

# Sammenfatning

Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppensen, E., Bjerring Olsen, R., Landkildehus, F., Lauridsen, T.L., Sortkjær, L. & Poulsen, A.M. (2000): Søer 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 108 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 335

*31 søer indgår i overvågningsprogrammet for søer*

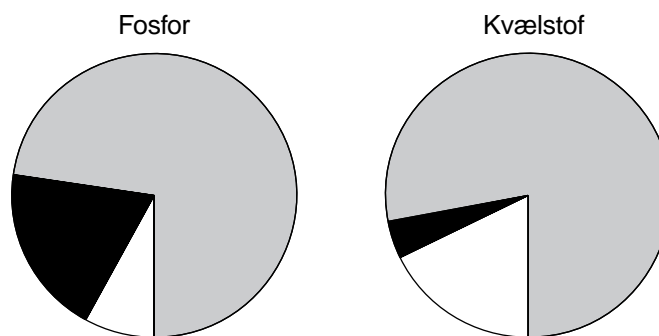
I alt 31 søer indgår i det landsdækkende Overvågningsprogram. Søerne er udvalgt, så de er repræsentative for danske søer, og spænder fra helt rene, klarvandede søer til søer, der er stærkt forurenedede som følge af eksisterende eller tidligere tiders spildevandsudledninger. Ud over 27 ferskvandssøer er også 4 brakvandssøer med i overvågningsprogrammet.

*Amtterne varetager drift af programmet*

Amtskommunerne forestår den standardiserede prøveindsamling og beskriver hvert år de enkelte søers miljøtilstand i regionale rapporter. De indsamlede data indberettes til Danmarks Miljøundersøgelser, som udarbejder årlige statusrapporter om den generelle tilstand og udviklingen i alle søerne. Dette års rapport omfatter således såvel status for miljøtilstanden i 1999 samt resultater for udviklingstendenser i perioden fra 1989 til 1999.

*Det åbne land bidrager med flest næringsstoffer til søerne*

Stoftilførslen af såvel fosfor som kvælstof til søerne har i 1999 som tidligere år været domineret af tilførslen fra det åbne land, der gennemsnitligt har bidraget med ca. 73 % af fosfortilførslen og ca. 78 % af kvælstoftilførslen (Fig. 0.1). Punktkildernes andel udgjorde henholdsvis ca. 20 % og ca. 6 %, heraf hidrører en stor del fra spredt bebyggelse og regnvandsbetingede overløb. Spildevandsandelen inklusive regnvandsbetingede overløb udgjorde i 1999 alene henholdsvis ca. 3 % og ca. 2 %. Spildevandsbidraget til søerne har været faldende, især for de mest belastede søer. Således er både fosfor- og kvælstofbidraget fra byspildevand og industrispildevand fra 1989 til 1999 reduceret meget markant fra ca. 22 % til ca. 3 %.



Figur 0.1 Kildefordeling for fosfor- og kvælstoftilførslen til søerne i 1999.  
 Grå: Åbent land (landbrug + baggrund).  
 Sort: Punktkilder.  
 Hvid: Andet (atmosfærisk deposition mv.).

*Stor vandtilførsel og dermed korte opholdstider i 1999*

1999 var det vådeste år, der nogensinde er registreret (siden 1874), og vandtilførslen til søerne var derfor betydeligt højere end normalt. Opholdstiden i søerne var derfor kortere end i de fleste af måleårene, men dog ikke helt så kort som i det hidtil vådeste år 1994.

*Tilbageholdelsen af næringsstoffer afhænger bl.a. af opholdstiden*

Den relative kvælstoftilbageholdelse i søerne falder med faldende opholdstid. Uafhængigt ændringerne i de hydrologiske forhold er kvælstoftilbageholdelsen steget i nogle af overvågningssøerne, efter at søerne er blevet klarvandede som følge af ændringer i fiskebestanden. I halvdelen af søerne var kvælstoftilbageholdelsen i 1999 højere end 26 %. Medianen og gennemsnittet for den absolutte kvælstoftilbageholdelse var 93 og 111 mg N m<sup>-2</sup> dag<sup>-1</sup> svarende til 340 og 405 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

