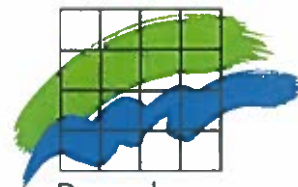


Miljøministeriet



Danmarks
Miljøundersøgelser

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1990

Ferske vandområder

Vandløb og kilder

Faglig rapport nr. 37



Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1990

Ferske vandområder

Vandløb og kilder

Faglig rapport nr. 37

Brian Kronvang

Peter Græsbøll

Mogens Erlandsen

Aage Rebsdorf

Peter Kristensen

Erik Mortensen

Afdeling for Ferskvandsøkologi

Datablad

- Titel:** Ferske vandområder - vandløb og kilder
- Undertitel:** Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990
- Forfattere:** Kronvang, B., Græsbøll, P., Erlandsen, M., Rebsdorf, Å., Kristensen, P., Mortensen, E.
- Afdelingsnavn:** Afdeling for Ferskvandsøkologi
- Serietitel og nummer:** Faglig rapport nr. 37
- Udgiver:** Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser
Udgivelsesår: 1991
- Layout:** Inge Nielsen
Tegninger: Inge Nielsen
Teknisk assistance: Inge Nielsen, Jytte Erfurt og Lisbet Sortkjær
ETB: Kirsten Thykjær
- Bedes citeret:** Kronvang, B., Græsbøll, P., Erlandsen, M., Rebsdorf, Å., Kristensen, P., Mortensen, E., Ferske vandområder, Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. Faglig rapport fra DMU nr. 37.
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse**
- Frie emneord:** Vandmiljøplan, overvågningsprogram, vandløb, kilder, vandkvalitet, næringsstoftransport, forureningstilstand
- ISBN:** 87-7772-043
ISSN: 0905-815X
Papirkvalitet: Dansk Miljøpapir
Tryk: Silkeborg Bogtrykkeri
Oplag: 300 eks.
Sideantal: 75
Pris: kr. 75,00 (incl. 22% moms, excl. forsendelse)

Købes hos:

Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Ferskvandsøkologi
Vejløvej 25

Indhold

Forord 5

Sammenfatning 7

1. Indledning 9

1.1 Stationsnettet og måleprogrammet 9

1.2 Deskriptive statistiske metoder 10

2. Klima og afstrømning 13

2.1 Temperatur 13

2.2 Nedbør 13

2.3 Afstrømning 14

3. Landbaseret tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til det marine miljø 19

3.1 Tilførslen i 1990 20

3.2 Kilderne til næringsstoffer i 1990 25

3.3 Sammenligning med tidligere år 27

4. Udviklingstendenser i transporten af kvælstof i vandløb 31

4.1 Datagrundlag og metode 31

4.2 Analyse af udviklingen 32

5. Vandkvalitet i kilder og kildebække 35

6. Vandkvalitet og stoftransport i vandløb 39

6.1 Datagrundlag og gruppering af vandløb 40

6.2 Vandkvaliteten i danske vandløb 43

6.3 Vandkvalitet og stoftransport i vandløb indenfor typeoplande 44

6.4 De naturgivne og dyrkningsmæssige forholds betydning for vandkvalitet og stoftransport 57

7. Forureningstilstanden i vandløb 63

8. Konklusion 67

9. Referencer 69

Bilag I: Oversigt over amtsrapporter 73

Danmarks Miljøundersøgelser 75



Forord

Denne rapport tilhører rækken af faglige rapporter, der udarbejdes af Danmarks Miljøundersøgelser som led i den landsdækkende rapportering af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Overvågningsprogrammet blev iværksat efteråret 1988, og dette udgør den anden rapportering.

Hensigten med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, der er konsekvensen af beretningen om Vandmiljøplanen afgivet af Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg den 30. april 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 Miljøministeriet 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.

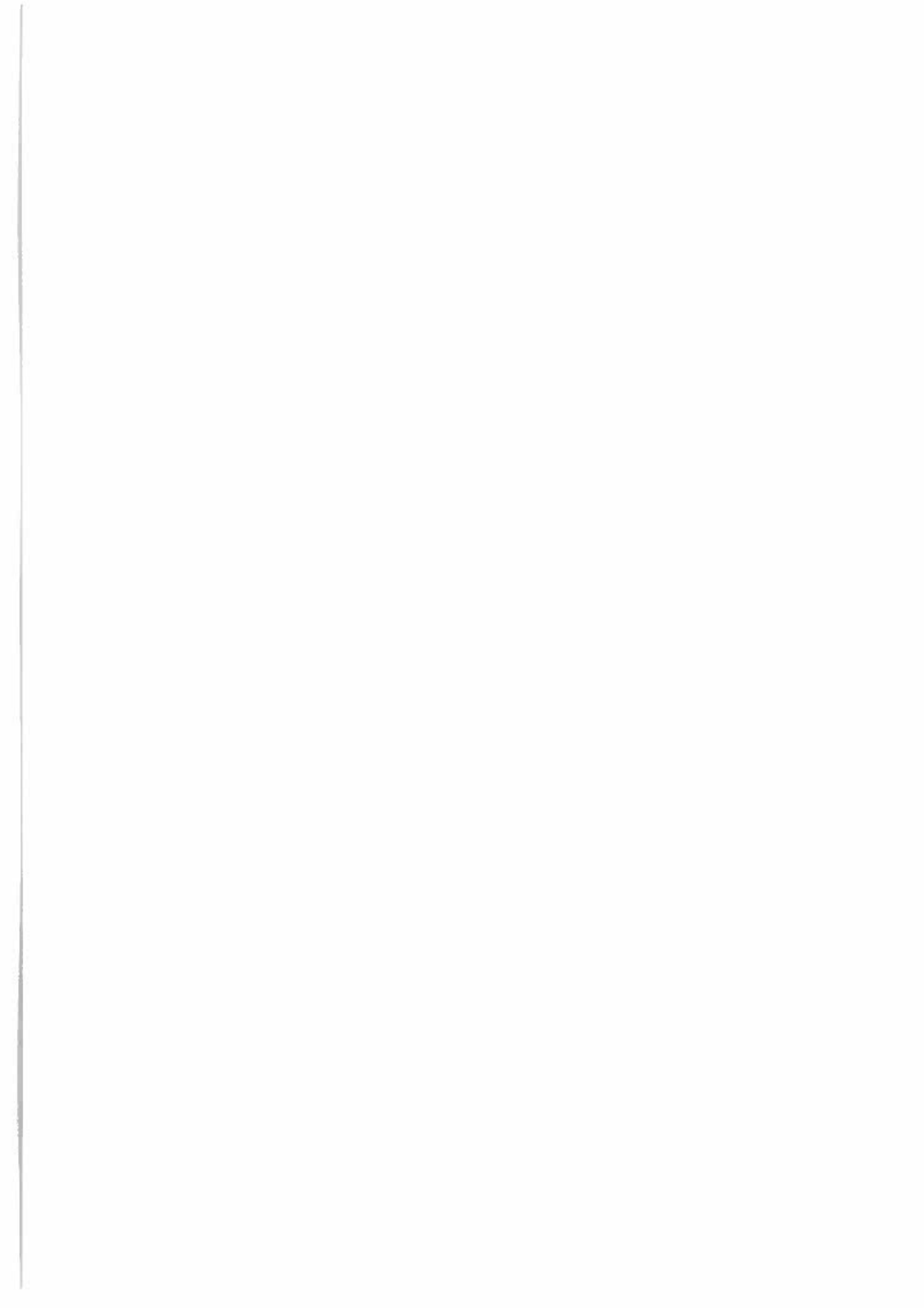
I Overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem kommunale og statslige myndigheder.

Rapporterne "Ferske vandområder - vandløb og kilder" og "Ferske vandområder - søer" er således baseret på amtskommunernes data og regionale rapporteringer af den amtskommunale overvågning af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder - fjorde, kyster og åbent hav" er baseret på amtskommunernes regionale rapportering af den amtskommunale overvågning af fjorde og kystvande samt Danmarks Miljøundersøgelsers overvågning af de åbne havområder.

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

Endelig er rapporten "Atmosfæren - nedfald af kvælstofforbindelser" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågningsindsats.



Sammenfatning

Rapportens indhold

I rapporten præsenteres resultaterne af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for vandløb og kilder i 1990. Der gives en landsdækkende status for vandkvaliteten, stoftransporten og forureningstilstanden i vandløb og ændringer fra 1989 til 1990 vurderes. Desuden beskrives vandkvaliteten i kilder og kildebække i 1990 og eventuelle ændringer fra 1989 vurderes. Tilførslen af kvælstof, fosfor og organisk stof, via vandløb og direkte punktkildeudledninger, til de marine vande præsenteres og de enkelte kilders betydning vurderes. Endelig er der gennemført en analyse for eventuelle udviklingstendenser i kvælstoftransporten i vandløb for perioden 1978 til 1991.

Klima og afstrømning

I 1990 var nedbøren, som gennemsnit for hele landet, på 812 mm, og dermed ca. 9% over gennemsnittet for perioden 1981-90. Derimod var afstrømningen i vandløb 7% lavere end gennemsnittet for perioden 1981-90. I 1990 var ferskvandstilstrømningen til de marine vande ca. 14.000 mill. m³, hvilket svarer til en arealspecifik afstrømning på 326 mm. Ferskvandstilstrømningen var i 1990 væsentlig større end i 1989, hvor den udgjorde ca. 11.000 mill. m³ eller 255 mm.

Næringsstofftilførsel til havet

I 1990 blev der fra vandløb og direkte punktkildeudledninger tilført de marine vande ca. 115.300 ton kvælstof, ca. 7.800 ton fosfor og ca. 484.000 ton organisk stof. Stofftilførslen var størst til de indre danske farvande, som modtog henholdsvis 74%, 81% og 70% af den samlede tilførsel. De største mængder af kvælstof (N) og fosfor (P) tilførtes i vinterhalvåret. Den direkte plantetilgængelige del af kvælstof (nitrit og nitrat-N og ammonium-N) og fosfor (opløst orthofosfat) udgjorde i 1990 henholdsvis 87% og 67% af de totalt tilførte mængder.

Hovedkilderne til næringsstofftilførslen

Hovedsagelig på grund af den større nedbør og afstrømning, tilførtes de marine vande i 1990 meget større mængder kvælstof og fosfor end i 1989, nemlig henholdsvis 47% mere N og 15% mere P. Landbrugets andel af den totale kvælstofftilførsel steg fra 73% i 1989 til 82% i 1990, mens landbrugets andel af fosfortilførslen steg fra 14% i 1989 til 36% i 1990. Omregnet til tab pr. arealenhed udgjorde landbrugsbidraget i 1989 ca. 20 kg N ha⁻¹ dyrket areal, imod ca. 35 kg N ha⁻¹ i 1990. De tilsvarende tal er for fosfor 0,17 kg P ha⁻¹ dyrket areal og 0,51 kg P ha⁻¹. Udledningerne af kvælstof fra punktkilder var stort set uændret fra 1989 til 1990, mens der for fosfor var et lille fald. Opgørelserne vedrørende punktkildeudledninger er foreløbige, men de overordnede konklusioner forventes ikke at blive ændret.

Udviklingstendensen i kvælstoftransporten

Udviklingen i kvælstoftransporten i vandløb i perioden 1978 til 1991 er analyseret på baggrund af data for 45 vandløb, i de tre regioner Vestjylland, Østjylland og Fyn. I alle vandløb stammer hovedparten af kvælstoftransporten fra udvaskningen på landbrugsarealerne, og spildevandsbidraget er ubetydeligt. I analysen er anvendt en model, som inddrager betydningen af år til år ændringer i afstrømningen (klimatisk effekt) for transportniveauet af kvælstof. Analysen viser, at der i de 9 år forud for Vandmiljøplanen (1978/79 til 1986/87) var et konstant niveau i kvælstoftransporten indenfor alle tre regioner. I de fire år efter

Vandmiljøplanen (1987/88 til 1990/91) var kvælstoftransporten i vandløbene indenfor de tre regioner på det samme niveau. På baggrund af analysen af kvælstoftransporten i vandløb kan der således til og med 1990/91 ikke påvises nogen effekt af tiltag indenfor landbruget, overfor udvaskningen af kvælstof til vandløb.

Vandkvalitet i kilder og kildebække

Overvågningen af kilder og kildebække i 1990 viser næsten det samme billede som i 1989. Det vil sige, at koncentrationsforholdene er stabile og uafhængige af de to års forskellige nedbørs- og afstrømningsforhold. I kilder på lerjorder var koncentrationen af kvælstof dog højere i 1990 end i 1989. Fra fem af kilderne findes der målinger tilbage i tiden. I de fire, som repræsenterer kilder i naturområder og i dyrkede områder, fortsætter den gradvise stigning i nitratkoncentration, som blev konstateret i sidste overvågningsrapport, mens den femte fortsætter det fald i nitratindhold, som også er konstateret tidligere.

Vandkvaliteten i vandløb påvirket af forskellige samfundssektorer

Koncentrationen og arealkoefficienten af N og P steg markant fra vandløb i udyrkede oplande til vandløb i dyrkede oplande. I 1990 var arealkoefficienten af N fra udyrkede oplande i gennemsnit på 2,3 kg N ha⁻¹ imod 21,6 kg N ha⁻¹ fra dyrkede oplande uden punktkilder. Tilsvarende steg arealkoefficienten af P i 1990 fra 0,084 kg P ha⁻¹ i udyrkede oplande til 0,41 kg P ha⁻¹ i dyrkede oplande. Punktkildebelastede vandløb havde generelt en højere arealkoefficient af både N og P end dyrkede oplande uden punktkilder. For de meget punktkildebelastede vandløb blev der konstateret et fald i arealkoefficienten fra 1989 til 1990, som indikation på en reduktion i udledningen fra punktkilder.

Tabet af kvælstof fra dyrkede jorde

Der kan i både 1989 og i 1990 opstilles en signifikant sammenhæng mellem arealkoefficienten af N og dyrkningsgraden i vandløbsoplande uden punktkildebelastning. Arealkoefficienten steg med stigende dyrkningsgrad og med en signifikant større stigningstakt i 1990 end i 1989.

Fosforudledning fra spredt bebyggelse

I vandløb indenfor dyrkede, lerede oplande og hvor der ikke findes punktkilder var der en stigning i koncentrationsniveauet af fosfor i sommerhalvåret, som kan relateres til betydningen af fosforudledningen fra spredt bebyggelse og gårdbidrag.

Forureningstilstanden i vandløb

Forureningstilstanden var bedst i referencevandløbene i udyrkede oplande og blev gradvist forværret med stigende organisk stof belastning fra punktkilder. På baggrund af den biologiske vandløbsbedømmelse på overvågningsstationerne i 1990 og en sammenligning med tidligere undersøgelser, synes forureningstilstanden ikke at være blevet væsentligt forbedret.

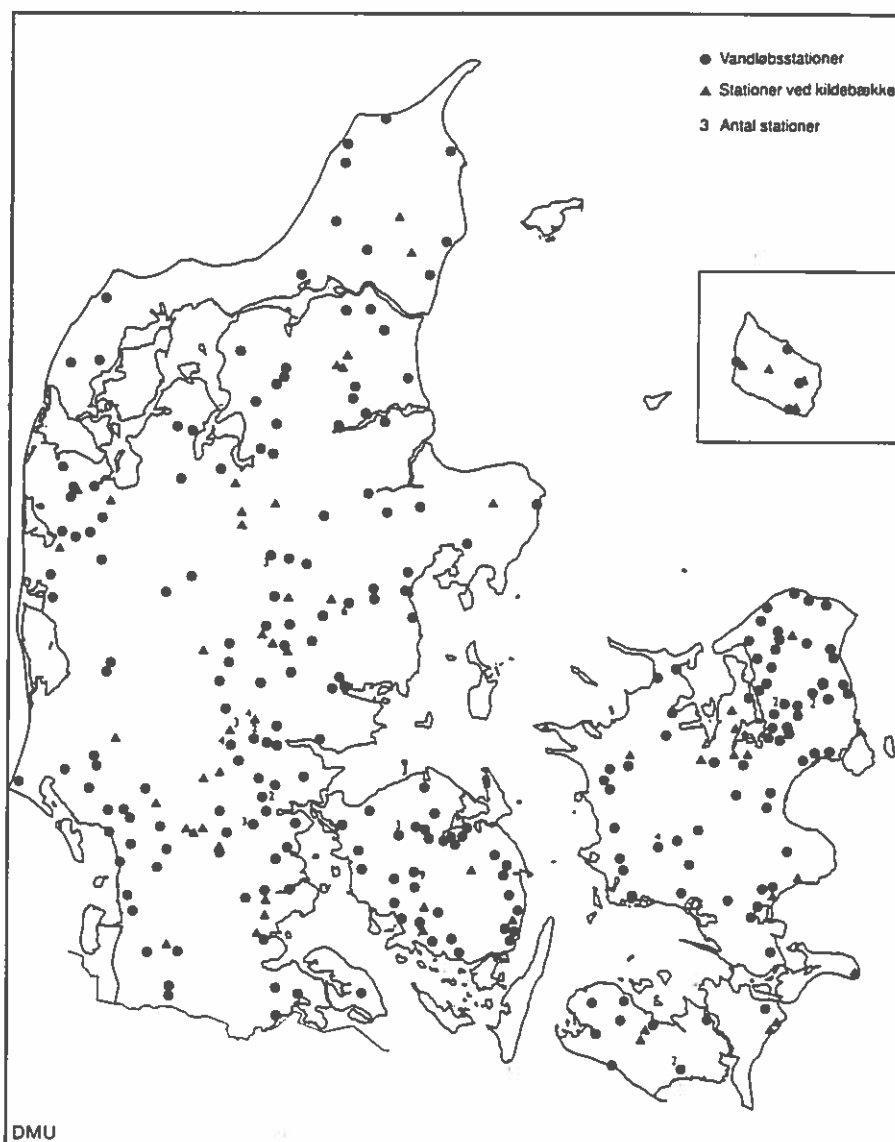
1. Indledning

Formålet med overvågningen af vandløb og kilder er beskrevet i "Vandmiljøplanens Overvågningsprogram" (Miljøstyrelsen, 1989) og i rapporten "Ferske Vandområder" om overvågningsprogrammet 1989 (Kristensen et al., 1990). Her skal kun opsummeres, at hovedformålet er at få bedre viden om de mængder af kvælstof, fosfor og organisk stof, der fra det åbne land og fra punktkilder tilføres vandløb og derfra videre til søer, og de marine vande. Udviklingstendenser i stoftilførslen registreres og de økologiske virkninger heraf vurderes.

1.1 Stationsnettet og måleprogrammet

Datagrundlaget for overvågningen er de amtskommunale målinger af vandkvalitet, stoftransport og forureningstilstand ved 270 vandløbsstationer, hvoraf 25 er afløb fra søer, samt ved 60 kilder, fordelt ud over landet (figur 1.1).

Figur 1.1 Geografisk placering af overvågningsstationerne.



Valget af stationer er truffet ud fra ønsket om at få repræsenteret vandløb hvortil der fra oplandet i forskellig grad tilføres næringsstoffer fra de enkelte samfundssektorer inklusive de rene vandløb og kilder i skov- og naturoplande, som kun i ringe grad er påvirket af menneskelig aktivitet.

Prøvetagningsprogrammet er samlet skematisk i tabel 1.1, men er nærmere beskrevet i Miljøstyrelsen (1989) samt detaljeret omkring metoder i nogle tekniske anvisninger fra Danmarks Miljøundersøgelser (Rebsdorf og Thyssen, 1987; Kronvang og Rebsdorf, 1988; Kronvang og Bruhn, 1990).

Tabel 1.1 Oversigt over prøvetagningsfrekvens og måleprogrammer for hhv. vandløbs- og kildeovervågning.

	Vandløb	Kilder
Prøvetagningsfrekvens (antal år ¹⁾)	12-26	4
Laboratorieanalyser		
pH	x	x
Alkalinitet	x ¹⁾	x
Konduktivitet	x ¹⁾	x
Farvetal		x
Nitrit + nitratkvælstof	x	x
Ammoniumkvælstof	x	
Totalkvælstof	x	
Opløst fosfatfosfor	x	x
Totalfosfor	x	x
Organisk stof (COD/TOC)	x	
Kontinuert måling af vandføring	x	
Biologisk vandløbsbedømmelse	x ²⁾	

¹⁾ Disse variable kan udelades i de vandløb, hvor alkaliniteten er større end 1,5 mmol l⁻¹.

²⁾ Bedømmelsen gennemføres 2 gange årligt.

1.2 Deskriptive statistiske metoder

I denne rapport er anvendt en række deskriptive statistiske størrelser. De vigtigste af disse er følgende:

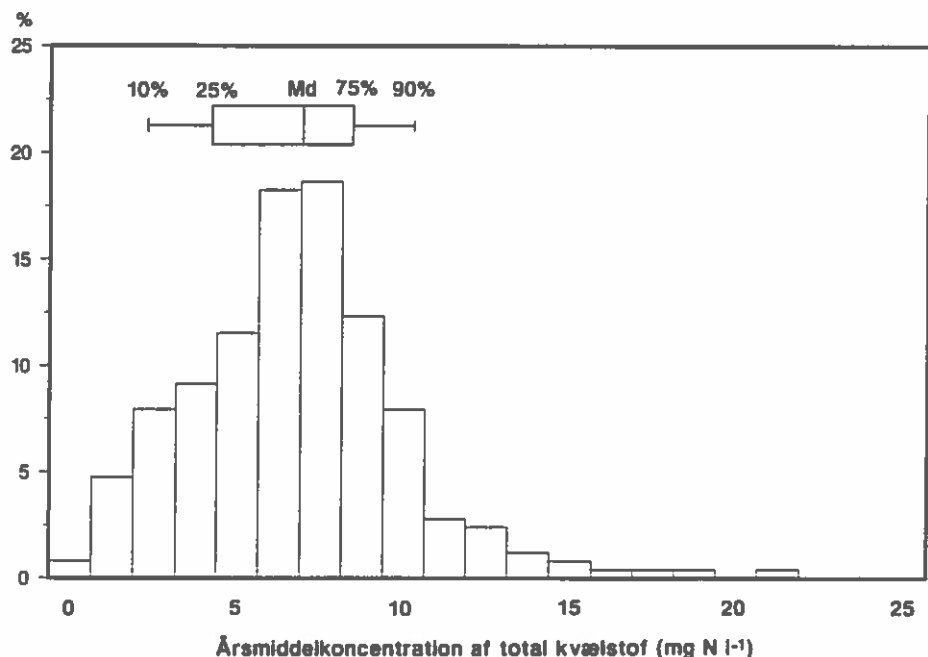
gennemsnit, tidsvægtet gennemsnit, standardafvigelse, variationskoefficient, box plot og sumkurver.

Det sædvanlige (aritmetiske) *gennemsnit* er defineret ved summen af de givne observationer divideret med antallet af observationer. Det *tidsvægtede gennemsnit* benyttes især ved beregning af årsgennemsnit af koncentrationsmålinger pr. station, idet

f.eks. en stratificeret prøvetagningsfrekvens med flere målinger i vintermånederne end i sommermånederne vil give det almindelige gennemsnit en bias mod vinterværdierne, og dermed ikke afspejle den med hensyn til tiden gennemsnitlige koncentration. I stedet beregnes først (for hver station) de månedlige (sædvanlige) gennemsnit, herefter beregnes et (sædvanligt) gennemsnit af de 12 månedsgennemsnit. *Standardafvigelsen* er kvadratroden af variansen, der beregnes som summen af de kvadrerede afvigelser mellem observationerne og deres gennemsnit, divideret med antal observationer minus 1. *Variationskoefficienten*, der beregnes som standardafvigelsen i procent af det sædvanlige gennemsnit, er benyttet til at karakterisere vandføringsvariationen over året, idet en lille variationskoefficient vil være karakteristisk for vandløb med en relativ stabil vandføring, mens omvendt vandløb med en meget variabel vandføring vil have en stor variationskoefficient.

Til karakteristik af gennemsnit for flere stationer anvendes box plot og sumkurver. Et *box plot* angiver 10, 25, 50, 75 og 90 procents fraktilerne i fordelingen af gennemsnittene (observationerne). Det vil sige, at 10%'s fraktilen angiver den grænse, hvor 10% hhv. 90% af observationerne ligger under hhv. over 50%'s fraktilen, der også kaldes *medianen*, angiver den grænse, hvor halvdelen af observationerne ligger under og den anden halvdel over. Median og gennemsnit af observationerne behøver ikke at være (tilnærmelsesvis) lige store. Fordelingen siges at være højre- hhv. venstreskæv, hvis medianen er mindre end hhv. større end gennemsnittet (figur 1.2). Som eksempel på en typisk højreskæv fordeling kan nævnes koncentrationen af total fosfor, hvor der ofte forekommer enkelte "høje" værdier, som vil forøge størrelsen af gennemsnittet, men ikke ændre medianværdien.

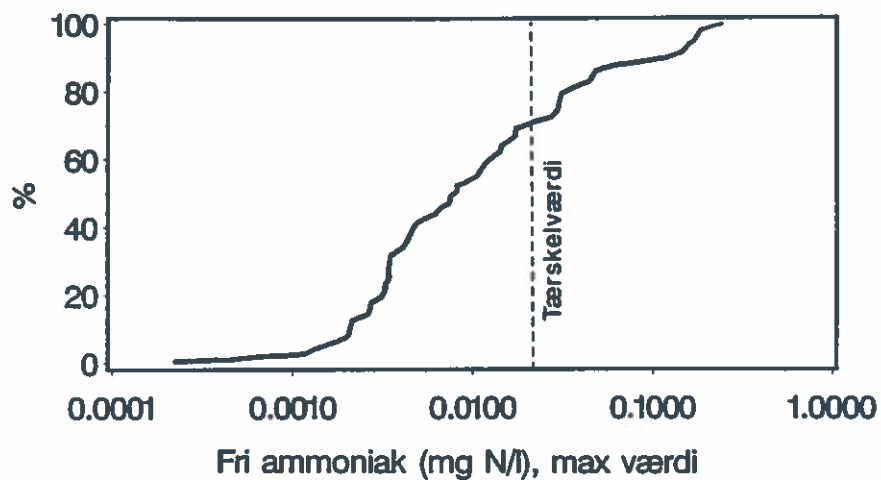
Figur 1.2 Fordelingen i et box plot, illustreret ved almindeligt søjlediagram.



Sumkurven (også kaldet den empiriske fordelingsfunktion) fremkommer, når observationerne ordnes efter størrelse og man for

hver eneste beregner, hvilken fraktil den svarer til. Sumkurven giver derfor et mere detaljeret billede af fordelingen end box plottet, og ud fra kurven kan man også aflæse, hvor mange procent af observationerne, der overstiger en vis tærskelværdi, f.eks. en grænseværdi for fri ammoniak (figur 1.3).

Figur 1.3 Eksempel på sumkurvefordeling, her vist for fri ammoniak.



2. Klima og afstrømning

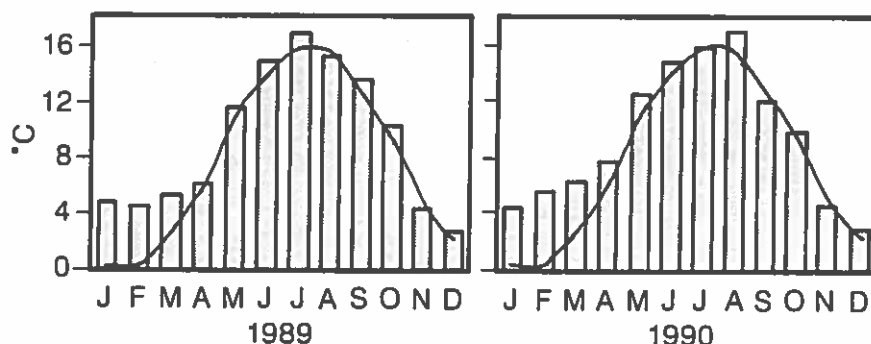
Indhold

I kapitlet beskrives temperatur, nedbør og afstrømning i Danmark for 1989 og 1990, sammenholdt med referenceperioden 1981-90.

2.1 Temperatur

Middeltemperaturen på 9.3°C i 1990 var ligesom i 1989 rekord høj. Specielt var vinter- og forårsmånederne januar til maj, både i 1989 og 90, varmere end normalt (figur 2.1).

Figur 2.1 Månedsmiddeltemperatur for 1989 og 1990 (søjler) sammenholdt med normale månedsmidler for 1981-90 (kurve), (data fra Rosenørn og Lindhardt, 1991).

