektar

CORINE kortlægningen giver et komplet dække af hele landet med polygoner der er tildelt en af ialt 44 mulige klasser. Polygonerne har et mindste areal på 25 ha, men vil oftest være væsentlig større. Minimums størrelsen er valgt som et kompromis mellem en rimelig detaljeringsgrad (på Europæisk niveau) og økonomi ved tolkning.

CORINE klassifikationen er en hierarkisk opdelt klassifikation hvor de 3 første niveauer er defineret af den fælleseuropæiske CORINE Task Force (*European Commission, 1994*). Det er muligt på nationalt eller lokalt plan at indføre yderligere klasser på lavere niveauer. Klassifikationen er udviklet med henblik på anvendelse på europæisk plan med mindste enheder på 25 ha. Det europæiske betyder at en lang række klasser ikke er aktuelle for danske forhold. Grænsen i CORINE på 25 ha for mindste kortlagte enheder betyder, at CORINE kortlægningen ikke kun indeholder homogene klasser som 2.1.1 - landbrug eller 3.1.1 - løvskov, men også en række blandingsklasser, f.eks. 2.4.3 - blandet landbrug og natur. Arealer klassificeret som en af de homogene klasser vil også indeholde en mindre og varierende andel af andre areal typer - en hoved regel under CORINE har været at en given klasse maksimalt måtte indeholde 15% af andre klasser.

Ved tolkningen af Danmark blev hovedsageligt anvendt satellitdata fra Landsat 5 TM, der registrerer den reflekterede stråling i 6 bånd i det synlige og nær-infrarøde spektralområde, med en geometrisk opløsning på 30 gang 30 m. Hovedparten af landet blev tolket ved hjælp af data fra 1989 og 1990.

CORINE+

CORINE+ er en rent dansk arealanvendelseskortlægning i 130 udvalgte stationsoplande med et samlet areal på 2.494 km² svarende til 5,8% af landets areal. CORINE+ anvender i hovedsagen samme klasseinddeling som CORINE, blot er der tilføjet lidt flere klasser som underklasser til de oprindelige CORINE klasser.

Mindste arealenhed i CORINE+ er 1 hektar

Den vigtigste forskel mellem CORINE og CORINE+ er imidlertid at man i CORINE+ arbejder med et mindste areal på 1 ha mod de 25 ha i CORINE. Betydningen af dette er, at en mindre andel af arealerne klassificeres i blandingsklasser.

Ved tolkningen af CORINE+ er der udover satellit data anvendt amternes § 3 registreringer af beskyttede naturtyper og de skannede digitale udgaver af Kort- og Matrikelstyrelsens 1:25.000 topografiske kort. En nærmere beskrivelse af metoden findes i Stjernholm (1996).

CORINE+ kortlægningen er udført i fælleskab af Danmarks Miljøundersøgelser og Statens Planteavlsvforsøg.

2.3 Oplandsstørrelse

Entydig afgrænsning af vandløbsoplande er vigtig i forbindelse med tolkning af overvågningsresultater

En entydig og standardiseret fastlæggelse af afgrænsningen af afstrømningsoplandet til målestationerne i overvågningsprogrammet for vandløb er vigtig for tolkningen af de indhentede data, idet miljøtilstanden i et vandløb i hovedsagen er bestemt af de natur- og kulturskabte forhold i dets afstrømningsområde. Hertil kommer at afstrømningsoplandet ofte benyttes ved en præsentation og sammenligning af de indsamlede data på tværs af oplande, f.eks. ved beregninger af tabet af næringsstoffer fra et opland. Entydige og standardiserede oplysninger om afstrømningsoplandets afgrænsning

og størrelse til vandløbsstationerne i overvågningsprogrammet er derfor en nødvendighed.

De hidtil anvendte afgrænsninger og størrelser på oplande til vandløbsstationerne var baseret på kortlægninger udført i flere forskellige regier. I forbindelse med den gennemførte kortlægning af arealanvendelsen til vandløbsstationerne i overvågningsprogrammet blev der foretaget en opdatering af de eksisterende afgrænsninger ved én institution (DMU). Der er således i dag etableret nye standardiserede oplandsafgrænsninger til alle vandløbsstationer i overvågningsprogrammet.

Små forskelle mellem gamle oplysninger om oplandsstørrelser og nye oplysninger fra CORINE

En analyse af forskellen mellem de nye reviderede og gamle oplandsstørrelser viser, at der generelt kun er sket små korrektioner (tabel 2.1). I kun 10 af de 111 store vandløbsoplande er forskellen imellem de nye og de gamle oplandsarealer på mere end 5 km². Ud fra de 181 små vandløbsoplande er der kun fundet ændinger på mere end 2,5 km² i 6 oplande.

Tabel 2.1 Deskriptiv statistisk beskrivelse af forskellen mellem de reviderede oplandsstørrelser til vandløbsstationerne under vandmiljøplanens overvågningsprogram fastlagt under arealanvendelseskortlægningen (CORINE) og de hidtil anvendte oplandsstørrelser.

	5%	25%	50%	75%	95%
Oplande > 50 km² (n=111) Absolut forskel (km ²)	-7,8	-0,5	0	0,1	1,7
Oplande ≤ 50 km² (n=181) Absolut forskel (km ²)	-1,5	-0,1	0	0,1	1,4

2.4 Arealanvendelse - CORINE

Hidtidigt anvendte oplysninger om arealanvendelse stammer fra jordklassificeringen omkring 1980

De hidtil anvendte oplysninger om arealanvendelsen i oplandene til vandløbsstationerne i overvågningsprogrammet stammer fra omkring 1980. Kortlægningsgrundlaget for opgørelse af det dyrkede areal stammer ikke fra en egentlig arealanvendelseskortlægning, men en jordklassificering af det dyrkede areal i Danmark. I opgørelsen af det dyrkede areal indgik også befæstede arealer, veje, natur mv., hvorfor det dyrkede areal typisk skulle nedkorrigeres med imellem 12% og 20%.

CORINE kortlægningen af arealanvendelse er gennemført med satellitbilleder fra omkring 1990. CORINE opgørelsen er derfor af nyere dato og i modsætning til jordklassifikationen gennemført med det formål at klassificere arealanvendelsen i Danmark. CORINE opgørelsen af arealanvendelsen er derfor mere detaljeret og præcis, end den hidtil anvendte.

Stor forskel på hidtidige oplysninger om arealanvendelse og de nye CORINE data

En sammenligning mellem de hidtil anvendte oplysninger om arealanvendelsen og de nye opdaterede oplysninger fra CORINE kortlægningen er vist i tabel 2.2. Det dyrkede areal er i den nye opgørelse (CORINE), med fordeling af arealtyper på overordnede klasser, generelt blevet reduceret med 18% (tabel 2.2). Der er flere forklaringer på reduktionen i det dyrkede areal:

- jordklassificeringen var, som tidligere nævnt, ikke en egentlig arealanvendelseskortlægning.
- udviklingen fra 1980 til 1990 har betydet en stigning i det bebyggede areal på bekostning af landbrugsarealet
- skovarealet er også steget på bekostning af landbrugsarealet

Omfanget af skov i vandløbsoplandene er steget i den nye opgørelse af arealanvendelsen, set i forhold til den hidtil anvendte (tabel 2.2).

Generelt kan det konstateres, at forskellene mellem de nye oplysninger om arealanvendelsen og de hidtil anvendte oplysninger er meget ens for henholdsvis store og små vandløbsoplande (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Deskriptiv statistisk beskrivelse af forskellen mellem udvalgte reviderede arealanvendelses oplysninger (procent dyrket areal og skovareal), for oplandene til vandløbsstationerne under vandmiljøplanens overvågningsprogram, og de hidtil anvendte opgørelser af arealanvendelsen.

	5%	25%	50%	75%	95%
Oplande > 50 km² (n=111)					
Dyrket areal (%)	-25	-21	-18	-15	-9
Skov areal (%)	-2,0	1,6	2,6	3,4	4,5
Oplande ≤ 50 km² (n=181)					
Dyrket areal (%)	-30	-21	-18	-11	3
Skov areal (%)	-5,2	0	2,3	3,9	5,4

Bedre informationer om arealanvendelsen med CORINE+

CORINE kortlægningens nedre grænse på 25 ha for kortlagte enheder betyder som nævnt tidligere dels, at de homogene kortlagte enheder vil indeholde en vekslende andel af andre klasser, dels at der har været behov for en række blandingsklasser. Der har været foretaget en vurdering af omfanget af "urenheder" i arealklasserne med henblik på en simplificeret opdeling i 6 hovedkategorier: 1 - Bebyggelse og tekniske anlæg; 2 - dyrket land; 3 - skov; 4 - natur; 5 - vådområder og 6 - ferskvand. I tabel 2.3 er angivet en estimeret fordeling (i pct.) for de enkelte CORINE de 6 hovedklasser.

2.5 CORINE+

Sammenligning mellem resultater fra CORINE og CORINE+ kortlægningen

Ved at sammenholde CORINE med CORINE+ i de kortlagte oplande er det muligt at bestemme en ny fordelingsnøgle ved hjælp af en sammenfalds-matrice. I sammenfalds-matricen kan man se hvorledes CORINE kortlægningen klasser er fordelt i CORINE+ kortlægningen. I tabel 2.4 er der foretaget en simplificering af CORINE+ til de samme hovedklasser som nævnt ovenfor. Ved simplificeringen er anvendt den forudsætning at klasserne under CORINE+ 100 % kan tildeles en af hovedklasserne. Undtagelsen herfra vil dog være de heterogene klasser 2420 - komplekst dyrkningsmønster og 2430 - blandet land-brug/natur, for hvilke der er estimeret samme fordeling som i tabel 2.3.

Tabel 2.3 Estimeret fordelingsnøgle for hver af CORINE kortlægningens klasser til 6 hoved arealtyper: 1 - Bebyggelse og tekniske anlæg; 2 - Dyrket land; 3 - Skov; 4 - Natur; 5 - Vådområder; 6 - Ferskvand. % angiver andel af klassen i den landsdækkende CORINE kortlægning.

CORINE kode	CORINE tekst	1	2	3	4	5	6	%	sum %
1110	Tæt bebyggelse	100	0	0	0	0	0	0,15	
1120	Åben bebyggelse	100	0	0	0	0	0	4,24	
1128	Åben bebyg. - sommerhuse	100	0	0	0	0	0	0,60	
1210	Industri og handel	100	0	0	0	0	0	0,35	
1220	Veje og jernbaner	100	0	0	0	0	0	0,01	
1230	Havneområder	100	0	0	0	0	0	0,10	
1240	Lufthavne	100	0	0	0	0	0	0,14	
1310	Råstofgrave	100	0	0	0	0	0	0,08	
1320	Lossepladser	100	0	0	0	0	0	0,00	
1330	Anlægsområder	100	0	0	0	0	0	0,00	
1410	Byparker	100	0	0	0	0	0	0,24	
1420	Sports- og fritidsanlæg	100	0	0	0	0	0	0,15	
1428	Sport-fritid + sommerhuse	100	0	0	0	0	0	0,00	
									6,06
2110	Dyrket land	10	80	5	5	0	0	61,56	
2220	Frugt/bær plantager	0	100	0	0	0	0	0,02	
2310	Græsmarker	10	80	5	5	0	0	1,63	
2420	Komplekst dyrkningsmønster	10	80	5	5	0	0	7,01	
2430	Blandet landbrug/natur	5	45	5	45	0	0	8,44	
2438	Bl. landbrug/natur/sommerhus	30	60	5	5	0	0	0,00	
									78,67
3110	Løvskov	0	10	90	0	0	0	1,47	
3118	Løvskov + sommerhuse	30	0	70	0	0	0	0,00	
3120	Nåleskov	0	10	90	0	0	0	4,76	
3128	Nåleskov + sommerhuse	30	0	70	0	0	0	0,01	
3130	Blandet skov	0	10	90	0	0	0	3,50	
3138	Blandet skov + sommerhuse	30	0	70	0	0	0	0,01	
									9,75
3210	Naturligt græs	0	0	0	100	0	0	0,76	
3218	Naturligt græs + sommerhuse	30	0	0	70	0	0	0,10	
3220	Hede	0	0	0	100	0	0	0,99	
3228	Hede + sommerhuse	30	0	0	70	0	0	0,06	
3240	Blandet krat/skov	0	0	50	50	0	0	0,93	
3248	Bl. krat/skov/sommerhuse	30	0	35	35	0	0	0,09	
3310	Sand/strand/klitter	0	0	0	100	0	0	0,25	
3330	Tyndt vegetationsdække	0	0	0	100	0	0	0,05	
									3,23
4110	Ferske enge	0	0	0	0	100	0	0,50	
4120	Mose og kær	0	0	0	0	90	10	0,46	
4210	Marsk og strandeng	0	0	0	0	90	10	0,49	
									1,45
5120	Søer	0	0	0	0	0	100	0,84	0,84

Tabellen er baseret på samtlige CORINE+ oplande. Det må forventes at en senere regional analyse vil vise variationer af denne fordeling afhængigt af den dominerende landskabstype.

Man skal ved analyse af fordelingstallene være opmærksom på at CORINE+ primært er udført i de øvre dele af vandløbsoplandene og hovedsageligt i oplande domineret af landbrug. Der mangler således fuldstændigt en repræsentation af de kystrelaterede landskaber såsom strandeng og lyngheder og naturligt græs i forbindelse med klitter. En

anden landskabstype, der er underrepræsenteret, er de brede ådale i den nedre del af vandløbsoplandene. De manglende CORINE klasser i table 2.4 skyldes, at de aktuelle klasser ikke har været repræsenteret i CORINE+ oplandene. De ikke repræsenterede klasser udgør på landsplan kun 53.125 ha svarende til 1,2% af landets areal. Fra klassen 2110 til dyrket areal bør man trække ca. 9%, som fordeles med 3% til hovedklasse 4 naturarealer og 6% hovedklasse 1 bebyggelse og tekniske anlæg. Reduktionen skyldes, at der selv efter en reduktion af mindste kortlagte enhed til 1 ha vil være urenheder i landbrugsarealet i form af bebyggelse, veje og marveje/hegn.

Fordelingsnøglen fra CORINE kortlægningen (tabel 2.3) til 6 hovedklasser giver rimelige resultater på landsplan, men tager ikke højde for de (ofte store) regionale forskelle, såvel amtskommunerne imellem, som internt i de enkelte amtskommuner. Dette hænger sammen med manglen på relevant statistisk information i relation til CORINE klasserne. Tallene bør kun bruges på oplande større end 25-30 km².

Tabel 2.4 Fordelingsnøgle for CORINE baseret på CORINE+. til 6 hoved arealtyper:

1 - Bebyggelse og tekniske anlæg; 2 - Dyrket land; 3 - Skov; 4 - Natur; 5 - Vådområder; 6 - Ferskvand.

% angiver andel af klassen i den samlede CORINE+ kortlægning (foreligger til endelig udgave).

Over/underrepræsentation angiver klassens repræsentation i forhold til den landsdækkende CORINE

CORINE kode	CORINE tekst	1	2	3	4	5	6	Areal - ha	%	Sum %
1110	Tæt bebyggelse	100	0	0	0	0	0	104	0,04	
1120	Åben bebyggelse	84	12	2	1	1	1	10070	4,04	
1128	Sommerhuse	92	8					43	0,02	
1210	Industri og handel	86	12	1	1	0	0	507	0,20	
1310	Råstofgrave	56	19	2	21	0	2	402	0,16	
1410	Byparker	19	7	37	11	20	7	736	0,30	
1420	Sports- og fritidsanlæg	49	18	13	13	4	3	518	0,71	
										5,47
2110	Dyrket land	2	94	2	0	2	0	170760	68,46	
2220	Frugt/bær plantager	0	92	6	0	3	0	59	0,02	
2310	Græsmarker	0	55	2	2	41	1	1506	0,60	
2420	Komplekst dyrkningsmønster	1	87	1	1	9	0	4860	6,14	
2430	Blandet. landbrug/natur	3	66	16	4	9	1	19290	7,73	
										82,95
3110	Løvskov	1	4	87	1	6	1	5680	2,28	
3120	Nåleskov	1	5	89	3	2	0	6358	2,55	
3130	Blandet skov	0	3	92	1	2	1	12695	5,09	
										9,92
3210	Naturligt græs	0	0	50	50	0	0	2	0,00	
3220	Hede	0	8	11	80	0	0	595	0,24	
3240	Blandet krat/skov	3	18	30	17	28	4	2069	0,83	
3248	Bl. krat/skov/sommerhuse	11	19	49	21	0	0	86	0,03	
										1,10
4110	Ferske enge	0	10	0	1	88	1	83	0,03	
4120	Mose og kær	0	17	2	3	72	7	1192	0,48	
										0,51
5120	Søer	0	0	1	0	1	97	1380	0,55	0,55
	Samlet areal							249445		100,00

2.6 Konklusion

- I forbindelse med CORINE-kortlægningen er der etableret et nyt standardiseret sæt af oplysninger om oplandsstørrelsen til vandløbsstationerne i overvågningsprogrammet for vandløb og kilder. Generelt er forskellen mellem de hidtil anvendte oplysninger og de nye fastlagte minimal.
- Den gennemførte CORINE-kortlægning af arealanvendelsen i alle vandløbsoplande under overvågningsprogrammet for vandløb og kilder har sikret en opdateret og mere præcis viden om den generelle arealanvendelse i Danmark til brug i tolkninger af arealanvendelsens betydning for vandmiljøet.
- Den gennemførte CORINE+-kortlægning har sikret en opdateret og meget præcis viden om arealanvendelsen i 130 små oplande til brug for tolkninger af samspillet mellem arealanvendelse og ferskvandsmiljøet.
- Resultaterne fra CORINE+-kortlægningen kan, sammenholdt med resultaterne fra CORINE-kortlægningen, benyttes til at udarbejde regionale fordelingsnøgler for 6 overordnede arealklasser.

3 Klimatiske forhold i 1995

Lars M. Svendsen

3.1 Indledning

Klimaets betydning for vandmiljøet

De klimatiske forhold indtager en nøglerolle for mange af de processer, der influerer på tilstanden i vandmiljøet. Livscyklusen i vandmiljøet følger den årlige gang i de klimatiske parametre. I nedbørsrige perioder og uden for vækstsæsonen vil der som hovedregel afstrømme større mængder af næringsstoffer til vandmiljøet end i varme (og tørre) perioder, hvor tilførslerne er lavere, og der kan forekomme en ophobning af partikulært stof i vandmiljøet. Nedbør, temperatur og mængden af indstråling sætter de ydre rammer for vækstbetingelserne for f.eks. planter, herunder afgrøderne, hvilket har betydningen for planteoptag af f.eks. kvælstof og dermed den pulje af kvælstof, der kan udvaskes fra rodzonen. Kraftig nedbør og sneafsmeltning kan give overfladisk afstrømning fra markerne og kraftig erosion og således tilføre store mængder af partikulært materiale med tilhørende næringsstoffer til vandmiljøet. Et kendskab til de klimatiske forhold er således et nødvendigt input ved tolkningen af de indsamlede overvågningsdata.

Kapitlets indhold

I dette kapitel beskrives temperatur, globalstråling, nedbør og vandbalance i Danmark i de syv overvågningsår 1989-95 med hovedvægten på 1995. Normalperioden 1961-90 (Cappelen & Frich, 1992) bruges som sammenligningsgrundlag sammen med midlen for de syv overvågningsår 1989-95. Generelt er oplysninger om 1995 i figurene markeret med den mørkeste skravering, og middel for 1989-95 er markeret med fed linie.

Klimatiske data er baseret på oplysninger fra Cappelen (1996) og Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata.

Afstrømningsforholdene er i denne rapport beskrevet i et selvstændigt kapitel (4).

3.2 Temperatur, solskinstimer og globalstråling

Middeltemperaturen i 1995 var 0,5 °C over normalen

Årsmiddeltemperaturen var 8,2 °C i 1995 (figur 3.1), således at alle overvågningsår på nær 1993 har været varmere end normalen for 1961-90 (7,7 °C). Fælles for de første syv overvågningsår har været ret milde eller varme vintre uden frost af betydning og med kun lidt sne, og vinteren i 1995 var igen varmere end midlen for 1961-90.

Temperaturfordelingen i 1995

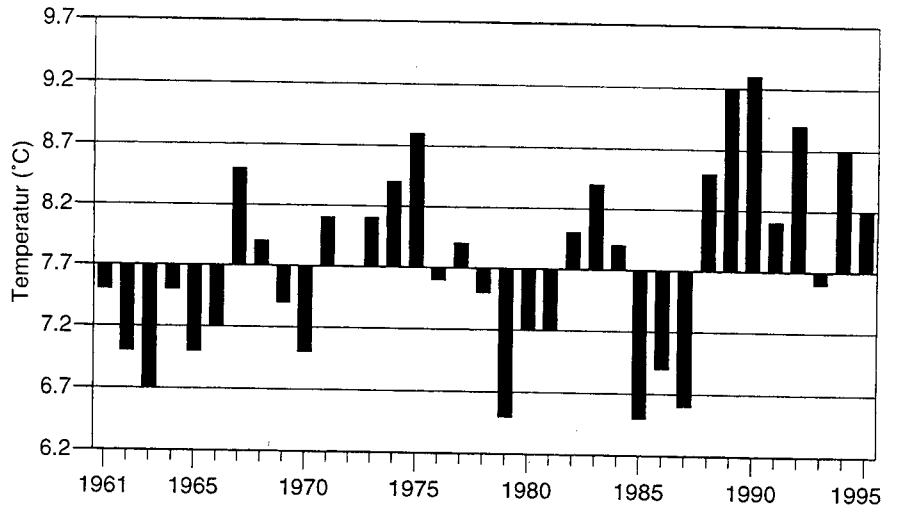
Årsmiddeltemperaturen var godt 9 °C i det sydfynske øhav og i Storebæltsregionen, mod 7,5-9 °C i den resterende del af landet jvf. figur 3.2 (Cappelen, 1996).

Sæsonvariationen i 1995: Ret mild vinter, varm sommer, rekordvarm oktober

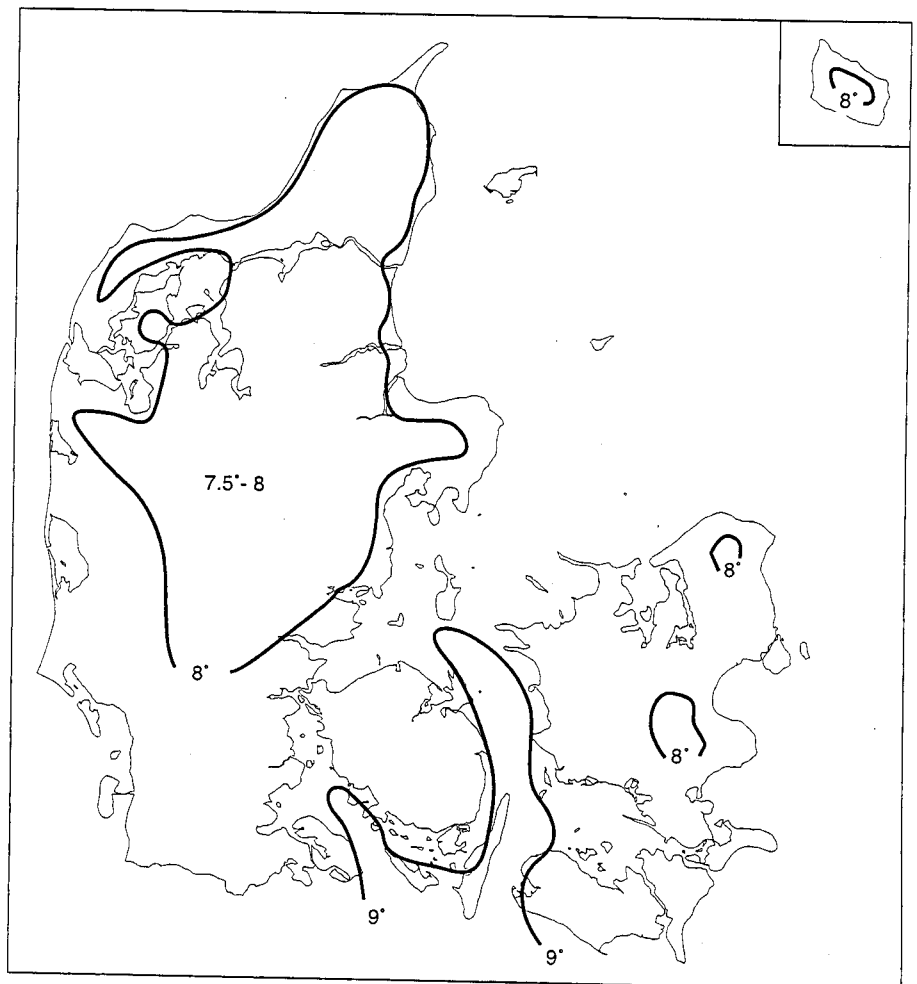
På nær juni, november og december havde alle måneder en højere middeltemperatur end normalen for 1961-90. Januar blev den koldeste i overvågningsperioden med +0,4 °C og der faldt nogen sne. Med -2,2 °C

var december 1995 meget kold (normal 1,6 °C), og der kom en del landsdækkende sne op til julen sammen med streng frost, der varede året ud. Der faldt også sne i november. Perioden juli til og med oktober var varm, og oktober 1995 blev med 11,4 °C rekordvarm siden regelmæssige målinger startede i 1874.

Figur 3.1 Årsmiddeltemperaturen for 1961-95 afbildet i forhold til normalen 1961-90 på 7,7°C.

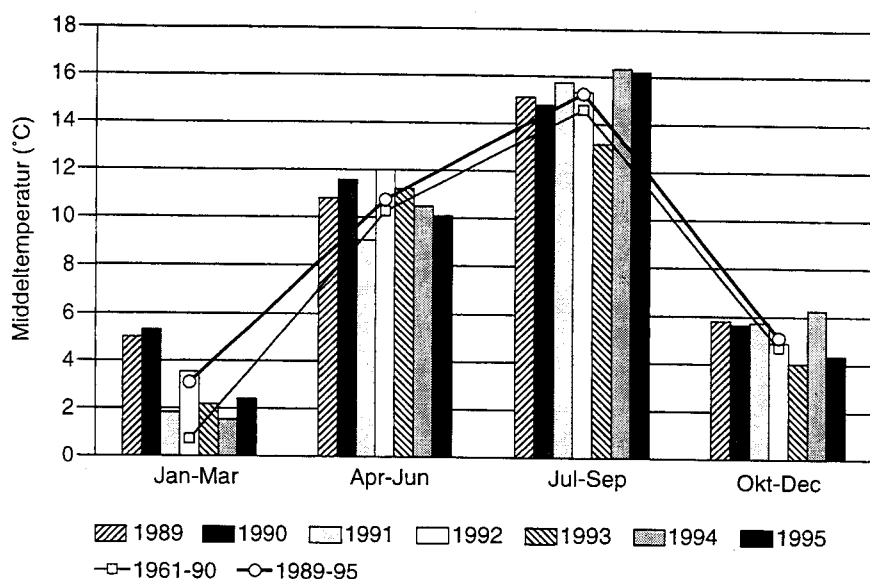


Figur 3.2 Isotermkort med fordelingen af årsmiddeltemperaturen i 1995 (Cappelen, 1996).



Første kvartal var for 7. år i træk mildere end normalt (figur 3.3). 2. kvartal var det næst køligste af overvågningsårene, men dog lig med normalen, medens 3. kvartal var næsten ligeså varm som det hidtil varmeste i 1994. 4. kvartal var koldere end normalt, idet december 1995 blev den koldeste af samtlige måneder i perioden 1989-95.

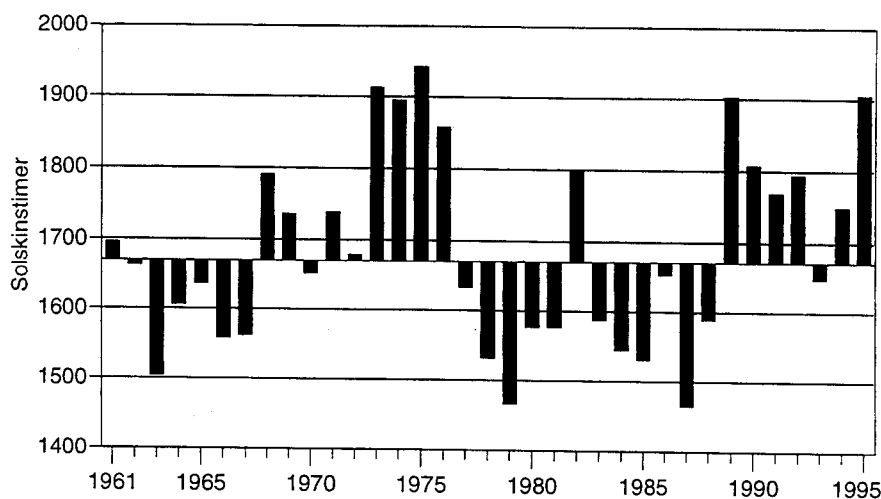
Figur 3.3 Kvartalsmiddeltemperaturen i Danmark for overvågningsårene, for normalperioden 1961-90 samt for perioden 1989-95.



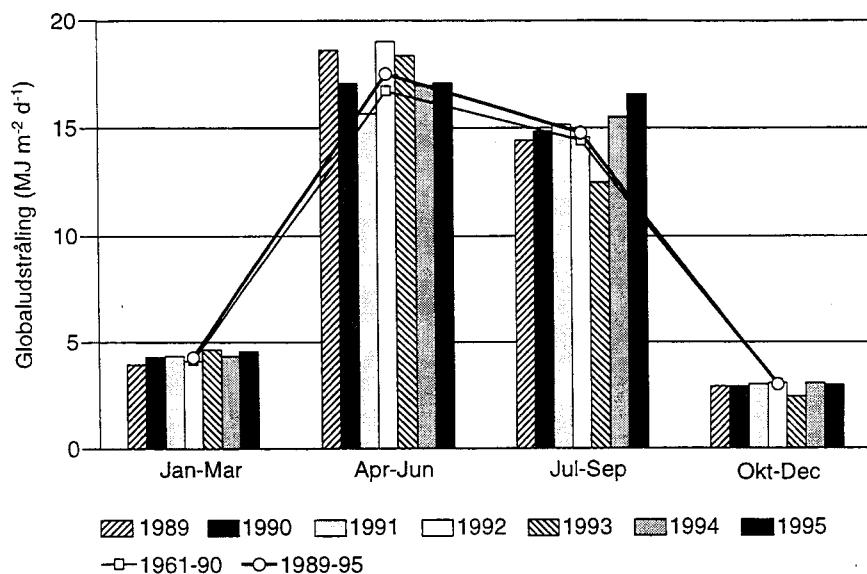
Globalstråling og solskinstimer de højeste i perioden 1989-95

Strålingen var i 1995 $10,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ døgn}^{-1}$ hvilket er 8% over normalen (1961-90), og 5% over midlen for 1989-95. Med 1888 timer (5,2 timer pr. dag) fik Danmark i 1995 de højeste antal solskinstimer i de syv overvågningsår. Normalen (1961-90) er 1653 timer, medens gennemsnittet for perioden 1989-95 med 1779 timer har været over normalen (figur 3.4). Overskuddet af globalstråling (solskinstimer) kommer primært i juli og august måned, således at 3. kvartal af 1995 havde den største global stråling for perioden 1989-95 jvf. (figur 3.5). Kun i juni og september var global strålingen (og antal solskinstimer) under normalen.

Figur 3.4. Årligt antal solskinstimer i perioden 1961-95 afbildet i forhold til normalen 1971-90 på 1670 timer.



Figur 3.5 Kvartalsmiddel-globalstrålinger for overvågningsårene, for perioden 1961-90 samt for perioden 1989-95.

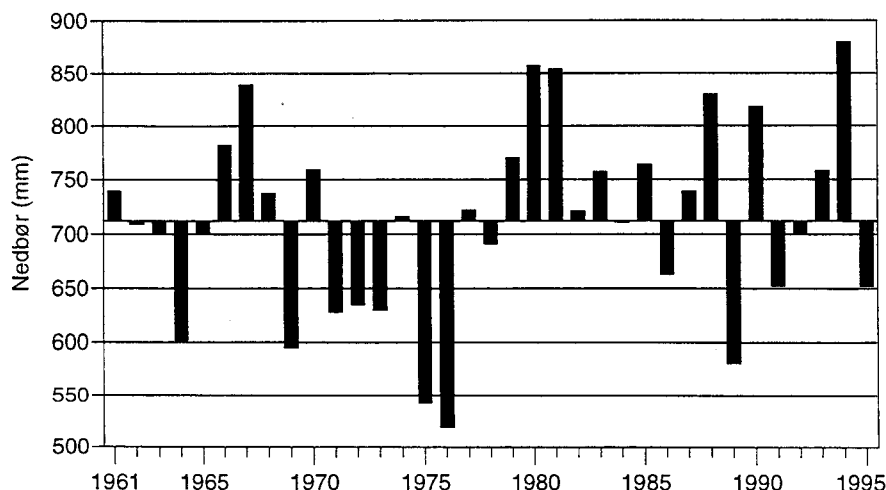


3.3 Nedbør og vandbalance

Nedbør: forholdsvis tørt år

Efter det rekordvåde år 1994 (880 mm) var nedbøren i 1995 med 652 mm 8% under normalen (712 mm) og 26% lavere end i 1994. Dermed blev 1995 det tørreste overvågningsår efter 1989, hvor der kun faldt 581 mm. Gennemsnittet for 1989-95 er 720 mm.

Figur 3.6 Årsmiddelnedbøren i perioden 1961-95, afbildet i forhold til normalen for 1961-90 på 712 mm (nedbør er ikke korriigeret til jordoverfladen).



Ret beskeden geografisk variation

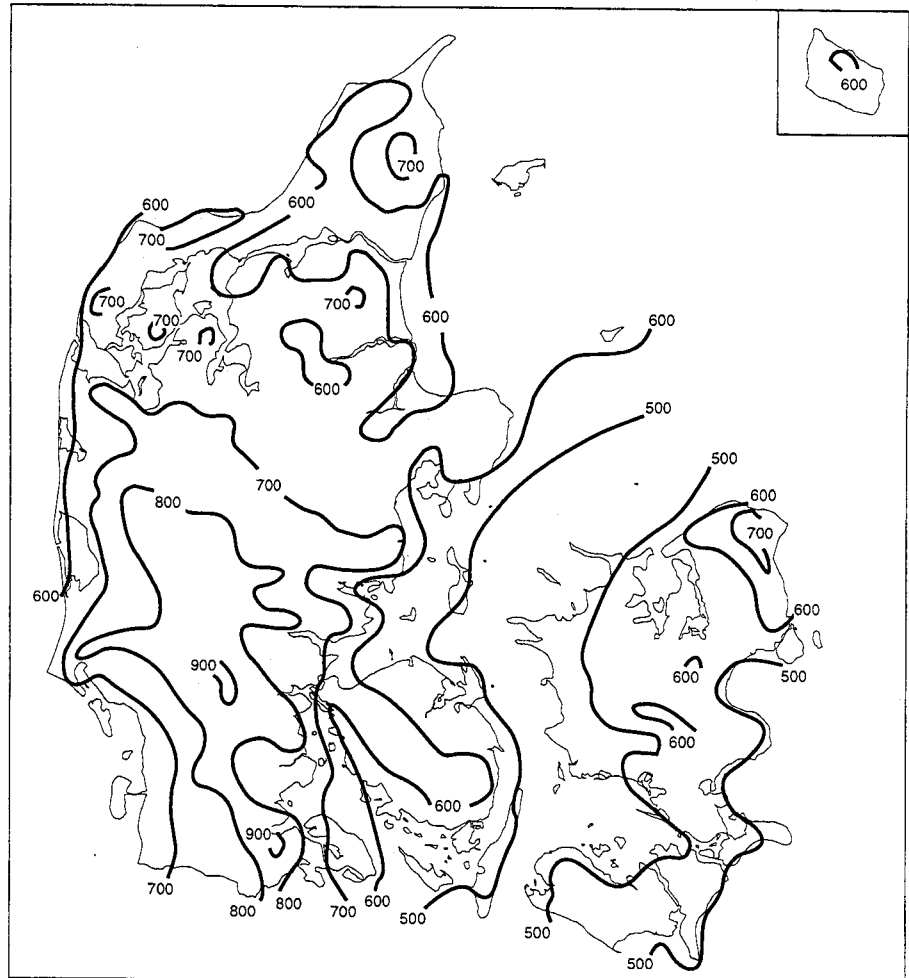
Den geografiske spredning af nedbøren var relativ beskeden i 1995 med godt 900 mm nedbør i det centrale Sønderjylland til under 500 mm i Storebælts området (figur 3.7). I Nordjylland, på Øerne og Bornholm faldt der generelt under 700 mm.

Meget ujævn nedbørsfordeling over året: meget vådt 1. kvartal, meget tørt 2. halvår

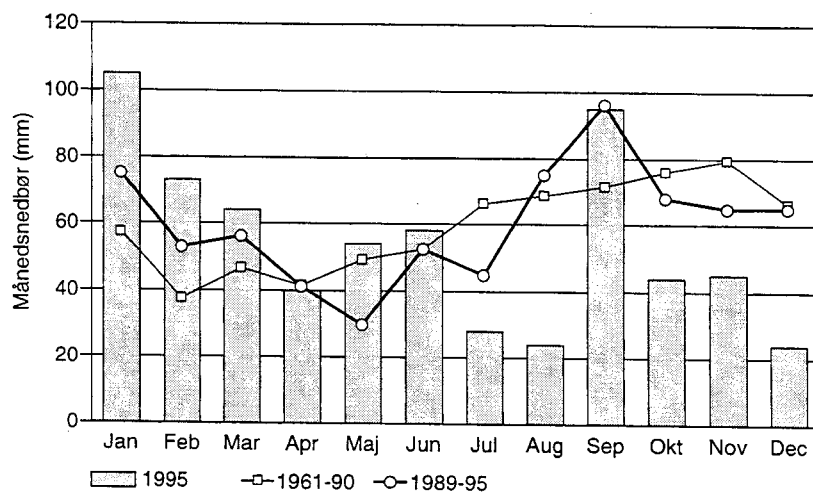
Nedbøren faldt særdeles ujævnt i løbet af 1995. I januar og februar faldt der dobbelt så meget som normalt, og marts og september var ca. 30% vådere end normalt (figur 3.8). April, maj og juni var nær normalen, medens resten af året var særdeles tørre på nær september. I juli, august og december faldt kun 1/3 af normalen. Fra slutningen af juni 1995 startede den tørreste registrerede periode i Danmark som rækker frem til oktober 1996. Der faldt en del sne i 1995, specielt i januar, noget i november og meget i december. I overvågningsårene

er 1. og tildels 3. kvartal blevet betydeligt mere nedbørsrige medens 2. og 4. kvartal er blevet væsentligt tørrere end midlen for perioden 1961-90 (figur 3.9). 1. kvartal 1995 var lige så vådt som rekorden fra 1994 og her faldt 37% af årsnedbøren mod normalt 20%, medens 4. kvartal var meget tør i forhold til årene 1989-94. I 2. halvår af 1995 faldt kun 40% af årsnedbøren mod normalt 60%.

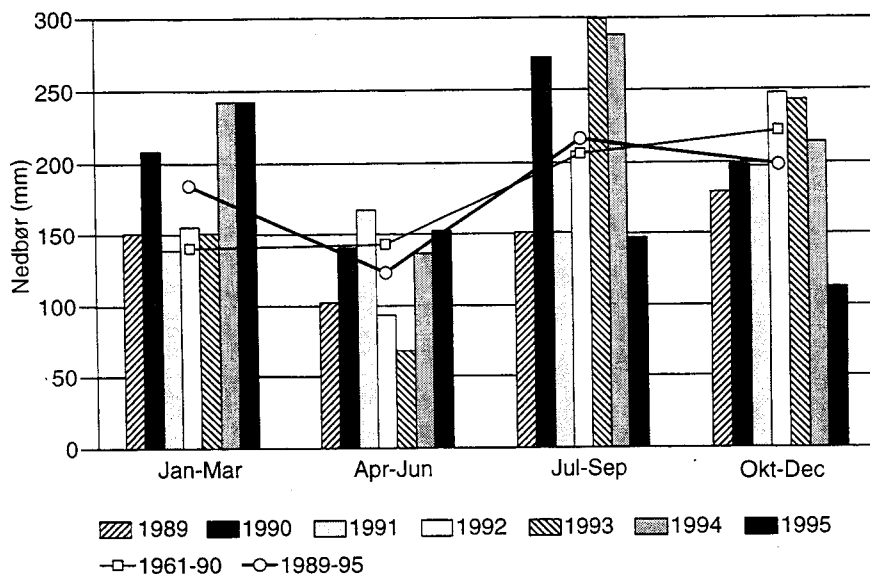
Figur 3.7 Isohyetkort med fordelingen af årsnedbøren i 1995 (Cappelen, 1996). Nedbøren er ikke korrigeret til jordoverfladen.



Figur 3.8 Månedsmiddelnedbøren i Danmark i 1995 for normalperioden 1961-90 og som middel for 1989-95. Nedbøren er ikke korrigeret til jordoverfladen.



Figur 3.9 Kvartalsmiddel-nedbøren for Danmark for overvågningsårene, for normalperioden 1961-90 samt for perioden 1989-95. Nedbøren er ikke korrigeret til jordoverfladen.



Vandbalancen i 1995

Beregning af den potentielle fordampning

Den potentielle vandbalance for 1995 er beregnet som den målte nedbør, der er korrigeret til jordoverfladen, minus den potentielle fordampning, som er beregnet af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealanvendelse efter metoden beskrevet i Madsen (1991) og Mikkelsen & Olesen (1991). Nedbørskorrekturen findes ved på årsplan at hæve de målte værdier med i gennemsnit 16% (Mikkelsen, 1991). Den døgnlige potentielle fordampning er beregnet for et gridnet bestående af 44 kvadrater på 40x40 km, der dækker hele landet (Mikkelsen, 1991). Ved beregningen indgår døgnmiddeltemperatur, luftfugtigheden, døgnmiddelvindhastigheden og globalstrålingen. Vandbalancen beregnes som en værdi (i mm) pr. døgn for hvert grid (figur 3.10).

Vandbalancen for 1995 afspejler generelt den geografiske fordeling af nedbøren (sammenlign figur 3.10 med 3.7), modificeret af forskelle i den potentielle fordampning. På Øst- og Midtsjælland skal der endvidere tages højde for effekten af vandindvinding til drikkevand. I Syd- og Vestjylland er den beregnede vandbalance faldet fra knap 800 mm i 1994 til godt 400 mm i 1995, og i Storebælt- og Øresundsregionen er den faldet fra cirka 400 mm til under 100 mm. Bornholm og Vestsjælland har den laveste beregnede potentielle vandbalance (negativ). På landsplan var den potentielle vandbalance 204 mm i 1995 mod 474 mm i 1994 og 303 mm i perioden 1989-95 (tabel 3.1). Der er tale om en af de laveste potentielle vandbalancer i den periode, hvor disse er beregnet (siden 1961).

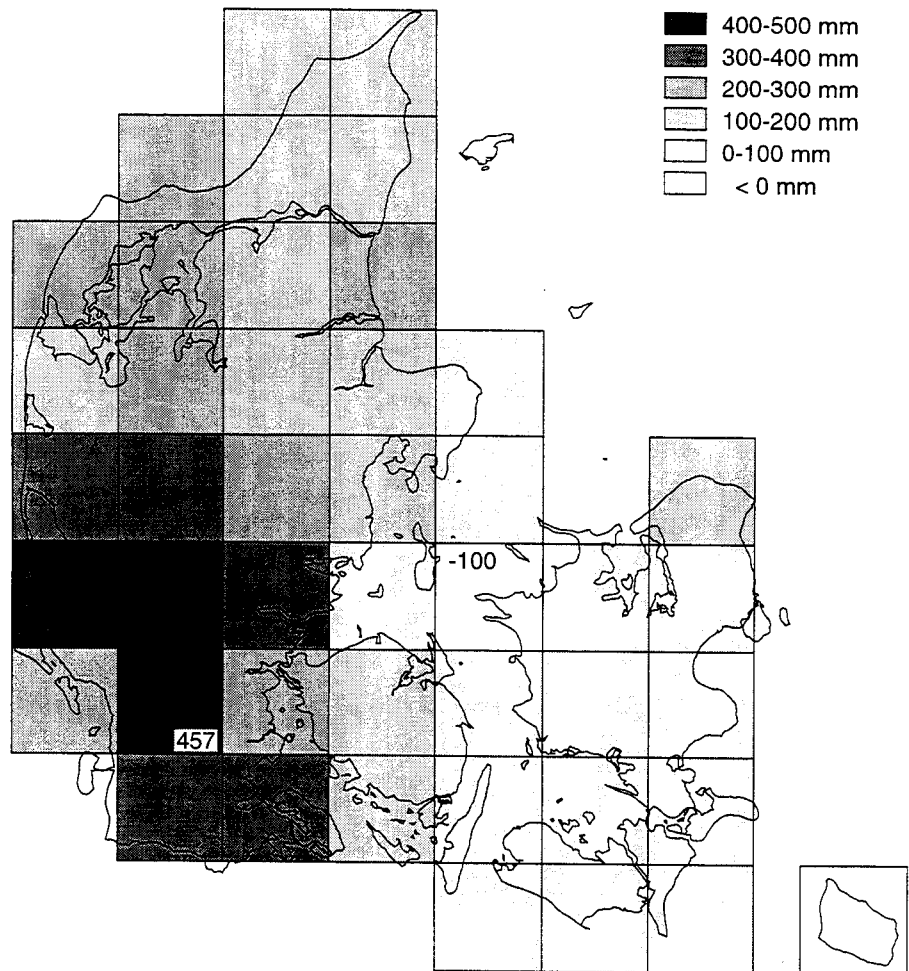
Aktuel fordampning lavere end den potentielle

Den aktuelle fordampning vil normalt være mindre end den potentielle, specielt hvis der i foråret eller om sommeren forekommer lange, tørre perioder som i juli og august 1995, hvorfor den aktuelle vandbalance normalt vil være lidt større (5-15%) end den potentielle vandbalance. Endvidere skal der ved vandbalancebetragtninger tages højde for ændringer i grundvandsreservoirerne fra et år til det næste, hvor der i 1993 og 1994 skete en opbygning af grundvandsmagasinerne, som der i 1995 blev tæret kraftigt på (se kapitel 4).

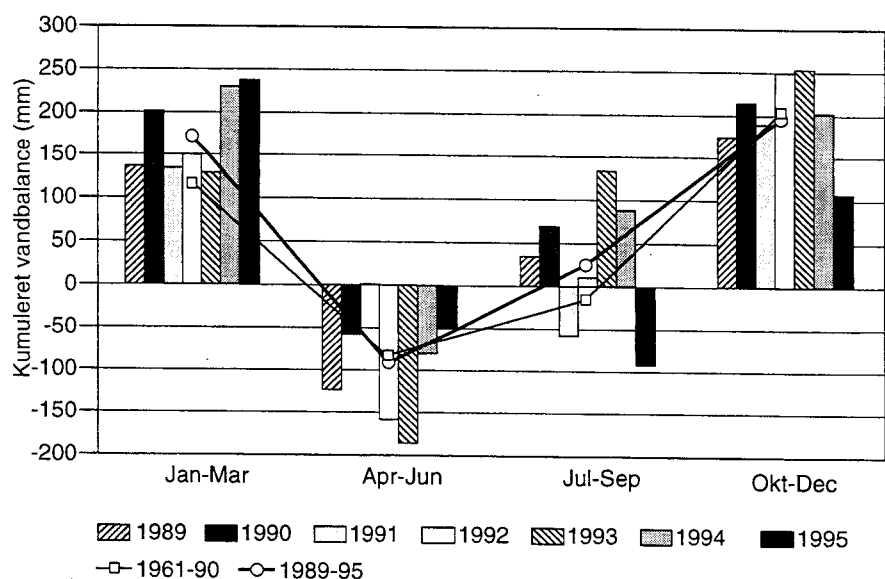
For 1995 synes den potentielle vandbalance på øerne og ikke mindst på Bornholm at være for lille, og her antages den beregnede potentielle

le fordampning at være op til godt 100 mm for høj. Således er den beregnede potentielle vandbalance negativ på Bornholm og Vestsjælland, hvilket næppe er helt realistisk.

Figur 3.10 Vandbalance for 1995 beregnet som nedbør korrigeret til jordoverfladen minus beregnet potentiel fordampning (Mikkelsen, 1991 Mikkelsen & Olesen, 1991). Hvert grid er 40 x 40 km. Højeste og laveste vandbalanceværdi er angivet.



Figur 3.11 Kvartalsvandbalancen for Danmark for overvågningsårene, for normalperioden 1961-90 samt for perioden 1989-95.



Vandbalancen på kvartalsbasis

Den beregnede potentielle vandbalance er positiv i perioden januar-marts og igen fra september til december. Den kumulerede vandbalance i 1995 har haft den største forskel mellem maksimum og

minimum i løbet af de syv overvågningsår (fra 238 mm i marts til 27 mm i august). Den kumulerede vandbalance i 1. kvartal 1995 blev den mest positive af de syv overvågningsår (figur 3.11). Den beregnede vandbalance indikerer derfor meget høje vintervandføringer. De kumulerede vandbalancer i 2. halvår af 1995, specielt i 4. kvartal, er meget lavere end i de foregående overvågningsår, antydende lille vandtilførsel til vandløbene i efteråret 1995.

3.4 Konklusion

Nøgletallene for de syv overvågningsår er i tabel 3.1 sammenlignet med normalen (1961-90) og med midlen for de seks overvågningsår. Med 8,2 °C var årsmiddeltemperatur i 1995 lidt under midlen for overvågningsårene, men 0,5 °C over normalen for 1961-90. 1. kvartal var usædvanligt vådt.

Tabel 3.1 Årsmiddelværdier for temperatur, globalstråling, solskinstimer, nedbør og den beregnede potentielle vandbalance i de 7 overvågningsår. Midlen for 1989-95 og normalen 1961-90 er desuden angivet.

Periode	Temperatur	Global stråling	Solskinstimer	Nedbør	Potentiel Vandbalance
	°C	MJ m ⁻² d ⁻¹	Timer	mm	mm
1989	9,2	10,0	1885	581	259
1990	9,3	9,8	1790	812	423
1991	8,2	9,5	1752	654	264
1992	9,0	10,2	1777	706	248
1993	7,6	9,5	1630	758	327
1994	8,7	10,0	1732	880	474
1995	8,2	10,3	1888	652	204
1989-95	8,6	9,8	1779	720	303
1961-90	7,7	9,5	1653	712	300 ²⁾

¹⁾ Midlen er for perioden 1971-90.

²⁾ Fordampningen for 1961-90 er beregnet efter en anden metode end for perioden 1989-95 (Mikkelsen og Olesen, 1991).

- I 1995 kom den ottende milde vinter i træk dog med vinterlige tendenser i januar. Det var meget koldt vejr med frost og sne en stor del af december. Kun juni, november og ikke mindst december var koldere end normalt, medens juli og august var varme og solrige. Med 11,4 °C satte oktober varmere rekord for måneden. 1995 havde med 1888 solskinstimer 218 timer mere solskin end normalt og de fleste i perioden 1989-95.
- Årsnedbøren på 652 mm var 60 mm lavere end normalen, og 1995 var det næsttørreste år i perioden 1989-95. Tendensen med meget nedbør i 1. kvartal fortsatte. 2. halvår blev - med undtagelse af september - usædvanligt tørt med ca. 1/3 af normal nedbøren. 4. kvartal var usædvanligt tørt sammenlignet med 1989-95.

- De store nedbørsmængder i 1. kvartal, med en del sne i januar, betingede store afstrømninger og potentiale for overfladeafstrømning og jorderosion. Det efterfølgende tørre vejr har begrænset tilførslen af næringsstoffer til vandmiljøet og skabt potentiale for ophobning af en del partikulært materiale med tilknyttede næringsstoffer er blevet aflejret i vandløbene som ikke er skyllet væk i efteråret. Ligeledes kan der forventes ophobet nitrat og fosfat i jorden som hverken er skyllet ud i efteråret 1995 eller i løbet af den tørre vinter 1995/96.

4 Afstrømning

Niels Bering Ovesen

4.1 Indledning

Afstrømningsopgørelse er basis for beregning af stofudvaskning

Den overvejende del af næringsstofftilførslen til farvandsområderne bæres af ferskvandsafstrømningen via vandløbene. Opgørelsen af ferskvandstilstrømningen er således en forudsætning for opgørelsen af den totale næringsstofftilførsel til farvandsområderne. Opgørelsen af ferskvandsafstrømningen til marine områder er ligeledes vigtig som input til marine modeller for vandskifte, strømning m.v.

Kapitlets indhold

Dette kapitel præsenterer resultatet af beregningen af afstrømningen fra Danmark til de marine 1. og 2. ordens kystafsnit i 1995. Endvidere beskrives afstrømnings- og vandbalanceforholdene, hvor der som sammenligningsgrundlag anvendes nedbør for normalperioden 1961-90 (Cappelen & Frich, 1992) og afstrømning for perioden 1971-90.

Opgørelsen er primært baseret på data fra fagdatacentrets net af målestationer og vandføringstal fra overvågningsprogrammets nationale net af stoftransportstationer. Beregningen af ferskvandsafstrømningen er foretaget efter samme metoder som i forbindelse med de tidligere rapporteringer af vandmiljøplanens overvågningsprogram (Høybye, J., 1990).

Der er i denne rapport lagt større vægt på afstrømningsforholdene end i tidligere rapporter, og dette kapitel med tilhørende bilag 4 erstatter den særskilte rapport om ferskvandsafstrømningen, der hidtil er udarbejdet hvert år.

4.2 Datagrundlag

94 hydrometriske stationer indgår i opgørelsen

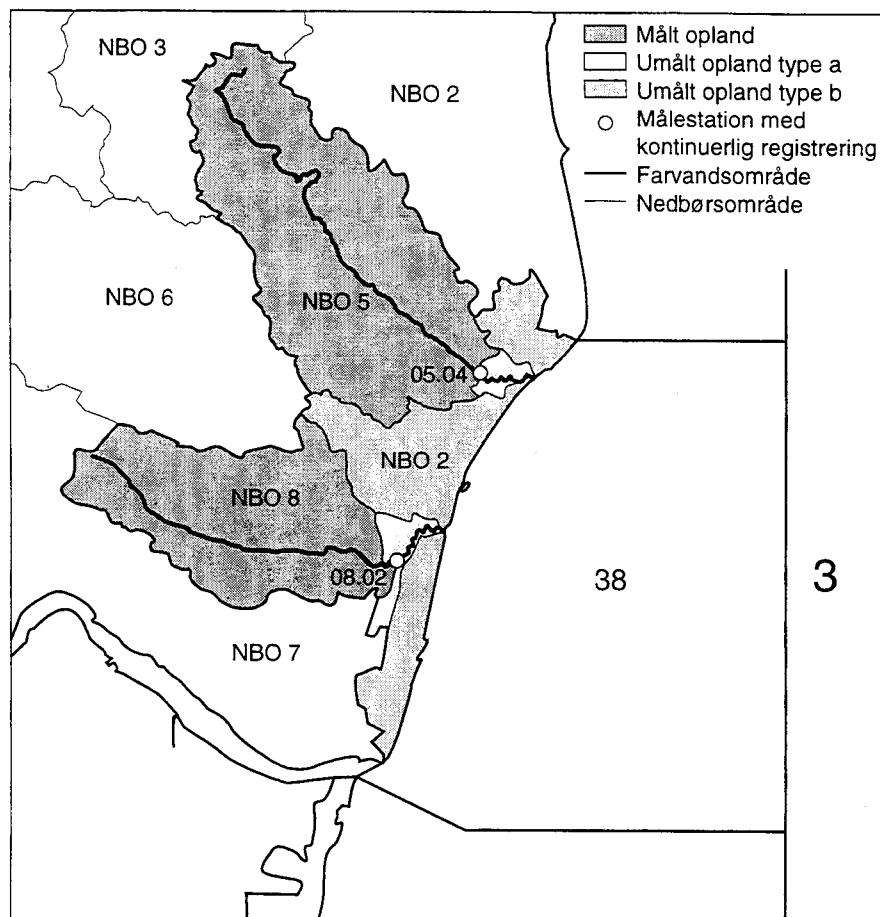
Tilstrømningen af ferskvand til farvandsområderne er opgjort på baggrund af døgnmiddelvandføringen ved 94 udvalgte vandføringsstationer.

De udvalgte målestationer er primært valgt blandt de stationer der indgår i fagdatacentrets nationale stationsnet 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.

Mindst en station i hvert nedbørsområde

I hvert nedbørsområde, indenfor hvert 2. ordens farvandsområde, er der således valgt mindst en station til beskrivelse af områdets afstrømning, se figur 4.1.

Figur 4.1 Farvandsområde 38 med tilhørende oplande



Bilag 4.1 viser de målestationer der er anvendt i opgørelsen af tilstrømningen til de danske farvande i 1994. **Fed** signatur viser nationale stoftransportstationer i overvågningsprogrammet, mens *kursiv* viser fagdatacentrets referencestationer. Ikke fremhævede stationer er stationer udenfor disse net. Beregningsskemaerne i bilag 4.2 viser hvilke af målestationerne, der er anvendt til beregningen af tilstrømningen til 2. ordens farvandsområderne.

4.3 Metode

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 (figur 4.1).

43% af Danmarks areal er direkte målt

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%.

Figur 4.1 viser farvandsområde 38 opdelt på nedbørsområde (NBO) 2, 5 og 8 samt de 3 oplandstyper, målt opland, umålt opland (type A) og umålt opland (type B). Grænsen mellem oplandstyperne er givet af oplandsgrænsen til den anvendte hydrometriske målestation i nedbørsområdet, som er angivet ved et firecifret nummer adskilt ved punktum. De første to cifre angiver nedbørsområdet, mens de to sidste cifre er fortløbende numre. Farvandsområderne er nummereret med 2 cifre, hvor det første angiver det 1. ordens farvandsområde og det andet ciffer angiver nummeret på det 2. ordens farvandsområde.

Den samlede ferskvandstilstrømning til de danske farvande er opgjort for 1995 på både 1. og 2.ordens farvandsområder. Opgørelsen er foretaget på månedsbasis. Den detaljerede afstrømningsopgørelse findes i bilag 4.3.

Samlet usikkerhed på landsopgørelsen er beregnet til 1,2%

I Høybye, J. (1990) 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 oplände. Den samlede usikkerhed på årsmiddelaflstrømningen fra umålte oplände, 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 1995 kan således anslås til:

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

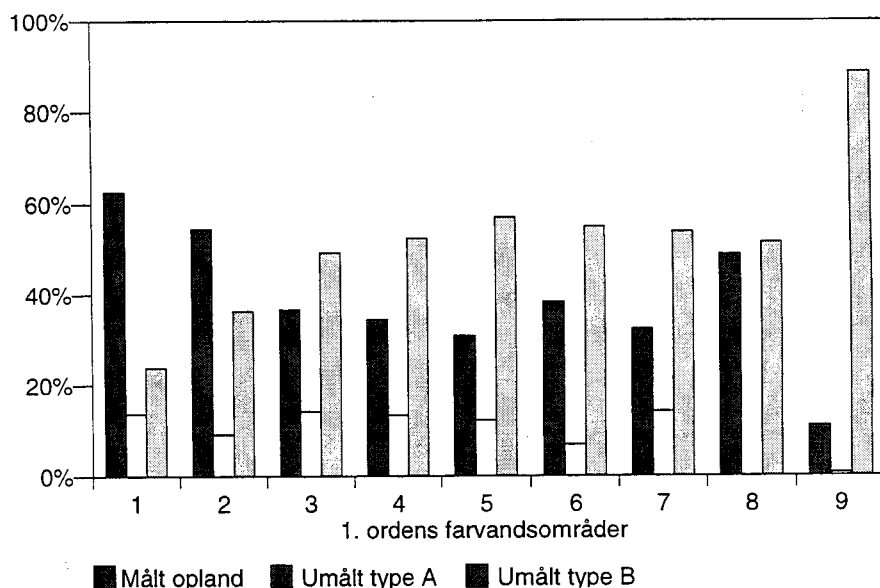
4.4 Resultater

Figur 4.2 viser fordelingen af de 3 oplandskategorier i procent på 1. ordens farvandsområder. Farvandsområde 1, Nordsøen er det bedst bestemte farvandsområde med 63% målt opland, mens farvandsområde 9 Østersøen er det dårligst bestemte farvandsområde med 11% målt opland. Totalt

for Danmark er 43% af arealet målt, mens 12% af arealet er af type A og 45% af type B.

I bilag 4.2 er forudsætningerne for undersøgelsen vist i skemaform med hensyn til arealfordeling og beregningsform. I bilag 4.3 er afstrømningsværdier på 1. og 2. ordens farvandsområder samt månedsværdier og årsværdier vist. Endvidere er afstrømningen opdelt på sommer (1/5-31/10) og vinter (1/1-30/4 + 1/11-31/12).

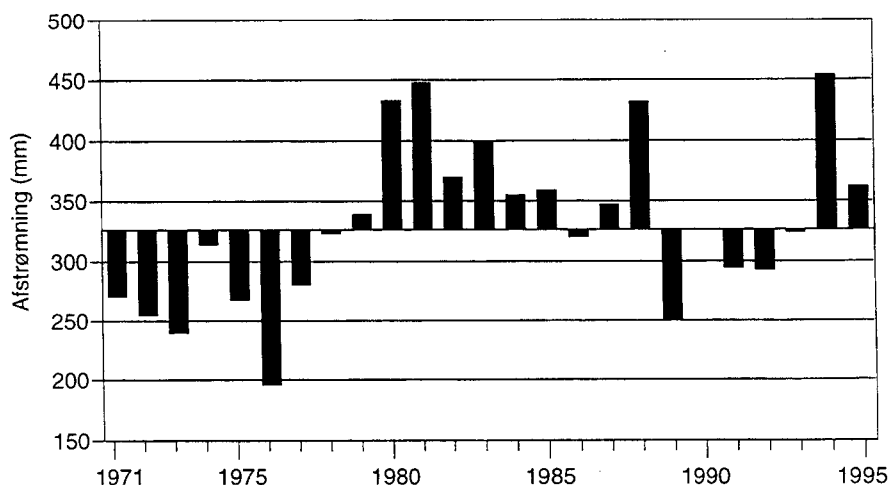
Figur. 4.2 Fordeling af oplandskategorier i procent på farvandsområderne.



Ferskvandstilstrømningen var i 1995 ca. 10% over normalen

Den samlede ferskvandstilstrømning til de danske farvande var i 1995 ca. 15.600 mill. m³ svarende til en arealspecifik afstrømning fra landet på 363 mm. Årets afstrømning var ca. 10% over normalen for perioden 1971 - 1990, der er på 326 mm. svarende til ca. 14.000 mill. m³. Til sammenligning er afstrømningen for 1994 opgjort til ca. 19.600 mill. m³ svarende til 455 mm, hvilket er den største mængde, der hidtil er registreret. Årsafstrømningen i perioden 1971 til 1995 set i forhold til normalen for 1971 til 1990 fremgår af figur 4.3.

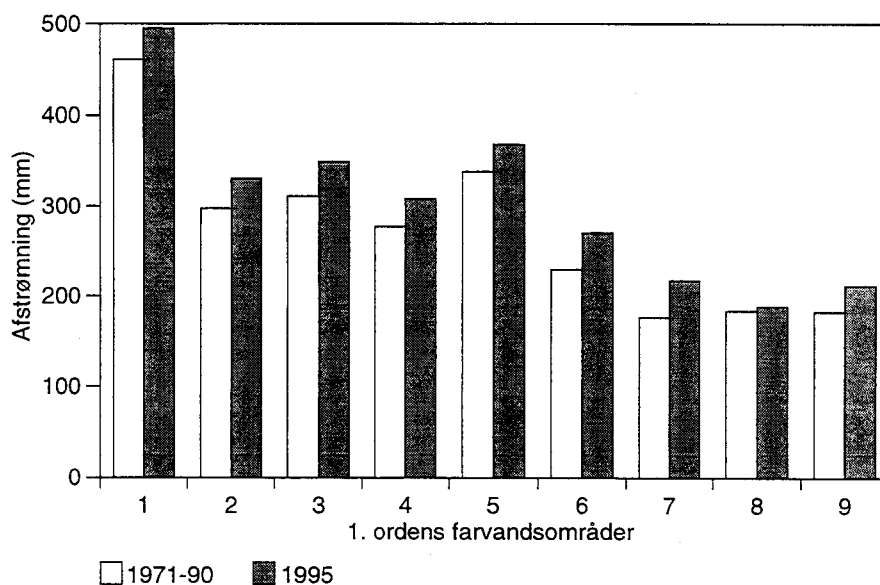
Figur. 4.3 Ferskvandsafstrømningen fra Danmark i perioden 1971-95, afbildet i forhold til normalen på 326 mm.



Tabel 4.1 Tilstrømning til 1. ordens farvandsområder, 1995 og middel 1971-1990.