*Fosfortilbageholdelse eller -frigivelse i søerne*

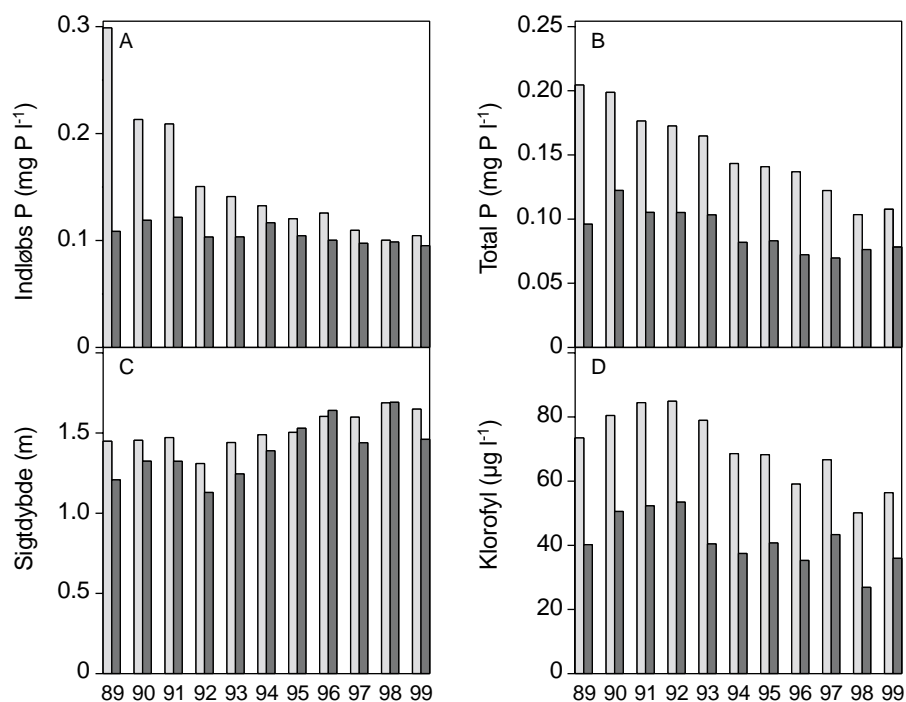
Fosfortilbageholdelsen i overvågningssøerne er kun i mindre grad afhængig af opholdstiden i søerne og var i 1999 mindre end 8 % i halvdelen af søerne. Omkring en tredjedel af søerne havde en negativ fosforbalance, dvs. at de afgav mere, end de modtog, som følge af frigørelse af fosfor fra søbunden efter at belastningen er reduceret. Der er tendens til, at den gennemsnitlige fosfortilbageholdelse efter en reduktion i midten af 1990'erne atter er steget i 1999.

*Fosfor er reduceret markant*

Siden overvågningsprogrammets iværksættelse i 1989 er fosforkoncentrationen i det vand, der strømmer til søerne, som helhed faldet markant (Fig. 0.2). Årsmiddelværdien af totalfosfor er næsten halveret fra 0,204 mg P l<sup>-1</sup> i 1989 til 0,108 mg P l<sup>-1</sup> i 1999. Faldet har været størst i de mest næringsrige og spildevandsbelastede søer. Mindsket tilførsel af fosfor har også ført til mindsket søkoncentration af fosfor. I 19 af de 27 søer kan der nu konstateres et signifikant fald i fosforkoncentrationen i søvandet som årsgennemsnit, mens koncentrationen er steget i blot en enkelt sø.

*Mindre fald i kvælstof*

Tilførslen af kvælstof til søerne er også reduceret om end mindre end fosfortilførslen. Tilsvarende er der sket et fald i kvælstofkoncentrationen i søvandet, dog kun i 9 af de 27 søer.



Figur 0.2 Udviklingen i gennemsnits- (lys grå) og medianværdier (mørk grå) for de 27 ferske overvågningssøer igennem årene fra 1989 til 1999.

A: Indløbskoncentration af total fosfor (mg P l<sup>-1</sup>). Årsværdier.

B: Totalfosfor i søvand (mg P l<sup>-1</sup>). Årsværdier.

C: Sigtdybde (m). Sommerværdier.

D: Klorofyl (µg l<sup>-1</sup>). Sommerværdier.

Tabel 0.1 Miljøtilstanden i 1999 i overvågningssøerne illustreret ved udvalgte nøgleparametre. Kvælstof og fosfor er angivet som årgennemsnitlige værdier, mens de øvrige er sommergennemsnitlige værdier (1/5-1/10).

Parameter	n	Gns	25 %	Median	75 %
P-indløbskonc. (mg P l <sup>-1</sup> )	27	0,105	0,078	0,095	0,122
P-søkoncentration (mg P l <sup>-1</sup> )	27	0,108	0,053	0,078	0,152
P-tilbageholdelse (%)	16	12,0	-5,9	8,1	23,9
N-indløbskonc. (mg N l <sup>-1</sup> )	27	4,75	1,92	4,73	7,25
N-søkoncentration (mg N l <sup>-1</sup> )	27	2,31	1,03	1,53	3,98
N-tilbageholdelse (%)	16	30,1	14,8	25,5	45,8
Sigtdybde (m)	27	1,7	0,7	1,5	2,1
Klorofyl a (µg l <sup>-1</sup> )	27	56	12	36	100
Planteplankton (mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> )	27	9,4	3,0	8,4	14,4
Blågrønalger (%)	27	20,5	1,1	11,3	35,2
Dyreplankton (mg tv l <sup>-1</sup> )	27	0,73	0,35	0,45	1,07
Dyreplanktons græsning (% d <sup>-1</sup> )	27	30,3	14,4	26,7	36,0

*Tabel 0.2* Statistisk signifikante udviklinger i miljøtilstanden i 27 overvågningsøer i perioden 1989-1999 for en række udvalgte nøgleparametre. Med hensyn til fosfor og kvælstof er angivet udviklingen for årsgennemsnit, mens det for de øvrige er for sommergennemsnit (1/5-1/10).

Parameter	Forbedret	Forværret
P-indløbskoncentration	13	1
P-søkoncentration	19	0
P-tilbageholdelse (%)	3	2
N-indløbskoncentration	10	0
N-søkoncentration	4	0
N-tilbageholdelse (%)	2	1
Sigt dybde	13	2
Klorofyl <i>a</i>	9	1
Planteplanktonbiomasse	7	3
Blågrønalger (%)	8	4
Dyreplanktonbiomasse	2	5
Dyreplanktons græsning	4	2

### *Sigt dybde og klorofyl*

Den årsgennemsnitlige sigt dybde er i perioden 1989 til 1999 steget med ca. 0,25 m til 1,9 m, hvilket især skyldes en forøgelse i sigt dybden i de mest klare 25 % af søerne fra 2,1 til 2,5 m. Dette modsvarer af en halvering i klorofyl *a* for denne gruppe fra 21 til 10  $\mu\text{g l}^{-1}$  i samme tidsrum. En reduktion i klorofyl *a* i de mest uklare 25 % af søerne fra 85 til 67  $\mu\text{g l}^{-1}$  afspejles ikke i en tilsvarende forøgelse af sigt dybden. Medianværdierne er stort set uændrede. På sommerniveau viser udviklingen stigende sigt dybde både hos de 25 % mest klare søer med ca. 0,3 m og 25 % mest uklare søer med ca. 0,2 m med tilsvarende reduktioner i koncentrationen af klorofyl *a*. Også her er medianværdierne stort set uforandrede, mens gennemsnitssigt dybden steget.

### *Planteplankton*

I 7 af de 27 søer er der sket et signifikant fald i biomassen af planteplankton, mens den er steget i 3 søer. Det er især inden for gruppen af blågrønalger og grønalger samt kisel-, fure- og gulalger, at ændringerne har fundet sted. Den relative sammensætning af planteplanktonet har også ændret sig i mange søer, blandt andet er procenten af blågrønalger steget i 4 søer, mens den er faldet i 8 søer. Rentvandsgruppen gulalger er også gået væsentligt frem i mange søer.

### *Dyreplankton*

Den gennemsnitlige totale biomasse er faldet med 0,1 mg TV  $\text{l}^{-1}$ , og medianværdien af biomassen af dyreplankton er faldet fra 0,69 til 0,45 mg TV  $\text{l}^{-1}$  i perioden 1989-93 til 1999. Der ses en reduktion i biomassen af små cladoceer og hjuldyr, og især er maksimumsforekomsterne af calanoide vandlopper og de små og store cladoceer og dafnier gået tilbage. Den gennemsnitlige biomasse af dafnier er derimod øget især p.g.a. stigning i de 25 % af søerne med størst forekomster.

### *Dyreplanktons græsning*

Betragtet under et er der tegn på, at dyreplanktonets kapacitet til at nedgræsse planteplankton er øget i overvågningsøerne. Beregninger viser, at både sommerværdierne for det gennemsnitlige græsningstryk og især medianen er steget fra perioden 1989-93 til 1999, sidstnævnte fra 19 til 27 %  $\text{dag}^{-1}$  som følge af en forøgelse i de 25 % af søerne med lavest græsningstryk.

### *Undervandsplanter*

Undervandsplanterne, som generelt har været i fremgang fra undersøgelsen af disse startede i 1993 indtil 1999, reduceredes i 1999 i mange søer. Medianen for dækningsgraden af undervandsplanterne

var i 1999 således blot 5 % mod 21 % for søerne i perioden fra 1993 til 1998. Dette afspejler, at mængden af undervandsplanter blev reduceret markant i 6 ud af de 14 søer, hvor undersøgelserne foretages. Årsagerne til tilbagegangen er ikke entydige, men kan dog i en del af søerne henføres til forringede lysforhold, betinget af mindsket sigtdybde og/eller højere vandstand.

#### *Fiskeyngelundersøgelser*

Ved fiskeyngelundersøgelserne er aborre og skalle de langt almindeligste arter. De blev fundet i næsten alle søerne, mens der i omkring en tredjedel af søerne tillige blev fanget brasen og hork. I forbindelse med undersøgelserne er det i mange søer påvist, at der i 1999 var forholdsvis mere aborreyngel både absolut og sammenlignet med skalleyngel sammenlignet med 1998. Det kan således forventes, at 1999-årgangen af aborre alt andet lige bliver en stærk årgang.

#### *Hjuldyr i søerne*

Dyreplanktonundersøgelserne i overvågnings søerne omfatter blandt andet hjuldyrene. I et særskilt kapitel i årets rapport er en grundig gennemgang af hjuldyrenes forekomst i søer samt de styrende faktorer herfor foretaget. 106 arter af hjuldyr er registreret i overvågnings søerne, men relativt få arter dominerer i de enkelte hjuldyrsamfund. I de fleste søer registreres 20-50 arter om sommeren. Enkelte arter er nøglearter, men selve artssammensætningen i søerne er vigtig information, da denne er relateret til de samlede omgivelsesvariable og derved afspejler søens tilstand. Dette illustreres ved multivariabel analyse, der viser betydelig forskel i artssammensætningen i søer med forskellig pH samt ved skift fra uklar til klarvandet tilstand. Tilsvarende illustrerer de enkelte søers placering m.h.t. samme analyse hvilke arter, der vil kunne forventes at findes i den enkelte sø.

#### *Brakvandssøer*

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet i 1998 blev der startet undersøgelser i 4 brakvandssøer, hvorfra der nu er to års data. Næringsstofniveauerne og dermed klorofyl er forholdsvis høje i de 4 søer og vandets klarhed følgelig lavt. Der har vist sig at være karakteristiske forskelle mellem fersk- og brakvandssøerne i overvågningsprogrammet. Dyreplanktonbiomassen er væsentlig lavere i brakvandssøerne. Det domineres helt af calanoide vandlopper og hjuldyr, mens andelen af cladoceer er lav. Forholdet mellem dyre- og planteplankton og dermed græsningstrykket på planteplankton er ligeledes væsentligt lavere. Den lavere biomasse af dyreplankton kan især tilskrives høj prædation fra fisk og mysider i brakvandssøerne. Det gør det vanskeligere at opnå græsningsregulering af planteplanktonet end i ferskvandssøerne.

#### *Reaktioner på faldende fosforkoncentrationer*

En analyse af det hidtidige udviklingsforløb viser, at overvågnings søerne reagerer forskelligt på faldende fosforkoncentrationer betinget af en reduceret næringsstofftilførsel. Der er dog tendens til et mønster. I de mest næringsrige søer sker der umiddelbart et fald i klorofyl *a* (mængden af planteplankton) i takt med faldet i totalfosfor, men faldet i klorofyl *a* kan her ikke tilskrives et øget græsningstryk fra dyreplanktonet, idet fisk og dermed dyreplankton reagerer trægt på ændringerne. I de lidt mindre næringsrige søer sker der ligeledes et fald i klorofyl *a*, som her både kan tilskrives færre tilgængelige næringsstoffer og øget græsning, det sidste betinget af ændringer i fiskebestanden i retning af flere rovfisk og færre planktivore fisk.

### *Tilstand og målsætning*

På baggrund af resultaterne fra undersøgelserne af miljøtilstanden i 1999 har amtskommunerne vurderet, om overvågningssøernes målsætninger er opfyldt. Heraf fremgår, at hovedparten af de 31 søer ikke lever op til deres målsætninger, kun for 7 af de 31 søer var målsætningen opfyldt i 1999. Det er således nødvendigt med yderligere reduktioner i fosfortilførslerne til søerne for at opnå en tilstrækkelig god miljøtilstand i søerne, svarende til kravene i målsætningerne.

### *Samlet vurdering*

Samlet set er miljøtilstanden i overvågningssøerne forbedret fra 1989 til 1999 især på grund af reduktioner i fosfortilførslen. Forbedringer i miljøtilstanden er registreret især for de vandkemiske parametre (bl.a. fosforkoncentration og sigtdybde) og også i den biologiske struktur (især planteplankton). Reduktionen i fosfortilførslen til søerne hidrører både fra regionale tiltag til forbedring af spildevandsrensningen fra før 1989, og fra kravene til samme i medfør af Vandmiljøplanen. Kun den diffuse fosfortilførsel inklusiv landbrugsbidraget fra det åbne land er ikke reduceret igennem perioden og er således en af de sidste væsentligste kilder, der kan skrues på, for at tilstanden i søerne kan forbedres yderligere. Som situationen er i dag, har de hidtidige forbedringer i miljøtilstanden ikke været tilstrækkelige til, at søernes målsætninger generelt har kunnet opfyldes, idet kun 7 af de 31 søer opfylder målsætningen.