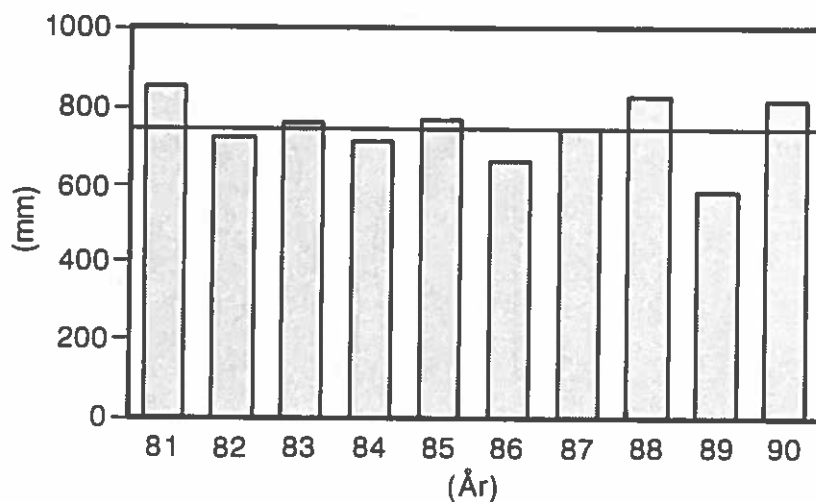


2.2 Nedbør

Årsnedbør

Nedbøren i 1990 var som landsgennemsnit på 812 mm. Dette er ca. 9% højere end gennemsnittet for perioden 1981-90 på 743 mm, men meget højere end nedbøren i 1989, der kun var 561 mm (figur 2.2).

Figur 2.2 Årsmiddelnedbøren i referencerperioden 1981-90 (søjler) og gennemsnit for hele perioden (linie).



Sæsonvariation

Månederne januar, februar og september i 1990 var usædvanlig nedbørsrige, mens nedbøren i sommermånederne lå lidt under gennemsnittet for perioden 1981-90 (figur 2.3).

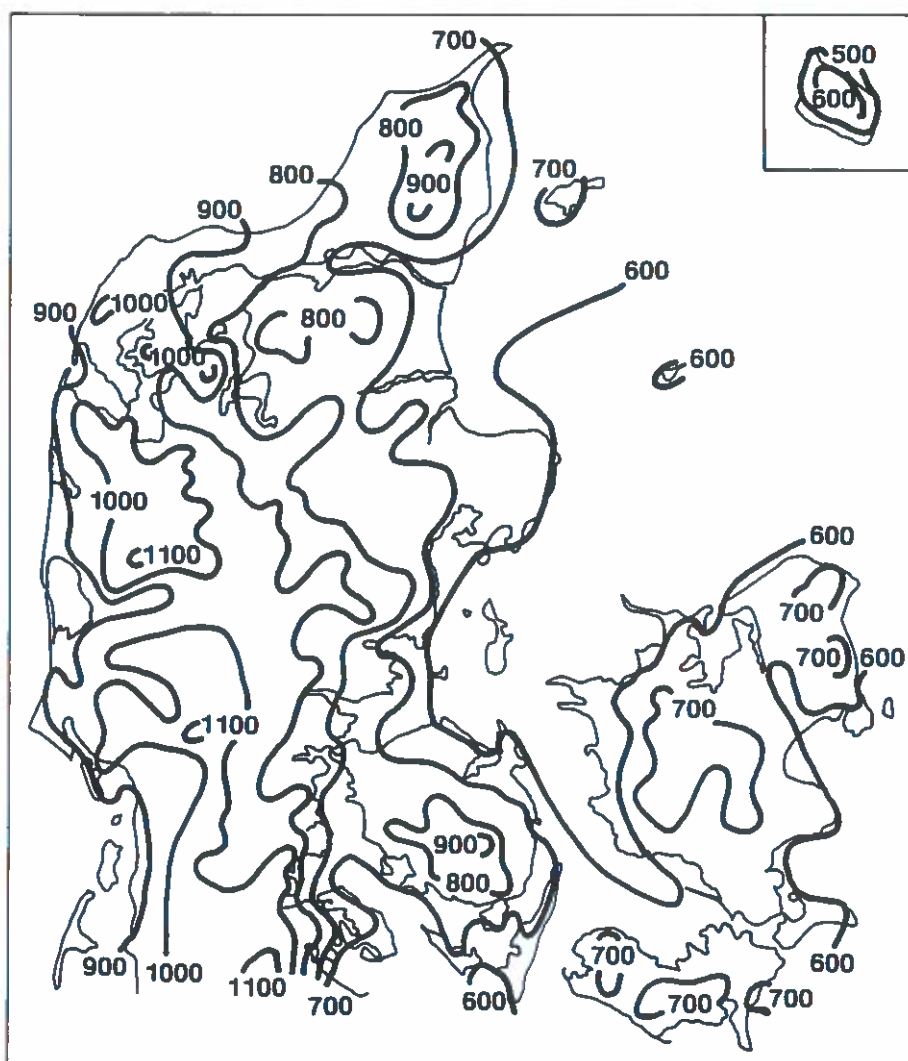
Figur 2.3 Månedsmiddelnedbør for 1989 og 1990 (søjler) sammenholdt med månedlige gennemsnit for 1981-90 (kurve), (data fra Rosenørn og Lindhardt, 1991).



Geografisk variation

Den geografiske nedbørsvariation er vist på figur 2.4. Som normalt var nedbøren størst i Vest- og Midtjylland og mindst i det sydlige Kattegat og Storebælt.

Figur 2.4 Den geografiske nedbørsfordeling i 1990 (Danmarks Meteorologiske Institut, 1991).



2.3 Afstrømning

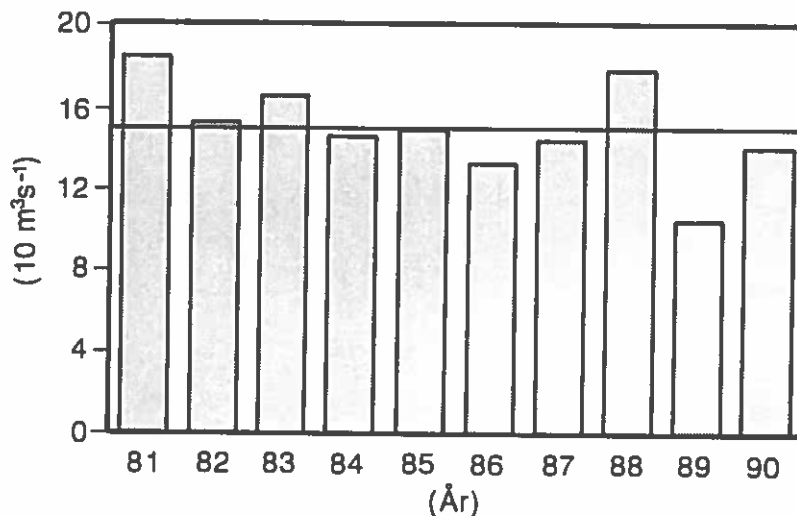
Arealgrundlag

Ferskvandsafstrømningen fra Danmark til de omkringliggende farvande er opgjort på baggrund af afstrømningen fra 67 nedbørsområder af Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelser (Høybye, 1991). Det målte opland udgør knap 50% af Danmarks areal.

Årsafstrømningen

Årsafstrømningen i 1990 var på 14.087 mill. m³, svarende til en arealspecifik afstrømning på 326 mm. Dette er noget under de knap 15.000 mill. m³, der var gennemsnittet for perioden 1981-90, men væsentligt mere end i 1989, hvor afstrømningen var helt nede på 11.029 mill. m³ (figur 2.5).

Figur 2.5 Den årlige afstrømning i perioden 1981-90 (søjler) og gennemsnittet for hele perioden (linie).



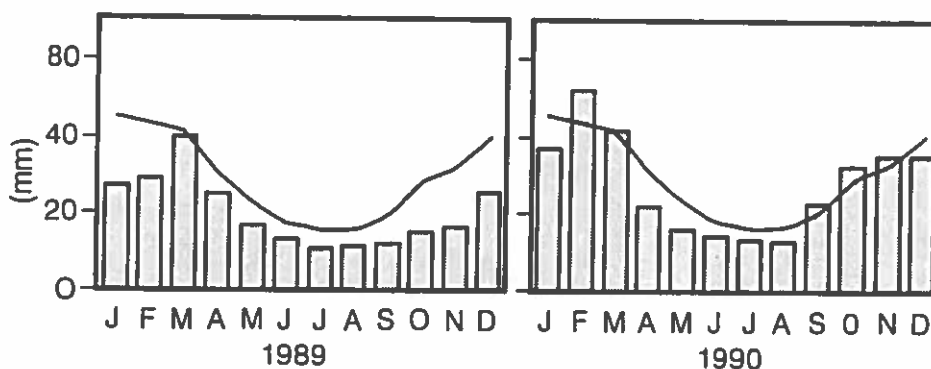
Opfyldning af grundvandsmagasiner

Det bør bemærkes, at afstrømningen i 1990 var under gennemsnittet for perioden 1981-90, på trods af at nedbøren var større end gennemsnittet. Da forholdet var omvendt i 1989, viser dette at en del af nedbørsoverskuddet i 1990 er gået til opfyldning af grundvandsmagasinerne.

Sæsonvariation

I 1990 var afstrømningen koncentreret i vinter og efterår, mens forårs- og sommerafstrømningen var mindre end normal. I 1989 var afstrømningen generelt lav hele året, men specielt vinter- og efterårsafstrømningen var lavere end normalt (figur 2.6). Betingelserne for tilbageholdelse og udspuling af fosfor og kvælstof i vandløbene var således mere normale i 1990 end i 1989, hvor udspuling af tilbageholdt stof i vandløb først fandt sted sidst på året.

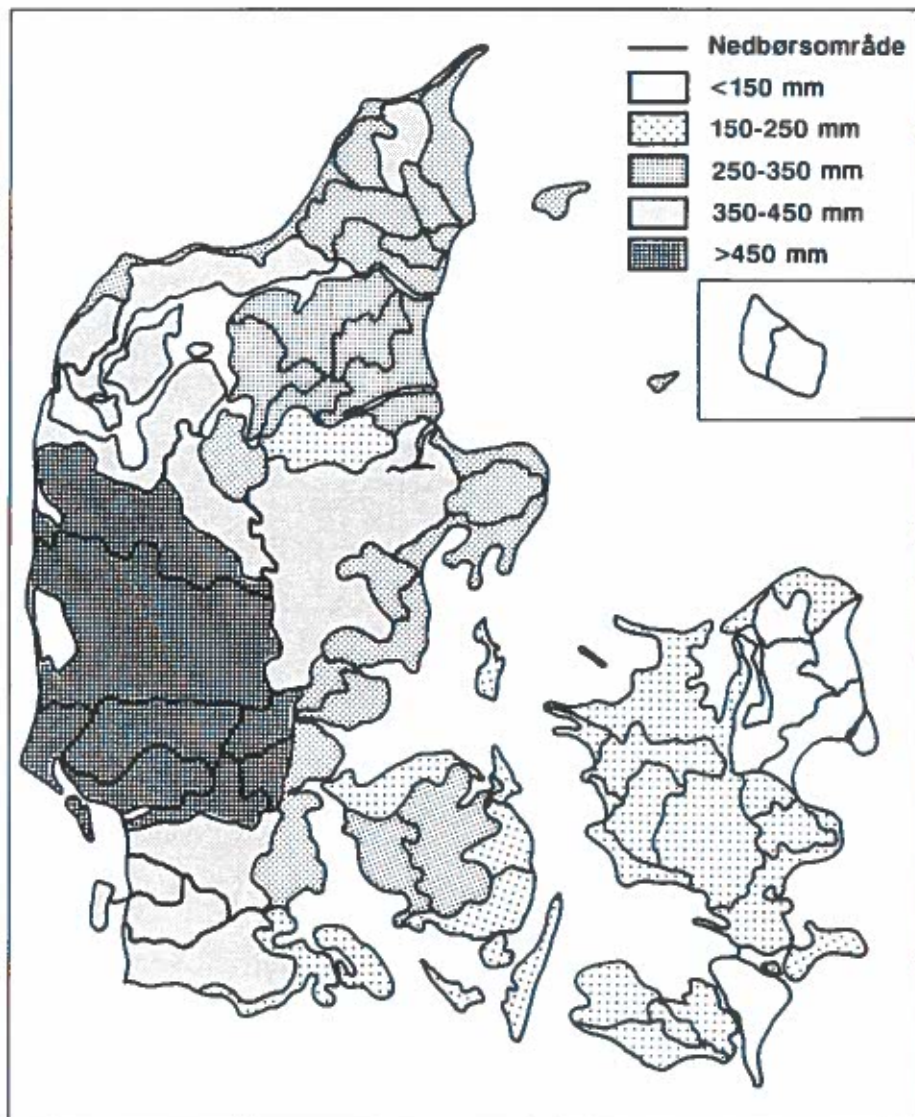
Figur 2.6 Månedsmiddelaflstrømning i 1989 og 1990 (søjler) sammenholdt med den gennemsnitlige månedlige afstrømning i perioden 1981-90 (kurve).



Geografisk variation

Afstrømningen var lige som nedbøren størst i Midt- og Vestjylland og aftager mod øst i landet (figur 2.7). Denne fordeling afspejler sig også i afstrømningen til de enkelte farvandsområder (tabel 2.1). Eksempelvis var den arealspecifikke afstrømning til Nordsøen 458 mm, mens den kun var på 145 mm til Østersøen.

Figur 2.7 Afstrømningen fra de 67 nedbørsområder i 1990.



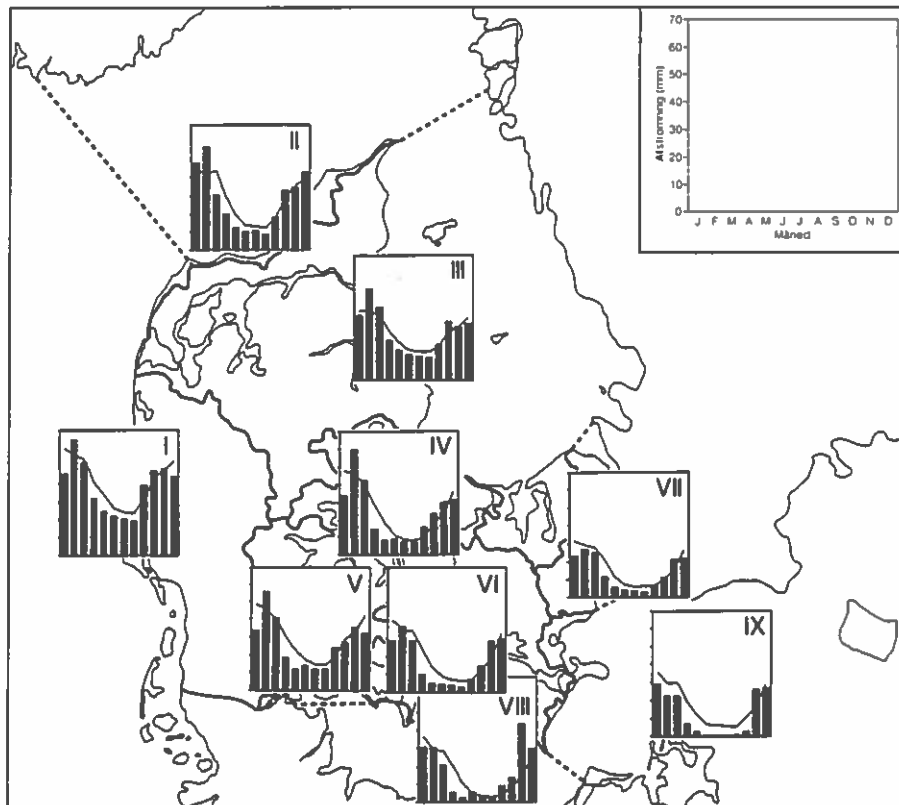
Tabel 2.1 Afstrømning til farvandene omkring Danmark.

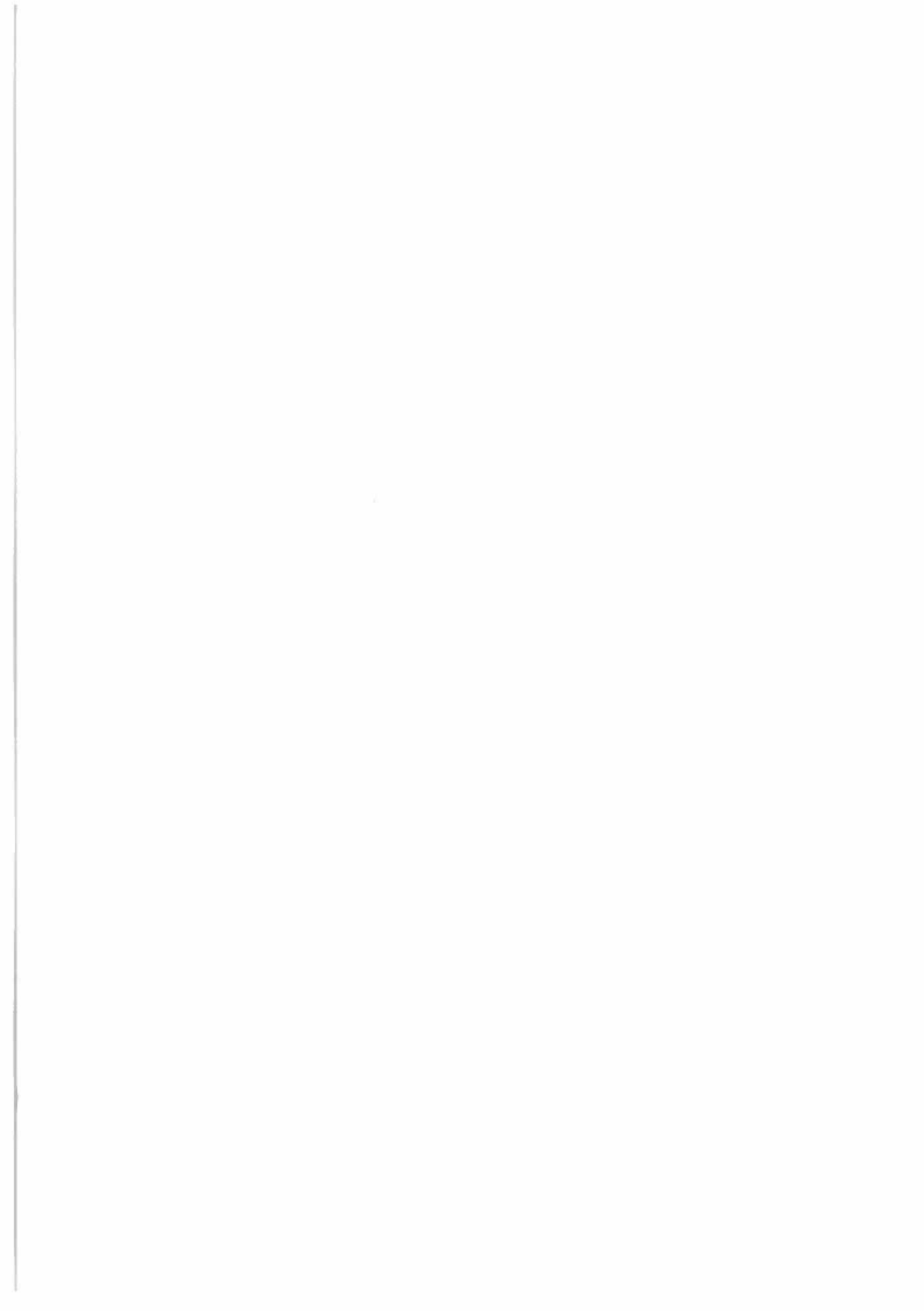
Farvandsområde	areal		1990		1981-90	
	km ²	10 ⁶ m ²	mm	10 ⁶ m ³	mm	
I Nordsøen	10.888	4.987	(458)	5.357	(492)	
II Skagerak	1.060	350	(330)	361	(341)	
III Kattegat	15.824	5.143	(325)	5.111	(323)	
IV Nordlige Bælthav	3.178	890	(280)	947	(298)	
V Lillebælt	3.310	1.059	(320)	1.108	(355)	
VI Storebælt	5.466	1.115	(204)	1.317	(241)	
VII Øresund	1.730	282	(163)	341	(197)	
VIII Sydlige Bælthav	428	86	(200)	80	(187)	
IX Østersøen	1.208	175	(145)	248	(205)	
Ialt	43.092	14.087	(326)	14.870	(347)	

Afstrømning til farvandsområder

Sæsonvariationen i afstrømningen er generelt størst på de lerede jorder, hvor en del af overskudsnedbøren hurtigt når frem til vandløbene (bl.a. via drænen) og mindst på de grovsandede jorder, hvor tilførslen gennem grundvandet er dominerende. Denne tendens forstærkedes yderligere i 1990 på grund af den forholdsvis tørre sommer, hvor afstrømningen i sommerperioden var meget lille i det østlige Danmark (figur 2.8).

Figur 2.8 Månedsmiddelafløb til de enkelte farvandsområder i 1990 (søjler), sammenholdt med gennemsnitlig månedsmiddelafløb i perioden 1981-90 (kurver).





3. Landbaseret tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til de marine vande

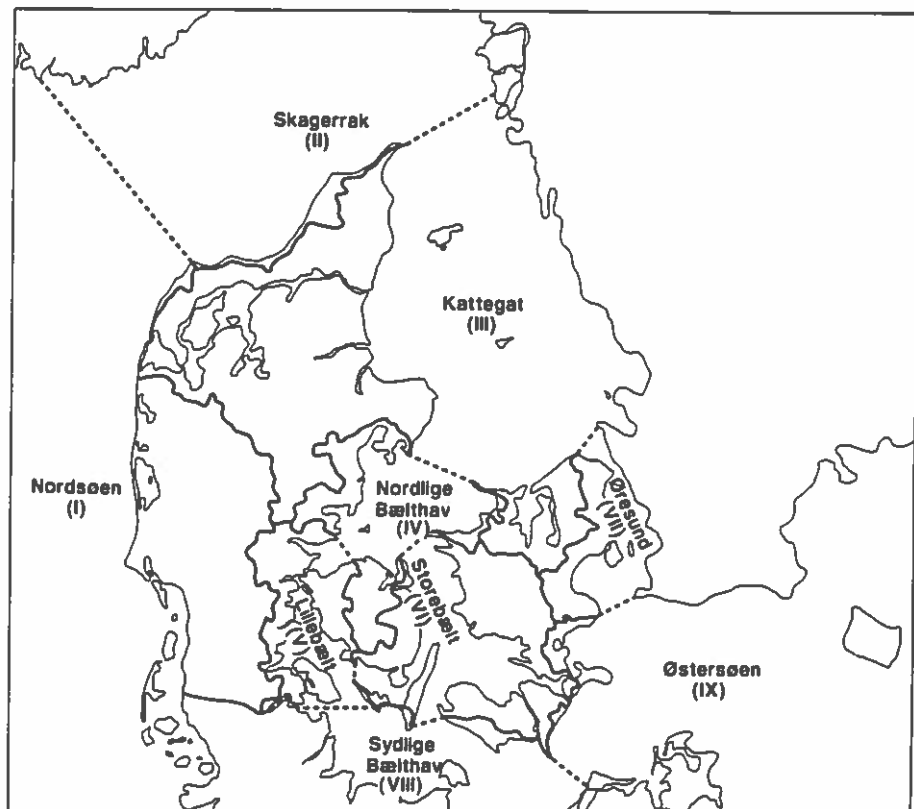
NPO-tilførsel til de marine vande

Kvælstof (N) og fosfor (P) tilføres de marine vande (fjorde, bugter og åbne farvande) ved atmosfærisk deposition, udveksling med tilgrænsende havområder, landbaseret tilførsel via vandløb, og som direkte punktkildeudledninger til de marine vande (Ærtebjerg et al., 1991). Organisk stof (O) tilføres fra de samme kilder, men produceres også i havet i form af plan-teplankton under udnyttelse af de tilgængelige næringssalte. En del af det eksternt tilførte og det internt producerede organiske stof i havet nedbrydes under forbrug af ilt.

Tilførslen af kvælstof og fosfor til de indre danske farvande via vandløb og direkte punktkilder er i et normalt år af stor betydning for det samlede næringsstofbudget (Kronvang et al., submitted). Betydningen af de landbaserede tilførsler varierer fra farvandsområde til farvandsområde (Miljøstyrelsen, 1991) og er selvfølgelig størst i kystnære vandområder som fjorde og bugter. I disse foregår der endvidere en omsætning og tilbageholdelse, som er vigtig for næringsstofftilførslen til de åbne farvande.

Viden om den årlige landbaserede tilførsel af kvælstof og fosfor og deres sæsonvariation, er nødvendig i vurderingen af årsagerne til miljøtilstanden i de kystnære og mere åbne havområder.

Figur 3.1. De ni danske farvandsområder.



Ligeledes er det nødvendigt at kende tilførslen af de opløste uorganiske N- og P-fraktioner, som er umiddelbart tilgængelige for planteproduktionen.

I kapitlet præsenteres den landbaserede tilførsel af næringsstoffer og organisk stof til de danske farvandsområder (figur 3.1), baseret på resultaterne af den landsdækkende overvågning i 1990. Betydningen af de forskellige kilder i 1990 opgøres, og resultaterne sammenlignes med tidligere opgørelser. Data fra 1990 vedrørende punktkilder er foreløbige, men de overordnede konklusioner forventes ikke at blive ændret.

3.1 Tilførslen i 1990

Tilførslen af NPO til de marine vande i 1990

Vandløb og direkte punktkildeudledninger tilførte i 1990 de marine vande omkring Danmark 115.300 ton kvælstof, 7.800 ton fosfor og ca. 500.000 ton organisk stof (tabel 3.1). Tilførslen til de indre danske farvande udgør for både kvælstof, fosfor og organisk stof langt den største andel (74% N, 81% P og 70% O).

Tabel 3.1 Total tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof via vandløb og direkte punktkildeudledninger til de enkelte farvandsområder og ialt til de marine vande i 1990.

Farvandsområde	Antal vandløbsstationer	Areal		Kvælstof	Fosfor	Organisk stof	
		Total	Målt				
		km ²	%	ton			
I Nordsøen	25	10.888	8.547	78	24.232	981	106.000
II Skagerrak	2	1.060	644	61	3.641	280	30.000
III Kattegat	41	15.824	9.644	61	35.338	1.566	97.000
IV Nordlige Bælthav	13	3.178	1.549	49	9.219	413	25.000
V Lillebælt	22	3.310	1.400	42	11.834	787	80.000
VI Storebælt	32	5.466	2.954	54	15.231	896	59.000
VII Øresund	17	1.730	1.180	68	12.161	2.614	67.000
VIII Sydlige Bælthav	1	428	205	48	1.185	56	9.400
IX Østersøen	12	1.208	293	24	2.435	192	10.920
Ialt	165	43.092	26.416	61	115.276	7.785	484.320

Tabel 3.2 Tilførsel af kvælstof og fosfor til de marine vande i 1990 opdelt på tilførsel via vandløb og direkte udledning fra punktkilder.

Tilførsel til havet	Total kvælstof ton	Total fosfor ton
Vandløb	97.058 (84%)	3.569 (46%)
Direkte udledning	18.218 (16%)	4.216 (54%)
Ialt	115.276	7.785

De største mængder af N tilførtes de marine vande via vandløb, mens der tilførtes næsten lige store mængder P fra henholdsvis vandløb og direkte punktkildeudledninger (tabel 3.2).

Sæsonvariationen i 1990

Tilførslen af N og P via vandløb til de forskellige farvandsområder varierede betydeligt over året (figur 3.2 og 3.3). Størst var den i vinterhalvåret, hvor f.eks. de indre danske farvande tilførtes henholdsvis 83% og 68% af årets samlede N og P tilførsel via vandløb. Sæsonvariationen i de tilførte mængder af N og tildels P afspejler godt nedbørs- og afstrømningsforholdene (se kapitel 2), samt de hydrogeologiske forhold i oplandene til farvandsområderne. Generelt var der således en større sæsonvariation i det østlige end i det vestlige Danmark (figur 3.2). Sæsonvariationen i tilførslen af P var generelt mindre end for N (figur 3.3). Forskellen var især synlig i sommerhalvåret i Østdanmark, hvor fosforbelastningen af vandløb fra punktkilder var med til at udjævne forskellene. En stor del af den årlige fosfortilførsel kan være koncentreret indenfor meget korte perioder i forbindelse med klimatiske hændelser i oplandet. Et sådant eksempel ses for Østersøen og det sydlige Bælthav i november 1990, hvor mere end 40% af årets P-tilførsel fandt sted (figur 3.3).

Andel af opløst uorganisk N og P ved målestationer

Ved vandløbsstationerne i det nationale net udgjorde transporten af de opløste, uorganiske fraktioner af N (ammonium, nitrit og nitrat) i 1990 langt den største andel af den totale N-tilførsel (figur 3.4).

Den årlige transport af opløst uorganisk N udgjorde således i alle oplande til farvandsområderne, omkring 90% af den totale transport. Derimod udgjorde den årlige transport af opløst uorganisk P en mindre del af den totale, og der var større variation imellem oplandene til de enkelte farvandsområder (figur 3.4).

