

R o s k i l d e

A m t



Borup Sø 1989-2000



Teknisk
Forvaltning

VANDMILJØ

Løbenr.: 35 2001

Eksemplar nr.: 3/3

VANDMILJØovervågning

Borup Sø

1989-2000

Titel: VANDMILJØovervågning. Borup Sø 1989-2000

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 50 stk.

ISBN: 87-7800-475-6

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

Pris: 50 kr.

Indholdsfortegnelse

1.	Sammenfatning	5
2.	Indledning	7
3.	Klimatiske forhold	8
4.	Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning	10
5.	Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer	12
5.1	Vandføring	12
5.2	Fosfor	12
5.3	Kvælstof	13
6.	Vandbalance	14
7.	Stofbalance	16
7.1	Fosfor	16
7.2	Kvælstof	18
7.3	Jern	19
8.	Fysisk-kemiske målinger i søen	21
8.1	Næringsstoffer	21
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	Samspejlet mellem stofkoncentrationer, plankton og fiskebestand	31
10.	Konklusion	32
11.	Referencer	33
12.	Bilagsfortegnelse	34

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

Vandtilførslen i 2000 var med 1,75 mill. m³ lidt mindre end tilførslen i de seneste to år og også lidt under gennemsnittet for 1989-99. Vandtilførslen var størst i februar-marts samt igen i december.

Den samlede fosfortilførsel på 124 kg var væsentligt mindre end gennemsnittet på 218 kg for 1989-99. Søen tilbageholdte også i 2000 en del af den tilførte fosfor, hvorved søsedimentets fosforpulje fortsatte med at blive forøget. Tilbageholdelsen var med 17% i niveau med gennemsnittet på 22% for 1989-99.

Den samlede kvælstoftilførsel var i 2000 med 10,4 ton mindre end i de to foregående og under gennemsnittet på 13,4 ton for hele overvågningsperioden. Søen tilbageholdte 21% af den tilførte kvælstof, hvilket er i niveau med de 17%, søen som gennemsnit har tilbageholdt i perioden.

Fosforindholdet i søvandet var med et årsgennemsnit på 103 µg P/l det næstlaveste i overvågningsperioden, mens sommergennemsnittet på 165 µg P/l var i niveau med 1999 og dermed stadig lidt højere end i 1996-97, hvor de hidtil laveste sommermiddelkoncentrationer er registreret.

Årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof var med 3,17 mg N/l periodens foreløbig laveste, mens sommermiddelkoncentrationen med 2,83 mg N/l kun var lidt under gennemsnittet.

Set for hele perioden 1989-2000 er der sket et signifikant fald i koncentrationerne af kvælstof og fosfor i søvandet både som års- og sommergennemsnit.

Sommermiddelsigtdybden på 0,58 m var uændret i forhold til året før og identisk med gennemsnittet for perioden 1989-99.

Sommermiddelbiomassen af planteplankton var i 2000 med 12,3 mm³/l noget lavere end i de foregående to år og i niveau med de lave biomasser i 1989 og 1997. Faldet skyldtes primært en mindre biomasse af kiselalger og grønalger, mens biomassen af blågrønalger var i niveau med 1999.

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2000 var ganske atypisk, idet forsommerens algeopblomstring var domineret af blågrønalger og ikke kiselalger, som det normalt er tilfældet i søen. Omvendt var sensommerens algeopblomstring domineret af kiselalger, hvor blågrønalgerne normalt dominerer. Der kan ikke påvises nogen signifikant udvikling i planteplanktonbiomassen gennem perioden.

Derimod er der sket et signifikant fald i dyreplanktonbiomassen primært som følge af en nedgang i dafniernes biomasse.

I 2000 var dyreplanktonbiomassen dog lidt større end i 1999 og græsningstrykket på planteplanktonet var i modsætning til de foregående par år i perioder så højt, at dyreplanktonet kan have haft en regulerende effekt på 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 8,6 ton skaller og brasener fra søen samtidig med, at der årligt er udsat omkring 25-30.000 stk. geddeyngel.

Resultatet af fiskeundersøgelsen sidste år viste kun mindre ændringer i fiskebestanden i forhold til året før og fiskeriet blev derfor intensiveret i 2000. Dette har medført, at fredfiskebestanden nu er nede på det hidtil laveste niveau siden overvågningen af søen begyndte.

En væsentlig del af opfiskningen fandt sted i løbet af sommeren og efteråret og effekten heraf slår forhåbentligt igennem i 2001 i form af et reduceret predationstryk på dyreplanktonet.

