



# Vandmiljø

*biologisk tilstand*

Martin Søndergaard  
Jens Skriver  
Peter Henriksen

Hovedland



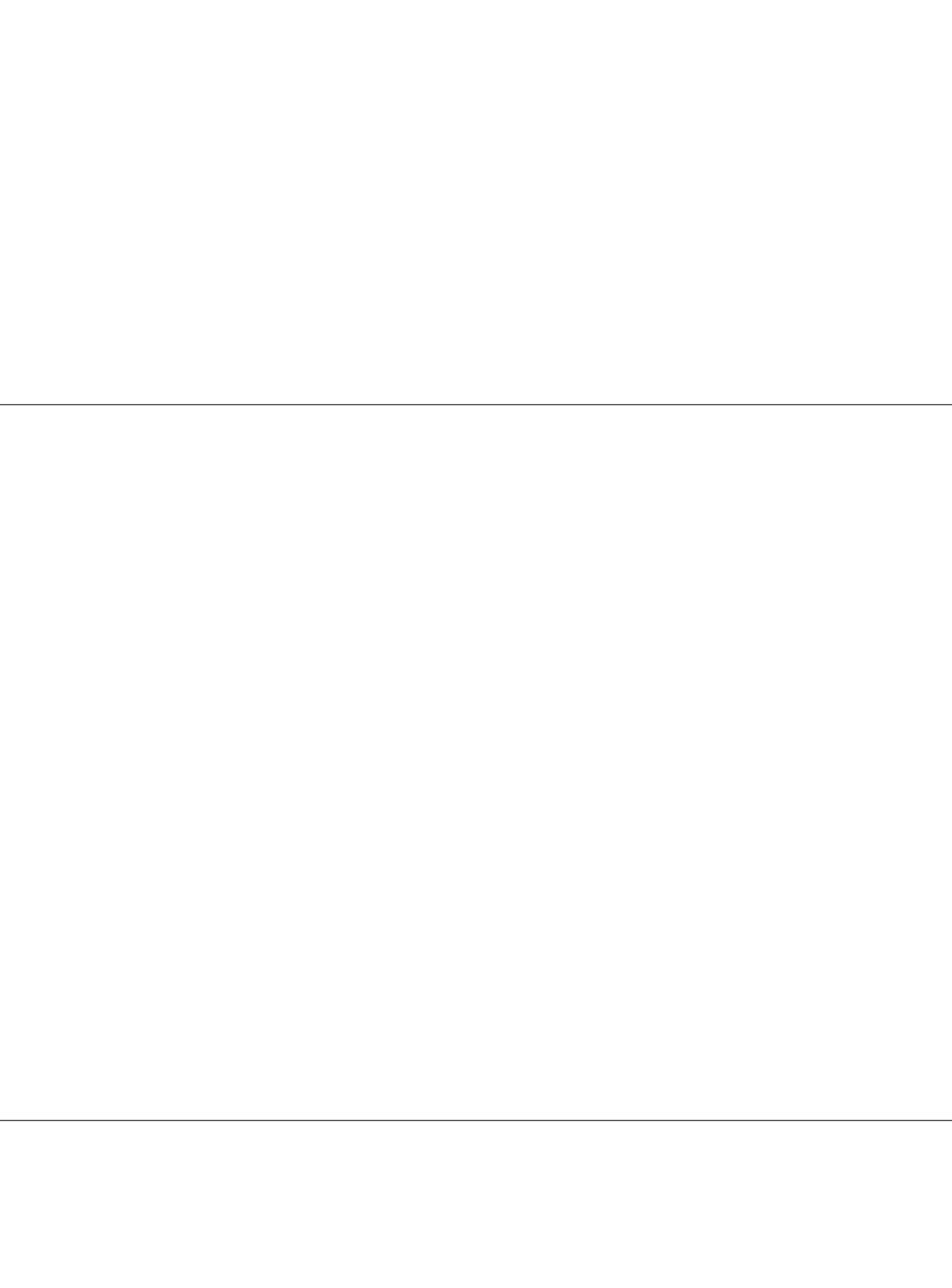
## Redaktører

***Martin Søndergaard*** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi. Uddannet biolog og arbejder med næringsalte og samspillet med biologiske forhold i søer.

***Jens Skriver*** er biolog ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi. Han arbejder med vandløb – især med smådyrene.

***Peter Henriksen*** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Marin Økologi. Er uddannet biolog og arbejder med planteplankton med hovedinteresse for giftige blågrønalger.





## Vandmiljø

– biologisk tilstand

**Redigeret af:**

**Martin Søndergaard**

**Jens Skriver**

**Peter Henriksen**

**Med bidrag af:**

Annette Baattrup-Pedersen

Lone Liboriussen

Torben L. Lauridsen

Stiig S. Markager

Dorte Krause-Jensen

Alf B. Josefson

Jørgen L. S. Hansen

Torkel Gissel Nielsen

Peter Bundgaard

Jan Grandahl

Jan Nielsen

Henrik Skovgaard

Lisbet Elbæk Pedersen

Søren Hedal

Nanna Rask

Jens Sund Laursen

Elsebeth Glob



## Vandmiljø – biologisk tilstand

Redigeret af Martin Søndergaard, Jens Skriver og Peter Henriksen

Med bidrag af Annette Baattrup-Pedersen, Lone Liboriussen, Torben L. Lauridsen, Stiig S. Markager, Dorte Krause-Jensen, Alf B. Josefson, Jørgen L. S. Hansen, Torkel Gissel Nielsen, Peter Bundgaard, Jan Grandahl, Jan Nielsen, Henrik Skovgaard, Lisbet Elbæk Pedersen, Søren Hedal, Nanna Rask, Jens Sund Laursen, Elsebeth Glob

© 2006 Danmarks Miljøundersøgelser, forfatterne  
og Forlaget Hovedland

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanker eller på anden måde, uden forlagets skriftlige tilladelse. Enhver kopiering fra denne bog må kun ske efter reglerne i lov om ophavsret af 12. marts 2003 med evt. senere ændringer. Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen

Illustrationer og montage: Tinna Christensen og Kathe Møgelvang,  
Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.

Omslag: Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.

Omslagsfotos: Stilling – Solbjerg Sø, DMU.

Tryk: Arco Grafisk A/S, Skive

Indbinding: Jysk Bogbind, Holstebro

Denne bog er trykt på 130 g Cyclus Print  
Overskydende papir og pap er genbrugt.

ISBN 10 87-7739-887-4

ISBN 13 978-87-7739-887-2

1. udgave, 1. oplag 2006



Forlaget Hovedland  
[www.hovedland.dk](http://www.hovedland.dk)  
E-mail: [mail@hovedland.dk](mailto:mail@hovedland.dk)

**Forord 7**



**Overvågning af det danske vandmiljø 9**



**Vandløb 15**



**Søer 39**



**Havet 67**



**Perspektivering og fremtidig tilstand 89**

**Litteratur 98**

**Ordliste 101**

**Stikordsregister 103**





## Forord

Denne bog sammenfatter de biologiske forholds tilstand og udvikling i vandløb, søer og havområder herhjemme – primært i tiden efter 1989. Sammenfatningen er baseret på det nationale overvågningsprogram NOVA.

Bogen kan ses som en parallel til "Vandmiljøindsatsen" (MiljøBiblioteket 9), der mest beskriver de vandkemiske forhold. Den er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med amterne, der har stået for en række beskrivelser af mere specifikke emner.





# ***Overvågning af det danske vandmiljø***

Tilstanden i det danske vandmiljø blev forværret gennem den sidste halvdel af 1900-tallet. Årsagen var øget menneskelig påvirkning, og det førte i 1987 til den første nationale vandmiljøplan, hvor formålet var at mindske belastningen med fosfor og kvælstof. For at følge op på denne plan blev der iværksat et nationalt overvågningsprogram i bl.a. de danske vandløb, søer og havområder.

Foto: Ole Malling.

Figur 1-1

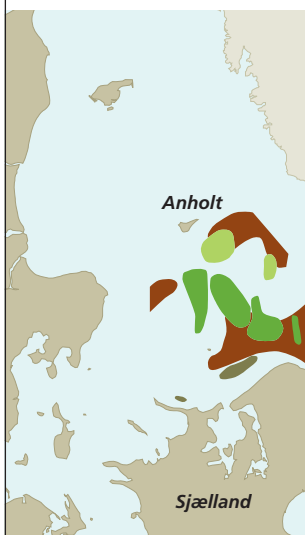
Store mængder af blågrønalger kan ligge som et malingagtigt lag i vandoverfladen (vandblomst).

Foto: Martin Søndergaard.



Figur 1-2

Områder nord for Sjælland, hvor der i 1986 blev registreret lavt iltindhold og fanget slappe eller døde hummere.



- Lave iltværdier iflg. Miljøstyrelsen
- Fangst i garn af døde fisk
- Fangst af døde hummere
- Fangst af slappe hummere

## Indledning

Vandmiljøets ve og vel i Danmark fik for alvor den brede befolknings opmærksomhed i løbet af 1970'erne og 1980'erne. Her blev det efterhånden klart, at menneskelige aktiviteter påvirkede vandmiljøets kvalitet i en negativ retning.

I *vandløbene* så man fx markante ændringer af dyrelivet som følge af organisk stof fra mere eller mindre urensset spildevand. Dyrelivet kunne være kraftigt ændret på en vis strækning neden for spildevandsudledninger, hvor kun bakteriemåtter (lammehaler) og de mest tolerante arter kunne overleve.

I *søerne* førte en øget næringsstofftilførsel til mere uklart vand og færre eller ingen undervandsplanter. Risikoen for masseforekomster af blågrønalger (vandblomst), der nogle gange ligefrem var giftige, blev øget, og i visse søer sås fiskedød (figur 1-2).

I *havområderne* blev iltsvindsproblemer med udvikling af "liglagen" og "bundvendinger" mere og mere hyppige som følge af den øgede produktion og bundfældning af alger (figur 1-3). Til tider opstod der store, "døde" havområder, bl.a. det berømte og meget omtalte område nord for Sjælland i 1986, hvor man fandt døde jomfruhummere. Denne begivenhed blev central for de følgende års politik på vandmiljøområdet.

Den åbenlyse forringelse af vandkvaliteten førte ikke alene til almindelig bekymring, men gav også anledning til en øget indsats over for forureningen, både regionalt og nationalt. Endelig øgede man tilsynsindsatsen for at kunne følge udviklingen. Før 1970 var der kun gennemført enkelte undersøgelser, typisk foretaget i universitetsregi, men derefter steg antallet af undersøgte lokaliteter markant – først og fremmest takket være amternes tilsynsprogrammer. Eksempelvis steg antallet af årligt undersøgte søer fra omkring 10 til 100 i løbet af 1970'erne og til omkring 200 efter 1990. Det betød markant bedre muligheder for at vurdere de mere generelle udviklingstendenser. Men forløbet gør det samtidig indlysende, at mulighederne for at vurdere udviklingen mere end 20-30 år tilbage i tiden er begrænsede.

**Figur 1-3**

**Det såkaldte "liglagen" bestående af hvide svovlbakterier, der udvikles ved iltfrit miljø på havbunden.**

Foto: Peter Bondo Christensen.



Tabel 1-1

Oversigt over NOVA-undersøgelserprogrammets biologiske del i vandløb, søer og havområder 1989-2003. Vandkemiske forhold er beskrevet i MiljøBiblioteket nr. 9.

	Totalt antal lokaliteter	Antal årlige prøver	Biologiske undersøgelser
<b>Vandløb</b>	222-1053	1	Bunddyr
	80	Hvert 2. år	Fisk (vandløb mindre end 2-3 m brede)
	80	Hvert 2. år	Planter (vandløb mindre end 2-3 m brede)
<b>Søer</b>	31-37	19	Planktonalger
		19	Dyreplankton
		Hvert 5. år	Fisk
		1 (14 søer)	Bundplanter
<b>Havområder</b>	18	3-26	Planktonalger
	130	2-47	Klorofyl a
	145	1	Bunddyr (1-50 prøver pr. lokalitet)
	37	1	Ålegræs (2-14 transekter pr. lokalitet)

Figur 1-4

De tre "vandtyper", der foretages biologisk overvågning af: vandløb, søer og havområder.

Foto, øverst: Jens Skriver.

Foto, nederst: Martin Søndergaard.

Foto, til højre: Jesper Ludvigsen.



## Vandmiljøplaner

I 1987 blev den første Vandmiljøplan (VMP I) vedtaget af Folketinget. Formålet var at reducere udledningen af kvælstof med 50 % og af fosfor med 80 %. I 1998 fulgte VMP II med strammere regler for bl.a. efterafgrøder og fokus på etablering af vådområder for at øge fjernelsen af kvælstof. Senest, i 2004, blev så VMP III, hvor fokus var rettet imod reduktion af fosfor- og kvælstoftilførslerne fra landbruget, vedtaget.

For at følge vandmiljøplanernes virkninger er der siden 1989 gennemført "Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet" (NOVA) omfattende grundvand, vandløb, søer og havområder (figur 1-4 og 1-5). Overvågningsprogrammet, der løbende er blevet justeret, dækker en række af de centrale biologiske og vandkemiske forhold (tabel 1-1). Overvågningsprogrammet blev revideret fra 2004 og fik herefter navnet "Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur", NOVANA. Det nye program kom til at omfatte flere lokaliteter, flere naturtyper og fik større fokus på artsforekomst for bl.a. at kunne leve op til kravene i EU's vandrammedirektiv og habitatdirektiv.

Antallet af prøver varierer fra programdel til programdel mellem 1-2 pr. måned og årlige eller 5-årige (tabel 1-1). Overvågningen foretages efter standardiserede principper og varetages hovedsageligt af amterne, som også har stået for udarbejdelsen af regionale rapporter over tilstand og udvikling. Danmarks Miljøundersøgelser har stået for de nationale og overordnede vurderinger, der er blevet præsenteret i årlige rapporter.

I denne bog har vi samlet resultaterne af 15 års biologiske undersøgelser i de danske vandløb, søer og havområder. Præsentationen er først og fremmest baseret på NOVA-programmet, men vi har suppleret med oplysninger fra regionale undersøgelser. Vi har lagt vægt på at beskrive de forskellige biologiske elementers økologiske rolle og på at vurdere, hvordan udviklingen har været siden 1989.

Formålet med bogen er ikke at give en komplet beskrivelse af alle de undersøgte elementer, men at præsentere de overordnede linjer krydret med enkelte, mere detaljerede beskrivelser af udvalgte emner. For en mere dybtgående beskrivelse henvises der til de årlige rapporter (<http://www.dmu.dk/Overvågning/>).



Figur 1-5

Store Blåkilde i Himmerland, der dannes af udstrømmende grundvand. Grundvand undersøges også i NOVANA-programmet, men der foretages ikke biologiske undersøgelser i det.

Foto: Jens M. Andersen.





# Vandløb

Omkring 98 % af de danske vandløb er i tidens løb blevet reguleret eller udrettet for at sikre en hurtig afledning af vand. Derudover har den største påvirkning været den organiske forurening. Forbedret rensning af spildevand og fjernelse af mange spærringer har de sidste 20-30 år forbedret vilkårene for smådyr og ørred i mange vandløb. I dag opfylder ca. 50 % af vandløbene deres nuværende målsætninger.

Foto: Jens Skriver.

## Danske vandløb gennem tiden

### Naturgivne forhold

Danske vandløb er fra naturens hånd arts- og individrige sammenlignet med vandløb fra Europas bjergegne. Denne rigdom er betinget af et relativt højt, naturligt næringsindhold i vandet, især i de dele af landet, der er præget af morænejorder.

I moræneområderne i landets østlige dele er en række vandløbsstrækninger præget af såkaldt eroderende forhold. Dvs. at der med vandet fjernes mere materiale fra bunden og brinkerne, end der aflejres, fordi vandløbets fald har en vis størrelse. Det ses bl.a. på, at der er grus og sten på vandløbsbunden. I modsætning hertil er vandløbene i det vestlige Jylland, hvor terrænet generelt giver vandløbene mindre fald, præget af sedimenterende forhold, og bunden er især domineret af sand.

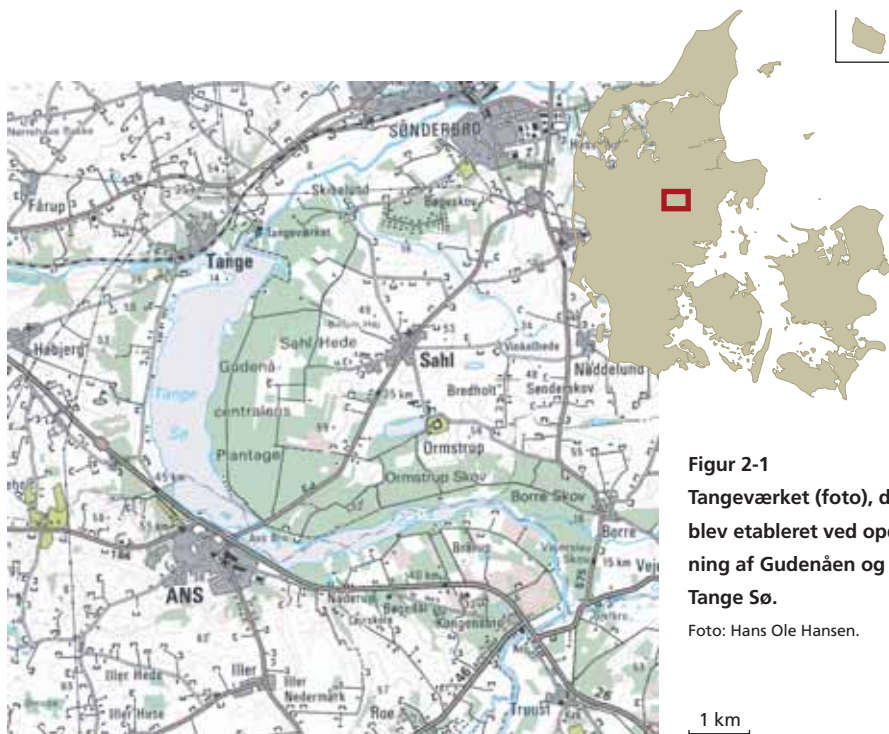
Mennesket har mange steder ændret de naturgivne forhold, og vore dages vandløb adskiller sig derfor væsentligt, både fysisk og biologisk, fra det naturgivne. Dette vil blive nærmere beskrevet i de følgende afsnit.

### Ændringer i vandløbenes fysiske forhold

Danske vandløb har kun få naturlige spærringer på grund af det lave fald. Vandrefisk som fx havørred og ål har derfor kunnet vandre op til selv de mindste vandløb. Den begyndende industrielle udvikling i Danmark betød dog, at der gradvist blev introduceret forskellige slags spærringer i vandløbene.

Det drejer sig bl.a. om vandmøller. De første blev opført i 1100-tallet, og i midten af 1950'erne var der ca. 3000 vandmøller ved vores åer og bække. Ud over vandmøllerne har der været en del anlæg, der har produceret elektricitet i både små og større vandløb, og endelig har der gennem århundreder været etableret ålekister, fiskegårde mv. Alle disse anlæg har fungeret som spærringer for fiskene.

De mange spærringer har gradvist reduceret og elimineret en lang række fiskebestande i de danske vandløb. Den opstemning, som i dag har størst miljømæssig betydning, er Tangeværkets opstemning. Den har vanskeliggjort fiskepassage og har ændret 10 km af Gudenåen fra et område med stærkt fald til et reservoir med stillestående vand (figur 2-1).



**Figur 2-1**  
Tangeværet (foto), der i 1920 blev etableret ved opdæmning af Gudenåen og dannede Tange Sø.

Foto: Hans Ole Hansen.

Landbrugsdriftens intensivering med deraf følgende regulering og kanalisering af mange vandløb er utvivlsomt det, der i størst omfang har påvirket vandløbenes fysiske tilstand i negativ retning. Ådalene er blevet drænet og opdyrket, hvorved naturområder er blevet ændret til landbrugsjorder. Krav om dyrkningssikkerhed og hurtig afledning af vand har betydet, at ca. 98 % af vore vandløbsstrækninger gennem tiden er blevet reguleret og udrettet. Opgravning af bundmateriale fra vandløbene samt årlige grødeskæringer i hovedparten af vore vandløb har ligeledes skullet sikre hurtig bortledning af vand fra markerne. Alle disse indgreb har ændret vandløbenes og ådalenes fysiske tilstand.

#### **Forbedring af vandløbenes fysiske forhold**

Forbedring af vandløbenes fysiske forhold kan ske på to, principielt forskellige måder: 1) ophør af vedligeholdelse eller indførelse af mere skånsom vedligeholdelse (primært reduceret grødeskæring), og 2) egentlige restaureringer med henblik på at opnå mere naturlignende forhold.



Restaureringer er væsentligt dyrere at udføre end omlægning eller ophør af grødeskæring.

Ændring af den tidligere praksis for vandløbsvedligeholdelse er nu sket i de fleste amtsvandløb og kommunale vandløb ved indførelse af mindre hyppig og mindre omfattende grødeskæring – især i vandløb med skærpede eller generelle målsætninger. I amtsvandløbene var denne omlægning foretaget allerede omkring 1990, mens den i de kommunale vandløb er sket noget senere og med stor forskel fra kommune til kommune. For både amtsvandløb og kommunale vandløb gælder dog, at grødeskæringen kun er helt ophørt i ganske få tilfælde.

Restaurering af vandløb med henblik på at forbedre den fysiske tilstand er gennem årene blevet udført i form af et meget stort antal mindre projekter, som især har omfattet udlægning af gydegrus, gensnoning af kortere strækninger og forbedring af passagemuligheder ved anlæggelse

**Figur 2-2**

**Stryget i Silkeborg er etableret ved at gennembryde afspærringen over Gudenåen. Tidligere var der et fald på ca. 2 meter.**

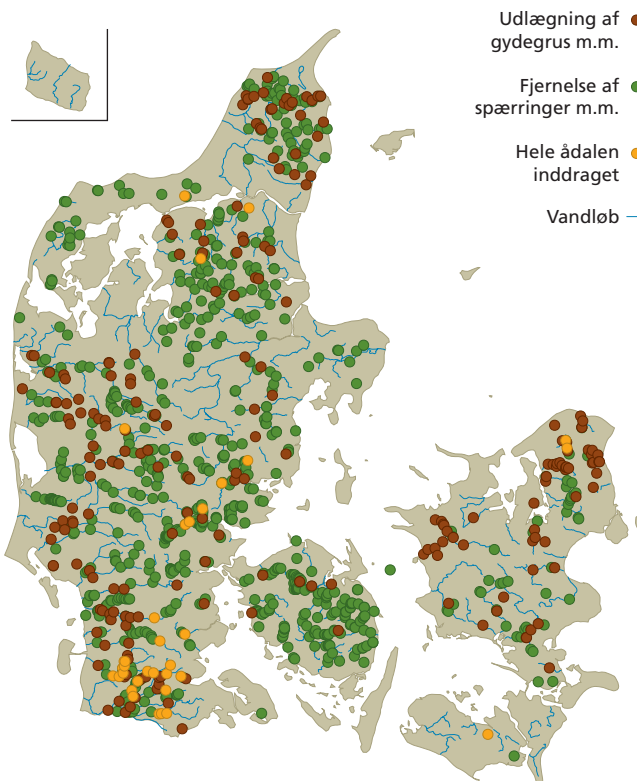
Foto: Martin Søndergaard.



af stryg ved tidligere spærringer (figur 2-2). Et begrænset antal store og omfattende restaureringsprojekter har haft form af lange, sammenhængende gensnoninger af vandløb inklusive hele eller store dele af ådalen.

Før 1998 var der udført mere end 1.000 restaureringsprojekter (figur 2-3). I årene efter er der ligeledes udført mange projekter. Det samlede resultat af alle disse projekter har været, at i hundredvis af spærringer er blevet fjernet, og at der er etableret mange nye gydeområder for ørred. Alt i alt har ørreden derfor haft fremgang i de danske vandløb (se side 31).

De store og dyre projekter har samlet set kun omfattet en lille del af de strækninger, der er blevet restaureret i Danmark. Men de største projekter i Brede Å (1991-1998) og Skjern Å (1999-2002) med henholdsvis 26 og 31 km gensnoning af vandløb er dog så store, at de for alvor har sat Danmark på verdenskortet i en restaureringsmæssig sammenhæng.



Figur 2-3

Vandløbsrestaureringer i Danmark inddelt i tre typer. Røde punkter angiver projekter, der lokalt forbedrer levesteder i vandløbet, fx gennem udlægning af gydegrus eller gensnoning af kortere strækninger. Grønne punkter angiver projekter, der genskaber vandløbenes kontinuitet gennem fjernelse af spærringer eller etablering af passagemulighed (omløbsstryg eller fisketrappe). Orange punkter angiver større sammenhængende projekter, der både inddrager vandløbet og ådalen. Kun 34 ud af de mere end 1.000 projekter var af sidstnævnte type. Skjern Å-projektet blev gennemført i 1999-2002 og er ikke medtaget i figuren.

Fra Hansen & Baatrup-Pedersen (2000).

Ud over at forbedre forholdene for smådyr og fisk i selve vandløbet øger de store projekter, som omfatter hele eller dele af ådalen, også områdernes generelle æstetiske værdi. Inddragelsen af ådalen og tidligere drænedede landbrudsarealer skaber nye, fugtige naturarealer, hvorved bl.a. fuglelivet og plantelivet bliver langt rigere.

Derudover skabes der mulighed for, at vandløbene i højere grad end tidligere kan oversvømme ådalene med deraf følgende mulighed for aflejring af sand og næringsstoffer på de tilgrænsende arealer (figur 2-4). De fleste restaureringer (dvs. de mindre) har dog normalt ikke givet mulighed for, at vandløb igen har kunnet finde deres naturlige forløb gennem ådalen.

#### Ændringer i vandløbenes vandkvalitet

Forurenede vand er igennem mange år blevet ledt ud i vandløbene fra mange forskellige kilder. Fx blev byernes spildevand gennem kloaksystemerne ledt til vandløb og søer, og det er først i sidste halvdel af 1900-tallet blevet rensat effektivt. Siden midten af 1980'erne har forbedret spildevandsrensning betydet, at udledningerne af organisk stof, kvælstof og fosfor fra renseanlæg er faldet med henholdsvis 93%, 80% og 96%.

Mange industrier, fx mejerier, slagterier og kartoffelmelsfabrikker, ledte førhen spildevand direkte ud i vandløb uden – eller kun med ringe rensning. Dette gav naturligvis lokalt anledning til kraftig forurening med organisk stof og i mange tilfælde til stærkt uæstetiske forhold. Ulovlige udledninger af møddingsvand, ajle og ensilagesaft har også bidraget betydeligt til vandløbenes forurening frem til slutningen af 1980'erne.

Som følge af udledningernes oftest meget høje indhold af organisk stof har virkningen i vandløbene i mange tilfælde været meget markant og ofte ganske synlig, fordi bakterietæpper – de såkaldte "lammehaler" – udviklede sig.

Blandt andre betydende påvirkninger kan nævnes dambrugene ved de jyske vandløb, hvor der i 1960'erne var ca. 600 anlæg i drift. Mængden af udledt organisk stof, kvælstof og fosfor er dog siden 1989 faldet til under halvdelen som følge af efterlevelse af reglerne for ferskvandsdambrug. Også spildevand fra spredt bebyggelse i det åbne land bidrager væsentligt til forureningen af mindre

**Figur 2-4**  
Oversvømmelser af arealer tæt ved vandløb øger "tilbageholdelsen" af næringsstoffer.

Foto: Hans Ole Hansen.

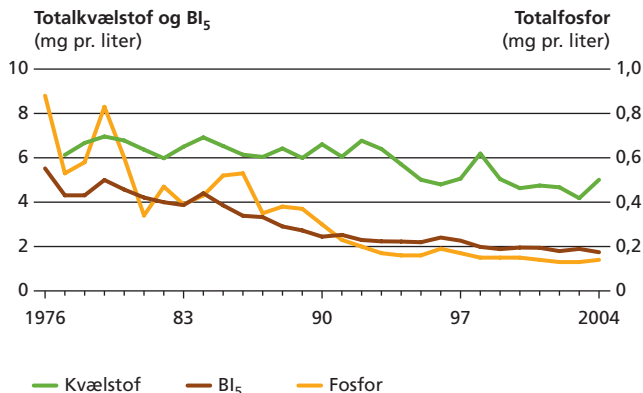


vandløb. Ifølge amternes regionplaner skal spildevandsforholdene fremover forbedres på ca. 89.000 ejendomme (spredt bebyggelse + landsbyer), svarende til  $\frac{2}{3}$  af alle ejendomme med direkte udledning og utilstrækkelig rensning. Hovedparten af indsatsen forventes at være gennemført inden 2010, men den vil først være tilendebragt for alle ejendomme i 2020.