Farvandsområde	Opland km ²	Vinter 10 ⁶ m ³	Sommer 10 ⁶ m ³	1995		1971-1990	
				mm	10 ⁶ m ³	mm	10 ⁶ m ³
1 Nordsøen	10809	3670	1686	495	5356	461	4980
2 Skagerrak	1098	265	98	330	363	297	315
3 Kattegat	15828	3812	1718	349	5531	311	4920
4 Nordlige Bælthav	3130	795	166	307	961	277	850
5 Lillebælt	3385	996	248	367	1244	338	1135
6 Storebælt	5424	1304	158	269	1462	229	1230
7 Øresund	1717	305	70	219	375	176	300
8 Sydlige Bælthav	418	75	4	190	79	183	75
9 Østersøen	1207	233	21	211	254	182	220
Total	43018	14049	5540	363	15624	327	14025

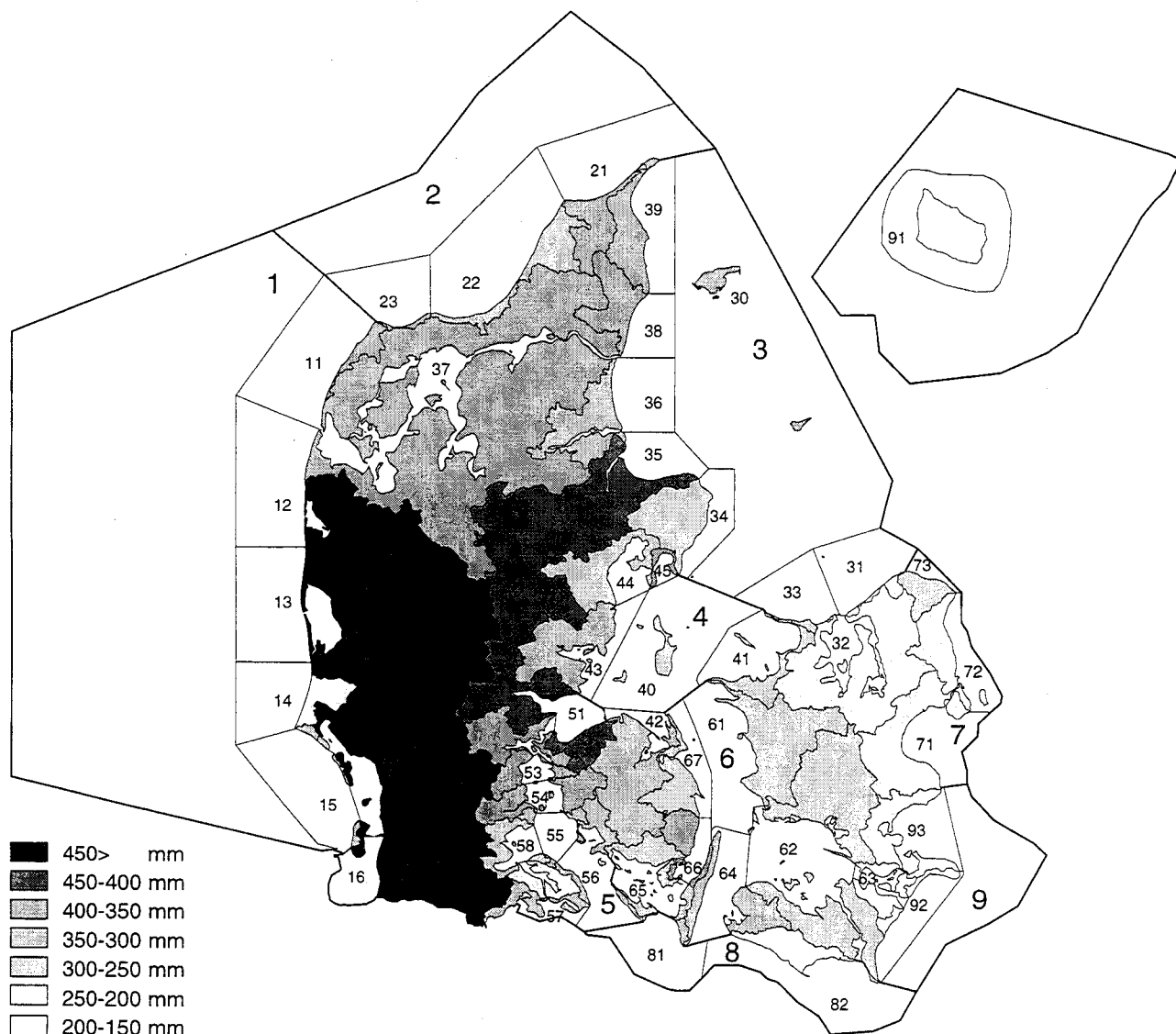
Figur 4.4 Tilstrømning til 1. Ordens farvandsområder 1995 og middel 1971-90.



Figur 4.4 viser tilstrømningen til 1. ordens farvandsområder. Generelt er tilstrømningen i 1995 til samtlige farvandsområder lidt større end middel for perioden 1971-1990, og der er ikke så store variationer i, hvor meget normalafstrømningen er overskredet i de forskellige afstrømningsområder. Tilstrømningen til de to største områder, Nordsøen og Kattegat ligger henholdsvis 7 og 11% over normalniveauet, mens tilstrømningen til bælteerne og Øresund er mellem 3 og 24% over normalen. Af den samlede vandmængde strømmede 37% til Nordsøen og Skagerrak, 35% til Kattegat, 24% til Bælthavet og 4% til Øresund og Østersøen.

Afstømning aftager fra vest mod øst

Figur 4.5 viser den geografiske variation af årsafstrømningen til 2. ordens farvandsområder. Afstrømningen er størst i Vest- og Sydjylland, hvor mængderne i de fleste oplande ligger fra 450 til godt 500 mm. Niveauet aftager gradvis mod de østlige dele af landet og er lavest på det østlige Sjælland, Møn og Bornholm, hvor det var mellem 150 og 250 mm.



Figur. 4.5 Tilstrømning til 2. ordens farvandsområder 1995.

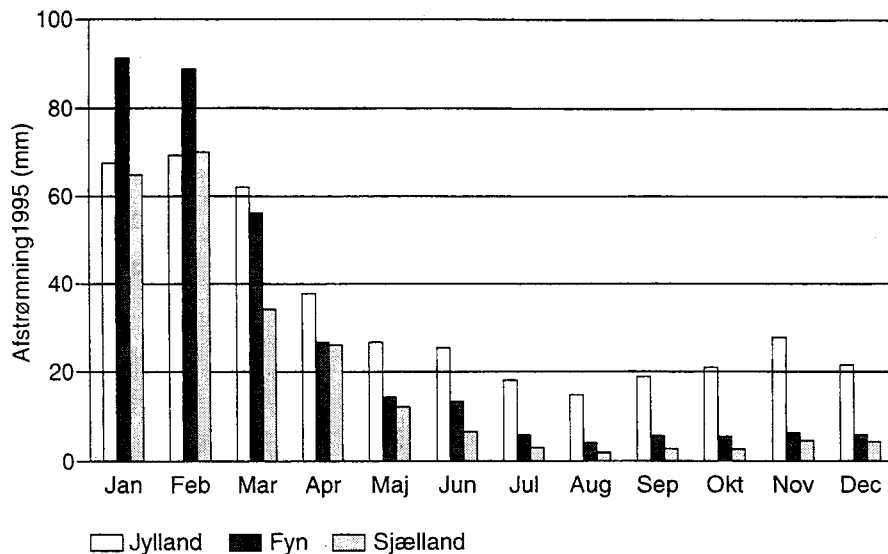
Jyske vandløb er mest grundvandsfødte

Afstrømningsfordelingen over året for Jylland, Fyn og Sjælland fremgår af figur 4.6. Ved store afstrømningsniveauer er der ikke så stor relativ forskel mellem landsdelene, hvorimod der i tørre perioder er op til 4 til 5 gange større afstrømning i Jylland end på øerne. Dette skyldes overvejende, at tilstrømningen af grundvand til vandløbene er større i Jylland end på Øerne samt, at fordampningen er relativt større på Øerne end i Jylland.

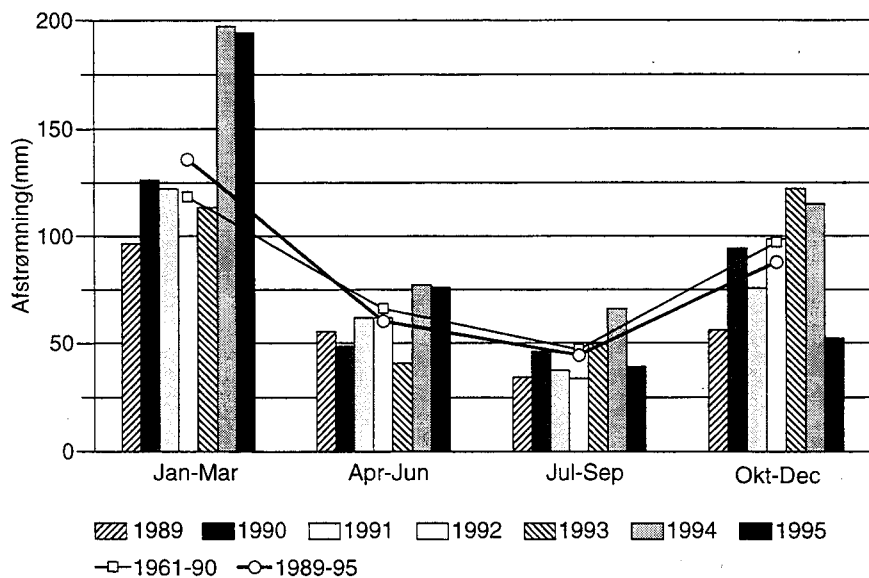
Afstrømningen har meget atypisk årsfordeling

Afstrømningens fordeling over året var i 1995 særdeles atypisk. Det fremgår af figur 4.7 og 4.8, at der i de 3 første måneder afstrømmede næsten dobbelt så meget som normalt, hvorimod der i perioden juni til december var særdeles ringe afstrømning. På grund af ekstremt små nedbørsmængder i 2. halvår samt gunstige fordampningsbetingelser i sommerperioden forblev afstrømningen på et niveau svarende til normal for sommerperioden året ud. September måned var den eneste i 2. halvår, der havde nedbør over gennemsnittet, men det havde stort set ingen effekt på afstrømningen.

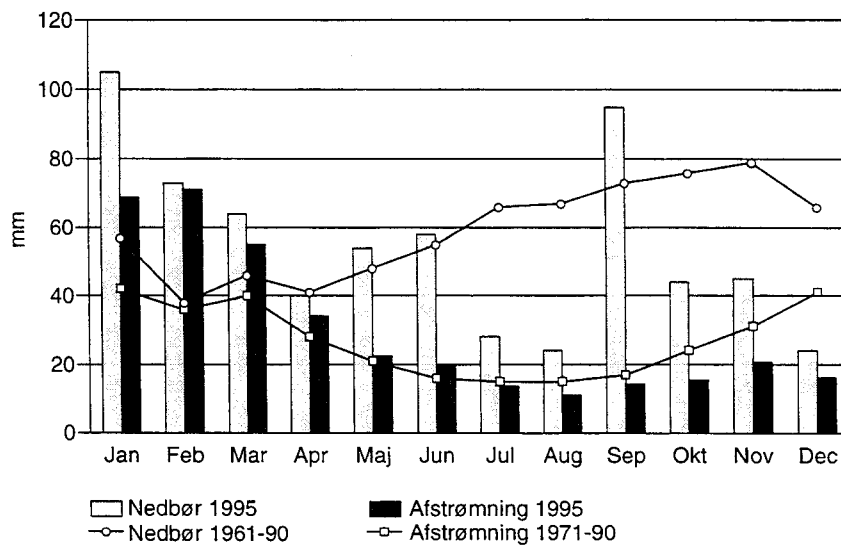
Figur 4.6. Ferskvandsafstrømning fra Jylland, Fyn og Sjælland, 1995.



Figur 4.7 Kvartalsferskvandsafstrømning fra Danmark for overvågningsårene for normalperioden 1971-90 og for 1989-95.



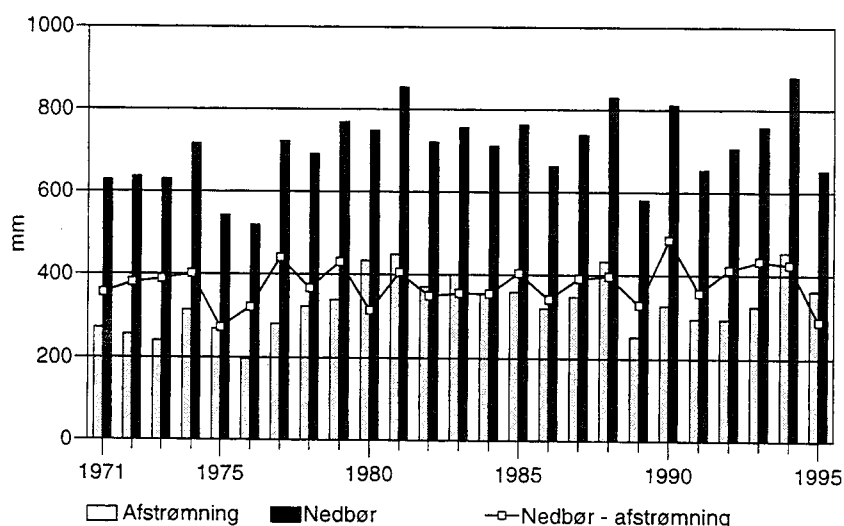
Figur 4.8 Månedsafstrømning for 1995 og normalperioden 1971-90 samt månedsnedbør for 1995 og normalperioden 1961-90.



Stor forskel på den målte ferskvandsafstrømning og den beregnede vandbalance for Danmark i 1995

Sammenlignes ferskvandsafstrømningen fra Danmark med den beregnede potentielle vandbalance (nedbør - fordampning) for perioden 1989-94 er som gennemsnit en god overensstemmelse, men i 1995 var afstrømningen væsentligt større end den potentielle vandbalance. Forskellen er i mange oplande på omkring 200 mm, og dette forhold kan ikke alene tilskrives usikkerhed på fastlæggelsen af parametrene i vandbalancen. Årsagen til forskellen skyldes dels den atypiske nedbørsfordeling med høj vandføring og fyldte grundvandsmagasinere ved indgangen til 1995 og den lave vandføring og lavere grundvandsstand ved udgangen af året. Dette har medført, at der er sket en betydelig magasinændring i løbet af året. Fordampningen er jf. kap 3 formodentlig overvurderet på grund af den lange tørre periode, hvor den aktuelle fordampning ikke er så stor som den beregnede, idet der ikke vil være tilstrækkeligt vandindhold i de øvre jordlag. Den atypiske vandbalance, hvor nedbøren i 1995 var ca. 10% under normalen og afstrømningen ca. 10% over normalen fremgår også af figur 4.9, der viser den årlige nedbør og afstrømning samt differencen for perioden 1971 til 1995. 1995 er det år siden 1975, hvor forskellen er mindst.

Figur 4.9 Års-afstrømning fra Danmark og årsnedbør samt forskellen mellem disse, svarende til fordampning plus årlig ændring i vandmagasinerne (1971-95).



Usikkerhed på afstrømningsopgørelsen

Usikkerheden på opgørelsen af afstrømningen til de to farvandsområder, hvortil ca. 66% af den samlede afstrømning sker (Nordsøen og Kattegat), er beregnet til 2%. Usikkerheden på opgørelsen af afstrømningen til de øvrige 1. ordens farvandsområder varierer mellem 2 og 7%. Usikkerheden på beregningen af den samlede ferskvandstilstrømning til de danske farvande er relativt 1,2% og absolut ca. 200 mill. m³.

De foretagne usikkerhedsberegninger formodes i visse afstrømningsområder at være underestimeret. Dette kan være tilfældet i oplande med meget varierende oplandskarakteristik og lille andel af målt opland, idet de valgte referencestationer ikke nødvendigvis repræsenterer afstrømningen inden for de angivne usikkerhedsgrænser. Endvidere er der i usikkerhedsberegninger i forbindelse med arealproportionering i Høybye, J. (1990) kun anvendt data fra et enkelt år, og der vil eventuelt kunne være en forøget usikkerhed i år med ekstreme afstrømningsforhold, som det var tilfældet i 1995.

4.5 Konklusion

- Tilstrømningen til ferskvandsområderne er beregnet på grundlag af serier af døgnmiddelvandføring ved 94 vandføringsstationer.
- Afstrømningen fra 43% af Danmarks ca. 43.000 km² overfladeareal er direkte målt ved målestationerne, mens afstrømningen fra umålte oplande er beregnet ved arealproportionering og ved brug af referencestationer i nærliggende oplande.
- Den samlede tilstrømning af ferskvand til farvandsområderne i 1995 er beregnet til 15.624 mill. m³ ± 200 mill. m³. Normaltilstrømningen, beregnet som middel for perioden 1971-1990, er tidligere opgjort til 14.000 mill. m³. Disse vandmængder svarer til, at afstrømningen fra Danmark i 1995 var 363 mm mod normalt 326 mm, svarende til en overskridelse på ca. 10%.
- Ferskvandstilstrømningen til de danske farvande i 1995 var således noget større end normaltilstrømningen. Til sammenligning var tilstrømningen i 1994 opgjort til 19.588 mill. m³, hvilket var den største mængde, der hidtil er registreret.
- Mens tilstrømningen til de danske farvande var i 1995 ca. 10% større end normalen var nedbøren ca. 10% under normalen. Dette afspejler den meget atypiske nedbørdfordeling over året med 3 meget våde måneder i starten og meget ringe nedbørsmængde i 2. halvår.

5 Trådalger i vandløb

Anette Battrup-Pedersen

5.1 Indledning

Som led i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for vandløb er der siden 1993 foretaget undersøgelser af trådalgevækst på cirka 100 vandløbsstrækninger i Danmark.

I mange danske vandløb opblomstrer trådalger i sommerhalvåret og kan periodevis udgøre den største del af vandløbenes planter. Masseforekomster af trådalger vil kunne forarme både det fysiske vandløbsmiljø og den biologiske struktur i vandløbet. For yderligere uddybning af dette henvises til *Fyns Amt (1994)*.

Trådalger findes i vandløb inden for grupperne blågrønalger, rødalger, gulgrønalger og grønalger. De forskellige trådalge-arter stiller forskellige krav til vandløbsmiljøet. Nogle findes i rene vandløb, hvorimod andre hovedsageligt findes i næringsrige forurenede vandløb. Det er især blandt grønalgerne at masseforekomster findes. Slægten *Cladophora* (Vandhår) er således vidt udbredt i danske vandløb og kan danne meterlange tråde og måtter. *Stigeoclonium*, *Spirogyra* og *Oedogonium* er andre grønalger som hyppigt findes i danske vandløb.

Formål

Formålet med trådalgeundersøgelsen er, på et stort antal vandløbsstrækninger, at klarlægge og følge trådalgers udbredelse i danske vandløb samt at skabe grundlag for, at vurdere hvilke faktorer der har betydning for opblomstring af trådalger i danske vandløb

5.2 Metode

Trådalgers udvikling gennem vækstsæsonen er i 1995 registreret på i alt 97 vandløbsstationer fordelt på amterne samt Københavns kommune. Trådalgerne dækningsgrad blev registreret i cirka 30 transekter på hver vandløbsstation omkring hver 14 dag i sommerperioden. Trådalgerne dækningsgrad er vurderet som beskrevet i *Friberg m.fl. (1992)*; dog er den anvendte skala udvidet og inkluderer følgende dækningsgrader: 0; >0-2%; >2-20%; >20-40%; >40-60%; >60-80%; >80-100%. I forhold til tidligere registreringer (*Græsbøll et. al, 1994 og Larsen et. al, 1995*) er der i 1995 skelnet mellem forekomst af trådalgeslægten *Cladophora* og forekomst af andre trådalger. Trådalgerne længde blev også vurderet i transekterne og inddelt i følgende fire grupper: <5cm, 5-20cm, 20-50cm, >50cm.

Analogt med trådalger blev de øvrige makrofyters dækningsgrader i transekterne vurderet. Også beskygnings- og substratforhold blev vurderet. Beskygningsforholdene er beskrevet på en skala på fire fra 0% til >75%, hvor 0 gives til helt lysåbne vandløbsstationer.

Substratforholdene blev inddelt i følgende fem typer: sten, grus, sand, blød bund og andet. Dækningsgraden af de forskellige substrattyper blev vurderet i transekterne på en skala fra 0-5.

Trådalgestationerne er næsten alle placeret i nærheden af vandløbsstationer, der i forvejen indgår i Vandmiljøplanens Overvågnings-program. Trådalgers forekomst kan derfor relateres til både fysiske og kemiske forhold i vandløbet.

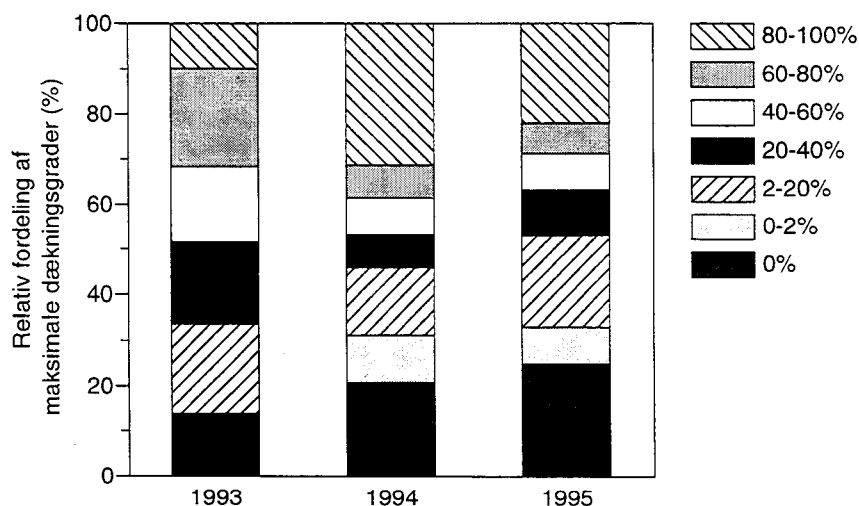
I analysen af datamaterialet viste det sig at gruppen "*Cladophora* sp." ikke konsistent var inkluderet i gruppen "Alle trådalger" i amternes dækningsgradsvurdering. Kun de stationer hvor *Cladophora* sp. var inkluderet er medtaget i den videre databehandling.

5.3 Trådalgers forekomst i danske vandløb

Trådalgers maksimale dækningsgrader

På figur 5.1 ses trådalgers maksimale dækningsgrad i henholdsvis 1993, 1994 og 1995. I 1993 er trådalgers dækningsgrad udtrykt som gennemsnitlige dækningsgrader og i 1994 og 1995 som median dækningsgrader. Derfor bør data fra 1993 kun med forsigtighed sammenlignes med data fra 1994 og 1995.

Figur 5.1 Relativ fordeling af maksimal trådalge-dækningsgrad i 1993, 1994 og 1995 for alle stationer. I 1993 er trådalgers dækningsgrad udtrykt som gennemsnitlige dækningsgrader og i 1994 og 1995 som median dækningsgrader. Antallet af observationer er henholdsvis 101, 96 og 88.

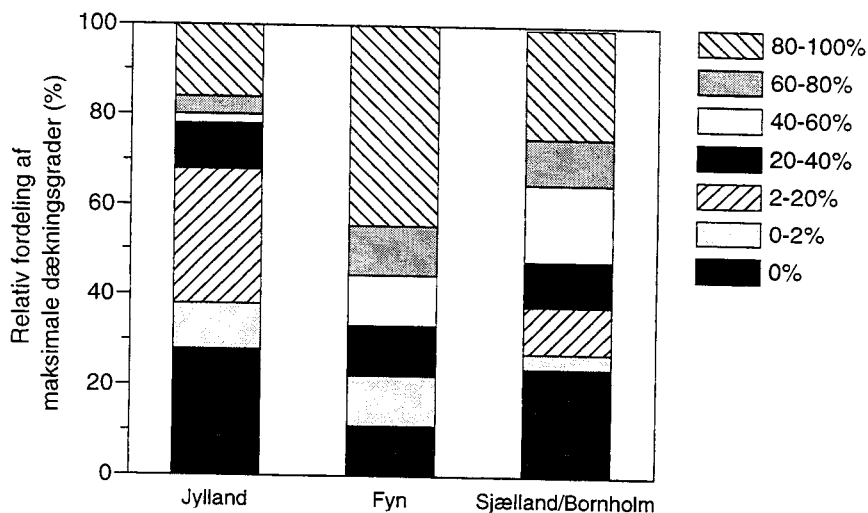


Trådalgers maksimale dækningsgrad er ikke ændret markant fra 1993 til 1995 på de undersøgte vandløbsstationer (figur 5.1). I både 1994 og 1995 er ca. 20% af stationerne helt uden forekomst af trådalger. I 1994 er ca. 30% af stationerne med en maksimal dækningsgrad på mere end 80% mod 25% i 1995. I de resterende dækningsgradsgrupper er der også kun sket små ændringer fra 1994 til 1995.

På landsplan er der store forskelle i hyppigheden af trådalger på vandløbsstationerne. Generelt forekommer trådalger hyppigst på stationerne på Fyn, mindre hyppigt på stationerne på Sjælland/Bornholm og mindst hyppigt på stationerne i Jylland (figur 5.2). På Fyn dækker trådalger således mere end 80% af vandløbsbunden på ca. 45% af de undersøgte vandløbsstrækninger, hvori- mod så høje dækningsgrader kun findes på ca. 25% af de undersøgte vandløbsstrækninger på Sjælland/Bornholm og 15% af de under-

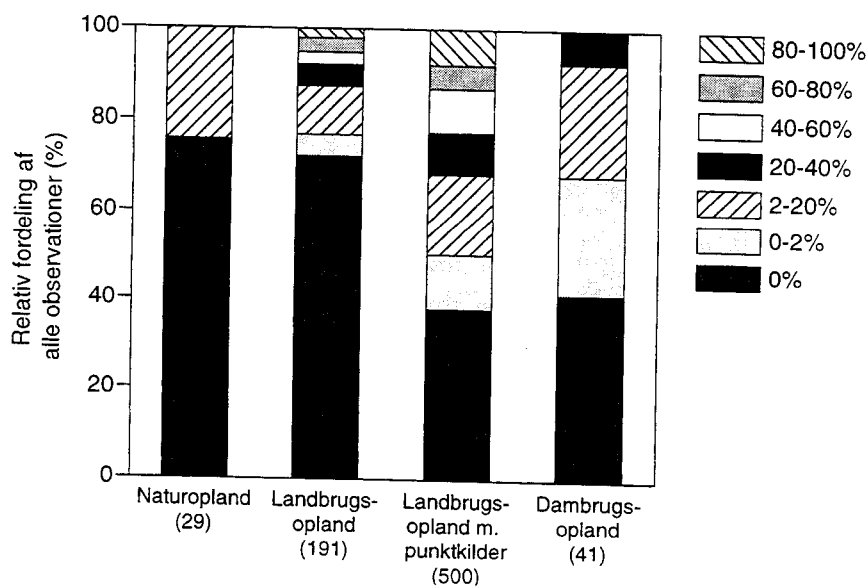
søgte vandløbsstrækninger i Jylland. Endvidere udgør stationer uden forekomst af trådalger kun ca. 10% på Fyn, hvorimod det tilsvarende tal på Sjælland/Bornholm er 24% og i Jylland 28%. Det skal understreges, at de undersøgte vandløbsstationer ikke behøver at være repræsentative for de enkelte landsdele.

Figur 5.2 Relativ fordeling af maksimal median trådalgedækningsgrad i 1995 for Jylland, Fyn og Sjælland/Bornholm. Antallet af observationer er henholdsvis 50, 9 og 29.



I forhold til tidligere år er der kun sket mindre regionale ændringer i trådalgers maksimale dækningsgrader på overvågningsstationerne (data ikke vist). På vandløbsstationerne på både Fyn, Sjælland/Bornholm og i Jylland er antallet af stationer uden forekomst af trådalger således stort set uændret. På Fyn er antallet af stationer med høje maksimale dækningsgrader (>80%) steget fra 30% i 1994 til 45% i 1995, hvorimod antallet er faldet på Sjælland & Bornholm fra 40% i 1994 til 25% i 1995. I Jylland er antallet af stationer med høje maksimale dækningsgrader (>80%) kun faldet ubetydeligt.

Figur 5.3 Relativ fordeling af trådalgedækningsgrader i forskellige oplandstyper i 1995. Tallene i parentes angiver antallet af observationer i oplandstypen.



Trådalgedækningsgrad og oplandstype

Udover de regionale forskelle i trådalgers hyppighed er der store forskelle mellem vandløbsoplande. Således tiltager trådalgerne dækningsgrad i vandløb langs en gradient fra naturoplande, over landbrugsoplande uden spildevandsbelastning til landbrugsoplande med spildevandsbelastning (figur 5.3).

Forekomst af *Cladophora* og andre trådalger

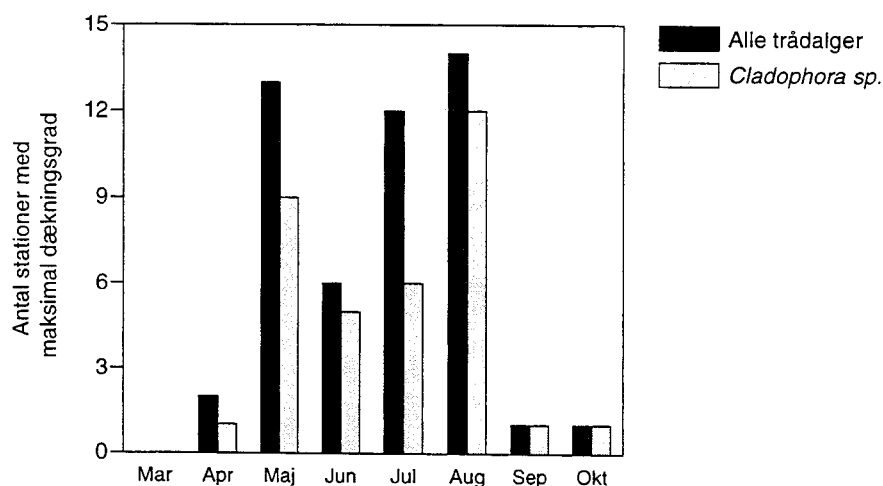
Trådalgeslægten *Cladophora* ser ud til at være den hyppigst forekommende trådalge på vandløbsstationerne i 1995. I Hovedparten af observationerne (mellem 64% og 87%) falder gruppen "*Cladophora* sp." således indenfor samme dækningsgradsgruppe som gruppen "Alle trådalger" (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Antal observationer indenfor de forskellige dækningsgradsgrupper i gruppen "Alle trådalger" og i gruppen "*Cladophora* sp."

Dækningsgrad	Alle trådalger	<i>Cladophora</i> sp.	Andel af <i>Cladophora</i> i %
0-2%	74	62	84
2-20%	110	96	87
20-40%	59	43	73
40-60%	44	30	68
60-80%	25	16	64
80-100%	37	29	78

Trådalger forekommer i 1995 i hele sommerhalvåret, men på den overvejende del af trådalge-stationer med maksimal dækning i maj og august (figur 5.4). Denne sæsonvariation findes også når kun lys-åbne og næsten lys-åbne trådalge-stationer medtages. Gruppen "*Cladophora* sp." og gruppen "Alle trådalger" følger stort set samme mønster gennem vækstsæsonen. I juli måned forekom den maksimale dækningsgrad i gruppen "Alle trådalger" dog væsentligt hyppigere end i gruppen "*Cladophora* sp."

Figur 5.4 Sæsonmæssig variation i antallet af stationer med maksimal trådalgedækningsgrad i gruppen "Alle trådalger" og gruppen "*Cladophora* sp." i 1995.



Den fundne variation i trådalgers maksimal dækningsgrader hænger formodentligt delvist sammen med algerne livscyklus, med størst vækst om foråret/forsommeren og sensommeren/efteråret. *Cladophora* spirer typisk i maj, og der dannes korte tråde med encellede sidegrene. Herefter vokser algerne hurtigt og de grenede vækstformer fås. I forsommeren frigives vegetative sværmere (zoosporer) og algerne henfalder. I dette stadium er *Cladophora* ofte sparsomt grenet, tilgroet med mikroorganismer og dækket af fint slam. Ny intensiv vækst starter i sensommeren dels fra zoosporer dels fra forårs- og sommerbevoksningerne.

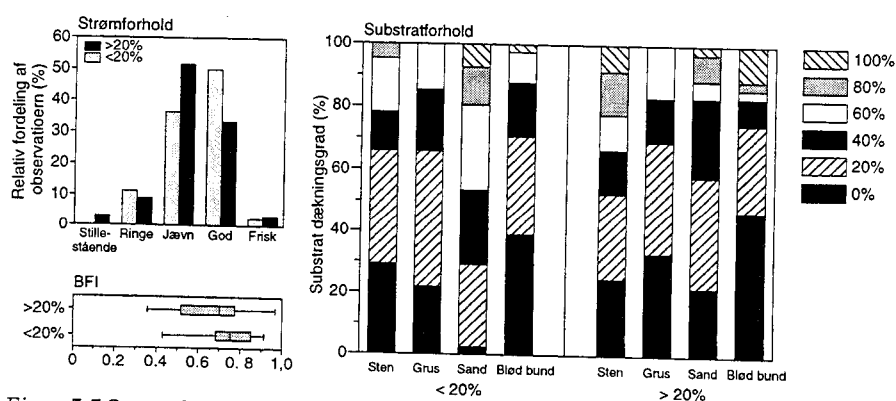
5.4 Trådalgers forekomst i relation til fysisk-kemiske og biologiske faktorer

Opblomstring af trådalger er relateret til en række fysisk-kemiske og biologiske forhold i vandløbet. Internationale undersøgelser viser, at det ofte vil være en kombination af flere forhold, der kan være afgørende for trådalgers opblomstring (se bl.a. *Dodds & Gudder, 1992* og referencer citeret heri).

Trådalger bliver først et egentligt problem for det fysiske vandløbsmiljø og den biologiske struktur, når de forekommer i større mængder i vandløbene. I de følgende afsnit er derfor valgt at inddele vandløbsstrækningerne i strækninger hvor trådalger dækker mindre henholdsvis mere end 20% af vandløbsbunden ved maksimal dækning. Grupperingen sker med henblik på dels en fysisk-kemisk og biologisk beskrivelse af vandløbsstrækninger hvor trådalger opblomstrer - eller forekommer i større mængder - dels for at skabe et grundlag for at vurdere hvilke faktorer der kan være af betydning for trådalge-opblomstring i danske vandløb. Det er væsentligt her at bemærke, at der ikke er signifikante forskelle på beskygningsforhold og vandstand på strækninger hvor trådalger dækker henholdsvis mindre og mere end maksimalt 20% af vandløbsbunden.

Fysiske variable og trådalge opblomstring

Figur 5.5 illustrerer væsentlige fysiske forhold på vandløbsstrækninger med henholdsvis mindre og mere end 20% af vandløbsbunden dækket af trådalger i løbet af sommeren. I en sammenligning forekommer trådalger med større dækningsgrader (>20%) i vandløb hvor strømmen er svagere og BFI (base-flow index) lavere. Lave BFI værdier er bl.a. et udtryk for, at vandføringen kan være mere variabel over året.



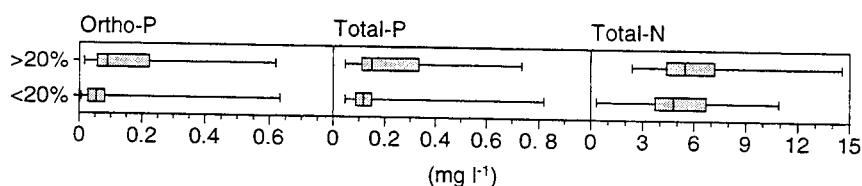
Figur 5.5 Strømforskel, BFI (base-flow index) og substratforhold i vandløb hvor trådalger maksimalt dækker henholdsvis mere (>20%) og mindre (<20%) end en femtedel af vandløbsbunden i 1995. Strømhastigheden blev vurderet på vandløbsstationerne og er tiltagende fra stillestående til frisk. BFI er beregnet ud fra døgnmiddelvandføringer. Boksene omfatter 25% til 75% fraktilerne, den vertikale linje repræsenterer medianværdier og den horisontale linje henholdsvis minimum og maximum værdier. Substratforholdene, henholdsvis sten, grus, sand og blød bund, blev vurderet i transekterne

Der er også forskelle i substratforhold. I vandløb med høj trådalgedækning (>20%) er der en tendens til at sten og blød bund er hyppigere substrattyper end i vandløb med lav trådalgedækning (<20%).

I modsætning hertil er sand en hyppigere substrattype i vandløb med den lave trådalge-dækning (<20%).

Kemiske variable og trådalge opblomstring

Også de kemiske forhold varierer i vandløb med henholdsvis mindre og mere end 20% af bunden dækket af trådalger. Næringsstofkoncentrationen er generelt højere i vandløb, hvor mere end 20% af bunden er dækket af trådalger (figur 5.6). Især koncentrationen af fosfor, i form af ortho-P og total-P, er højere i disse vandløb. Det skal dog bemærkes, at der er meget stor variation i næringsstofkoncentrationerne i begge vandløbstyper.



Figur 5.6 Boks-plot som viser fordelingen af ortho-P, total-P og total-N i vandløb hvor trådalger maksimalt dækker henholdsvis mere (>20%) og mindre (<20%) end en femtedel af vandløbsbunden i 1995. Boksene omfatter 25% til 75% fraktileerne, den vertikale linje repræsenterer medianværdier og den horisontale linje henholdsvis minimum og maximum værdier. Næringsstofkoncentrationerne er årsmiddelværdier i vandløbene.

Biologiske variable og trådalge opblomstring

Hyppigheden af andre makrofyter end trådalger varierer kun lidt mellem de to grupper (data ikke vist), men med en tendens til at dækningsgraden af andre makrofyter er mindre på vandløbsstrækninger med høje trådalge-dækningsgrader (>20%).

Der er også forskel på trådalgerne længde og hvad de vokser på i vandløb, hvor de dækker henholdsvis mindre og mere end 20% af vandløbsbunden. Trådalger ser generelt ud til at blive længere i vandløb med høj dækning (>20%) (data ikke vist). Trådalger forekommer også hyppigere fritliggende på bund og planter på vandløbsstrækninger med de høje dækningsgrader.

Sammenhænge mellem dækningsgrad og variable

Med henblik på at undersøge om der er sammenhænge mellem trådalge-dækningsgrader og fysiske, kemiske og biologiske variable er der opstillet logistiske regressionsmodeller (Hosner & Lemenshow 1989; Agresti 1990). I de fysiske variable er medtaget beskygning, BFI, strøm, vanddybde og substrat (sten, grus, sand, blød bund). I de kemiske variable er medtaget årsmiddeldkoncentrationer af total-P, ortho-P og total-N. I de biologiske variable er medtaget makrofytdækningsgrad. Kun signifikante sammenhænge ($p < 0,05$) nævnes i det følgende.

Der findes en signifikant negativ sammenhæng mellem BFI og trådalge-dækningsgrad. Der findes også signifikante sammenhænge mellem substrattype og trådalgedækningsgrad. Således stiger trådalge-dækningsgraden signifikant når sten og blød bund bliver hyppigere substrattyper, mens det modsatte gør sig gældende når sandet substrat bliver mere udbredt. Der findes også signifikante positive sammenhænge mellem de kemiske variable, total-P og ortho-P, og trådalge-dækningsgrad.

Det er væsentligt at understrege, at beskygningsgraden er yderst usikkert bestemt. Den manglende sammenhæng mellem trådalgedækningsgrad og beskygningsforhold må derfor ikke tolkes i retning af, at lys er en uvæsentlig faktor for trådalgers vækst.

Ud fra ovennævnte analyser er det væsentligt at fastslå, at de fundne sammenhænge kan illustrere forhold af overordnet betydning for trådalge-opblomstring, men også at mere end en faktor ser ud til at have betydning for trådalge-opblomstring i danske vandløb. Dette understreges også af det meget brede spektrum i både de fysiske, kemiske og biologiske forhold på vandløbsstrækninger med trådalge-opblomstring (se ovenfor).

5.5 Konklusion

- På ca. 80% af de undersøgte vandløbsstationer forekommer der i sommerhalvåret 1995 trådalger.
- Der er store regionale forskelle i hyppigheden af trådalger på trådalgestationerne. Trådalger optræder således hyppigst på stationerne på Fyn, mindre hyppigt på stationerne på Sjælland/ Bornholm og mindst hyppigt på stationerne i Jylland.
- Trådalger forekommer hyppigere i vandløb i spildevandslandbrugs-, og dambrugsoplande end i naturoplande.
- Der er indikation for, at *Cladophora* sp. i 1995 udgør den overvejende del af trådalgerne i danske vandløb.
- Når vandløbsstrækningerne grupperes i to, hvor trådalger dækker henholdsvis mindre og mere end 20% af vandløbsbunden i løbet af sommeren, er der forskelle i en række fysisk-kemiske og biologiske forhold. I en sammenligning forekommer trådalger med større dækningsgrader (>20%) i vandløb hvor strømmen er svagere, BFI lavere, substratet mere stenet og blødt og næringsstofkoncentrationer højere. Der er også en tendens til at dækningsgraden af andre makrofyter er lavere samt at trådalgerne er længere og ikke blot findes som påvækst alger men også fritliggende.
- En analyse af trådalge-dækningsgrad i relation til fysisk-kemiske og biologiske forhold understreger, at flere faktorer ser ud til at være af betydning for trådalge-opblomstring i danske vandløb.

6 Smådyrsfauna og miljøtilstand i vandløb

Jens Skriver og Nikolai Friberg

6.1 Indledning

Smådyrsfaunaens forekomst og artssammensætning anvendes til vurdering af miljøtilstanden i vandløb, og faunaprøver er indsamlet på de vandløbsstationer der indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Det har været målet med årets afsnit om de faunamæssige forhold, at gå ind bag de indrapporterede faunaklasser, og give en beskrivelse af dominerende og karakteristiske arter og grupper af smådyr.

Derudover har det været målet på samme måde som tidligere år, at give en oversigt over stationerne i overvågningsprogrammet ud fra indekssværdier af Dansk Fauna Indeks.

Og endelig har det været målet, at belyse visse fysiske og kemiske parametres betydning for den faunamæssige tilstand. Dels med udgangspunkt i faunaklasserne. Og dels ved direkte analyse af de enkelte stationers artssammensætning.

6.2 Metoder

Anvendt metode

Prøverne er indsamlet prøver forår og efterår, og dyrene udsorteres og identificeres i laboratoriet efter den standardiserede metode (*Kirkegaard et al., 1992*). Data er indberettet efter forskrifterne i *Miljøstyrelsen (1995)*.

Data fra et enkelt amt er kun delvist blevet indsamlet som forudsat, og disse data har således kun delvist kunnet indgå i DMU's rapportering.

Amternes indrapporterede artslistes har haft et forskelligt bestemmelsesniveau, idet nogle amter har indrapporteret fuldstændige artslistes, mens andre amter har indberettet artslistes på et niveau svarende til kravene i *Kirkegaard et al. (1992)*. Arts-listerne fra de enkelte amter er derfor blevet "normaliseret" på en sådan måde, at listerne fra alle amter opfylder kravene til beregning af Dansk Fauna Indeks.

Data fra amternes generelle tilsyn

Ud over data fra overvågningsstationerne fra 1995 har DMU i nærværende rapport medtaget visse data fra amternes generelle tilsyn. Dette materiale er indsamlet af amterne i 1989-92, og vil i sin helhed blive afrapporteret i anden sammenhæng (DMU, in prep.). Materialet fra det generelle tilsyn er imidlertid meget omfattende, og har muliggjort analyse af sammenhænge mellem på den ene side den faunamæssige og forureningsmæssige tilstand, og på den anden side forskellige fysiske parametre. De biologiske data fra det generelle tilsyn er dog behæftet med den svaghed, at de er indsamlet med forskellige metoder, og forureningsgraderne til de enkelte artslistes er fastsat på forskellig måde. Enkelte amter har således anvendt Dansk

Fauna Indeks, mens de øvrige amter har anvendt en metode der bygger på udarbejdelse af en artsliste i felten.

DMU vurderer dog, at materialet er så stort, at det kan anvendes til at belyse visse overordnede generelle sammenhænge, og disse er medtaget her i det omfang det er relevant i forbindelse med sammenligning med tilsvarende data fra overvågningsstationerne.

6.3 Beskrivelse af smådyrsfaunaen på overvågningsstationerne

De hyppigste faunaelementer på overvågningsstationerne

De hyppigste faunaelementer på overvågningsstationerne er vist i tabel 6.1. I bilag 6.1 findes en samlet oversigt over forekomsten og individantallet af alle de arter/grupper der indgår i Dansk Fauna Indeks.

Tabel 6.1 De hyppigste arter/grupper af smådyr på overvågningsstationerne i 1995. Tallene for de enkelte arter/grupper angiver det gennemsnitlige antal dyr pr. faunaprøve. Fed skrift angiver at arten/gruppen er registreret i 80-100 % af faunaprøverne i den enkelte faunaklasse. Normal skrift angiver, at arten/gruppen er registreret i 50-79% af faunaprøverne. To plusser at arten/gruppen er registreret i 20-49% af faunaprøverne, og ét plus at arten/gruppen er registreret i 1-19% af faunaprøverne.

	Kvantitativt dominerende arter på overvågningsstationerne						
	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Gammarus	381	287	380	337	++	+	-
Baetidae	132	87	95	110	27	+	-
Limnephilidae	16	20	26	14	4	++	++
Asellus	++	++	++	58	55	31	++
Chironomidae	116	203	199	262	372	62	543
Oligochaeta	18	50	50	230	387	408	1831

De arter/taxa der hyppigst forekom på overvågningsstationerne kan generelt karakteriseres som indifferente arter. Derudover forekom også visse forureningstolerante arter hyppigt.

Ferskvandstangloppen *Gammarus* og døgnfluer af familien *Baetidae* forekom talrigt i de fleste helt rene og upåvirkede vandløb (faunaklasse I og I-II), men også den meget store gruppe af vandløb med en lidt dårligere tilstand (faunaklasse II og II-III) var domineret af disse to dyregrupper.

På samme måde som *Gammarus* og *Baetidae* blev vårfluer af familien *Limnephilidae* registreret i langt hovedparten af faunaprøverne fra rene og upåvirkede vandløb, såvel som fra lidt mere påvirkede vandløb. Men *Limnephilidae* var antalsmæssigt langt mindre hyppigt forekommende i de enkelte faunaprøver.

Vandbænkebidderen *Asellus* blev fundet på lokaliteter indenfor alle 7 faunaklasser. På lokaliteter med faunaklasserne I og I-II var individantallet pr. prøve oftest 0-3, men enkelte sønderjyske vandløb skilte sig ud, og havde betydelig forekomst af vandbænkebidderen. Den procent-

vide forekomst af *Asellus* var dog klart størst indenfor faunaklasserne III og III-IV.

Dansemyg *Chironomidae* er en meget artsrig gruppe, og gruppen består af arter med meget forskelligartede miljømæssige krav. *Chironomidae* blev registreret i mindst 80% af faunaprøverne inden for alle 7 faunaklasser.

Børsteorme Oligochaeta består ligeledes af en række forskellige arter, af hvilke en del af arterne er meget tolerante over for organisk forurening. Der var i materialet en meget klar tendens til at antallet af børsteorme steg med stigende faunaklasse.

Forekomst af visse rentvandskrævende arter/grupper

Rentvandsarterne var generelt ikke så hyppige som de ovenfor omtalte faunagrupper. I det følgende anvendes nøglegrupperne NG 1 og NG 2 fra Dansk Fauna Indeks som udtryk for rentvandsarterne, selv om også andre faunaelementer kan betragtes som rentvandskrævende. Kun *Limnius*, *Sericostomatidae* og *Ancylus* (faunaklasse I) samt *Elmis* (faunaklasse I, I-II og II) blev registreret i mere end 50% af faunaprøverne inden for de enkelte faunaklasser (tabel 6.2). De øvrige rentvandsformer forekom alle i noget lavere hyppigheder. Se i øvrigt bilag 6.1. Det er bemærkelsesværdigt, at slørvingen *Isoperla* optræder så hyppigt i materialet, og det skal derfor påpeges, at materialet kun repræsenterer overvågningsstationerne, og ikke er repræsentativt for danske vandløb som helhed.

Tabel 6.2 Forekomsten af udvalgte rentvandsdyr (NG 1 og NG 2), samt visse mere tolerante faunagrupper (NG 3) inden for de enkelte faunaklasser på overvågningsstationerne i 1995. Tallene angiver forekomsten i % ud af samtlige faunaprøver i den enkelte faunaklasse.

Hyppigheden af udvalgte faunagrupper i 1995							
	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
	n = 29	n = 39	n = 97	n = 180	n = 22	n = 13	n = 4
NG 1 taxa:							
Ephemeridae	34	23	13	3			
Isoperla	48	26	7	1	5		
Limnius	52	26	14	2			
Sericostomatidae	59	36	14	1			
NG 2 taxa:							
Elodes	38	31	16	10	9		
Elmis	76	54	56	43	9		
Rhyacophilidae	41	33	36	6	5		
Goeridae	45	28	25	8			
Ancylus	52	28	27	12	5		
NG 3 taxa:							
Gammarus	100	85	95	87	41	8	
Caenidae	28	21	23	14	9	8	
Leptoceridae	21	18	15	21	5	8	
Limnephilidae	90	82	82	79	73	23	25

Den geografiske fordeling af de rentvandskrævende arter/grupper (NG 1 og NG 2) er vist i tabel 6.3.

Oversigten skal ikke betragtes som fuldstændig, idet den er lavet på et relativt begrænset stationsnet.

Tabel 6.3 Geografisk fordeling af visse rentvandskrævende arter/grupper (NG 1 og NG 2) fra overvågningsstationerne i 1995. Tallene angiver den procentvise forekomst af de enkelte faunagrupper i hvert geografisk område. Et plus angiver at gruppen er registreret i mindre end 1 % af faunaprøverne. Fed skrift angiver den landsdel, hvor den enkelte dyregruppe hyppigt forekommer.

Hyppighed og geografisk fordeling af visse rentvandsarter - 1995			
	Jylland	Fyn	Sjælland, Lolland-Falster og Bornholm
Antal faunaprøver	n =225	n =52	n =139
Nøglegruppe 1:			
Brachyptera	2	2	2
Capnia	+	-	2
Leuctra	14	17	2
Isogenus	-	-	-
Isoperla	13	6	2
Isoptera	1	-	-
Perlodes	1	-	-
Protonemura	+	-	-
Siphonoperla	+	-	-
Ephemeraidae	17	4	2
Limnius	6	38	9
Glossosomatidae	-	10	1
Sericostomatidae	16	10	4
Nøglegruppe 2:			
Amphinemura	10	2	-
Taeniopteryx	13	-	-
Ametropodidae	-	-	-
Ephemerellidae	10	8	1
Heptageniidae	20	31	-
Leptophlebiidae	28	2	1
Siphonuridae	-	-	1
Elmis	46	79	37
Elodes	20	66	9
Rhyacophilidae	31	23	1
Goeridae	19	21	12
Ancylus	26	27	9
Antal NG 1 + NG 2 taxa i hvert geogra- fisk område	21	16	16

På trods heraf er stort set alle dyrene fra nøglegruppe 1 og 2 blevet registreret. Dette gælder specielt for Jylland, men også på Fyn og Øerne er størstedelen af nøglegruppedyrene til stede.

På trods af det begrænsede stationsantal, samt at indsamlingslokaliteterne som udgangspunkt ikke er udvalgt med henblik på at være repræsentative for regionernes vandløbstyper, er det alligevel påfaldende, at kun få af disse faunagrupper falder ved siden af, hvad der på forhånd kunne forventes. I Østjylland er slørvingerne *Brachyptera* og *Capnia*, samt vårfluen *Agapetus* (*Glossosomatidae*) således mange steder almindeligt forekommende, hvilket ikke fremgår af tabel 6.3. Derudover er visse af de andre arter/grupper ikke registreret i de enkelte områder, på trods af at arterne vides at forekomme her. Årsagen er at forekomsten af f.eks. slørvingerne *Capnia* og *Taeniopteryx* samt døgnfluen *Siphonurus*, i visse områder af landet, er så lokal, at arterne ikke bliver registreret på det

begrænsede antal af overvågningsstationer. Derudover kan indsamlingstidspunktet også betyde at den relative hyppighed af visse grupper undervurderes. Dette gælder f.eks. slørvingerne *Capnia* og *Taeniopteryx*, som har flyvetid meget tidligt på året.

De rentvandskrævende dyr er mere hyppige i Jylland og på Fyn

Som helhed er det dog tydeligt, at de rentvandskrævende dyr er betydeligt mere hyppige i Jylland og på Fyn end i den øvrige del af landet.

For NG 1 taxa havde *Ephemeridae*, *Isoperla* og *Sericostomatidae* den største hyppighed i Jylland, mens *Leuctra*, *Limnius* og *Glossosomatidae* havde den hyppigste forekomst på Fyn.

Hyppigheden af NG 2 taxa udviste samme generelle billede med størst hyppighed i Jylland og på Fyn. Dette var specielt tydeligt for *Amphinemura*, *Taeniopteryx*, *Heptageniidae*, *Ephemerellidae*, *Leptophlebiidae* og *Rhyacophilidae*.

Forureningstolerante dyr er hyppigere på øerne øst for Storebælt

De forureningstolerante arter/grupper udviste det omvendte billede i forhold til de rentvandskrævende dyr, og de forurenings-tolerante grupper havde stort set alle den største hyppighed på lokaliteterne i den østlige del af landet. Tendensen var specielt tydelig for *Helobdella*, *Erpobdella*, *Chironomus* og *Lymnaea* (tabel 6.4).

Tabel 6.4 Den geografiske hyppighed af de enkelte tolerante faunagrupper på overvågningsstationerne i 1995. Den største hyppighed inden for hver enkelt faunagruppe er angivet med fremhævet skrift.

Hyppighed og geografisk fordeling af visse forureningstolerante arter - 1995			
	Jylland	Fyn	Sjælland + øvrige øer
Helobdella	21	17	40
Erpobdella	39	54	71
Asellus	63	37	76
Sialis	35	6	29
Psychodidae	11	6	15
Chironomus	4	2	10
Lymnaea	31	6	48
Sphaerium	18	40	47

6.4 Overvågningsstationernes generelle miljøkvalitet

Tilstanden på overvågningslokaliteterne

Fordelingen af faunaklasser på overvågningsstationerne er vist i tabel 6.5. Der er klar overvægt af faunaklasserne II-III og II, som tilsammen udgør 69-75% af bedømmelserne i både forårs- og efterårsprøverne.

Fordelingen af faunaklasser på overvågningsstationerne er ikke repræsentativ for tilstanden i danske vandløb som helhed. I "den tunge ende af skalaen", udgør faunaklasserne III, III-IV og IV således tilsammen kun ca. 10% af bedømmelserne på overvågningsstationerne. I modsætning hertil optræder vandløb med en dårlig miljøtilstand med en langt større andel på landsplan. I følge sammenstilling af amternes data fra 1989-92 (DMU, in prep.) udgjorde vandløb med for-

ureningsgrad/faunaklasse III, III-IV og IV ialt ca. 28% af de undersøgte lokaliteter i denne periode. Den store forskel i forholdet mellem klasserne III, III-IV og IV, vurderes helt overvejende at skyldes at overvågningsstationerne ikke generelt er repræsentative for de danske vandløb. Det skal dog bemærkes, at der kan være sket visse forbedringer i perioden fra 1989-92 til 1995, såvel som at eventuelle forskelle i "forureningsgrad" (1989-92) og "faunaklasse" (1995) kan spille ind.

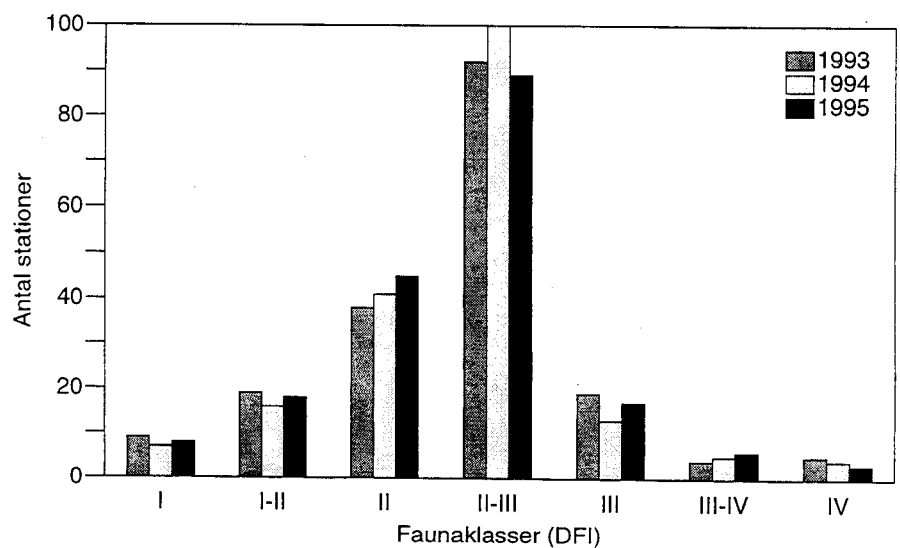
Tabel 6.5 Dansk Fauna Indeks fra overvågningsstationerne for henholdsvis forår og efterår 1995.

Fordeling af faunaklasser. Forår og efterår 1995								
	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV	Total
	n = 29	n = 39	n = 97	n = 180	n = 22	n = 13	n = 4	
Forår	14	18	49	95	6	6	4	192
Efterår	15	21	48	85	16	7	0	192

Forår/efterår

Vurderet stationsvis var der sammenfald mellem forårs-og efterårsbedømmelserne i 63% tilfælde, og kun i mindre end 5% tilfælde afveg forårs-og efterårsbedømmelserne med mere end én faunaklasse. Der var ingen signifikant forskel mellem fordelingerne af faunaklasser i forårs-og efterårsprøverne (bilag 4.2).

Figur 6.1 Fordeling af faunaklasser fra 186 overvågningsstationer i perioden 1993-95



Perioden 1993-95

Dansk Fauna Indeks har i 1995 været anvendt på overvågningsstationerne i tre år (1993-95). Fordelingen af faunaklasser i perioden 1993-95 er vist i figur 6.1. Der er meget stor lighed mellem fordelingen af faunaklasser igennem de tre år, og faunaklasserne II-III og II har været dominerende og har udgjort 70-76 % af bedømmelserne i de enkelte år (se endvidere Græsbøll et al., 1994 og Larsen et al., 1995). Der er i overensstemmelse hermed ikke fundet nogen signifikant udvikling i overvågningsvandløbenes miljøtilstand gennem de sidste tre år.

Oplandstyper

Tilstanden i de enkelte oplandstyper er vist i tabel 6.6. Der er ingen væsentlige forskelle i fordelingen af faunaklasser fra de enkelte oplandstyper, sammenlignet med tidligere år. Naturoplandene skiller sig klart ud, og har den bedste tilstand med faunaklasse I-II og II bortset fra en enkelt lokalitet som er okkerbelastet. De øvrige oplandstyper har samlet

set klar overvægt af faunaklasserne II-III og II, som til sammen udgjorde 68-90% af bedømmelserne inden for hver oplandstype.

Tabel 6.6 Antallet af bedømmelser efter Dansk Fauna Indeks inden for de enkelte oplandstyper.

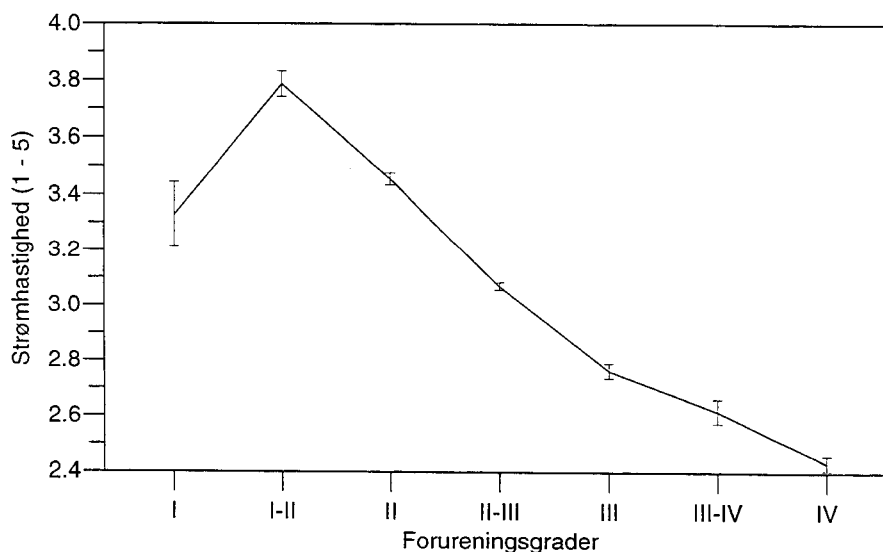
Værdier af Dansk Fauna Indeks i de enkelte oplandstyper - 1995							
Typeoplande	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Naturoplande	0	4	3	0	1	0	0
Dyrket, ingen punktkilder	3	4	12	20	5	2	1
Dyrket, punktkilder < 0.5 kg N ha ⁻¹	4	4	9	20	3	1	1
Dyrket, punktkilder > 0.5 kg N ha ⁻¹	1	6	13	40	7	3	1
Dambrug	0	0	4	5	1	0	0

6.5 Faunaens relationer til fysiske og kemiske parametre

Betydning af fysiske forhold i små danske vandløb

De fysiske forhold i vandløbene har stor betydning for disses miljø- og naturtilstand. Sammenhængen mellem den faunamæssige tilstand i mindre vandløb (< 2 meter's bundbredde), og vandløbenes fysiske tilstand er blevet analyseret af DMU (in prep.) på basis af data fra det generelle tilsyn i amterne i perioden 1989-92. Denne analyse viste bl.a. en klar signifikant sammenhæng mellem strømhastighed og forureningsgrad/faunaklasse (figur 6.2), samt mellem bundsubstratets heterogenitet og forureningsgrad/-faunaklasse (figur 6.3).

Figur 6.2 Sammenhæng mellem strømhastigheden (fra feltskemaer) og forureningsgraden i mindre vandløb (< 2 meter's bundbredde). Figuren er baseret på skøn af vandhastigheden på 7994 forskellige strækninger, hvor amterne har foretaget biologisk vandløbsundersøgelse i perioden 1989-92 (DMU, in prep.)



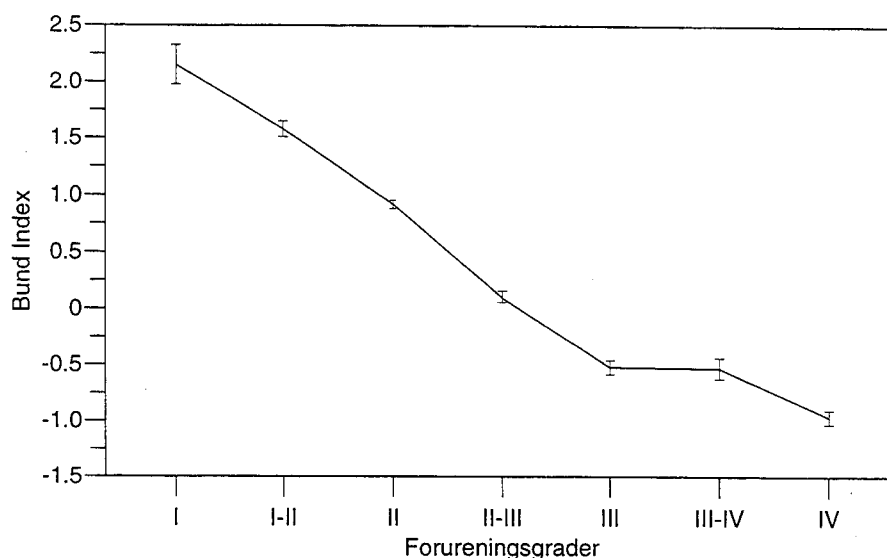
Imidlertid er vandløbenes tilstand betinget af en kombination af tre faktorer. Udover de fysiske forhold har både vandets kvalitet og kvantitet betydning.

Betydning af BOD₅ på overvågningsstationerne

Der er i det følgende foretaget sammenstillinger af data fra overvågningsstationerne med henblik på at klarlægge om faunaklassen på disse sta-

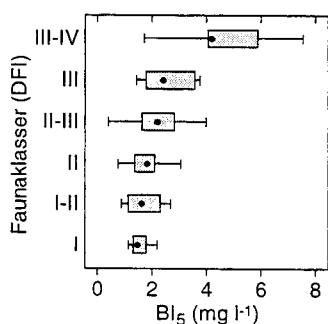
tioner har en sammenhæng med vandets indhold af organisk stof (BOD_5), samt om faunaklassen har sammenhæng med strøm- og bundforholdene.

Figur 6.3 Sammenhæng mellem substratforhold (fra feltskemaer) og forureningsgraden i mindre vandløb (< 2 meter's bundbredde). Et høj positivt bundindex angiver et heterogent og groft substrat, mens en negativ værdi angiver et homogent og finkornet substrat med højt organisk indhold. For yderligere detaljer henvises til DMU (in prep.). Figuren er baseret på data fra 7343 forskellige strækninger, hvor amterne har foretaget biologisk vandløbsbedømmelse i 1989-92.



Betydningen af vandets kvalitet er undersøgt ved at teste, hvorvidt der er sammenhæng mellem organisk stof (BOD_5) og faunaklassen (DFI). Der blev fundet en signifikant sammenhæng, idet stigende gennemsnitlige BOD_5 -koncentrationer var sammenfaldende med stigende værdier af Dansk Fauna Indeks (figur 6.4). Sammenhængen var signifikant både i forbindelse med forårs- og efterårsprøvetagningerne.