Okker og opløst orthofosfat

Fra oplandet til Nordsøen udgjorde opløst orthofosfat en relativ lille del af den totale P-tilførsel (25%). Det skyldes formentlig et højt jernindhold (okker) i vandløbene indenfor specielt dette opland, hvor de okkerpotentielle arealer er mest udbredt (Miljøstyrelsen, 1984). Okkerpartikler er i stand til at binde opløst orthofosfat og dermed transformere det i en ikke umiddelbar tilgængelig form for planteproduktionen (Svendsen og Kronvang, 1991). Denne proces har betydning for tilgængeligheden af fosfor i vandløb, mens det jernbundne P efter sedimentation i et åbent vandområde (eks. en sø eller fjord) igen kan frigives under iltfrie forhold (Kristensen et al., 1991).

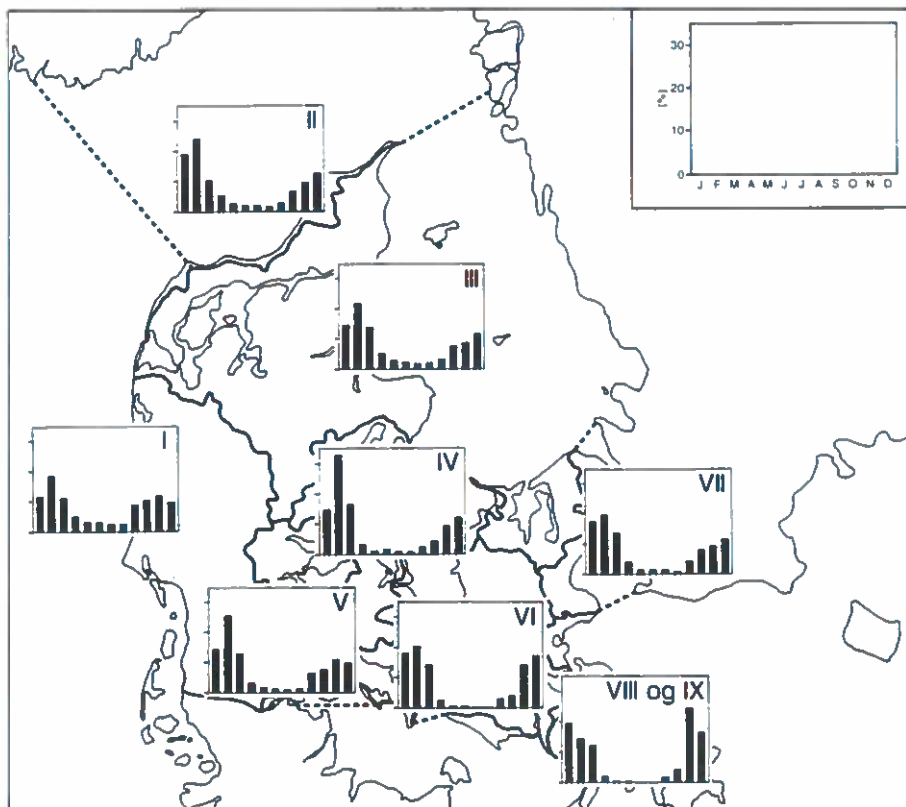
Total tilførsel af opløst uorganisk N og P til de marine vande

Tilførslen af opløst uorganisk N og P via vandløb og direkte spildevandsudledninger, til de enkelte farvandsområder i 1990, er vist i figur 3.5. De beregnede mængder er mere sikker for uorganisk N end for opløst orthofosfat, på grund af de umålte punktkildebidrag, hvor indholdet af de opløste uorganiske fraktioner er tillagt en skønnet andel på 90% af totaludledningen. I alt tilførtes havet i 1990 omkring 100.000 ton opløst uorganisk N og 5.300 ton opløst uorganisk P, hvoraf henholdsvis 75.000 ton og 4.500 ton tilførtes de indre danske farvande.

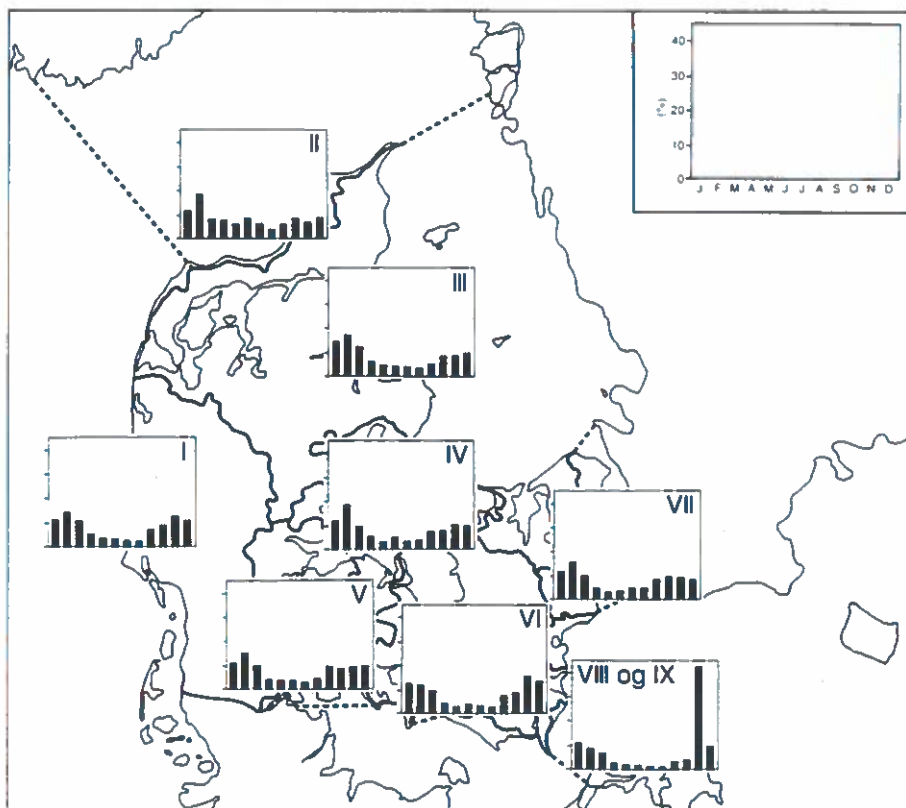
Koncentration af NPO

Koncentrationen af N og P i det vand, der via vandløb strømmer til de kystnære vandområder er meget højere end i havvandet. Herved øges indholdet af næringsstoffer i de kystnære

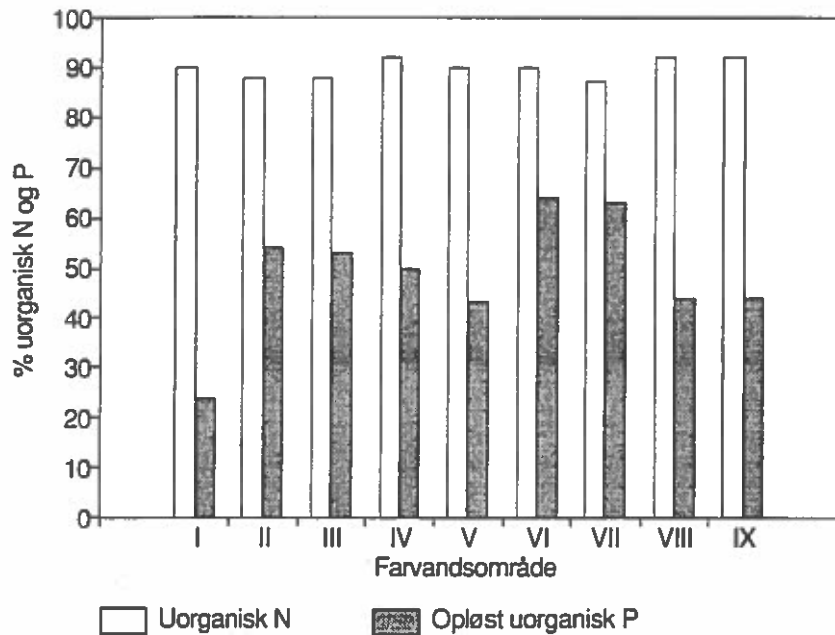
Figur 3.2. Sæsonvariationen i tilførslen af kvælstof via vandløb til de enkelte farvandsområder i 1990.



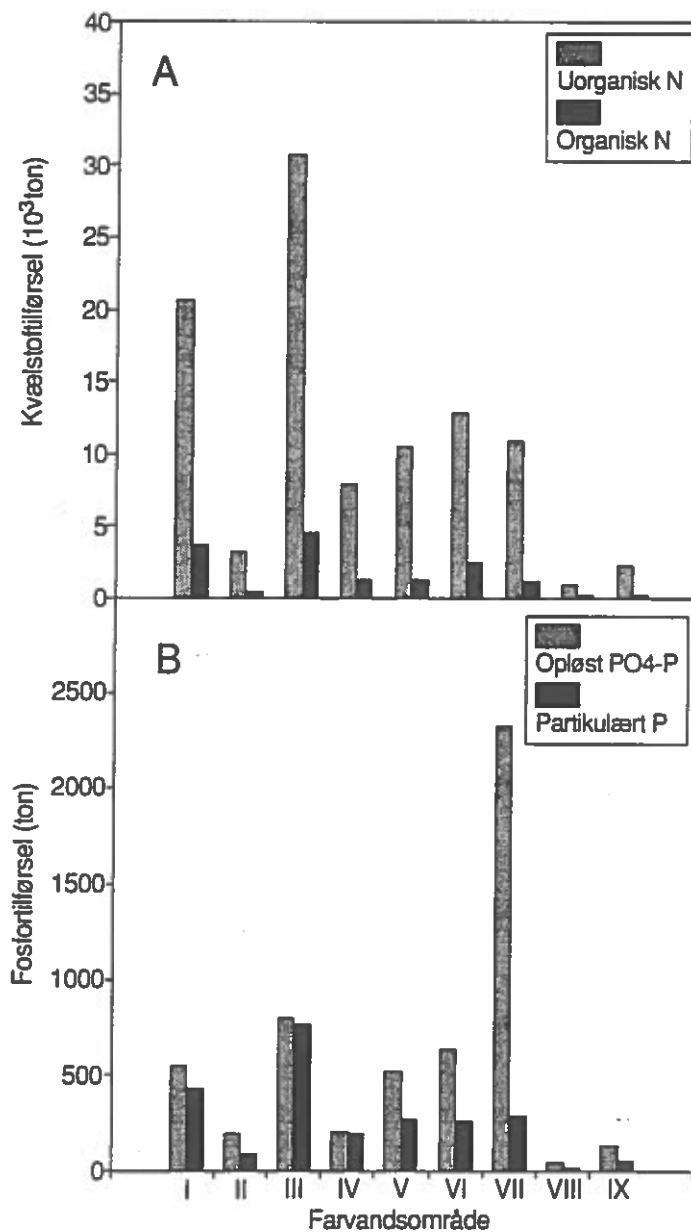
Figur 3.3. Sæsonvariationen i tilførslen af fosfor via vandløb til de enkelte farvandsområder i 1990.



Figur 3.4. Opløst uorganisk kvælstof og fosfors gennemsnitlige andel af den totale kvælstof- og fosfortransport for vandløbene i oplandene til de enkelte farvandsområder i 1990 (nationale stationsnet).

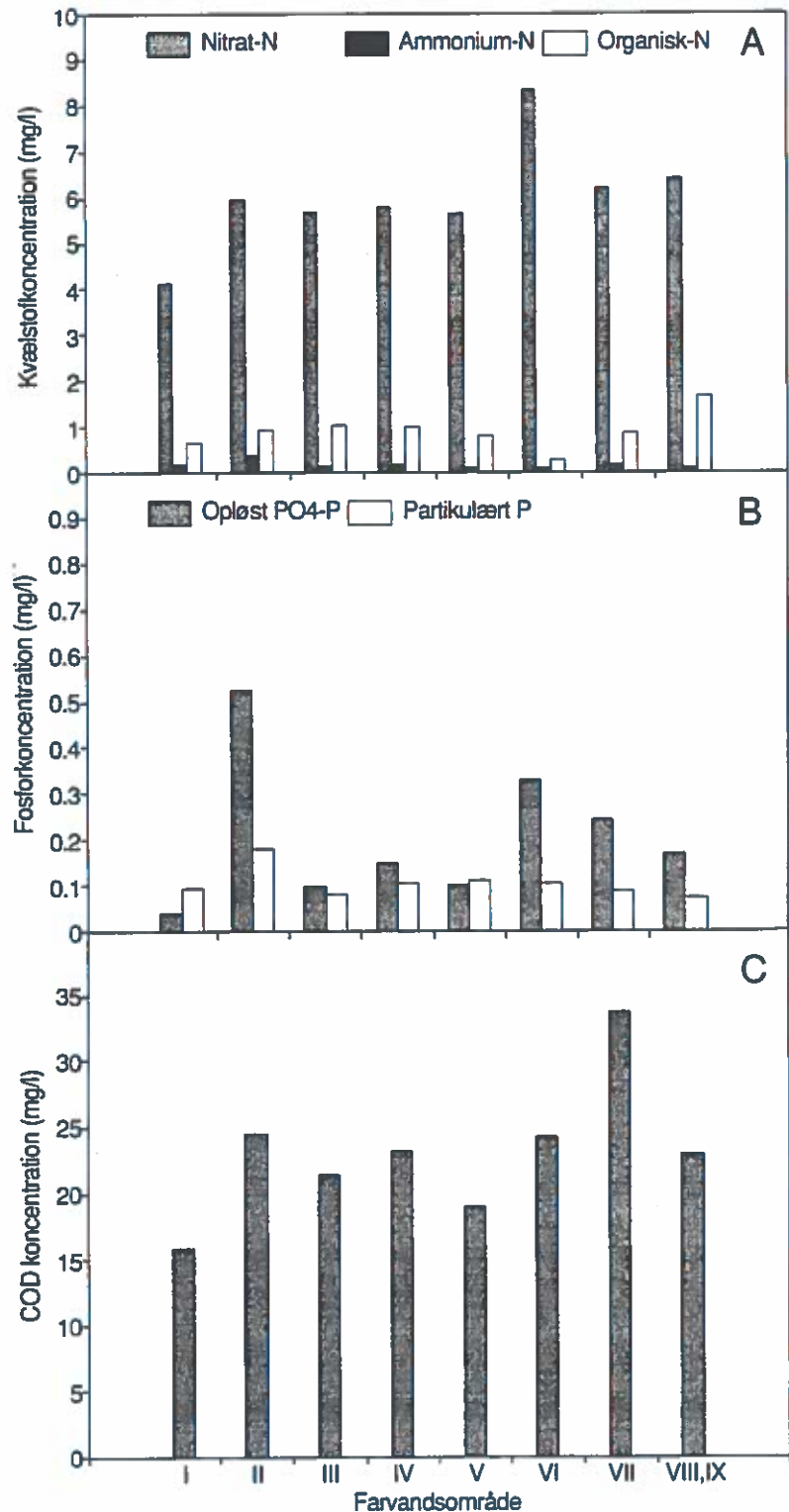


Figur 3.5. Tilførsel af total kvælstof (uorganisk og organisk fraktioner) (A) og tilførsel af total fosfor (opløst uorganisk og partikulært) (B) til de enkelte farvandsområder i 1990.



vandområder, hvorefter der ud mod det åbne hav sker en fortyndning via opblanding, omsætning og sedimentation. I 1990 var der betydelige forskelle i årsmiddelkoncentrationen af NPO i vandløbene, indenfor oplandene til de forskellige farvandsområder (figur 3.6). Årsmiddelkoncentrationen af total N var således mindre i vandløbene indenfor oplandet til Nordsøen, end i vandløbene indenfor oplandene til Skagerrak og de indre danske farvande (figur 3.6A). Forskellen var endnu mere ud

Figur 3.6. Median årsmiddelkoncentrationen i 1990 af kvælstof (A), fosfor (B) og organisk stof (C) for vandløbene i oplandene til de enkelte farvandsområder (nationale stationsnet). Bemærk at vandløbene indenfor oplandene til Sydlige Bælthav og Østersøen er betragtet under et.



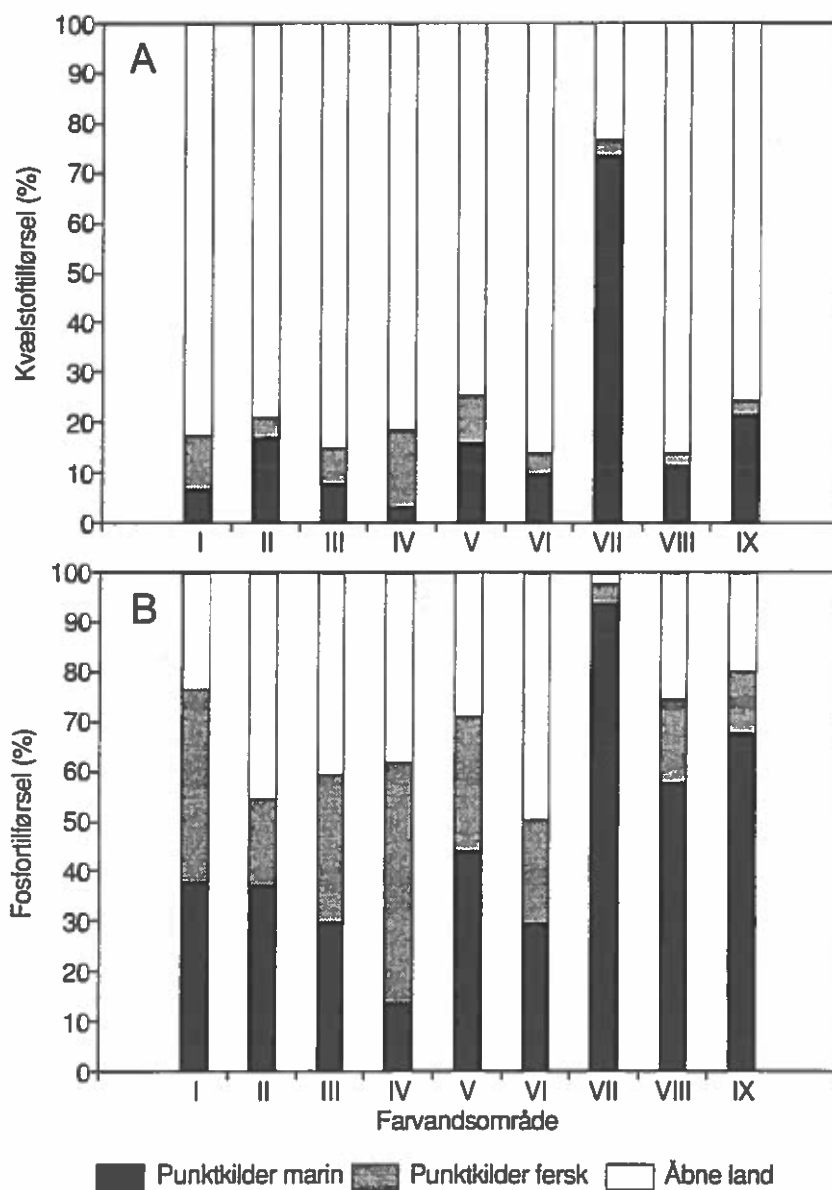
præget for årsmiddelkoncentrationen af total P, der også var lavest i oplandet til Nordsøen (figur 3.6B). For COD genfindes tilnærmelsesvis de samme forskelle som for total N (figur 3.6C).

3.2. Kilderne til næringsstoffer i 1990

Punktkilder og det åbne land

Den landbaserede tilførsel af kvælstof og fosfor til de marine vande kommer dels fra punktkilder, og dels fra det åbne land. I 1990 tilførtes de marine vande i alt ca. 27.000 ton N og ca. 5.800 ton P fra punktkilder og ca. 88.000 ton N og ca. 2.000 ton P fra det åbne land. For alle farvandsområder udgjorde punktkilderne generelt kun en lille andel af N-tilførslen, men den største andel af P-tilførslen (figur 3.7). Direkte punktkildeudledninger af P til de marine vande udgjorde generelt en større andel af den totale tilførsel til havet end det var tilfældet for N,

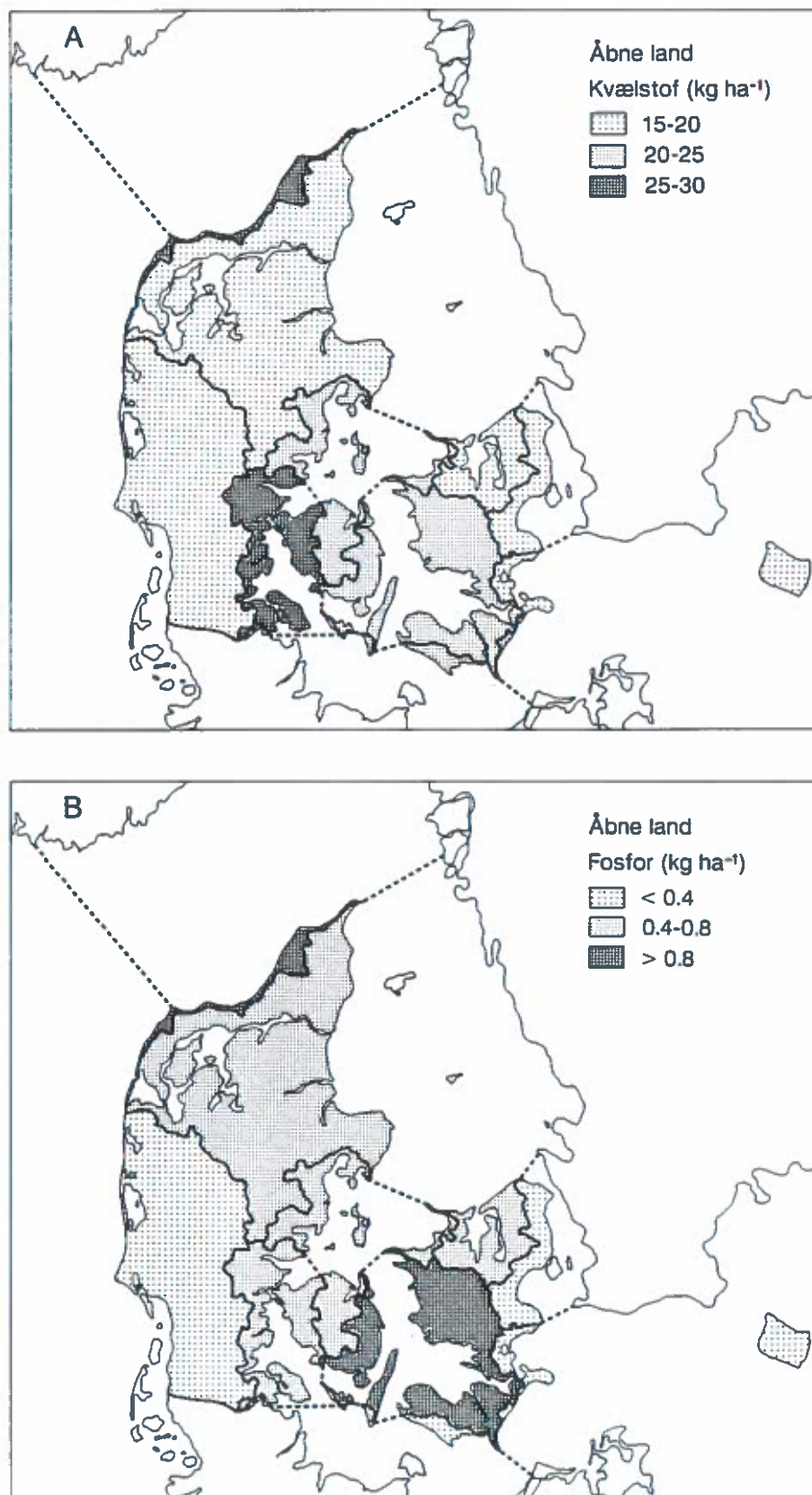
Figur 3.7. Opsplitning af bidraget af kvælstof (A) og fosfor (B) på henholdsvis direkte punktkildeudledninger til det marine miljø, udledninger fra punktkilder til ferskvand og bidraget fra det åbne land i 1990.



Arealafstrømningen af N og P i oplande til farvandsområder

især gjorde dette sig gældende fra oplandene til de indre farvandsområder. Imellem de enkelte oplande til farvandsområderne er der også konstateret væsentlige forskelle i arealafstrømningen af N og P fra det åbne land (figur 3.8).

Figur 3.8. Arealkoefficienten af kvælstof (A) og fosfor (B) for bidraget fra det åbne land til de enkelte farvandsområder i 1990.



Tilbageholdelse af N og P i søerne

Under transporten af næringsstoffer gennem vandløb og søer foregår der en omsætning og tilbageholdelse, som er væsentlig når bidraget fra de enkelte kilder skal opgøres (Christensen et al., 1991; Svendsen og Kronvang 1991). I 1990 er tilbageholdelsen af N og P i overvågningssøerne som gennemsnit beregnet til 49 g N m⁻² og 0.53 g P m⁻² (Kristensen et al., 1991). Dette giver for alle danske søer en tilbageholdelse på omkring 21.000 ton N og 230 ton P. Ved opsplittning af tilførslen af N og P via vandløb på de enkelte kilder er der taget hensyn til denne tilbageholdelse.

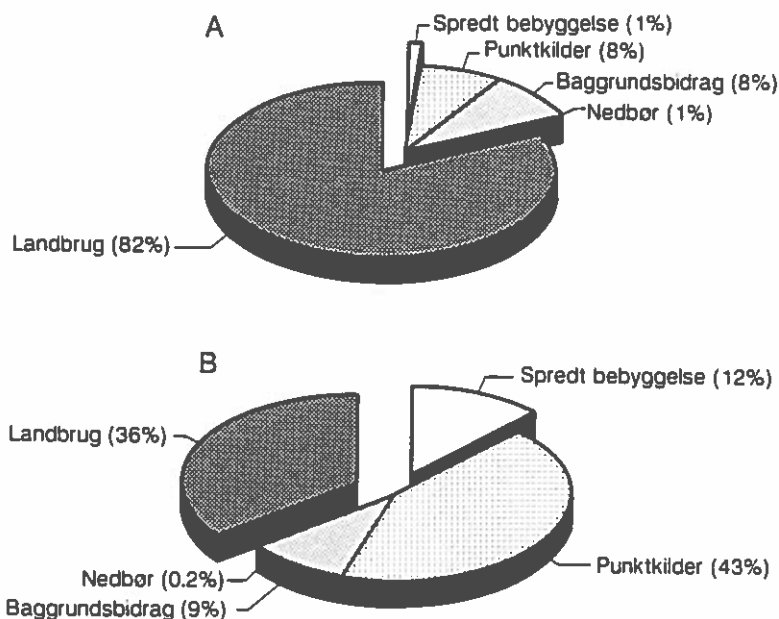
Opsplittning af kilderne til N og P i vandløb

Tilførslen af N og P til de marine vande i 1990 via vandløb kan opdeles på de enkelte kilder under inddragelse af stoftilbageholdelsen, erfaringstal for udledningen fra spredt bebyggelse (Miljøstyrelsen, 1991), målinger af arealafstrømningen fra udyrkede arealer (baggrundsbidraget), målte og beregnede udledninger fra punktkilder og den atmosfæriske deposition på de ferske vande.

Landbrugets bidrag

De enkelte kilders betydning for N og P tilførslen via vandløb er vist i figur 3.9. I 1990 udgjorde bidraget af N fra landbruget 82% af tilførslen via vandløb, hvorimod bidraget af P fra punktkilder (43%) var større end fra landbrug (36%) (figur 3.9). Som landsgennemsnit kan den årlige arealafstrømning af kvælstof fra de dyrkede arealer i 1991 beregnes til at have været 35 kg N ha⁻¹ og for fosfor 0.51 kg P ha⁻¹.

Figur 3.9. Kildeopsplittning af kvælstoftilførslen (A) og fosfortilførslen (B) til det marine miljø via vandløb i 1990.