Endelig er der gennem de senere år kommet mere fokus på udledning af pesticider og miljøfremmede stoffer. Disse stoffer forekommer typisk i meget lave koncentrationer, men en del af dem har skadelige virkninger allerede ved koncentrationer omkring eller under deres påvisningsgrænse (detektionsgrænse). På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at sætte tal på deres generelle betydning i vandmiljøet, men det må konstateres, at visse stoffer fra tid til anden måles i så store koncentrationer, at de formodentlig har en skadelig virkning.

#### Forbedring af vandløbenes vandkvalitet

Vandets gennemsnitlige indhold af kvælstof, fosfor og organisk stof er faldet de sidste årtier (figur 2-5). Det mindste fald er forekommet i kvælstofindholdet, der siden starten af 1990'erne er faldet med ca. 2 mg pr. liter ned til 4-5 mg pr. liter. Årsagen til det beskedne fald i indholdet af fosfor og organisk stof er, at hovedparten af vandløbenes kvælstof stammer fra udvaskning af nitrat fra landbrugsjord. Kvælstofindholdet reduceres derfor kun marginalt



Figur 2-5

Udviklingen i vandkvaliteten i danske vandløb vist som indhold af kvælstof (gennemsnit af 181 vandløb) og fosfor (gennemsnit af 147 vandløb) for perioden 1976-2004. Indholdet af organisk stof (BI<sub>5</sub>) er angivet fra ca. 40 udvalgte vandløb. Heraf er hovedparten beliggende i Fyns og Århus amter, idet data i perioden før 1989 stort set kun var tilgængelige herfra.

**Figur 2-6**

Almindelige vandplanter i vandløb, øverst: vandranunkel og nederst: pindsvineknap. Begge arter kan tåle at blive skåret i modsætning til mange andre arter.

Foto, øverst: Jens Skriver.

Foto, nederst: Ole Vestergaard.



som følge af forbedret rensning på spildevandsanlæg eller forbedringer i driften af dambrug samt ophør af ulovlige landbrugsudledninger.

Fosforindholdet er faldet markant i perioden siden 1970'erne fra omkring 0,9 mg pr. liter til ca. 0,15 mg pr. liter i 2004. Denne reduktion er opnået ved mindsket udledning fra rensenanlæg og fandt primært sted i 1970'erne og 1980'erne. Også stop for ulovlige udledninger og dambruggenes forbedrede drift som følge af opfyldelse af kravene i dambrugsbekendtgørelsen har dog bidraget.

Mængden af organisk stof begyndte allerede at falde i 1970'erne, så selv om den fortsatte med at falde i forbindelse med vandmiljøplanen, har dette sidste fald ikke været så markant. Det tidlige fald skyldes især, at rensenanlæggene i begyndelsen satsede på organisk stof, og det faktum, at mange ulovlige udledninger fra husdyr og ensilage var bragt til ophør i årene forud for vandmiljøplanen.

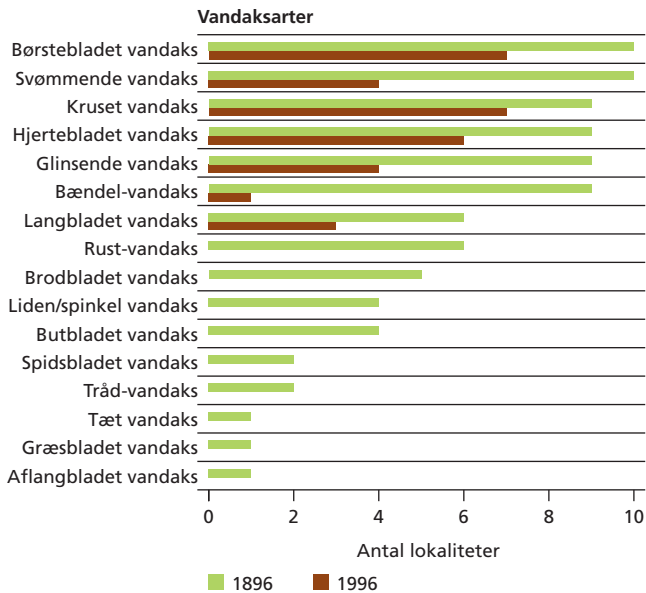
Indholdet af organisk stof er nu generelt så lavt i danske vandløb, at dette ikke er til hinder for at målsætningen kan opfyldes. I de små vandløb er tilstanden ikke helt så god. Her kan målsætningerne mange steder opfyldes ved alene at reducere spildevandsudledningerne fra spredt bebyggelse. Andre steder kræves der en forbedring af de fysiske forhold for at få målsætningen opfyldt.

### Vandløbenes planter

Vandløbene og de tilgrænsende arealer huser en meget stor mangfoldighed af plantearter (figur 2-6). Disse arter omfatter både egentlige vandplanter, arter knyttet til overgangszonen mellem vand og land (amfibiske planter) og et stort antal egentlige landplanter. Blandt de sidstnævnte tåler en del periodisk oversvømmelse. Overvågningen af 80 mindre vandløb og arealerne langs dem illustrerer denne mangfoldighed. I undersøgelserne i 2000 blev der fundet i alt ca. 300 arter/slægter af planter, hvoraf 138 blev registreret i selve vandløbet.

Ud over at bidrage til den biologiske mangfoldighed er vandplanterne også på flere områder vigtige for vandløbets struktur og funktion. Vandplanterne udgør nemlig både enkeltvis og som større bevoksninger en særlig habitattype, og skaber levested og skjul for både smådyr og fisk. Derudover er vandplanterne enten direkte eller indi-





Figur 2-7

Forekomsten af arter af vandaks fra 13 vandløbslokaliteter, som er undersøgt i henholdsvis 1896 og 1996. De udvalgte lokaliteter er repræsentative for den generelle tendens i danske vandløb.

Fra Riis og Sand-Jensen (2001).

rette en vigtig fødekilde for en stor del af smådyrene. Vandplanterne har derfor stor betydning for artsrigdom og individantal blandt smådyr og fisk.

Vandplanterne fungerer endvidere som et strukturerende element. De såkaldte grødeøer og strømrender, planterne danner, øger vandløbsbundens variation: Inde i bevoksningen (øerne) bremses vandstrømmen og der aflejres materiale, mellem øerne øger strømmen tilsvarende, og her eroderes der i bunden, som bliver en egentlig grusbund.

I en meget stor del af vandløbene foretages der imidlertid tilbagevendende bortskæring af grøden, således at plantesamfundene næsten altid er i en tilstand af ubalance. Plantesamfundene har hidtil kun i begrænset omfang været inddraget i vandløbsovervågningen, og det er vanskeligt at vurdere, om der har været nogen udvikling på det seneste.

Vi har dog andre informationer om plantesamfundene i danske vandløb, og nogle af dem går ca. hundrede år tilbage i tiden (figur 2-7). Selv om registreringerne dengang blev foretaget med andre metoder end i dag, er det tydeligt, at der er sket ændringer af vandplantesamfundenes artssammensætning. En sammenligning af nyere og ældre opgørelser viser, at en række vandplanter, som tidligere

var almindeligt forekommende, er gået voldsomt tilbage, og at mange arter nu kun træffes få steder i Danmark. Det er især langsomt voksende vandaksarter, som er gået meget tilbage.

### Grødeskæring

I de fleste danske vandløb skæres planterne (grøden) 1-2 gange årligt med henblik på at sikre vandafledningen og dermed dyrkningssikkerheden på arealerne langs vandløbene. Tidligere blev grøden skåret i hele vandløbets bredde, og ofte blev også planterne på brinken skåret væk. Denne praksis er nu afløst af en mindre omfattende skæring, hvor der fritlægges en strømrønde med det formål at tilgodese såvel vandafledningen som de biologiske forhold. En del af grøden skæres slet ikke bort, men efterlades i vandløbets sider eller sjældnere som grødeøer ude i selve vandløbet (figur 2-8).

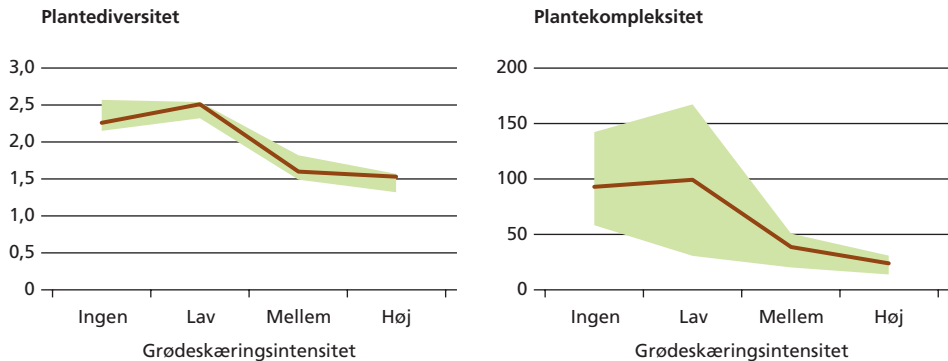
Regelmæssig grødeskæring har en lang række konsekvenser for de biologiske samfund. Umiddelbart forsvinder mange smådyrs og fiskearters levested. Men hyppig grødeskæring påvirker også plantesamfundene. Artsdiversiteten falder, og blot 1-2 arter kan komme til at dominere lange strækninger. Det sidste afspejles i en lav plantekompleksitet (figur 2-9).

**Figur 2-8**

**En tæt bevoksning af vandrankele beskæres med le.**

Foto: Bjarne Moeslund.





Figur 2-9

**Plantelivets mangfoldighed (diversitet) og kompleksitet i forhold til grødeskæringsintensitet i vandløbene.** På figuren ses gennemsnitsværdierne (linjer). Skyggen omkring linjerne viser, hvor 98 % af data befinder sig. Lave værdier af både diversitet og kompleksitet er udtryk for ensartede, unaturlige forhold. Lav grødeskæringsintensitet er én skæring i strømrønden årligt, mellemintensitet er to skæringer i strømrønden årligt, og høj grødeskæringsintensitet er tre skæringer i strømrønden årligt eller to skæringer i hele vandløbets bredde årligt.

Visse arter tåler skæring, idet de gennem hurtig vækst kan kompensere for indgrebet. Det gælder bl.a. for arter som pindsvineknop, vandranunkel, vandstjerne og vandpest. Det er sådanne arter, der helt kan komme til at dominere plantesamfundet. I en del tilfælde sker det i en sådan grad, at blot én af disse arter, fx pindsvineknop, danner en egentlig monokultur. De langsomtvoksende arter tåler ikke hyppig grødeskæring og elimineres derfor typisk fra vandløbet. Det gælder især en del arter af vandaks og arter som gul åkande og pilblad. Vejen til uforstyrrede plantesamfund går derfor gennem mindre hyppige grødeskæringer.

### Vandløbenes smådyr

Siden 1994 har man indsamlet og undersøgt smådyrene på en række vandløbsstationer. Sammensætningen af smådyr omsættes til en indekssværdi, den såkaldte DVFI (Dansk Vandløbs Fauna Indeks), der udtrykkes på en skala mellem 1 og 7 (boks 2-1). Værdien kan derved anvendes som en indikator for vandløbets miljøtilstand: En upåvirket smådyrsfauna svarer til indekssværdien 7, mens en stærkt påvirket smådyrsfauna svarer til indekssværdien 1.

Tilstanden i danske vandløb er generelt af moderat kvalitet, idet faunaklasse 4 er den hyppigst forekommende og findes i omkring 40% af både store og små vandløb. I sådanne vandløb dominerer tolerante arter, og der forekommer kun en sparsom rentvandsfauna. Der er kun få vandløb med meget dårlig kvalitet, men der er en klar tendens til, at større vandløb (mere end 5 m's bredde) generelt har en bedre tilstand end mindre vandløb (figur 2-10).

## Boks 2-1

**Dansk Vandløbs Fauna Indeks**

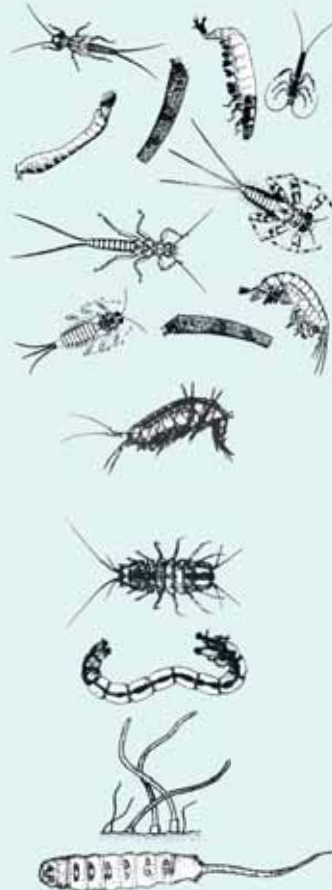
Dansk Vandløbs Fauna Indeks (DVFI) er et indeks, der beskriver vandløbets kvalitet på baggrund af, at vandløbenes smådyr stiller vidt forskellige krav til deres omgivelser i form af bundsubstrat, strømforhold og vandkvalitet. Nogle smådyrarter stiller meget strenge krav til livsbetingelserne, mens andre arter ikke stiller særlig store krav til hverken levested eller vandkvalitet. Sammenligningen af smådyrsfaunaen afspejler derfor de påvirkninger, som et givent vandløb har. En indsats over for negativt virkende faktorer vil efterhånden afspejle sig i fremgang for de dyr, der er mest følsomme og krævende.

7) Upåvirket tilstand

5) Svagt påvirket tilstand

4) Moderat påvirket tilstand

1) Stærkt påvirket tilstand



Rentvandsdyr

Ferskvandstanglopper

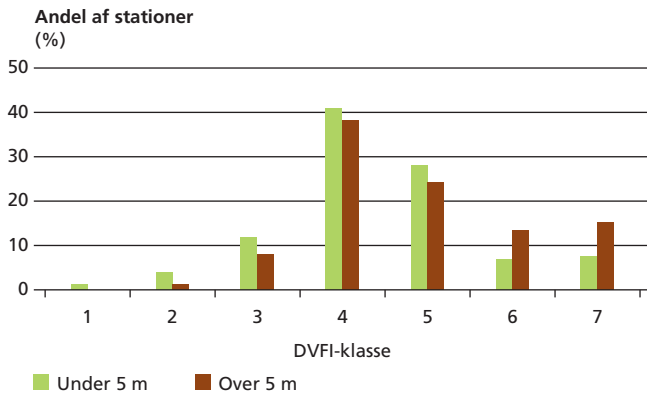
Vandbænkebidere

Rød myggelarve

Tubifex

Rottehale

Dansk Vandløbs Fauna Indeks (DVFI) anvendes ved overvågningen af miljøtilstanden i danske vandløb. Metoden er baseret på registrering af smådyrsfaunaen og udtrykker tilstanden (faunasammensætningen) som et heltal mellem 1 og 7 (faunaklasse). En alsidig og upåvirket smådyrsfauna vil have den højeste indekssværdi på 7.

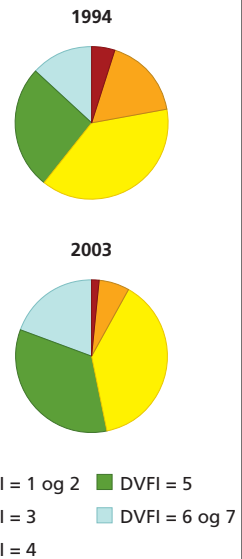


**Figur 2-10**  
Miljøtilstanden i danske vandløb i 2003 målt som DVFI på 1.047 stationer. Kvaliteten er angivet separat for vandløb med bundbredder under og over 5 meter. Jo højere DVFI desto bedre miljøtilstand.

Vandkvaliteten er nu efterhånden forbedret så meget, at de mest forureningsfølsomme arter igen kan sprede sig i mange af vore vandløb. Den generelle miljøtilstand, dvs. den gennemsnitlige DVFI-værdi, er steget fra 4,3 i 1994 til 4,7 i 2003. Dette svarer til, at DVFI-værdien er steget med et helt point på ca. en tredjedel af stationerne (figur 2-11).

Smådyrlivets udvikling kan illustreres med undersøgelser fra 133 stationer fordelt over hele landet for perioderne 1994-1996 og 2000-2002. Det generelle billede er, at en række rentvandsdyr har været i fremgang gennem de senere år, og ingen af de følsomme arter vurderes til at være i tilbagegang. Især en del slørvinger, døgnfluer, vårfluer og visse biller er i fremgang (tabel 2-1).

Specielt inden for slørvingerne ser hovedparten af arterne ud til at være i fremgang, bl.a. de rentvandskrævende *Leuctra* og *Isoperla*. Inden for de øvrige grupper er det bl.a. vårfluer fra familierne Rhyacophilidae og Sericostomatidae samt billerne *Elmis* og *Limnius*, der nu findes mere udbredt. Visse dyregrupper som fx arter i ferskvandstangloppeslægten *Gammarus*, døgnfluefamilien Baetidae og vårfluefamilien Limnephilidae forekommer vidt udbredt og udviser ingen forekomstændring mellem de to perioder. Disse dyr kan betegnes som indifferente, fordi de hverken er særligt specifikke med hensyn til levested eller specielt krævende med hensyn til vandkvaliteten (tabel 2-1). Blandt døgnfluerne er familien Caenidae tilsyneladende gået tilbage. Denne familie er repræsenteret af flere arter, hvoraf nogle ikke regnes som særligt rentvandskrævende.



**Figur 2-11**  
Udviklingen i de danske vandløbs DVFI fra 1994 til 2003. Figuren er baseret på 124 gennemgående stationer i perioden.

Tabel 2-1

Forekomsten af et bredt udsnit af de smådyrgrupper og smådyrslægter fra 133 vandløbsstationer i det nationale overvågningsprogram, som anvendes i de biologiske miljøundersøgelser. De enkelte dyregrupperes evne til at tåle miljøpåvirkninger (tolerance) er vist som henholdsvis følsom, indifferent og tolerant. Antallet af stationer med forekomst er vist for de to perioder 1994-1996 og 2000-2002. Arter, der er registreret på mere end 10 % af stationerne, og som i 2000-2002 tegnede sig for en forøgelse på mindst 30 % i forhold til 1994-1996, vurderes til at være gået reelt frem i perioden. Disse dyr er vist med en stjerne. Mindre hyppige dyr, som ud fra et mere detaljeret stationsnet (det regionale tilsyn) vurderes til at være i fremgang, er vist med en stjerne i parentes (se også boks 2-2).

Dyregruppe	Tolerance	1994-1996	2000-2002	Ændring (%)	Fremgang ?
<b>Slørvinger</b>					
<i>Amphinemura</i>	følsom	24	33	+38	*
<i>Isoperla</i>	følsom	9	15	+67	*
<i>Isoptena</i>	følsom	-	-	-	(*)
<i>Leuctra</i>	følsom	19	29	+53	*
<i>Perlodes</i>	følsom	1	1	0	(*)
<b>Døgnfluer</b>					
Baetidae	indifferent	114	122	+7	
Ephemeridae	følsom	13	15	+15	
Caenidae	indifferent	28	21	-25	
Heptageniidae	følsom	18	22	+22	(*)
Leptophlebiidae	følsom	31	38	+23	(*)
<b>Vårfluer</b>					
Brachycentridae	følsom	7	10	+43	(*)
Lepidostomatidae	følsom	6	9	+50	(*)
Limnephilidae	indifferent	125	130	+4	
Rhyacophilidae	følsom	42	56	+33	*
Sericostomatidae	følsom	24	34	+42	*
<b>Biller</b>					
<i>Elmis</i>	følsom	69	84	+22	*
<i>Limnius</i>	følsom	17	25	+47	*
<b>Øvrige grupper</b>					
<i>Ancylus</i>	følsom	32	35	+9	
<i>Asellus</i>	tolerant	104	107	+3	
<i>Gammarus</i>	indifferent	118	121	+3	
<i>Erpobdella</i>	tolerant	89	81	-9	
<i>Sialis</i>	tolerant	61	50	-18	
<b>Antal grupper med fremgang</b>			<b>16</b>		
<b>Antal grupper med tilbagegang</b>			<b>3</b>		

## Boks 2-2

**Rentvandsarter i fremgang**

af Peter Bundgaard og Jan Grandahl, Ringkøbing Amt

Slørvingen *Perlodes microcephalus* er rødlistet (registreret som sjælden) og lever i vandløb med god vandkvalitet. Arten stiller desuden krav til vandløbets fysiske tilstand og findes næsten udelukkende i vandløb med grus- og stenbund.

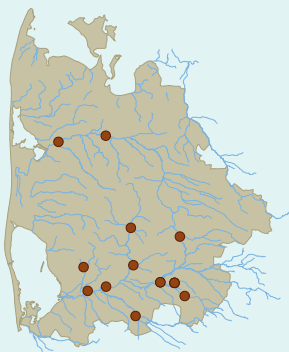
*Perlodes microcephalus*. Foto: Jens Skriver.

I de to perioder 1993-1996 og 2000-2003 er de samme 709 vandløbsstationer blevet undersøgt. Registreringerne fra de to perioder illustrerer derfor udvikling i artens status. I perioden 1993-1996 havde *Perlodes* kun en meget sporadisk forekomst i Ringkøbing Amt med spredte registreringer i Skjern Å samt enkelte fund i de store tilløb til Skjern Å. Arten har også gennem en årrække haft en fast bestand i Storå nedstrøms Vandkraftsøen. I 2000-2003 blev *Perlodes* registreret på et betydeligt større antal vandløbsstationer. Den findes nu i stort set hele Skjern Å's hovedløb samt i alle de store tilløb og i flere mindre tilløb til Skjern Å. I Storå har arten også bredt sig. Den findes nu opstrøms Vandkraftsøen samt i flere af de øvre tilløb til Storå.

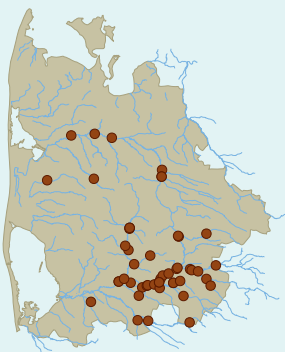
Den positive udvikling i *Perlodes microcephalus'* udbredelse er fortsat i 2004. Amtet har i forbindelse med overvågningen af vandløb registreret arten i flere vandløb, hvor den ikke tidligere har været kendt. I Storå-systemet blev den i 2004 registreret i Idom Å, Gryde Å og på den nedre del af Herningsholm Å. Arten findes nu i alle de større tilløb til Storå. Fremgangen for *Perlodes* er endvidere blevet bekræftet ud fra tilsynet i de øvrige jyske amter.

En anden sjælden slørvinge, *Isoptena serricornis* lever også i vandløb med god vandkvalitet. Larverne lever nedgravet i sandbunden. I perioden 1993-1996 blev *Isoptena* fundet på 23 af de i alt 709 undersøgte vandløbsstationer i amtet, mens arten i perioden 2000-2003 blev registreret på 38 stationer (ikke vist på figuren nedenfor). *Isoptena* udviser således en fremgang svarende til *Perlodes'*. I de seneste år har *Isoptena* spredt sig i Skjern Å. Arten findes nu i stort set hele hovedløbet, og den har desuden spredt sig til flere af tilløbene, hvor der nu findes store levedygtige bestande i bl.a. Fjederholt Å og Karstofte Å. Arten har hele tiden været hyppig i Omme Å. Den markante forbedring af vandkvaliteten i de seneste ca. 10 år er efter amtets vurdering den primære årsag til, at de to tidligere så sjældne slørvinger har haft fremgang i amtets vandløb.

1993-1996



2000-2003



Udviklingen af forekomsten af slørvingen *Perlodes microcephalus* i vandløb i Ringkøbing Amt fra 1993-1996 til 2000-2003.

Andre arter har en mere sporadisk forekomst og er kun registreret på få lokaliteter. Det er derfor ikke muligt på grundlag af de 133 stationer fra det landsdækkende stationsnet at vurdere, hvorvidt der er sket nogen udvikling i deres forekomst. Anvendes i stedet et tættere, lokalt stationsnet kan eventuelle ændringer i forekomsten også vurderes for de mere sjældne arter. Et eksempel herpå er givet i boks 2-2.

### Vandløbenes fisk

I Danmark forekommer der omkring 50 arter af ferskvandsfisk, hvoraf ca. 40 er oprindelige. De øvrige arter er blevet en del af den danske natur, fordi de enten er blevet udsat eller fordi de er undsluppet fra dambrug. Af de oprindelige arter er kun ca. 10 udbredt over hele landet.

Artsantallet i vandløb er generelt lavt i forhold til det samlede antal arter, der kan forekomme i ferskvand. Årsagen er, at en del arter primært forekommer i stillestående vand og kun sporadisk forekommer i vandløb, især når disse er i kontakt med søer, moser og kanaler. Antallet af fiskearter bestemmes også af vandløbets størrelse, idet store vandløb har væsentligt flere arter end små vandløb.

Ørreden er udbredt over hele landet og kan specielt i mindre vandløb være den dominerende art. I overvågningsprogrammet er der således registreret ørred på 76%

**Figur 2-12**  
Hundestejle forekommer hyppigt i vandløbene.

Foto: Internettet.



**Tabel 2-2**  
Forekomst af fisk i 80 mindre danske vandløb (bundbredde 1-3 meter).

Art	Forekomst (% af alle)
Ørred	76
Trepigget hundestejle	41
Ål	39
Nipigget hundestejle	29
Bækklampret	25
Aborre	10
Gedde	8
Skrubbe	4
Stalling	4
Øvrige (9 arter)	1-3



**Figur 2-13**

Ørred er den almindeligste fisk i vandløbene. Den kræver både en god vandkvalitet og grusbund for at opretholde en levedygtig bestand.

Foto: Finn Sivebæk.

af 80 undersøgte strækninger (tabel 2-2). Ud over ørred var det kun de to arter af hundestejle samt bæklampret, der dannede egentlige bestande, hvorimod de øvrige arter forekom sporadisk (figur 2-12).

### Ørred

Ørreden har traditionelt tiltrukket sig stor interesse og regnes som den bedste indikator for miljøtilstanden blandt vandløbets fisk (figur 2-13). Årsagen hertil er, at den stiller krav til både vandkvaliteten (højt iltindhold og lavt indhold af visse forurenende stoffer) og skjul samt bund- og strømforhold. Varierede bundforhold med forekomst af grus er en forudsætning for ørredens mulighed for gydning, og varierede bund- og dybdeforhold med skjul i form af sten, rødder, vandløbsvegetation, nedfaldent træ m.m. har stor betydning for en ørredbestands størrelse og alderssammensætning.

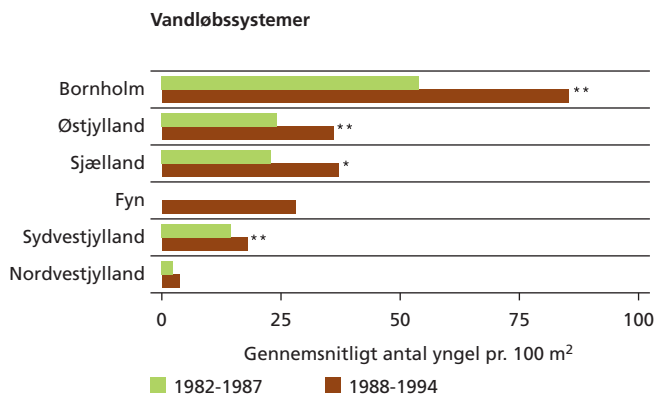
Fiskebestandens sammensætning kan undersøges ved hjælp af elektrofiskeri. Metoden er effektiv i små og mellemstore vandløb og er blevet anvendt gennem mange år af især Danmarks Fiskeriundersøgelser og af amterne. Resultaterne kan bruges til at illustrere tilstanden og til vurdering af eventuelle udviklingstendenser, og tenden-

Figur 2-14

**Bestandtætheder af ørred-  
yngel fra 666 strækninger af  
vandløb i perioderne 1982-  
1987 til 1988-1994. Der blev  
ikke skelnet mellem alders-  
grupperne ved den første  
undersøgelse på Fyn.**

**\*= statistisk sikker fremgang  
på 5 % sandsynlighedsniveau  
og \*\*= statistisk sikker frem-  
gang på 1% sandsynligheds-  
niveau. Manglende stjerne =  
uændret tæthed.**

Fra Nielsen (1997).



serne kan så bruges til at vurdere virkningen af forskellige indsatser, fx af spildevandsrensning eller fisketrapper. Desuden er mængden af naturligt forekommende ørredyngel et godt mål for vandløbets kvalitet, fordi deres tilstedeværelse viser, at forholdene har været gode nok til, at ørreden har formeret sig.