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, men intensiveringen af opfiskningen forventes at føre til en bedre miljøtilstand i søen. Helt afgørende for søens udvikling i de kommende år er det imidlertid, hvorvidt det lykkes at reducere næringsstofftilførslen til søen i et tilstrækkeligt omfang.

Udviklingen gennem hele overvågningsperioden for udvalgte nøgleparametre er summarisk angivet i tabel 1. Eventuelle udviklingstendenser for hele perioden 1989-2000 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.

Tabel 1. Nøgleparametre i 2000 samt udvikling i 1989-2000 i belastningsforhold, vandkemi og biologiske parametre. Evt. statistisk signifikante ændringer er undersøgt vha. lineær regressionsanalyse. +/-, +/- - og +++/- --- svarer til en stigning/reduktion på henholdsvis 5%, 1% og 0,1% signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

Parameter	Enhed	2000	Gns. 1989-99	Udvikling
Opholdstid	år	0,052	0,064	0
Fosforbelastning	t/år	0,124	0,218	0
	mg/m ² /dag	3,58	6,30	0
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg P/l	0,066	0,128	0
P-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	0,61	1,42	0
	%	17,1	22,2	0
Kvælstofbelastning	t/år	10,44	13,42	0
	mg/m ² /dag	301,1	387,1	0
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg N/l	6,02	7,36	0
N-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	61,98	47,48	0
	%	20,6	15,7	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	0,103	0,140	--
P total sommer	mg P/l	0,165	0,203	--
PO4-P år	mg P/l	0,010	0,024	0
PO4-P sommer	mg P/l	0,006	0,017	---
N total år	mg N/l	3,17	4,57	-
N total sommer	mg N/l	2,23	2,78	--
Uorganisk N år	mg N/l	1,64	2,68	0
Uorganisk N sommer	mg N/l	0,013	0,301	--
pH år		8,3	8,2	0
pH sommer		8,4	8,4	0
Sigtdybde år	m	1,01	0,94	0
Sigtdybde sommer	m	0,58	0,59	0
Klorofyl år	µg/l	49	67	-
Klorofyl sommer	µg/l	83	105	-
Suspenderet stof år	mg SS/l	14,7	18,0	--
Suspenderet stof sommer	mg SS/l	25,0	29,1	-
Planteplanktonbiomasse år	mm ³ /l	6,8	12,0	0
Planteplanktonbiomasse sommer	mm ³ /l	12,3	20,0	0
% blågrønalger sommer	%	28,0	27,4	0
% kiselalger sommer	%	40,7	45,6	0
% grønalger sommer	%	7,1	12,0	0
Dyreplanktonbiomasse år	µg TV/l	290	465	----
Dyreplanktonbiomasse sommer	µg TV/l	489	793	----
% hjuldyr sommer	%	11,8	17,0	0
% vandlopper sommer	%	46,2	39,2	0
% cladocer sommer	%	42,0	43,8	0
% Daphnia af cladocer	%			
Græsningstryk sommer				
Pot. græsning				
% af planteplanktonbiomasse	%	14,0	21,2	--
% af planteplanktonbiomasse < 50 µm	%	58,2	70,2	--
Fisk				
Total antal (CPUE-garn)	stk.	88,8		
Total vægt (CPUE-garn)	kg	3,860		
% rovfisk i antal (CPUE-garn)	%			
% rovfisk i vægt (CPUE-garn)	%			
Fiskeyngel i littoralen	stk./m ³	2,82		
Fiskeyngel i pelagiet	stk./m ³	2,38		

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 2000 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 1989-2000 samt på sammenhænge mellem de fysisk-kemiske forhold, dyre- og planteplanktonet og søens fiskebestand.

I 2000 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.

Samtlige data fra tilsynet i 2000 er videresendt til DMU, hvor de vil indgå i den nationale rapportering af miljøtilstanden i overvågningssøerne.

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 målresultater.

I det følgende beskrives de klimatiske forhold i 2000 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 i årets rapport anvendt klimadata 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, solskinstimer, nedbør, fordampning og vindstyrke findes i bilag 1.

Temperatur

Sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1961-90 var sommeren kølig, med temperaturer i juni, juli og august under normalen. Derimod var årets øvrige måneder typisk 2-3 grader varmere end normalt (figur 1). Især årets fire første og tre sidste måneder var meget varme.