Dette resultat er i overensstemmelse med resultaterne fra Andersen og Jensen (1981), som fandt en sammenhæng mellem BOD_5 og forureningsgraden.



Figur 6.4 Sammenhæng mellem BOD_5 -værdier og faunaklasser fra overvågningsstationerne i efteråret 1995. De sorte punkter angiver median-værdier af BOD_5 indenfor de enkelte faunaklasser.

Betydning af strømforholdene på overvågningsstationerne

Vandets indhold af BOD_5 giver dog ikke en fuldstændig forklaring på faunatilstanden på overvågningsstationerne. Som tidligere omtalt i forbindelse med DMU's analyse af amternes data fra 1989-92 (DMU, in prep.) er faunaen også påvirket af vandløbets fysiske forhold. På overvågningsstationerne er dette undersøgt, idet det såkaldte Base Flow Indeks (BFI) er beregnet. BFI giver dels et udtryk for mængden af vand, der især i sommerhalvåret kan være af afgørende betydning for invertebratsamfundet, og dels for vandløbenes hydrauliske og fysiske stabilitet. Et vandløb med f.eks. en lav BFI-værdi vil således være præget af ringe vandføring i sommerhalvåret og kraftige afstrømningsbegivenheder i vinterhalvåret.

Der blev på data fra overvågningsvandløbene fundet en signifikant sammenhæng mellem DFI og BFI, idet stigende grad af stabilitet i vandføringen var korreleret til en stadig bedre faunamæssig tilstand udtrykt som faldende værdier af Dansk Fauna Indeks.

Strømforholdenes betydning for faunaklassen er ligeledes blevet testet, idet oplysningerne om strømhastigheden fra feltskemaerne (ringe, moderat, god....) er blevet sammenholdt med faunaklassen. Sammenhængen var signifikant, idet vandløb med moderat- og hurtigt strømmende vand generelt har en fauna med tilstedeværelse af flere

miljøfølsomme arter end vandløb præget af langsom og ringe strømhastighed.

Yderligere analyser viste imidlertid, at datamaterialet havde en tydelig korrelation mellem BFI og strømhastigheden, og at BFI gav den bedste sammenhæng til Dansk Fauna Indeks (bilag 4.2).

Bundforholdenes betydning på overvågningsstationerne

Endelig er også bundforholdenes betydning for faunaklassen blevet testet. Bundforholdenes karakter for den enkelte station er blevet udtrykt i form af et indeks, hvor de enkelte substrattyper indgår og tilsammen giver en værdi for lokaliteten (DMU, in prep.). Der var en tendens til at de mere stenede og grusede overvågningsstationer havde en god miljøtilstand, d.v.s. lave værdier af DFI. Sammenhængen var dog ikke signifikant.

Dette er umiddelbart overraskende, idet det i forbindelse med amternes data fra 1989-92 er fundet, at der her var en signifikant sammenhæng mellem bundindeks og de tilhørende værdier for forureningsgraden/faunaklassen. To afgørende forskelle er imidlertid, at datamaterialet fra overvågningsstationerne bygger på et meget begrænset stationsantal, og analysen vurderes derfor at være meget følsom for den subjektive registrering af de fysiske parametre (feltskemaer). Desuden er fordelingen af små og store vandløb væsentligt forskellig i de to undersøgelser. Der er således langt flere små vandløb repræsenteret i datamaterialet fra 1989-92, hvilket betyder at vandløbene som helhed i langt højere grad repræsenterer tilstanden på landsplan.

Anvendelse af artslisters til vurdering af fysisk-kemiske forhold

Data fra overvågningsstationerne i 1995 er i det foregående blevet vurderet ved at sammenholde værdier af Dansk Fauna Indeks med forskellige fysisk-kemiske variable. I det følgende præsenteres resultaterne af en ordinationsanalyse (CANOCO, bilag 4.2), der inddrager faunalister fra forårs- og efterårsbedømmelserne separat, og sammenholder disse med 14 fysisk-kemiske parametre som forklarende variable. De anvendte faunalister er alle på samme taxonomiske identifikationsniveau (DFI), og indeholder derudover det skønnede eller optalte individantal i prøven, idet analysen både medtager det kvalitative såvel som det kvantitative aspekt. Følgende fysisk-kemiske variable blev anvendt i analysen:

- Oplandets areal og jordtype (sand eller ler)
- Gennemsnit vandføring for året (1995), sommer (juni-august) og vinter (november-marts)
- Base-flow Index (BFI)
- Brede og dybde
- Strømhastighed og bundindex
- Vandføringsvægtet koncentration af BOD₅, tot-N, tot-P og ortho-P

I alt indgik 127 stationer i analysen af forårsprøverne og 91 i analysen af efterårsprøverne, hvilket svarer til det antal stationer hvor alle 14 fysisk-kemiske variable er målt.

Smådyrsarter i vandløb med højt og lavt BOD₅ indhold

I analysen af forårsprøverne var BOD₅ og strømhastigheden de to variable, som bedst forklarede faunasammensætningen på stationerne. Ligeledes betydende, omend i mindre grad, var vandløbets dybde. De vandløb der havde en faunasammensætning karakteriseret ved høje koncentrationer af BOD₅ var alle placeret på Sjælland, mens vandløb med lavt BOD₅ og gode strømforhold lå i Jylland. Arter knyttet til vandløb med høje koncentrationer af BOD₅ var dansemyggen *Chironomus* og dovenfluen *Sialis*. Modsat var slørvingeslægterne *Brachyptera*, *Capnia* og *Leuctra* knyttet til stationer med lav koncentration af BOD₅ og gode strømforhold. Faunasammensætningen for dybe (store) vandløb var karakteriseret af bla. døgnfluefamilien *Heptageniidae* og vårfluefamilierne *Lepidostomatidae* og *Brachycentridae*.

Faunaen i store vandløb

Om efteråret var de mest betydende variable til at forklare faunasammensætningen oplandsareal og bredde (vandløbsstørrelse), samt sommervandføring. Desuden var der en sammenhæng til jordtypen i oplandet og vandløbets dybde. Med hensyn til kemiske variable forekom der kun en relativ svag sammenhæng mellem tot-N og faunasammensætningen. Til de store vandløb var, delvis som for foråret, knyttet følgende faunaelementer: Døgnfluefamilien *Heptageniidae* og vårfluefamilierne *Polycentropodidae* og *Brachycentridae*. I store vandløb med sandjordsoplande, og med høj sommer- og vintervandføring (vestlige del af Jylland) var slørvinger tilhørende slægten *Isoperla* og vårfluer fra familien *Lepidostomatidae* karakteristiske. Vårfluefamilien *Sericostomatidae* og slørvingeslægterne *Leuctra* og *Nemoura* blev især fundet i vandløb med sandjordsoplande.

Samlet kan det fra ordinationsanalyserne konkluderes, at især resultaterne fra forårsprøverne var i overensstemmelse med hvad der er fundet i sammenstillingerne mellem fysisk-kemiske variable og Dansk Fauna Indeks.

Resultaterne understreger betydningen af både belastning og de fysiske forhold for invertebrat-samfundenes sammensætning. Efterårsprøverne bekræfter desuden også, at vandløbsfaunaen sammensætning er en funktion af vandløbsstørrelsen, ligesom vandmængden er meget betydende. Overordnet var der en god sammenhæng mellem arternes fordeling i ordinationsanalysen og deres indikatorværdi ifølge DFI.

6.6 Konklusion

- Vurderet ud fra vandløbenes faunatilstand (Dansk Fauna Indeks) har der ikke været nogen forskel i miljøtilstanden i hverken forårs- og efterårsprøverne 1995, ligesom der ikke har været nogen udvikling i miljøtilstanden i perioden 1993-95.
- Miljøfølsomme arter er langt hyppigere i Jylland og på Fyn i modsætning til øerne øst for Storebælt. På samme måde er arter, der traditionelt opfattes som meget tolerante over for ydre påvirkninger, hyppigere på Sjælland og de øvrige øer øst for Storebælt.

- Der er fundet sammenhænge mellem på den ene side faunatilstanden (udtrykt som Dansk Fauna Indeks), og visse fysisk-kemiske parametre. Miljøfølsomme arter findes især i vandløb med stabil vandføring, god strømhastighed, og med et lavt indhold af organisk stof (BOD₅). Betydningen af spildevandsudledninger, såvel som betydningen af vandløbets fysiske forhold er således endnu engang dokumenteret. Der er imidlertid behov for en mere objektiv vurdering af de fysiske forhold evt. i form af et selvstændigt indeks.
- Analyse foretaget direkte på artslisterne ved hjælp af ordinationsanalyse gav en god overensstemmelse med ovennævnte analyser ud fra Dansk Fauna Indeks. Det var imidlertid samtidigt tydeligt, at også vandløbsstørrelsen er af betydning for faunaens artssammensætning.
- Stationerne i overvågningsprogrammet er dels for få, og er ikke repræsentative for danske vandløb i bred forstand. Der er derfor behov for et større landsdækkende stationsnet. Dette skal være sammensat på en sådan måde, at analyser af miljøtilstanden i vandløb bliver mulig, såvel historisk og regionalt som mellem vandløb af forskellig størrelse og belastningsmæssig karakter.

7 Det diffuse fosfortab - intensive målinger

Brian Kronvang

7.1 Indledning

Formål

I det reviderede overvågningsprogram for perioden 1993-97 gennemføres der, på 14 særligt udvalgte vandløbsstationer, meget intensive prøvetagninger. Formålet er at få en mere nøjagtig viden om det diffuse fosfortab til ferskvand fra det åbne land. Målingerne gennemføres under anvendelse af automatiske prøvetagere og i de fleste amter er der oprettet mindst en målestation.

De intensive målestationer har som delmål:

- at kunne foretage en bedre kildeopsplitning af fosfortabet
- at opnå viden om nøjagtigheden af den beregnede fosfortransport i vandløb baseret på den normalt anvendte stikprøvetagning
- at muliggøre udvikling af målemetoder og statistiske redskaber til brug for en bedre vurdering af fosfortransporten i vandløb

Baggrund

I modsætning til f.eks. kvælstof, der hovedsageligt er på opløst form i danske vandløb, er en stor del af fosfor bundet til organisk stof og uorganiske partikler. Disse tilføres vandløb med vandet eller vinden fra jorderosion på skrånende marker, erosion i vandløbets brinker og bund, kreaturnedtrampning af brinker og drænvand (*Grant et al., 1996; Kronvang, 1996; Århus amt, 1996*).

Partikulært materiale tilføres især til vandløb i forbindelse med meget nedbør og eller snesmeltning. I små vandløb, som reagerer hurtigt på nedbør i oplandet, vil den normalt anvendte stikprøvetagning i overvågningsprogrammet (månedlig til fjortende dag) ikke kunne afdække koncentrationsudsvingene i især partikel bundet fosfor under de meget kortvarige afstrømningshændelser. Beregningen af fosfortransporten vil derfor blive undervurderet, hvilket medfører en undervurdering af det diffuse fosfortab fra oplandet. I små vandløb er der således knyttet en ukendt usikkerhed på fosfortransporten beregnet på baggrund af stikprøvetagningen.

På vandløbsstationerne med intensive prøvetagninger i Overvågningsprogrammet foretages der samtidig den normalt anvendte stikprøvetagning. Resultaterne fra stationerne kan derfor benyttes til at opnå viden om usikkerheden på opgørelsen af fosfortransporten i såvel det enkelte vandløb og samlet belyse usikkerheden for de andre små vandløbsoplande i Overvågningsprogrammet.

Kildeopsplitning

En analyse af kilderne til fosfor indenfor et opland (kildeopsplitning) baseres på målte og beregnede data for tilførslen fra alle større punktkilder og den målte fosfortransport i vandløbet. Kildeopsplitningen

gennemføres for at kunne vurdere hvor der kan opnås størst effekt af forskellige tiltag indenfor oplandet med henblik på en reduktion i fosfortilførslen til vandløb, søer og fjorde. Afgørende for pålideligheden af den gennemførte kildeopsplitning er kvaliteten af de data, der benyttes, både hvad angår den målte fosfortransport i vandløb og udledningerne af fosfor fra de forskellige punktkilder og spredt bebyggelse. Data fra de intensive målestationer i vandløb skal netop være med til forbedre grundlaget for opgørelsen af kilderne til fosfor i vandmiljøet, specielt de diffuse kilders betydning.

7.2 Beskrivelse af stationsnet, målestrategi og driftsforhold

Stationsnettet

De intensive målestationer blev i 1993 oprettet i vandløb, der afvander dyrkede oplande uden udledninger af spildevand fra større punktkilder. Stationsnettet består af 14 målestationer placeret forskellige steder i landet. Målestationerne er fortrinsvis oprettet i vandløb, som afvander små oplande (tabel 7.1). Vandløbene afvander oplande med forskellige jordtyper og nedbørs-/afstrømningsforhold (tabel 7.1).

Prøvetagningsmetode

Ved målestationerne udtages med automatiske prøvetagere vandprøver en gang i timen året rundt. I den automatiske prøvetager puljes hver udtaget ca. 100 ml vandprøve i en 1 liters flaske, der således indeholder vand fra 8 prøvetagninger dvs. 8 timer. Den automatiske prøvetager tilses og tømmes en gang ugentligt. Der gennemføres normalt vandkemiske analyser af en puljet ugeprøve. På visse stationer er der dog også udført nærmere analyser af enkelte dage med stor afstrømning indenfor ugen. En uddybende beskrivelse af prøvetagningen kan findes i *Larsen et al. (1995)*.

I 1995 har 14 målestationer været i drift igennem hele året. Målestationerne har generelt fungeret uden større driftsmæssige problemer. Hvor der har været datatab i forbindelse med driftsproblemer er trans-

Tabel 7.1 Beskrivelse af vandløbsstationer under det intensive prøvetagningsprogram med angivelse af stationsnummer, oplandsstørrelse og dominerende jordtype, samt afstrømningen i 1995.

Intensiv station	DMU-nummer	Opland (km ²)	Dominerende jordtype	Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)
Odderbæk	Nordjyllans amt	11,4	sand	8,1
Skødbæk	Ringkjøbing amt	7,6	ler	9,5
Horndrup bæk	Århus amt	4,8	ler	12,4
Javngyde bæk	Århus amt	10,5	sand/ler	8,2
Ellerup bæk	Århus amt	3,95	sand	5,4
Skjellegrøften	Viborg amt	10,6	ler	7,1
Solbjerg-Lunde bæk	Ribe amt	6,7	sand	14,4
Landeby bæk	Sønderjyllands amt	37,7	sand	11,5
Lillebæk	Fyns amt	4,4	ler	10,0
Østerbæk	Frederiksborg amt	8,9	sand	3,2
Nybølle å	Københavns amt	29,1	ler	5,7
Haraldsted å	Vestsjællands amt	12,8	ler	8,7
Borup bæk	Roskilde amt	4,2	ler	8,0
Højvadsrende	Storstrøms amt	9,7	ler	6,3

porten af fosfor og partikulært stof beregnet ved lineær interpolation mellem de nærmeste målinger.

7.3 Transporten af total fosfor i små vandløb under- vurderes

Relativ usikkerhed

Beregning af usikkerhed på fosfortransporten i vandløb

Fosfortransporten er beregnet ud fra både de intensive målinger (ugepuljede og/eller flompuljede), samt de normale stikprøver af fosforkoncentrationen i vandløb. Resultaterne fra den intensive prøvetagning er nærmere den "sande" transport, end resultaterne fra den normale stikprøvetagning. Den relative afvigelse mellem de to transportberegninger (T) udtrykkes ved (1):

$$\left(\frac{T_{\text{enkelt}} - T_{\text{intensiv}}}{T_{\text{enkelt}}} \right) * 100\% \quad (1)$$

Ovenstående betyder, at der ved negative værdier er tale om en underestimering af transporten ved anvendelse af enkeltprøver set i forhold til de intensive prøver. Ved en afvigelse på f.eks. -50% skal T_{enkelt} altså multipliceres med 1,5 for at modsvare den målte T_{intensiv} .

Resultater fra tre måleår viser, at der er en stor relativ usikkerhed på fosfortransporten bestemt ud fra stikprøver

Resultaterne fra 1993, 1994 og 1995 viser, at der på årsbasis generelt sker en underestimering af transporten af total fosfor ved anvendelse af stikprøvetagning (tabel 7.2). I gennemsnit blev transporten af total fosfor i de 14 vandløb således underestimeret med 31% i 1995, imod 24% i 13 vandløb i 1994 og 68% i 8 vandløb i 1993.

Tabel 7.2 Relativ forskel ved sammenligning mellem årstransporten af total fosfor beregnet på baggrund af stikprøvetagningen og den intensive ugepuljede prøvetagning.

Måleår	Antal stationer	Gennemsnitlig forskel ± standardafvigelse	Interval (min-max)
1993	8	-68% ± 103%	-319% - 4%
1994	13	-24% ± 27%	-80% - 11%
1995	14	-31% ± 45%	-136% - 28%

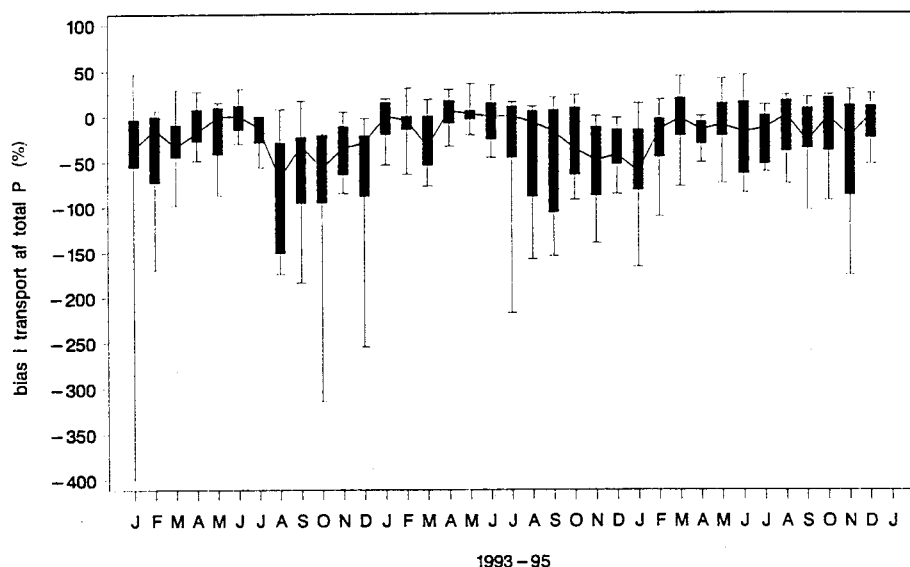
Stor variation i usikkerheden fra vandløb til vandløb

Som det også blev konstateret i 1993 og 1994 er der en meget stor spredning på resultaterne imellem vandløbene. I et enkelt vandløb (Ellerup bæk) var der i 1995 en underestimering af total fosfortransporten på 136%, mens fosfortransporten ved en anden vandløbsstation (Borup bæk) blev overestimeret med 28%.

Større usikkerhed på månedstransporten af fosfor, end på årstransporten

I 1993-1995 var der i enkelte månedener meget større forskelle i usikkerheden på beregningen af transporten af total fosfor, end konstateret for årstransporten (figur 7.1). Undervurderingen af fosfortransporten var i gennemsnit for de tre år størst i januar måned (57%), mens undervurderingen var mindst i månederne april og maj (10%). Hvor der i 1993 og 1994 kan konstateres et tydeligt sæsonforløb i undervurderingen af den månedlige fosfortransport kan dette ikke erkendes i 1995. Det skyldes den meget lille nedbørsmængde i efteråret 1995 og derfor manglende vand- og stoftilførsel til vandløb.

Figur 7.1 Relativ afvigelse (bias) mellem månedstransporten af total fosfor i 1993-95 beregnet ud fra stikprøvetagningen og den intensive prøvetagning.



Den absolutte usikkerhed på årstransporten af total fosfor i vandløb varierer mellem de tre år mellem 0,08 og 0,14 kg P ha⁻¹

Absolut usikkerhed

Oplandstabet af total fosfor var i gennemsnit for de 13 stationer i 1995 på 0,28 kg P ha⁻¹ ved den normalt anvendte stikprøvetagning, imod 0,36 kg P ha⁻¹ ved den intensive prøvetagning (tabel 7.3). De tilsvarende tal var henholdsvis 0,23 kg P ha⁻¹ og 0,34 kg P ha⁻¹ for de 8 stationer i drift i 1993 og 0,52 og 0,66 kg P ha⁻¹ for de 13 stationer i 1994. På baggrund af målingerne på de intensive stationer i de tre år kan det derfor konkluderes, at oplandstabet af fosfor fra små dyrkede oplande i gennemsnit er undervurderet med 0,11 kg P ha⁻¹ i 1993, 0,14 kg P ha⁻¹ i 1994 og 0,08 kg P ha⁻¹ i 1995 (tabel 7.3).

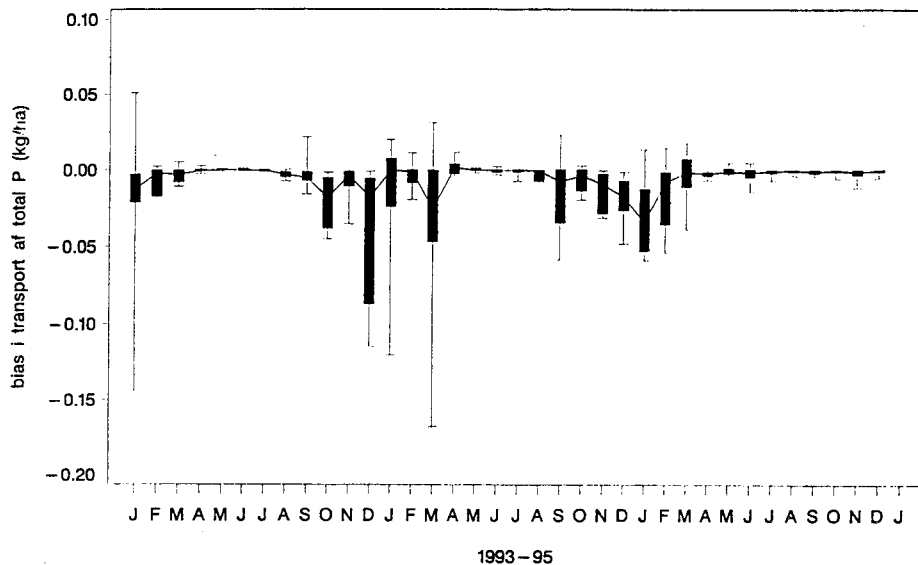
Tabel 7.3 Absolut forskel ved sammenligning mellem total fosfor beregnet på baggrund af stikprøvetagningen og den intensive ugepuljede prøvetagning.

Måleår	Antal stationer	Gennemsnitlig forskel ± standardafvigelse (kg P ha ⁻¹)	Interval (min-max) (kg P ha ⁻¹)
1993	8	-0,11 ± 0,11	-0,32 - 0,001
1994	13	-0,14 ± 0,18	-0,51 - 0,065
1995	14	-0,08 ± 0,13	-0,44 - 0,075

På månedsbasis var forskellen mellem den normale stikprøvetagning og den intensive prøvetagning stor i vinterhalvåret, mens den var ubetydelig i sommerhalvåret (figur 7.2). Forskellen var størst i marts 1994 hvor oplandstabet af total fosfor i gennemsnit blev undervurderet med 0,063 kg P ha⁻¹.

Undervurderingen af transporten af total fosfor i vandløb har selvfølgelig konsekvenser for beregningen af hvor stort et fosforbidrag, der kommer fra det åbne land. Ved kildeopsplitning beregnes bidraget fra det åbne land ved fra den målte transport, at fratække de opgjorte fosforudledninger fra punktkilder. Når den målte transport er undervurderet er tabet fra det åbne land det derfor selvsagt også.

Figur 7.2 Absolut afvigelse (bias) imellem månedstransporten af total fosfor i 1993-95 beregnet ud fra stikprøvetagningen og den intensive prøvetagning



7.4 De enkelte vandløb - tidlig variation

Muligheden for at modellere usikkerheden på fosfortransporten

Der foreligger nu 3 års målinger med intensiv prøvetagning i hovedparten af de 14 undersøgte vandløb. I sidste års rapport blev resultaterne forsøgt modelleret under inddragelse af afstrømningen og et index for vandløbets afstrømningsrytme (BFI-index) (Larsen *et al.*, 1995). Det blev konkluderet, at det ikke var muligt at opstille en generel model, der kan benyttes til at korrigere transporten af fosfor i mindre vandløb beregnet ud fra den normale stikprøvetagning. Denne konklusion har ikke ændret sig med de nye data for 1995.

Usikkerheden på de enkelte vandløbsstationer

I tabel 7.4 er vist den relative forskel mellem årstransporten af total fosfor, som et gennemsnit for de enkelte vandløb i perioden 1993-95. I 13 af de 14 vandløb undervurderes den årlige transport af total fosfor generelt, men med betydelige forskelle fra vandløb til vandløb (tabel 7.4).

Tabel 7.4 Gennemsnitlig relativ forskel og absolut forskel (bias), samt variationskoefficienten (CV) for de enkelte vandløb ved sammenligning mellem årstransporten af total fosfor beregnet på baggrund af stikprøvetagninger og de intensive ugepuljede prøvetagninger.

Intensiv station	Antal år	Gennemsnitlig relativ forskel (%)	Gennemsnitlig absolut forskel (kg P ha ⁻¹)	CV (%)
Odderbæk	3	-12	-0,032	89
Skødbæk	2	-79	-0,45	4
Horndrup bæk	3	-50	-0,24	94
Javngyde bæk	3	-37	-0,14	72
Ellerup bæk	1	-136	-0,16	-
Skjellegrøften	3	-9	-0,016	147
Solbjerg-Lunde bæk	2	-57	-0,16	16
Landeby bæk	3	-19	-0,065	207
Lillebæk	2	-31	-0,17	19
Østerbæk	3	-117	-0,12	141
Nybølle å	2	-15	-0,020	1
Haraldsted å	3	-11	-0,024	195
Borup bæk	2	19	0,070	10
Højvadsrende	3	-24	-0,069	102

Årsagen til, at det er svært at opstille forklarende modeller for forskellen i transportberegningerne fremgår også tydeligt af tabellen, idet der er meget stor forskel i den gennemsnitlige absolutte bias fra vandløb til vandløb (range: -0,45 til 0,07 kg P ha⁻¹). Desuden er der i mange af vandløbene en meget stor variation i bias fra år til år, idet variationskoefficienten i flere af vandløbene er tæt på eller over 100%. I fem af de undersøgte vandløb er den tidslige variation i bias dog mindre end 20%. Usikkerheden på beregningen af den årlige fosfortransport er derfor i disse vandløb tilsyneladende tæt på at være den samme fra år til år. I de 5 vandløb findes dog kun målinger fra 2 år hvilket gør datamaterialet for spinkelt til at kunne konkludere noget entydigt herom.

7.5 Konklusion

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet blev der afsat resurser til oprettelse af et antal vandløbsstationer med automatiske prøvetagere i 1993 (intensiv stationer). Stationerne blev oprettet med det hovedformål, at få bedre viden om især det diffuse fosfortab fra små dyrkede vandløbsoplande. I 1995 har 14 stationer været i drift.

- Oplandstabet af total fosfor i 1995 var i gennemsnit for de 14 intensiv stationer på 0,28 kg P ha⁻¹ ved den normale stikprøvetagning (månedlig-fjortende dag), imod 0,36 kg P ha⁻¹ ved den intensive prøvetagning.
- I lighed med resultaterne fra 1993 og 1994 var der i 1995 store forskelle mellem de enkelte stationer. Årstransporten af total fosfor blev ved en station undervurderet med 136%, mens den ved en anden blev overvurderet med 28%.
- I gennemsnit for de 3 år er månedstransporten af total fosfor beregnet ud fra stikprøvetagningen mere undervurderet i vinterhalvåret, i januar eksempelvis 57%, end i sommerhalvåret, eksempelvis i maj 10%.
- I både 1993, 1994 og 1995 er det diffuse tab af total fosfor til ferskvand fra mindre vandløbsoplande undervurderet ved brug af den normale stikprøvetagning. I 1993 med 68% svarende til 0,11 kg P ha⁻¹, i 1994 med 24% svarende til 0,14 kg P ha⁻¹ og i 1995 med 31% svarende til 0,08 kg P ha⁻¹.
- Undervurderingen af det diffuse fosfortab kan alene tilskrives en undervurdering af tilførslen af partikulært fosfor. Biotilgængeligheden af det partikulært bundne fosfor er derfor et centralt emne at få nærmere belyst i relation til dets indvirkning på eutrofieringen af søer og fjorde.

Fra 1. januar 1995 er prøvetagningen ved de 14 intensivstationer intensiveret til også at omfatte analyser af enkelte afstrømningshændelser i vandløb. I et samarbejde mellem flere amtskommuner og Fagdatacenteret for Ferskvand er der endvidere igangsat en aftenstning

af en nyudviklet flowproportional prøvetagningsstrategi. Resultater herfra vil blive belyst i overvågningsrapporten i 1997 hvor fællestemaet er ferskvand.

8 Vandkvalitet i kilder og vandløb

Hans Legard Iversen og Peter Græsbøll

8.1 Indledning

Indhold

Dette kapitel indeholder en landsdækkende analyse af vandets kemiske kvalitet i kilder og vandløb, fordelt på 58 kilder og 222 vandløb i overvågningsprogrammet. Analysen indeholder tilstandsbeskrivelser af vandkemiske forhold i 1995 sammenlignet med perioden 1989-94. Stofsammensætningen af vandet i kilderne belyses ud fra jordtype og arealanvendelse, mens indholdet af næringsstoffer i vandløb og transporten gennem vandløbene vurderes i forhold til arealanvendelse og spildevandsbelastning.

Opbygning

Kilderne behandles i afsnit 8.2. Herefter følger gennemgangen af vandløbene i afsnit 8.3-8.7. I afsnit 8.7 sammenstilles næringsstofkoncentrationer i kilder og vandløb. konklusionerne for kilder og vandløb er samlet i afsnit 8.8. Bilag 8.1 og bilag 8.2 består af en tabellarisk oversigt over gennemsnitskoncentrationerne og andre udvalgte oplysninger for hver enkelt station i henholdsvis vandløb og kilder.

8.2 Vandkvalitet i kilder

Stationsnettet omfatter 58 kilder

Datagrundlag

Kildeovervågningsprogrammet omfatter i alt 58 kilder, hvorfra der udtages 4 prøver om året. Kilderne er fordelt over hele landet (figur 1.2) og inddelt efter arealanvendelse (natur/dyrkningspåvirket) og fremherskende jordtype (sand/ler):

- 46 kilder i "dyrkningspåvirkede oplande" (10-100 % af oplandsarealet skønnes at være dyrket)
- 12 kilder i "naturoplande" (mindre end 10 % af oplandsarealet er dyrket)
- 38 kilder i "sandjordsoplände" (mere end 50 % af oplandsarealet skønnes at høre til jordtyperne F1-F3), hovedsagelig jyske kilder
- 20 kilder i "lerjordsoplände" (mindst 50 % af oplandsarealet skønnes at høre til jordtyperne F4-F5), hovedsagelig kilder på Øerne.

Temperatur og vandføring

Resultater

Temperaturen og vandføringen er ret konstante i hver enkelt kilde (se bilag 8.1). Vandføringen i kilderne i sandjordsområder er gennemgående større end i kilder i lerjordsområder (tabel 8.1).

Tabel 8.1 Gennemsnit og medianværdi for målt eller skønnet vandføring i kilder fra lerjords- og sandjordsoplande.

	Gennemsnit	Median
18 kilder i lerjordsoplande	3,5 l s ⁻¹	1,3 l s ⁻¹
28 kilder i sandjordsoplande	14,1 l s ⁻¹	4 l s ⁻¹

Nitrat og jordtype

Ser man på forskellen mellem nitratkoncentrationerne i lerjordsområder og i sandjordsområder, er det karakteristisk, at der er mange kilder med meget lave koncentrationer i lerjordsområderne, men der er dog også en del med meget høje værdier. Det medfører, at medianværdien er lav, ca. 0,6 mg l⁻¹ nitrat-N, mens gennemsnitsværdien er næsten lige så høj som i kilderne i sandjordsområderne, nemlig 4,1 mg l⁻¹ i lerjorde og 5,7 mg l⁻¹ i sandjorde (tabel 8.2). I sandjordsområderne er der en mere jævn fordeling fra lave til høje værdier med større overensstemmelse mellem gennemsnits- og medianværdier (tabel 8.2). Årsagen til den skæve fordeling i kilderne i lerjordsområderne er bl.a., at der her ofte er tale om iltfattige til iltfrie forhold, hvor nitrat kan omdannes fuldstændigt til frit kvælstof ved denitrifikation.

For opløst fosfat ses det (tabel 8.2), at koncentrationerne gennemgående er højere i kilder i sandjordsoplande end i lerjordsoplande. Årsagen hertil er formentlig, at lerjorde via deres kolloider og det højere kalkindhold har en større fosfatbindingsevne end sandjorde.

Forsuring og jordtype

I tabel 8.2 er endvidere anført gennemsnits- og medianværdier for konduktiviteten, alkaliniteten og pH. Den højere konduktivitet (som er et mål for det totale indhold af salte) i kilder fra lerjordsoplande skyldes især et højt indhold af calciumhydrogenkarbonat, hvilket også viser sig ved en højere alkalinitet.

Der kan ikke konstateres nogen generel forsuringstendens.

Nitrat og arealanvendelse

Hovedparten af kilderne i naturoplande har lave koncentrationer af nitrat med gennemsnitsværdier omkring 0,6 mg l⁻¹, mens de dyrkningspåvirkede kilder gennemgående ligger omtrent en faktor 10 højere (tabel 8.2).

I 5 ud af de 12 kilder i naturoplande er der observeret en tendens til at nitratkoncentrationen generelt har været stigende i perioden 1989 - 1994 (Larsen et al., 1995). Det er foreslået at stigningen skyldes en stigende atmosfærisk belastning af kvælstofholdige forbindelser (Traaen & Stoddard, 1995 efter Larsen et al., 1994). I 1995 er gennemsnitsværdien af nitrat i faldet lidt i forhold til det foregående år.

I dyrkede oplande har nitratkoncentrationen været stigende i 14 ud af 47 kilder i årene 1989 - 1994, mens den er faldet i 3 kilder. Gennemsnitskoncentrationen er i år den højeste for hele perioden.

Tabel 8.2 Gennemsnits- og medianværdier af et udvalg af kemiske variable 1989-95 for kilder i lerjords- og sandjordsoplande. n = antal kilder.

	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande		
	n	Gns.	Median	n	Gns.	Median
<u>Nitrat-N mg l⁻¹</u>						
1989	19	3,7	0,32	36	5,0	3,4
1990		3,8	0,42		5,1	3,2
1991		3,7	0,32		5,1	3,4
1992		4,0	0,38		5,0	3,2
1993		4,0	0,28		5,4	3,4
1994		4,0	0,55		5,5	3,6
1995		4,1	0,61		5,7	3,4
<u>Opløst fosfat-P. mg l⁻¹</u>						
1989	17	0,031	0,018	35	0,046	0,033
1990		0,028	0,015		0,045	0,030
1991		0,024	0,014		0,046	0,027
1992		0,025	0,015		0,046	0,028
1993		0,018	0,012		0,045	0,024
1994		0,017	0,013		0,045	0,023
1995		0,018	0,010		0,043	0,021
<u>Total fosfor mg l⁻¹</u>						
1989	19	0,087	0,058	36	0,069	0,056
1990		0,094	0,059		0,070	0,049
1991		0,075	0,087		0,070	0,054
1992		0,089	0,050		0,075	0,065
1993		0,063	0,043		0,075	0,063
1994		0,065	0,060		0,071	0,049
1995		0,056	0,061		0,071	0,058
<u>Konduktivitet m S m⁻¹</u>						
1989	13	69	68	16	45	42
1990		71	67		46	43
1991		70	66		46	43
1992		70	69		45	42
1993		74	77		47	43
1994		69	71		46	43
1995		72	70		46	43
<u>Alkalinitet. mmol l⁻¹</u>						
1989	13	4,85	4,75	22	1,43	1,13
1990		4,76	5,01		1,42	1,16
1991		4,90	5,18		1,44	1,06
1992		4,72	4,76		1,42	1,08
1993		4,87	5,30		1,41	1,06
1994		5,01	5,26		1,37	0,93
1995		4,84	4,98		1,38	0,93
<u>pH</u>						
1989	17	7,44	7,45	30	7,33	7,50
1990		7,44	7,40		7,38	7,46
1991		7,52	7,48		7,21	7,44
1992		7,59	7,67		7,24	7,44
1993		7,58	7,53		7,28	7,54
1994		7,59	7,65		7,24	7,46
1995		7,55	7,63		7,31	7,51

Total P-koncentrationen er gennemgående højere i kilder i dyrkningspåvirkede arealer end i naturarealer, mens opløst fosfat-P ligger på samme niveau (tabel 8.3).

Der er tidligere i nogle af kilderne fundet konstant høje værdier af fosfat som ikke kan forklares ud fra arealanvendelse eller andre nærliggende årsager. Således er total fosfor koncentrationen i 16 af de 58 kilder i overvågningsprogrammet over 0,10 mg/l. Vejle Amt har foreslået at de høje værdier stammer fra fosfatrige aflejringer i dybereliggende grundvandsmagasiner.

Mens koncentrationen af opløst fosfat har været konstant i naturoplande, har koncentrationen været svagt men jævnt faldende i dyrkede oplande både med hensyn til gennemsnit og medianværdier. Men på grund af den store spredning af værdierne mellem kilderne og inden for de enkelte kilder er det vanskeligt uden videre at vurdere, om det er et reelt fald.

Tabel 8.3 Årsmiddelkoncentrationen (mg l⁻¹) af nitrat, total fosfor og opløst fosfat i kilder for henholdsvis naturoplande og dyrkningspåvirkede oplande i perioden 1989-95. n = antal kilder.

(mg l ⁻¹)	Naturoplande			Dyrkningspåvirkede oplande		
	n	Gns.	Median	n	Gns.	Median
<u>Nitrat-N</u>						
1989	12	0,51	0,35	43	5,7	3,7
1990		0,56	0,40		5,8	3,9
1991		0,64	0,50		5,7	4,1
1992		0,60	0,32		5,8	4,3
1993		0,64	0,43		6,1	4,3
1994		0,67	0,46		6,2	4,7
1995		0,63	0,53		6,4	4,8
<u>Total fosfor</u>						
1989	12	0,051	0,036	43	0,082	0,060
1990		0,055	0,040		0,085	0,059
1991		0,055	0,035		0,077	0,068
1992		0,061	0,046		0,085	0,063
1993		0,056	0,038		0,075	0,063
1994		0,063	0,044		0,070	0,060
1995		0,055	0,038		0,069	0,061
<u>Opløst fosfat-P</u>						
1989	11	0,038	0,026	41	0,042	0,023
1990		0,038	0,024		0,040	0,022
1991		0,040	0,031		0,038	0,019
1992		0,041	0,027		0,039	0,022
1993		0,039	0,029		0,035	0,016
1994		0,042	0,028		0,034	0,016
1995		0,039	0,024		0,034	0,015

8.3 Karakteristik af oplandstyper til vandløb

Vandløbene i overvågningsprogrammet indgår i to net, dels et net af havbelastningsstationer, der primært har til formål at opgøre stoftransporten via vandløb til havet og dels et net af regionale stationer (typeoplande), der har til formål blandt andet at overvåge vandkvalitet og stoftransport i vandløbene og udviklingen heri. Vandløbene i det regionale net er opdelt i fire typer efter arealanvendelsen i oplandet og den dominerende belastningskilde. Typeopdelingen bliver ajourført hvert år på baggrund af oplandets aktuelle belastningsforhold. Antallet af vandløb i de enkelte oplandstyper kan således ændre sig fra år til år. I 1995 har det i modsætning til tidligere år været muligt at anvende Miljøstyrelsens spildevandsdata som grundlag for typeopdelingen, hvor Amternes indberetning af belastningskilder blev anvendt. Som følge af at grundlaget for typeopdelingen er ændret i 1995, er antallet af vandløb midlertidigt blevet reduceret med 25 i forhold til de foregående år. Kriterierne for opdelingen er vist i tabel 8.4.

Arealanvendelse i typeoplandene

Som noget nyt i 1995 er arealanvendelsen i typeoplandene bestemt i forbindelse med CORINE-kortlægningen. I CORINE-kortlægningen overestimeres andelen af dyrkede arealer, fordi der anvendes et forholdsvis grovkornet net med en opløsning på 25 hektar. Der er taget højde for denne overestimering ved at anvende foreløbige omregningsfaktorer mellem CORINE og det mere finkornede CORINE-plus. Med overgangen til det ny klassifikationssystem er der sket ændringer i den tidligere arealopdeling og der er tilføjet 2 arealklasser (tabel 8.5). "Bebyggelse" er foruden byområder befæstede arealer såsom åben bebyggelse, veje, og andre tekniske anlæg. Arealtypen "natur" består af hede, strand, klitter og andre uopdyrkede arealer. I "Vådområder" indgår blandt andet enge, moser og kær. En betydelig del af det, der tidligere blev klassificeret som dyrkede arealer indgår nu i arealklasserne "bebyggelse", "skov" og "natur"

Tabel 8.4 Kriterier for opdeling af stationerne i det regionale net i typer efter oplandets dyrkningsgrad og belastningskilder.

1.	Naturoplande	Oplande, som kun i ringe grad er påvirket af menneskelig aktivitet
2.	Dyrkede oplande	Dyrkede oplande helt uden spildevandsudledninger fra punktkilder, ud over fra spredt bebyggelse
3.	Oplande med punktkilder	Oplande, der er belastede med punktkilder
4.	Dambrugsoplande	Oplande, hvor mere end 40% af P-transporten og mere end 30% af P-udledninger fra punktkilder (fraregnet spredt bebyggelse) kan tilskrives dambrug

Naturoplande

De 9 vandløb i udyrkede naturoplande dækker geografisk Øerne og Jylland med henholdsvis 3 og 6 stationer. De 3 af oplandene er overvejende domineret af lerjorder, mens de resterende 6 er domineret af

sandjord. Oplandene ligger i de øvre ender af vandløbssystemerne og har derfor et lille areal, der hovedsagelig består af skov- og naturarealer (tabel 8.5). Dyrkning og bebyggelse er minimal, og der findes ingen punktkilder inden for oplandene. Vandkvaliteten og stoftransporten i disse oplande afspejler derfor baggrundstilstanden for danske vandløb.

Dyrkede oplande

De 61 vandløb i dyrkede oplande er fordelt med 24 på Øerne og 37 i Jylland. 30 af oplandene er overvejende domineret af lerjorde, 29 oplande er domineret af sandjorde, mens 2 oplande hverken er sand eller lerjorde. Da der ikke findes punktkildeudledninger indenfor oplandene, afspejler vandkvaliteten alene påvirkningerne fra det åbne land (landbrug og spredt bebyggelse). Vandløbene ligger typisk i de øvre ender af vandløbssystemerne og har derfor et lille oplandsareal. Dyrkningsgraden er stor, men også skov og naturarealer udgør en betydelig andel i disse oplande (tabel 8.5). Desuden optager arealer med bebyggelse en ikke uvæsentlig del af de dyrkede oplande.

Oplande med punktkilder

De 142 vandløb i oplande med punktkilder er fordelt med 73 på Øerne og 69 i Jylland. 63 af oplandene er overvejende domineret af lerjorde, mens 72 er domineret af sandjorde, mens 7 oplande hverken er sand eller lerjorde. Alle oplandene er mere eller mindre belastet fra punktkilder. Vandløbene afvander generelt større oplande, hvor også landbruget indgår som belastningskilde. Dyrkningsgraden er således omtrent ligeså stor som i de dyrkede oplande. En større andel befæstet areal adskiller arealanvendelsen i oplande med punktkilder fra arealanvendelsen i de dyrkede oplande (tabel 8.5).

Dambrugsoplande

De 14 vandløb i oplande med stor dambrugsbelastning ligger alle i Jylland og alle domineret af sandjorde. Ligesom oplande med punktkilder afvander vandløbene i dambrugsoplande generelt større oplande, men her optager dyrkning og bebyggelse en mindre andel af arealerne til fordel for andelen af skov og natur. Bebyggelsesgraden er påfaldende lille, de forholdvis store oplande taget i betragtning. Det skyldes deres placering i sandede egne af Jylland.

Tabel 8.5 Karakteristik af typeoplandene. Stationerne er inddelt i typeoplande på grundlag af miljøstyrelsens spildevandsdata i 1995 og oplysninger fra CORINE-kortlægningen.

	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Antal stationer	9		61		142		14	
Oplandsareal km²	5,0	3,4	15,6	7,9	157,1	64,8	129,6	103,5
Arealanvendelse								
% dyrket	12,1	10,0	65,5	72,2	62,8	65,6	59,1	59,1
% skov	71,3	80,2	14,4	7,2	12,6	11,5	19,1	15,8
% natur	14,8	1,6	9,1	5,4	8,1	7,8	12,1	11,8
% vådområde	0,8	0	0,4	0	0,6	0	1,1	0,9
% ferskvand	0,1	0	0,1	0	0,7	0	0,1	0,0
% bebyggelse	0,9	0	10,6	9,5	15,1	11,2	8,6	8,5

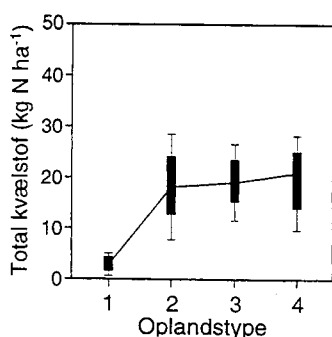
Tabel 8.6 Årlig gennemsnits afstrømning i typeoplandene. Stationerne er indelt i oplandstyper på grundlag af Amternes indberetning i 1991. Alle stationer, der har komplette tidserier siden 1991 er medtaget i inddelingen. Antallet af stationer før 1991 kan således være mindre end angivet i skemaet.

	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Afstrømning (l/s km²)								
Antal stationer	7		46		130		18	
1989	4,9	5,0	5,9	4,7	6,2	5,6	13,9	13,7
1990	5,2	4,6	8,7	7,9	8,5	7,5	14,6	14,4
1991	5,9	6,3	7,1	6,8	8,1	7,5	13,3	12,8
1992	5,4	6,0	7,2	6,3	7,7	6,8	13,8	13,9
1993	5,7	5,8	8,0	7,3	9,2	8,7	14,1	13,8
1994	8,9	8,6	12,5	11,8	13,0	12,6	17,9	18,4
1995	7,2	7,2	9,2	8,3	9,8	8,9	16,4	15,9

Afstrømningen af ferskvand afspejler også typeoplandenes placering (tabel 8.6). Således ligger naturoplandene ofte højt placeret øverst i vandløbssystemerne, hvor grundvandtilførslen kan være forholdsvis lille. Dambrugsoplandene ligger længere nede i vandløbssystemerne. De modtager generelt et stort grundvandtilløb fra højere liggende oplande og har derfor en høj og forholdsvis konstant afstrømning set over året.

Den betydelige forskel i den årlige ferskvandsafstrømning i perioden 1989-95 har stor betydning for koncentrationen af næringsstoffer i vandløbene og understreger nødvendigheden af at vandførings-korrigere koncentrationen.

8.4 Kvælstof



Figur 8.1 Arealafstrømningen af total kvælstof fra de fire oplandstyper i 1995 i udyrkede (1), dyrkede (2), oplande med punktkilder (3) og dambrug (4).

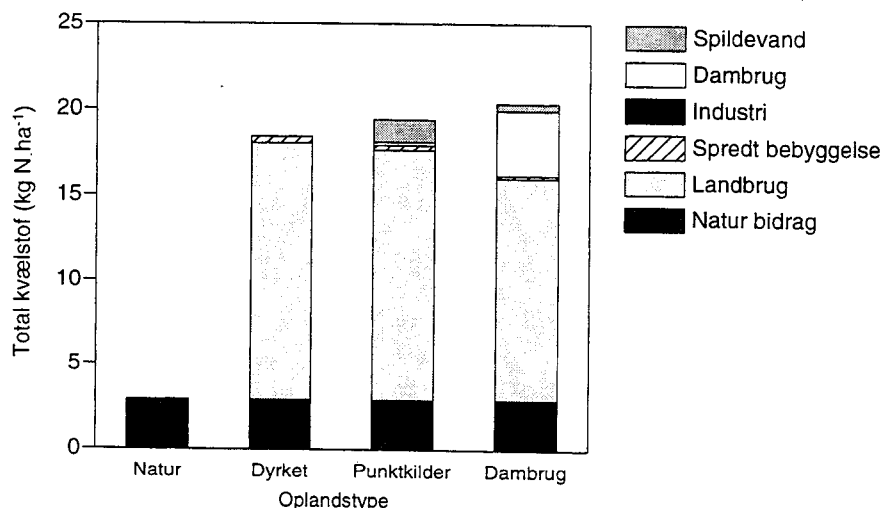
Den gennemsnitlige kvælstofbelastning er væsentligt lavere for naturoplande end for de tre andre typer, uafhængigt af om kvælstofbelastningen måles som koncentration eller arealkoefficient (tabel 8.7 og figur 8.1). Punktkildebelastede oplande og dambrugsoplande har en gennemsnitlig transport af kvælstof, som er meget lig den fra dyrkede oplande. Den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i dambrugsoplande er lidt mindre end i oplande med punktkilder og dyrkede oplande, hvorimod arealkoefficienten er større. Årsagen hertil er, at afstrømningerne fra dambrugsoplande, som før nævnt er forholdsvis store.

N-belastningen fra punktkilder er lille og næsten hele transporten i dyrkede oplande, punktkildebelastede oplande og dambrugsoplande stammer fra diffuse kilder (natur, landbrug og spredt bebyggelse). Bidraget fra naturoplande, der kan betragtes som et baggrundsbidrag (naturbidrag), udgør 14-16 % af kvælstoftransporten til de øvrige oplandstyper (2,9 kg N ha⁻¹).

Tabel 8.7 Gennemsnitlig årsmiddelkoncentration, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration af kvælstof fra typeoplandene i 1995. De gennemsnitlige årsmiddelkoncentrationer er ikke tidsvægtede. Øverst i skemaet ses antallet af stationer med kvælstof-data i de enkelte oplandstyper. Der er dog ikke målt nitrat og nitrat og ammonium ved alle stationerne.

Kvælstof i 1995	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Antal stationer	9		61		143		14	
Årsmiddelkoncentration (mg l⁻¹)								
Total N	1,2	1,1	5,4	5,5	5,1	4,8	4,9	3,7
NO ₃ -N	0,8	0,6	4,5	4,6	4,0	3,9	4,2	3,2
NH ₄ -N	0,04	0,03	0,14	0,11	0,20	0,12	0,21	0,20
Arealkoefficient(kg ha⁻¹)								
Total N	2,9	2,9	18,4	18,2	19,3	19,2	20,4	21,1
NO ₃ -N	2,2	1,9	16,5	16,3	15,9	15,8	17,6	19,0
NH ₄ -N	0,10	0,10	0,41	0,31	0,68	0,30	0,96	0,86
Vandføringsvægtet koncentration (mg l⁻¹)								
Total N	1,6	1,4	6,8	6,4	6,4	6,3	5,1	3,9
NO ₃ -N	1,2	1,1	5,9	5,7	5,4	5,4	4,8	4,1
NH ₄ -N	0,05	0,04	0,14	0,11	0,24	0,12	0,18	0,20

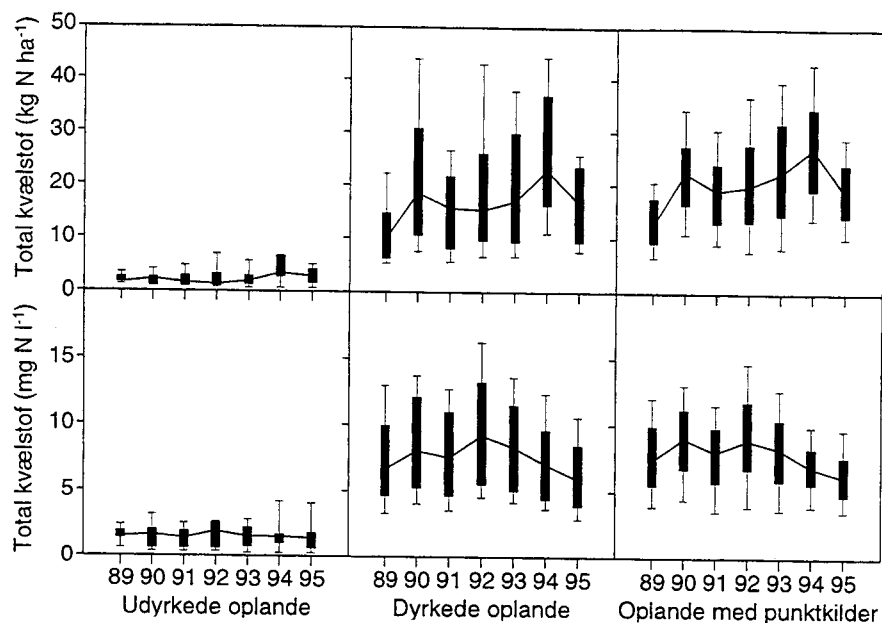
Figur 8.2 Transporten af total kvælstof i 1995 efter forureningskilde.



Bidraget fra spredt bebyggelse er beregnet i af Miljøstyrelsen på baggrund af en antaget potentiel belastning på 4,4 kg N PE⁻¹ (Miljøstyrelsen, 1995), og korrigeres for at en variende del af næringsstofferne tilbageholdes i jorden afhængigt af den anvendte rensning. Bidraget fra spredt bebyggelse udgør 2% for dyrkede oplande og 1% for punktkildebelastede- og dambrugsoplande.

Landbrugsbidraget, der er opgjort som den resterende del af den diffuse belastning udgør 82% for dyrkede oplande, 76% i punktkildebelastede oplande og 64% i dambrugsoplande (figur 8.2).

Figur 8.3 Udviklingen i arealafstrømningen og den vandføringsvægtede koncentration af total kvælstof i perioden 1989-95 for de tre oplandstyper: udyrkede, dyrkede og oplande med punktkilder.

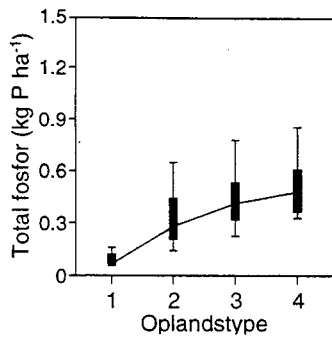


Udvikling i kvælstoftransporten 1989-95

Udviklingen i kvælstoftransporten 1989-95 (figur 8.3 og tabel 8.8) viser store år til år variationer og afhænger af vandafstrømningens størrelse og fordeling over året. Arealkoefficienten for kvælstof viser en stigende tendens i perioden 1981-94. I 1995 var kvælstofudvaskningen generelt lavere end i de forudgående år, på trods af at afstrømningen var den næsthøjeste i hele perioden. Forklaringen kan være vandafstrømningens atypiske fordeling i 1995 (figur 4.7). Mere end halvdelen af årsafstrømningen overstås i løbet af årets 3 første måneder. Den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i første kvartal af 1995 var derimod den laveste i perioden 1989 - 1995, hvilket dels

Tabel 8.8 Kvælstoftransporten i de tre oplandstyper i perioden 1989-95. Stationerne er indelt i typeoplände på grundlag af Amternes indberetning i 1991. Alle stationer, der har komplette tidserier siden 1991 er medtaget i indelingen. Antallet af stationer før 1991 kan således være mindre end angivet i skemaet.

Kvælstof 1989 - 1995	Naturoplande		Dyrkede oplände		Oplände med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Antal stationer	7		44		124		17	
Arealkoefficient (kg N ha⁻¹)								
1989	2,6	1,6	12,3	10,1	14,5	13,0	17,1	16,0
1990	2,3	2,4	22,2	18,6	23,0	22,6	19,9	20,5
1991	2,4	2,2	16,1	15,8	19,5	19,2	17,6	18,4
1992	2,6	1,4	20,7	15,5	21,7	20,5	20,6	21,2
1993	2,6	2,1	20,6	16,6	23,8	22,6	19,5	20,3
1994	4,3	4,3	27,4	23,4	28,4	28,1	25,3	25,8
1995	3,3	3,1	17,3	16,2	19,5	19,2	20,8	21,8
Vandføringsvægtet koncentration (mg N l⁻¹)								
1989	1,6	1,6	7,5	6,6	7,9	7,4	4,2	4,1
1990	1,6	1,6	8,7	8,1	9,1	9,0	4,6	4,2
1991	1,4	1,5	7,9	7,6	7,9	8,0	4,5	4,3
1992	1,7	1,9	9,8	9,1	9,2	8,9	5,0	4,5
1993	1,6	1,6	8,7	8,4	8,3	8,3	4,6	4,3
1994	1,7	1,6	7,4	7,1	7,0	7,0	4,6	4,2
1995	1,6	1,4	6,6	6,3	6,6	6,2	4,3	3,9



Figur 8.4 Arealafstrømningen af total fosfor fra de fire oplandstyper i 1995 i udnyrkede (1), dyrkede (2), oplande med punktkilder (3) og dambrug (4).

Fosfor i 1994

kan skyldes snesmelting, dels en reduceret mængde mobiliserbar kvælstof i jorden efter det våde efterår i 1994. Afstrømningen har derimod været ekstrem lille i sidste halvdel af året, hvorfor også kvælstofudvaskningen mod sædvane er ganske beskedne i slutningen af året.

De vandføringsvægtede koncentrationer er lave i forhold til de foregående år. Store års-afstrømninger afspejler sig i lavere vandføringsvægtede koncentrationer. Således ses det at vandafstrømningen var stor i 1993, 1994 og 1995 mens de vandføringsvægtede koncentrationer udviste en faldende tendens mod slutningen af undersøgelsesperioden.

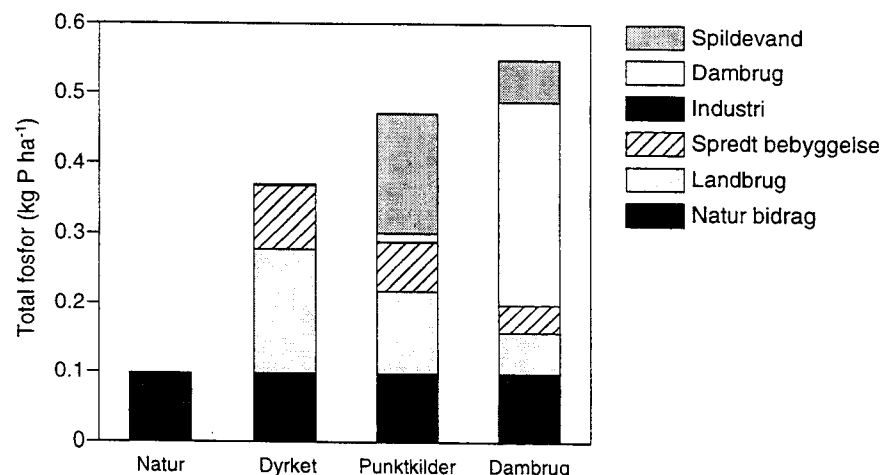
8.5 Fosfor

Gennemsnitlige koncentrationer og arealkoefficienter af fosfor i vandløbene i de fire oplandstyper er vist i tabel 8.9 og figur 8.4. Vandløb, der afvander naturoplande, har den laveste fosforafstrømning, mens de andre typer har mere end 3 gange så store P-afstrømninger. Vandløb med punktkilder har en noget større transport end vandløb med dyrkede oplande.

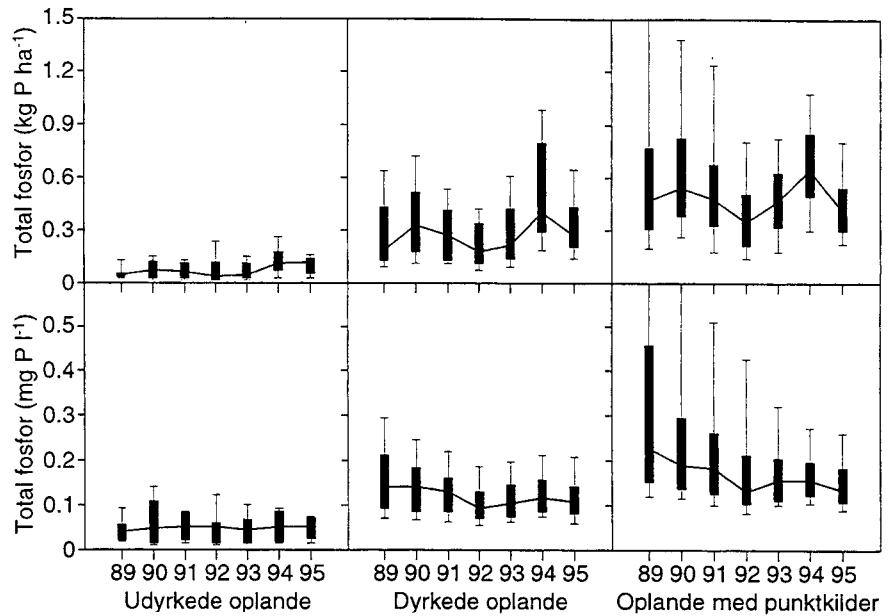
I de punktkildebelastede oplande bidrager punktkilderne stadig med en stor andel af fosforbelastningen, ca. 39%, af totaltransporten (figur 8.5).

Punktkilderne er summen af spildevandsudledninger og belastningen fra industri og dambrug. Bidraget fra spredt bebyggelse er beregnet på baggrund af en antaget belastning med $1,0 \text{ kg P PE}^{-1}$ (Miljøstyrelsen, 1994) og udgør ca. 24 % og ca. 15% i henholdsvis dyrkede oplande og punktkildebelastede oplande. I dambrugsopplande udgør punktkilderne 64%. Bidraget fra landbruget, der beregnes som den totale fosfortransport fratrukket bidragene fra naturen, spredt bebyggelse og punktkilder, anslås til 49 og 25 % i henholdsvis dyrkede og punktkildebelastede oplande. I dambrugsopplande er fosfortabet fra landbrug opgjort til 11 %.

Figur 8.5 Transporten af total fosfor i 1995 fra de fire oplandstyper opsplittet efter forureningskilde.



Figur 8.6 Udviklingen i arealafstrømningen og den vandføringsvægtede koncentration af total fosfor i perioden 1989-95 for de tre oplandstyper: udyrkede, dyrkede og oplande med punktkilder. Fra oplande med punktkilder vises også transporten kun fra punktkilder.



Tablet 8.9 Gennemsnitlig årsmiddelkoncentration, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration af fosfor fra typeoplandene i 1995. De gennemsnitlige årsmiddelkoncentrationer er ikke tidsvægtede.

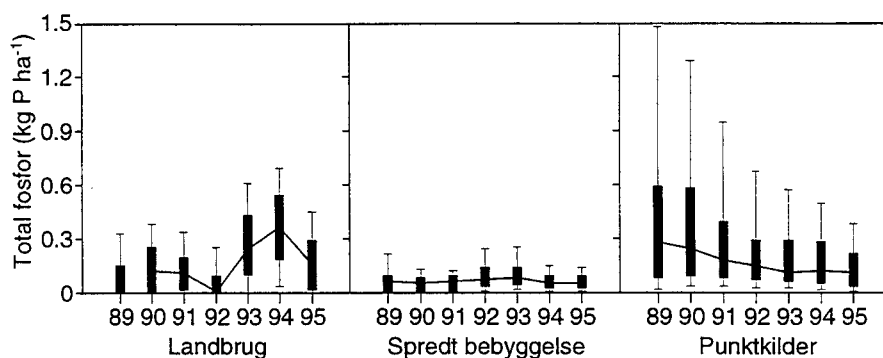
Fosfor i 1995	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	gns.	median	gns.	median	gns.	median	gns.	median
Antal stationer	8		58		142		14	
Årsmiddelkoncentration (mg l⁻³)								
Total P	0,051	0,047	0,144	0,119	0,200	0,140	0,106	0,110
Opløst PO ₄ -P	0,022	0,022	0,076	0,060	0,118	0,067	0,053	0,055
Arealkoefficient (kg ha⁻³)								
Total P	0,099	0,073	0,362	0,287	0,472	0,414	0,546	0,479
Opløst PO ₄ -P	0,036	0,039	0,160	0,130	0,214	0,185	0,253	0,243
Vandføringsvægtet koncentration (mg l⁻³)								
Total P	0,052	0,055	0,126	0,108	0,153	0,131	0,112	0,114
Opløst PO ₄ -P	0,020	0,021	0,058	0,054	0,073	0,061	0,056	0,059

Udvikling i fosfortransporten 1989-95

Der kan ikke erkendes udviklingstendenser i det gennemsnitlige fosfortab fra landbrug i naturoplande og dyrkede oplande (figur 8.6 og tabel 8.10). I oplande med punktkilder og dambrugsoplande aftog arealkoefficienten i årene 1989-1992. Det fremgår af figur 8.7 at faldet skyldtes en reduktion i punktkildebelastningen. Der er fundet en klar sammenhæng mellem et fald i fosforforbruget i vaske- og rengøringsmidler og reduktionen i punktkildebelastningen (*Miljøstyrelsen, 1995*). Efter 1992 ses der ikke nogen retning i de årlige variationer i arealkoefficienten i oplande med punktkilder og dambrugsoplande. De årlige variationer forklares af det diffuse fosfortab fra landbruget (figur 8.7), som igen afhænger af vandafstrømningens størrelse og fordeling over året. De vandføringsvægtede koncentrationer er faldet i årene 1989 - 1995. I alle oplandstyper bortset fra naturoplande er den vandføringsvægtede koncentration faldet markant i perioden 1989-92.