En analyse 666 vandløbsstrækninger i udvalgte vandløbssystemer over hele landet for perioderne 1982-1987 og 1988-1994 viste en markant forbedring af både forekomst og hyppighed af ørred og især ørredyngel (figur 2-14). Andelen af vandløbsstrækninger med forekomst af naturlig ørredyngel steg således fra 42% til 60% mellem de to perioder. Også mængden af ørredyngel øgedes fra den første til den efterfølgende periode. Dette var tydeligt over hele landet, og kun i enkelte områder kunne der ikke registreres nogen fremgang.

Fremgangen i ørredens naturlige formering skyldes en kombination af flere forhold. En væsentlig årsag er, at amter og kommuner har fjernet et meget stort antal spærringer i de danske vandløb (se boks 2-3). Dette er sket gennem etablering af stryg og omløbsstryg samt eventuelt etablering af fisketrappe, hvor det ikke har været muligt at etablere stryg. Herved har ørreden fået adgang til opstrøms vandløbsstrækninger med egnede gydemuligheder. Alt i alt øges herved antallet af ørred, idet omfanget af egnede og tilgængelige gydeområder ofte er begrænsende for bestandens samlede størrelse. En anden væsentlig årsag er, at vandløbsmyndig-

Boks 2-3

## Ørreden i fremgang i Bygholm Å-systemet

af Jan Nielsen, Vejle Amt

Bygholm Å-systemet ved Horsens er velegnet for ørred, men miljøproblemer som kraftig forurening, spærringer i vandløbet og hård vandløbsvedligeholdelse ødelagde fiskebestanden gennem en lang årrække. Der var således ingen naturlig ørredyngel (dvs. ikke-udsat) i perioden 1965-1986 (søjlediagrammet).

Den naturlige ørredbestand er nu i fremgang, idet der er registreret naturlig ørredyngel på knap halvdelen af de undersøgte strækninger ved de seneste undersøgelser i 1992 og 2001. Men selv i 2001 var der kun en tilfredsstillende mængde ørredyngel 3 steder ud af 35, og kun 29 % af de undersøgte vandløbsstrækninger havde et tilfredsstillende liv af smådyr (DVFI-faunaklassen på mindst 5). Så selv om ørredbestanden er gået betydeligt frem siden 1986, er der fortsat behov for at arbejde videre med forbedringer i Bygholm Å-systemet.

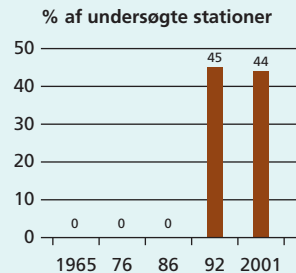
I de senere år har Vejle Amt skabt fiskepassage ved flere spærringer i vandsystemet, senest sammen med Horsens Kommune, hvor der er bygget et omløb ved Bygholm Sø. Nu vandrer der en del havørreder op gennem omløbet til Bygholm Å opstrøms søen. Desuden har Horsens og Omegns Sportsfiskerforening restaureret et par vandløbsstrækninger, og flere projekter er undervejs.

En fortsat forbedret spildevandsrensning og forbedring af vandløbenes fysiske forhold forventes sammen med etableringen af fri fiske- og faunapassage at skabe grundlaget for et bedre dyreliv i vandløbene, herunder øgede bestande af ørred og andre fisk.



**Naturlig forekomst af ørredyngel 1965-2001. Tallene angiver andelen af strækninger med yngel fra naturlig gydning.**

Data fra Danmarks Fiskeriundersøgelers ørredudsætningsplaner.



**Omløb i Bygholm Å ved Bygholm Sø. Selve omløbet ses omkring bebyggelsen i midten.**

Foto: Sten Bøgild Frandsen.



hederne mange steder har reduceret grødeskæringen eller direkte lagt grus ud på bunden af udvalgte strækninger for at give mere varierede bundforhold.

## Udvikling og fremtidig tilstand

### Udviklingen samlet set

Samlet set er tilstanden i danske vandløb forbedret væsentlig med hensyn til såvel vandkvalitet som biologiske forhold i tiden siden 1989 (tabel 2-3). Reelt startede forbedringerne dog allerede en del år tidligere med bygning af mange renselanlæg og stop for udledning af ajle, møddingsvand og ensilage fra landbrugsbedrifter.

Forbedringer i vandløbenes fysisk-kemiske tilstand afspejles normalt relativt hurtigt i forbedringer i de bio-

**Tabel 2-3**

**Indikatorer for forbedring af forholdene i danske vandløb siden 1989. Mængden er organisk stof er udtrykt ved den såkaldte BI<sub>5</sub>-værdi (se ordlisten). De opgivne fosfor- og kvælstofmængder omfatter såvel organisk som uorganisk bundet og frit stof; denne størrelse kaldes total-fosfor og total-kvælstof.**

Forhold	Ændring i tilstand
Vandkvalitet	
BI <sub>5</sub>	Reduktion i indholdet af organisk stof på ca. 35 %
Fosforkoncentration	Reduktion i indholdet af fosfor på ca. 70 %
Kvælstofkoncentration	Reduktion i indholdet af kvælstof på ca. 30 %
Vandplanter	
Vedligeholdelsespraksis	Mere lempelig grødeskæring i de fleste vandløb
Smådyrfauna	
Rentvandsfauna	Mange rentvandskrævende arter er nu mere hyppige
DVFI	Ca. 1/3 af vandløbene er forbedret én faunaklasse i perioden
Målopfyldelse	Forbedret fra 37 % til 50 % i perioden
Fisk	
Ørredgydning	Fremgang i ørredens naturlige gydning over hele landet

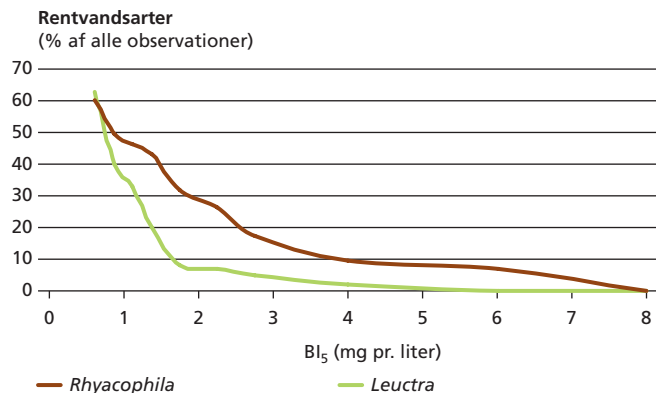
logiske forhold, idet indvandring af mange dyr foregår forholdsvis hurtigt. Kun i tilfælde, hvor der er langt til nærmeste rene vandløb, hvorfra dyrene kan indvandre, kan det tage længere tid. I visse tilfælde vil enkelte arter eventuelt ikke kunne indvandre, hvis evnen til spredning er ringe.

### Vandkvalitet og rentvandsarter

Den forbedrede vandkvalitet, hvor det gennemsnitlige indhold af letomsætteligt organisk stof ( $BI_5$ ) er faldet til  $\frac{1}{3}$  af niveauet for 30 år siden, betyder, at en række rentvandsarter nu kan eksistere i vore vandløb, og at vandkvaliteten de fleste steder ikke længere er en hindring for, at målsætningerne kan opfyldes.

Fremtidige forbedringer af vandkvaliteten kan dog en del steder forbedre målopfyldelsen, men også på strækninger, hvor målene allerede nu er opfyldt, kan der forventes yderligere fremgang for rentvandsfaunaen som følge af forbedret spildevandsrensning. Forekomsten af to relativt almindelige rentvandsformer (vårfluen *Rhyacophila* og slørvingen *Leuctra*) (figur 2-15) illustrerer, at når en meget stor del af de danske vandløb i dag har en  $BI_5$  på 1-2 mg pr. liter, så kan selv små ændringer føre til betydeligt øget hyppighed af rentvandskrævende arter.

De væsentligste områder, hvor der fremover kan gennemføres forbedringer af vandløbenes vandkvalitet, vil være i forbindelse med spildevandsrensning fra den spredte bebyggelse, begrænsning af stoftilførsel med regn-



Figur 2-15  
Sammenhæng mellem forekomsten af to udvalgte rentvandsindikatorer (slørvingen *Leuctra* (øverste foto) og vårfluen *Rhyacophila*) og vandets indhold af letomsætteligt organisk stof ( $BI_5$ ). Datasættet er fra det nationale overvågningsprogram og består af 1.815 sammenhørende værdier for vandkvalitet (årgennemsnit) og DVFI-faunaklasse.

Fotos: Jens Skrivers.

betingede udledninger fra byer og indførelse af nye produktionsprincipper i ferskvandsdambrug (anvendelse af mindre vandmængder og dermed udledning af mindre stofmængder). Spildevandsrensning i forbindelse med den spredte bebyggelse skal efter planerne gennemføres over de næste år og må forventes at slå gradvist igennem.

#### **Fysisk tilstand en hindring for god miljøtilstand**

Manglende variation i vandløbenes fysiske tilstand er ofte årsag til en utilfredsstillende miljøtilstand og dermed manglende opfyldelse af målsætningerne. En forbedring af den fysiske kvalitet vil være til gavn for både smådyrene og fiskene (figur 2-16).

Forbedring af vandløbenes fysiske tilstand kan som tidligere nævnt primært ske gennem ophør eller reduktion af grødeskæring. En del vandløb er dog gennem tiden ændret så meget ved nedgravning og kanalisering, at skaden ikke kan genoprettes ved, at de blot får lov at passe sig selv. I disse tilfælde kan kun en restaurering, dvs. et nyt fysisk indgreb, sikre, at den tidligere tilstand genoprettes. Men restaureringsindgreb er forholdsvis dyre at gennemføre, og overalt, hvor naturen kan genoprettes ved egen hjælp, er dette billigere.

På strækninger, hvor det er muligt, bør vandløbene have mulighed for at bevare deres naturlige dynamik ved bl.a. at oversvømme deres omgivelser og danne nye forløb. Dette kan lettest gennemføres på strækninger, hvor de vandløbsnære arealer ikke dyrkes. På mange strækninger betyder generelt gode faldforhold, at der ikke er behov for at foretage vandløbsvedligeholdelse for at sikre vandafledningsevnen. Sådanne steder kan revision af eksisterende regulativer sikre, at grødeskæringen om muligt fremover ophører.

#### **Målopfylde, Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv**

Amterne har i dag vedtaget målsætninger for ca. 24.600 km vandløb. Heraf opfylder i dag ca. halvdelen af vandløbene deres målsætning. Denne er baseret på smådyrfaunaen, og udtrykkes som et minimumskrav til DVFI-værdien. Kravet er i de fleste tilfælde, at den skal være mindst 5, men en række vandløb med lempet målsætning har et krav for opfyldelse af målsætningen på mindst 4. Fremtidige forbed-

ringer af vandkvaliteten og tiltag, der forbedrer vandløbenes fysiske tilstand forventes at kunne forbedre faunatilstanden og dermed DVFI-værdien, svarende til at målopfyldelsen øges til 75-80%. Den resterende del af vandløbene vil kun gennem betydelige udgifter til restaurering eventuelt kunne bringes i en miljømæssigt forbedret tilstand.

Vedtagelse af Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet betyder, at der i 2015 skal være mindst en god økologisk tilstand i de danske vandløb, svarende til højest en svag afvigelse fra den upåvirkede tilstand (se også s. 62). Der er endnu ikke fastsat kvalitetskriterier for opdeling i de 5 økologiske klasser, som Vandrammedirektivet opererer med. Indtil videre baseres målopfyldelse derfor på den nuværende, politisk vedtagne målsætning (amterne).

En afstemning mellem alle de europæiske landes opfattelse af, hvor grænsen mellem god og moderat økologisk kvalitet ligger, er under udarbejdelse. Den vil klarlægge, hvorvidt den danske opfattelse af grænsen er i overensstemmelse med de øvrige landes. På længere sigt indebærer Vandrammedirektivet, at også fisk, vandplanter, større alger og fysisk-kemiske forhold skal anvendes ved klassifikationen af vandløbenes tilstand.

**Figur 2-16**  
**Lindeborg Å på en strækning med gode fysiske forhold og en god vandkvalitet. Her lever mange rentvandskrævende arter af insekter, og havørreden gyder i vandløbets grusbund.**

Foto: Jens Skriver.







# Søer

Indholdet af næringsstoffer i danske søer er mindsket gennem de sidste 20-30 år som følge af især forbedret spildevandsrensning. Tilførslerne er dog stadig så høje mange steder, at der generelt kun er set mindre forbedringer i de biologiske forhold. Mange søer lider også under en intern belastning med fosfor. I dag opfylder ca. 33 % af søerne deres målsætning.

Foto: Martin Søndergaard.

**Figur 3-1**  
**Fordeling**  
**af søer i**  
**Danmark efter**  
**størrelse.**  
Hvert punkt  
repræsenterer  
en sø.

Under 0,1 ha



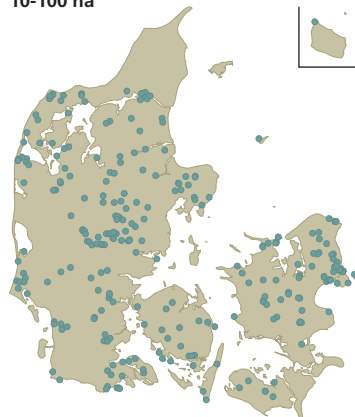
0,1-1,0 ha



1-10 ha



10-100 ha



100-1.000 ha



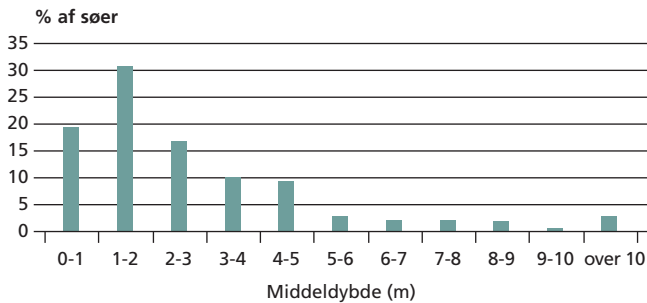
Over 1.000 ha



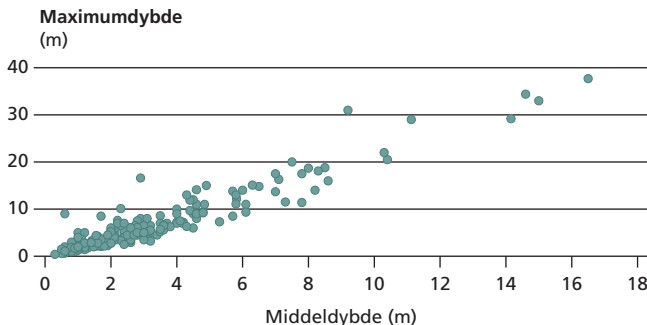
### Karakteristik af danske søer

Langt de fleste danske søer er små. Af vore 120.000 søer eller vandhuller med et areal på mere end 100 m<sup>2</sup> er kun 3.200 større end 1 hektar og 76 større end 100 hektar (figur 3-1). De fleste større søer er placeret i det midt- og nordvestjyske område. De mindre søer findes overalt i landet, men er dog tydeligvis mere talrige i nogle områder end i andre. Eksempelvis er der især mange søer mellem 0,1 og 10 hektar i Nordsjælland. Danmarks største sø er Arresø på ca. 4.000 hektar, mens den noget dybere Esrum Sø (ca. 1.600 hektar) er den vandrigeste.

Hovedparten af søerne er lavvandede, og den gennemsnitlige vanddybde overstiger kun 1,6 m i halvdelen af dem (figur 3-2). I de fleste er den maksimale dybde ca. det dobbelt af middeldybden (figur 3-3). Danmarks dybeste sø er Furesø med 38 m. Den lave vanddybde i størsteparten af søerne betyder, at vandet er fuldt opblandet året rundt. I søer dybere end 5-10 m lagdeles vandet om sommeren, så der er et varmt overfladelag og et koldt bundlag. I de næringsrige søer giver det risiko for udvikling af iltfattigt bundvand om sommeren.



Figur 3-2  
Fordeling af 266 større danske søer efter middeldybde.



Figur 3-3  
Sammenhæng mellem maksimumdybde og middeldybde i 213 større danske søer.

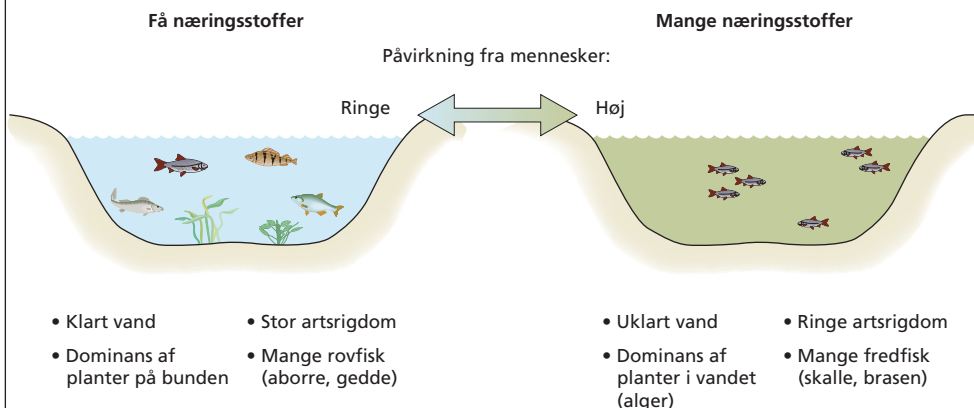
Det nationale overvågningsprogram (NOVA), hvor der årligt fra 1989 til 2003 blev undersøgt 31-37 søer, omfatter kun en brøkdel af de danske søer, men det repræsenterer dog de fleste typer mht. dybde og næringsstofindhold. Derudover gennemfører amterne årligt undersøgelser i ca. 200 søer, dog mest i søer større end 5 hektar og ofte med et mindre omfattende program end NOVA. Det nye overvågningsprogram (NOVANA), der startede i 2004, omfatter langt flere, men mere ekstensivt undersøgte søer.

Der er formuleret generelle eller specifikke krav (målsætninger) til alle større søers miljøtilstand. De generelle krav kan fx gå på, at der skal være et alsidigt plante- og dyreliv. Specifikke krav er stillet til 841 søer (2005), og disse omfatter typisk krav til vandets sigtbarhed og næringsstofindhold. Af disse søer har de fleste et areal på over 5 ha, mens kun en lille del af dem med mindre end 5 ha har specifikke målsætninger. Målsætninger udarbejdes af amterne og indgår i regionplanerne, som jævnligt justeres.

#### Næringsstoffer og vandkvalitet

Tilførsel og indhold af næringsstoffer er altafgørende for søernes vandkvalitet og de biologiske forhold. Dette hænger sammen med, at mængden af planktonalger normalt bestemmes af, hvor meget fosfor og evt. også kvælstof de har til rådighed. Stor tilførsel af disse næringsstoffer fører derfor til god vækst af planktonalger, uklart vand, dårlig vækst for planter på bunden og ændringer i mange af de biologiske forhold (figur 3-4).

**Figur 3-4**  
De overordnede ændringer, der indtræffer, når søer tilføres flere næringsstoffer.



Allerede før 1989 havde en forbedret spildevandsrensning reduceret næringsstoffertilførslerne til mange søer. Siden 1989 er den gennemsnitlige fosforkoncentration i de vandløb, der løber til overvågnings søerne, reduceret fra ca. 300 til 110 µg pr. liter (se også side 21). Reduktionen er dog først og fremmest sket i de næringsrigeste vandløb, dvs. vandløb, der tidligere modtog spildevand, som ikke var kemisk rensat.

### Planktonalger

De fotosyntetiserende planktonalger står for den største del af søernes primærproduktion, dvs. de danner det organiske stof, resten af fødekæderne omsætter. Tidligere, før vandet blev uklart i mange søer, udgjorde planterne på bunden og undervandsplanternes primærproduktion også en stor del, men det er kun tilfældet i de mere næringsfattige søer i dag.

Der findes i hundredvis af planktonalgearter, hvis forekomst varierer efter søtypen (figur 3-5). Størrelsen varierer fra enkeltceller på ganske få µm til kolonier på over 1 mm. Fælles for dem alle er, at de indeholder det grønne pigment klorofyl *a*, og derfor anvendes vandets klorofyl *a*-koncentrationen ofte som et mål for mængden af planktonalger.

I løbet af året varierer mængden af planktonalger og de arter, der forekommer, i takt med søernes kemiske og fysiske forhold som fx næringsstofniveau, temperatur og lysmængde. Både artssammensætning og mængde ændres fx med vandets fosforindhold og kan derfor bruges som indikator for vandkvaliteten (figur 3-6).

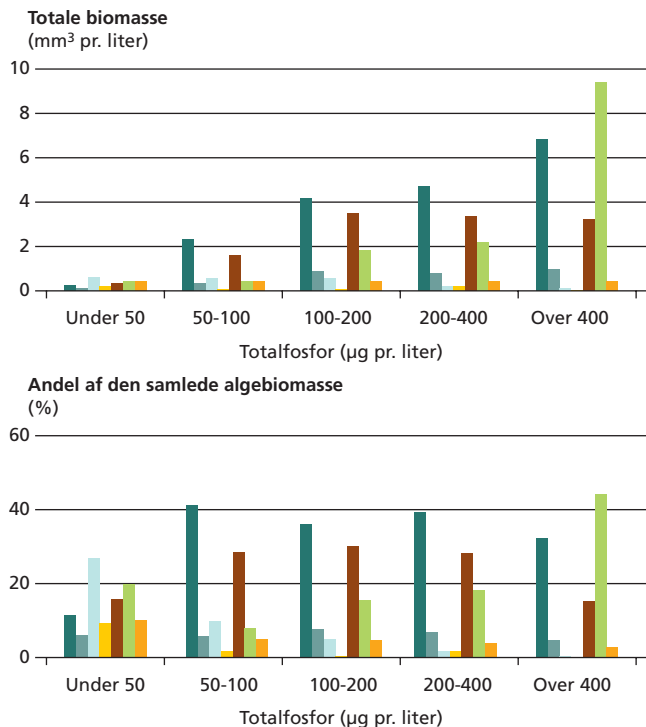
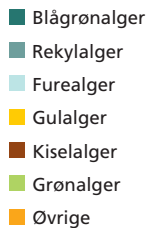


Figur 3-5

Vejlbø Mose ved Silkeborg er et eksempel på den brunvandede sø (foto tv). De brunvandede søer findes typisk i tilknytning til skove eller tørvemoser, men de fleste småsøer og vandhuller er mere eller mindre brunvandede. Vandet farves brunt af humusstoffer, der tilføres fra skoven eller jordbunden. I brunvandede søer er rekyll- og gulalger de almindeligste planktongrupper, men også den store slimproducerende flagellat *Gonyostomum semen* (lille foto) optræder hyppigt. *Gonyostomum* er udstyret med en lang flagel, som den bevæger sig op og ned i vandet med. Om dagen befinder den sig ved overfladen, hvor lyset udnyttes til fotosyntese, mens den om natten synker dybere ned mod bunden, hvor den henter næring. I søer, hvor der bades, kan *Gonyostomum* på grund af slimudskillelsen være et problem.

Foto, tv: Martin Søndergaard,  
nederst: Jason Oyadomari.





**Figur 3-6**  
Forskellige planktonalgegrup-  
pers totale biomasse (øverst)  
og andel af den samlede  
algebioss beskrevet i  
forhold til søvandets totalfos-  
forindhold.

Eksempelvis forekommer gulalger næsten udelukkende i søer med lav fosforkoncentration (mindre end 50 µg pr. liter), så de kan bruges som rentvandsindikatorer. Furealger findes typisk i dybe, næringsfattige søer, hvor de aktivt kan bevæge sig i vandet og hente næringsstoffer fra dybtliggende, næringsrige vandlag.

I næringsrige søer er blågrøn-, grøn- og kiselalger de mest dominerende grupper. Både blågrøn- og grønalgernes biomasse stiger markant med søens fosforindhold. Normalt er der flere blågrønalger end grønalger, men i de mest næringsrige søer bliver grønalgerne dominerende (figur 3-6), fordi de har en hurtigere vækst og bedre kan udnytte de meget høje næringsstoffkoncentrationer.

#### Masseopblomstringer af planktonalger

Masseopblomstringer af planktonalger er et fænomen, der forudsætter, at algerne vækstbetingelser er særdeles gunstige. Opblomstringerne sker derfor udelukkende i søer

med stor næringsstoffilgængelighed og i sommerhalvåret, hvor lysindstrålingen er stor. Mange forskellige planktonalger kan danne masseforekomst, men hver enkelt opblomstring er oftest kun domineret af en eller nogle få arter.

I adskillige danske, næringsrige søer er opblomstringer af blågrønalger et årligt tilbagevendende fænomen – og problem (se boks 3-1). Risikoen for masseopblomstring øges som nævnt med stigende næringsstofmængde, men også varmt vejr og rolige vindforhold favoriserer blågrønalgerne. Særligt store forekomster ses ofte fra juli til september. Nogle blågrønalger indeholder lufttrum og kan regulere deres vægtfylde, så de undgår nedsynkning. De kan derfor stige til vandoverfladen og lægge sig som et malingsagtigt, grønt lag, et fænomen, der kaldes vandblomst (figur 3-7). Ved kyster med pålandsvind kan vandblomsten skylle sammen i tykke masser, der ligner grøn eller blågrøn maling.

Et andet problem med blågrønalgerne er, at nogle arter kan producere giftstoffer, der kan udgøre en sundhedsrisiko for både dyr og mennesker. Af den grund indføres der næsten hver sommer badeforbud i nogle søer, ligesom der jævnligt rapporteres om dødsfald blandt andefugle og andre fugle, fisk eller hunde (se også boks 3-1). Specielt arter inden for slægterne *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix* og *Aphanizomenon* kan give giftige opblomstringer i danske søer.

**Figur 3-7**  
**Vandblomst dannet af blågrønalger.**

Foto: Henrik Skovgård.



### Planktonalgemængdens udvikling

Mængden af planktonalger målt som vandets klorofyl *a*-indhold er generelt faldet inden for de sidste 15 år, og samtidig er sigtddybden øget (figur 3-8). Disse forbedringer skyldes den reducerede næringsstofmængde i søerne.

Også mængden af de enkelte grupper af planktonalger er ændret siden 1989, selv om der er betydelige variationer fra år til år. Mest markant er nedgangen i mængden af blågrønalger og grønalger og opgangen i de mere rentvandskrævende gulalgers antal.



1 km

#### Boks 3-1

### Giftige blågrønalger i Ravn Sø og Knud Sø

af Henrik Skovgaard, Århus amt

Der findes mere end 20 arter af potentielt giftige blågrønalger, hvoraf mange også optræder i Danmark. De producerer to hovedgrupper af giftstoffer: dels nervegift, som hovedsageligt findes i arter af slægten *Anabaena*, dels levergift, som ofte findes i arter af slægten *Microcystis*. Begge gifte har forårsaget dødsfald blandt fisk, fugle og pattedyr. Desuden er giftstofferne et stort problem i lande, som udnytter overfladevand til drikkevand.

I Ravn Sø og Knud Sø ved Ry (se kort) er der hvert år midt på sommeren opblomstring af en giftig blågrønalgart, *Anabaena lemmermanii*,

hvilket har forårsaget adskillige dødsfald blandt fugle, fisk og ikke mindst hunde, som har drukket af vandet. Søerne anvendes til badning, og blågrønalgerne udgør derfor også en sundhedsrisiko for mennesker. Ravn Sø og Knud Sø ligger i samme vandsystem og er begge dybe, lagdelte søer med et relativt lav indhold af fosfor.

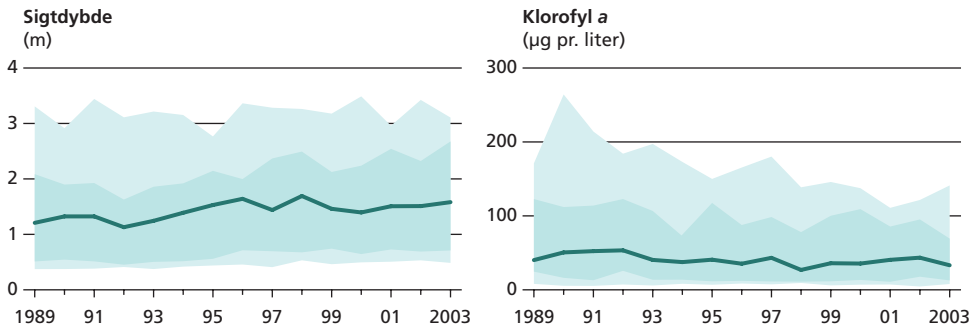
*Anabaena lemmermanii* (se foto) producerer en særdeles kraftig nervegift. Det aktive stof er anatoxin-a(s), en anticholinesterase, som ved indtagelse påvirker impulsen mellem nerveceller og muskler, så åndedrætsmuskulaturen sætter ud med kvælning til følge. Mus, som får algekoncentrat fra søerne sprøjtet ind i bughulen, dør i løbet af få minutter, og der er adskillige rapporter siden 1981 om hunde, som er døde få timer efter at have drukket af sammenskyld af *Anabaena lemmermanii* fra søerne. Befolkningen informeres om ikke at bade, når der er sammenskyld af blågrønalger, og i øvrigt undlade at lade børn eller hunde drikke af vandet.

