



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Vandløb 2001

Faglig rapport fra DMU, nr. 422

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Vandløb 2001

*Faglig rapport fra DMU, nr. 422
2002*

Jens Bøgestrand (red.)

Datablad

Titel:	Vandløb 2001	
Undertitel:	NOVA 2003	
Redaktør:	Jens Bøgestrand	
Afdeling:	Afdeling for Ferskvandsøkologi	
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 422	
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet	
URL:	http://www.dmu.dk	
Udgivelsestidspunkt:	December 2002	
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering	
Bedes citeret:	Bøgestrand, J. (red.) 2002: Vandløb 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 40 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 422. http://faglige-rapporter.dmu.dk	
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.	
Emneord:	Vandløb, miljøtilstand, overvågning, NOVA 2003	
Layout: Tegninger/fotos:	Anne-Dorthe Villumsen Grafisk Værksted, Silkeborg	
ISBN:	87-7772-704-5	
ISSN (elektronisk):	1600-0048	
Sideantal:	40	
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR422.pdf	
Supplerende oplysninger:	NOVA 2003 rapporterne er en fortsættelse af rapporterne om Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, som dækker årene 1989-1997 (udgivet 1990-1998)	
Købes hos:	Miljøbutikken Læderstræde 1-3 DK-1201 København K Tlf.: 33 95 40 00 Fax: 33 92 76 90 e-mail: butik@mim.dk	Miljøbutikkens Netboghandel www.mim.dk/butik

Indhold

Forord 5

Hovedresultater 7

1 Datagrundlag og databehandling 9

- 1.1 Om overvågningsprogrammet 9
- 1.2 Sådan vurderes miljøtilstanden 10

2 Klima og afstrømning 13

3 Biologisk vandløbskvalitet 17

- 3.1 Tilstand og målsætningsopfyldelse i 2001 17
- 3.2 Udvikling i den biologiske vandløbskvalitet 19

4 Kvælstof i vandløb 21

- 4.1 Tilstanden i 2001 21
- 4.2 Udvikling siden 1989 22
- 4.3 Udviklingen i længere perspektiv 23
- 4.4 Kilder til kvælstof i vandløb 23

5 Fosfor i vandløb 25

- 5.1 Tilstanden i 2001 25
- 5.2 Udviklingen siden 1989 26
- 5.3 Kilder til fosfor i vandløb 26

6 Miljøfremmede stoffer og tungmetaller 29

- 6.1 Tilstanden i 2001 29
 - Pesticider 29
 - Andre miljøfremmede stoffer 30
 - Tungmetaller 31
- 6.2 Tilførsel til havet 32

7 Vand- og stoftilførsler med ferskvand til marine kystafsnit 33

- 7.1 Stofftilførslerne til marine kystafsnit i 2001 33
- 7.2 Udvikling i den samlede vand- og stoftilførsel til de marine kystafsnit 35

Referencer 39

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet (NOVA), som fra 1998 afløste Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, iværksat efteråret 1988.

Hensigten med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen (1987). Systematisk indsamling af data gør det muligt at opgøre udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt at registrere de økologiske effekter, der følger af ændringer i belastningen af vandmiljøet med næringsalte. Med NOVA er programmet udvidet til at omfatte både vandmiljøets tilstand i bredeste forstand og miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

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 amterne og Københavns og Frederiksberg kommuner og de statslige myndigheder.

Rapporterne "Vandløb" og "Søer" er således baseret på amtskommunale data og rapporter om overvågningen af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder 2001. Miljøtilstand og udvikling" er baseret på amtskommunale data og rapporter om overvågningen af kystvande og fjorde samt Danmarks Miljøundersøgelsers og vore nabolandes overvågning af de åbne havområder.

Rapporten "Landovervågningsoplande" er baseret på data indberettet af amtskommunerne fra 7 overvågningsoplande og er udarbejdet i samarbejde med Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Endelig er rapporten "Atmosfærisk deposition 2001" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågning af luftkvaliteten i Danmark.

[Tom side]

Hovedresultater

- Tegn på forbedret vandløbskvalitet – smådyrene har fået det bedre gennem de seneste år (kapitel 3).
- Mindre kvælstof fra både landbrug og punktkilder – faldende koncentration i vandløbene og faldende tilførsel til havet siden 1989 (kapitel 4 og 7).
- Mindre fosfor fra punktkilder – renselanlæg og andre punktkilder har formindsket udledningerne til vandløb og til havet kraftigt siden 1989 (kapitel 5 og 7).
- Mere fosfor fra landbruget? – landbruget er den største kilde til fosfor i vandløb og havet og tilførslen er måske stigende (kapitel 5 og 7).
- Der er sprøjtemidler i vandløbene – i mere end 3 ud af 4 vandprøver kan der findes glyphosat eller andre pesticider (kapitel 6).

[Tom side]

1 Datagrundlag og databehandling

Jens Bøgestrand

1.1 Om overvågningsprogrammet

NOVA 2003-formål

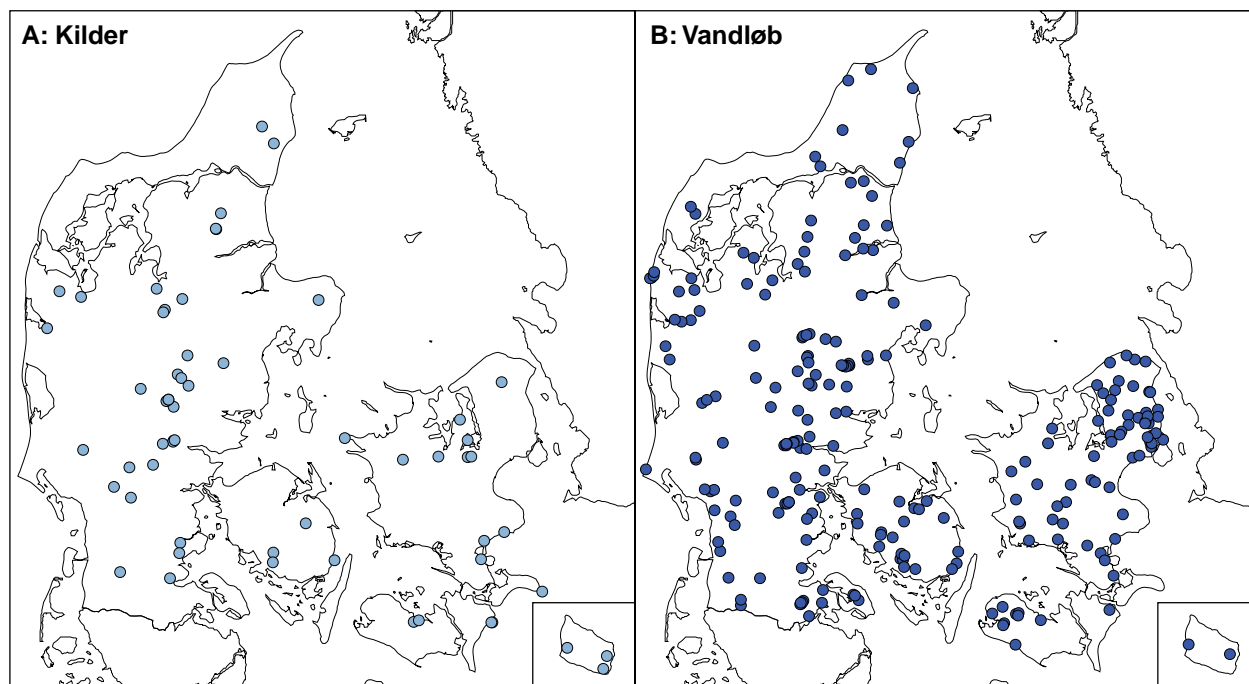
Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet (NOVA 2003) har som formål både at følge resultaterne af de tiltag der blev vedtaget under vandmiljøplanen, og at tilgodese en række andre behov, herunder forpligtelser overfor EU, HELCOM, OSPAR og andre internationale organer.

Stationsnet og måleprogram

Der indgår 231 vandkemiske målestationer og 58 kilder (figur 1.1) i NOVA. Måleprogrammet omfatter vandføring samt en række fysiske og kemiske parametre. Næringsstofferne kvælstof og fosfor samt organisk stof er vigtige elementer, men der indgår også pH, vandtemperatur og andre fysiske parametre. Desuden tilvejebringes en række oplandsrelaterede informationer omfattende oplandsafgrænsning, arealanvendelse, jordtype, spildevandsudledninger, dyrkningspraksis m.m.

Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

På 5 målestationer i større vandløb måles der koncentrationer af en række tungmetaller. Desuden skal der på disse stationer samt de 25 landovervågningsstationer måles en lang række miljøfremmede stoffer. Det drejer sig både om pesticider og deres nedbrydningsprodukter samt andre organiske forbindelser som kan have en direkte giftvirkning eller kan akkumuleres i fødekæden, herunder stoffer der stammer fra industri og husholdningsspildevand.



VA02 - Fig. 1.1

Figur 1.1. Kort over prøvetagningsstationer i vandløb og kilder

Vandløbsøkologi

På 80 stationer udføres et udvidet biologiprogram for at belyse sammenhængen mellem den biologiske tilstand i vandløbene og påvirkningen fra menneskeskabte faktorer. Der laves således undersøgelser af både bunddyrsfauna, vegetation, fysiske forhold og fiskebestand. Desuden laves der på godt 1000 stationer en kvalitetsbedømmelse ud fra dansk vandløbsfauna indeks (DVFI) for at få et landsdækkende billede af vandløbenes tilstand.

Oplandsanalyser

På de 25 stationer som indgår i landovervågningsprogrammet, laves der detaljerede opgørelser over både naturgivne og menneskeskabte forhold i oplandene, især i relation til næringsstoffer. Resultaterne anvendes til opstilling af simple modeller for vand- og stofkredsløb i oplandene for at opnå en bedre beskrivelse af stoftabet fra det åbne land til vandløbene.

1.2 Sådan vurderes miljøtilstanden

Gennem overvågningsårene har der været nogle gennemgående principper for databehandling, analyse og præsentation.

Beregningsmetoder

Hvis intet andet er nævnt, er gennemsnit beregnet som tidsvægtede for at tage højde for at målingerne ikke er jævnt fordelt over året. I relation til stoftransport er der dog ofte anvendt vandføringsvægtede gennemsnitskoncentrationer, som tager højde for svingninger i vandføring, både over året og fra år til år. De beregnes ved for en given periode at dividere den samlede stoftransport med den samlede vandafstrømning.

Typeoplände og typevandløb

I mange af rapportens analyser inddeles vandløbsstationerne i klasser på grundlag af karakteren af menneskelig påvirkning i oplandet (tabel 1.1).

Tabel 1.1. Stationstyper i vandløb. I kriterier for opdeling af typeoplände er der i punktkildebidraget ikke medregnet spildevand fra spredt bebyggelse. Antal stationer fordelt på oplandstyper anvendt i tidsserieanalyse (1989-2001) og aktuelt 2001. Oplandstyper for tidsserie-analyser opgjort efter situation i 1991.

Oplandstype		1989-2001	2001
		tidsserie-analyser	aktuel status
		type 91	type 01
Naturoplände	Type 1	7	9
Vandløb i dyrkede oplände (P) dyrkningsgrad > 15 % bebyggelse < 50 % punktkildebidrag < 25 g P/ha, 0,5 kg N/ha	Type 2	38	62
Vandløb i dyrkede oplände (N) dyrkningsgrad > 15 % bebyggelse < 50 % punktkildebidrag < 0.5 kg N/ha	Type 3	63	92
Vandløb med punktkilder	Type 4	78	76
Vandløb med dambrugsudledninger P fra dambrug > 30 % af total transport > 40 % af punktkildebidrag	Type 5	15	2
Vandløb i bebyggede områder > 50 % bebyggelse	Type 6	5	6

Mange vandløb har skiftet klasse siden overvågningsprogrammets start, fx på grund af reduceret spildevandstilledning eller nedlæggelse af dambrug.

Kriterierne for dyrkede oplande er lidt forskellige for kvælstof og fosfor. Antallet af stationer i denne kategori er derfor ikke det samme i kvælstof- og fosforkapitlerne.

Udviklingen gennem årene

Udviklingen i vandkvalitet og stoftransport vurderes ud fra resultaterne fra de ca. 150 vandløbsstationer som har været i drift siden 1991 eller tidligere. Ved analyse af udviklingen i de forskellige typer af vandløb anvendes typeinddelingen fra 1991. Enkelte vandløbsstationer udelades hvis der er en nærliggende station i det samme vandløb, ligesom afløb fra søer ikke anvendes. Udviklingen i koncentrationer testes statistisk med en non-parametrisk metode som søger at eliminere år-til-år variationer der skyldes forskelle i afstrømning (Larsen, 1999). Resultaterne af testen bruges desuden til at beregne estimater af koncentration og stoftransport som er korrigeret for vandføring/afstrømning.

Langtidsudviklingen i kvælstoftransport vurderes desuden ud fra resultater fra 55 vandløb hvorfra der også foreligger målinger fra før overvågningsprogrammets start i 1989.

Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til havet

Ca. 170 vandløbsstationer som ligger tæt på vandløbets udmunding i havet, anvendes ved beregning af tilførslen af kvælstof, fosfor og organisk stof til havet. Oplandet til disse stationer dækker ca. 57 % af Danmarks areal. I de 170 stationer indgår nogle af amternes regionalt drevne stationer som udgør 5-10 % af den arealmæssige dækning. Stoftilførslen fra den resterende del af landets areal (det umålte opland) samt direkte spildevandsudledninger i havet opgøres efter metoden beskrevet af Svendsen (1998).

Tilførsel fra forskellige forureningskilder

For at vurdere betydningen af forskellige forureningskilder er bidraget til den samlede stoftransport fra disse opgjort. Dette gøres både for de enkelte vandløbsstationer og for den samlede stoftransport til havet. Beregningsmetoderne er detaljeret beskrevet i Svendsen 1998, men går i korthed ud på at man på basis af den kendte samlede stoftransport samt det kendte bidrag fra en række punktkilder (byspildevand, industri m.m.) beregner bidraget fra det åbne land som differensen mellem punktkildebidraget og den samlede transport. Baggrundsbidraget som er den stofafstrømning der ville være for det samlede opland hvis det lå hen som natur, beregnes ved at anvende målinger fra naturoplande som reference.

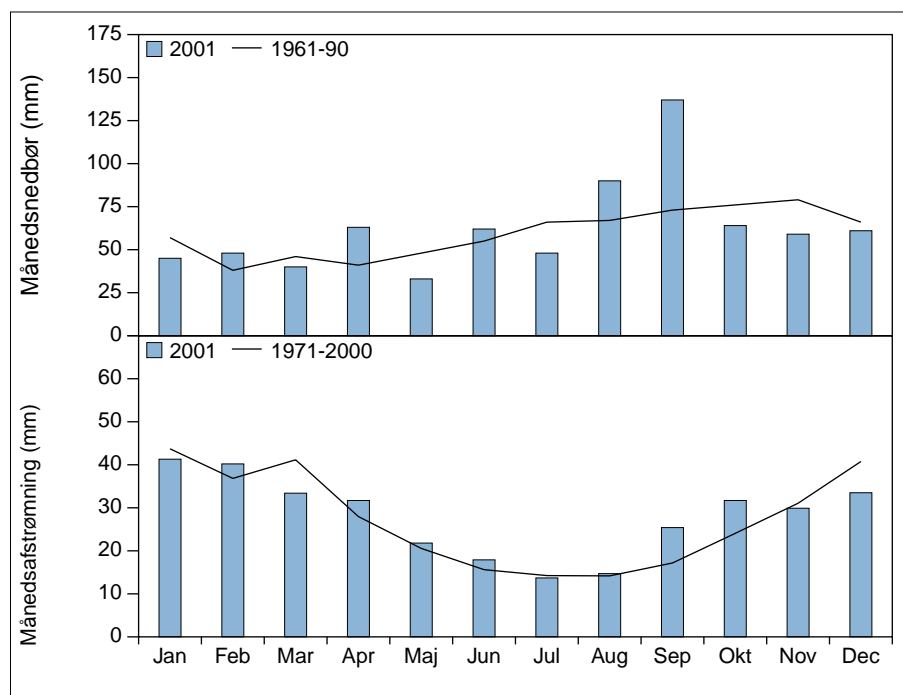
[Tom side]

2 Klima og afstrømning

Niels Bering Ovesen

Vejret i 2001 var som helhed varmere og lidt mere vådt end normalt. Middeltemperatur på 8,2 °C var 0,5 °C over normalen (1961-90). Nedbørmængden var, efter 3 våde år (1999 med rekord på 905 mm), også i 2001 større end normalt. Der blev for landet som helhed registreret 751 mm (normal 712 mm). Nedbøren var jævnt fordelt over året, dog med en meget våd september med 166 mm. Også april og august var noget over normalen (Cappelen og Jørgensen, 2002) (figur 2.1).

Figur 2.1. Månedsnedbør i Danmark, 2001 sammenlignet med normalen 1961-90. Månedsmiddel-ferskvandsafstrømning fra Danmark, 2001 og middel for 1971-2000.

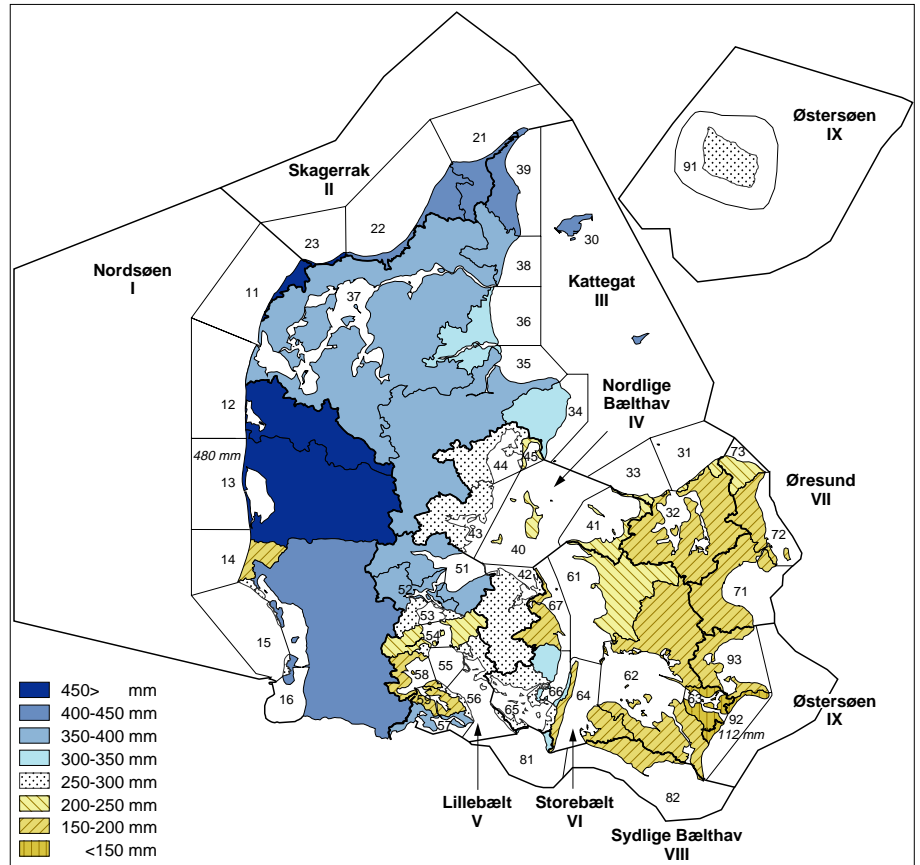


VA02 - Fig. 2.1

Den samlede ferskvandsafstrømning til de danske farvande er for 2001 opgjort til ca. 14.400 millioner m³ svarende til en arealspecifik afstrømning fra Danmark på 335 mm. Afstrømningens fordeling over året var omtrent som normalt, dog med større værdier i september og oktober. Afstrømningens respons på den megen nedbør i efteråret var ca. en måned forskudt (figur 2.1). Beregningsmetode findes i Bøgestrand (red.) et al. 2001.

Afstrømningsforholdene udviser ligesom nedbøren en stor geografisk variation i 2001 (figur 2.2). Oplandene til farvandsområderne i det sydlige Bælthav, Østersøen og Øresund havde de laveste ferskvandsafstrømninger med mellem ca. 150 og 250 mm. De største afstrømninger forekom som normalt til farvandsområderne i Nordsøen med et niveau på mellem 400 og 500 mm. Afstrømningen har i hele landet været på et niveau svarende til normalt.

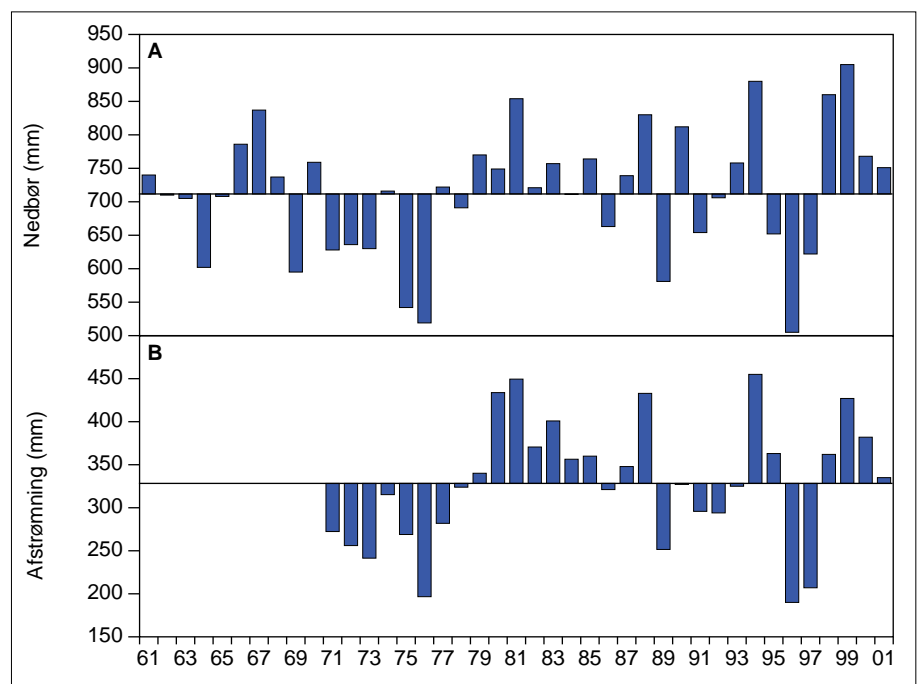
Figur 2.2. Ferskvandsafstrømningen (i mm) til de 49 2. ordens marine kystafsnit i 2001.



VA02 – Fig. 2.2

Årets samlede afstrømning var kun ca. 2 % over middelfafstrømningen for perioden 1971–2000, der er på 328 mm (ca. 14.100 millioner m³) (figur 2.3). Der var i 2001 en rimelig overensstemmelse mellem ferskvandsafstrømningen og nedbøren i forhold til normalen (figur 2.3). En forsinkelse i afstrømningens respons på nedbøren i sammenhæng med variation i grundvandsmagasinerne indhold ser på landsplan ikke ud til at have haft særlig betydning for opgørelserne for 2001.

Figur 2.3. Årsnedbøren for Danmark i perioden 1961–2001 angivet i forhold til normalen 1961–90 (A) og ferskvandsafstrømningen for Danmark i perioden 1971–2001 angivet i forhold til middel for perioden 1971–2000 (B).



VA02 – Fig. 2.3

Efter 2000, hvor nedbør og afstrømning heller ikke afveg væsentligt fra normalen, kan det ikke antages at der ved indgangen til 2001 har ligget ophobede mængder af næringsstoffer i jorden. Der var ingen egentlige tøbrud i løbet af vinteren som ellers kan give ekstraordinært input af ikke mindst partikulært fosfor til vandmiljøet. Der var således ikke væsentlige afstrømningsmæssige faktorer der kunne påvirke den diffuse tilførsel af næringsstoffer til vandmiljøet hverken i særlig negativ eller positiv retning for året 2001. Dog var afstrømningen både i 1999 og 2000 over normalen (figur 2.3), så jordens pulje af udvaskbare stoffer var formentlig lidt lavere i 2001 end hvis der havde været normal afstrømning i de foregående år.

[Tom side]

3 Biologisk vandløbskvalitet

Jens Skriver

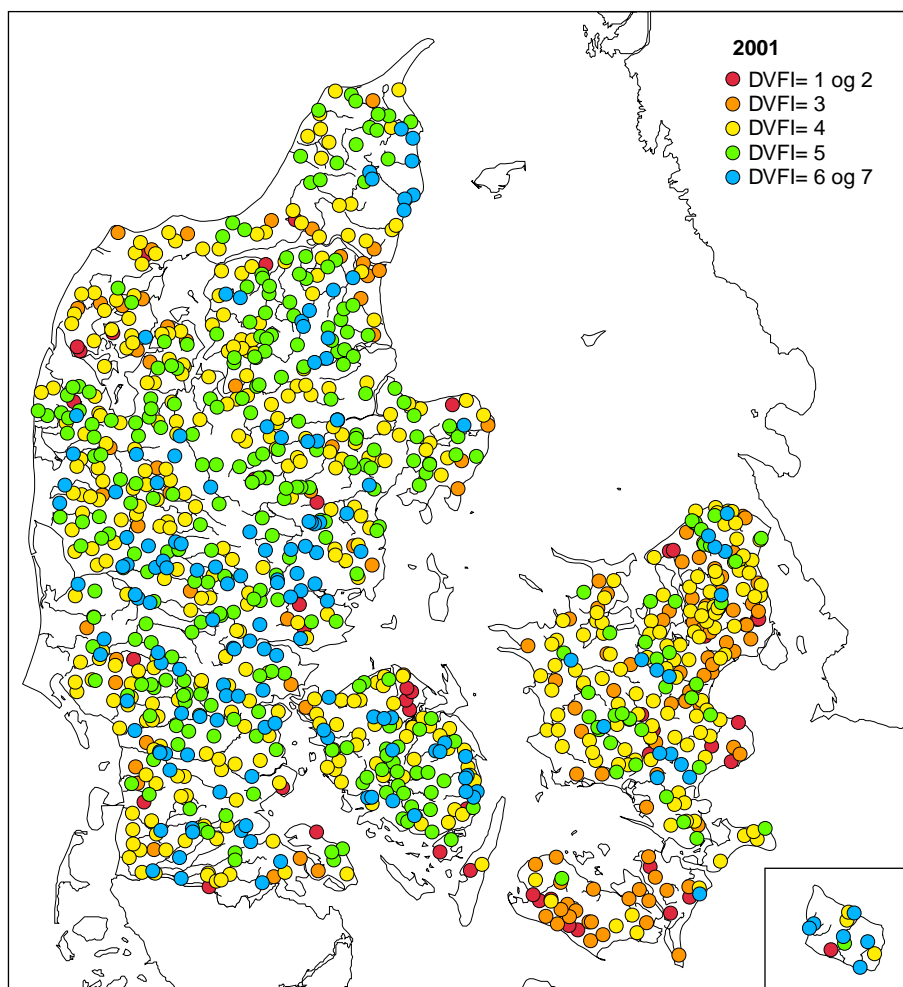
3.1 Tilstand og målsætningsopfyldelse i 2001

Vandløbenes biologiske kvalitet bedømmes hvert år ud fra sammensætningen af smådyrfaunaen på mere end 1000 lokaliteter. Tilstanden udtrykkes ved hjælp af Dansk Vandløbsfaunaindeks (DVFI) som antager værdier (faunaklasser) fra 1 til 7 (*Miljøstyrelsen, 1998*).

Faunaklasserne 5, 6 og 7 fandtes i godt 42% af vandløbene og er karakteristiske for forholdsvis rene og fysisk varierede vandløb (figur 3.1). Yderligere 41 % af vandløbene havde en moderat påvirket smådyrfauna (faunaklasse 4). Faunaklasserne 1, 2 og 3 der karakteriserer en meget dårlig tilstand, udgjorde mindre end 17 % af vandløbene.

Generelt har de større vandløb en bedre miljøkvalitet end de små vandløb (tabel 3.1). Andelen af vandløb med faunaklasserne 6 og 7 stiger således med stigende bredde fra 10 % (0-2m) til 35 % (≥ 10 m). Samtidigt er der kun meget få af de større vandløb der har faunaklasserne 1, 2 og 3.

Figur 3.1. Miljøtilstanden i danske vandløb illustreret ved hjælp af smådyrfaunaen. Blå cirkler (DVFI 6 og 7) illustrerer vandløb med en naturlig eller kun svagt ændret smådyrfauna. Røde cirkler (DVFI 1 og 2) illustrerer vandløb med en kraftigt forringet smådyrfauna. Farveskalaen er fra 2001 ændret i forhold til tidligere således at skalaen nu er i overensstemmelse med retningslinierne i de internationale standarder (DS/EN ISO 8689-2: 2000).



VA02 – Fig. 3.1

Tabel 3.1. Biologisk vandløbskvalitet i forskellige vandløbsstørrelser i 2001. Blandt de større vandløb forekommer kun få med dårlig tilstand.

Bredde (m)	Faunaklasse (DVFI)							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
0-2	9	23	82	211	147	26	29	527
2-5	3	8	40	143	105	25	26	350
5-10	-	2	4	59	27	18	12	122
≥ 10	-	1	4	18	12	6	13	54
	12	34	130	431	291	75	80	1053

Regionalt er vandløbenes tilstand bedst i Jylland, Fyn og på Bornholm (figur 3.1). Den generelt bedre tilstand i disse områder betyder at over halvdelen af vandløbenes målsætninger her er opfyldt (tabel 3.2). I modsætning hertil er kun ca. en tredjedel af vandløbenes målsætninger opfyldt på Sjælland, Falster og Møn. På landsplan var målopfyldelsen i 2001 på i alt 48 %.

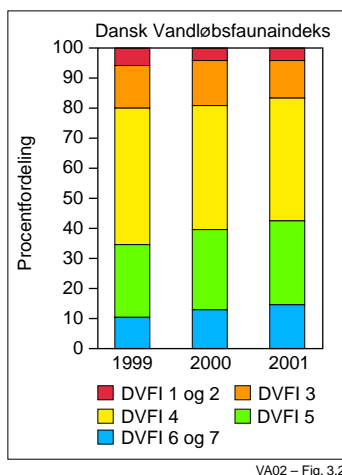
I tabel 3.2 er målsætningsopfyldelsen endvidere vist for vandløb med skærpede, basis og lempede målsætninger. Målopfyldelsen er klart bedst (75%) i vandløbene med skærpet målsætning.

Tabel 3.2. Målopfyldelse for vandløbene i det nationale overvågningsnet. Alle vandløbene har en målsætningsklasse. Såfremt faunaklassen (DVFI) i 2001 var lig med eller større end denne, betragtes målsætningen som opfyldt. Et vandløb med en A,5 målsætning har en skærpet målsætning og en målsætningsklasse på 5.

Region	Opfyldt	Ikke opfyldt	Andel, opfyldt
Jylland	346	314	52%
Fyn	53	51	51%
Sjælland, Falster, Møn	94	172	35%
Bornholm	8	3	73%
Hele landet	501	540	48%

Målsætning	Opfyldt	Ikke opfyldt	Andel, opfyldt
Skærpet			
A, 5	26	5	75%
A, 6	15	8	
A, 7	10	4	
Basis			
B, 2	1		47%
B, 3	4		
B, 4	76	39	
B, 5	300	400	
B, 6	37	38	
B, 7	1	2	
Lempet			
C/D/E, 3	3	2	41%
C/D/E, 4	28	40	
C/D/E, 5		2	
I alt, 1041 stationer	501	540	48%

3.2 Udvikling i den biologiske vandløbskvalitet



VA02 – Fig. 3.2

Figur 3.2. Miljøtilstanden i de danske vandløb i perioden 1999-2001. Blå og grøn illustrerer de rene og fysisk gode vandløb (faunaklasserne 5, 6 og 7).

Siden 1999 har det samme stationsnet med mere end 1000 lokaliteter været brugt i monitoringen. Der er i perioden 1999-2001 sket en klar forbedring med stadig flere faunaklasser 5, 6 og 7 (figur 3.2). Andelen af vandløb der er upåvirkede eller kun svagt påvirkede, er inden for denne periode øget fra knap 35 % til godt 42 %, svarende til en forøgelse på 73 stationer med faunaklasserne 5, 6 og 7. En række rentvandskrævende dyr bliver i disse år mere og mere udbredte. Denne tendens til en forbedring i miljøtilstanden ses over hele landet, men er mest markant i Jylland.

Reduktion i antallet af stærkt forurenede vandløb er tidligere blevet dokumenteret i vandløbene i takt med at de mest massive forureninger blev bragt til ophør (Wiberg-Larsen *et al.* 1994). Derudover er der blevet konstateret forbedringer i især de større vandløbs tilstand idet flere og flere vandløb med moderat kvalitet (faunaklasse 4) er forbedret til god kvalitet (faunaklasse 5 eller bedre). Dette skyldes dels forbedringer i vandkvaliteten, men samtidig har også en mere skånsom vandløbsvedligeholdelse bevirket forbedringer i vandløbenes fysiske forhold.

I modsætning hertil er forbedringerne i perioden 1999-2001 med stadig flere faunaklasser 5, 6 og 7 næsten udelukkende foregået i mindre vandløb (< 5 meters bredde). I samme periode er der stort set ikke sket ændringer i de større vandløbs tilstand.

En årsag til forbedringerne i de små vandløb kan skyldes udarbejdelsen af nye vandløbsregulativer for de kommunale vandløb. Der er herved i mange vandløb sikret en mere skånsom vandløbsvedligeholdelse til gavn for vandløbskvaliteten. Denne indsats er generelt foretaget senere i de kommunale vandløb sammenlignet med de større amtsvandløb.