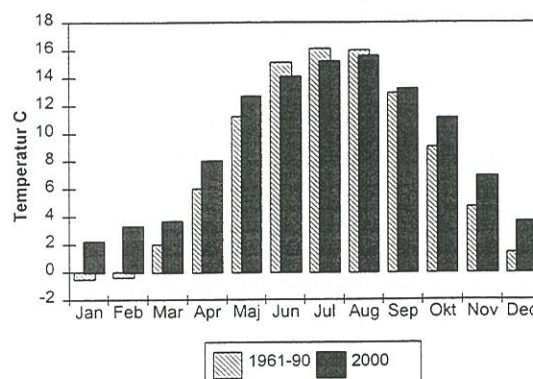
Samlet bevirkede de usædvanligt milde vintermåneder, at årets gennemsnitstemperatur blev 9,1 °C mod en normal gennemsnitstemperatur på 7,8 °C.

Solskinstimer

Antallet af solskinstimer i 2000 opgjort ved målestationen ved Kbh's Lufthavn var 1921 mod normalt 1754 (gennemsnit for perioden 1961-90). Også i sommerperioden maj - september var antallet af solskinstimer med 1237 større end normalens 1143 timer.

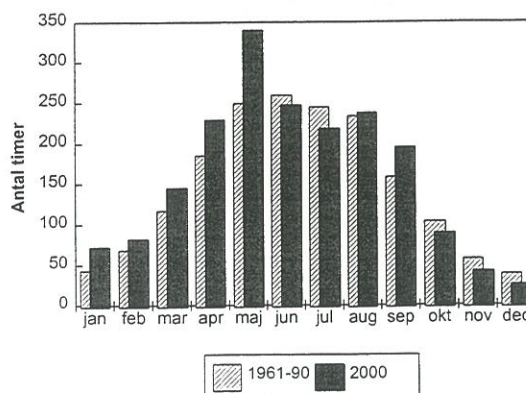
Maj måned var suverænt den måned med flest solskinstimer, men som det ses af figur 2, var der generelt flere solskinstimer i årets første 5 måneder sammenlignet med normalen. Derimod var der i årets resterende måneder, på nær august og september, færre solskinstimer.

Lufttemperatur (Borup Sø)



Figur 1. Gennemsnitlig månedstemperatur i 2000 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra DMI 20x20 km² grid 20156).

Solskinstimer (Kbh. Lufthavn)

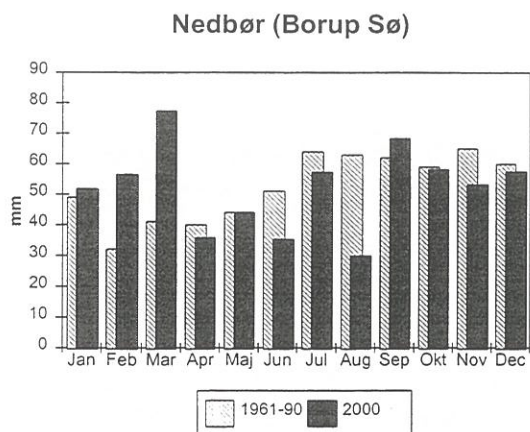


Figur 2. Antallet af solskinstimer pr. måned i 2000 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra Kbh's Lufthavn).

Nedbør

Den samlede årsnedbør ved søen på 626 mm var tæt på de 630 mm, der er gennemsnittet ved søen for perioden 1961-90.

Som det ses af figur 3, var februar og marts måned meget regnfulde, mens sommermånederne juni til august var ganske nedbørsfattige sammenlignet med normalen. Især august var en tør måned med en nedbørsmængde på lidt under halvdelen af det normale.

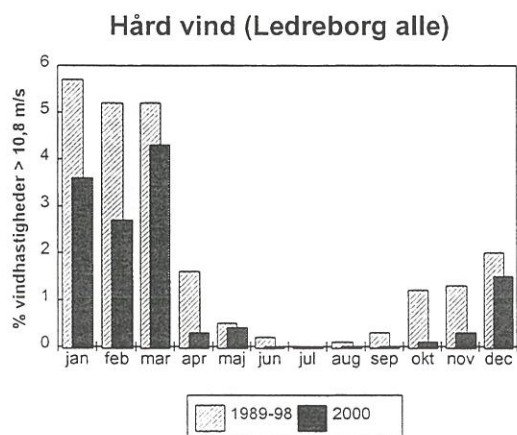


Figur 3. Månedsnedbør i 2000 sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1961-90 (data fra DMI 10x10 km² grid 10531).

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 2000 sammenlignet med normalen for 1989-98. Som det fremgår af figuren, har perioderne med hård vind eller derover generelt været mindre i 2000 sammenlignet med 1989-98.



Figur 4. Forekomsten af perioder med hård vind i 2000 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
Gns. opholdstid i 2000	19 dage

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

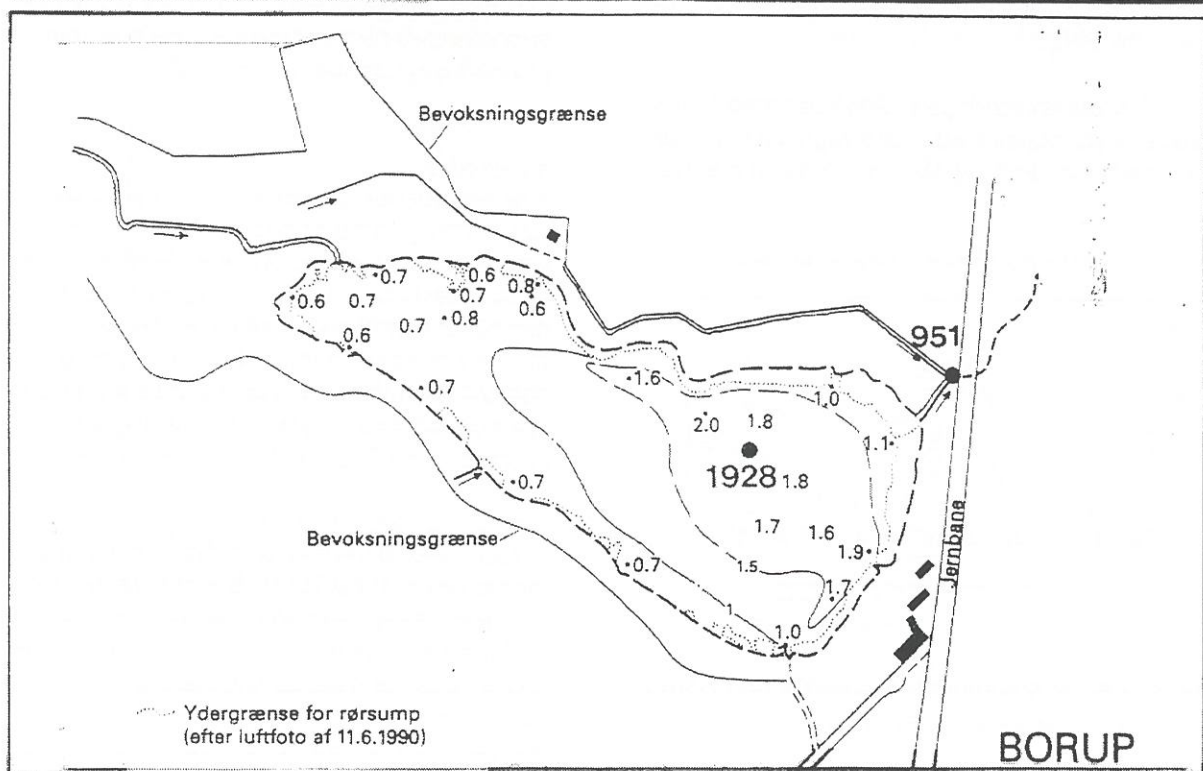
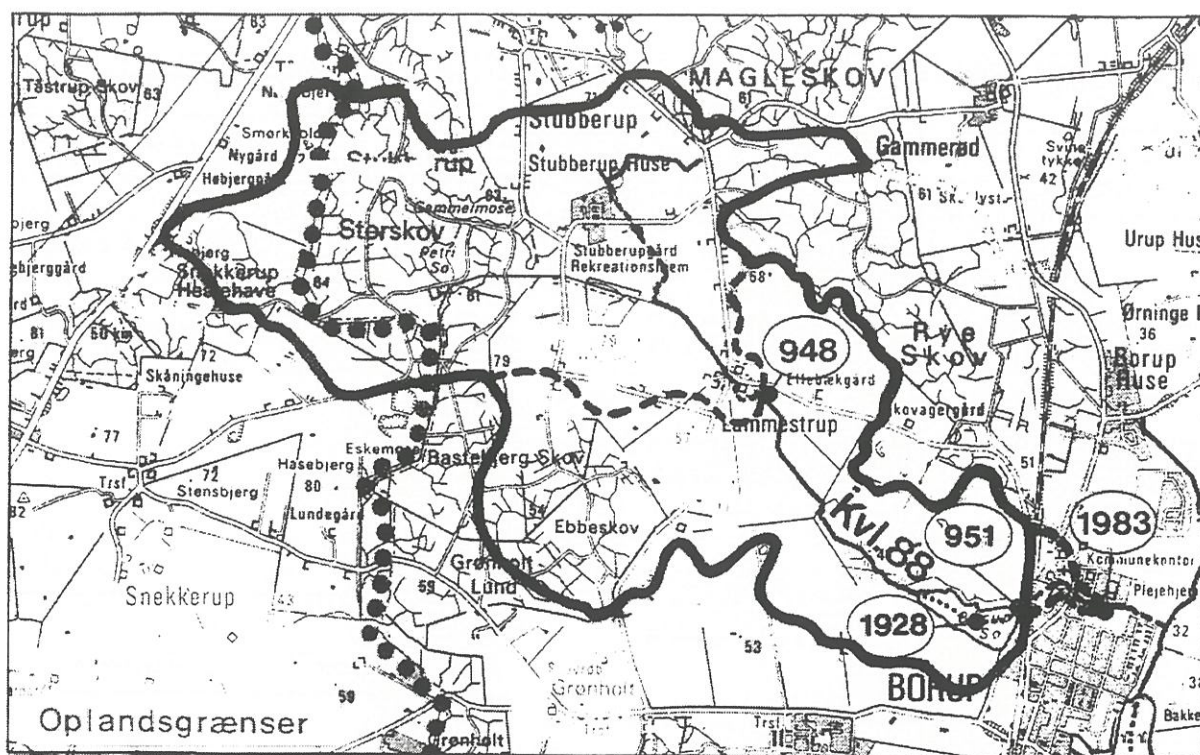
vand- og næringsstoftransporten i de forskellige søoplande. Ud fra oplandsanalyserne er det målet, at opstille modeller der mere præcist kan simulere betydningen af forskellige tiltag overfor kvælstof- og fosforbelastningen samt dokumentere og forklare udviklingen heri /4/.

I oplandet til Borup Sø er der ved udgangen af 2000 registreret 24 enkeltejendomme, 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 Bl₅. 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 totalfosforkoncentrationen mindre end 100-150 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 samt tilløb og afløb. De anvendte målestationer er angivet på kortet.

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.

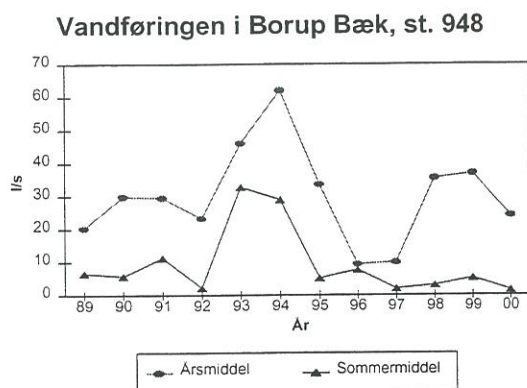
Samleskema for års- og sommermiddelværdier i tilløbet på station 948 for henholdsvis vandføring, fosfor- og kvælstofkoncentrationer findes i bilag 4.

5.1 Vandføring

Figur 6 viser vandføringen i Borup Bæk på station 948 i perioden 1989-2000 angivet som tidsvægtede års- og sommermidler.

Årsmiddelvandføringen i 2000 var med 24,1 l/s noget under gennemsnittet for 1989-99 på 30,6 l/s (median 30,1 l/s).

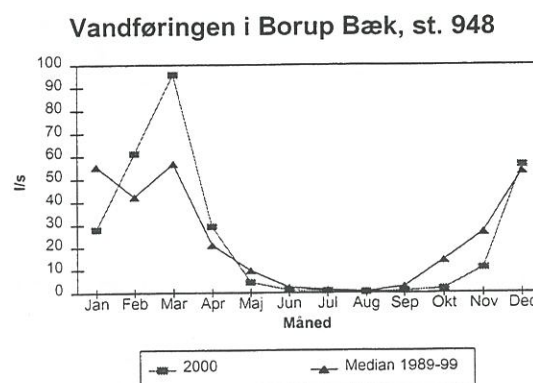
Sommermiddelvandføringen i 2000 var med 1,5 l/s den hidtil lavest registrerede i overvågningsperioden (gennemsnit for 1989-99 10,0 l/s - median 5,8 l/s).



Figur 6. Års- og sommermiddelvandføring i Borup Bæk, st. 948, i perioden 1989-2000.

Figur 7 viser månedsmiddelvandføringen på st. 948 i 2000 samt medianværdierne for perioden 1989-99. Vandføringen i tilløbet er primært styret af overfladeafstrømningen og dermed af forholdet mellem nedbørsmængde, fordampning og nedsivning. I både februar og marts måned 2000 faldt der væsentligt mere nedbør end normalt (jf. figur 3) og dette afspejles tydeligt i vandføringen i tilløbet, der

i de to måneder var markant højere end medianmid-
delvandføringen for perioden 1989-99. Omvendt
betød de lave nedbørsmængder i juni, juli og august
2000 at sommervandføringen i tilløbet var usædvan-
lig lav. Dette nedbørsunderskud betød samtidig en
mindre overfladeafstrømning i de efterfølgende
måneder og dermed en lavere vandføring i tilløbet.



Figur 7. Vandføringen i tilløbet Borup Bæk, st. 948, angivet som månedsmidler for 2000 og som medianværdier for perioden 1989-1999.

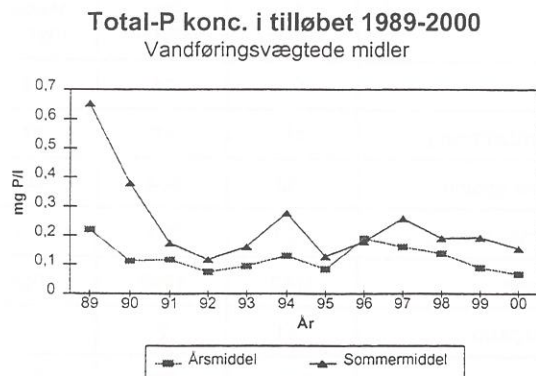
5.2 Fosfor

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 1989-2000. Bortset fra et fald i den vandføringsvægtede sommermiddelkoncentration i de første år af overvågningsperioden, har der ikke været nogen entydig udviklingstendens i fosforkoncentrationen i tilløbet. Statistisk kan der da heller ikke påvises et eventuelt fald i fosforkoncentrationen set for hele perioden 1989-2000. Det skal dog bemærkes, at den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration tilsyneladende har været svagt faldende inden for de seneste 4-5 år.

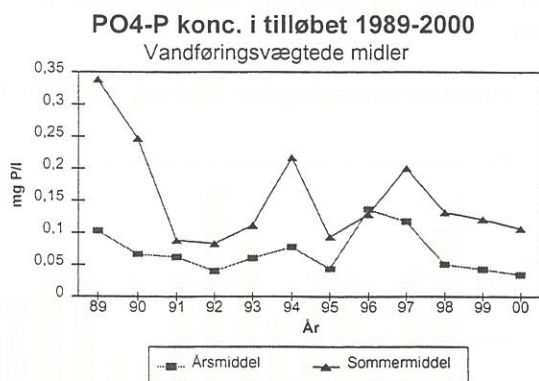
I 2000 faldt årsmiddelkoncentrationen i forhold til året før fra 89 µg P/l til 66 µg P/l, hvilket er det hidtil laveste i overvågningsperioden.

Sommermiddelmekoncentrationen var med 155 µg P/l væsentligt under gennemsnittet på 246 µg P/l for 1989-99, men dog højere end i 1992 og 1995.



Figur 8. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelmekoncentration af totalfosfor i perioden 1989-2000.

Figur 9 viser udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelmekoncentration af opløst fosfat gennem overvågningsperioden. Også her er der sket et fald i sommermidlen i de første overvågningsår, men hverken for sommer- eller årsmiddelmekoncentrationen kan der statistisk for hele perioden 1989-2000 påvises et fald.



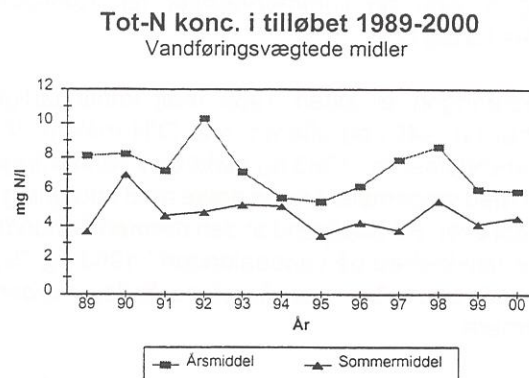
Figur 9. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelmekoncentration af opløst fosfat i perioden 1989-2000.

Årsmiddelmekoncentrationen i 2000 var dog med 34 µg P/l den hidtil laveste i overvågningsperioden. Også sommermidlen var med 107 µg P/l markant under gennemsnittet på 160 µg P/l for 1989-99.

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 sommermiddelmekoncentration af totalkvælstof i tilløbet.



Figur 10. Udviklingen i den vandføringsvægtede års- og sommermiddelmekoncentration af totalkvælstof i perioden 1989-2000.

Års- og sommermidlerne for 2000 var med henholdsvis 6,02 mg N/l og 7,49 mg N/l lidt under gennemsnittet for de foregående år. Set for hele overvågningsperioden 1989-2000 kan der imidlertid hverken for års- eller sommermiddelmekoncentrationen 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 2000 opdelt på månedsbasis findes i bilag 5. Års- og sommerværdier for 1989-2000 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 2000 samt gennemsnit og medianværdier for perioden 1989-99 fremgår af tabel 3. Den samlede vandtilførsel i 2000 var med 1,75 mill. m³ lidt under normalen for perioden 1989-99.

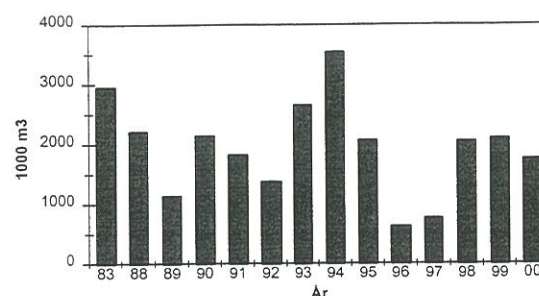
Omvendt var den beregnede grundvandsindsivning i 2000 på 0,37 mill. m³ - svarende til ca. 20% af den samlede vandtilførsel - større end normalt. Tallet er dog ikke umiddelbart sammenligneligt med gennemsnits- og medianværdier for 1989-99, da tallet kan være både positivt (indsivning) og negativt (udsivning).

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

	År 2000	Gns. 1989-99	Median 1989-99
Nedbør	59	64	64
Fordampning	46	57	57
Målt opland	763	964	941
Umålt opland	605	771	753
Afløb	1763	1799	1956
Magasin	- 11	2	2
Ind-/udsivning	372	59	69
Samlet tilførsel	1752	1848	2051
Samlet fraførsel	1763	1846	2038

I figur 11 er vist de årligt tilførte vandmængder for 1983 og 1988-2000. 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 1988-2000

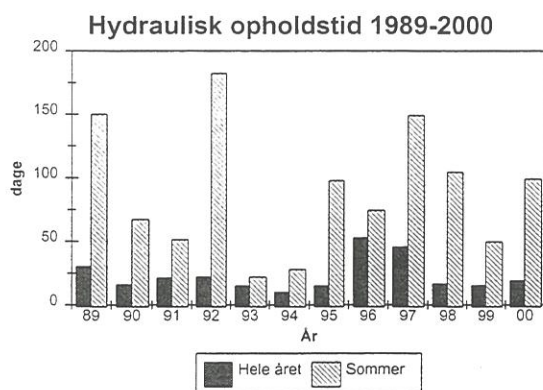


Figur 11. Tilførte vandmængder i 1983 og 1988-2000. De angivne vandmængder er for 1983 og 1988 tilført overfladevand. I perioden 1989-2000 er den beregnede indsivning lagt til overfladevandet.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid for søvandet afhænger af vandføringen i tilløbet, og dermed i høj grad af nedbørsmængden. I år med en stor nedbørsmængde er opholdstiden derfor normalt kort og omvendt lang i nedbørsfattige år.

Figur 12 viser den gennemsnitlige opholdstid på års- og sommerbasis for overvågningsperioden. I 2000 var den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis 19 dage mod gennemsnittet for perioden 1989-99 på 24 dage (median 16 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 1989-2000.

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 nedbørsmængden 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 2000 var opholdstiden 48 dage.

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 2000 på månedsbasis findes i bilag 5. Årlige stofmængder 1989-2000 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 se 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 arealkorrigere 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 indsvende "grundvand", er der i beregningerne 1989-1998 anvendt vandføringsvægtede årsmidler af stofkoncentrationen i tilløbet. Fra og med 1999 er anvendt de målte stofkoncentrationer 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

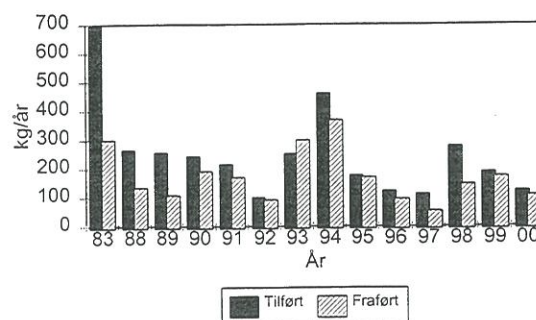
Den samlede til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af fosfor i 2000 er vist i tabel 4. Søen blev tilført 124 kg fosfor, hvilket er væsentligt mindre end gennemsnittet for perioden 1989-99 på 218 kg. Tilbageholdelsen i 2000 er beregnet til 21 kg mod et gennemsnit for 1989-99 på 49 kg.