#### *Anabaena lemmermanii*.

Foto: Internettet.







## Dyreplankton

### Dyreplanktonets økologi

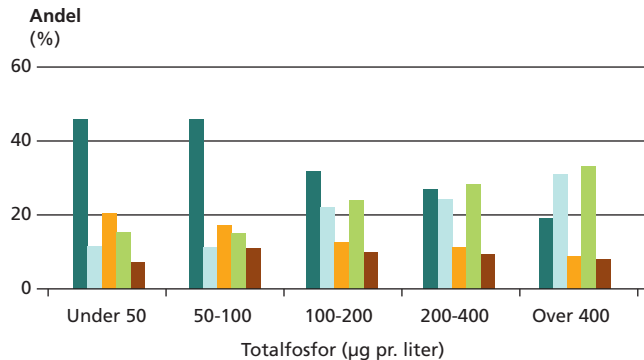
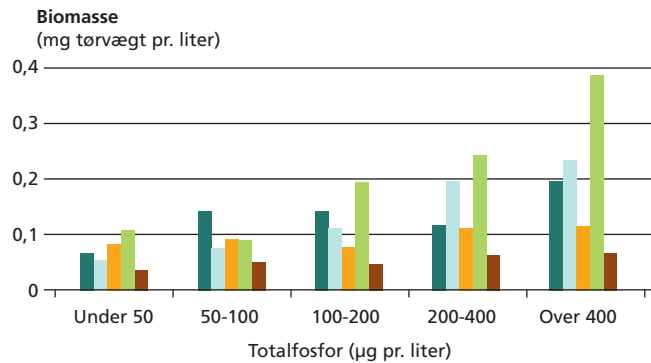
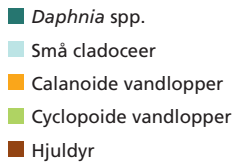
Dyreplankton (zooplankton) er en bred betegnelse for de mikroskopiske smådyr, der lever i de frie vandmasser. De fleste arter er filtratorer, dvs. de lever af planktonalger og små organiske partikler, som filtreres fra vandet med fine hår eller børster. Filtratorerne omfatter de fleste arter af dafnier, vandløpper og hjuldyr. Dafnier på op til 6 mm er de største filtrerende dyreplanktonarter, der findes i danske søer. Vandløpperne er typisk lidt mindre, mens de fleste planktoniske hjuldyr er mellem 0,1 og 0,3 mm.

Dyreplanktons vækst og udvikling afhænger af temperatur, fødemængde og føde kvalitet. Om sommeren kan dafniernes generationstid være på mindre end en uge, hvis der er rigeligt med føde. Fødemangel eller dårlig fødekvalitet nedsætter dyreplanktonets vækst og deres produktion af æg og derved på længere sigt bestandenes størrelse. Antallet af ægbærende individer og æg pr. ægbærende individ afspejler derfor fødeforholdene i den pågældende sø. I de danske næringsrige søer er de større dyreplanktonarter dog sjældent udsat for fødemangel i længere, sammenhængende perioder.

Dyreplanktonet fordeler sig ikke tilfældigt i vandmasserne, men kan bevæge sig aktivt vha. antenner eller svømmeben. De opsøger gerne en dybde, hvor lys-, ilt-, temperatur- og fødeforholdene er optimale, og hvor chancen for at blive ædt er lav. Ofte ses det, at arterne foretager regelmæssige døgnvandring, hvis risikoen for at blive ædt af fisk er stor. I dybe søer opholder dyreplankton sig således i mørket på det dybe vand om dagen, mens de i ly af nattens mørke bevæger sig op i overfladevandet for

Figur 3-8

Udviklingen i sigtdybde og koncentrationen af klorofyl a i 27 danske søer fra 1989 til 2003 (sommergennemsnit). Sigtdybden er et mål for, hvor langt en hvid skive kan ses ned i vandet, og koncentrationen af klorofyl et mål for mængden af alger. De mørke kurver forbinder medianværdier, dvs. værdier som netop 50 % af observationerne ligger over og 50 % under. Skyggerne omkring kurverne viser variationen i data. De yderste, svage skygger markerer det interval, hvor indenfor 8 ud af 10 søer befinder sig, og den inderste, kraftigere skygge viser det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 søer kan findes.



**Figur 3-9**  
Mængde og fordeling af forskellige dyreplanktongrupper inddelt efter søernes totalfosforkoncentration.

at æde af planktonalgerne her. De daglige vandringer kan være ganske anseelige, fx 10-20 m, dvs. 10.000 gange dyrenes egen længde.

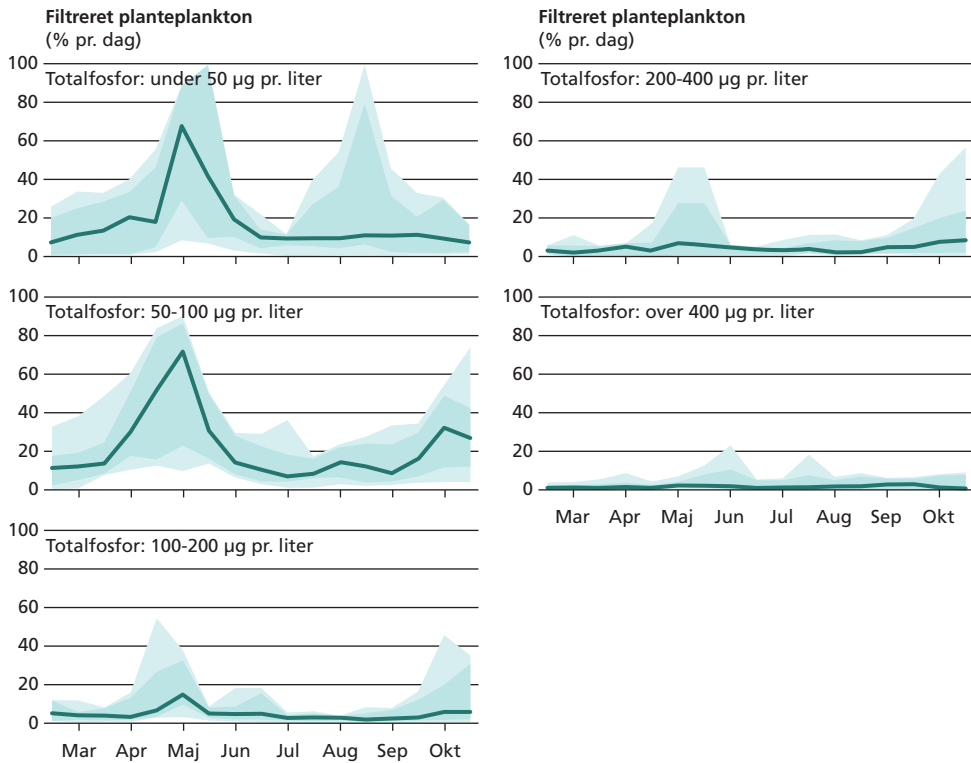
I søer med lavt vand kan vandplanterne fungere som skjulesteder for dyreplanktonet i dagtimerne. Fødemængden i bevoksningerne er dog mindre end i det åbne vand, og om natten trækker en stor del af dyreplanktonet derfor væk fra planterne for at æde. Dyreplanktonets vandringsintensitet er størst i søer med mange planktonædende fisk, og man mener, at evnen til at vurdere risikoen for at blive ædt hænger sammen med evnen til at reagere på stoffer, fiskene udskiller. I fiskefrie småsøer har man observeret, at også tilstedeværelsen af andre rovdyr end fisk (fx rovlevende rygsvømmere) kan få dyreplankton til at udføre tilsvarende dag-nat-vandringer.

Jo mere planktonalger jo mere føde er der til dyreplanktonet. Derfor øges mængden også generelt med stigende fosforindhold (figur 3-9). Ud over fødemængden er dyre-

**Figur 3-10**  
*Daphnia* er en almindelig dyreplanktonslægt i danske søer.

Foto: Karina Jensen.





planktonets vækst og mængde dog i høj grad påvirket af det næste led i fødekæden, nemlig fiskene. I de næringsrige og fiskerige danske søer betyder dette, at mængden af dyreplankton generelt er lav i forhold til mængden af planktonalger, og at dyreplanktonet derfor i mange tilfælde ikke er i stand til at holde mængden af planktonalger nede.

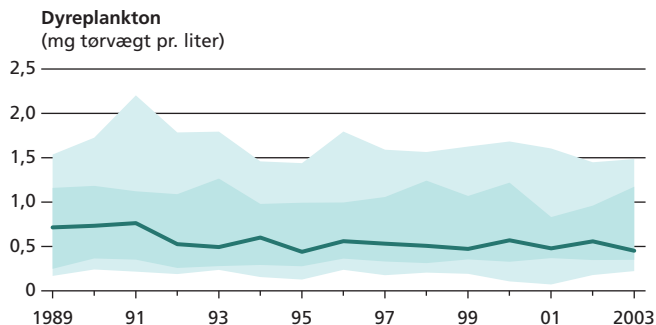
Der er også tæt kobling mellem dyreplanktontype og antallet af fisk. Generelt foretrækker fiskene nemlig de store dyreplanktonarter (fx dafnier, figur 3-10), hvilket betyder, at mængden af store arter og individer i forhold til mængden af planktonalger falder med øget fosforindhold og fiskemængde. Derfor reduceres dyreplanktonets evne til at holde mængden af planktonalger nede ved øget fosforindhold. Dyreplanktonet æder mest af planktonalgerne om foråret, før den nye fiskeyngel kommer frem (figur 3-11). Dette ses i mange søer som en forholdsvis klarvandet periode sidst på foråret.

**Figur 3-11**

Den andel af den samlede mængde planktonalger, dyreplanktonet filtrerer pr. dag gennem sæsonen i søer med forskelligt fosforindhold. De mørke kurver forbinder medianværdier, dvs. værdier som netop 50 % af observationerne ligger over og 50 % under. Skyggerne omkring kurverne viser variationen i data. De yderste svage skygger markerer det interval, hvor indenfor 8 ud af 10 søer befinder sig, og den inderste kraftigere skygge viser det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 søer kan findes.

Figur 3-12

Udviklingen i dyreplanktons biomasse, sommergennemsnit. De mørke kurver forbinder medianværdier, dvs. værdier som netop 50 % af observationerne ligger over og 50 % under. Skyggerne omkring kurverne viser variationen i data. De yderste, svage skygger markerer det interval, hvor indenfor 8 ud af 10 søer befinder sig, og den inderste, kraftigere skygge viser det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 søer kan findes.

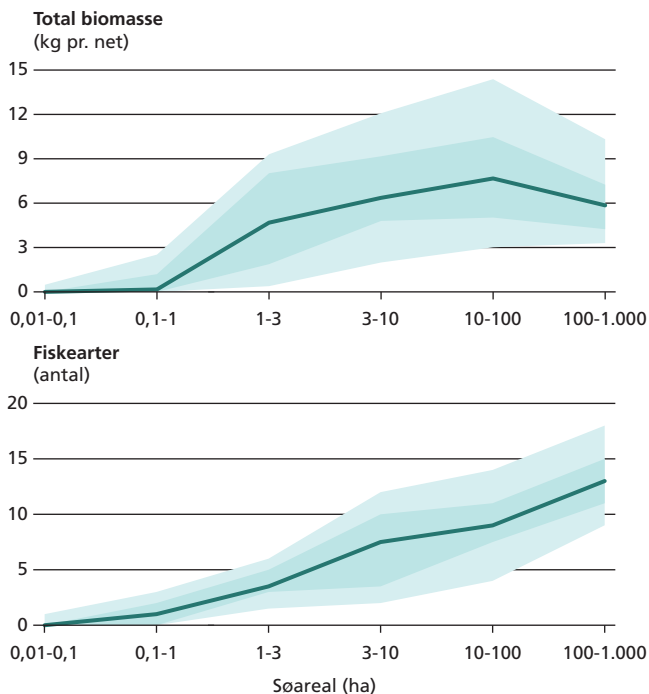


#### Udviklingen i dyreplanktonets sammensætning og biomasse

Siden NOVA-overvågningens start i 1989 har dyreplanktonsamfundene generelt kun ændret sig i lidt. Mængden af dyreplankton er stort set uændret – dog med en lidt faldende tendens (figur 3-12). Især mængden af store dafnier er dog øget, så derfor æder dyreplanktonet som gennemsnit ca. 30% mere planktonalger nu end i 1989. Dette er et tegn på, at mængden af de dyreplanktonædende fisk er reduceret.

Figur 3-13

Antal fiskearter (nederst) og fangsten pr. garn (øverst) i søer med forskellig størrelse ved anvendelsen af biologiske oversigtsgarn med 14 maskevidder mellem 6 og 75 mm. De mørke kurver forbinder medianværdier, dvs. værdier som netop 50 % af observationerne ligger over og 50 % under. Skyggerne omkring kurverne viser variationen i data. De yderste, svage skygger markerer det interval, hvor indenfor 8 ud af 10 søer befinder sig, og den inderste, kraftigere skygge viser det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 søer kan findes.



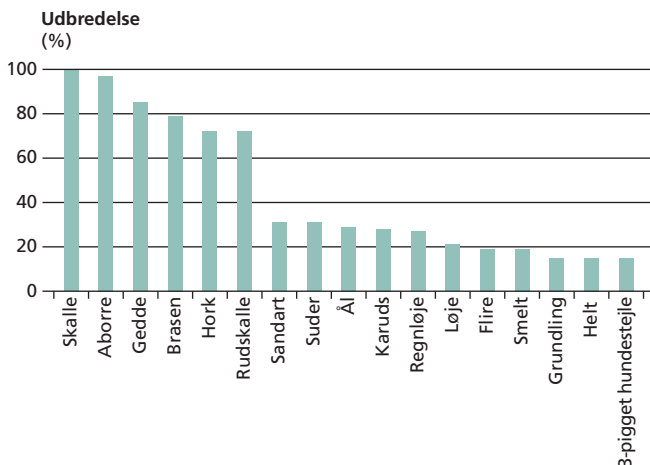
## Fisk

### Fiskenes forekomst

Fisk findes i næsten alle søer. En undtagelse er dog de fleste vandhuller med et areal på under ca. 1.000 m<sup>2</sup> og mange småsøer på under 1 ha (figur 3-13). Her betyder dårlige ilthold under isdække om vinteren eller udtørring om sommeren så forringede levevilkår, at der ikke forekommer fisk.

Tilstedeværelsen af fisk er dog ikke kun et spørgsmål om søstørrelse, men også om kontakten til andre vandområder, hvorfra fisk kan genindvandre, hvis de lokale bestande skulle forsvinde. Småsøer, som har kontakt til andre vådområder, vil derfor hyppigere have en fiskebestand end isolerede søer. Endelig er der også den menneskelige spredning. Småsøer beliggende i tæt befolkede områder har oftere fisk, også mere eksotiske arter som fx guldfisk, end fjertnliggende småsøer.

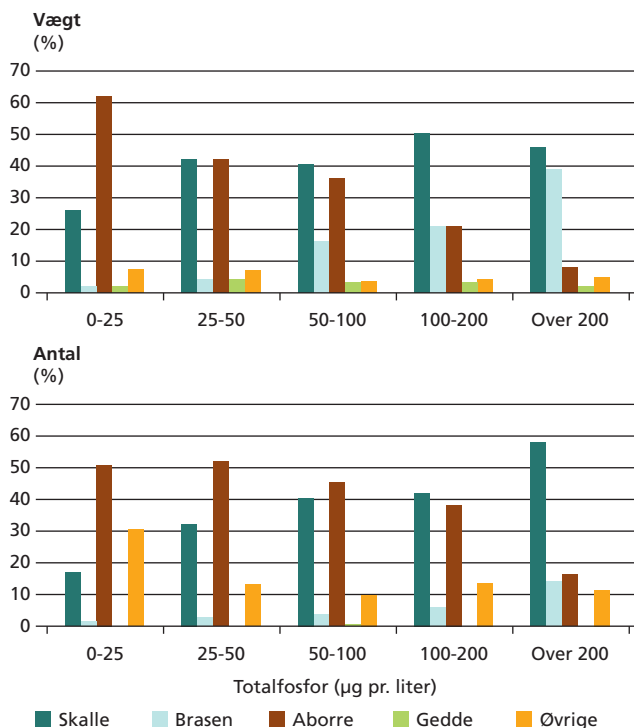
Skalle og aborre er de to hyppigste arter og findes i stort set alle større danske søer (figur 3-14). Sammenlagt udgør disse to arter både antals- og vægtmæssigt over halvdelen af fiskene i en sø uanset dennes næringsstofindhold (figur 3-15). Også gedde, brasen, hork og rudskalle er meget almindelige arter og findes i mere end 70 % af alle søer. Biomasse-mæssigt er det dog kun brasen, der især i de meget næringsrige søer kan udgøre en betydelig andel. Dernæst kommer arter som sandart, suder, karuds og regnløje, der findes i knap en tredjedel af søerne, og hvis forekomst kan være betinget af udsætning eller specielle krav til miljøkår.



Figur 3-14

Forekomst af fiskearter fundet ved garnfiskeri med biologiske oversigtsgarn i 68 danske søer mellem 5 og 4.000 hektar. Kun arter, som er fundet i mindst 10 søer, er taget med. Arter, som kun vanskeligt fanges i oversigtsgarn på grund af størrelse eller levevis (hundestejle, ål), er ikke nødvendigvis fanget i alle søer, hvor de forekommer.

**Figur 3-15**  
Fangstsammensætning (vægt og antal) af fisk ved fiskeri med biologiske oversigtsgarn i søer med forskelligt fosforindhold.



**Figur 3-16**  
Skalle (øverst) og brasen (nederst) er de to hyppigste fredfisk i danske søer.

Foto: Martin Søndergaard.



I alt findes der i danske vandløb og søer næsten 50 forskellige arter (se også side 30). I den enkelte sø findes der typisk omkring 10 arter, men antallet af arter er meget afhængigt af søstørrelsen. Jo større søer, jo flere arter vil der også generelt kunne findes, fordi større områder giver levedmuligheder for flere arter.

Fisk er centrale for mange af de biologiske forhold i søen. De udgør ofte det øverste led i fødekæden og har via deres fødevalg stor betydning for bl.a. dyreplanktonet og bunddyrene. Mange brasen er fx ensbetydende med en ringe mængde bunddyr. Mængden af fisk øges med øget næringsstofindhold. Samtidig vil næringsrige søer have en større andel af fredfisk som skalle og brasen, mens andelen af rovfisk som gedde og aborre er lavere (figur 3-16 og boks 3-2). I de næringsrige søer, hvor der både er mange fisk og dominans af fredfisk, som især lever af dyreplankton, vil dyreplanktonet have ringe kår, og mængden af planktonalger kan ikke begrænses af de store, filtrerende dafnie-arter.

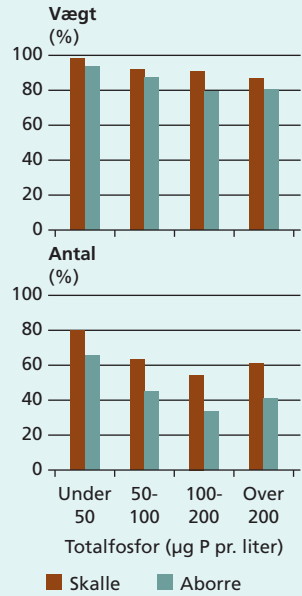
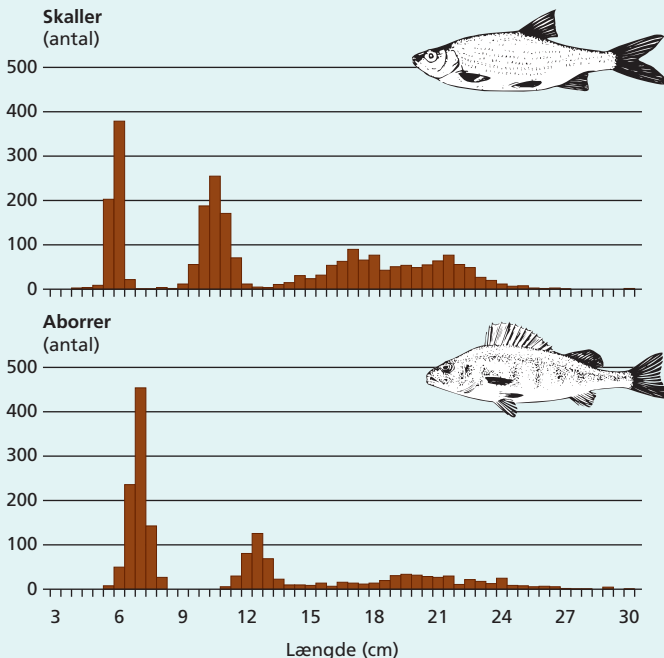
Boks 3-2

**Fiskenes mængde og størrelse i søer**

Fiskeundersøgelser i søer gennemføres på standardiseret vis ved hjælp af biologiske oversigtsgarn. Det er 42 m lange garn sammensat af 14 maskevidder mellem 6 og 75 mm. Fangsten giver et relativt mål for mængde og sammensætning af fisk, men ikke noget direkte mål for den absolutte mængde. Ved at sammenligne med andre former for bestandsopgørelse kan man dog nogenlunde vurdere den samlede mængde fisk.

I næringsrige søer findes ofte flere hundrede kg fisk pr. ha sø, og selv en mindre sø på fx 20-30 ha kan således let indeholde mange tons fisk og over 1 million individer.

Små fisk er de hyppigste, fordi en høj dødelighed ret hurtigt reducerer antallet af fisk i de ældre aldersklasser. De yngste fiskeårgange kan ofte adskilles på deres længde, mens fisk ældre end 3-4 år efterhånden vil være længdemæssigt sammenblandet (nederste figur). Andelen af små fisk øges med øget næringsstofindhold (højre figur). Den gennemsnitlige individvægt reduceres fra omkring 100 g i de mest næringsfattige til omkring 40 g i de næringsrige søer. Der er stor forskel på de forskellige arters vækst. Mens 1-årige skaller typisk vil være 6-8 cm lange, er en 1-årig gedde ofte over 20-30 cm.



Andelen (vægt og antal) af skalle og aborre større end 10 cm i søer med forskelligt fosforindhold.

Længdefordeling af skalle og aborre i en næringsrig sø (Søbygård Sø, 2002). Undersøgelsen er gennemført i august, og årets yngel, som på dette tidspunkt er 2-3 cm lange, bliver ikke fanget med de anvendte garntyper. De to første toppe for begge arter repræsenterer således henholdsvis 1-årige og 2-årige fisk.

### Fiskebestandenes udvikling

Der laves kun fiskeundersøgelser ca. hvert 5. år i overvågnings søerne, dvs. at der i de fleste tilfælde kun er gennemført 2-3 undersøgelser siden 1989. Derfor er det kun muligt at vurdere udviklingstendensen i den enkelte sø, hvis der er tale om forholdsvis store ændringer.

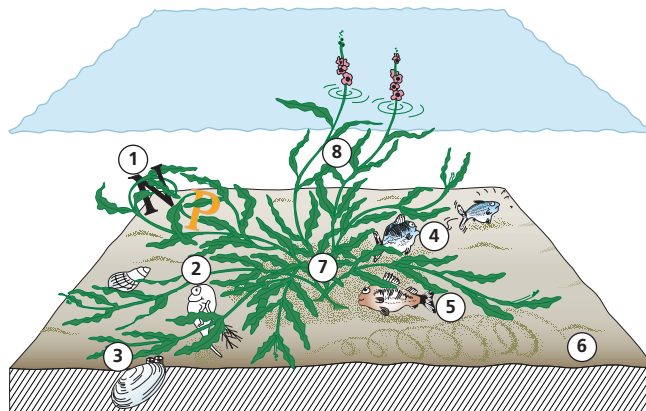
Søernes udvikling samlet set tyder på, at fiskebestandene har reageret forholdsvis hurtigt på det faldende næringsstofindhold. I takt med mindsket fosforkoncentration er der i undersøgelsesperioden blevet færre fredfisk som skalle og brasen, der lever af bunddyr eller dyreplankton, og en større andel af aborrer, der er rovfisk som store.

Også fiskenes fordeling i søen er ændret i takt med vandets lavere fosforindhold og forbedrede sigtbarhed. Andelen af fisk, der befinder sig nær bredden, er blevet mindre, mens en større andel findes ude på det åbne vand. Således ses der flere store aborrer tæt ved bredden i de næringsrige, lavvandede søer end i de mere næringsfattige søer. Årsagen er formentlig, at næringsrige søer ikke har områder med undervandsplanter ude i selve søen, som aborren ellers foretrækker. Derudover øges aborrrens fødekonekurrence med skaller og brasen på det åbne vand med øget næringsstofindhold.

Undersøgelser af fiskenes fordeling i søerne bekræfter, at forskellige arter foretrækker forskellige habitattyper. Eksempelvis træffes arter som gedde, rudskalle, grundling, suder og karuds oftest tæt ved bredden, mens sandart og hork fortrinsvis ses i det åbne vand.

**Figur 3-17**  
Undervandsplanters positive virkninger, der er med til at sikre, at den klarvandede tilstand stabiliseres.

- 1) Holder på næringsstoffer (kvælstof og fosfor)
- 2) Giver skjul for zooplankton
- 3) Medfører større tæthed af muslinger og andre filtratorer
- 4) Favoriserer små aborrer i fødekonekurrence med små skaller
- 5) Giver skjul for små aborrer og små gedder
- 6) Stabiliserer bundmaterialet, reducerer ophvirvling og øger bundfældning
- 7) Øger denitrifikation
- 8) Kan udskille kampstoffer



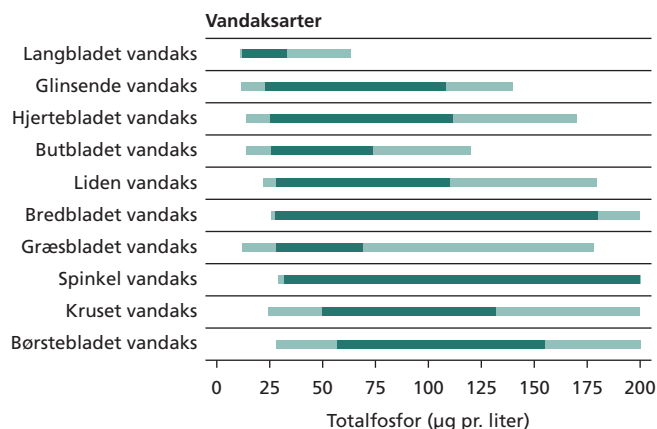


## Undervandsplanter

Planterne, der vokser på bunden og op i søernes vandsøjle, er artsmæssigt en meget blandet gruppe omfattende både alger, mosser, karsporeplanter og blomsterplanter. De er vigtige for de lavvandede danske søers vandkvalitet. I disse søer kan de potentielt dække det meste af søbunden og have en stabiliserende virkning på den klarvandede tilstand, så søer med undervandsplanter alt andet lige vil have bedre miljøtilstand end søer uden undervandsplanter (figur 3-17).

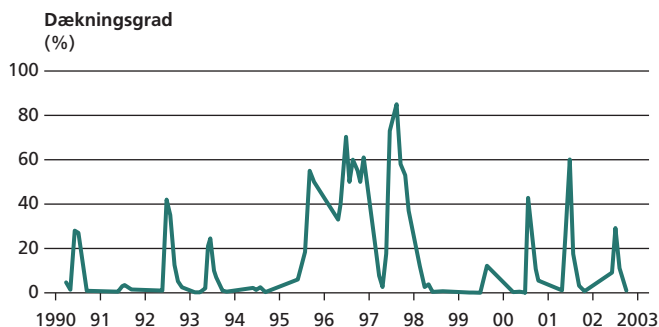
Desværre betyder stor tilførsel af næringsstoffer og uklart vand, at de fleste danske søer i dag er uden undervandsplanter eller kun har meget få af dem. Et vigtigt mål for de lavvandede søer er derfor at få flere undervandsplanter. For at opnå det må man begrænse mængden af fosfor og kvælstof i vandet. Men det er ikke altid nok, for i nogle tilfælde har planterne svært ved at etablere sig på grund af spredningsmæssige barrierer, eller fordi planteædende fugle æder dem.