3.3. Sammenligning med tidligere år

Tilførsel i 1990 i forhold til gennemsnit for 1980'erne

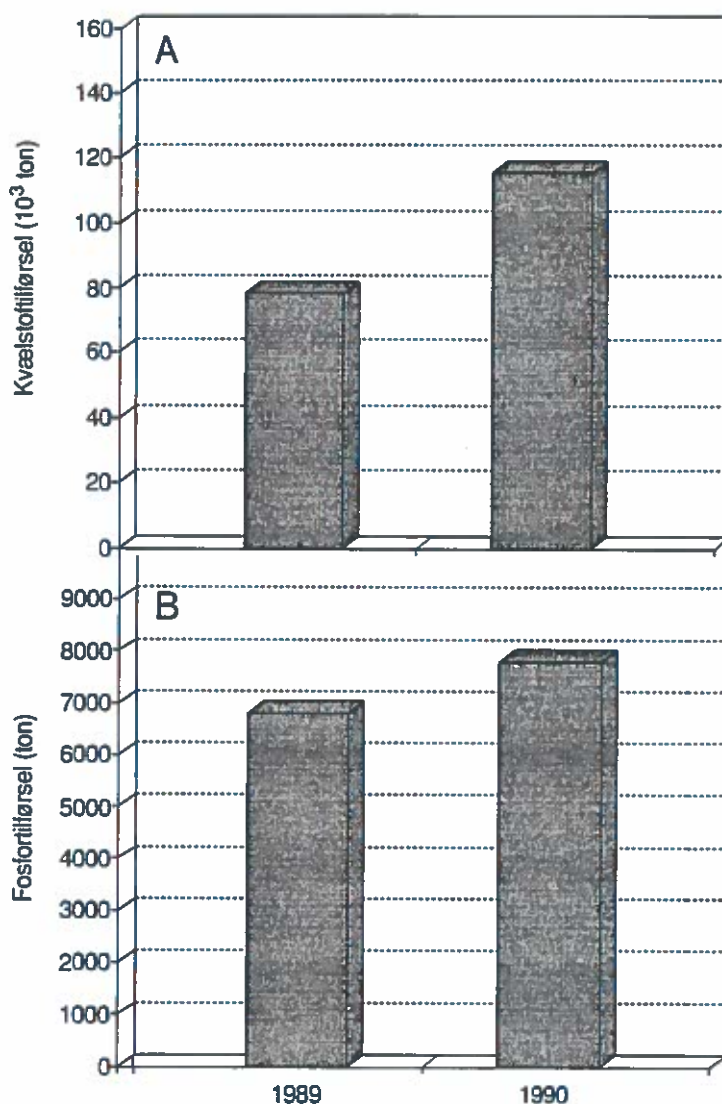
Tilførslen af N og P til de marine vande fra det åbne land er for et gennemsnitsår tidligere beregnet til omkring 100.000 ton og 1.800 ton (Kristensen et al., 1990). For kvælstof var afstrømningen fra det åbne land i 1990, derfor lidt under afstrømningen i et gennemsnitsår, mens fosforafstrømningen var lidt større. Ferskvandsafstrømningen var til sammenligning lidt lavere i 1990 end gennemsnittet for perioden 1981-90 (kapitel 2).

Større N og P tilførsel i 1990 end i 1989

Større afstrømning i 1990 end i 1989

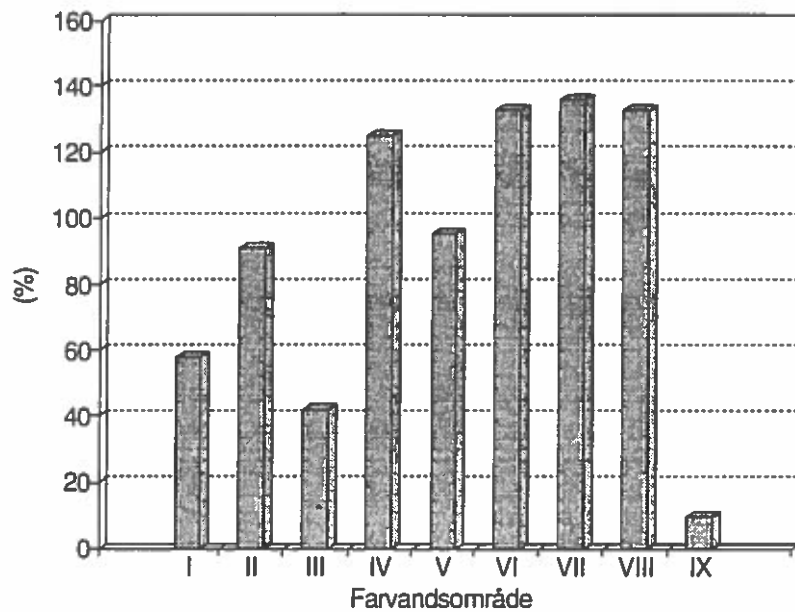
Den samlede kvælstof- og fosfortilførsel fra land til de marine vande var større i 1990 end i 1989 (figur 3.10). Stigningen i tilførslen fra 1989 til 1990 udgør for fosfor 10% og for kvælstof 47%. Kvælstofudledningen fra punktkilder til ferskvand og de marine vande var nogenlunde uforandret imellem de to år, mens der er et lille fald for fosfor. Derimod steg afstrømningen af N og P fra det åbne land markant fra 1989 til 1990. Afstrømningen af kvælstof steg således fra 55.200 ton til 88.100 ton og fosforafstrømningen blev næsten tredoblet fra 690 ton til 1970 ton.

Figur 3.10. Den totale tilførsel af kvælstof (A) og fosfor (B) til det marine miljø i 1989 og i 1990.



Kvælstof- og fosforafstrømningen fra det åbne land er meget afhængig af de klimatiske forhold det enkelte år (se kapitel 4). Afstrømningen i 1990 var for landet som helhed 27% større end i 1989, med en større stigning for oplande på Øerne end i Jylland (se kapitel 2). Kvælstofafstrømningen fra det åbne land ændredes også mest fra oplandene til de indre danske farvande (figur 3.11).

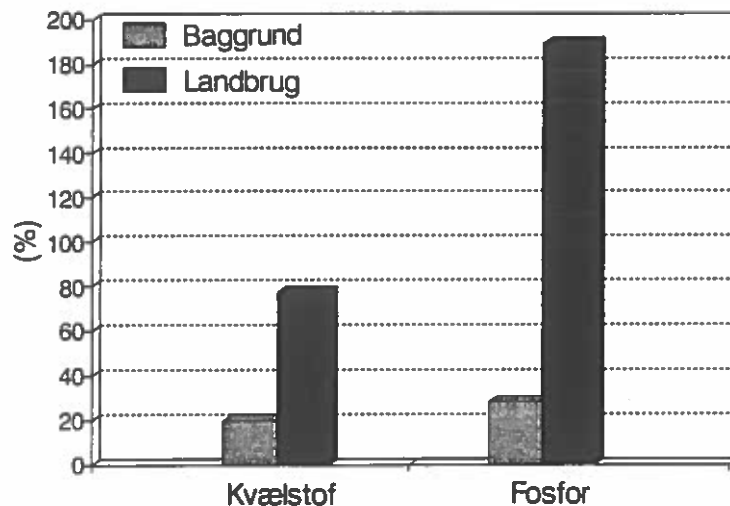
Figur 3.11. Stigningen fra 1989 til 1990 i kvælstofbidraget fra det åbne land til de enkelte farvandsområder.



Lille stigning i baggrundstilførsel af N og P og stor stigning i landbrugsbidraget

Landbrugets andel af den totale N tilførsel til de marine vande via vandløb var i 1989 ca. 73% imod ca. 82% i 1990. Tilsvarende udgjorde landbrugets andel af fosfortilførslen i 1989 ca. 14% imod ca. 36% i 1990. Baggrundsbidraget af N steg fra 1989 til 1990 kun svagt, mens der for landbrugsbidraget er tale om en stor stigning (figur 3.12). I 1990 var den gennemsnitlige kvælstoftilførsel til de ferske vande fra landbruget ca. 35 kg N ha⁻¹ dyrket areal, imod 19.9 kg N ha⁻¹ i 1989. De tilsvarende tal for fosfor er i 1989 0.17 kg P ha⁻¹ dyrket areal og 0.51 kg P ha⁻¹ i 1990.

Figur 3.12. Stigningen fra 1989 til 1990 i henholdsvis baggrundsbidraget og landbrugets bidrag med kvælstof og fosfor til det marine miljø.





4. Udviklingstendenser i transporten af kvælstof i vandløb

Udvaskning af kvælstof

Hovedparten af det kvælstof (N) som afstrømmer fra et opland via vandløb stammer fra landbrugsjorden (se kapitel 3). Udvaskningen af N fra rodzonen er underlagt store år til år variationer (Mikkelsen, 1991) og kun en del afstrømmer med overfladenært vand direkte til vandløb, mens resten nedsiver til grundvand, hvor det undervejs udsættes for tabsprocesser. Den direkte tilførsel af kvælstof til vandløb er størst på de lerede og drænedede jorder i Østdanmark, hvorimod størstedelen af N-udvaskningen på de grovsandede jorder siver til grundvand og med dette senere til vandløb (Storm et al., 1990).

Biologisk betydning af kvælstof

Vandløb transporterer kvælstof fra landjorden til de marine vande, hvor det indgår som næringsstof i primærproduktionen. Kvælstoftilførslen til de kystnære vandområder og de mere åbne farvande har stor betydning for miljøtilstanden, da N i disse områder er det vigtigste begrænsende næringsstof for algeproduktionen (Borum et al., 1991). I Vandmiljøplanen (Miljøministeriet, 1987) indgår derfor som et vigtigt element, et krav om en 50% reduktion i N-udvaskningen fra landbrugsjorden indenfor en årrække. En reduktion i N-udvaskningen fra landbrugsjorden vil umiddelbart afspejle sig i kvælstoftransporten i vandløb indenfor lerede, drænedede oplande, medens der vil være en forsinket respons fra sandede oplande.

Vandmiljøplanens krav

Analyse af udvikling i kvælstoftransport

Da N-transporten i vandløb, udover de dyrkningsbetingede ændringer, er underlagt klimatisk betingede år til år variationer, er det nødvendigt at korrigere for disse i en analyse af et udviklingsforløb. I kapitlet analyseres målinger af N-transporten og afstrømningen i et stort antal danske vandløb før og efter Vandmiljøplanens ikrafttrædelse.

4.1 Datagrundlag og metode

Tre regioner repræsenteret i datamaterialet

Analysen af udviklingstendenser i transporten af nitrat-N i vandløb er baseret på amtskommunale målinger i 45 vandløb i Vestjylland, Østjylland og Fyn (tabel 4.1). Datagrundlaget i de

Tabel 4.1 Antallet af vandløb indenfor hver af de tre regioner og det målte areals andel af totalarealet.

Region	Antal vandløb	Regionens areal	Oplandsareal til vandløb	Andel målt areal
Vestjylland	5	4.853 ¹ km ²	1.754 km ²	36%
Østjylland	18	7.558 ² km ²	2.719 km ²	36%
Fyn	22	3.486 km ²	1.639 km ²	47%

¹ Ringkøbing amt; ² Aarhus og Vejle amter

Øvrige regioner af landet er endnu ikke tilstrækkeligt til at gennemføre en tilsvarende analyse. Samlet afvander vandløbene et areal på ca. 6.500 km². Indenfor hver af de tre regioner udgør oplandene til vandløbene en stor andel af regionens totale opland (tabel 4.1). I analysen indgår der for hver region vandløb, hvorfra der eksisterer en dataserie af forskellig længde. I alle vandløb stammer hovedparten af kvælstoftransporten fra udvaskningen på landbrugsarealerne og spildevandsbidraget er ubetydeligt.

Den anvendte statistiske metode

Analysen er gennemført for hydrologiske år (juni-maj) i perioden 1978/79 til 1990/91. Der er anvendt en regressionsmodel udviklet på baggrund af analyser af kvælstoftransporten i 62 danske vandløb (Bruhn og Kronvang, 1991):

Modellen

$$\log T_{ij} = a_i + b_i \cdot \log Q_{ij} + d_j + U_{ij}$$

hvor T_{ij} er arealafstrømningen af nitrat-N indenfor det hydrologiske år og Q_{ij} er afstrømningen i perioden oktober-april. a_i , b_i og d_j er konstanter, og U_{ij} er støj, der hovedsageligt hidrører fra beregningsusikkerhed, i og j er indeks, der refererer til det enkelte vandløb (j) og det enkelte år (i).

Ved hjælp af modellen er det således muligt at korrigere de målte arealafstrømninger af nitrat-N med afstrømningen og gennemføre analysen samtidig for flere vandløb. For hver region er det testet og accepteret, at der kan anvendes samme model i perioden før og efter det hydrologiske år 1986/87.

4.2 Analyse af udviklingen

Store år til år variationer i afstrømning og transport af kvælstof

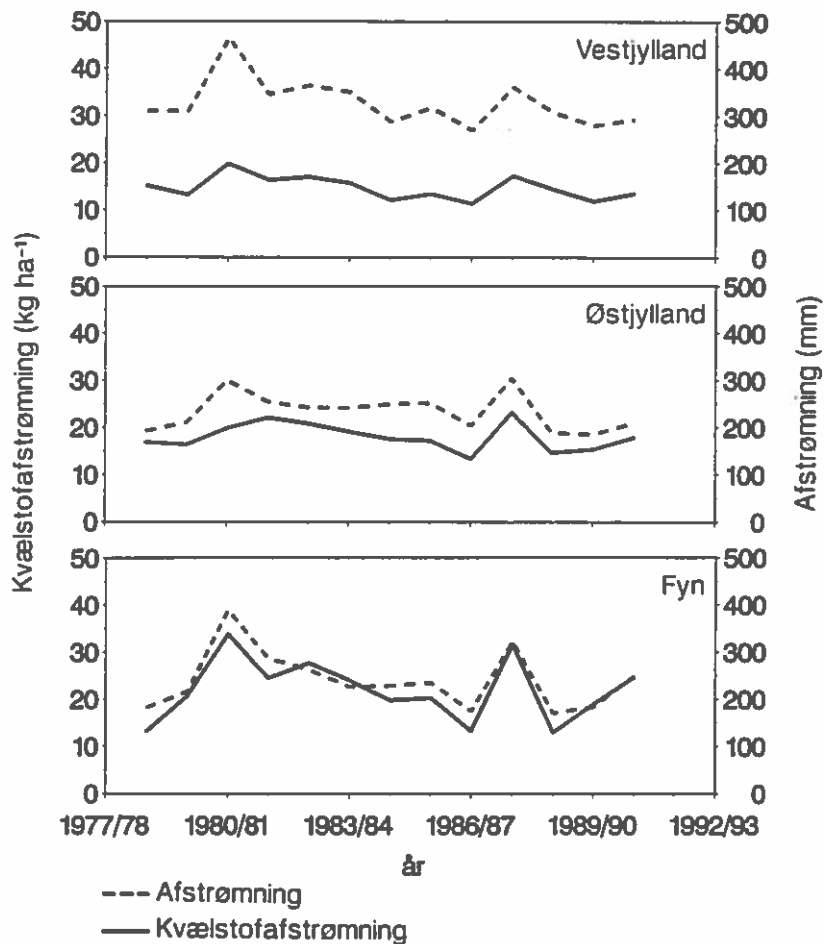
De målte arealafstrømninger af nitrat-N indenfor hydrologiske år i perioden 1977/78 til 1990/91 og den tilhørende afstrømning i vinterperioden er i figur 4.1 vist for de tre regioner. I alle regioner er der store år til år variationer i arealafstrømningen af nitrat-N, der ser ud til at følge variationerne i afstrømningen. År til år variationerne er størst på Fyn, der også udviser en større gennemsnitlig arealafstrømning af nitrat-N (21.9 kg ha⁻¹), end Østjylland (18.0 kg ha⁻¹) og Vestjylland (14.7 kg ha⁻¹). Omvendt er den gennemsnitlige afstrømning i vinterperioden større i vandløbene i Vestjylland (328 mm), end på Fyn (240 mm) og i Østjylland (233 mm).

Analyse af udvikling i kvælstoftransport med modellen

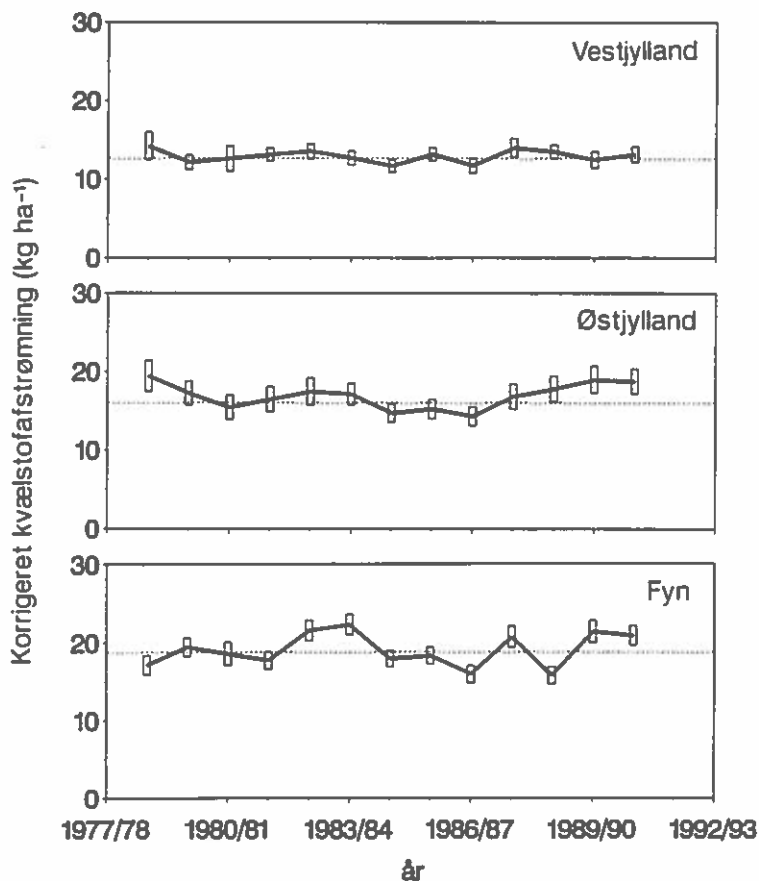
Ingen reduktion i kvælstoftransporten efter Vandmiljøplanen

Ved anvendelse af regressionsmodellen på vandløbene i de enkelte regioner er den afstrømningskorrigerede arealafstrømning af nitrat-N beregnet for hvert hydrologisk år (figur 4.2). For hver region er den gennemsnitlige, korrigerede arealafstrømning af nitrat-N beregnet for de 9 år inden Vandmiljøplanens vedtagelse (1978/79 til 1986/87) (den stiplede linie i figur 4.2). I de fire hydrologiske år efter Vandmiljøplanen (1987/88 til 1990/91) kan der ikke konstateres en reduktion i den korrigerede arealafstrømning af nitrat-N indenfor nogen af de tre regioner (figur 4.2). Niveaumæssigt ligger de korrigerede arealafstrømninger således tæt på det beregnede gennemsnit for årene forud for Vandmiljøplanen, med en svag tendens til et højere niveau (tabel 4.2).

Figur 4.1. Afstrømning i vinterperioden (stiplet linie), sammenholdt med arealafstrømningen af nitrat-kvælstof indenfor hydrologiske år (fuldt optrukket linie) i perioden 1978/79 til 1990/91, for vandløb i Vestjylland, Østjylland og Fyn.



Figur 4.2. Afstrømningskorrigeret arealafstrømning af nitrat-kvælstof indenfor hydrologiske år i perioden 1978/79 til 1990/91, for vandløb i Vestjylland, Østjylland og Fyn.



Tabel 4.2 Gennemsnitlig afstrømningskorrigeret arealafstrømning af nitrat-N i hydrologiske år for de tre regioner i 9 års perioden forud for Vandmiljøplanens vedtagelse og de 4 år derefter.

Region	1978/79-1986/89	1987/88-1990/91
	kg NO ₃ -N ha ⁻¹ år ⁻¹	
Vestjylland	12.7	13.3
Østjylland	16.1	18.0
Fyn	18.8	19.7

Stigning i kvælstofafstrømning i 1960'erne og 1970'erne og konstant niveau i 1980'erne

I perioden fra sidst i 1960'erne til sidst i 1970'erne steg den afstrømningskorrigerede arealafstrømning af nitrat-N signifikant (Kristensen et al., 1990), medens niveauet fra begyndelsen af 1980'erne til i dag har været konstant. Der kan således til og med 1990/91 ikke påvises nogen effekt af de gennemførte tiltag i landbruget, på kvælstoftransporten i vandløb, heller ikke på Fyn hvor en stor andel af N-udvaskningen fra rodzonen hurtigt når frem til vandløb (Grant et al., 1991).

5. Vandkvalitet i kilder og kildebække

Formål og datagrundlag

Hovedformålet med overvågningen af kilder er at få bedre viden om den vandkvalitet, der vil kunne opnås i nedstrøms beliggende vandløb og søer via grundvandstilstrømningen i områder med forskellig arealanvendelse og jordtype fordelt over hele landet. Vandkvaliteten i kildevand er oftest karakteriseret ved at have en nogenlunde konstant sammensætning gennem længere tid. Det betyder bl.a., at man med forholdsvis lav prøvetagningsfrekvens kan følge langtidstendenser i udviklingen af stofkoncentrationerne. Prøvetagnings- og måleprogrammet er beskrevet i kapitel 2. Datagrundlaget for 1990 er stort set identisk med 1989-programmet (Kristensen et al., 1990). I 1990 indgår 59 kilder, hvoraf de 58 indgik i 1989, dvs. at to kildestationer er udgået, og en ny er kommet til.

Næringsstoffer

Koncentrationen af næringsstoffer var generelt ens i kilderne i henholdsvis 1989 og 1990, således at næringsstofkoncentrationerne kun var lidt påvirkede af forskellene i nedbør i de to år (tabel 5.1). Den højere gennemsnitsværdi for nitrat i kilder i lerede og i dyrkningspåvirkede oplande (tabel 5.1) skyldes, at enkelte kilder i Sydsjælland og på Lolland-Falster har haft en betydeligt højere nitratkoncentration i 1990 end i 1989. På grund af den ringe vandføring i disse kilder er de mere påvirkede af overfladenært vand, som kan formodes at have et højere nitratindhold.

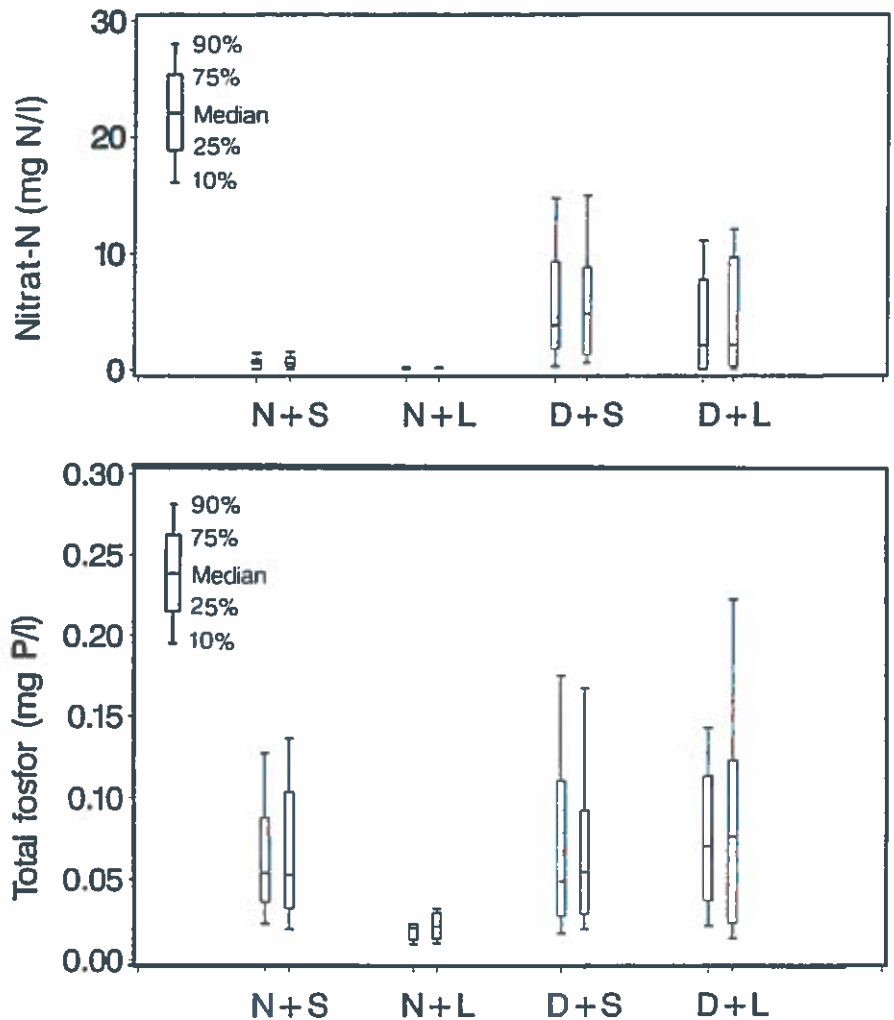
Tabel 5.1 Gennemsnitskoncentrationer af nitrat-N, total P og opløst fosfat-P i de kilder, hvorfra der er målinger i 1989 og 1990, fordelt efter dyrkningsgrad ("Natur" betyder, at der er dyrket mindre end 10% af grundvandsoplandet, "Dyrket" at mindst 10% af oplandet er dyrket) og jordtype ("Ler" betyder, at mindst 50% af oplandet hører til jordtyperne F4-F6, "Sand" at jordtyperne F1-F3 udgør over halvdelen af jordtyperne). Antal kildestationer er anført i parentes.

		<u>Natur</u>		<u>Dyrket</u>		<u>Total</u>
		Ler	Sand	Ler	Sand	
(mg l ⁻¹)						
Nitrat-N	1989	0,19(3)	0,61(9)	3,96(16)	6,40(29)	4,47(57)
	1990	0,16(3)	0,69(9)	4,70(16)	6,40(29)	4,69(57)
Total P	1989	0,018(3)	0,064(9)	0,101(16)	0,073(29)	0,077(57)
	1990	0,021(3)	0,069(9)	0,107(16)	0,072(29)	0,078(57)
Opløst fosfat-P	1989	0,010(3)	0,045(8)	0,036(16)	0,047(26)	0,041(53)
	1990	0,008(3)	0,049(8)	0,035(16)	0,041(26)	0,038(53)

I det store flertal af kilder er der derimod ingen stigning sket, og derfor er medianværdierne for de to år da også næsten

identiske (figur 5.1). Sammenligner man kilder i naturoplande med kilder i dyrkede oplande, er der især for nitrat en klar forskel i niveauerne, men også for total fosfor ses der forskel, når det drejer sig om lerjorde, men det må bemærkes, at der kun er repræsenteret tre kilder i naturoplande på lerjord (figur 5.1). For sandjord er mediankoncentrationerne af nitrat næsten ens for kilder i naturoplande og i dyrkede oplande, men der er dog repræsenteret et større antal høje koncentrationer i de dyrkede oplande (figur 5.1).

Figur 5.1 Mediankoncentrationer og percentiler for nitrit + nitrat og total fosfor i 1989 og 1990 (til højre) fordelt på kilder i naturoplande (N) og i dyrkede oplande (D) og underopdelt i hovedsagelig sandjorde (S) og lerjorde (L). Se  ovrigt teksten til tabel 5.1.



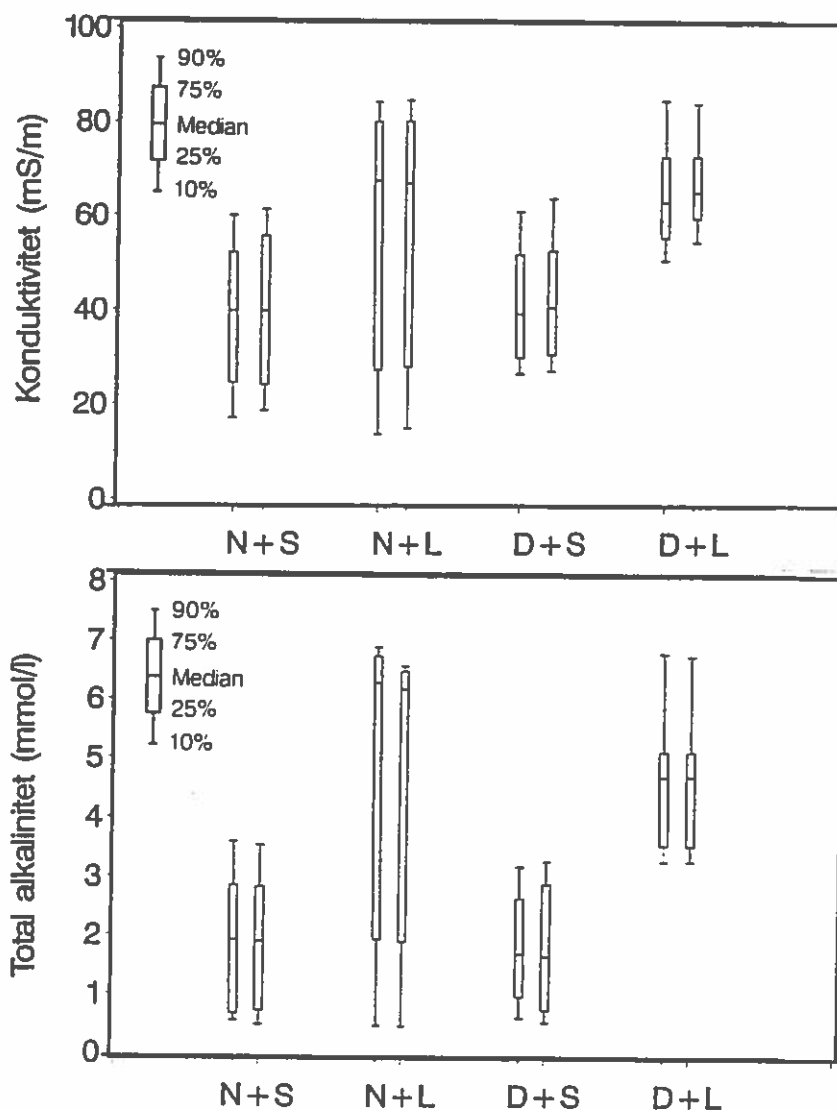
Andre indholdsstoffer

Konduktiviteten og alkaliniteten afspejler jordtypen med høje værdier i lerjordsområderne og en del lavere i sandjordsområderne (tabel 5.2 og figur 5.2). Der findes lokaliteter som med en enkelt undtagelse (Amaliekilde på Bornholm) alle ligger i sandede områder i Århus, Ringkøbing og Ribe amter), hvor alkaliniteten er under 1 mmol l^{-1} . Det betyder, at der muligvis kan være risiko for forsuring, idet der er konstateret forsuring i vandløb, med alkalinitete værdier op til ca. 1 mmol l^{-1} (Rebsdorf et al., 1991). Kun fortsat overvågning af disse lavalkaline kilder kan vise, om det er tilfældet.