Fosfor 1989 - 1995	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Antal stationer	7		45		126		17	
Arealkoefficient (kg P ha⁻¹)								
1989	0,068	0,057	0,29	0,19	0,83	0,47	0,79	0,68
1990	0,082	0,077	0,41	0,32	0,85	0,57	0,69	0,68
1991	0,082	0,073	0,30	0,28	0,71	0,48	0,57	0,45
1992	0,085	0,050	0,24	0,18	0,46	0,36	0,53	0,50
1993	0,075	0,060	0,30	0,22	0,51	0,47	0,53	0,49
1994	0,136	0,116	0,52	0,41	0,72	0,67	0,67	0,64
1995	0,107	0,121	0,36	0,27	0,48	0,41	0,53	0,46
Vandføringsvægtet konc. (mg P l⁻¹)								
1989	0,048	0,044	0,17	0,14	0,56	0,23	0,18	0,16
1990	0,062	0,049	0,15	0,15	0,41	0,19	0,15	0,16
1991	0,051	0,052	0,14	0,13	0,33	0,18	0,13	0,13
1992	0,054	0,054	0,11	0,10	0,22	0,13	0,12	0,12
1993	0,050	0,046	0,12	0,11	0,19	0,16	0,12	0,12
1994	0,055	0,052	0,13	0,12	0,18	0,16	0,12	0,11
1995	0,052	0,055	0,12	0,11	0,16	0,14	0,10	0,10

Figur 8.7 Udviklingen i transporten af total fosfor fra oplande med punktkilder, opsplittet efter forureningskilder.



8.6 Biokemisk iltforbrug

I 1995 er der ligesom i 1994 målt biokemisk iltforbrug (BOD) i forbindelse med overvågningsprogrammet. Det gennemsnitlige iltforbrug er mindst i vandløb, der afvander naturoplande, større i vandløb, der afvander dyrkede oplande og størst i punktkildebelastede vandløb (tabel 8.11). For dambrugsoplande er arealkoefficienten særdeles høj, hvilket er en virkning af at vandtransporten er forholdsvis stor.

Den primære kilde til BOD er punktkilder og spredt bebyggelse, så derfor minder afhængigheden af oplandets belastningstype om den tilsvarende for fosfor.

Tabel 8.11 Gennemsnitlig årsmiddelkoncentration, arealkoefficient og vandføringsvægtet koncentration i biokemisk iltforbrug (BOD) fra oplandene i 1995

BOD i 1995	Naturoplande		Dyrkede oplande		Oplande med punktkilder		Dambrug	
	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median	Gns.	Median
Antal stationer	7		47		122		10	
Årsmiddelkoncentration (mg l ⁻¹)	2,00	1,13	1,70	1,50	2,38	1,97	2,00	1,99
Arealkoefficient (kg ha ⁻¹)	2,50	2,35	4,34	3,83	6,36	5,25	10,4	10,6
Vandføringsvægtet konc. (mg l ⁻¹)	1,32	1,33	1,60	1,36	2,18	1,81	2,08	2,11

8.7 Kilder sammenholdt med vandløb

N- og P-koncentrationer i kilder sammenlignet med vandløb

I tabel 8.12 er kilder og vandløb stillet sammen med hensyn til koncentrationen af N og P henholdsvis for naturoplande og dyrkningspåvirkede oplande. Nitratkoncentrationerne er som i de foregående år omtrent en faktor 10 højere i vandløb og kilder fra dyrkningspåvirkede oplande end fra naturoplande., mens total P i kilder og vandløb i naturoplande ikke adskiller sig væsentligt fra hinanden.

Tabel 8.12 Gennemsnitskoncentrationer og medianværdier (mg l⁻¹) af N og P i kilder og vandløb i 1995.

Antal stationer:	Naturoplande				Dyrkningspåvirkede oplande			
	kilder		vandløb		kilder		vandløb	
	12		9		43		61	
	gns.	Median	gns.	Median	gns.	Median	gns.	Median
Total N	ikke målt		1,2	1,1	ikke målt		5,4	5,5
Nitrat-N	0,63	0,53	0,78	0,61	6,4	4,8	4,45	4,59
Total P	0,055	0,038	0,051	0,047	0,069	0,061	0,144	0,120
Opløst fosfat-P	0,039	0,024	0,022	0,022	0,034	0,015	0,076	0,059

8.8 Konklusion

Kildernes vandkvalitet er vurderet på baggrund af den fremherskende jordtype og arealanvendelse i kildernes oplande, mens vandkvaliteten i vandløb vurderes på baggrund af vandløbsoplandenes arealanvendelse og spildevandsbelastning. Tilstanden i 1995 sammenlignes med 1989-94. De vigtigste konklusioner er:

- kilder og vandløb i de dyrkningspåvirkede oplande har gennemsnits koncentrationer i størrelsesordenen 5 mg/l. Det er henholdsvis 10 og 6 gange højere gennemsnits kvælstof koncentrationer end i naturoplande.
- Mange af kilderne i lerjordsområderne har meget lave nitratkoncentrationer med værdier omkring 0,5 mg/l eller derunder, også i dyrkede områder. I nogle tilfælde kan det hænge sammen med, at vandet er så gammelt, at det stammer fra tiden før den intensive kvælstofgødskning begyndte. Den vigtigste forklaring er dog nok, at grundvandet i lerjordsområder ofte er iltfattigt, således at der her i modsætning til sandjordsområderne er gode betingelser for fjernelse af nitrat ved denitrifikation.
- Der er tidligere observeret en tendens til, at nitratkoncentrationen i kilder, i naturoplande samt i en del kilder i dyrkede oplande har været stigende i perioden 1989 - 1994.
- Landbrugsbidraget af N-transporten i vandløb udgør 82% for dyrkede oplande. De vandføringsvægtede kvælstof koncentrationer i disse vandløb er faldet fra 9,8 mg/l til 6,6 mg/l i årene 1992 til 1995.
- Arealkoefficienten for kvælstof viser en stigende tendens i perioden 1989-94, men er i 1995 generelt faldet i forhold til de forudgående år på trods af, at afstrømningen var den næsthøjeste i hele perioden. Det kan hænge sammen med at mere end halvdelen af afstrømningen foregik i første kvartal af 1995, hvor den tilgængelige kvælstofmængde i jorden var reduceret efter det våde efterår 1994 og desuden til dels indtraf som sneafsmeltning. I andet halvår af 1995 var kvælstoftransporten usædvanlig lav, som følge af en ekstrem lille afstrømning.
- Gennemsnits koncentrationerne af total P i vandløb i dyrkede oplande er 0,14 mg/l og omtrent dobbelt så høje som i kilderne i de dyrkningspåvirkede oplande.
- Koncentrationen af total fosfor i kilderne er i gennemsnit 25 % højere i dyrkede oplande end i naturoplande, mens vandløb i dyrkede oplande har mere end dobbelt så høje koncentrationer som naturoplande.
- Koncentrationen af fosfor har været ret konstant omkring 0,05 mg/l i naturoplande i kilder såvel som i vandløb. I dyrkede oplande ses et fald i årene 1989 - 1995 for både kilder og vandløb. Der er stor spredning af værdierne inden for de enkelte kilder.
- I vandløb i oplande med punktkilder og dambrugsoplande aftog arealkoefficienten og den vandføringsvægtede koncentration af fosfor markant i årene 1989-1992. Faldet skyldes en reduktion i punktkildebelastningen. Der er fundet en klar

sammenhæng mellem et fald i fosforforbruget i vaske- og rengøringsmidler og reduktionen i punktkildebelastningen (*Miljøstyrelsen, 1994*).

9 Arealanvendelse, dyrkningspraksis og transport af næringsstoffer i vandløb

Brian Kronvang og Hans Estrup Andersen

9.1 Indledning

Baggrund

I forbindelse med revisionen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1992 blev det besluttet, at iværksætte en undersøgelse af arealanvendelse og dyrkningspraksis indenfor mindre og fortrinsvis dyrkede typeoplade i overvågningsprogrammet for vandløb og kilder. Indsamlingen af oplysninger om arealanvendelsen er nærmere beskrevet i kapitel 2 i denne rapport. Indsamlinger af oplysninger om dyrkningspraksis blev gennemført på markniveau for driftåret 1993/94, det vil sige fra høst i 1993 til og med høst i 1994. Indsamlingen blev forestået af Danmarks Miljøundersøgelser med hjælp fra Landbrugets Rådgivningscenter og lokale planteavlskonsulenter.

Formål

Formålet med undersøgelsen var at forbedre muligheden for at tolke på ændringer i de økologiske forhold i vandløb og søer, idet ændringer i arealanvendelse og dyrkningspraksis må forventes at få konsekvenser for bl.a. tabet af næringsstoffer til overfladevand. De gennemførte og kommende foranstaltninger overfor landbruget i f.eks. Vandmiljøplanen og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug vil således afspejle sig i en ændret dyrknings- og gødskningspraksis og dermed en forventelig mindre tilførsel til og transport af næringsstoffer i vandløb.

Overvågning af samspillet mellem arealanvendelse, dyrkningspraksis og næringsstofftab i et større antal landsdækkende vandløbsoplade må derfor forventes, at kunne udnyttes til at dokumentere de økologiske effekter af de samfundsmæssigt gennemførte initiativer, samt den generelle udvikling indenfor dansk landbrug.

9.2 Metoder og datagrundlag

Undersøgelsens omfang

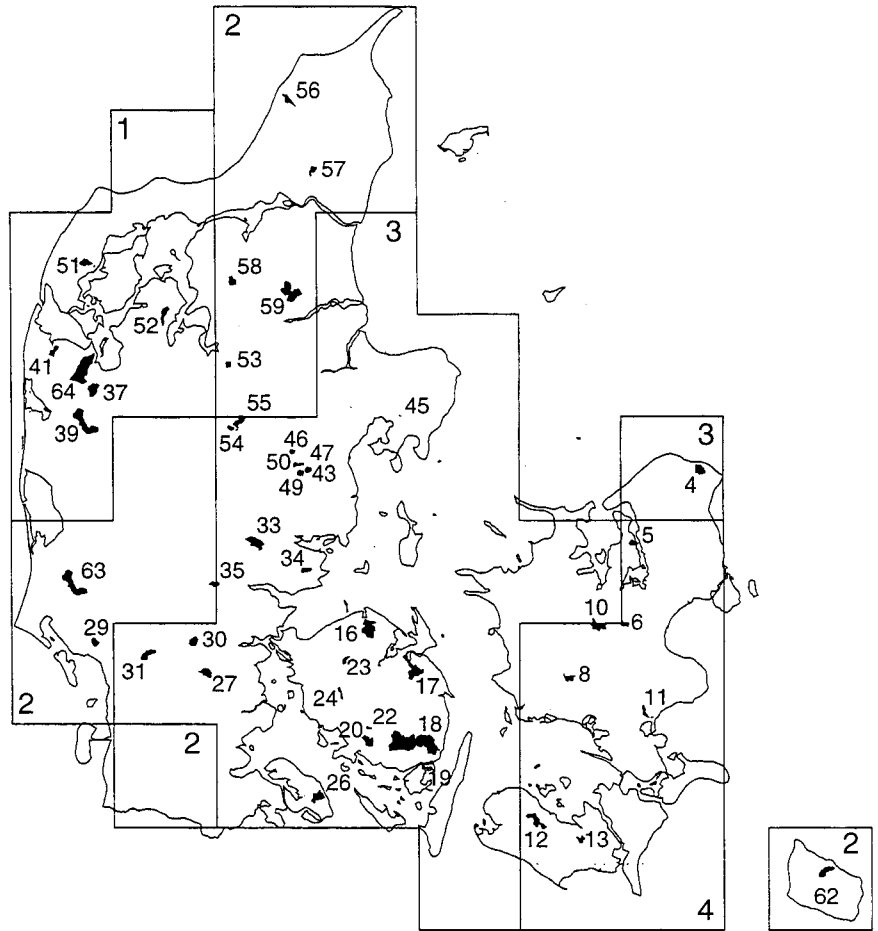
Undersøgelsen har omfattet 46 vandløbsoplade med 808 ejendomme og ca. 8.400 marker, dækkende ialt knap 33.000 hektar. Opladenes beliggenhed er vist i figur 9.1. Det samlede topografiske oplandsareal udgør ca. 51.500 hektar. Dataindsamlingen blev baseret på eksisterende EDB-planlægningssystemer for gødskning, som en stor del af de berørte landbrug allerede var tilknyttet. På ejendomme hvor gødningsplaner og sædskifteskemaer ikke var indlagt på EDB, blev driftslederen interviewet af en landbrugskonsulent, og oplysningerne indtastet på EDB.

Indsamlingsmetode

Ved den valgte indsamlingsmetode blev det muligt for hovedparten af ejendommene, at skaffe data på markniveau vedrørende afgrøder, gødskning og høst for næringsstofferne kvælstof, fosfor og kalium. Desuden blev der indsamlet oplysninger om husdyrhold. Gennem

instruktion af planteavlskonsulenter blev det sikret, at de indhentede data omhandler faktiske gødsninger, udbytter mv. fremfor planlagte eller forventede.

Figur 9.1 Kort over beliggenheden af de 46 vandløbsoplande hvorfra der er indsamlet oplysninger om arealanvendelsen og dyrkningspraksis for dritsåret 1993/94.



I de fleste oplande er der ejendomme, som ikke er medtaget i undersøgelsen. Enten fordi ejendommene har været meget små og/eller fordi landmanden ikke har ønsket at deltage. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at udtale sig om undersøgelsens dækningsgrad indenfor de enkelte oplande pga. for usikre opgørelser af det dyrkede areals udtrækning, men den forventes generelt at være tilfredsstillende. En nærmere gennemgang af de indsamlede data og deres kvalitet findes i et notat af Andersen og Jensen (1996), samt i Landovervågningsrapporten fra i år (Grant et al., 1996).

I det efterfølgende er resultaterne fra målingerne i vandløb i kalenderåret 1994, sammenholdt med opgørelser af arealanvendelsen og dyrkningspraksis i oplandene fra året 1993/94. Præsentationen i dette kapitel er dog foreløbig hvad angår sammenligningen af dyrkningspraksis og kvælstof tab fra vandløbsoplandene idet en nærmere gennemgang af de indsamlede oplysninger først vil kunne være afsluttet til temarapporteringen i 1997.

9.3 Jordbund og arealanvendelse

Opdeling af de undersøgte oplande efter jordtyper

De hydrogeologiske forhold i oplandene har stor betydning for hvordan kvælstof og fosfor når fra markerne til overfladevand. Derfor er vandløbsoplandene opdelt i to hydrogeologiske hovedtyper. Opdelingen er foretaget efter om den dominerende jordtype i oplandet er henholdsvis sandet eller leret. Hertil er udnyttet informationer fra jordbundskortlægningen af Danmark hvor det dyrkede areal er opdelt i otte jordbundskategorier (F1-F8). Definitionen på henholdsvis dominerende sandjord (F1-F3) og dominerende lerjord (F4-F6) er simpelt givet ved om de overskrider et 50% kriterie. I fem af de 46 oplande hvor der er indhentet viden om dyrkningspraksis mangler der oplandsbeskrivende data (f.eks. jordtypeklassifikation), hvorfor disse oplande er udeladt i de følgende sammenstillinger af data.

Karakteristik af oplandene mht. størrelse og jordbund

Indenfor de to grupper er der selvfølgelig stadig store forskelle i jordtyperne. I tabel 9.1 er vist en karakteristik af de 41 vandløbsoplande. De udvalgte oplande er forholdsvis små og er sammenlignelige i størrelse mellem de to hovedgrupper. Der er meget store forskelle i jordbundsforholdene imellem de to hovedgrupper af oplande hvor de sandede oplande har en gennemsnitlig sandjordsprocent (F1-F3) på 91 mens de lerede oplande har en gennemsnitlig sandjordsprocent på 17. Af tabel 9.1 fremgår det også, at der i gennemsnit er tre gange så stort et areal med organoge jorder i de sandede oplande, end i de lerede oplande. De to hovedgrupper af oplande er således markant forskellige hvad angår de hydrogeologiske forhold, her udtrykt ved deres jordbundsforhold. Denne forskel har stor betydning for det diffuse tab af kvælstof og fosfor til overfladevand, dels med hensyn til dets størrelse, dels de enkelte tilførselsvejes betydning (grundvand, drænvand, overfladisk afstrømmende vand).

Tabel 9.1 Karakteristik af de to hovedgrupper af oplande med hensyn til gennemsnitligt oplandsareal, gennemsnitlig sandjordsprocent og gennemsnitlig procent organogen jord.

	Antal oplande	Oplandsareal (km ²)	Procent sandjord	Procent organogen jord
Sandede oplande	19	10,8	91	6,6
Lerede oplande	22	12,7	17	2,2

Karakteristik af arealanvendelsen i de undersøgte oplande

Arealanvendelsen i vandløbsoplandene har også en stor indflydelse på det diffuse kvælstof- og fosfortab til grundvand og overfladevand. Arealanvendelsen i de 41 vandløbsoplande er opgjort ved hjælp af den landsdækkende CORINE kortlægning, som er nærmere beskrevet i kapitel 2 i denne rapport. Da oplandene er forholdsvis små og der i CORINE kortlægningen er anvendt en forholdsvis grov kortlægningsmetode (opløselighed på 25 hektar), så er arealanvendelsen gengivet i tabel 9.2 ikke den helt korrekte. Den igangsatte CORINE+ kortlægning (se nærmere herom i kapitel 2) omfatter dog også disse vandløbsoplande, hvorfor mere detaljerede oplysninger om arealanvendelsen vil foreligge til næste års rapport.

Af tabel 9.2 fremgår det tydeligt, at der ikke er de store forskelle i arealanvendelsen mellem henholdsvis de sandede og de lerede vandløbsoplande. Begge hovedgrupper har i gennemsnit en arealanvendelse, som er tæt på landsgennemsnittet. Dog er den gennemsnitlige andel dyrket areal lidt højere end landsgennemsnittet på 63%.

Tabel 9.2 Gennemsnitlig andel af dyrket areal, skovareal, naturareal, bebygget areal, ferskvandsareal og vådbundsarealer indenfor de 19 sandede vandløbsoplande og de 21 lerede vandløbsoplande.

	Dyrket areal	Skov areal	Natur areal	Bebygget areal	Ferskvands areal	Vådbunds arealer
Sandede oplande	68,6%	14,1%	7,7%	9,0%	0,1%	0,6%
Lerede oplande	71,7%	12,8%	5,6%	9,8%	0%	0%

9.4 Dyrkningspraksis

Detaljerede opgørelser af dyrkningspraksis i de undersøgte oplande

Detaljerede opgørelser af dyrkningspraksis på regionsniveau baseret på de 46 vandløbsoplande er nærmere beskrevet i dette års Landovervågningsrapport (Grant et al., 1996). I det nedenstående er centrale oplysninger om gødningstilførslen sammenstillet for henholdsvis de sandede og de lerede vandløbsoplande.

Karakteristik af dyrkningspraksis hvad angår kvælstofgødsning i de sandede og de lerede oplande

Af tabel 9.3 fremgår det, at der ikke er den store forskel mellem de to grupper af oplande hvad angår den gennemsnitlige mængde af tildelt kvælstof. Der tilføres i gennemsnit lidt mere kvælstof i handelsgødning indenfor de lerede oplande, end indenfor de sandede oplande. Omvendt er tildelingen af kvælstof med husdyrgødning lidt større indenfor de sandede oplande, end indenfor de lerede oplande. Den totale kvælstoftilførsel er nogenlunde lige stor, mens den største nettotilførsel af kvælstof sker indenfor de sandede oplande (tabel 9.3).

Sammenligning af resultaterne med data fra landovervågningsoplandene

Umiddelbart ville man have forventet en større forskel mellem de sandede og de lerede oplande hvad angår forbruget af kvælstof i handels- og husdyrgødning. Det gennemsnitlige handelsgødningsforbrug af kvælstof for de tre sandede og de tre lerede landovervågningsoplande i driftsåret 1993/94 var for begge oplandstyper på 109 kg N ha⁻¹, mens forbruget af kvælstof i husdyrgødningen var på 113 kg N ha⁻¹ i de sandede oplande og 73 kg N ha⁻¹ i de lerede oplande. Der er således en rimelig overensstemmelse mellem opgørelserne af gødningstildelingen i de tre lerede landovervågningsoplande og de 22 lerede vandløbsoplande i tabel 9.3.

Grunden til den forholdsvis store forskel mellem opgørelserne af kvælstof i husdyrgødningen i de tre sandede landovervågningsoplande og de 19 sandede vandløbsoplande i tabel 9.3 må tilskrives den store regionale forskel i husdyrholdet i Danmark. De tre sandede landovervågningsoplande ligger alle i Jylland (Nordjyllands amt, Ringkjøbing/Viborg amter og Sønderjyllands amt), hvor der er et stort husdyrhold. I de 19 sandede oplande i tabel 9.3 er der også repræsen-

teret vandløbsoplande i Østjylland og på Øerne. Forskellen mellem landovervågningsoplandene og de 41 vandløbsoplande skyldes formentlig i mindre grad også en generel undervurdering af kvælstofindholdet i husdyrgødningen i de indberettede data fra oplandene (Grant et al., 1996).

Tabel 9.3 Gennemsnitlig tilført mængde kvælstof i handels- og husdyrgødning, total kvælstoftilførsel (inkl. udbinding, N-fikseret og atmosfærisk deposition), samt nettotilført kvælstofmængde (tilført minus høstet) for de 19 sandede vandløbsoplande og de 21 lerede vandløbsoplande i 1993/94.

	Handels- gødning (kg N ha ⁻¹)	Husdyr- gødning (kg N ha ⁻¹)	Total gødning (kg N ha ⁻¹)	Nettotilført gødning (kg N ha ⁻¹)
Sandede oplande	100	76	234	109
Lerede oplande	116	69	227	94

Karakteristik af dyrkningspraksis hvad angår fosforgødskning

Den gennemsnitlige tilførsel af fosfor indenfor de 19 sandede og de 21 lerede oplande er vist i tabel 9.4. Som det var tilfældet for kvælstof er der ikke den store forskel iden gennemsnitlige fosfortildeling mellem de to oplandsgrupper. Den største forskel er nettotilført fosformængde, som er næsten 2 kg P ha⁻¹ større indenfor de sandede oplande, end indenfor de lerede oplande (tabel 9.4).

Tabel 9.4 Gennemsnitlig tilført mængde fosfor i handels- og husdyrgødning, total fosfortilførsel (inkl. udbinding), samt nettotilført fosformængde (tilført minus høstet) for de 19 sandede vandløbsoplande og de 21 lerede vandløbsoplande i 1993/94.

	Handels- gødning (kg P ha ⁻¹)	Husdyr- gødning (kg P ha ⁻¹)	Total gødning (kg P ha ⁻¹)	Nettotilført gødning (kg P ha ⁻¹)
Sandede oplande	7,3	15,0	25,0	5,6
Lerede oplande	8,6	15,1	25,7	3,7

9.5 Næringsstoftransport i vandløb

Faktorer der bestemmer transporten af næringsstoffer i vandløb

Transporten af næringsstoffer i vandløb afspejler de natur- og kulturskabte forhold i oplandet. Transporten af både kvælstof og fosfor varierer derfor betydeligt både set i et geografisk og et tidsligt perspektiv.

Transporten af kvælstof og fosfor i 1994 er valgt som sammenligningsår for gødskningspraksis i driftåret 1993/94

Transporten af total kvælstof og total fosfor i kalenderåret 1994 er vist i tabel 9.5. Året 1994 er valgt da kvælstoftildelingen i driftsåret 1993/94 især vil påvirke kvælstoftransporten i vandløbene i 1994. Det gælder specielt i de mere lerede oplande, hvor en stor del af overskudsnedbøren hurtigt strømmer til vandløb. Året 1994 var desuden et vådt år med en forholdsvis stor vandafstrømning i

vandløb (tabel 9.5). Netop i et vådt år er der størst sandsynlighed for, at en stor del af det nettotilførte kvælstof til markerne hurtigt vil nå frem til overfladevand og dermed kunne registreres på kvælstoftransporten i vandløb.

Tabel 9.5 Gennemsnitlig vandafstrømning, oplandstab af total kvælstof og total fosfor i 1994 fra de 19 sandede vandløbsoplande og de 21 lerede vandløbsoplande

	Sandede oplande	Lerede oplande
Afstrømning (mm)	405	437
Total kvælstof (kg N ha ⁻¹)	25,9	37,1
Total fosfor (kg P ha ⁻¹)	0,45	0,66

Stor afstrømning og oplandstab af kvælstof og fosfor i 1994

Oplandstabet af total kvælstof og total fosfor var stort i 1994 på grund af den megen nedbør og store vandafstrømning (tabel 9.5). Til sammenligning var det gennemsnitlige oplandstab af total kvælstof og total fosfor i perioden 1989-1994 fra de 45 dyrkede typeoplande i overvågningsprogrammet på 22,1 kg N ha⁻¹ og 0,39 kg P ha⁻¹.

Stor forskel i næringsstoff-tab mellem sandede og lerede oplande

Af tabel 9.5 fremgår det også, at der var en forholdsvis stor forskel mellem det gennemsnitlige oplandstab af total kvælstof og total fosfor fra sandede og lerede oplande, selvom vandafstrømningen var næsten lige stor.

9.6 Kvælstoftilførsel og kvælstoftab fra vandløbsoplande

Sammenligning mellem totalt tilført kvælstofmængde og oplandstab af kvælstof

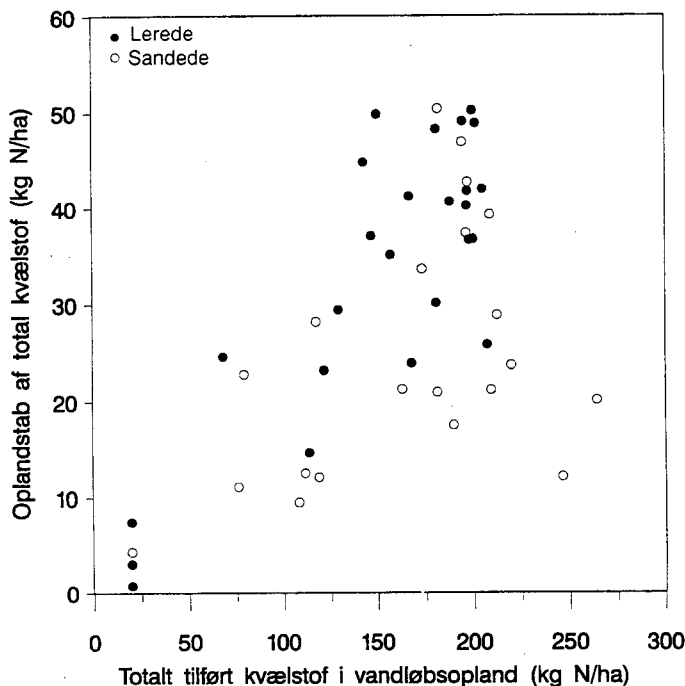
I figur 9.2 er vist et samplot mellem gennemsnitlig total tilført kvælstofmængde indenfor vandløbsoplande, dyrkede og naturoplande i 1993/94 og oplandstabet af total kvælstof i 1994 målt i vandløb. Total tilførte kvælstofmængder indenfor naturoplandene, samt skov- og naturandelen af de de øvrige vandløbsoplande, er sat til 20 kg N ha⁻¹, hvilket er et skøn for den atmosfæriske deposition. Ved opgørelsen af de gennemsnitlig tilførte kvælstofmængder til vandløbsoplandet er benyttet den opgjorte gennemsnitlige kvælstofmængde pr. hektar dyrket areal fra dataindsamlingen om dyrkningspraksis indenfor vandløbsoplandet vægtet i forhold til andel dyrket areal fra CORINE-opgørelsen og tillagt en vægtet kvælstoftilførsel til udyrkede skov- og naturarealer fra atmosfærisk deposition.

Oplandstabet af kvælstof i lerede vandløbsoplande reduceres mere, end i sandede oplande, ved samme reduktion i kvælstoftilførslen indenfor oplandet

Figur 9.2 viser, at der specielt i de lerede vandløbsoplande, ser ud til at være en sammenhæng mellem den gennemsnitlige totalt tilførte kvælstofmængde i oplandet og det resulterende oplandstab af total kvælstof målt i vandløb. Oplandstabet af kvælstof falder således hurtigt når tilførslen af kvælstof indenfor oplandet reduceres. I de sandede vandløbsoplande erkendes ikke den samme tydelige sammenhæng mellem kvælstoftilførsel og oplandstab af kvælstof målt i vandløb. For de sandede oplande er der en meget stor spredning på observationerne (figur 9.2). Den store spredning kan skyldes en for

dårlig hydrogeologisk gruppering af oplandene, der kun er sket på basis af oplysninger om jordtypen i overjorden. Generelt er oplandstabet af kvælstof dog tydeligt mindre i de sandede oplande, end i de lerede oplande, ved samme kvælstoftilførsel.

Figur 9.2 Samplot mellem gennemsnitligt totalt tilførte kvælstofmængder indenfor oplandet fra gødsning og atmosfærisk deposition i 1993/94 og oplandstabet af total kvælstof i 1994 for overvejende lerede og sandede oplande.



At der umiddelbart ser ud til at eksistere en bedre sammenhæng mellem kvælstoftilførslen indenfor vandløbsoplandet og oplandstabet af kvælstof i de lerede oplande, end i de sandede oplande, kan skyldes flere forhold. Forskelle i de hydrogeologiske forhold mellem sandede og lerede oplande betinger, at en større del af overskudsnebdøren, med sit indhold af kvælstof fra rodzonen, hurtigere når frem til vandløb i lerede oplande, end i sandede oplande. I de tre lerede landovervågningsoplande udgjorde den overfladenære vandtilstrømning i gennemsnit således 44% af den totale vandafstrømning i 1994, imod kun 18% i de tre sandede landovervågningsoplande (Grant et al., 1995). Overskudsnebdørens længere opholdstid i jorden fra det forlader rodzonen og til det når frem til overfladevand i de sandede oplande giver endvidere bedre muligheder for at denitrifikations processer kan forløbe. Herved omdannes nitrat kvælstof til frit kvælstof, der forsvinder til atmosfæren.

Resultaterne vist i figur 9.2 er selvfølgelig kun gældende for netop dette år (1994). Det skyldes, at de klimatiske variationer fra år til år er meget afgørende for kvælstofudvaskningen og tilførslen til vandløb. I år som afviger fra det våde år 1994, vil sammenhængen mellem tilførte kvælstofmængder og oplandstabet af kvælstof derfor være en anden.

Reduktion i nettotilførte kvælstofmængder vil have stor betydning for koncentrationen af kvælstof i grundvand specielt i de sandede oplande

I både lerede og sandede oplande vil effekten af en ændret dyrknings- og gødsningspraksis have stor betydning for nedsivningen af kvælstof til grundvand. Effekten i grundvandet af en ændret dyrknings- og gødsningspraksis vil selvfølgelig hurtigst og mest sikkert kunne registreres ved direkte målinger af kvælstofindholdet i grundvand, som det foregår i det landsdækkende grundvandsmoniteringsnet og i grundvandsmålinger i landovervågningsoplandene.

Nettotilførslen af fosfor er 6-12 gange større end oplandstab af fosfor målt i vandløb

Vigtigt med fortsatte opgørelser af dyrkningspraksis i en række oplande og udvikling af modeller til konsekvensvurderinger i scenarieanalyser

I forhold til det årlige diffuse tab af fosfor fra små vandløbsoplande, som i perioden 1989-1994 var på $0,39 \text{ kg P ha}^{-1}$, er den nettotilførte fosformængde til de dyrkede arealer i de sandede og lerede oplande stor. I forhold til transporten af total fosfor i 1994 var nettotilførslen af fosfor i de sandede og lerede oplande henholdsvis en faktor 12 og en faktor 6 større. Tilførslen af fosfor i handelsgødningen til Danmarks landbrugsjord er dog mere end halveret gennem de sidste år ti år fra 17 kg P ha^{-1} til 8 kg P ha^{-1} (Grant et al., 1996).

Fortsatte opgørelser af dyrknings- og gødskningspraksis i de 46 små vandløbsoplande er brugbare og nødvendige registreringer til direkte at kunne dokumentere de miljømæssige effekter af forskellige tiltag overfor landbrugets arealanvendelse og dyrkningspraksis. De i dette afsnit opstillede simple sammenhænge mellem kvælstofgødskning og oplandstab af kvælstof målt i vandløb peger samtidig på muligheden og værdien af, at udnytte sådanne datasæt til opstilling af distribuerede modeller på oplandsniveau til brug for konsekvensvurderinger af forskellige tiltag overfor landbrugets arealanvendelse.

De nye data fra den igangsatte CORINE+ kortlægning og en videre bearbejdning af de eksisterende data vil kunne forbedre modelgrundlaget til at konsekvensvurdere på de miljømæssige effekter af forskellige tiltag overfor landbrugets arealanvendelse og dyrkningspraksis. Disse analyser vil være medtaget i næste års overvågningsrapport hvor temaet er ferskvand.

9.7 Konklusion

Som noget nyt blev det ved revisionen af overvågningsprogrammet for vandløb og kilder i 1992 besluttet, at indsamle detaljerede oplysninger om arealanvendelse og dyrkningspraksis fra 46 små landbrugsoplande en gang i perioden 1993-97. Oplysninger kan ses som et supplement til de årlige indsamlinger i de 6 landovervågningsoplande idet de bedre repræsenterer de naturgivne og kulturskabte forhold i Danmark. Datamaterialet giver bedre og mere sikker mulighed for, at tolke på konsekvenserne af landbrugets arealanvendelse og dyrkningspraksis overfor tilstanden i vandmiljøet. I dette kapitel er de indsamlede oplysninger beskrevet på oplandsniveau og forsøgt sammenholdt med transporten af kvælstof og fosfor i vandløb.

- De indsamlede data om arealanvendelse og dyrkningspraksis repræsenterer 19 sandede vandløbsoplande fordelt med 13 i Jylland og 6 på Øerne, samt 22 lerede oplande fordelt med 12 i Jylland og 10 på Øerne.
- Arealanvendelsen i oplandene er i gennemsnit tæt på landsgennemsnittet med en gennemsnitlig dyrkningsgrad på 69% i de sandede oplande og 72% i de lerede oplande.
- Det gennemsnitlige forbrug af kvælstof i handelsgødningen i driftsåret 1993/94 var på 100 kg N ha^{-1} i de sandede oplande og 116 kg N ha^{-1} i de lerede oplande. Disse tal er lidt mindre end

gennemsnittet for de tre sandede landovervågningsoplande (109 kg N ha⁻¹), og lidt større end gennemsnittet for de tre lerede oplande i landovervågningsprogrammet (109 kg N ha⁻¹) for det samme driftsår.

- Det gennemsnitlige forbrug af kvælstof i husdyrgødningen i driftsåret 1993/94 var på 76 kg N ha⁻¹ i de sandede oplande og 69 kg N ha⁻¹ i de lerede oplande. Disse tal er den del under gennemsnittet for de tre sandede landovervågningsoplande (109 kg N ha⁻¹) og næsten lig med gennemsnittet for de tre lerede landovervågningsoplande (73 kg N ha⁻¹) i samme driftsår.
- Det gennemsnitlige kvælstofforbrug i handels- og husdyrgødning indenfor alle 41 vandløbsoplande var i 1993/94 på henholdsvis 108 og 72 kg N ha⁻¹. Dette er for handelsgødning tæt på landsgennemsnittet (118 kg N ha⁻¹), men noget mindre end landsgennemsnittet for husdyrgødningen (93 kg N ha⁻¹).
- Nettotilført kvælstof til det dyrkede areal i de sandede og lerede oplande udgjorde i gennemsnit henholdsvis 109 kg N ha⁻¹ og 94 kg N ha⁻¹. Oplandstabet af total kvælstof målt i vandløb fra de 19 sandede og de 22 lerede oplande udgjorde i gennemsnit i det våde år 1994 henholdsvis 25,9 kg N ha⁻¹ og 37,1 kg N ha⁻¹. Oplandstabet af kvælstof fra de lerede oplande var således 43% større, end fra de sandede oplande i dette år.
- Nettotilført fosfor til det dyrkede areal i de sandede og lerede oplande udgjorde i gennemsnit henholdsvis 5,6 kg P ha⁻¹ og 3,7 kg P ha⁻¹. Oplandstabet af total fosfor målt i vandløb fra de 19 sandede og de 22 lerede oplande udgjorde i gennemsnit i det våde år 1994 henholdsvis 0,45 kg P ha⁻¹ og 0,66 kg P ha⁻¹. Oplandstabet af fosfor fra de lerede oplande var således 32% større, end fra de sandede oplande i dette år.
- Nettotilførslen af fosfor til de dyrkede arealer er i gennemsnit en faktor 12 større i de lerede oplande og en faktor 6 større i de lerede oplande, end oplandstabet af fosfor målt i vandløb i det våde år 1994.

De indsamlede data om arealanvendelse og dyrkningspraksis i 46 små landbrugsoplande har vist sig at give et bredt og nyttigt datamateriale til konsekvensvurderinger af miljøeffekterne ved en ændret arealanvendelse og dyrkningspraksis, som følge af iværksatte tiltag overfor landbruget. Nye analyser af de indsamlede data indeholdende de sidste nye data fra den mere præcise arealanvendelseskortlægning (CORINE+) vil blive medtaget i næste års rapportering af overvågningsprogrammet hvor fællestemaet er ferskvand.

10 Udviklingstendenser i transport af kvælstof i danske vandløb

Søren E. Larsen

10.1 Indledning

Kilder til N i vandløb

Langt den største kilde til kvælstof i danske vandløb er udvaskning fra landbrugsarealer. I årene 1989-95 har den udgjort ca. 80% af den samlede tilførsel (se kapitel 11). Baggrundsbidraget fra det åbne land og udledninger fra punktkilder og spredt bebyggelse står for de resterende ca. 20%.

Krav til reduktion af N i Vandmiljøplanen

I Vandmiljøplanen indgår et mål om en reduktion af den samlede kvælstofudledning til vandmiljøet på 50% inden for en årrække (*Miljøministeriet, 1987*).

Kapitlets indhold

Dette kapitel indeholder en analyse af udviklingen i kvælstoftransporten på baggrund af målinger i 55 danske vandløb før og efter Vandmiljøplanens ikrafttrædelse, samt en analyse af udviklingen i kvælstofkoncentration i 4 vandløb.

De klimatiske forhold har betydning for N i vandløb

Klimatiske forskelle i nedbør, temperatur og fordampning fra år til år har indflydelse på mængden af kvælstof i vandløb. Derfor er det nødvendigt at anvende længere tidsserier i analysen af udviklingsforløbet. Desuden er det nødvendigt at korrigere for år til år variationerne i klimaet, når resultaterne af Vandmiljøplanens tiltag mod kvælstofudledningen skal vurderes.

10.2 Datagrundlag og metode

Kvælstoftransporten analyseret i 55 vandløb

Amtskommunale målinger i 55 vandløb er grundlaget for analysen af udviklingstendenser i transporten af kvælstof (bilag 10.1). Det drejer sig om målinger af nitrat-N, som generelt udgør langt den største fraktion af total-N. I den resterende del af dette kapitel nævnes udelukkende nitrat-N, men for de 6 vandløb på Sjælland er analysen gennemført for total-N.

Samlet afvander de 55 vandløb 17% af Danmarks areal, men med stor forskel i andel målt areal imellem regionerne (tabel 10.1). I de 55 vandløb stammer hovedparten af det transporterede kvælstof fra udvaskningen på landbrugsarealer, en mindre del fra udvaskningen på naturarealer, mens bidraget fra spildevand er uden betydning. I gennemsnit er dyrkningsgraden 65% for alle vandløbsoplandene, hvilket er det samme som landsgennemsnittet. Dyrkningsgraden i de analyserede vandløbsoplande er givet i bilag 10.1 sammen med længden af tidsserierne.

De 55 analyserede vandløb giver et generelt bud på udviklingstendenser i kvælstoftransporten i dyrkningspåvirkede vandløb.

Tabel 10.1 Antallet af vandløb indenfor hver af de fire regioner og det målte areals andel af totalarealet

Region	Antal vandløb	Regionens areal	Oplandsareal til vandløb	Andel målt areal
Jylland	23	29.767 km ²	4.466 km ²	15%
Fyn	23	3.486 km ²	1.591 km ²	46%
Sjælland	6	9.142 km ²	1.098 km ²	12%
Bornholm	3	588 km ²	112 km ²	19%

Den anvendte statistiske metode

Der er anvendt en kovariansanalysemodel til den statistiske analyse af udviklingen i transporten af nitrat-N i de 55 vandløb (Bruhn & Kronvang, 1991). Analysen er gennemført for hydrologiske år (juni-maj) i perioden 1978/79 til 1995/96. Modellen er:

Modellen

$$\log T_{ij} = a_i + b_i * (\log Q_{ij} - \log Q_i) + d_j + U_{ij}$$

hvor T_{ij} er oplandstabet (kg N ha⁻¹) af nitrat-N indenfor det hydrologiske år, Q_{ij} er vandafstrømningen i vinterperioden (oktober-april) og Q_i er den gennemsnitlige vinterafstrømning over alle hydrologiske år. a_i , b_i og d_j er parametre som estimeres i modellen, og U_{ij} er støj, der hovedsageligt hidrører fra beregningsusikkerhed, i og j er indeks, der refererer til det enkelte vandløb (i) og det enkelte år (j).

I modellen korrigeres de målte oplandstab af nitrat-N med vandafstrømningen og flere vandløb analyseres samtidig. Det afstrømningskorrigerede oplandstab beregnes som

$$(\log T_{ij})_{KOR} = \log T_{ij} - \text{est}(b_i) * (\log Q_{ij} - \log Q_i),$$

hvor $\text{est}(b_i)$ er parameterestimatet for b_i .

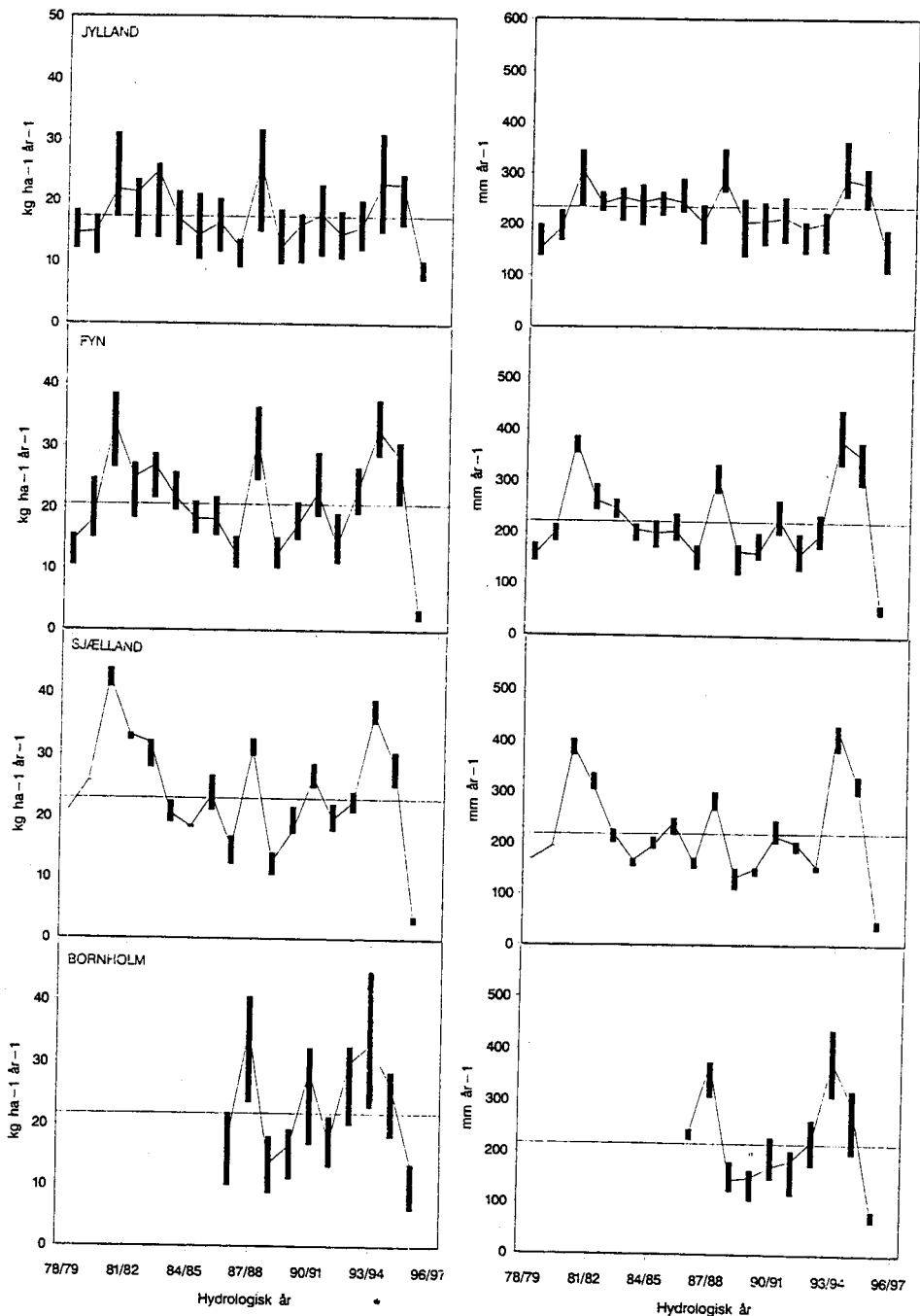
Analysen af udviklingen i koncentrationen af nitrat-N er baseret på målinger i Gudenåen ved Tvillum Bro, Odense Å ved Nr. Broby, Susåen ved Holløse Mølle og det mindre vandløb Gelbæk ved Lyngby bro. Tidsserierne fra disse fire vandløb hører til blandt de længste i Danmark. Udviklingstendenser er testet ved hjælp af Kendall's sæsontest, som er en ikke-parametrisk test for monotone udviklingstendenser (Hirsch et al., 1982; Hirsch & Slack, 1984). Testen er robust med hensyn til manglende værdier, autokorrelerede målinger, sæsonudsving og målinger under en detektionsgrænse.

10.3 Analyse af udviklingen i N-transport

Store år til år variationer i vandafstrømning og N-transport

De målte oplandstab af nitrat-N inden for hydrologiske år i perioden 1978/79 til 1995/96 og den tilhørende vandafstrømning i vinterperioden er i figur 10.1 vist for de fire analyserede regioner. I alle regioner er der store år til år variationer i oplandstabet af nitrat-N, der følger variationerne i vandafstrømningen. År til år variationerne er størst fra de lerede og drænedede regioner i Østdanmark (figur 10.1).

Figur 10.1 Oplandstab af nitrat-N indenfor hydrologiske år og vandafstrømningen i vinterperioden i de fire regioner i perioden 1978/79 til 1995/96, set i forhold til gennemsnittet for hele perioden (vandret linie). Vist er median, 25% og 75% fraktiler.



Det gennemsnitlige oplandstab af nitrat-N for perioden 1978/79 til 1995/96 er større for de fynske vandløb ($20,6 \text{ kg N ha}^{-1}$) og sjællandske vandløb ($23,0 \text{ kg N ha}^{-1}$), end for vandløb i Jylland ($17,3 \text{ kg N ha}^{-1}$). Derimod er den gennemsnitlige vandafstrømning i vinterperioden større i vandløbene i Jylland (234 mm), end på Fyn (222 mm) og Sjælland (218 mm).

Mindst vandafstrømning og størst N-transport på Øerne

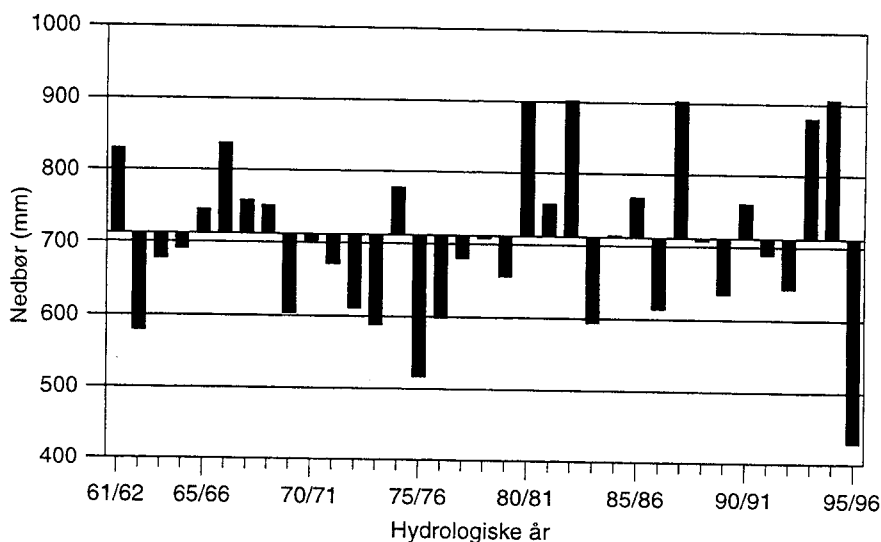
På trods af faldende vandafstrømning fra det vestlige til det østlige Danmark er oplandstabet af kvælstof til vandløb således større i Østdanmark. Det skyldes at større andele af det udvaskede kvælstof fra rodzonen på landbrugsarealer når således hurtigere frem til vandløb fra de lerede jorder i Østdanmark, end fra de sandede arealer i Jylland (Grant et al., 1996).

Rekordlavt oplandstab og vandafstrømning i 1995/96

Oplandstabet af nitrat-N var i det hydrologiske år 1995/96 rekordlavt (figur 10.1). Oplandstabet er for alle regioner det laveste, som er målt

i den analyserede periode. Oplandstabet i 1995/96 er kun 14% af normalen for analyseperioden i de fynske vandløb, imod 59% af normalen i jyske vandløb. For de fynske og sjællandske vandløb ligger oplandstabet i 1995/96 på samme niveau som tabet fra naturoplande i 1995 (se kapitel 8).

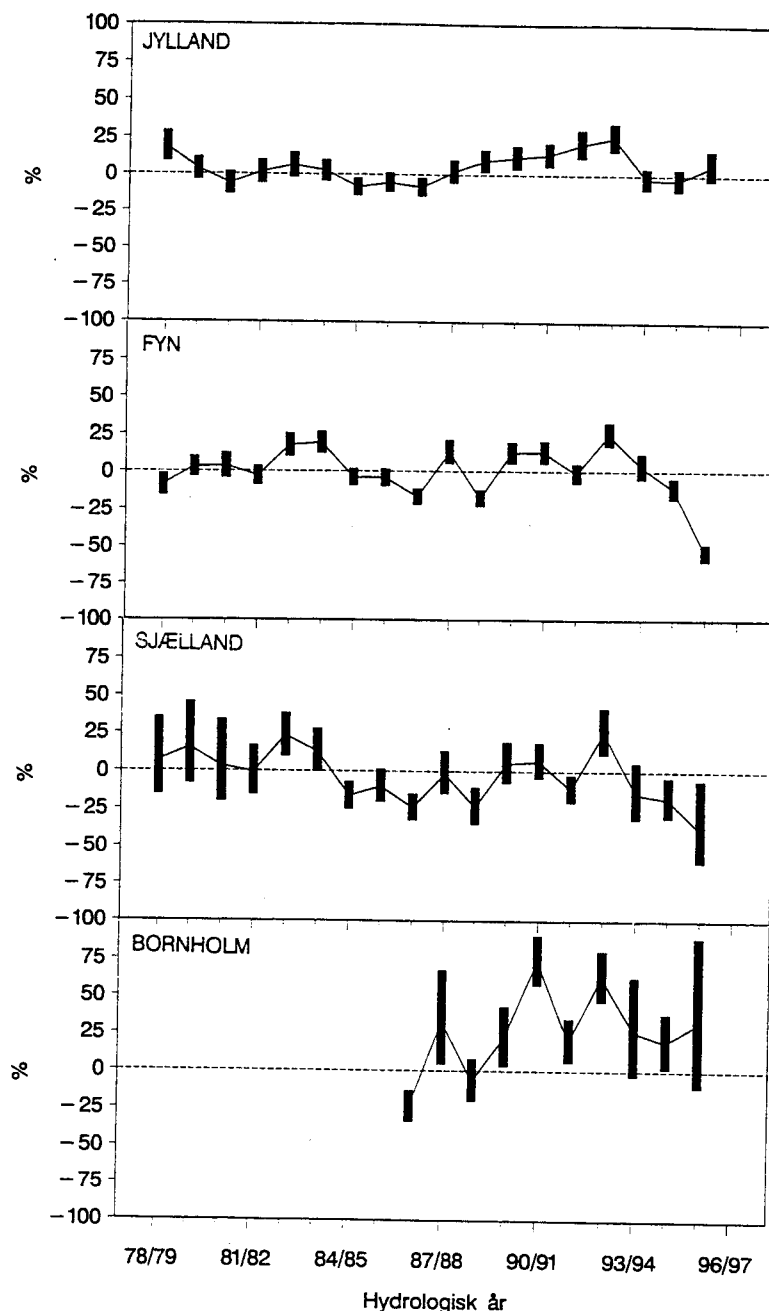
Figur 10.2 Nedbøren i hydrologiske år (juni-maj) siden 1961/62



Det ekstremt lille oplandstab af kvælstof i 1995/96 skyldes hovedsageligt de atypiske nedbørs- og afstrømningsforhold. Nedbørsmængden var i 1995/96 således den mindste i hele den analyserede måleperiode (figur 10.2). Nettonedbøren, dvs. nedbør minus potentiel fordampning, var på Fyn således negativ (Fyns amt, 1996). Der har derfor været ringe grundvandsdannelse i 1995/96 og næsten ingen afstrømning fra rodzonen direkte til vandløb via dræn og interflow i jorden. Vandafstrømningen i 1995/96 er således den mindste, der er målt i perioden siden 1978/79 (figur 10.1), og endog den mindste der overhovedet er registreret i Danmark siden målingerne startede tilbage omkring 1920 (Fyns amt, 1996; Kronvang m.fl., 1996). Specielt de fynske og sjællandske vandløb udviste i 1995/96 en lille vandafstrømning, idet vandløb på disse jorder ikke har så stor en hydrologisk buffer i form af vandtilstrømning fra primære grundvandsreservoirer, som vandløb i de sandede egne af Jylland hvor en del af nedbørsoverskuddet i 1994/95 strømmer til vandløbene. Vinterens vandafstrømning i de jyske vandløb var da heller ikke så udpræget lille i forhold til tidligere år, som i vandløb på Fyn og Sjælland (figur 10.1). Vinterens vandafstrømning var heller ikke helt så lille i vandløb på Bornholm, som i vandløb på Fyn og Sjælland. På Bornholm faldt der da også mere nedbør i vinterperioden, end i resten af landet.

De rekordlave nedbørs- og afstrømningsforhold i 1995/96 har især på Fyn og Sjælland haft stor betydning for kvælstoftabet til vandløb fra det åbne land. Den negative overskudsnedbør i har medført ringe grundvandsdannelse, hvilket kan påvises ved en meget ringe drænafstrømning, der i gennemsnit for 6 fynske dræn kun var ca. 3% af gennemsnittet for de foregående 6 år (Fyns amt, 1996). I modsætning til normalt er der således i 1995/96 tilført meget lidt kvælstof til vandløb med drænvand direkte fra rodzonen.

Figur 10.3 Vandafstrømningskorrigeret transportniveau af nitrat-N i hydrologiske år indenfor fire regioner i perioden 1978/79 til 1995/96, set i forhold til gennemsnittet for 9-års perioden før Vandmiljøplanen 1978/79 til 1986/87). Angivet er modelestimat med sikkerhedsbånd ($\pm 2SE$).



N-transporten i de fire regioner

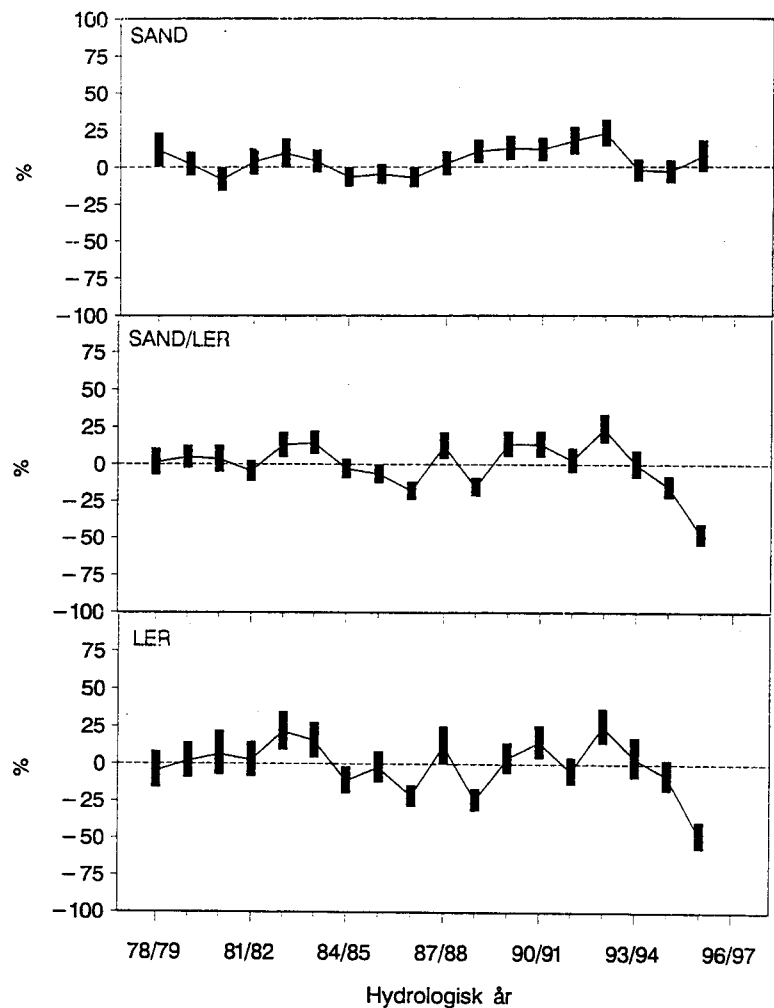
Ved anvendelse af kovariansanalysemodellen på vandløbene i de enkelte regioner er det vandafstrømningskorrigerede oplandstab af nitrat-N beregnet for hvert hydrologisk år (figur 10.3). For regionerne Jylland, Fyn og Sjælland er det gennemsnitlige, korrigerede oplandstab af nitrat-N beregnet for de 9 år inden Vandmiljøplanens vedtagelse (1978/79 til 1986/87) og indlagt som referenceniveau i figur 10.3. For Bornholm eksisterer der først data fra det hydrologiske år 1986/87. Det er derfor valgt at placere referenceniveauet således, at det vandafstrømningskorrigerede oplandstab for 1986/87 ligger 24% under referenceniveauet, som det er tilfældet for regionen Sjælland.

N-transporten i de tre jordtypegrupper

Som det før er blevet vist, udvaskes der til vandløb stigende mængder kvælstof med stigende andel lerjorde i oplandet. De 55 vandløbsoplande er derfor klassificeret i 3 jordtyper: sandjord (n=21), sandblandet lerjord (n=16) og lerjord (n=18). I bilag 10.1 er klassifikationen for det enkelte vandløbsopland angivet. For at vurdere om der er udviklingstendenser i oplandstabet af nitrat-N for de tre typer vandløb er

kovariansanalysemodellen anvendt på de tre grupper og resultaterne kan ses i figur 10.4.

Figur 10.4 Vandafstrømningskorrigeret transportniveau af nitrat-N indenfor tre jordtypegrupper. Referenceniveauet er gennemsnittet for 9-års perioden før Vandmiljøplanen (1978/79 til 1986/87). Angivet er modelestimat med sikkerhedsbånd ($\pm 2SE$).



Ingen samlet reduktion i N-transporten i vandløb efter Vandmiljøplanen

Det korrigerede oplandstab af nitrat-N i 1995/96 er det laveste i hele den analyserede periode 1978/79 - 1995/96 for regionerne Sjælland og Fyn. For vandløb, der afvander lerjorde og sand-/lerjorde, er der ligeledes tale om et rekordlavt korrigeret oplandstab i 1995/96. I regionerne Bornholm og Jylland er det korrigerede oplandstab i 1995/96 lidt højere end de to foregående år. Det samme gælder for vandløb, der afvander sandjorde.

Det seneste hydrologiske år er, hvad angår vandafstrømning og oplandstab af kvælstof, et yderpunkt i den anvendte statistiske analyse af udviklingstendenser, som et ekstremt tørt år med et ekstremt lille kvælstoftab (1995/96). Den målte vandafstrømning og oplandstabet af kvælstof ligger således langt fra gennemsnittet af hele periodens vandafstrømning og kvælstoftab. Med den anvendte kovariansanalysemodel betyder dette, at det statistisk set er forbundet med stor usikkerhed at udtale sig om der er sket et fald eller en stigning i det afstrømningskorrigerede oplandstab af kvælstof i netop dette år (Bruhn og Kronvang, 1991). Dette gælder specielt hvad angår de analyserede vandløb på Fyn og Sjælland, som er mest ekstreme hvad angår vandafstrømning og kvælstoftab i 1995/96.

Det er derfor mere sikkert at sammenligne det afstrømningskorrigerede oplandstab af kvælstof over længere perioder.

Niveaumæssigt ligger det gennemsnitlige afstrømningskorrigerede oplandstab i de ni hydrologiske år i perioden 1987/88 til 1995/96 tæt på det beregnede gennemsnit for de 9 år forud herfor (tabel 10.2). For regionerne Sjælland og Fyn og vandløb på lerjorde og sand-/lerjorde niveauet lidt lavere i årene efter Vandmiljøplanen og for de resterende regioner er det lidt højere. Så samlet set kan der ikke påvises nogen sikker og vedvarende reduktion i det korrigerede oplandstab af nitrat-N i de otte hydrologiske år efter Vandmiljøplanens vedtagelse.

Tabel 10.2 Gennemsnitlig vandafstrømningskorrigerede oplandstab af nitrat-N i hydrologiske år for de fire regioner samt for tre jordtypegrupper i årene forud for Vandmiljøplanens vedtagelse og de 9 år derefter.

Region/ jordtypegruppe	kg NO ₃ -N ha ⁻¹ år ⁻¹	
	1978/79-1986/87	1987/88-1995/96
Jylland	14,9	16,2
Fyn	18,4	17,4
Sjælland	22,3 ¹	20,1 ¹
Bornholm	16,6 ²	20,5
Sandjord	14,3	15,5
Sandblandet lerjord	18,2	17,5
Lerjord	20,5	19,3

¹ Total-N

² Estimeret niveau (se tekst)

10.4 Temperaturen indflydelse på N-transporten

Temperaturens betydning for udvaskning og transport af kvælstof i vandløb

Temperaturen har betydning for mineraliseringen af organisk stof og dermed for den udvaskbare pulje af kvælstof i jorden. Man kan derfor forvente at se en effekt af temperaturforholdene i vinterperioden på udvaskningen af kvælstof fra landbrugsarealer, således at højere middeltemperatur resulterer i en større tilførsel til og dermed transport af kvælstof i vandløb, hvis nedbørsforholdene iøvrigt er ens.

For nærmere at belyse temperaturforholdenes effekt på N-udvaskningen analyseres transporten i vintermåneder (december, januar, februar og marts) som en lineær funktion af vandafstrømningen i de tilsvarende måneder. Således opstilles følgende model for hver af de 4 regioner Jylland, Fyn, Sjælland og Bornholm:

$$\log(T_{ijk}) = a_i + b_i \cdot \log(Q_{ijk}) + U_{ijk}$$

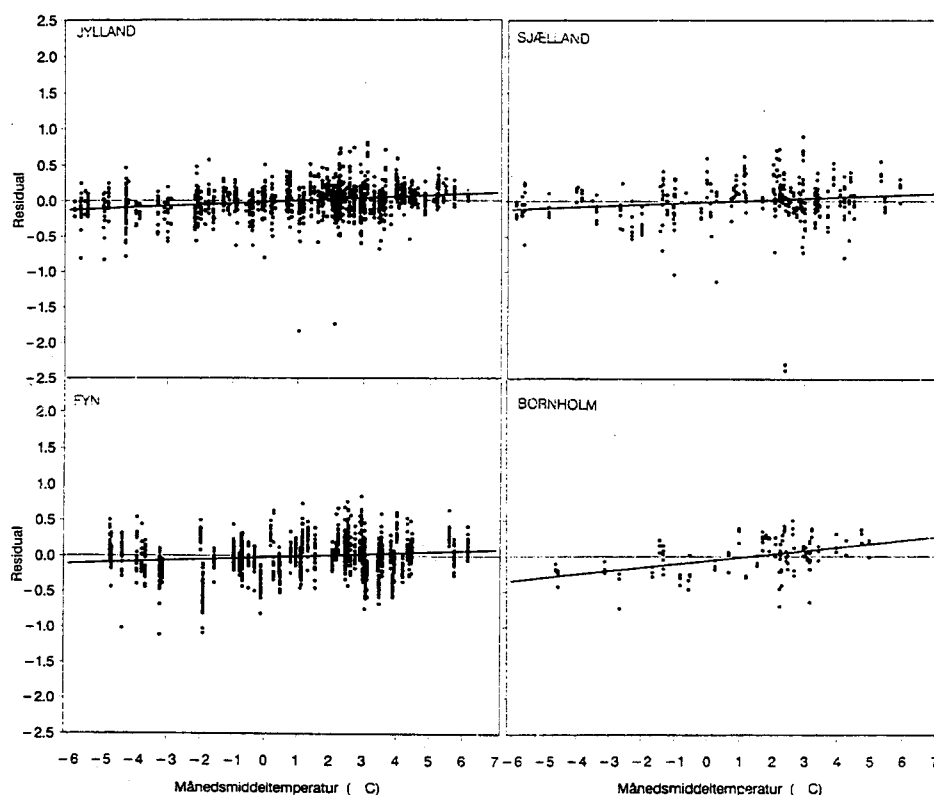
hvor T er månedstransporten og Q er månedsafstrømning. Indexet i angiver station, j måned og k år. a_i og b_i er parametre og U_{ijk} støjled.