Udbredelsen af undervandsplanter og forekomsten af de enkelte arter hænger ikke kun sammen med søernes indhold af næringsstoffer. Nogle arter, som fx grundskudsplanten lobelia, har specialiseret sig i at vokse under kalk- og næringsfattige forhold. Derimod ses mange arter under meget varierende næringsforhold, så det er vanskeligt at definere arter, som indikerer henholdsvis næringsfattigt eller næringsrigt vand. Det gælder eksempelvis de mange arter af slægten vandaks (figur 3-18).



**Figur 3-18**  
Vandaks er den mest artsrige undervandsplanteslægt i danske søer. Her er vist forekomsten af 10 arter i 81 danske søer i forhold til indhold af totalfosfor (sommerrmiddel). Kun arter fundet i mindst fem søer er taget med. De vandrette bjælker angiver variationen i data, hvor den midterste, mørke bjælke markerer det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 observationer befinder sig, og den yderste, lyse bjælke, hvor indenfor 8 ud af 10 observationer skal findes.

**Figur 3-19**  
Undervandsplanternes  
dækningsgrad i Stigsholm  
Sø i Midtjylland gennem en  
13-års-periode. Stigsholm Sø  
ligger næringsstofmæssigt  
på et niveau, hvor den skifter  
mellem en uklar og klarvan-  
det tilstand.



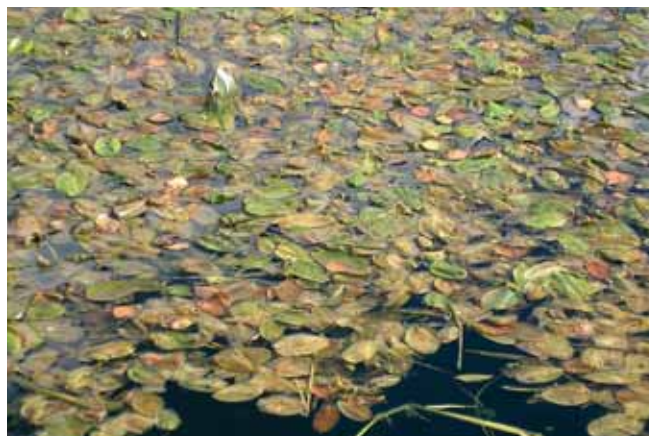
I overvågningsammenhæng gennemføres der normalt kun undersøgelse af undervandsplanter én gang årligt i forbindelse med deres maksimumsforekomst i juli-august, så man får kun et øjebliksbillede. Der er dog naturligt en stor dynamik i undervandsplanters udbredelse – især gennem sæsonen, men nogen gange også fra år til år i de forholdsvis næringsrige søer (figur 3-19).

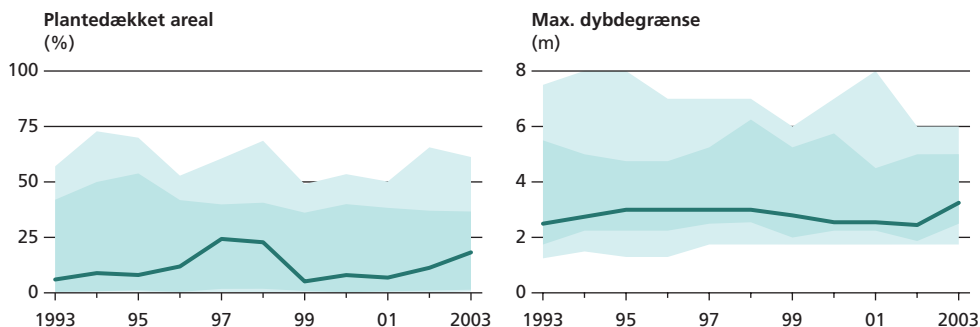
De fleste plantearter forsvinder i løbet af sensommeren og efteråret og vokser først frem igen det efterfølgende forår (figur 3-20). Nogle arter som fx almindelig vandpest, der typisk findes i de næringsrige søer, kan godt overvin- tre med friske skud. Andre arter, som bl.a. den almindeligt forekommende art børstebladet vandaks, udvikler nogle ærtstore, stivelseholdige overvintringsorganer (turioner) fra jordstænglen, som sætter dem i stand til hurtigere at vokse frem næste år. Turionerne udgør samtidig en vigtig føderessource for bl.a. svaner.



**Figur 3-20**  
To af søernes almindelige  
vandaksarter: Øverst kruset  
vandaks, nederst svømmende  
vandaks.

Fotos: Martin Søndergaard.





### Udviklingen i undervandsplanternes udbredelse

I årene efter 1993, hvor man begyndte at registrere undervandsplanter i NOVA, steg det plantedækkede areal i de undersøgte søer (figur 3-21). Stigningen holdt kun til 1998, hvorefter det plantedækkede areal faldt igen for til sidst atter at stige frem mod 2003, så niveauet nu nærmer sig niveauet fra midten af 1990'erne. Dybdegrænsen for planterne viser et tilsvarende, men dog mere dæmpet forløb. Den gennemsnitlige dybdegrænse var i 2003 op til 4,0 m, hvilket er blandt det dybest registrerede i overvågningsperioden.

Variationen i planternes dækningsgrad kan ikke umiddelbart forklares ved udsving i søernes sigtdybde, der er øget mere jævnt gennem undersøgelsesperioden. Noget af forklaringen kan ligge i klimatiske år-til-år-variationer, der påvirker planternes vækst. Også meget markante ændringer i enkelte af søerne, som for eksempel Arreskov Sø på Fyn, hvor der har været meget store udsving i planternes udbredelse på grund af ændringer i fiskebestanden, kan påvirke det generelle billede.

### Søernes fremtid

#### Udviklingen siden 1989

Den overordnede konklusion med hensyn til søernes udvikling siden 1989 er, at den reducerede næringsstofforforsel har ført til mindsket indhold af næringsstoffer i mange søer (tabel 3-1). Dette har ført til visse forbedringer i de biologiske forhold, selv om forbedringerne generelt er beskedne. Mængden af planktonalger er mindsket, søernes sigtdybde er forbedret, og der er tendenser til positive ændringer i fiskebestandene, men ellers er der tale om små ændringer.

Figur 3-21

Udviklingen i undervandsplanternes dækningsgrad og deres dybdegrænse siden 1993 i 14 overvågnings søer. De mørke kurver forbinder medianværdier, dvs. værdier som netop 50 % af observationerne ligger over og 50 % under. Skyggerne omkring kurverne viser variationen i data. Den svageste skygge markerer det interval, hvor indenfor 8 ud af 10 søer befinder sig, og den kraftigste skygge viser det interval, hvor indenfor 5 ud af 10 søer kan findes.

Tabel 3-1

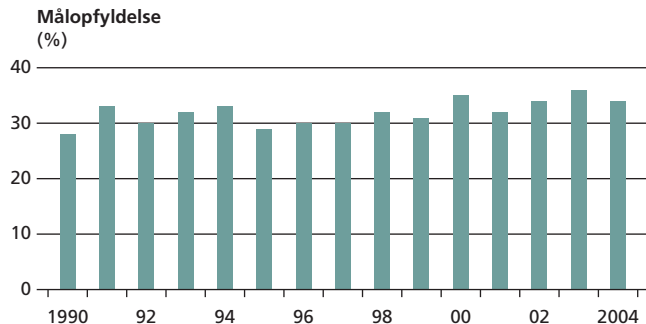
Udviklingen i 27 overvågningssøers miljøtilstand (undervandsplanter kun 14 søer) i perioden 1989-2003 med hensyn til en række udvalgte nøgleforhold. Med hensyn til fosfor og kvælstof er udviklingen angivet som årgennemsnit, mens det for de øvrige drejer sig om sommergennemsnit (1. maj-30. september).

Forhold	Forbedret	Forværret	Uændret
Fosfor, indløbskoncentration	13	1	13
Fosfor, søkoncentration	12	5	10
Kvælstof, indløbskoncentration	20	0	7
Kvælstof, søkoncentration	9	0	18
Sigtdybde	12	1	14
Klorofyl a-koncentration	10	1	16
Planktonalgebiomasse	9	1	17
Blågrønalger (% af alle alger)	7	5	15
Dyreplanktonbiomasse	5	7	15
Dyreplanktons græsning	3	1	23
Undervandsplanters dækning	2	2	10

Et lignende billede tegner sig i forbindelse med opfyldelsen af søernes målsætninger. Her opfylder kun ca. 1/3 af de 841 målsatte danske søer deres målsætning. Det er en situation, der har været stort set uændret siden overvågningsperiodens start (figur 3-22).

Årsagen til de beskedne forbedringer skal findes i, at næringsstoffereduktionen generelt ikke har været tilstrækkeligt stor. Samtidig er reduktionen i indløbsvandets næringsstoffindhold ofte sket i de mest næringsrige vandløb, dvs. at det er lykkedes at komme fra meget høje indløbskoncentrationer til mindre, men stadigvæk forholdsvist høje, koncentrationer. For mange søer har man

**Figur 3-22**  
Andelen af de større danske søer, som opfylder deres målsætning. I 2004 var der 841 målsatte søer i Danmark.  
Data fra Skov- og Naturstyrelsen.



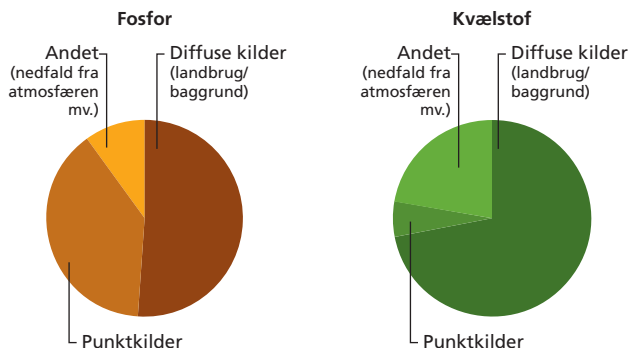
derfor endnu ikke nået det niveau, hvor der for alvor sker ændringer.

En anden årsag til manglende forbedringer er, at der ofte ses en forsinket respons efter reduceret næringsstoffertilførsel. Denne forsinkelse kan skyldes både kemiske og biologiske mekanismer. En kemisk forsinkelse opstår, når vandet tilføres fosfor fra en pulje i søbunden. Dette ses især i søer, der har haft en høj ekstern tilførsel via spildevandsbelastede vandløb. De biologiske mekanismer kan bestå i, at der er udviklet en stor bestand af fredfisk, så dyreplanktonet holdes nede, eller at undervandsplanterne har svært ved at genetablere sig, så de klarvandede forhold kan stabiliseres. En måde at komme ud over disse forsinkelsesmekanismer er at restaurere søerne (boks 3-3).

### Fremtidens næringsstoffertilførsel

Den tætte kobling mellem næringsstofindhold og næsten alle biologiske forhold betyder, at det også fremover vil være meget vigtigt at reducere tilførslen af næringsstoffer, hvis man vil forbedre vandkvaliteten.

I dag stammer hovedparten af det tilførte fosfor og kvælstof fra det åbne land, dvs. et naturligt baggrundsbidrag plus landbrugets bidrag (figur 3-23). Fosforbidraget fra det åbne land udgjorde fx lidt over halvdelen af søernes samlede tilførsel i 2003 og for kvælstofs vedkommende var tallet omkring 70%. Derimod er det gennem de sidste 20-30 år lykkedes at reducere tilførslen fra rensningsanlæg betydeligt, så det for det fleste søers vedkommende er vanskeligt at opnå yderligere reduktioner ad denne vej. Dog vil der de kommende år også blive gjort en indsats over for bidraget fra den spredte bebyggelse.



**Figur 3-23**  
Kildefordeling for tilførsel af fosfor og kvælstof til 27 overvågningssøer (gennemsnit) i 2003. Punkt-kilder inkluderer spredt bebyggelse.

## Boks 3-3

**Sørestauring**

Begrebet sørestauring anvendes normalt, når man ved hjælp af et indgreb i søer søger at opnå en bedre vandkvalitet. Restaurationer er gennem de sidste 10-15 år gennemført i omkring 80 søer i Danmark. Den mest almindeligt anvendte metode har været indgreb i fiskebestanden. Her har man især fjernet fredfiskene skalle og brasen for at give dyreplanktonarterne muligheder for at æde af planktonalgerne. I Væng Sø (Vejle Amt) fjernede man eksempelvis omkring halvdelen af skalle- og brasenbestanden, og opnåede en virkning, der holdt sig i ca. 10 år (nederste figur og figur 3-24). En anden almindelig biologisk metode har været at udsætte rovfisk – især geddeyngel – for herigennem at begrænse mængden af dyreplanktonædende fisk. Det er dog en metode, der i de fleste tilfælde har haft ringe virkning og derfor ikke længere anbefales. En raffineret metode til at hindre fredfiskenes succes er at anbringe kunstige gydereder af grene. Når fredfiskene har sat æggene, tages rederne op, og æggene destrueres (se fotografierne til højre).

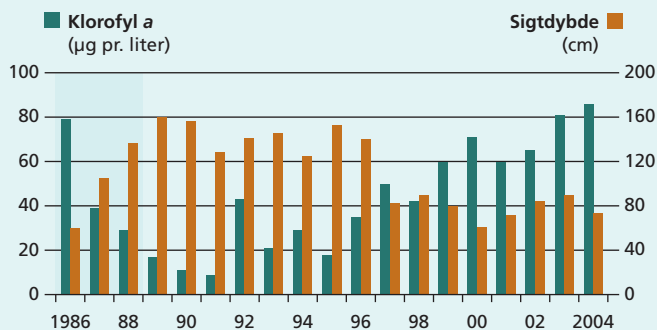
Andre former for restaurationer har omfattet: 1) opgravning af næringsrigt sediment for at hindre frigivelse af fosfor fra søbunden (fx Brabrand Sø, Århus), 2) tilsætning af aluminiumsalte for at øge sedimentets evne til at fastholde fosfor (fx Sønderby Sø, Fyn) og 3) iltning af bundvandet i dybe søer (fx Hald Sø, Viborg).

Det er dog ikke alle søer, hvor man kan forvente et godt resultat af restaurationer. Hvis fx næringsstofftilførslen stadig er høj, vil søen vende tilbage til en tilstand med uklart vand. Heller ikke alle indgreb i søer, hvor næringsstofftilførslen er reduceret, har været lige succesrige, og i mange tilfælde kun med kortvarige virkninger. Dette kan skyldes, at der eksempelvis ikke er fjernet tilstrækkeligt med fisk, eller at tilførslen af fosfor fra bunden slår for markant igennem. I mange søer kan det være nødvendigt at foretage indgreb flere gange eller jævnligt for at fastholde en klarvandet tilstand.



**Gydereder, der anvendes til at fjerne æg af fredfisk.**

Foto: Kim Møller Hansen.



**Ændringer i klorofyl a og sigtedybden i Væng Sø, efter at 50% af skallerne og brasenerne blev fjernet i perioden fra september 1986 til juni 1988.**

Når den fremtidige tilstand og de biologiske forhold i søerne skal forbedres, vil det derfor være nødvendigt at se på mulighederne for at reducere tilførslen af næringsstoffer fra det åbne land. Kun ad denne vej synes det muligt at reducere tilførslen tilstrækkeligt til, at der kan opnås en tilfredsstillende vandkvalitet (se også næste afsnit).

#### **Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet**

En anden udfordring for den fremtidige forvaltning af de danske søer er EU's habitat- og vandrammedirektiv. Vandrammedirektivet foreskriver fx, at der senest i år 2015 skal opnås mindst en god økologisk tilstand. God økologisk tilstand er ikke defineret særlig præcist i direktivet, men blot som en tilstand, der kun i ringe grad afviger fra den af mennesker upåvirkede tilstand (se boks 3-4).

Det er ikke enkelt at fastslå, hvordan upåvirkede søer ser ud, dvs. at finde ud af, hvordan den såkaldte referencetilstand er. Det hænger sammen med, at søerne og landskabet omkring dem til stadighed udvikler sig, og at der ikke er mange informationer, der rækker længere end få årtier tilbage. Det er derfor heller ikke let at fastsætte de økologiske klasser, eftersom disse i princippet skal defineres med udgangspunkt i referencetilstanden.

En af udfordringerne i forhold til det nuværende målsætningssystem, der varierer meget fra amt til amt, er, hvordan der etableres en mere standardiseret måde at fastsætte den økologiske tilstand på. I øjeblikket er det vanskeligt at sammenligne målsætninger og målsætningsopfyldelse på tværs af søer og forskellige egne af Danmark.



**Figur 3-24**

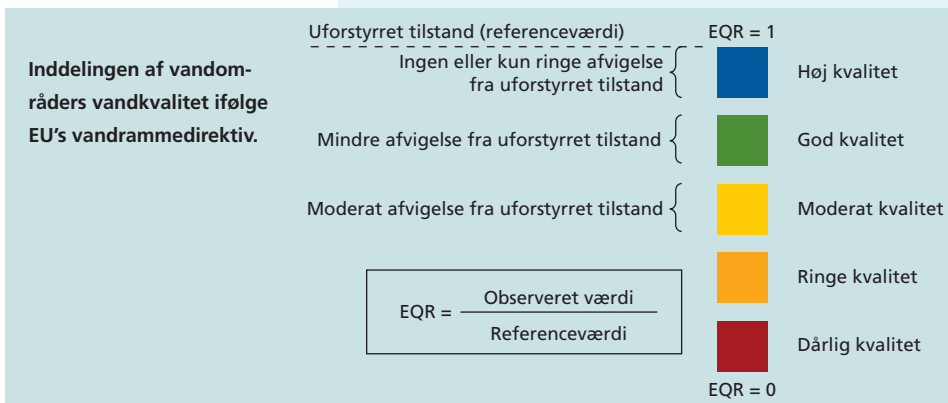
**Væng Sø, hvor halvdelen af fiskebestanden blev fjernet i perioden 1986-1988.**

Foto: Martin Søndergaard.

## Boks 3-4

**Vandrammedirektivet**

Fremover skal søer ifølge Vandrammedirektivet henføres til en af fem økologiske klasser: høj, god, moderat, ringe og dårlig økologisk tilstand (se nedenfor). Klassifikationen skal foretages med udgangspunkt i en upåvirket søtilstand (referencetilstanden) og på grundlag af en række biologiske og kemiske indikatorer. Især grænsen mellem god og moderat økologisk tilstand er administrativ vigtig, fordi alle søer senest i år 2015 skal leve op til de krav, der gælder for mindst den gode økologiske tilstand. Referencetilstanden er ikke nødvendigvis en fast størrelse, men kan variere fra sø til sø afhængig af de naturgivne forhold (jordbund m.m.). Den økologiske tilstand skal udtrykkes i et økologisk indeks (EQR, ecological quality ratio) med værdier mellem 0 og 1.

**Klimaforandringer**

Det synes mere og mere klart, at klimaet er under ændring. Klimascenarierne for Danmark taler om temperaturforøgelser på omkring 3°C i løbet af de næste 70 år. Disse ændringer kan påvirke tilstanden i søerne og eventuelt modvirke de tiltag, der gøres for at forbedre vandkvaliteten. Der kan også forventes øget nedbør og et andet nedbørsmønster fremover.

Øget nedbør og eventuelt også flere ekstremhændelser med meget kraftig nedbør fører let til øget udvaskning af næringsstoffer fra søernes oplande og dermed øget eutrofiering. Nedbørens betydning for udvaskningen af næringsstoffer er påvist tydeligt i NOVA-programmet,



hvor forskelle i nedbør fører til forskellig tilførsel af både fosfor og kvælstof til søerne.

Højere temperaturer kan påvirke søerne på flere måder, bl.a. ved at bidrage til rekoloniseringen med undervandsplanter, fordi vækstsæsonen forlænges, og dermed til at fastholde klarvandede tilstande. Dette er påvist ved forsøg (figur 3-25). Negative virkninger på vandkvaliteten kan dog også forventes bl.a., fordi varmekrævende karpeslag vil få bedre forhold og mindske dyreplanktonets muligheder for at begrænse mængden af planktonalger.

Øget temperatur kan også påvirke den sæsonmæssige tilbageholdelse og frigivelse af fosfor, så vinterperioden med tilbageholdelse af fosfor forkortes, og frigivelsen fra



**Figur 3-25**  
Store kar med 3.000 l vand, hvor temperaturerne blev øget med 3-5°C for at studere de forventede klimaændringers virkning på de biologiske forhold i søer.

Foto: Lone Liboriussen.

bundsedimentet derfor starter tidligere og dermed påvirker forårsopblomstringen af plankton. Endelig kan flere milde vintre med kortvarigt isdække og fravær af vinterfiskedød favorisere fredfisk og dermed en uklar tilstand – især i de mindre søer.

Ændringer i klimaet kan også føre til ændringer i artsammensætningen, fordi et varmere klima vil begunstige varmeelskende arter. Et eksempel på indvandringen af nye arter er vandremuslingen, der synes at have bredt sig til flere søer, hvor den kan påvirke tilstanden markant. Et eksempel herpå ses i boks 3-5. Et andet ses i Hammersøen på Bornholm, hvor vandremuslingen har øget sigtddybden fra ca. 2 m til næsten 5 m, fordi muslingen filtrerer vandet for planktonalger.

## Boks 3-5

**Vandremuslingens udbredelse og påvirkning af miljøtilstanden i Fårup Sø**

Af Lisbet Elbæk Pedersen, Vejle Amt

Vandremusling *Dreissena polymorfa* (se foto), som også kaldes zebramusling på grund af dens stribede skaller, stammer fra områderne omkring Det Kaspiske Hav og Sortehavet, hvorfra den i første halvdel af forrige århundrede bredte sig til Mellemeuropa. Muslingen kan være spredt til Danmark med fx fragtskibenes ballastvand.

Vandremuslingen er speciel, fordi den har lange, klæbrige bysustråde, hvormed den kan klæbe sig fast på substrater som sten, vandplanter og andre muslinger m.m. Dette betyder, at muslingerne kan sidde oven på hinanden og danne tykke lag, nærmest banker, og derfor kan optræde i meget stort antal.

En stor musling kan gyde op til flere hundrede tusind æg. Efter æggenes klækning kan larverne være fritsvømmende i mange uger, inden de sætter sig fast og udvikler sig til voksne med skaller. I løbet af 3-4 år nås normalt en størrelse på lidt over 3 cm. Vandremuslingen bliver som regel ikke ældre end 5 år.



**Vandremusling.** Foto: Internettet.



Vandremuslingen indvandrede til Fårup Sø i begyndelsen af 1990'erne – måske som larver eller voksne muslinger, der har optrådt som blinde passagerer i en turistjolle. Muslingen optræder nu i hele søen ned til 8 meters dybde, hvor der er sten eller andet, som den kan hæfte sig på. Bestanden er på få år vokset til omkring 1,3 milliarder individer (figuren nedenfor), med op til 94.000 individer pr. m<sup>2</sup>.

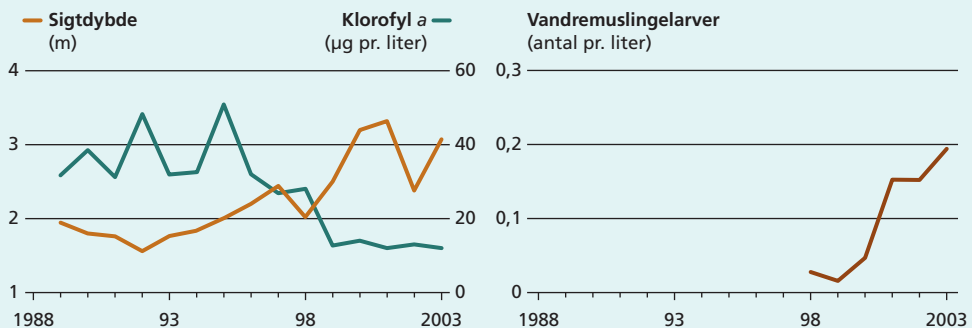
Vandremuslingen lever fortrinsvis af mikroskopiske partikler, især planktonalger, som den filtrerer ud af vandet. Derfor er en stor produktion af planktonalger – som følge af en stor fosfortilførsel – et rigt fødegrundlag for vandremuslingen og medvirkende til dens eksplosive udbredelse i Fårup Sø. Vandremuslingens filtreringsevne er så stor, at bestanden vil kunne filtrere søens vandvolumen på knap 2 døgn. Det betyder sandsynligvis, at muslingerne er den vigtigste årsag til en formindsket algemængde og dermed en stærkt øget sommersigt dybde. Sigtdybden er steget fra mindre end 2 m i 1989-1994 til mellem 2 og 3,5 m i 1997-2003 (se figuren nedenfor).

Muslingen har haft stor indflydelse på søens miljøtilstand. Selv om vandet er blevet meget klart, er undervandsplanterne nu i tilbagegang. Det skyldes bl.a., at muslingerne i stort tal sætter

sig på planterne, og også, at de mange muslinger tiltrækker en stigende bestand af blichøns, som foruden at æde muslinger også nedbider vandplanterne.

Også bunddyrsamfundene i Fårup Sø er under forandring, og vandremuslingen dominerer nu. De få, hovedsageligt ældre, maler- og dammuslinger i søen, er næsten alle så tæt besat af vandremuslinger, at de hæmmes afgørende i deres bevægelser og fødeindtagelse. Denne stærkt ændrede bundfauna forringer fødegrundlaget for de bundlevende fisk.

De mange vandremuslinger har således en positiv virkning på sigtdybden, men en række uheldige virkninger på søens øvrige plante- og dyreliv, som kan få negativ betydning for søens fremtidige tilstand. Hele den negative kæde af begivenheder begynder med den meget store fosformængde, der ledes ud i søen. Den giver anledning til en stor algevækst, og den danner fødegrundlaget for de mange vandremuslinger. Det er derfor nødvendigt at nedbringe fosfortilførsel, hvis man skal sikre en god økologisk tilstand med mange plante- og fiskearter.



Udviklingen i sigtdybde, algebiomasse (klorofyl a), og fritsvømmende veligerlarver fra vandremuslingen i Fårup Sø. Larver blev ikke observeret før 1998.



# Havet



Farvandene omkring Danmark påvirkes i forskellig grad af næringsstofafstrømningen fra land. Vandmiljøplanerne har generelt mindsket indholdet af næringsstoffer og mængden af planktonalger, men miljøtilstanden er samlet set ikke forbedret markant. I dag er målsætningen generelt opfyldt i Skagerrak og de åbne dele af Nordsøen og tæt på at være opfyldt i det åbne nordlige og centrale Kattegat. I de øvrige danske farvande er målsætningerne ikke opfyldt.

Foto: Martin Søndergaard.



Figur 4-1

Søsalat er en stor grønalge, som kan danne flager på flere meter på hver led. Den er almindelig i fjorde og ved kyster, hvor den vokser hurtigt på steder med næringsrigt vand.

Foto: Nanna Rask.

## Fra brakvand til saltvand

De danske farvande ligger i overgangszonen mellem den brakke Østersø og den salte Nordsø. Det giver meget forskellige økosystemer, der spænder fra små lukkede nor med stillestående vand og lav saltholdighed til åbne farvandsområder med stor gennemstrømning og høj saltholdighed. Der er tilsvarende stor variation fra inderfjorde til yderfjorde og fra de kystnære områder og videre ud mod de åbne farvande.

Havet omkring Danmark kendetegnes desuden af markante ændringer i temperatur og saltholdighed som følge af generelle klimatiske sæsonvariationer samt vekslende vind- og strømforhold. Miljø- og naturkvaliteten er også stærkt påvirket af menneskelig aktivitet. Den høje befolkningstæthed og den intensive udnyttelse af det åbne land resulterer i udledninger af forurenende stoffer til havet. Samtidig påvirker et stort erhvervsfiskeri mange områder. Hertil kommer påvirkninger fra andre aktiviteter på havet såsom skibstrafik, ral- og sandsugning, anlægsarbejder, sejlbende- og havneudbygning og deponering af sediment samt olie- og gasudvinding.