Tabel 5.2 Gennemsnitsværdier af konduktivitet, alkalinitet og pH i de kilder, hvorfra der er målinger i 1989 og 1990, fordelt efter dyrkningsgrad ("Natur" betyder, at der er dyrket mindre end 10% af grundvandsoplandet, "Dyrket" at mindst 10% af oplandet er dyrket) og jordtype ("Ler" betyder, at mindst 50% af oplandet hører til jordtyperne F4-F6, "Sand" at jordtyperne F1-F3 udgør over halvdelen af jordtyperne). Antal kildestationer er anført i parentes.

		Natur		Dyrket		Total
		Ler	Sand	Ler	Sand	
Konduktivitet (mS m ⁻¹)	1989	55,1(3)	38,9(6)	66,1(13)	42,1(22)	49,6(44)
	1990	55,5(3)	39,9(6)	67,3(16)	42,8(22)	51,6(47)
Alkalinitet (mmol l ⁻¹)	1989	4,51(3)	1,85(9)	4,66(16)	1,82(29)	2,77(57)
	1990	4,40(3)	1,85(9)	4,62(16)	1,75(22)	2,85(50)
pH	1989	7,03(3)	7,34(9)	7,53(16)	7,33(29)	7,37(57)
	1990	7,06(3)	7,36(9)	7,52(16)	7,40(27)	7,41(57)

Figur 5.2 Mediankoncentrationer og percentiler for konduktivitet og alkalinitet i 1989 (til venstre) og 1990 (til højre) fordelt på kilder i naturoplande (N) og i dyrkede oplande (D) og underopdelt i hovedsagelig sandjorde (S) og lerjorde (L). Se iøvrigt teksten til tabel 5.1.



Selv om det ikke fremgår af gennemsnitsværdierne for farvetal og totaljernkoncentrationerne (tabel 5.3), vil der ofte være en tydelig sammenhæng, især hvis farven er målt på en ufiltreret prøve. Såfremt farvetallet er højt uden at der er jern til stede, skyldes det humusstoffer i vandet.

Tabel 5.3 Gennemsnitsværdier af farvetal og totaljern i de kilder, hvorfra der er målinger i 1989 og 1990, fordelt efter dyrkningsgrad ("Natur" betyder, at der er dyrket mindre end 10% af grundvandsoplandet, "Dyrket" at mindst 10% af oplandet er dyrket) og jordtype ("Ler" betyder, at mindst 50% af oplandet hører til jordtyperne F4-F6, "Sand" at jordtyperne F1-F3 udgør over halvdelen af jordtyperne). Antal kildestationer er anført i parentes.

		<u>Natur</u>		<u>Dyrket</u>		<u>Total</u>
		Ler	Sand	Ler	Sand	
Farvetal (mg Pt l ⁻¹)	1989	9(3)	22(3)	13(16)	21(12)	16(34)
	1990	4(3)	10(3)	18(13)	12(17)	13(40)
Total Fe (mg l ⁻¹)	1989	(0)	0,72(6)	0,69(6)	0,57(18)	0,80(26)
	1990	(0)	0,94(5)	0,89(5)	0,72(16)	0,63(30)

Tidsserier

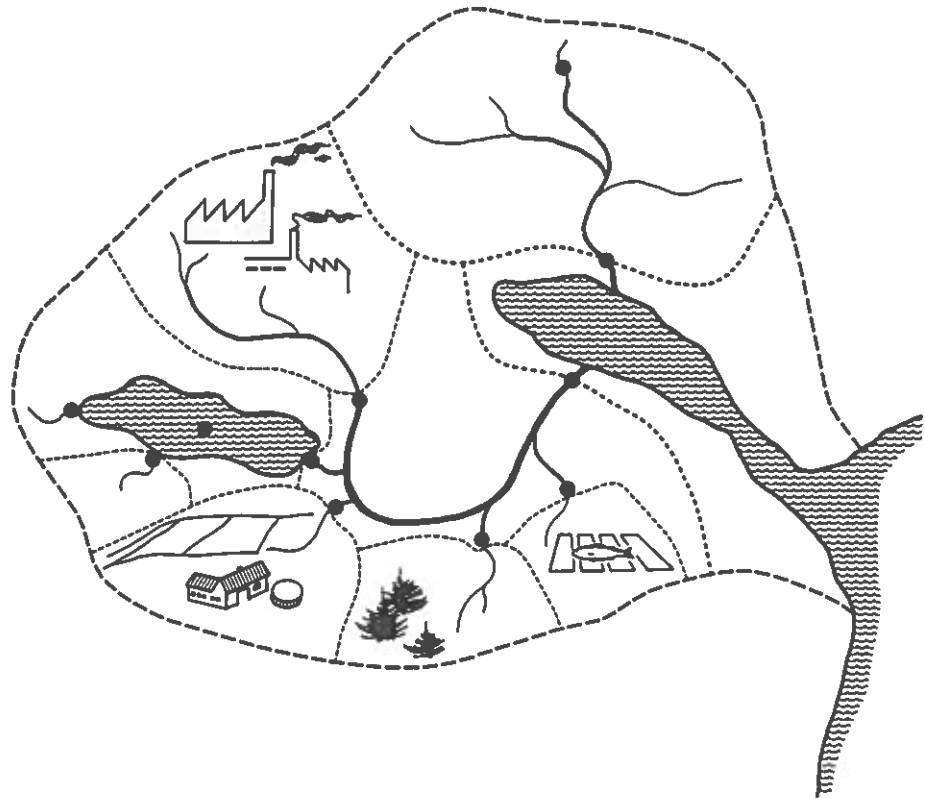
Med hensyn til udviklingstendensen i nitratkoncentrationen er stigningen fortsat i fire ud af de fem kilder, hvorfra der eksisterer målinger tilbage i tiden. Siden 1985 er koncentrationen steget fra 0,5 mg l⁻¹ til 1,5 mg l⁻¹ nitrat-N i Sillerup Væld, som ligger i et naturopland med skov og hedearealer nær Vrads i Midtjylland (Århus amt). I en kilde i nærheden, hvor dyrkningsgraden er ca. 10% (Andersen et al., 1990), har stignings-takten været omtrent den samme, men fra 3,0 til 3,9 mg l⁻¹ nitrat-N i den samme periode. I to af de kilder, hvor størstedelen af oplandet er dyrket og delvis bebygget, er stignings-takten af samme størrelsesorden, selvom niveauet ligger langt højere, på 14-16 mg l⁻¹ nitrat-N. I Helligkilde nord for Ravnsø fortsætter det fald i nitrat, som blev konstateret i sidste års overvågningsrapport (Kristensen et al., 1990). Det vil være nærliggende at sætte de konstaterede stigninger og faldet i nitratkoncentrationen i relation til ændringer i tilførselen af gødning og - især for naturarealerne - til stigningen i den atmosfæriske deponering af kvælstofforbindelser (Miljøstyrelsen, 1984).

6. Vandkvalitet og stoftransport i vandløb

Indledning

Oplandene til de omkring 250 vandløb i overvågningsprogrammet repræsenterer godt de forskelle, der eksisterer indenfor Danmark mht. de naturgivne forhold (geologi, jordbund, klima) og de kulturskabte påvirkninger (dyrkningsgrad, spildevandsbelastning) (Kristensen et al., 1990). Målinger af vandkvaliteten i de enkelte vandløb foretages hyppigt i årets løb af amtskommunerne efter standardiserede metoder og indenfor hvert opland gennemfører amtskommunerne en samlet opgørelse af udledningerne af næringsstoffer og organisk stof fra punktkilder (rensningsanlæg, industri, dambrug, regnvandsbetingede udløb). Der foreligger således et solidt datamateriale til beskrivelse af vandkvaliteten i danske vandløb og de naturgivne forholds indflydelse. Datamaterialet giver også mulighed for at belyse de forskellige samfundssektors betydning for vandkvaliteten og for tilførsel af næringsstoffer til de ferske vande (figur 6.1).

Figur 6.1 Principskitse for overvågning af forskellige samfundssektors indflydelse på vandmiljøet.



Kapitlets indhold

I kapitlet gives en landsdækkende oversigt over vandkvaliteten i de danske vandløb i 1990, som sammenholdes med forholdene i 1989. De forskellige samfundssektors betydning for vandkvaliteten og for tilførsel af næringsstoffer og organisk stof til vandløbene i 1990 belyses og der drages sammenligninger til forholdene i 1989. Endelig belyses de naturgivne forholds betydning for vandkvalitet og stoftransport i vandløb ud fra en gruppering af vandløbene i tre typer, der er karakteriseret ved deres hydrologiske regime og dermed klimaet og de hydrogeologiske forhold i oplandene.

6.1 Datagrundlag og gruppering af vandløb

Vandløbene i overvågningsprogrammet er overordnet opdelt i to net. Det nationale net er oprettet med det formål at opgøre stoftilførslen til de ferske vande og består derfor typisk af vandløb, der afvander store oplande. Det regionale net er oprettet med det formål at overvåge de forskellige samfundssektors betydning for vandkvaliteten og stoftransporten i vandløb og følge effekterne af reduktionerne i stofudledningerne. Den vigtigste forskel mellem de to monitoringsnet er, at vandløbene i det nationale net typisk har et større oplandsareal end vandløbene i det regionale net (Kristensen et al., 1990). Det dyrkede areal udgør i gennemsnit for alle vandløbsoplandene 64%, hvilket er det samme som gennemsnittet for landet som helhed (Danmarks Statistik, 1990).

Table 6.1 Kriterier for opdeling af stationerne i typer efter hovedbelastningskilden i oplandet i 1990.

N-belastningstyper:

- | | |
|--|--|
| 1. Udyrkede oplande | Referenceoplande som kun i lille grad er påvirket af menneskelig aktivitet. |
| 2. Dyrkede oplande uden punktkilder | Ingen N- eller P-udledninger fra punktkilder. |
| 3. Dyrkede oplande med lille N-udledning fra punktkilder | N-udledningen fra punktkilder er under 10% af den årlige transport i vandløbet. |
| 4. Oplande med stor N-udledning | N-udledningen fra punktkilder er større end 10% af den årlige transport i vandløbet. |
-

P-belastningstyper

- | | |
|--|---|
| 1. Udyrkede oplande | Referenceoplande som kun i lille grad er påvirket af menneskelig aktivitet. |
| 2. Dyrkede oplande uden punktkilder | Ingen N- eller P-udledninger fra punktkilder. |
| 3. Oplande med lille P-udledning fra punktkilder | P-udledningen fra punktkilder er mindre end 50% af den årlige transport i vandløbet. |
| 4. Oplande med stor P-udledning fra punktkilder | P-udledningen fra punktkilder er større end 50% af den årlige transport i vandløbet. |
| 5. Dambrugsbelastede oplande | P-udledningen fra dambrug udgør over 40% af den totale årstransport og P-udledningen fra de øvrige punktkilder udgør mindre end 50% af udledningen fra dambrug. |
-

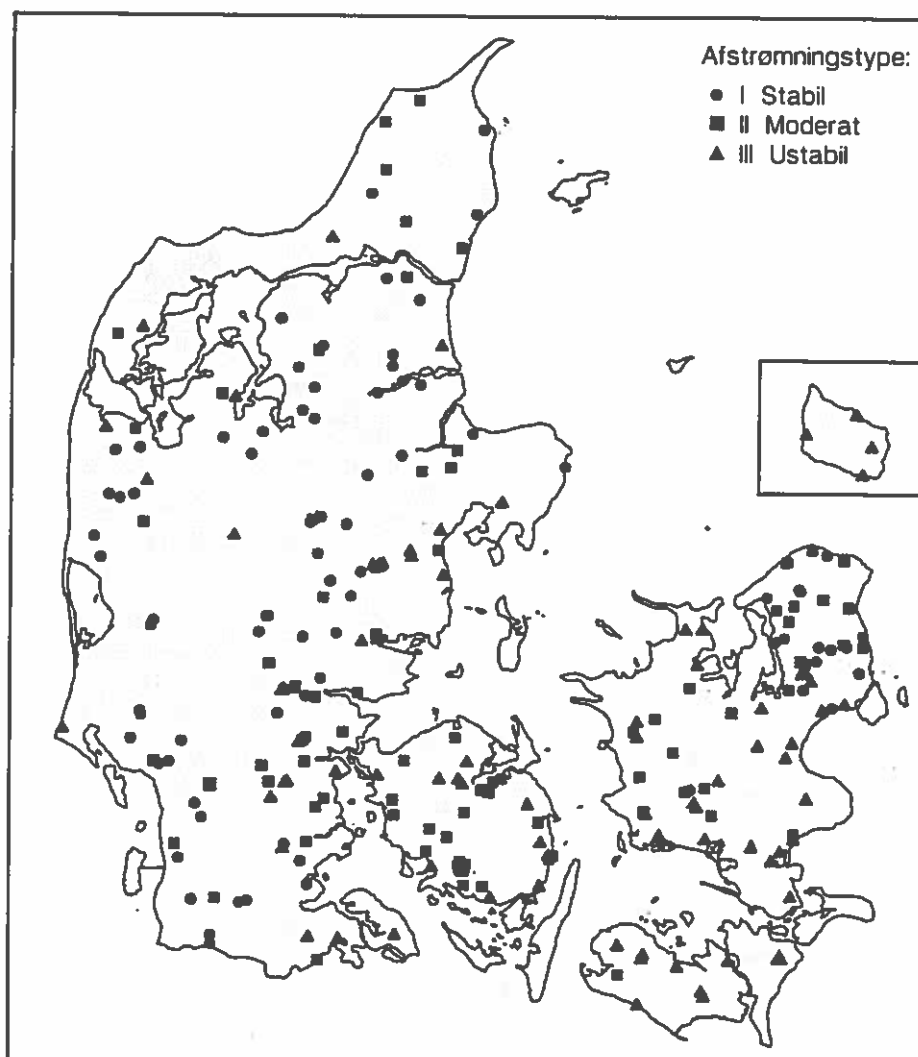
Typeoplände

Alle vandløb i overvågningsprogrammet er blevet inddelt i grupper afhængig af hovedkilden til belastningen med henholdsvis kvælstof (N) og fosfor (P). De forskellige oplandstyper fremgår af tabel 6.1, hvori også de anvendte inddelingskriterier er vist. Kriterierne for inddelingen i typeoplände er valgt, så der gives mulighed for at belyse forskelle i vandkvaliteten og stoftransporten i vandløb fra udyrkede skov- og naturarealer, dyrkede arealer uden udledninger fra punktkilder og oplände, hvor henholdsvis en mindre del og hovedparten af kvælstof- eller fosfortransporten stammer fra punktkilder.

De kulturskabte og naturgivne forholds betydning

Vandkvaliteten og stoftransporten i vandløb er udover de kulturskabte påvirkninger, afhængig af de naturgivne forhold i oplandet. De klimatiske forhold især med hensyn til nedbør og fordampning, samt jordbunden og geologien har stor betydning for udvaskningen af stoffer fra oplandet og for hvor stor en del af afstrømningen i vandløbene, der stammer fra grundvand og det mere overfladenære vand. Koncentrationen af bl.a. næringsstoffer er generelt meget lavere i grundvand end i det mere overfladenære vand, der f.eks. via dræn hurtigt når til vandløb. Vandløb på lerede, drænedede jorder afspejler på grund af den korte opholdstid i jorden, for en stor del af det nedsivende vand, derfor hurtigere en ændring i f.eks. den dyrkningsbetingede udvaskning af næringsstoffer, end de grundvandsfødte

Figur 6.2 Opdeling af vandløbsstationerne i overvågningsprogrammet efter de tre afstrømningstyper.

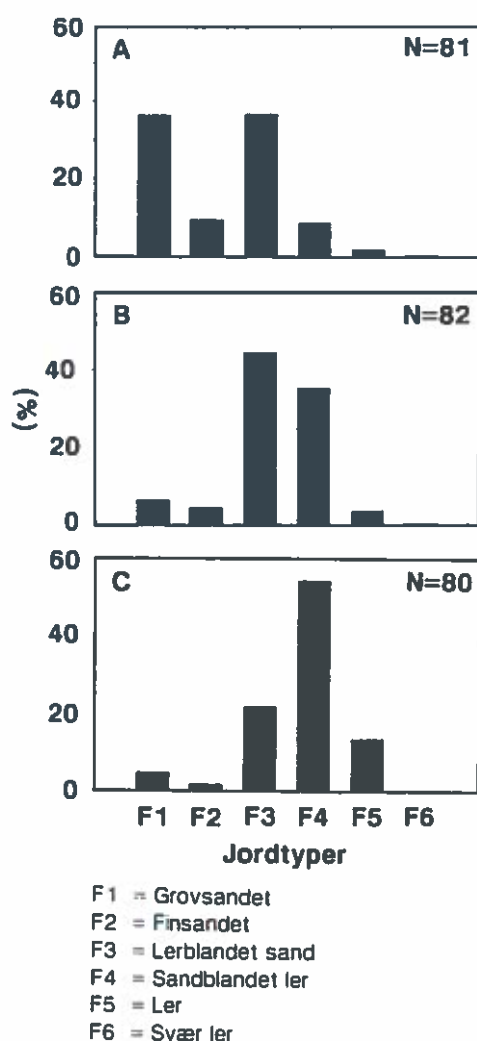


vandløb, hvor vandet har en længere opholdstid i jorden. Vandmængden i vandløb har desuden betydning for fortynding af stoffer udledt fra punktkilder.

Gruppering af vandløb efter deres afstrømningsvariation

I et forsøg på at belyse betydningen af og forskellene i reaktionsmønstre mellem de grundvandprægede vandløb og de mere overfladevandsprægede vandløb, er der foretaget en opdeling af vandløbene i overvågningsprogrammet i tre grupper ud fra en statistisk analyse af variationen i afstrømningen gennem året. Herved er vandløb med en lille sæsonvariation (målt som variationskoefficienten for den månedlige afstrømning i 1990) udskilt fra vandløb med moderat og vandløb med stor variation. Vandløbene fordeler sig geografisk i et mønster med de fleste afstrømningsstabile vandløb i Vestjylland, vandløb med stor variation på Sjælland, Lolland-Falster og Bornholm og vandløb med moderat variation i Østjylland og på Fyn (figur 6.2).

Figur 6.3 Gennemsnitlige jordbundsforhold i hver af de 3 afstrømningstyper:
(A) Oplande med lille sæsonvariation.
(B) Oplande med moderat sæsonvariation.
(C) Oplande med stor sæsonvariation i afstrømningen.



Jordtypefordeling

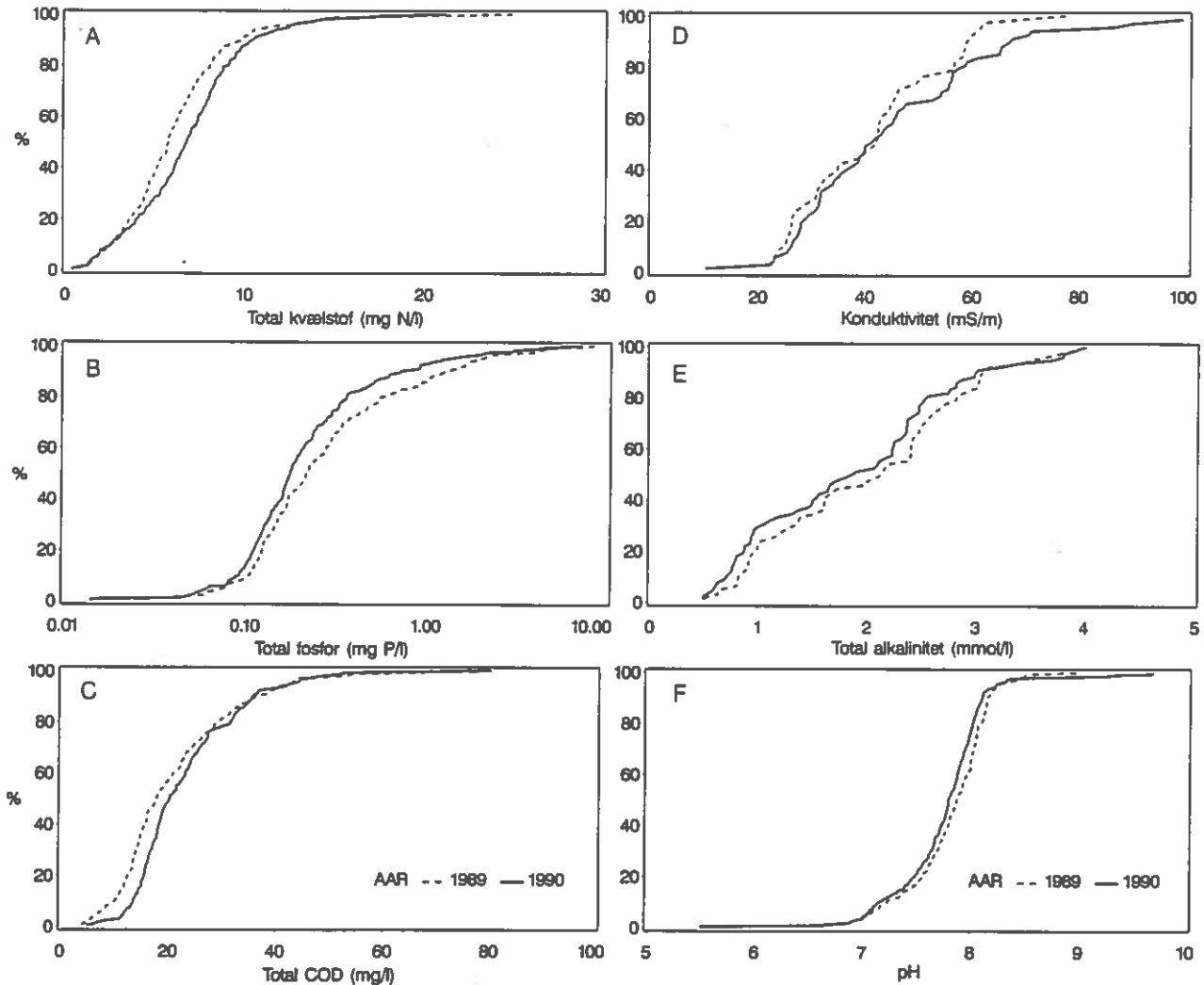
Opsplitning af vandløbene i de tre afstrømningstyper giver samtidig en opdeling efter jordbundsforholdene i oplandene (figur 6.3). Den gennemsnitlige jordtypefordeling skifter, fra overvejende sandede jorder i oplande med lille variation i afstrømning, over sand-lerjorder i oplande til vandløb med moderat variation i afstrømning, til mere lerede jorder i oplande med stor variation i afstrømningen.

6.2 Vandkvaliteten i danske vandløb

Kvælstof

Næringsstoffer og organisk stof

Årsmiddelkoncentrationen af total kvælstof var i 1990 generelt højere i overvågningsvandløbene end i 1989 (figur 6.4A). Årsmiddelkoncentrationen var i gennemsnit for alle vandløb på 6,8 mg N l⁻¹ imod 6,1 mg N l⁻¹ i 1989. Den højere koncentration i 1990 skyldes en større afstrømning i vandløbene. De uorganiske kvælstoffraktioner (nitrit-nitrat og ammonium) udgjorde som gennemsnit langt den største del af total kvælstof, 90% i 1990 og 88% i 1989.



Figur 6.4 Sumkurver, der viser fordelingen af følgende målte vandkvalitetsparametre:

- (A) Koncentrationen af total N, målt i 231 vandløb i 1989 og 252 i 1990
- (B) Koncentrationen af total P, målt i 231 vandløb i 1989 og 252 i 1990
- (C) Koncentrationen af total COD, målt i 222 vandløb i 1989 og 216 i 1990
- (D) Konduktivitet, målt i 38 vandløb i 1989 og 67 i 1990
- (E) Total alkalinitet, målt i 63 vandløb i 1989 og 78 i 1990
- (F) pH, målt i 196 vandløb i 1989 og 225 i 1990.