[Tom side]

4 Kvælstof i vandløb

Jens Bøgestrand

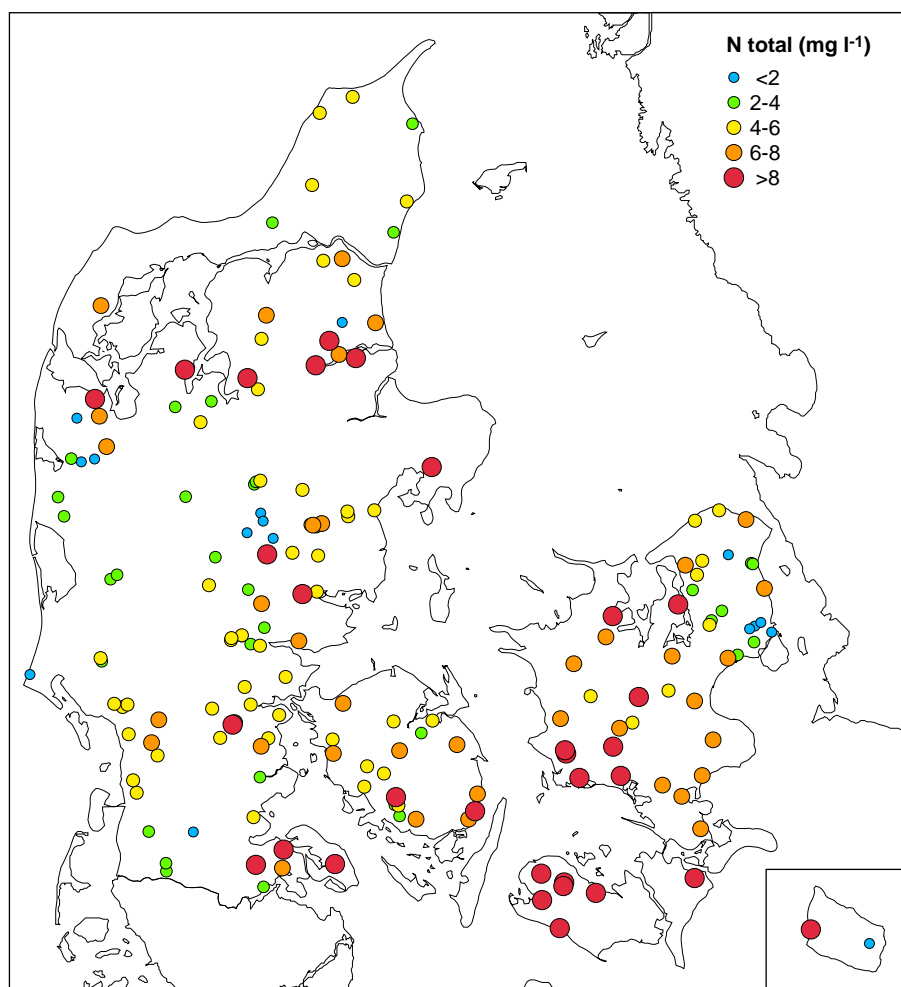
4.1 Tilstanden i 2001

Koncentrationen af kvælstof i vandløb som ligger i dyrkede oplande eller er udsat for væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2001 gennemsnitligt 4-5 gange så høj som baggrundsniveau målt i naturvandløb (tabel 4.1). Der er kun ringe forskel på vandløb som ligger i dyrkede oplande uden punktkilder og vandløb med betydelig punktkildebelastning fra byspildevand eller industri.

Tabel 4.1. Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total kvælstof i 2001 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse er vist i parentes.

Belastningstype	Antal vandløb	Kvælstofkoncentration (mg N/l). Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier.	Arealkoefficient (kg N/ha)
Naturvandløb	10	1,27 (0,71)	2,08 (0,96)
Landbrug og punktkilder	66	5,34 (2,32)	16,6 (8,27)
Landbrug uden punktkilder	102	6,21 (2,60)	15,3 (7,60)

Figur 4.1. Koncentrationen af total kvælstof i vandløb i 2001. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier.



VA02 - Fig. 4.1

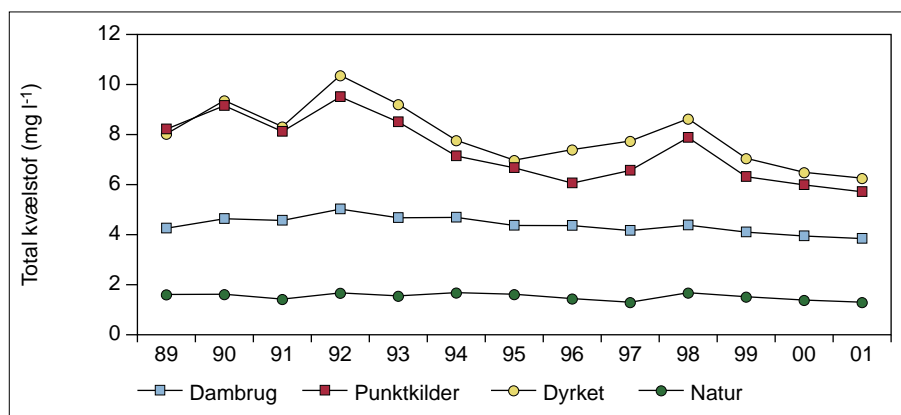
Der er forholdsvis mange vandløb med lave koncentrationer af kvælstof i de sandede egne i Midt-Vestjylland og Nordsjælland mens der er overvægt af høje koncentrationer på leret jord som i Sydsjælland og på Lolland-Falster (figur 4.1). På sandjord fødes vandløbene primært af grundvand mens der på leret jord er mere overfladenær afstrømning hvor overskydende kvælstof i jorden har en kort transportvej til vandløbet. På de sandede jorder er kvælstof derfor udsat for både en længere transporttid fra rodzonen til vandløbet, og i grundvandet vil der kunne ske en kvælstoffjernelse ved denitrifikation.

Vandløb i lerede oplande har næsten 2 mg l⁻¹ højere gennemsnitlig koncentration af total kvælstof end vandløb i sandjordsoplande.

4.2 Udvikling siden 1989

Kvælstofkoncentrationen i vandløbene er generelt faldende, i naturvandløbene er den dog stort set uændret. Faldet har været tydeligst i de vandløb der er klassificeret som beliggende i dyrkede oplande eller udsat for betydende udledninger af by- eller industrispildevand (figur 4.2 og tabel 4.2). I vandløb med betydelige udledninger fra dambrug har der kun været en mindre reduktion. Her har koncentrationsniveauet dog været lavere gennem hele perioden, primært fordi dambrugsdrift er koncentreret i grundvandsfødte vandløb i sandede oplande.

Figur 4.2. Udvikling i kvælstofkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991.



VA02 - Fig. 4.2

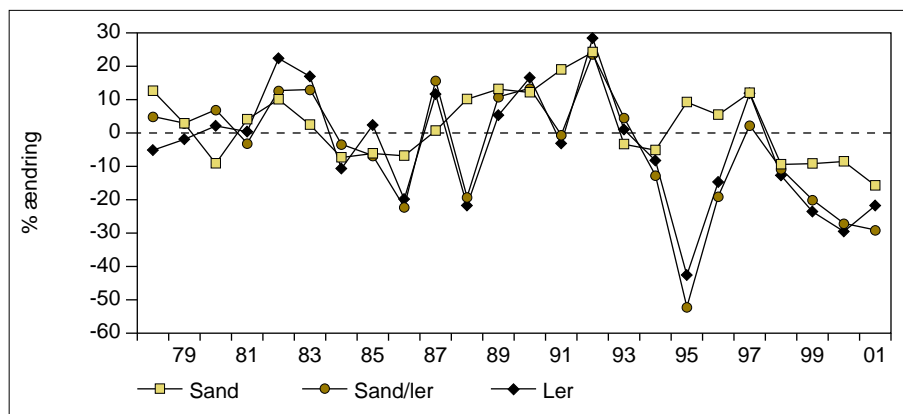
Tabel 4.2. Nøgletal for statistisk test af udviklingstendenser for vandføringskorrigerede koncentrationer og transport af kvælstof.

Oplandstype 1991	Antal stationer	Antal med signifikant fald	Antal med signifikant stigning	Procentvis ændring i koncentration (median)	Procentvis ændring i transport (median)
Natur	7	1	0	-15	-14
Dyrket	63	40	2	-28	-23
Punktkilder	76	65	0	-30	-28
Dambrug	15	11	1	-19	-19
Alle	165	118	3	-28	-25

4.3 Udviklingen i længere perspektiv

Fra sidst i 1970'erne og frem til først i 1990'erne har der været en svag, men entydig stigning i nitratkoncentration i vandløb der afvander sandede jorder (figur 4.3). I vandløb på mere lerede jorder har der været et stort set konstant niveau. Efter ca. 1992/93 har der generelt været faldende koncentrationer af kvælstof. Faldet har været størst på lerjorder og mindst på sandede jorder.

Figur 4.3. Langtidsudviklingen i afstrømningskorrigeret transport af nitrat fra oplande med forskellige jordtyper. Værdierne er sat i forhold til gennemsnittet for perioden 1978/79 til 1986/87. Datagrundlaget er 55 vandløb med længere tidsserier af nitratmålinger.

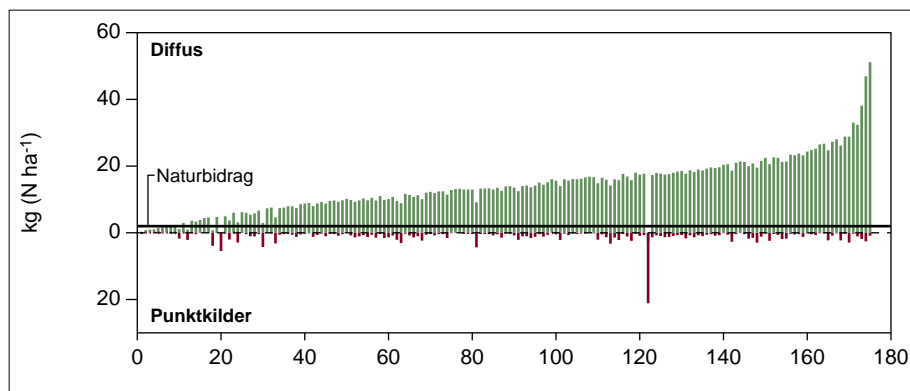


VA02 – Fig. 4.3

4.4 Kilder til kvælstof i vandløb

Landbruget er den væsentligste kilde til kvælstof i vandløbene. I de fleste vandløb udgør landbrugets bidrag den helt dominerende andel (figur 4.4). Kun i vandløb med en meget lille samlet tilførsel af kvælstof (naturvandløb) og i nogle få vandløb med en stor tilførsel fra punktkilder er den landbrugsrelaterede tilførsel af mindre betydning.

Figur 4.4. Tilførslen af kvælstof til hvert enkelt vandløb fordelt på diffus tilførsel og tilførsel fra punktkilder. Vandløbene er sorteret efter samlet kvælstoftransport pr. arealenhed. Diffus tilførsel omfatter naturbidraget og landbrugsbidraget. Punktkilderne omfatter by- og industrispildevand, dambrug og spredt bebyggelse.



VA02 – Fig. 4.4

[Tom side]

5 Fosfor i vandløb

Jens Bøgestrand

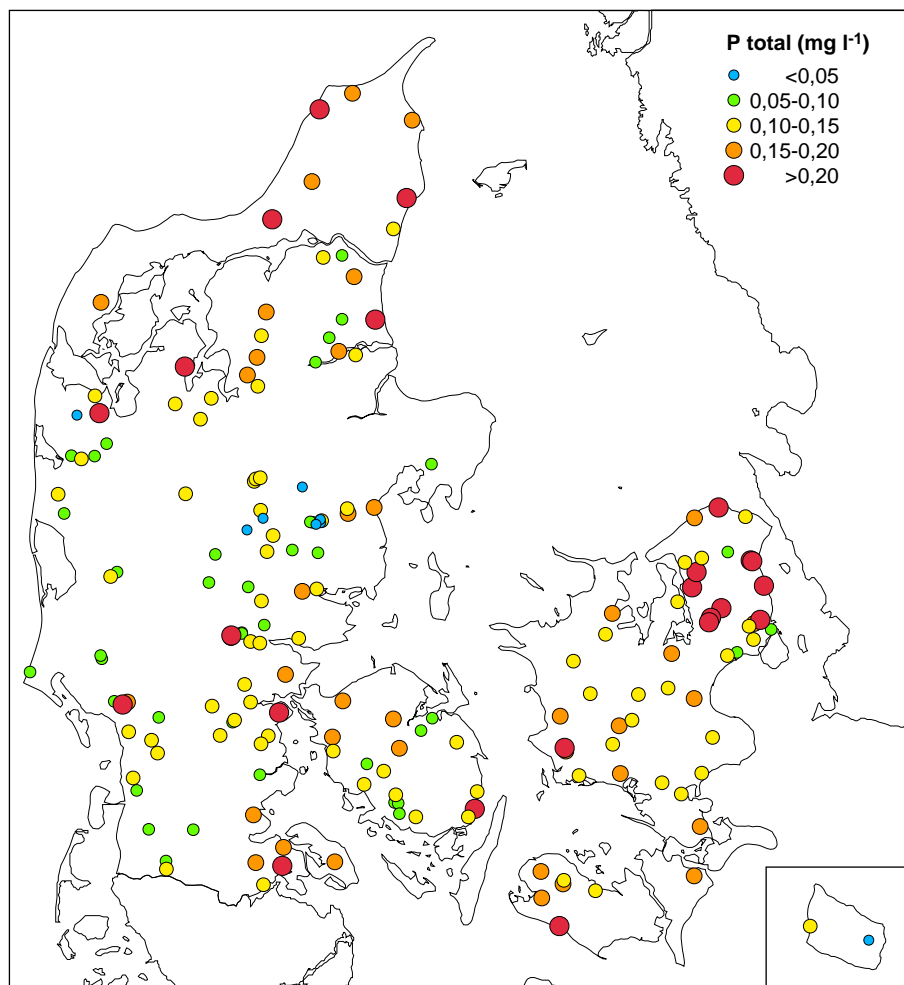
5.1 Tilstanden i 2001

Koncentrationen af fosfor i vandløb som ligger i dyrkede oplande eller er udsat for væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2001 gennemsnitligt 3-4 gange så høj som niveauet målt i naturvandløb (tabel 5.1). Der er ringe forskel på vandløb som kun påvirkes af landbrugsdrift og spredt bebyggelse udenfor kloakering, og vandløb som også belastes med spildevand fra renseanlæg.

Tabel 5.1. Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total fosfor i 2001 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse i parentes.

	Antal vandløb	Fosforkoncentration (mg P l ⁻¹).	Arealkoefficient (kg P ha ⁻¹).
		Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier.	
Naturvandløb	9	0,05 (0,03)	0,08 (0,04)
Landbrug og punktkilder	66	0,16 (0,07)	0,50 (0,21)
Landbrug uden punktkilder	65	0,12 (0,06)	0,32 (0,22)

Figur 5.1. Koncentrationen af total fosfor i vandløb i 2001. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier



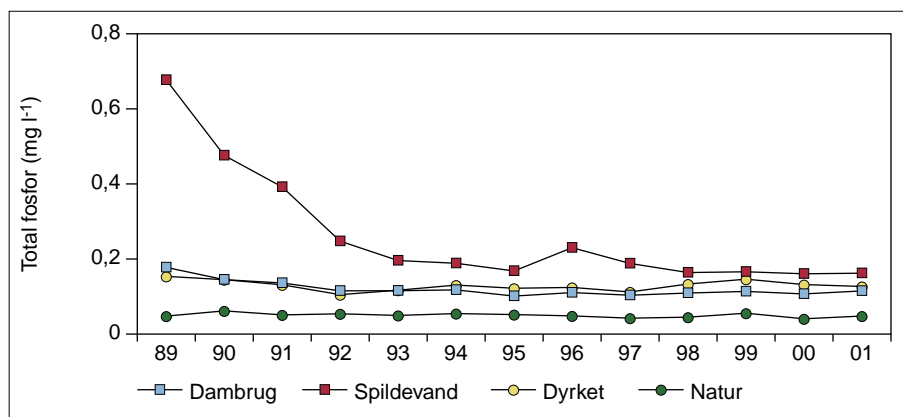
VA02 - Fig. 5.1

Høje koncentrationer af fosfor optræder især i det tæt befolkede Nordsjælland (figur 5.1), men også den øvrige del af Sjælland har relativt meget fosfor i vandløbene idet en stor befolkningstæthed giver anledning til forholdsvis store udledninger fra renseanlæg og spredt bebyggelse. I de mere tyndt befolkede egne i Midt- og Vestjylland er der lavere koncentrationer af fosfor.

5.2 Udviklingen siden 1989

Koncentrationen af total fosfor i punktkildebelastede vandløb er faldet markant gennem første halvdel af 1990'erne og er nu kun lidt højere end i dyrkningspåvirkede vandløb (figur 5.2 og tabel 5.2). Faldet skyldes de foranstaltninger der er sat i værk for at reducere forureningen fra byspildevand og industrielle udledere, både i forbindelse med Vandmiljøplanen og regionale tiltag. I dambrugs-påvirkede vandløb er fosforkoncentrationen også faldet signifikant som følge af formindskede udledninger fra dambrug. I naturvandløb og vandløb i dyrkede områder er der ingen signifikant ændring.

Figur 5.2. Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991



VA02 – Fig. 5.2

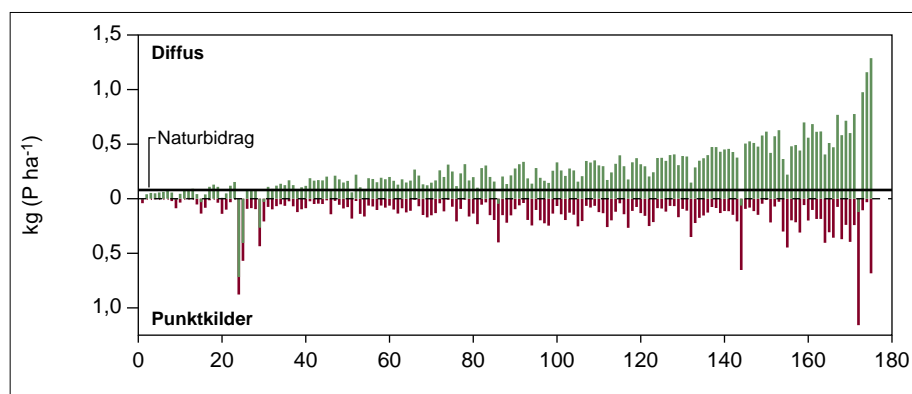
Tabel 5.2. Nøgletal for statistisk test af udviklingstendenser for vandføringskorrigerede koncentrationer af fosfor (+ : stigning; - : fald)

Oplandstype 1991	Antal stationer	Antal med signifikant fald	Antal med signifikant stigning	Procentvis ændring i koncentration (median)	Procentvis ændring i transport (median)
Natur	7	0	0	+3	+2
Dyrket	38	3	3	-6	-7
Punktkilder	76	55	0	-36	-38
Dambrug	15	7	0	-33	-26
Alle	165	76	3	-23	-23

5.3 Kilder til fosfor i vandløb

Landbruget er i dag den væsentligste kilde til fosfor i vandløbene (figur 5.3). Udledninger fra renseanlæg og spredt bebyggelse udgør stadig en betydelig andel af tilførslen i adskillige vandløb, men er ikke som for år tilbage den dominerende kilde.

Figur 5.3. Tilførslen af fosfor til hvert enkelt vandløb fordelt på diffus tilførsel og tilførsel fra punktkilder. Vandløbene er sorteret efter samlet fosfortransport pr. arealenhed. Diffus tilførsel omfatter naturbidraget og landbrugsbidraget. Punktkilderne omfatter by- og industrispildevand, dambrug og spredt bebyggelse.



VA02 – Fig. 5.3

[Tom side]

6 Miljøfremmede stoffer og tungmetaller

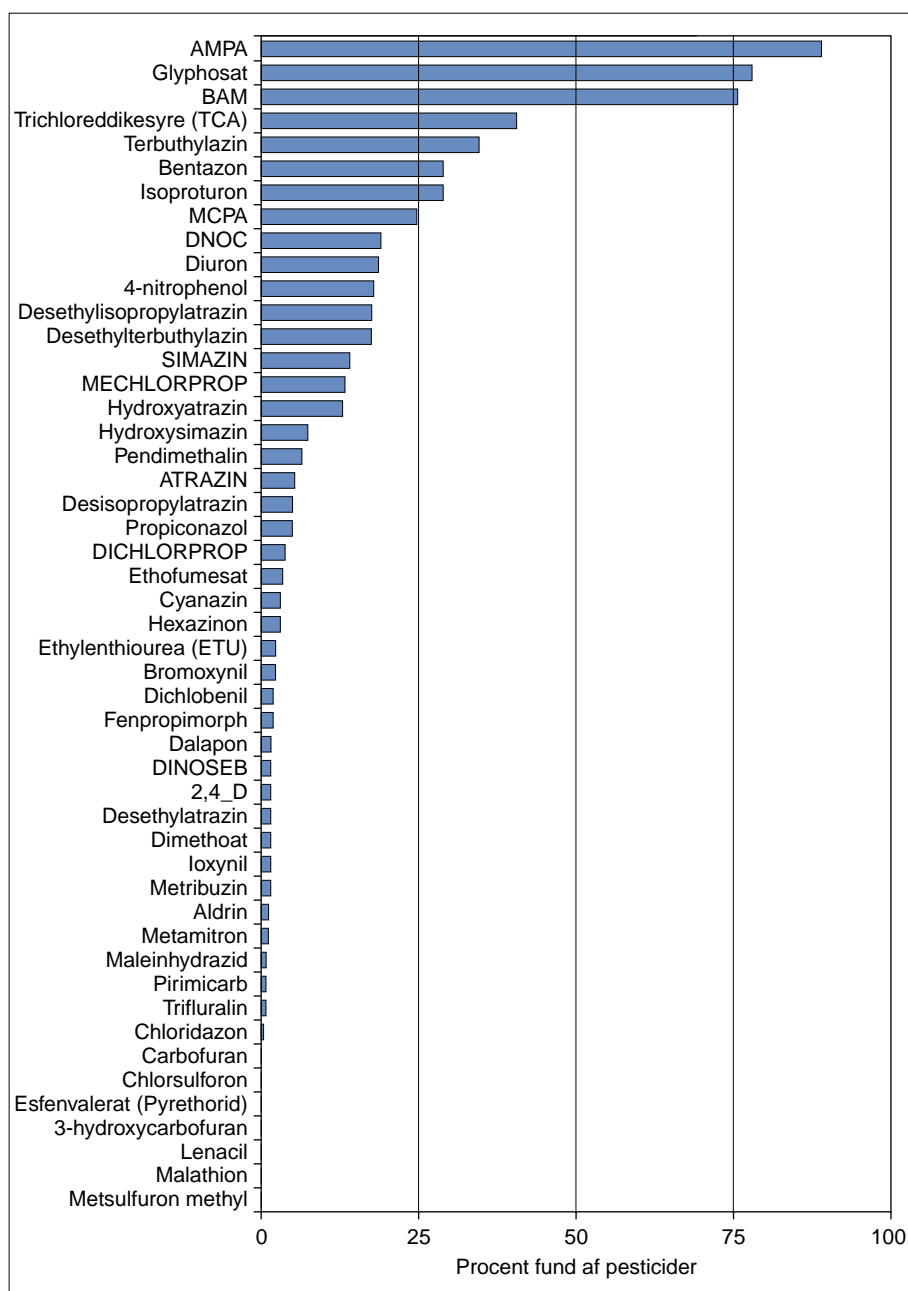
Ole Sortkjær

6.1 Tilstanden i 2001

Pesticider

Der er påvist forekomst af ét eller flere pesticider i hovedparten af de 263 vandprøver der blev analyseret i 2001. Glyphosat (Round-up) og dets nedbrydningsprodukt AMPA findes i over 75 % af prøverne, men også en lang række andre pesticider eller deres nedbrydningsprodukter findes mere eller mindre hyppigt.

Figur 6.1. Fundprocent af de pesticider som er blevet fundet i een eller flere vandprøver. Procent af samtlige vandprøver over detektionsgrænsen.



VA02 - Fig. 6.1

I 29 tilfælde var der tale om overskridelser af de vandkvalitetskrav der er fastlagt i Miljøministeriets Bekendtgørelse 921, eller i mangel heraf, tilsvarende hollandske (*Crommentuijn et al., 1997*) eller norske (*Ludvigsen et al., 2001*) værdier (tabel 6.1). For flere stoffer (MCPA, simazin, glyphosat) er der i nogle tilfælde fundet så høje værdier at det ikke kan skyldes normal anvendelse af stoffet, men sandsynligvis skyldes direkte udslip til vandløbet. De meget høje koncentrationer har formentlig påvirket dyr eller planter på vandløbsstrækningerne, mens det er mere usikkert hvor stor effekt der har været af enkeltstoffer eller kombinationer af stoffer i lavere koncentrationer.

Tabel 6.1. Antal overskridelser af kravværdier

Pesticid	Antal fund	Antal overskridelser	Maximale værdier ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Krav-værdier ($\mu\text{g l}^{-1}$)	
MCPA	67	3	5,1	1,7	
Dinoseb	4	2	0,093	0,025	NL
Simazin	37	1	2,5	1,0	DK
Aldrin	1	1	0,03	0,01	DK
Fenitrothion	1	1	0,034	0,01	DK
Glyphosat	208	1	300	12,0	N
Isoproturon	82	9	0,63	0,3	N
Pirimicarb	3	1	0,13	0,09	NL
Propiconazol	14	8	0,24	0,02	N
Trifluralin	2	2	0,69	0,037	NL
Total antal	419	29			

De hyppigst forekommende stoffer er dem der er almindeligt anvendt i jordbruget. Bentazon, isoproturon, MCPA og mechlorprop anvendes udelukkende i landbruget. Simazin og diuron anvendes især i planteskoler og frugtavl og findes i ca. en fjerdedel af vandløbene. Terbutylazin anvendes i landbrug, skovbrug og frugtavl og er det næstmest fundne godkendte pesticid og optræder i en tredjedel af alle vandløb. En række af de fundne stoffer er pesticider som ikke længere er godkendt eller nedbrydningsprodukter af disse. Det gælder fx dichlobenil og atrazin og deres nedbrydningsprodukter hvoraf BAM er et af de hyppigst forekommende stoffer overhovedet.

Andre miljøfremmede stoffer

Der er målt forekomst af i alt 22 andre miljøfremmede stoffer i én eller flere vandprøver fra de 5 større vandløb hvor der måles for disse. Stofferne optræder generelt ikke hyppigt nok til at der kan laves en pålidelig beregning af tilførslen til havet. Kun i Damhusåen i København er der så høje koncentrationer at det har været muligt at beregne en stoftransport, nemlig for de 7 stoffer som er fundet i mindst halvdelen af vandprøverne fra åen (tabel 6.2). Fire af de 7 stoffer er polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH'er) som stammer fra bilers udstødning og andre forbrændingsprocesser.

Tabel 6.2. Koncentration og transport i Damhusåen af de hyppigst fundne øvrige miljøfremmede stoffer.

Pesticid	Antal fund	Medianværdi ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Maximale værdier ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Årlig Transport (kg)
Nonylphenoler	7	0,064	0,13	0,523
Trichlorethylen	12	0,255	1,9	2,083
Acenaphthen	6	0,008	0,025	0,061
Benz(b)flouranthener	6	0,009	0,049	0,069
Flouranthen	6	0,008	0,045	0,065
Pyren	9	0,017	0,056	0,135
Lineære alkylbenzensulfonater	6	2,5	12	20,425

Tungmetaller

Der er fundet tungmetaller i 68,5 % af vandprøverne. Der er markante forskelle mellem koncentrationerne i "landbrugsområderne" i Gudenå og Skjern Å og "byområdet" Damhusåen hvor zink og nikkel er dobbelt så høje, og bly ca. 10 gange så stor (tabel 6.3). I 12 tilfælde er kravværdierne overskredet (tabel 6.4). De maksimale værdier ligger 1-15 gange over kravværdierne i Bekendtgørelse 921.

Tabel 6.3. Tungmetaller i 5 store vandløb (medianværdi, $\mu\text{g l}^{-1}$)

Tungmetal	Gudenå	Skjern Å	Bygholm Å	Odense Å	Damhusåen	Gennemsnit af medianværdierne
Arsen	1,000	0,760	<	<	2,200	1,320
Bly	0,230	0,210	<	<	3,400	1,280
Cadmium	0,016	0,062	<	<	0,059	0,046
Kobber	1,000	1,100	0,670	1,100	7,250	2,224
Krom	1,900	2,000	<	1,150	1,050	1,523
Kviksølv	0,002	0,002	<	<	<	0,002
Nikkel	2,900	4,300	<	1,600	7,400	4,050
Zink	7,400	13,000	<	6,400	30,500	14,325

Tabel 6.4. Antal overskridelser af kravværdierne for tungmetaller

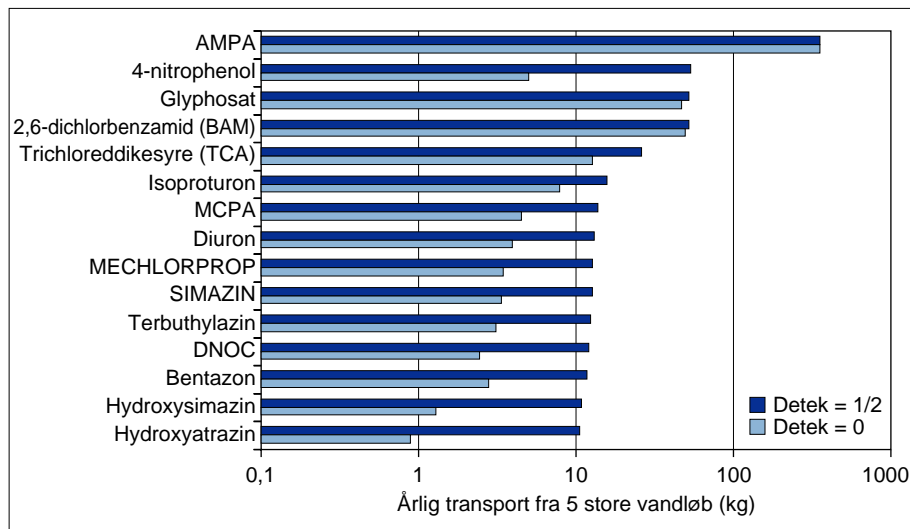
Stof	Antal fund	Antal overskridelser	Maks. konc. ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Kravværdi ($\mu\text{g l}^{-1}$)
Arsen	36	3	12	4
Chrom	43	1	80	10
Kobber	51	1	14	12
Bly	36	7	50	3,2

De store mængder tungmetaller kommer ved udspreddning af gødning og slam fra rensningsanlæg hvor der tilføres bl.a. store mængder kobber, bly og nikkel, og fra trafikken hvor der både er metaller i brændstoffet og i dækkene. Husholdningerne bidrager med meget store mængder zink, kobber, bly og nikkel. Det atmosfærisk nedfald indeholder ligeledes store mængder zink, bly, kobber og nikkel.

6.2 Tilførsel til havet

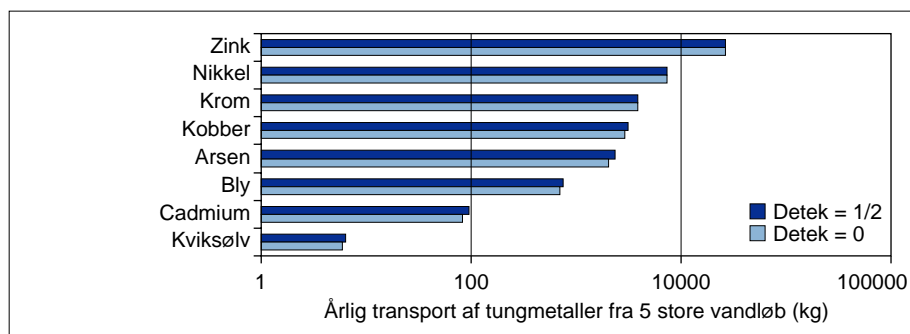
Transporten af miljøfremmede stoffer til havet estimeres ud fra målinger i 5 større vandløb, hvis opland tilsammen dækker 11 % af Danmarks areal. Der er kun beregnet transport for de stoffer som i mindst halvdelen af samtlige vandprøver er fundet i koncentrationer over detektionsgrænsen.

Figur 6.2. Estimeret årlig transport af **pesticider** som summen af transporten i 5 store vandløb. Der er anvendt 2 beregningsformer. Bemærk den logaritmiske skala.



VA02 – Fig. 6.2

Figur 6.3. Estimeret årlig transport af **tungmetaller** som summen af transporten i 5 store vandløb. Der er anvendt 2 beregningsformer. Bemærk den logaritmiske skala.



VA02 – Fig. 6.3

Transportberegningerne er baseret på trapezmetoden hvor den daglige koncentration beregnes og multipliceres med vandføringen. Der er beregnet en transport hvor værdier under detektionsgrænsen er sat til den halve detektionsværdi og en minimumtransport hvor værdier under detektionsgrænsen er sat til 0. Jo flere værdier der ligger under detektionsgrænsen, jo større forskel er der på de to beregningsformer. Det kommer især til udtryk for flere pesticider hvor der er op til en potens i forskel, hvorimod det kun får marginal betydning for tungmetallernes vedkommende. Problemet kan løses ved at anvende metoder med lavere detektionsgrænse eller øge prøvetagningsvolumen.

7 Vand- og stoftilførsler med ferskvand til marine kystafsnit

Niels Bering Ovesen

7.1 Stoftilførslerne til marine kystafsnit i 2001

Samlet blev der i 2001 tilført 72.800 tons kvælstof, 2.340 tons fosfor og 33.200 tons BOD₅. Tilførslen af næringsalte via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kystafsnit, opsplittet på kilderne, fremgår af tabel 7.1. For alle 3 stoffer gælder at tilførslen var noget mindre end i 2000.

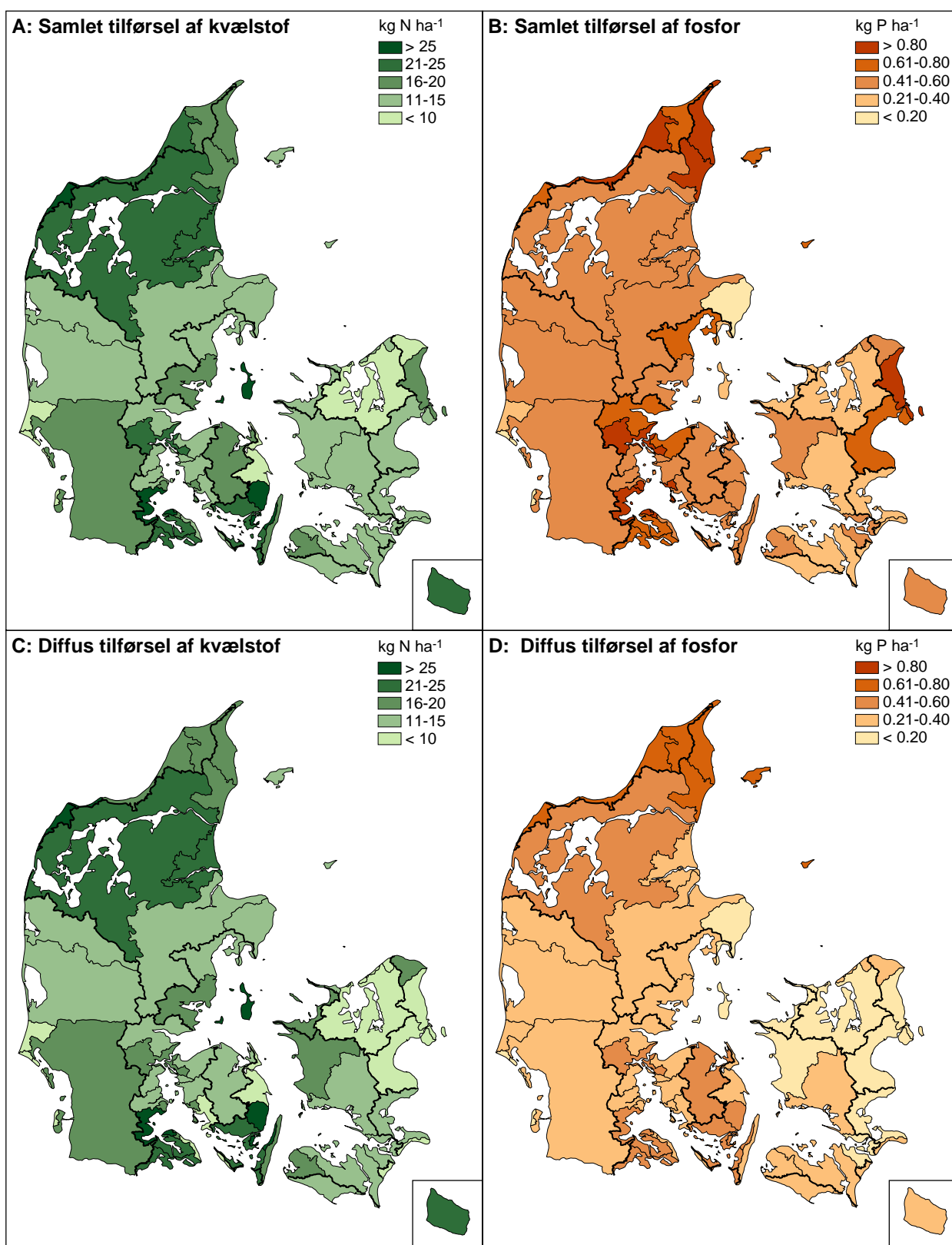
De diffuse kilder (dvs. afstrømningen fra åbent land og spredt bebyggelse) udgjorde i 2001 92 % af den samlede kvælstoftilførsel med ferskvand til marine kystafsnit. For fosfor har andelen været 65 % og for BOD₅ 60 %. For BOD₅ sker der en stor omsætning under transport i vandløb og søer, og derfor er kildeopsplitningen og dermed opgørelsen af den diffuse belastning meget usikker. De diffuse kilder vil være relativt størst i år med en stor ferskvandsafstrømning.

Tabel 7.1. Tilførslen af kvælstof, fosfor og BOD₅ via vandløb og direkte udledninger til marine kystafsnit i 2001. (afrundede tal). Spildevandsoplysningerne er fra Miljøstyrelsen (2002).

	Kvælstof	Fosfor	BOD ₅
	t	t	t
<i>Baggrundsbidrag</i>	8.400	320	8.300
<i>Dyrkningsbidrag</i>	62.900	980	6.900
<i>Spredt bebyggelse</i>	1.000	230	3.900
<i>Punktkilder til ferskvand</i>	4.000	440	6.300
<i>Tilbageholdelse i ferskvand</i>	-6.700	-10	-
Afstrømning til havet via vandløb	69.600	1.950	25.400
<i>Spildevand direkte til havet</i>	3.000	360	6.100
<i>Havdambrug</i>	200	30	1.600
Total til havet	72.800	2.340	33.200

Punktkilder til ferskvand udgjorde i 2001 5 % af den samlede kvælstoftilførsel, og de tilsvarende tal var 19 % for fosfor og 19 % for BOD₅. Tabet af kvælstof fra oplandet (tilførsel via vandløb delt med oplandsarealet) var for Danmark som helhed på ca. 16 kg pr. ha.

De samlede tilførsler af kvælstof målt pr. areal har været størst til Limfjorden, den nordlige del af Lillebælt, det sydlige Bælthav samt Vigsø Bugt og Jammerbugten (figur 7.1A). Generelt afspejler dette at kvælstofbelastningen især kommer fra områder med intensivt landbrug og relativt høje vandafstrømninger (figur 2.2).



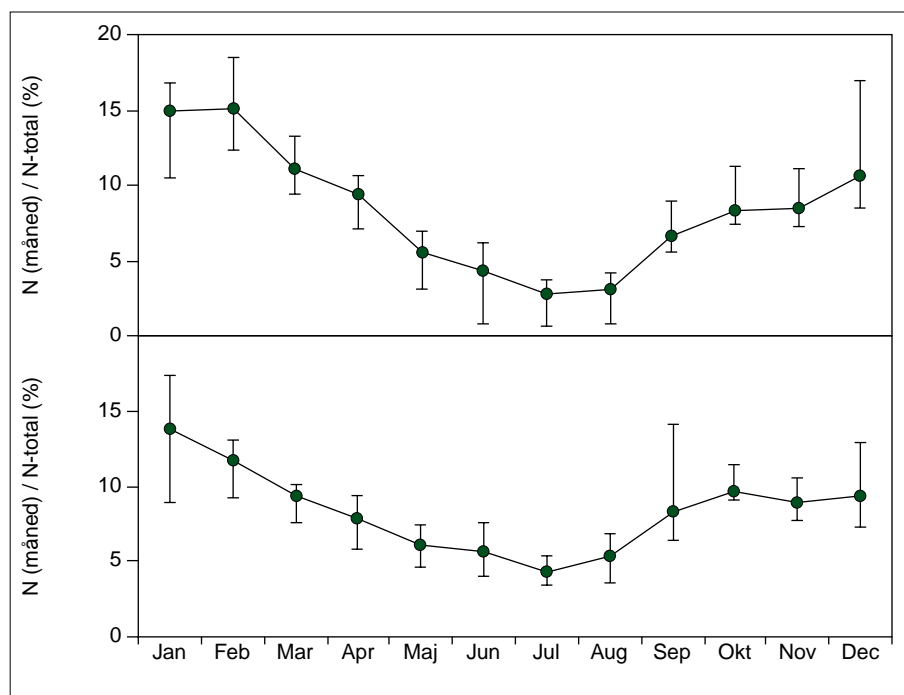
VA02 – Fig. 7.1

Figur 7.1. Samlet tilførsel af kvælstof (A) og fosfor (B) til marine kystafsnit samt den diffuse tilførsel (inklusive spredt bebyggelse og retention) af kvælstof (C) og fosfor (D) til ferskvand i 2001.

Der har været relativt lave tilførsler til store dele af Nordsøen fra store dele af Sjælland, dele af det nordlige og østlige Jylland m.fl. Mønstret for den diffuse kvælstoftilførsel (figur 7.1C) ligner overordnet det for oplandstabet af kvælstof, men områder hvor direkte spildevandsudledninger udgør en stor andel af oplandstabet, har en relativ lav diffus tilførsel. For den diffuse tilførsel af fosfor (figur 7.1D) svarer mønstret nogenlunde til det for kvælstof. For den samlede belastning af fosfor (figur 7.1B) er betydningen af spildevand mere udpræget, og den er således også præget af store værdier i de tættest befolkede områder.

Variationerne i stoftilførslerne over året (figur 7.2) var som normalt med de største mængder i vintermånederne, men dog præget af at afstrømningen i månederne september og oktober var noget over normalen, og i december noget under.

Figur 7.2. Månedstilførsel af kvælstof (N) og fosfor (P) via vandløb og direkte spildevandsudledninger i 2001 for Danmark, angivet som % af årstilførslen. Tilførslen er angivet ved median samt 10- og 90 % fraktiler for de ni 1. ordens kystafsnit.



VA02 – Fig. 7.2

7.2 Udvikling i den samlede vand- og stoftilførsel til de marine kystafsnit

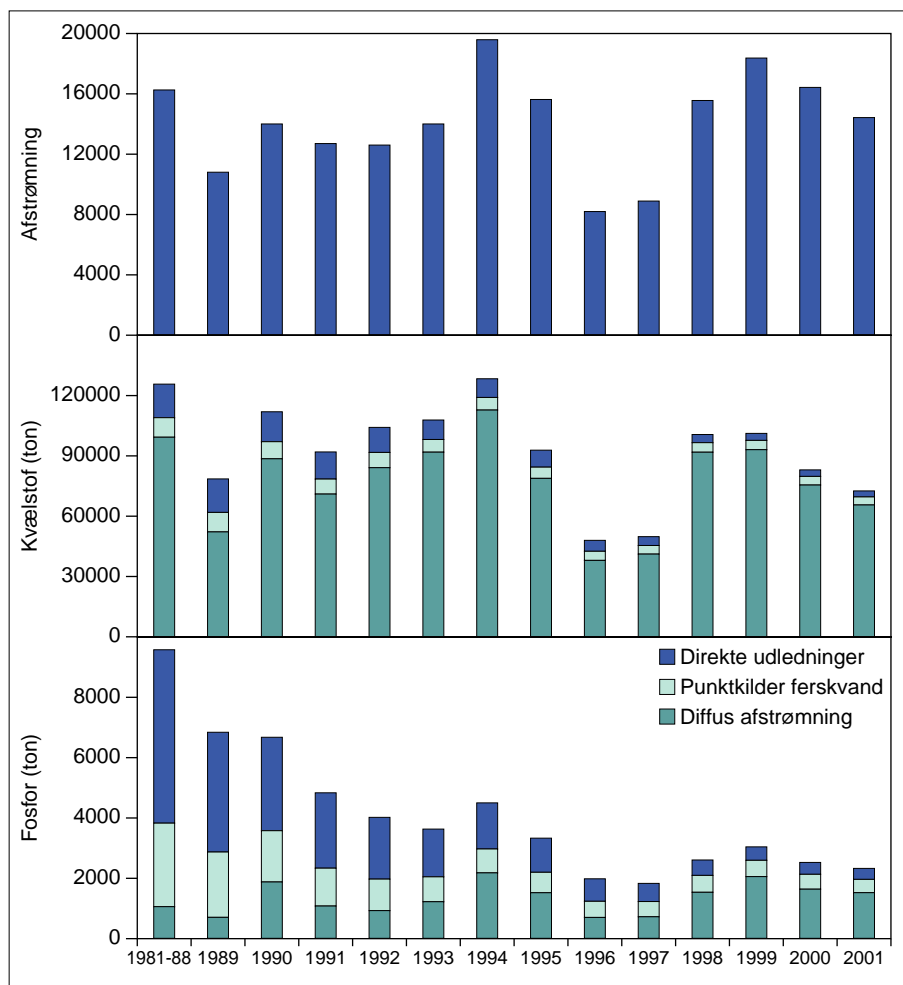
Siden iværksættelse af den første vandmiljøplan er der sket et signifikant fald i de samlede udledninger til de marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger for både kvælstof og fosfor. Det viser de statistiske analyser af udviklingen siden 1990. For fosfor skyldes faldet alene den kraftige renseindsats overfor spildevandsudledninger, men for kvælstof er der også konstateret en signifikant reduktion af den diffuse tilførsel (Tabel 7.2). Af tabel 7.2 fremgår det endvidere at reduktionen i den diffuse kvælstofbelastning bidrager mere end den forbedrede spildevandsrensning til at den totale kvælstofbelastning er blevet mindsket. Reduktionen af den samlede marine belastning fra land af kvælstof og fosfor er henholdsvis ca. 35 og 60 % opgjort for perioden 1990 til 2001. Disse tal er korrigeret for udviklingen i stofretentionen i søerne og for variationer i vandafstrømningen.

Tabel 7.2. Afstrømnings-korrigeret reduktion i udledninger fra land, tons pr. år og procent, for kvælstof og fosfor fra 1990 frem til 2001. De samlede tal for reduktionen i den marine tilførsel er ikke helt de samme, da der sker en vis tilbageholdelse i søerne. (retentionen). - Se teksten ovenfor.

	Kvælstof		Fosfor	
	t	(%)	t	(%)
Spildevand 1990	25.000		5.200	
Diffus tilførsel 1990	99.000		1.500	
Reduktion spildevand	17.000	(68)	4.200	(80)
Reduktion diffus tilførsel	29.000	(30)	-	
Reduktion samlet	46.000	(37)	4.200	(63)

Kvælstof- og fosfortilførslen via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kystområder har været opgjort hvert år siden 1989 (figur 7.3). Den diffuse afstrømning har været hovedkilden til kvælstoftilførslen fra land til marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger (ca. 80 % i gennemsnit for perioden 1989-2001) og har været tydeligt knyttet til ferskvandsafstrømningen. For fosfor har den diffuse afstrømning udgjort en mindre andel (ca. 30 %) af den samlede fosfortilførsel, men betydningen af denne kilde er dog steget meget i takt med den forbedrede spildevandsrensning.

Figur 7.3. Ferskvandsafstrømningen og den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor via vandløb og direkte spildevandsudledninger til de marine kystafsnit for 1989 til 2001 og et gennemsnit for perioden 1981-88.



VA02 - Fig. 7.3

Den store renseindsats over for spildevand er meget tydelig idet de samlede spildevandsudledninger faldt fra ca. 9.000 tons fosfor i perioden 1981-88 til ca. 1.000 tons fosfor i 2001, eller med ca. 90 %. Tilsvarende faldt de samlede spildevandsudledninger af kvælstof fra ca. 28.000 tons i perioden 1981-88 til ca. 8.000 tons i 2001 svarende til en reduktion på ca. 70 %. I de senere år (fra omkring 1996) har der kun været et mindre fald i spildevandsudledningerne til ferskvand, og det betydelige fald der skete i begyndelsen af 1990'erne, er nu stagneret (figur 7.3).

Udviklingstendenser i diffus og samlet tilførsel af kvælstof og fosfor til de marine kystafsnit via vandløb og direkte spildevandsudledninger blev analyseret for perioden 1989 til 2001 med Kendall tendenstest. Testen viste at der for Danmark samlet er sket et statistisk signifikant fald i den diffuse tilførsel af kvælstof (inklusive tilførslen fra den spredte bebyggelse og inklusiv retention) (tabel 7.3). Det svarer til en reduktion på godt 2 mg N l⁻¹ i den diffuse kvælstoftilførsel. De samlede kvælstof- og fosfortilførsler til alle marine kystafsnit er faldet signifikant. Der har på landsplan været en meget svag, men ikke signifikant, stigning i den diffuse fosfortilførsel. Det blev også undersøgt om der har været en generel udviklingstendens for ferskvandsafstrømningen. Der har tilsyneladende været et mindre fald, men det er ikke signifikant.

Tabel 7.3. Kendall's tendenstest af udviklingen i hhv. den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor via vandløb og direkte udledninger, og i den diffuse kvælstof- og fosfortilførsel (inklusive tilførsler fra spredt bebyggelse og inklusiv retention) for perioden 1989-2001. Testen er lavet på vandføringsvægtede koncentrationer. Fortegnet viser om der er en stigende eller faldende udviklingstendens. * angiver om udviklingstendenser er signifikante, hvor * angiver at $0,01 \leq P < 0,05$ og ** angiver at $P < 0,01$. Hvor der ikke er angivet en P-værdi, har den været $\geq 0,05$ og dermed ikke signifikant.

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

[Tom side]

Referencer

Bøgestrand, J. (red.) (2001): Vandløb og kilder 2000. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 120 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 378

Cappelen, J. og Jørgensen, B. (2002): Danmarks Klima 2001. Danmarks Meteorologiske Institut, 84 sider.

Crommentuijn, T., Kalf, D.F., Polder, M.D., Posthumus, R. & van de Plas-ske, E.J. (1997): Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for pesticides. Annex to report no. 601501 002. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven, the Netherlands.

Larsen, S.E. (1999). Analyse af udviklingstendenser i 25 vandløb med udløb i Limfjorden. Arbejdsrapport fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Vandløbsøkologi.

Ludvigsen, G.H. & Lode, O. (2001a): Jordmonnovervåking i Norge. Pesticider 1999. Jordforsk rapport nr. 22/01. Landbruksdepartementet, Statens Forurensningstilsyn.

Miljøstyrelsen (1998): Biologisk vandløbskvalitet. Vejledning nr. 5/1998. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet. 39 pp.

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

Wiberg-Larsen, P., Petersen, S., Rugaard, T. & Geertz-Hansen, P. 1994. Bedre vandløbspleje giver flere fisk. Vand & Jord 1: 263-265.

Danmarks Miljøundersøgelser

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

Henvendelser kan rettes til:

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

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

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø
Projektchef for kvalitets- og analyseområdet*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Overvågningssektionen
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi
Afd. for Marin Økologi
Projektchef for det akvatiske område*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi*

Publikationer:

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

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2001

- Nr. 383: Pesticider 2 i overfladevand. Metodaoprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 45 s. + Annex 1, 75,00 kr.
- Nr. 384: Natural Resources in the Nanortalik Area. An Interview Study on Fishing, Hunting and Tourism in the Area around the Nalunaq Gold Project. By Glahder, C.M. 81 pp., 125,00 kr.
- Nr. 385: Natur og Miljø 2001. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. 368 s., 200,00 kr.
- Nr. 386: Pesticider 3 i overfladevand. Metodeoprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 94 s., 75,00 kr.
- Nr. 387: Improving Fuel Statistics for Danish Aviation. By Winther, M. 56 pp., 75,00 DKK.

2002

- Nr. 388: Microorganisms as Indicators of Soil Health. By Nielsen, M.N. & Winding, A. 82 pp., 90,00 DKK.
- Nr. 389: Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ? Af Aude, E. et al. 47 s. (elektronisk)
- Nr. 390: Metoder til at vurdere referencetilstanden i kystvande – eksempel fra Randers Fjord. Vandrammedirektiv-projekt. Fase II. Af Nielsen, K. et al. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 391: Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Af Lisbjerg, D. et al. 54 s. (elektronisk)
- Nr. 392: Næringssaltbegrænsning af makroalger i danske kystområder. Et samarbejdsprojekt mellem Ringkøbing Amt, Nordjyllands Amt, Viborg Amt, Århus Amt, Ribe Amt, Sønderjyllands Amt, Fyns Amt, Roskilde Universitetscenter og Danmarks Miljøundersøgelser. Af Krause-Jensen, D. et al. 112 s. (elektronisk)
- Nr. 393: Vildtudbyttet i Danmark i jagtsæsonen 2000/2001. Af Asferg, T. 34 s., 40,00 kr.
- Nr. 394: Søerne i De Østlige Vejler. Af Jeppesen, E. et al. 90 s., 100,00 kr.
- Nr. 395: Menneskelig færdsels effekt på rastende vandfugle i saltvandssøen. Af Laursen, K. & Rasmussen, L.M. 36 s., 50,00 kr.
- Nr. 396: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1999-2000. Af Møller, P. et al. 53 s. (elektronisk).
- Nr. 397: Effekt af lystfiskeri på overvintrende troldeænder i Store Kattinge Sø. Af Madsen, J. 23 s. (elektronisk)
- Nr. 398: Danske duehøges populationsøkologi og forvandling. Af Drachmann, J. & Nielsen, J.T. 51 s., 75,00 kr.
- Nr. 399: NEXT 1998-2003, Pesticider 1 i drikkevand. Samlet rapport over 3 præstationsprøvningsrunder. Af Nyeland, B. & Kvamm, B.L. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 400: Population Structure of West Greenland Narwhals. A Multidisciplinary Approach. By Riget, F. et al. 53 pp. (electronic)
- Nr. 401: Dansk tilpasning til et ændret klima. Af Fenger, J. & Frich, P. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 402: Persistent Organic Pollutants in Soil, Sludge and Sediment. A Multianalytical Field Study of Selected Organic Chlorinated and Brominated Compounds. By Vikelsøe et al. 96 pp. (electronic)
- Nr. 403: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2001/02 i Danmark. Wing Survey from the 2001/02 hunting season in Denmark. Af Clausager, I. 62 s., 50,00 kr.
- Nr. 404: Analytical Chemical Control of Phthalates in Toys. Analytical Chemical Control of Chemical Substances and Products. By Rastogi, S.C., Jensen, G.H. & Worsøe, I.M. 25 pp. (electronic)
- Nr. 405: Indikatorer for Bæredygtig Transport – oplæg til indhold og strategi. Af Gudmundsen, H. 112 s., 100,00 kr.
- Nr. 408: Blykontaminering af havfugle i Grønland fra jagt med blyhagl. Af Johansen, P., Asmund, G. & Riget, F. 31 s. (elektronisk)
- Nr. 409: The State of the Environment in Denmark 2001. Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. (eds). 368 pp., 200,00 DKK.
- Nr. 411: Satellite Tracking of Humpback Whales in West Greenland. Dietz, R. et al. 38 pp. (electronic)
- Nr. 412: Control of Pesticides 2001. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T. Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 28 pp. (electronic)
- Nr. 413: Vegetation i farvandet omkring Fyn 2001. Af Rasmussen, M.B. 138 s. (elektronisk)
- Nr. 418: Atmosfærisk deposition 2001. NOVA 2003. Af Ellermann, T. (elektronisk)
- Nr. 419: Marine områder 2001 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. (red.) (elektronisk)
- Nr. 420: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Af Grant, R. (elektronisk)
- Nr. 421: Søer 2001. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. (elektronisk)
- Nr. 422: Vandløb og kilder 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 423: Vandmiljø 2002. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 56 s., 100,00 kr.

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-704-5
ISSN 1600-0048