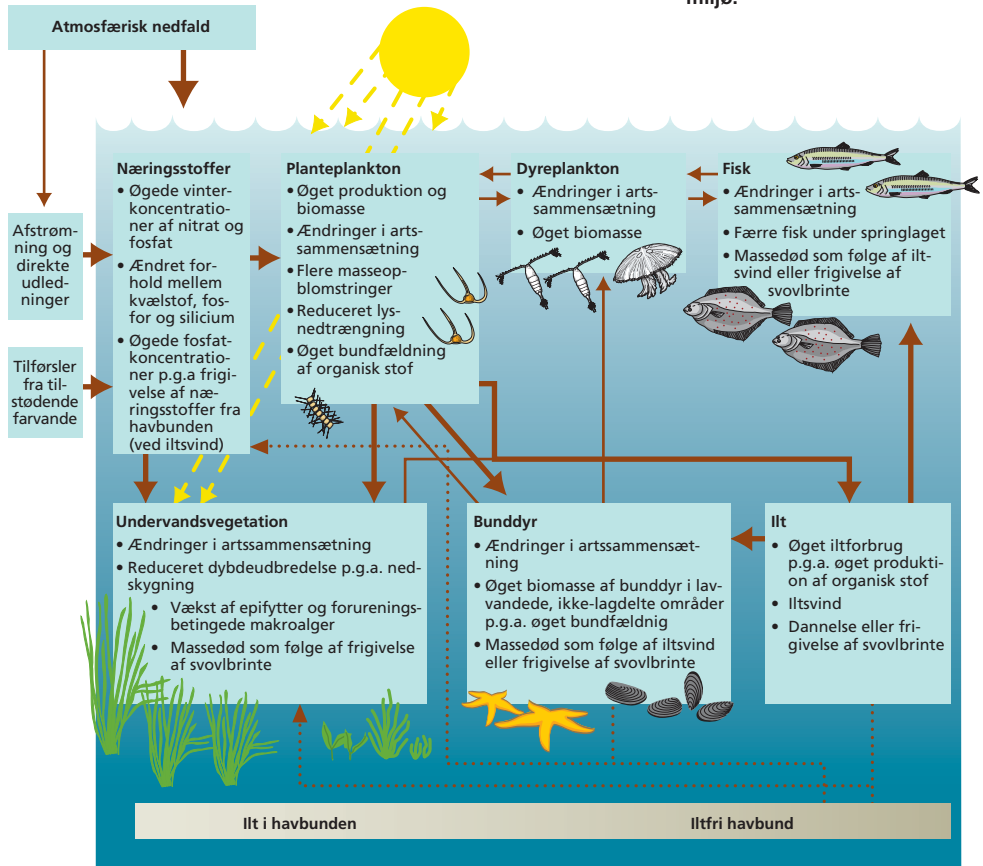
Overvågning af miljø- og naturkvaliteten i de danske farvande er først sket i større målestok inden for de seneste 25 år. I dele af de åbne farvande og i en del kystområder startede overvågningen i midten af 1970'erne, og den er blevet løbende udbygget gennem 1980'erne. Først med Vandmiljøplanens overvågningsprogram fra 1989 blev der imidlertid indført systematisk overvågning af kystområderne i alle amter, samtidig med at overvågningen af de åbne farvande blev intensiveret.

Det marine overvågningsprogram tog udgangspunkt i en erkendelse af, at tydelige miljøproblemer som fx iltsvind havde forbindelse med næringsstofftilførsler til vandmiljøet. Virkningerne heraf er bl.a. øgede næringsstofkoncentrationer i vandet og større vækst og biomasse af planktonalger og forureningstolerante, hurtigtvoksende makroalger som trådalger og søsalat (figur 4-1). Mere planktonalger i vandet kan føre til mindre lys ved bunden, og det vil påvirke undervandsvegetationens vækst i negativ retning. Samtidig vil mere organisk materiale synke til bunden. Det vil i nogle områder kunne føre til flere bunddyr, der lever af det nedsynkende materiale. I andre områ-

der vil nedbrydningen af det organiske materiale føre til et iltforbrug, der sænker indholdet af ilt i vandet lige over bunden og i værste fald fører til iltsvind som skitseret i figur 4-2.

Overvågningen af de danske havområder har fokuseret på koncentrationen af næringsstoffer og ilt samt forekomsten og væksten af planktonalger, undervandsvegetation og bunddyr. På et lille antal stationer har man desuden undersøgt dyreplanktonet, mens fisk ikke har været en del af den marine overvågning, så der er ikke et selvstændigt afsnit om dem på samme måde som i kapitel 2 og 3.

**Figur 4-2**  
Skitseret model over virkningerne af øgede tilførsler af næringsstoffer til det marine miljø.



## Planktonalger

Planktonalger er basis for fødenettet i havområdernes frie vandmasser på samme måde, som det er tilfældet i søerne (figur 4-3). Et ofte anvendt, populært udtryk "havets græs" illustrerer den fundamentale betydning af planktonalger. Variationer i mængden og sammensætningen af planktonalger har dermed afgørende indflydelse på de biologiske samfund i havet. Planktonalger er fødegrundlaget for dyreplanktonet, og mængden af planktonalger i havet er dermed resultatet af balancen mellem vækst, dvs. primærproduktion, og tab til planktonalgeædere og bundfældning.

I lavvandede områder filtrerer muslinger og andre bundlevende dyr store mængder planktonalger fra vandet og har afgørende betydning for mængden af plankton. Mængden af planktonalger bestemmes i høj grad også af mængden af kvælstof. Betydningen af kvælstof illustreres af, at der kan opnås en 25% 's reduktion i mængden af planktonalger, hver gang kvælstofkoncentrationen halveres. Fosfor spiller dog også en rolle for planktonalger, specielt om foråret, hvor fosfor oftest er det begrænsende næringsstof i fjorde og andre lukkede områder.

Sammensætningen af planktonalger i de danske farvande varierer betydeligt som følge af de markante forskelle i vandets saltholdighed. Mange organismer i havet kan kun klare sig inden for snævre saltholdighedsgrænser. I området omkring Bornholm og i mindre grad i Bælthavet er det fx almindeligt, at store, koloniforme blågrønalger udgør en væsentlig del af den samlede planktonalge-

**Figur 4-3**  
Almindelige former for marine planktonalger.

Foto: Helene Munk Sørensen.





biomasse i sommerperioden, mens dette kun sjældent er tilfældet i Kattegat og aldrig i Nordsøen. Tilsvarende findes karakteristiske planktonalgearter i Nordsøen, eksempelvis den skumdannende *Phaeocystis* og morildsalgen *Noctiluca*, som almindeligvis ikke optræder i større mængde i Kattegat og kun meget sjældent omkring Bornholm.

### Planktonalgernes udvikling

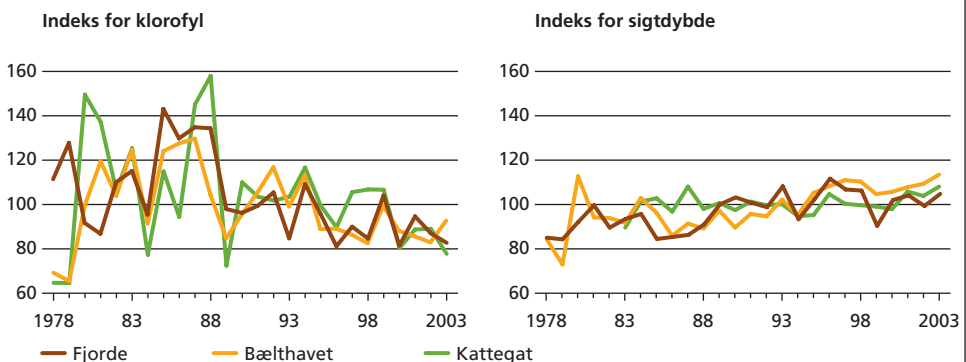
Mængden af klorofyl *a* i vandet kan som antydte tidligere benyttes som en indikator for planktonalgernes samlede biomasse. Der er stor forskel på mængden af klorofyl *a* fra område til område og også stor variation fra år til år, der i høj grad hænger sammen med ferskvandsafstrømningen fra land og dermed tilførslen af næringsstoffer.

Samlet for alle fjorde, der indgår i overvågningsprogrammet, er at mængden af klorofyl *a* er faldet siden midten af 1980'erne. Samtidig er sigtddybden, der påvirkes af mængden af planktonalger i vandet, steget. Det vil sige, at vandet er blevet klarere. En tilsvarende udvikling har fundet sted i Bælthavet, mens store år-til-år-variationer i 1980'erne blev afløst af mere konstante og svagt faldende mængder af klorofyl *a* i Kattegat fra 1990 (figur 4-4). Faldet i mængden af klorofyl *a* i fjordene hænger sammen med udbygningen af spildevandsrensning i perioden fra 1980'erne til midten af 1990'erne, som førte til kraftige reduktioner i udledningerne af fosfor.

Samtidig med det generelle fald i mængden af planktonalger er der sket et skifte i dets sammensætning. I havområderne er de to dominerende grupper kiselalger

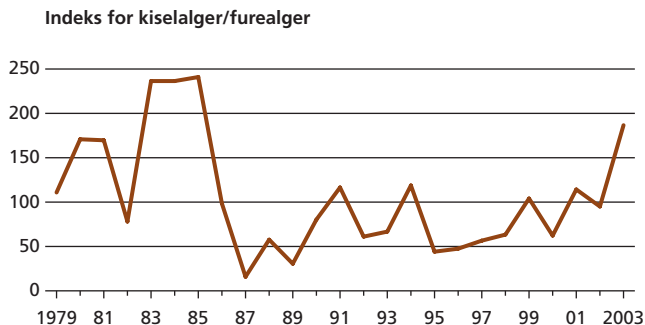
Figur 4-4

Udviklingen i mængden af klorofyl *a* og sigtddybde for hhv. fjorde, Bælthavet og Kattegat. Både mængden af klorofyl og sigtddybden er beskrevet med indeks, der udjævner forskellene på de absolutte niveauer i fx forskellige fjorde og i stedet illustrerer den samlede tendens for alle fjorde. Indeks-værdien 100 repræsenterer gennemsnitsværdien for hele perioden.



Figur 4-5

Forholdet mellem biomassen af kiselalger og furealger i de åbne indre farvande. Forholdet er udtrykt ved en indekssværdi, der viser den samlede tendens og udjævner forskellene på de absolutte biomasser mellem forskellige stationer. Indeks-værdien 100 repræsenterer gennemsnitsværdien for hele perioden.



og furealger. Forholdet mellem disse to grupper har her ændret sig markant over de sidste 25 år (figur 4-5). Indtil midten af 1980'erne var kiselalger den dominerende gruppe. Fra midten af 1980'erne til ca. 1990 ændredes forholdet, så furealger kom til at dominere. Siden da er kiselalgerne gradvist igen blevet den dominerende gruppe. Det vides ikke, om disse ændringer skyldes menneskelig påvirkning af havområderne eller er knyttet til variationer i fx klimatiske forhold.

#### Boks 4-1

### Ny dafnie i danske farvande

I september-oktober 2001 blev der observeret en ny dafnieart, *Penilia avirostris*, i Århus Bugt og Kattegat. Den har sin hovedudbredelse i subtropiske og tropiske havområder, hvor den mht. biomasse periodisk kan dominere blandt de større planktondyr. Typisk ses *Penilia avirostris* i september-oktober.

Det er muligt, at *Penilia* er transporteret med ballastvand til vore farvande, men det er nok mere sandsynligt, at den gradvist har spredt sig nordover ved egen kraft. Arten blev allerede i 1948 fundet nord for sit hovedudbredelsesområde i Nordsøen. Siden har den spredt sig længere og længere nordpå. I begyndelsen af 1990'erne blev den blandt andet fundet omkring Helgoland, og i 1997 forekom den almindeligt i Koster-fjorden ved den svenske vestkyst. Siden 1999 har den været almindelig i den sydlige og østlige del af Nordsøen, hvorfra den via Skagerrak har spredt sig til Kattegatområdet.

Siden 2001 har *Penilia* været almindelig i sensommerplanktonet i Kattegatområdet, og den er fundet i Øresund ved lavere saltholdigheder. Det vil sige, at *Penilia* på sigt har mulighed for at kolonisere de indre, mere brakke dele af vore farvande. Dens ukønnede formering gør, at den hurtigt kan opbygge store bestande. Det er derfor vigtigt fremover at følge udbredelsen af denne nye art og eventuelle virkninger på planktonsamfundene.



Dafnie *Penilia avirostris*, som har etableret sig i Kattegat-området.

Foto: Per Juel Hansen.

## Dyreplankton

I kystområder og åbne farvande samt i nogle fjorde ædes en væsentlig del af planktonalger af dyreplankton. De forskellige grupper af dyreplankton æder forskellige størrelser af føde, og derfor er mængden og sammensætningen af dyreplanktonet af afgørende betydning for mængden og sammensætningen af planktonalger og omsætningen af organisk materiale i de frie vandmasser. Der er ikke registreret nogen markante udviklinger i dyreplanktonsamfundene siden starten af overvågningsprogrammet, men dog nye arter (boks 4-1).

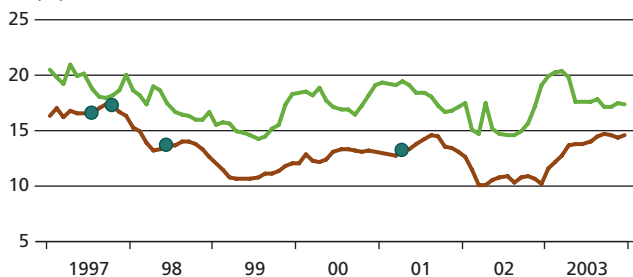
### Roskilde Fjord – et eksempel på samspillet mellem dyreplankton og vandmænd

En meget væsentlig regulerende faktor for dyreplanktonets bestandsstørrelse i vore farvande er mængden af gopler. I flere fjorde er der tilsyneladende en sammenhæng mellem større dyreplanktonarters bestandsstørrelse og mængden af vandmænd (øregopler). Store bestande af gopler vil ved at æde dyreplanktonet reducere dets indflydelse på planktonalger og derved øge varigheden af opblomstringer af planktonalger og størrelsen af den efterfølgende bundfældning. På grund af goplernes meget klumpede fordeling er det vanskeligt at få en præcis opgørelse af deres mængde, og de har ikke været rutinemæssigt undersøgt i overvågningsprogrammet.

Et eksempel på samspillet mellem dyreplankton og vandmænd ses i Roskilde Fjord. Fjorden er lang og smal og har en aftagende saltholdighed ind mod bunden. Gennemsnitssaltholdigheden i de ydre dele er 18 ‰ og i de indre



Saltholdighed – Roskilde Fjord  
(‰)

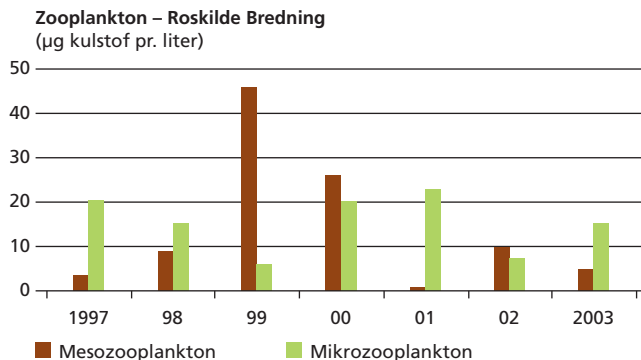


Figur 4-6  
Saltholdigheden i Roskilde Fjord med angivelse af, hvornår der er registreret larver af vandmænd.

— Roskilde Bredning  
— Frederiksværk Bredning  
● Forekomst af vandmandens larver

5 km

**Figur 4-7**  
Ændringer i dyreplank-  
tonsammensætningen og  
mængde i Roskilde Bredning.  
Planktonarterne er grupperet  
i hhv. mesozooplankton (0,2-2  
mm) og mikrozooplankton  
(0,02-0,2 mm).



dele 13 % (figur 4-6). Ved Eskildsø midt i fjorden ligger der en lavvandet tærskel, der begrænser vandskiftet mellem den indre og den ydre, nordlige del af fjorden. Derfor er den inderste del mere påvirket af variationerne i nedbør og ferskvandsafstrømning fra land. I Roskilde Bredning kan saltholdigheden svinge mellem 10 og 17 ‰ fra år til år.

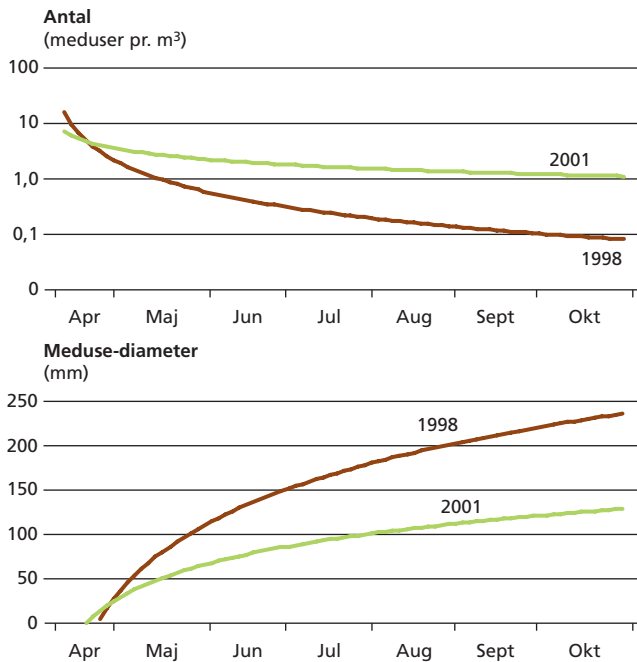
Den samlede mængde dyreplankton i sommerperioden er ret konstant fra år til år med undtagelse af 1999 og 2000, hvor mængden var ca. dobbelt så stor (figur 4-7). Forskellen skyldes især forskellige mængder af vandlopper og dafnier. Spørgsmålet er, hvad der betingede disse svingninger?

I årene 1997 til 2003 blev undersøgelserne af dyreplankton suppleret med en undersøgelse af forekomsten af vandmænd. De overordnede resultater viste tydeligt, at i år med mange vandmænd i Roskilde Bredning var der få vandlopper og dafnier, mens det modsatte var tilfældet i år, hvor der

**Tabel 4-1**

Opvækst, tæthed og størrelse af vandmænd samt biomasse af vandlopper og dafnier i Roskilde Fjord fra 1997 til 2003.

År	Opvækst	Tæthed	Middeldiameter (cm)	Vandlopper og dafnier (g kulstof pr. $\text{m}^3$ )
1997	+	mange	10	3,4
1998	+	få	20	8,7
1999	-	ingen	-	45,8
2000	-	ingen	-	26,0
2001	+	mange	10	0,8
2002	-	ingen	-	9,7
2003	+	mange	10-15	4,9



Figur 4-8  
Antallet af vandmænd og  
deres størrelse i Roskilde Fjord.

ikke var opvækst af vandmænd i fjorden (tabel 4-1). Forklaringen er, at mængden af vandmænd har stor indflydelse på den føde, der er til rådighed for de øvrige organismer i fjorden, bl.a. fiskeyngel, der dels er afhængige af vandlopper og dafnier og dels selv æder af de mange vandmænd.

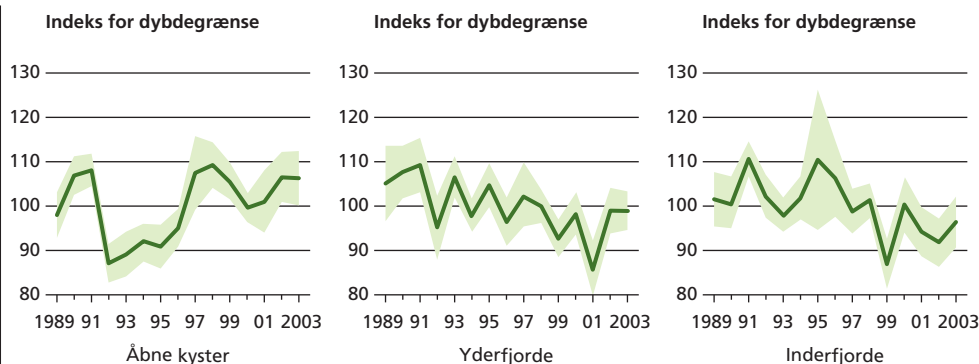
Undersøgelsen viste også, at der fra år til år er forskel på, hvor stor indflydelse vandmændene får på det øvrige dyreplankton. I 1998 overlevede kun en mindre del af de opvoksende vandmænd. Der var føde nok hele sommeren, og de blev meget store (figur 4-8). I modsætning hertil blev vandmændene meget talrige i 2001, men ikke særligt store. I 2001 tømtes vandet stort set for vandlopper, og der dannedes en form for "tusindebrødresamfund" af små vandmænd (figur 4-9).

God gydesucces hos vandmænd blev kun registreret i de år, hvor saltholdigheden i fjorden var høj. I tørre år, hvor saltholdigheden er høj, ses en opvækst af små vandmænd i fjorden, mens der i meget våde år, hvor saltholdigheden falder til omkring 10 ‰, ikke er en opvækst af vandmænd. I disse år ses vandmænd kun som store individer, der driver ind fra Isefjord i løbet af sommeren.

Figur 4-9  
Vandmand.

Foto: Peter Bondo Christensen.





Figur 4-10

Udvikling i ålegræssets maksimale dybdegrænse gennem overvågningsperioden 1989-2003 for henholdsvis åbne kyster samt yder- og inderfjorde. Variationen i data er vist som skygge. Dybdegrænsen er bestemt ved et indeks, der tager højde for forskelle i dybdegrænsens niveau. En høj indekseværdi betyder, at ålegræsset forekommer ud til relativt dybt vand. Indeks-værdien 100 repræsenterer gennemsnitsværdien for hele perioden.

### Bundplanter

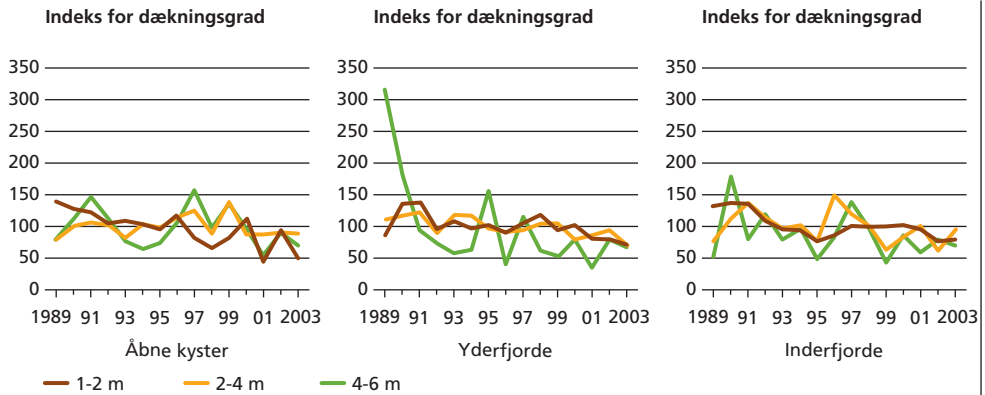
Bundvegetationen i lavvandede havområder består typisk af ålegræs på blød bund og flerårige makroalger (tang) på hård bund. Desuden findes hurtigtvoksende, enårige alger, der især i næringsrige områder kan sprede sig så meget, at de hæmmer væksten af ålegræs og de flerårige makroalger.

Bundplanterne er gode indikatorer for omgivelsernes tilstand og ændringer heri, fordi de lever forholdsvist længe, og fordi deres forekomst påvirkes af de fysiske og kemiske forhold i omgivelserne. Planternes tilvækst reguleres især af lys og næringsstoffer, mens tabet af plantebiomasse eksempelvis styres af fysisk forstyrrelse, iltsvind og sygdomsangreb. Eksempelvis afspejler planternes dybdegrænse og deres dækningsgrad på dybt vand, hvor klart vandet er og dermed også næringsstoffrigdommen.

Et fald i tilførslen af næringsalte vil forbedre lysforholdene, og vegetationen derved få større dybdeudbredelse og større plantedække på dybt vand. Færre næringsstoffer vil også give mindre risiko for iltsvind, der kan begrænse væksten af ålegræs.

### Udvikling i ålegræs

På de åbne kyster har der i overvågningsperioden 1989-2003 været stor variation i ålegræssets dybdegrænse, idet det forekom på stor dybde fra 1989 til 1991, rykkede ind på lavere vand i 1992-1996 og herefter igen forekom på dybt vand (figur 4-10). I både den ydre og den indre del af



Figur 4-11

Udvikling i ålegræssets dækningsgrad gennem overvågningsperioden 1989-2003. Udviklingen er vist for 3 dybdeintervaller langs åbne kyster, samt i yder- og inderfjorde. Dækningsgraden er beskrevet ved et indeks, der tager højde for forskelle i dækningsgraden mellem forskellige områder og dermed viser den generelle udvikling. Indeksværdien 100 repræsenterer gennemsnitsværdien for hele perioden.

fjordene har ålegræssets dybdegrænse bevæget sig mere jævnt mod lavere vand fra 1989 til 2003.

Ålegræssets dækningsgrad er på helt lavt vand primært bestemt af bølge- og vindbevægelser samt i nogle år isskrubning og altså kun i mindre grad af næringsstofmængden. Langs de åbne kyster er dækningsgraden faldet afgørende på lavt vand (1-2 m) gennem perioden 1989-2003. Faldet var jævnt frem til 1998, hvorefter dækningsgraden har svinget en del fra år til år, dog med en nedadgående tendens (figur 4-11). På større dybder langs de åbne kyster har dækningsgraden derimod ikke ændret sig i perioden.

I fjordene er ålegræssets dækningsgrad på lavt vand (1-2 m) også faldet gennem perioden 1989-2003. Dækningsgraden på det dybere vand er uændret i den inderste del af fjordene, men er blevet mindre i de ydre dele (figur 4-11).

Generelt er både ålegræssets dybdegrænse og dækningsgrad i fjordene blevet mindre i overvågningsperioden 1989-2003, mens bestandene langs de åbne kyster har været mere eller mindre stabile. Denne udvikling er foregået på trods af, at vandet generelt er blevet mere klart gennem overvågningsperioden. Ålegræsset har altså ikke reageret prompte på de forbedrede lys- og næringsstofforhold. En forklaring på de reducerede dybdegrænser kunne være de hyppige forekomster af iltsvind på dybere vand, der har været observeret gennem overvågningsperioden. Skrab efter muslinger kan også medvirke til at reducere ålegræssets dybdegrænse i visse områder.

Figur 4-12

Ålegræs kan danne tætte  
plantebede langs vore kyster.

Foto: Peter Bondo Christensen.



#### Ålegræssets udvikling omkring Fyn de sidste 100 år

Ofte findes der ikke mange miljøoplysninger, der går langt tilbage i tiden, men fra alle indre, danske farvande og bl.a. fra farvandene omkring Fyn findes der data, som går helt tilbage til år 1900. De viser, at der er sket store forandringer, bl.a. at bundvegetationens udbredelse og sammensætning har ændret sig meget i de forløbne 100 år.

Sammenlignes dybdegrænserne fra århundredskiftet med forholdene i dag, viser det sig, at ålegræssets dybdeudbredelse i mange områder er næsten halveret, og i mindre fjorde er det forsvundet helt (figur 4-12) (tabel 4-2). Makroalgernes dybdegrænse er også reduceret, fra 30-35 m i Lillebælt ved århundredskiftet til 10-12 m i dag. Ålegræsset er ikke siden vendt tilbage til samme dybder som før.

Tabel 4-2

Ålegræssets dybdegrænse (m) for hundrede år siden og i dag.

Efter Ostenfeld (1908).

	År 1900	Nutid
Storebælt	9,4-10,4	6-7
Lillebælt og Det Sydfynske Øhav	7,8-8,5	5-6
Gamborg, Odense og Kolding Fjord	5,7-7,5	2,4-4
Nyborg Fjord (inderst)	7,5	3,5
Holckenhavn Fjord	1,3	Ålegræs mangler



De store ændringer i plantesamfundet i de fynske kystområder er dog først og fremmest forårsaget af den stigende næringsstofbelastning af kystområderne, der især tog fart efter 1960'erne. Høje koncentrationer af næringsstoffer, især kvælstof, øger planktonalgevæksten. Desuden fremmer de væksten af hurtigtvoksende trådalger, søsalat og epifytiske kiselalger frem for ålegræs og andre rodfæstede planter, der tit begros og bortskygges af store mængder hurtigtvoksende alger (figur 4-13).

Siden 1950'erne er algevæksten næsten fordoblet i Kattegat. Den øgede vækst af planktonalger betyder, at vandets gennemsigtighed falder, og dybdeudbredelsen af makroalger og ålegræs aftager. I det sydlige Lillebælt ses således en god sammenhæng mellem sigtddybe og ålegræssets dybdeudbredelse (figur 4-14).

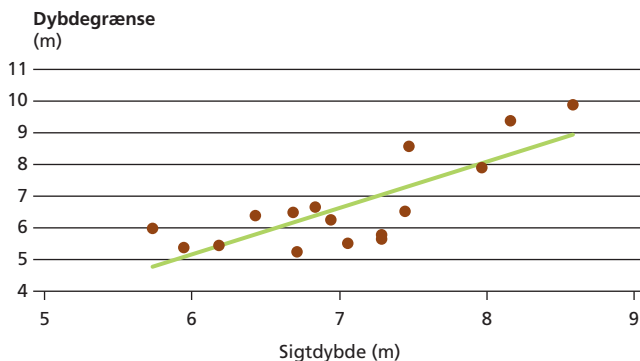
Ålegræssets dybdeudbredelse i Lillebælt øgedes markant i årene under og lige efter den tørre periode i 1996-1997, hvor kvælstofafstrømningen fra land var meget lav, og sigtddyben var stor, således at ålegræsset fik gode vækstbetingelser på dybere vand. Efter 1999 er dybdeudbredelsen igen aftaget til knap 6 m i takt med, at næringsstofafstrømningen fra land igen er øget. Dybdeudbredelsen af ålegræs har enkelte år være forbedret, men der er ingen tendens til varig, stor dybdeudbredelse.