<i>Fosfor</i>	<p>Årsmiddelkoncentrationen af total fosfor var i modsætning til for N generelt lavere i alle overvågningsvandløbene i 1990 end i 1989 (figur 6.4B). Årsmiddelkoncentrationen var i gennemsnit for alle vandløbene på 0,396 mg P l⁻¹ i 1990 imod 0,556 mg P l⁻¹ i 1989. Årsmiddelkoncentrationen var som median noget lavere nemlig henholdsvis 0,176 mg P l⁻¹ i 1990 og 0,217 mg P l⁻¹ i 1989. Forskellen i koncentrationen af total P imellem de to år var størst ved de høje koncentrationer (figur 6.4B), hvilket viser betydningen af den større afstrømning i 1990 for fortynding af udledninger fra punktkilder. Opløst uorganisk P udgjorde i 1990 som gennemsnit 75% af total P men kun 54% i mediantilfældet. I 1989 var de tilsvarende tal henholdsvis 79% og 50%.</p>
<i>Organisk stof</i>	<p>Årsmiddelkoncentrationen af organisk stof målt som total COD var, i 1990 generelt højere i overvågningsvandløbene end i 1989 (figur 6.4C). I 1989 var årsmiddelkoncentrationen i gennemsnit for alle vandløb på 21.2 mg O₂ l⁻¹ imod 23.1 mg O₂ l⁻¹ i 1990. De tilsvarende mediankoncentrationer var lidt lavere men viser samme forskel (17.8 mg O₂ l⁻¹ og 20.2 mg O₂ l⁻¹).</p>
<i>Konduktivitet</i>	<p><i>Konduktivitet, alkalinitet og pH</i> Årsgennemsnittet af konduktiviteten, dvs. vandets indhold af makroioner, var for overvågningsvandløbene generelt højere i 1990 end i 1989 (figur 6.4D). Da der er stor forskel i antallet af observationer imellem de to år er det svært at tolke resultaterne. Ydermere er konduktiviteten især målt i vandløb med alkaliniteter mindre end 1,5 mmol l⁻¹.</p>
<i>Alkalinitet</i>	<p>Alkaliniteten afspejler ligesom konduktiviteten jordtypen i oplandet med høje værdier i vandløb der afvander lerede jorder og lave værdier fra sandede jorder. Årsgennemsnittet af alkaliniteten var for alle vandløb i overvågningsprogrammet generelt lavere i 1990 end i 1989 (figur 6.4E). Da alkaliniteten kun er forudsat målt i vandløb med værdier på under 1,5 mmol l⁻¹ er der i datamaterialet i hovedsagen repræsenteret vandløb på sandede jorder. Netop på sandede jorder vil der ved stigende nedbørsoverskud og afstrømning, som det var tilfældet mellem 1989 og 1990, ske en fortynding af vandets indhold af hydrogenkarbonat og dermed et fald i alkaliniteten.</p>
<i>pH</i>	<p>Årsgennemsnittet af pH var generelt lidt lavere i 1990 end i 1989 (figur 6.4F) og afspejler derved det observerede fald i alkalinitet. pH er i danske vandløb typisk på 7,8-7,9.</p>

6.3 Vandkvalitet og stoftransport i vandløb indenfor typeoplande

Kvælstof

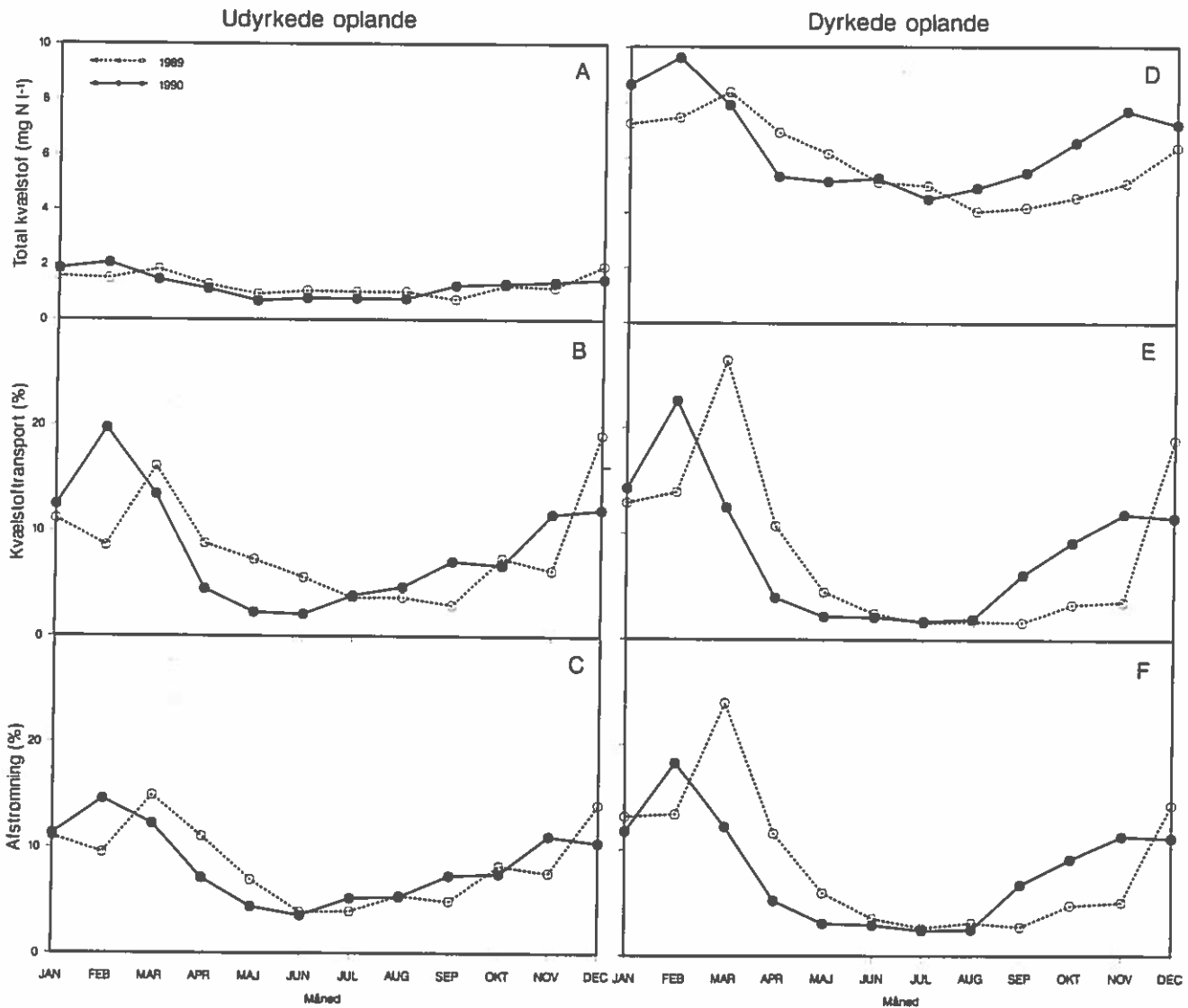
Kvælstof fra udyrkede oplande

Udyrkede oplande

I alt 7 vandløb indgår i denne gruppe og de dækker geografisk både Øerne (3) og Jylland (4). Referencevandløbene ligger i de øvre ender af vandsystemerne, er små og har derfor et lille oplandsareal (tabel 6.2A). Oplandene er især dækket af skov- og hedearaler. Indenfor oplandet findes ingen punktkilder, der udleder næringsstoffer og organisk stof til vandløbene. Vandkvaliteten og stoftransporten afspejler derfor baggrundstil-

standen for danske vandløb. De to af oplandene har overvejende lerede jorder, mens de resterende overvejende er domineret af sandede jorder.

Vandløb der afvander udyrkede oplande var i 1990 karakteriseret ved en lav koncentration af total N og en lille arealkoefficient (tabel 6.2B). Koncentrationen af total N var meget konstant over året med kun lidt højere værdier i vinterperioden end om sommeren (figur 6.5A). Den overvejende del af N-transporten fandt sted i vinterperioden hvor afstrømningen var højest (figur 6.5B,C).



Figur 6.5 Sæsonvariation i kvælstofkoncentrationen (A og D), månedsmiddeltkvælstoftransporten i % af års-transporten (B og E) samt månedsmiddeltafstrømningen i % af årsafstrømningen (C og F) vist henholdsvis for referenceoplande (A, B og C) og dyrkede oplande uden punktkilder (D, E og F) for 1989 og 1990.

Kvælstof fra dyrkede oplande

Dyrkede oplande uden punktkilder

I alt 52 vandløb indgår i denne gruppe fordelt med 19 på Øerne og 33 i Jylland. Indenfor oplandene findes ingen punktkildeudledninger af næringsstoffer og organisk stof, hvorfor

Tabel 6.2 Karakteristik af de udyrkede oplande (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af kvælstof i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	7	6,3	5,2
% dyrket areal	7	7,2	0
% skovareal	7	64,6	79,0
% ferskvandsareal	7	0,1	0

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	6	5,29	5,47
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total N	7	1,2	1,3
NO ₃ -N	7	0,81	0,85
NH ₄ -N	7	0,042	0,030
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total N	7	2,25	2,39
NO ₃ -N	6	1,68	1,78
NH ₄ -N	6	0,079	0,058

Tabel 6.3 Karakteristik af de dyrkede oplande uden punktkilder (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af kvælstof i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	52	8,8	5,3
% dyrket areal	52	67,2	74,1
% skovareal	52	14,5	4,3
% ferskvandsareal	52	0,2	0

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	49	8,3	7,8
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total N	49	6,6	6,0
NO ₃ -N	39	5,6	5,3
NH ₄ -N	39	0,14	0,11
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total N	50	21,6	19,0
NO ₃ -N	31	19,3	20,6
NH ₄ -N	31	0,47	0,34

Table 6.4 Karakteristik af de dyrkede oplande med lille N-udledning fra punktkilder (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af kvælstof i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	119	103,4	42,3
% dyrket areal	119	69,2	70,2
% skovareal	119	10,2	8,9
% ferskvandsareal	119	0,4	0,1

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	113	8,3	8,0
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total N	117	7,4	7,3
NO ₃ -N	116	6,5	6,5
NH ₄ -N	114	0,14	0,12
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total N	117	23,7	23,5
NO ₃ -N	113	21,1	20,8
NH ₄ -N	113	0,38	0,33

Table 6.5 Karakteristik af oplande med stor N-udledning fra punktkilder (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af kvælstof i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	60	189,6	71,1
% dyrket areal	60	57,5	63,0
% skovareal	60	13,8	12,0
% ferskvandsareal	60	0,9	0,2

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	55	9,6	7,4
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total N	60	7,1	7,1
NO ₃ -N	57	5,9	5,7
NH ₄ -N	57	0,70	0,26
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total N	59	20,5	21,8
NO ₃ -N	56	16,9	17,1
NH ₄ -N	56	1,94	0,84

vandkvaliteten og stoftransporten i vandløb alene afspejler påvirkningerne fra det åbne land (landbrug og spredt bebyggelse). Vandløbene ligger typisk i de øvre ender af vandsystemerne er små og har derfor et lille oplandsareal (tabel 6.3A). Det dyrkede areal udgør i gennemsnit for alle oplandene 67% hvilket er tæt på landsgennemsnittet.

I 1990 var årsmiddelkoncentrationen af total N i gennemsnit 5,5 gange højere i vandløb, der afvander dyrkede oplande, end i de udyrkede (tabel 6.3B). Endnu mere udpræget var forskellen for arealkoefficienten af total N, idet den i gennemsnit var 9,6 gange højere. Koncentrationen af total N var højest i vinterperioden og mindst om sommeren (figur 6.5D). Afstrømningen og transporten af N fandt for langt størstedelens vedkommende sted i vinterhalvåret (figur 6.5E,F).

Dyrkede oplande med lille N-udledning fra punktkilder

I alt 119 vandløb indgår i denne gruppe fordelt med 55 på Øerne og 64 i Jylland. Vandløbene modtog i 1990 typisk 3% af den årlige N-transport fra punktkilder imod 4% i 1989. Vandløbene afspejler hvad angår N derfor hovedsageligt de landbrugsmæssige påvirkninger. Vandløbene afvander et typisk dansk mellemstort opland hvor det dyrkede areal udgør hovedparten af oplandet (tabel 6.4A).

Årsmiddelkoncentrationen af total N var i 1990 lidt højere i denne type af vandløb end i de dyrkede uden punktkilder (tabel 6.4B). Det tilsvarende gælder for arealkoefficienten af total N, mens afstrømningen var på det samme niveau.

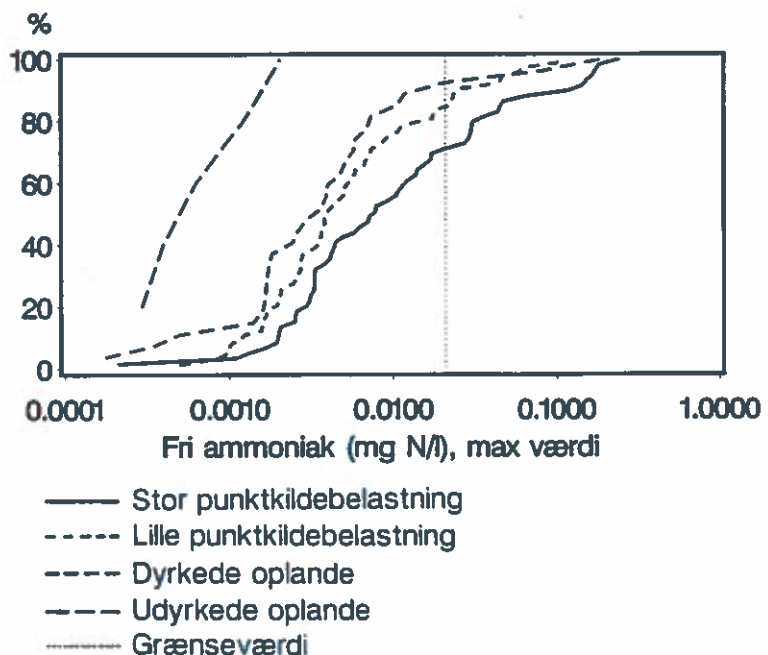
Oplande med stor udledning af N fra punktkilder

I alt 60 vandløb indgår i denne gruppe fordelt med 30 på Øerne og 30 i Jylland. Vandløbene modtog i 1990 typisk 20% af den årlige N-transport fra punktkilder imod 38% i 1989. Vandløbene afspejler hvad angår N derfor effekten af påvirkningerne

Kvælstof fra oplande med lille udledning fra punktkilder

Kvælstof fra oplande med stor udledning fra punktkilder

Figur 6.6 Sumkurverfordelingen af fri ammoniak vist for hver af de fire N-belastningstyper.



fra både landbruget og punktkilderne. Vandløbene afvander typisk større oplande hvor det dyrkede areal udgør lidt under landsgennemsnittet (tabel 6.5A).

På trods af et relativt stort N-bidrag fra punktkilder og en større årsmiddelfastrømning for vandløb der afvander denne oplandstype var både årsmiddelkoncentrationen og arealkoefficienten af total N mindre end for de to foregående oplandstyper i 1990 (tabel 6.5B). Dette kan dels forklares ved en mindre dyrkningsprocent i denne oplandstype, dels ved et gennemsnitligt større ferskvandsareal i oplandene. Udvaskningen fra landbrugsjorden er pga. den lavere dyrkningsgrad mindre betydende og især i søer og de mere brede vandløb er kvælstof fjernet ved denitrifikation (Christensen et al., 1991; Kristensen et al., 1991).

Koncentration af fri ammoniak

Koncentrationen af fri ammoniak kan beregnes ud fra et kendskab til pH, vandtemperatur og koncentration af ammonium. Fri, uioniseret ammoniak kan være giftig for fisk, selv i ret lave koncentrationer (Miljøstyrelsen, 1983). Kvalitetskravet er af Miljøstyrelsen (1983) angivet til 0,0206 mg N l⁻¹. Den maksimale koncentration af fri ammoniak-N i overvågningsvandløbene i 1990 er vist i figur 6.6, med en opdeling på de enkelte typeoplande. Generelt var koncentrationsniveauet stigende fra vandløb i de udyrkede oplande, over vandløb i de dyrkede oplande til punktkildebelastede vandløb. I vandløb i udyrkede oplande overskrides grænseværdien ikke i 1990, hvorimod det er tilfældet i de øvrige typer, med stigende antal overskridelser gående fra de dyrkede oplande uden punktkilder (11% af vandløbene), til de meget punktkildebelastede vandløb (29% af vandløbene).

Forskelle mellem typeoplande

Forskelle mellem typeoplande i 1989 og 1990

Stigning fra 1989 til 1990

Både i 1989 og i 1990 var der en stor stigning i årsmiddelkoncentrationen og arealkoefficienten af total N fra vandløb i de udyrkede oplande til vandløb i dyrkede oplande (figur 6.7). Endvidere var der en stigning i afstrømning samt i koncentration og arealkoefficient af total N fra 1989 til 1990. Stigningen i koncentration og arealkoefficient af total N var meget større for vandløb i de dyrkede oplande end for vandløb i de udyrkede oplande, selv ved samme stigning i afstrømning (figur 6.7). Den gennemsnitlige arealkoefficient af total N for vandløb i udyrkede oplande steg fra 2,1 kg N ha⁻¹ i 1989 til 2,3 kg N ha⁻¹ i 1990. Den tilsvarende stigning var for vandløb i dyrkede oplande uden punktkilder på fra 11,4 kg N ha⁻¹ til 21,6 kg N ha⁻¹.

Fosfor

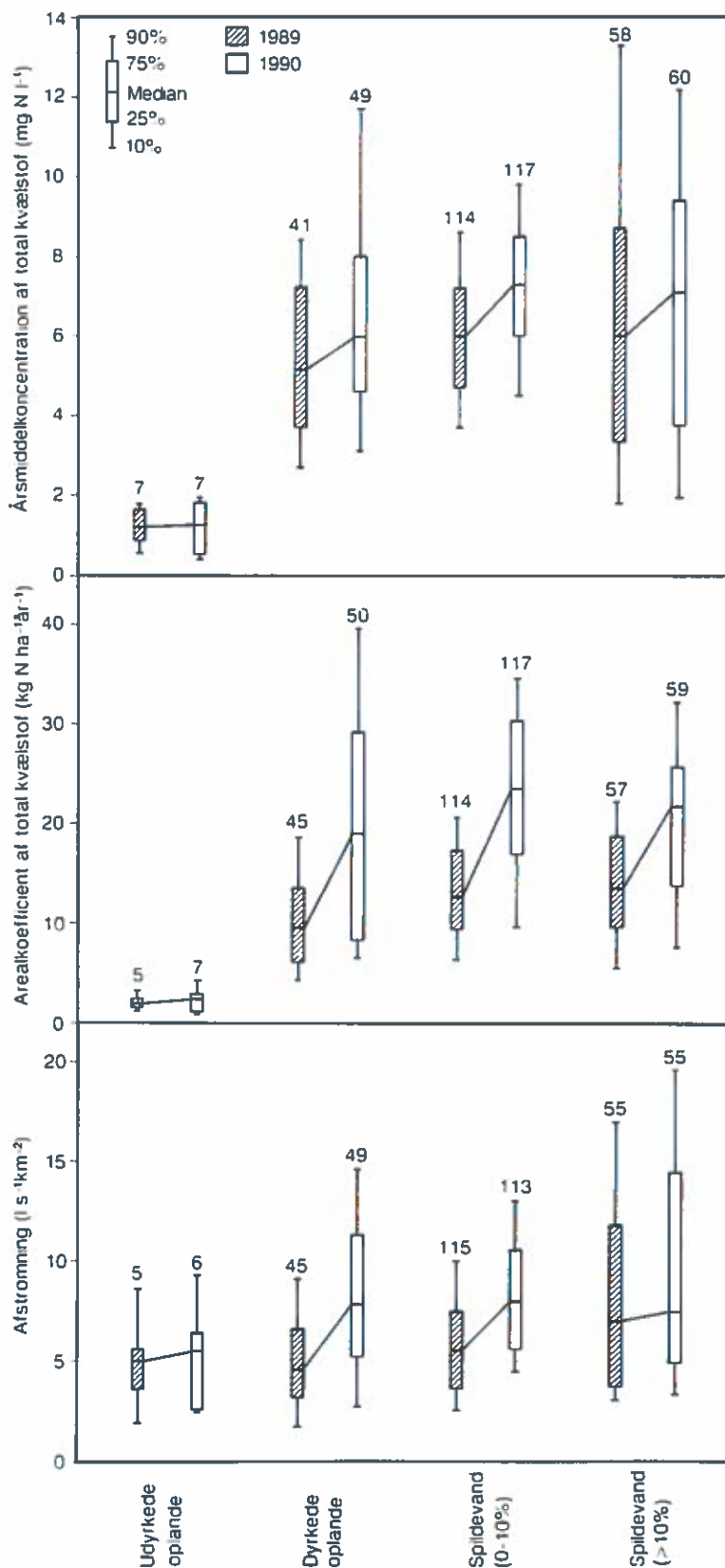
Fosfor fra udyrkede oplande

Udyrkede oplande

Antallet af vandløb og beskrivelse af oplandene er givet ovenfor under kvælstof (tabel 6.2A).

Årsmiddelkoncentrationen af total P var som gennemsnit på 0,053 mg P l⁻¹ hvoraf opløst orthofosfat udgjorde 36%. Areal-koefficienten for total P var i gennemsnit på 0,084 kg P ha⁻¹ (tabel 6.6). Koncentrationen af total P udviste næsten ingen sæsonvariation i vandløbene, hverken i 1989 eller i 1990 (figur 6.8A).

Figur 6.7 Årsmiddelkoncentration og arealkoefficient af total kvælstof samt afstrømning vist for hver af de fire N-belastningstyper (se tabel 6.1) for 1989 og 1990. Tallet over søjlen angiver antal oplande i belastningstypen.



Fosfor fra dyrkede oplande

Dyrkede oplande uden punktkilder

Antallet af vandløb og beskrivelse af oplandene er givet ovenfor under kvælstof (tabel 6.3A).

Årsmiddelkoncentrationen af total P i vandløb i de dyrkede oplande var i 1990 0,166 mg P l⁻¹ og dermed ca. 3 gange højere end i vandløb i udyrkede oplande. Oplost orthofosfat udgjorde

ca. halvdelen af total P (tabel 6.7). Areakoefficienten var i 1990 på 0,412 kg P ha⁻¹ og heraf udgjorde opløst uorganisk orthofosfat 44%. I de dyrkede oplande udviste koncentrationen af total P en sæsonvariation, både i 1989 og i 1990 (figur 6.8B). Koncentrationen var således højest i sommerperioden, hvilket formentlig kun kan forklares ved en tilførsel af P fra spredt bebyggelse, mindre bysamfund og gårdbidrag.

Tabel 6.6 Afstrømning, koncentration og arealkoefficient af fosfor i vandløb beliggende i udyrkede oplande.

	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	6	5,3	5,5
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total P	7	0,053	0,051
Opløst PO ₄ -P	7	0,019	0,021
<u>Areakoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total P	7	0,084	0,077
Opløst PO ₄ -P	6	0,026	0,027

Tabel 6.7 Afstrømning, koncentration og arealkoefficient af fosfor i vandløb i dyrkede oplande uden punktkilder.

	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	49	8,3	7,8
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total P	49	0,166	0,157
Opløst PO ₄ -P	46	0,081	0,061
<u>Areakoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total P	50	0,412	0,365
Opløst PO ₄ -P	45	0,182	0,102

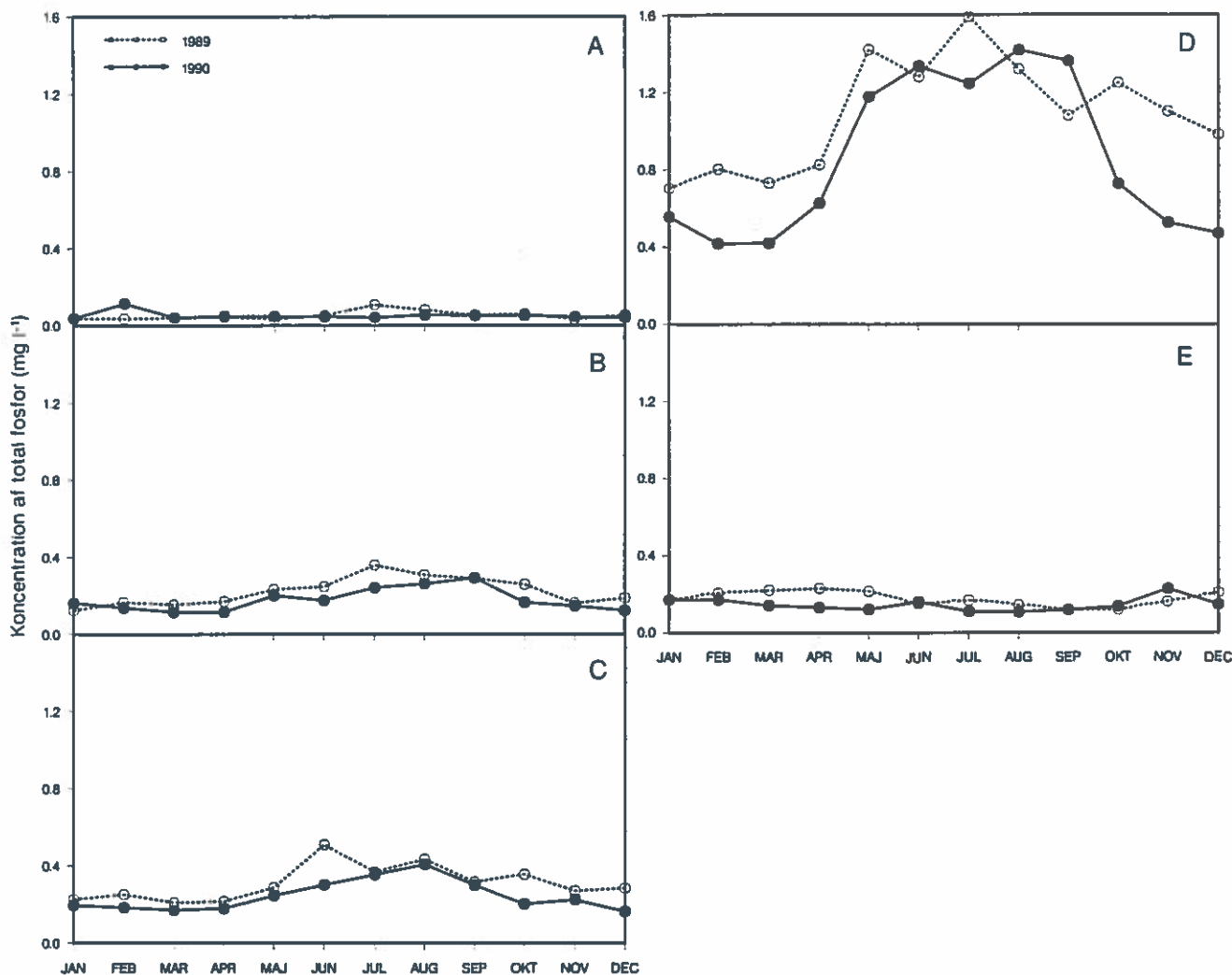
Oplande med lille P-udledning fra punktkilder

I alt 95 vandløb indgår i denne gruppe fordelt med 39 på Øerne og 56 i Jylland. Vandløbene modtog i 1990 typisk 27% af den årlige P-transport fra punktkilder imod 30% i 1989. Vandløbene afspejler hvad angår P derfor effekten af påvirkningerne fra både landbruget og punktkilderne. Vandløbene afvander typisk et mellemstort opland med en dyrkningsgrad på lidt over landsgennemsnittet (tabel 6.8A).

I 1990 var årsmiddelkoncentrationen af total P, i disse vandløb lidt højere end i vandløb i dyrkede oplande (tabel 6.8B). Areal

Fosfor fra oplande med lille udledning fra punktkilder

koefficienten af total fosfor viste samme tendens. I denne type vandløb udgjorde koncentrationen af opløst orthofosfat en større andel af total P-koncentrationen (som gennemsnit 59%), end i vandløb i de dyrkede oplande uden punktkilder (49%), da fosforudledningen fra punktkilder hovedsageligt består af opløst orthofosfat. Betydningen af punktkildebelastningen ses også tydeligt på sæsonvariationen i koncentrationen af total P, idet niveauet var højere i sommerhalvåret end for vandløb i dyrkede oplande (figur 6.8C).



Figur 6.8 Sæsonvariation i koncentrationen af total fosfor vist for hver af de fem P-belastningstyper: Udyrkede oplande (A), Dyrkede oplande uden punktkilder (B), oplande med punktkildebelastning <50% (C), oplande med punktkildebelastning >50% (D) samt dambrugsbelastede oplande (E) for 1989 og 1990.

Fosfor fra oplande med stor udledning fra punktkilder

Oplande med stor P-udledning fra punktkilder

I alt 84 vandløb indgår i denne gruppe fordelt med 46 på Øerne og 38 i Jylland. Vandløbene modtog i 1990 typisk 74% af den årlige P-transport fra punktkilder imod 84% i 1989. Vandkvaliteten og stoftransporten i vandløbene afspejler hvad angår P derfor især påvirkningerne fra punktkilderne. En nærmere karakteristik af oplandene er givet i tabel 6.9A.

Koncentrationsforholdene og arealkoefficienten i 1990 for total P afspejlede tydeligt punktkildebelastningens betydning i denne type vandløb (tabel 6.9B). Sæsonvariationen i koncentrationen af

Tabel 6.8 Karakteristik af oplande med lille P-udledning fra punktkilder (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af fosfor i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	95	89,3	34,1
% dyrket areal	95	67,8	70,1
% skovareal	95	11,1	9,0
% ferskvandsareal	95	0,4	0,1

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	93	8,9	9,4
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total P	95	0,211	0,168
Opløst PO ₄ -P	95	0,124	0,090
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total P	95	0,51	0,45
Opløst PO ₄ -P	94	0,23	0,19

Tabel 6.9 Karakteristik af oplande med stor P-udledning fra punktkilder (A), samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af fosfor i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	84	180,9	78,6
% dyrket areal	84	62,5	65,4
% skovareal	84	11,7	11,3
% ferskvandsareal	84	0,7	0,2

B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	76	8,4	6,6
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total P	83	0,818	0,334
Opløst PO ₄ -P	83	0,685	0,234
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total P	82	1,20	0,70
Opløst PO ₄ -P	78	0,89	0,38

Dambrugsbelastede vandløb

total P var også typisk for de meget punktkildebelastede vandløb, med en meget højere koncentration i sommerhalvåret end i vinterhalvåret, pga. fortyndingseffekten (figur 6.8D). Desuden udgjorde opløst orthofosfat i gennemsnit en større andel af total P (84%), end det var tilfældet for de foregående vandløbstyper.

Oplande med stor P-udledning fra dambrug

I alt 10 vandløb indgår i denne gruppe alle beliggende i Jylland. Vandløbene modtog i 1990 typisk 55% af den årlige P-transport fra dambrug imod 61% i 1989. Totalt udgjorde bidraget fra punktkilder i 1990 68% af den årlige P-transport. Vandkvaliteten og stoftransporten i vandløbene afspejler hvad angår P derfor hovedsageligt dambrugspåvirkningerne. En nærmere karakteristik af oplandene er givet i tabel 6.10A.

I 1990 var afstrømningen i vandløbene i denne type af oplande omkring dobbelt så stor, som i de øvrige typeoplande (tabel 6.10B). Dette forhold får stor effekt på koncentrationsniveauet idet de ellers meget P-belastede vandløb havde en forholdsvis lav total P-koncentration. Derimod var arealkoefficienten af total P stor, pga. den store afstrømning (tabel 6.10B). Opløst orthofosfat udgjorde i gennemsnit 40% af total P i denne type vandløb. Den lave andel kan skyldes at mange af de dambrugsbelastede vandløb afvander oplande hvorfra der er en stor jernbelastning. Sæsonvariationen i koncentrationen af total P udviste ikke de store svingninger (figur 6.8E).

Tabel 6.10 Karakteristik af oplande med dambrugsbelastede vandløb, samt afstrømning, koncentration og arealkoefficient af fosfor i vandløb (B).

A	n	gns.	median
Oplandsareal (km ²)	10	182,5	83,3
% dyrket areal	10	60,7	61,4
% skovareal	10	18,2	18,5
% ferskvandsareal	10	0,1	0

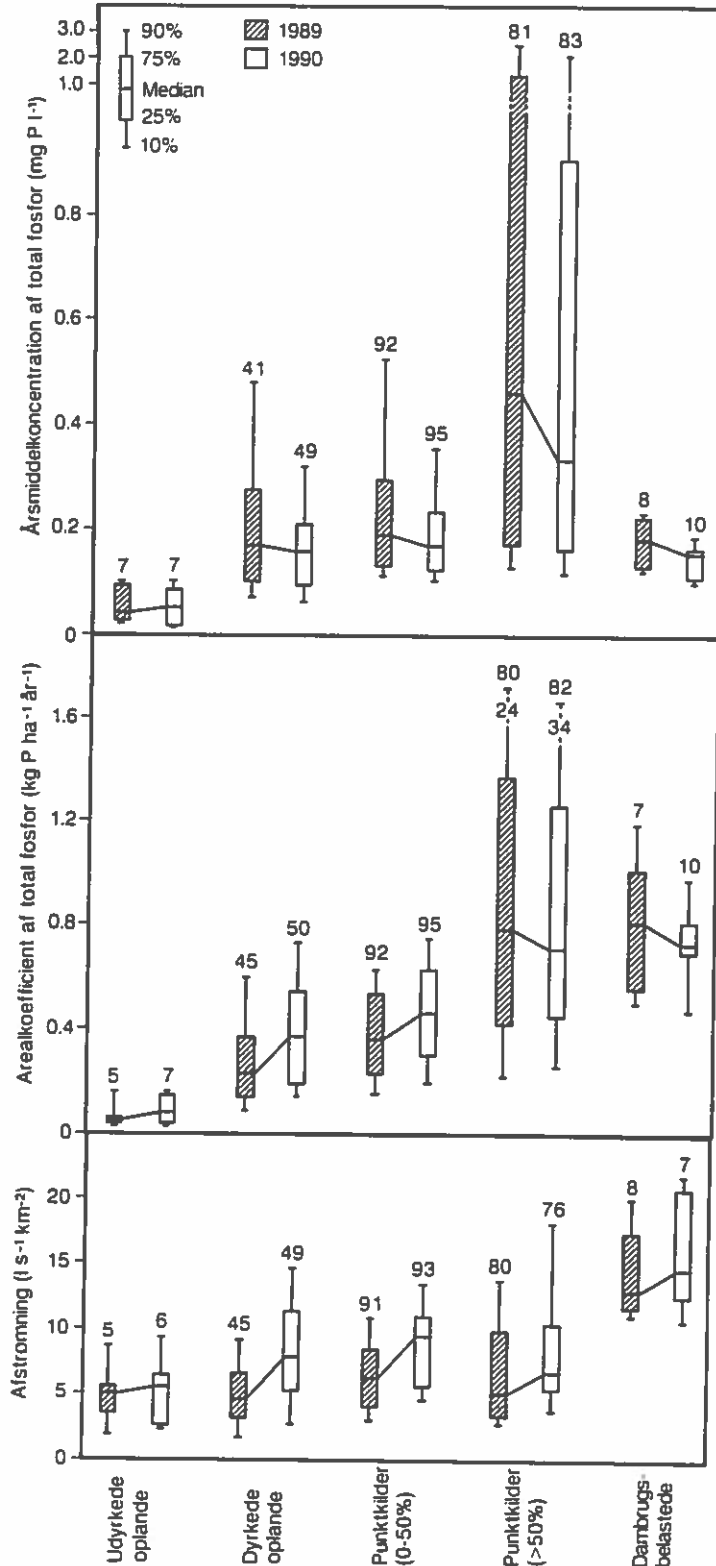
B	n	gns.	median
Afstrømning (l s ⁻¹ km ⁻²)	7	16,2	14,5
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Total P	10	0,143	0,157
Opløst PO ₄ -P	10	0,057	0,041
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Total P	10	0,72	0,72
Opløst PO ₄ -P	9	0,23	0,17

Sammenligning af typeoplande

Forskelle mellem typeoplande i 1989 og 1990

I 1990 var koncentrationen og arealkoefficienten af total P stigende fra vandløb i udyrkede oplande til vandløb i de dyrkede oplande (figur 6.9). Ligeledes havde punktkildebelastede vandløb en højere koncentration og arealkoefficient end vandløb i de dyrkede oplande uden punktkilder. Generelt var der en stigning i arealkoefficienten fra 1989 til 1990, hvorimod koncentrationsniveauet pga. den større afstrømning faldt (figur 6.9). Der ses især for de meget punktkildebelastede vandløb en

Figur 6.9 Årsmiddelkoncentration og arealkoefficient af total fosfor samt afstrømning vist for hver af de fem P-belastningstyper (se tabel 6.1) for 1989 og 1990. Tallet over søjlen angiver antal oplande i belastningstypen.



faldende arealkoefficient fra 1989 til 1990, hvilket stemmer godt overens med den indsats, der i Vandmiljøplanen og Recipient-kvalitetsplanerne er lagt på at begrænse P-udledningerne til de ferske vande. Christensen og Lund (1991) har vist, at der fra 1984 til 1989 er sket en reduktion i P-udledningerne fra rensningsanlæg til ferskvand på næsten 30%. Effekterne heraf på koncentrationsniveau og transport af fosfor i vandløb er påvist af flere amtskommuner (bl.a. Fyns amt, 1990, Århus amtskommune, 1991; Ringkøbing amtskommune, 1991).

Stigning 1989 til 1990

Fra udyrkede arealer steg den gennemsnitlige arealkoefficient af total P fra 0,067 kg P ha⁻¹ i 1989 til 0,084 kg P ha⁻¹ i 1990. Fra dyrkede arealer uden punktkilder steg arealkoefficienten også, men her fra 0,28 kg P ha⁻¹ til 0,41 kg P ha⁻¹.

Organisk stof

Organisk stof i typeoplandene

Årsmiddelkoncentrationen og arealkoefficienten for total COD i de enkelte typeoplande fremgår af tabel 6.11. Koncentrationsniveauet er højest i vandløb med lille punktkildebelastning og lavest i de dambrugsbelastede vandløb, her på grund af den store grundvandstilførsel. Da koncentrationen af total COD i vandløb er domineret af humusstoffer fra oplandet kan det ikke forventes, at koncentrationsniveauet i de enkelte typeoplande kan benyttes i en tolkning af punktkildebelastningens betydning. Hertil vil et mål for det letomsættelige organiske stof (BI_n) være bedre anvendelig, som f.eks. påvist af bl.a. Århus Amtskommune (1991).

Tabel 6.11 Koncentration og arealkoefficient af organisk stof (total COD) i vandløb indenfor de forskellige typer af oplande.

	n	gns.	median
<u>Årsmiddelkonc. (mg l⁻¹)</u>			
Udyrkede oplande	6	21,6	19,1
Dyrkede oplande	33	21,4	18,0
P fra punktkilder (0-50%)	80	26,3	24,4
P fra punktkilder (>50%)	81	21,0	19,2
Dambrugsbelastede vandløb	10	15,2	14,6
<u>Arealkoefficient (kg ha⁻¹)</u>			
Udyrkede oplande	6	35,7	33,1
Dyrkede oplande	34	58,3	48,4
P fra punktkilder (0-50%)	79	64,5	64,4
P fra punktkilder (>50%)	81	63,6	62,1
Dambrugsbelastede vandløb	10	77,8	80,8

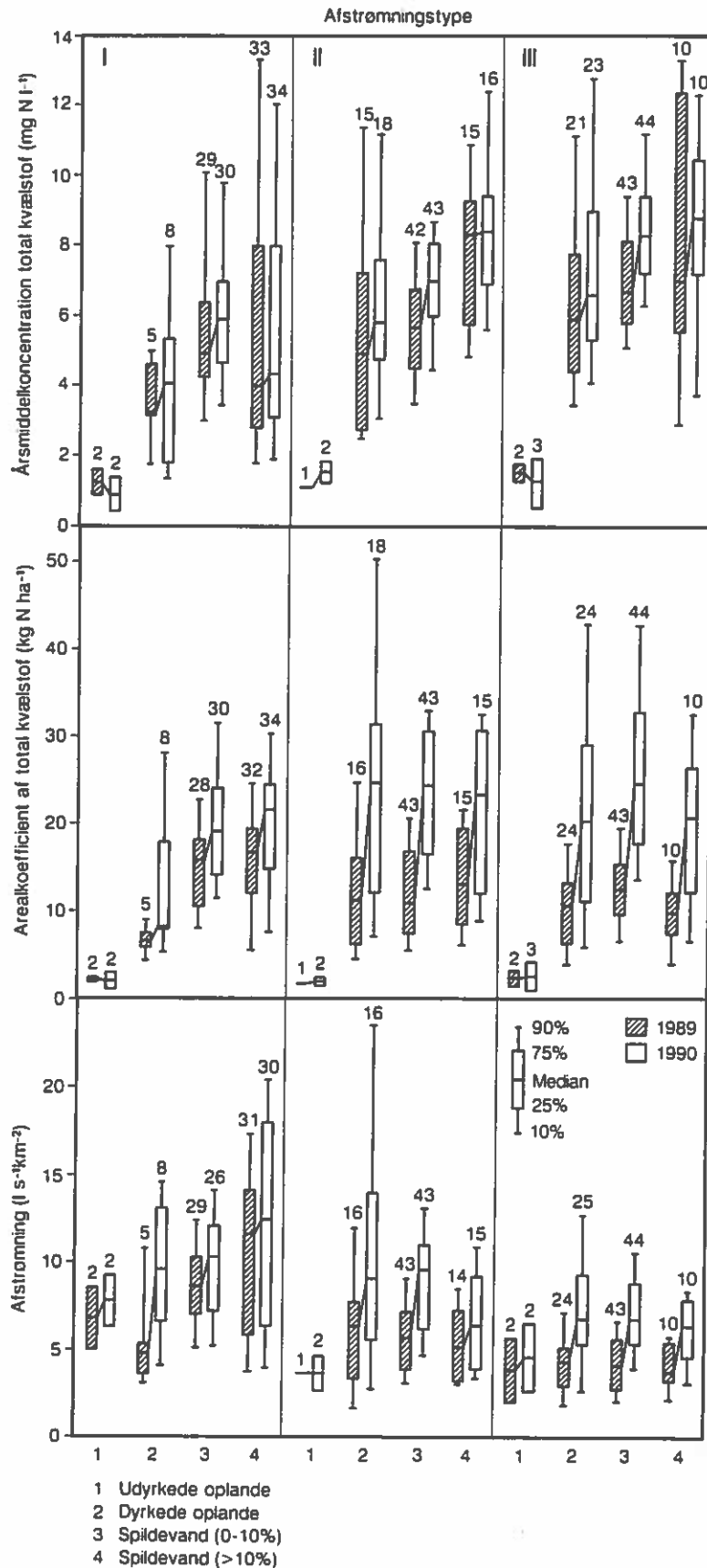
Arealkoefficienten af total COD var lavest fra de udyrkede arealer, pga. en lavere afstrømning i disse vandløb end i vandløb indenfor de øvrige oplandstyper. For de øvrige typeoplande var der ikke den store forskel i arealkoefficient, en bortset fra de dambrugsbelastede vandløb, hvor en stor afstrømning kan være forklaringen på den store arealkoefficient.

6.4 De naturgivne og dyrkningsmæssige forholds betydning for vandkvalitet og stoftransport

Jordtypens betydning for kvælstofniveau og år til år ændringer

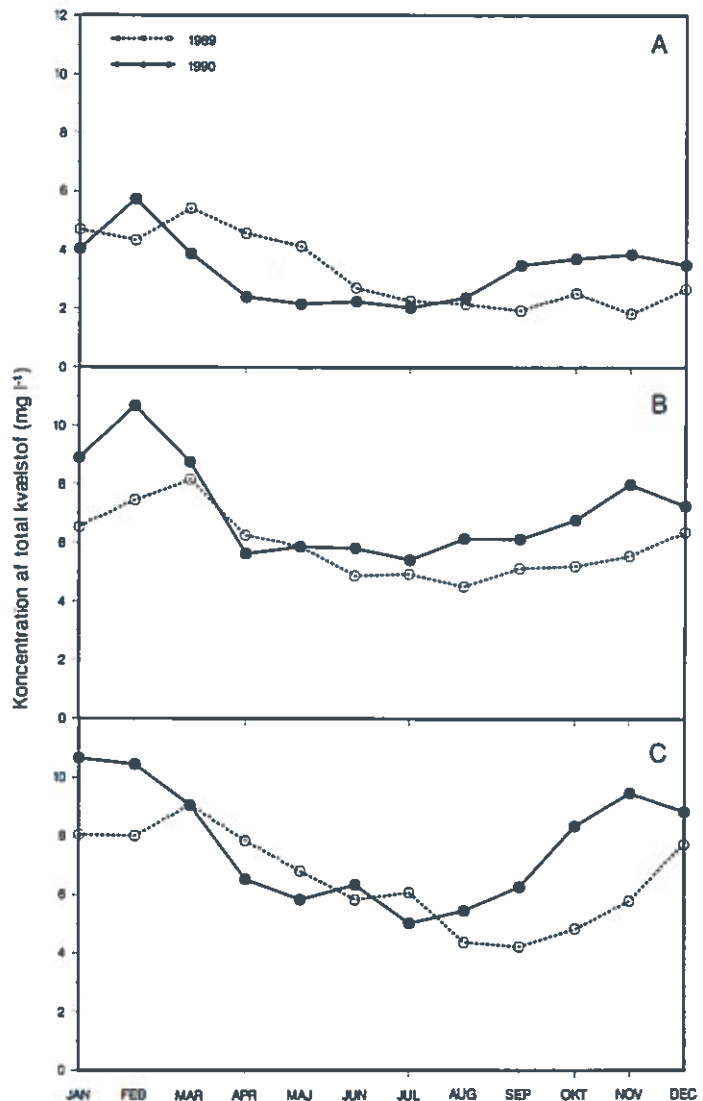
Sammenlignes årsmiddelkoncentrationen og arealkoefficienten af total N mellem typeoplandene indenfor de tre afstrømningstyper, der er defineret i afsnit 6.1, ses der tydelige forskelle,

Figur 6.10 Årsmiddelkoncentration og arealkoefficient af total kvælstof samt afstrømning fordelt først efter afstrømningstyperne I, II og III og derpå efter de fire N-belastningstyper for 1989 og 1990. Tallet over søjlerne angiver antal oplande i afstrømnings-/belastningstypen.



betinget af både de naturgivne og dyrkningsbetingede forhold (figur 6.10). Indenfor hver af de tre afstrømningstyper var der en markant stigning i både koncentrationen og arealkoefficienten af total N fra de udyrkede oplande til de dyrkede oplande. Stigningen var størst for vandløbene indenfor afstrømningstype II og III, hvilket vil sige fra oplande med de mere lerede jorder. Denne tendens var mest udpræget i 1990. På de lerede jorder ses også den største stigning i koncentration og arealkoefficient af total N, hvilket følger af en næsten tilsvarende stigning i afstrømning (figur 6.10). Afstrømningen var generelt størst for vandløbene i afstrømningstype I, hvilket skyldes den større overskudsnedbør i regionen, hvor denne type vandløb forekommer (Jylland). Sæsonvariationen i koncentrationen af total N afspejlede også dette forhold, idet den var større i vandløb på de lerede jorder end for vandløbene på de sandede jorder (figur 6.11).

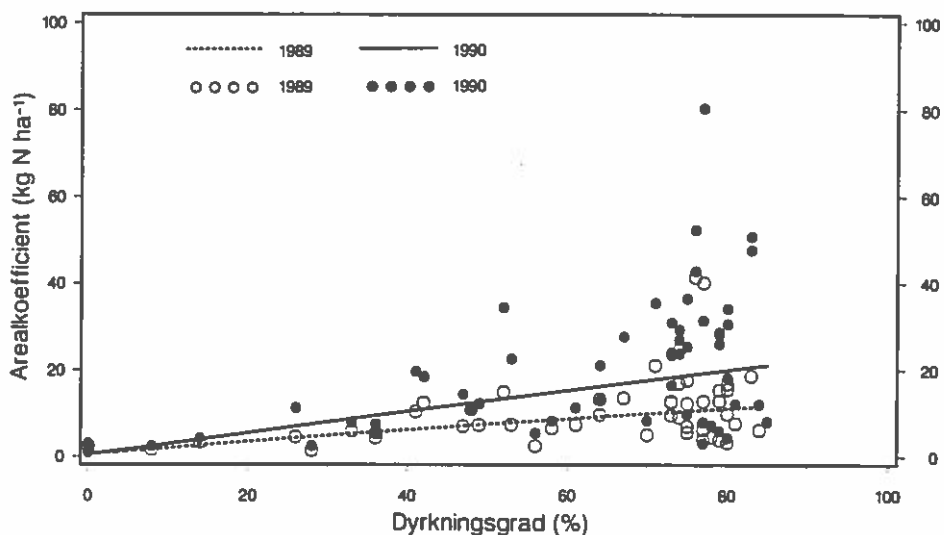
Figur 6.11 Sæsonvariation i koncentrationen af total kvælstof i de dyrkede oplande uden punktkilder vist for hver af de tre afstrømningstyper: Lille (A), moderat (B) og stor afstrømningsvariation (C) for 1989 og 1990.



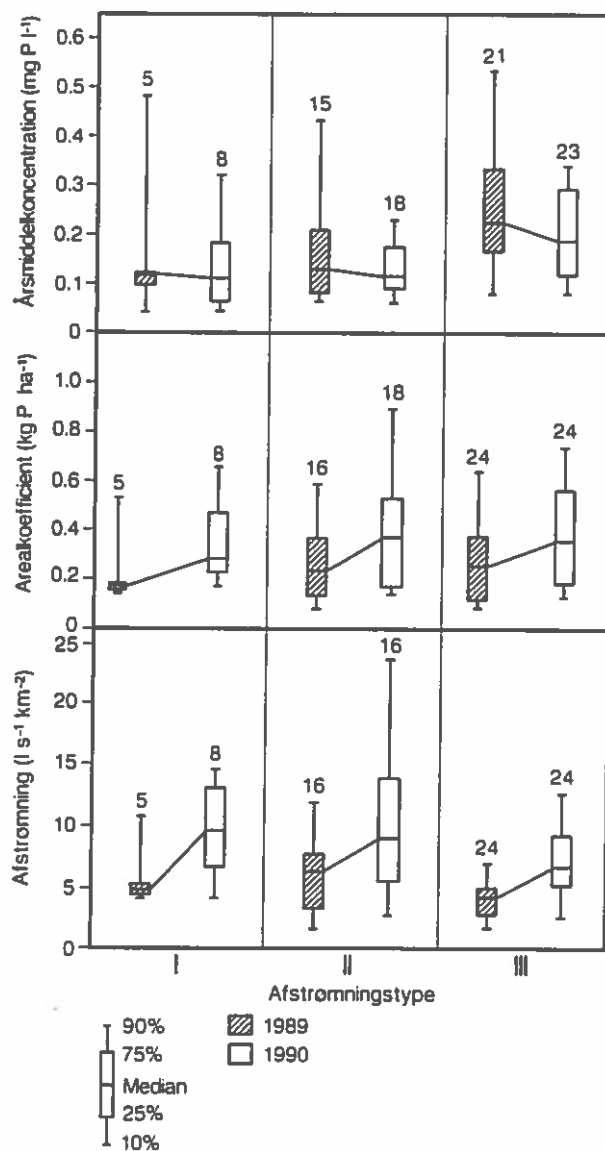
Sammenhæng mellem dyrkningsgrad og kvælstofafstrømning

For vandløb i henholdsvis de udyrkede og de dyrkede oplande er der i figur 6.12 vist sammenhængen mellem dyrkningsgraden indenfor oplandet og arealkoefficienten af total N i 1989 og i 1990. Arealkoefficienten var for hovedparten af vandløbene markant højere i 1990 end i 1989, med en tendens til større stigning med stigende dyrkningsgrad. Der var desuden en sig

Figur 6.12 Sammenhæng mellem dyrkningsgrad og arealkoefficient for kvælstof i henholdsvis 1989 og 1990.



Figur 6.13 Årsmiddelkoncentration og arealkoefficient af total fosfor samt afstrømning for dyrkede oplande uden punktkilder vist for hver af de tre afstrømningstyper: Lille (I), moderat (II) og stor sæsonvariation (III) for 1989 og 1990. Tallet over søjlen angiver antal oplande i afstrømningstypen.



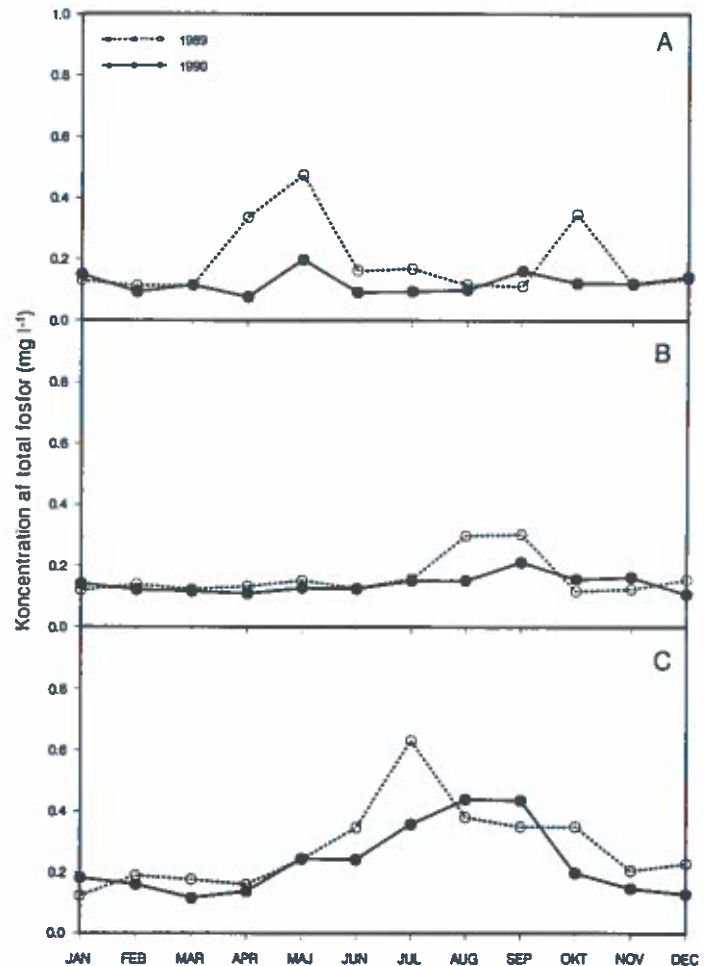
nifikant stigning i arealkoefficienten af total N med stigende dyrkningsgrad.

Jordtypens betydning for fosforniveau

Spredt bebyggelse og fosfor

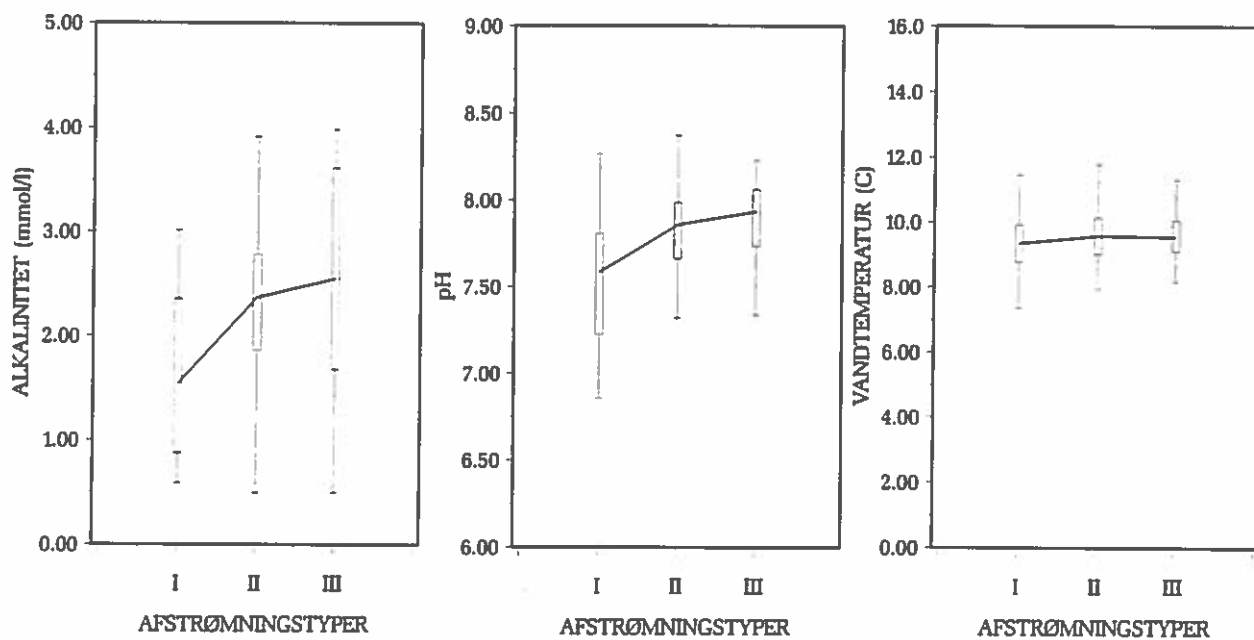
I vandløbene der afvander dyrkede arealer uden punktkildebelastning var der, indenfor alle tre afstrømningstyper, et fald i mediankoncentrationen af total P fra 1989 til 1990 (figur 6.13). Koncentrationsniveauet var generelt stigende fra vandløb på de sandede jorder (afstrømningstype I) til vandløbene på de lerede (afstrømningstype III). Det tilsvarende gælder for arealkoefficienten af total P (figur 6.13). Sæsonvariationen i koncentrationen af total P var tydeligt forskellig imellem de tre afstrømningstyper (figur 6.14). Der var således en markant forhøjet koncentration i sommermånederne i vandløb på de lerede jorder, en tendens som kun svagt erkendes for vandløb på de blandede sand-ler jorder og slet ikke findes på de sandede. Den stigende koncentration af total P om sommeren, på de lerede jorder, var sammenfaldende med et fald i afstrømningen. Koncentrationsstigningen skyldes derfor udledningen af P fra punktkilder, hvilket indenfor denne oplandstype vil sige udledninger fra spredt bebyggelse og gårdbidrag.

Figur 6.14 Sæsonvariation i koncentrationen af total fosfor i de dyrkede oplande uden punktkilder vist for hver af de tre afstrømningstyper: Lille (A) moderat (B) og stor afstrømningsvariation (C) for 1989 og 1990.

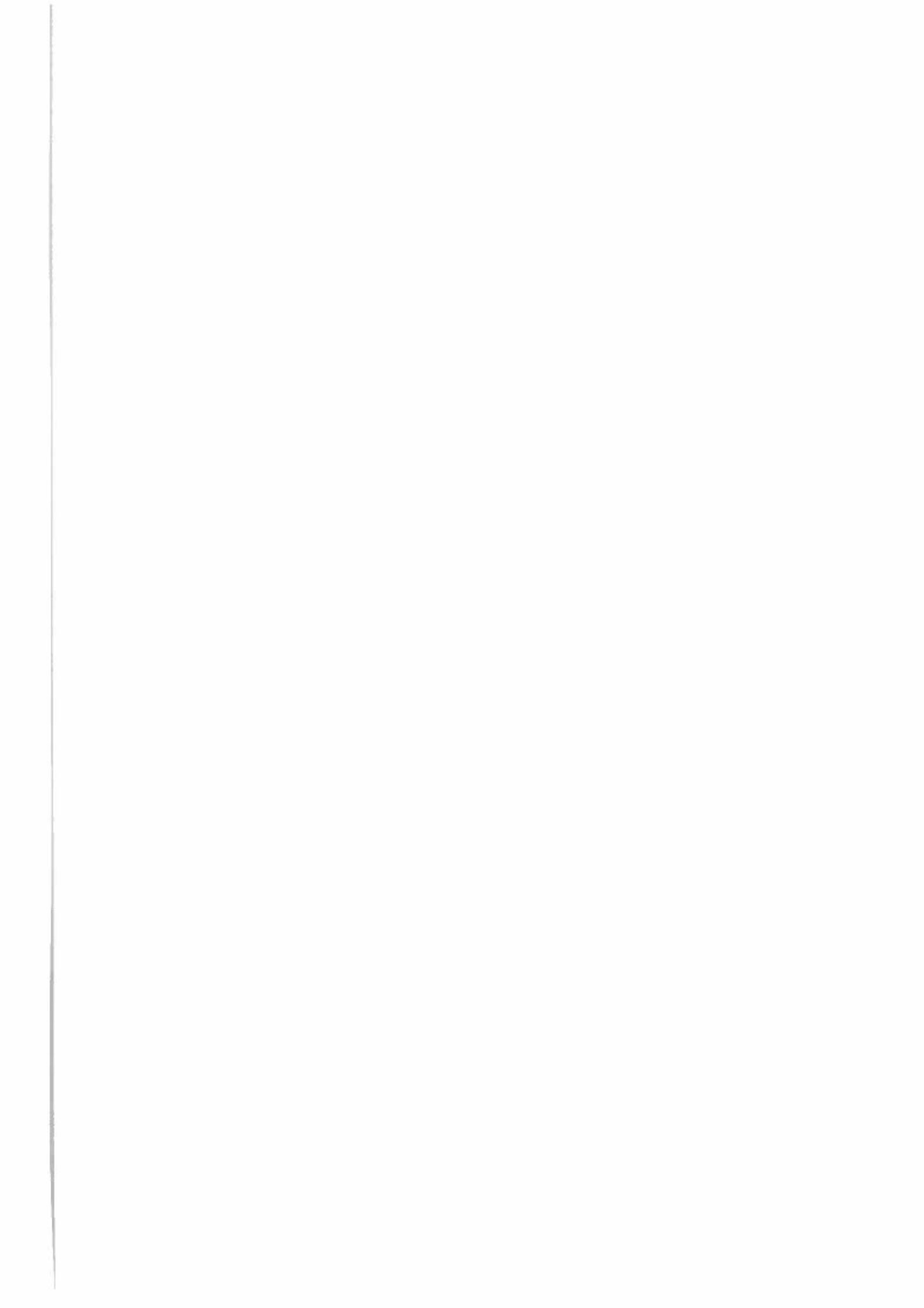


Lavest alkalinitet og pH på de sandede jorder. Ingen forskel i temperatur

Alkaliniteten og pH var stigende fra vandløbene på de sandede jorder til vandløbene på de lerede (figur 6.15). Derimod var der næsten ingen forskel i vandtemperaturen mellem de tre afstrømningstyper.



