

R o s k i l d e

A m t



Borup Sø 1989-2001

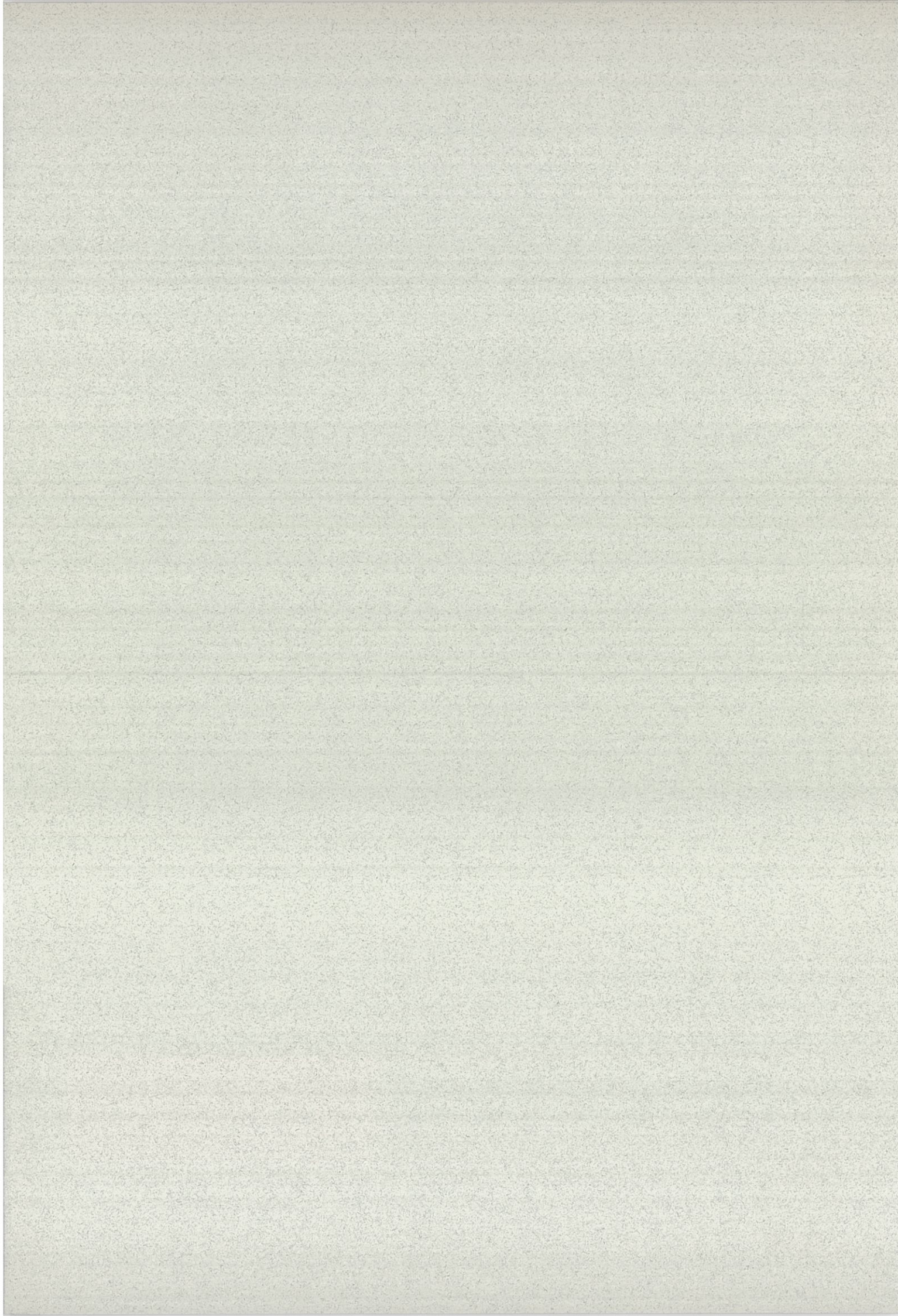
Løbenr.: 8 2002

Eksemplar nr.: 3/3



Teknisk
Forvaltning

 VANDMILJØ
overvågning



VANDMILJØovervågning

Borup Sø

1989-2001

Titel: VANDMILJØovervågning. Borup Sø 1989-2001

Udarbejdet af: Roskilde Amt, Teknisk Forvaltning

Tekst og figurer: Per Helmgaard

Kortmateriale: Udsnit af kort- og Matrikelstyrelsens kort er gengivet med copyright Kort- og Matrikelstyrelsens tilladelse. Kort- og Matrikelstyrelsen 1992/KD.86.1035.

Tryk: 1. oplag

ISBN: 87-7800-527-2

Købes hos: Roskilde Amt, Biblioteket, Køgevej 80, 4000 Roskilde, tlf.: 46 30 35 52

Pris:

Indholdsfortegnelse

1. **Sammenfatning 5**
2. **Indledning 8**
3. **Klimatiske forhold 9**
4. **Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning 11**
5. **Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer 13**
 - 5.1 Vandføring 13
 - 5.2 Fosfor 13
 - 5.3 Kvælstof 14
6. **Vandbalance 15**
7. **Stofbalance 17**
 - 7.1 Fosfor 17
 - 7.2 Kvælstof 19
 - 7.3 Jern 20
8. **Fysisk-kemiske målinger i søen 22**
 - 8.1 Næringsstoffer 22
 - 8.2 Øvrige målinger i søvandet 24
9. **Biologiske målinger i søen 26**
 - 9.1 Planteplankton 26
 - 9.2 Dyreplankton 27
 - 9.3 Fiskebestand 29
 - 9.4 Samspillet mellem stofkoncentrationer, plankton og fiskebestand 31
10. **Miljøfremmede stoffer og tungmetaller 33**
 - 10.1 Tungmetaller 33
 - 10.2 Miljøfremmede stoffer 33
11. **Konklusion 35**
12. **Referencer 36**
13. **Bilagsfortegnelse 37**

Forord

I 1987 vedtog Folketinget Vandmiljøplanen, hvis formål er at reducere udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet. For at kunne følge effekterne af de reguleringer og investeringer, som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen, blev der i efteråret 1988 iværksat et intensivt overvågningsprogram af grundvand, spildevand, overfladevand og atmosfæren.

Som en del af dette program blev 37 søer udpeget som overvågningssøer. Søerne blev udvalgt således, at de er repræsentative for de øvrige danske søer. I Roskilde Amt er udvalgt to overvågningssøer, Gundsømagle Sø og Borup Sø. Antallet af overvågningssøer er senere reduceret til 31.

Ved revisionen af overvågningsprogrammet i 1998 ændredes overvågningen fra specifikt at være rettet mod at opgøre effekterne af de reduktionsmål, der bl.a. blev opstillet i Vandmiljøplanen, til at omfatte vandmiljøets tilstand i en bredere forstand. Eksempelvis er overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer nu integreret i overvågningsprogrammet. Samtidig ændrede overvågningsprogrammet navn fra "Vandmiljøplanens Overvågningsprogram" til "Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003", i daglig tale blot NOVA-2003. Hele NOVA 2003 overvågningsprogrammet er beskrevet i /1/.

Som regionale myndigheder er det amternes opgave at føre tilsynet med overvågningssøerne. Amtene behandler de indsamlede data og udgiver årligt rapporter om tilstanden og udviklingen i de enkelte overvågningssøer. De indsamlede data overføres endvidere til DMU, der på baggrund af disse data og amternes rapporter sammenfatter resultaterne fra alle søerne i en årlig statusrapport.

1. Sammenfatning

Årets gennemsnitstemperatur var med 8,2 °C lidt over normalen på 7,8 °C. Især oktober var usædvanlig lun, men også januar samt juli og august var varmere end normalt. Nedbørsmæssigt faldt der 703 mm regn mod normalens 603 mm. Den noget større nedbørsmængde i 2001 skyldtes først og fremmest ekstreme mængder regn i august og september.

Vandtilførslen i 2001 var med 1,80 mill. m³ tæt på gennemsnittet for 1989-2000. Vandtilførslen var størst i september måned som følge af den megen nedbør i sensommeren.

Den samlede fosfortilførsel på 218 kg var ligeledes tæt på gennemsnittet på 210 kg for 1989-2000. Søen tilbageholdte også i 2001 en del af den tilførte fosfor, ca. 50 kg, hvorved søsedimentets fosforpulje fortsat stiger.

Den samlede kvælstoftilførsel på 10,4 ton var uændret sammenlignet med året før og under gennemsnittet på 13,2 ton for 1989-2000. Søen tilbageholdte knap 2,5 ton kvælstof svarende til godt 23% af den tilførte kvælstof, hvilket er lidt mere end gennemsnittet på 16% for perioden 1989-2000.

Fosforindholdet i søvandet var med et årgennemsnit på 111 µg P/l lidt højere end i 2000, men dog stadig overvågningsperiodens tredjelaveste. Sommergennemsnittet på 180 µg P/l var lidt højere end året før og noget højere end i 1996-97, hvor de hidtil laveste sommermiddelkoncentrationer er registreret.

Årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof var med 3,36 mg N/l lidt højere end i 2000, men stadig periodens næstlaveste. Sommermiddelkoncentrationen var med 1,72 mg N/l derimod den hidtil laveste i overvågningsperioden.

Set for hele perioden 1989-2001 kan der konstateres et signifikant fald i koncentrationerne af både kvælstof og fosfor i søvandet, såvel på års- som sommerbasis.

Sommermiddelsigtdybden på 0,91 meter var overvågningsperiodens hidtil bedste.

Sommermiddelbiomassen af planteplankton var i 2001 med kun 5,7 mm³/l overvågningsperiodens hidtil absolut laveste. Planteplanktonet var i 2001 desuden atypisk både ved det nærmest totale

fravær af blågrønalger og ved rekylalgenes relativ store betydning.

Dyreplanktonbiomassen over sommeren var markant højere end i de foregående par år og græsningstrykket på planteplanktonet var i perioder så højt, at dyreplanktonet har haft en regulerende effekt på især de små algeformer.

I 1996 blev der indledt en opfiskning af søens store fredfiskebestand med det formål, at fremskynde en positiv udvikling i søen.

Siden opfiskningen blev påbegyndt, er der fjernet godt 9,7 ton skaller og brasener fra søen. Samtidig er der i 2001 udsat omkring 600 kg store aborrer.

Fiskeundersøgelsen i efteråret 2001 viste, at fiskebestanden har ændret sig markant de sidste par år. Mængden af aborrer er således steget meget betydeligt og aborrebestandens størrelsesstruktur er ændret, således at der nu i modsætning til tidligere er mange store, rovlevende aborrer. Dette vil forhåbentligt føre til, at aborrerne i søen fremover i større grad vil være i stand til at regulere mængden af skaller og brasener.

Samlet ser det ud til, at opfiskningen muligvis nu kan føre til den varige ændring i fiskebestandens sammensætning, der er en del af forudsætningen for at søen igen bliver klarvandet.

I 2001 blev der for første gang undersøgt for miljøfremmede stoffer i søvandet. Ud af de 75 stoffer, der blev analyseret for, fandtes 13 af dem i vandfasen. Generelt var koncentrationerne af de fundne stoffer dog meget lav. Rester af totalukrudtsmidlet "Round up" blev fundet i samtlige målerunder og i væsentligt højere koncentrationer end nogen af de øvrige miljøfremmede stoffer, men dog ikke i så store koncentrationer, at det vurderes at have nogen påviselig effekt på søens plante- og dyreliv.

Borup Sø er generelt målsat (B) hvilket bl.a. indebærer krav til en gennemsnitlig fosforkoncentration mindre end 150 µg P/l og en sigtddybde ikke under 1 meter, begge beregnet som sommergennemsnit. Desuden er der krav om en udbredt undervandsvegetation og en varieret og alsidig fiskebestand uden masseforekomst af fredfisk. For nærværende er ingen af kravene opfyldt.

Den iværksatte intensivering af opfiskningen forventes imidlertid at kunne bringe søen et væsentligt

skridt nærmere målsætningen. Fiskebestanden er godt på vej hertil og sommersigtedybden er heller ikke langt fra målet. Fastholdes den positive udvikling forventes det, at undervandsplanter igen vil indfinde sig i søen og ad åre at kunne dække en stor del af søbunden.

Af afgørende betydning for søens udvikling i de kommende år er det imidlertid, at næringsstofftilførslen til søen reduceres yderligere. Lykkes dette ikke, er der risiko for at søen igen udvikler sig i en negativ retning.

Udviklingen gennem hele overvågningsperioden for udvalgte nøgleparametre er summarisk angivet i tabel 1. Eventuelle udviklingstendenser for hele perioden 1989-2001 er undersøgt ved hjælp af lineær regressionsanalyse og resultaterne af denne analyse er angivet ved hjælp af symboler. Det skal bemærkes, at da den foretagne analyse som nævnt er baseret på hele overvågningsperioden, vil en eventuel ny udvikling inden for de sidste par år ikke nødvendigvis statistisk slå igennem.

Table 1. Nøgleparametre i 2001 samt udviklingen i 1989-2001 i belastningsforhold, vandkemi og biologiske parametre. Evt. statistisk signifikante ændringer er undersøgt vha. lineær regressionsanalyse. +/-, +/---, +/+--- og +/+---- svarer til en stigning/reduktion på henholdsvis 10%, 5%, 1% og 0,1% signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

Parameter	Enhed	2001	Gns. 1989-2000	Udvikling
Opholdstid	år	0,051	0,063	0
Fosforbelastning	t/år	0,218	0,210	0
	mg/m ² /dag	6,28	6,07	0
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg P/l	0,120	0,123	0
P-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	1,508	1,353	0
	%	24,0	21,8	0
Kvælstofbelastning	t/år	10,420	13,173	0
	mg/m ² /dag	300,50	379,91	0
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg N/l	5,83	7,25	0
N-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	70,23	48,69	0
	%	23,4	16,1	0
Sediment PTOT (0-2 cm dybde)	mg P/g tv			
Sediment NTOT (0-2 cm dybde)	mg N/g tv			
Fe:P (0-2 cm dybde)				
P total år	mg P/l	0,111	0,137	--
P total sommer	mg P/l	0,180	0,200	--
PO4-P år	mg P/l	0,034	0,023	0
PO4-P sommer	mg P/l	0,048	0,017	0
N total år	mg N/l	3,36	4,52	--
N total sommer	mg N/l	1,72	2,74	---
Uorganisk N år	mg N/l	2,23	2,59	0
Uorganisk N sommer	mg N/l	0,20	0,28	--
pH år		8,1	8,2	0
pH sommer		8,2	8,4	-
Sigtdybde år	m	1,16	0,95	0
Sigtdybde sommer	m	0,91	0,59	+
Klorofyl år	µg/l	32	66	--
Klorofyl sommer	µg/l	44	103	--
Suspenderet stof år	mg SS/l	9,1	17,7	---
Suspenderet stof sommer	mg SS/l	14,7	28,7	--
Planteplanktonbiomasse år	mm ³ /l	3,8	11,5	0
Planteplanktonbiomasse sommer	mm ³ /l	5,7	19,4	0
% blågrønalger sommer	%	0,3	27,4	0
% kiselalger sommer	%	49,9	45,2	0
% grønalger sommer	%	13,2	11,6	0
Dyreplanktonbiomasse år	µg TV/l	443	450	---
Dyreplanktonbiomasse sommer	µg TV/l	837	768	---
% hjuldyr sommer	%	8,2	16,6	0
% vandlopper sommer	%	16,0	39,8	0
% cladoceer sommer	%	75,7	43,6	0
% Daphnia af cladoceer	%			
Græsningstryk sommer				
Pot. græsning				
% af planteplanktonbiomasse	%	62,1	20,6	0
% af planteplanktonbiomasse < 50 µm	%	78,7	69,2	--
Fisk				
Total antal (CPUE-garn)	stk.	233		
Total vægt (CPUE-garn)	kg	6,080		
% rovfisk i antal (CPUE-garn)	%	19,9		
% rovfisk i vægt (CPUE-garn)	%	34,3		
Fiskeyngel i littoralen	stk./m ³	1,552		
Fiskeyngel i pelagiet	stk./m ³	6,453		

2. Indledning

Borup Sø indgår under det nationale overvågningsprogram af vandmiljøet (NOVA) og er udvalgt som repræsentant for den type af søer, hvor næringsstofbelastningen primært stammer fra landbrugsdrift.

Nærværende rapport omhandler resultaterne fra overvågningen af Borup Sø i 2001 samt udviklingen siden 1989. I overensstemmelse med paradigmaet /2/ er der i år tale om en normalrapportering.

Der er i rapporten generelt fokuseret på eventuelle udviklingstendenser i perioden 1989-2001 samt på sammenhænge mellem de fysisk-kemiske forhold, dyre- og planteplanktonet og søens fiskebestand.

I 2001 er der ud over det faste tilsyn foretaget en fiskeundersøgelse med henblik på stadig at følge effekterne af den opfiskning, der blev indledt i 1996. Endvidere er der foretaget en undersøgelse af tungmetalinholdet og indholdet af miljøfremmede stoffer i søvandet.

Samtlige data fra tilsynet i 2001 er videresendt til DMU, hvor de vil indgå i den nationale rapportering af miljøtilstanden i overvågnings søerne.

3. Klimatiske forhold

Klimatiske forhold påvirker både direkte og indirekte de vandkemiske og biologiske forhold i en sø. Store nedbørsmængder, specielt i vinterhalvåret, betyder eksempelvis generelt en større udvaskning af næringsstoffer fra dyrkede arealer og dermed en tilsvarende større transport af disse næringsstoffer til søen.

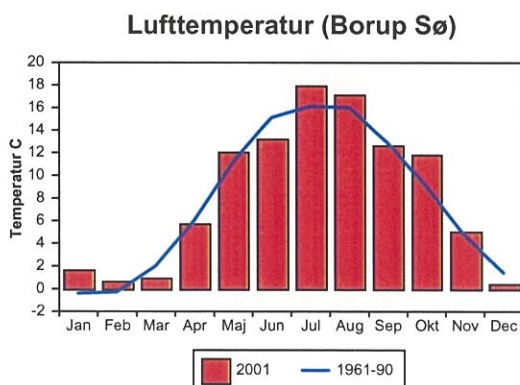
På samme måde spiller temperaturen eksempelvis en rolle for udviklingen af plante- og dyreplanktonet over året og for de forskellige fiskearters gydesucces. Derfor er klimatiske forskelle fra år til år af væsentlig betydning for tolkningen af årets måleresultater.

I det følgende beskrives de klimatiske forhold i 2001 og der sammenlignes med "normaler" forstået som gennemsnit for en længere årrække. I erkendelse af, at eksempelvis nedbørsmængderne varierer betragteligt fra landsdel til landsdel, er der for flere af parametrene anvendt data fra søens nære opland. Dette opland svarer typisk til et område på 20 x 20 km², for nedbørens vedkommende dog 10 x 10 km².

Års- og månedsmidler for temperatur, nedbør, fordampning, solskinstimer, indstråling og vindstyrke findes i bilag 1.

Temperatur

Gennemsnitstemperaturen i 2001 var med 8,2 °C lidt over normalen på 7,8 °C. Især oktober var usædvanlig lun, men også januar samt juli og august var varmere end normalt. Derimod var marts, juni og december forholdsvis kolde måneder (figur 1).

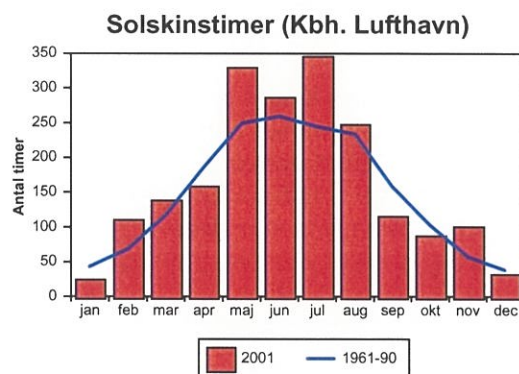


Figur 1. Gennemsnitlig månedstemperatur i 2001 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra DMI 20x20 km² grid 20156).

Solskinstimer

Antallet af solskinstimer i 2001 opgjort ved målestationen ved Kbh's Lufthavn var 1754 (gennemsnit for perioden 1961-90). Også i sommerperioden maj - september var antallet af solskinstimer med 1322 større end normalens 1143 timer.

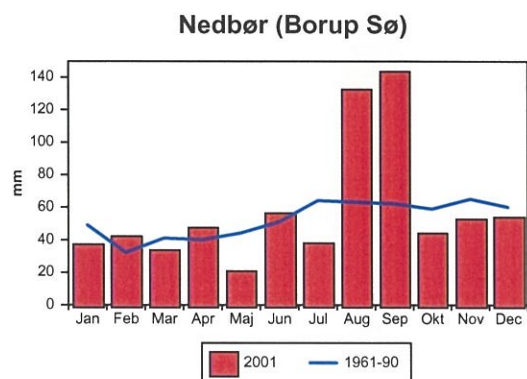
Som det fremgår af figur 2, var der især flere solskinstimer i sommerperioden maj - august, men også i februar, marts og november var der flere solskinstimer end normalt.



Figur 2. Antallet af solskinstimer pr. måned i 2001 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra Kbh's Lufthavn).

Nedbør

Den samlede årsnedbør ved søen i 2001 på 703 mm var væsentligt større end de 630 mm, der er gennemsnittet ved søen for perioden 1961-90.



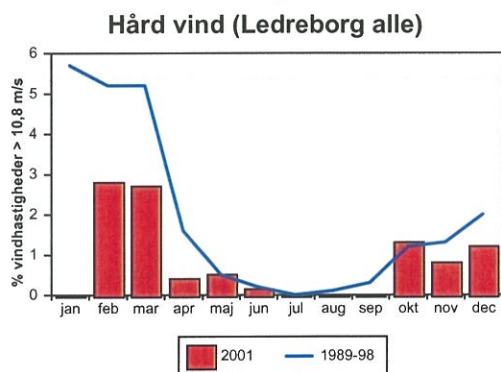
Figur 3. Månedsnedbør i 2001 sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1961-90 (data fra DMI 10x10 km² grid 10531).

Som det ses af figur 3, var august og september ekstremt regnfulde, begge med en nedbørsmængde over det dobbelte af normalen. I årets øvrige måneder var nedbøren generelt enten tæt på eller under normalen. Især maj og juni var nedbørsfattige måneder.

Vindstyrke

Dage med blæst kan have stor betydning for de kemisk/fysiske og biologiske forhold i søerne. I større søer kan lagdeling af vandmasserne brydes op, men også i de mindre, lavvandede søer kan dage med blæst påvirke forholdene. Eksempelvis ses ofte masseopblomstringer af blågrønalger i Borup Sø i sensommeren, såfremt denne er varm og vindstille. Dage med hård vind kan også forårsage ophvirvling af bundmateriale og dermed uklart vand samt en transport af næringsstoffer fra sedimentet og op i vandfasen.

I figur 4 er vist i hvor stort omfang der i de enkelte måneder er forekommet vindstyrker på hård vind eller derover i 2001 sammenlignet med normalen for 1989-98. Som det fremgår af figuren, har perioderne med hård vind eller derover generelt været væsentligt mindre i 2001 sammenlignet med 1989-98.



Figur 4. Forekomsten af perioder med hård vind i 2001 sammenlignet med gennemsnittet for 1989-98 (data fra DMI, målestation Ledreborg allé).

4. Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning

I dette afsnit er søen og dens opland kort beskrevet. For en mere detaljeret beskrivelse henvises til tidligere rapporter. Søen og dens historie er desuden udførligt beskrevet af Thorkild Høy og Jørgen Dahl i 3. bind af serien om Danmarks søer /3/.

Borup Sø er beliggende umiddelbart vest for Borup by i Skovbo Kommune. Søen er omkranset af pilekrat og i den vestlige ende ellesump. Langs bredden er en veludviklet rørsump, hovedsageligt bestående af tagrør og uden for rørsumpen findes mange åkander. Der er ikke registreret undervandsvegetation i søen ved nogen af undersøgelserne, der startede i 1983.

Søens eneste egentlige tilløb er Borup Bæk, der løber til i den vestlige ende og i søens nordøstlige ende også fungerer som afløb. Borup Bæk har øst for Borup forbindelse med Kimmerslev Møllebæk, der via Kimmerslev Sø har afløb til Køge Å. Kort over søen og dens opland samt placeringen af de anvendte målestationer er vist i figur 5. De vigtigste morfometriske data for søen er vist i tabel 2. Mere udførlige data vedrørende søens dybdeforhold og morfometri findes i bilag 2.

Tabel 2. Morfometriske data for Borup Sø.

Overfladeareal	9,5 ha
Max. vanddybde	2,0 m
Gns. vanddybde	1,1 m
Vandvolumen	100.000 m ³

Det samlede topografiske opland til søen udgør 757 ha og består af deloplandet til søens tilløb, Borup Bæk, samt det direkte opland til søen. Hovedparten af oplandet (61,6%) består af landbrugsområder, mens skovområder udgør 37,4%. Ferskvandsområder og befæstede arealer udgør med henholdsvis 0,9 og 0,1% kun en meget lille del af oplandet. Set i forhold til den gennemsnitlige arealudnyttelse for hele landet, er søens opland forholdsvis skovrigt, idet skovområderne på landsplan kun udgør omkring 11% af det samlede areal. En detaljeret opgørelse over jordtypefordeling og arealudnyttelse i oplandet findes i bilag 3.

I forbindelse med NOVA programmet skal der i perioden 1998-2003 ske en løbende indsamling af oplandsdata fra de 31 søoplande. Det overordnede formål med at indsamle data vedrørende eksempelvis oplandsafgrænsning, jordbundsforhold og arealanvendelse er, at opnå en større viden om vand- og næringsstoftransporten i de forskellige

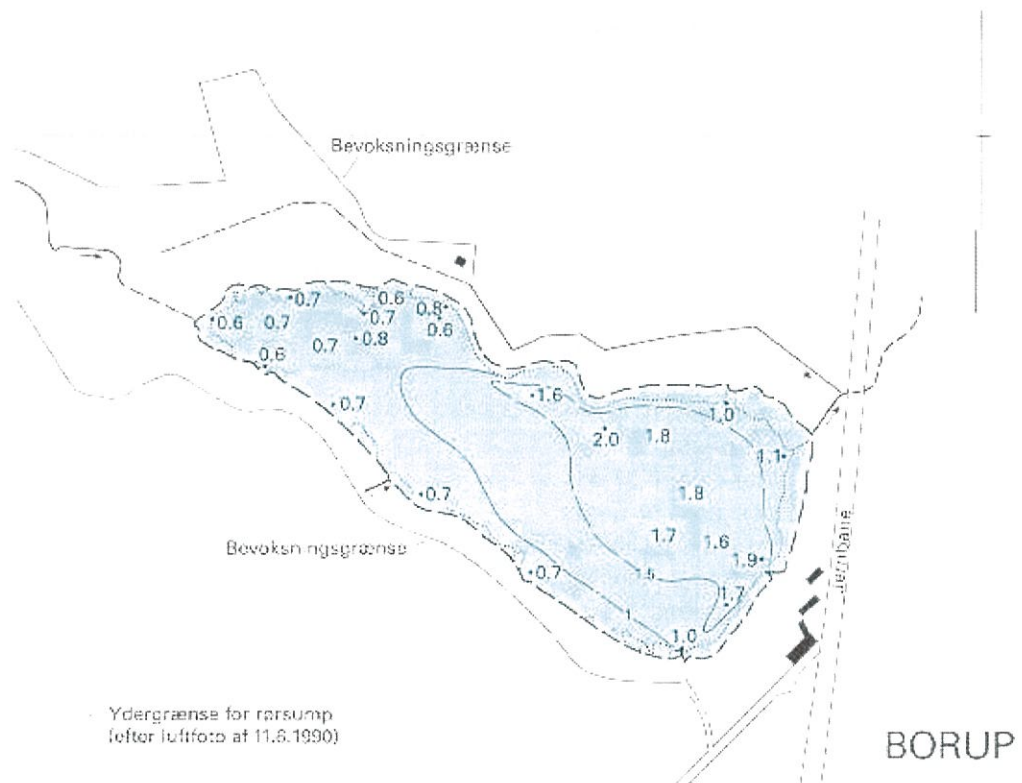
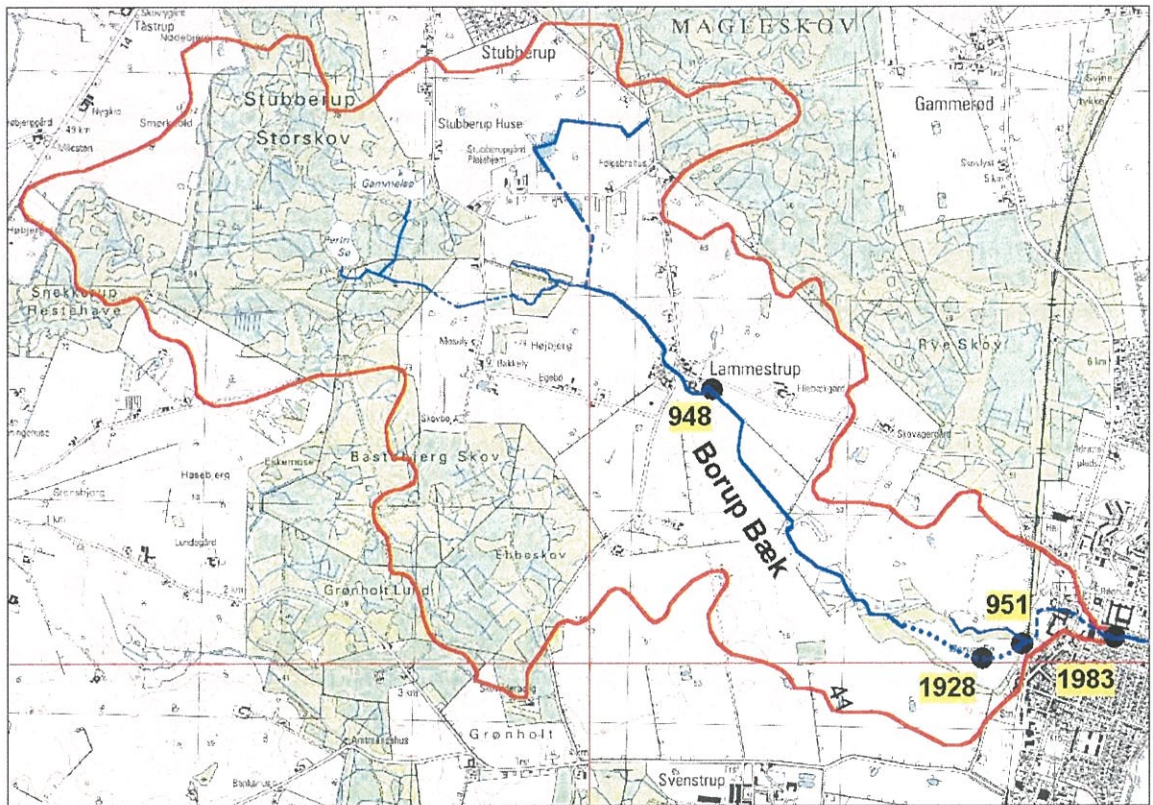
søoplande. Ud fra oplandsanalyserne er det målet, at opstille modeller der mere præcist kan simulere betydningen af forskellige tiltag overfor kvælstof- og fosforbelastningen samt dokumentere og forklare udviklingen heri /4/.

I oplandet til Borup Sø er der registreret 24 enkelt-ejendomme, hvoraf de 23 er helårshuse. Antallet af PE er opgjort til 60, mens den samlede belastning fra disse ejendomme er opgjort til 15 kg fosfor, 70 kg kvælstof samt 328 kg BI₅. Der er ingen direkte punktkilder i oplandet til søen.

Målsætning

Borup Sø er tildelt en generel målsætning (B) svarende til en vandkvalitet, der er upåvirket/svagt påvirket af menneskelige aktiviteter. For at opfylde denne målsætning skal følgende krav være opfyldt:

- Sigtdybden skal være over 1 meter og total-fosforkoncentrationen mindre end 150 µg P/l. Begge parametre målt som sommergennemsnit.
- Der skal sikres en alsidig og varieret fiskefauna, uden masseforekomst af fredfisk og med et indslag af større rovfisk.
- Der skal være en undervandsvegetation, hvor dybdeudbredelsen mindst svarer til gennemsnittet for sommersigtdybden.



Figur 5. Kort over Borup Sø med topografisk opland og angivelse af målestationer samt kort over søen med angivelse af dybdegrænser.

5. Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer

Målinger af vandføring og stofkoncentration er foretaget på station 948 i Borup Bæk, der er det eneste egentlige tilløb til Borup Sø. Ud af det samlede opland til Borup Sø på 757 ha, dækker målestationen et opland på 425 ha, svarende til en fordeling af målt og umålt opland på henholdsvis 56% og 44%.

Vandføringen er siden 1989 målt kontinuerligt på stationen, mens vandprøver til bestemmelse af stofkoncentrationer er udtaget 26 gange årligt.

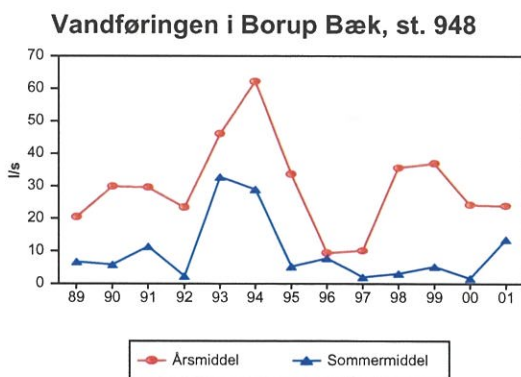
Samleskema for års- og sommermiddelværdier i tilløbet på station 948 for henholdsvis vandføring, fosfor- og kvælstofkoncentrationer findes i bilag 4.