Ålegræsset udviser ikke kun en generel tilbagegang. Nutidige undersøgelser har vist, at ålegræsset også udviser store svingninger i udbredelse og dækningsgrad over en kort årrække (figur 4-15). I den centrale del af Det Sydfynske Øhav blev der i den varme sommer 1994, hvor vandtemperaturen steg til næsten 25 °C, registreret en 80 %'s



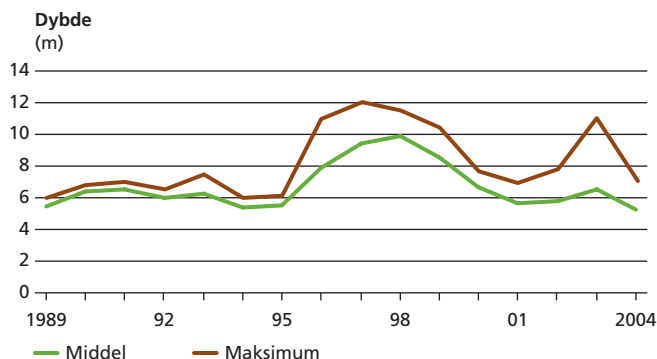
**Figur 4-13**  
Ålegræs bevokset med alger.

Foto: Nanna Rask.



**Figur 4-14**  
Relationen mellem sigtddybe (middel oktober-juli) og ålegræssets dybdegrænse den efterfølgende sommerperiode (gennemsnit af 5 transekter i det sydlige Lillebælt) gennem perioden 1989-2004.

**Figur 4-15**  
Dybdegrænsen for ålegræs  
i det sydlige Lillebælt målt  
på tre transekter gennem  
perioden 1989-2004.



reduktion i det ålegræsdækkede areal, især i dybdeintervallet fra 2 til 6 m, der siden 1970'erne har været ålegræssets hovedudbredelsesgrænse i dette område. Samtidig blev der iagttaget lokale iltsvind på lavt vand med svovlbrinteudslip og kraftig vækst af purpursvovlbakterier på lavt vand (figur 4-16).

Tilsvarende massedød af ålegræs, der sandsynligvis er betinget af iltsvind i kombination med høje vandtemperaturer, er observeret i mange andre områder. Lave iltkoncentrationer og høje temperaturer i vandet reducerer ålegræssets fotosyntese og vækst. Tilstedeværelse af sulfid selv i lave koncentrationer virker stærkt hæmmende for fotosyntesen og ødelægger efter kort tids eksponering ålegræssets vækstlag, hvorefter skuddet dør.

De seneste 100 års eutrofiering af de indre danske farvande har således ikke kun betydet en generel tilbagegang i ålegræssets udbredelse på grund af faldende sigtdybde i vandet og øget vækst af epifytter og forureningstolerante makroalger. Eutrofieringen har også øget risikoen for iltsvind på lavt vand og dermed yderligere forringet ålegræssets vækstbetingelser.

Miljøfarlige stoffers virkning på undervandsplanter er ikke ret godt kendt, men koncentrationerne af tributyltin (TBT) og tjærestoffer i fx Odense Fjord er så høje, at de har negativ indflydelse på ålegræs og havgræs.

Ålegræsset har stor betydning som stabiliserende og regulerende faktor for de kystnære områders næringsstofhusholdning og sedimentforhold. De forringede vilkår truer denne reguleringsmekanisme. Herved er de kystnære miljøers tilstand blevet endnu mere sårbar.

**Figur 4-16**  
Purpursvovlbakterier.

Foto: Nanna Rask.



### Dyrene på bunden

Bunddyrene har en central rolle i havøkosystemet. De filtrerer og nedbryder organisk materiale produceret i vandsøjlen, og de udgør et væsentligt fødegrundlag for organismer længere oppe i fødenettet, fx fisk.

I lavvandede områder omsætter bunddyrene en stor del af den produktion, der foregår i de frie vandmasser. Det gør sig i særlig grad gældende for de filtrerende bunddyrs vedkommende, og i mange områder kan de kontrollere planktonalgernes produktion. Bunddyrene i lavvandede områder er imidlertid meget påvirkede af iltsvind og isvintre med store variationer i biomassen til følge. Disse svingninger i biomassen har stor betydning for økosystemernes biologiske struktur. Dyrelivets sammensætning og udbredelse på havbunden kan derfor være en god indikator på miljøtilstanden og dens udvikling.



**Figur 4-17**  
Børsteorme skyldet op på  
Ajstrup Strand.

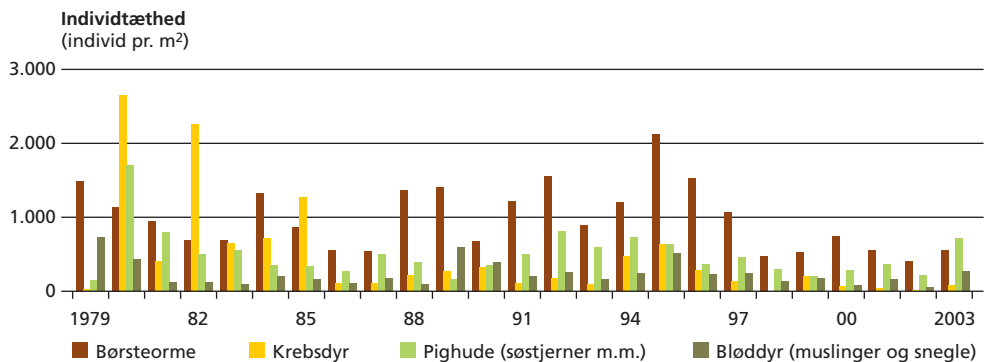
Foto: Helene Munk Sørensen.

### Bunddyrenes udvikling

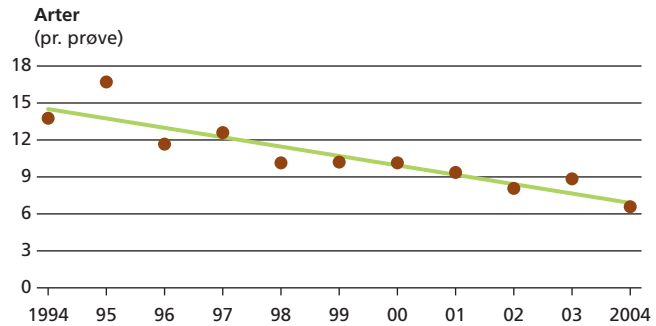
På tre stationer i de indre danske farvande findes der undersøgelser af bunddyr tilbage fra slutningen af 1970'erne. Her har den totale bunddyrmængde pr. arealenhed svinget over de sidste 25 år med høje værdier i begyndelsen af 1980'erne og midt i 1990'erne efterfulgt af et markant fald. I starten af 1980'erne var de talrigeste grupper krebsdyr, børsteorme og pighude, mens børsteormene tydeligt har været de talrigeste siden starten af 1990'erne (figur 4-17 og 4-18).

Samtidig med faldet i mængden af bunddyr fra midt i 1990'erne er der i Kattegat og Bælthavet sket et markant

**Figur 4-18**  
Udvikling i den totale individ-  
tæthed af bunddyr fordelt på  
hovedgrupper, fra tre stationer  
i de indre danske farvande.



**Figur 4-19**  
Tidsmæssig udvikling i artsrigdommen pr. prøve på 20 stationer i Kattegat og Bælthavet, hvorfra data findes fra stort set alle årene i perioden 1994-2004.



fald i artsrigdommen. Beskrivelser af bunddyrssamfundene foretages typisk ved at udtage prøver af bunden med en HAPS-bundhenter, et rør med diameter 13,5 cm, der presses ned i bundsedimentet og trækker et stykke af bunden op med dyr. I midten af 1990'erne kunne man i Kattegat/Bælthavet forvente at finde ca. 14 dyrearter pr. prøve, mens man i de samme områder efter 2002 kun fandt de halve antal (figur 4-19).

De hyppige og udbredte iltsvind, der siden slutningen af 1980'erne ofte har ramt store dele af de indre danske farvande, har betydet væsentlige forringelser af bunddyrenes levevilkår. Et af de mest kendte eksempler med iltsvind, hvor også mange fisk døde, er Mariager Fjord (figur 4-20). I områder med konstant iltsvind kan der ikke leve bunddyr, og i områder, der jævnligt rammes af iltsvind, ses kun

**Figur 4-20**  
Døde fisk fra Mariager Fjord i forbindelse med det kraftige iltsvind i 1997.

Foto: Helene Munk Sørensen.



en meget artsfattig fauna bestående af de dyr, der er særligt modstandsdygtige over for iltsvind eller har stor formeringsevne, så de hurtigt kan rekolonisere området efter at være udryddet. Udbredelsen og intensiteten af iltsvind i de indre, danske farvande er tiltaget de seneste 100 år; fx viser historiske data fra Lillebælt, at de iltsvindsramte områder i dag er ca. 5 gange større end i 1930'erne.

Artsrigdommen hænger nøje sammen med den dybde, hvori svovlbrinte findes (svovlbrintefronten). Svovlbrinte er et giftstof, der dannes i sedimentet under den øvre zone, hvor der er ilt til stede (figur 4-21). Frontens beliggenhed varierer i løbet af året, og generelt ligger den 2-3 cm højere om efteråret end om foråret. Denne forskydning hænger nøje sammen med sæsonsvingningen i henholdsvis tilførsel af ilt og iltforbrug ved bunden. En ugunstig udvikling i forholdene i bunden har derfor sandsynligvis forringet vilkårene for bunddyrene.

#### Bunddyrenes udvikling omkring Fyn de sidste 100 år

Dansk Biologisk Station undersøgte allerede i perioden fra slutningen af 1800-tallet til op i 1930'erne de indre danske farvande for dyrelivets sammensætning og udbredelse. I den forbindelse blev der undersøgt knap 500 stationer i farvandet omkring Fyn, og der foreligger for nogle af disse stationer resultater fra en periode på op til 20 år. I nyere tid har der været systematiske bundfaunaundersøgelser siden 1970'erne.



Figur 4-21

Dannelsen af frit svovl, der ses som et mælkeagtigt lag over bunden, i forbindelse med frigivelse af svovlbrinte fra sedimentet.

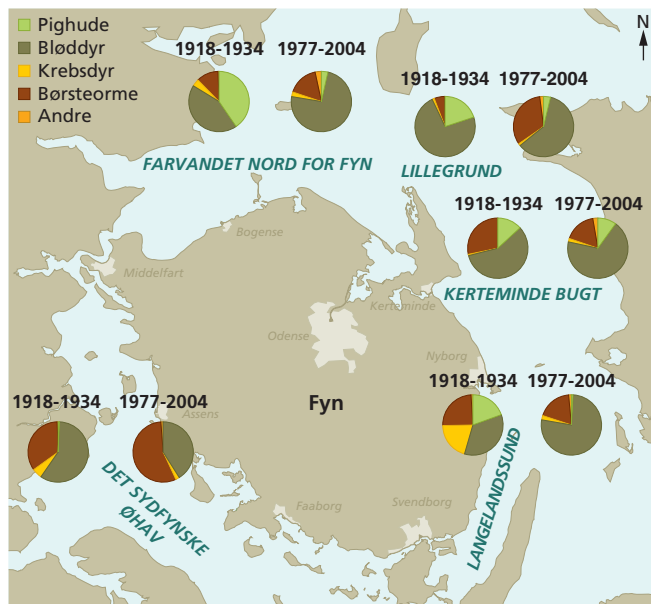
Foto: Nanna Rask.

De nye og gamle undersøgelser giver et godt indtryk af, om artsforekomsten har ændret sig, om den relative fordeling mellem taxonomiske grupper har ændret sig, og om bundfaunaens stabilitet har ændret sig. Derimod skal direkte sammenligninger af individ- og biomassetæthed foretages med forsigtighed på grund af metodemæssige forskelle.

Udbredelsen og forekomsten af pighude, deriblandt arter af sømus, søpindsvin og søpølser, som var almindeligt udbredt for 100 år siden, er nu helt eller delvist forsvundet. Desuden er både slangestjerner og konksnegle langt mindre udbredt i dag. Til gengæld er der kommet relativt flere børsteorme og muslinger.

Den relative fordeling af de taxonomiske grupper før og nu har ændret sig mest i områder, der sandsynligvis ikke tidligere var ramt så hårdt af iltsvind som i dag. I farvandet nord for Fyn var pighude og muslinger før ligeligt fordelt og udgjorde 85 % af alle individer, mens krebsdyr og børsteorme udgjorde resten. I dag udgør muslingerne alene 80 % af individantallet, mens øvrige grupper udgør resten (figur 4-22). I Langelandsund var der stort set en

**Figur 4-22**  
Den relative fordeling af hovedgrupperne bløddyr (muslinger og snegle), børsteorme, krebsdyr, pighude og andre i perioden 1918-1934 og 1977-2004 i farvandene omkring Fyn.





**Figur 4-23**  
Søstjernen, der tilhører gruppen af pighude er gået tilbage i farvandet omkring Fyn.

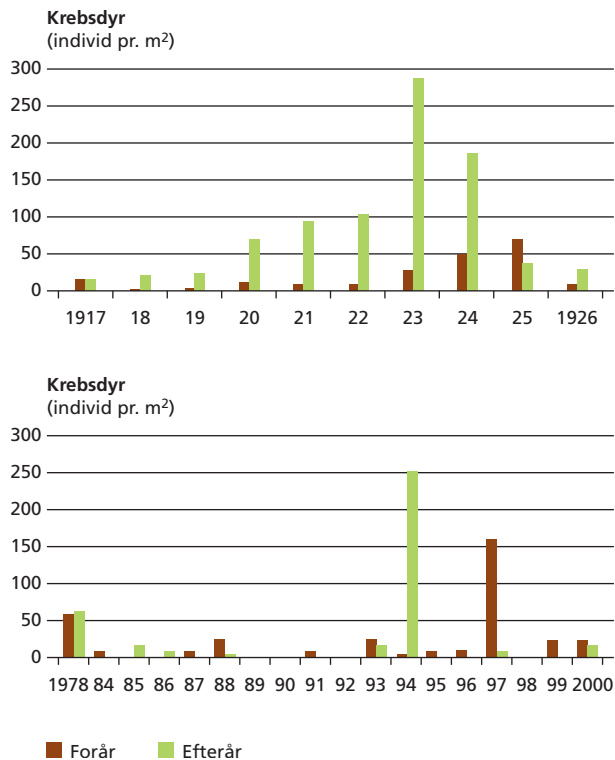
Foto: Nanna Rask.

ligelig fordeling mellem de taxonomiske grupper den gang, mens muslingerne i dag også udgør 80% og øvrige grupper resten her. I Kerteminde Bugt, hvor iltsvindene hænger i mindre grad, er forskellene ikke store.

Der er sket en lille fremgang i den relative fordeling af muslinger. I Storebælt er der kun få nyere data, og de viser, at den relative fordeling af krebsdyr og muslinger stort set er ens i de to perioder, mens der er sket en relativ tilbagegang af pighude og fremgang af børsteorme (figur 4-23). I de dybere bassiner, hvor der sandsynligvis også var iltsvind før i tiden, er forskellene heller ikke så store. Ved Lillegrund, det dybe hul i farvandet nord for Fyn, var muslingerne dominerende og krebsdyrene fraværende både før og nu, men der er sket en relativ tilbagegang af pighude. I Det Sydfynske Øhav, Ringsgårdbassinet, er det muslinger og børsteorme, der dominerer billedet både før og nu, mens andelen af børsteorme er blevet noget større og muslinger mindre i nyere tid.

Figur 4-24

Antallet af krebsdyr forår og efterår i perioden 1917-1926 og 1978-2000 i farvandene omkring Fyn. Kun år, hvor der er taget bundfaunaoprøver både forår og efterår, er afbildet.



Den biologiske struktur har ændret sig i farvandet omkring Fyn. Før i tiden forekom alle arter med en regelmæssig individ- og biomassetæthed, mens der i dag ses store variationer i forekomsten af især iltsvindfølsomme dyr. For 100 år siden forekom krebsdyr typisk både forår og efterår med en tilvækst over sommeren, mens variationerne i dag er voldsomme; ofte mangler krebsdyrene helt om efteråret, når iltsvindet er værst (figur 4-24).

Sammenholder man havbundens dyreliv nu og for 100 år siden, opdager man, at der er sket markante ændringer i den relative individfordeling mellem de taxonomiske grupper. Andelen af pighude er således gået stærkt tilbage, mens andelen af muslinger er gået frem. Bundfaunaen udviser langt større udsving i forekomsten af især iltsvindfølsomme arter i dag end for 100 år siden. Det er tegn på en ustabil biologisk struktur. Endelig er visse arter forsvundet eller forekommer kun meget sporadisk.



### Udvikling og fremtidig tilstand

På trods af de registrerede virkninger af vandmiljøplanerne som fx lavere koncentrationer af næringsstoffer i vandet, er miljø- og naturtilstanden i havområderne endnu ikke forbedret markant. Målsætningerne er generelt opfyldt i Skagerrak og de åbne dele af Nordsøen, og målsætningen om et kun svagt påvirket plante- og dyreliv anses at være tæt på at være opfyldt i det åbne nordlige og centrale Kattegat. I de øvrige danske farvande er målsætningerne ikke opfyldt. Dette skyldes først og fremmest virkningen af tilførte næringsstoffer, bl.a.: forhøjede næringsstofkoncentrationer, lejlighedsvis oplomstringer af planktonalger, vækst af eutrofieringsbetingede makroalger, udskygning af flerårige bundplanter, forekomst af iltvind og forarmet bundfauna.

Der skal derfor udledes færre næringsstoffer til de danske farvande, hvis der skal opnås varige forbedringer i miljø- og naturforholdene. I visse farvandsområder er tributyltin (TBT), der anvendes som antibegroningsmiddel på skibe, og andre miljøfarlige stoffer også et stort problem, der må sættes ind overfor.

Vedtagelsen af Vandrammedirektivet og udpegningen af Natura 2000-områder (Habitatdirektivet og Fuglebeskyttelsesdirektivet) betyder, at kystvandenes miljøtilstand ikke må forringes, og at vandområderne inden 2015 skal have opfyldt kravet om god økologisk kvalitet svarende til højest en svag afvigelse fra den upåvirkede tilstand. For de naturtyper og arter, der udgør udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne, skal der opnås gunstig bevaringsstatus.

Vandrammedirektivet lægger vægt på, at klassifikationen af kystvandene og vurderingen af, om god økologisk kvalitet er opfyldt, skal baseres på de såkaldte biologiske kvalitetselementer, dvs. planktonalger, bundplanter og bunddyr. Det betyder, at der i overvågningen af kystvandene fremover skal lægges mere vægt på plante- og dyrelivet. Dette vil også være nødvendigt for at kunne vurdere, om kravene til Natura 2000-områderne om gunstig bevaringstilstand er opfyldt.



# ***Perspektivering og fremtidig tilstand***



Generelt er det lykkedes at mindske tilførslen af næringsstoffer til vandmiljøet, og det har da også ført til visse om end ofte beskedne forbedringer i vandkvaliteten. For at opfylde målsætningen flere steder er det stadigvæk nødvendig med en indsats over for næringsstofftilførslen. Fremtidige klimaforandringer kan også påvirke tilstanden i vores vandmiljø og den måde, det skal forvaltes på.

Foto: Martin Søndergaard.

### Tilstanden moderat forbedret

Næringsstofftilførslen til vandmiljøet har været aftagende siden det nationale overvågningsprogram start i 1989. Vandmiljøplanerne har altså haft en positiv virkning, selv om der allerede før vandmiljøplanerne mange steder var gennemført reduktioner. Vandløbskoncentrationen af kvælstof er i gennemsnit reduceret med ca. 30% og fosforkoncentrationen med ca. 40% siden 1989. Spørgsmålet er så, i hvilket omfang det er slået igennem på de biologiske forhold. Det overordnede svar er, at ændringerne i miljøtilstanden i de fleste tilfælde har været til det bedre, men at der generelt kun er tale om moderate forbedringer (tabel 5-1). Årsagen kan være, at næringsstofftilførslen ikke er reduceret tilstrækkeligt, men i nogle situationer også at de biologiske forhold først reagerer med en vis forsinkelse, efter at næringsstofftilførslen er mindsket.

For *vandløb* har den reducerede næringsstofftilførsel ikke i sig selv den helt store betydning for de biologiske forhold.

Figur 5-1

Nye store vådområder er dannet, efter at Skjern Å blev restaureret i 1999-2002, og det har ført til øget naturindhold. Ringkøbing Fjord ses i baggrunden og yderst i horisonten Vesterhavet.

Foto: Skov- og Naturstyrelsen.



Men da også tilførslen af organisk stof har været faldende både før og efter 1989, og der samtidigt er sket fysiske forbedringer i nogle af vandløbene som følge af ændret vedligeholdelse og restaureringer, er der set forbedringer på flere områder (figur 5-1). Vurderet på baggrund af smådyrfaunaen fra 1.047 stationer er andelen af svagt påvirkede eller upåvirkede vandløb ( $DVFI \geq 5$ ) øget fra 35 % i 1999 til 44 % i 2003. Tilsvarende er andelen af vandløb, som opfylder målsætningen, øget fra 39 til 51 %. Også artsmæssigt er der tegn på forbedringer i form af øget rigdom.

For søer og havområder har den reducerede tilførsel af fosfor og kvælstof ført til moderate forbedringer i de biologiske forhold på en del områder. Dette gælder fx sigtddybden og mængden af planktonalger. I overvågningsøerne er den gennemsnitlige sigtddybde øget fra 1,5 til 1,7 m siden 1989. I Kattegat er sigtddybden øget med ca. 5 % siden midten af 1980'erne. Der er dog store variationer fra år til år på grund af store udsving i nedbøren. Men der er også

Tabel 5-1

Samlet oversigt over udviklingen i biologiske forhold fra 1989 til 2003 i vandløb, søer og havområder.

Biologisk element	Hovedudvikling
Vandløb	
Bunddyr	DVFI øget, tendens til flere rentvandsarter
Fisk	Ørred i fremgang
Søer	
Planktonalger	Mindsket biomasse, tendens til flere rentvandsarter
Dyreplankton	Uændret
Undervandsplanter	Uændret, store år-til-år-variationer
Fisk	Tendens til ændret adfærd som følge af klarere vand
Havet	
Planktonalger	Mindsket biomasse og primærproduktion
Undervandsplanter	Ålegræssets udbredelse gået tilbage i fjordene
Bunddyr	Variabel individtæthed, faldende diversitet (artsantal pr. prøve)

Tabel 5-2

Målopfyldelse i vandløb, søer og havområder.

Område	Grad af målopfyldelse	Hovedårsag til manglende målopfyldelse
Vandløb	51 %	Ringe fysiske forhold
Søer	34 % (ud af ca. 840 målsatte søer)	Stor næringsstoffertilførsel
Havområder	Opfyldt i de åbne dele af Nordsøen og Skagerrak, men ellers generelt ikke opfyldt	Stor næringsstoffertilførsel, TBT og andre miljøfremmede stoffer

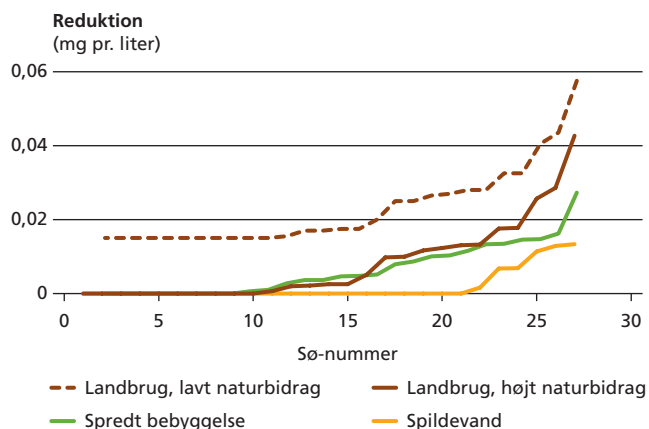
uændrede områder eller endda områder, hvor tilstanden er forværret. Forværringer er fx set i udbredelsen af ålegræs og bunddyr i fjordene, formentlig som følge af hyppigere forekomst af iltsvind på det dybere vand.

### Vandmiljøets tilstand og problemer i fremtiden

Der er stadig mange udfordringer for det danske vandmiljø fremover. For det første er målsætningerne i hovedparten af vandløbene, søerne og de kystnære områder som nævnt ikke opfyldt (tabel 5-2). Det forventes at ville kræve en betydelig indsats over for næringsstoffertilførslerne at nå dertil, også ud over de allerede vedtagne vandmiljøplaners indsats. For det andet kan EU's habitatdirektiv og vandrammedirektiv føre til skærpede krav til en række

Figur 5-2

Reduktionen i indløbskoncentrationen af fosfor til 27 overvågningssøer (vist på den vandrette akse efter stigende reduktion), hvis bidraget fra landbrug, spredt bebyggelse og spildevand reduceres med 50 % i forhold til det nuværende niveau. For landbrugsbidraget er angivet både en situation, hvor naturbidraget er højt og lavt.



**Figur 5-3**

**Landbruget spiller en betydelig rolle for tilførsel af næringsstoffer til vandmiljøet.**

Foto: Martin Søndergaard.

vandområder, hvis kravet om gunstig bevaringsstatus og kravet om en god økologisk tilstand skal opfyldes. Præcis hvad der skal til for at opfylde kravet om en god økologisk tilstand er endnu ikke afklaret, men i forhold til det nuværende målsætningssystem, skal vurderingen i højere grad bygge på biologiske elementer. Vandrammedirektivets krav skal være opfyldt senest i 2015, men der kan under visse omstændigheder 2 gange søges om udsættelse i 6 år.

Indsatsen over for næringsstofferne er altså ikke slut endnu. For fosfors vedkommende er bidraget fra spildevand dog efterhånden reduceret til et niveau, som det vil være meget omkostningskrævende at bringe længere ned.

Af andre kilder er bidraget fra spredt bebyggelse og bidraget fra landbrug, og for at reducere tilførslerne yderligere vil det være nødvendigt at gribe ind over for disse kilder. For 27 overvågningssøer har man beregnet, at en reduktion af fosforbelastningen først og fremmest kan opnås ved at reducere belastningen fra landbruget (figur 5-2, 5-3).

Etableringen af nye søer, som bl.a. er igangsat via Vandmiljøplan II, er en metode til at øge tilbageholdelsen af både fosfor og kvælstof (figur 5-4). Yderligere tilbageholdelse af fosfor og kvælstof kan opnås, hvis de mange lavvandede danske søer bringes fra en uklar til en klarvandet tilstand.

**Figur 5-4**

**Bølling Sø i Midtjylland har et areal på 340 hektar og er en af de større af de mange nye søer, der er dannet gennem de sidste 10-15 år. Søen blev dannet i 2005.**

Foto: Martin Søndergaard.



Dette er en virkning, der typisk ses efter vellykkede indgreb i fiskebestanden, hvor man ved at øge den mængde planktonalger som dyreplanktonet æder, kan skabe klart vand. Baggrunden for den øgede tilbageholdelse af både fosfor og kvælstof er primært søbundens øgede evne til at binde eller omsætte næringsstofferne.

Traditionelt siger man, at fosfor er begrænsende for primærproduktionen i søer, fosfor eller kvælstof i fjordene og kvælstof i havet. Ofte er det dog også et spørgsmål om tidspunktet på året. Kvælstofindholdet falder typisk i løbet af sommeren, fordi kvælstoftilførslen er mindre, når nedbøren bliver mindre, og fordi kvælstoffjernelsen øges ved den højere temperatur.

Endvidere er der tegn på, at kvælstofs rolle i søerne måske er noget undervurderet. Nye undersøgelser tyder på, at en nedbringelse af kvælstofindholdet i nogle områder er vigtig, hvis man vil sikre undervandsplanternes vækstmuligheder. Baggrunden for dette er endnu ikke helt klarlagt, men den skal formentlig søges i, at for stor kvælstoftilførsel begrænser planternes vækst via belæg-

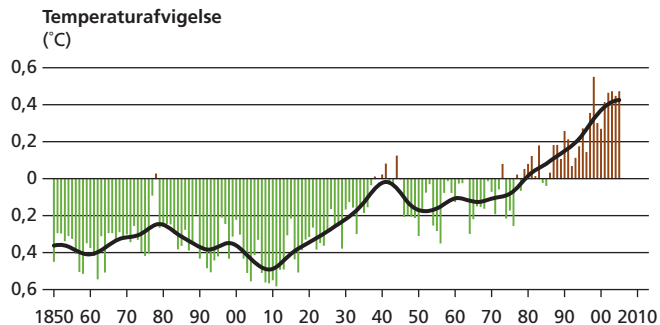


ningen af alger. At kvælstof også har betydning for søernes tilstand indikerer, at kvælstofbegrænsende tiltag også kan have betydning i søerne.