Figur 6.15 Årsmiddel alkalinitet, pH og vandtemperatur vist for oplande i hver af de tre afstrømningstyper.



7. Forureningstilstanden i vandløb

Tidspunkter for biologisk vandløbsbedømmelse

Amternes biologiske vandløbsbedømmelser i 1990 på de nationale og regionale overvågningsstationer er de fleste steder udført henholdsvis forår (især i marts og april) og efterår (i august til december) (tabel 7.1).

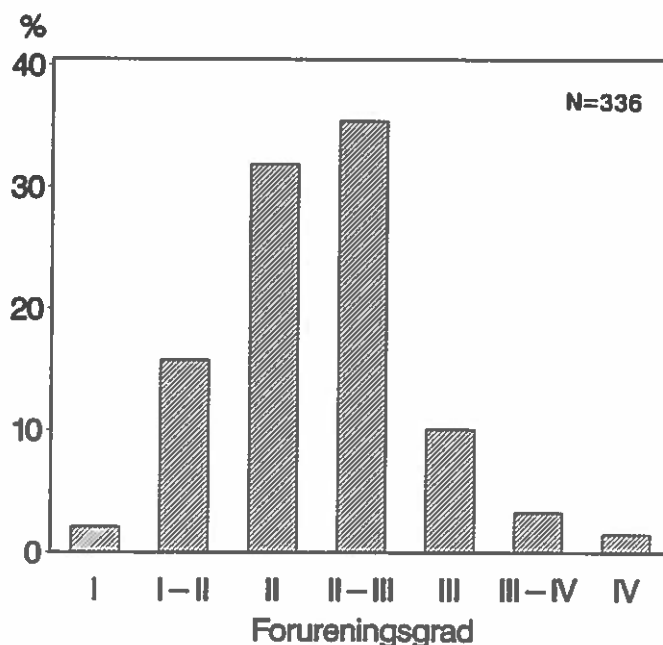
Tabel 7.1. Vandløbsbedømmelser på overvågningsstationerne fordelt på de enkelte måneder i 1990.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ikke oplyst
Antal bedømmelser	3	2	57	79	9	8	2	29	31	29	46	29	12

Forureningstilstanden i alle vandløb

Der var ingen markant forskel på forureningstilstanden mellem forårs- og efterårs vandløbsbedømmelserne (tabel 7.2) og materialet er derfor behandlet samlet. I amternes regionplaner er der opstillet målsætninger for den ønskede tilstand i vandløbene. Resultaterne for 1990 viser, at forureningsgrad II og II-III var næsten lige hyppig og udgjorde ca. 67% af stationerne (figur 7.1). Forureningsgraderne III, III-IV og IV udgjorde ca. 15% af stationerne og de har ikke opfyldt de stillede krav og på ca. 35% af stationerne var tilstanden kritisk.

Figur 7.1. Den procentvise fordeling af forureningsgraderne på alle overvågningsstationer i 1990. N = antal vandløbsbedømmelser.



Forureningstilstand i vandløb indenfor typeoplande

Når resultaterne deles op i oplandstyper viser der sig et andet billede (figur 7.2).

Referencevandløb

I de udyrkede reference-oplande var forureningsgraden overvejende I og I-II, og kun på 1 station var forureningsgraden II (figur 7.2A).

Table 7.2. Den procentvise fordeling af forureningsgraderne i vandløbsbedømmelserne om foråret (januar - juni) og efteråret (juli - december). Og antallet af vandløbsbedømmelser N.

Årstid	Forureningsgrad							N
	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV	
Forår	3	16	33	35	8	3	2	158
Efterår	2	16	30	35	12	4	1	166

Vandløb i dyrkede oplande uden punktkilder

I de dyrkede landbrugsoplande var forureningsgraden II eller bedre på ca. 63% af stationerne. Men på ca. 6% af stationerne var forureningsgraden III eller værre, og på ca. 31% af stationerne var forureningsgraden II-III (figur 7.2B).

Vandløb i oplande med lille P-udledning fra punktkilder

I oplande hvor tilførsel af fosfor fra punktkilder udgjorde mellem 0 og 50% af den samlede tilførsel, d.v.s. i oplande hvor der samtidig har været en ikke ubetydelig tilførsel af spildevand (organisk stof), var der i forhold til landbrugsoplandene sket en forskydning af forureningsgraden til det værre. På ca. 52% af stationerne - imod ca. 63% i landbrugsoplandene - var forureningsgraden II eller bedre, og på ca. 15% af stationerne var forureningsgraden III eller værre, sammenlignet med kun ca. 6% i landbrugsoplandene (figur 7.2C).

Vandløb i oplande med stor P-udledning fra punktkilder

I oplande hvor tilførsel af fosfor fra punktkilder udgjorde mere end 50% af den samlede tilførsel d.v.s. i oplande, hvor der samtidig har været en betydelig tilførsel af spildevand (organisk stof), var der sket en yderligere forskydning af tilstanden til det værre. På kun ca. 36% af stationerne var forureningsgraden II eller bedre. På ca. 19% af stationerne var forureningsgraden III eller værre, medens forureningsgraden var II-III på ca. 45% af stationerne (figur 7.2D).

Dambrugsbelastede vandløb

I de oplande, der er belastet med fosfor og organisk stof fra dambrug, sporedes endnu en forskydning af tilstanden til det værre. Kun på ca. 24% af stationerne var forureningsgraden II eller bedre imod ca. 25% af stationerne hvor forureningsgraden var III eller værre. Og forureningsgraden var II-III på ca. 50% af stationerne (figur 7.2E).

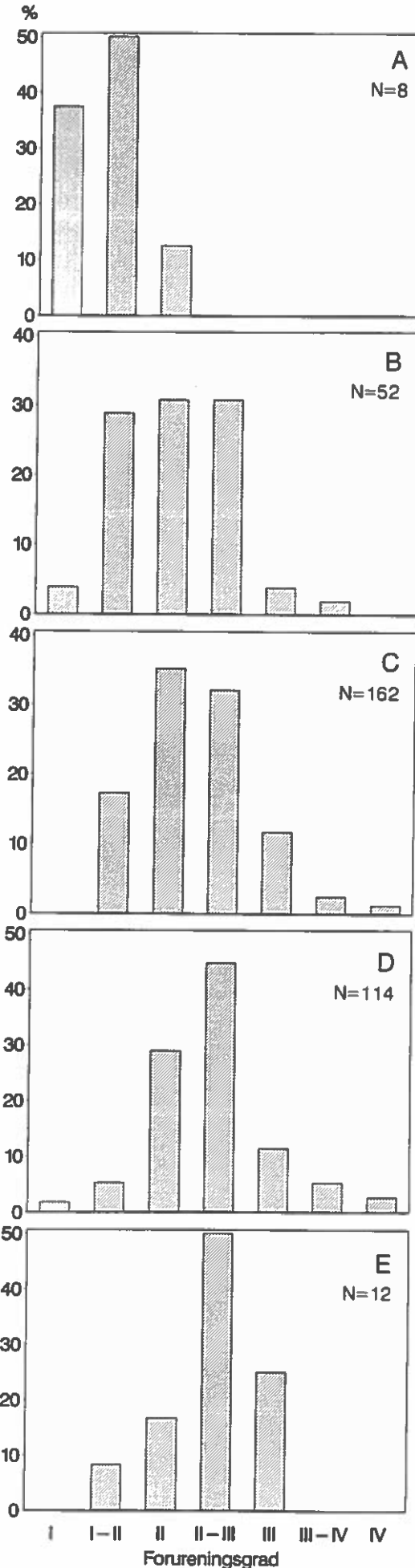
Ved en samlet bedømmelse af det foreliggende materiale, skal det bemærkes, at alle amterne ikke har brugt samme indsamlingsmetode. Det skal også bemærkes, at en stor fosforbelastning fra punktkilder også er et udtryk for en stor tilførsel af

organisk stof, der nedbrydes under forbrug af ilt og dermed indvirker på smådyrenes trivsel og dermed på forurenings-

Figur 7.2.A-E Den procentvise fordeling af forureningsgraderne på de forskellige oplandstyper:

- A: udyrkede oplande
- B: dyrkede oplande uden punktkilder
- C: oplande med lille P-udledning fra punktkilder
- D: oplande med stor P-udledning fra punktkilder
- E: oplande med stor P-udledning fra dambrug

N = antal vandløbsbedømmelser



graden. Ligeledes er der givetvis forskelle i de fysiske forhold i vandløbene indenfor de forskellige oplande alene begrundet i forskellene i oplandsstørrelse (kapitel 6).

Sammenligning med tidligere år

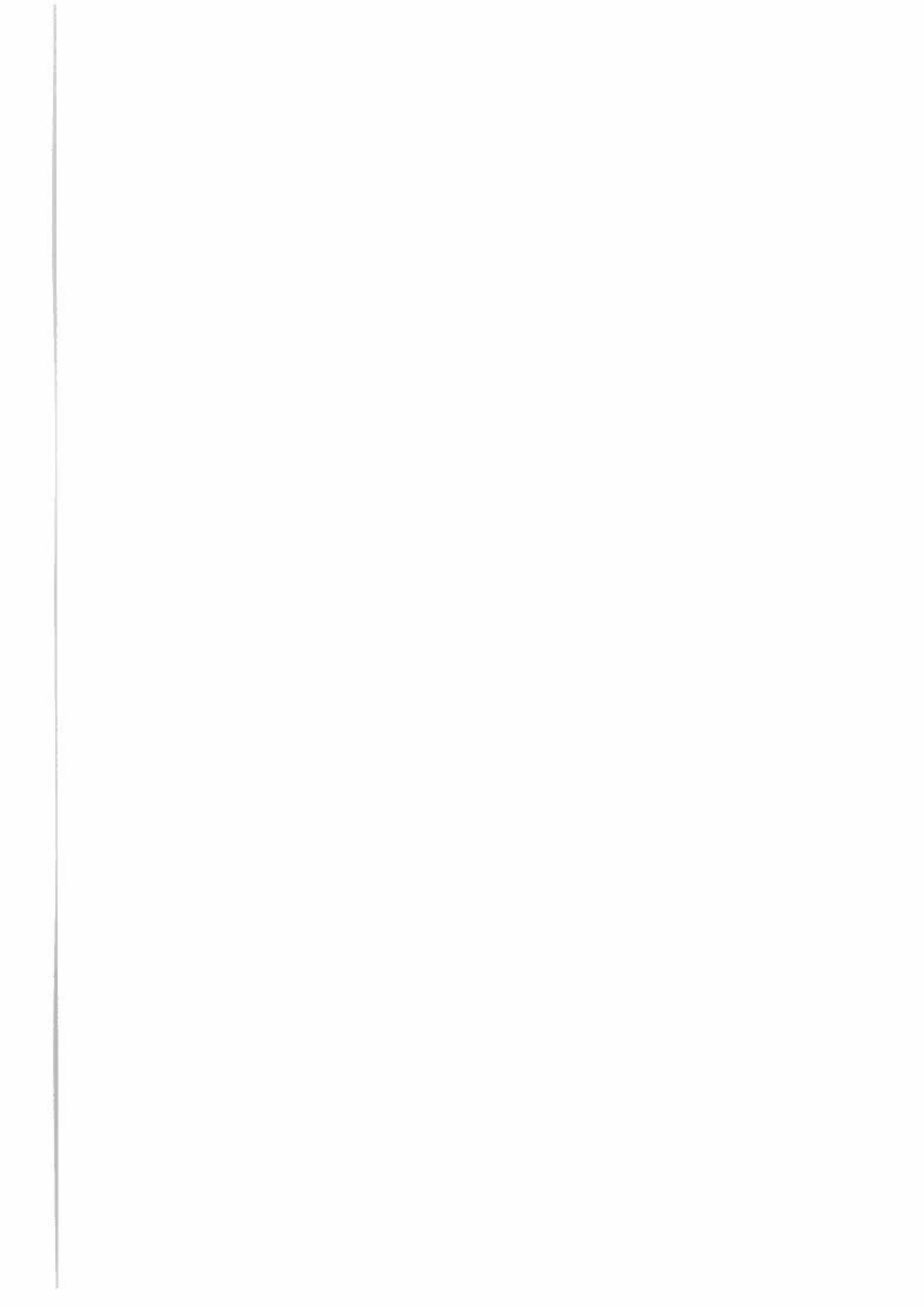
Ved sammenligning med tidligere undersøgelser (Erlandsen 1987 og Miljøministeriet 1991) synes der på baggrund af de foreliggende oplysninger (336 vandløbsbedømmelser) på de nationale og regionale overvågningsstationer ikke at være sket en forbedring i forureningstilstanden i vandløbene de sidste 20 år. Men der findes dog eksempler på vandløbssystemer, hvor der er sket forbedringer som følge af væsentlige ændringer i spildevandstilførslen og vedligeholdelsen af vandløbene.

8. Konklusion

Tilførslen af kvælstof (N) og fosfor (P) til de marine vande, via vandløb og direkte punktkildeudledninger, steg markant fra 1989 til 1990, hovedsagelig på grund af den større nedbørsmængde og afstrømning. Stigningen skyldtes især en øget udvaskning af næringsstoffer fra det åbne land, idet udledningerne af kvælstof og fosfor fra punktkilder var konstant for N og viste et svagt fald for P. I 1990 udgjorde afstrømningen af kvælstof og fosfor fra de dyrkede arealer henholdsvis 82% og 36% af den totale tilførsel til de marine vande via vandløb.

En analyse af udviklingen i kvælstoftransporten er gennemført for 45 vandløb indenfor 3 regioner (Vestjylland, Østjylland og Fyn) i perioden 1978/79 til 1990/91. Vandløbene afvander dyrkede oplande uden større punktkilder. Analysen, der inddrager år til år ændringer i afstrømningen (klimatisk effekt) viser, at niveauet i kvælstoftransporten indenfor alle 3 regioner har været på samme niveau før og efter Vandmiljøplanens ikrafttræden i 1987.

På baggrund af den biologiske vandløbsbedømmelse i 1990 og en sammenligning med tidligere undersøgelser, synes forureningstilstanden ikke at være blevet væsentligt forbedret i danske vandløb.



9. Referencer

Andersen, J.M., P. Nordemann & F. Bach, 1990: Vandkvalitet i kilder i Århus Amt i 1988. Århus Amtskommune, Miljøkontoret: 34 s.

Borum, J., Geertz-Hansen, O., Sand-Jensen, K. & S. Wium-Andersen, 1990: Eutrofiering-effekter på marine primærproducenter. NPO-forskning for Miljøstyrelsen, C4. 56 s.

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

Christensen, P.B., Nielsen, L.P., Revsbech, N.P. og J. Sørensen, 1991: Denitrifikation i våd- og vandområder. I "Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet". Rapport fra konsensuskonference den 31. januar, 1. og 4. februar 1991. Kap. 10. 24 s.

Christensen T., & H.G. Lund, 1991: Udledning af kvælstof, fosfor og organisk stof fra byer, industri og dambrug til vandmiljøet. I "Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet". Rapport fra konsensuskonference den 31. januar, 1. og 4. februar 1991. Kap. 6. 8 s.

Danmarks Statistik, 1990: Statistisk årbog 1990. Årgang 94, Vol. 94. Danmarks Statistik, København, 1990. 518 s.

Erlandsen, M. (1987): Vandløbene er ikke blevet renere de sidste 15 år. I: Det skete i 1986. Årsrapport 1986 fra Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium. 67 s.

Fyns Amt, 1990: Havet omkring Fyn. Fyns Amt, Teknik- og Miljøforvaltningen. Vand/miljøafdelingen. 288s

Grant, R., Bak, J., Berg, P., Skop, E., Rebsdorf, Aa., Thyssen, N., Kjeldsen, K. og P. Rasmussen, 1991: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Faglig rapport fra DMU, nr. 39. 103 s.

Højbye, J., 1991: Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1990. Publ. nr. 9 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data. 85 s.

Kristensen, P., Kronvang, B., Jeppesen, E., Græsbøll, P., Erlandsen, M., Rebsdorf, Aa., Bruhn, A. & M. Søndergaard, 1990: Ferske vandområder. Vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. DMU, Afd. for Ferskvandsøkologi. Faglig rapport fra DMU, nr. 5. 130 s.

Kristensen, P., Jensen, J.P., Jeppesen, E. og M. Erlandsen, 1991: Ferske vandområder. Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. DMU, Afd. for Ferskvandsøkologi. Faglig rapport fra DMU, nr. 38.

Kronvang, B. & Aa. Rebsdorf, 1988: Overvågningsprogram. Vandkvalitet i vandløb. Prøvetagning og analysemetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988: 19 s. Teknisk rapport nr. 19. Publ. nr. 91.

Kronvang, B. & A. Bruhn, 1990: Overvågningsprogram. Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Teknisk anvisning. - Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi. 22 s.

Kronvang, B., Ærtebjerg, G., Grant, R., Kristensen, P., Hovmand, M. and J. Kirkegaard: The nation-wide Danish monitoring programme - state of the aquatic environment. Submitted til AMBIO. DMU, Afd. for Ferskvandsøkologi.

Mikkelsen, S.A., 1991: De enkelte poster i jordbrugets kvælstofregnskab, deres usikkerhed og variation. I "Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet". Rapport fra konsensuskonference den 31. januar, 1. og 4. februar 1991. Kap. 1 s. 1-11.

Miljøministeriet, 1987: Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte. Departementet, 31. januar 1987.

Miljøstyrelsen, 1983: Vejledning i recipientkvalitetsplanlægning. Del 1, vandløb og søer. Vejledning nr. 1/1983. 89 s.

Miljøstyrelsen, 1984: Iltsvind og fiskedød i 1981. 247 s.

Miljøstyrelsen, 1984: Redegørelse om den tre-årige forsøgsordning til nedbringelse af okkergener i vandløb. Miljøstyrelsen, 1984. 182 s.

Miljøstyrelsen, 1989: Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Miljøprojekt nr. 115: 64 s.

Miljøstyrelsen, 1990: Vandmiljø-90. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, Nr. 1, 1990. 204 s.

Rebsdorf, Aa. & N. Thyssen, 1987: Overvågningsprogram. Vandkvalitet i kilder og kildebække. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1987: 8 s. Teknisk rapport nr. 17. Publ. nr. 83.

Rebsdorf, Aa., N. Thyssen & M. Erlandsen, 1991: Regional and temporal variation in pH, alkalinity and carbon dioxide in Danish streams, related to soil type and land use. Freshwater Biology 25: 419-435.

Ringkjøbing Amtskommune, 1991: Vandløb og kilder 1990. Vandmiljø overvågning. Rapport fra Ringkjøbing Amtskommune, Teknik- og Miljøforvaltningen, maj 1990. 52 s. + appendix.

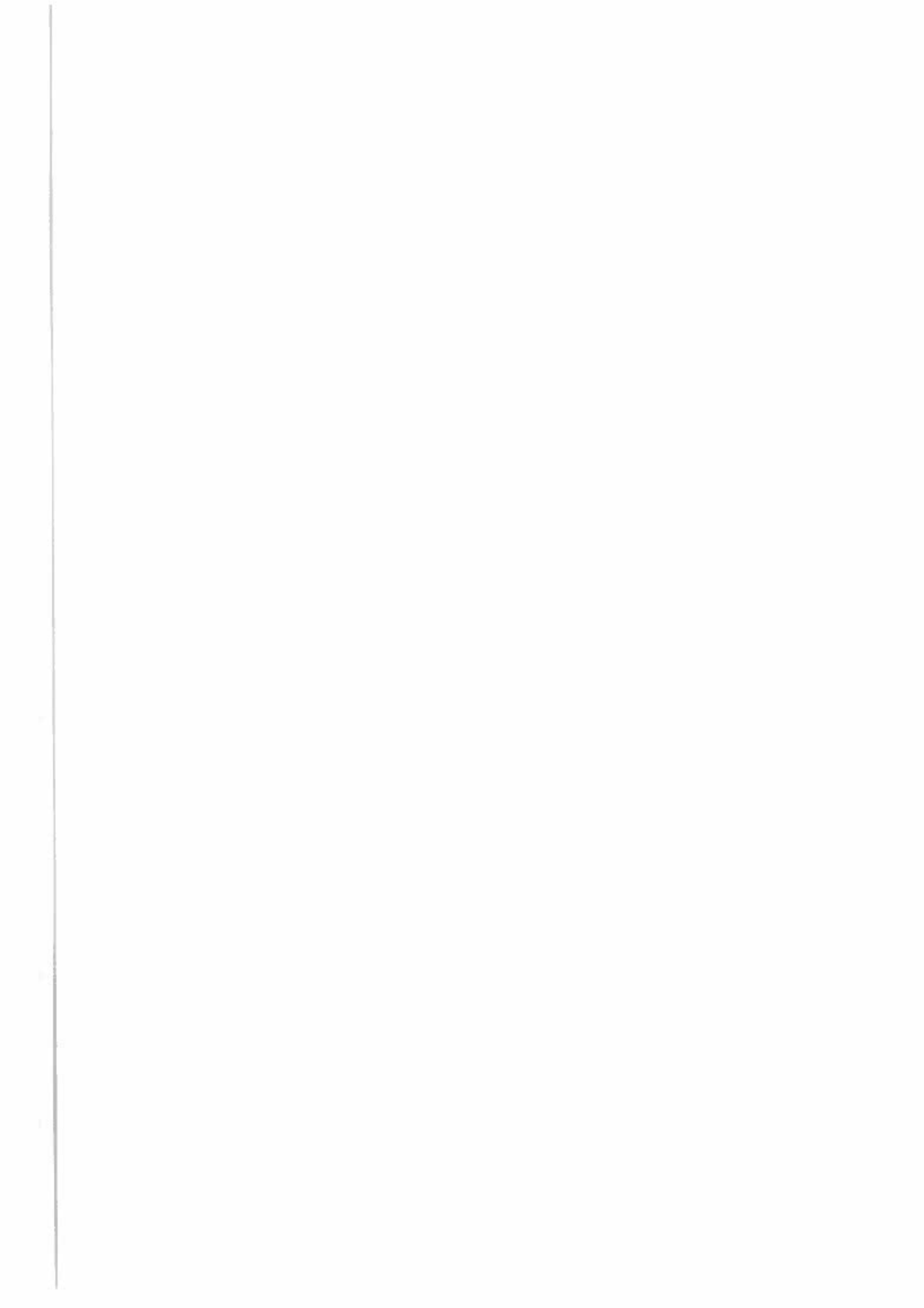
Rosenørn, S. & K. Lindhardt, 1991: Dansk Vejr i 100 år. Det ny Lademann. 208 s.

Storm, B., Styczen, M. & T. Clausen, 1990: Regional model for næringsalttransport og -omsætning. NPO-forskning for Miljøstyrelsen. Nr. B15.

Svendsen, L.M. og B. Kronvang, 1991: Retention of nitrogen and phosphorus in a Danish lowland river system: Implications for the export from the watershed. Hydrobiology. I trykken.

Ærtebjerg, G., Sandbeck, P., Lundøer, S., Jakobsen, F., Løkkegaard, B., Jensen, J.N., Christensen, P.B. og O.L. Jensen, 1991: Marine Områder. Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Faglig rapport fra DMU.

Århus Amtskommune, 1991: Stoftransport 1990. Teknisk rapport fra Århus Amtskommune, Miljøkontoret. 33 s. + bilag.



Bilag I: Oversigt over amtsrapporter

Bornholms Amtskommune, 1991: Resultater af overvågning på Bornholm i 1990, som led i Vandmiljøplanens nationale overvågningsprogram. Vandmiljø overvågning. Bornholms Amtskommune, Teknisk Forvaltning, maj 1991. 51 s. + bilag.

Frederiksborg Amtskommune, 1991: Vandløb og kilder - tilstand og udvikling 1990. Vandmiljø overvågning. Frederiksborg Amtskommune, Teknisk Forvaltning, juni 1991. 42 s.

Fyns Amt, 1991: Vandløb og kilder 1990. Vandmiljø overvågning. Fyns Amt, Teknik- og Miljøforvaltningen, Vand- og Miljøafdelingen, maj 1991, 61 s.

Københavns Amtskommune, 1991: Overvågning af vandløb, 1990. Københavns Amtskommune, Teknisk Forvaltning, Miljøserie nr. 26, maj 1991. 57 s.

Københavns Kommune, 1991: Overvågning af søer og vandløb 1990. Københavns Kommune, Afløbskontoret, Miljøafdelingen, Ferskvandssektionen, juni 1991.

Nordjyllands amtskommune, 1991: Vandløb og kilder. Vandmiljø overvågning. Teknisk rapport fra Nordjyllands Amtskommune, Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret, juni 1991.

Ribe amtskommune, 1991: Ferske vande. Vandmiljø overvågning. Teknisk rapport fra Ribe Amtskommune, Teknisk Forvaltning, maj 1991.

Ringkjøbing Amtskommune, 1991: Ringkøbing og Nissum fjerde, næringssaltbelastning 1990 - vandløb og punktkilder. Samlerapport. Ringkjøbing Amtskommune, Teknik- og Miljøforvaltningen, august 1991. 46 s. + appendix og bilag.

Roskilde Amtskommune, 1991: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Vandløb - stoftransport, kildeopsplitning, forureningsgrad. Roskilde Amtskommune, Teknisk Forvaltning, juli 1991. 114 s.

Storstrøms Amtskommune, 1991: Rapportering af overvågningsvandløb 1990. Udkast. Storstrøms Amt, Teknisk forvaltning, juni 1990.

Sønderjyllands Amtskommune, 1991: Vandløb og kildevæld. Teknisk rapport fra Sønderjyllands Amtskommune, Teknisk Forvaltning, Miljø- og Vandløbsvæsenet, april 1991.

Vejle Amtskommune, 1992: Vandmiljø i Vejle Amt - Samlet opgørelse af kvælstof og fosfor. Vejle Amtskommune, Teknisk Forvaltning, januar 1992. I trykken.

Vestsjællands Amtskommune, 1991: Vandmiljø overvågning 1990. Vestsjællands Amtskommune, Teknisk Forvaltning, august 1991. 28 s.

Viborg Amtskommune, 1991: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Samlerapport for 1990. Viborg Amtskommune, Forvaltningen for miljø og teknik, maj 1991. 22 s.

Århus Amtskommune, 1991: Stoftransport 1990. Teknisk rapport fra Århus Amtskommune, Miljøkontoret, august 1991. 114 s.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Direktion og Sekretariat</i>
Postboks 358	<i>Forsknings- og Udviklingssekretariat</i>
Frederiksborgvej 399	<i>Afd. for Forureningskilder og</i>
4000 Roskilde	<i>Luftforurening</i>
	<i>Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi</i>
Tlf. 46 30 12 00	<i>Afd. for Miljøkemi</i>
Fax 46 30 11 14	<i>Afd. for Systemanalyse</i>

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Afd. for Ferskvandsøkologi</i>
Postboks 314	<i>Afd. for Terrestrisk Økologi</i>
Vejlsøvej 25	
8600 Silkeborg	

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 14 14.

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Afd. for Flora- og Faunaøkologi</i>
Grenåvej 12, Kalø	
8410 Rønde	

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 15 14.

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, Danish Review of Game Biology 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.