5.1 Vandføring

Figur 6 viser vandføringen i Borup Bæk på station 948 i perioden 1989-2001 angivet som tidsvægtede års- og sommermidler.

Årsmiddelvandføringen i 2001 var med 23,8 l/s noget under gennemsnittet for 1989-2000 på 30,1 l/s (median 29,8 l/s).

Sommermiddelvandføringen i 2001 var med 13,5 l/s omvendt større end normalt sammenlignet med gennemsnittet for 1989-2000 på 9,4 l/s (median 5,5 l/s).



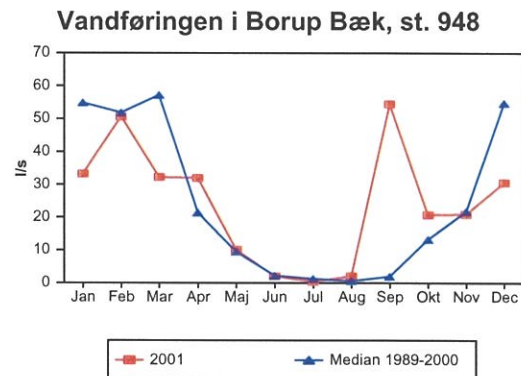
Figur 6. Års- og sommermiddelvandføring i Borup Bæk, st. 948, i perioden 1989-2001.

Figur 7 viser månedsmiddelvandføringen på st. 948 i 2001 samt medianværdierne for perioden 1989-2000. Vandføringen i tilløbet er primært styret af overfladeafstrømningen og dermed af forholdet mellem nedbørsmængde, fordampning og nedsivning.

Som det er karakteristisk for vandløbene i den østlige del af landet, varierer vandføringen også i Borup Bæk meget markant over året, med den største vandføring om vinteren og en meget lav vandføring om sommeren, hvor vandløbet i perioder kan tørre helt ud.

Vandføringen i tilløbet var i årets første måneder generelt lavere end normalt som følge af, at nedbørsmængden også var under det normale. Fra slutningen af maj og over i august var vandføringen som i de foregående år meget lav og tilløbet udtørrede i en kort periode i juli.

De store nedbørsmængder i august og september førte i første omgang til en vandmætning af jorden i oplandet og herefter til en usædvanlig stor vandføring i tilløbet, hvor den gennemsnitlige vandføring i september måned var på 54,4 l/s, mod en medianværdi for perioden 1989-2000 på kun 1,8 l/s.



Figur 7. Vandføringen i tilløbet Borup Bæk, st. 948, angivet som månedsmidler for 2001 og som medianværdier for perioden 1989-2000.

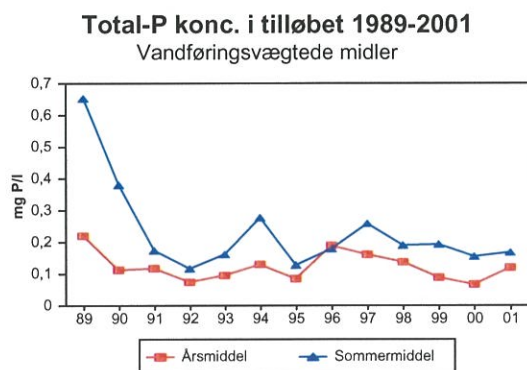
5.2 Fosfor

Koncentrationen af totalfosfor i tilløbet følger i vid udstrækning vandføringen. I vinterperioden, hvor vandføringen er størst, ligger fosforkoncentrationen ret konstant omkring 50-100 µg P/l. I sommerperioden stiger fosforkoncentrationen derimod i takt med at vandføringen falder. Denne stigning skyldes primært det forhold, at fosforudledningen fra enkelt-ejendomme ikke fortyndes i samme grad i sommerperioden som følge af den lavere vandføring.

Figur 8 viser den vandføringsvægtede koncentration af totalfosfor beregnet som års- og sommermidler for perioden 1989-2001.

Bortset fra at den vandføringsvægtede sommermiddelkoncentration i de første to år af overvågningsperioden var noget højere end i den resterende del af perioden, har der ikke været nogen entydig udviklingstendens i den vandføringsvægtede fosforkoncentration i tilløbet. Statistisk kan der da heller ikke påvises et eventuelt fald set for hele perioden 1989-2001.

I 2001 var den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationen med 120 µg P/l tæt på gennemsnittet for 1989-2000 på 123 µg P/l.



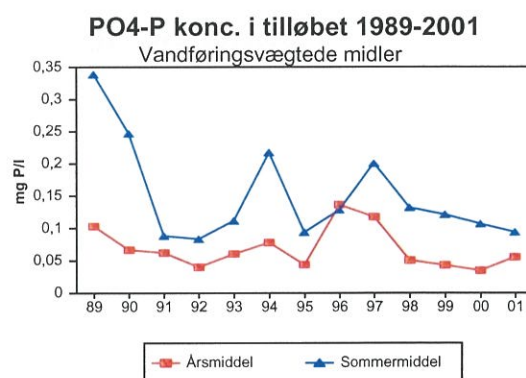
Figur 8. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor i perioden 1989-2001.

Den vandføringsvægtede sommermiddelkoncentration i 2001 var med 167 µg P/l i niveau med de foregående fire år og dermed under gennemsnittet for 1989-2000 på 239 µg P/l. At gennemsnittet for hele perioden er så relativt højt skyldes de førnævnte høje koncentrationer i de første par år af overvågningsperioden. Betragtes medianværdien for perioden 1989-2000 er denne da også med 184 µg P/l væsentlig lavere.

Figur 9 viser udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst fosfat gennem overvågningsperioden.

Også her er der sket et fald i sommermidlen efter de første par år i overvågningsperioden, men hverken for sommer- eller årsmiddelkoncentrationen kan der statistisk for hele perioden 1989-2001 påvises et fald.

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationen i 2001 var med 55 µg PO₄/l lidt højere end i 2000, men under gennemsnittet på 70 µg PO₄/l for hele perioden 1989-2000. Sommermidlen var med 94 µg PO₄/l væsentligt under gennemsnittet på 156 µg PO₄/l for 1989-2000.

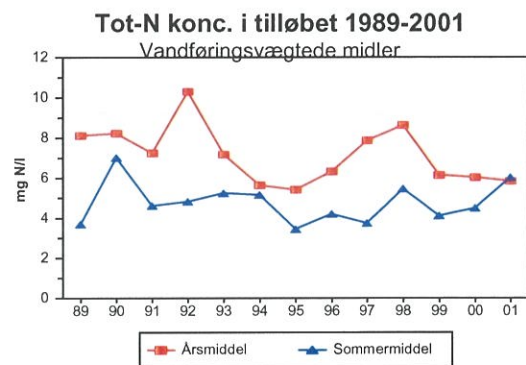


Figur 9. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst fosfat i perioden 1989-2001.

5.3 Kvælstof

Modsat fosforkoncentrationen er kvælstofkoncentrationen i tilløbet generelt højest om vinteren og lavest i sommerperioden.

Figur 10 viser udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i tilløbet.



Figur 10. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i perioden 1989-2001.

Årsmidlen for 2001 var med 5,83 mg N/l noget under gennemsnittet på 7,20 mg N/l for 1989-2000, mens sommermidlen med 6,01 mg N/l omvendt var noget over gennemsnittet på 4,66 mg N/l primært som følge af en relativt høj kvælstofkoncentration og vandføring i august-september.

Set for hele overvågningsperioden 1989-2001 kan der hverken for års- eller sommermiddelkoncentrationen af kvælstof i tilløbet statistisk påvises et fald i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration.

6. Vandbalance

Beregningsgrundlag

Vandbalancerne for 1989-97 er beregnet ved brug af EDB-programmet STOQ-sømodul, version 3.30, mens der fra og med 1998 er anvendt STOQ-sømodul windows vers. 4.0 til 4.6. De beregnede vandbalancer for 2001 opdelt på månedsbasis findes i bilag 5. Års- og sommerværdier for 1989-2001 findes i bilag 6.

Vandføringen er siden 1989 målt kontinuerligt i tilløbet (st. 948) og afløbet vha. Q/H målere. Ved undersøgelserne i 1983 og 1988 blev vandføringen målt med vingemåler i forbindelse med udtagning af vandprøver. På baggrund af den dermed forbundne store usikkerhed på vandbalancen i 1983 og 1988 er vand- og stofbalancer fra disse år ikke vurderet nærmere.

I STOQ-sømodul opstilles vandbalancen på baggrund af det målte bidrag fra tilløbet, det beregnede bidrag fra umålt opland, den målte fraførsel i afløbet, nedbør og fordampning samt magasineringen i søen som følge af vandstandsændringerne. Vandbalancen afstemmes herefter som tilført overfladevand minus fraført overfladevand, hvor den eventuelt resterende positive eller negative vandmængde henregnes som udveksling med grundvandet, henholdsvis som grundvandsindsivning eller som udsivning til grundvandet.

I forbindelse med temarapporteringen i 1995 /5/ blev det vurderet som meget tvivlsomt, at der sker en grundvandsindsivning til søen. På den baggrund blev det konkluderet, at forskellen mellem tilført og fraført overfladevand ved vandbalanceberegningerne dels skyldes usikkerhed på opgørelsen af de til- og fraførte vandmængder og dels usikkerhed på magasinændringer i søen.

Til- og fraførte vandmængder

Vandbalanceberegningen for 2001 samt gennemsnit og medianværdier for perioden 1989-2000 fremgår af tabel 3.

Den samlede vandtilførsel i 2001 var med 1,80 mill. m³ tæt på gennemsnittet for perioden 1989-2000.

Derimod var den beregnede grundvandsindsivning i 2001 på 0,44 mill. m³ - svarende til ca. 25% af den samlede vandtilførsel - væsentligt større end normalt. Tallet er dog ikke umiddelbart sammenligneligt med gennemsnits- og medianværdier for 1989-2000, da tallet kan være både positivt (indsivning) og negativt (udsivning). Da den beregnede

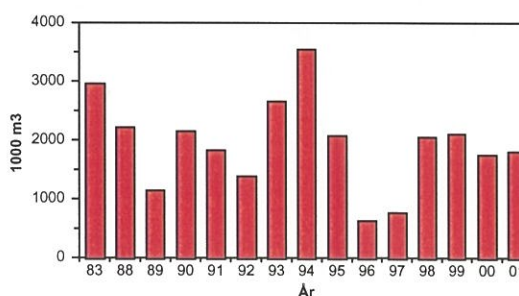
indsivning af grundvand som nævnt primært kan henføres til usikkerhed omkring til- og fraført overfladevand samt magasinændringer kan det konstateres, at vandbalancen for søen i 2001 er behæftet med en større usikkerhed end normalt.

Tabel 3. Til- og fraførte vandmængder i 1000 m³.

	År 2001	Gns. 1989-2000	Median 1989-2000
Nedbør	78	63	63
Fordampning	62	56	57
Målt opland	750	947	936
Umålt opland	594	757	749
Afløb	1806	1796	1896
Magasin	-3	1	2
Ind-/udsivning	444	85	92
Samlet tilførsel	1803	1840	1937
Samlet fraførsel	1806	1839	1937

I figur 11 er vist de årligt tilførte vandmængder for 1983 og 1988-2001. Beregningerne for 1983 samt 1988 skal som nævnt tages med forbehold, idet vandføringen disse år kun er foretaget med vingemåler i forbindelse med udtagning af vandkemiprøver. Som det kan ses på figuren, varierer den tilførte vandmængde til søen betragteligt fra år til år, med vandmængder omkring 0,6 - 0,8 mill. m³ i tørre år som 1996-97 og op til 3,5 mill. m³ i våde år som 1994.

Tilførte vandmængder 1983 og 1988-2001

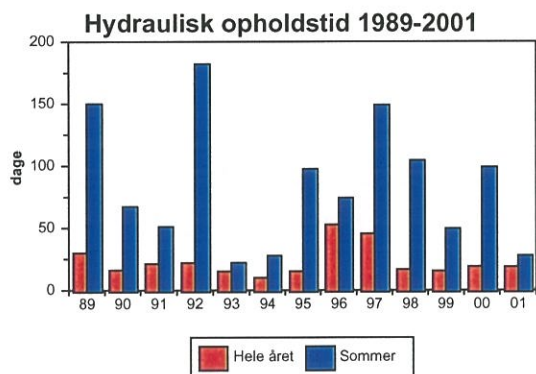


Figur 11. Tilførte vandmængder i 1983 og 1988-2001. De angivne vandmængder er for 1983 og 1988 tilført overfladevand. I perioden 1989-2001 er den beregnede indsyvning lagt til overfladevandet.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid for søvandet afhænger af vandføringen i tilløbet og dermed af nedbørmængden. I år med en stor nedbørmængde er opholdstiden derfor normalt kort og omvendt lang i nedbørsfattige år.

Figur 12 viser den gennemsnitlige opholdstid på års- og sommerbasis for overvågningsperioden. I 2001 var den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis 19 dage mod gennemsnittet for perioden 1989-2000 på 23 dage (median 18 dage). Som det ses på figuren, har den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis varieret betydeligt - fra 10 dage i 1994 til 53 dage i 1996.



Figur 12. Års- og sommergennemsnitlig opholdstid i perioden 1989-2001.

Som følge af den tidligere omtalte karakteristiske årstidsvariation i vandføringen i tilløbet, er den gennemsnitlige opholdstid i sommerperioden normalt langt større end opholdstiden på årsbasis (figur 12). I de år, hvor nedbørmængden og nedbørsfordelingen har været tættest på normalen, har opholdstiden i sommerperioden været omkring 50-75 dage. I de tørre somre 1989, 1992 og 1996-97 var opholdstiden meget lang, omkring 150-200 dage, mens opholdstiden i regnfulde somre er nede omkring 25 dage. I sommeren 2001 var opholdstiden 28 dage, hvilket er blandt de hidtil korteste i overvågningsperioden.

7. Stofbalance

Beregningsgrundlag

Stofbalanceberegningen for 1989-97 er foretaget vha. STOQ-sømodul, vers. 3.30, mens der siden 1998 er anvendt STOQ-sømodul windows vers. 4.0 til 4.6. Stofbalanceberegningerne omfatter totalfosfor, totalkvælstof og totaljern.

Stofbalancerne for 2001 på månedsbasis findes i bilag 5. Årlige stofmængder 1989-2001 samt vandføringsvægtede indløbskoncentrationer for de nævnte parametre findes i bilag 6.

Da de vandføringsvægtede indløbskoncentrationer til søen er identiske med koncentrationerne i tilløbet Borup Bæk, vil de ikke blive nærmere behandlet i dette afsnit. Der henvises i stedet til afsnit 5.

I 1993 blev prøvetagningsstrategien ændret i forhold til de foregående år. Tidligere blev der udtaget prøver i sø og afløb sideløbende, men i perioden 1993-97 er prøverne i vinterperioden skiftevis udtaget i søen og i afløbet, mens der i sommerperioden ikke er udtaget afløbsprøver. I stedet er de målte søkoncentrationer anvendt som afløbsprøver.

Siden 1998 er der igen udtaget separate prøver i afløbet svarende til det normale program (26 prøver/år).

I beregningerne er stoftransporten fra det umålte opland fundet ved at arealkorrigerer med det målte opland. Det er dermed antaget, at stofkoncentrationerne fra det målte og umålte opland er ens.

Ved beregningsmetoden er det endvidere antaget, at de ind- og udsivende grundvandsmængder, som STOQ-sømodul programmet beregner, primært er et udtryk for usikkerheden på vandbalancen (jf. afsnit 6). Det betyder, at der reelt er tale om overfladevand. Stofbidraget fra "indsivende grundvand" til søen er derfor beregnet ved brug af vandføringsvægtede stofkoncentrationer i det målte tilløb (station 948). Dette svarer til de anbefalinger, som en teknisk arbejdsgruppe med repræsentanter fra amterne og Danmarks Miljøundersøgelser har givet /6/.

Da beregningsprogrammet STOQ-sømodul tidligere kun kunne anvende en enkelt værdi pr. år for stofkoncentrationen i det indsvivende "grundvand", er der i beregningerne 1989-1998 anvendt vandføringsvægtede årsmidler af stofkoncentrationen i tilløbet. Fra og med 1999 er anvendt de målte stof-

koncentrationer i tilløbet. Stoftransporten fra søen via udsivende "grundvand" er beregnet ved brug af interpolerede stofkoncentrationer i søvandet.

7.1 Fosfor

Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

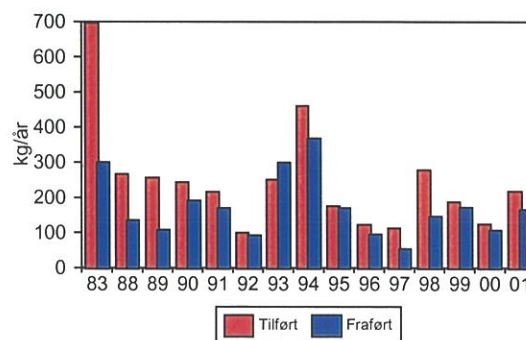
Den samlede til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af fosfor i 2001 er vist i tabel 4. Søen blev tilført 218 kg fosfor, hvilket er tæt på gennemsnittet for perioden 1989-2000 på 210 kg. Tilbageholdelsen i 2001 er beregnet til 52 kg mod et gennemsnit for 1989-2000 på 47 kg.

Tabel 4. Til- og fraført samt tilbageholdt fosfor i kg.

	År 2001	Gns. 1989-2000	Median 1989-2000
Atmosfærisk dep.	1	2	2
Målt opland	90	109	104
Umålt opland	71	86	83
Afløb	165	157	157
Ind-/udsivning	56	7	8
Magasin	1	-1	0
Retention	52	47	43
Samlet tilførsel	218	210	202
Samlet fraførsel	165	164	158

I figur 13 er vist den årlige til- og fraførsel af fosfor i 1983 og 1988-2001. Som tidligere nævnt er vandføringen i tilløbet ikke målt kontinuerligt i 1983 og 1988, hvorfor fosforbalancen for disse to år er behæftet med stor usikkerhed.

Fosforbalance 1983 og 1988-2001



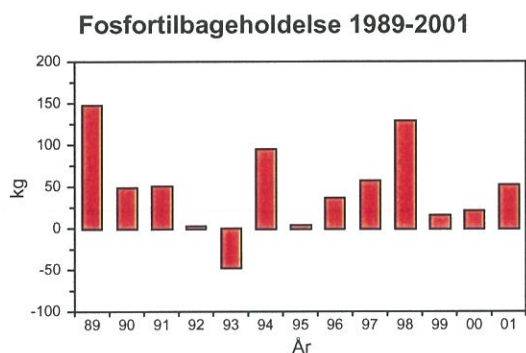
Figur 13. Til- og fraførsel af fosfor i 1983 og 1988-2001.

I 1983 var den beregnede fosfortilførsel på knap 700 kg og dermed væsentligt højere end i nogen af de efterfølgende år. Denne meget store fosfortilførsel er næppe reel, men fremkommet som følge af den usikre opgørelse af vandtilførslen dette år, hvor vandføringen i tilløbet er beregnet ud fra et beskedent antal vandføringsmålinger udført med vingemåler.

Betragtes perioden 1989-2001 har fosfortilførslen svinget mellem 460 kg i 1994 - der var et meget nedbørsrigt år - og 100 kg i 1992 - der omvendt var et meget nedbørsfattigt år.

Der kan ikke statistisk påvises ændringer i fosfortilførslen i overvågningsperioden.

I figur 14 er vist den beregnede årlige fosfortilbageholdelse i 1989-2001. På nær i 1993, hvor gennemskyningen af søen begyndte i det meget tidlige efterår, har søen hvert år tilbageholdt fosfor. Denne tilbageholdelse har som maksimum været op til knap 150 kg, svarende til ca. 1,5 g P/m² søareal.



Figur 14. Den beregnede fosfortilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for perioden 1989-2001.

I hovedparten af årene har tilbageholdelsen dog været væsentligt mindre med et gennemsnit for årene 1989-2000 på knap 50 kg/år svarende til ca. 0,5 g P/m² søareal. Tilbageholdelsen i 2001 svarede med ca. 51 kg fosfor til gennemsnittet for de foregående år.

Statistisk kan der ikke påvises en udvikling i fosforretentionen for perioden 1989-2001.

Samlet er sedimentets fosforpulje siden 1989 øget med godt 600 kg svarende til ca. 6,5 g fosfor pr. m² søareal.

Fosfortilbageholdelsen finder typisk sted i 1. samt 3.-4. kvartal. I 2. kvartal frigives derimod normalt fosfor fra sedimentet, og det er i høj grad denne

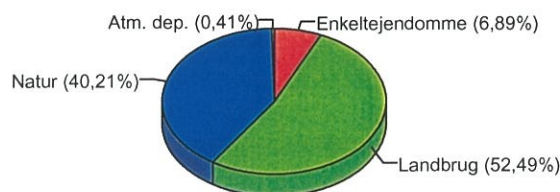
årligt tilbagevendende fosforfrigivelse i det sene forår og forsommeren, der styrer søvandets fosforkoncentration i sommerperioden, hvor der føres meget lidt fosfor til søen via tilløbet. Frigivelsen af fosfor i det sene forår og forsommeren er antageligt primært betinget af temperaturstigningen, der medfører forøget biologisk aktivitet i sedimentet.

Kildeopsplitning

De årlige eksterne tilførsler af fosfor opdelt på belastningskilder fremgår af bilag 7, der endvidere indeholder den anvendte beregningsmetode.

I figur 15 er vist de enkelte kilders bidrag til fosfortilførslen i 2001. Atmosfærebidraget er som det fremgår af figuren af en meget beskedent størrelse, hvorfor der reelt kun er 3 fosforkilder tilbage af betydning, - bidraget fra enkeltejendomme, bidraget fra landbrug samt naturbidraget (basisbidraget).

Kildeopsplitning af fosfor 2001



Figur 15. Kildeopsplitning af fosfortilførslen i 2001.

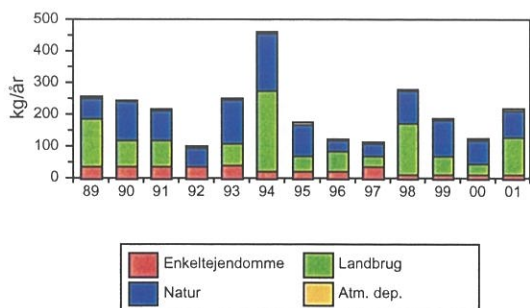
I 2001 udgjorde landbrugsbidraget med 52% lidt over halvdelen af den samlede fosfortilførsel. Naturbidraget udgjorde med 40% det næststørste bidrag, mens bidraget fra enkeltejendomme stort set udgjorde resten.

I figur 16 er vist de enkelte kilders bidrag i perioden 1989-2001.

Som gennemsnit for perioden 1989-2001 har landbrugsbidraget tegnet sig for ca. 41% af den samlede fosfortilførsel, mens bidraget fra enkelt-ejendomme har udgjort ca. 14%. Sidstnævnte bidrag er muligvis underestimeret, da fosforkoncentrationen i tilløbet specielt i sommerperioden tyder på et ikke uvæsentligt spildevandsbidrag.

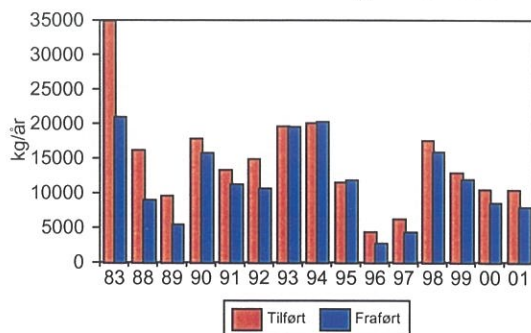
Endelig har naturbidraget og det atmosfæriske bidrag i gennemsnit udgjort henholdsvis 44% og knap 1%.

Kildeopsplitning af fosfor



Figur 16. Fosfortilførslen til Borup Sø 1989-2001 fordelt på belastningskilder.

Kvælstofbalance 1983 og 1988-2001



Figur 17. Til- og fraførsel af kvælstof i 1983 og 1988-2001.

7.2 Kvælstof

Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den samlede til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af kvælstof i 2001 er vist i tabel 5. Søen blev tilført ca. 10,4 ton kvælstof, hvilket er noget under gennemsnittet for perioden 1989-2000 på 13,2 ton. Tilbageholdelsen i 2001 er beregnet til ca. 2,4 ton kg mod et gennemsnit for 1989-2000 på ca. 1,7 ton.

Tabel 5. Til- og fraført samt tilbageholdt kvælstof i kg.

	År 2001	Gns. 1989-2000	Median 1989-2000
Atmosfærisk dep.	143	156	143
Målt opland	4.370	6.672	6.921
Umålt opland	3.465	5.333	5.512
Afløb	7.911	11.295	10.938
Ind-/udsvivning	2.442	821	921
Magasin	74	-1	-33
Retention	2.435	1.688	1.421
Samlet tilførsel	10.420	13.173	13.093
Samlet fraførsel	7.911	11.486	11.529

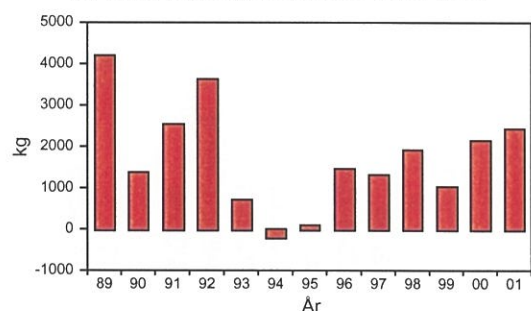
Den årlige til- og fraførsel af kvælstof i 1983 og 1988-2001 er vist i figur 17. Den tilsyneladende meget store kvælstoftilførsel i 1983 skal tages med et stort forbehold som følge af, at vandtilførslen dette år er meget usikkert bestemt.

Kvælstoftilførslen har gennem perioden 1989-2001 svinget mellem godt 4 ton i det tørre år 1996 til lige godt 20 ton i 1994, der var et meget nedbørst år.

Variationen i kvælstoftilførslen er således primært styret af de klimatiske forhold, og statistisk kan der da heller ikke påvises en egentlig udvikling i kvælstoftilførslen for hele perioden 1989-2001.

I figur 18 er vist den beregnede årlige kvælstoftilbageholdelse i 1989-2001. Som det fremgår af figuren, varierer tilbageholdelsen ganske betydeligt fra år til år. Dette hænger sammen med, at tilbageholdelsen ikke alene afhænger af den tilførte kvælstofmængde - der som nævnt varierer ganske betydeligt - men også af opholdstiden i søen.

Kvælstoftilbageholdelse 1989-2001



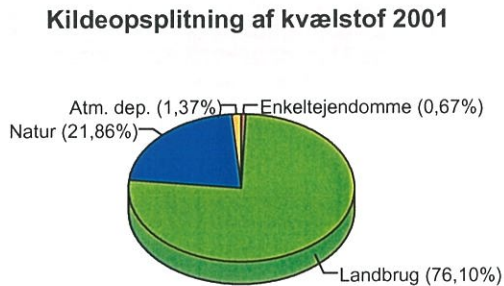
Figur 18. Den beregnede kvælstoftilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for perioden 1989-2001.

Søen tilbageholdte i 2001 ca. 2,4 ton kvælstof svarende til 25,6 g N pr. m² søareal. I procent blev godt 23% af den tilførte kvælstof tilbageholdt i søen mod et gennemsnit på 16% for 1989-2000.

Statistisk kan der ikke påvises en udvikling i kvælstoftilbageholdelsen.

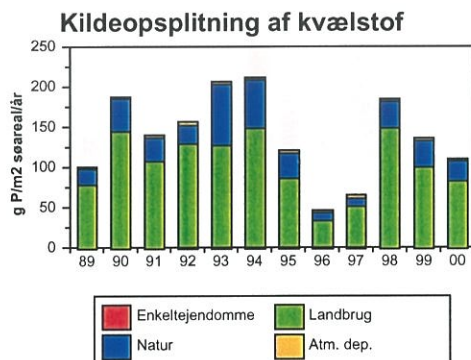
Kildeopsplitning

Fordelingen af den tilførte kvælstof i 2001 på belastningskilder er vist i figur 19. Langt den overvejende del (76%) stammer fra landbrugsområder, mens den resterende del stort set udgøres af naturbidraget.



Figur 19. Kildeopsplitning af kvælstoftilførslen i 2001.

Denne fordeling er stort set identisk med gennemsnittet for 1989-2000, hvor landbrugsbidraget har udgjort 74,6%, naturbidraget 23,4%, bidraget fra enkeltejendomme 0,8% og endelig det atmosfæriske bidrag på 1,2% (figur 20). Der er således reelt kun to betydende kilder til kvælstofbelastningen - landbrugsbidraget og naturbidraget.



Figur 20. Kvælstoftilførslen til Borup Sø 1989-2001 fordelt på belastningskilder.

7.3 Jern

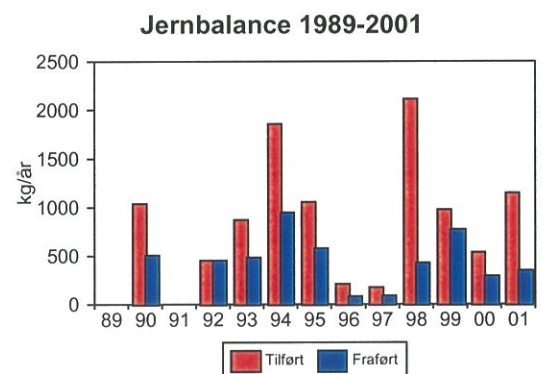
Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den til- og fraførte jernmængde i 2001 samt den beregnede tilbageholdelse er vist i tabel 6. Tilførslen i 2001 var med godt 1,1 ton lidt over gennemsnittet for 1989-2000.

Tabel 6. Til- og fraført samt tilbageholdt jern i kg.

	År 2001	Gns. 1989-2001	Median 1989-2001
Atmosfærisk dep.	0	0	0
Målt opland	461	468	398
Umålt opland	366	374	318
Afløb	346	452	459
Ind-/udsivning	319	76	37
Magasin	-6	0	-2
Retention	807	465	299
Samlet tilførsel	1.146	928	923
Samlet fraførsel	346	462	467

Som det fremgår af figur 21, har jerntilførslen imidlertid varieret betydeligt fra år til år. Den største jerntilførsel på godt 2 ton fandt sted i 1998, mens der omvendt kun blev tilført omkring 200 kg i de tørre år 1996-97.

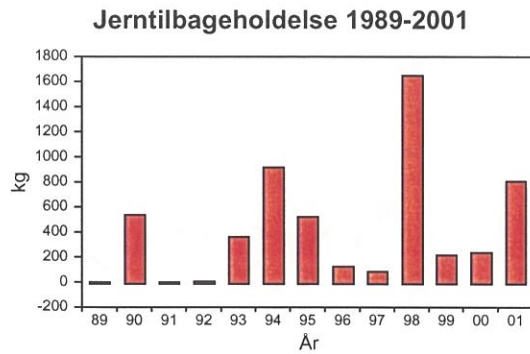


Figur 21. Til- og fraførsel af jern i 1990 og 1992-2001. Der er ikke opstillet jernbalancer for 1989 og -91, hvor der ikke blev målt for jernindhold i tilløbet.

Søen tilbageholdte i 2001 godt 800 kg jern, hvilket var over gennemsnittet på knap 500 kg for perioden 1989-2000 (figur 22). De godt 800 kg i 2001 svarer til 70% af den tilførte jernmængde, hvilket er væsentligt mere end gennemsnittet på 45% for perioden 1989-2000.

Tilbageholdelsen har i de fleste år været på omkring halvdelen af den tilførte jernmængde. Nogle år skiller sig dog markant ud i forhold til de øvrige år, med enten en meget lille eller meget stor tilbageholdelse.

Sedimentundersøgelsen i 1997 viste et jern-fosfor forhold i de øverste 10 cm af sedimentet på knap 7:1 mod et tilsvarende forhold i 1990 på ca 6:1 /7/. Selv om jern-fosfor forholdet er steget en smule siden 1990, er der stadig lang vej op til det jern-fosfor forhold på over 15:1, hvor jernindholdet under iltede forhold i sedimentet kan spille en væsentlig rolle for fosforfrigivelsen /8/.



Figur 22. Den beregnede jerntilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for 1990 og 1992-2001.

8. Fysisk-kemiske målinger i søen

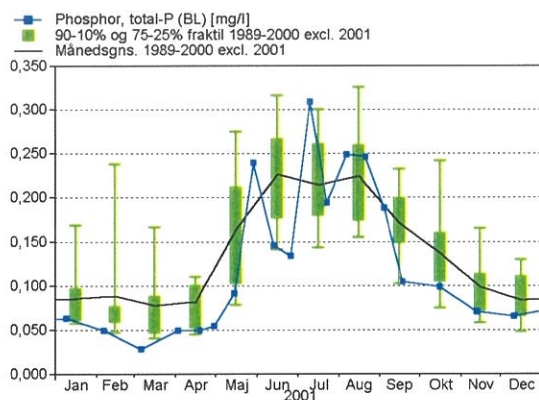
I dette afsnit præsenteres nogle af de målte parametre i søvandet i 2001 og en eventuel udvikling i perioden 1989-2001 er vurderet. Års- og sommermidler for samtlige målte parametre i søvandet samt figurer over udviklingsforløb findes i bilag 8.

8.1 Næringsstoffer

Total fosfor

Fosforkoncentrationen i søen har i alle årene været karakteriseret ved lave værdier i vinterperioden, hvor søvandskoncentrationen stort set er identisk med indløbskoncentrationen som følge af den korte opholdstid. I sommerperioden løber der normalt kun meget lidt vand til søen, og indløbskoncentrationen er derfor af mindre betydning. Søvandskoncentrationen stiger i sommerperioden til relativt høje værdier, typisk omkring 200-300 $\mu\text{g P/l}$, som følge af en fosforfrigivelse fra sedimentet kombineret med den lange opholdstid.

Figur 23 viser denne udvikling i fosforkoncentrationen i søvandet over året. I 2001 lå fosforkoncentrationen i årets første måneder under normalen for herefter at variere betydeligt i sommerperioden, fra omkring 100 til 300 $\mu\text{g P/l}$. Fra september og året ud faldt fosforkoncentrationen igen til under gennemsnittet for 1989-2000.



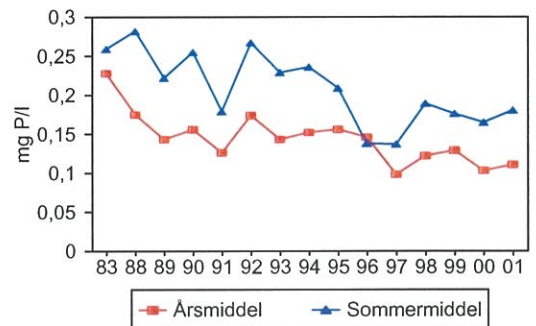
Figur 23. Koncentrationen af fosfor i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Figur 24 viser udviklingen i års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfor i søvandet i perioden 1989-2001. I 2001 var den tidsvægtede årsmiddelkoncentration af fosfor med 111 $\mu\text{g P/l}$ den tredjelaveste i overvågningsperioden, hvor kun årsmiddel-

koncentrationen i 1997 og 2000 har været lavere.

Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration af fosfor var med 180 $\mu\text{g P/l}$ lidt højere end i 2000, men i niveau med 1999 og dermed stadig lidt højere end i 1996-97, hvor de hidtil laveste sommermiddelkoncentrationer er registreret.

Totalfosfor - års- og sommermidler

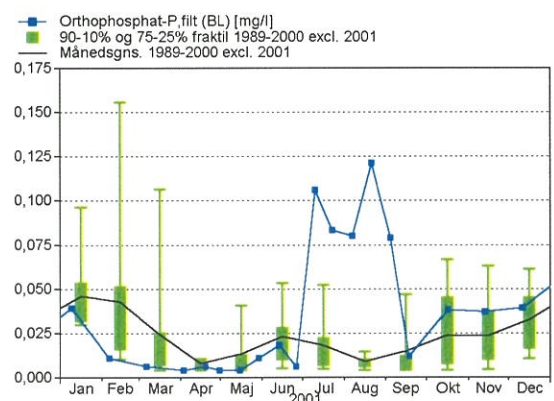


Figur 24. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor i søvandet 1983 og 1988-2001.

Set for hele perioden 1989-2001 kan der konstateres et signifikant fald i både års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfor (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

Opløst fosfat

Søvandets indhold af opløst fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i 2001 samt gennemsnittet for 1989-2000 er vist i figur 25.

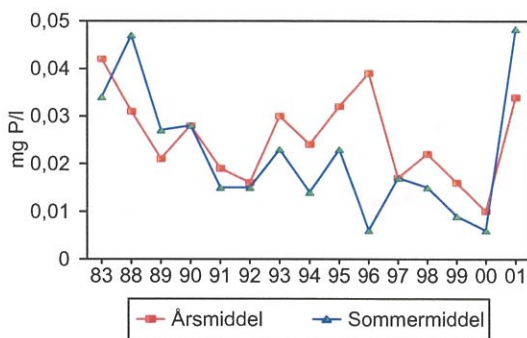


Figur 25. Koncentrationen af opløst fosfat i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Normalt falder indholdet af opløst fosfat i sommerperioden til under detektionsgrænsen som følge af algeres optag. Opløst fosfat er derfor normalt en potentielt begrænsende faktor for algevæksten i søen om sommeren. Dette var langt fra tilfældet i 2001, hvor søvandskoncentrationen af opløst fosfat fra slutningen af juni og til midten af september var helt usædvanlig høj. I modsætning til de foregående år var opløst fosfat således ikke en potentiel begrænsende faktor for algeres vækst i store dele af sommeren 2001.

Udviklingen i den gennemsnitlige års- og sommermiddelkoncentration af fosfat er vist i figur 26.

Fosfat, års- og sommermidler



Figur 26. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst fosfat i søvandet 1983 og 1988-2001.

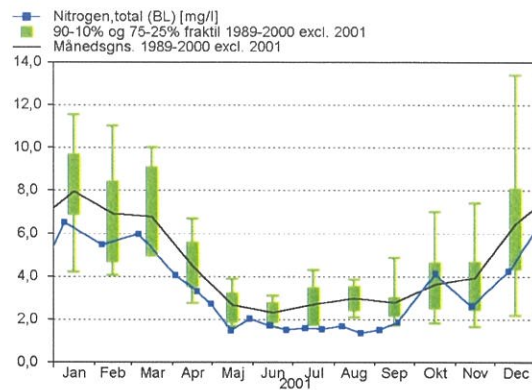
Den meget høje sommermiddelkoncentration af opløst fosfat i 2001 betød en brat afslutning på det generelle fald i sommermidlen, der har fundet sted i de foregående år. Sommermiddelkoncentration af opløst fosfat i 2001 var med 48 µg P/l samtidig den hidtil højeste i alle de år, hvor der er målt for opløst fosfat i søen.

Total kvælstof

Modsat fosforkoncentrationen er kvælstofkoncentrationen i søvandet sædvanligvis højest i vinterperioden som følge af de høje kvælstofkoncentrationer i tilløbet i denne periode.

Kvælstofkoncentrationen i søvandet i 2001 samt gennemsnittet for 1989-2000 er vist i figur 27. Kvælstofkoncentrationen lå i 2001 markant under månedsmidlerne for 1989-2000 på nær i oktober, hvor koncentrationen var lidt over gennemsnittet.

De generelt lave søvandskoncentrationer i 2001 hang sammen med tilsvarende lave kvælstofkoncentrationer i tilløbet Borup Bæk stort set hele året.

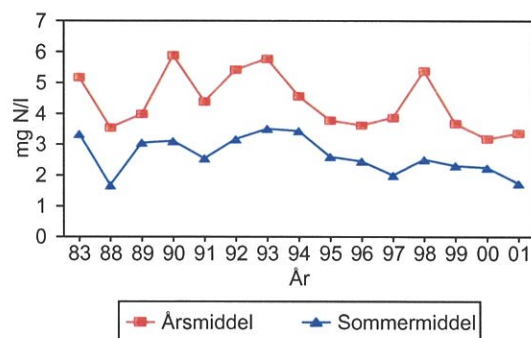


Figur 27. Koncentrationen af kvælstof i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Søvandets indhold af totalkvælstof beregnet som henholdsvis års- og sommermidler i 1983 og 1988-2001 er vist i figur 28. I 2001 var årsmiddelkoncentrationen 3,36 mg N/l, hvilket er den næstlaveste i overvågningsperioden. Kun i 2000 var årsmiddelkoncentrationen lavere.

Sommermiddelkoncentrationen af totalkvælstof i 2001 var med 1,72 mg N/l den hidtil laveste siden 1989.

Totalkvælstof - års- og sommermidler



Figur 28. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i søvandet 1983 og 1988-2001.

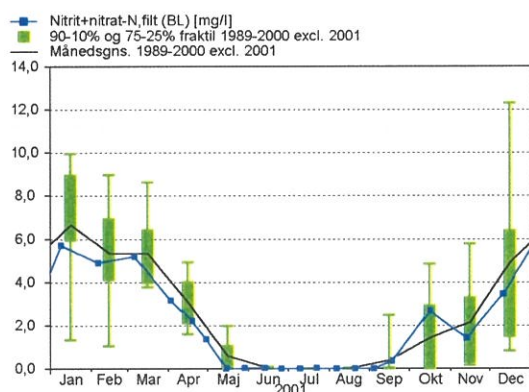
Set for hele perioden 1989-2001 kan der konstateres et signifikant fald i både års- og sommermiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$ og $P < 0,01$ for henholdsvis års- og sommermidlen).

Uorganisk kvælstof

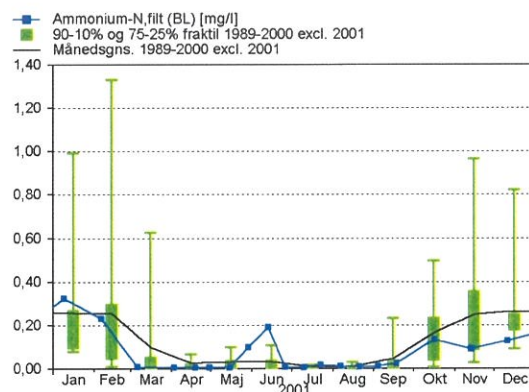
Langt hovedparten af den kvælstofmængde der tilføres søen, er på nitratform og stammer fra

dyrkede arealer. Koncentrationen af uorganisk kvælstof i søen er derfor sædvanligvis høj i vinterperioden, hvor udvaskningen fra de dyrkede arealer er størst. I sommerperioden falder koncentrationen af uorganisk kvælstof i søvandet dels som følge af en lav tilførsel og dels som følge af denitrifikation samt algernes optag. Koncentrationen af uorganisk kvælstof falder derfor i perioder om sommeren til så lave værdier, at uorganisk kvælstof kan være potentielt begrænsende for planteplanktonet.

I figur 29 og 30 er vist søvandskoncentrationerne af henholdsvis nitrat-kvælstof og ammonium-kvælstof. For begge gælder, at koncentrationerne i 2001 generelt var lave sammenlignet med gennemsnittet for de foregående år.



Figur 29. Koncentrationen af nitrit-nitrat kvælstof i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.



Figur 30. Koncentrationen af ammonium kvælstof i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

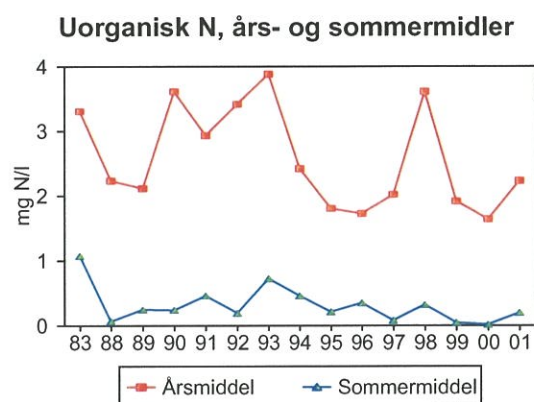
Set for hele perioden 1989-2001 kan der konstateres et signifikant fald i sommermiddelkoncentra-

tionen af nitrat-kvælstof (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

Koncentrationen af ammonium-kvælstof i søvandet faldt allerede i marts måned til meget lave værdier og på nær en periode i maj-juni var koncentrationen typisk omkring eller under detektionsgrænsen.

Koncentrationen af både nitrat og ammonium var i 2001 i perioder under detektionsgrænsen og uorganisk kvælstof derfor også i 2001 en potentiel begrænsende faktor for planteplanktonets vækst.

Udviklingen i den gennemsnitlige års- og sommermiddelkoncentration af uorganisk kvælstof (nitrit-nitrat-N + ammonium-N) er vist i figur 31.



Figur 31. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af uorganisk kvælstof i søvandet 1983 og 1988-2001.

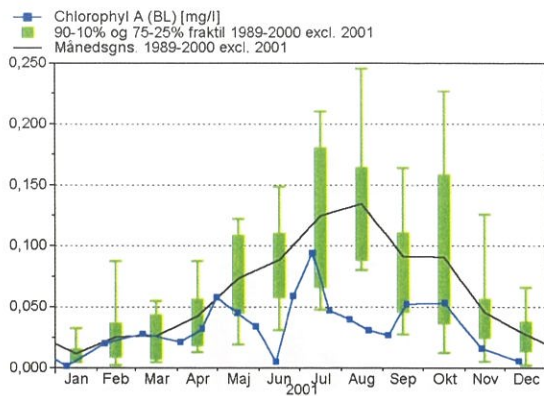
Set for perioden 1989-2001 kan der konstateres et signifikant fald i sommermiddelkoncentrationen (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$), mens der ikke er et tilsvarende fald i årsmiddelkoncentrationen.

8.2 Øvrige målinger i søvandet

Klorofyl

Søvandets indhold af klorofyl i 2001 sammenlignet med gennemsnittet for 1989-2000 er vist i figur 32.

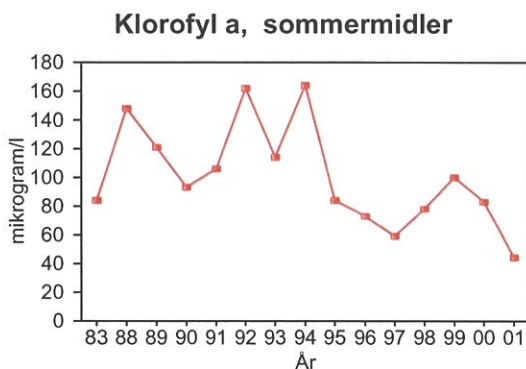
Klorofylindholdet i 2001 afveg meget markant fra de foregående år. Efter stort set at have fulgt det normale mønster i årets første måneder begyndte klorofylindholdet stik imod sædvane at falde i slutningen af april. Dette fald fortsatte til midten af juni, hvor klorofylindholdet nåede helt ned på vinterniveau.



Figur 32. Klorofylindholdet i søvandet i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Herefter steg klorofylindholdet atter mod årets maksimum i juli, hvor klorofylindholdet dog stadig var under det normale. Resten af året var klorofylindholdet igen meget markant under normalen.

Klorofylindholdet i søvandet beregnet som sommergennemsnit for 1983 og 1988-2001 er vist i figur 33. Det sommergennemsnitlige klorofylindhold i 2001 på 44 µg/l var periodens suverænt laveste.



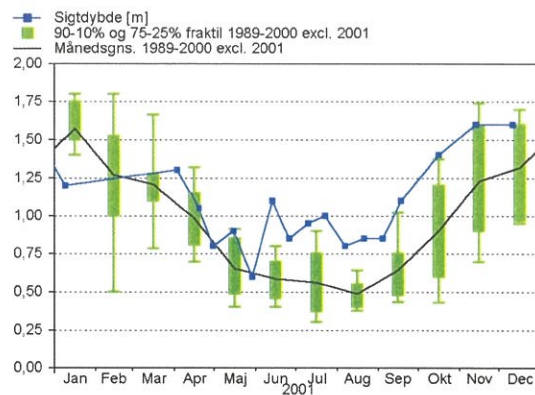
Figur 33. Den tidsvægtede sommermidlerkoncentration af klorofyl a i søvandet i 1983 og 1988-2001.

Selv om der er stor variation fra år til år, er der en tydelig tendens til et generelt lavere klorofylindhold i perioden siden 1995 sammenlignet med de foregående år. Betragtes udviklingen fra 1989 til 2001 kan der da også statistisk påvises et fald i sommermidlen (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

Sigt dybde

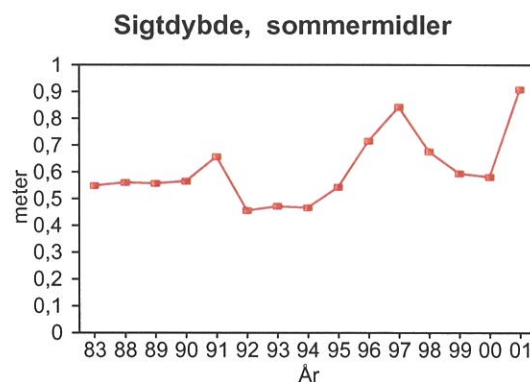
Figur 34 viser udviklingen i sigt dybden i 2001 sammenlignet med månedsgennemsnittet for 1989-2000. Bortset fra årets første måned var sigt dybden i den resterende del af året over normalen.

Især fra og med maj var sigt dybden markant bedre end tidligere og sigt dybden på en meter eller derover blev nået i både juni og juli.



Figur 34. Udviklingen i sigt dybden i 2001 samt månedsgennemsnittet for 1989-2000 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Den gennemsnitlige sommersigt dybde i 1983 og 1988-2001 er vist i figur 35. I perioden op til 1990 lå sommersigt dybden meget konstant omkring 0,55 meter. I 1991 steg sommersigt dybden en smule til 0,66 meter for herefter at falde markant året efter. Sommersigt dybden lå i de følgende år omkring 0,45 meter, men steg herefter og nåede i 1997 op på 0,87 meter. Herefter faldt sommersigt dybden igen og nåede i 2000 ned på 0,58 meter.



Figur 35. Den gennemsnitlige sommersigt dybde i 1983 og 1988-2001.

Sommersigt dybden i 2001 på 0,91 meter er den hidtil bedste og tæt på målsætningskravet på 1 meter. Betragtes perioden 1989-2001 kan der statistisk påvises en svag stigning i sommersigt dybden (lineær regressionsanalyse, $P < 0,10$).

9. Biologiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres resultaterne af de biologiske undersøgelser i 2001 samt udviklingen i perioden 1989-2001. Søens plante- og dyreplankton er siden 1989 blevet undersøgt efter Miljøstyrelsens retningslinier /9,10/. Hvert års undersøgelser med artslistor, volumenberegninger osv. er udarbejdet som interne rapporter. Vigtige nøgletal for planktonet i perioden 1989-2001 findes i bilag 9.

Årstidsvariationer inden for plante- og dyreplanktonets biomasser og artssammensætning er detaljeret beskrevet i tidligere rapporter. I det følgende er der derfor primært fokuseret på markante ændringer i perioden 1989-2001. Til vurderingen af hvorvidt der er sket signifikante ændringer, er anvendt lineær regressionsanalyse mellem tiden (år) og års- og sommergennemsnit af planktonbiomassen og -sammensætningen.

Søens fiskebestand er undersøgt i 1988, 1993 og 2000 efter retningslinierne angivet i vejledningen for fiskeundersøgelser fra DMU /11/. Undersøgelserne er særskilt rapporteret i /12,13,14/. Derudover er der årligt foretaget fiskeundersøgelser siden 1996 efter et reduceret program med henblik på at følge effekterne af den biomanipulation, der blev sat i værk i 1996. De foreløbige resultater af opfiskningen er ligeledes vurderet i dette afsnit.

Endelig er søens fiskeyngel siden 1998 undersøgt årligt efter retningslinierne i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser fra DMU /15/.

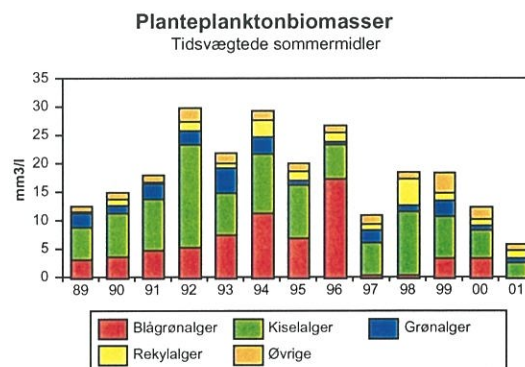
9.1 Planteplankton

Udvikling i biomasse og artssammensætning

Sommermiddelbiomassen af planteplankton steg i perioden 1989-91 jævnt, fra 12,4 til 15,0 mm³/l, for herefter i 1992 at stige brat til 29,7 mm³/l, dels som følge af et mindre græsningstryk dette år og dels som følge af en varm sommer, der gav algerne gode vækstbetingelser (figur 36).

I 1993 faldt sommermiddelbiomassen igen som følge af en kølig sommer samt en stor gennemstrømning af søen allerede i september måned.

Året efter steg sommermiddelbiomassen atter bla. som følge af en varm sommer og et lavt græsningstryk og nåede med 29,2 mm³/l op på samme høje niveau som i 1992.



Figur 36. Tidsvægtede sommermiddelbiomasser af planteplankton 1989-2001.

I 1995 faldt sommermiddelbiomassen igen som følge af dels en kølig forsommer og dels et øget græsningstryk. I 1996 steg sommermiddelbiomassen til 26,7 mm³/l trods lave planteplanktonbiomasser i maj og juni måned. Årsagen til den høje sommermiddelbiomasse i 1996 var den varme og tørre august måned, der skabte basis for en rekordstor blågrøn algebiomasse, der midt i måneden nåede et ekstremt højt niveau på 173 mm³/l.

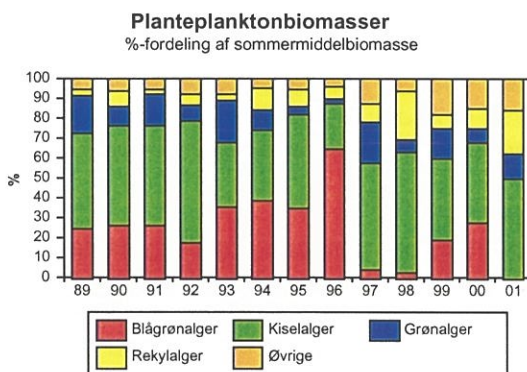
I 1997 faldt sommermiddelbiomassen til 10,9 mm³/l, der var det hidtil laveste sommergennemsnit. Årsagen til dette fald var primært udeblivelsen af den massive blågrøn algeopblomstring, der de senere år havde fundet sted omkring august måned. I 1998 steg sommermiddelbiomassen til 18,5 mm³/l, og forøgelsen skyldtes primært en stigning i mængden af kiselalger og rekyalger i forhold til året før. I 1999 lå sommermiddelbiomassen med 18,3 mm³/l i niveau med biomassen i 1998 og ligeledes tæt på gennemsnittet for den foregående periode 1989-98 på 20 mm³/l.

I 2000 faldt sommermiddelbiomassen igen i forhold til de seneste to år og var med 12,3 mm³/l i niveau med biomasserne i 1989 og 1997. Faldet var primært betinget af en mindre biomasse af kiselalger og grøn alger, mens biomassen af blågrøn alger var i niveau med 1999.

I 2001 fortsatte faldet i algebiomassen og sommermiddelbiomassen på bare 5,7 mm³/l var den hidtil laveste i overvågningsperioden. Faktisk var sommermiddelbiomassen i 2001 kun godt det halve af den hidtil laveste sommermiddelbiomasse registreret i 1997.

Sammenfattende har planktonbiomassen varieret fra år til år med de største biomasser i perioden omkring 1992-96, hvor blågrønalgerne typisk opbyggede en relativ stor biomasse. I den efterfølgende periode har sommermiddelbiomassen af planteplankton generelt været faldende.

Betragtes de enkelte algegrupperes procentvise andel af biomassen i vækstsæsonen ses blågrønalgerne skiftende betydning tydeligt (figur 37). Blågrønalgerne procentandel var jævnt stigende frem til 1996, hvor de udgjorde 65% af sommerbiomassen. I 1997-98 faldt blågrønalgerne betydning brat, men andelen var igen stigende i 1999-2000 for så stort set at være fraværende i 2001, hvor de kun udgjorde 0,3% af den samlede algebiomasse.



Figur 37. De enkelte algegrupperes procentandel af planteplanktonbiomassen i sommerperioderne 1989-2001.

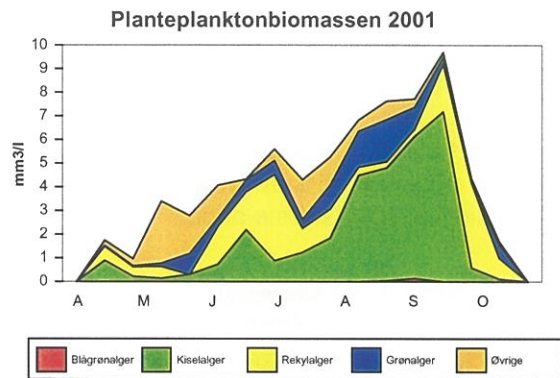
Status 2001

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2001 er vist i figur 38. I starten af april dominerede kiselalger, afløst af rekyalger i midten af måneden og sidst på måneden af gulalger, der dominerede det meste af maj måned. Fra slutningen af maj til over i juli fik rekyalger større og større betydning, men herefter tog kiselalgerne over og var helt dominerende i sensommeren.

Årets største biomasse på $9,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ blev nået i midten af september og her udgjorde kiselalgerne fortrinsvis arter tilhørende den trådformede centriske slægt *Aulacoseria* - 74% af biomassen. Herefter klingede biomassen af kiselalger af og rekyalger blev igen dominerende algegruppe i søen.

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2001 var atypisk først og fremmest på grund af blågrønalgerne ringe betydning. Blågrønalgerne har i hovedparten af årene opbygget en betydelig biomasse i sensommeren, men de store nedbørsmængder i august og september og den deraf følgende hurtige

vandudskiftning i søen har formodentlig været en medvirkende faktor til blågrønalgerne ringe forekomst.



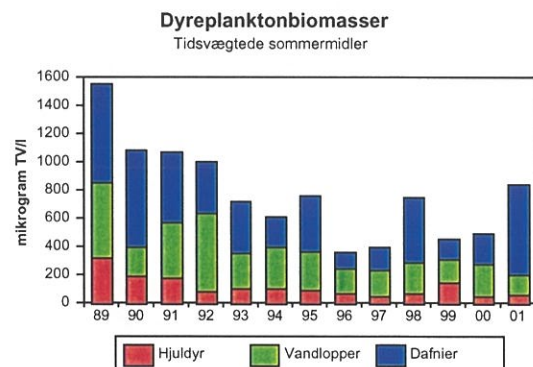
Figur 38. Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2001.

Derudover var året atypisk ved rekyalgerne relativ store betydning ikke mindst i maj måned, hvor kiselalgerne normalt er den dominerende algegruppe i søen.

9.2 Dyreplankton

Udvikling i biomasse og artssammensætning

Dyreplanktonbiomassen har generelt været faldende fra overvågningsperiodens start og frem til omkring 1996, hvor sommermiddelbiomassen var under en fjerdedel af biomassen i 1989 (figur 39).



Figur 39. Udviklingen i den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i 1989-2001.

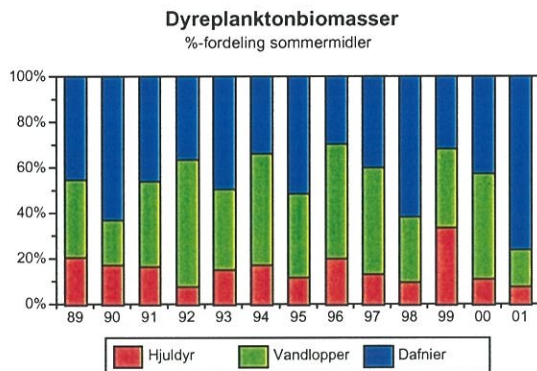
Sommermiddelbiomassen begyndte så igen at stige og nåede med 837 µg tv/l i 2001 det højeste niveau siden 1992.

Nedgangen i dyreplanktonets sommermiddelbiomasse frem til 1996 skyldtes først og fremmest en

nedgang i dafniebiomassen, men også hjuldyrenes og vandloppernes biomasse faldt i perioden.

Betragtes de tre dyreplanktongruppers procentandel af sommermiddelbiomassen gennem overvågningsperioden, er der ikke sket signifikante ændringer. Der er således tale om en generel tilbagegang for alle tre grupper (figur 40).

Bemærkelsesværdigt er det imidlertid, at dafnierne i 2001 udgjorde 75% af dyreplanktonbiomassen - den hidtil absolut største andel.

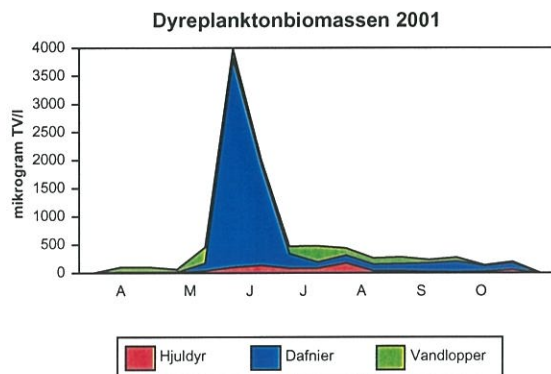


Figur 40. Udviklingen i de enkelte dyreplanktongruppers procentandel af sommermiddelbiomassen 1989-2001.

Status 2001

Udviklingen i dyreplanktonbiomassen over året i 2001 er vist i figur 41.

Dyreplanktonbiomassen var lav frem til begyndelsen af maj, hvorefter der i løbet af maj blev opbygget årets største biomasse på lige knap 4.000 µg tv/l. Dette biomassemaksimum var faktisk usædvanligt stort - det næststørste hidtil registreret i søen - kun overgået én gang i 1989.



Figur 41. Udviklingen i dyreplanktonbiomassen i 2001.

Årets store biomassemaksimum var helt domineret af dafnier, med snabeldafnien *Bosmina longirostris* som den klart mest betydende art. *Bosmina longirostris* udgjorde således omkring 90% af den samlede dyreplanktonbiomasse i slutningen af maj.

Dyreplanktonbiomassen faldt herefter brat og var i begyndelsen af juli nede på en biomasse på knap 500 µg tv/l. I de følgende måneder klingede biomassen langsomt af, men i hovedparten af perioden stadig med dafnier som de mest betydende. *Daphnia cucullata* var frem til august den næstvigtigste dafnieart og i august og begyndelsen af september den vigtigste art.

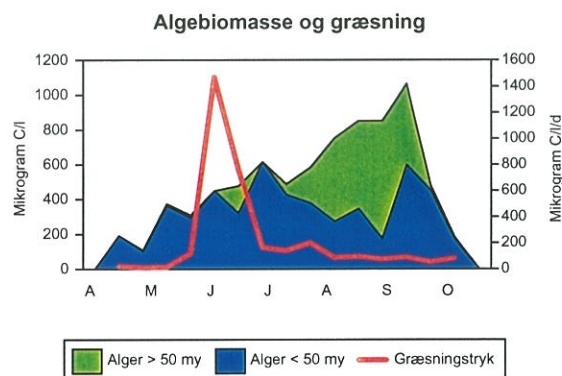
Fødebegrænsning

Mængden af umiddelbart tilgængelig føde for dyreplanktonet (alger < 50 µm) var generelt ikke begrænsende for dyreplanktonets udvikling i 2001.

Dafnierne var kun fødebegrænsede først i april, først i juni samt i november. De calanoide vandlopper var ikke fødebegrænsede på noget tidspunkt.

Græsning

Udviklingen i mængden af planteplankton og dyreplanktonets græsningstryk på planteplanktonet i 2000 er vist i figur 42. Planteplanktonet er på figuren opsplittet i alger < 50 µm, der er den del af algerne som umiddelbart er spiselige for dyreplanktonet, og alger > 50 µm.



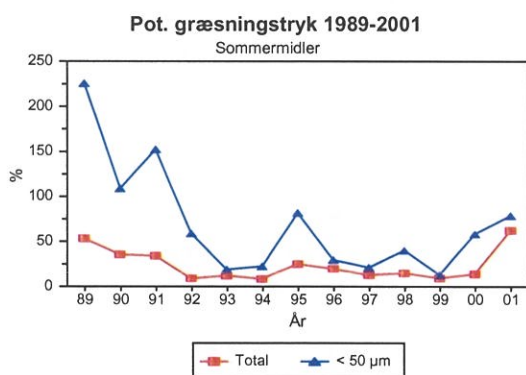
Figur 42. Græsning (mg C/l/d) og mængden af planteplankton (mg C/l) i 2001.

I lighed med sidste år var græsningstrykket i 2001 i perioder højt. Dette var især tilfældet sidst i maj og først i juni, hvor græsningstrykket var endda meget højt (240-328%), men græsningstrykket var også betydeligt i resten af vækstsæsonen (27-52%).

Dyreplanktonet har således sandsynligvis haft en regulerende effekt på mængden af de små algeformer i søen gennem hele vækstsæsonen. Især i maj og juni må dyreplanktonets græsning have haft en betydelig effekt på mængden af de små alger.

Udviklingen i dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplanktonet i perioden 1989-2001 er vist i figur 43. På figuren er dels angivet det potentielle græsningstryk på hele planteplanktonet og dels det potentielle græsningstryk på den del af algerne, der umiddelbart er spiselig for dyreplanktonet (alger < 50 µm). De viste værdier på figuren er sommermidler for de enkelte år.

Som det fremgår af figuren, er græsningstrykket generelt faldet i de første år af overvågningsperioden. Herefter har græsningstrykket varieret fra år til år uden nogen tydelig udvikling. I 2000 og 2001 ser det imidlertid ud til, at græsningstrykket atter er stigende, bl.a. er græsningstrykket i 2001 på den totale algemængde overvågningsperiodens hidtil højeste.



Figur 43. Udviklingen i det sommergennemsnitlige græsningstryk 1989-2001.

Set for hele perioden kan der dog konstateres et signifikant fald i græsningstrykket på den del af algerne, der er mindre end 50 µm (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

9.3 Fiskebestand

Fiskeyngel

Søens fiskeyngel blev undersøgt i juli 2001 efter det standardiserede fiskeyngelundersøgelingsprogram /15/. Resultaterne er medtaget i bilag 10.

Der blev som ved de foregående yngelundersøgelser konstateret yngel fra 4 arter; skalle, regnløje, brasen og aborre, hvortil kommer etårige regnløjer.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 1,55 pr. m³ i littoralen og 6,45 pr. m³ i pelagiet (tabel 7), hvilket var lidt mindre sammenlignet med de foregående år.

Vægtmæssigt var tætheden 0,45 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 2,54 g pr. m³ i pelagiet (tabel 8), hvilket var lidt mere end i 2000.

Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de seneste fire år, var tætheden af karpeskeyngel i 2001 over middel, mens aborrefiskeynglens tæthed var meget stor.

Tabel 7. Den beregnede tæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2001.

	Antal m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpesfisk	0,994	3,342	64	52
Aborrefisk	0,558	3,111	36	48
Laksefisk	0	0	0	0
Andre	0	0	0	0
Total	1,552	6,453	100	100

Tabel 8. Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2001.

	Vådvægt g/ m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpesfisk	0,152	0,534	34	21
Aborrefisk	0,299	2,004	66	79
Laksefisk	0	0	0	0
Andre	0	0	0	0
Total	0,452	2,538	100	100

Skalleynglen var en smule under middelstørrelse, aborreynglen var normal, mens de få brasener der blev fanget var usædvanlig store sammenlignet med fangsterne i de øvrige 13 søer.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige regnløjer) omkring 1. juli var med godt 72 mg tv/m³/d større end i de foregående år og meget betydelig sammenlignet med de øvrige undersøgte søer. Fiskeynglen har således antageligt ydet et betydeligt prædationstryk på søens dyreplankton i 2001.

Øvrig fiskebestand

Søens fiskebestand er undersøgt i 1988, 1993 og igen i 2000 efter det standardiserede fiskeprogram. I forbindelse med den opfiskning, der blev indledt i foråret 1996, er fiskebestanden tillige undersøgt årligt siden 1996 efter et reduceret undersøgelsesprogram. Formålet med disse undersøgelser er løbende at følge udviklingen i fiskebestanden under opfiskningen.

Udviklingen i fiskebestanden fra 1988 og frem til 1996 er udførligt beskrevet i temarapporten fra 1997 /7/ og fiskebestandens sammensætning og udvikling i 1997-2001 er på baggrund af de udførte fiskeundersøgelser beskrevet i interne notater. Resultaterne fra fiskeundersøgelsen i 2000 er beskrevet i en særskilt rapport /14/.

I det følgende gives derfor kun et kort resume af fiskebestandens udvikling i perioden 1988-2001 samt en beskrivelse af fiskebestandens aktuelle størrelse og sammensætning.

Søen rummer i alt 10 arter: Skalle, brasen, aborre, hork, regnløje, rudskalle, gedde, suder, ål og spejlkarpe, hvoraf sidstnævnte første gang er registreret i søen i 1996 og hork i 2000. Sandart er tidligere forekommet i søen, men er ikke registreret siden 1996.

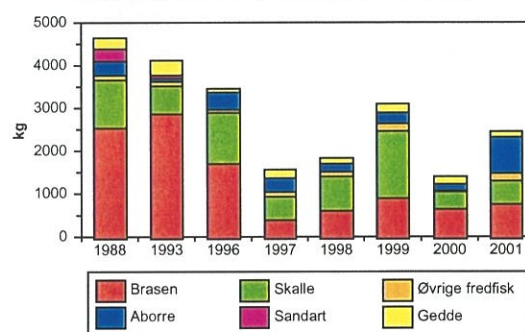
Fiskebestanden var både i 1988 og i 1993 karakteristisk for en mindre, lavvandet og næringsrig sø med en ringe sigtdybde, dvs. - med en udpræget dominans af småskaller og mindre brasener, med en til tider talrig bestand af regnløjer og med gedden som dominerende rovfisk. Fiskebiomassen var med skønsmæssigt 40-50 g vådvægt/m³ forholdsvis høj i overensstemmelse med søens høje næringsniveau, og rovfisk udgjorde med 9-12% kun en beskedent andel af fiskebiomassen.

I foråret 1996 indledtes opfiskningen af skaller og brasener og siden starten i 1996 er der i alt opfisket knap 9,7 ton fisk i søen fordelt på ca. 4,1 ton skaller og 5,5 ton brasener.

Udviklingen i fiskebestandens biomasse i perioden 1988-2001 er vist i figur 44.

Fra en meget betydelig tæthed på knap 550 kg/ha - svarende til en samlet biomasse af fisk på ca. 5,2 ton i søen - var tætheden af fisk nede på ca. 150 kg/ha i sensommeren 2000 - svarende til en samlet fiskebiomasse i søen på 1,5 ton.

Skønnet fiskebiomasse 1988-2001



Figur 44. Skønnet biomasse af rovfisk og fredfisk (excl. ål) i søen 1988, 1993 og 1996-2001.

I 2001 er der opfisket lidt over 1 ton skaller og brasener, hvoraf langt hovedparten (915 kg) var brasener. Efter opfiskningen i 2001 er biomassen af fredfisk skønnet til ca. 160 kg/ha mod en skønnet biomasse i 1988 på ca. 460 kg/ha.

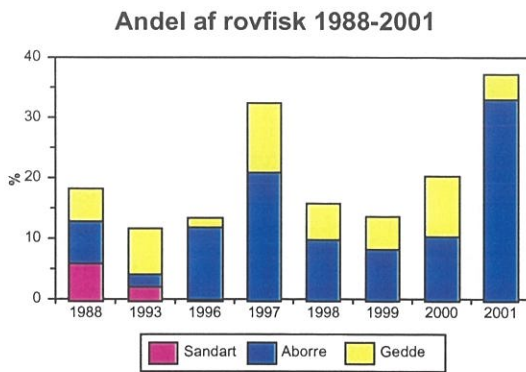
På trods af en betydelig nedfiskning har fredfiskebestanden tidligere formået at gendanne en væsentlig del af den opfiskede biomasse. Især har skallerne udvist en stor evne til hurtigt at erstatte den tabte biomasse, mens brasenerne kun i mindre omfang har formået at overkomme fiskeriet, blandt andet som følge af større fiskeritryk.

Dette var især tilfældet i 1998 og 1999, hvor fiskeritrykket ikke var tilstrækkeligt stort. I disse to år oversteg skallerne og brasenerne nettoproduktion den opfiskede mængde med det resultat, at begge arter påny øgede deres biomasse. Fiskeritrykket blev derfor øget i 2000.

Samtidig blev der i 2001 gjort et forsøg på at styrke søens aborrebestand. Fiskeundersøgelserne i de foregående år viste nemlig, at aborrebestanden endnu ikke havde reageret på den massive opfiskning af skaller og brasener. Når hovedparten af skallerne og brasenerne fjernes fra en sø kan aborren normalt i kraft af et stort vækstpotentiale hurtigt opbygge en stor bestand af rovlevende aborrer. Dette var imidlertid endnu ikke sket i Borup Sø.

I løbet af 2001 blev der derfor udsat ca. 600 kg store aborrer. På grund af leveringsvanskeligheder, blev kun en mindre del af aborrerne udsat i foråret (ca. 160 kg), mens de resterende ca. 440 kg først blev udsat i november måned.

Figur 45 viser udviklingen i søens rovfiskebestand i perioden fra 1988 og frem.



Figur 45. Rovfiskenes procentandel af den samlede fiskebestand (excl. ål) i perioden 1988-2001.

I 1988 udgjorde rovfiskene skønsmæssigt knap 20% af søens samlede fiskebestand (ål ikke medregnet, da elektrofiskeri ikke er indgået ved alle fiskeundersøgelserne i søen). Tidligere udsatte sandarter udgjorde dengang en væsentlig del af rovfiskebestanden. I 1993 var rovfiskenes andel reduceret til godt 10% som følge af en markant nedgang i både sandarternes og aborrernes biomasse.

Efter biomanipulationen blev iværksat i 1996 steg rovfiskenes andel af fiskebestanden igen som følge af en stor reduktion i mængden af skaller og brase-ner. Frem til 1999 faldt rovfiskenes andel imidlertid igen, dels som følge af at fredfiskebestanden påny øgede dens biomasse og dels fordi aborrebestanden ikke voksede.

Efter intensivering af opfiskningen i 2000 steg aborrernes andel og denne gang ser det ud til, at aborrebestanden har reageret på den mindskede fødekonekurrence, idet både bestandens biomasse og størrelsesstruktur har ændret sig væsentligt.

I sensommeren 2001 udgjorde aborrerne omkring en tredjedel af den samlede fiskebestands biomasse og i modsætning til tidligere er vækst og overlevelse markant bedre. Aborrebestanden er så yderligere styrket gennem udsætning af 440 kg store aborrrer i november 2001.

Geddebestanden er også søgt styrket gennem årlige udsætninger af årsyngel og vækst og overlevelse blandt den udsatte geddeyngel har været relativ god. Den skønnede biomasse af gedder er dog i 2001 stadig lidt mindre end før opfiskningen.

9.4 Samspillet mellem stofkoncentrationer, plante- og dyreplankton samt fiskebestand

I dette afsnit er udviklingen gennem perioden og de vigtigste styrende faktorer kort resumeret og mulige effekter af den igangværende opfiskning er vurderet.

Sommermiddelbiomassen af planteplankton var i perioden 1989-1992 kraftigt stigende, primært som følge af en stigning i biomassen af kiselalger. I perioden 1993-96 varierede biomassen en del, men forblev generelt på et højt niveau. Gennem hele perioden 1989-96 steg blågrønalgenes biomasse og nåede et foreløbigt maksimum i 1996, hvor de helt dominerede biomassen af alger i søen.

Sideløbende faldt sommermiddelbiomassen af dyreplankton markant, hovedsageligt som følge af et fald i biomassen af dafnier, der i 1996 nåede ned på en syvendedel af biomassen i 1989. Dyreplanktonets tilbagegang resulterede i at græsningstryk- ket på algerne faldt ligeså markant. I takt hermed fik tilgængeligheden af næringsstoffer større og større betydning som regulerende faktor for algebiomassen i søen.

For at vende den negative udvikling i søen blev der som tidligere nævnt iværksat en opfiskning i 1996 af søens meget store bestand af skaller og brase-ner.

Samme år steg sigt dybden på trods af en stor mængde blågrønalger og denne udvikling fortsatte i 1997, hvor biomassen af planteplankton, - primært som følge af en beskedent blågrønalgebiomasse dette år - faldt markant. Denne forbedring kunne imidlertid ikke tilskrives et større græsningstryk på planteplanktonet, idet biomassen af dyreplankton i disse år nåede et absolut minimum.

I 1998 og 1999 fortsatte opfiskningen i søen, men fiskeritrykket var ikke tilstrækkeligt stort til at reducere mængden af skaller og brase-ner yderligere. Tværtimod begyndte mængden af skaller og brase-ner at stige som følge af en usædvanlig effektiv rekruttering hos begge arter.

I 1998 steg algebiomassen igen, men masseopblomstringen af blågrønalger udeblev for andet år i træk. Samtidig steg dyreplanktonbiomassen markant i kraft af en væsentlig større dafniebiomasse.

At mængden af dafnier steg i både 1997 og 1998 hang sandsynligvis sammen med blågrønalgenes tilbagegang. Blågrønalger udgør nemlig generelt et

dårligt fødegrundlag for dafnierne. Selv om dyreplanktonbiomassen steg i 1998, forblev græsningstrykket på algerne lavt.

Planteplanktonbiomassen var i 1999 i niveau med 1998, men modsat de forgående par år skete igen en masseopblomstring af blågrønalger i september/oktober, antageligt som følge af en usædvanlig varm sensommer. Dyreplanktonbiomassen var lavere end i 1998 og specielt biomassen af dafnier og vandlopper var blandt de lavest registrerede i overvågningsperioden. Græsningstrykket var således lavt gennem hele året.

I 2000 faldt sommermiddelbiomassen af planteplankton igen til et niveau svarende til i 1997, der var overvågningsperiodens hidtil laveste. Samtidig steg dyreplanktonbiomassen og modsat de foregående par år var græsningstrykket så stort, at dyreplanktonet antageligt i perioder har kunnet regulere mængden af de små algeformer i søen.

Fiskeyngelundersøgelsen i juli 2000 viste samstemmende et væsentligt mindre predationstryk på dyreplanktonet end i de foregående par år og fiskeynglen var næppe i stand til at begrænse dyreplanktonet i 2000. Samtidig medførte den intensiverede opfiskning af skaller og brasener i , at fredfiskebestanden nu var nede på det hidtil laveste niveau siden overvågningen af søen begyndte.

I 2001 fortsatte den positive udvikling i søen. Sommermiddelbiomassen af planteplankton nåede ned på det hidtil absolut laveste niveau og sigtdybden var med et sommergennemsnit på 0,91 meter ikke bare overvågningsperiodens hidtil højeste, men også meget tæt på målsætningskravet på 1 meter.

Dyreplanktonbiomassen steg markant i forhold til 2000 og dafnier var igen dominerende blandt dyreplanktonet. Græsningstrykket var i perioder højt og dyreplanktonet kunne i disse perioder antagelig regulere mængden af de små alger i søen.

Fiskebestanden har også ændret karakter. Mest markant er aborrernes store andel af fiskebestanden i 2001, hvilket forhåbentligt vil føre til en regulering af skalle- og brasenbestanden.

Sammenfattende ser det ud til, at opfiskningen muligvis nu kan føre til den varige ændring i fiskebestandens sammensætning, der er en del af forudsætningen for at søen igen bliver klarvandet.

10. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller

Som noget nyt måles for indholdet af miljøfremmede stoffer i vandfasen i 8 af NOVA søerne, bl.a. Borup Sø. Målingerne udføres hvert andet år, hvor der udtages 6 vandprøver fordelt på to i juni, to i juli, én i august og én i september /16/. Samtidig måles for indhold af tungmetaller.

I dette afsnit præsenteres resultaterne af målingerne i 2001. En liste over undersøgte stoffer samt analyseresultater findes i bilag 12.

10.1 Tungmetaller

Der er i 2001 analyseret for følgende stoffer: Arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, kviksølv, nikkel og zink. En tilsvarende undersøgelse af indholdet af tungmetaller i vandfasen blev foretaget i 1998 og resultaterne herfra er medtaget i tabel 9, der viser gennemsnitskoncentrationen af de enkelte tungmetaller i vandfasen i henholdsvis 1998 og 2001 samt kvalitetskrav for stofferne.

Tabel 9. Gennemsnitskoncentrationer af tungmetaller i vandfasen i 1998 og 2001 samt kvalitetskrav i henhold til /17/. Alle værdier angivet i µg/l.

Tungmetal	1998	2001	Kvalitetskrav
Arsen (As)	0,242	0,753	4
Bly (Pb)	0,583	0,433	3,2
Cadmium (Cd)	0,032	0,007	5
Chrom (Cr)	0,340	0,222	10
Kobber (Cu)	0,633	0,567	12
Kviksølv (Hg)	0,002	0,018	1
Nikkel (Ni)	0,860	0,783	160
Zink (Zn)	-	1,383	110

Indholdet af tungmetaller i søvandet i Borup Sø er generelt lavt, hvilket også er forventeligt, da der ikke er udledninger fra industri og renseanlæg i oplandet til søen.

Sammenlignet med kvalitetskravene angivet i tabel 9 er indholdet af samtlige målte tungmetaller i søvandet da også væsentligt under kravene.

Tungmetalindholdet i søvandet samt eventuel bioakkumulerende effekt hos fisk er tidligere detaljeret beskrevet i /18/. Heri blev det konkluderet, at koncentrationerne af tungmetaller i Borup Sø generelt ligger væsentligt under grænsen for akutte

effekter på dyre- og plantelivet i søen. Med hensyn til bioakkumulation af tungmetaller i fisk er det kun bly, der kommer i nærheden af koncentrationer, der kan medføre kroniske effekter hos fiskene.

10.2 Miljøfremmede stoffer

Der er analyseret for 75 miljøfremmede stoffer indenfor følgende grupper: Polyaromatiske kulbrinter (PAH'er), pesticider, aromatiske kulbrinter, phenoler, blødgørere, anioniske detergenter samt ethere.

Der blev fundet 13 miljøfremmede stoffer, defineret som stoffer der forekom i koncentrationer over detektionsgrænsen. Af disse stammede de 12 fra pesticider - enten som aktiv stof eller nedbrydningsprodukt heraf, mens ét stof tilhørte gruppen phenoler. Fundne stoffer samt stofkoncentrationer og antallet af fund er vist i tabel 10.

Tabel 10. Fundne miljøfremmede stoffer. Max. koncentration, gennemsnitskoncentration samt antallet af fund ud af 6 prøvetagninger.

Stof	Gns. (µg/l)	Max. (µg/l)	Antal fund
AMPA	0,084	0,13	6
Glyphosat	0,041	0,11	6
Terbutylazin	0,015	0,031	4
Dichlorprop	0,010	0,027	4
Hydroxysimazin	0,008	0,014	4
BAM	0,008	0,022	3
3-hydroxycarbofuran	0,013	0,043	2
Simazin	0,008	0,032	2
TCA	0,006	0,021	2
MCPA	0,003	0,01	2
Hydroxyatrazin	0,004	0,012	1
Bentazon	0,003	0,016	1
Nonylphenoethoxylater	0,017	0,1	1

Hyppigst forekommende var glyphosat og dets nedbrydningsprodukt AMPA (aminomethylphosphonsyre), der begge blev fundet ved alle seks målerunder. Det var samtidig de to stoffer, der forekom i de klart højeste koncentrationer. Glyphosat er det aktive stof i totalukrudtsmidlet "Round

up”, der er tilladt at anvende og bruges på såvel marker som i haver.

Terbuthylazin, dichlorprop og hydroxysimazin blev fundet i 4 ud af 6 prøver. Terbuthylazin er det aktive stof i et herbicid i gruppen af triaziner, der bl.a. rummer simazin og atrazin. Sidstnævnte stof blev tidligere ofte anvendt langs veje og jernbaner inden det blev forbudt i 1994. Dichlorprop er det aktive stof i et herbicid af phenoxysyregruppen. Stoffet er tilladt at anvende med en række begrænsninger på korn- og frøgræsmarker samt på plæner. Hydroxysimazin er et nedbrydningsprodukt af herbicidet simazin, der også er tilladt at anvende ligeledes med en række begrænsninger.

BAM (2,6-dichlorbenzamid) er et nedbrydningsprodukt af herbicidet dichlorbenil, der især er anvendt i haver og på befæstede arealer. Stoffet er i dag forbudt. BAM er fundet i 3 ud af 6 målerunder.

3-hydroxycarbofuran, simazin, TCA og MCPA er fundet i 2 ud af 6 målerunder. 3-hydroxycarbofuran er et nedbrydningsprodukt af insekticidet carbofuran, der bl.a. er anvendt som middel mod skadedyr på planter. Simazin er et herbicid med en række begrænsninger på anvendelsen. TCA er et herbicid med trichloreddikesyre som aktivstof. MCPA er et herbicid tilhørende phenoxysyregruppen.

Hydroxyatrazin og bentazon blev begge fundet ved en enkelt målerunde. Hydroxyatrazin er et nedbrydningsprodukt fra herbicider med atrazin som aktivstof. Atrazin blev som tidligere nævnt allerede forbudt i 1994. Bentazon er et herbicid med begrænset anvendelse på marker.

Udover ovennævnte pesticider blev der ved én af målerunderne fundet nonylphenoethoxylat, der er et overfladeaktivt stof i bl.a. vaske- og rengøringsmidler, maling og lak, kosmetik samt hjælpestof i bekæmpelsesmidler. Nonylphenoler virker som kønshormonet østrogen hos pattedyr, fisk og krebsdyr.

For alle ovennævnte stoffer på nær glyphosat og AMPA gælder, at *når* de er fundet er det typisk i meget små koncentrationer lige omkring detektionsniveauet.

Glyphosat og AMPA (som tidligere nævnt henholdsvis aktivstoffet i “Round up” og dets nedbrydningsprodukt) er altså både de hyppigst forekommende stoffer og samtidig dem, der blev fundet i de største koncentrationer. Den største koncentration af glyphosat (0,11 µg/l) blev fundet i september, hvor koncentrationen var væsentligt højere end

ved de foregående 5 målerunder (0,021 - 0,036 µg/l). Største koncentration af AMPA (0,13 µg/l) blev ligeledes fundet i september, men her var forskellen fra de foregående 5 målerunder (0,046 - 0,11 µg/l) ikke så markant.

De højeste målte koncentrationer af såvel glyphosat og AMPA ligger lige akkurat over grænseværdien for indholdet i drikkevand, der er på 0,1 µg/l for begge stoffers vedkommende /19/.

Glyphosat er vurderet til at have en lav akut giftighed overfor dafnier, mens det er giftigt overfor fisk og alger. AMPA er vurderet til at have en lav akut giftighed overfor fisk og dafnier, mens det er moderat giftigt overfor alger /20/.

De koncentrationer, hvor glyphosat og AMPA har en effekt er imidlertid betydeligt højere end de koncentrationer, der er målt i vandfasen i søen. De koncentrationer af stofferne, hvor der ikke er observeret en effekt (NOEC koncentrationer) er således adskillige mg pr.liter vand.

11. Konklusion

Set for hele perioden 1989-2001 kan der ikke konstateres et fald i hverken fosfor- eller kvælstoftilførslen til Borup Sø. De betydelige variationer årene imellem i tilførslen af både fosfor og kvælstof kan stort set tilskrives variationer i vandtilførsel til søen i de respektive år.

Der har dog i de seneste 4-5 år været en tendens til et fald i den vandføringsvægtede indløbskoncentration af fosfor.

Mængden af tilført fosfor er fortsat større end den fosformængde, der fraføres søen, hvorfor søens interne fosforpulje stadig øges.

I perioden 1989-96 var søen inde i en negativ udvikling, med stigende algebiomasser og med en større og større dominans af blågrønner. Samtidig faldt mængden af dyreplankton i form af en nedgang i mængden af dafnier.

For at vende denne udvikling blev der i 1996 iværksat en opfiskning af søens meget store bestand af skaller og brasener. I 1996 og 1997 var tilstanden i søen bedre, men dyreplanktonet formåede stadig ikke at kontrollere mængden af alger i søen og i 1998-99 gik udviklingen igen den gale vej med stigende algebiomasser.

For igen at vende udviklingen blev opfiskningen intensiveret i 2000.

Resultaterne fra overvågningen i 2001 viser, at algebiomassen igen er faldet og nu er den laveste hidtil registrerede. Samtidig er mængden af dafnier fortsat stigende og dyreplanktonet er igen i stand til i perioder at regulere mængden af planteplankton.

Fiskebestanden har også gennemgået en markant udvikling de sidste par år. Mængden af aborrer er steget meget betydeligt og aborrebestandens størrelsesstruktur er ændret, således at der nu i modsætning til tidligere er mange store aborrer.

Den ovennævnte udvikling afspejledes i 2001 i overvågningsperiodens hidtil bedste sommersigt-dybde på 0,91 m.

2001 var også året, hvor der for første gang blev undersøgt for miljøfremmede stoffer i søen. Ud af de 75 stoffer, der blev analyseret for, fandtes 13 af dem i vandfasen. Generelt var koncentrationerne af de fundne stoffer dog meget lav. Rester af totalukrudtsmidlet "Round up" blev fundet i samtlige

målerunder og i væsentligt højere koncentrationer end nogen af de øvrige miljøfremmede stoffer, men dog ikke i så store koncentrationer, at det vurderes at have nogen påviselig effekt på søens plante- og dyreliv.

Borup Sø er generelt målsat (B) hvilket bl.a. indebærer krav til en gennemsnitlig fosforkoncentration mindre end 100-150 µg P/l og en sigtdybde ikke under 1 meter, begge beregnet som sommergennemsnit. Desuden er der krav om en udbredt undervandsvegetation og en varieret og alsidig fiskebestand uden masseforekomst af fredfisk.

For nærværende er ingen af kravene opfyldt.

Den iværksatte intensivering af opfiskningen forventes imidlertid at kunne bringe søen et væsentlig skridt nærmere målsætningen. Fiskebestanden er godt på vej hertil og sommersigt-dybden er heller ikke langt fra målet. Fastholdes den positive udvikling forventes det, at undervandsplanter igen vil indfinde sig i søen og ad åre at kunne dække en stor del af søbunden.

Af afgørende betydning for søens udvikling i de kommende år er det imidlertid, at næringsstofftilførslen til søen reduceres yderligere. Lykkes dette ikke, er der risiko for at søen igen udvikler sig i en negativ retning.

12. Referencer

- 1/ Miljøstyrelsen (2000). NOVA 2003. Programbeskrivelse for det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 1.
- 2/ Danmarks Miljøundersøgelser (2000). Paradigma 2001. www.dmu.dk.
- 3/ Høy, T. og J. Dahl (1995). Danmarks søer. Søerne i Roskilde Amt, Københavns Kommune og Københavns Amt. Strandbergs Forlag.
- 4/ Danmarks Miljøundersøgelser (1999). Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplande 1998-2003. Vandløb og søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 15.
- 5/ Roskilde Amt (1995). Vandmiljøovervågning. Borup Sø 1989-94.
- 6/ Danmarks Miljøundersøgelser (1994). Notat fra arbejdsgruppe vedrørende beregning af den diffuse tilførsel af total N og total P fra umålte oplande i overvågningsprogrammet.
- 7/ Roskilde Amt (1997). Vandmiljøovervågning. Overvågning af søer 1996 samt temarapportering regionale søer.
- 8/ Kristensen, P., Jensen, J.P. & E. Jeppesen (1990). Eutrofieringsmodeller for søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9.
- 9/ Olrik, K. (1991). Planteplankton-metoder. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af planteplankton i søer og marine områder. Miljøprojekt nr. 187. Miljøstyrelsen.
- 10/ Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann & P. Andersen (1992). Zooplankton i søer - metoder og artslistes. Miljøprojekt 205. Miljøstyrelsen.
- 11/ Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990). Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelserprogram, fiskeredskaber og metoder. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- 12/ Roskilde Amt (1989). Fiskeribiologisk undersøgelse af Borup Sø, august 1988. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 13/ Roskilde Amt (1994). Fiskebestanden i Borup Sø, August 1993. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 14/ Roskilde Amt (2001). Fiskebestanden i Borup Sø, september 2000. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 15/ Lauridsen T.L. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer. - Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- 16/ Danmarks Miljøundersøgelser (1999). Overvågning af miljøfremmede stoffer i ferskvand. Teknisk anvisning fra DMU nr. 17.
- 17/ Miljø- og Energiministeriet (1996). Bekendtgørelse om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet. Bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996.
- 18/ Roskilde Amt (1999). Vandmiljøovervågning. Borup Sø 1989-98.
- 19/ DMU (1999). Miljøfremmede stoffer. Datablade af 23. marts 1999.
- 20/ Miljøstyrelsen (2000). Udleveret baggrundsmateriale om Round up.

13. Bilagsoversigt

1. Klimadata.
2. Søkort og morfometriske data.
3. Oplandsstørrelse, areal- og jordtypefordeling.
4. Samleskema for vandføring og stofkoncentrationer i tilløbet Borup Bæk, station 948, i perioden 1989-2001.
5. Vand- og stofbalanceberegninger for 2001 opgjort på månedsbasis.
6. Samleskemaer for vand og stof 1989-2001. Års- og sommerværdier.
7. Kildeopsplitning.
8. Samleskema for fysisk-kemiske målinger 1989-2001.
9. Samleskemaer for plankton.
10. Fiskeyngelundersøgelse 2001.
11. Fiskeundersøgelse 2001.
12. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer.
13. Oversigt over udførte undersøgelser i søen.

KLIMADATA - Borup Sø

Temperatur (grader C)

Måned	Normal 1961-90	2001
Jan	-0,4	1,6
Feb	-0,3	0,6
Mar	2	0,9
Apr	6	5,7
Maj	11,2	12,0
Jun	15,1	13,2
Jul	16,1	17,9
Aug	16	17,1
Sep	12,9	12,6
Okt	9	11,8
Nov	4,7	5,0
Dec	1,4	0,4
GNS:	7,8	8,2

Solskinstimer

Målestation: Københavns Lufthavn

Måned	Normal 1961-90	2001
Jan	43	24
Feb	68	110
Mar	117	138
Apr	185	158
Maj	249	329
Jun	259	286
Jul	244	345
Aug	233	247
Sep	158	115
Okt	103	87
Nov	57	100
Dec	38	32
År	1754	1971
Somme	1143	1322

Globalindstråling (MJ/m2)

Måned	Normal	2001
Jan		41
Feb		134
Mar		269
Apr		343
Maj		620
Jun		589
Jul		648
Aug		458
Sep		249
Okt		151
Nov		94
Dec		38
SUM:		3.634
GNS:		303

Hård vind målt ved Ledreborg Alle

(DMI 30421 Ledreborg Alle II)

% vindhastigheder lig med eller over 10,8 m/s

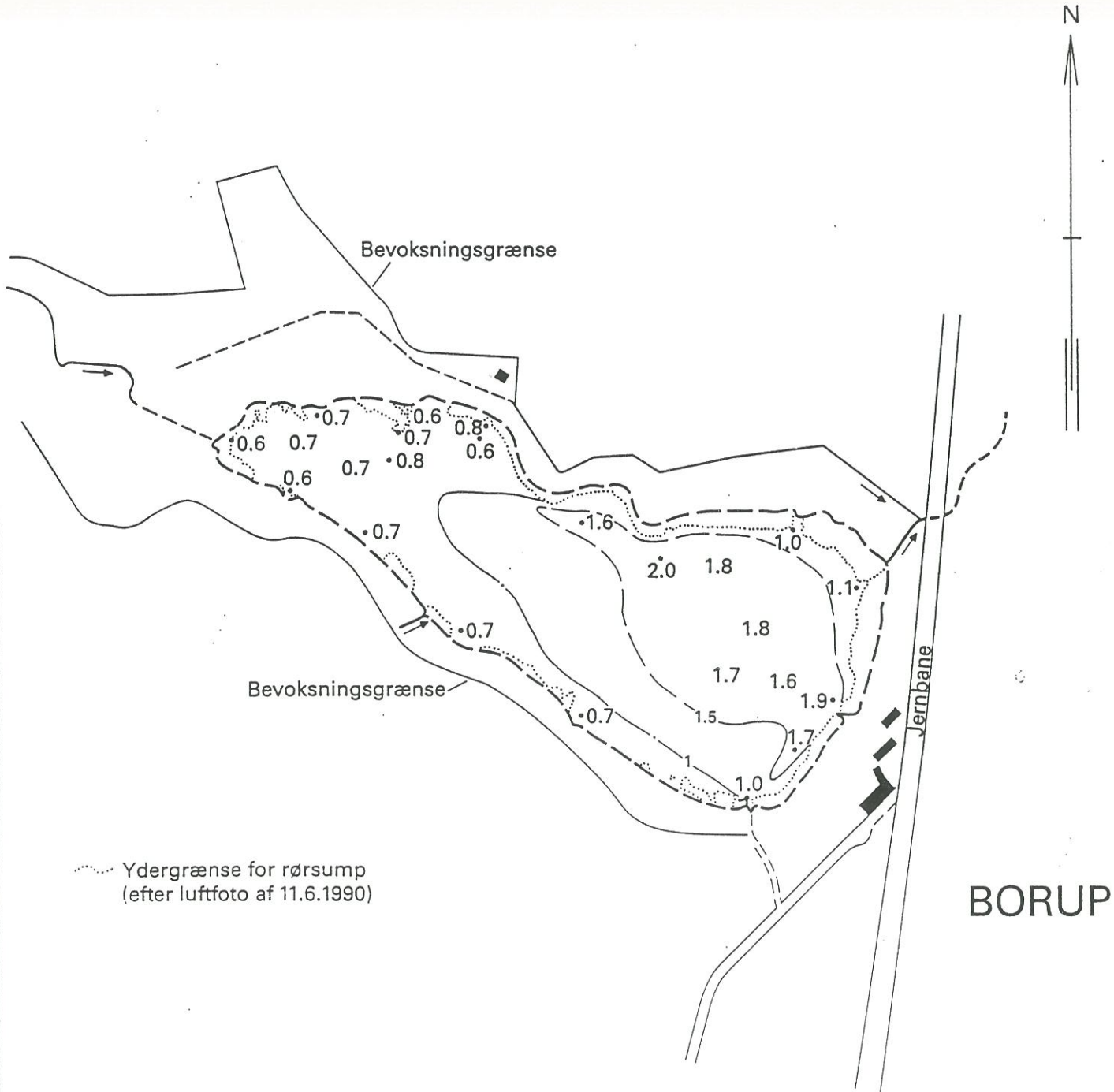
Måned	Normal 1989 - 98	2001
jan	5,7	0,0
feb	5,2	2,8
mar	5,2	2,7
apr	1,6	0,4
maj	0,5	0,5
jun	0,2	0,1
jul	0,0	0,0
aug	0,1	0,0
sep	0,3	0,0
okt	1,2	1,3
nov	1,3	0,8
dec	2,0	1,2

Potentiel fordampning (mm)

Måned	Normal 1961-90	2001
Jan	5	5,1
Feb	11	15,7
Mar	30	31,8
Apr	56	47,1
Maj	87	103,0
Jun	102	100,8
Jul	104	122,2
Aug	83	84,4
Sep	51	41,6
Okt	27	24,9
Nov	10	12,5
Dec	4	4,4
SUM:	570	594
GNS:	48	49

Nedbør (mm)

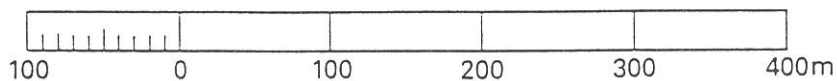
Måned	Normal 1961-90	2001
Jan	49	37
Feb	32	42
Mar	41	34
Apr	40	48
Maj	44	21
Jun	51	57
Jul	64	38
Aug	63	133
Sep	62	144
Okt	59	44
Nov	65	53
Dec	60	54
SUM:	630	703
GNS:	53	59



BORUP SØ

SKOVBO KOMMUNE, ROSKILDE AMT

1:5000



Ekkolodning foretaget maj 1991
ved vandspejl 40,0 m over DNN (GI)
Måling og udarbejdelse: Landinspektør Thorkild Høy
2. udg. juni 1991 på basis af fuldstændig nymåling.

© THORKILD HØY

BORUP SØ

Morfometriske data bestemt efter kort i 1:5000 udarbejdet af Thorkild Høy i 1991.

Areal: 9,5 ha

Volumen:

I dybdeintervallet 0 - 1 meter: 74.000 m³

I dybdeintervallet 1 - 1,5 meter: 20.000 m³

I dybdeintervallet 1,5 - 2,0 meter: 6.000 m³

Volumen i alt: 100.000 m³

Middeldybde: 1,05 meter

BORUP SØ. Topografisk opland, jordtypefordeling og arealudnyttelse.

OPLAND TIL:	Delopland til Borup Bæk, st. 948		Delopland direkte til sø		Samlet opland	
ENHED:	ha	%	ha	%	ha	%
TOTAL AREAL:	420	100	337	100	757	100
JORDTYPEFORDELING:						
1) Grovsandet jord	-	-	-	-	-	-
2) Finsandet jord	-	-	-	-	-	-
3) Lerblandet sandjord	3	1.4	-	-	3	0.6
4) Sandblandet lerjord	202	91.8	200	81.3	402	86.3
5) Lerjord	15	6.8	46	18.7	61	13.1
6) Svær lerjord	-	-	-	-	-	-
7) Humus	-	-	-	-	-	-
8) Kalkrig jord	-	-	-	-	-	-
AREALUDNYTTELSE:						
Dyrket areal	220	52.4	246	73.0	466	61.6
Skovareal	192	45.7	91	27.0	283	37.4
Ferskvandsareal	7	1.7	-	-	7	0.9
Byzoneareal	-	-	-	-	-	-
Befæstet areal	1	0.2	-	-	1	0.1
Andre arealer	-	-	-	-	-	-
CORINE:						
2110 Dyrket areal	225	53.6	251	74.5	476	62.9
3130 Blandet skov	195	46.4	86	25.5	281	37.1

Borup Bæk, station 948	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vandføring													
Årsmiddel (l/s)	20,3	29,8	29,5	23,3	46	62,1	33,5	9,3	10,0	35,5	36,8	24,1	23,8
Sommermiddel (l/s)	6,6	5,7	11,3	2,2	32,7	28,9	5,2	7,7	1,9	3,0	5,1	1,5	13,5
Total-P													
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	0,346	0,305	0,206	0,300	0,154	0,242	0,303	0,395	0,337	0,203	0,176	0,156	0,188
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	0,504	0,588	0,339	0,501	0,278	0,441	0,476	0,462	0,388	0,284	0,272	0,227	0,282
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	0,221	0,113	0,118	0,074	0,095	0,130	0,084	0,188	0,161	0,138	0,089	0,066	0,120
Vandføringsvægtet sommermiddelkonc. (mg/l)	0,653	0,380	0,174	0,117	0,162	0,277	0,128	0,179	0,258	0,190	0,193	0,155	0,167
Årlig stoftransport (kg)	141,3	105,9	109,5	54,7	138,1	254,5	89,0	55,2	50,9	153,9	102,8	50,7	89,8
Sommer stoftransport (kg)	57,3	28,8	25,9	3,4	69,8	106,1	8,7	18,3	6,3	7,4	13,0	3,1	29,9
Opløst fosfatfosfor													
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	0,182	0,217	0,109	0,246	0,117	0,186	0,238	0,332	0,269	0,127	0,104	0,100	0,101
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	0,325	0,440	0,180	0,435	0,227	0,375	0,378	0,404	0,309	0,221	0,175	0,156	0,182
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	0,103	0,066	0,062	0,040	0,060	0,078	0,044	0,136	0,117	0,050	0,043	0,034	0,055
Vandføringsvægtet sommermiddelkonc. (mg/l)	0,339	0,247	0,088	0,083	0,111	0,217	0,094	0,128	0,200	0,132	0,121	0,107	0,094
Årlig stoftransport (kg)	66,0	62,4	57,9	29,4	87,6	152,2	46,0	40,0	37,0	56,5	49,5	25,9	41,4
Sommer stoftransport (kg)	29,4	18,5	13,1	2,4	47,9	82,4	6,4	13,0	5,0	5,2	8,1	2,1	16,6
Part.-P													
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	0,164	0,088	0,097	0,054	0,037	0,056	0,065	0,063	0,068	0,076	0,072	0,057	0,087
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	0,179	0,148	0,159	0,066	0,051	0,066	0,098	0,058	0,079	0,063	0,097	0,071	0,101
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	0,118	0,046	0,055	0,034	0,035	0,052	0,041	0,051	0,044	0,087	0,046	0,032	0,065
Vandføringsvægtet sommermiddelkonc. (mg/l)	0,322	0,138	0,086	0,035	0,051	0,062	0,034	0,049	0,040	0,053	0,072	0,048	0,074
Årlig stoftransport (kg)	75,4	43,5	51,6	25,3	50,5	102,3	43,0	15,0	14,0	97,3	53,3	24,8	48,4
Sommer stoftransport (kg)	27,9	10,3	12,8	1,0	21,9	23,6	2,3	5,0	1,0	2,1	4,8	1,0	13,3
Total-N													
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	6,417	6,651	6,067	7,829	7,274	5,108	4,617	5,909	6,260	6,872	5,080	4,873	5,131
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	4,345	5,024	4,684	5,283	5,416	4,635	3,747	4,745	4,463	5,049	4,657	4,303	4,700
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	8,108	8,222	7,228	10,294	7,164	5,637	5,404	6,310	7,857	8,624	6,129	6,018	5,830
Vandføringsvægtet sommermiddelkonc. (mg/l)	3,683	7,014	4,605	4,812	5,240	5,154	3,439	4,198	3,738	5,451	4,098	4,485	6,006
Årlig stoftransport (kg)	5,195	7,736	6,729	7,573	10,391	11,044	5,715	1,848	2,490	9,646	7,113	4,590	4,370
Sommer stoftransport (kg)	323	532	685	138	2,264	1,971	235	429	92	213	277	90	1,073

Vandbalance Borup Sø 2001

Alle værdier i 1000m3

	Nedbør x søareal	Fordampn. x søareal	Direkte tilførsel	Målt tiløb	Umålt opløst	Samlet ekstern tilførsel	Fraførsel (i søafløb)	Magasin	"Grundvand" (+ indsvivning - udsivning)	Samlet tilførsel (ekstern + indsivning)	Samlet fraførsel (søafløb + udsivning)
Jan	4,1	0,6	0,0	88,6	70,2	162,3	244,8	-8,8	73,7	236,0	244,8
Feb	4,7	1,6	0,0	122,5	97,1	222,7	265,7	2,7	45,6	268,3	265,7
Mar	3,7	3,3	0,0	86,0	68,2	154,6	167,0	2,5	14,9	169,5	167,0
Apr	5,2	4,9	0,0	82,8	65,6	148,7	160,8	-0,9	11,2	159,9	160,8
Maj	2,3	10,7	0,0	26,9	21,3	39,8	61,8	-16,8	5,3	45,1	61,8
Jun	6,3	10,5	0,0	4,8	3,8	4,4	24,3	-6,0	14,0	18,4	24,3
Jul	4,2	12,7	0,0	0,9	0,7	-6,9	0,8	-7,9	-0,1	-6,9	0,9
Aug	14,6	8,8	0,0	5,1	4,0	14,9	7,2	5,1	-2,6	14,9	9,8
Sep	15,9	4,4	0,0	141,0	111,8	264,3	322,0	33,8	91,4	355,7	322,0
Okt	4,8	2,6	0,0	55,4	43,9	101,5	223,3	-16,2	105,5	207,0	223,3
Nov	5,8	1,3	0,0	53,9	42,8	101,2	119,3	9,5	27,7	128,9	119,3
Dec	6,0	0,5	0,0	81,6	64,7	151,8	208,4	0,5	57,2	209,0	208,4
Ar	43,2	47,2	0,0	178,7	141,7	1359,3	416,2	8,2	108,0	1467,3	416,2
Sommer	77,5	62,0	0,0	749,5	594,3	316,5	1805,5	-2,5	443,7	424,5	416,2

Stofbalance Borup Sø 2001

TOTAL FOSFOR

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opløst (kg)	Målt tiløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,1	6,7	8,4	21,8	6,7	-1,6	1,7	0,1
Feb	0,1	10,4	13,1	39,0	4,5	-1,9	-9,0	-10,9
Mar	0,1	4,0	5,1	11,5	0,8	1,7	-3,2	-1,5
Apr	0,1	4,7	5,9	6,9	0,7	0,8	3,7	4,5
Maj	0,1	1,6	2,0	4,9	0,4	13,7	-14,5	-0,8
Jun	0,1	0,6	0,8	2,4	2,7	-3,9	5,7	1,8
Jul	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	1,0	-0,6	0,4
Aug	0,1	2,3	2,9	1,7	-0,6	-0,7	3,7	3,0
Sep	0,1	18,9	23,9	31,4	16,4	-4,5	32,4	27,9
Okt	0,1	6,1	7,7	23,3	13,1	-3,5	7,2	3,7
Nov	0,1	8,0	10,0	8,7	3,9	-0,9	14,2	13,3
Dec	0,1	7,7	9,7	13,3	7,3	0,5	11,0	11,5
Ar	0,9	71,2	89,8	165,1	55,9	0,7	52,3	53,0
Sommer	0,4	23,6	29,9	40,6	18,9	5,6	26,7	32,3

Stofbalance Borup Sø 2001

TOTAL KVÆLSTOF

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opløst (kg)	Målt tiløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	12	520	656	1675	514	-13	40	27
Feb	12	634	799	1762	302	35	-50	-15
Mar	12	393	496	788	86	-160	359	199
Apr	12	307	387	542	52	-163	379	216
Maj	12	83	104	126	19	-108	200	92
Jun	12	18	23	36	62	-48	126	79
Jul	12	4	5	2	-0	-5	24	18
Aug	12	17	22	13	-4	-4	38	34
Sep	12	729	920	807	574	207	1221	1428
Okt	12	230	290	937	423	-7	26	19
Nov	12	200	253	357	125	68	164	233
Dec	12	330	416	867	289	272	-92	180
Ar	143	3465	4370	7911	2442	74	2435	2509
Sommer	60	851	1073	984	651	42	1609	1651

Stofbalance Borup Sø 2001

JERN

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opløst (kg)	Målt tiløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,0	33,6	42,4	118,6	36,8	-20,7	14,9	-5,8
Feb	0,0	46,3	58,3	47,4	19,1	-11,6	87,9	76,3
Mar	0,0	19,8	25,0	17,5	4,3	5,6	26,0	31,6
Apr	0,0	19,0	24,0	11,2	2,7	-3,6	38,1	34,5
Maj	0,0	3,9	4,9	5,9	0,8	7,3	-3,6	3,7
Jun	0,0	1,3	1,6	3,6	5,7	-8,5	13,5	5,0
Jul	0,0	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,4	0,4
Aug	0,0	5,3	6,7	1,7	-0,2	-0,9	11,0	10,1
Sep	0,0	105,8	133,5	49,2	85,7	0,3	275,5	275,8
Okt	0,0	32,9	41,5	44,4	83,3	-1,4	114,7	113,3
Nov	0,0	43,7	55,1	14,7	23,1	9,4	97,8	107,2
Dec	0,0	53,8	67,9	31,4	58,0	18,0	130,3	148,3
Ar	0,0	365,7	461,2	345,8	319,3	-6,1	806,5	800,4
Sommer	0,0	116,6	147,0	60,6	92,0	-1,8	296,8	295,0

Borup Sø - Vand- og stofbalanceberegninger

Vand- og stofbalanceberegningerne er for 1989-97 udført ved hjælp af EDB-programmet STOQ-sømodul vers. 3.30, i 1998-2001 er anvendt vers. 4.4 - 4.6.

De anvendte beregningsmetoder er udførligt beskrevet i de tidligere års rapporter, eksempelvis i rapporten "Borup Sø 1989-95". For en gennemgang af programmets beregningsmetoder henvises der derfor til eksempelvis nævnte rapport.

Til de beregnede værdier i samleskemaerne knytter sig følgende forklaringer:

Vandbalancer

1. Vandbalancer for perioden 1989-2001 er beregnet under hensyntagen til vandstandsændringer, nedbør og fordamning.
2. Opholdstiden er beregnet på grundlag af fraførte vandmængder.

Stofbalancer

1. Indsivet stofmængde via grundvandsindsivning lagt til tilførslen; udsivet stofmængde via grundvandsudsivning er lagt til fraførslen. Dette som følge af, at den beregnede ind- eller udsivning stammer fra usikkerheden på vandbalancen.
2. Retentionen (tilbageholdelsen) er beregnet som:
$$\text{tilført stofmængde} - \text{fracført stofmængde},$$
hvor tilført stofmængde er:
$$\text{transport fra målt opland} + \text{transport fra umålt opland} + \text{atm. deposition} - \text{magasinering} + \text{transport i grundvand}$$
3. Vandføringsvægtet indløbskoncentration er beregnet som periodens stoftilførsel i målt opland / periodens vandtilførsel ligeledes i målt opland.

Årsopgørelse Vandbalance

Borup Sø

År	Nedbør (1000m3)	For- dampning opland (1000m3)	Umålt opløst opland (1000m3)	Tiløb (1000m3)	Aflob (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsivning (1000m3)	Samlet fratørsel incl. udsivning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde soafløb (m/år)	Opholdstid År (dage)
1983					2.256			2.958	2.958	2.256		31,1	23,7
1988					1.569			2.214	2.214	1.569		23,3	16,5
1989	51	59	513	641	1.089	-54	2	1.144	1.144	1.143		12,0	11,5
1990	62	58	753	941	2.125	452	24	1.697	2.149	2.125		17,9	22,4
1991	64	54	745	931	1.836	138	-12	1.686	1.824	1.836		17,7	19,3
1992	50	61	589	736	1.380	69	2	1.313	1.382	1.380		13,8	14,5
1993	74	52	1.160	1.450	2.651	23	6	2.633	2.656	2.651		27,7	27,9
1994	75	56	1.568	1.959	3.302	-256	-12	3.545	3.545	3.558		37,3	34,8
1995	50	57	846	1.057	2.091	173	-21	1.897	2.070	2.091		20,0	22,0
1996	49	62	234	293	617	116	12	513	629	617		5,4	6,5
1997	70	62	254	317	760	190	9	578	768	760		6,1	8,0
1998	82	47	897	1.118	1.984	-54	13	2.051	2.051	2.038		21,6	20,9
1999	77	54	920	1.161	1.956	-148	0	2.104	2.104	2.104		22,1	20,6
2000	59	46	605	763	1.763	372	-11	1.381	1.752	1.763		14,5	18,6
2001	78	62	594	750	1.806	444	-3	1.359	1.803	1.806		14,3	19,0

Sommeropgørelse Vandbalance

Borup Sø

År	Nedbør (1000m3)	For- dampning opland (1000m3)	Umålt opløst opland (1000m3)	Tiløb (1000m3)	Aflob (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsivning (1000m3)	Samlet fratørsel incl. udsivning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde soafløb (m/år)	Opholdstid Sommer (dage)
1983													
1988													
1989	25	45	70	88	82	-68	-12	138	138	150		1,5	0,9
1990	29	43	61	76	177	72	17	123	195	177		1,3	1,9
1991	34	40	119	149	282	14	-7	261	275	282		2,7	3,0
1992	15	48	23	29	59	-6	-48	18	18	66		0,2	0,6
1993	41	37	346	432	607	-131	43	781	781	738		8,2	6,4
1994	30	44	306	382	394	-282	-1	675	675	676		7,1	4,1
1995	19	44	55	68	117	-18	-37	98	98	135		1,0	1,2
1996	23	48	82	102	178	-6	-26	159	159	185		1,7	1,9
1997	34	48	20	24	90	30	-30	30	60	90		0,3	0,9
1998	31	37	31	39	69	-12	-16	64	64	81		0,7	0,7
1999	35	42	54	68	217	96	-7	114	210	217		1,2	2,3
2000	22	36	16	20	92	55	-15	22	78	92		0,2	1,0
2001	43	47	142	179	416	108	8	316	424	416		3,3	4,4

Årsopgørelse TOTAL-P

Borup Sø

Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
																0,235
1988										396	56,9	300	7,33			0,120
1989	1	113	141	103	-5	0	148			131	49,2	266	2,80			0,221
1990	2	85	106	192	51	3	49	57,7		148	57,7	256	1,55	4,26	1,56	0,113
1991	1	88	109	170	17	-5	51	20,0		52	21,2	243	2,56	1,40	0,54	0,118
1992	1	44	55	92	-0	5	3	23,5		46	21,3	216	2,27	1,46	0,48	0,074
1993	2	110	138	288	-10	-3	-46	2,8		8	7,6	100	1,05	0,08	0,08	0,095
1994	2	204	255	303	-65	-3	95	-18,2		-48	-19,3	250	2,64	-0,48	-0,51	0,130
1995	2	71	89	170	13	1	4	20,6		92	20,0	460	4,84	1,00	2,74	0,084
1996	2	44	55	95	21	-9	37	2,2		5	2,2	175	1,84	0,04	0,11	0,188
1997	2	29	51	54	31	1	57	29,8		27	22,3	123	1,29	0,38	1,05	0,161
1998	1	123	154	143	-3	3	129	50,8		58	51,7	112	54	0,60	1,65	0,138
1999	1	82	103	172	2	0	16	46,4		132	47,6	278	146	1,36	3,72	0,089
2000	1	40	51	107	32	-3	21	8,5		188	8,5	172	1,97	0,17	0,46	0,066
2001	1	71	90	165	56	1	52	17,1		124	14,4	107	1,31	0,22	0,61	0,120
								24,0		53	24,0	218	2,29	0,55	1,51	0,167

Sommeropgørelse TOTAL-P

Borup Sø

Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
																0,101
1988																0,260
1989	1	46	57	20	-14	3	67			-21	-32,8	85	0,67	-0,22	-0,61	0,653
1990	1	23	29	56	8	1	4	64,9		36	75,0	12	0,51	0,38	1,04	0,380
1991	1	21	26	44	1	4	0	6,8		70	67,6	34	1,09	0,71	1,94	0,174
1992	1	3	3	8	-3	2	-6	0,8		5	7,7	56	0,64	0,04	0,12	0,117
1993	1	56	70	115	-26	6	-21	-92,8		4	9,0	44	0,51	0,00	0,01	0,162
1994	1	85	106	68	-73	3	47	-16,3		-4	-67,5	11	0,07	-0,06	-0,18	0,277
1995	1	7	9	20	-3	3	-10	24,8		15	11,5	141	1,33	-0,22	-0,59	0,128
1996	1	15	18	20	-0	-1	14	24,8		51	26,4	141	2,02	0,50	1,37	0,179
1997	1	5	6	10	5	-2	9	-58,8		-6	-37,8	23	0,17	-0,10	-0,28	0,258
1998	0	6	7	9	-2	4	-1	42,7		14	40,3	20	0,35	0,15	0,41	0,190
1999	0	10	13	31	18	7	4	52,6		7	42,3	10	0,18	0,09	0,26	0,193
2000	0	3	3	12	9	-4	6	-8,0		3	24,1	11	0,14	-0,01	-0,03	0,155
2001	0	24	30	41	19	6	27	8,6		11	25,7	31	0,44	0,04	0,10	0,167
								40,1		2	16,3	12	0,15	0,06	0,17	0,03
								36,7		32	44,4	41	0,77	0,28	0,77	0,34

Borup Sø

Årsopgørelse TOTAL-N

Borup Sø

År	Atm. dep. opland (kg)	Umålt Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fraførsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m ² /år)	Retention (g/m ² /år)	Retention (mg/m ² /dag)	Magasin + retention (g/m ² /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1983					13.951					40,0	20.928	367,15				
1988					7.176					44,5	8.963	169,88				
1989	131	4.156	5.195	5.391	72	-37	4.200	44,0	44,0	43,6	5.391	100,56	44,21	121,12	43,82	8,108
1990	131	6.189	7.736	15.716	3.758	719	1.379	2,098	7,7	11,8	17.814	187,51	14,52	39,77	22,09	8,222
1991	131	5.383	6.729	11.233	1.046	-487	2.544	2,057	19,1	15,5	13.290	139,90	26,78	73,38	21,66	7,228
1992	143	6.058	7.573	10.644	1.086	585	3.631	4,216	24,4	28,4	14.859	156,41	38,22	104,72	44,37	10,294
1993	142	8.313	10.391	19.511	758	-621	715	94	3,6	0,5	19.605	195,11	206,37	20,62	0,99	7,164
1994	190	8.836	11.044	19.678	-564	18	-190	-171	-0,9	-0,9	20.070	211,26	-2,00	-5,47	-1,80	5,637
1995	190	4.572	5.715	11.826	989	-459	100	-360	0,9	-3,1	11.466	120,70	1,05	2,88	-3,79	5,404
1996	190	1.479	1.848	2.721	853	187	1.463	1,650	33,5	37,8	4.370	2,721	46,00	42,19	17,37	6,310
1997	190	1.992	2.490	4.313	1.513	552	1.320	1,872	21,3	30,3	6.186	65,11	13,90	38,07	19,71	7,857
1998	143	7.740	9.646	15.698	-179	-267	1.918	1,651	10,9	9,4	17.528	184,50	20,19	55,31	17,37	8,624
1999	143	5.640	7.113	10.344	-1.551	-28	1.030	1,001	8,0	7,8	12.896	135,75	10,84	29,69	10,54	6,129
2000	143	3.639	4.590	8.464	2.069	-172	2.149	1,977	20,6	18,9	10.441	8,464	22,62	61,98	20,81	6,018
2001	143	3.465	4.370	7.911	2.442	74	2.435	2.509	23,4	24,1	10.420	7,911	25,63	70,23	26,41	5,830

Sommeropgørelse TOTAL-N

Borup Sø

År	Atm. dep. opland (kg)	Umålt Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fraførsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m ² /år)	Retention (g/m ² /år)	Retention (mg/m ² /dag)	Magasin + retention (g/m ² /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1983					1.359					31,3	2.979	45,66				
1988					843					89,1	103	9,96				
1989	55	258	323	250	-132	-163	-67	253	-10,6	39,8	383	6,70	-0,71	-1,94	2,67	3,683
1990	55	426	532	868	605	460	290	750	17,9	46,3	868	17,03	3,05	8,36	7,89	7,014
1991	55	548	685	694	164	-118	877	759	60,4	52,2	694	15,29	9,23	25,29	7,99	4,605
1992	60	110	138	169	19	-299	457	158	140,0	48,3	326	3,44	4,81	13,18	1,66	4,812
1993	60	1.811	2.264	3.625	-442	529	-461	68	-11,2	1,6	4.134	40,67	-4,85	-13,30	0,71	5,240
1994	80	1.576	1.971	1.781	-925	96	823	920	22,7	25,4	3.627	2,707	8,67	23,75	9,68	5,154
1995	80	188	235	286	-53	-126	289	163	57,6	32,5	502	339	3,05	1,72	3,439	
1996	79	343	429	435	22	-160	598	438	68,5	50,2	873	435	6,30	17,26	4,61	4,198
1997	80	73	92	155	250	-50	389	339	78,6	68,6	494	155	5,20	11,21	3,57	3,738
1998	60	171	213	216	-19	-286	494	208	111,5	46,9	443	235	4,66	14,24	2,19	5,451
1999	60	219	277	438	230	49	298	347	38,0	44,2	786	438	8,27	8,61	3,66	4,098
2000	60	71	90	190	256	-66	352	286	74,0	60,1	476	190	3,71	10,15	3,01	4,485
2001	60	851	1.073	984	651	42	1.609	1.651	61,1	62,7	2.635	984	16,93	46,39	17,38	6,006

Borup Sø

Årsopgørelse TOTAL-JERN

Borup Sø

År	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1983																	
1988																	
1989																	
1990	0	256	320	504	463	-3	538	534	51,8	51,4	1.039	504	10,93	5,66	15,51	5,62	0,340
1991																	
1992	0	202	252	436	-16	-3	5	2	1,1	0,4	454	452	4,78	0,05	0,14	0,02	0,343
1993	0	381	476	481	15	29	361	390	41,5	44,8	871	481	9,17	3,80	10,42	4,11	0,328
1994	0	813	1.016	946	29	-4	916	911	49,3	49,1	1.857	946	19,55	9,64	26,40	9,59	0,518
1995	0	425	532	578	98	-44	521	477	49,4	45,2	1.055	578	11,10	5,48	15,03	5,02	0,503
1996	0	72	90	83	45	-1	125	124	60,5	60,1	207	83	2,18	1,32	3,61	1,31	0,307
1997	0	57	71	87	43	-0	84	84	49,2	49,0	171	87	1,80	0,89	2,43	0,88	0,225
1998	0	927	1.156	427	31	37	1.650	1.687	78,0	79,8	2.114	427	22,25	17,37	47,58	17,76	1,033
1999	0	431	544	689	-82	-12	217	204	22,2	21,0	975	771	10,27	2,28	6,25	2,15	0,469
2000	0	179	225	292	132	6	237	243	44,2	45,4	535	292	5,64	2,49	6,83	2,56	0,295
2001	0	366	461	346	319	-6	807	800	70,4	69,8	1.146	346	12,07	8,49	23,26	8,43	0,615

Sommeropgørelse TOTAL-JERN

Borup Sø

År	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1983																	
1988																	
1989																	
1990	0	61	76	212	74	30	-31	-1	-14,7	-0,3	211	212	2,22	-0,33	-0,89	-0,01	1,004
1991																	
1992	0	5	6	11	-12	101	-113	-12	-1,011,1	-103,4	11	23	0,12	-1,19	-3,25	-0,12	0,216
1993	0	93	117	99	-32	27	51	79	24,4	37,5	210	131	2,21	0,54	1,48	0,83	0,270
1994	0	83	103	98	-45	3	40	43	21,2	23,1	186	143	1,96	0,42	1,14	0,45	0,271
1995	0	13	16	25	-4	-0	-0	-1	-0,9	-2,1	28	29	0,30	-0,00	-0,01	-0,01	0,230
1996	0	16	21	23	1	-6	21	15	54,1	38,6	38	23	0,40	0,22	0,60	0,16	0,202
1997	0	6	7	10	7	-6	15	10	76,8	48,2	20	10	0,21	0,16	0,44	0,10	0,299
1998	0	9	11	5	-0	-8	22	14	112,6	72,8	19	5	0,20	0,23	0,62	0,15	0,272
1999	0	21	27	21	11	-5	44	38	73,2	64,1	59	21	0,63	0,46	1,25	0,40	0,397
2000	0	5	6	11	18	-8	26	19	89,2	62,8	30	11	0,31	0,28	0,76	0,20	0,320
2001	0	117	147	61	92	-2	297	295	83,5	83,0	356	61	3,74	3,12	8,56	3,11	0,823

Borup Sø

Borup Sø - kildeopsplitning af kvælstof (N) og fosfor (P)

Forklaring til kildeopsplitningen:

Naturbidraget er beregnet ved multiplikation af den årlige vandtilførsel til søen og vandføringsvægtede mediankoncentrationer, anbefalet af DMU. De anvendte værdier siden 1989 er vist i tabellen nedenunder:

År	Total-P (mg/l)	Total-N (mg/l)
1989	0,055	1,60
1990	0,055	1,80
1991	0,052	1,50
1992	0,050	1,61
1993	0,052	2,77
1994	0,051	1,60
1995	0,048	1,40
1996	0,048	1,40
1997	0,048	1,40
1998	0,050	1,52
1999	0,054	1,49
2000	0,044	1,35
2001	0,049	1,27

For årene 1989-91 blev antal enkeltejendomme og PE i oplandet til søen opgjort til henholdsvis 19 stk. og 2,6 PE/enkeltejendom. I 1992 blev antallet korrigeret til 21 stk. enkeltejendomme og 2,6 PE/enkeltejendom i forbindelse med kommunernes registrering af enkeltejendomme efter Miljøstyrelsens retningslinier. Antallet af enkelt-ejendomme er i 1994 justeret til 25 og 2,0 PE/enkeltejendom.

En mere detaljeret registrering foretaget af kommunerne i foråret 1999 har medført en ny justering af antallet af enkeltejendomme og PE i oplandet til henholdsvis 26 og 62. Siden 1994 er 1 PE ændret i forhold til tidligere:

1 PE = 1,0 kg/P pr. år og 4,4 kg/N pr. år.

Bemærk:

Bidraget fra enkeltejendomme i 1997 er incl. den anslåede fosformængde på 15 kg, der i januar førtes til Borup Bæk via overløb fra kloakledning. Det reelle bidrag fra enkeltejendomme i 1997 er således uændret 26 kg fosfor.

Borup Sø: Kildeopspilning af Fosfor (P)
- alle tal i kg

	Enkeltjendomme	Landbrug	Natur	Atm. dep.	Samlet tilførsel
1989	37	154	63	1	256
1990	37	86	118	2	243
1991	37	83	94	1	216
1992	45	-16	70	1	100
1993	45	67	137	2	250
1994	26	252	180	2	460
1995	26	47	100	2	175
1996	26	64	31	2	123
1997	41	33	37	2	112
1998	16	161	101	1	278
1999	15	59	112	1	188
2000	15	32	77	1	124
2001	15	114	88	1	218

Borup Sø: Kildeopspilning af Kvælstof (N)
- alle tal i kg

	Enkeltjendomme	Landbrug	Natur	Atm. dep.	Samlet tilførsel
1989	92	7.485	1.845	131	9.554
1990	92	13.729	3.862	131	17.814
1991	92	10.346	2.721	131	13.290
1992	132	12.342	2.243	143	14.859
1993	132	12.035	7.295	142	19.605
1994	116	14.121	5.643	190	20.070
1995	116	8.253	2.907	190	11.466
1996	116	3.164	900	190	4.370
1997	116	4.815	1.065	190	6.186
1998	75	14.246	3.064	143	17.528
1999	70	9.583	3.101	143	12.896
2000	70	7.881	2.347	143	10.441
2001	70	7.930	2.277	143	10.420

Borup Sø: Kildeopspilning af Røstorf (P)
- alle tal i %

	Enkeltjendomme	Landbrug	Natur	Atm. dep.	Samlet tilførsel
1989	14,5	60,2	24,8	0,6	100
1990	15,2	35,5	48,5	0,8	100
1991	17,1	38,5	43,7	0,7	100
1992	38,8	0,0	60,0	1,2	100
1993	18,0	26,6	54,7	0,8	100
1994	5,7	54,8	39,1	0,4	100
1995	14,9	27,1	56,9	1,1	100
1996	21,2	52,0	25,2	1,6	100
1997	36,3	29,5	32,5	1,7	100
1998	5,8	57,7	36,2	0,3	100
1999	8,0	31,6	59,9	0,5	100
2000	12,1	25,7	61,6	0,7	100
2001	6,9	52,5	40,2	0,4	100

Borup Sø: Kildeopspilning af Kvælstof (N)
- alle tal i %

	Enkeltjendomme	Landbrug	Natur	Atm. dep.	Samlet tilførsel
1989	1,0	78,4	19,3	1,4	100
1990	0,5	77,1	21,7	0,7	100
1991	0,7	77,8	20,5	1,0	100
1992	0,9	83,1	15,1	1,0	100
1993	0,7	61,4	37,2	0,7	100
1994	0,6	70,4	28,1	0,9	100
1995	1,0	72,0	25,4	1,7	100
1996	2,7	72,4	20,6	4,3	100
1997	1,9	77,8	17,2	3,1	100
1998	0,4	81,3	17,5	0,8	100
1999	0,5	74,3	24,0	1,1	100
2000	0,7	75,5	22,5	1,4	100
2001	0,7	76,1	21,9	1,4	100

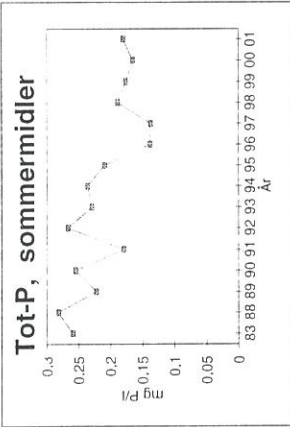
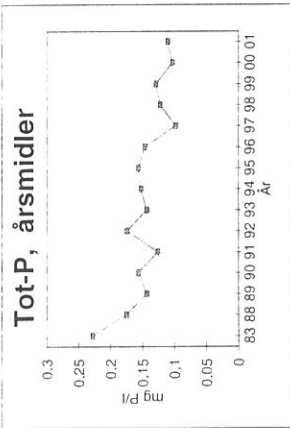
Parameter

Total-P
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ	
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
1993	0,228	0,259	0,082	0,120
1988	0,175	0,282	0,064	0,400
1989	0,143	0,222	0,051	0,310
1990	0,156	0,255	0,048	0,180
1991	0,126	0,179	0,042	0,100
1992	0,174	0,267	0,064	0,370
1993	0,143	0,229	0,045	0,340
1994	0,152	0,236	0,045	0,309
1995	0,156	0,209	0,049	0,284
1996	0,146	0,138	0,061	0,271
1997	0,098	0,137	0,033	0,250
1998	0,122	0,189	0,040	0,093
1999	0,129	0,176	0,054	0,243
2000	0,103	0,165	0,042	0,214
2001	0,111	0,180	0,028	0,309

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	5	..
Sommer	1989-2001	5	..



Grafik

Tidsvægtede års- og sommermidler

År	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ	
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
1983	0,042	0,034	0,010	0,160
1988	0,031	0,047	0,010	0,100
1989	0,021	0,027	0,004	0,060
1990	0,028	0,028	0,010	0,120
1991	0,019	0,015	0,010	0,055
1992	0,016	0,015	0,010	0,047
1993	0,030	0,023	0,005	0,085
1994	0,024	0,014	0,004	0,056
1995	0,032	0,023	0,004	0,065
1996	0,039	0,006	0,004	0,181
1997	0,017	0,017	0,004	0,060
1998	0,022	0,015	0,004	0,048
1999	0,016	0,009	0,004	0,024
2000	0,010	0,006	0,004	0,034
2001	0,034	0,048	0,004	0,121

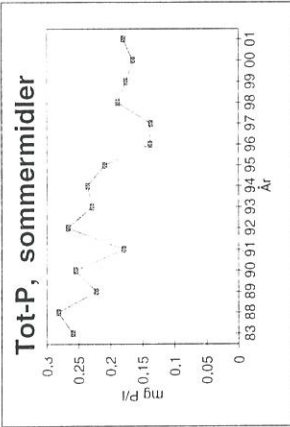
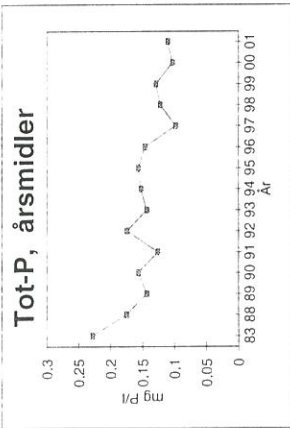
Parameter

Total-N
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ	
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
1983	5,17	3,33	1,50	7,80
1988	3,54	1,66	1,50	7,90
1989	3,98	3,04	1,80	7,60
1990	5,88	3,11	2,20	11,00
1991	4,38	2,54	1,40	10,00
1992	5,42	3,17	1,50	14,40
1993	5,77	3,50	2,14	11,40
1994	4,56	3,43	2,28	7,60
1995	3,77	2,59	1,56	7,77
1996	3,61	2,45	1,83	6,68
1997	3,86	1,99	1,49	8,94
1998	5,37	2,50	1,75	11,60
1999	3,66	2,30	1,65	7,41
2000	3,17	2,23	1,51	6,74
2001	3,36	1,72	1,37	6,51

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	5	..
Sommer	1989-2001	1	...



Grafik

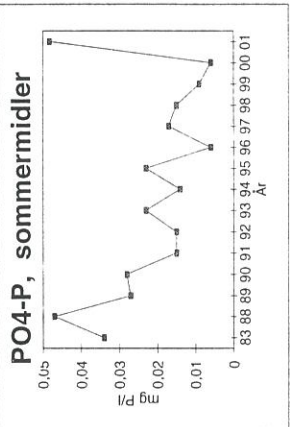
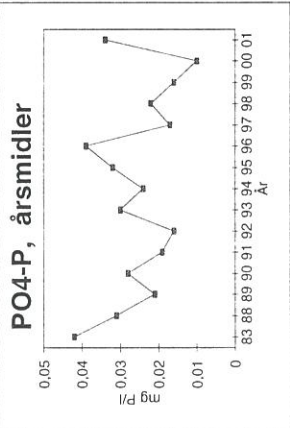
Parameter

PO4-P
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ	
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
1983	0,042	0,034	0,010	0,160
1988	0,031	0,047	0,010	0,100
1989	0,021	0,027	0,004	0,060
1990	0,028	0,028	0,010	0,120
1991	0,019	0,015	0,010	0,055
1992	0,016	0,015	0,010	0,047
1993	0,030	0,023	0,005	0,085
1994	0,024	0,014	0,004	0,056
1995	0,032	0,023	0,004	0,065
1996	0,039	0,006	0,004	0,181
1997	0,017	0,017	0,004	0,060
1998	0,022	0,015	0,004	0,048
1999	0,016	0,009	0,004	0,024
2000	0,010	0,006	0,004	0,034
2001	0,034	0,048	0,004	0,121

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	0	0
Sommer	1989-2001	0	0



Grafik

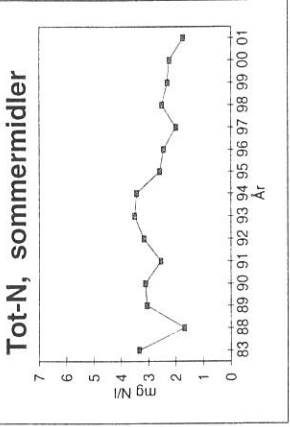
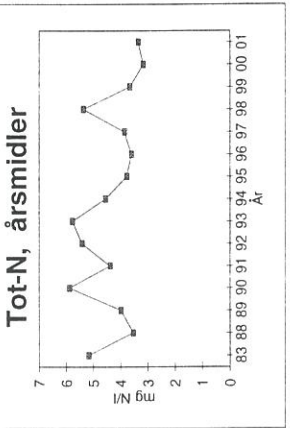
Parameter

Total-N
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ	
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
1983	5,17	3,33	1,50	7,80
1988	3,54	1,66	1,50	7,90
1989	3,98	3,04	1,80	7,60
1990	5,88	3,11	2,20	11,00
1991	4,38	2,54	1,40	10,00
1992	5,42	3,17	1,50	14,40
1993	5,77	3,50	2,14	11,40
1994	4,56	3,43	2,28	7,60
1995	3,77	2,59	1,56	7,77
1996	3,61	2,45	1,83	6,68
1997	3,86	1,99	1,49	8,94
1998	5,37	2,50	1,75	11,60
1999	3,66	2,30	1,65	7,41
2000	3,17	2,23	1,51	6,74
2001	3,36	1,72	1,37	6,51

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	5	..
Sommer	1989-2001	1	...



Grafik

Parameter

NO2 + NO3
mg/l

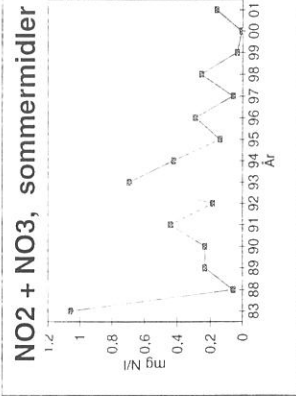
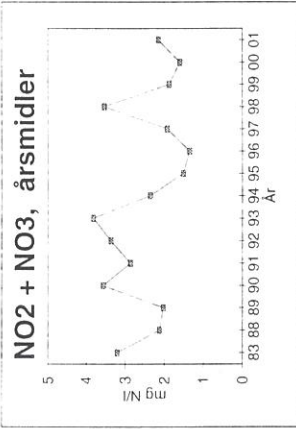
Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	År		Sommer		År		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	1/5-30/9	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	3.202	1.060	0.005	7.200	0.005	3.300		
1988	2.121	0.057	0.005	7.200	0.005	0.450		
1989	2.023	0.232	0.005	6.800	0.005	1.400		
1990	3.560	0.232	0.005	8.700	0.005	0.013		
1991	2.862	0.440	0.005	9.300	0.005	2.600		
1992	3.357	0.183	0.005	13.200	0.005	1.000		
1993	3.812	0.695	0.005	10.200	0.005	4.300		
1994	2.350	0.421	0.005	6.130	0.005	3.460		
1995	1.504	0.138	0.005	6.550	0.005	1.500		
1996	1.343	0.290	0.005	4.290	0.005	0.898		
1997	1.915	0.057	0.005	6.350	0.005	0.308		
1998	3.534	0.254	0.005	9.380	0.005	2.390		
1999	1.863	0.033	0.005	6.620	0.005	0.231		
2000	1.589	0.006	0.005	5.880	0.005	0.008		
2001	2.148	0.160	0.005	5.710	0.005	0.360		

Statistik - års- og sommermidler

Type	Periode	Niveau	Symbol
Lin. reg.		%	(+/-)
År	1989-2001	0	0
Sommer	1989-2001	5	--

Grafik



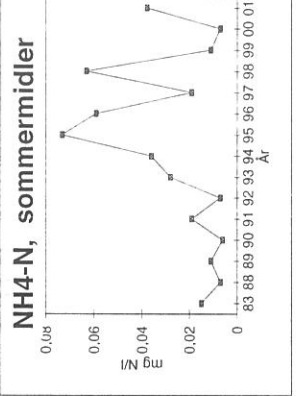
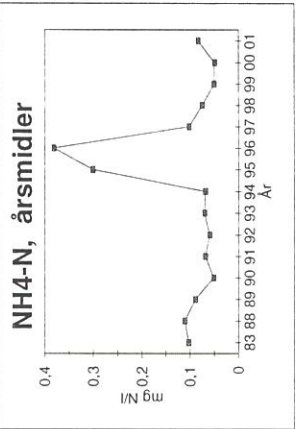
Parameter

NH4-N
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	År		Sommer		År		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	1/5-30/9	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	0.103	0.015	0.002	0.580	0.007	0.038		
1988	0.111	0.007	0.004	0.540	0.004	0.012		
1989	0.089	0.011	0.002	0.430	0.002	0.036		
1990	0.051	0.006	0.001	0.180	0.001	0.008		
1991	0.068	0.019	0.001	0.250	0.001	0.033		
1992	0.059	0.007	0.001	0.250	0.001	0.013		
1993	0.070	0.028	0.001	0.280	0.001	0.120		
1994	0.068	0.036	0.005	0.248	0.005	0.248		
1995	0.301	0.073	0.006	1.190	0.008	0.254		
1996	0.381	0.059	0.005	1.570	0.005	0.318		
1997	0.102	0.019	0.005	0.378	0.005	0.079		
1998	0.075	0.063	0.005	0.231	0.005	0.231		
1999	0.050	0.011	0.005	0.253	0.005	0.040		
2000	0.049	0.007	0.005	0.200	0.005	0.016		
2001	0.083	0.038	0.005	0.323	0.005	0.192		

Grafik



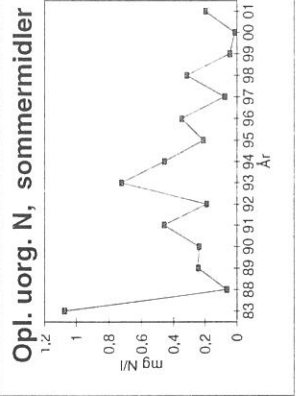
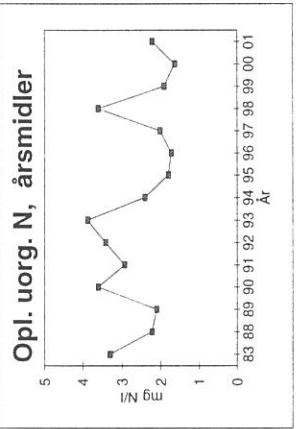
Parameter

Opl. uorg. N
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	År		Sommer		År		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	1/5-30/9	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	3.305	1.075	0.007	7.780	0.012	3.338		
1988	2.232	0.064	0.009	7.740	0.009	0.462		
1989	2.112	0.243	0.007	7.230	0.007	1.436		
1990	3.611	0.238	0.006	8.880	0.006	0.021		
1991	2.930	0.459	0.006	9.550	0.006	2.633		
1992	3.416	0.190	0.006	13.450	0.006	1.013		
1993	3.882	0.723	0.006	10.480	0.006	4.420		
1994	2.418	0.457	0.010	6.378	0.010	3.708		
1995	1.805	0.211	0.011	7.740	0.013	1.754		
1996	1.724	0.349	0.010	5.860	0.010	1.216		
1997	2.017	0.076	0.010	6.728	0.010	0.387		
1998	3.609	0.317	0.010	9.611	0.010	2.621		
1999	1.913	0.044	0.010	6.873	0.010	0.271		
2000	1.638	0.013	0.010	6.080	0.010	0.024		
2001	2.231	0.198	0.010	6.033	0.010	0.552		

Grafik



Parameter

Klorofyl a
mikrogram/ml

Tidsvægtede års- og sommermidler

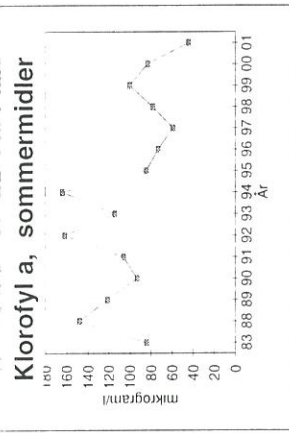
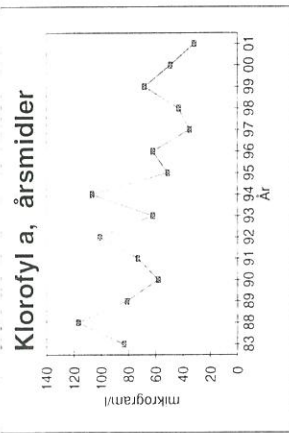
BORUP SØ

År	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	83	84	25	240	48	116
1988	117	148	8	290	95	290
1989	81	121	16	310	39	310
1990	58	93	5	210	38	210
1991	101	73	106	4	220	74
1992	101	162	9	260	85	260
1993	62	114	9	200	25	200
1994	107	164	1	284	63	251
1995	51	84	4	150	20	150
1996	62	73	17	195	17	165
1997	35	59	5	99	19	99
1998	43	78	1	155	14	155
1999	68	100	5	202	30	173
2000	49	83	8	126	28	126
2001	32	44	2	94	5	94

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg. Periode Niveau % Symbol (+/-)

År	1989-2001	5	--
Sommer	1989-2001	5	--



Grafik

Grafik

Parameter

pH
pH

Tidsvægtede års- og sommermidler

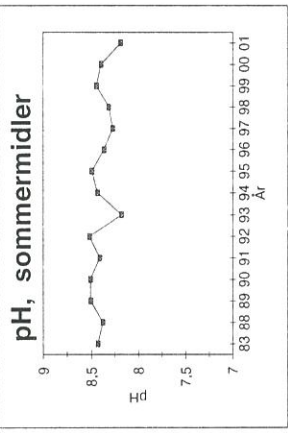
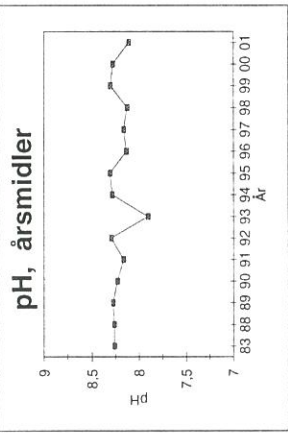
BORUP SØ

År	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	8,3	8,4	7,8	8,8	7,9	8,7
1988	8,3	8,4	7,9	8,7	8,3	8,7
1989	8,3	8,5	7,7	8,9	8,1	8,9
1990	8,2	8,5	7,6	8,9	8,0	8,9
1991	8,2	8,4	7,3	8,7	8,2	8,7
1992	8,3	8,5	7,9	9,0	8,1	9,0
1993	7,9	8,2	7,2	8,7	7,4	8,7
1994	8,3	8,4	7,7	9,0	8,0	8,7
1995	8,3	8,5	7,8	8,9	8,1	8,9
1996	8,1	8,4	7,7	8,6	8,2	8,6
1997	8,2	8,3	7,7	8,5	8,1	8,4
1998	8,1	8,3	7,5	8,6	8,0	8,6
1999	8,3	8,4	7,9	8,7	8,3	8,7
2000	8,3	8,4	8,1	8,7	8,2	8,7
2001	8,1	8,2	7,8	8,6	8,0	8,6

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg. Periode Niveau % Symbol (+/-)

År	1989-2001	0
Sommer	1989-2001	10



Grafik

Grafik

Parameter

Alkalinitet
mmol/l

Tidsvægtede års- og sommermidler

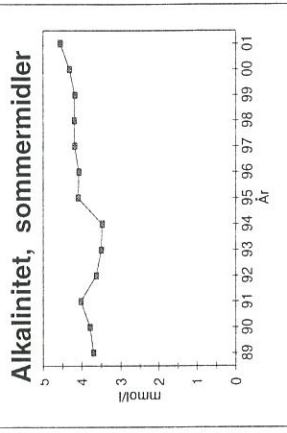
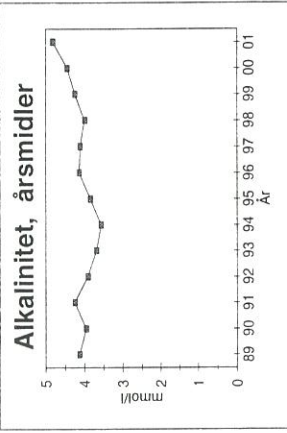
BORUP SØ

År	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	4,13	3,70	3,01	5,03	3,01	4,38
1988	3,96	3,80	3,41	4,34	3,41	4,22
1990	4,25	4,03	3,17	4,90	3,17	4,75
1991	3,91	3,63	2,77	4,55	2,77	4,34
1992	3,69	3,50	2,79	4,40	2,79	3,96
1993	3,57	3,48	2,94	4,18	2,94	4,18
1994	3,84	4,10	3,37	4,72	3,47	4,72
1995	4,13	4,08	3,22	5,07	3,56	4,46
1996	4,11	4,19	3,31	5,23	3,79	4,43
1997	3,99	4,20	3,20	4,80	3,67	4,80
1998	4,24	4,18	3,40	5,14	3,91	4,46
1999	4,45	4,32	3,21	5,50	3,87	4,71
2000	4,81	4,56	4,26	6,28	4,26	4,78
2001						

Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg. Periode Niveau % Symbol (+/-)

År	1989-2001	10	+
Sommer	1989-2001	1	+++



Grafik

Grafik

Parameter

ÅR	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.		
1983	1,273	0,127	0,028	2,900	0,028	0,250
1988	2,088	1,427	0,050	4,800	0,050	4,800
1989	2,604	1,161	0,040	6,700	0,040	3,900
1990	2,695	0,859	0,020	5,300	0,020	4,200
1991	1,780	0,822	0,033	4,500	0,033	3,200
1992	2,001	0,761	0,040	4,900	0,040	3,700
1993	2,403	1,085	0,070	5,000	0,070	3,100
1994	2,763	2,582	0,170	6,600	0,310	6,600
1995	1,903	0,499	0,030	4,400	0,030	1,700
1996	3,129	1,124	0,030	6,700	0,030	2,600
1997	2,434	1,666	0,050	5,900	0,050	5,900
1998	3,768	3,854	0,030	9,300	0,030	9,300
1999	4,340	3,879	0,070	7,800	0,070	7,800
2000	4,547	5,581	1,210	11,000	1,210	11,000
2001	4,001	2,851	0,770	6,700	0,770	6,200

Parameter

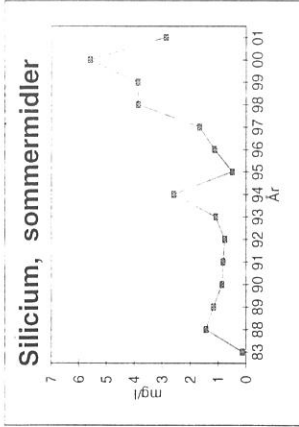
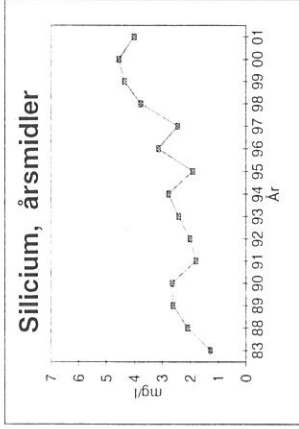
ÅR	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.		
1983	19,8	30,4	6,0	50,0	18,0	50,0
1988	19,2	31,4	5,0	47,0	20,0	47,0
1989	17,6	26,0	4,0	35,0	14,0	35,0
1990	29,0	47,3	5,0	68,0	30,0	68,0
1991	20,2	35,7	3,0	51,0	17,0	51,0
1992	21,7	34,7	5,6	52,0	14,0	52,0
1993	16,9	26,9	2,2	44,0	14,0	44,0
1994	12,9	21,9	2,4	37,0	14,0	37,0
1995	10,4	17,5	2,0	36,0	9,5	36,0
1996	12,8	22,3	3,0	49,0	13,0	49,0
1997	17,6	25,5	2,4	36,0	15,0	36,0
1998	14,7	25,0	3,8	32,0	8,0	32,0
1999	9,1	14,7	3,0	29,0	8,3	29,0

Parameter

ÅR	Tidsvægtede års- og sommermidler		BORUP SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.		
1983	12,8	21,4	2,0	39,0	14,0	39,0
1988						
1989						
1990						
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998	9,4	14,9	2,0	25,0	8,0	25,0
1999	11,6	17,1	2,0	35,0	7,8	35,0
2000	11,1	19,4	1,6	25,0	8,0	25,0
2001	5,9	9,8	1,9	20,0	4,9	20,0

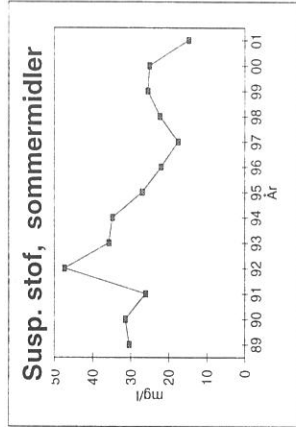
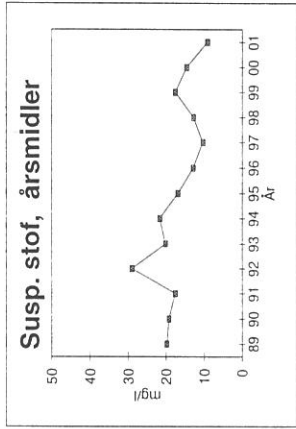
Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	1	+++
Sommer	1989-2001	1	+++



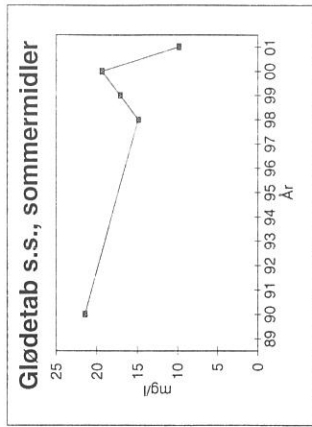
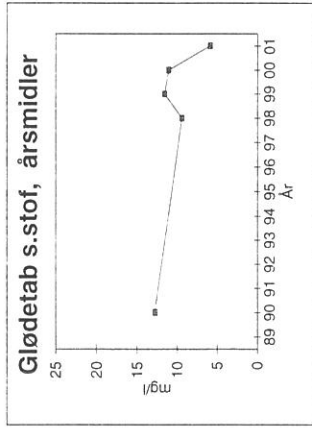
Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001	1	---
Sommer	1989-2001	5	--



Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2001		
Sommer	1989-2001		



Parameter

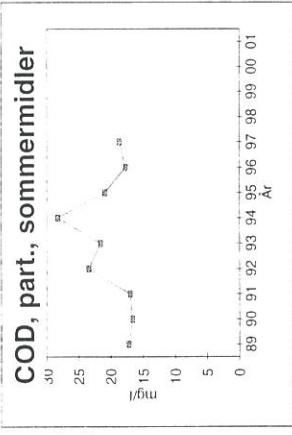
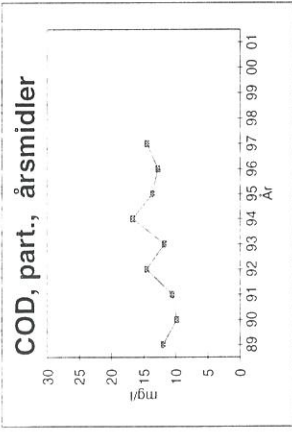
COD, part.
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983						
1988	11.9	17.2	4.0	32.0	9.0	32.0
1989	9.8	16.6	2.7	24.0	12.0	24.0
1990	10.5	17.0	1.0	42.0	10.0	42.0
1991	14.5	23.5	2.5	49.0	13.0	49.0
1992	11.8	21.6	2.1	31.0	4.9	31.0
1993	16.7	28.3	1.7	35.0	13.2	35.0
1994	13.6	20.9	2.4	37.0	11.0	37.0
1995	12.7	17.7	3.4	26.0	9.7	26.0
1996	14.5	18.7	3.0	41.0	7.7	41.0
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						

Statistik - års- og sommermidler

Type	Periode	Niveau %	Symbol
Lin. reg.	1989-2001		(+/-)
År	1989-2001		
Sommer	1989-2001		



Parameter

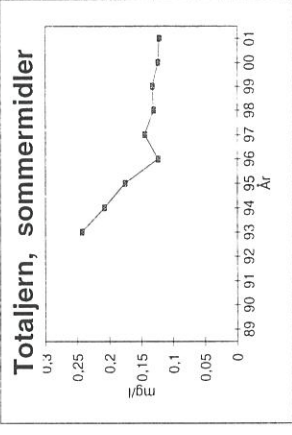
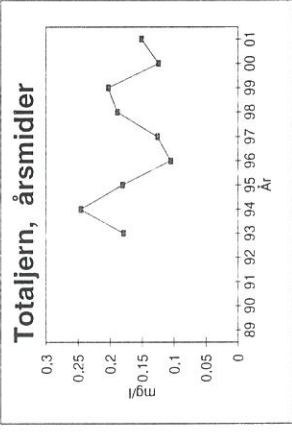
Totaljern
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983						
1988	0.179	0.243	0.084	0.420	0.130	0.420
1989	0.246	0.208	0.094	0.408	0.094	0.408
1990	0.181	0.176	0.010	0.463	0.080	0.395
1991	0.105	0.124	0.010	0.215	0.047	0.215
1992	0.126	0.145	0.031	0.553	0.031	0.553
1993	0.189	0.131	0.060	0.615	0.060	0.297
1994	0.203	0.133	0.071	0.619	0.086	0.242
1995	0.124	0.124	0.038	0.262	0.040	0.218
1996	0.151	0.122	0.022	0.531	0.022	0.234
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						

Statistik - års- og sommermidler

Type	Periode	Niveau %	Symbol
Lin. reg.	1989-2001		(+/-)
År	1989-2001	0	
Sommer	1989-2001	1	...



Parameter

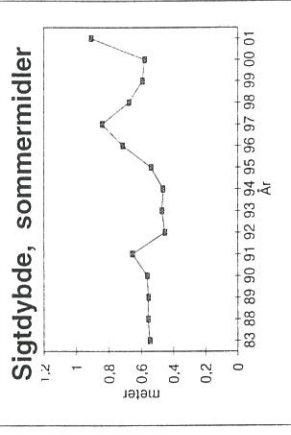
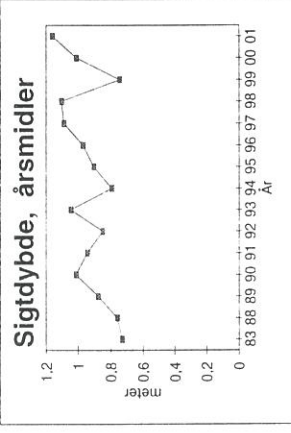
Sigtdybde
m

Tidsvægtede års- og sommermidler

ÅR	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983	0.73	0.55	0.35	1.20	0.35	0.70
1988	0.76	0.56	0.45	1.30	0.45	0.70
1989	0.88	0.56	0.30	1.50	0.30	0.80
1990	1.02	0.56	0.32	1.70	0.32	0.80
1991	0.94	0.66	0.52	1.25	0.52	0.85
1992	0.85	0.45	0.30	1.80	0.30	0.70
1993	1.05	0.47	0.30	1.80	0.30	0.52
1994	0.79	0.47	0.28	1.50	0.28	0.75
1995	0.90	0.54	0.36	1.70	0.36	0.90
1996	0.97	0.71	0.42	1.60	0.42	0.85
1997	1.09	0.84	0.50	1.55	0.55	1.10
1998	1.11	0.68	0.45	1.80	0.45	0.90
1999	1.04	0.59	0.43	1.20	0.45	0.85
2000	1.01	0.58	0.40	1.60	0.40	1.15
2001	1.16	0.91	0.60	1.60	0.60	1.10

Statistik - års- og sommermidler

Type	Periode	Niveau %	Symbol
Lin. reg.	1989-2001		(+/-)
År	1989-2001	0	
Sommer	1989-2001	10	+



Parameter

Rel. vandstand
m

Tidsvægtede års- og sommermidler

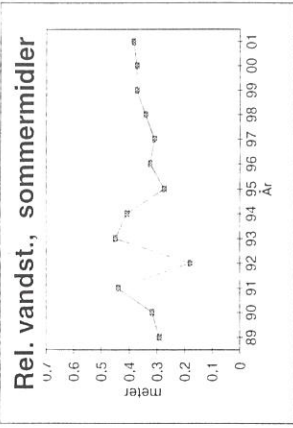
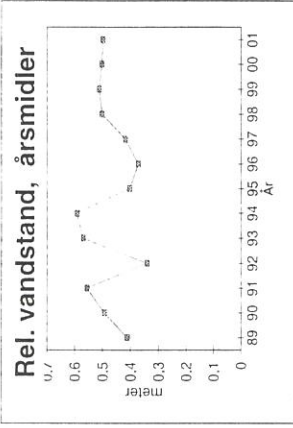
BORUP SØ

ÅR	Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1983						
1988						
1989	0,41	0,29	0,15	0,60	0,15	0,43
1990	0,49	0,32	0,17	0,85	0,17	0,41
1991	0,56	0,44	0,28	0,85	0,28	0,64
1992	0,34	0,18	0,02	0,62	0,02	0,48
1993	0,57	0,45	0,19	1,46	0,19	1,46
1994	0,59	0,41	0,20	1,23	0,20	0,78
1995	0,40	0,27	0,08	1,05	0,08	0,50
1996	0,37	0,32	0,15	0,53	0,15	0,45
1997	0,42	0,31	0,15	0,65	0,15	0,47
1998	0,50	0,34	0,30	0,84	0,30	0,48

Statistik - års- og sommermidler

Type	Periode	Niveau	Symbol
Lin. reg.		%	(+/-)
År	1989-2001		0
Sommer	1989-2001		0

Grafik



Borup Sø 2001 - vandkemianalyser

Dato	Dybde cm	pH	Tørstof, susp.stof mg/l	Glodelab, susp.stof mg/l	Alkalinitet, total TA mmol/l	Ammonium-N, filt mg/l	Nitrit+nitrat-N, filt mg/l	Nitrogen, total mg/l	Orthophosphat-P, filt mg/l	Phosphor, total-P mg/l	Jern mg/l	Silicium mg/l	Chlorophyll A mikrogram/l
09-01-2001	80	7,8	6,6	2,8	4,51	0,323	5,71	6,51	0,039	0,063	0,531	5,3	1,7
06-02-2001	10	8,0	3,0	2,8	4,95	0,231	4,89	5,48	0,011	0,049	0,136	4,9	20
06-03-2001	10	8,0	5,4	3,6	6,28	0,009	5,19	5,97	0,006	0,028	0,085	3,9	28
03-04-2001	72	8,2	5,6	3,6	4,50	< 0,005	3,16	4,04	< 0,004	0,049	0,152	2,9	21
19-04-2001	87	8,3	5,5	2,9	4,52	< 0,005	2,19	3,29	0,006	0,049	0,078	2,2	32
30-04-2001	65	8,4	12	7,6	4,52	< 0,005	1,37	2,73	< 0,004	0,054	0,115	1,9	58
15-05-2001	62	8,6	11	7,2	4,26	< 0,005	0,012	1,47	< 0,004	0,091	0,057	0,85	45
29-05-2001	60	8,1	29	20	4,56	0,097	0,018	2,02	0,011	0,239	0,234	0,77	34
13-06-2001	55	8,0	9,4	4,9	4,51	0,192	0,028	1,70	0,018	0,145	0,141	0,97	5,3
26-06-2001	55	8,1	8,3	6,1	4,49	0,008	< 0,005	1,49	0,006	0,134	0,120	3,1	59
10-07-2001	50	8,1	19	13	4,68	< 0,005	0,009	1,60	0,106	0,309	0,149	5,4	94
23-07-2001	45	8,1	11	8,2	4,78	0,018	0,017	1,53	0,083	0,194	0,068	6,2	47
07-08-2001	52	8,1	23	18	4,70	0,013	0,004	1,68	0,080	0,249	0,199	4,7	40
21-08-2001	50	8,2	16	9,5	4,62	0,008	< 0,005	1,37	0,121	0,246	0,022	3,3	31
04-09-2001	57	8,3	15	9,0	4,57	0,013	0,009	1,49	0,079	0,188	0,155	1,5	27
18-09-2001	65	8,2	9,6	5,3	4,45	0,023	0,360	1,85	0,012	0,104	0,092	1,8	52
16-10-2001	65	8,0	3,6	1,9	4,62	0,133	2,65	4,11	0,038	0,098	0,084	6,7	53
13-11-2001	65	8,2	4,0	2,0	5,05	0,089	1,41	2,60	0,037	0,070	0,092	6,6	15,8
11-12-2001	65	8,0	5,5	3,5	5,20	0,127	3,43	4,23	0,039	0,065	0,215	5,7	5,9

Borup Sø 2001 - feltmålinger

Dato	Klokkeslet	Sigtdybde m	Total dybde m	Vandstand lokal m
09-01-2001	1020	1,20	1,90	0,68
24-01-2001	1210			0,53
06-02-2001	1315			0,55
21-02-2001	1200			0,61
06-03-2001	1055			0,54
21-03-2001	1215			0,58
03-04-2001	1030	1,30	1,75	0,60
19-04-2001	1030	1,05	1,75	0,58
30-04-2001	1050	0,80	1,60	0,59
15-05-2001	1035	0,90	1,55	0,50
29-05-2001	1030	0,60	1,50	0,41
13-06-2001	1045	1,10	1,40	0,41
26-06-2001	1030	0,85	1,40	0,37
10-07-2001	1045	0,95	1,30	0,30
23-07-2001	1040	1,00	1,20	0,27
07-08-2001	1025	0,80	1,35	0,26
21-08-2001	1030	0,85	1,30	0,28
04-09-2001	1035	0,85	1,45	0,33
18-09-2001	1040	1,10	1,60	0,49
03-10-2001	1235			0,71
16-10-2001	1030	1,40	1,60	0,53
31-10-2001	1230			0,50
13-11-2001	1035	> 1,60	1,60	0,56
28-11-2001	1255			0,61
11-12-2001	1040	> 1,60	1,60	0,57

Fytoplanktonbiomasser - tidsvægtede arengennemsnit

	Blågrønalg mm ³ /l	Kiselalger mm ³ /l	Gronalger mm ³ /l	Rekylalger mm ³ /l	Furealger mm ³ /l	Ojealger mm ³ /l	Gulalger mm ³ /l	Stilkalger mm ³ /l	Ubestemt mm ³ /l	Total mm ³ /l
1989	1.4	3.3	1.4	0.5	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	7.1
1990	1.9	5.1	0.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	9.8
1991	2.1	6.9	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.4
1992	2.3	13.0	1.2	2.6	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2	20.4
1993	3.3	4.6	2.1	1.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	12.2
1994	4.8	9.6	1.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	19.3
1995	3.0	4.6	0.4	1.8	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	10.4
1996	7.3	2.8	0.5	2.6	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	13.7
1997	0.2	2.5	1.0	1.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	6.0
1998	0.3	5.4	0.6	2.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	9.7
1999	3.6	3.8	1.2	1.3	0.2	0.3	0.6	0.1	0.4	11.6
2000	1.5	2.7	0.6	1.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.4	6.8
2001	0.0	1.6	0.5	1.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	3.8
Gennemsnit 1989-2000	2.6	5.4	1.0	1.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	11.5

Udvikling:
 Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0 0 10% 0 5% 0 10% 0 10% 10% 10% 10% 0
 Symbol: - + + + + + +

Fytoplanktonbiomasser - %-fordeling arengennemsnit

	Blågrønalg %	Kiselalger %	Gronalger %	Rekylalger %	Furealger %	Ojealger %	Gulalger %	Stilkalger %	Ubestemt %	Total %
1989	19.6	46.4	19.2	7.2	0.8	3.5	0.7	0.0	2.7	100
1990	18.9	52.1	9.3	13.3	0.0	0.0	0.1	0.0	6.2	100
1991	18.5	60.3	11.1	5.1	0.0	0.0	0.1	0.0	5.1	100
1992	11.1	63.9	5.9	12.7	0.0	0.0	0.4	0.0	6.0	100
1993	26.7	37.2	17.1	8.8	0.0	1.9	2.8	5.5	100	100
1994	24.6	49.7	7.8	14.6	0.0	0.0	0.2	0.1	3.0	100
1995	29.2	43.9	4.1	17.8	1.0	0.0	1.1	0.0	2.9	100
1996	52.9	20.2	3.8	18.9	1.7	0.1	0.6	0.0	1.9	100
1997	3.7	41.6	16.3	23.9	0.9	2.1	2.6	3.3	5.7	100
1998	2.7	56.4	5.8	30.0	1.7	0.9	1.0	0.0	1.4	100
1999	31.4	33.1	10.1	10.8	2.0	3.0	5.4	0.6	3.6	100
2000	21.7	39.3	8.9	17.0	3.8	2.5	1.6	0.0	5.2	100
2001	0.2	42.4	12.7	31.4	1.3	1.5	5.1	1.9	3.6	100
Gennemsnit 1989-2000	21.8	45.3	9.9	15.0	1.0	1.0	1.3	0.6	4.1	100

Udvikling:
 Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0 0 0 1% 1% 1% 0 1% 0
 Symbol: + + + + +

Fytoplanktonbiomasser - tidsvægtede sommergennemsnit

	Blågrønalg mm ³ /l	Kiselalger mm ³ /l	Gronalger mm ³ /l	Rekylalger mm ³ /l	Furealger mm ³ /l	Ojealger mm ³ /l	Gulalger mm ³ /l	Stilkalger mm ³ /l	Ubestemt mm ³ /l	Total mm ³ /l
1989	3.2	6.0	2.3	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	12.5
1990	4.0	7.5	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	14.9
1991	4.8	9.1	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	18.0
1992	5.4	18.1	2.3	1.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.9	29.7
1993	7.8	7.1	4.5	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	1.2	21.8
1994	11.4	10.5	3.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	29.3
1995	7.1	9.3	0.9	1.7	0.3	0.0	0.3	0.0	0.5	20.0
1996	17.4	6.1	0.7	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	26.7
1997	0.5	5.8	2.2	1.1	0.0	0.3	0.2	0.1	0.6	10.9
1998	0.6	11.1	1.3	4.5	0.4	0.2	0.2	0.0	0.2	18.5
1999	3.6	7.4	2.8	1.4	0.5	0.8	1.0	0.1	0.8	18.3
2000	3.4	5.0	0.9	1.2	0.6	0.4	0.1	0.0	0.6	12.3
2001	0.0	2.9	0.8	1.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	5.7
Gennemsnit 1989-2000	5.8	8.6	2.1	1.6	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	19.4

Udvikling:
 Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0 0 0 0 1% 10% 10% 10% 10% 0 0
 Symbol: + + + + +

Fytoplanktonbiomasser - %-fordeling sommergennemsnit

	Blågrønalg %	Kiselalger %	Gronalger %	Rekylalger %	Furealger %	Ojealger %	Gulalger %	Stilkalger %	Ubestemt %	Total %
1989	25.5	48.0	18.8	3.0	0.3	2.6	0.3	0.0	1.6	100
1990	26.8	50.3	9.6	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	100
1991	27.0	50.4	15.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	100
1992	18.3	61.0	7.9	5.9	0.0	0.0	0.6	0.0	6.3	100
1993	35.9	32.7	20.8	3.7	0.0	0.0	0.8	0.5	5.7	100
1994	38.9	35.8	10.2	10.9	0.0	0.0	0.1	0.1	4.0	100
1995	35.7	46.6	4.4	8.3	1.3	0.0	1.3	0.0	2.4	100
1996	65.3	22.8	2.6	6.1	1.4	0.0	0.0	0.0	1.7	100
1997	4.8	53.7	20.1	10.0	0.4	2.8	2.2	0.5	5.5	100
1998	3.4	60.0	6.8	24.3	2.1	1.2	1.0	0.0	1.2	100
1999	19.7	40.6	15.0	7.4	3.0	4.5	5.2	0.4	4.1	100
2000	28.0	40.7	7.1	10.1	5.1	3.4	0.5	0.0	5.2	100
2001	0.3	49.9	13.2	21.3	2.1	2.3	6.5	1.3	3.1	100
Gennemsnit 1989-2000	27.4	45.2	11.6	8.3	1.1	1.2	1.0	0.1	4.0	100

Udvikling:
 Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0 0 0 5% 1% 5% 5% 10%
 Symbol: + + + + +

Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede årsgennemsnit

År	Hjuldyr µg TV/l	Vandløppe µg TV/l	Dafnier µg TV/l	Total µg TV/l	Pot. græsningstryk % af total	Fytoplanktonbiomasse	
						µg C/l	% sma
1989	190	368	351	909	41,7	142,6	810,6
1990	99	104	375	578	22,9	60,6	1107,5
1991	156	221	242	618	24,3	93,6	1240,0
1992	46	447	172	665	8,7	32,2	2238,8
1993	49	166	152	367	7,2	10,6	1346,7
1994	50	180	129	358	6,1	12,7	2125,8
1995	68	167	343	578	44,4	73,4	1148,4
1996	65	108	55	228	17,7	21,9	1506,8
1997	25	109	73	207	8,4	12,0	686,8
1998	38	105	203	346	10,1	21,9	1066,0
1999	103	84	75	262	10,4	12,2	1278,4
2000	46	134	109	290	12,5	32,5	753,3
2001	42	92	298	433	37,3	44,8	424,2
Gennemsnit 1989-2000	78	183	190	450	17,9	43,9	1.275,8

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: 5%
Symbol: --

Dyreplankton biomasser - %-fordeling årsgennemsnit

År	Hjuldyr %	Vandløpper %	Dafnier %	Total %
1989	20,9	40,5	38,6	100
1990	17,2	18,0	64,8	100
1991	25,2	35,7	39,1	100
1992	6,9	67,2	25,9	100
1993	13,5	45,2	41,3	100
1994	14,0	50,2	35,9	100
1995	11,7	28,9	59,4	100
1996	28,5	47,4	24,1	100
1997	12,2	52,6	35,3	100
1998	10,9	30,4	58,7	100
1999	39,2	32,2	28,6	100
2000	16,0	46,3	37,7	100
2001	9,8	21,3	68,9	100
Gennemsnit 1989-2000	18,0	41,2	40,8	100

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0
Symbol: 0

Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede sommergennemsnit

År	Hjuldyr µg TV/l	Vandløppe µg TV/l	Dafnier µg TV/l	Total µg TV/l	Pot. græsningstryk % af total	Fytoplanktonbiomasse	
						µg C/l	% sma
1989	327	533	691	1551	53,2	225,7	1373,0
1990	193	213	674	1081	35,5	108,9	1638,5
1991	180	403	484	1067	33,9	152,2	1975,3
1992	84	568	357	999	9,0	58,8	3272,4
1993	110	254	351	715	12,1	18,9	2397,7
1994	106	298	204	609	8,2	22,4	3219,8
1995	94	277	386	756	24,8	81,7	2205,1
1996	73	181	103	357	19,6	29,5	2943,6
1997	52	187	153	392	12,5	21,0	1199,2
1998	75	216	453	744	14,7	39,9	2038,2
1999	154	157	140	451	9,1	12,7	2032,4
2000	58	226	206	489	14,0	58,2	1364,1
2001	69	134	634	837	62,1	78,7	634,5
Gennemsnit 1989-2000	126	292	350	768	20,6	69,2	2.138,3

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

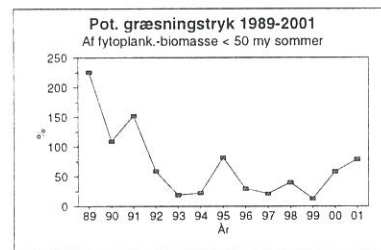
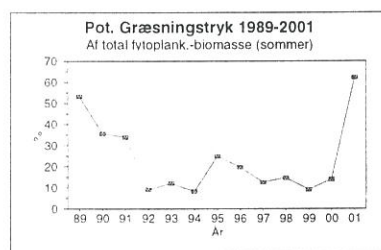
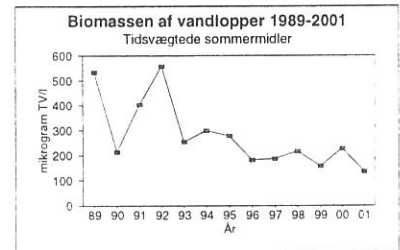
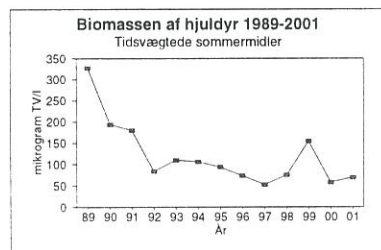
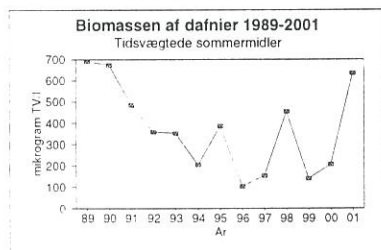
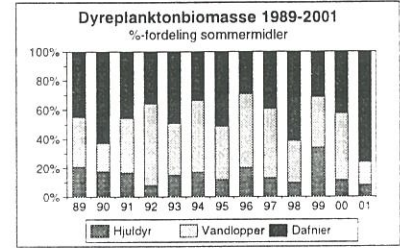
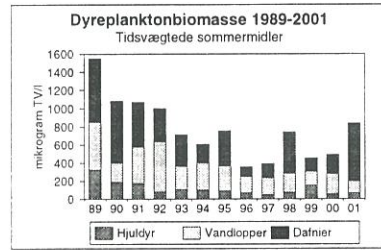
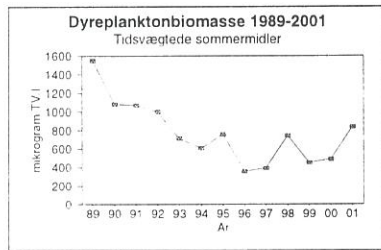
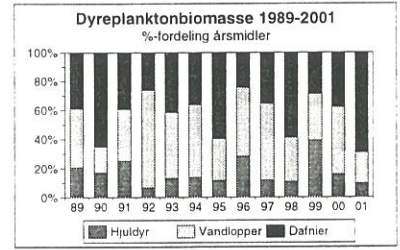
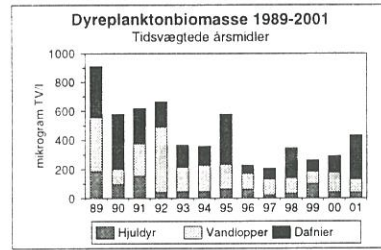
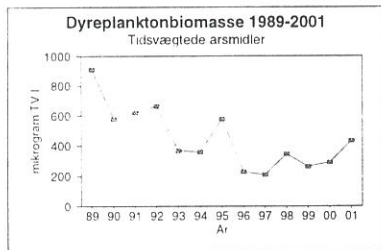
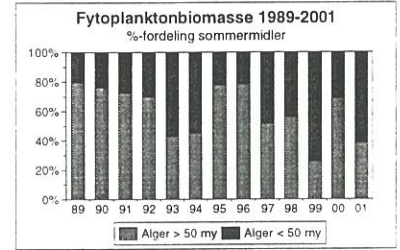
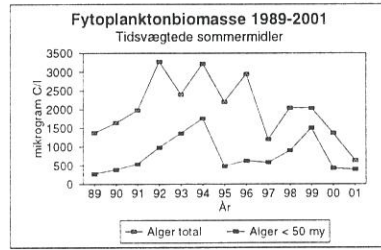
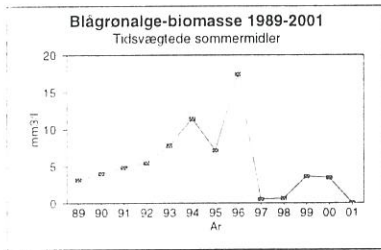
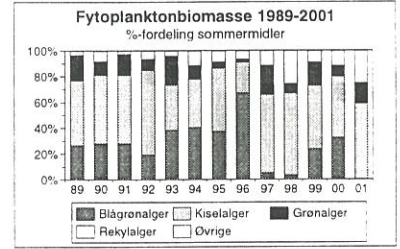
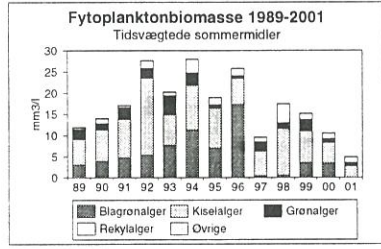
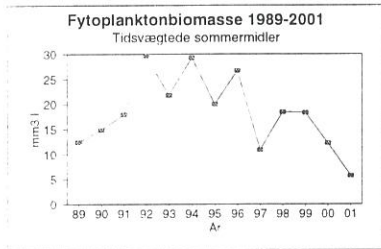
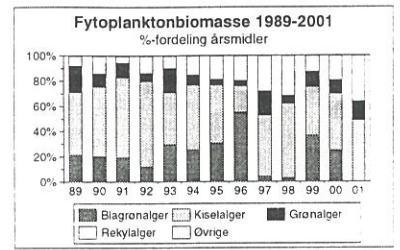
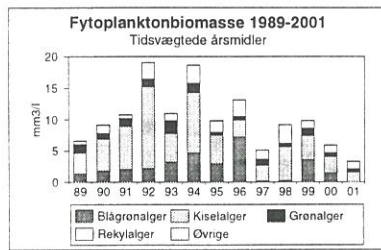
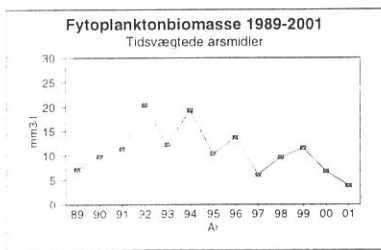
Signifikansniveau: 1%
Symbol: ---

Dyreplankton biomasser - %-fordeling sommergennemsnit

År	Hjuldyr %	Vandløpper %	Dafnier %	Total %
1989	21,1	34,4	44,6	100
1990	17,9	19,7	62,4	100
1991	16,9	37,8	45,4	100
1992	8,4	55,9	35,8	100
1993	15,4	35,5	49,1	100
1994	17,5	49,0	33,5	100
1995	12,4	36,6	51,0	100
1996	20,4	50,7	28,9	100
1997	13,3	47,6	39,1	100
1998	10,0	29,0	61,0	100
1999	34,2	34,7	31,0	100
2000	11,8	46,2	42,0	100
2001	8,2	16,0	75,7	100
Gennemsnit 1989-2000	16,6	39,8	43,6	100

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: 0
Symbol: 0



Fiskeynglen i Borup Sø

Juli 2001



Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium november 2001
Konsulenter : Jens Peter Müller & Helle Jerl Jensen

0. Sammenfatning

Feltundersøgelsen

I forbindelse med Roskilde Amts overvågning af miljøtilstanden i Borup Sø blev fiskeynglen undersøgt i natten mellem d. 4.-5. juli 2001. Undersøgelsen, som ligeledes blev foretaget i 1998, 1999 og 2000, blev udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngeltræk i 5 transekter i littoralen og 5 transekter i pelagiet af 1-2 minutters varighed.

Ynglens tæthed og sammensætning

Der blev konstateret yngel fra 4 arter; skalle, brasen, aborre og regnløje samt etårige regnløjer i fangsten.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 1,55 pr. m³ i littoralen og 6,45 pr. m³ i pelagiet, hvilket var lidt under tætheden i de foregående år. Vægtmæssigt var tætheden 0,45 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 2,54 g pr. m³ i pelagiet. Skalle-ynglen var svagt antalmæssigt dominerende i littoralen, mens skaller og aborrrer optrådte i omtrent samme tæthed i pelagiet. Vægtmæssigt var aborrrer dominerende over hele søen.

Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de fire seneste år, var tætheden af karpesfiskeyngel ligesom ved de foregående undersøgelser over middel, mens aborrefiskeynglens tæthed var meget stor, og større end ved de foregående undersøgelser i søen.

Størrelse

Skalle-ynglen var en smule under middelstørrelse, aborreynglen var normal, mens de få brasener i fangsten var usædvanlig store på trods af en kold juni.

Årgangsstyrke

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving forår og sommer. I 2001 var middeltætheden af karpesfiskeyngel i 14 søer forholdsvis moderat, som i 2000, mens aborreynglen generelt forekom mere talrigt end i 2000. I Borup Sø er skalle-ynglen blevet mere talrig end i de to foregående år, og aborreynglens tæthed var rekordstor. Borup Sø følger således til en hvis grad det generelle mønster.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpesfiske-ynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpesfiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtddybde. Fiskeynglens sammensætning i Borup Sø i juli 2001 med betydelige tætheder af både skalle-yngel og aborreyngel i pelagiet er således i overensstemmelse med søens status som lavvandet og uklar.

Påvirkning af dyreplanktonet

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige regnløjer) omkring 1. juli var med godt 72 mg tv/m³/d større end ved de foregående undersøgelser og meget betydelig sammenlignet med referencesøerne. Med tanke på søens mange småfisk udover årsynglen har fiskene antageligt ydet et betydeligt prædationstryk på søens dyreplankton i sommeren 2001.

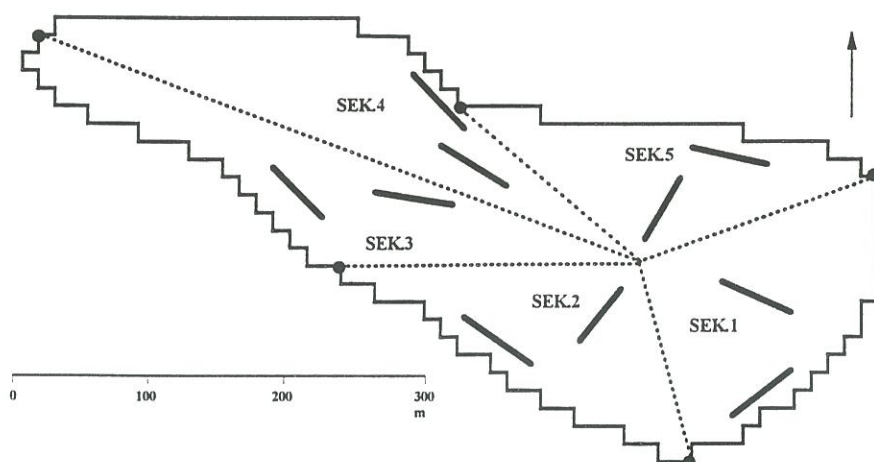
1. Baggrund og formål

I foråret 1997 vedtog Styringsgruppen for Ferskvand, at undersøgelser af fiskeyngel fra 1998 skal indgå i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet (NOVA 2003).

Borup Sø er udvalgt som overvågnings sø, og som følge heraf blev der i juli 2001 foretaget en undersøgelse af fiskeynglen. Formålet med undersøgelsen har været at belyse årsynglens mængde og sammensætning, for her igennem at vurdere fiskeynglens betydning for søens økologi over sommeren.

2. Materialer og metoder

Fiskeriet fandt sted natten mellem den 4.- 5. juli 2001 i tidsrummet kl.23.05 - 00.40, og blev udført som beskrevet i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser i søer fra Danmarks Miljøundersøgelser /1/. Søen blev således inddelt i 5 sektioner, der hver især blev befisket med 1-2 minutter i et transekt i bredzonen og 1-2 minutter i et transekt i pelagiet (fig.1) med et standardyngelnet (hoopnet).



Figur 1. Kort over Borup Sø med angivelse af sektioner og placering af transekter.

Fiskeri med yngelnet

Det anvendte yngelnet var et standardnet som beskrevet i vejledningen, dvs. bestående af en 1 m lang cylindrisk del med en diameter på 40 cm og en maskestørrelse på 2 mm og en 1 m lang konisk del med en maskevidde på 1 mm monteret med en opsamlingsbeholder. Nettet var monteret med et kalibreret flowmeter placeret i nettets åbning.

Nettets centrum blev placeret 0,5 meter under overfladen og bevæget med en hastighed af omkring 1,5-2,5 m/s.

Registrering

Ved de enkelte træk blev starttidspunkt, sluttidspunkt og omdrejningstæller ved start og slutning registreret. Fangsten blev opsamlet i plastikglas og nedkølet til udsortering følgende dag.

Ved registreringen blev fiskene sorteret i arter og opmålt til nærmeste mm., og fangsten af de respektive arter blev for hver transekt vejet til nærmeste 1/10 g.

2.2 Beregninger

Tæthed

For hvert transekt er den gennemsnitlige fangst i antal og i vægt pr. m³ udregnet både for de enkelte arter og for hele årsynglen som fangsten divideret med den filtrerede vandmængde. Herefter er et gennemsnit for de respektive transekter i littoralzonen og i pelagiet med tilhørende varians udregnet. Ved evt. omregning til spritvægt er anvendt en omregningsfaktor på 0,8.

Gennemsnitsvægt

Tilsvarende er de enkelte arters gennemsnitsvægt (vådvægt) beregnet som et gennemsnit af gennemsnitsvægten fundet i de respektive transekter.

Vægtet gennemsnit

I diskussionsafsnittet er anvendt arealvægtede gennemsnit beregnet som middelværdien i de respektive områder ganget med områdets andel af søarealet. Littoralzonen er sat ud til 50 m fra kystlinien dog maksimalt 50 % af søarealet.

Daglig vækstrate

Middelvækstraten pr. dag er beregnet ud fra middeltal for den målte længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelse til den efterfølgende fiskeundersøgelse efter normalprogrammet i en række søer (tab.1).

Tabel 1

Den gennemsnitlige målte daglige længdetilvækst (dL) og b fra længdevægtrelationen hos årsyngel og etårige af de respektive fiskearter i søer, hvor der efterfølgende en yngelundersøgelse er foretaget fiskeundersøgelse efter normalprogrammet.

mm/d	Antal søer	Gens.	Min	Max	b
Skalle 0+	11	0,385	0,216	0,570	3,114
Brasen 0+	4	0,456	0,320	0,579	3,292
Regnløje 0+	3	0,142	0,100	0,190	2,671
Rudskalle 0+	1	0,270	0,270	0,270	4,360
Aborre 0+	12	0,443	0,279	0,630	3,033
Sandart 0+	1	0,526	0,526	0,526	2,851
Skalle 1+	3	0,355	0,190	0,668	3,027
Regnløje 1+	2	0,131	0,110	0,152	3,717

Den daglige vækstrate omkring undersøgelsestidspunktet (G_t) er herefter beregnet som :

$$G_t = b \ln((L_t + dL)/(L_t))$$

hvor L_t er den målte middellængde ved undersøgelsen og dL og b er henholdsvis den gennemsnitlige længdetilvækst og b fra længdevægtrelatio-

nen.

Konsumptionsrate

Den daglige konsumptionsrate på prøvetidspunktet er beregnet i mg tv/m³/d som:

$$K = 1000 (G_i B_i)$$

hvor B_i er den beregnede arealvægtede biomassetæthed på prøvetagningstidspunktet.

Årgangsstyrke

Årgangsstyrken hos de respektive arter er vurderet ud fra undersøgelserne foretaget i perioden 1998-2001.

Sammenligningsgrundlag

De beregnede værdier er så vidt muligt sammenholdt med tilsvarende størrelser fra 58 undersøgelser fra i alt 14 andre danske søer, hvor yngelundersøgelserprogrammet har været anvendt i 1998, 1999, 2000 og 2001.

3. Resultater

3.1 Arealæthed

Der er ved undersøgelsen konstateret årsyngel fra skalle, brasen, aborre og regnløje samt enårige regnløjer. Den beregnede arealæthed af de respektive arter i littoralen og i pelagiet og de respektive arters numeriske andel af årsynglen er givet i tabel 2, mens samme data fordelt på karpefisk (inklusive etårsfisk), aborrefisk, laksefisk og øvrige fisk er givet i tabel 3.

Tabel 2

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2001.

Antal/m ³	Littoralen		Pelagiet		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,858	3,099	55	48		
Brasen 0+		0,037	0	1		
Regnløje 0+	0,109	0,171	7	3		
Regnløje 1+	0,027	0,037	2	1		
Aborre 0+	0,558	3,111	36	48		

Tabel 3

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2001.

Antal/m ³	Littoralen		Pelagiet		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	0,994	3,342	64	52		
Aborrefisk	0,558	3,111	36	48		
Laksefisk	0,000	0,000	0	0		
Andre	0,000	0,000	0	0		
Total	1,552	6,453	100	100		

Fangsten af årsyngel var domineret af skaller og aborrer, hvoraf begge arter optrådte med klart største tæthed i pelagiet. Modsat i de foregående år var regnløjer kun sparsomt repræsenteret i fangsten. Karpefiskkeynglen var dog svagt antalsmæssigt dominerende både i littoralen og på søens åbne områder.

Biomassetæthed

Biomassetætheden var domineret af aborrer både i littoralen og især i pelagiet, som følge af en betydelig middelvægt. Samlet udgjorde aborrefisk således 2/3 af ynglens biomasse i littoralen og knap 80 % i pelagiet (tab.4 og 5).

Tabel 4

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2001.

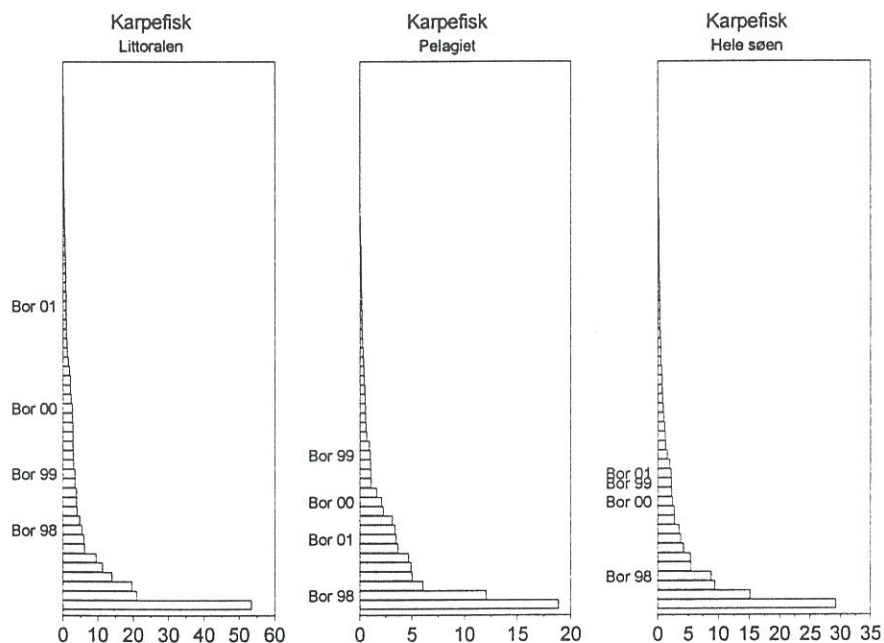
Vådvægt/m ³ (g)	Littoralen		Pelagiet		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,121	0,470	27	19		
Brasen 0+		0,021	0	1		
Regnløje 0+	0,007	0,015	2	1		
Regnløje 1+	0,025	0,028	5	1		
Aborre 0+	0,299	2,004	66	79		

Tabel 5

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2001.

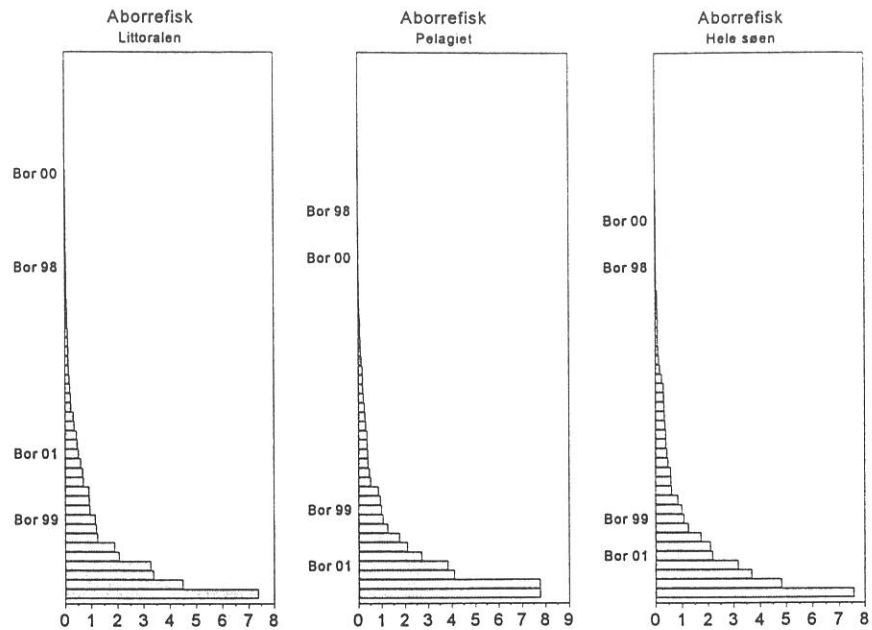
Vådvægt/m ³ (g)	Littoralen		Pelagiet	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	0,152	0,534	34	21
Aborrefisk	0,299	2,004	66	79
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	0,452	2,538	100	100

Sammenlignet med andre søer, hvor der er foretaget undersøgelser af fiskeynglen, var karpefiskeynglens tæthed i juli 2001 beskeden i littoralen, men betydelig i pelagiet, og samlet var karpefiskeynglens tæthed omtrent som i de foregående to år, men betydeligt under tætheden fundet i 1998 (fig.2).



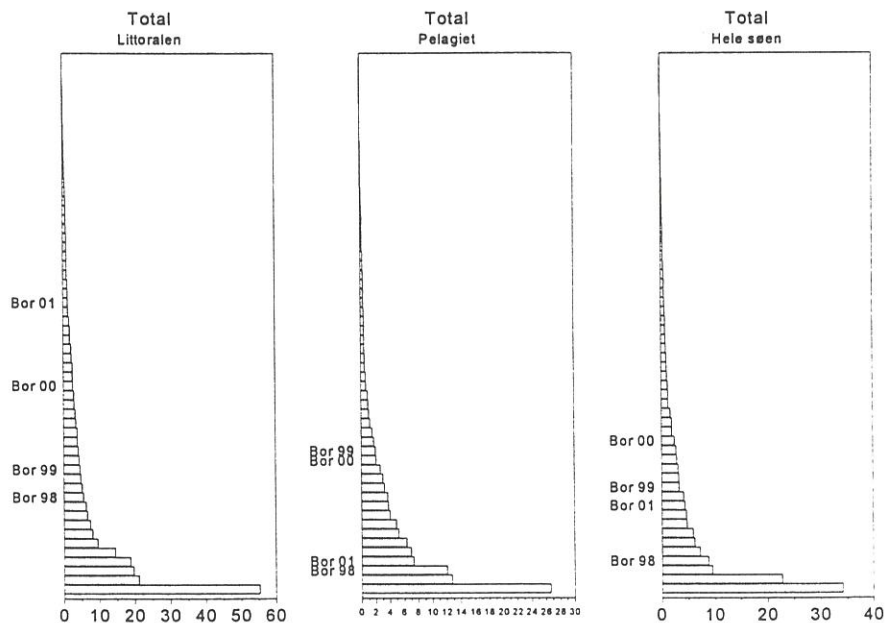
Figur 2. Tætheden af karpefiskeyngel i Borup Sø i 1998-2001 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Aborrefiskeynglens tæthed var over medianen i littoralen og meget stor i pelagiet sammenlignet med de øvrige undersøgte søer, og samlet var aborreynglens tæthed blandt de mest betydelige (fig.3). Sammenlignet med de tidligere år var aborreynglens tæthed øget væsentligt ikke mindst i forhold til årene 1998 og 2000.



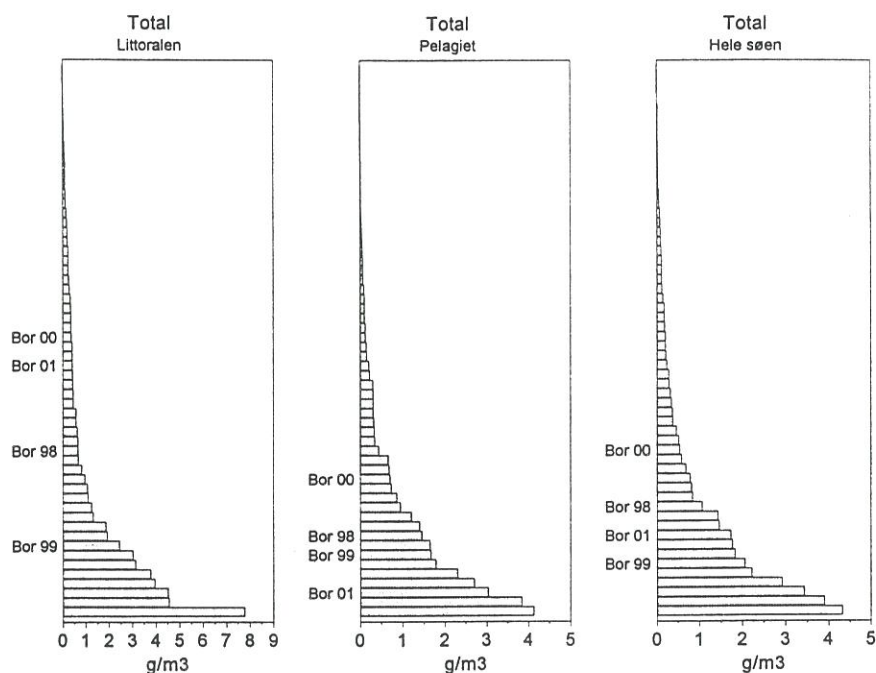
Figur 3. Tætheden af aborrefiskeyngel i Borup Sø i 1998-2001 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Den samlede tæthed af fiskeyngel har generelt været aftagende i littoralen siden 1998, men stigende i pelagiet siden 1999. Middeltætheden af fiskeyngel i søen var større end i de foregående to år, og mindre end i 1998, men stadig meget betydelig sammenlignet med tætheden fundet i de fleste af de øvrige søer (fig.4).



Figur 4. Tætheden af fiskeyngel i Borup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1998-2001 sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

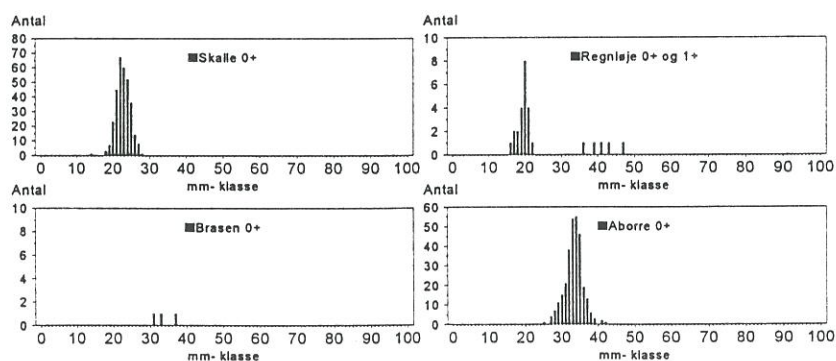
Den samlede biomassetæthed var ligesom i 1999 meget betydelig sammenlignet med referencesøerne, og væsentligt større end i 2000 (fig.5).



Figur 5. Biomassetætheden af fiskeyngel i Borup Sø i 1998-2001 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af fangsten af skalle, aborre og brasen fremgår af figur 6. Middelvægten hos skalleårsynglen var forholdsvis beskednen for tidspunktet, hvilket dog har været tilfældet i flere af årets undersøgelser, hvor en kold juni måned har bevirket en langsom opvækst i de fleste undersøgte søer. Aborrernes middelvægt var som forventet, mens de forholdsvis få brasener i fangsten var usædvanligt store i forhold til middelvægten fundet hos ynglen på samme tidspunkt i de øvrige undersøgte søer (fig. 7).

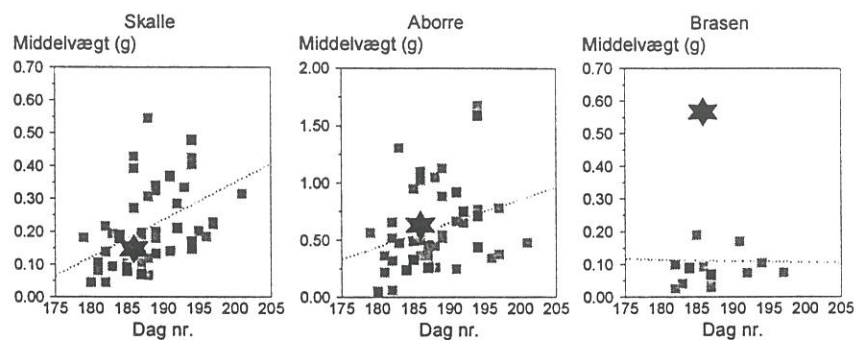


Figur 6. Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Borup Sø juli 2001.

Hos skalle er der en tydelig forøgelse af middelvægten gennem juli måned i de respektive søer, hvilket kun i mindre omfang kan konstateres hos aborrenglen og brasenynglen. Der må dog forventes en meget stor spredning i ynglens størrelse på et givent tidspunkt i de respektive søer, på grund af morfometriske forskelle, som bl.a. påvirker gydetidspunkt og

tilvækst som følge af den meget forskellige hastighed hvormed opvarmningen af søvandet foregår gennem forsommeren.

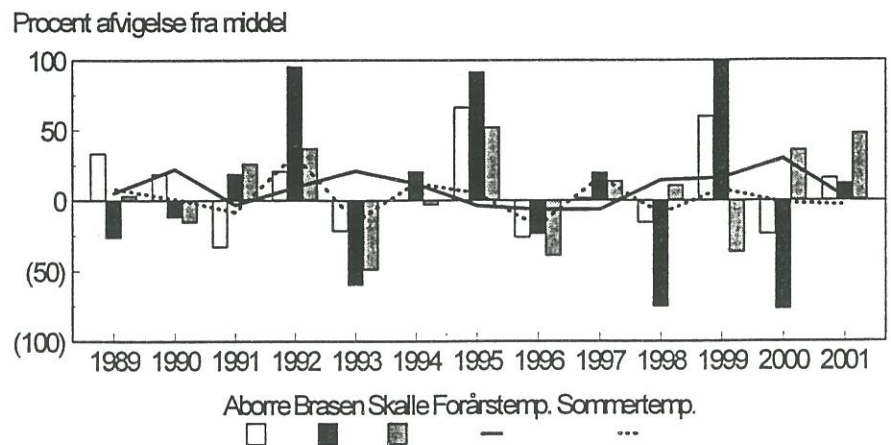
Middelvægt



Figur 7. Middelvægten af skalle-, aborre- og brasenynglen på undersøgelsestidspunktet i Borup Sø juli 2001 (stjerne) sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering) og tidligere undersøgte danske søer.

4. Vurderinger

Selvom søers fiskebestande oftest udviser variationer som kan relateres til søernes morfologi og næringsniveau, er forholdene vedrørende årsynglen mere komplekse. Der vil således i alle søer og hos de fleste arter forekomme meget betydelige år til år variationer i ynglens mængde, idet de klimatiske forhold om foråret og gennem forsommeren påvirker henholdsvis gydetidspunkt og vækst og overlevelse hos den spæde yngel. Dette fremgår tydeligt af figur 8, som viser procentafvigelsen fra gennemsnittet af årgangsstyrken hos aborrer, brasen og skalle i perioden 1989-98, vurderet ud fra fangsten af etårige- og ældre fisk ved fiskeundersøgelser efter normalprogrammet, og i årene 1999-2001 vurderet ud fra yngelundersøgelserne.

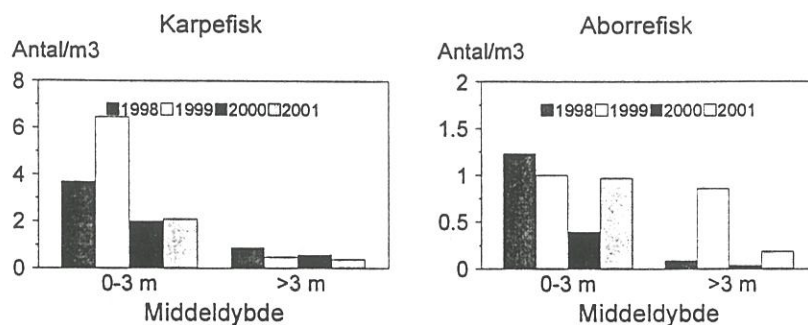


Figur 8. Den gennemsnitlige årgangsstyrke i en række danske søer målt som afvigelse fra middel i perioden 1989-2001 hos aborre, brasen og skalle samt middeltemperaturens afvigelse fra normalen i april-maj og i juni-juli i samme periode [2].

Som figuren viser er der især hos brasener en negativ sammenhæng mellem et varmt forår efterfulgt af en kold sommer og årgangsstyrken i de respektive år. Generelt er der især hos de relativt sent gydende arter herunder brasen, rudskalle, suder og karusse ofte meget store variationer i ynglens mængde i sensommeren, antageligt bl.a. på grund af afhængigheden af en korrekt timing mellem ynglens fremkomst og et rimeligt fødegrundlag. Dette synes især at være gældende i klarvandede søer, hvor årsynglen ligeledes er udsat for rov fra aborrer, og hvor svigtende rekruttering er regelen mere end undtagelsen hos de nævnte arter.

I perioden 1998-2000 var foråret forholdsvis varmt, men kun i 1999 var sommeren tilsvarende varm, hvilket antageligt kan forklare den ringe gennemsnitlige rekruttering hos brasener i årene 1998 og 2000 og den gode rekruttering i 1999. I 2001 var forårstemperaturen normal, mens hovedparten af juni måned var kold, men sidst i juni og først i juli var vejret sommerligt. Samlet har temperaturen indtil undersøgelsestidspunktet været tæt på normalen, og middelrekrutteringen hos brasener og aborrer har tilsyneladende været tilsvarende tæt på normalen. Skallernes rekrutteringsmønster har været noget afvigende i de senere år med ringeste middelrekruttering i 1999, mens 1998 og 2000 har været normale eller gode rekrutteringsår, og skallernes rekruttering i 2001 har generelt været over normalen.

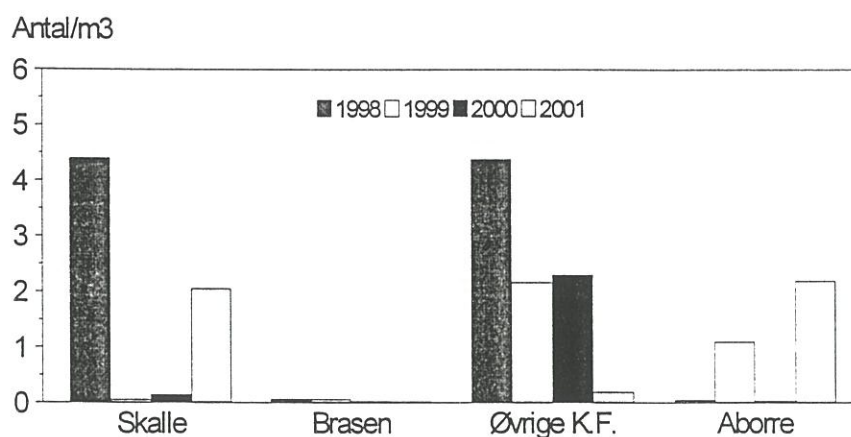
Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 14 undersøgte søer i årene 1998-2001 ses i de lavvandede søer en stor middeltæthed af karpesfisk i 1998 og i 1999 og en mindre tæthed i 2000 og 2001, mens tætheden af aborrefisk var lav i 2000 og forholdsvis ens i de øvrige år (fig.9). I de dybe søer har karpesfiskens rekruttering derimod været ringest i 1999 og 2001, og hos aborrefisken har rekrutteringen kun været god i 1999.



Figur 9. Fiskeynglens gennemsnitlige tæthed i 8 lavvandede (< 3 m) og 7 dybere (> 3 m) søer i 1998-2001.

Med en betydelig rekruttering hos karpesfiskene i de seneste fire år, men dog klart størst i 1998 og med en god rekruttering i 1999 og i 2001 hos aborrefisken følger Borup Sø i rimelig grad mønsteret fra de øvrige lavvandede søer.

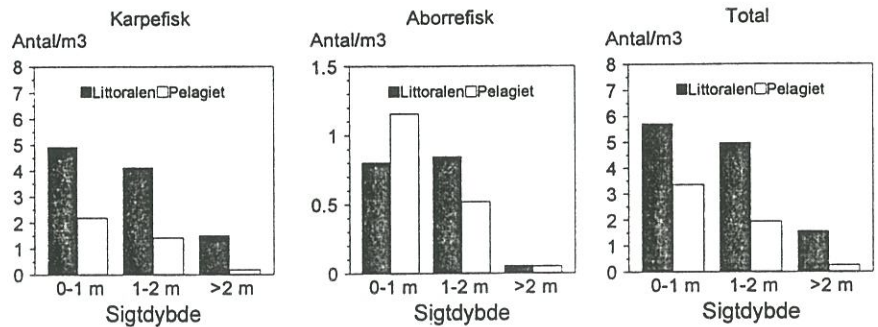
I Borup Sø er der kun registreret små mængder brasenyngel ved yngelundersøgelserne siden 1998, men de løbende fiskeundersøgelser i sensommeren har dog vist, at i hvert fald 1998 og 1999 generationen var betydelig. Skalle ynglens tæthed har været betydelig i 1998 og 2001 og meget beskedent i 1999 og 2000 (fig.10). Borup Sø har været karakteriseret ved en stor tæthed af regnløjer i perioden 1998-2000 som i 2001 næsten var væk, og aborrerne har kun haft succes i 1999 og i 2001.



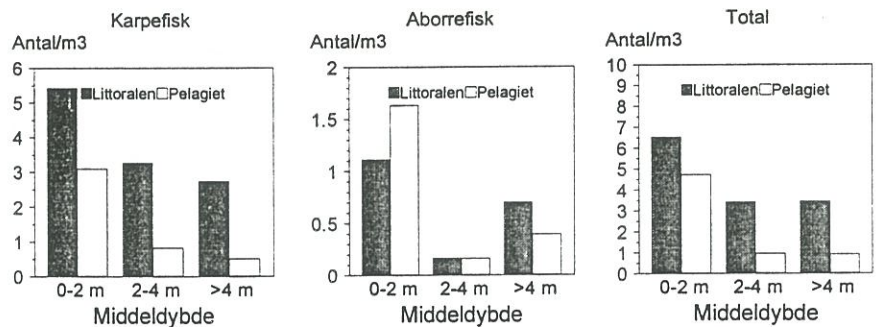
Figur 10. Fiskeynglens tæthed i Borup Sø 1998-2001.

Ynglen i stigende grad foretrækker bredzonen med øget sigtddybde i de undersøgte søer. Hos aborreynglen, som generelt er mere pelagisk, ses dette mønster ikke (fig. 11). Generelt var der dog meget lidt fiskeyngel i pelagiet i søer med sigtddyber større end 2 m.

Middeldybden synes ligeledes at påvirke fiskeynglens mængde i bredzonen og i pelagiet. Således aftager mængden af karpfiskeyngel i pelagiet voldsomt med øget middeldybde i de undersøgte søer, hvorimod karpfiskenes mængde i littoralen kun aftog mere moderat med dybden (fig. 12). Hos aborrefiskene var der ingen væsentlig forskydning mellem pelagiet og bredzonen ved øget middeldybde.



Figur 11. Fiskeynglens arealtæthed i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig sigtddybe.



Figur 12. Fiskeynglens arealtæthed i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig middeldybde.

Det generelle billede er således, at karpfiskeyngel er tæt knyttet til de lavvandede områder i juli måned, og kun i de uklare, lavvandede søer findes karpfiskeynglen i pelagiet i nævneværdigt omfang. Aborrefiskeynglen har ikke samme præference for bredzonen, men tætheden aftager dog tilsyneladende generelt med øget sigtddybde.

Fiskeynglens fordeling i juli 2001 i Borup Sø passer godt ind i det generelle billede i en lavvandet uklar sø med en stor tæthed af både karpfisk og aborrer i pelagiet.

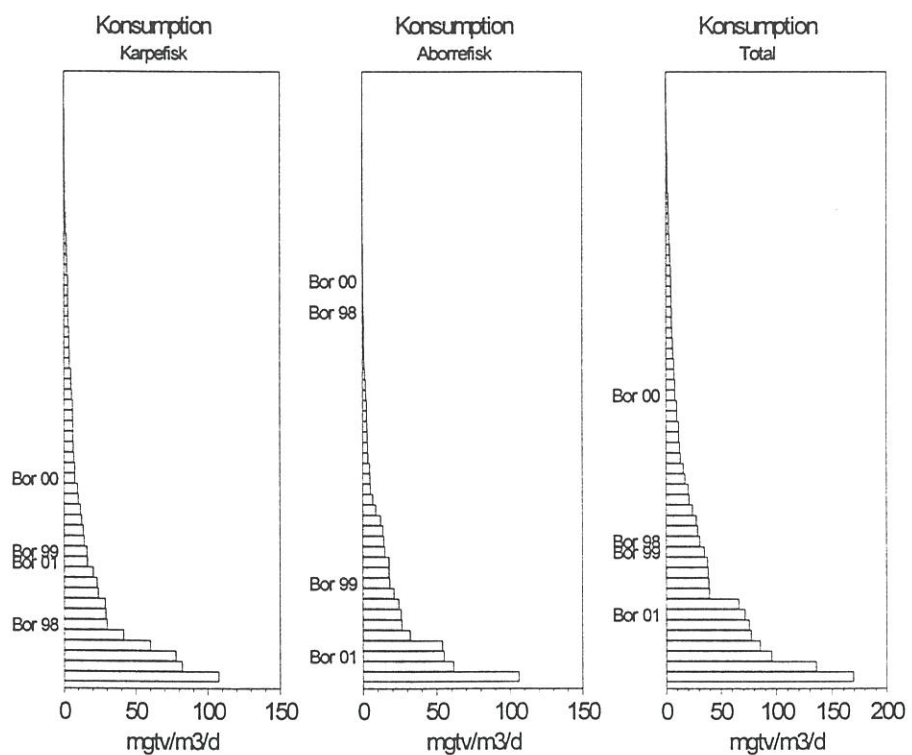
Påvirkning af dyreplankton

Fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet afhænger af såvel ynglens daglige fødebehov, som igen afhænger af deres specifikke vækstrate og af udnyttelsen af føden, og af dyreplanktonets produktivitet.

Vækstraten hos fiskeyngel aftager generelt med størrelsen, hvorimod længdetilvæksten pr. tidsenhed tilnærmelsesvis er konstant, såfremt forholdene ikke ændres væsentligt. Af samme grund er der ved beregningen af ynglens specifikke vækstrater taget udgangspunkt i en konstant længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelserne til fiskeundersøgelserne i sensommeren. Vækstforholdene er dog kraftigt afhængig af både fødeudbud og vandtemperatur, hvoraf sidstnævnte forhold ligeledes påvirker fødens udnyttelsesgrad.

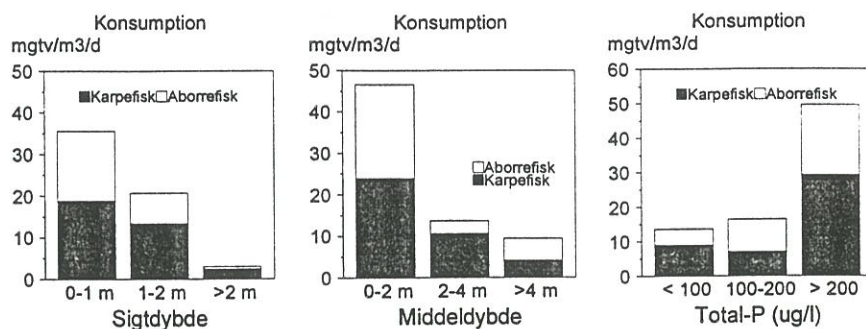
Endelig er fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet ikke synonymt med fiskebestandens påvirkning af samme, da etårige- og ældre fisk ofte yder et meget betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

I figur 13 er vist fiskeynglens (inklusive etårige regnløjer) skønnede daglige konsumtion i de undersøgte søer. I Borup Sø var karpefiskeynglens samlede prædationstryk i juli 2001 knap 17 mg tv/m³/d, hvilket, som i de foregående år var betydeligt over medianen blandt de undersøgte søer. Aborrefiskeynglens beregnede prædationstryk var med godt 55 mg tv/m³/d tredjehøjest blandt referencesøerne og betydeligt over niveauet fra de foregående år. Totalt var yngelprædationen med 72 mg tv/m³/d meget højt og væsentligt over niveauet i de foregående år.



Figur 13. Fiskeynglens konsumtionsrate i Borup Sø 1998-2001 sammenlignet med konsumtionsraten fundet i andre danske søer.

Fiskeynglens skønnede konsumtionsrate er forskellig i de forskellige søtyper (fig.14). I de uklare søer er både karpefiskenes og aborrefiskenes konsumtion størst, hvilket antageligt hænger sammen med en større produktion af dyreplankton, og fiskeynglens konsumtion falder i søer med middeldybde større end 2 m. I de næringsbegrænsede søer (tot-P sommergennemsnit < 100 µg/l) er fiskeynglens konsumtion normalt beskedent.



Figur 14. Fiskeynglens konsumtionsrate i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig sigt dybde, middeldybde og tot-P koncentration over sommeren (1/5-30/9).

Med Borup Sø's aktuelle status som en lavvandet, uklar og middelnæringsrig sø er konsumtionsrater hos fiskeynglen mellem 15-50 mg tv/m³/d forventelig, og prædationstrykket var i 1998-2000 i dette niveau, mens dette års meget høje prædationstryk på 72 tv/m³/d var større end forventet.

Ved yngelundersøgelserne registreres ikke ældre fisk, og Borup Sø har ved de senere års undersøgelser i alle årene rummet mange etårige- og ældre fisk. Det samlede prædationstryk på dyreplanktonet må derfor antages at være væsentligt større end ynglens prædation.

Der forligger endnu ikke tal for dyreplanktonet i 2001, men i de seneste år har dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse varieret omkring mellem 400-800 mg tv/m³, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på 80-160 mg tv/m³/d ved en turn-over på 5 dage.

Selvom fiskeynglens prædation alene måske ikke har været begrænsende for dyreplanktonbiomassen i starten af juli 2001, må fiskenes samlede prædationstryk på dyreplanktonet antages at have været meget betydelig i sommeren 2001.

5. Referencer

- 1/ Lauridsen T.L. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer.
- Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- 2/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Recruitment, growth and mortality of Bream (*Abramis brama L.*) in danish lakes. (in prep.)
- 3/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Borup Sø juli 1998.
- Notat til Roskilde Amt.
- 5/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1998.
- Notat til Roskilde Amt.
- 6/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Magle Sø juli 1998.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 7/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 1998.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 8/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tissø juli 1998.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 9/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 1998.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 10/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Arresø juli 1998.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 11/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Bestemmelser af fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv og i Bagsværd Sø juli 1998.
- Notat til Københavns Amt.
- 12/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 1998.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 13/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Ketting Nor juli 1998.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 14/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1999.
- Notat til Roskilde Amt.
- 15/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Magle Sø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 16/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 17/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Tissø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 18/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 1999.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 19/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Arresø juli 1999.
- Notat til Frederiksborg Amt.

- 20/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Bestemmelser af fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv og i Bagsværd Sø juli 1999.
- Notat til Københavns Amt.
- 21/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 1999.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 22/ Vejle Amt (1999). Data vedrørende fiskeyngel i Søgård Sø juli 1999.
- Tilsendt materiale.
- 23/ Fyns Amt (1999). Data vedrørende fiskeyngel i Arreskov Sø og Søgård Sø juli 1999.
- Tilsendt materiale.
- 24/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Borup Sø juli 2000.
- Notat til Roskilde Amt.
- 25/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 2000.
- Notat til Roskilde Amt.
- 26/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 27/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 28/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tissø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 29/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2000.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 30/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Arresø juli 2000.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 31/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv juli 2000.
- Notat til Københavns Amt.
- 32/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bagsværd Sø juli 2000.
- Notat til Københavns Amt.
- 33/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 2000.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 34/ Vejle Amt (2000). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2000.
- Notat til Vejle Amt
- 35/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bagsværd Sø juli 2001.
- Notat til Københavns Amt.
- 36/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 2001.
- Notat til Roskilde Amt.
- 37/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2001.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 38/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2001.
- Notat til Vestsjællands Amt.

39/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tissø juli 2001.
- Notat til Vestsjællands Amt.

40/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2001.
- Notat til Frederiksborg Amt.

41/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Arresø juli 2001.
- Notat til Frederiksborg Amt.

42/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv juli 2001.
- Notat til Københavns Amt.

43/ Vejle Amt (2000). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2001.
- Notat til Vejle Amt

Beregnete CPUE-værdier for fiskebestanden i 2001 med tilhørende 95% konfidensgrænser samt de gennemsnitlige garnfangster i littoralzonen og på det åbne vand.

Tabel 2a

Beregnete CPUE-værdier i antal for fisk < 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Borup Sø 2001 med angivelse af 95% konfidensgrænser.

Antal < 10 cm	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
SKALLE	19,8	6,4	61,7	44,0	2,2	889,4
ABORRE	112,8	37,2	342,0	27,6	9,8	77,8
BRASEN	1,9	0,7	4,9	0,0	0,0	0,0
HORK	0,3	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0
REGNLØJE	24,8	10,5	58,4	44,4	3,7	535,9
RUDSKALLE	0,1	0,1	0,1	0,8	0,4	1,7
GEDDE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BRxSK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ÅL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUDER	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUM	159,7	56,1	454,1	116,8	20,4	668,6

Tabel 2b

Beregnete CPUE-værdier i antal for fisk > 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Borup Sø 2001 med angivelse af 95% konfidensgrænser.

Antal > 10 cm	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
SKALLE	18,7	12,0	29,3	0,2	0,1	0,3
ABORRE	45,8	22,1	94,9	23,2	10,8	49,7
BRASEN	4,9	2,8	8,8	0,0	0,0	0,0
HORK	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0
REGNLØJE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RUDSKALLE	2,5	1,1	6,0	0,8	0,4	1,7
GEDDE	0,5	0,5	0,6	1,0	0,4	2,4
BRxSK	0,5	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0
ÅL	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3
SUDER	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
SUM	73,3	41,6	129,4	25,4	12,4	52,2

Tabel 2c

Beregnete CPUE-værdier i vægt for fisk < 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Borup Sø 2001 med angivelse af 95% konfidensgrænser.

Vægt < 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
SKALLE	174	55	557	25	2	355
ABORRE	375	128	1101	80	26	246
BRASEN	5	1	20	0	0	0
HORK	2	1	5	0	0	0
REGNLØJE	53	21	134	50	4	688
RUDSKALLE	0	0	1	4	1	23
GEDDE	0	0	0	0	0	0
BRxSK	0	0	0	0	0	0
ÅL	0	0	0	0	0	0
SUDER	0	0	0	0	0	0
SUM	609	212	1753	159	41	620

Tabel 2d

Beregnete CPUE-værdier i vægt for fisk > 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Borup Sø 2001 med angivelse af 95% konfidensgrænser.

Vægt > 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
SKALLE	1230	700	2160	23	2	316
ABORRE	1808	767	4262	704	310	1597
BRASEN	1702	1094	2647	0	0	0
HORK	5	1	35	0	0	0
REGLØJE	0	0	0	0	0	0
RUDSKALLE	273	11	6926	84	2	2998
GEDDE	278	95	815	956	9	101001
BRxSK	87	6	1189	0	0	0
ÅL	0	0	0	15	1	159
SUDER	88	3	2577	0	0	0
SUM	5471	3491	8573	1781	457	6942

Tungmetaller Borup Sø - 2001

	13.06	26.06	10.07	23.07	21.08	18.09
Tørstof, suspenderet stof (mg/l)	8,3	11,6	19	11	13	9,7
Glødetab af susp. stof (mg/l)	4,3	6,7	15	8,2	7,6	5,3

Tungmetaller	13.06	26.06	10.07	23.07	21.08	18.09
Arsen (As)	0,3	0,62	0,5	0,7	1,4	1
Bly (Pb)	0,4	0,3	0,7	0,4	0,6	0,2
Cadmium (Cd)	<0,01	0,01	<0,004	0,015	<0,01	<0,01
Chrom (Cr)	0,3	0,2	0,27	0,16	0,1	0,3
Kobber (Cu)	0,7	0,9	0,4	0,4	0,3	0,7
Kviksølv (Hg)		0,01	0,0017	0,0007	<0,0005	<0,0005
Nikkel (Ni)	<0,6	1	0,6	0,6	1,2	1
Zink (Zn)	<1	<1	2	2	1,8	<3

Tungmetaller, filtrerede	13.06	26.06	10.07	23.07	21.08	18.09
Arsen, filt	0,29		0,46	0,66	0,8	0,25
Bly, filt	0,5		0,43	0,27	0,1	0,28
Cadmium, filt	0,02		0,01	0,005	<0,004	<0,004
Chrom, filt	0,1		0,09	0,05	0,07	0,08
Kobber, filt	0,31		0,15	0,28	0,3	0,5
Nikkel, filt	0,9		0,5	0,6	0,5	0,43
Zink, filt	<1					4

Oversigt over udførte undersøgelser i Borup Sø i overvågningsperioden

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vandkemi i sø	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vandkemi i tilløb	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vandkemi i afløb	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Plantep plankton	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dyreplankton	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fiskeundersøgelse*					x			x	x	x	x	x	x
Bundfauna og littoralfauna	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
Sediment		x							x	x			
Miljøfremmede stoffer										x			x
Fiskeyngelundersøgelse										x	x	x	x

* Fiskeundersøgelse efter det standardiserede program gennemført 1. gang i 1988. Fiskeundersøgelserne i 1996-99 samt 2001 er udført efter et reduceret normalprogram i forbindelse med biomanipulationsprojekt.

Øversigt over udførte undersøgelser i Borup Sø før 1989

- 1973: Vandkemi (1 vandprøve udtaget 11. september)
- 1980: Vandkemi (1 vandprøve udtaget 16. juni)
Bundfauna
Floraliste (planter langs bredden)
- 1983: Vandkemi i tilløb og afløb (x 12) samt sø (x 11); stofbalanceberegning
Bundfauna
Planteplankton
Floraliste (planter langs bredden)
Fugle
- 1988: Vandkemi i tilløb og afløb (x 16) samt sø (x 13); stofbalanceberegning
Fiskeundersøgelse (standardiseret program)

Undersøgelserne i perioden 1973-83 er rapporteret i "Forundersøgelser af de mindre søer i Roskilde Amtskommune" (Roskilde Amt, 1984). Undersøgelserne i 1988 (samt 1983) er rapporteret i Overvågningsrapporterne vedrørende Borup Sø.

Roskilde Amt . Køgevej 80 . 4000 Roskilde . Tlf. 46 32 32 32