For fjordene og havet skal der ske en reduktion af både kvælstof- og fosfortilførslen, hvis der skal opnås yderligere reduktion af planktonalgernes vækst, og dermed forbedrede forhold for undervandsplanterne og bunddyrene, og formindskelse af risikoen for udvikling af iltvind. I forårsperioden er fosfor ofte det begrænsende næringsstof for algevæksten, især i fjordene, mens det om sommeren især er kvælstof, der er begrænsende, mest udtalt i de mere åbne havområder. Derfor er det nødvendigt at sætte ind over for begge næringsstoffer.

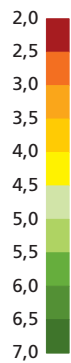
Klimaændringer er et andet problem, som i de fleste tilfælde kan forventes at trække i retning af ringere vandkvalitet. De fleste klimascenarier forudsiger en stigning i nedbøren inden for de kommende 50-100 år. Allerede nu er der tegn på øget nedbør. Det vil føre til en øget udvaskning af næringsstoffer og dermed forringet miljøtilstand. Klimats virkninger på næringsstofudvaskningen illustreres ved de forskelle, der ses mellem tørre og våde år. Eksempelvis blev der i de tørre år 1996 og 1997 med mindre udvaskning af næringsstoffer observeret betydeligt bedre miljøforhold i mange havområder.

Der forventes også øget temperatur fremover. De fleste scenarier regner med en gennemsnitlig stigning på omkring 3°C inden for de næste 50-100 år. De seneste 30 år er den globale temperatur steget med omkring 0,5°C (figur 5-5). Øget temperatur kan påvirke tilstanden i vand-

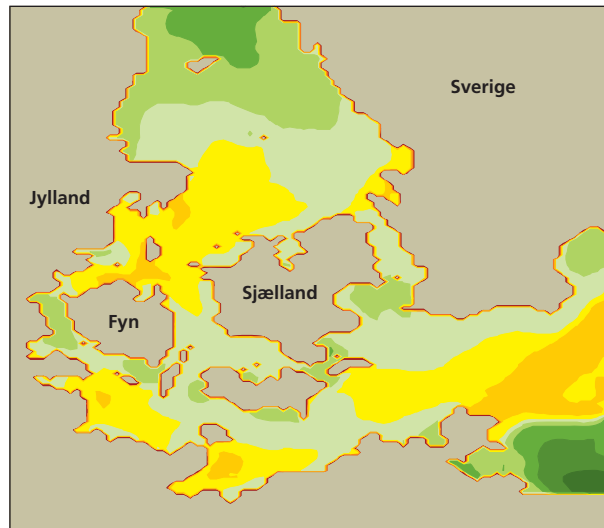


**Figur 5-5**  
Den globale lufttemperatur siden 1850. I 2005 var afvigelsen +0.47 °C fra gennemsnittet for perioden 1961-1990 (næsthøjeste målte temperatur).

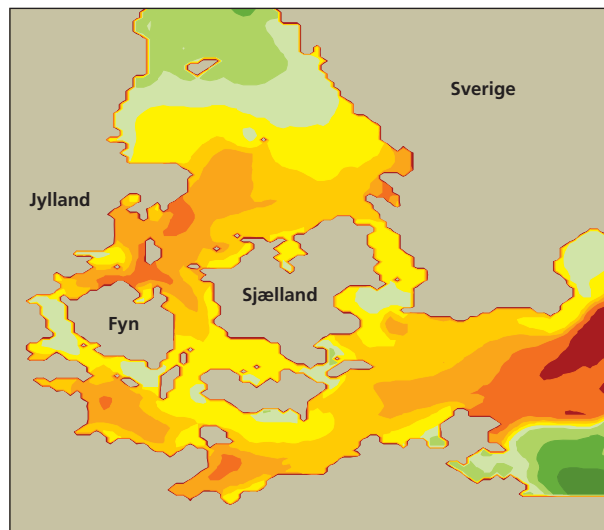
Fra [www.uea.ac.uk](http://www.uea.ac.uk)

Iltindhold  
(ml pr. liter)

August 2003



August 2100



Figur 5-6

Modelberegninger der viser koncentrationen af ilt ved havbunden i august 2003 sammenlignet med august 2100, hvis temperaturen øges med 3 °C. Den beregnede tilstand vil svare til situationen i sommeren 2002, hvor der skete skader på bunddyrene på et areal svarende til lidt mere end Fyn.

miljøet i både positiv og negativ retning. I *søerne* kan øget indvandring og opformering af karpfisk føre til mere uklart vand, mens en længere vækstperiode hos undervandsplanter kan være med til at stabilisere klarvandede forhold. I *vandløb* kan øget temperatur påvirke artssammensætning af både planter og smådyr, men også ændret nedbørsmønster og fx lavere sommervandføring kan få indflydelse på vandløbenes tilstand. I *havområder* er der allerede nu set flere eksempler på introduktion af nye og mere varmekrævende arter, hvis virkninger kan være vanskelig at forudsige. Et eksempel er dafnien *Penilia avirostris*, der siden 2001 regelmæssigt er fundet i Kattegat, mens den ellers hovedsageligt findes i subtropiske og tropiske havområder.

De stigende temperaturer og den øgede nedbør øger også risikoen for udvikling af iltsvind i havområderne, med skadevirkninger på undervandsplanter og bunddyr til følge (figur 5-6). Skal man sikre en god tilstand og fastholde virkningerne af de nuværende tiltag i havmiljøet, vil det derfor være nødvendigt at nedbringe næringsstofbelastningen yderligere, alene på grund af klimaændringerne.

## Litteratur

- Referencer** Andersen, J.M. (red.), Jessen, K., Boysen Larsen, B., Bundgaard, P., Glüsing, H., Illum, T., Berg Hansen, L., Damgaard, O., Koed, A., Baktoft, H., Harrekilde Jensen, J., Linne-mann, M., Ovesen, N.B., Svendsen, L.M., Bregnballe, T., Skriver, J., Baattrup-Pedersen, A., Pedersen, M.L., Madsen, A.B., Amstrup, O. & Bak, M., 2005: Restaurering af Skjern Å. Sammenfatning af overvågningsresultater 1999-2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 94 s. – Faglig rapport fra DMU 531.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_Fagrappporter/rapporter/FR531.pdf](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrappporter/rapporter/FR531.pdf)
- Christensen, P.B., Schou Hansen, O. & Ærtebjerg, G. (red.) 2004: Iltsvind. Forlaget Hovedland. 128 s. – Miljøbiblioteket 4.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_miljobib/rapporter/MB04.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_miljobib/rapporter/MB04.pdf)
- Hansen, J. L. S. & Bendtsen, J. (2006): Klimabetingede effekter på marine økosystemer. Danmarks Miljøundersøgelser. 50 s. – Faglig rapport fra DMU 598.  
<http://www2.dmu.dk/Pub/FR598.pdf>
- Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L., Liboriussen, L., Landkildehus, F. & Sortkjær, L., 2004: Søer 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 85 s. – Faglig rapport fra DMU 515.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_Fagrappporter/rapporter/FR515.pdf](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrappporter/rapporter/FR515.pdf)
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M., Sagrario, M.A.G. & Gomà, J., 2004: Kvælstof i lavvandede søer. – Vand & Jord 11(3): 98-101.
- Kaas, H., Møhlenberg, F., Josefson, A.B., Rasmussen, B., Krause-Jensen, D., Jensen, H.S., Svendsen, L.M., Windolf, J., Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Pedersen, M.F. (1996): Marine områder. Danske fjorde – status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 203 s. – Faglig rapport fra DMU 179.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR179.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR179.pdf)
- Kristensen, P., 2000. Muslinger i Hammer Sø (NB: om Vandremusling). – Bornholms natur 24: 47-52.
- Lillebæltsamarbejdet, 2004: Lillebælt 2003. Vandmiljø-overvågning. Fyns Amt, Vejle Amt og Sønderjyllands Amt. 153 s.
- Miljøstyrelsen, 2005: Punktkilder 2004. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet. Fagdatacenterrapport. Miljøstyrelsen. 129 s. – Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9.  
<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2005/87-7614-865-3/pdf/87-7614-866-1.PDF>

Nielsen, J., 1997: Ørreden som miljøindikator. Miljøstyrelsen. 51 s. – Miljønyt nr. 24.  
<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/1997/87-7810-934-5/pdf/87-7810-934-5.PDF>

Nielsen, K., Søndergaard, M. & Friberg, N. 2005: God miljøkvalitet i søer og vandløb.  
– *Aktuel Naturvidenskab* 1: 17-20.

Ostenfeld, C.H. 1908. Ålegræssets (*Zostera marina*'s) vækstforhold og udbredelse i vore farvande. 61 s. – Beretning fra den Danske Biologiske Station XVI.

Petersen, C.G.J., 1892. Bundforhold, plante- og dyreliv i farvandene ved Fænø.  
– Beretning fra den Danske Biologiske Station, III: 26-36.

Petersen, H. E., 1935: Foreløbig beretning om sygdommen hos bændeltangen (Ålegræsset, *Zostera marina* L.). – Beretning fra den Danske Biologiske Station XL:1-8.

Richardson, K & Heilmann, J.P., 1995: Primary production in the Kattegat: Past and Present. – *Ophelia* 41: 317-328.

Rask, N., Pedersen, S.E. & Jensen, M.H., 1999: Response to lowered nutrient discharges in the coastal waters around the island of Funen, Denmark. – *Hydrobiologia* 393: 69-81.

Riis, T. & Sand-Jensen, K., 2001: Historical changes in species composition and richness accompanying perturbation and eutrophication of Danish lowland streams over 100 years. – *Freshwater Biology*, 46: 269-280.

Skov, C., Jacobsen L., Berg S., Olsen J., & Bekkevoold, D., 2006: Udsætning af geddeyngel i danske søer: effektvurdering og perspektiver. Danmarks Fiskeriundersøgelser. 99 s. – DFU-rapport 161-06.  
[http://www.dfu.min.dk/dk/publication/files/28062006\\$DFU-rapport%20161-06,%20elektronisk.pdf](http://www.dfu.min.dk/dk/publication/files/28062006$DFU-rapport%20161-06,%20elektronisk.pdf)

Skriver, J., 2004: Biologisk Vandløbskvalitet. I: Bøgestrand, J. (red.): Vandløb 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 516: 13-16.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR516.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR516.pdf)

Skriver, J., Jensen, F., Bundgaard, P. & Holm, P., 2005: Slørvingen *Perlodes microcephalus* i fremgang i Danmark. – *Flora og Fauna* 111(4): 95-103.

Skriver, J., Bøgestrand, J. & Baatrup-Pedersen, A., 2001: Udvidet biologi. I: Bøgestrand, J. (red.): Vandløb og kilder 2000. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 378: 65-72.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR378.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR378.pdf)

Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B., 2005: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse – del 2. Danmarks Miljøundersøgelser. 126 s. – Faglig rapport fra DMU 508.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_Fagrappporter/rapporter/FR508.pdf](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrappporter/rapporter/FR508.pdf)

Søndergaard, M., Jensen, J.P., Liboriussen, L. & Nielsen, K., 2003: Danske søer – fosfortilførsel og opfyldelse af målsætninger. VMP III, Fase II. Danmarks Miljøundersøgelser. 37 s. – Faglig rapport fra DMU 480.  
[http://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR480.PDF](http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR480.PDF)

Søndergaard M., Kronvang, B., Pejdrup, M. & Sand-Jensen, K. (red.) et al., 2006: Vand og vejr om 100 år. Klimaforandringer og det danske vandmiljø. Forlaget Hovedland. 144 s.

### Anbefalet videre læsning

Bundgaard Madsen, H. (red.), 2000: Fyns Vandmiljø. Status over 25 års indsats. Fyns Amt. 145 s.

Glob, 2002: Dyreliv på havbunden nu og for 100 år siden. – Vand og Jord 9 (2): 36-40.

Pedersen, M.F., Borum, J. & Brøgger, L., 1999: Etablering af ålegræs og samspillet mellem plante og miljø. I: Lomstein, B. Aa. (red.): Havmiljøet ved årtusindskiftet. Fredensborg: Olsen & Olsen. s. 15-28.

Rask, N., Bondgaard, E.J., Rasmussen, M.B. & Laursen, J.S., 2000: Ålegræs – udbredelse før og nu. – Vand & Jord 7 (2): 51-54

Boutrup, S., Fauser, P., Thomsen, M., Dahlöf, I., Larsen, M.M., Strand, J., Sortkjær, O., Ellermann, T., Rasmussen, P., Jørgensen, L.F., Pedersen, M.W. & Munk, L.M., 2006: Miljøfremmede stoffer og tungmetaller i vandmiljøet. Tilstand og udvikling, 1998-2003. 140 s. Faglig rapport fra DMU 585.  
[http://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR585.PDF](http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR585.PDF)

Dahl, K. & Dahlöf, I., 2003: Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg. 37 s. – Faglig rapport fra DMU 463.  
[http://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR463.PDF](http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR463.PDF)

## Ordlister

**BI<sub>5</sub>:** Biokemisk iltforbrug i løbet af 5 døgn; mål for mængden af letomsætteligt organisk stof i vand. Måles som det samlede iltforbrug ved nedbrydning af organisk stof i løbet af 5 døgn ved stuetemperatur i vand tilsat mikronæringsstoffer, en buffer og podet med bakterier for at sikre optimale betingelser for nedbrydningen.

**Blomsterplanter:** Gruppe bestående af alle de planter, der formerer sig med frø. Omfatter hovedgrupperne nøgenfrøede og dækfrøede karplanter. De nøgenfrøede karplanter har frøene siddende mere eller mindre ubeskyttet på bagsiden af kogleskællene, mens de nøgenfrøede har frøene siddende i blomstens beskyttende frøanlæg.

**Diversitet (artsdiversitet):** Et tal, der bruges som mål for den biologiske mangfoldighed inden for et område; tallet udregnes efter en formel, hvor både antallet af arter og de enkelte arters individantal indgår.

**Epifyt:** En plante, som vokser på overfladen af en anden plante uden at suge næring og væske fra denne.

**Erodere:** Fysiske og kemiske processer, fx temperatursvingninger, vandstrømme, vindbevægelse og biologiske processer, der forårsager, at fast klippe nedbrydes og/eller at løse aflejringer fjernes fra et område.

**Fauna:** Dyreliv, dvs. de dyrearter, der lever et bestemt sted. Om plantelivet bruges tilsvarende udtrykket flora.

**Grøde:** Den plantemasse, der vokser på bunden af søer eller vandløb, eller som fra bredderne vokser ud i vandet.

**Habitat:** En dyre- eller plantearts levested defineret ud fra fysiske og biologiske egenskaber ved stedet. Habitatet kan fx være en søbund eller grødeøerne i et vandløb. Også ordet biotop henviser til et dyrs eller en plantes levested, men her er stedet karakteriseret ved de organismer, der lever der; fx kan tangskoven være et dyrs eller en plantes biotop.

**Karsporeplanter:** Gruppe af planter, som formerer sig ved hjælp af sporer (og ikke frø), og som har udviklet kar til den interne transport. Eksempler er bregner og padderokker. Mosser formerer sig også ved hjælp af sporer, men de har ingen kar.

**Kompleksitet:** Kompleksitet, som udtrykket anvendes her, er et samlet mål for antallet af arter i mindre enheder inden for et område, fx antal arter per kvadratmeter vandløbsbund. Vandløb med grødeøer bestående af kun én eller få arter vil således have en lav kompleksitet sammenlignet med vandløb, hvor grødeøerne består af mange arter. Se i øvrigt figur 2-4.

**Makroalge:** Stor alge der sædvanligvis er fasthæftet, kaldes også tang. Eksempler er suk kertang, buletang og søsalat.

**Mangfoldighed (biologisk mangfoldighed):** Bred betegnelse, der dækker over antal af arter eller lignende. Bruges ofte synonymt med diversitet.

**Moræne:** Gletscheraflejringer, som består af en blanding af ler, sand, grus og sten. Materialet, som optages i gletscheren, stammer fra de områder, isen har passeret, og aflejres, når isen smelter. Afhængigt af hvilken partikelstørrelse, der er dominerende, tales om moræneler, morænesand osv.

**Målsætning (miljømålsætning):** I denne forbindelse den vandkvalitet, der af myndighederne ønskes i et givet vandområde. Det kan fx være mindstekrav til vandets sigtbarhed eller indhold af næringsstoffer. Målsætningen er udarbejdet af amterne, som jævnlige reviderer dem. Der findes målsætninger for næsten alle større danske vandområder.

**Omløbsstryg:** Kunstigt frembragt vandløbsstrækning med stærk strøm, fx omkring vandmølle eller anden vandløbsbarriere, som gør det muligt for fisk at passere barrieren.

**Sandsynlighedsniveau:** Beskriver den sikkerhed, hvormed fx to værdier statistisk set er forskellige, eller omvendt hvor sikkert det er, at de er ens. Ofte ser man et 5%-sandsynlighedsniveau brugt, og det betyder, at der er 5 %'s chance for, at de to sammenlignede værdier er ens – eller at de med 95 %'s sandsynlighed er forskellige.

**Sedimentere:** Aflejrte løst materiale. Kan som fx med ler, sand og grus være udført af et medium (fx vand, vind eller is), der har transporteret materialet til aflejringsområdet. Kan også som med fx kalk være sket ved kemisk udfældning eller i form af skaller fra levende organismer.

Endelig kan organisk stof produceret i vandfasen af fx planktonalger sedimentere og aflejres på bunden. En stor sedimentation af organisk stof skaber potentialet for et stort iltforbrug og udvikling af iltfrie områder.

**Stryg:** Område i vandløb med stærk strøm og derfor grovkornet sediment på bunden; ofte er vanddybden lille.

**Transekt:** Linje gennem landskabet, fx fra den tørre del af en søs bred til vandkanten eller fra søbredden til søens midte. Man udtager prøver af fx jordbunden eller søbunden med bestemte afstandsintervaller langs linjen. Transekter anvendes fx når udbredelsen af undervandsplanter skal karakteriseres.



## Stikordsregister

### A

Aborre · 51  
Ajle · 20  
Amfibiske planter · 22  
*Anabaena* · 45  
*Anabaena lemmermanii* · 46  
*Aphanizomenon* · 45

### B

Biologiske forhold i vandmiljøet,  
oversigt · 91  
Blågrønalger · 44, 46  
  giftige · 46  
Brasen · 51  
Brede Å-projektet · 19  
Bunddyr  
  havet · 81  
  udvikling i havet · 81  
  udvikling omkring Fyn · 83  
Bundplanter, havet · 76,  
  se også Planter og Under-  
  vandsplanter  
Bundvending · 10  
Bæklampret · 31  
Børsteorme · 81

### D

Dafnier · 72, 74  
Dambrug · 20, 36  
Dansk Vandløbs Fauna Indeks  
  (DVFI) · 25, 26  
Danske farvande · se Havet  
*Drissena polymorfa* · 64  
Dræning · 17  
DVFI · 25  
Dyreplankton  
  filtrering · 49  
  havet · 73  
  søer · 47  
  udvikling i søer · 50  
Dyreplanktongrupper · 48  
Dyreplanktonsammen-  
  sætning · 74  
Døgnfluer · 27  
Døgnvandringer,  
  dyreplanktons · 47

### E

Elektriske anlæg · 16  
*Elmis* · 27  
Ensilagesaft · 20

### F

Ferskvandstanglopper · 27  
Fisk  
  bestandsudvikling · 54  
  mængde i søer · 53  
  størrelse i søer · 53  
  søer · 51  
  vandløbs · 30  
Fiskedød · 10  
Fiskegårde · 16  
Fosfor  
  fremtidig indsats · 93  
  havet · 70, 71  
  søer · 42-48, 59  
  vandløb · 22  
Fredfisk · 52  
Furealger · 44, 71

### G

*Gammarus* · 27  
Gedde · 51  
Gensnoning · 18  
*Gonyostomum semen* · 43  
Grødeskæring · 17, 18, 24  
Grøedeøer · 23  
Grønalger · 44, 46  
Gul åkande · 25  
Gulalger · 44, 46  
Gydegrus · 18  
Gyderede · 60

### H

Havet  
  bunddyr · 81  
  bundplanter · 76  
  dyreplankton · 73  
  målopfyldelse · 87  
  næringsstofftilførsel · 91  
  overvågning · 68  
  planktonalger · 70  
Hork · 51  
Hundestjle · 31

### I

Iltsvind · 10, 82  
*Isoperla* · 27  
*Isoptena serricornis* · 29

### J

Jomfruhummere · 10

### K

Karuds · 51  
Kiselalger · 71  
Klimaforandringer  
  betydning i søer · 62  
  betydning for vandmiljø  
  generelt · 95  
Klorofyl *a* · 43  
Krebsdyr · 81  
Kvælstof  
  fremtidig indsats · 94  
  havet · 70, 79  
  søer · 59, 62  
  vandløb · 20, 21

### L

Lammehaler · 10, 20  
Landplanter · 22  
*Leuctra* · 27, 35  
Liglagen · 10  
*Limnius* · 27  
Lobelia · 55

### M

Masseopblomstring · 44  
*Microcystis* · 45  
Miljøfremmede stoffer · 21  
Miljøtilstand · 58  
Møddingsvand · 20  
Målopfyldelse  
  havet · 87, 92  
  søer · 58, 92  
  vandløb · 36, 92

### N

Nationale Overvågningspro-  
gram for Vandmiljø og Natur  
  (NOVANA) · 13

Nationale Overvågningsprogram  
for Vandmiljøet (NOVA) · 13  
NOVA · 13  
NOVANA · 13  
NOVA-undersøgelser-  
program · 12  
Næringsstoffer  
havet · 69  
søer · 42, 59  
vandløb · 20, 21  
udvikling i vandmiljøet · 90

**O**

Opdyrkning · 17  
Organisk stof · 10, 20  
vandløb · 22  
Overvågning · 9

**P**

*Penilia avirostris* · 72  
*Periodes microcephalus* · 29  
Pesticider · 21  
Pighude · 81  
Pilblad · 25  
Pindsvineknop · 25  
Planktonalger  
havet · 70  
søer · 43  
udvikling i havet · 71  
udvikling i søer · 46  
*Planktothrix* · 45  
Planter, vandløbs · 22,  
se også Bundplanter og  
Undervandsplanter

**R**

Reduceret grødeskæring · 17  
Regnbetingede udledninger · 35  
Regnløje · 51  
Renseanlæg · 20  
Rentvandsarter · 29, 35  
Restaureringer  
sø-, se sørestaurering  
vandløbs-, se vandløbsrestau-  
rerer  
*Rhyacophilidae* · 35  
Roskilde Fjord · 73  
Rovfisk · 52  
Rudskalle · 51

**S**

Sandart · 51  
Skalle · 51  
Skjern Å-projektet · 19  
Slørvinge · 27, 29, 35  
Smådyr, vandløbs · 25,  
se også Bunddyr  
Spildevandsrensning · 20  
Spredt bebyggelse · 20, 36  
Stryg · 19  
Strømrender · 23  
Suder · 51  
Svovlbrinte · 83  
Søer  
antal undersøgte · 11, 42  
fisk · 51  
fremtidig udvikling · 57  
karakteristik · 41  
næringsstoffer · 42, 91  
undervandsplanter · 55  
vandkvalitet · 42  
Sørestaurering · 60

**T**

Tangeværket · 16  
Tilsynsindsats · 11  
Tributyltin · 87  
Tusindebrødræsamfund · 75

**U**

Undersøgelserprogram,  
NOVA- · 12  
Undervandsplanter, se også  
Bundplanter og Planter  
dækningsgrad · 56  
søer · 55  
udvikling i søer · 57

**V**

Vandaks · 23, 55  
børstebledet · 56  
Vandblomst · 10, 45  
Vandkvalitet  
søer · 42  
udvikling i vandløb · 35  
vandløbs · 20, 21, 27  
Vandkvalitetsindikatorer · 34, 43  
Vandløpper · 74  
Vandløb  
fisk · 30  
fysisk tilstand · 36

fysiske forhold · 16, 17  
naturgivne forhold · 16  
næringsstoffilførsel · 90  
planter · 22, 25  
smådyr · 25, 28  
udvikling · 34  
Vandløbsbiller · 27  
Vandløbsfisk · 30  
Vandløbsregulering · 17  
Vandløbsrestaurering · 17, 18,  
19, 36  
Vandløbstilstand · 27  
Vandmiljø, fremtid · 92  
Vandmiljøplaner · 13  
Vandmænd · 73  
Vandmøller · 16  
Vandpest · 25, 56  
Vandplanter · 22  
Vandrammedirektivet · 62  
Vandranunkel · 25  
Vandremusling · 64  
Vandstjerne · 25  
Vårfluer · 27, 35

**Z**

Zooplankton · 47

**Ø**

Økologisk tilstand, god · 61  
Ørred · 30, 31, 33  
Ørredyngel, bestandstæthed · 32

**Å**

Ålegræs · 76  
Ålegræs · 76-79  
Ålegræssyge · 78  
Ålekister · 16

## Bidragydere

**Annette Baattrup-Pedersen** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder især med planter i vandløb og ådale.

**Lone Liboriussen** er forsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder med søers økologi, herunder planteplankton.

**Torben L. Lauridsen** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder blandt andet med undervandsplanter i søer.

**Stiig S. Markager** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder især med lysforhold, planteplankton og opløst stof i havet.

**Dorte Krause-Jensen** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder med havgræssers og makroalgers økologi i marine områder.

**Alf B. Josefson** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder med bundfauna i marine områder.

**Jørgen L.S. Hansen** er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder bl.a. med økologi hos marine bunddyr.

**Torkel Gissel Nielsen** er forskningsprofessor ved Danmarks Miljøundersøgelser og arbejder især med de pelagiske fødekæder i marine områder.

**Peter Bundgaard** er biolog i Ringkøbing Amt, hvor han bl.a. arbejder med miljøforhold i vandløb.

**Jan Grandahl** er miljøtekniker i Ringkøbing Amt, hvor han bl.a. arbejder med miljøforhold i vandløb.

**Jan Nielsen** er miljøsagsbehandler i Vejle Amt, hvor han især arbejder med fisk i vandløb og restaurering af vandløb.

**Henrik Skovgaard** er afdelingsleder i Århus Amt, hvor han arbejder med vandkvaliteten i søer og kystvande.

**Lisbet Elbæk Pedersen** er biolog i Vejle Amt, hvor hun arbejder med vandmiljøet i søer, herunder planteplankton.

**Søren Hedal** er biolog i Roskilde Amt, hvor han især arbejder med marine områder, primært Roskilde Fjord og Isefjord.

**Nanna Rask** er biolog og erhvervsdykker i Fyns Amt, hvor hun arbejder med marine områder, herunder især bundvegetation, planteplankton og iltsvind.

**Jens Sund Laursen** er biolog og erhvervsdykker i Sønderjyllands Amt, hvor han arbejder med marine områder, herunder især bundvegetation, planteplankton og iltsvind.

**Eleabeth Glob** er biolog i Fyns Amt, hvor hun arbejder med marine områder, herunder især bundfaunaen og miljøfarlige stoffer.

## Vandmiljø – biologisk tilstand

Red. Martin Søndergaard, Jens Skriver og Peter Henriksen

Den første danske vandmiljøplan fra 1987 blev startskuddet til en langt mere omfattende og systematisk overvågning af det danske vandmiljø end nogensinde tidligere. Resultaterne herfra bruges i denne bog til at beskrive de biologiske forholds tilstand og udvikling i vore vandløb, søer og havområder. En stor indsats for at mindske tilførslen af næringsstoffer via især forbedret spildevandsrensning har ført til forbedringer i vandmiljøet på en række områder. Der er dog generelt tale om moderate forbedringer, og der er langt vej endnu, før alle målsætninger er opfyldt.

I bogen kan man blandt andet læse om:

- hvordan smådyr bruges til at beskrive vandløbskvalitet
- hvordan ørreden er i fremgang i mange danske vandløb
- at der i Danmark er 120.000 søer og vandhuller over 100 m<sup>2</sup>
- hvordan søer kan restaureres
- hvordan ålegræsset har udviklet sig gennem 100 år i havet omkring Fyn
- hvordan nye arter efterhånden breder sig i de danske havområder

Bogen er skrevet i en faglig, men let tilgængelig form med mange illustrationer og fotos.



ISBN 87-7739-887-4



Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet