

SØER 2008

NOVANA

Faglig rapport fra DMU nr. 763 2010



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



[Tom side]

SØER 2008

NOVANA

Faglig rapport fra DMU nr. 763 2010

Torben B. Jørgensen
Rikke Bjerring
Frank Landkildehus
Martin Søndergaard
Lisbet Sortkjær
Jens Clausen



Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 763
- Titel: Søer 2008
Undertitel: NOVANA
- Forfatter(e): Torben B. Jørgensen, Rikke Bjerring, Frank Landkildehus, Martin Søndergaard, Lisbet Sortkjær & Jens Clausen
- Afdeling: Afdeling for Ferskvandsøkologi
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©
Aarhus Universitet
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: Februar 2010
Redaktion afsluttet: December 2009
Faglig kommentering: Statens Miljøcentre
- Finansiel støtte: Ingen ekstern finansiering
- Bedes citeret: Jørgensen, T.B., Bjerring, R., Landkildehus, F., Søndergaard, M., Sortkjær, L. & Clausen, J. 2009: Søer 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 46 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 763. <http://www.dmu.dk/Pub/FR763.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Rapporten giver en status for den nationale søovervågning i 2008 og beskriver udviklingen i udvalgte indikatorer siden overvågningsprogrammets start i 1989. Miljøtilstanden er generelt forbedret siden 1989. Forbedringerne kan tydeligst ses i de vandkemiske indikatorer, men søvandet er generelt også blevet mere klart.
- Emneord: Søer, miljøtilstand, overvågning, Vandmiljøplan, NOVANA
- Layout: Anne Mette Poulsen
Illustrationer: Grafisk værksted, DMU Silkeborg
- Omslagsfoto: Almindsø: Martin Søndergaard
- ISBN: 978-87-7073-151-5
ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 46
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR763.pdf>
- Supplerende oplysninger: NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både vandmiljø og terrestrisk natur og miljø. NOVANA erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.

Indhold

Forord 5

1 Sammenfatning 6

2 Undersøgelserprogrammet 9

- 2.1 Det intensive program 10
- 2.2 Det ekstensive program for større søer (ekstensiv 1) 12
- 2.3 Det ekstensive program for mindre søer (ekstensiv 2) 13
- 2.4 Det ekstensive program for småsøer og vandhuller (ekstensiv 3) 14

3 Intensivt undersøgte søer 16

- 3.1 Generel karakteristik 16
- 3.2 Fosfor 18
- 3.3 Kvælstof 20
- 3.4 Klorofyl 22
- 3.5 Sigtdybde 24
- 3.6 Plante- og dyreplankton 25
- 3.7 Undervandsplanter 25
- 3.8 Fisk 28
- 3.9 Næringsstofkilder og -balancer 29

4 De ekstensivt undersøgte søer 36

- 4.1 Ekstensiv 1 søer 36
- 4.2 Ekstensiv 2 søer (0,1-5 hektar) 37
- 4.3 Ekstensiv 3 søer (<0,1 hektar) 38
- 4.4 Sammenligning af de ekstensive søer 39

5 Klimatiske forhold i 2008 43

- 5.1 Temperatur 43
- 5.2 Nedbør 44
- 5.3 Vindforhold 45
- 5.4 Sammenfatning 45

6 Referencer 46

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NOVANA), som fra 2004 har afløst NOVA-2003, det tidligere overvågningsprogram. NOVANA er fjerde generation af nationale overvågningsprogrammer med udgangspunkt i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, iværksat efteråret 1988.

Formålet med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som blev gennemført i forbindelse med Vandmiljøplan I (1987). Systematisk indsamling af data gør det muligt at opgøre udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt at registrere de økologiske effekter, der følger af ændringer i belastningen af vandmiljøet med næringssalte.

Programmet er løbende tilpasset overvågningsbehovene og omfatter såvel overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet og naturen, herunder den terrestriske natur og luften som udvalgte påvirkninger, miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, har som en væsentlig opgave for Miljøministeriet at bidrage til at forbedre og styrke det faglige grundlag for de miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. Som led heri forestår Danmarks Miljøundersøgelser den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne ferske vande, marine områder, landovervågning, atmosfæren samt arter og naturtyper.

I overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem fagdatacentre og Miljøministeriets miljøcentre. Fagdatacentret for grundvand er placeret hos Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, for punktkilder hos By- og Landskabsstyrelsen, mens fagdatacentre for ferske vande, marine områder, landovervågning, atmosfæren samt arter og naturtyper er placeret hos Danmarks Miljøundersøgelser.

Denne rapport er baseret på data indsamlet af de statslige miljøcentre.

Konklusionerne i denne rapport sammenfattes sammen med konklusionerne fra de øvrige Fagdatacenter-rapporter i Vandmiljø og Natur, 2009, som udgives af Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og By- og Landskabsstyrelsen.

1 Sammenfatning

I 2008 blev 19 større søer undersøgt intensivt og ca. 70 søer mere ekstensivt. De ekstensivt undersøgte søer er opdelt i tre størrelsesklasser (ekstensiv 1 søer >5 ha; ekstensiv 2 søer 0,1-5 ha og ekstensiv 3 søer 0,01-0,1 ha), og inden for hver af disse klasser er søerne tilfældigt udvalgte (tabel 1.1). Søerne spænder fra helt rene til stærkt forurenede som følge af eksisterende eller tidligere tiders spildevandsudledninger. Alle intensivt overvågede søer er ferskvandssøer, mens der blandt de ekstensive søer også indgår brakvandssøer i programmet. I denne rapport indgår data fra 19 intensive søer, 200 ekstensiv 1, 265 ekstensiv 2 og 281 ekstensiv 3 søer.

Miljøcentrene forestår den standardiserede prøveindsamling. Alle indsamlede data indberettes til Danmarks Miljøundersøgelser, som udarbejder årlige statusrapporter om den generelle tilstand og udviklingen. Dette års rapport omfatter resultater for udviklings-tendenser i perioden fra 1989 til 2008 i 19 intensivt undersøgte søer samt en kortere status for miljøtilstanden i 2008 i de mange ekstensivt undersøgte søer.

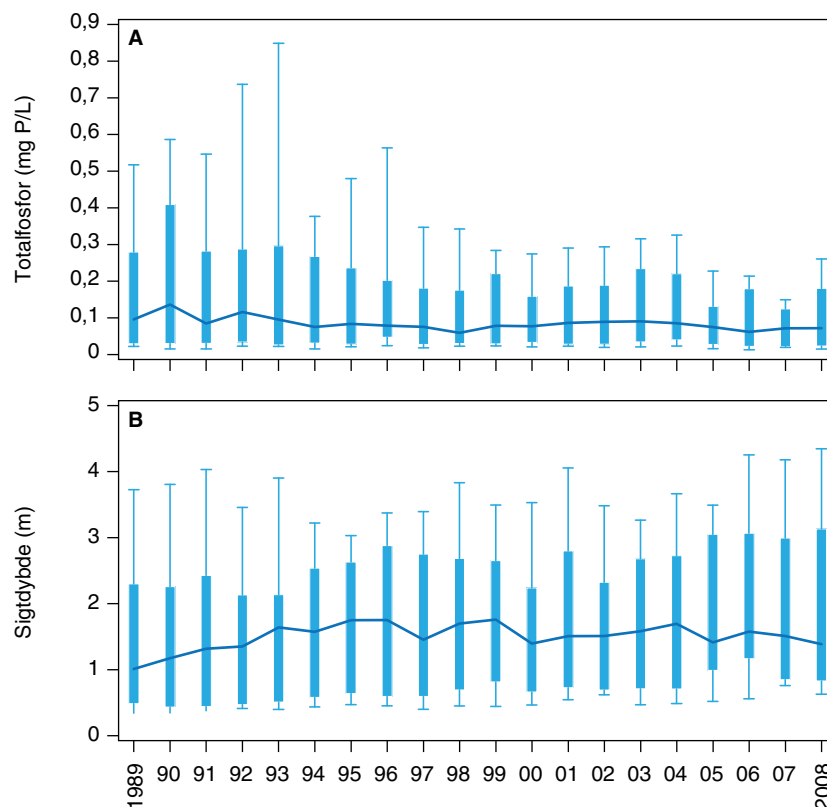
Tabel 1.1 Miljøtilstanden i de fire typer af overvågningssøer illustreret ved udvalgte nøgleparametre. Der er angivet medianværdier for sommerperioden.

Parameter	Intensive	Eks 1	Eks 2	Eks 3
	2008	2006-08	2004-08	2004-08
Antal søer	19	200	265	281
P-søkoncentration (mg P/l)	0,072	0,097	0,154	0,300
N-søkoncentration (mg N/l)	1,18	1,34	1,58	2,05
Sigtdybde (m)	1,4	1,0	0,9	0,5
Klorofyl <i>a</i> (µg/l)	31,3	39,0	36,5	25,0

Fosforkoncentrationen i de intensivt overvågede søer var i 2008 43 % (sommeregnssnit) og 25 % (sommermedian) lavere end niveauet for de første 10 år af overvågningsperioden (1989-1998), mens medianen i 2008 var uændret sammenlignet med sidste del af overvågningsperioden (1999-2007). Det mest markante fald er således sket i den første del af overvågningsperioden og i de mest belastede søer. Ud af de 19 intensive søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen i sommerperioden i 11 af søerne (tabel 1.2).

Ligeledes for kvælstofniveauet har der været et fald i de intensivt målte søer siden 1989. Sommeregnssnittet og medianen i 2008 var hhv. 37 % og 39% lavere end gennemsnittet for perioden 1989-1998, mens faldet var mere begrænset sammenlignet med sidste del af overvågningsperioden (1999-2007) hhv. 19 % og 21 %. På enkelt sø-niveau har 13 af de 19 søer oplevet en signifikant reduktion i indholdet af totalkvælstof siden 1989.

Figur 1.1 Udviklingen i søkoncentrationen af A: totalfosfor (mg P/l) og B: sigtddybde (meter) ud fra sommergennemsnit i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien.



Der er sket en reduktion i indholdet af klorofyl i de intensivt overvågede søer med de største klorofylkoncentrationer. Derfor er sommergennemsnittet for de 19 søer reduceret fra et niveau på ca. 70 µg klorofyl/l i 1990'erne til 48 µg klorofyl/l i 2008.

Det reducerede klorofylniveau i de mest belastede søer har resulteret i en forbedring af sigtddybden i denne søgruppe (figur 1.1). Blandt de 19 intensive søer er der 12 søer, som har fået en signifikant forbedret sommer-sigtddybde siden 1989 (tabel 1.2).

Tabel 1.2 Statistisk signifikante udviklinger for udvalgte nøgleparametre (sommergennemsnit) i miljøtilstanden i 19 intensivt overvågede søer siden 1989.

Parameter	Forbedret	Forværret	Uændret
P-søkoncentration	11	1	7
N-søkoncentration	13	0	6
Sigtddybde	12	2	5
Klorofyl <i>a</i>	10	2	7

Samlet set er miljøtilstanden forbedret i de intensivt overvågede søer fra 1989 til 2008. Ændringerne er hovedsageligt sket i første halvdel af overvågningsperioden. Forbedringer i miljøtilstanden er registreret især for de vandkemiske parametre (bl.a. fosforkoncentration), men også for sigtddybde og dermed søernes klarhed.

De tilfældigt udvalgte ekstensivt undersøgte søer afviger ikke blot størrelsesmæssigt fra de intensivt undersøgte søer, (som ikke blev tilfældigt udvalgt), men også i forhold til eutrofieringstilstand. Eksempelvis er de intensive søer generelt mindre næringsrige end ekstensiv 1, 2 og 3 søerne. Det betyder, at det er væsentligt at inddrage de ekstensive søer, når

der skal gives en generel vurdering af tilstanden i danske søer. På grund af flere næringsstoffer i de mindre og ekstensivt undersøgte søer er sigt-
dybden også generelt ringere i disse.

I tabel 1.1 er det angivet, at klorofylkoncentrationen i de små ekstensiv 3 søer generelt er mindre end i de større søer. Forholdet mellem klorofyl, sigt-
dybde og næringsstoffer er ikke det samme i små vandhuller som i større søer. Dette skyldes blandt andet, at der ofte ikke er fisk i de små vandhuller. Derfor kan klorofylkoncentrationen i ekstensiv 3 søerne ikke umiddelbart sammenlignes med koncentrationen af klorofyl i de større søer.

2 Undersøgelserprogrammet

Det samlede overvågningsprogram for søer omfattede i programperioden 2004-2006 i alt 23 intensivt undersøgte søer og 1074 ekstensivt undersøgte søer. Tre intensive søer har dog kun været inddraget fra 2004 til 2006. I 2007 blev disse tre "nye" søer taget ud af programmet igen, således at der i alt var 20 intensivt undersøgte søer i overvågningsprogrammet. I 2008 blev det intensive program yderligere reduceret med én sø (Utterslev Mose), således at der nu er 19 søer tilbage. Disse 19 søer har været undersøgt siden 1989. Det intensive program omfatter søer mellem 10 og 4000 ha, mens det ekstensive program dækker tre størrelseskategorier: > 5 ha (ekstensiv 1), 0,1-5 ha (ekstensiv 2) og 0,01-0,1 ha (ekstensiv 3) (tabel 2.1). Indtil 2008 omfattede det ekstensive program årligt 68 ekstensiv 1 søer, 59 ekstensiv 2 og 76 ekstensiv 3 søer. Søerne > 5 ha er dækket godt ind til en national sammenstilling, idet 37 % af de danske søer i denne størrelsesklasse undersøges, mens de undersøgte søer mellem 0,1 og 5 ha kun omfattede 0,8 % af de danske søer og de mindste søer mellem 0,01 og 0,1 ha blot 0,3 % af de danske søer i de respektive størrelsesklasser. I 2008 er overvågningen af ekstensiv 2 og - 3 søerne blevet kraftigt reduceret. Tilbage i overvågningsprogrammet er kun de ekstensiv 2 og - 3 søer, der enten er specifikt målsatte i Miljøcentrenes vandplaner eller er beliggende i NATURA 2000 områder - 5 til 10 søer i alt i hver kategori på landsplan.

Undersøgelser af de kemiske forhold i de større intensive søer gennemføres hvert år sammen med planktonundersøgelser, mens de øvrige biologiske undersøgelser foretages med længere tidsintervaller - vegetationsundersøgelser hvert andet år, bundfauna og fisk hvert sjette år. De ekstensive programmer foregår i en turnus på enten 3 år (større søer) eller 6 år (mindre søer samt småsøer og vandhuller).

Indholdet i de forskellige undersøgelserprogrammer er tilpasset de enkelte formålsbeskrivelser både mht. til undersøgte variable, frekvenser og antal af søer. Måleprogrammerne er opnået ved at sammenstille de hidtidige erfaringer fra søovervågningsprogrammet, bl.a. igennem en statistisk optimering (Larsen et al., 2002), tidligere erfaringer ved opstilling af undersøgelserprogrammer for søer (Søndergaard et al., 1999), ligesom et internationalt evalueringspanel har givet anbefalinger vedrørende disse forhold.

Tabel 2.1 Oversigt over måleprogrammer for det nationale overvågningsprogram for søer med arealafgrænsning af programmerne, antal undersøgte søer samt måleprogrammets turnus. "% af alle" angiver, hvor stor en andel de udvalgte søer udgør af det samlede antal danske søer inden for hvert størrelsesinterval.

Programtype	Areal (hektar)	Antal søer	% af alle	Turnus (år)
Intensiv	10-4000	19	} 37	1
Ekstensiv 1	> 5	200		3
Ekstensiv 2	0,1-5	265	0,8	6
Ekstensiv 3	0,01-0,1	281	0,3	6

2.1 Det intensive program

I de intensivt undersøgte søer beskrives næringsstoffdynamikken detaljeret. Dette sker på baggrund af til- og fraførslen af vand samt bestemmelser af totalkvælstof, totalfosfor og totaljern ved vandkemiske målinger med en frekvens på 12-26, afhængigt af afstrømningsmønstret (tabel 2.2). I søvandet beskrives næringsstofferne med målinger af både totale og uorganiske fraktioner af kvælstof og fosfor, tilsvarende måles næringsstofferne i bundvandet ved evt. lagdeling af vandet i søerne.

Tabel 2.2 Oversigt over måleprogrammet for søer i det intensive søovervågningsprogram, herunder årlige prøvetagningsfrekvenser angivet med et gennemsnit for alle søer. Undersøgelser, der gennemføres hvert 2. eller 6. år, er angivet med ½ og 1/6. Hypolimnionprøver tages kun ved springlagsdannelse.

	Søvand		Tilløb/afløb
	Epi-limnion	Hypo-limnion	
<i>Vandkemiske og fysiske analyser:</i>			
pH	19	5	12-26
Alkalinitet	19	5	12-26
Nitrit+nitratkvælstof	19	5	12-26
Ammoniumkvælstof	19	5	12-26
Total kvælstof	19	5	12-26
Total fosfor	19	5	12-26
Opløst fosfor	19	5	
Klorofyl a	19		
Totaljern	19		
Farvetal	19		
Kationer ²	1		
Silikat+silicium	19		
Suspenderet stof	19		
Glødetab af susp. stof	19		
Sigt dybde ¹	19		
Ilt- og temperaturprofil ¹	19	19	
Vandstand ¹	19		
Ledningsevne ¹	19		
Måling af vandføring ¹			12-26
Sedimentkemi:	1/6		
Tungmetaller og miljøfremmede stoffer	*		
<i>Biologiske analyser:</i>			
Planteplankton	12		
Dyreplankton	12		
Bunddyr	1/6		
Vandplanter	1/2		
Rørskovens udbredelse	1/6		
Fiskeundersøgelse	1/6		

¹⁾ Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur. Ledningsevne kan også måles i laboratoriet umiddelbart efter hjemkomst. Vandstand og måling af vandføring kan også undersøges kontinuert.

²⁾ Vinterprøve.

* Programmet gennemført i 2008

Sedimentets indhold af totalfosfor bestemmes en gang hvert 6. år til understøttelse af analyserne af næringsstofomsætningen i søerne. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i sedimentet blev undersøgt i 2008. Bufferkapacitet og forsureningsstatus beskrives ved måling af pH og alkalinitet, som sammen med bl.a. totaljern indgår i beskrivelsen af næringsstoffodynamikken i søerne. Herudover indgår også ilt- og temperaturprofiler, ledningsevne samt sigt dybde til en beskrivelse af de fysiske forhold i søvandet.

Mængden af organisk materiale i søvandet måles på to forskellige måder: Den totale mængde suspenderede materiale måles sammen med glødetabet, mens målinger af klorofyl giver et estimat for biomassen af planteplankton.

Herudover undersøges en række biologiske komponenter. Antal og biomasse af plante- og dyreplankton opgøres gennem sæsonen, og dyreplanktonets græsning på planteplankton beregnes. Tætheden af undervandsplanter, deres dybdeudbredelse og artssammensætning undersøges hver anden sommer ved maksimal udbredelse. Hvert sjette år undersøges bunddyr på barbunden mht. taxonomiske grupper, antal og biomasse, fiskebestandens sammensætning og relativ biomasse samt rørskovens udbredelse.

De intensive målinger i søerne giver grundlag for at udarbejde en detaljeret beskrivelse af søernes økosystem, således at næringsstofomsætning, biologisk tilstand og interaktioner kan tolkes. Samtidigt kan der etableres en årsagssammenhæng mellem menneskelig påvirkning og søernes respons såvel fysisk-kemisk som biologisk. Det er samtidigt muligt at beskrive klimatiske og andre naturgivne forholds indflydelse på søerne og deres respons.

Antallet af intensivt undersøgte søer er nu nede på 19 mod 37 ved programmets start i 1989. Det lave antal søer betyder, at man ikke kan betragte disse søer som værende repræsentative for de danske søer og deres udvikling. Resultaterne fra de intensive søer giver dog et godt grundlag for at vurdere resultaterne fra de ekstensivt overvågede søer.

2.2 Det ekstensive program for større søer (ekstensiv 1)

Det ekstensive måleprogram for de større søer (> 5 ha) gennemføres i en 3-årig turnus, således at alle de udvalgte søer undersøges hvert 3. år. Vandkemiske og fysiske forhold følges månedligt i den produktive periode (april-september) med få nøgleparametre (tabel 2.3). Derudover tages en enkelt vinterprøve, der kan bruges som reference for næringsstofferne om sommeren samt til at opnå en bedre beskrivelse af bufferkapacitet og forsøringsstatus. Det giver i alt 7 årlige prøvetagninger af de fysiske og kemiske forhold.

De ekstensive programmer indeholder ikke målinger af næringsstofflørslen, men der gennemføres en opgørelse af belastning og trusler baseret på besigtigelse og GIS-analyser.

Ekstensiv målinger af de biologiske komponenter og naturindholdet gennemføres ved at undersøge undervandsplanter en gang i juli/august, mens fisk og bunddyr undersøges en gang pr. 6-års periode i hhv. august/september og oktober.

Det ekstensive program for de større søer giver med udnyttelse af resultater fra de intensive søer mulighed for at give en status for natur- og miljøtilstanden i de større danske søer hvert 3. år, således at der senere kan tolkes på eventuelle udviklingstendenser.

Tabel 2.3 Det ekstensive program for større søer (>5 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år), antal af prøver pr. år. De 7 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september, og der tages en enkelt vinterprøve i november.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
<i>Vandkemiske og fysiske analyser:</i>		
ledningsevne	1/3 (hvert 3. år)	7
salinitet	1/3	7
ilt- og temperaturprofil	1/3	7
pH	1/3	7
farvetal	1/3	7
alkalinitet	1/3	7
totalkvælstof	1/3	7
totalfosfor	1/3	7
klorofyl <i>a</i>	1/3	7
sigtdybde	1/3	7
sulfat ¹	1/3	1 ¹
<i>Vandplanter</i>		
dybdegrænse	1/3	1
dominerende art/arter	1/3	1
artsliste	1/3	1
<i>Bunddyr</i>	1/6	1
<i>Fisk</i>	1/6	1
<i>Belastning og trusler (GIS mv.)</i>	1/3	1

¹Måles kun på vinterprøve.

2.3 Det ekstensive program for mindre søer (ekstensiv 2)

Det ekstensive måleprogram for de mindre søer (0,1-5 ha) gennemføres i en 6-årig turnus, således at de udvalgte søer undersøges hvert 6. år. Programmet omfatter månedlige målinger af få vandkemiske og fysiske forhold i sommerperioden fra maj-september (tabel 2.4). Disse målinger giver bl.a. en status for de mindre søers næringsstof- og forsureningsstatus. I forhold til programmet fra 2004 til 2007 er ekstensiv 2 programmet for de mindre søer kraftigt beskåret i 2008, således at det kun er de ekstensiv 2 søer som er specifikt målsatte og optræder i Miljøcentrenes vandplaner eller er beliggende i NATURA 2000 områder, der fortsat er i programmet.

Den biologiske respons beskrives med samtidige målinger af sigtdybde og klorofyl. Herudover indgår en enkelt årlig undersøgelse af vandplanternes udbredelse i undersøgelsesåret. Belastningsmæssige forhold og trusler for vandkvaliteten vurderes på basis af besigtigelse og GIS-baserede analyser.

Reduktionen i antallet af ekstensiv 2 søer medfører, at det ikke længere er muligt at beskrive natur- og miljøtilstanden i de mindre danske søer på nationalt plan.

Tabel 2.4 Det ekstensive program for mindre søer (0,1-5 ha). Oversigt over parametre, frekvens pr. år, antal af prøver pr. år. De 5 prøver tages månedligt fra 1. maj til 30. september.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
<i>Vandkemiske og fysiske analyser</i>		
ledningsevne	1/6 (hvert 6. år)	5
salinitet	1/6	5
ilt- og temperaturprofil	1/6	5
vandtemperatur	1/6	5
pH	1/6	5
alkalinitet	1/6	5
totalkvælstof	1/6	5
yotalfosfor	1/6	5
klorofyl a	1/6	5
farvetal	1/6	5
sigtdybde	1/6	5
<i>Vandplanter</i>		
dybdegrænse	1/6	1
dominerende art/arter	1/6	1
artsliste	1/6	1
<i>Belastning og trusler</i>	1/6	1

2.4 Det ekstensive program for småsøer og vandhuller (ekstensiv 3)

Det ekstensive måleprogram for småsøer og vandhuller (100-1000 m²) gennemføres i en 6-årig turnus, således at de udvalgte søer undersøges hvert 6. år. Hovedindholdet i dette program er en undersøgelse af planter en enkelt gang pr. undersøgelsesår suppleret med en enkelt måling af de fysisk-kemiske forhold (tabel 2.5). Udtagningen af blot én prøve til fysisk-kemiske data betyder, at disse tal vil være behæftede med meget stor usikkerhed, eftersom ikke mindst de små søer er kendt for at udvise store variationer gennem sæsonen. Der laves som for de øvrige ekstensive programmer en opgørelse af belastning og trusler baseret på besigtigelse. I forhold til programmet fra 2004 til 2007 er ekstensiv 3 programmet for de mindre søer også kraftigt beskåret i 2008, således at det kun er de ekstensiv 3 søer som er specifikt målsatte og optræder i Miljøcentrenes vandplaner eller er beliggende i NATURA 2000 områder, der fortsat er i programmet.

Undersøgelserne giver mulighed for at beskrive natur- og miljøtilstanden i udvalgte småsøer og vandhuller og foretage en sammenligning med tilstanden i andre småsøer og vandhuller, der er undersøgt i tidligere undersøgelsesår. Reduktionen i antallet af ekstensiv 3 søer medfører, at det ikke længere er muligt at beskrive natur- og miljøtilstanden i de mindste danske søer/vandhuller på nationalt plan.

Tabel 2.5 Det ekstensive program for småsøer og vandhuller (0,01-0,1 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år), antal af prøver pr. år.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
<i>Vandkemiske og fysiske analyser:</i>		
ledningsevne	1/6 (hvert 6. år)	1
salinitet	1/6	1
ilt- og temperaturprofil	1/6	1
vandtemperatur	1/6	1
pH	1/6	1
alkalinitet	1/6	1
total kvælstof	1/6	1
total fosfor	1/6	1
klorofyl a	1/6	1
farvetal	1/6	1
sigtdybde	1/6	1
<i>Vandplanter</i>		
dominerende art/arte	1/6	1
artsliste	1/6	1
<i>Padder</i>	1/6	1
<i>Belastning og trusler</i>	1/6	1

3 Intensivt undersøgte søer

Denne del af rapporten indledes med en generel karakteristik af de 19 intensivt undersøgte søer, hvori der er lavet undersøgelser hvert år siden 1989 (figur 3.1). Karakteristikken omfatter nøgletabeller med gennemsnits-, median-, minimums- og maksimumsværdier af udvalgte variable. Herefter følger fire små afsnit, som beskriver standardindikatorerne: totalfosfor, totalkvælstof, klorofyl og sigtddybde. For hver indikator beskrives den aktuelle tilstand og udvikling. Udviklingen i søernes tilstand er især vurderet på grundlag af tidsvægtede sommergennemsnit af de enkelte variable (1. maj - 31. september).

Ufuldstændig indrapportering af data for plante- og dyreplankton, bunddyr og fisk har medført, at disse undersøgelser ikke er behandlet i denne rapport.

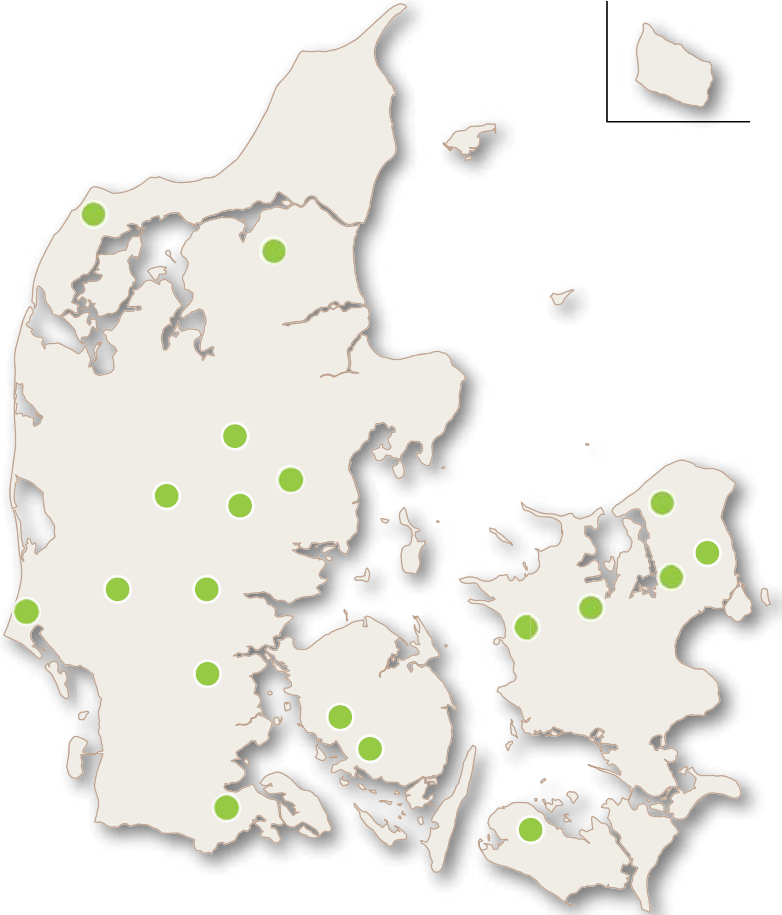
De statistiske beregninger er baseret på log-lineær regression på de udregnede middelværdier og er testet for, om der er afvigelser fra nulhypotesen, dvs. om der gennem de i alt 20 overvågningsår har været en statistisk sikker ændring. Responsvariablen er logaritmetransformeret især for at sikre varianshomogenitet. Vi har valgt at acceptere nulhypotesen på 10 % signifikansniveau, hvorfor der i flere tilfælde kun er tale om udviklingstendenser. I præsentationen er der dog opdelt i fire klasser baseret på testsandsynligheden: <10 %, <5 %, <1 % og <0,1 %. Man skal være opmærksom på, at denne metode vægter ændringer, der følger en jævn udvikling over en årrække, frem for pludselige ændringer.

3.1 Generel karakteristik

Generelt dækker de 19 søer over store morfometriske forskelle, hvor f.eks. areal og hydraulisk opholdstid varierer med mere end en faktor 100. Også dybdemæssigt er der store forskelle, fra søer med en maksimumdybde på 1,8 m til Danmarks dybeste sø (Furesø) med dybder ned til 38 m.

De vandkemiske data viser, at de intensive søer omfatter de fleste danske typer af søer, fra relativt næringsfattige søer med totalfosforkoncentrationer omkring 0,01 mg P/l til næringsrige søer med fosforkoncentrationer på ca. 0,300 mg P/l som sommergennemsnit (tabel 3.1). Selvom de intensive søer altså repræsenterer et bredt spektrum af næringsstofkoncentrationer er der ikke mange egentligt næringsfattige eller meget næringsrige søer i gruppen. Der er tilsvarende forskelle om sommeren i vandets indhold af klorofyl og sigtbarhed med klorofylkoncentrationer mellem 4 og 136 µg/l og middelsommersigtddybder mellem 0,4 og 5,2 m. Søernes alkalinitet om sommeren spænder fra -0,02 til 6,3 meq/l med overvægt af de alkaliske søer. I sommerhalvåret varierer pH-værdierne mellem 4,8 og 8,9 og dækker dermed de fleste surhedsgrader uden dog at omfatte decideret sure søer.

Figur 3.1 Geografisk placering af de 19 intensivt undersøgte søer.



Tabel 3.1 Vandkemiske forhold i de 19 intensivt undersøgte søer i 2008.

	Gns.	Median	Min.	Maks.	Antal søer
Ptot (mg P/l) år	0,083	0,074	0,012	0,212	19
Ptot (mg P/l) sommer	0,103	0,072	0,010	0,306	19
Opløst fosfat-P (mg P/l) år	0,023	0,011	0,002	0,111	19
Opløst fosfat-P (mg P/l) sommer	0,024	0,004	0,001	0,166	19
Ntot (mg N/l) år	1,84	1,90	0,43	3,67	19
Ntot (mg N/l) sommer	1,26	1,18	0,39	2,67	19
Uorganisk N (mg N/l) år	0,96	0,67	0,06	2,90	19
Uorganisk N (mg N/l) sommer	0,318	0,097	0,014	1,931	19
Sigt dybde (m) år	2,2	1,8	0,5	5,6	19
Sigt dybde (m) sommer	2,0	1,4	0,4	5,2	19
Klorofyl (µg/l) år	34	23	3	98	19
Klorofyl (µg/l) sommer	47	31	4	136	19
Farvetal (mg Pt/l) år	26,4	24,5	6,4	66,5	19
Farvetal (mg Pt/l) sommer	25,2	22,0	6,4	55,2	19
Alkalinitet (meq/l) år	2,30	2,35	-0,01	6,35	19
Alkalinitet (meq/l) sommer	2,49	2,26	-0,02	6,34	19
pH år	7,95	8,26	5,0	8,56	19
pH sommer	8,14	8,47	4,8	8,94	19

3.2 Fosfor

Fosfor i vandmiljøet kommer primært fra landbrugs- og naturarealer, spildevand fra byer og spredt bebyggelse og i mindre omfang fra industrier og dambrug.

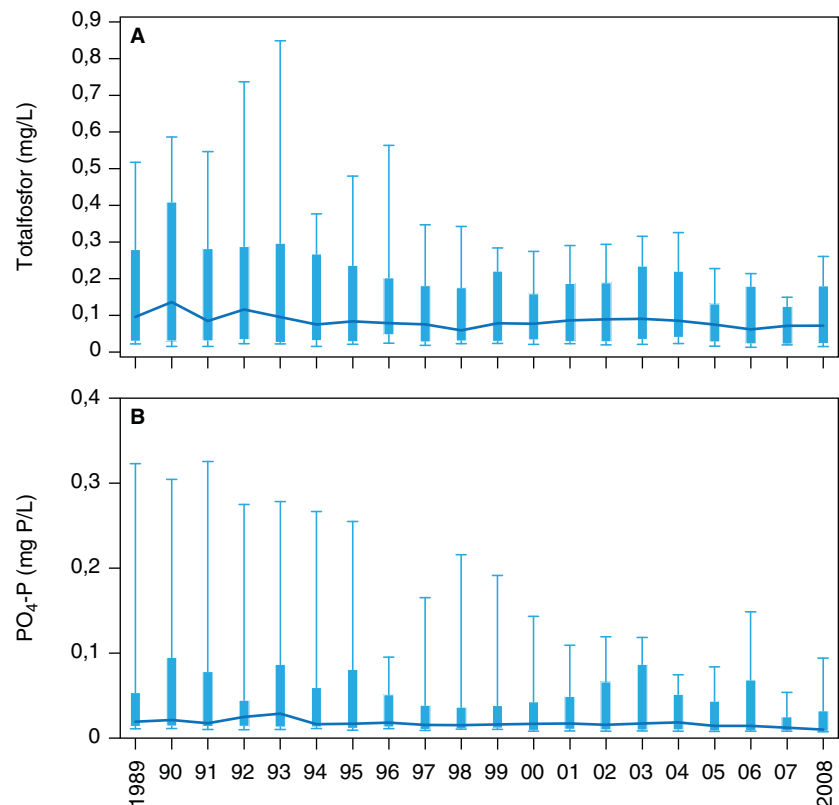
Fosfor er et plantenæringsstof, der i de fleste søer betragtes som den begrænsende faktor for algevæksten. Fosfor har altså stor betydning for vandmiljøet og mange af de biologiske forhold i søerne. Fosfor akkumuleres i søbunden og kan efterfølgende i en årrække frigives til søvandet, hvilket forsinker effekten på vandkvaliteten, når den eksterne spildevandstilførsel afskæres eller reduceres.

Det er i de næringsrige intensive søer, at fosforkoncentrationen er faldet mest siden 1989. Derfor påvirkes gennemsnitsværdierne forholdsvis kraftigt, mens reduktioner i medianværdierne er et udtryk for, at det generelle koncentrationniveau, herunder altså også i de middelnæringsrige søer, er reduceret. I 2008 var sommergennemsnittet af fosforkoncentrationen i de 19 overvågningssøer 43 % lavere end for den første del af overvågningsperioden (1989-1998,) mens sommermedianen var 25 % lavere. Sammenlignet med de seneste 10 år af overvågningsperioden var sommergennemsnittet af fosforkoncentrationen i 2008 reduceret med 9 %, mens medianen for de 19 søer var uændret.

Tabel 3.2. Koncentrationen af totalfosfor og opløst fosfor angivet som årsmiddel- og medianværdier, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler (overfladevand) for perioderne 1989-98 og 1999-07 samt 2008 i de 19 intensivt overvågede søer, som er overvåget siden 1989. Enheden er mg P/l.

		Gns.	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Årsværdier							
Total-P	1989-98	0,158	0,021	0,033	0,083	0,203	0,756
	1999-07	0,096	0,022	0,028	0,076	0,140	0,232
	2008	0,083	0,012	0,025	0,074	0,118	0,212
PO ₄ -P	1989-98	0,064	0,006	0,010	0,029	0,055	0,387
	1999-07	0,034	0,003	0,007	0,020	0,054	0,117
	2008	0,023	0,002	0,003	0,011	0,028	0,111

Figur 3.2 Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af A: totalfosfor og B: orthofosfat (mg P/l) i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien.



Årsgennemsnittet for totalfosfor (TP) i søvandet er reduceret fra 0,158 mg P/l i perioden 1989-98 til 0,083 i 2008 og opløst fosfor fra 0,064 til 0,023 mg P/l i 2008 (tabel 3.2). Den gennemsnitlige årsværdi af totalfosfor i de intensive søers overfladevand er dermed reduceret med 47 % og opløst fosfat med 64 %. Det totale fosforniveau i de 19 søer udtrykt ved medianen er kun reduceret med 11 %. I de rene søer (25 % fraktilen) har totalfosforindholdet stort set været uændret gennem hele undersøgelsesperioden. Derimod er sket en kraftig reduktion (42 %) i TP i de mest næringsrige søer (75 % fraktil).

Indholdet af opløst fosfor (orthofosfat) i overfladevandet i 2008 viser et andet mønster end totalfosfor med størst reduktion i de reneste søer (70 %) i forhold til niveauet i 1989-98 – en 62 % reduktion i de middelnæringsrige søer og en halvering i koncentrationen af orthofosfat i de næringsrige søer.

På enkeltstående niveau er totalfosforindholdet som års- og sommermiddel mindsket signifikant i 11 af de 19 søer, hvorfra der er målinger i søvandet siden 1989 (tabel 3.3). Indholdet af orthofosfat i søvandet er reduceret i 13 af de 19 søer med lang tidsserie.

Tabel 3.3. Udviklingen i indholdet af totalfosfor (total-P) og opløst fosfat (PO₄-P) i overfladevand i de intensivt overvågede søer fra 1989 til 2008. -/+, --/++, ---/+++, ----/++++ svarer til reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5, 1 og 0,1 % signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

	Årsmiddel		Sommermiddel	
	Søvand		Søvand	
	PO ₄ -P	Total-P	PO ₄ -P	Total-P
NORS SØ	----	0	----	0
HORNUM SØ	---	++	-	+
HINGE SØ	---	----	----	---
RAVNSØ	0	----	----	----
BRYRUP				
LANGSØ	---	0	-	0
SØBY SØ	----	0	----	0
HOLM SØ	---	0	----	0
KVIE SØ	0	0	0	0
ENGELSHOLM SØ	+	----	0	----
SØGÅRD SØ	0	----	0	----
STORE SØ- GÅRDSØ	----	----	----	----
ARRESKOV SØ	0	0	0	0
SØHOLM SØ	--	----	----	--
ARRESØ	---	----	-	----
FURESØEN	----	----	----	----
MAGLESØ	----	----	----	--
GUNDSØMAGLE SØ	----	----	----	----
TISSØ	0	0	0	0
VESTERBORG SØ	----	----	0	----
I alt				
+ / ++ / +++ / ++++	1	1	0	1
I alt				
- / - / - / -	13	11	13	11

Kun i Hornum Sø har der været en signifikant stigning i årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor.

3.3 Kvælstof

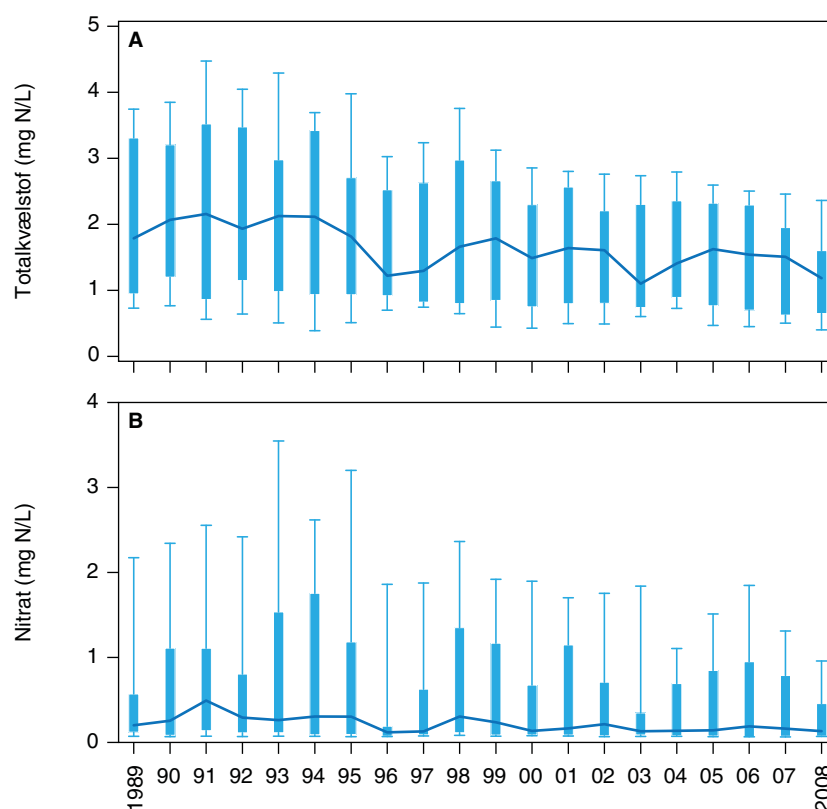
Kvælstof i vandmiljøet skyldes primært udvaskning fra landbrugsarealer. Andre kilder er renseanlæg, industrier og dambrug, men i mindre omfang end landbrugsarealerne.

Kvælstof er ligesom fosfor et plantenæringsstof og har betydning for algemængden i søerne, selv om fosfor i de fleste søer oftest vil være den begrænsende faktor. Nyere resultater peger dog på, at kvælstof spiller en væsentlig rolle for undervandsplanterne, og at høje kvælstofkoncentrationer kan gøre det vanskeligere at opnå klarvandede forhold (Gonzales Sagrario et al., 2005).

I søerne foregår der en naturlig kvælstoffjernelse (denitrifikation), som har betydning for, hvor meget kvælstof, der transporteres ud af søerne og videre via vandløbene til havet. Overvågningen af kvælstofkoncentrationerne bidrager

med viden om denitrifikationskapaciteten og giver dermed muligheder for at vurdere søernes samlede kapacitet til at fjerne kvælstof.

Figur 3.3 Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af A: totalkvælstof og B: nitrat (mg N/l) i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien.



Siden 1989 er der sket en reduktion i indholdet af totalkvælstof i de intensive søer såvel på års- som på sommerniveau. Langt hovedparten af reduktionen er dog sket i årene fra 1989 til 1996 (figur 3.3).

Om sommeren er der sket et fald i totalkvælstofkoncentrationen på knap 40 % (37 % for sommergennemsnit, 39 % for sommermedian) i 2008 i forhold til årene 1989 til 1998 og størst blandt de næringsrige søer.

Tabel 3.4. Koncentrationen af totalkvælstof angivet som årsmiddel- og medianværdier, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler (overfladevand) for perioderne 1989-98 og 1999 - 2007 samt 2008 i de 19 intensivt overvågede søer, som er overvåget siden 1989. Enheden er mg N/l.

		Gns.	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
		Årsværdier					
Total-N	1989-98	2,78	0,46	1,03	2,33	4,23	6,27
	1999-07	2,15	0,43	0,96	2,23	3,32	4,63
	2008	1,84	0,43	1,04	1,90	2,51	3,67

Årsgennemsnittet for totalkvælstof er reduceret med 34 % fra et niveau på ca. 2,8 indtil 1998 til ca. 1,8 mg N/l i 2008. Ligesom for fosfor er reduktionen størst i søer med høje kvælstofkoncentrationer. Men også for kvælstofs vedkommende kan der konstateres en reduktion i de middel-næringsrige søer (50 % fraktil), som er reduceret med 19 % i 2008 i forhold til niveauet indtil 1998 (årsværdier).

Kvælstofindholdet er således reduceret mest i sommerperioden. Kvælstofkoncentrationen i søerne i vinterhalvåret er påvirket af de eksterne tilførsler fra oplandet i højere grad end om sommeren, og den større reduktion i kvælstofkoncentrationen i søvandet i sommermånederne skyldes såvel reduktionen i kvælstoftilførslerne, men også en forøget denitrifikation internt i søerne på grund af et generelt reduceret eutrofieringsniveau.

I de rene søer har koncentrationen af totalkvælstof og nitrat stort set været uændret siden 1989.

Tabel 3.5. Udviklingen i indholdet af totalkvælstof (total-N) og total-N og nitrat (NO₃-N) i søvand i de enkelte intensivt overvågede søer fra 1989 til 2008. -/+, --/++, ---/+++, ----/++++ svarer til reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5, 1 og 0,1 % signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

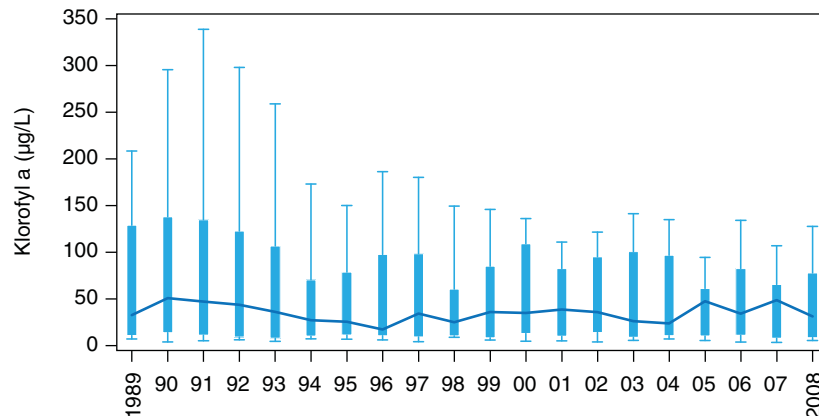
	Årsmiddel		Sommermiddel	
	Søvand		Søvand	
	NO ₃ -N	Total-N	NO ₃ -N	Total-N
NORS SØ	0	---	0	---
HORNUM SØ	---	0	0	0
HINGE SØ	----	----	---	----
RAVNSØ	----	----	----	----
BRYRUP LANGSØ	----	----	---	----
SØBY SØ	0	0	0	0
HOLM SØ	---	--	---	-
KVIE SØ	0	--	0	0
ENGELSHOLM SØ	----	----	----	----
SØGÅRD SØ	---	----	---	----
STORE SØGÅRDSØ	0	---	0	----
ARRESKOV SØ	---	0	---	0
SØHOLM SØ	0	0	0	0
ARRESØ	0	----	0	-
FURESØEN	----	----	----	--
MAGLESØ	--	----	--	---
GUNDSØMAGLE SØ	--	----	0	----
TISSØ	0	--	0	0
VESTERBORG SØ	0	0	0	--
I alt +/+/+/+/++++	0	0	0	0
I alt -/--/--/----	11	14	9	13

For de enkelte søer er der siden 1989 sket en signifikant reduktion i koncentrationen af totalkvælstof i 14 (årsmiddel) og 13 (sommermiddel) af de 19 søer (tabel 3.5). Indholdet af nitrat er tilsvarende reduceret i 11 og 9 søer (års-/sommermiddel). Kvælstofkoncentrationen er ikke steget i nogen af de 19 søer.

3.4 Klorofyl

Klorofyl er det grønne pigment i fotosyntetiserende højere planter og alger og kan bruges som et indirekte udtryk for algemængden i vandet og et mål for vandkvaliteten. Klorofylindholdet varierer dog i de forskellige algearter, ligesom det kan variere med årstiden i den enkelte art.

Figur 3.4 Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af klorofyl *a* ($\mu\text{g/l}$) i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien.



Klorofylkoncentrationen, som sommergennemsnit for de 19 søer med målinger siden 1989, varierer fra år til år, men det generelle niveau er stort set uændret siden 1989, idet medianen kun er reduceret fra 33 til 31 $\mu\text{g/l}$ (figur 3.4).

I 2008 er søkoncentrationen af klorofyl *a* dog mindsket i forhold til perioden 1989-1998 i søerne med det højeste klorofylindhold – 75 % fraktilen er reduceret med 25-30 % for såvel års- (tabel 3.6) som sommerværdierne. Faldet i de høje klorofylkoncentrationer har resulteret i, at klorofylgennemsnittet for sommerperioden er reduceret med 38 % fra 77 $\mu\text{g/l}$ i 1989 til 48 $\mu\text{g/l}$ i 2008.

I de enkelte søer er klorofyl *a* - årsmiddel og -sommermiddel reduceret signifikant i 10 af de 19 søer (tabel 3.7). Klorofyl *a* indholdet er øget signifikant i tre søer: Nors Sø og Hornum Sø i sommerperioden og Hornum Sø og Søholm Sø på årsniveau.

Tabel 3.6 Søkoncentrationen af klorofyl *a* angivet som årsmiddel- og medianværdier, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler (overfladevand) for perioderne 1989-98 og 1999 - 2007 samt 2008 i de 19 intensivt overvågede søer, som er overvåget siden 1989. Enheden er $\mu\text{g/l}$.

		Gns.	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Årsværdier							
Chl a	1989-98	59,9	4,3	11,2	29,8	76,1	336,1
	1999-07	35,0	3,3	8,5	26,9	61,4	107,0
	2008	33,6	3,3	9,1	23,0	54,3	97,7

Tabel 3.7 Udviklingen i indholdet af klorofyl ($\mu\text{g/l}$) og sigtddybde (meter) i søvandet i de enkelte intensivt overvågede søer fra 1989 til 2008. -/+, --/++, ---/+++, ----/++++ svarer til reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5, 1 og 0,1 % signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

	Årsmiddel		Sommermiddel	
	Søvand		Søvand	
	Klorofyl a	Sigtddybde	Klorofyl a	Sigtddybde
NORS SØ	0	0	++	0
HORNUM SØ	+++	0	++	-
HINGE SØ	----	++++	---	+++
RAVNSØ	0	0	-	0
BRYRUP LANGSØ	0	0	0	--
SØBY SØ	0	0	0	0
HOLM SØ	0	0	-	0
KVIE SØ	----	++++	--	+
ENGELSHOLM SØ	----	+++	---	++++
SØGÅRD SØ	----	++++	----	++++
STORE SØ- GÅRDSØ	0	+++	0	+++
ARRESKOV SØ	0	+	0	+
SØHOLM SØ	+	0	0	+
ARRESØ	----	++++	----	++
FURESØEN	----	++++	---	++++
MAGLESØ	----	++	0	0
GUNDSØMAGLE SØ	----	++++	----	++++
TISSØ	--	++++	0	++++
VESTERBORG SØ	----	+++	----	+++
I alt +/++/+++/++++	2	12	2	12
I alt -/--/---/----	10	0	10	2

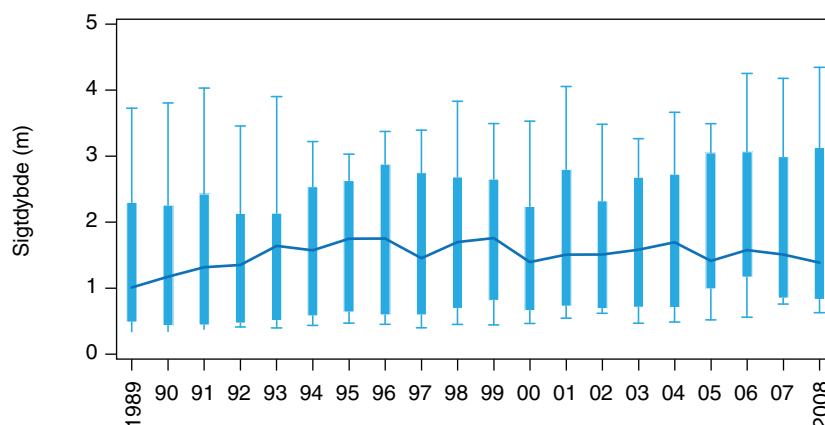
3.5 Sigtdybde

Sigtddybden er et udtryk for vandets klarhed eller gennemsigtighed, dvs. sigtdybden er afgørende for lysets evne til at trænge ned i søvandet og dermed også et mål for, hvor dybt egentlige undervandsplanter vil være i stand til at vokse. Sigtdybden er derfor også en væsentlig parameter i vurderingen af undervandsplanternes potentielle udbredelsesområde.

I de fleste søer er sigtdybden også et udtryk for algemængden og dermed tilstanden i søen. Vandets farve (fx brunvandede søer) eller resuspenderet materiale fra søbunden i lavvandede søer kan dog også påvirke sigtdybden.

Sigtddybden i de 19 intensivt undersøgte søer har vist en generel stigende tendens siden 1989.

Figur 3.5 Udviklingen i sigtgybde i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989 ud fra sommergennemsnit. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien.



De største stigninger er sket i de søer, hvor sigtgybden i forvejen var størst. I 2008 var maksimumsværdien eksempelvis 5,6 meter imod 3,7 meter i perioden 1989-1998. Generelt var sigtgybden i 2008 15-20 % større end niveauet i perioden 1989-1998 uanset næringsstofniveau og for både års- (tabel 3.8) og sommerværdier.

Tabel 3.8. Sigtdybden angivet som årsmiddel- og medianværdier, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler (overfladevand) for perioderne 1989-98 og 1999-2007 samt 2008 i de 19 intensivt overvågede søer, som er overvåget siden 1989. Enheden er meter.

	Gns.	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Årsværdier						
Sigtgybde 1989-98	1,85	0,38	0,87	1,74	3,18	3,71
1999-07	2,05	0,59	0,97	1,87	3,29	4,35
2008	2,20	0,50	1,01	1,77	3,65	5,65

Det generelt reducerede næringsstofniveau i søerne siden overvågningen af vandmiljøet startede i 1989 har således ført til øget sigtgybde. Men tilsvarende ændringerne i klorofylkoncentrationen er sigtgybden primært steget fra 1989 til 1996. Siden 1996 har der ikke været noget signifikant udvikling i den gennemsnitlige sigtgybde i de 19 intensive søer (figur 3.5).

For de enkelte søer er der sket en signifikant stigning i sigtgybdens års- og sommerrmiddel i 12 af de 19 søer (tabel 3.7). Kun i Hornum Sø og Bryrup Langsø er sigtgybden blevet mindre i sommerhalvåret siden 1989

3.6 Plante- og dyreplankton

På grund af ufuldstændig indberetning af data er plante- og dyreplankton ikke behandlet i dette års rapport.

3.7 Undervandsplanter

Undervandsvegetationen er en meget væsentlig parameter for hele søens økologi. Vegetationen har afgørende betydning for blandt andet fiskesammensætning, dyreplanktonsammensætning, udveksling af næringsstoffer mellem sediment og vand, næringsstofkoncentrationen i vandfasen og iltindholdet i såvel vand som sediment. Undervandsvege-

tationen er desuden følsom over for forringelser i vandkvaliteten i form af fx reduceret sigtddybde eller øget algemængde/klorofylindhold og dermed en god indikator for vandkvaliteten.

I forhold til Habitatdirektivet er undervandsvegetationens artssammensætning og vegetationens udbredelse central for habitatens typebetegnelse samt dens bevaringsstatus. Undervandsplanter indgår også i Vandrammedirektivet som en af vandkvalitetsparametrene, der skal anvendes til at fastsætte den økologiske kvalitet.

Undervandsplanternes udbredelse er siden 1993/94 og frem til 2007 undersøgt én gang årligt i 12 af de tidligere 27 overvågnings søer. Fra 2007 er undervandsplanternes udbredelse kun undersøgt én gang hver andet år. I 2008 er det intensive program yderligere reduceret med én sø (Uterslev Mose), således at der nu kun er en lang årlig tidsserie for 11 søer fra 1993/94-2008. I forbindelse med de tidligere undersøgelser før 2004 blev den enkelte sø inddelt i delområder, og dækningsgrad samt plante fyldt volumen blev bestemt dels i delområderne og dels i hele søen.

I NOVANA foretages undersøgelserne ved en transektundersøgelse. Der beregnes en samlet relativ plantedækningsgrad (RPA) baseret på data fra transekterne. På baggrund af plantehøjde og vanddybde i de enkelte observationspunkter beregnes et relativt plantefyldt volumen (RPV). Desuden registreres den maksimale dybde, hvori de enkelte arter er fundet (dybdegrænsen). Transektundersøgelsens samlede resultat er baseret på færre observationer end den tidligere områdeundersøgelse, men anvendelsen af transekter sikrer, at observationspunkterne er fordelt over hele søarealet. Da de samme transekter anvendes de efterfølgende år er der områder, hvor vegetationen ikke undersøges. Dette kompenseres ved at supplere undersøgelsen med observationer i områder med formodet eller udbredt vegetation med henblik på at supplere artslisten. I transektundersøgelsen indgår desuden den størst registrerede dybde for de enkelte arter (dybdegrænsen).

Tabel 3.9 Oversigtsdata for undervandsvegetationen (transektundersøgelse) i de intensive søer (2006-08) og som gennemsnit for 2004-2005. I de tilfælde, hvor søerne er undersøgt mere end én gang i perioden 2006-08, indgår søen med et gennemsnit.

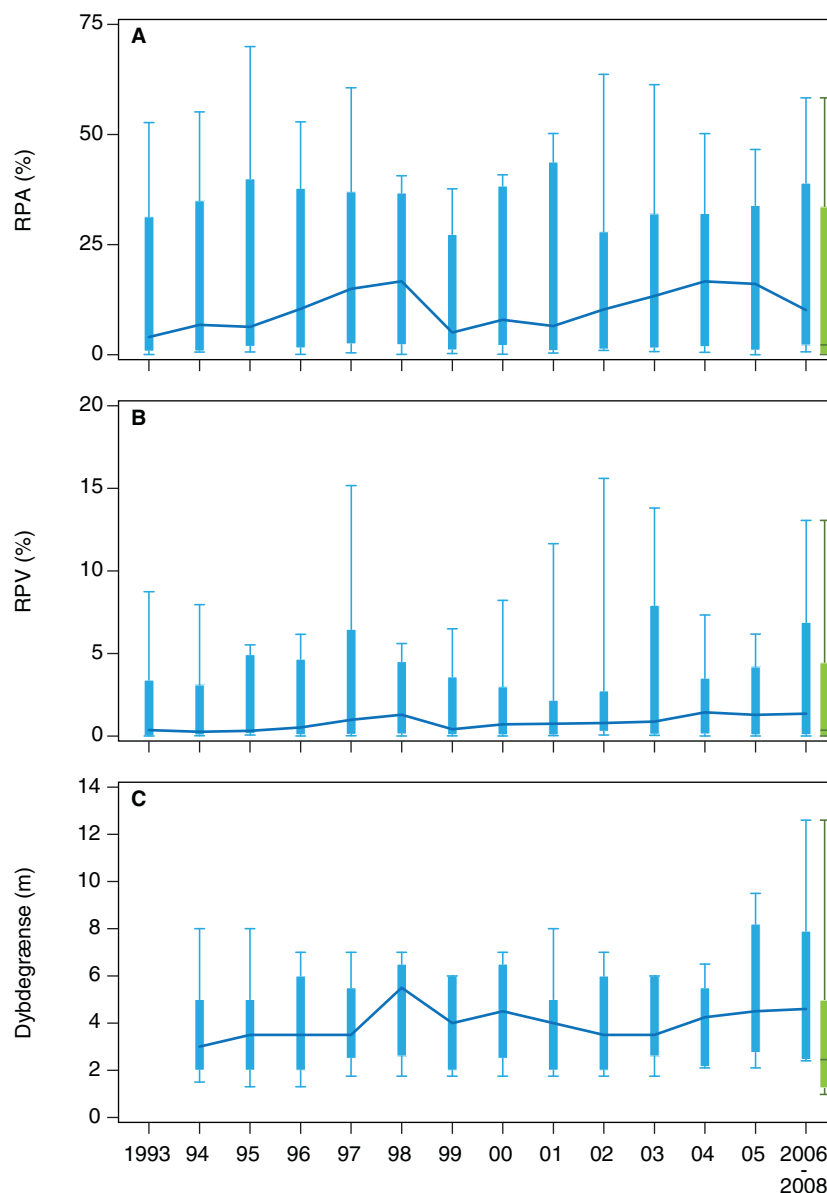
	Gns	Median	Min.	Maks.	Antal søer
2004-2005					
Relativt plantedækket areal (%)	14,2	2,2	0	59,8	19
Relativt plantefyldt volumen (%)	2,4	0,3	0	11,7	19
Dybdegrænse (m)	3,3	2,4	0,7	10,0	19
Artsantal	10,5	8	1	31	19
2006-2008					
Relativt plantedækket areal (%)	14,3	4,5	0	64,6	19
Relativt plantefyldt volumen (%)	2,2	0,3	0	9,7	19
Dybdegrænse (m)	3,6	2,4	0,5	13,5	19
Artsantal	10,9	9	1	32	19

Der er store variationer i vegetationens omfang i de intensive søer. I 2006-2008 varierede artsantallet fra 1 til 32, den maksimale dybdegrænse varierede fra 0,5 meter til 13,5 meter, og den største dækningsgrad var på 64,6 %, mens der også var søer stort set uden planter. I flertallet af søerne var der kun en lille dækningsgrad (median 4,5 %) og den maksimale dybdegrænse i halvdelen af de undersøgte søer er mindre end 2,4 meter (tabel 3.9). Sammenlignet med perioden 2004-2005 er det specielt den

maksimale RPA og undervandsplanternes maksimale dybdegrænse, som er synligt forbedret hhv. fra 59,8 til 64,6 % og 10 til 13,5 m.

Siden vegetationsundersøgelsernes start i 1993 er der sket en stigning i såvel relativ plantedækket areal og relativ plantedækket volumen som i vegetationens absolutte dybdegrænse.

Figur 3.6 Udviklingen i undervandsplanternes A: dækningsgrad (RPA), B: relativ plantefyldt volumen (RPV) og C: dybdegrænse i de 12 (11 i 2006-2008) intensivt undersøgte søer, hvori der siden 1993 er foretaget vegetationsundersøgelser. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Den grønne box angiver værdien for de nuværende 19 søer repræsenteret én gang i perioden 2006-2008. Linjen viser medianværdien.



Det plantedækkede areal (RPA) steg relativt kraftigt i de undersøgte søer fra 1993 til 1998 (figur 3.6). I 1999 skete der en markant reduktion i både relativt plantedækket areal og i relativt plantedækket volumen (RPV) tilbage til det niveau, som blev registreret i 1993. Såvel RPA som RPV steg igen fra 1999 til 2004 og har i de seneste år (2005-2008) hhv. været faldende og konstant. Den maksimale dybdegrænse for vegetation i de undersøgte søer havde et tilsvarende foreløbigt maksimum i 1998 og et relativt kraftigt fald fra 1998 til 1999. I modsætning til RPA og RPV er der dog ikke sket nogen væsentlig stigning i dybdegrænsen siden da (figur 3.6).

Der kan være forholdsvis store variationer i vegetationen i den enkelte sø fra år til år, hvor undervandsplanterne kan brede sig i én del af søen for at blive reduceret i andre dele. De overordnede ændringer er imidlertid generelt beskedne fra år til år. Der er registreret relativt få markante ændringer i vegetationsforholdene.

Tabel 3.10 Udviklingen i undervandsplanter i de 11 overvågningssøer, hvor der årligt er foretaget undersøgelser i perioden 1994 til 2006/2008. I 2004 overgik man fra en områdeundersøgelse til en transektundersøgelse. -/+, --/++, ---/+++, ----/++++ svarer til en reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5, 1 og 0,1 % signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring. RPA er det relative plantedækkede areal. RPV er det relative plantefyldte volumen.

	<i>RPA</i>	<i>RPV</i>	<i>Dybdegrænse</i>
Søby Sø	-	-	0
Maglesø	0	0	0
Nors Sø	++	0	0
Ravn Sø	0	0	0
Søholm Sø	+	0	0
Kvie Sø	+++	++++	++++
Hornum Sø	--	--	0
Furesøen	++++	+++	++++
Hinge Sø	++	++	+++
Tissø	-	0	+
Arreskov Sø	++	+++	++
i alt +/++/+++/++++	6	4	5
i alt -/--/---/----	3	1	0

Siden 1993 er der sket signifikante stigninger i relativt plantedækket areal i 6 ud af de 11 søer og i relativt plantefyldt volumen og vandplanternes dybdegrænse i hhv. 4 og 5 søer (tabel 3.10). De generelt forbedrede miljøforhold i de intensive søer, som kan konstateres ud fra det faldende næringsstof- og klorofylniveau med de heraf følgende stigende sigtddybder, er således begyndt at slå igennem også for undervandsvegetationen.

I Kvie Sø, Furesø, Arreskov Sø og Hinge Sø har der været stigende tendenser for både RPA, RPV og dybdegrænse siden 1993. I enkelte søer som Nors Sø og Søholm Sø har dækningsgraden (RPA) været signifikant stigende, hvorimod der ikke er registreret stigninger i plantefyldt volumen (RPV) og dybdegrænse. I Tissø, Hornum Sø og Søby Sø er RPA reduceret, mens de to sidstnævnte søer også har haft faldende RPV. I Tissø er vandplanternes dybdegrænse øget signifikant siden 1993, trods faldende RPA. De 2 søer, Magle Sø og Ravn Sø, er gået upåagtet igennem de sidste 15 års påvirkninger - der er ingen signifikante ændringer sket (tabel 3.10).

3.8 Fisk

På grund af ufuldstændige indberetninger af fiskedata er udviklingen i fiskebestanden ikke behandlet i denne rapport.

3.9 Næringsstofkilder og -balancer

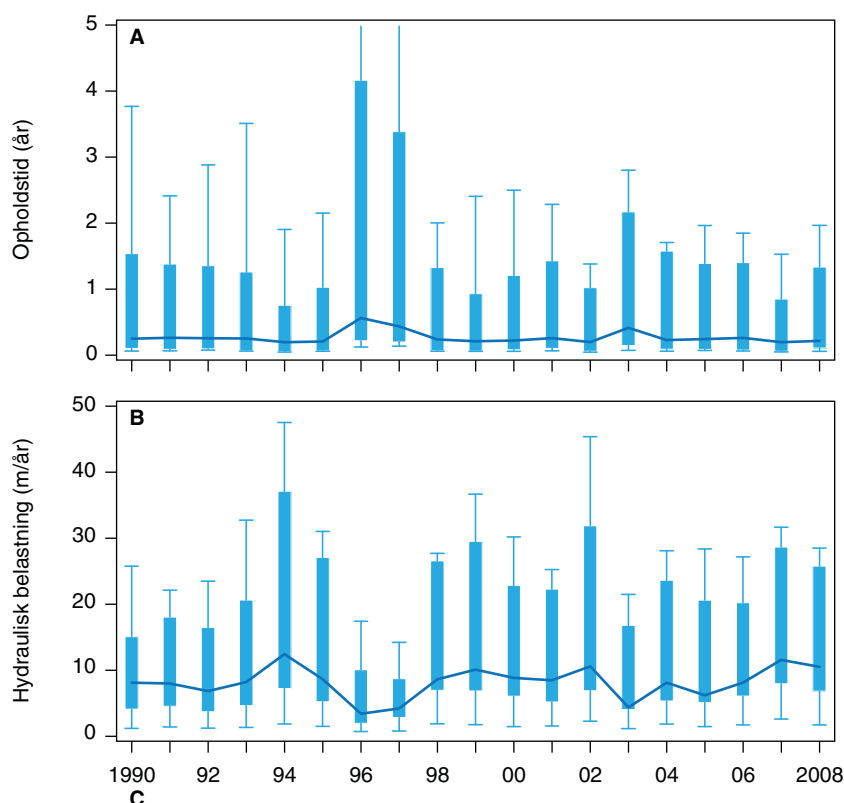
Ud af de 19 intensivt overvågede søer er der opstillet massebalancer for alle undersøgelsesår siden 1990 på 13 søer. Dette afsnits analyser af vand- og stofbalancer er foretaget på disse 13 søer.

3.9.1 Vandbalancer

Etableringen af gode vandbalancer er en vigtig forudsætning for at kunne lave de rigtige massebalanceberegninger af fosfor og kvælstof. Generelt varierer vandtilførslen betydeligt fra år til, hvilket også påvirker tilførslen af næringsstoffer.

Mest markant i overvågningsperioden siden 1990 har været to tørre år i 1996 og 1997. Dette gav tilsvarende anledning til en betydeligt længere opholdstid i søerne (figur 3.14). I de senere år er vandtilførslen steget, og i 2008 var medianen for den hydrauliske belastning på 10,4 m/år mod hhv. 8,0 m/år i perioden 1990-1998 og 7,0 m/år i perioden 1999-2007. Som gennemsnit var den hydrauliske belastning 14,3 m/år, hvilket stort set er på niveau med de tidligere måleår. Tilsvarende var vandets opholdstid i søerne også gennemsnitlig i 2008 (1,7 år) sammenlignet med overvågningsperioden siden 1990.

Figur 3.7 Vandbalancer for de intensivt overvågede søer 1990-2008. A: Opholdstid (år), B: Hydraulisk belastning (m/år). n=13 Bjælkerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjerne forbinder medianværdier



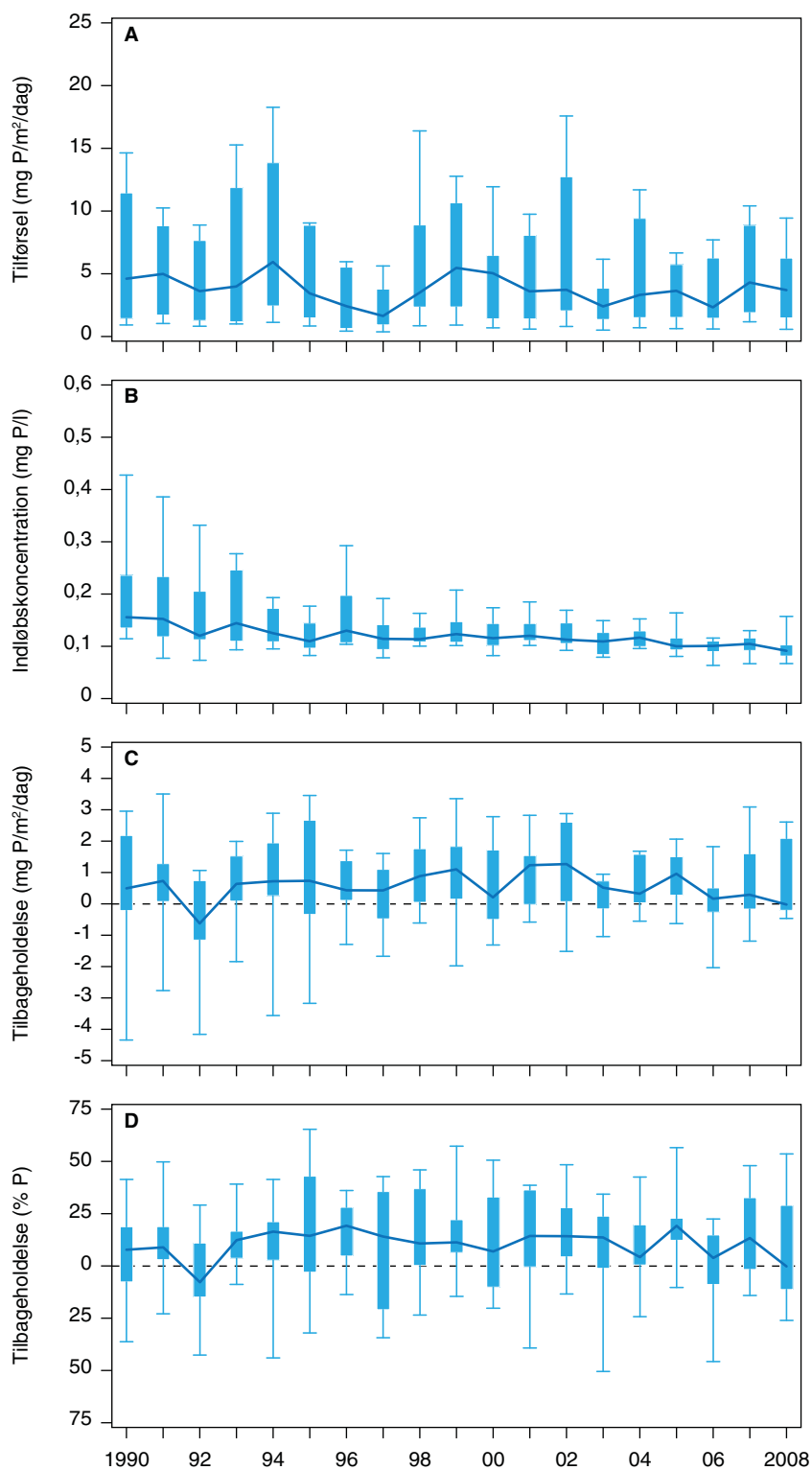
Der er stadig stor forskel i vandets opholdstid i de enkelte søer fra et minimum på ca. 15 dage til et maksimum i 2008 på 14,2 år. 75 % (9 søer) har en opholdstid på 1,3 år eller mindre.

3.9.2 Fosforbalancer

Vandtilførslen har en væsentlig betydning for den absolutte tilførsel af fosfor, hvilket er illustreret af de to tørre år 1996 og 1997, hvor der var en meget lille tilførsel af fosfor (figur 3.15). Derimod var fosfortilførslen høj i de våde år 1994, 1999 og 2002.

Figur 3.8 Fosforudviklingen i de intensivt overvågede søer med massebalancer, n=13 i perioden 1990 til 2008.

A: Fosfortilførsel ($\text{mg P m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$), B: Indløbskoncentration (mg P l^{-1}), C: Fosfortilbageholdelsen ($\text{mg P m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$), D: Fosfortilbageholdelse i % af tilførslen. Bjælkerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjerne forbinder medianværdier.



Fosforkoncentrationen i det vand, der strømmer til søerne, er reduceret betragteligt (figur 3.8) fra et gennemsnit omkring 0,18 mg P/l i perioden 1990-1998 til 0,095 mg P/l i 2008. Som for søkoncentrationens vedkommende er det primært de største fosforkoncentrationer, der er reduceret, men medianen for indløbskoncentrationen er dog faldet med 29 % fra 0,127 mg P/l til 0,90 mg P/l (tabel 3.11). Der har været en tilsvarende ændring i tilførslen af fosfor i absolutte mængder, hvor tilførslen i 2008 var 4,5 mg P m⁻² dag⁻¹ sammenlignet med en gennemsnitlig tilførsel af fosfor på 6,8 mg P m⁻² dag⁻¹ i 1990-1998 (tabel 3.11).

Som nævnt vil tilførslen i vid omfang afhænge af den vandmængde, der tilføres, og altså om året er nedbørsrigt eller ej. På figur 3.8A ses, at der i de nedbørsrige år 1994 og 2002 også har været en relativ stor fosfortilførsel.

Reduktionen i fosforkoncentrationen i indløb til søerne skyldes primært reducerede punktkildetilførsler. Reduktioner i fosforkoncentrationen i udløbet er dels et resultat af den mindre indløbskoncentration, men også af ændringer i fosfortilbageholdelsen i søerne. I tabel 3.11 ses, at forskellen i ind- og udløbskoncentrationen er størst ved høje fosforkoncentrationer. Søerne med lav belastning har mere eller mindre ligevægt mellem til- og fraførsler, og her tilbageholdes en del af den tilførte fosfor. I søer, hvor indløbskoncentrationen har været høj, er der en aflastning af fosfor fra søsedimentet. Siden 1989 har søerne med en tidligere høj belastning aflastet en stor del af den ophobede fosforpulje. Dette kan aflæses i den relativt store reduktion, der er sket i de højeste fosforkoncentrationer i udløbene (tabel 3.11). Det store fald i specielt maksimumsværdierne resulterer i, at gennemsnitskoncentrationen i udløbene er faldet med hele 54 % fra 1990-1998 frem til 2008.

Tabel 3.11 Totalfosforkoncentration i indløb og afløb (mg P l⁻¹) samt fosfortilførslen i mg P m⁻² dag⁻¹ i de 13 intensivt overvågede søer med stofbalancer fra 1990 til 2008 med angivelse af middel-, median, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler for perioderne 1990-98 og 1999-2007 og 2008. Årsværdier.

		Gns	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Indløb Total-P konc (mg P l ⁻¹)	1990-98	0,177	0,085	0,115	0,127	0,187	0,555
	1999-07	0,117	0,088	0,099	0,111	0,122	0,167
	2008	0,095	0,060	0,080	0,090	0,101	0,157
Indløb Total-P mængde (mg P m ⁻² dag ⁻¹)	1990-98	6,85	0,67	1,31	3,44	9,23	30,99
	1999-07	5,51	0,42	1,58	3,47	8,13	15,47
	2008	4,54	0,26	1,41	3,64	6,21	14,66
Udløb Total-P konc. (mg P l ⁻¹)	1990-98	0,154	0,038	0,072	0,103	0,191	0,517
	1999-07	0,092	0,032	0,071	0,087	0,104	0,163
	2008	0,076	0,025	0,057	0,063	0,097	0,151

I tabel 3.11 og figur 3.8C kan man se, at det store fald i aflastning i søer med høje til- og afløbskoncentrationer, er sket i perioden 1990-1998, mens der kun er sket små reduktioner i ligevægtsforholdene i de senere år. I søer med lav belastning har udviklingen været mere jævn, og her er der også sket et relativt stort fald i udløbskoncentrationen i de senere år.

Tabel 3.12 Fosforretention (mg P/m²/d) og (% af tilførsel) i de 13 intensivt overvågede søer med stofbalancer fra 1990 til 2008 med angivelse af middel-, median, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler for perioderne 1990-98 og 1999-2007 og 2008. Årsværdier.

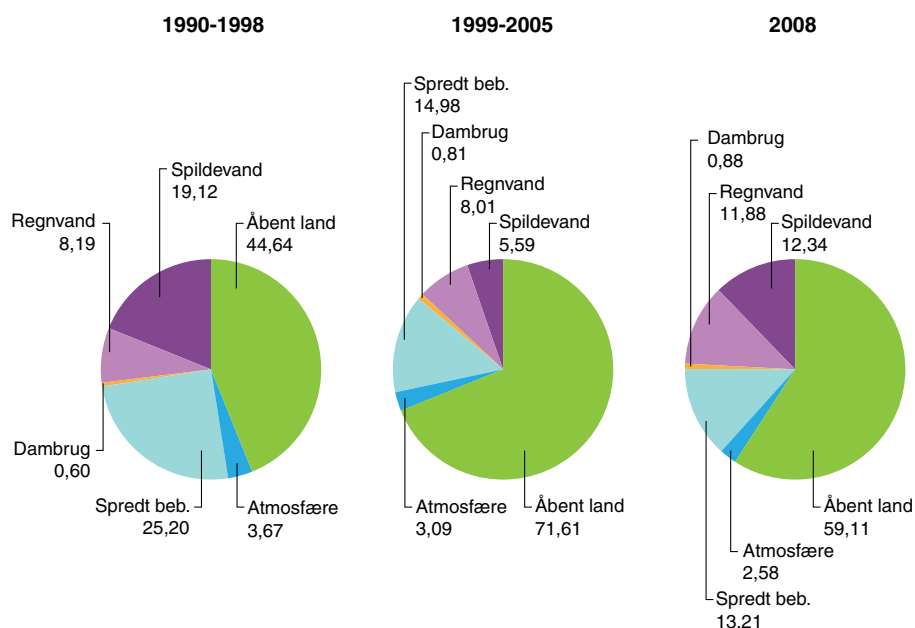
	Gns	Min.	25 %	75 %	Median	75 %	Max.
Total-P ret. (mg P/m ² /d)	1990-98	0,197	-2,306	- ,108	0,181	0,911	1,890
	1999-07	0,761	-0,119	0,030	0,434	1,683	2,516
	2008	0,534	-3,860	-0,206	-0,022	2,106	2,954
Total-P ret. (% af tilførsel)	1990-98	7	-33	-1	8	15	42
	1999-07	10	-6	-1	5	14	44
	2008	8	-56	-11	0	29	67

Såvel den absolutte som den relative tilbageholdelse af fosfor i søerne er beskeden i en del søer (figur 3.8 C og D). Medianen for fosfortilbageholdelsen har generelt ikke ændret sig nævneværdigt i overvågningsperioden. Dog var medianen for fosforretentionen i 2008 noget lavere end for overvågningsperioden som helhed, mens 75 % percentilen var noget højere (tabel 3.12). Generelt frigives tidligere ophobet fosfor i sedimentet stadig og påvirker tilbageholdelsen i søerne.

3.9.3 Fosforkilder

Ud af de 19 intensive overvågnings søer er der sammenlignelige data for kildeopsplitning siden 1990 i 10 søer. Igennem overvågningsperioden siden 1990 er der sket betydelige ændringer i den relative fordeling af fosforkilderne til søerne (figur 3.9). Bidraget fra spildevand er reduceret, mens bidraget fra det åbne land er øget fra 45 % i perioden 1989-98 til at udgøre mere end 70 % af den samlede fosforbelastning fra 1999 til 2005. I 2008 var åbent land bidraget ca. 60 %, hvilket illustrerer, at de enkelte kilders bidrag til næringsstofbelastningen varierer fra år til år afhængigt af blandt andet mængden af nedbør og afstrømningens størrelse. Den spredte bebyggelses andel af den samlede fosforbelastning til de 10 søer er faldet fra gennemsnitligt ca. 25 % i perioden 1990-1998 til omkring 13 % i 2008.

Figur 3.9 Den procentuelle kildefordeling for fosfortilførslen til 10 af overvågningssøerne med stoftilførselsmålinger i perioden 1990-98 (venstre), 1999-2005 (i midten) og for 2008 (højre). Fordelingen er beregnet som gennemsnit af de enkelte søers procent-fordeling.



3.9.4 Kvælstofbalancer

Tilførslen af kvælstof til søerne afspejler i endnu højere grad end fosfor forskelle i vandafstrømningen fra år til år. De to tørre år i 1996 og 1997 er således meget markante i udviklingen i tilførslen af kvælstof siden 1990 (figur 3.10).

Den vandføringsvægtede indløbskoncentration af kvælstof har på trods af forskellige nedbørsforhold generelt været faldende i perioden 1990 til 2008 (figur 3.10B), hvor den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i indløbsvandet er reduceret med ca. 33 % til 5,4 mg N/l. Faldet i indløbskoncentrationen afspejler sig ikke helt så tydeligt i den samlede kvælstoftilførsel (figur 3.10A) (Bøgestrand et al., 2003), men i 2008 har der dog været tale om et fald på 25 % i forhold til niveauet for perioden 1990-1998.

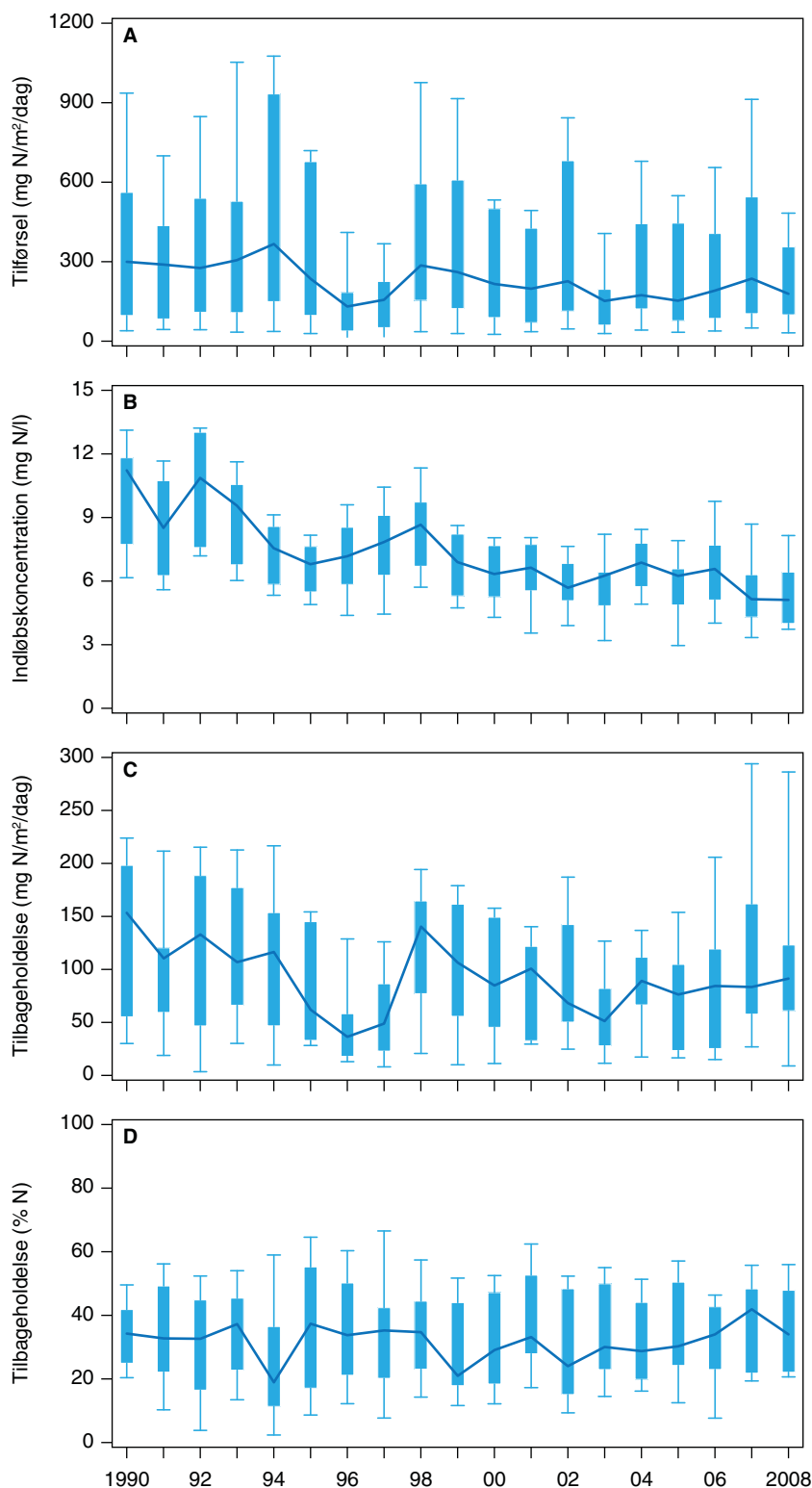
Tabel 3.13. Totalkvælstofkoncentration i indløb og afløb (mg N l^{-1}) samt kvælstoftilførslen i $\text{mg N m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ i de 13 intensivt overvågede søer med stofbalancer fra 1990 til 2008 med angivelse af middel-, median, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvariler for perioderne 1990-98 og 1999-2007 og 2008. Årsværdier.

	Gns	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Indløb	1990-988,17	2,53	6,62	9,12	9,96	10,67
Total-N konc. (mg N l^{-1})	1999-076,15	2,21	5,17	5,99	7,58	9,10
	2008 5,40	1,85	3,98	5,10	6,42	8,51
Indløb	1990-98346	9	96	235	551	875
Total-N mængde ($\text{mg N m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$)	1999-07298	8	90	183	523	793
	2008 260	7	96	176	354	838
Udløb	1990-984,20	0,86	2,47	3,98	5,78	8,26
Total-N konc. (mg N l^{-1})	1999-073,26	0,74	2,33	3,00	3,94	7,31
	2008 2,71	0,49	1,92	2,26	2,79	6,69

Kvælstoftilbageholdelsen varierer fra år til år. Den absolutte kvælstoftilbageholdelse afspejler den variation, der er i kvælstoftilførslen, således at der i absolutte mængder tilbageholdes mindre kvælstof i de år, hvor der også tilføres mindre mængder.

Figur 3.10 Kvælstofudviklingen i de intensivt overvågede søer med massebalancer i perioden 1990 til 2008, (n=13).

A: Kvælstoftilførsel ($\text{mg N m}^{-2} \text{dag}^{-1}$), B: Indløbskoncentration (mg N l^{-1}), C: Kvælstoftilbageholdelsen ($\text{mg N m}^{-2} \text{dag}^{-1}$), D: Kvælstoftilbageholdelse i % af tilførslen. Bjælkerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjerne forbinder medianværdier



Den relative kvælstoftilbageholdelse har i de seneste år været relativ høj i forhold til undersøgelsesår med tilsvarende hydraulisk belastning som eksempelvis 1994. I 1994 var median og gennemsnit for den procentuelle kvælstoftilbageholdelse henholdsvis 18 og 15 %, hvorimod den relative kvælstoftilbageholdelse i 2008 var 34 % (median) og 36 % (gennemsnit). Årsagen til den forøgede kvælstofretention i forhold til tilførslerne skal sandsynligvis findes internt i søerne som en følge af ændrede produktionsforhold (tabel 3.14).

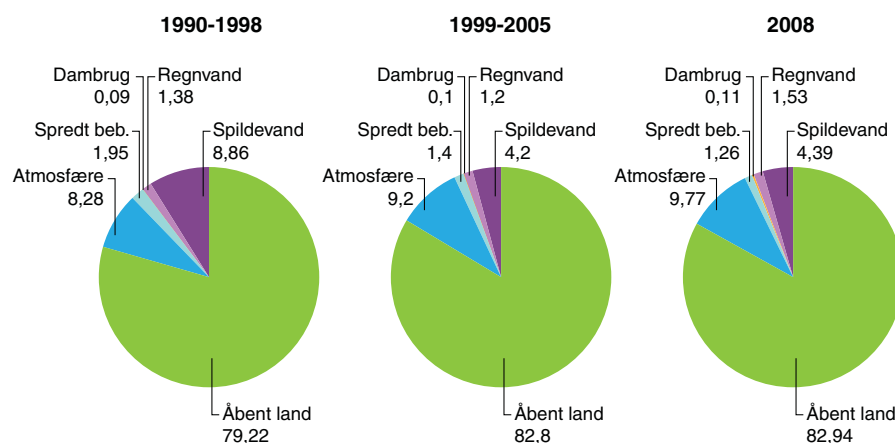
Tabel 3.14 Kvælstofretention (mg N/m²/d) og (% af tilførsel) i de 13 intensivt overvågede søer med stofbalancer fra 1990 til 2008 med angivelse af middel-, median, minima, maksima samt 25 %- og 75 %-kvartiler for perioderne 1990-98 og 1999-2007 og 2008. Årsværdier.

	Gns	Min.	25 %	Median	75 %	Max.
Total-N ret. (mg N/m ² /d)	1990-98	105	6	54	115	148
	1999-07	99	5	44	80	133
	2008	109	7	60	91	123
Total-N ret. (% af tilførsel)	1990-98	33	14	17	30	44
	1999-07	34	14	24	29	43
	2008	36	20	22	34	48

3.9.5 Kvælstofkilder

Kvælstofbelastningen fra det åbne land udgjorde i 2008 ca. 83 % af den totale tilførsel (figur 3.11) i de 10 søer. Andelen har været forholdsvis konstant siden 1990. Det atmosfæriske bidrag er den næststørste kilde med en andel på 8-10 % og tilsvarende konstant siden 1990. Spildevand, regnvandsbetingede tilledninger, dambrug og spredt bebyggelse er som gennemsnit mindre væsentlige kilder til kvælstoftilførslen til søerne. Det kan dog noteres, at kvælstofbidraget fra spildevand er halveret fra ca. 8 til ca. 4 % i overvågningsperioden siden 1990 i de 10 søer.

Figur 3.11 Den procentuelle kildefordeling for kvælstoftilførslen til 10 af overvågnings søerne med stoftilførselsmålinger i perioden 1990-98 (venstre), 1999-2005 (midten) og for 2008 (højre). Fordelingen er beregnet som gennemsnit af de enkelte søers procent-fordeling.



4 De ekstensivt undersøgte søer

NOVANA-programmet omfatter i alt 1068 ekstensive søer, heraf 204 søer større end 5 hektar, 408 søer mellem 0,1 og 5 ha og 456 søer mellem 100 og 1000 m².

De 204 ekstensiv 1 søer skal undersøges i en 3-årig periode. Ekstensiv 2 og 3 søerne undersøges i løbet af en 6-årig periode.

Omfanget af undersøgelsesprogrammet reduceres i takt med søstørrelse. Dette betyder, at værdierne fra de mindre søer er bestemt med en betydeligt større usikkerhed end de mere intensivt undersøgte søer og som sådan må tolkes med større forsigtighed.

4.1 Ekstensiv 1 søer

I de følgende tabel er nøgleparametre for ekstensiv 1 søer præsenteret.

Tabel 4.1 Oversigt over data fra de ekstensiv 1 undersøgte søer (sommerværdier) fra 2004 til 2008.

	Gns	Median	Min.	Maks.	Antal søer*
Oplandsareal (km ²)	55,6	7,4	0,1	1616	129
Søareal (km ²)	0,85	0,21	0,04	20,0	180
Middeldybde (m)	2,3	1,7	0,2	13,4	175
Maksimumsdybde (m)	4,85	2,9	0,2	29,2	133
Ptot (mg P/l)	0,186	0,097	0,007	4,24	200
Ntot (mg N/l)	1,57	1,34	0,30	4,61	200
Sigt dybde (m)	1,3	1,0	0,2	7,9	203
Klorofyl (µg/l)	59	39	1	475	201
Alkalinitet (meq/l)	2,26	2,28	-0,06	5,34	198
pH	8,3	8,4	4,3	9,7	193
Relativt plantedækket areal (%)	18	7	0	84	190
Relativt plantedækket volumen (%)	7	1	0	82	190
Antal arter af undervandsplanter	8	7	1	53	168

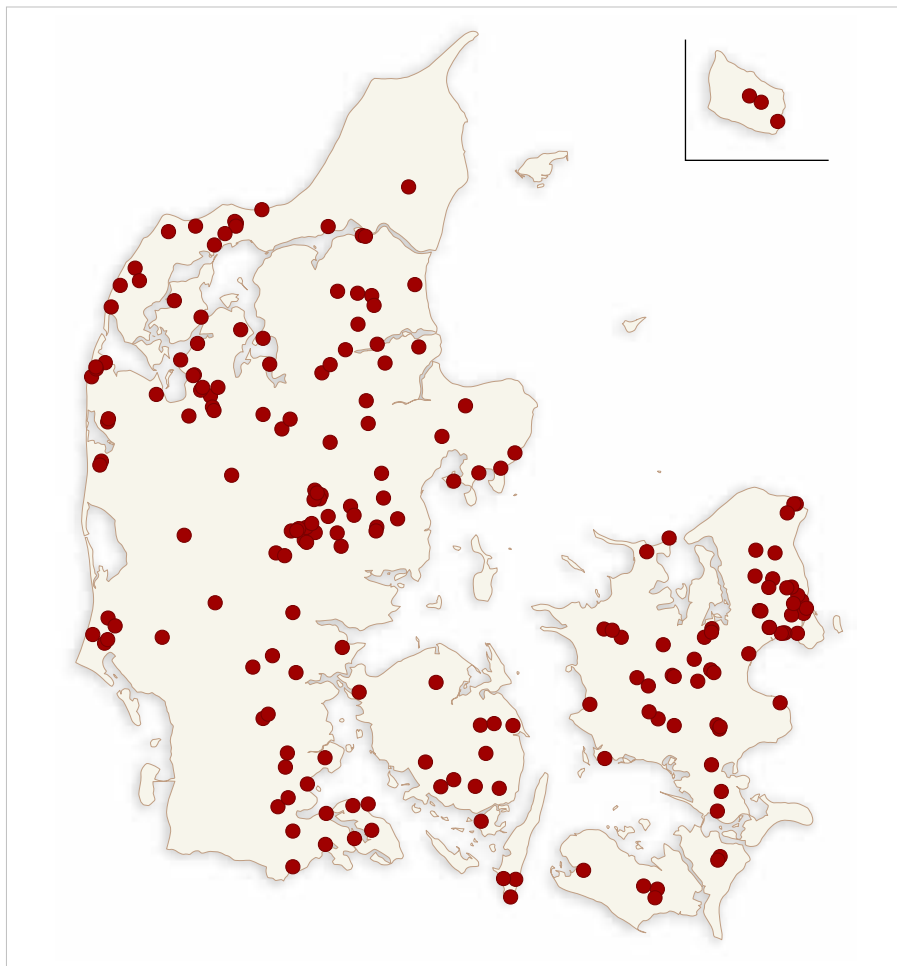
* Antal søer indberettet til DMU

I alt omfatter programmet 204 søer, som alle skal undersøges to gange i perioden 2004-2009. Ekstensiv 1 søernes areal spænder fra den nedre arealgrænse på 5 ha op til 2000 ha. Der er flest lavvandede søer (median for middeldybde er 1,7 meter og gennemsnittet 2,3 meter), men dog også dybe søer med en maksimaldybde på op til 29,2 meter. Der er her præsenteret kemi- og undervandsplantedata fra knapt 200 søer for årene 2006 til 2008, hvor hver sø indgår én gang med den seneste måling. Der er meget stor variation i søerne fra næringsfattige søer med meget lave næringsstofkoncentrationer og stor plantedækning med mange forskellige arter til hypereutrofe søer uden undervandsplanter eller med få undervandsarter og lavt plantedække.

Dog er de fleste ekstensiv 1 søer relativt næringsrige (totalfosfor sommermedian på 0,099 mg P/l) med lille sigt dybde (median på 1 meter), et relativt højt klorofylniveau i sommerperioden (median på 39 µg/l) og en

relativ lav plantedækningsgrad (median på 7 %) (tabel 4.1). Der er dog også næringsfattige søer (minimumsværdi for totalfosfor på 0,007 mg P/l) såvel som meget næringsrige søer i programmet (maksimum 4,24 mg P/l), som resulterer i, at sommergennemsnittet for totalfosfor er 0,186 mg P/l og sigtddybden 1,3 meter for den samlede gruppe af ekstensiv 1 søer.

Figur 4.1 Geografisk placering af ekstensiv 1 søerne.



4.2 Ekstensiv 2 søer (0,1-5 hektar)

I det følgende er præsenteret data fra de ekstensiv 2 søer, som er blevet undersøgt i perioden 2004 – 2008. Undersøgelses frekvensen for ekstensiv 2 søerne følger en 6-årig turnus og vil derfor først i 2009 være fuldt repræsenteret.

Ekstensiv 2 søerne er defineret ud fra arealgruppen 0,1-5 ha, men dybdemæssigt er der både lavvandede søer med middeldybde på mindre end 1 meter til dybere søer med middeldybder større end 6 meter og en maksimal dybde på 9,3 meter (tabel 4.2).

Generelt er næringsstofniveauet højt, men variationen er også stor i denne gruppe fra næringsfattige søer med et fosforniveau mindre end 0,01 mg P/l til meget næringsrige søer med et fosforindhold på 10-15 mg P/l. Dette giver sig også udslag i meget store variationer i klorofylværdierne samt graden af dækningen af undervandsplanter.

Tabel 4.2 Oversigt over data fra de ekstensiv 2 undersøgte søer (sommerværdier) fra 2004 til 2008.

	Gns	Median	Min.	Maks.	Antal søer
Oplandsareal (km ²)	3,74	0,30	0,001	117	127
Søareal (km ²)	0,017	0,012	0,0006	0,06	171
Middeldybde (m)	1,3	1,0	0,07	6,1	154
Maksimumsdybde (m)	2,4	1,8	0,2	9,3	142
Ptot (mg P/l) sommer	0,395	0,154	0,006	15,48	265
Ntot (mg N/l) sommer	2,40	1,58	0,36	39,48	265
Sigt dybde (m) sommer	1,0	0,9	0,1	3,8	267
Klorofyl (µg/l) sommer	84	36	1	2740	266
Alkalinitet (meq/l) sommer	2,37	2,41	-0,05	7,86	264
pH sommer	7,5	7,8	4,1	9,8	252
Relativt plantedækket areal (%)	22	14	0	98	191
Relativt plantedækket volumen (%)	14	1	0	100	190
Antal arter af undervandsplanter	4	3	1	18	152

Alt i alt er der meget store variationer i ekstensiv 2 søerne, fra næringsfattige søer med mange undervandsplanter og høj dækningsgrad (op til ca. 100 %) til hypertrofe søer med ekstreme næringsstofkoncentrationer uden undervandsvegetation. Det skal bemærkes, at det samlede antal søer varierer for de forskellige parametre.

4.3 Ekstensiv 3 søer (<0,1 hektar)

I det følgende er præsenteret data fra de ekstensiv 3 søer, som er blevet undersøgt i perioden 2004 – 2008. Undersøgelses frekvensen for ekstensiv 3 søerne følger en 6-årig turnus og vil derfor som for ekstensiv 2 søerne først i 2009 være fuldt repræsenteret.

Morfometrisk varierer ekstensiv 3 søerne ikke så meget som ekstensiv 1 og 2 søerne, fordi det totale størrelsesspænd inden for søkategorien kun varierer med en faktor 10 (100-1000 m²). Det meget lille areal har også indflydelse på maksimaldybden. Ligesom for ekstensiv 2 søernes vedkommende registreres der ekstreme vandkemiske koncentrationer i vandhullerne.

Tabel 4.3 Oversigt over data fra de ekstensiv 3 undersøgte søer fra 2004 til 2008.

	Gns	Median	Min.	Maks.	Antal søer
Oplandsareal (km ²)	0,132	0,036	0,0005	2,972	95
Søareal (km ²)	0,0005	0,0004	0,0001	0,001	148
Middeldybde (m)	0,6	0,5	0,05	2,5	71
Maksimumsdybde (m)	1,0	0,8	0,2	3,6	36
Ptot (mg P/l) sommer	0,790	0,300	0,005	9,6	281
Ntot (mg N/l) sommer	3,09	2,05	0,02	42,0	281
Klorofyl (µg/l) sommer	94	25	0,2	3200	277
Sigt dybde (m) sommer	0,6	0,5	0,05	2	160
Alkalinitet (meq/l) sommer	3,00	2,90	-0,04	10,5	280
pH sommer	7,4	7,5	3,2	9,85	262
Antal arter af undervandsplanter	2	2	1	9	163

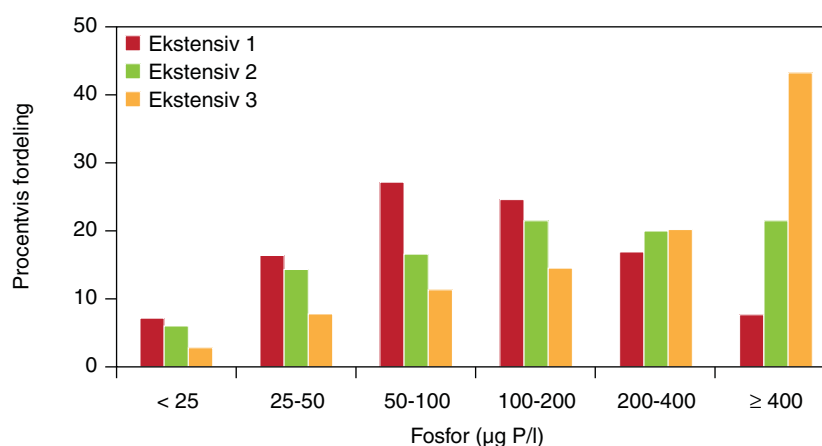
Generelt er næringsstofniveauet i ekstensiv 3 søerne højere end i de øvrige søgrupper. Variationen er stor med både næringsfattige og meget næringsrige småsøer. Til forskel fra de større søer er der dog relativt få

næringsfattige søer blandt ekstensiv 3 søerne. Således er fosformedianen for gruppen 0,300 mg P/l og medianen for antal arter af undervandsplanter kun på 2 arter (tabel 4.3).

4.4 Sammenligning af de ekstensive søer

Ekstensiv 1, 2 og 3 søerne er som nævnt inddelt efter størrelse. En række biologiske og kemiske forhold ud over størrelsen adskiller de tre grupper (Søndergaard et al., 2002). I det følgende vil fordelingen af de tre grupper af søer blive præsenteret for indikatorerne totalfosfor, totalkvælstof, klorofyl og planteforekomst.

Figur 4.2 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1, 2 og 3 søer på fosforgrupper ($\mu\text{g/l}$) (sommergenomsnit grupperet på geometrisk skala).

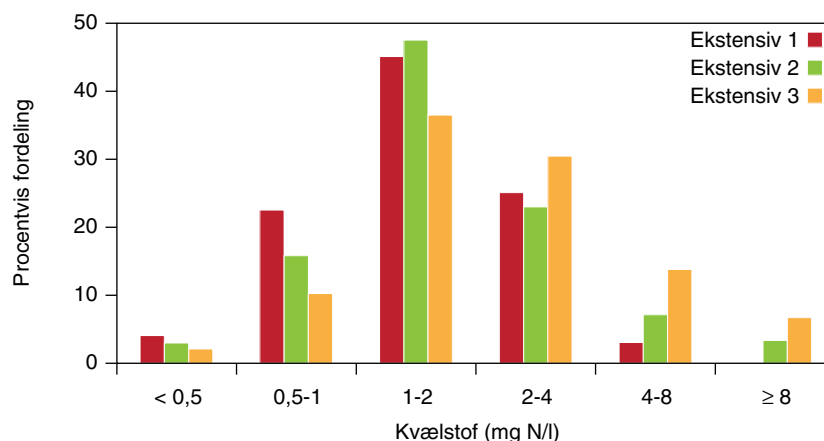


Figur 4.2 viser fordelingen af ekstensiv 1, 2 og 3 søer i forhold til den gennemsnitlige sommerkoncentration af totalfosfor.

Sammenlignes de forskellige størrelsesgrupper af søer er der en overvægt af store søer med relativt lave fosforkoncentrationer – 16 % af ekstensiv 1 søerne har en gennemsnitlig fosforkoncentration i sommermånederne mindre end 0,5 mg P/l. Halvdelen af ekstensiv 1 søerne (50 %), men kun 38 og 22 % af hhv. ekstensiv 2 og 3 søerne har en gennemsnitlig sommerkoncentration mindre end 0,1 mg P/l. Der er med andre ord væsentlig flere mindre søer som er belastet af relativt høje fosforkoncentrationer end i gruppen af store søer. Omvendt har hver fjerde af de store ekstensiv 1 søer (25 %) fortsat en gennemsnitlig fosforkoncentration i sommermånederne på mere 0,2 mg P/l. Høje fosforkoncentrationer større end 0,2 mg P/l findes i 42 % af ekstensiv 2 søerne og i 63 % af ekstensiv 3 søerne.

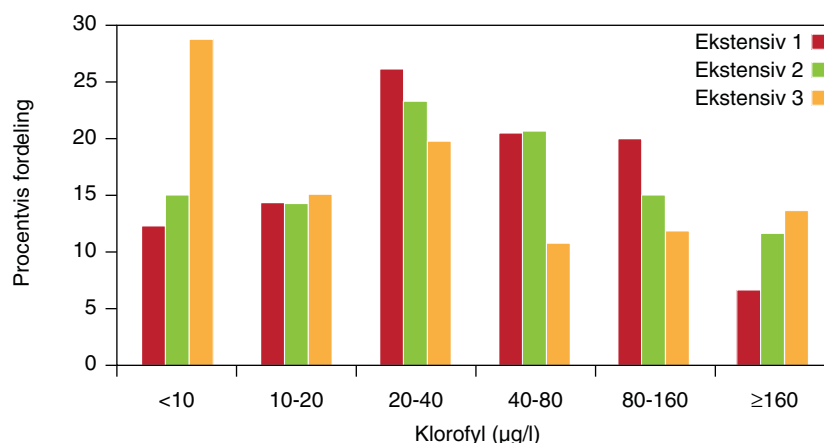
Fosforniveauet i søerne er altså generelt højere desto mindre søerne er men der er fortsat relativt mange større søer med høje fosforniveauer. Billedet er velkendt og har ikke ændret sig væsentligt i de seneste år. I relation til den indbyrdes fordeling blandt overvågningsprogrammets søer blev det i NOVANA-programmets sørapport fra 2004 (Lauridsen et al., 2005) tillige påvist, at de intensive søer generelt er mere næringsfattige end de ekstensiv 1 undersøgte søer.

Figur 4.3 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1, 2 og 3 søer i forhold til kvælstofindhold (mg/l) (sommergennemsnit grupperet på geometrisk skala).



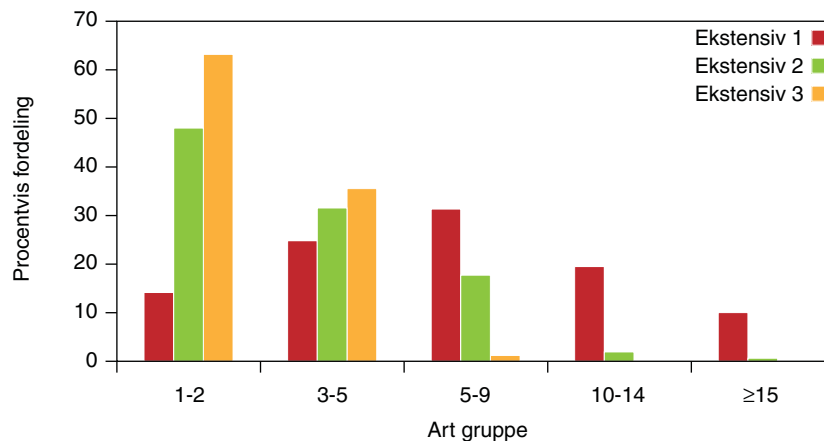
De mindre søer har tilsvarende et højere kvælstofindhold generelt end de større søer. Kvælstofkoncentrationer større end 4 mg N/l er således stort set kun registreret i dels ekstensiv 2 søerne, men specielt blandt ekstensiv 3 søerne. Lave kvælstofkoncentrationer mindre end 1 mg N/l forekommer primært i de større søer. I figur 4.3 fremgår det dog, at der generelt er meget få søer uanset størrelse med sommern gennemsnit af kvælstof mindre end 0,5 mg N/l (4, 3 og 2 % af ekstensiv 1, -2 og -3 søerne).

Figur 4.4 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1, 2 og 3 søer i forhold til klorofylindhold ($\mu\text{g/l}$) (sommern gennemsnit grupperet på geometrisk skala).



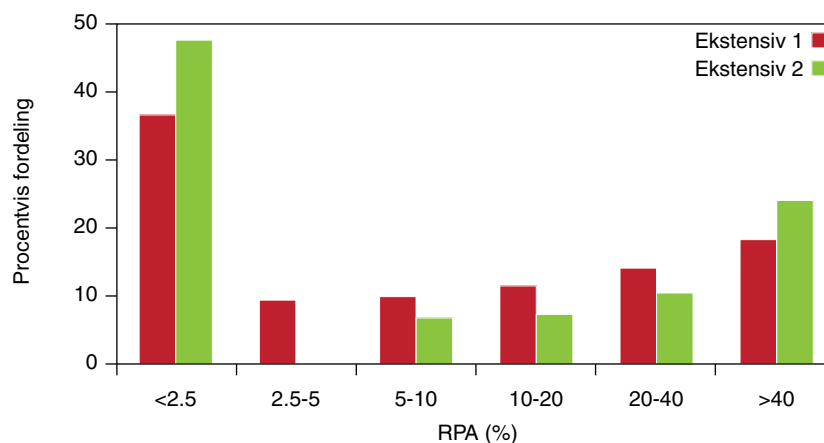
Indholdet af klorofyl *a* afspejler i vid udstrækning næringsstofindholdet i søvandet, således at klorofylkoncentrationen stiger i takt med næringsstofkoncentrationen op til et vist niveau. Der er flest ekstensiv 1 og 2 søer i klorofylgrupperne 20-40, 40-80 og 80-160 $\mu\text{g/l}$ (figur 4.4), hvilket stemmer fint overens med at 69 % af ekstensiv 1 søerne har en gennemsnitlig fosforkoncentration i sommerperioden mellem 50 og 400 $\mu\text{g P/l}$. Generelt kan det dog konstateres, at variationen i klorofylkoncentrationen i de ekstensive søer er større end den variation der forekommer i indholdet af fosfor og kvælstof. Blandt ekstensiv 3 søerne har ca. 29 % et klorofylindhold mindre end 10 $\mu\text{g/l}$, som altså ikke modsvares af en tilsvarende høj andel af lave fosfor- og kvælstofkoncentrationer. Årsagen hertil er blandt andet, at der er andre forhold, som påvirker klorofylindholdet i småsøer og vandhuller, og som kan resultere i, at søer med høje næringsstofkoncentrationer kan have lave klorofylkoncentrationer. Eksempelvis vil mange af ekstensiv 3 søerne være uden fisk.

Figur 4.5 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1, 2 og 3 søer i forhold til antal arter af undervandsplanter.



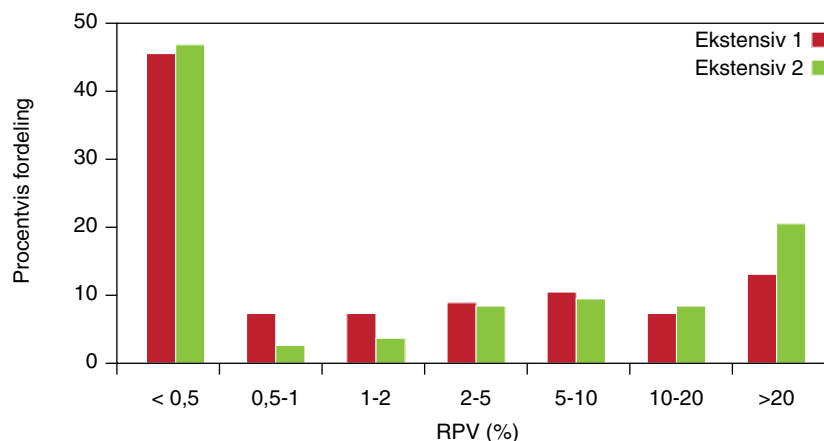
I over 55 % af ekstensiv 1 (E1) søerne findes mellem 3 og 9 arter af vandplanter. Der er både mere end 10 % af søerne som enten har få (1-2) arter eller mange (flere end 15) arter af undervandsplanter. I næsten 80 % af ekstensiv 2 søerne findes kun op til 5 arter, mens 63 % af E3 søerne maksimalt har 2 forskellige vandplantearter (figur 4.5).

Figur 4.6 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1, 2 og 3 søer i forhold til det relative plantedækkede areal.



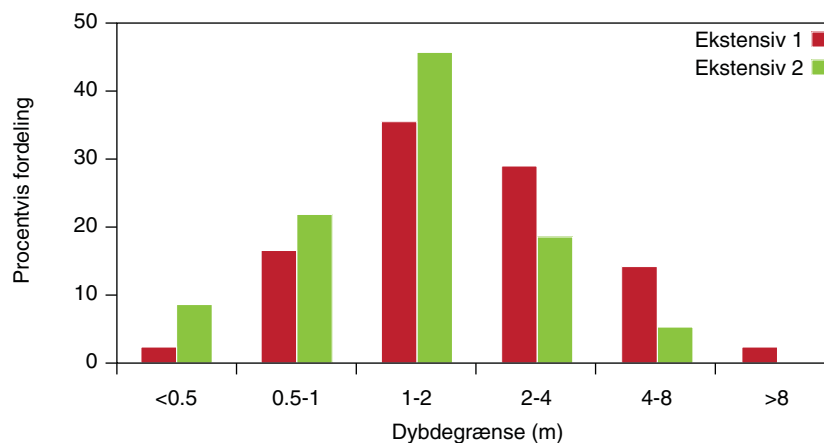
Det relative plantedækkede areal (RPA) er mindre end 2,5 % i 37 og 48 procent af hhv. ekstensiv 1 og ekstensiv 2 søerne. Den næststørste gruppe er søer med mere end 40 % dækningsgrad, som udgør hhv. 18 og 24 % af ekstensiv 1 og ekstensiv 2 søerne (figur 4.6). Der er altså både mange søer med meget lav plantedække og ret mange med søer med relativ høj dækningsgrad.

Figur 4.7 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1 og 2 søer i forhold til det relative plantefyldte volumen.



Det samme mønster som for RPA viser sig for det relative plantefyldte volumen (RPV) i både ekstensiv 1 og ekstensiv 2 søerne, hvor næsten 50 % af søerne har under 0,5 % RPV og hhv. 13 og 20 % af søerne har RPV på over 20 % (figur 4.7).

Figur 4.8 Den procentvise fordeling af ekstensiv 1 og 2 søer i forhold til maksimal plantedybdegrænse.



Plottet af vandplanternes maksimale dybdegrænse viser, med de valgte dybdegrænser, en normalfordeling for begge både ekstensiv 1 og ekstensiv 2 søerne med maksimum i intervallet 1-2 m for hhv. 47 og 36 % af søerne (figur 4.8). Kurven for ekstensiv 1 søerne er skæv til højre, dvs. flere søer med stor dybdegrænse relativt til søer med lav dybdegrænse, hvorimod ekstensiv 2 søerne ser der ud til at have en overvægt af søer med lav dybdegrænse for vandplanterne.

5 Klimatiske forhold i 2008

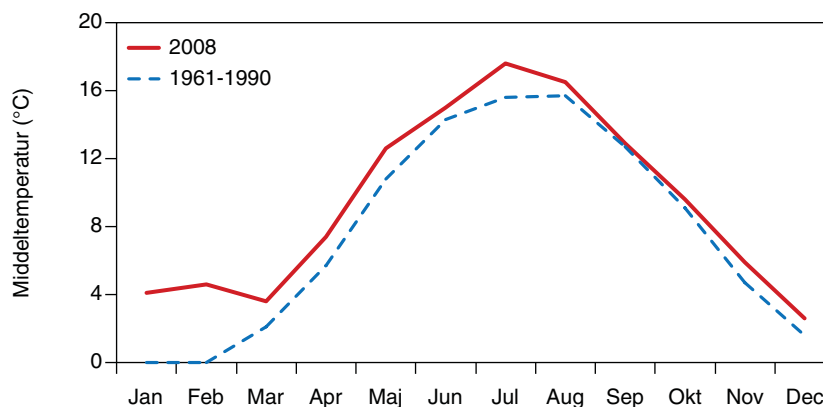
Variationer i de klimatiske forhold kan både direkte og indirekte influere på søernes miljøtilstand. I nedbørsrige år med stor afstrømning vil der generelt være en større næringsstofftilførsel til søerne – specielt af kvælstof. Vandets opholdstid vil til gengæld være kort, og derfor vil der være tendens til, at stoff tilbageholdelsen i søerne i procent af tilførslen vil være relativt mindre end i et "tørt" år. Temperaturen påvirker direkte en række processer i søerne, og forskelle i temperaturniveauet og sæsonforløbet kan derfor være en medvirkende årsag til forskelle i den generelle miljøtilstand mellem de enkelte år. Også de øvrige klimatiske faktorer påvirker alle, i højere eller mindre grad, søernes tilstand og udvikling. Kendskab til variationer i de klimatiske forhold er således nødvendig, når resultaterne fra søovervågningen skal tolkes.

Her gives der en kort oversigt over de klimatiske forhold i 2008 sammenlignet med "normalperioden", som er defineret som årene 1961-1990. De klimatiske data er baseret på oplysninger fra Meteorologisk Institut (Cappelen, 2009 og www.dmi.dk).

5.1 Temperatur

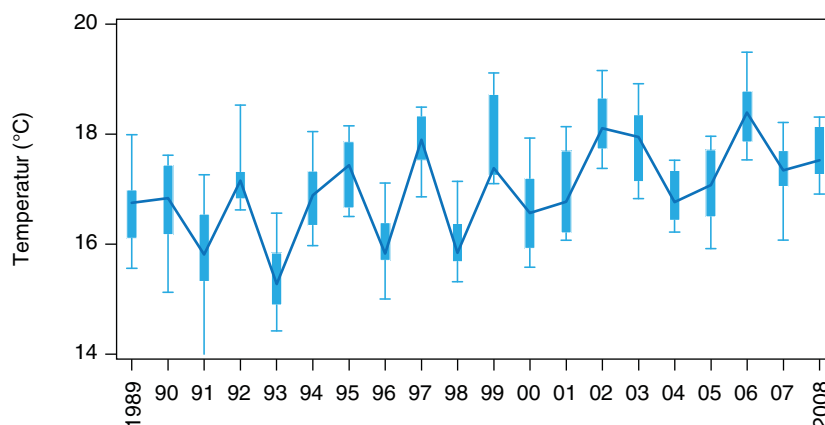
Danmarks årsmiddeltemperatur blev som de 2 foregående år høj i 2008 med en middelværdi på 9,4 °C. Til sammenligning er normalen for sammenligningsperioden 1961-1990 7,7 °C. Årene 2006-2008 er således de varmeste år, der er registreret i Danmark.

Figur 5.1 Sammenligning af den månedlige middellufttemperatur (°C) i 2008 og middelen for perioden 1961 til 1990. Data fra hele Danmark.



Figur 5.1 viser den månedlige middeltemperatur gennem 2008. For alle måneder blev den gennemsnitlige temperatur over normalen i 2008, men specielt januar og februar var meget varme med hhv. 4,1 og 4,6 °C over normalen. Kun september og oktober lå mindre en ½ grad over normalen, de øvrige måneder i 2008 var 0,7-4,6 °C over normalen.

Figur 5.2 Den gennemsnitlige vandtemperatur i overfladevandet i de 19 overvågningssøer for sommerperioden for de enkelte år fra 1989 til 2008.



Vandtemperaturerne i søerne responderer på de aktuelle lufttemperaturer og indstrålingsforhold, hvorfor vandtemperaturen i overvågningssøerne også var høj i 2008 (figur 5.2). I forhold til niveauet i 2006, som havde samme høje årsmiddeltemperatur har der dog været et fald i den gennemsnitlige vandtemperatur i overfladen. År til år variationer i lufttemperaturen har væsentlig indflydelse på udviklingen i vandtemperaturen i søerne. De lavere gennemsnitstemperaturer i overfladevandet i eksempelvis 2004 og 2005 vurderes således at være et resultat af relativt kolde sommermåneder i de pågældende år (Lauridsen et al., 2005).

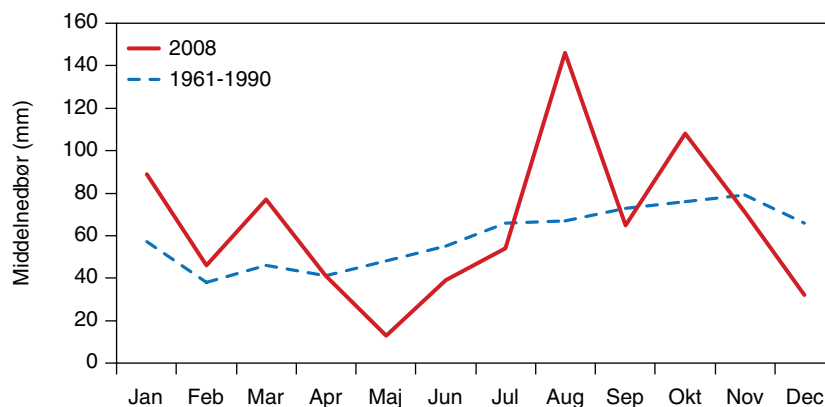
5.2 Nedbør

Årsnedbøren var som gennemsnit over hele landet 779 mm, hvilket er 67 mm eller 9 % mere end gennemsnittet for perioden 1961-1990 (Cappelen, 2009). Sønderjylland samt den vestlige del af Danmark fik mest nedbør i 2008. På trods af store variationer fra år til år har der været en signifikant stigende nedbør for perioden 1917-2000 (Bøgestrand et al., 2003). Denne tendens er altså overordnet fortsat i 2008.

Den generelt stigende nedbør dækker dog over store udsving fra måned til måned. Således var især januar, marts, august og oktober relativt våde (fra 40-218 % over normalen), hvorimod maj havde en del mindre nedbør end normalt (70 % under normalen) (figur 5.3). Maj-juni var relativt tørre, hvilket var i modsætning til 2007, hvor nedbøren i juni og juli var ca. 100 % højere end normalen. Derimod havde begge år en relativt våd januar og februar måned.

Hen over året 2008 var der altså en varierende nedbørsmængde, og fordelingen over året var ret forskellig fra såvel gennemsnittet for perioden 1961-1990 som for 2007.

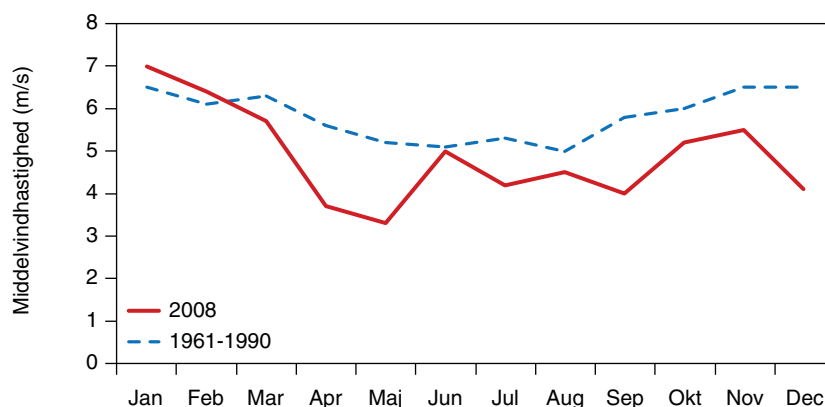
Figur 5.3 Sammenligning af den månedlige nedbør (mm/mdr) i 2008 og middelen for perioden 1961 til 1990. Data fra hele Danmark.



5.3 Vindforhold

Den gennemsnitlige årlige vindhastighed for hele Danmark var i 2008 på 4,9 m/s og dermed mindre end gennemsnittet for perioden fra 1961-1990 (5,8 m/s).

Figur 5.4 Sammenligning af den månedlige middelvind-hastighed (m/s) i 2008 og middelen for perioden 1961-1990. Data fra hele Danmark.



Kun i januar og februar var middel vindhastigheden højere end normalen for perioden 1961-1990. I den øvrige del af året blæste det mindre end normalt (figur 5.4). Dette billede var også gældende for 2007, hvor kun januar havde en højere vindhastighed end normalen. Vindhastigheden i 2008 fortsatte dermed den tendens, der har været i de senere år, imod mere rolige vindforhold gennemsnitlig set.

5.4 Sammenfatning

2008 var et varmt år, med nedbørsrige vinter måneder (januar og februar) og en relativ tør forsommer og tidlig sommer (maj-juli) og med generelt mindre vind sammenlignet med "normaler" fra 1961-1990.

Lufttemperaturen var for hele året højere end normalen. Specielt januar og februar var varmere måneder end normalen.

Årsnedbøren var som gennemsnit for hele landet 9 % over normalen. Især januar, marts, august og oktober var mere nedbørsrige.

6 Referencer

Bøgestrand, J. (Red.) (2003): Vandløb 2002, NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig Rapport fra DMU nr. 470.

Cappelen, J. (2009): Teknisk rapport 09-01. Danmarks klima 2008 med Torshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Danmarks Meteorologiske Institut.

Gonzales Sagrario, M.A., Jeppesen, E., Goma, J., Søndergaard, M., Jensen, J.P., Lauridsen, T.L. & Landkildehus, F. (2005): Does high nitrogen loading prevent clearwater conditions in shallow lakes at moderately high phosphorus concentrations? Freshwater Biology 50: 27-41.

Larsen, S.E., Jensen, C. & Carstensen, J. (2002): Statistisk optimering af monitoringsprogrammer på miljøområdet. Eksempler fra NOVA-2003. 195 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 426. <http://www.dmu.dk/Overvågning/NOVA-revision>.

Jørgensen, T.B., Bjerring, R., Johansson, L.S, Søndergaard, M., Sortkjær, L., Landkildehus, F. (2007): Søer 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 66s. – Faglig rapport fra DMU nr. 641. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Lauridsen, T.L., Jensen, J.P., Søndergård, M., Jeppesen, E., Strzelczak, A. & Sortkjær, L. (2005): Søer 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 66s. – Faglig rapport fra DMU nr. 553. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Søndergaard, M., Jeppesen, E & Jensen, J.P. (1999): Danske søer og deres restaurering. Danmarks Miljøundersøgelser. 34 s. Temarapport fra DMU nr. 24.

Søndergaard, M., Jensen, J.P. & Jeppesen, E. (2002): Små søer og vandhuller. Skov og Naturstyrelsen, 104 s.

Søndergaard, M., Jensen, J.P., Liboriussen, L. & Nielsen, K. (2003a): Danske søer – fosfortilførsel og opfyldelse af målsætninger. VMP III, Fase II. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 480: 37 s. (elektronisk).

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Administration
Afdeling for Arktisk Miljø
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi (hovedadresse)
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse (hovedadresse)

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Systemanalyse
Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

- Nr./No. 2009**
- 759 Control of Pesticides 2008. Chemical Substances and Chemical Preparations.
By Krongaard, T. 25 pp.
- 758 Oplandsmodellering af vand og kvælstof i umættet zone for oplandet til Højvads Rende.
Af Grant, R., Mejlhede, P. & Blicher-Mathiesen, G. 74 s.
- 755 Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder.
Af Krause-Jensen, D. & Rasmussen, M.B. 38 s.
- 754 Indicators for Danish Greenhouse Gas Emissions from 1990 to 2007.
By Lyck, E., Nielsen, M., Nielsen, O.-K., Winther, M., Hoffmann, L. & Thomsen, M. 94 pp.
- 753 Environmental monitoring at the Seqi olivine mine 2008-2009.
By Søndergaard, J., Schiedek, D. & Asmund, G. 48 pp.
- 751 Natur og Miljø 2009 – Del B: Fakta.
Af Normander, B., Henriksen, C.I., Jensen, T.S., Sanderson, H., Henrichs, T., Larsen, L.E. & Pedersen, A.B. (red.) 170 s. (also available in print edition, DKK 200)
- 750 Natur og Miljø 2009 – Del A: Danmarks miljø under globale udfordringer.
Af Normander, B., Jensen, T.S., Henrichs, T., Sanderson, H. & Pedersen, A.B. (red.) 94 s. (also available in print edition, DKK 150)
- 749 Thick-billed Murre studies in Disko Bay (Ritenbenk), West Greenland.
By Mosbech, A., Merkel, F., Boertmann, D., Falk, K., Frederiksen, M., Johansen, K. & Sonne, C. 60 pp.
- 747 Bunddyr som indikatorer ved bedømmelse af økologisk kvalitet i danske søer.
Af Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R. & Clausen, J. 46 s.
- 746 NEC-2020 emission reduction scenarios. Assessment of intermediary GAINS emission reduction scenarios for Denmark aiming at the upcoming 2020 National Emission Ceilings EU directive.
By Slentø, E., Nielsen, O.-K., Hoffmann, L., Winther, M., Fauser, P., Mikkelsen, M.H. & Gyldenkerne, S. 216 pp.
- 745 NuukBasic. Conceptual design and sampling procedures of the biological programme of NuukBasic.
By Aastrup, P., Nymand, J., Raundrup, K., Lauridsen, T.L., Krogh, P.H., Schmidt, N.M., Illeris, L. & Ro-Poulsen, H. 70 pp.
- 744 Danish Emission Inventories for Stationary Combustion Plants. Inventories until year 2007.
By Nielsen, M., Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. & Hjelgaard, K. 216 pp.
- 743 Dioxin og biologisk effektmonitoring i ålekvabbe i kystnære danske farvande.
Af Strand, J., Bossi, R., Dahllöf, I., Jensen, C.A., Simonsen, V., Tairova, Z. & Tomkiewicz, J. 66 s.
- 742 Vildtbestande og jagttider i Danmark: Det biologiske grundlag for jagttidsrevisionen 2010.
Af Noer, H., Asferg, T., Clausen, P., Olesen, C.R., Bregnballe, T., Laursen, K., Kahlert, J., Teilmann, J., Christensen, T.K. & Haugaard, L. 288 s.
- 741 Biodiversity at the Ecosystem Level – Patterns and Processes.
Proceedings of the 2nd DanBIF conference, 26-27 April 2009.
By Balslev, H. & Skov, F. (eds.). 44 pp.
- 739 Emission Inventory for Fugitive Emissions in Denmark.
By Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K. & Nielsen, M. 47 pp.
- 738 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008.
Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager.
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Simonsen, V. & Krogh, P.H. 48 s.
- 737 Environmental monitoring at the former lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2008.
By Schiedek, D., Asmund, G., Johansen, P., Rigét, F., Johansen, K., Strand J., & Mølvig, S. 70. pp.
- 736 Naturtilstand på terrestriske naturarealer – besigtigelser af § 3-arealer.
Af Fredshavn, J.R., Nygaard, B. & Ejrnæs, R. 46 s.
- 735 Naturtilstand i habitatområderne. Habitatdirektivets lysåbne naturtyper.
Af Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. 76 s.
- 734 Undervandsplanter som indikatorer for vandkvalitet i søer.
Af Søndergaard, M., Johansson, L.S., Jørgensen, T.B. & Lauridsen, T.L. 48 s.

[Tom side]

SØER 2008

NOVANA

Rapporten giver en status for den nationale søovervågning i 2008 og beskriver udviklingen i udvalgte indikatorer siden overvågningsprogrammets start i 1989. Miljøtilstanden er generelt forbedret siden 1989. Forbedringerne kan tydeligst ses i de vandkemiske indikatorer, men søvandet er generelt også blevet mere klart.

ISBN: 978-87-7073-151-5

ISSN: 1600-0048