Resultat

I figur 10.5 er residualer, som er log(T_{ijk}) minus modelestimat for

$\log(T_{ijk})$, fra modellen plottet mod månedsmiddeltemperaturen. Der anvendes samme middeltemperatur for alle stationer i en given region. Figuren indeholder ligeledes den bedste rette linie gennem residualerne. For alle regioner indikerer den rette linie, at en høj temperatur i de fire vintermåneder medfører et større oplandstab af kvælstof end hvad man ville forvente ved en given vandafstrømning. Dette kan umiddelbart forklares ved en øget mineralisering af kvælstof i pløjelaget med stigende lufttemperatur. Variationen af omkring den rette linie er dog stor, især i området 2-4 °C. Middeltemperaturen i vintermånederne vil derfor kun beskrive en mindre del af den resterende variation efter korrektion for vandafstrømningen. Andre forklarende variable har således også indflydelse på N-udvaskningen. Vandafstrømningen er dog langt den mest betydende forklarende variabel i analysen af år til år ændringer i kvælstoftransporten i vandløb.

Figur 10.5 Residualer af analyser af oplandstab og kvælstof mod vandafstrømning i perioden december-marts plottet mod månedsmiddeltemperatur i samme periode.



10.5 Udvikling i koncentrationen af nitrat-N

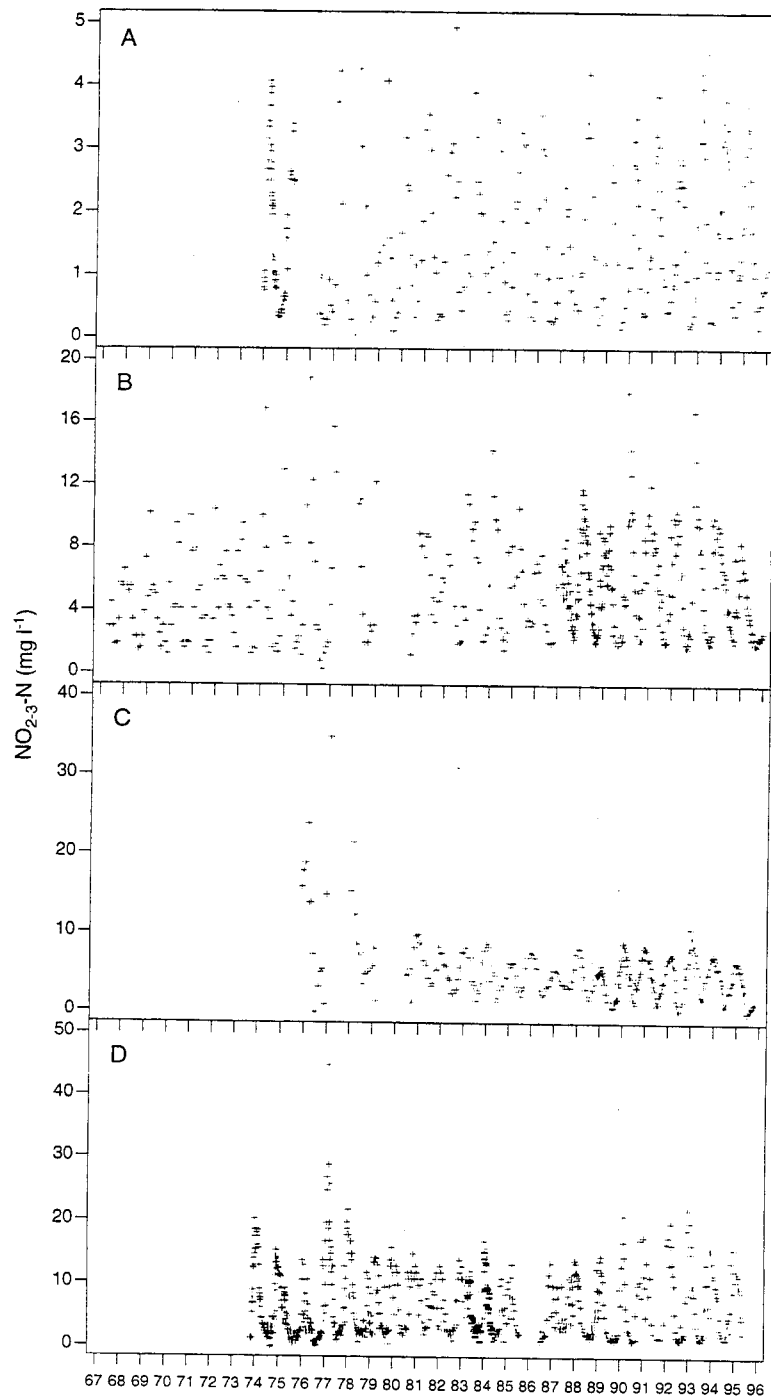
Datamateriale

Tidsserier af målinger af nitrat-N koncentrationen er analyseret for udviklingstendenser. Tidsserierne stammer fra de 3 store vandløb:

- Gudenåen ved Tvillum, Århus Amt
- Odense Å ved Nr. Broby, Fyns Amt
- Susåen ved Holløse Mølle, Storstrøms Amt

og det lille vandløb Gelbæk ved Lyngby Bro, Århus Amt. Alle 4 vandløb er blandt de 55, som anvendes i analysen af kvælstoftransporten. De fire tidsserier hører til blandt de længste, der findes i Danmark (figur 10.6). Data frem til afslutningen af 1995 er medtaget.

Figur 10.6 Tidsserieplots for koncentrationsmålinger af nitrat-N i Gudenåen (A), Odense Å (B), Susåen (C) og Gelbæk (D).



Metode

Nitratkoncentrationen udviser klare sæsonudsving med høje koncentrationer om vinteren og lave i sommerperioden. Desuden er koncentrationer målt med kort tidsinterval næsten ens, så målingerne er serielt korreleret. Derfor er tidsserierne statistisk analyseret ved brug af Kendall's sæson-test for monotone udviklingstendenser (Hirsch et al., 1982; Hirsch & Slack, 1984). Koncentrationerne viser en klar sammenhæng med vandføringen (data ikke vist) og er derfor vandføringskorrigeret før analyse ved hjælp af metoden angivet i Grimvall et al. (1991). Herved undgår man, at eventuelle udviklingstendenser er klimatisk betingede.

Tabel 10.3 Resultater af Kendall's sæson-test. Z er teststørrelsen for testen, fortegnet af Z angiver om tendensen er stigende (+) eller faldende (-) og Z har en standard normalfordeling. P er testsandsynligheden, og er $P < 5\%$ er testen statistisk signifikant.

Vandløb	Periode	oplandsareal (km ²)	Test	Estimat for hældning
Gudenåen	1974-95	1290,0	Z = 0,538 P = 59,1%	-
Odense Å	1967-95	301,7	Z = 2,129 P = 3,3%	0,018 mg l ⁻¹ år ⁻¹
Odense Å	1980-95	301,7	Z = -0,190 P = 84,9%	-
Suså	1980-95	756,1	Z = -1,912 P = 5,6%	-0,095 mg l ⁻¹ år ⁻¹
Gelbæk	1974-95	11,8	Z = -0,602 P = 54,7%	-

Resultater

Resultaterne af analysen er vist i tabel 10.3. For Susåen er målingerne i 1976-79 udeladt af analysen, da der er usikkerhed omkring den anvendte analysemetode af vandprøverne. Koncentrationerne af nitrat-N i Odense Å er signifikant stigende fra 1967 til og med 1995. Antages udviklingen at være lineær, kan et estimat for hældning beregnes ved hjælp af Sen's hældningsestimator (*Hirsch et al., 1982*). For Odense Å får man, at hældningen estimeres til 0,018 mg l⁻¹ år⁻¹. Analyseres nitrat-N tidsserier for Odense Å i perioden 1980-1994 ses der ingen signifikant stigende udviklingstendens. Stigningen i nitrat-N koncentrationerne har altså primært fundet sted i perioden 1967-1979. I Susåen er der en tendens til faldende Nitrat-N koncentrationer ($5\% < P < 10\%$), og hældningen kan estimeres til -0,095 mg l⁻¹ år⁻¹. Faldet har fundet sted i 1980'erne. Nitrat-N tidsserierne for Gudenåen og Gelbæk viser ingen signifikante udviklingstendenser.

10.6 Konklusion

Udviklingen i kvælstoftransporten i perioden 1978/79 til 1995/96 er analyseret på baggrund af data fra 55 vandløb i de fire regioner Jylland, Fyn, Sjælland og Bornholm, samt i de 3 jordtypegrupper sandjord, sandblandet lerjord og lerjord. I alle vandløb stammer hovedparten af kvælstoftransporten i vandløb fra udvaskningen fra landbrugsarealer. I analysen er der anvendt en model, som inddrager år til år variationer i vandafstrømningen i vinterperioden (oktober til april), for herigennem bedst muligt at justere for den klimatiske effekt.

Denne analyse viste, at:

- Den vandafstrømningskorrigerede kvælstoftransport i 1995/96 er den laveste i hele den analyserede periode (1978/79 - 1995/96). Hovedårsagen til dette er de specielle klimatiske forhold i 1995/96 med negativt nedbørsoverskud og dermed lille grundvandsdannelse. Især på Fyn og Sjælland har de atypiske klimaforhold betydet, at kvælstoftabet til vandløb med

drænvand har været ubetydeligt. Den anvendte statistiske model til test af udviklingstendenser i de enkelte år er netop i et så atypisk år som 1995/96 meget usikker.

- Samlet kan der ikke konstateres nogen reduktion i perioden 1987/88-1995/96 sammenlignet med perioden 1978/79-1986/87. I regionerne Sjælland og Fyn er den vandafstrømningskorrigerede kvælstoftransport i perioden 1987/88 -1995/96 lavere end i perioden 1978/79 - 1986/87. Det omvendte er tilfældet for Bornholm og Jylland.
- Høje vintertemperaturer vil medføre en lidt større N-udvaskning ved en given vandafstrømning. Temperaturen forklarer dog kun lidt af år til år variationen i oplandstabet af nitrat-N.

Udviklingen i nitrat-N koncentrationer er analyseret i vandløbene Gudenåen, Odense Å, Susåen og Gelbæk ved brug af Kendall's sæson-test. Analyserne viste, at:

- Nitrat-N koncentrationer målt i Odense Å ved Nr. Broby har været signifikant stigende siden 1967. Stigningen estimeres til $0,018 \text{ mg N l}^{-1} \text{ år}^{-1}$, men har primært fundet sted fra 1967 til 1979. Efter 1979 er der ikke fundet en statistisk signifikant udvikling.
- I Susåen er der en tendens til faldende koncentrationer af nitrat-N siden 1980. Faldet, som har fundet sted i 1980'erne kan estimeres til $-0,095 \text{ mg N l}^{-1} \text{ år}^{-1}$.
- Koncentrationerne i Gudenåen og Gelbæk viste ingen signifikante udviklingstendenser i de analyserede perioder.

11 Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til marine kystafsnit via vandløb

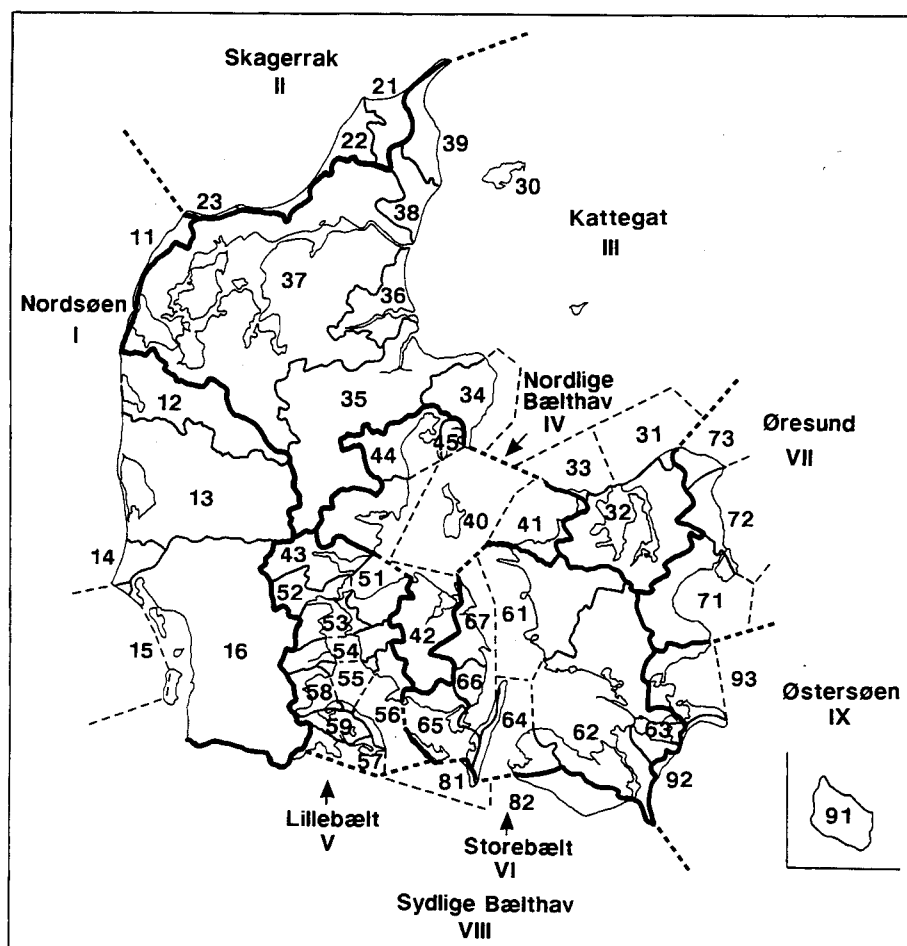
Lars M. Svendsen og Christian Deibjerg Hansen

11.1 Indledning

Kvælstof, fosfor og organisk stof tilførsel til havet

Dette kapitel omhandler alene tilførsler via vandløb af kvælstof, fosfor og let omsætteligt organisk stof (udtrykt som det biokemiske iltforbrug BOD_5) til de marine kystafsnit (fjorde, bugter og øvrige kyststrækninger). Den samlede landbaserede tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD_5 er opgjort af fagdatacentret for Ferskvand og findes i DMU's rapport om "Marine Områder" (Kaas et al., 1996). Kendskab til tilførsel af blandt andet kvælstof og fosfor og sæsonvariationen heri er nødvendig for en vurdering af årsagerne til miljøtilstanden i kystnære og mere åbne havområder. Der sker også en tilførsel af blandt andet næringsstoffer til havområder gennem atmosfærisk deposition og udveksling med tilgrænsende havområder. Den atmosfæriske deposition behandles i DMU's overvågningsrapport om atmosfæren (Skov, 1996) og miljøtilstanden i de kystnære og åbne farvande i overvågningsrapporten om havmiljøet (Kaas et al., 1996). Spildevandsudledningerne behandles i *Miljøstyrelsen (1996)*.

Figur 11.1 Opdeling af de danske farvande i 9 1. ordens kystafsnit og 49 2. ordens kystafsnit med de tilhørende oplande. Farvandsområde I, II, III, IX samt 71 kaldes også de ydre danske farvande, medens farvandsområde IV-VIII (eksklusiv 71) betegnes som de indre danske farvande.



<i>Ni 1. ordens farvandsområder</i>	De danske havområder er inddelt i ni farvandsområder med tilhørende 1. ordens kystafsnit i den Hydrologiske Reference, som igen er inddelt i 49 2. ordens kystafsnit (figur 11.1). Belastningen med kvælstof, fosfor og BOD ₅ via vandløb er opgjort til alle 1. og 2. ordens marine kystafsnit. Kilderne til belastningen af de marine kystafsnit med kvælstof, fosfor og BOD ₅ opgøres under hensyntagen til stofretention i ferskvand. De tilsvarende opgørelser for de samlede landbaserede tilførsler findes i <i>Kaas et al., 1996</i> .
<i>Bilag 11</i>	Månedstransporter af kvælstof, fosfor og BOD ₅ samt af de månedlige vandføringsvægtede koncentrationer for de ni 1. ordens kystafsnit fremgår af bilag 11. Endvidere er der for de 49 2. ordens kystafsnit angivet tilførsler af kvælstof, fosfor og BOD ₅ via vandløb samt opgørelse af oplandstab, tab fra åbent land og diffust tab.
<i>Terminologi</i>	I bilag 11.7 findes en oversigt over nogle af de termer, der anvendes i dette kapitel. Ved belastning fra punktkilder til ferskvand forstås summen af spildevandsudledninger fra renseanlæg, industri, regnvandsbetingede anlæg samt dambrug. Ved spildevandsbelastningen til ferskvand forstås spildevand fra de fire punktkilder plus spildevand fra spredt bebyggelse. Den diffuse belastning består af bidrag fra dyrkede arealer, baggrundsbidrag (afstrømning i en "ren" naturtilstand) samt spildevand fra spredt bebyggelse. Når der tales om brutto transport er det den målte/beregne transport af kvælstof og/eller fosfor tillagt retention.

11.2 Opgørelsesmetodik

Basis for opgørelse af stoftilførsel til havet

Opgørelse af tilførslen af kvælstof, fosfor og BOD₅ til marine kystafsnit via vandløb er i 1995 baseret på amtskommunale indberetninger af stoftransportmålinger i vandløb, opgørelse af punktkildeudledninger i målte og umålte oplande samt estimering af den diffuse belastning fra umålte oplande. Punktkildedata har amtskommunerne indberettet til Miljøstyrelsen. De anvendte spildevandsdata er for de samlede udledninger til ferskvand Miljøstyrelsens validerede data, medens amternes spildevandsdata er anvendt for de målte oplande, idet der er medtaget stoftransport og punktkildedata fra amtskommunale vandløbsstationer, der ikke tilhører Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Vandføringsvægtede koncentrationer bør anvendes ved estimering af den umålte diffus belastning

De målte vandløb afvander tilsammen 60% af Danmarks areal (jvf. tabel 11.7). Den diffuse afstrømning fra de resterende 40% af arealet er beregnet på baggrund af opgørelserne fra de målte oplande. En arbejdsgruppe anbefalede i foråret 1995 at anvende vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof, fosfor og BOD₅ ganget med en vandafstrømning fra områder, der ligner det umålte opland med hensyn til jordtype, arealudnyttelse, nedbør og afstrømning, for at beregne den umålte diffuse afstrømning. Dette vil typisk være oplande opstrøms i det vandløbssystem, der har umålt opland eller i tilgrænsende oplande. Til den beregnede diffuse belastning lægges den kendte punktkildebelastning fra de umålte oplande. Godt en tredjedel af amterne har anvendt vandføringsvægtede koncentrationer. De resterende amter benytter arealkoefficienter for målte oplande

De fleste amter anvender stadig arealkoefficienter

i samme vandløbssystem, som det umålte opland befinder sig i, gennemsnitsarealkoefficienter for amtet eller arealkoefficienter fra oplande med samme jordtype og arealudnyttelse.

Opgørelse af BOD₅

Tilførsel af organisk stof (målt som BOD₅) til de marine kystafsnit er blev opgjort for første gang i 1994. I 1994 blev der kun indberettet målte BOD₅ transporter for 20% af Danmarks areal. I 1995 er der indberettet BOD₅ transport for ca. 47% af Danmarks areal, medens N og P er målt for 60% af oplandet. Andelen af målt opland for BOD₅ er dog usikker, da mange amtskommuner ikke har angivet det målte oplandsareal. For en del oplande er der ikke opgivet afstrømning for umålte oplande for kvælstof, fosfor og specielt BOD₅. DMU har derfor beregnet afstrømningen og vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof, fosfor og BOD₅ for disse oplande. De beregnede og anvendte vandføringsvægtede koncentrationer og vandafstrømninger fremgår af tabel 11.1 og er baseret på overvågningsstationer uden punktkilder og på nogle få havstationer, hvor punktkildebelastningen er fratrukket den målte transport. Den beregnede vandføringsvægtede koncentration for hvert kystafsnit er middelværdien af de vandføringsvægtede koncentrationer for vandløbsstationer indenfor kystafsnittet.

Tabel 11.1 Antal stationer og størrelsen af målte oplande, som er anvendt ved beregning af vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer for kvælstof, fosfor og BOD₅. Antal stationer og areal gælder for kvælstof og fosfor. Der er færre stationer for BOD₅. Disse koncentrationer er anvendt, når der i de amtskommunale indberetninger ikke har været angivet værdier for den diffuse belastning fra umålt opland.

Farvands- område	Antal vandløbs- stationer	Areal			Vandføringsvægtet konc. (mg l ⁻¹)			Vand- afstrømning mm
		Total km ²	Målt km ²	%	N	P	BOD ₅	
Nordsøen	5	10816	1132	10	4,5	0,11	1,3	495
Skagerrak	0	1098	0	0	-	-	-	330
Kattegat	8	15848	639	4	7,7	0,17	2,8	344
Nordlige Bælthav	6	3116	408	13	8,4	0,15	2,6	308
Lillebælt	10	3380	260	8	6,6	0,15	1,7	368
Storebælt	6	5409	213	4	7,2	0,13	1,8	270
Øresund	3	1726	92	5	7,6	0,26	2,6	217
Sydlig Bælthav + øerne	5	1628	174	11	8,0	0,16	2,1	205
I alt	43	43022	2918	7				

Belastning fra spredt bebyggelse og den diffuse fosforafstrømning er usikkert opgjort

Der er i dette kapitel i visse tilfælde foretaget en kildeopsplitning, hvor spredt bebyggelse er trukket fra den diffuse belastning for at vurdere betydningen af spredt bebyggelse for den samlede belastning med især fosfor. Det skal understreges, at belastningen fra spredt bebyggelse er usikkert opgjort og at tolkninger skal foretages med varsomhed, da man reelt ikke ved hvor stor en del af den potentielle belastning, der når frem

til vandmiljøet (en generel antagelse er, at der i gennemsnit når ca. 50% frem). De angivne værdier er Fagdatacentre for Punktkilders validerede værdier opgjort efter Miljøstyrelsens forskrifter (f.eks *Miljøstyrelsen, 1994*), og svarer derfor til ca. 50% af den potentielle belastning fra spredt bebyggelse.

Den diffuse fosforbelastning er også usikkert opgjort, specielt i mindre dyrkede vandløbsoplande, hvor der med punktprøvetagning generelt sker en underestimering af den diffuse belastning, jvf. kapitel 7. Måling af fosfortransporten fra større oplande viser, at punktprøvetagning kun betinger en beskedent underestimering heraf (*Svendson et al., 1996*). Da det umålte opland antages at ligne det målte, vil der også for det umålte opland under et være tale om en vis underestimering af den diffuse fosforafstrømning. Endelig spiller retentionen af ikke mindst fosfor i ferskvand en vigtig rolle ved en vurdering af kilderne til fosfortilførsel, hvilket er nærmere behandlet i afsnit 11.6 og 11.7.

11.3 Kvælstof, fosfor og BOD₅ tilførslen til marine kystafsnit i 1995

Kvælstof, fosfor og BOD₅ tilførslen til marine kystafsnit i 1995

I 1995 var tilførslen via vandløb til marine kystafsnit på 84.400 ton kvælstof, 2.190 ton fosfor og 30.000 ton BOD₅ (tabel 11.2). Åbent land afstrømningen, der her er fundet som restleddet, når der fra den totale tilførsel via vandløb er fratrukket de samlede udledninger spildevand til ferskvand (dvs. den estimerede belastning fra spredt bebyggelse er også fratrukket) udgjorde 92% af kvælstoftilførslen via vandløb til havet. De tilsvarende værdier for fosfor og organisk stof er 57% og 60% (tabel 11.2).

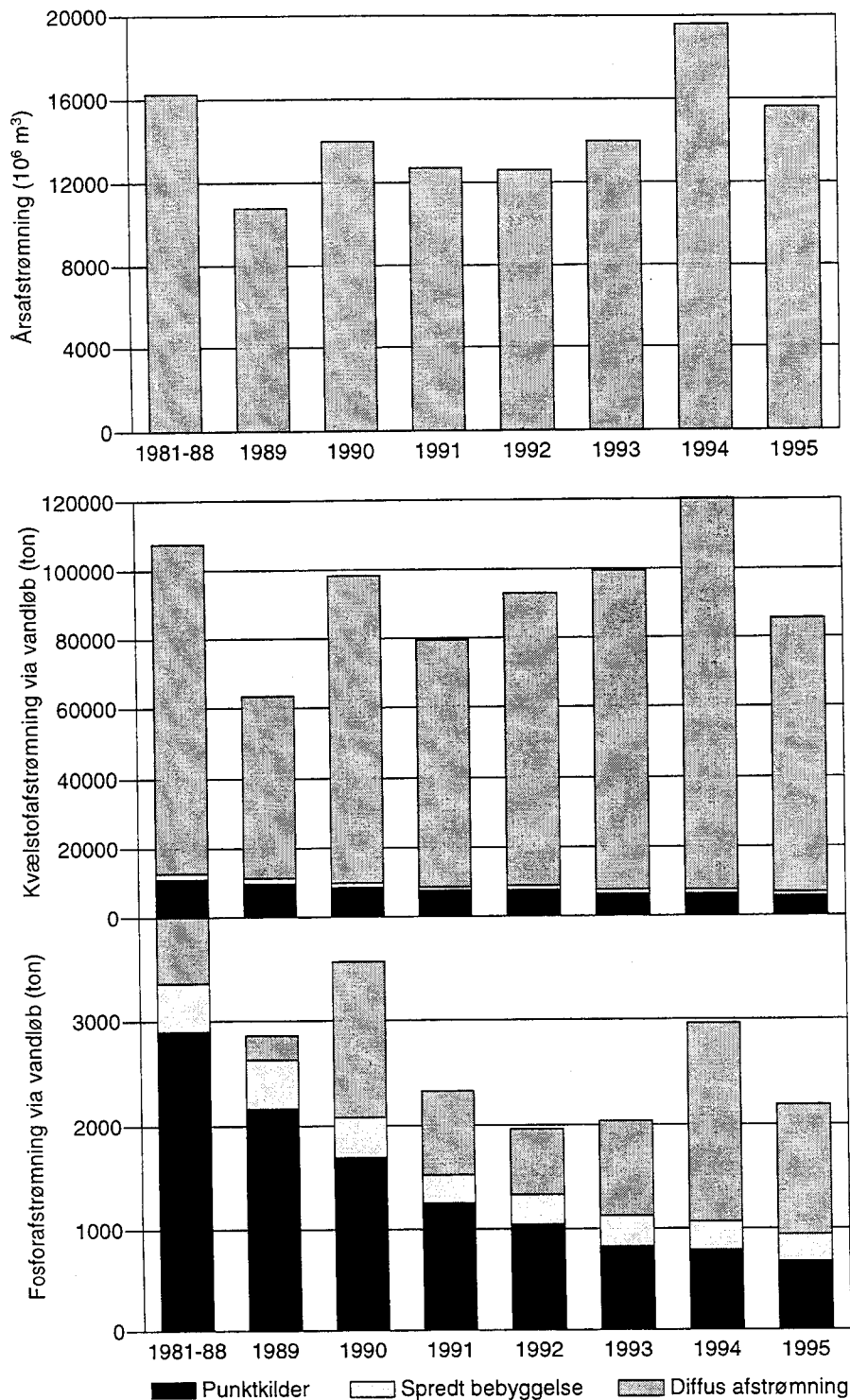
Åbent land hovedkilden i 1995

Inkluderes den estimerede belastning fra spredt bebyggelse i afstrømningen fra åbent land, udgør denne 93%, 69% og 74% af den samlede belastning via vandløb af henholdsvis kvælstof, fosfor og BOD₅ i 1995. Diffus belastning har været hovedkilden til kvælstof og fosfor transport via vandløb til havet i 1995.

Tabel 11.2 Tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb til marine kystafsnit i 1995 opdelt i afstrømning via vandløb fratrukket spildevand fra spredt bebyggelse og punktkilder til ferskvand og i belastning fra punktkilder og spredt bebyggelse. Spildevandsoplysninger er fra Miljøstyrelsen.

	Kvælstof ton	Fosfor ton	BOD ₅ ton
Afstrømning til havet via vandløb ekskl. spildevand	77700	1250	17900
Punktkilder til ferskvand	5600	680	7700
Spredt bebyggelse	<u>1100</u>	<u>260</u>	<u>4400</u>
Spildevand ferskvand i alt	6700	940	12100
Afstrømning til havet via vandløb	84400	2190	30000

Figur 11.2 Ferskvandsafstrømning, spildevandsbelastning af ferskvand fra punktkilder og diffus belastning (inklusive belastning fra spredt bebyggelse men eksklusiv retention) med kvælstof og fosfor opgjort som gennemsnit for perioden 1981-88 i de syv overvågningsår.



Ferskvandsafstrømningen har i de 7 overvågningsår været 16% lavere end i 1980'erne

Middelferskvandsafstrømningen i perioden 1981-88 (dvs. årene før Vandmiljøplanen) var 16.300 mill. m³ eller 16% højere end de 14.200 mill. m³ som er midlen for 1989-95 (figur 11.2). Generelt vil en større vandafstrømning forårsage en større tilførsel af stof, herunder kvælstof, fosfor og BOD₅ fra det åbne land. Det betyder, at der som udgangspunkt har været basis for en større åbent land afstrømning i perioden 1981-88 sammenlignet med et gennemsnit for de syv overvågningsår. En sammenligning af åbent land afstrømning af kvælstof og fosfor i overvågningsårene med perioden 1981-88 skal foretages med forsigtighed, da den angivne åbent land afstrømning i 1981-88 er fastlagt på grundlag af langt færre målestationer end i de 7 overvågningsår, ligesom punktkildebelastningen

er opgjort på et mere spinkelt grundlag. Endvidere skal der specielt ved en vurdering af fosforafstrømningen tages højde for retentionens rolle jvf. afsnit 11.6. De følgende betragtninger er baseret på nettotilførsler uden hensyntagen til retention.

Udviklingen i kvælstofbelastningen

Kvælstofafstrømning fra åbent land (inklusiv spildevand fra spredt bebyggelse) var ca. 95.000 ton som middel for 1981-88, mens midlen for 1989-95 var 84.300 ton eller 12% lavere (tabel 11.3). Variationen i åbent land afstrømningen følger de tilsvarende variationer i vandafstrømningen, dog er den åbent land afstrømningen relativ lav i 1995, hvilket blandt andet antages at hænge sammen med den meget høje udvaskning i 1994, en del sneafsmeltning i begyndelsen af 1995 samt det ekstremt tørre 2. halvår af 1995.

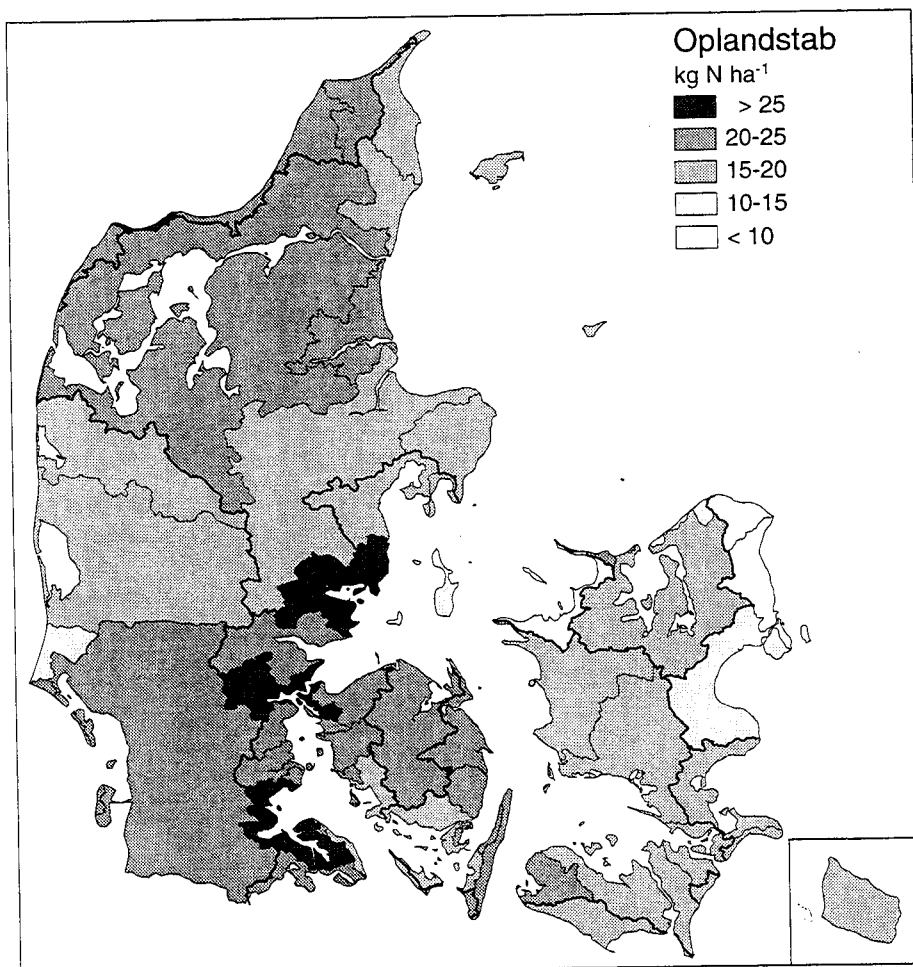
Udvikling i tilførsel af fosfor

De samlede fosfortilførsler til de marine kystafsnit via vandløb var 2.860 ton i 1989 og 2.190 ton i 1995. Kun i 1992 var tilførslen lavere (1970 ton) (tabel 11.3). Fosforafstrømning fra åbent land (inklusiv spildevand fra spredt bebyggelse) var ca. 1.100 ton som middel for 1981-88 (usikkert bestemt), mens midlen for 1989-95 har været 1.350 ton eller godt 20% højere end 1981-88 (figur 11.2). Samtidig har der også været et fald i den potentielle tilførsel af spildevand fra spredt bebyggelse på ca. 200 ton. Åbent land fosforafstrømning har varieret en del i perioden 1989 til 1995, dog således at den i et vist omfang følger variationerne i afstrømningen. Men der er dog en åbent land belastning i perioden 1989-95 end i 1980'erne trods lavere afstrømning i overvågningsårene, hvilket blandt andet kan tilskrives, at en del søer aflaster fosfor.

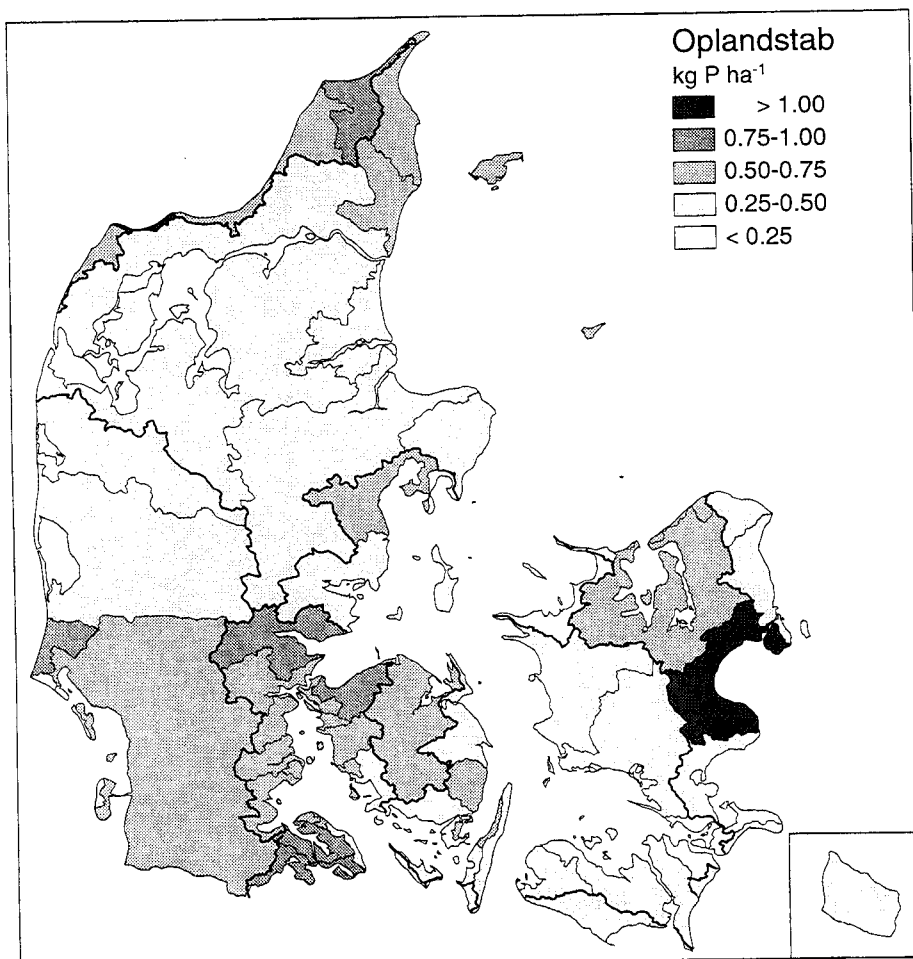
Tabel 11.3 Årlig tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ til de danske marine kystafsnit via vandløb opdelt i åbent land afstrømning (inkl. spredt bebyggelse men eksklusiv retention) og punktkilder til ferskvand. Endvidere er den årlige ferskvandsafstrømning opgivet.

	Kvælstof (ton år ⁻¹)			Fosfor (ton år ⁻¹)			BOD ₅ (ton år ⁻¹)			Ferskvandsafstr.
	Åbent land afstrøm.	Punkt. Fersk	i alt	Åbent land afstrøm.	Punkt. Fersk	i alt	Åbent land afstrøm.	Punkt. Fersk	i alt	10 ⁶ m ³ år ⁻¹
1981-88	95000	11000	106000	1100	2900	4000				16300
1989	52200	9700	61900	700	2170	28706				10800
1990	88600	8500	97100	1870	1700	3570				14000
1991	71000	7500	78500	1070	1260	2330				12700
1992	84100	7600	91700	920	1050	1970				12600
1993	91900	6300	98200	1210	830	2040				14000
1994	112800	6300	119100	2170	790	2960	33400	8300	41700	19600
1995	78800	5600	84400	1510	680	2190	22300	7700	30000	15600

Figur 11.3 Oplandstabet (tilførslen via vandløb) af kvælstof for de 49 2. ordens kystafsnit i 1995.



Figur 11.4 Oplandstabet (tilførslen via vandløb) af fosfor for de 49 2. ordens kystafsnit i 1995.



Kraftig reduktion i spildevandsudledningerne

Åbent land afstrømnings betydning er steget de senere år

I forhold til 1981-88 er punktkildeudledningerne til ferskvand i 1995 faldet 49% for kvælstof og 77% for fosfor.

Åbent land afstrømningen udgør som en konsekvens af den forbedrede spildevandsrensning en stadig større andel af den samlede belastning med kvælstof og fosfor til de marine kystafsnit (tabel 11.4) og dette slår specielt igennem i det våde år 1994. Her udgjorde åbent land afstrømning 95% af den samlede kvælstoftilførsel og 78% af den samlede fosfortilførsel via vandløb til de marine kystafsnit. Åbent land afstrømning er ligeledes hovedkilden til BOD₅-tilførslen via ferskvand (774% i 1995). Åbent land afstrømning er nu langt den største kilde til kvælstof, fosfor og organisk stoftilførslerne til de marine kystafsnit via vandløb. Den iagttagne udvikling må forventes at fortsætte de kommende år, når de samlede foranstaltninger overfor punktkilder fuldt ud er gennemført og slået igennem i vandmiljøet.

Tabel 11.4 Åbent land afstrømning (inkl. spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder til ferskvands andel af den samlede tilførsel af kvælstof, fosfor og BOD₅ til ferskvand. De faktiske tal står i tabel 11.3.

	Kvælstof		Fosfor		BOD ₅	
	Diffus afstrøm.	Pkt.kilder ferskvand	Diffus afstrøm.	Pkt.kilder ferskvand	Diffus afstrøm.	Pkt.kilder ferskvand
	%		%		%	
1981-88	90	10	20	80		
1989	84	16	24	76		
1990	91	9	52	48		
1991	90	10	46	54		
1992	92	8	47	53		
1993	94	6	60	40		
1994	95	5	73	27	80	20
1995	93	7	70	30	74	26

11.4 Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til 1. ordens marine kystafsnit via vandløb

Punktkildebelastningens betydning

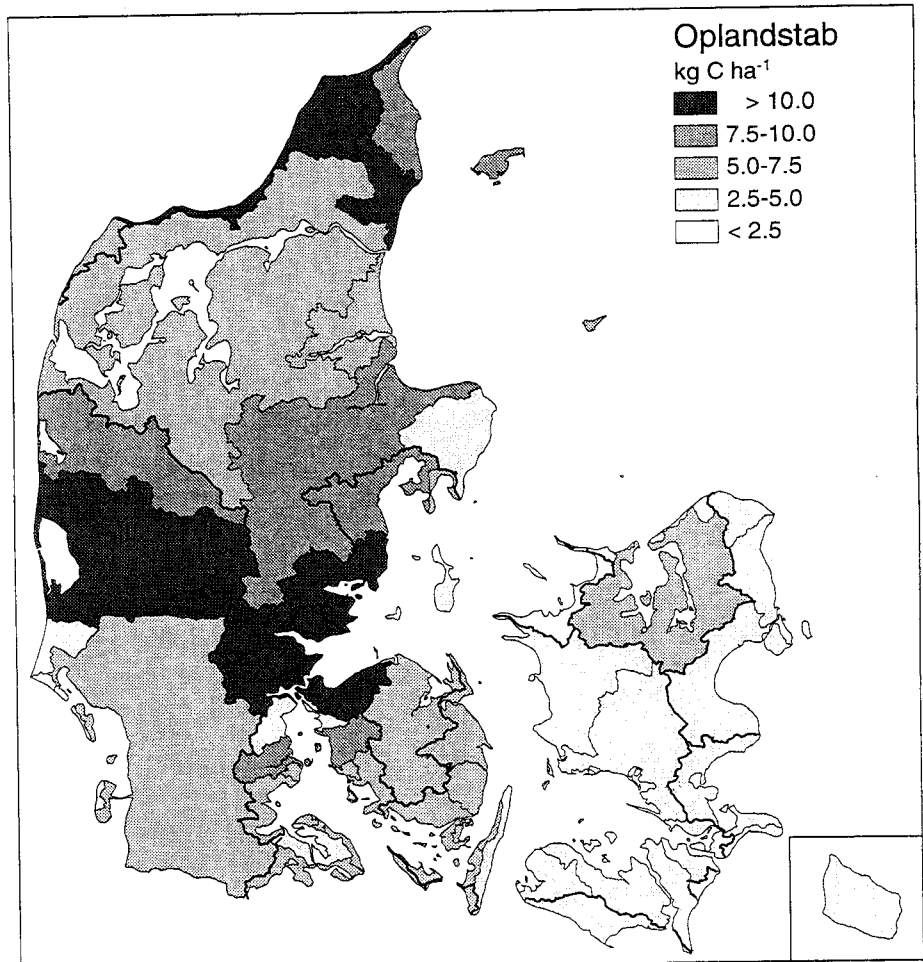
Punktkilder til ferskvands andel af den samlede belastning varierer for kvælstof fra 2% for Østersøen til 10% for Øresund. For fosfor er de tilsvarende værdier 18% til Skagerrak og 40% til Sydlige Bælthav (tabel 11.5 og tabel 11.6). Til Nordsøen er der en lavere tilførsel af kvælstof og fosfor end andelen af vandafstrømningen indikerer, medens der modsat er forholdsmæssigt høje tilførsler af kvælstof til Storebælt og fosfor til Øresund (tabel 11.7). I bilag 11.1-11.3 er angivet tilførslerne for 2. ordens kystafsnit sammen med oplandstab, åbne lands tab og diffuse tab af kvælstof, fosfor og organisk stof (BOD₅).

Oplandstab af kvælstof og fosfor til de marine 49 2. ordens marine kystafsnit

Oplandstabet er defineret som den målte (beregnete) transport via vandløb til et farvandsområde divideret med oplandsarealet, hvor der ikke er taget højde for retention af kvælstof og fosfor i oplandet (figur 11.3, 11.4 og tabel 11.8 samt bilag 11.1-11.3). For Danmark som helhed

var tabet henholdsvis 19,6 kg N ha⁻¹, 0,51 kg P ha⁻¹ og 5,8 kg BOD₅ ha⁻¹. Det største oplandstab af kvælstof forekommer til farvandsområderne Lillebælt, hvor farvandsområde 23, Vigsø Bugt med 35,5 kg N ha⁻¹. Det største oplandstab for fosfor forekommer til farvandsområde 23, Vigsø Bugt med 1,72 kg P ha⁻¹. Det største oplandstab af organisk stof sker til Skagerrak (figur 11.5).

Figur 11.5 Oplandstabet (tilførsel via vandløb) af organisk stof for de 49 2. ordens kystafsnit i 1995.



Tabel 11.5 Åbent land kvælstof, fosfor, organisk stofafstrømning, udledning fra punktkilder til ferskvand og den samlede beregnede tilførsel via vandløb til kystafsnit til de ni 1. ordens marine kystafsnit i 1995.

Farvandsområde	Kvælstof			Fosfor			BOD ₅		
	Åbent land afstrøm ton	Pkt. kilder til feskv. ton	Total til vandløb ton	Åbent land afstrøm ton	Pkt. kilder til feskv. ton	Total til vandløb ton	Åbent land afstrøm ton	Pkt. kilder til feskv. ton	Total til vandløb ton
Nordsøen	19200	1800	21000	370	180	550	6100	3000	9100
Skagerrak	2100	150	2250	70	10	80	1040	460	1500
Kattegat	29900	1800	31700	530	220	750	8700	2200	10900
Nordlige Bælthav	5600	500	6100	100	50	150	1900	390	2290
Lillebælt	7400	500	7900	180	70	250	2280	680	2960
Storebælt	10100	500	10600	120	80	200	1430	500	1930
Øresund	1600	250	1850	100	50	150	330	380	710
Sydlig Bælthav	700	50	750	10	10	20	100	30	130
Østersøen	2200	50	2250	30	10	40	370	100	470
Danmark	78800	5600	84400	1510	680	2190	22300	7700	30000

Tabel 11.6 Udledning fra punktkilder, spredt bebyggelse samt beregnet åbent land afstrømning (eksklusiv spredt bebyggelse) i procent af den samlede belastning via vandløb til de 9 1. ordens marine kystafsnit i 1995.

	Kvælstof %			Fosfor %		
	Pkt. kilder	Spredt. bebyg.	Åbent land afstrømning	Pkt. kilder	Spredt. bebyg.	Åbent land afstrømning
Nordsøen	8,1	0,9	91,0	33,2	7,9	58,9
Skagerrak	6,5	0,7	92,8	18,2	4,3	77,5
Kattegat	5,3	0,9	93,8	27,3	9,2	63,5
Nordlige Bælthav	7,6	2,2	90,2	35,6	21,7	42,7
Lillebælt	6,2	2,0	91,8	27,1	15,1	57,8
Storebælt	4,2	1,9	93,9	38,5	24,9	36,6
Øresund	10,4	1,2	88,4	31,9	4,6	63,5
Sydlig Bælthav	2,9	2,1	95,0	39,9	29,3	30,9
Østersøen	2,2	1,7	96,1	22,6	19,2	58,2
Danmark	6,1	1,2	92,7	30,3	11,6	58,1

Tabel 11.7 Tilførsel af vand, kvælstof, fosfor og BOD₅ til de ni 1. ordens farvandsområder via vandløb i 1995 fra Danmark. For hver parameter angives andelen af den totale afstrømning for hvert enkelt farvandsområde.

Farvandsområde	Antal vandløbsstationer	Total	Andel samlede areal		Målt ¹⁾	Areal	Vand		Kvælstof		Fosfor		BOD ₅	
			km ²	%			km ²	%	10 ⁶ m ³	%	ton	%	ton	%
Nordsøen	22	10811	25	7976	74	5356	34	21000	25	550	25	9100	30	
Skagerrak	3	1102	3	649	59	363	2	2250	3	80	4	1500	5	
Kattegat	73	15826	37	9690	61	5531	35	31700	38	750	34	10900	37	
Nordlige Bælthav	19	3135	7	1611	51	961	6	6100	7	150	7	2290	8	
Lillebælt	18	3369	8	1446	43	1244	8	7900	9	250	11	2960	10	
Storebælt	27	5415	13	2743	51	1462	9	10600	12	200	9	1930	6	
Øresund	19	1737	4	1112	64	375	2	1850	2	150	7	710	2	
Sydlig Bælthav	1	421	1	207	49	79	1	750	1	20	1	130	1	
Østersøen	13	1205	3	334	28	254	2	2250	3	40	2	470	1	
Ialt	195	43022	100	25768	60	15624	100	84400	100	2190	100	24960	100	

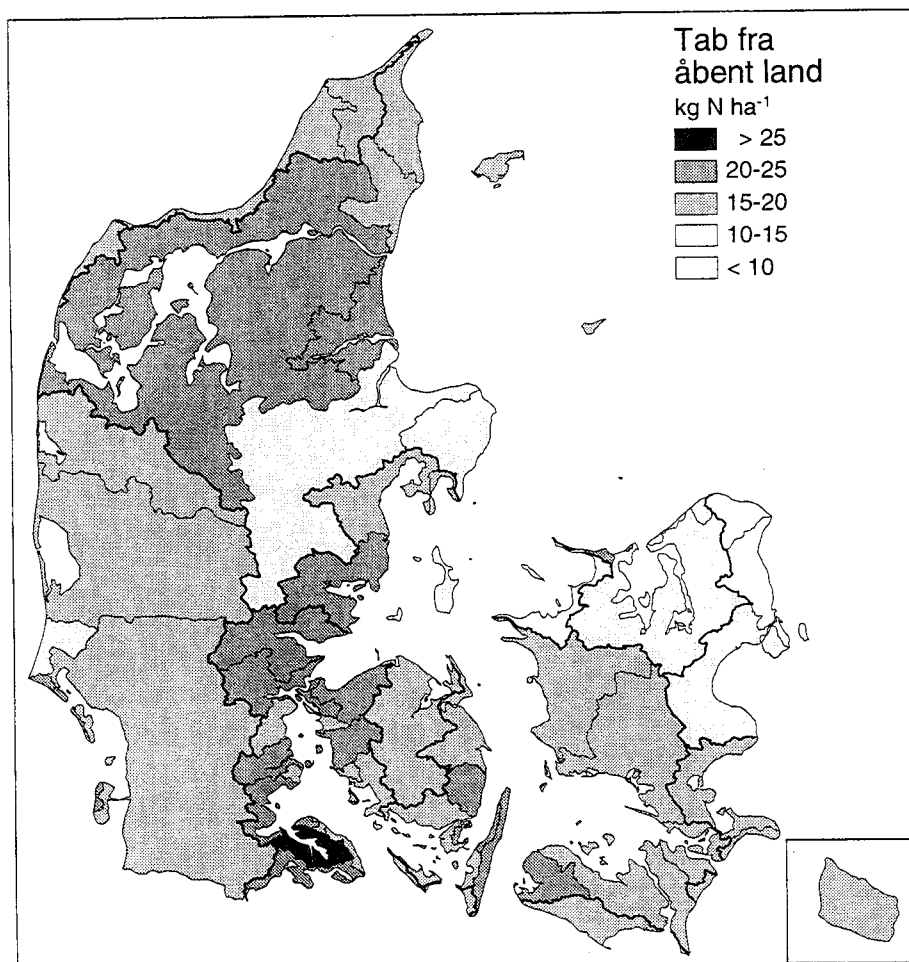
1) Det målte areal gælder opgørelserne for kvælstof og fosfor. Det målte opland for vandafstrømninger fremgår af tabel 3.1. For BOD₅ er det samlede målte opland ca. 47%

Der er generelt et større tab af kvælstof og fosfor fra lerede jorde end sandede jorde. Endvidere er der generelt en større befolkningstæthed på Øerne og dermed en større potentiel spildevandsbelastning. De relativt høje oplandstab til Skagerrak kan primært tilskrives fiskeindustri.

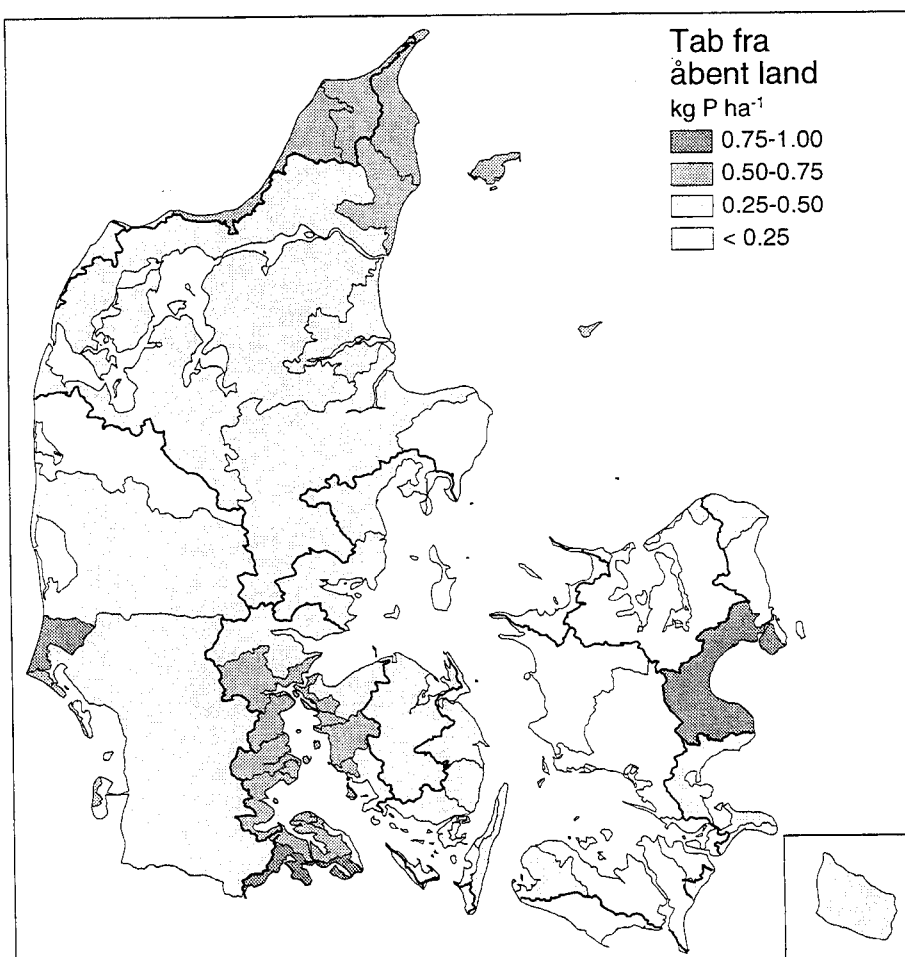
Tab fra åbne land

Tab fra det åbne land defineres som den beregnede transport via vandløb fra et opland til et farvandsområde fratrukket spildevandsbelastningen fra ferskvandspunktkilder divideret med oplandsarealet. Det anvendes som et mål for belastningen fra natur- og landbrugsarealer inklusiv spredt bebyggelse, men hertil bør tillægges retention, såfremt den faktiske tilførsel til ferskvandsmiljøet ønskes vurderet (se afsnit 11.6). For Danmark som helhed har det åbne lands tab været 18,3 kg N ha⁻¹, 0,35 kg P ha⁻¹ og 5,2 kg BOD₅ (figur 11.6 og 11.7 samt tabel 11.8). For det åbne lands tab af såvel kvælstof, fosfor og organisk stof gælder, at de største tab generelt forekommer til de samme farvandsområder som for oplandstabet.

Figur 11.6 Åbne lands tab
(målt transport via vandløb
minus punktkilder til fersk-
vand) af kvælstof for de 49
2. ordens kyststafsnit i 1995.



Figur 11.7 Åbne lands tab af
fosfor for de 49 2. ordens
kyststafsnit i 1995.



Tabel 11.8 Tab fra åbne land og oplandsstab samt vandføringsvægtet årskoncentration af kvælstof, fosfor og BOD₅ for afstrømningen via vandløb til de ni 1. ordens kystafsnit samt for hele Danmark i 1995.

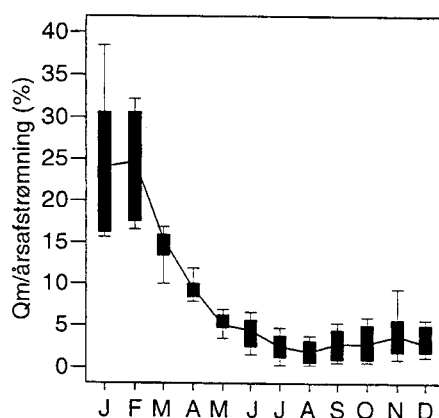
	Op-lands areal km ²	Total kvælstof			Total fosfor			BOD ₅		
		Tab åbne land kg N ha ⁻¹	Oplands-tab kg N ha ⁻¹	Vandfør.-vægtet konc. mg N l ⁻¹	Tab åbne land kg P ha ⁻¹	Oplands tab kg P ha ⁻¹	Vandfør.-vægtet konc. mg P l ⁻¹	Tab åbne land kg BOD ₅ ha ⁻¹	Oplands-tab kg BOD ₅ ha ⁻¹	Vandfør.-vægtet konc. mg BOD ₅ l ⁻¹
Nordsøen	10811	17,8	19,4	3,9	0,34	0,51	0,10	25,6	8,4	1,7
Skagerrak	1102	19,5	20,9	6,3	0,65	0,79	0,24	9,5	13,7	4,2
Kattegat	15826	18,9	20,0	5,7	0,34	0,48	0,14	5,5	6,9	2,0
Nordlige Bælthav	3135	17,8	19,4	6,3	0,31	0,48	0,16	6,1	7,3	2,4
Lillebælt	3369	22,5	23,6	6,4	0,53	0,72	0,20	6,8	8,8	2,4
Storebælt	5415	18,7	19,6	7,3	0,23	0,38	0,14	2,6	3,1	1,3
Øresund	1737	9,2	10,6	4,9	0,58	0,86	0,39	1,9	4,1	1,9
Sydlig Bælthav	421	16,2	16,7	8,9	0,16	0,27	0,15	2,1	2,8	1,5
Østersøen	1205	18,3	18,7	8,9	0,29	0,38	0,18	3,1	3,9	1,9
Danmark	43022	18,3	19,6	5,4	0,35	0,51	0,14	5,2	5,8	1,9

11.5 Sæsonvariationer i tilførslen af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb til marine kystafsnit

Opgørelsesmetode

For hvert af de ni farvandsområder er den månedlige tilførsel via vandløb af kvælstof og fosfor beregnet. Sammen med vandføringsvægtede koncentrationer mv. (bilag 11.4, 11.8 og 11.6). Det er antaget, at andelen af opløst kvælstof og fosfor af den totalt transporterede kvælstof- og fosformængde er ens i målte og umålte oplande. I DMU's rapport om marine områder (Kaas *et al.*, 1996) findes tilsvarende opgørelser for den totale landbaserede tilførsel til havet, hvor de direkte udledninger er fordelt ligeligt på hver måned.

Figur 11.8 Fordelingen af tilførslen af vand Q_m opgjort som den enkelte måneds andel af den tilsvarende årstilførsel til de 9 1. ordens kystafsnit. De absolutte værdier findes i bilag 11.5.



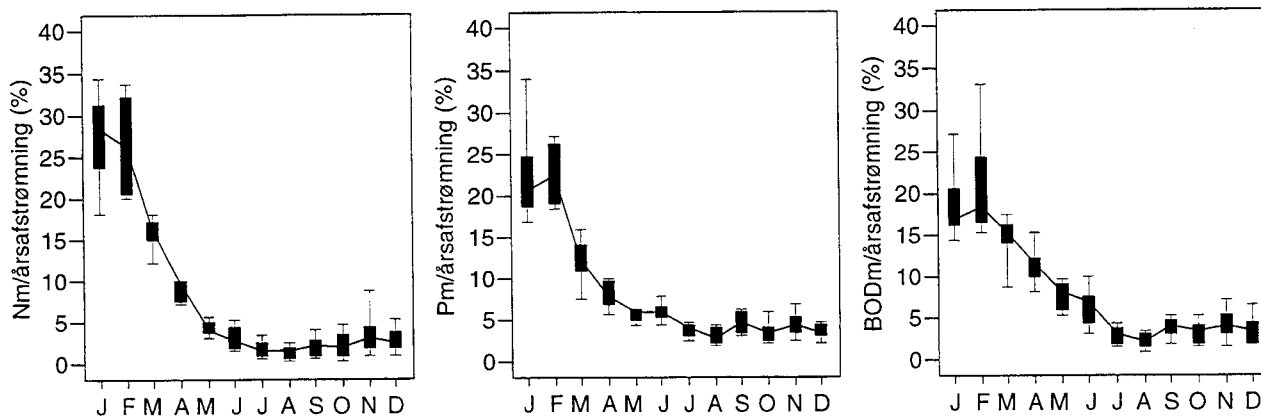
Årstidsvariationen i afstrømningen via vandløb helt atypisk i 1995

Årstidsvariation i kvælstofafstrømning

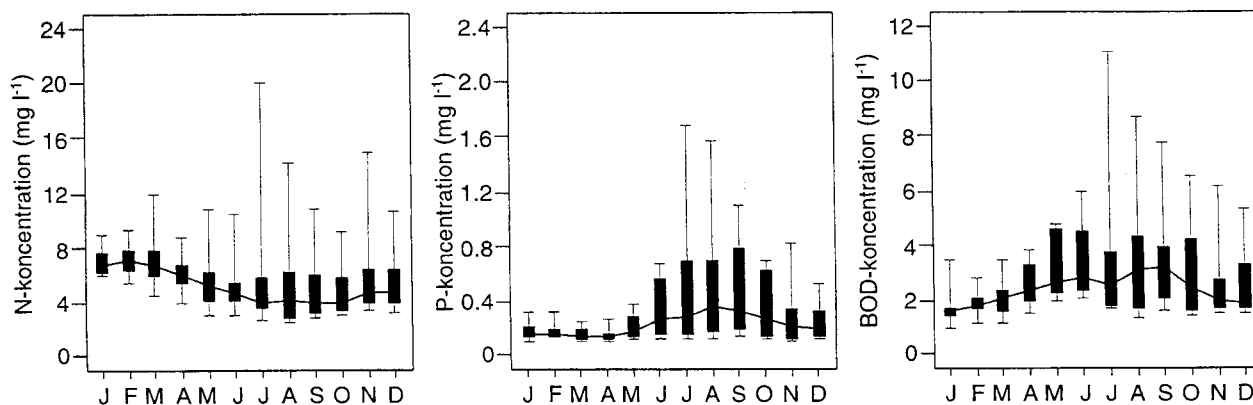
67% af vandafstrømningen til de ni 1. ordens farvandsområder blev tilført i første kvartal 1995 (figur 11.8 og bilag 11.5). Vandafstrømningens fordeling var meget skæv i 1995 grundet tørken i 2. halvår af 1995. Således udebliver helt den stigende afstrømningsandel i 4. kvartal. Farvandsområderne IV-IX har en større del af afstrømningen koncentreret i januar og februar end farvandsområde Nordsøen, hvor en større grundvandstilstrømning virker som en udjævnende buffer. Årstidsvariationen i kvælstof- og fosfortilførslen via vandløb minder i hovedtræk om den tilsvarende for vandafstrømningen (figur 11.9). I januar og februar, hvor der er en tilgængelig udvaskbar kvælstofpulje, afstrømmer en højere andel af årets kvælstofpulje, hvorimod der i det tørre 2. halvår stort set kun tilføres kvælstof til vandmiljøet via grundvand og punktkilder.

Årstidsvariation i fosforafstrømning

Andelen af fosforafstrømningen var generelt lavere end den tilsvarende for vandafstrømningen i vintermånederne og i det tidlige forår, men højere i resten af 1995. Den højere andel i sommerperioden og efterårperioden kan tilskrives spildevand, medens der i 1995 i den våde september kan anes en resuspension af tilbageholdt fosfor i vandløbene under regnevejrhændelser



Figur 11.9 Fordeling af tilførslen af kvælstof Nm, fosfor Pm og organisk stof BOD_m via vandløb til marine kystafsnit opgjort som den enkelte måneds andel af den tilsvarende årstilførsel til de 9. 1. ordens kystafsnit. De absolutte værdier findes i bilag 11.4.



Figur 11.10 Fordeling af vandføringsvægtet total kvælstof (N)-, total fosfor (P) og BOD koncentration opgjort på månedsbasis i tilførslen via vandløb til de 9 1. ordens marine kystafsnit. Se bilag 11.5.

Generelt lille variation i koncentrationen af total kvælstof over året

Koncentrationen i det vandløbsvand, der afstrømmer til bugter, fjorde og andre kystnære arealer er højere end i havvandet, hvorved der sker en koncentrationsforøgelse i de kystnære vandområder. Gennem fortynding, omsætning og sedimentation vil der være et fald i koncentrationerne ud mod det åbne hav. De månedlige vandføringsvægtede koncentrationer af total kvælstof, der når marine kystafsnit via vandløb viser generelt en positiv samvariation med den afstrømmende vandmængde, dog i en meget afdæmpet form (figur 11.10 og bilag 11.5). Den største årstidsvariation findes i farvandsområde IV-IX, hvor spildevandsmængden er så høj, at der i sommerperioden og i 4. kvartal i 1995 ved lave vandføringer sker en stigning af koncentrationen af total kvælstof (f.eks. farvandsområde 7). Total kvælstof koncentrationen er lavest i afstrømningen til Nordsøen (2,3-5,8 mg N l⁻¹) og når ekstreme værdier i afstrømningen til Øresund i november 1995 (32,2 mg N l⁻¹). Hertil skal lægges bidraget fra de direkte punktkildeudledninger for at få de faktiske vandføringsvægtede koncentrationer, der når de marine kystafsnits vande (Kaas et al., 1996).

Okker, kvælstofomsætning og nedbør spiller en væsentlig rolle ved tolkning af kvælstofkoncentrationerne

De lave kvælstofkoncentrationer i afstrømningen til Nordsøen kan blandt andet tilskrives, at en stor del af afstrømningen i vandløbene stammer fra grundvand. Endvidere er der i mange områder i Vestjylland grundet tilstedeværelse af jern under iltfrie forhold i de øvre grundvandsmagasiner en omsætning af nitrat til frit kvælstof. Der er også en række engområder omkring de større vandløb, hvori der potentielt kan omsætte nitrat til frit kvælstof, ligesom der i de nedre dele af de større jyske vandløbs systemer kan foregå en vis denitrifikation i vandløbene.

Vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof

Den årlige vandføringsvægtede kvælstofkoncentration beregnet for afstrømning til de marine kystafsnit via vandløb var i 1995 5,4 mg l⁻¹, hvilket er på niveau med den hidtil laveste værdi i 1989. De vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer fremgår af tabel 11.9. Det tørre 2. halvår med lav kvælstoftilførsel til ferskvand erkendes tydeligt. Den højeste vandføringsvægtede koncentration fremkom for 1992, hvor der var en 9 ugers periode i maj-juli uden regn. I 1995 var koncentrationen 26% lavere end i 1992. I forhold til niveauet midt i 1980'erne er koncentrationen i 1995 17% lavere.

Tabel 11.9 Vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer af kvælstof, fosfor og organisk stof i afstrømningen via vandløb til de marine kystafsnit.

Periode	Kvælstof mg N l ⁻¹	Fosfor mg P l ⁻¹	BOD ₅ mg BOD ₅ l ⁻¹
1981-88	6,5	0,243	
1989	5,7	0,265	
1990	6,9	0,255	
1991	6,2	0,183	
1992	7,3	0,156	
1993	7,0	0,146	
1994	6,1	0,151	2,13
1995	5,4	0,140	1,92

Vandføringsvægtet fosforkoncentration varierer delvist i modfase med vandføringen

Den vandføringsvægtede koncentration af fosforafstrømningen via vandløb (figur 11.4 og bilag 11.5) påvirkes stadig en del af spildevandstilførsler. Koncentrationer vil derfor generelt være høje om sommeren og lavere om vinteren i vandløb med stor spildevandspåvirkning. Der er derfor meget høje total fosforkoncentrationer om sommeren i afstrømningen til farvandsområde 7, 8 og 9 (op til knap $1,9 \text{ mg P l}^{-1}$). I områder med lav spildevandspåvirkning (f.eks oplandet til Nordsøen) vil koncentrationen være afhængig af tilførslen fra åbent land og interne processer i vandløbet. Således vil retention om sommeren og udskylning af den ophobede sedimentpulje om efteråret og vinteren under flomepisoder spille en afgørende rolle for forfortransporten (Svendsen & Kronvang, 1994 og Svendsen et al., 1995). Grundet det usædvanligt tørre 2. halvår i 1995, optræder der ikke nogen stigninger i fosforkoncentrationen, og det materiale, der er ophobet i vandløbene er generelt ikke skyllet ud i løbet af 1995 og ligger derfor klar til udskylning i 1996 eller senere.

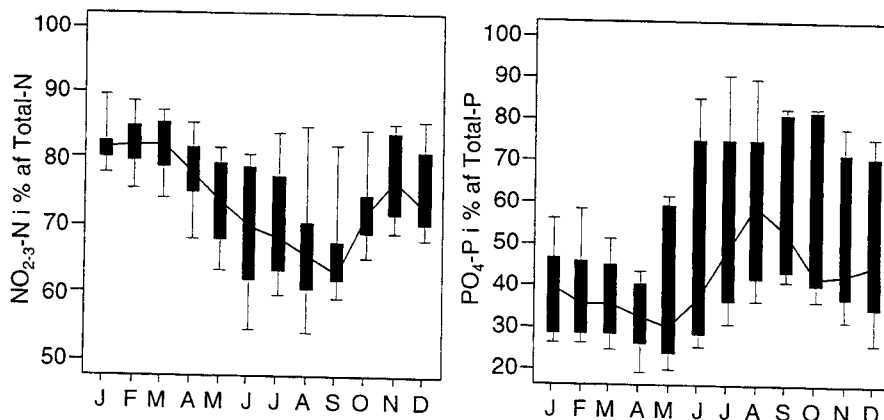
Vandføringsvægtede koncentration af fosfor faldet i takt med den forbedrede spildevandsrensning

Den vandføringsvægtede fosforkoncentration for afstrømning via vandløb fra Danmark til marine kystafsnit var i 1995 $0,140 \text{ mg P l}^{-1}$, hvilket svarer til et fald på 46% siden 1989 (tabel 11.9). Faldet skyldes alene den forbedrede spildevandsrensning, hvor der i samme periode er sket et fald i spildevandstilledningen til ferskvand på 64% fra 1989 til 1995. Det diffuse fosfortab er ikke faldet i den samme periode.

Andelen af uorganisk opløst kvælstof og fosfor

De opløste uorganiske fraktioner af kvælstof og fosfor regnes for umiddelbart biotilgængelige. Andelen af nitrat-nitrit kvælstof ($\text{NO}_{23}\text{-N}$) udtrykt som månedstilførslen af $\text{NO}_{23}\text{-N}$ i forhold til månedstilførslen af total kvælstof til de ni 1. ordens kystafsnit via vandløb fremgår af figur 11.11 og i bilag 11.6. Nitrat-nitrit kvælstof udgør den laveste andel i afstrømningen til Kattegat (ca. 53-76%) og den er højest til Storebælt. Der er i 1995 ikke en tydelig sæsonvariation grundet tørken i 2. halvår, dog er andelen af nitrat lidt højere i vinterhalvåret. Den lave andel af nitrat i afstrømningen fra oplandet til Kattegat kan sandsynligvis tilskrives en omsætning af nitrat i Gudenåens opland (Århus Amt, 1996). I de spildevandsbelastede områder er der en høj andel af nitrat kvælstof, som stammer fra spildevand, idet hovedparten af den organiske kvælstofbelastning fjernes i renseanlæg.

Figur 11.11 Fordelingen af nitrit-nitrit ($\text{NO}_{23}\text{-N}$) i procent af total kvælstof tilførslen, og andelen af orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i procent af total fosfortilførslen opgjort på månedsbasis i tilførslen via vandløb til de 9 1. ordens kystafsnit. Se bilag 11.6.



Andelen af opløst-orthofosfat fosfor er nært tilknyttet vandafstrømningen

Den procentvise andel af opløst orthofosfat fosfor udviser en sæsonvariation med høje procentuelle andel i den periode, hvor vandføringen er lav, da der forekommer en mindre fortynding af det tilledte spildevand.

I disse perioder er tilførslen af partikulært materiale til vandløb beskeden og det tilbageholdes i et vist omfang i vandløbssystemet (figur 11.11 og bilag 11.6). I farvandsområder med høj spildevandsbelastning (f.eks. VI-IX) udgør opløst orthofosfat en høj andel af den totale fosforbelastning.

Andelen af opløst-orthofosfat fosfor er speciel lav i afstrømningen til Nordsøen

Den laveste andel af opløst orthofosfat fosfor forekommer i afstrømningen fra Jylland og specielt i vandløb, der afstrømmer mod Nordsøen (25-40%). Dette hænger sammen med en relativ lav spildevandsbelastning, men også af forekomsten af jern, der binder den opløste fosfor til partikler. Fosfortransporten vil derfor overvejende blive transporteret på partikulært bundet form.

11.6 Retention af kvælstof og fosfor i ferskvand samt udvikling i tilførslen

Hvorfor skal retentionen tages i ed?

For at kunne beregne betydningen af de forskellige kilder til belastningen med kvælstof, fosfor og organisk stof af vandmiljøet kræves et kendskab til størrelsen af tilførslen fra de forskellige kilder. De beregnede stofafstrømningen til de marine kystafsnit er netto afstrømninger, således at forholdet mellem kilderne ikke vurderes korrekt, hvis der ikke tages højde for retention i ferskvand. Retention af kvælstof og fosfor forekommer i søer (Jensen et al., 1996) men også i vandløbene og vandløbsnære arealer (Svendsen et al., 1995). Det er tidligere påvist, at retentionen af kvælstof og fosfor spiller en vigtig rolle ved bestemmelsen af kildefordelingen for leveringen heraf til ferskvand (Græsbøll et al., 1994). Det er afstrømningen fra baggrunds- og dyrkede arealer (diffuse tilførsel), der beregnes forkert, såfremt der ikke tages højde for retentionen.

Emissionsopgørelse

Hovedproblemet ved kildeopsplitning af tilførslen til ferskvand består i, at det diffuse bidrag bestemmes som et residual, dvs. som den målte transport minus målte punktkilder og minus et beregnet baggrundsbidrag. Den diffuse tilførsel påføres da også de usikkerheder og fejl, der er ved beregningen. Denne metode kaldes emissionsmetoden (Svendsen et al., 1995b), og skal man fordele en eventuel retention korrekt på de forskellige kilder, skal der til den målte transport lægges en retention, således at der fås en bruttotransport og dermed et mål for bruttotilførslen. Antages det at retentionen er foregået proportionalt på alle kilder, kan disse beregnes som en procentuel andel af den beregnede bruttotransport.

Immissionsopgørelse

Kildernes indbyrdes størrelse kan også bestemmes ved at måle punktkilderne og at lave modelberegninger eller detailopgørelser af den diffuse tilførsel. I dette tilfælde søges samtlige kilder målt eller beregnet, og resultatet kan så sammenholdes med den målte transport. Forskellen på summen af kilderne og den målte transport vil være retention i ferskvand plus/minus usikkerheder og fejl. Denne metode kaldes immissionsmetoden (Svendsen et al., 1995b). I Danmark har vi endnu ikke tilstrækkeligt gode data til at beregne/modellere den diffuse afstrømning på et tilstrækkeligt detaljeringsniveau, hvorfor emissionsmetoden er anvendt. Specielt savnes viden om tilførsel via dræn, overfladisk afstrømning, brinkerosion og grundvand.

Retention af kvælstof og fosfor i ferskvand generelt positiv

Generelt har retentionen været positiv i ferskvand (Jensen et al., 1995), hvilket betyder at den diffuse tilførsel underestimeres. I en række danske søer er der dog ophobet større puljer af fosfor fra tidligere tiders spildevandsbelastning og når dele af dette fosfor frigives, vil nogle søer netto frigive fosfor. Dette medfører, at den diffuse afstrømning da bliver reduceret ved beregningen. Kildeopsplitning af fosfor er derfor noget usikker i oplande med stort ferskvandsareal. For organisk stof (BOD₅) giver det ikke mening at bestemme en retention, idet der i søer og i vandløb sker en produktion af organisk stof, ligesom der sker en omsætning af BOD₅ undervejs.

Hvordan overføres kildefordelingen fra brutto til netto transporten?

Såfremt kilderne er ensartet fordelt i oplandet kan kildefordelingen beregnet på basis af bruttotransporten (målt transport + retention) overføres proportionalt til en kildefordeling på den målte (netto) transport. Findes hovedparten af punktkildeudledningerne nedstrøms i oplandet må retentionen på disse antages at være ca. 0.

Anvendelse af massebalance studier fra overvågnings søerne

Retention i ferskvand i Danmark blev i 1993 og 1994 bestemt ud fra massebalance studier i de danske overvågnings søer (Larsen et al., 1995). I disse er der bestemt en median tilbageholdelsesrate på henholdsvis 68 mg N m⁻² d⁻¹ og -0,21 mg P m⁻² d⁻¹ i 1995 (Jensen et al., 1995). Disse rater ganges med søarealet, så der fremkommer en samlet retention for ferskvand. Anvendelse af den beregnede negative median tilbageholdelsesrate af fosfor i 1995 vil betyde, at den samlede retention vil have været negativ, hvilket er ganske urealistisk. Der er derfor valgt en anden procedure.

Fosforretention/frigivelse er meget specifik for de enkelte søer, således at de opgivne netto tal for retention kan dække over stor retention i nogle kystafsnit til netto frigivelse af fosfor i andre (f.eks farvandsområde 32 med Arresø).

Anvendelse af samtlige 37 overvågnings søer

Retentionen af fosfor og kvælstof i søer i oplandet til hver af de 49 2. ordens kystafsnit er blevet beregnet ud fra CORINE-opgørelsen af sø-arealer indenfor hver af disse samt ud fra den aktuelt estimerede retention af kvælstof og fosfor i det givne år. Retentionsværdier er valgt fra disse 37 søer, da de anses for at være repræsentative for samtlige danske søer med hensyn til næringsstofniveau og morfometriske forhold (Kristensen et al., 1990). Som det bedste skøn for retentionen af henholdsvis kvælstof og fosfor er vlagt medianen for den arealspecifikke retention i de 37 søer (se Jensen et al., 1996). I en række kystafsnit, hvor søernes retention spiller en forholdsvis høj rolle, og hvor der er etableret massebalancer for søerne i alle år, er de aktuelle retentioner for fosfor og kvælstof anvendt. Dette drejer sig blandt andet om Arresø i kystafsnit 32, hvor indflydelsen af søen i nogle år er meget markant. De øvrige søer er Gundsømagle sø (kystafsnit: 32), Fugle sø (kystafsnit: 32), Tystrup Sø (kystafsnit: 62), Tissø (kystafsnit: 61), Borup sø (kystafsnit: 71), Arreskov sø (kystafsnit: 42), Langesø (kystafsnit: 42), Lemvig sø (kystafsnit: 37), Kilen (kystafsnit: 37), Ravn sø (kystafsnit: 35), Bryrup Langsø (kystafsnit: 35), Ørn sø (kystafsnit: 35), Hinge sø (kystafsnit: 35). For det danske ferskvandsareal giver ovennævnte beregning ton 6.700 N og 50 ton P (tabel 11.10). Metoden tager i højere grad end tidligere hensyn til variationer i ferskvandsareal i de enkelte oplande. En inddragelse af middeldybder for de søer i de enkelte oplande, der var kendte, gav ingen

væsentlige ændringer i de beregnede retentioner. I forhold til de beregnede retentioner i tidligere overvågningsrapporter er der sket en nedjustering for kvælstofretentionen på 20-50%, hvilket skønnes at være for meget. Retentionen af fosfor skønnes at være underestimeret i 1995 med op til en faktor 2, da der har været høj retention i vandløbene og de vandløbsnære arealer, som ikke er blevet udskyllet i løbet af de sidste måneder i 1995.

Tabel 11.10 Den målte årlige transport af kvælstof og fosfor via vandløb til marine kystafsnit samt den beregnede retention i søer som tilsammen giver en beregnet årlig tilførsel til ferskvand af kvælstof og fosfor.

	Kvælstof (ton)			Fosfor (ton)		
	Målt til ferskvand N	Retention N	Tilførsel til ferskvand N	Målt til ferskvand P	Retention P	Tilførsel til ferskvand P
1989	62000	10200	72200	2860	125	2985
1990	97000	10700	107700	3570	90	3660
1991	79000	9500	88500	2330	150	2480
1992	91800	13200	105000	1960	-15	1945
1993	98200	10600	108800	2040	90	2130
1994	119100	11000	130100	2960	10	2970
1995	84400	6700	91100	2190	50	2240

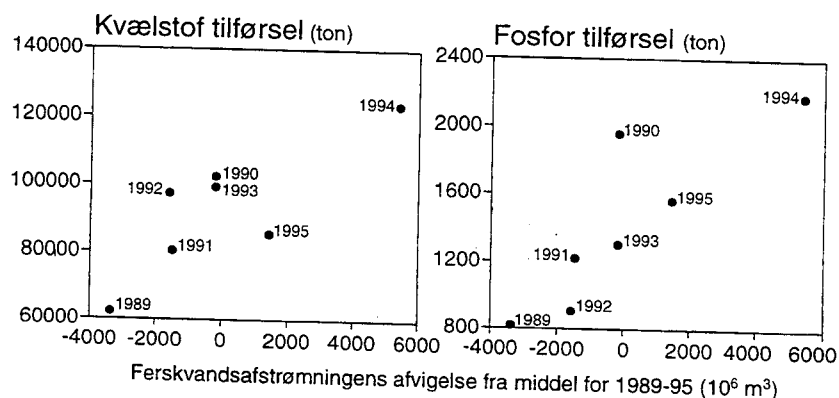
Diffuse kvælstof og fosfor tab

De beregnede retentionsværdier er anvendt for at bestemme det diffuse tab af kvælstof (figur 11.12) og fosfor (figur 11.13). Det overordnede mønster i tab fra åbent land kan genfindes (figur 11.6 og 11.7). På landsplan var tabet fra natur- og landbrugsarealer $19,9 \text{ kg N ha}^{-1}$ og $0,36 \text{ kg P ha}^{-1}$.

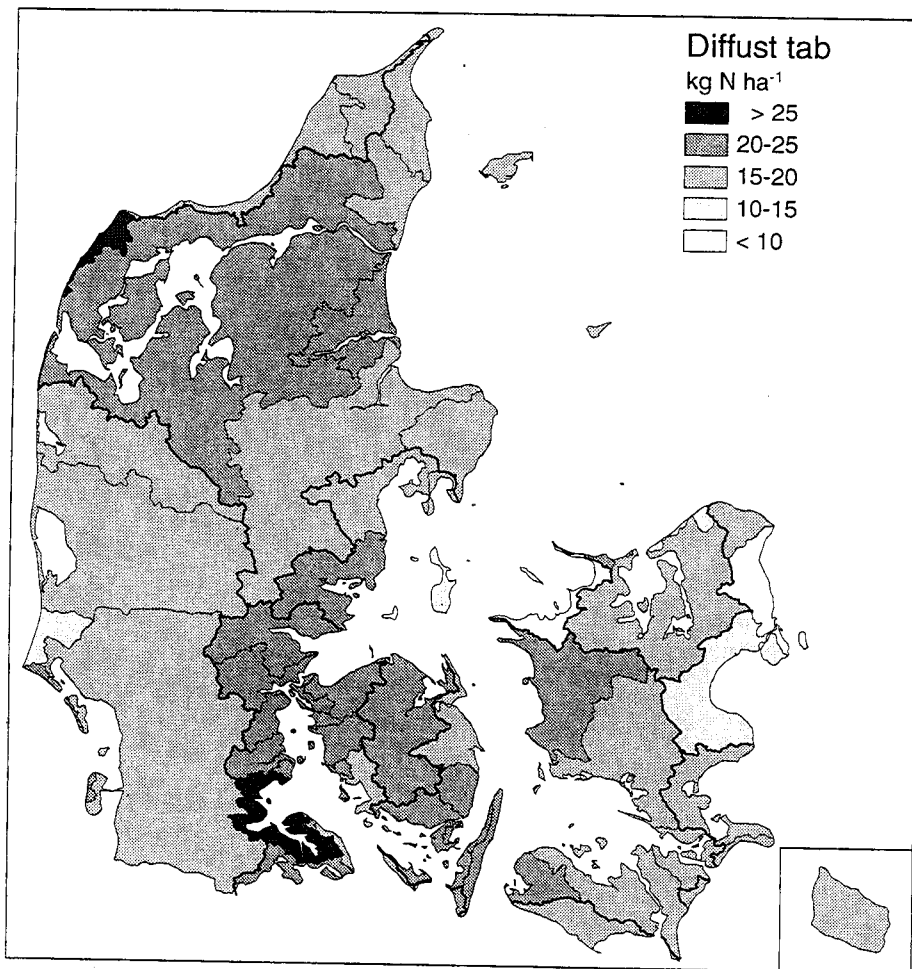
Er der sket en udvikling i den diffuse afstrømning af kvælstof og fosfor når der tages højde for retention?

Den diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor (inklusive belastningen fra spredt bebyggelse) til ferskvand i Danmark er beregnet for hvert af overvågningsårene med anvendelse af retentionsværdierne for kvælstof og fosfor fra tabel 11.10. Den diffuse belastning af kvælstof og fosfor er afbilledet mod ferskvandafstrømningens afvigelse fra midlen i perioden 1989-94 (som er lig midlen for 1971-90) i figur 11.14.

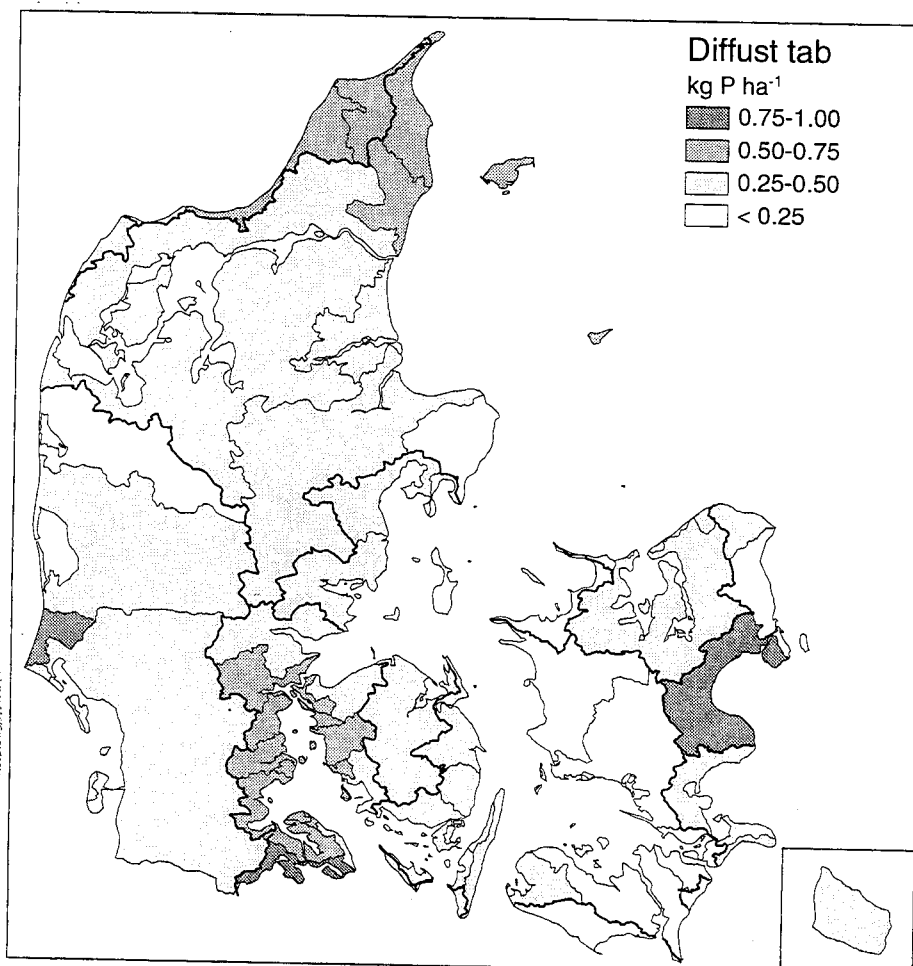
Figur 11.14 Den årlige diffuse kvælstof- og fosfortilførsel til ferskvand (inklusive spildevand fra spredt bebyggelse og inklusiv retention) for hver af de syv overvågningsår afbildet mod det enkelte års ferskvandsafstrømningens afvigelse fra midlen i perioden 1989-95 (= $14.200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$).



Figur 11.12 Diffuse tab af kvælstof i de 492. ordens kystafsnit. Det diffuse tab omfatter tilførsel fra natur- og dyrkede arealer i hvert opland.



Figur 11.13 Diffuse tab af fosfor i de 492. ordens kystafsnit. Det diffuse tab omfatter tilførsel fra natur- og dyrkede arealer i hvert opland.



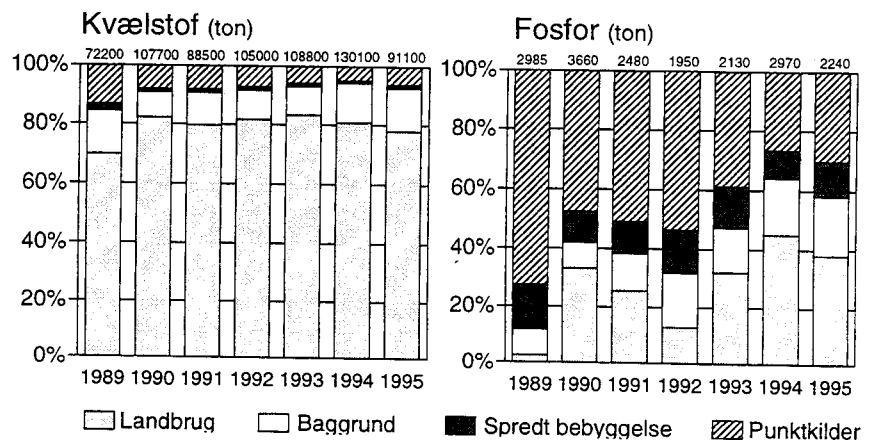
Hvis den diffuse afstrømning alene er afhængig af vandafstrømning skulle punkterne i figurene samle sig om en ret linie. Der er endnu for få punkter til at kunne udlede nogen generelle konklusioner, dog samler punkterne sig rimeligt pænt omkring en ret linie. Den diffuse kvælstof- og fosfor afstrømning var meget høj i 1994, men for kvælstof ikke som høj som en lineær sammenhæng mellem afstrømning og diffus tilførsel ville betinge. Til gengæld var den diffuse fosfor afstrømning meget høj i 1994. Den lange tørre periode i 1992 har betinget en ekstra høj diffus kvælstofafstrømning i 1992, men et ekstra lav diffus fosforafstrømning. Værdierne for 1995 ligger tilsyneladende pænt omkring en lineær sammenhæng mellem diffus tab af kvælstof- og fosforafstrømning og ferskvandsafstrømningen, når der tages hensyn til retention i ferskvand. Retention i ferskvand medfører, at der sker en tidlig forskydning af transporten i forhold til leveringstidspunktet, der kan række ud over et kalenderår, som det vil være tilfældet for 1995 til 1996 og måske frem til 1997.

11.7 Kilderne til kvælstof og fosfortilførslen til marine kystafsnit

Kildeopsplitning af ferskvandsafstrømningen

I figur 11.15 er der foretaget en kildeopsplitning på baggrund af tilførslerne til ferskvand, dvs. ud fra den beregnede transport tillagt kvælstof- og fosforretentionen, som fremgår af tabel 11.10 Baggrundsbelastningen er beregnet ved anvendelse af de beregnede årlige median arealkoefficienter af kvælstof og fosfor fra naturarealer for 94% af landets areal (resten regnes for befæstet).

Figur 11.15 Kildeopsplitning af de samlede tilførsler af kvælstof og fosfor til ferskvand (hvor der er taget højde for retention) for hver af de syv overvågningsår.



Tilførsel fra landbrug er nu hovedkilde til belastning af ferskvandsmiljøet med både kvælstof og fosfor

Tilførslen fra dyrkede arealer udgjorde i 1995 78% af den samlede belastning med kvælstof af ferskvandsmiljøet, når der er taget højde for retentionen (figur 11.15). Den diffuse tilførsel udgjorde i 1995 93% af den samlede belastning af ferskvand med kvælstof mod 84% i 1989. Selv om det skulle være muligt at reducere yderligere på spildevandsudledninger til ferskvand kan dette kun give en ubetydelig nedsættelse i kvælstoftilførslen af ferskvand.

Spildevand og landbrug er hovedkilde til ferskvandsbelastningen

Punktkilder er ikke længere den dominerende kilde for tilførsel af fosfor til ferskvand. Den diffuse tilførsel inklusive spredt bebyggelse er steget støt fra at udgøre 27% af en belastning på 3.000 ton P i 1989 til at udgøre 70% af en samlet belastning på 2.240 i 1995. Tilførslen fra dyrkede arealer

udgjorde i 1989 3% og i 1995 38%. Der er naturligvis stor usikkerhed på opgørelsen af tilførsler fra landbrug, der beregnes som et restled. Usikkerhederne ved opgørelse af tilførsler fra punktkilder, spredt bebyggelse, beregning af retention og måling af stoftransporten akkumuleres derfor i tilførslerne fra landbruget. Den kraftigt forbedrede spildevandsrensning vil automatisk øge landbrugets og baggrundsbidragets procentuelle andel af den samlede tilførsel, men den absolutte fosfortilførsel fra dyrkede arealer har været højt i perioden 1993-95, hvilket blandt andet kan tilskrives store vandafstrømninger. Med det nuværende niveau for diffus fosfortilførsel vil reduktionsmålet på 80% vanskeligt kunne opfyldes, selv hvis yderligere reduktioner af spildevandstilførsler kan opnås med mindre den diffuse tilførsel reduceres i forhold til niveauet i årene 1993-95.

*Kildefordeling til ferskvand
i de ni farvandsområder:
kvælstof*

Kildefordelingen for tilførsel af kvælstof og fosfor til ferskvand i oplandene til de ni farvandsområder er gennemført, med den i bilag 11.1-2 angivne retention (tabel 11.11). For kvælstof udgør den diffuse tilførsel (kaldet diffust tab) fra 88% (Øresund) til 96% (Sydlige Østersø) af den samlede belastning.

*Kildefordeling til ferskvand
i de ni farvandsområder:
fosfor*

Der er stadig et mere varierende billede vedrørende kildestyrken af den diffuse fosfortilførsel til ferskvand. Den diffuse tilførsel udgør 32% (Øresund) til 78% (Skagerak) af den samlede belastning (tabel 11.11). Den diffuse tilførsel er hovedkilde for fosfortilførsel til ferskvand. I oplandet til Øresund (farvandsområde 7) er belastningen fra punktkilder til ferskvand dog stadig høj, 40% af den samlede fosfortilførsel. Der vil således stadig kunne ske reduktioner i de tilførte fosformængder til ferskvand ved implementering af planlagte tiltag overfor punktkilder til ferskvand. Den estimerede tilførsel fra spredt bebyggelse er stadig også en væsentlig kilde til fosforbelastning i en del oplande (op til 29%).

Tabel 11.11 Kildeopsplitning af tilførslerne af kvælstof og fosfor til ferskvand i 1995 til hver af de ni farvandsområder (retention er inkluderet i beregningerne).

Farvandsområde	Kvælstoftilførsel			Fosfortilførsel		
	Punkt- kilder %	Spredt bebyg- %	Diffus afstrøm- %	Punkt- kilder %	Spredt bebyg- %	Diffus af- strøm- %
Nordsøen	8	1	91	33	8	59
Skagerak	6	1	93	18	4	78
Kattegat	5	1	94	27	9	64
Nordl. Bælthav	8	2	90	36	22	42
Lillebælt	6	2	92	27	15	58
Storebælt	4	2	94	38	25	37
Øresund	11	1	88	32	5	63
Sydlige Østersø	3	2	95	40	29	34
Østersøen	2	2	96	23	19	58
Danmark	6	1	93	30	12	58

11.8 Konklusion

I dette kapitel opgøres belastningen via vandløb til marine kystafsnit med kvælstof, fosfor og organisk stof (BOD₅) i 1995. Opgørelsen er foretaget for 1. og 2. ordens marine kystafsnit og udviklingen i de syv overvågningsår er beskrevet. Størrelsen og betydningen af forskellige kilder til belastning af ferskvand med kvælstof og fosfor belyses gennem inddragelse af retention.

- Tilførslen via vandløb til de marine kystafsnit var i 1995 84.400 ton kvælstof, 2.190 ton fosfor og 30.000 ton organisk stof. Kvælstofafstrømning var dermed den laveste siden 1989. Vandafstrømningen satte også rekord med 15.600 millioner m³ og dermed 11% over normen. Grundet et rekordstort 2. halvår af 1995 og høje afstrømninger i januar - marts fandt 2/3 af kvælstofafstrømningen sted i 1. kvartal af 1995.
- Den diffuse kvælstofafstrømning udgjorde i 1995 hele 94% af tilførslen til ferskvand (når der medregnes retention i søerne) mod 87% i 1989.
- Fosfortilførsel via vandløb til de marine kystafsnit er faldet fra 2.870 ton i 1989 til 2.190 ton i 1995, hvilket dog er højere end i både 1992 og 1993. Fra 1981-88 til 1995 er spildevandstilførslerne til ferskvand blevet reduceret med 79% fra 3.200 ton til 680 ton.
- Fosforudledningen med spildevand (inklusive estimerede belastning fra spredt bebyggelse) udgjorde i 1995 42% af de samlede fosforudledninger til de marine kystafsnit via vandløb. Tages der højde for retention i søer (der i kapitlet beregnes for alle 49 2. ordens kystafsnit) udgør den diffuse fosfortilførsel til ferskvand 70% i 1995 mod 27% i 1989. Den diffuse belastning er nu den største kilde både hvad angår kvælstof, fosfor og organisk stof.
- Den diffuse fosforafstrømning afhænger af de klimatiske og afstrømningsmæssige forhold. Alligevel blev den diffuse fosforafstrømning med 1510 ton, kun overgået af de våde år 1990 og 1995. Samtidig er betydningen af belastningen fra spredt bebyggelse faldet med cirka 200 ton fosfor fra 1989 til 1995. Der er således måske tendens til lidt større diffust fosfortab.
- De vandføringsvægtede koncentrationer i tilførslen via vandløb til marine kystafsnit af kvælstof, fosfor og organisk var henholdsvis 5,4 mg N l⁻¹, 0,140 mg P l⁻¹ og 1,9 mg BOD₅ l⁻¹ i 1995. Dette dækker dog over årstidvariationer (høje kvælstofkoncentrationer om vinteren og høje fosforkoncentrationer om sommeren) og store geografiske forskelle. Sæsonvariationen har dog været atypisk i 1995 grundet et ekstremt tørt 2. halvår. Der har ikke været nogen udskylning af betydning af aflejret partikulært materiale med tilhørende fosfor i 1995, således at dette først når frem til de marine kystafsnit i 1996 eller senere. De største tab af næringsstoffer sker i oplande med lerede jorde og høj befolkningstæthed og relativ

lav nedbør. Den vandføringsvægte fosforkoncentration er faldet 48% siden 1989. Renseforanstaltninger overfor fosforudledninger af spildevand til ferskvand har reduceret disse med 74% i forhold til 1981-88, og der er stadig et spildevandspotentiale at forbedre renseindsatsen overfor (f.eks. spredt bebyggelse).

- Renseforanstaltninger overfor spildevandsudledninger af kvælstof og fosfor vil ikke være tilstrækkeligt til at sikre en overholdelse af Vandmiljøplanens reduktionsmål. Ønskes målsætningerne opfyldt, skal det diffuse bidrag nedbringes.
- Der er behov for at udvikle en bedre metode til kildeopsplitning og til estimering af retention i ferskvand. Dette vil blandt andet kræve, at belastning fra det åbne land under forskellig arealudnyttelse skal kunne beregnes. Den beregnede retention i ferskvand af kvælstof og fosfor i 1995 skønnes at være en del underestimeret.

12 Fællestema Fjorde: Vand- og næringsstofftilførsel

12.1 Indledning

De kystnære vandområders miljøtilstand er foruden af en række naturgivne forhold bestemt af næringsstofftilførslen. Stofftilførslen kan opdeles i de landbaserede udledninger med vandløb, de direkte udledninger af spildevand og den atmosfæriske deposition. Endelig udveksles næringsstoffer med de mere åbne farvande. Sidstnævnte stofudveksling er ofte meget dynamisk idet udvekslingen påvirkes af indtrængende saltvand forårsaget af tidevandsbevægelser, vind- og strømforhold m.m. og som følge heraf er udvekslingen vanskelig at beregne.

I årets temarapportering er det derfor valgt at fokusere på et udvalg af fjorde og kystnære områder, hvor der dels ligger data om miljøtilstanden og dennes udvikling, og hvor der med størst sandsynlighed kan forventes at kunne opstilles sammenhænge mellem stofftilførsel fra land og atmosfære og vandområdernes miljøtilstand. Der er således tilvejebragt belastningsdata fra ialt 47 fjordområder. Disse data præsenteres og vurderes i dette kapitel. For en analyse af sammenhæng mellem belastning og miljøtilstand henvises til (Kaas, 1996).

12.2 Datagrundlag og metoder

Opgørelserne af vand- og stofftilførslen til fjordene og kilderne til stofftilførslen er foretaget af amterne og efterfølgende indberettet på delvis standardiseret vis til Danmarks Miljøundersøgelser (*Miljøstyrelsen 1995*). Tilførslerne er af amterne opgjort som målt tilførsel på de vandløbsstationer, der ligger i de respektive fjordoplande samt som et bidrag fra umålte oplande. Sidstnævnte bidrag var forudsat beregnet efter principperne i *Wiggers et al., (1994)*, hvorefter der først for det umålte opland beregnes en vandafstrømning ud fra kendskab til vandafstrømning på en nærliggende vandføringsstation. Den beregnede vandføring fra umålt opland tillægges herefter en stofkoncentration ud fra kendskabet til arealanvendelse og jordtype i det umålte opland, og herudfra kan stoftransporten beregnes under hensyntagen til omfanget af spildevandsudledninger i det umålte opland og de direkte spildevandsudledninger.

Kun få amter har dog benyttet denne metode og istedet anvendt arealkoefficienter til beregning af stofbidraget fra det umålte opland. Der er yderligere ikke alle amter, der har foretaget en sontring mellem spildevandsudledninger udledt til ferskvand i det umålte opland og spildevandsudledninger direkte til det marine område. Disse forskelligheder har vanskeliggjort valideringen af de indberettede data. Sammenstilling af tidligere indberettede spildevandsdata

og data indberettet til denne rapportering viste dog for en del fjorde uoverensstemmelser imellem disse indberetninger. Årsagerne hertil er søgt afklaret og data efterfølgende tilrettet, men det skal understreges, at denne validering ikke har været mulig for alle fjorde i alle år. Datagrundlaget er således primært de af amterne indberettede samlede fjordbelastninger samt kilder hertil.

For de fjorde, hvor amterne har skønnet det fagligt muligt, er der udover årsværdier også indberettet vand- og stoftilførsels månedsværdier de enkelte år. For disse fjorde er de direkte spildevandsudledninger fordelt ligeligt de enkelte måneder. Det bemærkes, at der i de direkte spildevandsudledninger er forudsat inkluderet eventuelle bidrag fra havdambrug.

Stoftilførslen via atmosfærisk deposition er opgjort ud fra modelberegnete kvælstofdepositioner (Skov et al. 1996). Der er ikke i beregningerne af vandtilførslen medregnet nedbør direkte på fjordene. Hvor der ikke foreligger beregninger af atmosfærisk deposition er anvendt; P: 0.1 kg P ha⁻¹ år⁻¹ N: 12 kg N ha⁻¹ år⁻¹; (Hovmand, M., 1993).

Datagrundlag

I Tabel 12.1 er givet en oversigt over datagrundlaget. Der foreligger for enkelte af fjordene tidsserier tilbage før 1982, men fra hovedparten af fjordene er der kun oplysninger om belastning og belastningsudvikling siden starten af Overvågningsprogrammet i 1989. Antal af fjorde med månedsværdier for belastningen er mindre end antal med årsdata, fordi amterne ikke har vurderet det fagligt muligt at beregne sæsonvariation.

Tabel 12.1. Antal fjorde, målt opland i % af total afstrømningsopland, årsværdier, sæsonværdier (-1988, 1989-95)

Periode	Antal Fjorde (Gns)	Målt opland % (Gns.)	Fjordår	Heraf med sæsonvariation %
- 1982	6	69	31	-
1983-88	25	55	84	-
1989-95	47	47	329	308

Målt og umålt opland

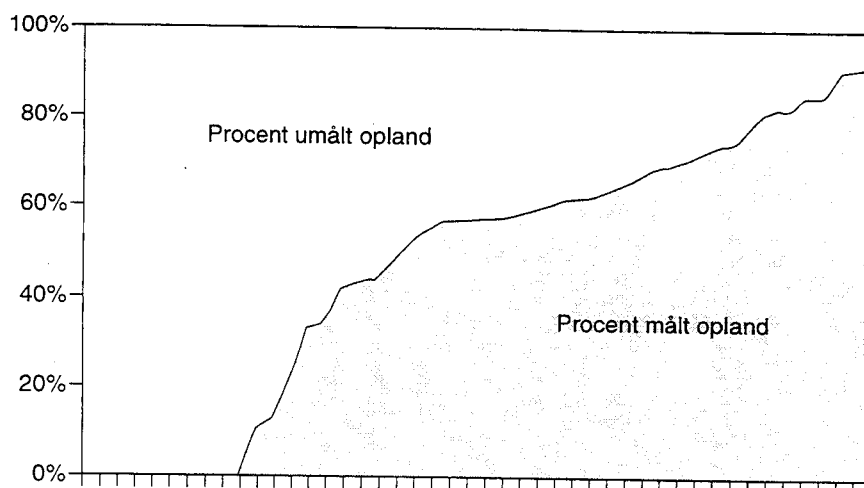
Datagrundlaget varierer betydeligt for så vidt angår den relative dækning af vand- og stofafstrømningen. Til 9 af fjordene (1989-95) er belastningen opgjort uden at der har foreligget målinger fra vandløb i de respektive fjordoplande. Omvendt udgjorde det målte opland i 30 af de 47 fjorde mere end 50%, (Figur 12.1).

12.3 Oplands- og fjordkarakteristik

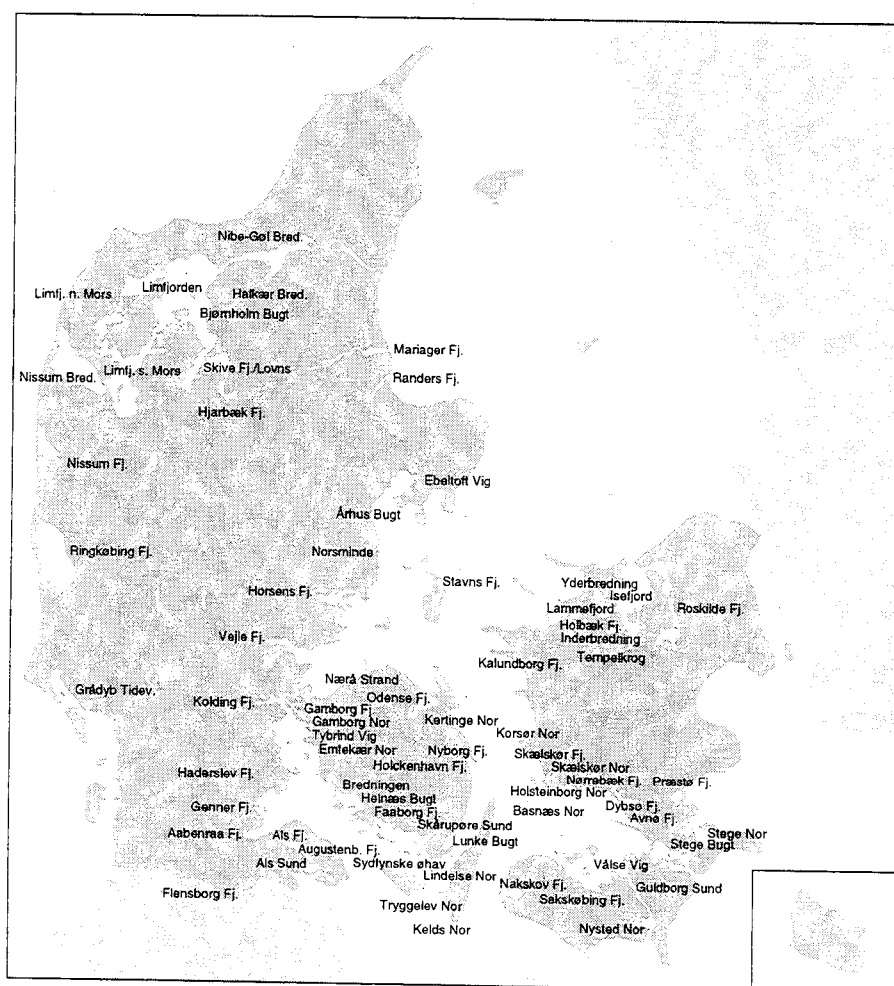
Fjordarealer og afstrømningsoplande

I Figur 12.2 er vist de fjorde og afstrømningsoplande, der indgår. Fjordarealet varierer betydeligt, - fra 0.3 km² (Bredningen) til 1487 km² (Limfjorden) med en tilsvarende stor variation i afstrømningsoplandenes areal, Tabel 12.2). Det samlede opland udgør 31·10³ km², eller ca 75% af landets areal.

Figur 12.1 Fordeling af målt og umålt opland (%) for de 47 Tema-fjorde i 1995



Figur 12.2 Oversigt over beliggenheden af de 47 Tema-fjorde



Tabel 12.2 Oplands og fjordkarakteristik. Oplandsareal, fjordareal. 1995. 47 fjorde

	Min.	1. kvartil	Median	3. kvartil	Max.
Oplandsareal, km ²	8	95	248	572	7594
Fjordareal, km ²	0,3	14	39	74	1487

12.4 Vand- og næringsstofftilførslen til Fjordene

Kvælstoftilførslen følger ferskvandsafstrømningen

Kvælstof

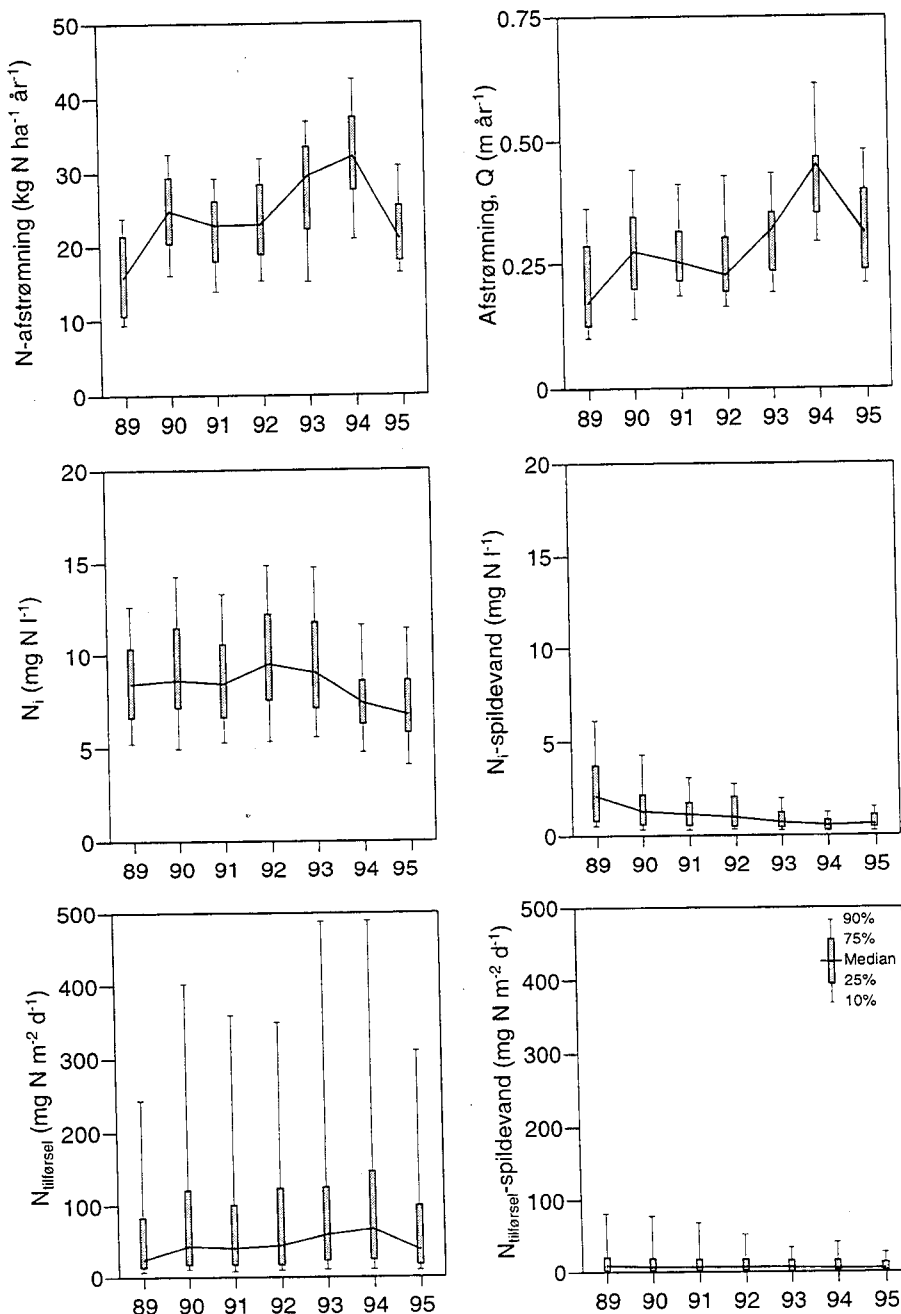
Den samlede afstrømning af kvælstof fra fjordoplandene inklusive de direkte spildevandsudledninger har i perioden 1989-95 generelt fulgt variationerne i ferskvandstilførslen, (figur 12.3, tabel 12.3). Derfor var kvælstoftilførslen til fjordene mindst i det 'tørre' år 1989 og størst i 1994, hvor der også blev målt den største vandafstrømning. Afstrømningsniveauet og udviklingen heri er analog til de kvælstofafstrømninger, der er målt i vandløb i dyrkede oplande med punktkilder (kap. 8 (Windolf, 1996)). Dog med en tendens til lidt højere værdier.

Figur 12.3 Udvikling i den samlede tilførsel af kvælstof (N) og vand til Tema-fjordene. Vandtilførslen (Q) er angivet som afstrømningshøjde pr. opland (meter pr. år).

Kvælstofafstrømning fra oplandene ($N_{afstr.}$) samt direkte spildevandsudledninger, som kg N pr ha år pr opland. Vandføringsvægtet indløbskoncentrationer af kvælstof (N_i) til fjordene beregnet som (tilførsel med ferskvand+direkte udledninger)/ferskvandstilførslen.

Arealspecifik kvælstoftilførsel til fjordene ($N_{tilførsel}$) beregnet som (samlede tilførsler til fjordene med ferskvand og direkte spildevandsudledninger)/fjordareal. Tilsvarende er max. potentielle bidrag til samlet belastning med spildevand afbildet ($N_{spildevand}$).

10, 25, 50, 75 og 90% fraktiler er afbildet.



Tilførsler af kvælstof med spildevand er mindsket

Spildevand bidrager kun med en lille andel af den samlede kvælstoftilførsel og har dermed ringe indflydelse på kvælstofkoncentra-

tionerne i det tilstrømmende vand, (figur 12.3). Selv om spildevandsudledningerne i fjordoplandene er halveret i perioden 1989-95 har dette således ikke påvirket de samlede kvælstoftilførsler.

Tendens til lavere indløbskoncentrationer af kvælstof de senere år

De vandføringsvægtede indløbskoncentrationer har generelt udvist en faldende tendens siden 1992, men effekten heraf på den samlede fjordbelastning er i nogen grad blevet modvirket af den stigende vandafstrømning. I 1995 var kvælstoftilførslen til fjordene dog den mindste siden 1989 på trods af, at vandafstrømningen i 1995 var den næsthøjeste i perioden.

Fosfortilførsel reduceret fordi spildevandet renses bedre

Fosfor

Modsat hvad der gælder for kvælstof har den reducerede spildevandsudledning af fosfor generelt mindsket de samlede fosfortilførsler til Tema-fjordene, (Figur 12.4, Tabel 12.4).

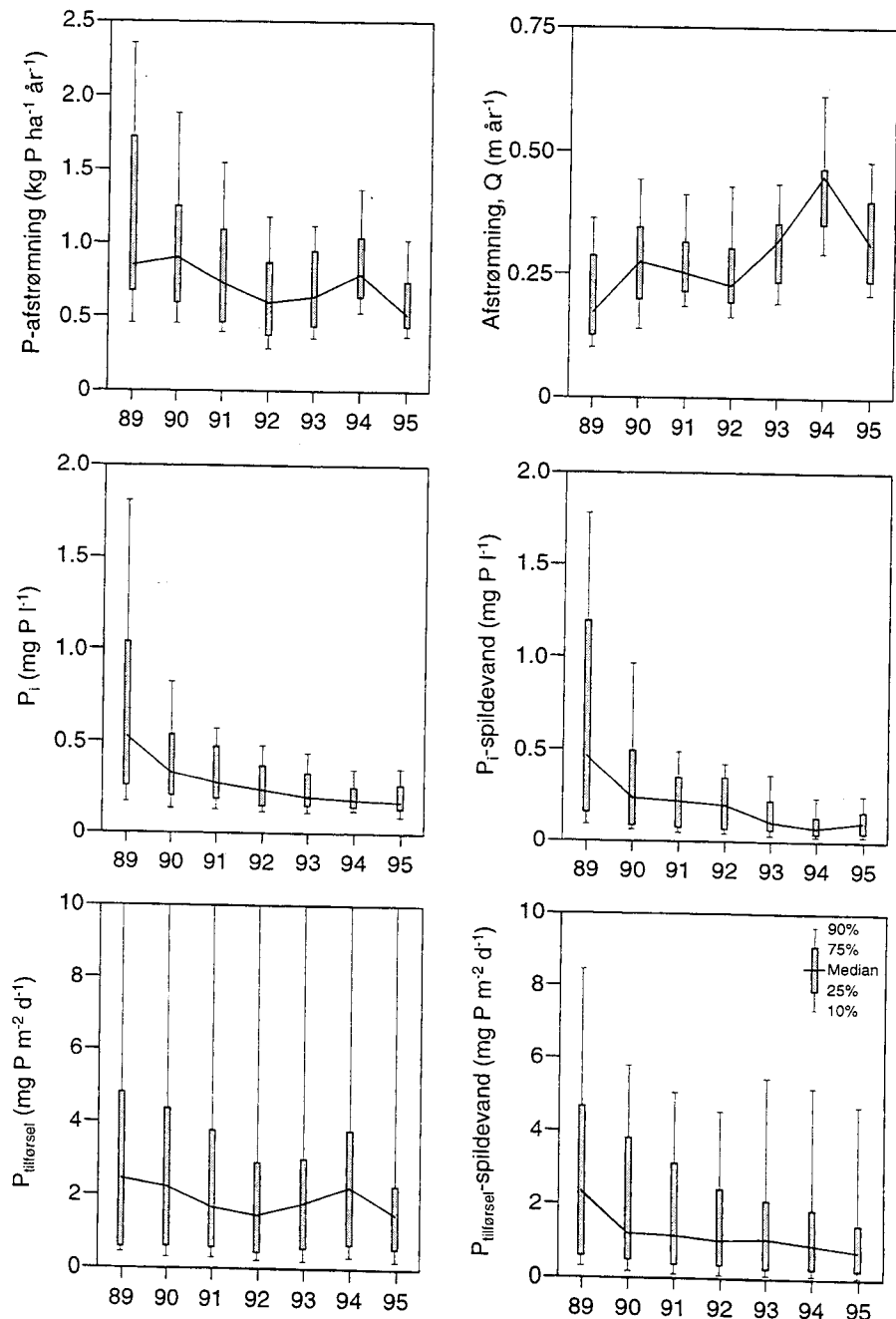
Figur 12.4 Udvikling i den samlede tilførsel af fosfor og vand til Tema-fjordene. Vandtilførsel (Q) i afstrømningshøjde pr oplande (meter pr. år).

Fosforafstrømning fra oplanden (P_{afstr}) samt direkte spildevandsudledninger, som kg P ha pr år pr opland. Vandføringsvægtet indløbskoncentrationer af fosfor (P_i) til fjordene beregnet som (tilførsel med ferskvand + direkte udledninger) / ferskvandstilførslen.

Det samlede maximale potentielle spildevandsbidrag til P_i (P_{i_spv}) beregnet som de samlede spildevandsudledninger i oplandene / ferskvandstilførslen.

Arealspecifik fosfortilførsel til fjordene ($P_{\text{tilførsel}}$) beregnet som (samlede tilførsler til fjordene med ferskvand og direkte spildevandsudledninger) / fjordareal.

Tilsvarende er max. potentielle bidrag til samlet belastning med spildevand afbildet ($P_{\text{tilførsel}}(\text{spildevand})$). 10, 25, 50, 75 og 90% fraktiler er afbildet.



Tabel 12.3 Vand- og Kvælstoftilførsel til Tema-fjordene (eksklusiv atmosfærisk deposition). N-afstrømningen fra oplande inkluderer direkte spildevandsudledninger. Det samme gør den arealspecifikke belastning og de vandføringsvægtede indløbskoncentrationer til fjordene.

	år	fjord-år	gns	25%	median	75%
Ferskvand (meter år ⁻¹)	- 1983	31	0,33	0,27	0,31	0,39
	1984-88	84	0,32	0,24	0,30	0,38
	1989	47	0,19	0,12	0,16	0,26
	1990	47	0,28	0,19	0,27	0,34
	1991	47	0,27	0,2	0,25	0,31
	1992	47	0,26	0,18	0,22	0,30
	1993	47	0,31	0,21	0,32	0,35
	1994	47	0,42	0,34	0,44	0,46
	1995	47	0,33	0,25	0,32	0,40
N-afstrømning	- 1983	31	28	23	26	33
Arealkoefficient	1984-88	84	24	18	24	29
opland+spildev.	1989	47	16	11	15	21
eks. deposition	1990	47	25	21	25	30
(kg N·ha⁻¹·år⁻¹)	1991	47	23	18	23	26
	1992	47	24	19	23	28
	1993	47	29	22	29	34
	1994	47	33	28	33	37
	1995	47	22	18	21	25
N-tilførsel (mg N·m ⁻² ·d ⁻¹)	- 1983	31	1124	147	2115	2565
	1984-88	84	360	25	73	344
	1989	47	102	13	26	97
	1990	47	195	23	45	120
	1991	47	167	18	40	100
	1992	47	171	20	44	123
	1993	47	205	26	54	125
	1994	47	249	31	67	145
	1995	47	162	22	44	103
Indløbs- koncentration (vandførings- vægtet mg N·l ⁻¹)	- 1983	31	8,7	7,0	8,6	10,3
	1984-88	84	8,2	6,6	8,1	9,7
	1989	47	9,3	6,6	8,4	10,4
	1990	47	9,8	7,2	8,6	11,5
	1991	47	9,0	6,6	8,4	10,6
	1992	47	10,2	7,6	9,5	12,2
	1993	47	9,9	7,1	9,0	11,7
	1994	47	7,9	6,3	7,4	8,6
	1995	47	7,4	5,8	6,7	8,5

Fosfortransporten fra oplandene inklusive de direkte spildevandsudledninger er mindsket markant gennem perioden, trods den generelt øgede vandafstrømning. Arealkoefficienten er i gennemsnit faldet fra 1.2 til 0.6 kg P ha⁻¹ år⁻¹. Det beregnede spildevandsbidrag til fosforafstrømningen er faldet tilsvarende; fra i gennemsnit 1.1 kg P ha⁻¹ år⁻¹ i 1989 til 0.4 kg P ha⁻¹ år⁻¹ i 1995 og forklarer således reduktionen i den samlede fosforafstrømning. I 1995 udgjorde spildevandsbidraget dog stadig ca halvdelen af den samlede fosforafstrømning.

Tabel 12.4. Vand- og fosfortilførsel til tema-fjordene (eksklusiv atmosfærisk deposition). P-afstrømningen fra oplande inkluderer direkte spildevandsudledninger. Det samme gør den arealspecifikke belastning og de vandføringsvægtede indløbskoncentrationer til fjordene. P-afstrømning fra de samlede spildevandsudledninger i oplandet er yderligere anført separat.

	år	fjordår	gns	25%	median	75%
P-afstrømning	- 1983	31	2,28	1,18	1,39	2,85
Arealkoefficient	1984-88	84	1,5	0,94	1,2	1,8
opland+spildevand	1989	47	1,21	0,68	0,84	1,72
(eksl. deposition)	1990	47	1,04	0,60	0,90	1,39
(kg P·ha ⁻¹ ·år ⁻¹)	1991	47	0,87	0,46	0,73	1,09
	1992	47	0,71	0,37	0,60	0,87
	1993	47	0,75	0,44	0,66	0,95
	1994	47	0,91	0,64	0,81	1,03
	1995	47	0,61	0,44	0,51	0,74
P-afstrømning	- 1983	13	6,1	3,4	3,4	11,7
Arealkoefficient	1984-88	47	1,5	0,60	1,1	2,0
spildevand	1989	47	1,12	0,42	0,81	1,66
(eksl. deposition)	1990	47	0,81	0,33	0,72	1,14
(kg P·ha ⁻¹ ·år ⁻¹)	1991	47	0,65	0,26	0,54	0,94
	1992	47	0,56	0,23	0,51	0,70
	1993	47	0,47	0,20	0,35	0,60
	1994	47	0,44	0,21	0,35	0,49
	1995	47	0,35	0,18	0,31	0,44
P-tilførsel	- 1983	31	59	4,6	43	120
(mg P·m ⁻² ·dag ⁻¹)	1984-88	84	18	1,0	5	13
	1989	47	6,2	0,6	2,4	4,8
	1990	47	6,9	0,6	2,2	4,4
	1991	47	5,6	0,6	1,7	4,0
	1992	47	4,1	0,4	1,4	3,4
	1993	47	4,6	0,5	1,8	3,2
	1994	47	6,1	0,6	2,2	4,1
	1995	47	4,1	0,5	1,5	2,3
Indløbs-	- 1983	31	0,71	0,35	0,49	0,79
koncentration	1984-88	84	0,54	0,30	0,39	0,65
(vandførings-	1989	47	0,80	0,27	0,53	1,04
vægtet, mg P·l ⁻¹)	1990	47	0,44	0,20	0,33	0,54
	1991	47	0,36	0,19	0,27	0,49
	1992	47	0,31	0,15	0,24	0,37
	1993	47	0,27	0,15	0,21	0,33
	1994	47	0,22	0,14	0,18	0,25
	1995	47	0,21	0,13	0,17	0,27

Den reducerede spildevandsudledning har altså bevirket et generelt faldt i fosforbelastningen af fjordene. Mest markant selvfølgelig til de fjorde, der har været mest belastede. Således var fosforbelastningen til 1/4 af fjordene i 1989 større end 4.8 mg P m⁻² d⁻¹ mod 2.3 mg P m⁻² d⁻¹ i 1995. I gennemsnit er fosforbelastningen i 1995 mindsket

med ca 30% i forhold til 1989 trods den større vandafstrømning i 1995.

Indløbskoncentrationer af fosfor mindsket

De vandføringsvægtede indløbskoncentrationer ses også at være faldet markant. Til halvdelen af fjordene var indløbskoncentrationerne i 1995 dog større end 0.17 mg P l⁻¹, eller markant højere end hvad der måles i vandløb i naturoplande (0.05 mg P l⁻¹) og også generelt højere end i tilløbene til danske søer (0.10-0.13 mg P l⁻¹), (Jensen et al., 1996).

12.5 Kilder til stoftilførslen

Samlet stoftilførsel

Den samlede tilførsel til alle Temafjordene af kvælstof og fosfor (ekskl. atmosfærisk deposition) udgjorde i 1995 henholdsvis 64.000 t N år⁻¹ og 1.764 t P år⁻¹. Denne tilførsel udgøres af bidragene fra de enkelte næringsstofkilder idet en del af stofudledningerne dog ofte tilbageholdes i ferskvandsmiljøet og således ikke når frem til de kystnære områder. Spildevand, der udledes langt opstrøms i en fjords afstrømningsopland vil således ofte ikke have samme relative betydning som en tilsvarende spildevandsudledning direkte til fjorden.

Stoftilbageholdelse i ferskvand

Det har ikke været muligt at estimere denne stoftilbageholdelse for alle fjorde, hvorfor det er valgt generelt at illustrere kildeopdelingen til stoftilførslen uden hensyntagen til fersvandsretention (tabel 12.5 - 12.8). Herved vil specielt det diffuse stofbidrag ofte kunne undervurderes, idet bidraget beregnes som difference mellem målt stoftransport i ferskvand og udledningerne fra de kendte spildevandskilder.

Kilder til fosfortilførslen

Med ovennævnte forbehold er det dog alligevel tydeligt, at spildevandsudledningens betydning for den samlede fosfortilførsel er mindsket betydeligt siden 1989 (tabel 12.5), og at betydningen af den diffuse tilførsel har været stigende gennem perioden.

Den atmosfæriske deposition udgør som gennemsnit kun en mindre del af den samlede fosfortilførsel (5%).

Tabel 12.5 Gennemsnitlig fordeling af kilder til fosfortilførslen til 47 "Temafjorde" 1989-95. I kildefordelingen er ikke taget højde for eventuelt stofretention, hvorfor det diffuse bidrags relative andel generelt er underestimeret. Stoftilførsel/udveksling med åben farvande er ikke indregnet.

P (1989-95)		89	90	91	92	93	94	95
Diffus	%	19	33	39	37	49	60	53
Regnvandsbetinget (ferskvand)	%	3	4	5	6	6	5	6
Dambrug (ferskvand)	%	4	4	4	3	3	2	2
Industri (ferskvand)	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Renseanlæg (ferskvand)	%	43	31	27	25	18	13	18
Direkte spildevandsudledning	%	27	23	22	22	18	15	15
Atmosfærisk deposition		4	4	4	5	5	4	5

Betydningen af de enkelte kilder til fosfortilførslen varierer i 1995

Betydningen af de forskellige kilder for fosfortilførslen til de enkelte fjorde varierer dog markant (tabel 12.6). I 1995 udgjorde bidraget fra de diffuse kilder mere end 59% til halvdelen af fjordene. For enkelte fjorde beregnes et diffust bidrag (min.: -7%), fordi der her har været en betydende fosfortilbageholdelse i ferskvandsmiljøet (jvf. tidligere bemærkninger herom).

Tabel 12.6 Relativ betydning af de enkelte kilder til fosfortilførslen til 47 "Temafjorde" i 1995 (se bemærkninger til tabel 12.5).

P (1995)		Min	25%	Median	75%	Max
Diffus	%	-7	39	59	67	94
Regnvandsbetinget (ferskvand)	%	0	2	4	8	24
Dambrug (ferskvand)	%	0	0	0	1	19
Industri (ferskvand)	%	0	0	0	0	8
Renseanlæg (ferskvand)	%	0	6	13	27	64
Direkte spildevandsudledning	%	0	0	9	24	58
Atmosfærisk deposition	%	0	1	2	5	48

Selv om udledninger fra dambrug generelt er mindre betydende kan 19% af fosfortilførslen til en enkelt fjord (Ringkøbing Fjord) dog tilskrives udledningen herfra i 1995. Tilsvarende skønnes den atmosfæriske fosfordeposition at være betydende til en enkelt fjord (48%, Stavns Fjord).

Kilder til kvælstoftilførslen 1989-95

Den diffuse kvælstoftilførsel udgør den langt overvældende andel af kvælstoftilførslen til temafjordene; 60 - 83% for perioden 1989-95 (tabel 12.7). Den relative betydning af spildevandsudledningerne af kvælstof er generelt ringe, men har dog været svagt faldende til 8% i gennemsnit i 1995.

Variation i den enkelte kvælstofkilders betydning i 1995

Den diffuse kvælstoftilførsel udgjorde i 1995 mindst 43% af den samlede tilførsel fra land, direkte udledninger og atmosfære (tabel 12.8). Også den atmosfæriske deposition var dog betydende for mange af fjordene. Til 4 fjorde kunne over 30% af tilførslen tilskrives dette bidrag og til en enkelt (Stavns Fjord) hele 56% i 1995.

Tabel 12.7 Gennemsnitlig fordeling af kilder til kvælstoftilførslen til 47 "Temafjorde" 1989-95. I kildefordelingen er ikke taget højde for eventuelt stofretention, hvorfor det diffuse bidrags relative andel generelt er underestimeret. Stoftilførsel/udveksling med åben farvande er ikke indregnet.

N (1989-95)		89	90	91	92	93	94	95
Diffus	%	60	75	74	76	81	83	80
Regnvandsbetinget (ferskvand)	%	1	1	1	1	1	1	1
Dambrug (ferskvand)	%	1	1	1	1	1	1	1
Industri (ferskvand)	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Renseanlæg (ferskvand)	%	12	6	6	5	3	3	3
Direkte spildevandsudledning	%	10	6	6	5	5	3	3
Atmosfærisk deposition	%	15	11	12	12	10	9	11

Tabel 12.8 Relativ betydning af de enkelte kilder til kvælstoftilførslen til 47 "Temafjorde" i 1995 (se bemærkninger til tabel 12.5).

N (1995)		Min	25%	Median	75%	Max
Diffus	%	43	72	84	88	97
Regnvandsbetinget (ferskvand)	%	0	0	1	1	3
Dambrug (ferskvand)	%	0	0	0	0	7
Industri (ferskvand)	%	0	0	0	0	0
Renseanlæg (ferskvand)	%	0	1	3	5	14
Direkte spildevandsudledning	%	0	0	2	5	17
Atmosfærisk deposition	%	<1	3	8	17	56

12.6 Sæsonvariation i vand- og stoftilførsel

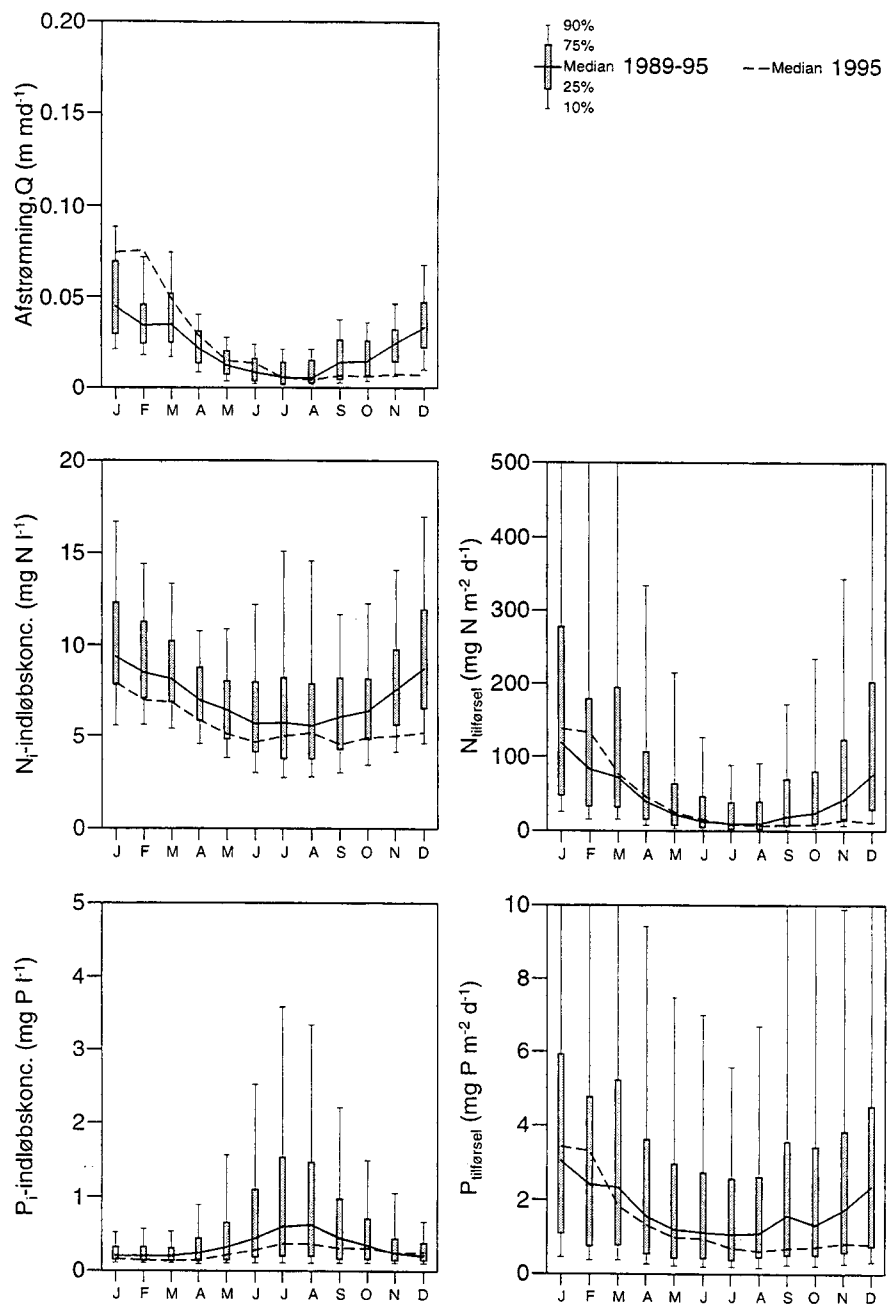
Variation i månedsafstrømning af vand, og tilførslen af fosfor og kvælstof til Temafjordene er vist i figur 12.5. Dels som den gennemsnitlige månedsfordeling for perioden 1989-95 og dels som medianværdien for 1995.

Det er tydeligt, at vandtilførslen i første halvår 1995 var større end normalt, mens den resten af året var meget mindre. Indløbskoncentrationen af kvælstof (median) var generelt lavere end i tidligere år. Dette kan skyldes, at den meget store vandafstrømning i første halvår i nogen grad fortyndede de dyrkningsbetingede tab og de lave koncentrationer i sidste halvår kan, i det mindste delvis, tilskrives, at ferskvandsafstrømningen i denne periode, i modsætning til tidligere år, i væsentlig grad var grundvandsfødt. Der var altså her en mindre overfladenær kvælstofafstrømning og dermed et mindre dyrkningsbetinget bidrag til kvælstofkoncentrationerne i vandløb.

Det er ikke på baggrund af resultater fra et afstrømningsmæssigt unormalt år muligt at vurdere om en del af det mindskede kvælstofniveau i vandløbene kan tilskrives en betydende generel reduktion i de dyrkningsbetingede kvælstoftab. Resultaterne fra Landovervågningsprogrammet tyder dog ikke på at der er sket en betydende reduktion i dette tab i 1995 i forhold til tidligere år (*Grant et al, 1996*).

Fosfortilførslen var i 1995 ligesom kvælstoftilførslen høj i 1. kvartal. Resten af året var tilførslen (median) mindre end tidligere år. Specielt tydelig er den mindskede fosforkoncentration i det vand, der strømmer til fjordene om sommeren. Dette kan tilskrives en mindre udledning med spildevand. Koncentrationerne (median) var dog i 4. kvartal 1995 på niveau med tidligere år, hvilket kan forklares af den meget mindre ferskvandsafstrømning og dermed mindre fortynding af spildevandsudledningerne i denne periode.

Figur 12.5 Sæsonvariation i vand-, fosfor- og kvælstof-tilførsel til Tema-fjordene. Gennemsnit for hele perioden 1989-95 samt median for 1995 (stiplet linie). Endvidere de tilsvarende vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af fosfor og kvælstof til fjordene. Der er medtaget direkte spildevandstilledninger i alle beregnede data. 10, 25, 50, 75 og 90% fraktiler er afbildet.



12.7 Konklusion

På baggrund af resultaterne i dette kapitel kan det konkluderes:

- Der er sket et markant fald i spildevandsudledningerne af fosfor til Tema-fjordene og dermed også et generelt fald i fjordenes fosforbelastning.
- Knap halvdelen af fosfortilførslen kan dog trods den mindskede udledning stadig tilskrives spildevand.
- Fosforkoncentrationerne i det vand, der tilledes fjordene er typisk 3-5 gange større end hvad der findes i vandløb, der afvander 'natur'-arealer.
- Omtrent 80% af kvælstoftilførslen kan som gennemsnit tilskrives det diffuse bidrag, hvoraf hovedparten stammer fra de dyrkningsbetingede udledninger til vandmiljøet.

- Kvælstoftilførslen og koncentrationerne i det tilstrømmende vand var i 1995 relativt lille sammenlignet med tidligere år.
- Der kan ikke på baggrund af et år som 1995, hvor vandafstrømningen var meget atypisk, vurderes om den relativt lille kvælstoftilførsel i nogen grad kan tilskrives generelt mindskede kvælstoftab fra det dyrkede land. Afstrømningsvariationen over året medførte, at der var en meget lav overfladenær vandafstrømning i sidste halvår og dermed et lille kvælstoftab til vandmiljøet.

13 Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgelsers nationale rapporter vedrørende resultaterne af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995

Overvågningen i 1995 har vist, at der siden Vandmiljøplanen i 1987 er sket en reduktion i kvælstofudvaskningen fra landbruget, men at målsætningen ikke er opfyldt. Landbrugspraksis har været den samme i 1995 som i 1994. Fra maj 1995 til maj 1996 var vandafstrømningen og kvælstoftransporten den lavest målte, især på Sjælland og Fyn. Den biologiske tilstand i vandløbene har ikke ændret sig, medens der i en væsentlig del af søerne er konstateret en forbedret miljøtilstand siden 1989. Fjordenes tilstand er stadig præget af de høje næringsstofftilførsler. Fosfortilførslerne er dog mindsket markant til en række fjorde, fordi spildevand renses bedre. Som følge heraf er tilstanden bedret i enkelte fjorde. I de åbne farvande afveg tilstanden i 1995 ikke væsentligt fra tidligere år.

Tilførsel af fosfor og kvælstof til vandmiljøet

I 1995 var ferskvandsafstrømningen fra danske landområder til indre danske farvande godt 10% over normalen for perioden 1971-90. Afstrømningen var dog meget atypisk fordelt over året med næsten dobbelt så meget som normalt i 1. kvartal. I sommeren 1995 indledtes til gengæld den tørreste periode, der er registreret i Danmark, med meget ringe nedbør og en ekstremt lille vandafstrømning i vandløbene. Denne periode fortsatte frem til oktober 1996.

De landbaserede danske tilførsler af fosfor til de marine kystafsnit med vandløb og direkte spildevandsudledninger er faldet markant. I midten af 1980'erne var tilførslerne ca. 8.200 tons fosfor, i 1989 ca. 6.800 tons og i 1995 3.320 tons fosfor. Faldet kan alene tilskrives en bedre rensning af spildevandet. Den diffuse fosforafstrømning var 1.510 ton i 1995 og dermed noget højere end gennemsnittet for perioden 1981-88 på 1.100 ton per år.

Den samlede landbaserede kvælstoftilførsel var i 1995 92.900 tons mod 128.000 tons i 1994, hvor vandafstrømningen og dermed kvælstoftransporten i vandløb var specielt stor. Det diffuse bidrag (inkl. belastning fra spredt bebyggelse), der primært består af dyrkningsbetingede tab til vandmiljøet, udgjorde 85% af den samlede tilførsel fra land. På grund af den store vandafstrømning fandt 2/3 af tilførslen sted i 1. kvartal 1995.

Den målte nitrat-transport i 55 vandløb, der afvander dyrkede områder, var i det hydrologiske år 1995/96 (maj-maj) den lavest målte siden 1978. I fynske vandløb var den kun 14% af normalen mod 59% i jyske vandløb. Den meget lille kvælstoftransport i fynske

(og sjællandske vandløb) forklares primært af den ekstremt lille vandføring. Denne var ikke helt så lav i jyske vandløb. Nitrat-transporten korrigeret for klimatisk betingede år- til år- variationer i vandafstrømningen var i 1995 i Jylland og på Bornholm på samme niveau som de to forudgående år. På Sjælland og Fyn var den betydeligt lavere end i tidligere år. Forskellen regionerne imellem er primært relateret til en større andel af lerjorder i Øst-Danmark og dermed en større overfladenær afstrømning til vandløbene. I lerede oplande var der i 1995 således det laveste tab af nitrat til vandløbene siden 1978/79.

De marine områder tilføres også næringsstoffer fra atmosfæren. På baggrund af målinger og modelberegninger er denne tilførsel opgjort til 0,5-1,6 ton N km⁻² år⁻¹. Størst er den til de kystnære områder og den nordlige del af Nordsøen samt den nordvestlige del af Skagerrak. For de to sidstnævnte områder forårsages den høje tilførsel sandsynligvis af de relativt store nedbørsmængder her, og for de kystnære områder af beliggenheden tæt ved ammoniakilder. Der er tendens til et lille fald i den samlede atmosfærebelastning af de danske havområder i perioden 1989 til 1995.

Vandløb og vandløbsoplande

Landbrugspraksis er undersøgt i 6 landovervågningsoplande. I 1995 udgjorde grønne marker 85% af det dyrkede areal, ca. 68% af husdyrbrugene havde en opbevaringskapacitet til husdyrgødningen på 9 måneder eller derover og forårs/sommerudbringningen af husdyrgødningen udgjorde 80%. Minimumskravet til udnyttelse af husdyrgødning blev ikke opfyldt på 37-47% af ejendommene, som anvendte husdyrgødning i 1995, og der blev overgødet på 20-30% af arealet. I perioden 1990-94 er der dog sket forbedringer i landbrugspraksis, mens forholdene i 1995 ikke afveg væsentligt fra 1994. Udnyttelsen af husdyrgødningen er således forbedret med 16%-point, og forårs/sommerudbringningen er øget med 26%-point.

På landsplan er den samlede tilførsel af handelsgødning faldet fra 392 mill. kg N i 1985 til 310 kg mill. kg N i 1995. Tilførsel af husdyrgødning var omtrent uændret i perioden.

Total kvælstoftilførsel (handelsgødning, husdyrgødning samt kvælstof tilført ved bælgplanters fiksering og atmosfærisk tilførsel) til dyrkningsjord i Danmark er faldet fra 261 kg N ha⁻¹ i 1985 til 237 kg N ha⁻¹ i 1995. Kvælstof fjernet med afgrøderne har varieret mellem 111 og 145 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Nettotilførsel af kvælstof udgjorde 133 kg N ha⁻¹ i 1985 og 106 kg N ha⁻¹ i 1995. Set over hele perioden udgjorde faldet i nettotilførsel af kvælstof 13%.

Udvaskningen af kvælstof fra rodzonen i de 6 landovervågningsoplande har siden 1989 i gennemsnit været 83 kg N ha⁻¹ år⁻¹ for lerjordsoplandene og 135 kg N ha⁻¹ år⁻¹ for sandjordsoplandene. Mindst var udvaskningen fra planteavlsbrugene, og for husdyrbrugene steg udvaskningen med stigende husdyrtæthed.

Kvælstofudvaskningen fra rodzonen er yderligere beregnet med en empirisk model. En beregning for alle markerne i oplandene for 6 driftsår og ved normal klima viste en reduktion i udvaskningen på ca. 14% fra 1989/90 til 1995/95.

I en modelberegning af et scenarie, hvor kravene i Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug vedr. udnyttelsesgrader er opfyldt, og hvor husdyrgødningen indenfor de enkelte ejendomme er fordelt optimalt, fås en gennemsnitlig reduktion i udvaskningen på 32% i forhold til udvaskningen ved aktuel gødningspraksis i 1989/90. Scenariet beregninger af en forøget anvendelse af græsudlæg og efterafgrøder, samt en 20%'s reduktion i gødskningsnormerne peger på, at yderligere tiltag kan bringe udvaskningen ned på niveau med målet i Vandmiljøplanen.

Kvælstofkoncentrationerne i vandløb i dyrkede områder har varieret mellem 6,3 og 9,1 mg N l⁻¹ eller 4-5 gange større end i vandløb i naturområder. I 1995 blev der målt de laveste koncentrationer i vandløbene i dyrkede områder hidtil.

Tilførsel af fosfor med handelsgødning til dyrkede arealer i Danmark er faldet fra 16,7 kg P ha⁻¹ i 1985 til 7,8 kg P ha⁻¹ i 1995, mens tilførsel med husdyrgødning er steget fra 16,8 P ha⁻¹ til 17,8 kg P ha⁻¹ i samme periode. Fosfor fjernet med afgrøderne har varieret mellem 16 og 22 kg P ha⁻¹ år⁻¹. Nettotilførsel af fosfor til landbrugsjord er således faldet fra ca. 15 til ca. 6 kg P ha⁻¹ i perioden 1985 til 1995.

De laveste fosforkoncentrationer findes i vandløb i naturolande og de højeste i spildevandsbelastede vandløb. I vandløb, der modtager spildevand fra punktkilder var den vandføringsvægtede koncentration af fosfor i 1995 0,16 mg P l⁻¹ eller mindre end 30% af niveauet i 1989. I dambrugsbelastede vandløb er koncentrationen ligeledes faldet i overvågningsperioden 1989-95 fra 0,18 mg P l⁻¹ i 1989 til 0,10 mg P l⁻¹ i 1995, som tegn på mindskede fosforudledninger fra dambrugene.

Undersøgelser af vandløbenes biologiske tilstand viste, at tilstanden bedømt ud fra smådyrfaunaens sammensætning i form af Dansk Faunaindeks ikke har ændret sig siden starten af disse undersøgelser i 1992. I 1995 havde 17% af stationerne en DFI på I-I/II og 72% en DFI II-II/III. I de resterende vandløb var tilstanden ringere. Tilstanden var som forventet dårligst i vandløb, der modtager betydelige mængder spildevand, men DFI kunne også relateres til en række fysiske og kemiske forhold. Tilstanden påvirkes således negativt af lave strømhastigheder, organisk stof og stor årstidsvariation i vandføringen.

Trådalger forekom i 1995 på 80% af de undersøgte vandløbsstationer. I vandløb med svag strøm, ringe variation i vandføringen og høje næringsstofkoncentrationer var trådalgerne talrigt tilstede. Der har ikke kunnet konstateres en udvikling i perioden siden 1993, hvor disse undersøgelser blev igangsat.

Søer

I 19 af de 37 undersøgte søer er der nu konstateret et signifikant fald i fosforkoncentrationen i søvandet siden 1989. Dette forklares især af en reduceret spildevandstilførsel til disse søer.

Faldet i fosforkoncentrationer har ikke været stort nok til at mindske mængden af planktonalger og dermed øge vandets klarhed i alle 19 søer. Således er der kun sket et signifikant fald i mængden af planktonalger (klorofyl) og/eller øgning i sigtddybde i 14 af søerne. Mængden af planktonalger og vandets klarhed styres dog ikke alene af næringsstofferne, men er også reguleret af den biologiske struktur i søerne. Specielt i lavvandede, næringsrige søer spiller fiskebestandens størrelse og sammensætning en betydelig rolle for sammensætningen og mængden af planktonalger og dermed for vandets klarhed.

Den biologiske struktur har også betydning for næringsstoffdynamikken. Således påvirker mængden af undervandsplanter søernes evne til at fjerne kvælstof væsentligt. I søer med mange undervandsplanter fjernes betydeligt mere kvælstof end i søer uden undervandsplanter.

De marine områder

Fjordene

Temaet for rapporteringen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1996 er tilstand og udvikling i de danske fjorde.

Fjordene modtager næringsstoffer fra vandløb, punktkilder, atmosfæren og ved udveksling med tilstødende åbne farvande.

Kvælstof- og fosfortilførslen er særskilt opgjort til 47 fjorde og afgrænsede kystnære vandområder. Koncentrationerne af kvælstof i det tilledte ferskvand og tilførsler med direkte spildevandsudledninger var i 1995 7,4 mg N l⁻¹ som gennemsnit, eller den mindste i perioden 1989-95. De vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af fosfor til disse fjorde faldt fra 0,80 mg P l⁻¹ i 1989 til 0,21 mg P l⁻¹ i 1995.

De landbaserede tilførsler af kvælstof og fosfor medfører forhøjede næringsstoffniveauer i fjordene i forhold til de åbne farvandsområder. Specielt i de lavvandede og middeldybe fjorde er koncentrationerne høje, men der er stor variation. Koncentrationen af næringsstoffer i fjordene afspejler størrelsen den landbaserede belastning. På årsbasis kan belastningen forklare henholdsvis 50% og 30% af variationen i den totale kvælstof- og fosforkoncentration. Sammenhængen mellem belastning og næringsstoffkoncentration afhænger af vandopholdstiden i fjordområderne, og i sommerhalvåret påvirker de biologiske processer yderligere sammenhængen. Den bedste korrelation mellem belastning og kvælstofkoncentration ses i vin-

terhalvåret. I februar kan belastningen forklare 62% af variationen i kvælstofkoncentrationen og 34% af variationen i fosforkoncentrationen. Generelt indikerer analyserne, at fosforkoncentrationerne i højere grad end kvælstofkoncentrationerne påvirkes af andre faktorer end belastningen. En væsentlig faktor er frigivelse af fosfat fra fjordbunden, hvor der er ophobet fosfor fra de forudgående års fosforbelastning.

Planteplanktonets biomasse målt som klorofyl har stor betydning for fjordenes stofomsætning. Høje koncentrationer af planteplankton nedsætter vandets gennemsigtighed og begrænser derved forekomsten af bundlevende planter. Algernes koncentration aftager med stigende middeldybde af fjordene, øges med stigende kvælstofbelastning og begrænses af algespisende muslinger. Effekten af dybden må tilskrives en kombination af forringede lysforhold og en "fortynding" i et større volumen. Samlet kan disse 3 variable forklare mellem 50 og 70% af den totale variation i algebiomassen i danske fjordområder med middeldybder under 8,5 m. Med baggrund i opstillede regressionsmodeller kan det forudsiges, at en halvering af kvælstofbelastningen af de danske fjorde vil medføre, at algebiomassen i gennemsnit reduceres med 25% om sommeren (maj-september).

Ålegræssets dybdegrænse og dækningsgrad på vanddybder fra 2-10 m reguleres i høj grad af lystilgængeligheden, og vil derfor forøges som følge af bedre lysforhold efter en reduktion i næringssaltbelastningen. Herudover forventes ålegræspopulationerne at blive mere stabile, hvis risikoen for iltsvind mindskes efter en belastningsreduktion. Fra århundredskiftet til i dag er ålegræssets udbredelse kraftigt reduceret først som følge af ålegræsbyggen i 1930'erne og siden som følge af øget næringssaltbelastning. Inden for de seneste år har den mest markante udvikling i ålegræsbestandene været en række lokale reduktioner i 1992 og 1994 formentlig som følge af en kombination af høje vandtemperaturer og iltsvind med svovlbrinteudslip. Flere steder er en retablering af disse bestande undervejs, og ser ud til at kunne foregå inden for en overskuelig årrække. For makroalgernes vedkommende peger analyserne på, at en belastningsreduktion vil betyde et stigende artsantal, et reduceret antal eutrofieringsbetingede arter og en ændring i arternes indbyrdes dominansforhold. Fjordenes størrelse, saltholdighed og forekomst af stenbund er også vigtige parametre for artsantallet. Generelt vil bedre lysforhold i forbindelse med faldende næringssaltkoncentrationer resultere i, at bundvegetationen får større betydning i forhold til planteplankton. Eksempler på sådanne skift mellem de forskellige plantegrupper er set i Norsminde Fjord og i Seden Strand inderst i Odense Fjord, i forbindelse med en markant reduktion i fosforbelastningen og en mindre reduktion i kvælstofbelastningen.

Mange af de danske fjorde udsættes jævnlige for dårlige iltforhold, som kan skade bunddyr og fisk. Iltforholdene ved bunden er afhængig af iltforbruget, som igen afhænger af stofproduktion og belastningen samt af opblandingsforholdene. I Skive og Roskilde Fjord er iltforholdene vurderet nøjere. Bundvandets iltindhold er

overordnet bestemt af opblandingsforholdene, og i perioder med lagdeling af vandsøjlen kunne iltindholdet beskrives ved varigheden af den lagdelte periode og kvælstofbelastningen. På basis af en regressionsmodel kan effekten af en 50% belastningsreduktion forventes at være ganske betydelig.

I danske fjorde er bundfaunaen (målt som biomasse) stærkt domineret af bløddyr og især af filtrerende muslinger. De kan opfattes som nøgleorganismer for fjordenes tilstand, idet de påvirker mængden af planktonalger. Bunddyrenes biomasse er positivt korreleret til kvælstofbelastning, vanddybde og til vandets opholdstid i fjordene. Disse forhold forklarer ca. 60 % af variationen i biomassen og ca. 70 % af variationen i den beregnede produktion af bunddyr. I begge tilfælde havde kvælstofbelastningen langt den største effekt. Den "positive" sammenhæng mellem kvælstofbelastningen og bunddyrenes biomasse viser, at produktionen i de danske fjorde overordnet er kvælstofbegrænset, og at de indirekte effekter på bundfaunaen af forringede iltforhold generelt er beskedne.

Fjorde betragtes ofte som "filtre" for næringsstoffer på vej fra land til åbent hav. Da langt størstedelen af de danske udledninger af næringsstoffer sker til fjorde, er en kvantificering af denne "filtereffekt" vigtig. I 9 ud af 10 fjorde var der en tilbageholdelse af kvælstof. Tabet i de 10 fjorde udgør i gennemsnit $9 \text{ g N m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ og skyldes en kombination af denitrifikation og akkumulering i fjordenes sedimenter. I de fjorde, hvor kvælstof fjernes varierer den procentvise fjernelse mellem 10 og 90% og er positivt korreleret til vandets opholdstid. For fosfor skete der kun i 2 ud af 9 fjorde en tilbageholdelse, mens der netto blev frigivet fosfor fra de øvrige 7. Eksporten af fosfor fra fjordene til de åbne farvande må skyldes frigivelse fra puljer, som er ophobet i sedimenterne fra forudgående år med en højere belastning. Når fosforpuljerne i sedimenterne er udtømte, må man regne med en tilbageholdelse af fosfor i fjordene svarende til $0,2\text{-}0,5 \text{ g P/m}^2 \text{ år}^{-1}$.

Åbent hav

I de åbne farvande afveg tilstanden i 1995 ikke markant fra tidligere år. Dog var næringssaltkoncentrationerne i Skagerrak høje i marts-april, hvilket medførte en større planteplanktonmængde og primærproduktion. I Nordsøen ud for Vadehavet var der i maj-juli masseopblomstringer af skumalgen *Phaeocystis*. I Øresunds dybere dele blev der i august og september observeret de laveste iltkoncentrationer i de seneste 5 år. I Nordsøen ud for Ringkjøbing Fjord og i Lillebælt var der iltsvind i sensommeren. I Lillebælt er dette formodentlig en af forklaringerne på, at bundfaunaen er forarmet i dele af området.

Referencer

- Agresti (1990):* Categorical Data Analysis. Wiley & Sons, New York.
- Andersen, A. og Høybye, J. (1990):* Korrelationsmetoder til estimering af daglige vandføringer. Hedeselskabets Forskningsvirksomhed Beretning nr. 45, 1990.
- Cappelen & Frich (1992):* Danmarks Klima 1991. Danmarks Meteorologiske Institut. 43 s.
- Cappelen, J. (1996):* Danmarks Klima 1995. Danmarks Meteorologiske Institut 1996. 126 pp.
- DMU (in prep.):* Årsager til den generelt dårlige miljøtilstand i mindre danske vandløb.
- Dodds, W.K. & Gudder, D.A. (1992):* The ecology of *Cladophora*. Journal of Phycology, 28: 415-427.
- Ellermann, T., Hertel, O., Skov, H. & Manscher, O.H. (1996):* Atmosfærisk deposition af kvælstof. Målemetoder og modelberegninger. Danmarks Miljøundersøgelser. 57 s. - Faglige rapport fra DMU, nr. 174.
- European Commission (1994):* CORINE land cover project - Technical guide. 136 pp.
- Friberg, N., Wiggers, L., Hansen, F., Jensen, H.Aa. & Thomsen, M. (1992):* Dækningsgrad af trådalger. Metode til anvendelse på vandløbsstationer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 4. 20s.
- Fyns Amt (1994):* Vandmiljøovervågning. Trådalger i vandløb 1993. Rapport, 73s.
- Græsbøll, P., Erfurt, J., Hansen, H.O., Kronvang, B., Larsen, S.E., Rebsdorf, Aa. & Svendsen, L.M. (1994):* Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Danmarks Miljøundersøgelser. 186 sider. - Faglig rapport fra DMU nr. 119.
- Hosner, D.W. & Lemenshow, S. (1989):* Applied Logistic Regression. Wiley & Sons, New York.
- Hovmand, M.F. (1993):* Notat om fosfor i atmosfærisk deposition vurderet på grundlag af foreliggende data. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Forureningskilder og Luftforurening, august 1993. 15 sider + bilag.
- Høybye, J. (1990):* Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1990. Publikation nr. 9 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet.

Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Windolf, J., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. (1995): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. 116 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 139.

Jensen, J. P., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Agerbor, E. & Sortkjær, L. (1996): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 96 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 176.

Kirkegaard et al., (1992): Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. Metode til anvendelse på vandløbsstationer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU nr. 5, 1992.

Kristensen, P., Kronvang, B., Jeppesen, E., Græsbøll, P., Erlandsen, M., Rebsdorf, Aa., Bruhn, A. & Søndergaard, M. (1990): Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 130 pp. - Faglig rapport fra DMU nr. 5.

Kaas, H., Møhlenberg, F., Josefson, A., Rasmussen, B., Krause-Jensen, D., Jensen, H., Svendsen, L.M., Windolf, J., Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Foldager-Pedersen, M. (1996): Marine områder. Danske fjorde - status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 179.

Larsen, S.E., Erfurt, J., Græsbøll, P., Kronvang, B., Mortensen, E., Nielsen, C.A., Ovesen, N.B., Paludan, C., Rebsdorf, Aa., Svendsen, L.M. & Nyegaard, P. (1995): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 140, 1995.

Madsen, H. (1991): Nedbørsmålinger. I Olesen, J.E., Mikkelsen, H.E. & Friis, E. (red.): Meteorologiske målemetoder i jordbrugs- og miljøforskningen. Tidsskrift for planteavl Specialserie nr. S 2112-1991: 29-33.

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

Mikkelsen, H.E. (1991): Eksisterende stationsnet og målinger med relevans for jordbrug og miljø. I Olesen, J.E., Mikkelsen, H.E. & Friis, E. (red.): Meteorologiske målemetoder i jordbrugs- og miljøforskningen. Tidsskrift for planteavl Specialserie nr. S 2112-1991: 7-18.

Miljøstyrelsen 1989. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Miljøprojekt 115.

Miljøstyrelsen (1996): Punktkilder 1995. Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Fagdatacenterrapport.

Miljøstyrelsen, 1995: Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 1996 af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 171sider.

Miljøstyrelsen (1996): Vandmiljø 1996. (in press)

Skov, H., Ellemann, T., Hertel, O., Manschen, O.H. & Frohn, L.M (1996): Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Hovedrapport. Danmarks Miljøundersøgelser. 85 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 173.

Skov, H., Ellemann, T., Hertel, O., Manschen, O.H. & Frohn, L.M (1996): Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Bilagsrapport. Hovedrapport. Danmarks Miljøundersøgelser. 57 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 173.

Statens Planteavlsvforsøg (1996): Klimadata leveret fra Afdeling for Arealdata

Svendsen, L.M. og Kronvang, B. (1994): Stoffilbageholdelse i vandløb. Vand og Jord. s. 220-224.

Svendsen, L.M., Kronvang, B., Laubel, A.R., Larsen, S.E. & Andersen, B. (1995a): Phosphorus Retention in a Danish lowland river system. Verh. Internat. Verein. Limnol. Accepted.

Svendsen, L.M., Behrendt, H., Herata, H., Knuuttila, S. & Salo, S. (1995): Guidelines to estimate natural and anthropogenic contributions to riverine fluxes (source apportionment). Helsinki Commission, Ad Hoc expert group on pollution load to the Baltic Sea, Report of the Third Meeting, Riga, Latvia, 5-8 June, 21-52.

Svendsen, L.M., Andersen, H.E. & Larsen, S.E. (1996): Transport af suspenderet stof og fosfor i den nedre del af Skjern Å systemet. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU (in press).

Wiggers et al. (1994): Notat fra arbejdsgruppen vedr. beregning af den diffuse tilførsel af total-N og total-P fra umålte oplande i overvågningsprogrammet.

Århus Amt (1996): Vandløb og kilder. Vandmiljøovervågning 1995. Århus Amt, Natur & Miljø, 77 sider + bilag.

Oversigt over amtsrapporter i 1995 - Vandløb og kilder

BORNHOLMS AMT:

Bornholms Amt, 1996: Vandmiljøovervågning - Kilder og vandløb 1995. Teknisk Forvaltning, 25 sider + bilag.

Bornholms Amt, 1996: Dataoverførsel vedr. kvælstofafstrømning for perioden 1.1.96-31.5.96. Teknisk Forvaltning. Notat.

FREDERIKSBORG AMT:

Lindhartsen, M., 1996: Vandløb og kilder, tilstand og udvikling 1995. Teknik & Miljø, 76 sider. ISBN 87-7781-101-1.

FYNS AMT:

Fyns Amt, 1996: Vandløb 1995. Natur- og Vandmiljøafdelingen. 87 sider + bilag. ISBN 87-7343-272-2.

Fyns Amt, 1996: Trådalger i vandløb 1994. Natur- og Vandmiljøafdelingen, 80 sider + bilag. ISBN 87-7343-279-2.

Fyns Amt, 1996: Biologisk overvågning af 26 fynske vandløbsstationer 1989-1995. Natur- og Vandmiljøafdelingen. ISBN 87-7343-281-4.

Fyns Amt, 1996: Udvikling i kvælstofafstrømningen. Analyse af 20 fynske vandløbssystemer. Natur- og Vandmiljøafdelingen. Notat.

Fyns Amt, 1996: Notat ved Vandmiljøplanens overvågningsprogram for vandløb 1995. Bemærkninger til skemaindberetning af bel.opgørelse og kildeopsplitning. Natur- og Vandmiljøafdelingen. Notat.

Fyns Amt, 1996: Notat vedr. indberetning til DMU om regnvandsbetingede udløb, 1995. Natur- og Vandmiljøafdelingen. Notat.

Fyns Amt, 1996: Notat vedr. indberetning til DMU om spredt bebyggelse, 1995. Natur- og Vandmiljøafdelingen. Notat.

KØBENHAVNS AMT:

Københavns Amt, 1996: Overvågning af vandløb 1995. Teknisk Forvaltning, 86 sider + bilag.

KØBENHAVNS KOMMUNE:

Københavns Kommune, 1996: Miljøtilstanden i vandløb 1995. Stadsingeniørens direktorat, Afløbsafdelingen, Miljøkontoret, 43 sider + bilag.

NORDJYLLANDS AMT:

Nordjyllands Amt, 1996: Vandmiljøovervågning - Vandløb og kilder 1995. Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret, 70 sider. ISBN 87-7775-290-2.

Nordjyllands Amt, 1996: Vurdering af kvælstofbelastningen baseret på hydrologiske år. Forvaltningen for Teknik og Miljø. Notat.

RIBE AMT:

Ribe Amt, 1996: Vandløb og kilder. Teknik- og Miljøområdet, Vandafdelingen, 55 sider + bilag. ISBN 87-7342-778-0.

RINGKJØBING AMT:

Ringkjøbing Amt, 1996: Næringssaltbelastning fjorde, vandløb og punktkilder, 1995. Vandmiljøafdelingen, 46 sider + bilag.

ROSKILDE AMT:

Hinrichesen, S.G., Helmgård, P. & Rasmussen, J.V., 1996: Vandløb og kilder 1989-95. Teknisk Forvaltning. 136 sider + bilag. ISBN 87-7800-192-7.

STORSTRØMS AMT:

Storstrøms Amt, 1996: Vandløb og kildebække. Overvågningdata 1995. Teknik- og Miljøforvaltningen, 95 sider + bilag.

Storstrøms Amt, 1996: Miljøtilstanden i vandløb 1995. Notat.

SØNDERJYLLANDS AMT:

Sønderjyllands Amt, 1996: Teknisk rapport. Vandløb og kildevæld. Teknisk Forvaltning, Miljø- og Vandløbsvæsenet, 87 sider + bilag

VEJLE AMT:

Vejle Amt, 1996: Overvågning af kilder og vandløb 1995. Vandkemi - stoftransport, 68 sider + bilag. ISBN 87-7750-248-5.

VESTSJÆLLANDS AMT:

Vestsjællands Amt, 1996: Vandløb, kilder og stoftransport 1995. Natur & Miljø. 62 sider.

VIBORG AMT:

Viborg Amt, 1996: Vandmiljøplanens overvågningsprogram - Rapportering for vandløb og kilder 1995. Miljø og teknik, 50 sider + bilag.

Viborg Amt, 1996: Vurdering af udviklingstendenser i næringsstoff-afstrømning opgjort på hydrologisk år. Notat.

ÅRHUS AMT:

Århus Amt, 1965: Vandløb og kilder. Vandmiljøovervågning, 1995. Natur og Miljø. 78 sider + bilag. ISBN 87-7295-497-3.

Bilagsoversigt

Bilag 4

- 4.1 Målestationer anvendt ved opgørelsen af ferskvandsafstrømningen i 1995.
- 4.2 Beregningskema og fordeling af arealer på oplandskategorier i km²
- 4.3 Afstrømningsopgørelse

Bilag 6

- 6.1 Faunaindex på overvågningsvandløbene.
- 6.2 Resultater af statistiske analyser.

Bilag 8

- 8.1 Udvalg af oplysninger og gennemsnitskoncentrationer af variable for de enkelte kilder i overvågningsprogrammet.
- 8.2 Årsmiddelkoncentrationer af kvælstof, fosfor og biokemisk iltforbrug for alle vandløbsstationer under overvågningsprogrammet, i landovervågningsoplande samt for tilløb og afløb til overvågningsøer.
- 8.3 Arealkoefficienter for kvælstof, fosfor og biokemisk iltforbrug samt vandføringer og CV for alle vandløbsstationer under overvågningsprogrammet.
- 8.4 Oversigt over udviklingen i punktkildebelastning med total-N og total-P til de punktkildebelastede overvågningsvandløb i perioden 1989-1995.

Bilag 10

- 10.1 Oversigt over de 55 vandløb anvendt i analysen af udviklingstendenser i kvælstoftransporten.

Bilag 11

- 11.1 Tilførsel af kvælstof via vandløb til de 9 1.ordens og 49 2.ordens kystafsnit i 1995.
- 11.2 Tilførsel af fosfor via vandløb til de 9 1.ordens og 49 2.ordens kystafsnit i 1995.
- 11.3 Tilførsel af organisk stof via vandløb til de 9 1.ordens og 49 2.ordens kystafsnit i 1995.
- 11.4-11.6 Kvælstof, fosfor, organisk stof og ferskvandsafstrømningen via vandløb til de 9 1.ordens kystafsnit.
- 11.7 Definition af termer

Bilag 12

- 12.1 Oversigt over vand- og stoftilførslen til de danske fjorde, der indgår i fjordtemaet.

Bilag 4.1 Målestationer anvendt ved opgørelsen af ferskvandsafstrømningen i 1995.

DMU-nr	DDH-nr.	Vandløb og stationsnavn	Opland [km ²]
020005	02.03	Elling Å, Ll. Stabæk	123,2
030002	03.02	Uggerby Å, ns Ransbæk	347,5
040002	04.02	Liver Å, Gl. Klitgård	249,8
050003	05.04	Voers Å, Fæbroen	238,7
060001	06.02	Ryå, Manna	284,7
070003	07.01	Lindholm Å, Elkær bro	104,2
080001	08.02	Gerå, Melholt kirke	153,8
090002	09.11	Langelunds kanal, Sdr. Skovengvej	6,7
100015	10.05	Kærs mølleå, os Indkildevej -strømmen	106,1
110016	11.02	Årup Å, Årup	108,3
110011	11.03	Hvidbjerg Å, Hvidbjergmølle gård	238,3
130005	13.04	Lerkenfeld Å, Møllegård	115,3
140016	14.05	Lindborg Å, Møllebro	317,8
150043	15.14	Kastbjerg Å, Ådalsvej	91,4
160024	16.11	Faldå, Kokholm	24,2
170007	17.05	Simested Å, Skive-Hobrovej	218,2
180077	18.05	Skals Å, Løvel bro	556,4
190012	19.02	Jordbro Å, Jordbromølle	110,8
200024	20.23	Skive Å, Nørkær bro	626,8
210461	21.09	Gudenå, Ulstrup	1790,0
220062	22.15	Storå, Skærumbro	1097,0
230055	23.01	Egå, Jernbanebroen	47,0
230087	23.08	Høvring Å, Vadbro	78,6
240001	24.01	Ryom Å, Ryomgård bro	75,7
240003	24.06	Skodå, Ridderlund	26,1
240004	24.07	Skærvad Å, Kirial	30,6
250078	25.11	Omme Å, Sønderskov bro	611,7
250081	25.14	Skjern Å, Kodbølstyrtet	1558
260082	26.01	Århus Å, Skibby	118,6
270004	27.01	Lille-Hansted Å, Hansted	75,0
270021	27.04	Giber Å, Fulden	47,0
280001	28.02	Bygholm Å, Kørup bro	154,2
290007	29.02	Rårup Å, Åstrup	10,0
290008	29.03	Rohden Å, ns Årup mølle dambrug	97,6
300013	30.03	Langslade rende, Kallesmark	15,7
310027	31.13	Varde Å, Vagtborg	812,1
320001	32.01	Vejle Å, Haraldskær	198,9
320004	32.06	Grejs Å, Grejsdalens planteskole	63,4
320022	32.08	Højen Å, Møgelbæk	29,2
330004	33.02	Spang Å, Bredstrup	64,5
340002	34.02	Vester-Nebel Å, Elkærholm	79,0
340004	34.04	Almind Å, Dons mølle	18,6
350010	35.03	Sneum Å, Nørå	223,6
350006	35.06	Bramming Å, Sdr. Vong	212,8
360008	36.01	Kongea, Kongebroen	387,8
370038	37.04	Taps Å, Christiansfeld	65,1
370011	37.08	Solkær Å, Møllebro	29,5
370039	37.09	Sillerup bæk, Vadbro	30,4

DMU-nr	DDH-nr.	Vandløb og stationsnavn	Opland [km ²]
380024	38.01	Ribe Å, Stavnager	675,3
390001	39.09	Brøns Å, Forsøgsdambruget	94,1
400001	40.06	Brede Å, Styrтет	290,0
410014	41.07	Fiskbæk, Adsbøl	19,8
410016	41.09	Pulverbæk, Madeled - os Mjang dam	13,6
410012	41.10	Elsted bæk, Rundemølle - os Kirkebæk	20,2
420021	42.14	Vidå, St. Emmerske bro	248,3
420016	42.34	Grønå, Elhjemvej - Geest Kog	537,6
430003	43.03	Ringe Å, St. 3,05 km	28,1
430001	43.04	Storå, St. 4,6 km	136,8
430007	43.05	Viby Å, St. 2,9 km	29,1
440020	44.12	Vindinge Å, St. 3,9 km - Kokbro	170,2
450001	45.26	Odense Å, Ejby mølle	535,5
450043	45.27	Lindved Å, hovedvej A1	64,7
460001	46.02	Brende Å, St. 5,3 km	102,4
460017	46.04	Hårby Å, St. 3,1 km	78,5
470036	47.09	Vejstrup Å, St. 1,8 km	40,0
470037	47.10	Stokkebæk, St. 1,8 km	53,3
470001	47.15	Hundstrup Å, St. 6,86 km	57,7
480007	48.04	Højbro Å, nu for Hanebrogård	36,3
480004	48.15	Esrum Å, Ørnevej	128,3
490054	49.06	Arresø kanal, Arresødal sluse	256,6
500056	50.05	Nivå, Jellebro	62,4
500057	50.06	Usserød Å, Nive Mølle	74,4
510024	51.07	Tuse Å, Nybro	106,9
520029	52.08	Havelse Å, Strø	102,7
530010	53.02	Lille Vejle Å, Pilemølle	25,5
530028	53.08	Harrestrup Å, Landlystvej	63,5
540002	54.04	Fladmose Å, Dyssegård	14,0
550015	55.08	Halleby Å, ns Tissø	417,7
560002	56.09	Seerdrup Å, Johannesdahl	68,7
560001	56.10	Bjerge Å, Fårdrup	56,3
560005	56.11	Tude Å, Valbygård	260,7
570058	57.12	Suså, Holløse mølle	756,1
580020	58.07	Køge Å, Lellinge dambrug	134,1
590006	59.01	Tryggevælde Å, Lille Linde	130,2
600031	60.04	Mern Å, Sage bro	42,9
610013	61.03	Fribrødreå, Rodemark	56,6
610011	61.04	Sørup Å, Lundby bro	31,7
620015	62.02	Marrebæks rende, Lille Købelev	24,8
620011	62.06	Avnede Strand pumpestation	67,3
630007	63.02	Sakskøbing Å, Krenkerupvej	41,3
640025	64.10	Nældevads Å, Strædeskov	39,8
650001	65.01	Kramnitze pst.	203,5
660014	66.01	Bagge Å, Sorthat	42,4
670017	67.05	Øle Å, Boesgård	45,5

Bilag 4.2 Beregningskema og fordeling af arealer på oplandskategorier i km²

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		umålt type A		umålt type B		
									km ²	%	km ²	%	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/	1558,4	2377,9			2170,1	62,3	207,8	6,0	1105,5	31,7	
				25.11	611,7										
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		umålt type A		umålt type B	
									km ²	%	km ²	%	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

ARVANDSOMRÅDE NR. : 3 KATTEGAT									OPLAND [km²]: 15828						
2. ordens arv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B		
									km²	%	km²	%	km²	%	
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/ 24.07/ 24.06	75,7 30,6 26,1	484,9			132,4	27,3	352,5	72,7	0,0	0,0	
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	
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	10.22	106,1	138,6			106,1	11,8	32,5	3,6	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		5811,4	8042,4			5811,4	36,7	2231,0	14,1	7785,8	49,2	

FARVANDSOMRÅDE NR. : 4 NORDLIGE BÆLTHAV									OPLAND [km²]: 3130					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
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/ 45.27	535,5 64,7	622,6			600,2	56,7	22,4	2,1	436,2	41,2
		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 [km²]: 3385					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
51	1045,2	29	193,9	29.03	97,6	99,9			97,6	50,3	2,3	1,2	94,0	48,5
		32	339,4	32.01/ 32.06/ 32.08	198,9 63,4 29,2	339,4			291,5	85,9	47,9	14,1	0,0	0,0
		33	193,7	33.02	64,5	152,5			64,5	33,3	88,0	45,4	41,2	21,5
		43	317,5	43.04	136,8	156,8			136,8	43,1	20,0	6,3	160,7	50,0
		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/ 34.04	79,0 18,6	276,8			97,6	35,3	179,2	64,7	0,0	0,0
		43	83,8	43.05	29,1	31,3			29,1	34,7	2,2	2,6	52,6	62,0
		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	54,0
		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	85,0
		46	257,7	46.02	102,4	108,4			102,4	39,7	6,0	2,3	149,3	57,0
		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

ARVANDSOMRÅDE NR. : 5 LILLEBÆLT									OPLAND [km²]: 3385					
1. ordens arv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
1A 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

ARVANDSOMRÅDE NR. : 6 STOREBÆLT									OPLAND [km²]: 5424					
1. ordens arv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
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	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	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	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

ARVANDSOMRÅDE NR. : 6 STOREBÆLT									OPLAND [km²]: 5424					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
1A 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 [km²]: 1717					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
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 [km²]: 418					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
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 [km²]: 1207					
2. ordens farv.omr.	opland km²	NBO	opland km²	målest.	opland km²	opland udløb	Ref.st.	opland km²	Målt opland		umålt type A		umålt type B	
									km²	%	km²	%	km²	%
91	589,6	66	239,1	66.01	42,4	42,6			42,4	17,7	0,2	0,1	196,4	82,0
		67	350,5	67.05	45,5	45,9			45,5	13,0	0,4	0,1	304,7	86,0
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	90,0
SUM	1207,4		1207,4		130,5	138,2			130,5	10,8	7,7	0,6	1069,2	88,0

Bilag 6.1

Faunaindex på overvågningsvandløbene. Hvor der er flere bedømmelser samme år, angives et oprundet gennemsnit.

Vandløb: Faunaindex

Snr	Vandløbsnavn	1993	1994	1995
KØBENHAVNS KOMMUNE				
530028	DAMHUSÅEN, LANDLYSTVEJ	IV	III-IV	III-IV
530031	SØBORGHUS RENDE, DUNHAMMERVEJ	III-IV	III-IV	III-IV
KØBENHAVNS AMT				
500048	KIGHANERENDEN, CAROLINE MATH.	III	II-III	II-III
500051	MØLLE Å, STAMPEN MØLLE	III	II-III	III
520020	NYBØLLE Å, NYBØLLEVADE BRO	II-III	III	III
520022	JONSTRUP Å, KNARDRUPVEJ	II-III	II-III	II-III
530010	LL. VEJLE Å, PILEMØLLEN	IV	IV	III-IV
530011	ST. VEJLE Å, VEJLEBROVEJ	III	III	III
530042	HARRESTRUP Å, FÆSTNINGSKANALEN	III-IV	IV	IV
FREDERIKSBORG AMT				
480004	ESRUM Å, ØRNEVEJ	II	II	II
480006	FØNSTRUP BØK, STENHOLTS MØLLE	I-II	I-II	I-II
480007	HØJBRO Å, HANEBJERGÅRD	II-III	II-III	II-III
480010	SØBORG KANAL, PARKVEJ	III	II-III	II-III
480011	ØSTERBØK, STENSTRUPGÅRD	II-III	III	II-III
490054	ARRESØ KANAL, ARRESØDAL SLUSE	III	III	III
490055	GRIB SKOV KILDE, TOKKERUP ENGH	I-II	I-II	I-II
490057	LYNGBY Å, PUMPESTATION	III	III	III
490058	PØLE Å, PIBEMØLLE	II-III	II-III	II-III
490059	RAMLØSE Å, OLDTIDSVEJ	III	III	III
490061	ØBELHOLT Å, SØSTERBRO MØLLE	III	II-III	III
500056	NIVE Å, JELLEBO	III	II-III	II-III
500057	USSERØD Å, NIVE MØLLE	II-III	II-III	II-III
500061	HESTETANGS Å, KOBASSEVEJ	II-III	II-III	II-III
520025	GRØSE Å, HØRUP	II-III	II-III	II-III
520029	HAVELSE Å, STRØ	II-III	II-III	II-III
520033	MADEMOSE Å, TØRSLEV	II-III	II-III	II-III
520034	SPANGEBØK, SPANGEBRO	II-III	II-III	II-III
520035	UEDESUNDBY Å, FREDERIKSSUND	II-III	II-III	III
520037	VEKSØMOSE VANDLØB, VÅRSØGÅRD	II-III	II-III	II-III
520039	VØREBRO Å, VEKSØ BRO	II-III	II-III	II-III
ROSKILDE AMT				
520063	HOVE Å, GUNDSØGÅRD	III	II-III	II-III
520064	HOVE Å, HOVE MØLLE	II-III	II-III	II-III
520068	LANGVAD Å, STOREMØLLEBRO	II-III	II-III	II-III
520071	MAGLEMOSE Å, LANDBOGÅRD	II-III	II-III	II-III
520084	HELLIGRENDEN, BORREVEJLE SKOV	II-III	II	II
520091	HELLIGRENDEN, SORTE HUL			II
530020	KØGE Å, LELLINGE DAMBRUG	II-III	II-III	II
530026	SKENSVED Å, NAURBJERG BRO	III-IV	II-III	II-III
530054	SKENSVED Å, V. ÅVAD			II-III
580019	BORUP BØK, LAMMESTRUP	II-III	II-III	II-III
590006	TRYGGEVØLDE Å, LL. LINDE	II-III	II-III	II-III
VESTSJØLLANDS AMT				
510023	SØRENDE, URNEBAKKE	II-III	II-III	II-III
510024	TUSE Å, NYBRO	II-III	II-III	II-III
540002	FLADMOSE Å, DYSSEGÅRD	IV	III-IV	III-IV
550016	TRANEMOSE Å, TISSØGÅRD	II-III	II-III	II-III
550018	ÅMOSE Å, BRØMØLLE	II-III	II-III	II-III
560001	BJERGE Å, FÅRDRUP	II-III	II-III	II-III
560002	SEERDRUP Å, JOHANNESDAL	II-III	II-III	II-III
560003	TUDE Å, SKRØTHOLM	II-III	II-III	II-III
560005	TUDE Å, VALBYGÅRD	II-III	II-III	II-III
570044	HULEBØK, HULEBØKSHUS	II-III	II-III	II-III
570047	RINGSTED Å, VRANGSTRUP	II-III	II-III	II-III
570050	SUSÅ, NØSBY BRO	II-III	II-III	II-III
570063	HARALDSTED Å, OS HARALDSTED BY	II-III	II-III	III
STORSTRØMS AMT				
570052	FLADSÅ, JØRGENSEMINDE	II	II	II
570055	SALTØ Å, NS. HARRESTED Å	II-III	III-IV	II-III
570058	SUSÅ, HOLLØSE MØLLE	I-II	II	II-III
600024	FAKSE Å, BORRESHOVED	II-III	II-III	II-III
600026	HERREDSBØK, HERREDS BRO	I-II	I-II	II
600027	HULEBØK, BROSKOV	II-III	II-III	III
600031	MERN Å, SAGEBY BRO	II-III	II-III	II-III
600035	TRANEGÅRD LILLE Å, TRANEGÅRD	III	II-III	III
610013	FRIBRØDRE Å, RODEMARK	II-III	II-III	II-III
610014	POMLERENDE, OS RESTAURENT	III-IV		
620012	HALSTED Å, BORGE BRO		II-III	II-III
620014	HØJVANDSRENDE, LILLE ROSNING	II-III	II-III	II-III
620015	MAREBØKSRENDE, LILLE KØBELEV	IV	IV	IV
620017	RYDE Å, PUMPESTATION INDV.	III-IV	IV	III-IV
620022	HALSTED Å, HULEBØK HUSE	II-III	II-III	II-III
640019	HEJREDE SØ T.31L, LYSEBRO	III	III	II-III

Vandløb: Faunaindex

Snr	Vandløbsnavn	1993	1994	1995
STORSTRØMS AMT				
640021	HEJREDE SØ T.36, SØMOSE	III	III	III-IV
640025	NØLDEVADS Å, STRØDESKOV	II-III	II-III	II-III
650001	HOVEDKANAL, KRAMNITZE P.	IV	III-IV	IV
BORNHOLMS AMT				
660014	BAGGE Å, HASLE KLINKER	II-III	II-III	II-III
670017	ØLE Å, BOESGÅRD	I-II	II	I-II
670018	KOBBE Å, KOBBEDAL	I-II	II	I-II
670019	ØLE Å, VIBEBAKKE	I-II	I-II	I-II
FYNS AMT				
430001	STORÅ, 4.6	II-III	II-III	II-III
430003	RINGE Å, 3.05	II-III	II	II
430007	VIBY Å, 2.90	II-III	II-III	II-III
440021	VINDINGE Å, 9.90	II-III	II-III	II-III
450002	ODENSE Å, 9.45	III	III	II-III
450003	ODENSE Å, 22.35	II-III	II-III	II-III
450004	ODENSE Å, 35.80	II	I-II	I-II
450005	STAVIS Å, 8.25	II	II	II
450033	ARRESKOV SØ, TILLØB 4	I-II	I	I
450034	ARRESKOV SØ, TILLØB 5	II	II	II
450040	LANGESØ, TILLØB 3	II-III	II	II-III
450041	LANGESØ, TILLØB 1	II	II-III	II
450043	LINDVED Å, 1.20	II-III	II-III	II-III
450044	LUNDE Å, 7.25	II-III	II-III	II-III
450046	RYDS Å, 1.85	II-III	II-III	II-III
450048	VEJRUP Å, 2.30	II-III	II-III	II-III
450058	GEELS Å, 3.45	II-III	II-III	II-III
460001	BRENDE Å, 5.3	I-II	I	I
460017	HÅRBY Å, 3.10	II	II-III	II-III
460018	SØHOLM SØ, TILLØB 1	II	II	II
460020	PUGE MØLLEÅ, 3.40	II-III	II-III	II-III
470001	HUNDSTRUP Å, 6.86	II	II-III	II
470035	SYLTEMÆ Å, 2.40	II-III	II	II-III
470036	VEJSTRUP Å, 1.80	I-II	I-II	I
470037	STOKKEBØKKEN, 1.80	I	I	I-II
470063	KONGSHØJ Å, 6.05	I-II	I-II	I
SØNDERJYLLANDS AMT				
370035	JERNHYT BØK, VOJENS-NDR JERNHY	II-III	II	II-III
370036	KØR MØLLE Å, T.T. HEJLS NOR	II-III	II	II
370037	SKALLEBØK, T.T. HADERSLEV DAM	II-III	II-III	II
370038	TAPS Å, RENSNINGSANLØG	II-III	II-III	II-III
370039	SILLERUP BØK, VADBERO	II-III	II-III	II-III
380020	BLÅ Å (LILLEÅ), T.T.JELS OVERSØ	II-III	II-III	II-III
390001	BRØNS Å, BRØNS	II	II	I-II
390002	REJSBY Å, VADEHAVET	II-III	II-III	II
400001	BREDE Å, BREDEBRO	II	II	II
400002	LANDEBY BØK, LØGUMKLOSTER	I-II	II	I-II
410012	ELSTED BØK, T.T. GENNER BUGT	I	I-II	I
410014	FISKBØK, T.T. FLENSBERG FJORD	II-III	III	III
410015	FRUERSKOV BØK, T.T. FLENSB.FJ.	I-II	II	I-II
410016	FULVERBØK, T.T. MJANG DAM, ALS	II	II-III	II
410020	BLÅ Å - BOVRUP BØK, BLANSSKOV	II	II	II
420012	BOLERO BØK, BASSEKLINT	I-II	II	I-II
420014	EJERDRUP MØLLEÅ, T.T.LL.SØGÅR	II-III	II-III	II-III
420016	GRØNÅ, RØKKØR	I	I	I-II
420021	VIDÅ, EMMERSLEV	I	I	I-II
RIBE AMT				
300013	LANGSLADE RENDE, VESTERHAVET	III	III	III
310027	VARDE Å, VAGTBORG	I-II	II	II
310032	FRISVAD MØLLEBØK, NØGLEBRO	II-III	II-III	II-III
350006	BRAMMING Å, SDR. VONG	II-III	II-III	II
350010	SNEUM Å, NØRÅ BRO	I-II	II	II
350011	SOLEJERG-LUNDE BØK, A 11	II	II	II
350012	STØDBØK, OS SNEUM Å	II-III	II-III	II
350013	STENDERUP BØK, STENDERUP-TOBØL	II-III	II-III	II-III
360009	KONGE Å, VILSLEV SPANG	II	II	II
360012	GAMST MØLLEBØK, STYRT	II	II-III	II
380023	HJORTVAD Å, BREMKRØG	II	II-III	II-III
380024	RIBE Å, STAVNAGER BRO	II	II	I-II
VEJLE AMT				
210089	GUDEN Å, VOERVADSBRO	I	I	I
210090	GUDEN Å, MØLLERUP	II	II	II-III
210872	ØLHOLM BØK, ØLHOLM	II-III	II	II
250018	SKJERN Å, TYKSKOV	II	II	II
250019	OMME Å, FARRE	II-III	II	II
250020	HOLTUM Å, HYGILD	II-III	II	II

Vandløb: Faunaindex

Snr	Vandløbsnavn	1993	1994	1995
VEJLE AMT				
250021	BRANDE Å, HESSELEBJERGE	II-III	II-III	II-III
270004	LILLE-HANSTED Å, HANSTED	II-III	II-III	II
270045	HANSTED Å, ST. HANSTED BRO	III	II-III	II-III
280001	BYGHOLM Å, KØRUP BRO	II	II	II
290007	RÅRUP Å, ÅSTRUP	II-III	II-III	II-III
290008	ROHDEN Å, ÅRUP MLL. DAMBRUG	II-III	II-III	II-III
320001	VEJLE Å, HARALDSKØR	II	II	II
320002	VEJLE Å, REFGÅRDSLUND	II-III	II-III	II-III
320004	GREJS Å, GREJSDALENS PL.	I	I	I
320022	HØJEN Å, NEDERBRO	I	I	I
330004	SPANG Å, BREDSTRUP	II-III	II-III	II-III
340002	VESTER-NEBEL Å, ELKØRHOLM	II	II	II
340019	KOLDING Å, ALPEDALEN	II	II-III	II
340022	BORLEV BØK, BORLEV Å	II-III	II-III	II-III
360001	KONGE Å, HOLTGÅRD	II	II-III	II
370011	SOLKØR Å, MØLLEBRO	II-III	II-III	II-III
RINGKØBING SMT				
160023	BREDKØR BØK, KØRGÅRD ML. DAMBRU	II-III	II-III	III
160024	FALD Å, KOKHOLM	II-III	II-III	II
160028	SKØDBØK, OS. LEMVIG SØ	II-III	II-III	III
220042	BØRKØR BØK, OS FUGLKØR Å	III	II-III	II-III
220043	ELLEBØK, ELLEBØK BRO	III	II-III	II-III
220047	HESTBØK, HESTBØK BRO	II	II	II
220048	IDUM Å, IDUM	II	II-III	II
220050	RÅSTED LILLE Å, HVODAL	II-III	II-III	II-III
220053	SUNDS MØLLEBØK, GAMMEL SUNDS	II-III	II-III	II-III
ÅRHUS AMT				
150002	KASTEJERG Å, NORUP	II-III	II-III	II-III
210029	BRUSGAARD MØLLEBØK, BRUSGÅRD	II-III	II	II-III
210030	KNUD Å, SOPHIEDAL	II-III	II-III	II
210062	SALTEN Å, SALTENBRO	II	I-II	II
210072	ELLERUP BØK, VED VEJBRO	II	II	II
210110	SKØRBØK, FAVRHOLT	II	II	II
210413	ALLING Å, NY RØVEBRO	II	II	II
210529	FUNDER Å, FUNDERHOLME	II-III	II	II-III
210572	KNUD Å, T. T. VØNGE SØ	I	I	I
210585	NIMDRUP BØK, V. F. KARLSØ	I	I-II	II
210648	HYLTE BØK, OS RENSNINGSANLØG	II-III	II-III	II-III
210681	RAVNSØ, SYDLIG TILLØB	I-II	I-II	I-II
210752	HORNDRUP BØK, LAMMEKROG	I	I	I
210753	HORNDRUP BØK, RØDEKØR	I		
210754	HORNDRUP BØK, BALLEGÅRD TILLØB	I		
210759	JAVNGYDE BØK, RENSNINGSANLØG	II-III	II	II-III
210861	RUSTRUP SKOV BØK, T. T. THORSØ	II	II	II
210873	HOLMSBØK, OPST. HOLMSBØK	II	II	II
240061	FELDBØK, FELDBØKGÅRD	III-IV	III	II-III
260082	ÅRHUS Å, SKIBBY	II-III	II-III	II-III
260096	LYNGBYGÅRDS Å, A 15	II	II	II
VIBORG AMT				
110010	HARRING Å, HARRING HEDEGÅRD	III-IV	III	III
110011	HVIDBJERG Å, HVIDBJERG MLLEG.	II-III	III-IV	III
130005	LERKENFELD Å, LERKENFELDT MLL	II-III	II-III	II
160030	LYBY-GRØNNING GRØFT, HULEBRO	III	II-III	II-III
170004	HVAM BØK, GL. HVAM	II	II-III	II-III
170005	SIMESTED Å, SDR. BORUP	I-II		
170007	SIMESTED Å, SKIVE-HOBRO LANDEV		I-II	II
180077	SKALS Å, LØVEL BRO	II	II	II-III
190012	JORDBRO Å, JORDBRO MØLLE	II	II	II
190015	LÅNUM BØK, BØKGÅRD	II	II	II
200024	KARUP Å, NØRKØR BRO	I	I-II	I-II
210461	GUDEN Å, ULSTRUP BRO	II-III	II-III	II-III
210487	MAUSING MØLLEBØK, ENGBRO	II-III	II-III	II-III
210786	HAURBØK, OS HINGE SØ	II-III	III	II-III
210799	STIGSBØK, STIGSBRO	II		
210803	SKJELLEGRØFTEN	II	I-II	II
NORDJYLLANDS AMT				
20005	ELLING Å, ELLING KIRKE	I-II	II	II
30002	UGGERBY Å, NS RANSBØK	II-III	II-III	II-III
40002	LIVER Å, GL. KLITGÅRD	II-III	II-III	II-III
40003	OVERKLIT GRØFTEN, JESPERSMINDE	II	II-III	II-III
50003	VOER Å, FØBROEN	II	I-II	I-II
60001	RY Å, MANNA	II	II	II
70001	LINDHOLM Å, SKARVAD	II-III	II-III	II-III
80001	GERÅ, MELHOLT KIRKE	II-III	II-III	II-III
90002	LANGESLUND KANAL, TVEKØRGÅRD	III	II-III	III
100006	HALKØR Å, V. ÅGÅRD	II-III	II	II

Vandløb: Faunaindex

Snr	Vandløbsnavn	1993	1994	1995
NORDJYLLANDS AMT				
100008	HALKØR Å, V. STENILDVAD	II-III	II-III	II
100010	KØRS MØLLEÅ, SKALBORG	II-III	II-III	II-III
100011	ROMDRUP Å, LODSHOLM BRO	II-III	III	III
130009	FALDBØK, VILLESTED-OVERLADE	II	II	II
130011	ODDERBØK, FARSE BROEN	II	II-III	II
130015	ODDERBØK, RISKØR	II-III	II-III	II-III
140016	LINDENBORG Å, VED MØLLEBRO	II	II-III	II
140020	REFSKØR BØK, V. SIEM SKOVVEJ	II	II	II
150032	HASLEVGÅRDS Å, TRØPØLEBRO	II-III	II-III	II-III
150033	LUNDEGÅRDSBØK, EGELUND	I	I-II	II
150034	VALSGÅRD BØK, TRENBAKKE	I-II	I-II	II
150035	VILLESTRUP Å, OUEGÅRD	II-III	II-III	II-III
150036	VILLESTRUP Å, MØLDRUP	II-III	II-III	III

Bilag 6.2

Bilaget uddyber resultaterne af de statistiske analyser, der er anvendt i kapitel 6, som omhandler smådyrsfaunaen og miljøtilstanden i overvågningsvandløbene.

Først i afsnittet om Dansk Fauna Indeks (DFI) udføres en test for ligheden af forårs- og efterårsbedømmelsen. Der testes for homogenitet af de to marginalfordelinger (Agresti, 1990, kap. 10), og den giver en teststørrelse på 0,18 som er χ^2 - fordelt med 1 frihedsgrad, hvilket svarer til en testsandsynlighed på 67 %. Der er altså ingen forskel i fordelingen af forårs- og efterårsbedømmelser.

Dernæst er der analyseret om der har været udviklingstendenser i de 3 år, hvor der er indsamlet data efter Dansk Fauna Indeks. Kun stationer med data fra hvert år er medtaget. Ligeledes beregnes der en årsmiddel DFI-værdi for forårs- og efterårsbedømmelsen. Testmetoden, som anvendes, er beskrevet i Agresti et al. (1992) og giver en teststørrelse på 1,10, som er χ^2 - fordelt med 2 frihedsgrader. Testsandsynligheden er på 58%, hvilket siger, at marginalfordelingerne for de 3 år kan antages at være ens.

Sammenhængen mellem DFI og fysiske og kemiske variable er derefter analyseret (afsnit 6.5). Den statistiske metode, som anvendes i analysen af sammenhængene, er den proportionale odds model (McCullagh, 1980, Agresti, 1990). Modellen forklares kort her. Responsvariablen Y er værdien af DFI og det er en ordnet kategorisk variabel med 7 kategorier

- 1 : I
- 2 : I-II
- 3 : II
- 4 : II-III
- 5 : III
- 6 : III-IV
- 7 : IV.

Lad

$$F_j(\underline{x}) = P(Y \leq j | \underline{x}), \quad j=1,2,\dots,7,$$

være den kumulative sandsynlighed for responskategori j givet, at de forklarende variable har værdien \underline{x} (eksempel \underline{x} = koncentration af BI₅, \underline{x} = 2 mg l⁻¹).

Den proportionale odds model er givet ved

$$L_j(\underline{x}) = \log\left(\frac{F_j(\underline{x})}{1-F_j(\underline{x})}\right) = \alpha_j + \underline{\beta}' \underline{x},$$

for $j=1,2,\dots,6$, fordi $1-F_7(\underline{x})=0$.

Hvis $\beta > 0$, så vokser L_j i x og dermed vokser F_j ligeledes i x . Dette kan også anskueliggøres ved at betragte odds. Odds for at responsen er mindre eller lig j er

$$\exp(\beta'(x_1 - x_2))$$

gange større i $x = x_1$ end i $x = x_2$.

x kan bestå af flere end én variable og de forklarende variable kan både være kontinuerte og kategoriske.

Analysen af sammenhæng mellem DFI og fysiske og kemiske variable gav følgende resultater.

- Årsmiddel DFI og årlig vandføringsvægtet koncentration af BI_5 .

$$\hat{\beta}_{BI_5} = -0,55,$$

som er signifikant forskellig fra 0 ($\chi^2 = 16,9$, $P < 0,01\%$).

- Årsmiddel DFI og BFI

$$\hat{\beta}_{BFI} = 6,26, \chi^2 = 34,6, P < 0,01\%.$$

- Årsmiddel DFI og oplysning om strømforhold fra feltskemaer ligeledes midlet over de to bedømmelser

$$\hat{\beta}_{strøm} = -0,63, \chi^2 = 13,9, P = 0,02\%.$$

- Årsmiddel DFI og bundforhold taget fra feltskemaer og omregnet til et bundindex

$$\beta_{bund} = 0,04, \chi^2 = 2,52, P = 11,2\%.$$

- Sammenhæng mellem årsmiddel DFI og årsmiddel strømforhold, BFI og årlig vandføringsvægtet BI_5 koncentration

$$\beta_{strøm} = -0,33, \chi^2 = 2,72, P = 9,9\%.$$

$$\beta_{BFI} = 6,17, \chi^2 = 24,6, P < 0,01\%.$$

$$\beta_{BI_5} = -0,54, \chi^2 = 14,6, P = 0,01\%.$$

- Efterårs DFI mod vandføringsvægtet koncentration af BI_5 i månederne juni, juli og august

$$\beta_{BI_5} = -0,56, \chi^2 = 27,1, P < 0,01\%.$$

- Efterårs DFI mod efterårs strømforhold

$$\beta_{\text{strøm}} = -0,51, \chi^2 = 10,9, P = 0,10\%.$$

I kapitel 6 er der desuden også udført en ordinationsanalyse (kanonisk korrespondensanalyse) på faunalister og 14 fysisk-kemiske variable. Ordinationsanalyse er en multivariat statistisk metode til at belyse sammenhængen mellem faunasammensætning (både kvantitativt og kvalitativt) i en række vandløb og vandløbenes miljø udtrykt ved de fysisk-kemiske variable. Metoden beregner syntetiske miljøgradienter, som kan anvendes til at beskrive de forskellige arter/gruppers habitat nicher. Ordinationsanalyse er bl.a. beskrevet i oversigtsartiklen *ter Braak & Verdonschot (1995)*. Artiklen indeholder en fyldig litteraturliste.

Bilag 8.1

Bilaget viser et udvalg af oplysninger og gennemsnitskoncentrationer af variable for de enkelte kilder i overvågningsprogrammet.

I kolonnerne jordtype og oplandstype er angivet, om oplandet overvejende er sandjord (S) eller lerjord (L), samt om det er naturopland (N) eller dyrkningspåvirket (D).

Alkaliniteten er et mål for indholdet af basisk reagerende stoffer, som bestemmes ved neutralisation med saltsyre. I kilde- og grundvand er det så godt som udelukkende hydrogencarbonationen, som udgør de basiske stoffer, hvilket betyder, at en alkalinitet på f.eks. 1 mmol/l svarer til et indhold på 61 mg/l HCO_3 .

Tabelværdierne af de obligatoriske variable (se kapitel 2) er gennemsnitskoncentrationer af samtlige målinger fra 1989 til 1994. Værdierne for aggressiv kulsyre (CO_2), calcium, magnesium, sulfat, tritium, klorid og kalium er i de fleste amter baseret på enkeltmålinger i 1993 - 1994, mens enkelte amter har flere målinger til beregning af gennemsnitsværdier.

Kilder

Stnr	Stationsnavn	Opl. type	Jord type	Vand- føring l sek ⁻¹	pH	Alk. mmol l ⁻¹	Aggr. CO2 mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	SO4 mg l ⁻¹

FREDERIKSBORG AMT										
490055	GRIE SKOV KILDE, TOKKERUP ENGH.	N	S	.	7.9	3.27	0	87	7.0	52
490056	HORNSHERRED KILDE, FERSLEV	D	S	.	7.8	3.21	0	96	9.0	53
ROSKILDE AMT										
520073	VEST FOR GL. LEJRE KILDE	D	L	1.8	7.7	4.70	1	.	.	.
520074	KILDE VED SKOVBAKKEN	D	L	0.0	7.5	4.68	1	.	.	.
520075	KILDE SYD FOR GERSHØJ	D	L	2.0	7.4	4.92	2	.	.	.
VESTSJÆLLANDS AMT										
510017	KILDEN VED HESTEMØLLEGÅRD	D	L	21.5	7.7	5.25	1	114	8.6	56
540001	VINDEKILDE, GRIMSDAL	D	S	0.5	7.8	4.28	1	105	14.4	89
550026	SKT. SØRENS KILDE, NEDRE FELT	D	L	.	8.1	4.15	1	97	9.0	55
STORSTRØMS AMT										
600023	FRU MERTES KILDE	D	L	0.0	7.7	6.84	1	88	19.0	.
600025	HELLIG SVENDS KILDE	D	L	0.0	7.2	6.45	1	105	29.0	.
600030	MAGLEVANDSFALD, KILDE	N	L	1.3	7.8	6.14	1	120	12.0	.
600039	KILDE VED TUBÆK	D	L	0.0	7.5	6.79	2	110	42.0	.
610008	SADELMAGERRENDE, KILDE	D	L	0.0	7.7	5.56	1	115	7.0	.
610009	SVEJSERRENDE, KILDE	D	L	0.0	7.4	4.38	1	135	8.0	.
640022	KILDE V. SILLEBRO, LOLLAND	D	L	0.0	7.4	6.81	1	90	22.0	.
640023	NYRODS KILDE	N	L	0.0	7.5	6.69	1	94	22.0	.
BORNHOLMS AMT										
660015	PRINS CHRISTIANS KILDE	D	S	.	7.5	3.35	.	.	.	.
670020	BJERREGÅRD KILDE	D	L	.	7.5	2.55	.	.	.	.
670022	AMALIEKILDE	N	L	.	6.3	0.43	.	.	.	.
FYNS AMT										
450049	HUDEVADKILDEN	D	L	3.5	7.7	4.75	.	135	5.7	74
460021	SKT. OLUF'S KILDE	D	S	0.5	7.7	3.40	.	90	6.3	63
460022	SNANNINGEKILDEN	N	S	4.0	7.8	3.75	.	89	6.8	56
470038	LUNDEBORGKILDEN	D	S	1.5	7.4	1.89	.	76	7.2	43
SØNDERJYLLANDS AMT										
370032	RIKKELSKILDE	D	L	8.3	7.7	3.54	0	91	5.8	.
370033	KEDELFØRERHULLET	D	L	6.3	7.9	3.44	1	104	6.8	.
400003	KILDE V. LØGUMGARDE	D	S	0.5	7.4	1.15	0	.	.	.
410019	PØLSEKILDE	D	L	3.3	7.4	3.37	0	104	6.2	.
RIBE AMT										
310025	KILDE VED HØLLUND	D	S	5.0	6.5	0.66	.	.	.	.
310026	KILDE VED NØRHOLM	D	S	5.0	6.1	0.10	.	.	.	.
320012	KILDE VED VESTER THORSTED	D	S	0.5	6.8	0.61	.	.	.	.
360007	KILDE VED GØRKLINT	D	S	0.0	6.3	0.32	.	.	.	.
360010	KILDE VED SKOVHOVED	D	S	1.5	7.7	1.67	.	.	.	.
VEJLE AMT										
320023	FÅRUP SØ, KILDER, FÅ1	D	S	.	7.4	2.47	.	.	.	.
320024	FÅRUP SØ, KILDER, FÅ2	D	S	.	7.5	2.23	.	.	.	.
320025	FÅRUP SØ, KILDER, FÅ3	D	S	.	7.7	3.07	.	.	.	.
320026	FÅRUP SØ, KILDER, FÅ4	D	S	.	7.8	2.44	.	.	.	.
320027	ENGELSHOLM SØ, KILDER, EN2	D	S	.	7.0	1.23	.	.	.	.
320028	ENGELSHOLM SØ, KILDER, EN3	D	S	.	7.1	1.21	.	.	.	.
320029	ENGELSHOLM SØ, KILDER, EN4	D	S	.	7.2	1.16	.	.	.	.
RINGKØBING AMT										
160026	OLAI KILDE	D	L	13.6	7.4	3.45	1	76	5.0	.
160027	KILDE VED SVENDSHOLM	D	S	1.9	6.9	1.66	10	29	3.5	12
220049	KABEL BÆK	N	S	16.2	7.0	0.69	10	19	3.3	.
250073	HEDEKILDEN (BRANDE)	N	S	2.2	6.9	1.06	18	13	5.4	.
ÅRHUS AMT										
210680	HELLIGKILDE NORD FOR RAVNSØ	D	S	1.6	6.9	0.93	.	37	4.7	120
210691	SILLERUP VÆLD, AFLØB	N	S	74.0	6.8	0.45	.	13	1.6	20
210700	KILDE VED VRADS DAMBRUG	D	S	41.7	7.0	0.59	.	23	2.2	36
210743	ARNAKKE KILDEN	N	S	8.9	6.2	0.51	.	13	2.3	29
210765	KILDE VED NIMDRUP BÆK	D	S	15.0	6.5	0.36	.	24	4.0	21
240047	KILDE TIL ØRUM Å, V GL. MØLLE	D	S	48.5	7.6	2.93	.	93	5.3	46
VIBORG AMT										
190013	KILDE VED BOLLER	D	S	14.7	7.5	1.36	.	.	.	55
190014	KILDE VED GJELBRO, DOLLERUP	N	S	3.9	7.9	1.85	.	.	.	11
210781	KILDE VED DOLLERUP	D	S	7.2	6.9	0.85	.	.	.	38
210965	VÆLDERNE V. VINKEL, 2	D	S	.	7.7	.	.	.	.	58
NORDJYLLANDS AMT										
50001	KILDE VED FEJBORG BAKKE	D	S	3.3	7.7	2.35	.	.	.	.
50002	KILDE VED RØVERSTED BJERG	N	S	4.0	7.7	2.33	.	.	.	.
140007	ROLD KILDE OPSTRØMS, R2	D	S	15.8	7.7	2.09	.	.	.	.
140008	ROLD KILDE NEDSTRØMS, R8	D	S	22.0	7.8	2.09	.	.	.	.
140017	LILLE BLÅKILDE	N	S	92.5	7.6	2.77	.	.	.	.

Bilag 8.2

Årsmiddelkoncentrationer af kvælstof, fosfor og biokemisk iltforbrug (BOD) for alle vandløbsstationer under overvågningsprogrammet for vandløb, i landovervågningsoplande samt for tilløb og afløb til overvågningsøer.

Ved beregningen af årsmiddelkoncentrationen for 1995 er der kun medtaget stationer, hvor der er mindst 7 målinger i 1995.

Ved beregning af middelkoncentrationen for 1989-94 er der opstillet følgende betingelser:

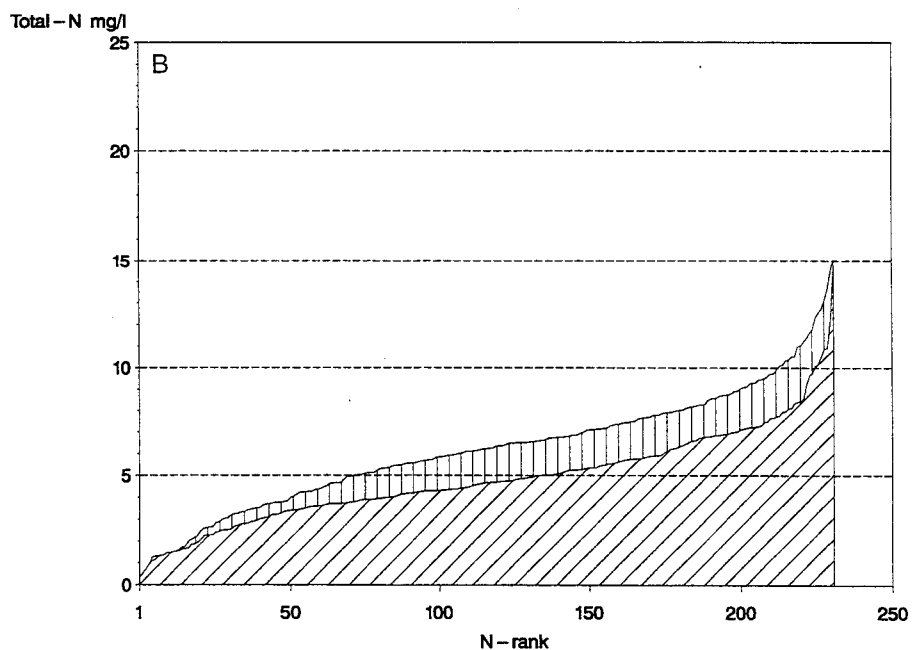
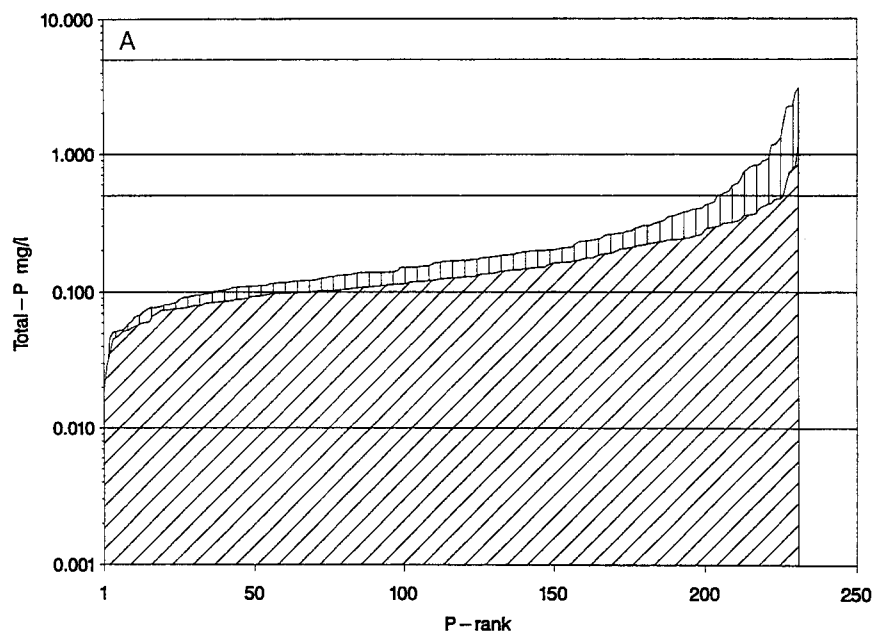
- der er beregnet en årsmiddelkoncentration for 1995
- der er rapporteret mindst 7 målinger i hver af de øvrige målte år
- der er beregnet årsmiddelkoncentrationer for mindst tre ud af syv år.

Tallene i parentes angiver stationernes sortering efter stigende årsmiddelkoncentrationen for henholdsvis kvælstof og fosfor i 1995.

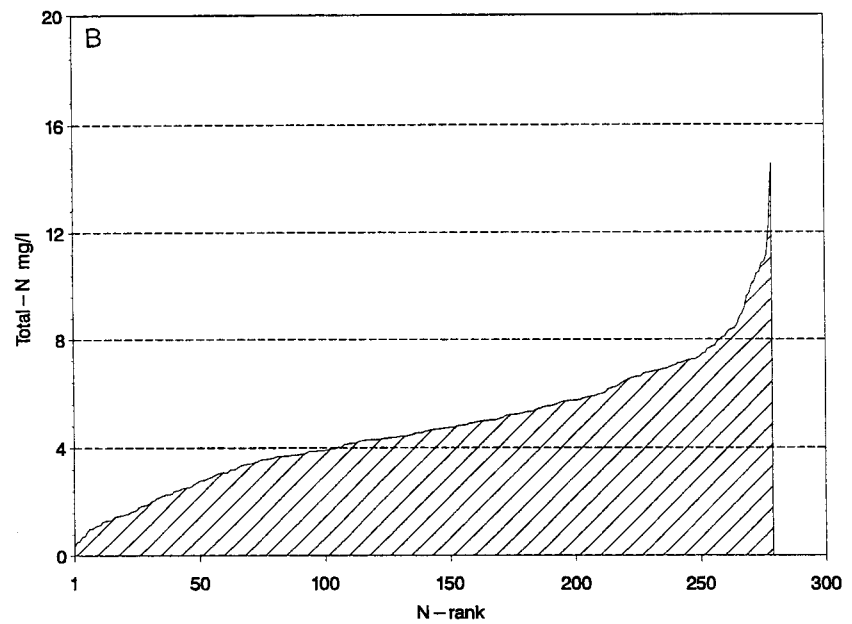
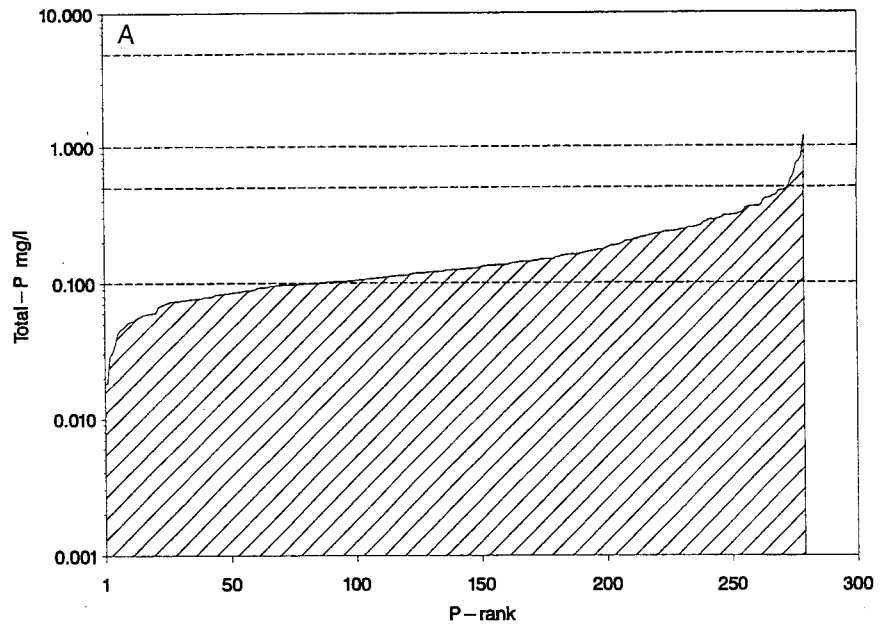
Årsmiddelkoncentrationerne er beregnet ved, at der først er beregnet en middel for de enkelte måneder, dernæst en middel for året.

Vandløb: Middelkoncentrationer

Stnr	Vandløbsnavn	Total-N mg l ⁻¹		Total-P mg l ⁻¹		Total BOD mg l ⁻¹	
		89-94	95 Nrank	89-94	95 Frank	89-94	95
ÅRHUS AMT							
210729	SANDEMANDSBÆK, FUNDERHOLME	1.307	1.555 (22)	0.093	0.077 (36)	.	.
210752	HORNDRUP BÆK, LAMMEKROG	5.850	4.283 (116)	0.117	0.101 (87)	1.28	1.31
210759	JAVNGYDE BÆK, RENSNINGSANLÆG	9.021	6.755 (229)	0.198	0.097 (70)	2.49	1.83
210861	RUSTRUP SKOVBÆK, T.T. THORSØ	0.428	0.545 (3)	0.030	0.031 (4)	0.83	1.02
210873	HOLMSBÆK, OPST. HOLMSBÆK	.	4.805 (153)	.	0.101 (86)	1.08	1.40
230055	EGÅ, JERNBANEBO	6.353	4.726 (148)	0.359	0.136 (157)	2.26	1.91
230087	HEVRING Å, VADBRO	7.661	7.216 (246)	0.117	0.128 (145)	.	.
240050	GRENÅEN, GRENÅ BY	5.947	5.912 (208)	0.116	0.107 (103)	1.57	1.79
240061	FELDBÆK, FELDBÆKGÅRD	13.652	12.297 (278)	0.052	0.035 (5)	0.85	1.22
260080	ÅRHUS Å, MUSEUMSBO	7.088	3.935 (101)	0.666	0.364 (260)	9.22	6.49
260082	ÅRHUS Å, SKIBBY	5.454	4.435 (133)	0.399	0.151 (179)	2.32	2.45
260096	LYNGBYGÅRDS Å, A 15	6.758	5.056 (169)	0.234	0.142 (164)	2.12	2.29
270021	GIBER Å, FULDEN	7.514	5.028 (167)	0.609	0.236 (223)	2.61	2.28
VIBORG AMT							
110010	HARRING Å, HARRING HEDEGÅRD	6.804	5.342 (183)	0.151	0.150 (174)	1.30	1.68
110011	HVIDBJERG Å, HVIDBJERG MLLEG.	4.660	4.556 (139)	0.200	0.230 (221)	.	4.00
130005	LERKENFELD Å, LERKENFELDT MLLE	6.512	6.544 (222)	0.120	0.106 (102)	.	.
160030	LYBY-GRØNNING GRØFT, HULEBRO	11.795	10.168 (272)	0.167	0.147 (172)	1.30	1.03
170004	HVAM BÆK, GL. HVAM	14.479	14.556 (279)	0.139	0.114 (119)	0.96	0.66
170007	SIMESTED Å, SKIVE-HOBRO LANDEV	.	11.169 (277)	.	0.171 (194)	.	.
180077	SKALS Å, LØVEL BRO	5.011	5.408 (184)	0.129	0.127 (142)	.	.
190012	JORDBRO Å, JORDBRO MØLLE	2.985	3.374 (67)	0.115	0.110 (109)	.	.
190015	LÅNUM BÆK, BÆKGÅRD	6.762	6.965 (238)	0.102	0.102 (90)	1.15	0.90
200024	KARUP Å, NØRKER BRO	3.672	3.580 (76)	0.109	0.108 (105)	.	.
210461	GUDEN Å, ULSTRUP BRO	2.885	3.075 (58)	0.112	0.103 (92)	.	.
210487	MAUSING MØLLEBÆK, ENGBRO	4.610	3.889 (96)	0.110	0.082 (44)	1.12	0.61
210712	HINGE Å, AFL. HINGE SØ	4.031	3.744 (89)	0.128	0.138 (161)	.	.
210786	HAURBÆK, OS HINGE SØ	3.038	2.296 (39)	0.131	0.112 (114)	0.94	0.57
210799	STIGSBÆK, STIGSBO	4.505	4.419 (132)	0.088	0.074 (30)	0.93	0.80
210803	SKJELLEGRØFTEN	6.521	4.671 (143)	0.077	0.079 (40)	.	.
NORDJYLLANDS AMT							
20005	ELLING Å, ELLING KIRKE	4.244	4.180 (110)	0.138	0.155 (180)	2.29	2.39
30002	UGGERBY Å, NS RANSBÆK	5.549	5.091 (170)	0.201	0.205 (209)	2.45	2.96
40003	OVERKLIT GRØFTEN, JESPERSMINDE	10.982	10.078 (271)	0.195	0.163 (188)	2.62	2.53
40005	LIVER Å, RØDE BRO	.	6.520 (221)	.	0.264 (238)	.	3.73
50003	VOER Å, FÆBROEN	5.993	5.529 (188)	0.184	0.188 (202)	2.21	2.12
60001	RY Å, MANNA	5.438	5.021 (166)	0.180	0.217 (215)	2.41	2.75
70001	LINDHOLM Å, SKARVAD	5.538	4.257 (114)	0.121	0.184 (201)	2.41	2.93
80001	GERÅ, MELHOLT KIRKE	4.665	3.897 (97)	0.121	0.167 (190)	2.53	2.69
90002	LANGESLUND KANAL, TVEKÆRGÅRD	3.437	2.529 (45)	0.197	0.231 (222)	2.90	3.07
100006	HALKÆR Å, V. ÅGÅRD	7.667	7.662 (253)	0.263	0.239 (225)	2.62	2.68
100008	HALKÆR Å, V. STENILDVAD	7.379	6.787 (231)	0.084	0.089 (59)	1.79	1.81
100010	KÆRS MØLLEÅ, SKALBORG	5.287	5.768 (202)	0.114	0.126 (141)	2.43	2.52
100011	ROMDRUP Å, LODSHOLM BRO	8.487	7.973 (258)	0.074	0.084 (48)	1.98	2.29
130009	FALDBÆK, VILLESTED-OVERLADE	7.446	7.483 (252)	0.104	0.115 (120)	2.09	2.04
130011	ODDERBÆK, FARSE BROEN	6.098	5.452 (185)	0.095	0.122 (134)	1.97	1.88
130015	ODDERBÆK, RISKÆR	4.957	4.600 (140)	0.138	0.148 (173)	1.66	1.68
140016	LINDENBORG Å, VED MØLLEBRO	6.193	6.587 (223)	0.126	0.129 (147)	1.98	2.19
140020	REFSKÆR BÆK, V. SIEM SKOVVEJ	.	2.034 (31)	.	0.069 (24)	1.66	1.78
150032	HASLEVGAARDS Å, TRÆPELEBRO	7.112	5.894 (206)	0.407	0.313 (249)	2.95	2.48
150033	LUNDEGAARDSBÆK, EGELUND	10.312	10.909 (276)	0.108	0.102 (89)	1.53	1.63
150034	VALSGÅRD BÆK, TRENBÆKKE	8.258	9.189 (268)	0.100	0.083 (47)	2.30	1.87
150035	VILLESTRUP Å, OUEGÅRD	6.572	7.017 (240)	0.177	0.127 (144)	2.63	2.46
150036	VILLESTRUP Å, MØLDRUP	3.757	3.673 (80)	0.097	0.086 (52)	1.54	1.75



Figureerne viser fordelingen af middelmiddelt koncentrationen af total fosfor (A) og total kvælstof (B) på stationer i henholdsvis 1989-1994 og 1995. Øverst i de to figurer ses middelmiddelt koncentrationen for 1989-1994 og nederst ses middelmiddelt koncentrationen for 1995, begge sorteret efter stigende værdi. I figuren er kun medtaget stationer, hvorfra der er værdier i hele perioden.



Figureerne viser middelkoncentration af total fosfor (A) og total kvælstof (B) sorteret for stigende middelkoncentration af henholdsvis total fosfor (P-rank) og total kvælstof (N-rank) på vandløbsstationer i 1995.

Bilag 8.3

Arealkoefficienter for kvælstof, fosfor og biokemisk iltforbrug (BOD) samt vandføringer og CV (variationskoefficienten) for alle vandløbsstationer under overvågningsprogrammet.

(Der er brugt "gamle" oplandsarealer ved beregningen af arealkoefficienterne, da CORINE ikke var færdiggjort på tidspunktet for udarbejdelsen af bilaget.)

Både arealkoefficienten for kvælstof og fosfor og vandføringen er opgivet som henholdsvis gennemsnittet i perioden 1989-94 og for 1995. Arealkoefficienten for organisk stof er dog kun angivet som et gennemsnit i 1995. For perioden 1989-94 er der opstillet følgende betingelser:

- der er beregnet arealkoefficienter eller vandføring for 1995
- der er beregnet arealkoefficienter eller vandføring for mindst tre ud af syv år.

CV er et mål for sæsonvariationer i afstrømningen. Den er angivet som et gennemsnit for de syv år.

CV < 50: lille sæsonvariation

50 > CV < 80: moderat sæsonvariation

CV > 80: stor sæsonvariation

Bilaget viser desuden stationernes klassificering indenfor nettype og opland. Nettypen viser, hvordan stationer indgår i overvågningsprogrammet.

H: Stationen indgår kun i havbelastningsnettet

T: Stationen indgår kun i typeoplandsnettet

HT: Stationen indgår i begge net.

Stationstypen angiver, hvordan stationen anvendes i overvågningsprogrammet:

V = vandløb

T = søtilløb

A = søafløb

L = landovervågningvandløb

VT = søtilløb, der også anvendes i vandløbsovervågningen

VA = vandløb, der også anvendes som søafløb

TV = søtilløb, der også anvendes som vandløb

LV = loopvandløb, der også anvendes som vandløb

Der er kun foretaget en klassifikation af stationsoplandet for de vandløbsstationer, som indgår i vandløbs-overvågningsprogrammet:

N = naturopland

L = dyrket opland uden punktkilder

LS = dyrket opland med punktkilder: punktkildebelastning udgør $N < 0,5 \text{ kg ha}^{-1}$

- S = opland med punktkilder: punktkildebelastning udgør $N > 0,5 \text{ kg ha}^{-1}$
- D = dambrugbelastet opland: P-udledningen udgør over 40% af total P-transport og over 50% af punktkildebelastningen
- = ikke klassificeret

Vandløb: Arealafstrømning

STNR	VANDLØBS-NAVN	Stat. Net	Opl. type	Opl. Areal km ²	Total-N kg ha ⁻¹		Total-P kg ha ⁻¹		BOD kg ha ⁻¹	Vandføring l sek ⁻²			
					89-94	95	89-94	95	95	89-94	95	CV	
NORDJYLLANDS AMT													
70001	LINDHOLM Å, SKARVAD	HT	V	L	6.5	29.0	21.9	0.47	0.65	11.2	75.9	82.2	89
80001	GERÅ, MELHOLT KIRKE	HT	V	LS	153.8	19.4	15.4	0.38	0.60	10.2	1485.8	1589.4	73
90002	LANGESLUND KANAL, TVEKÆRGÅRD	T	V	L	6.7	11.7	9.4	0.58	0.78	9.7	62.1	67.8	99
100006	HALKÆR Å, V. ÅGÅRD	T	V	S	41.9	23.7	25.4	0.77	0.82	9.1	403.7	448.3	39
100008	HALKÆR Å, V. STENILDVAD	T	V	L	7.2	15.5	17.7	0.18	0.27	4.8	43.7	57.4	54
100010	KERS MØLLEÅ, SKALBORG	HT	V	S	128.4	9.5	12.3	0.21	0.29	5.4	696.5	849.1	28
100011	ROMDRUP Å, LODSHOLM BRO	HT	V	LS	28.1	16.9	16.6	0.15	0.22	4.8	160.3	189.0	76
130009	FALDEBÆK, VILLESTED-OVERLADE	T	V	LS	22.4	18.0	18.9	0.24	0.29	5.2	154.3	173.4	55
130011	ODDERBÆK, FARSØ BROEN	T	LV	-	11.4	16.5	16.7	0.26	0.33	5.2	78.9	88.4	53
130015	ODDERBÆK, RISKÆR	-	L	-	3.2	11.0	11.0	0.25	0.33	4.1	20.0	21.8	57
140016	LINDENBORG Å, VED MØLLEBRO	T	V	S	317.8	21.1	26.3	0.46	0.54	9.1	3276.4	3900.5	29
140020	REFSKÆR BÆK, V. SIEM SKOVVEJ	T	V	N	4.8		1.5		0.05	1.3		10.6	30
150032	HASLEVGAARDS Å, TRÆPÅLEBRO	HT	V	S	80.5	23.4	18.3	0.76	0.82	7.3	619.7	712.2	80
150033	LUNDGAARDSBÆK, EGELUND	T	V	LS	32.1	18.0	24.0	0.21	0.27	4.3	180.7	240.3	25
150034	VALSGÅRD BÆK, TRENBÆKKE	HT	V	S	14.1	17.8	26.3	0.23	0.24	5.5	95.1	127.3	15
150035	VILLESTRUP Å, OUEGÅRD	HT	V	-	125.0	22.9	28.6	0.62	0.57	11.2	1371.7	1649.5	19
150036	VILLESTRUP Å, MØLDRUP	T	V	-	30.2	13.9	14.0	0.38	0.36	7.5	335.6	360.0	29

Bilag 8.4

Bilaget viser en oversigt over udviklingen i punktkildebelastning med total-N og total-P til de punktkildebelastede overvågningsvandløb i perioden 1989-1995.

Belastningen er opgivet som henholdsvis ton N år⁻¹ eller ton P år⁻¹ og som en procentdel af den målte transport.

Bilag 10.1

Oversigt over de 55 vandløb anvendt i analysen af udviklingstendenser i kvælstoftransporten.

Bilag 11

Bilag 11.1-3: Tilførslen af kvælstof (11.1), fosfor (11.2) og organisk stof (11.3) via vandløb til de 9 1.ordens og 49 2.ordens kystafsnit i 1995.

Endvidere er angivet tal for åbent land, oplandstab og diffus tab inklusiv bidrag fra spredt bebyggelse (dog ikke for organisk stof).

For kvælstof og fosfor er endvidere angivet retentionen beregnet for hver af de 49 2.ordens kystafsnit.

Endelig er angivet ferskvandsafstrømningen fra de 9 1.ordens kystafsnit og den beregnede vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration.

Bilag 11.4-6: Kvælstof, fosfor, organisk stof og ferskvandsafstrømningen via vandløb til de 9 1.ordens kystafsnit fordelt på måneder i ton og i procent. Endvidere er angivet vandføringsvægtede koncentrationer på månedsbasis for 1.ordens kystafsnit. Andelen af uorganisk opløst kvælstoftransport i procent af total kvælstoftransport og tilsvarende orthofosfattransport af total fosfortransporten er angivet på månedsbasis for de 9 1.ordens kystafsnit.

Bilag 11.7: Definition af termer.

Bilag 11.1

Farvands- område 1995	Målt opland km2	Total opland km2	N-tilførsel via vandløb kg N	Retention i ferskvand kg N	Tab åbne land kg N/ha	Oplandstab kg N/ha	Diffust tab kg N/ha		
11	0	171	352724	132527	18.7	20.6	26.4		
12	1363	1665	2950611	122534	15.7	17.7	16.4		
13	2404	3442	6328651	487986	16.8	18.4	18.2		
14	0	268	300688	20918	11.0	11.2	11.8		
15	0	57	118594	5376	20.7	20.7	21.6		
16	4210	5207	10934855	240564	19.4	21.0	19.8		
21	347	492	982754	16248	19.4	20.0	19.7		
22	301	567	1164854	12751	19.7	20.5	19.9		
23	0	43	152573	3077	18.6	35.5	19.4		
30	0	116	201695	0	17.4	17.4	17.4		
31	36	86	123591	949	13.5	14.4	13.6		
32	1235	1961	3234820	511082	14.7	16.5	17.3		
33	0	42	96692	4333	22.8	22.9	23.8		
34	473	727	1136842	100501	14.9	15.6	16.3		
35	3019	3499	5823959	1103484	14.8	16.6	17.9		
36	459	743	1845290	38703	24.1	24.8	24.6		
37	3953	7594	17320359	1296802	21.9	22.8	23.6		
38	392	522	999534	11502	18.9	19.2	19.1		
39	123	537	919736	14152	16.9	17.1	17.2		
40	0	131	193479	0	14.2	14.8	14.2		
41	0	316	29737	222434	0.4	0.9	7.5		
42	808	1191	2533656	78305	19.3	21.3	20.0		
43	385	780	1950524	32318	24.4	25.0	24.8		
44	417	657	1251454	93363	16.2	19.0	17.6		
45	0	60	115565	4308	19.1	19.3	19.8		
51	590	1044	2575564	56806	21.8	24.7	22.4		
52	299	504	1259880	30481	23.6	25.0	24.2		
53	100	227	461732	29830	19.8	20.3	21.1		
54	300	508	1052513	56276	20.1	20.7	21.2		
55	0	94	193178	33890	19.2	20.6	22.8		
56	78	289	560546	16932	19.1	19.4	19.7		
57	21	207	447536	9631	20.0	21.6	20.5		
58	13	258	651144	26694	24.7	25.2	25.7		
59	44	239	737741	17239	29.9	30.9	30.6		
61	803	1211	2290403	716072	17.9	18.9	23.8		
62	1334	2358	4535631	413820	18.0	19.2	19.8		
63	55	279	444229	11998	15.3	15.9	15.8		
64	170	445	985008	22490	21.7	22.2	22.2		
65	91	436	864066	21677	19.6	19.8	20.1		
66	147	289	705005	8936	24.1	24.4	24.5		
67	128	398	796966	13889	19.5	20.0	19.8		
71	631	984	1355751	57908	12.5	13.8	13.1		
72	286	505	241354	256213	2.7	4.8	7.8		
73	195	248	244251	265001	8.8	9.8	19.4		
81	0	40	79569	4985	19.8	20.0	21.1		
82	207	382	624834	10081	15.9	16.4	16.1		
91	113	588	1072696	0	18.1	18.2	18.1		
92	0	105	199121	2942	18.4	18.9	18.7		
93	221	512	980127	13817	18.4	19.1	18.7		
Danmark	25753	43022	84422082	6651825	18.3	19.6	19.9	Afstrømning 10E6 m3	Q-vægtet koncentration mg N/l
Omr. I	7976	10811	20986123	1009905	17.8	19.4	18.7	5356	3.919
Omr. II	649	1102	2300181	32076	19.5	20.9	19.8	363	6.340
Omr. III	9690	15826	31702518	3081508	18.9	20.0	20.8	5531	5.732
Omr. IV	1610	3135	6074415	430728	17.8	19.4	19.2	961	6.321
Omr. V	1446	3369	7939834	277779	22.1	23.6	22.9	1244	6.385
Omr. VI	2729	5415	10621308	1208882	18.7	19.6	20.9	1462	7.266
Omr. VII	1112	1737	1841356	579122	9.2	10.6	12.5	375	4.906
Omr. VIII	207	421	704403	15066	16.2	16.7	16.6	79	8.898
Omr. IX	334	1205	2251944	16759	18.3	18.7	18.4	254	8.860
Danmark	25753	43022	84422082	6651825	18.3	19.6	19.9	15624	5.403

Bilag 11.2

Farvands- område 1995	Målt opland km2	Total opland km2	P-tilførsel via vandløb kg P	Retention i ferskvand kg P	Tab åbne land kg P /ha	Oplandstab kg P /ha	Diffust tab kg P /ha		
11	0	171	8970	253	0.42	0.52	0.44		
12	1363	1665	61416	234	0.19	0.37	0.19		
13	2404	3442	150247	931	0.30	0.44	0.30		
14	0	268	26660	40	0.99	0.99	0.99		
15	0	57	1896	10	0.33	0.33	0.33		
16	4210	5207	300261	328	0.38	0.58	0.38		
21	347	492	37398	31	0.70	0.76	0.70		
22	301	567	42183	24	0.62	0.74	0.62		
23	0	43	7377	6	0.41	1.72	0.42		
30	0	116	6488	0	0.56	0.56	0.56		
31	36	86	4946	2	0.47	0.58	0.47		
32	1235	1961	99182	36302	0.23	0.51	0.41		
33	0	42	953	8	0.20	0.23	0.20		
34	473	727	19162	192	0.12	0.26	0.13		
35	3019	3499	153583	4406	0.27	0.44	0.28		
36	459	743	34350	74	0.38	0.46	0.38		
37	3953	7594	368809	-256	0.38	0.49	0.38		
38	392	522	33222	22	0.57	0.64	0.57		
39	123	537	31275	27	0.56	0.58	0.56		
40	0	131	3367	0	0.14	0.26	0.14		
41	0	316	5929	424	0.10	0.19	0.11		
42	808	1191	70267	751	0.38	0.59	0.39		
43	385	780	30233	62	0.32	0.39	0.32		
44	417	657	38390	178	0.29	0.58	0.30		
45	0	60	1345	8	0.19	0.22	0.19		
51	590	1044	87088	108	0.45	0.83	0.46		
52	299	504	33267	58	0.53	0.66	0.53		
53	100	227	14655	57	0.56	0.65	0.56		
54	300	508	34625	107	0.56	0.68	0.57		
55	0	94	5656	65	0.50	0.60	0.51		
56	78	289	13082	32	0.39	0.45	0.39		
57	21	207	19342	18	0.80	0.93	0.80		
58	13	258	17254	51	0.55	0.67	0.55		
59	44	239	18995	33	0.65	0.79	0.65		
61	803	1211	37651	2276	0.12	0.31	0.14		
62	1334	2358	93458	789	0.20	0.40	0.21		
63	55	279	4378	23	0.05	0.16	0.05		
64	170	445	17679	43	0.33	0.40	0.33		
65	91	436	19193	41	0.40	0.44	0.41		
66	147	289	14594	17	0.48	0.51	0.48		
67	128	398	16583	26	0.35	0.42	0.35		
71	631	984	125544	71	0.98	1.28	0.98		
72	286	505	12540	489	-0.06	0.25	-0.05		
73	195	248	11222	506	0.32	0.45	0.34		
81	0	40	1874	10	0.42	0.47	0.42		
82	207	382	9684	19	0.14	0.25	0.14		
91	113	588	20560	0	0.32	0.35	0.32		
92	0	105	3961	6	0.26	0.38	0.26		
93	221	512	20686	26	0.26	0.40	0.26		
Danmark	25753	43022	2191481	48928	0.35	0.51	0.36	Afstrømning	Q-væg
								10E6 m3	koncentrati
Omr. I	7976	10811	549450	1796	0.34	0.51	0.34	5356	0.1
Omr. II	649	1102	86958	61	0.65	0.79	0.65	363	0.2
Omr. III	9690	15826	751970	40777	0.34	0.48	0.36	5531	0.1
Omr. IV	1610	3135	149531	1423	0.31	0.48	0.31	961	0.1
Omr. V	1446	3369	243964	529	0.53	0.72	0.53	1244	0.1
Omr. VI	2729	5415	203536	3215	0.23	0.38	0.23	1462	0.1
Omr. VII	1112	1737	149306	1066	0.58	0.86	0.59	375	0.3
Omr. VIII	207	421	11558	29	0.16	0.27	0.17	79	0.1
Omr. IX	334	1205	45207	32	0.29	0.38	0.29	254	0.1
Danmark	25753	43022	2191481	48928	0.35	0.51	0.36	15624	0.1

Bilag 11.3

Farvands- område 1995	Målt opland km2	Total opland km2	C-tilførsel via vandløb kg C	Tab åbne land kg C/ha	Oplandstab kg C/ha		
11	0	171	108839	3.1	6.4		
12	0	1665	1560811	6.3	9.4		
13	0	3442	3611360	7.1	10.5		
14	0	268	85381	3.1	3.2		
15	0	57	16128	2.8	2.8		
16	3405	5207	3701587	4.7	7.1		
21	347	492	515227	9.7	10.5		
22	301	567	596452	9.8	10.5		
23	0	43	395701	3.0	92.0		
30	0	116	98241	8.5	8.5		
31	0	86	17464	1.0	2.0		
32	1235	1961	1140357	4.3	5.8		
33	0	42	13346	2.9	3.2		
34	473	727	298395	3.5	4.1		
35	3019	3499	3338676	7.6	9.5		
36	459	743	476827	5.0	6.4		
37	3953	7594	4562978	4.6	6.0		
38	392	522	528318	9.9	10.1		
39	123	537	488648	8.8	9.1		
40	0	131	53907	3.3	4.1		
41	0	316	60936	1.6	1.9		
42	808	1191	721001	4.7	6.1		
43	86	780	789878	9.3	10.1		
44	417	657	626888	7.4	9.5		
45	0	60	31280	4.5	5.2		
51	137	1044	1299616	8.1	12.5		
52	29	504	523076	9.0	10.4		
53	100	227	82738	3.3	3.6		
54	300	508	499986	8.9	9.9		
55	0	94	49083	4.3	5.2		
56	78	289	144540	4.6	5.0		
57	21	207	116525	4.5	5.6		
58	13	258	128854	4.0	5.0		
59	44	239	114381	3.8	4.8		
61	803	1211	324515	1.7	2.7		
62	1334	2358	702776	1.8	3.0		
63	55	279	111050	3.2	4.0		
64	170	445	185974	3.4	4.2		
65	91	436	231333	5.0	5.3		
66	147	289	171605	5.7	5.9		
67	128	398	198316	4.5	5.0		
71	631	984	449927	2.2	4.6		
72	286	505	149968	1.0	3.0		
73	195	248	108981	2.7	4.4		
81	0	40	20648	4.7	5.2		
82	207	382	98875	1.8	2.6		
91	0	588	267241	4.4	4.5		
92	0	105	29324	1.7	2.8		
93	221	512	173953	1.8	3.4		
Danmark	20011	43022	30021912	5.2	7.0	Afstrømning 10E6 m3	Q-vægtet koncentration mg C /l
Omr. I	3405	10811	9084105	5.6	8.4	5356	1.696
Omr. II	649	1102	1507380	9.5	13.7	363	4.155
Omr. III	9654	15826	10963250	5.5	6.9	5531	1.982
Omr. IV	1311	3135	2283890	6.1	7.3	961	2.377
Omr. V	723	3369	2958799	6.8	8.8	1244	2.379
Omr. VI	2729	5415	1925569	2.6	3.6	1462	1.317
Omr. VII	1112	1737	708876	1.9	4.1	375	1.889
Omr. VIII	207	421	119523	2.1	2.8	79	1.510
Omr. IX	221	1205	470518	3.1	3.9	254	1.851
Danmark	20011	43022	30021912	5.2	7.0	15624	1.922

Bilag 11.6

Månedens nitrat-nitrit transport i procent af total kvælstof transport i 1995

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	I alt
Nordsøen	80.7	80.0	79.9	81.6	83.0	73.5	78.2	82.6	84.2	85.8	86.1	83.0	80.8
Skagerrak	80.3	85.2	87.7	83.3	79.8	82.8	89.6	86.7	79.5	83.0	83.0	88.6	83.9
Kattegat	75.8	73.6	70.8	63.2	63.1	54.1	56.1	52.6	57.0	62.1	68.6	67.3	68.1
Nordlige Bælt.	84.6	83.9	85.1	75.2	63.7	66.5	63.4	61.7	63.5	67.9	80.0	81.3	81.6
Lillebælt	80.2	79.5	78.8	76.8	71.2	66.1	66.0	66.4	67.7	70.3	73.7	77.6	77.0
Storebælt	94.4	92.3	87.0	87.7	79.2	74.5	68.0	55.8	60.9	69.4	71.7	69.2	90.1
Øresund	80.7	77.1	82.0	76.8	68.1	54.4	68.5	65.0	62.2	74.8	68.9	70.2	77.1
Sydlig Bælthav	82.4	84.9	82.1	79.3	76.2	78.6	77.3	70.3	62.0	73.2	84.1	72.5	82.0
Østersøen	82.4	84.9	82.1	79.3	76.2	78.6	77.3	70.3	62.0	73.2	84.1	72.5	82.4
Total	82.2	80.6	77.6	73.0	69.8	62.1	63.1	60.4	63.9	68.8	73.3	71.9	76.3

Månedens orthofosfat transport i procent af total fosfor transport i 1995

Farvandsområde	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	I alt
Nordsøen	39.1	29.0	28.7	28.8	24.2	26.4	31.8	38.5	43.9	32.6	28.1	22.5	31.0
Skagerrak	23.2	23.4	37.9	35.4	27.6	40.7	53.8	61.4	55.7	42.5	37.2	36.7	33.7
Kattegat	33.8	28.8	20.6	18.6	23.2	25.3	30.2	35.1	39.1	40.8	43.7	37.9	29.7
Nordlige Bælt.	46.9	45.9	34.0	20.7	17.8	28.6	43.7	57.0	43.1	39.8	42.5	51.9	40.4
Lillebælt	40.1	34.3	33.0	30.5	32.8	33.5	43.4	49.3	50.5	41.5	36.4	30.5	37.2
Storebælt	58.6	66.3	57.4	41.6	53.4	74.4	74.7	73.5	80.8	83.2	83.6	80.4	63.0
Øresund	54.0	50.4	46.0	45.1	59.3	62.6	73.3	75.0	60.6	71.7	70.9	62.4	55.9
Sydlig Bælthav	29.1	35.8	44.9	40.8	61.6	85.0	90.7	89.3	82.8	82.1	71.4	70.6	48.2
Østersøen	29.1	35.8	44.9	40.8	61.6	85.0	90.7	89.3	82.8	82.1	71.4	70.6	45.2
Total	40.2	35.1	28.7	26.3	27.3	31.3	36.8	41.9	45.6	40.8	39.6	34.7	34.9

Bilag 11.7

Definition af termer

<i>Arealkoefficient</i>	Stofafstrømningen fra et opland i kg divideret med arealet af oplandet i ha.
<i>Årsmiddelkoncentration</i>	Summen af målte koncentrationer af f.eks. total fosfor i en periode divideret med antallet af målinger i perioden.
<i>Vandføringsvægtet koncentration</i>	Stoftransporten af f.eks. total fosfor i en periode divideret med vandtransporten i perioden.
<i>Tab fra opland (oplandstab)</i>	Målte transport divideret med topografiske opland.
<i>Tab fra det åbne land (åbent landstab)</i>	(Målte transport minus punktkilder) divideret med topografiske opland.
<i>Det diffuse tab</i>	(Målte transport minus punktkilder og tillagt retention) divideret med det topografiske opland.
<i>Tab fra dyrkede arealer (tab fra landbrugsarealer)</i>	(Målte transport minus punktkilder og spredt bebyggelse og tillagt retention) divideret med dyrket oplandsareal.

Bilag 12.1

Bilaget viser en oversigt over vand- og stoftilførslen til de danske fjorde, der indgår i fjordtemaet.

Stofbelastningen er opgivet som henholdsvis ton N år⁻¹ eller ton P år⁻¹ og vandtilførslen som 10⁶ m³.

Bilaget viser både den totale belastning (minus atmosfærisk deposition), belastningen via ferskvand samt punktkildebelastningens andel heraf og belastninge direkte til fjorden. Kolonnen Total til Ferskvand angiver belastningen via ferskvand og punktkildebelastningen andel heri er opdelt i henholdsvis byspildevand, spredt bebyggelse, dambrug, regnvand og industri. Kolonnen Direkte angiver den totale punktkildebelastning direkte til fjorden.

Kolonnen Vandtilførsel viser den totale vandtilførsel til fjorden og kolonnen Q-meter viser afstrømningshøjden i meter pr. år pr. opland.

Oplandsarealet er vist både som totalt opland i km² og den målte andel heraf i procent.

Yderligere er fjordarealet angivet i km².

Fjordbelastningen er opgjort til de marine fjordbokse, som også er vist på bilaget.

Hertil skal det bemærkes, at enkelte steder er flere fjorde slået sammen, så belastningen herfra er indberettet under en enkelt fjordboks. Det drejer sig om belastningen til Frederiksværk Bredning (3221), som er fremkommet ved at addere belastningen til 3221, 3222 og 3223, samt belastningen til Roskilde Bredning (3224), som er fremkommet ved at addere belastningen til 3224, 3225, 3226 og 3227.

Nr Fjord	Fjord- boks	År	Fjord	Total	Målt	Vand-	Q-	Total t. ferskv.	Heraf til ferskvand				Spildev.		Total t. fjord
			areal	opland	opland	tilfør.	meter		Rens.	Spredt	Dambr.	Regnv.	Indus.direkte		
			Km	Km ²	%	10 m ²	m år		anlæg	bebygg.					
440	Holckenhavn Fjord	6722 1991	0.7	221.0	57.7	55.3	0.25	512.6	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	512.6
441	Holckenhavn Fjord	6722 1992	0.7	221.0	57.7	42.1	0.19	458.1	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	458.1	
442	Holckenhavn Fjord	6722 1993	0.7	221.0	57.7	67.3	0.30	687.2	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	687.2	
443	Holckenhavn Fjord	6722 1994	0.7	221.0	57.7	101.2	0.46	775.1	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	775.1	
444	Holckenhavn Fjord	6722 1995	0.7	221.3	57.7	103.8	0.47	471.1	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	471.1	

Nr Fjord	Fjord-boks	År	Fjord areal Km	Total opland Km	Målt opland %	Vand-tilførsel 10 m ³	O-meter m år ⁻¹	Total-P ton år ⁻¹									
								Total t. ferskv.	Heraf Rens. anlæg	til Spredt bebyg.	ferskvand Dambr.	Regnv.	Spildev. Indus.direkte	Total fjord			
434	Holckenhavn Fjord	6722	1984	0.7	221.0	57.7	56.0	0.25									
435	Holckenhavn Fjord	6722	1985	0.7	221.0	57.7	48.0	0.22									
436	Holckenhavn Fjord	6722	1986	0.7	221.0	57.7	37.6	0.17									
437	Holckenhavn Fjord	6722	1987	0.7	221.0	57.7	41.7	0.19									
438	Holckenhavn Fjord	6722	1988	0.7	221.0	57.7	66.1	0.30									
439	Holckenhavn Fjord	6722	1989	0.7	221.0	57.7	24.7	0.11									
440	Holckenhavn Fjord	6722	1990	0.7	221.0	57.7	54.0	0.24	4.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
441	Holckenhavn Fjord	6722	1991	0.7	221.0	57.7	55.3	0.24	9.8	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
442	Holckenhavn Fjord	6722	1992	0.7	221.0	57.7	42.1	0.19	9.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
443	Holckenhavn Fjord	6722	1993	0.7	221.0	57.7	67.3	0.19	6.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
444	Holckenhavn Fjord	6722	1994	0.7	221.0	57.7	102.2	0.46	10.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
445	Holckenhavn Fjord	6722	1995	0.7	221.3	57.7	103.8	0.46	13.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
									9.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

Danmarks Miljøundersøgelser

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

Henvendelser kan rettes til:

Danmarks Miljøundersøgelser *Direktion og Sekretariat*
Postboks 358 *Forsknings- og Udviklingssekretariat*
Frederiksborgvej 399 *Afd. for Atmosfærisk Miljø*
4000 Roskilde *Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi*
Afd. for Miljøkemi
Tlf. 46 30 12 00 *Afd. for Systemanalyse*
Fax 46 30 11 14

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Vandløbsøkologi*
Postboks 314 *Afd. for Sø- og Fjordøkologi*
Vejlsovej 25 *Afd. for Terrestrisk Økologi*
8600 Silkeborg

Tlf. 89 20 14 00
Fax 89 20 14 14

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Kystzoneøkologi*
Grenåvej 12, Kalø *Afd. for Landskabsøkologi*
8410 Rønde

Tlf. 89 20 17 00
Fax 89 20 15 14

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Arktisk Miljø*
Tagensvej 135, 4.
2200 København N

Tlf. 35 82 14 15
Fax 35 82 14 20

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, tema-rapporter, arbejdsrapporter, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, samt årsberetninger.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til telefon: 46 30 12 00.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

1995

- Nr. 136: Control of pesticides 1994. By Køppen, B. 21 p., DKK 40,00.
Nr. 137: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1994/1995 i Danmark. Af Clausager, I. 44 s., 35,00 kr.
Nr. 138: Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1994. Af Ovesen, N.B. & Svendsen, L.M. 62 s., 50,00 kr.
Nr. 139: Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1994. Af Jensen, J.P. et al. 116 s., 125,00 kr.
Nr. 140: Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1994. Af Larsen, S.E. et al. 196 s., 125,00 kr.
Nr. 141: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1994. Af Grant, R. et al. 142 s., 125,00 kr.
Nr. 142: Marine Områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1994. Af Dahl, K. et al. 123 s., 150,00 kr.
Nr. 143: Investigation of selected fragrance substances in cosmetics based on natural ingredients. By Rastogi, S.C. & Jensen G.H. 38 p., DKK 30,00.
Nr. 144: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Af Skov, H. et al. 83 s., 100,00 kr.
Nr. 145: Waterbird Numbers in the Baltic Sea, Winter 1993. By Pihl, S. et al. 60 p., DKK 50,00.
Nr. 146: Tungmetaller i tang og muslinger ved Ivittuut 1995. Af Riget, F. et al. 32 s., 40,00 kr.
Nr. 147: Vindmøllers indvirkning på fugle. Af Clausager, I. & Nøhr, H. 51 s., 45,00 kr.
Nr. 148: Environmental satellite models for ADAM. By Møller Andersen, F. & Trier, P. 200 p., DKK 100,00.
Nr. 149: MeMoS: Udvikling af konsekvensmodel for svovldeposition for Sydsandinavien. Af Asman, W.A.H. et al. 57 s., 80,00 kr.

1996

- Nr. 150: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual report 1994. By Kemp, K. et al. 66 p., DKK 80,00.
Nr. 151: Vandløbsrestaurering - eksempler og erfaringer fra Danmark. Af Hansen, H.O. (red.). 136 s., 100,00 kr.
Nr. 152: Rådyrjagten i Danmark 1993/94. Af Asferg, T. & Jeppesen, J.L. 40 s., 50,00 kr.
Nr. 153: Control of Pesticides 1995. By Køppen, B. 26 p., DKK 40,00.
Nr. 154: Territoriality, breeding ranges and relationship between the sexes in a Danish wild pheasant (*Phasianus colchicus*) population. By Clausager, I. et al. 44 p., DKK 45,00.
Nr. 155: Fredningen ved Saltholm og risiko for bird-strikes i Københavns Lufthavn. Af Noer, H. & Christensen, T.K. 44 s., 50,00 kr.
Nr. 156: Oil Exploration in the Fylla Area. By Mosbech, A. et al. 92 p., DKK 100,00.
Nr. 157: Monitorering af tungmetaller i danske dyrknings- og naturjorder. Prøvetagning i 1992/1993. Af Larsen, M.M. 78 s., 100,00 kr.
Nr. 158: Fuglelivet omkring Rønland, Harboør Tange. Af Clausen, P., et al. 48 s., 45,00 kr.
Nr. 159: Kortlægning af tålegrænser for svovl og kvælstof. Af Bak, J. 110 s., 150,00 kr.
Nr. 160: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1995. Af Riget, F. et al. 91 s., 100,00 kr.
Nr. 161: Ammoniak og naturforvaltning. Af Strandberg, M. 58 s., 100,00 kr.
Nr. 162: Environmental impacts of shipping to and from Citronen Fjord. By Boertmann, D. 35 p., DKK 40,00.
Nr. 163: Modellering af bygge- og anlægssektorens materialeforbrug. Af Wier, M. 122s., 75,00 kr.
Nr. 164: BASIS. En konsekvensanalysemodel for forbrug af byggematerialer. Af Wier, M. 109 s., 75,00 kr.
Nr. 165: Omkostninger ved reduktion af næringsstofbelastningen af havområderne. Af Paaby, H. et al. 187 s., 150,00 kr.
Nr. 166: Analyse af dioxin og pentachlorphenol i nye tekstiler. Af Vikelsøe, J. & Johansen, E. 46 s., 40,00 kr.
Nr. 167: Fejlkilder i den danske vildtudbyttestatistik. Af Asferg, T. 27 s., 40,00 kr.
Nr. 168: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1995/1996 i Danmark. Af Clausager, I. 41 s., 35,00 kr.
Nr. 169: Effects of fitting dummy satellite transmitters to geese. A pilot project using radio telemetry on wintering Greenland White-fronted geese. By Glahder, C. et al. 38 p., DKK 40,00.
Nr. 170: Seabird colonies in western Greenland. By Boertmann, D. et al. 148 p., DKK 100,00.
Nr. 171: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Karup Å, Hvidbjerg Å/Thy, Ryå og Skals Å, 1985-1994. Af Madsen, A.B. 42 s., 45,00 kr.
Nr. 172: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Danmark 1996. Af Hammershøj, M. 43 s., 45,00 kr.