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

	År 2000	Gns. 1989-99	Median 1989-99
Atmosfærisk dep.	1	2	2
Målt opland	51	114	106
Umålt opland	40	90	85
Afløb	107	162	170
Ind-/udsivning	32	5	2
Magasin	- 3	- 1	0
Retention	21	49	49
Samlet tilførsel	124	218	216
Samlet fraførsel	107	170	170

I figur 13 er vist den årlige til- og fraførsel af fosfor i 1983 og 1988-2000. Som tidligere nævnt er vandføringen i tilløbet ikke målt kontinuerligt i 1983 og 1988, hvorfor fosforbalancen for disse 2 år er behæftet med stor usikkerhed.

Fosforbalance 1983 og 1988-2000



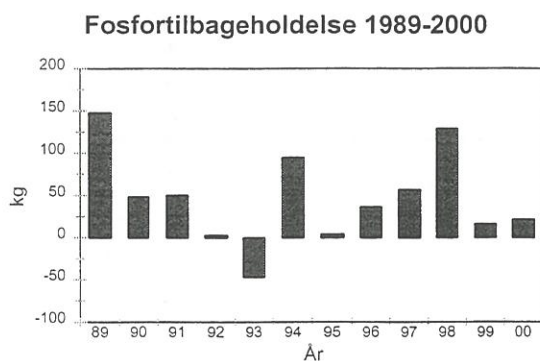
Figur 13. Til- og fraførsel af fosfor i 1983 og 1988-2000.

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 1989-2000 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 1989-2000. På nær i 1993, hvor gennemskylningen 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. magasinerings) i kg for perioden 1989-2000.

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 2000 var med ca. 21 kg fosfor altså beskedent sammenlignet med gennemsnittet for overvågningsperioden.

Statistisk kan der ikke påvises en udvikling i fosforretentionen for perioden 1989-2000.

Samlet er sedimentets fosforpulje siden 1989 øget med ca. 560 kg svarende til knap 6 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

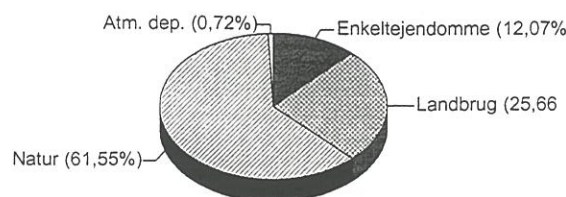
årligt tilbagevendende fosforfrigivelse i det sene forår og forsommeren, der styrer søvandets fosforkoncentration i sommerperioden, hvor der føres meget lidt fosfor til søen via tilløbet. Frigivelsen af fosfor i det sene forår og forsommeren er antageligt primært betinget af temperaturstigningen, der 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 2000. 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).

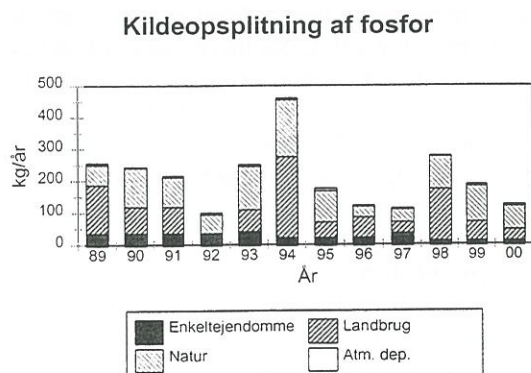
Kildeopsplitning af fosfor 2000



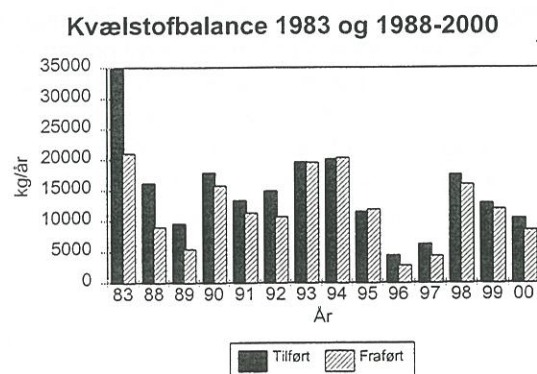
Figur 15. Kildeopsplitning af fosfortilførslen i 2000.

I 2000 udgjorde naturbidraget med godt 60% hovedparten af den samlede fosfortilførsel. Landbrugsbidraget udgjorde med ca. 25% det næststørste bidrag, mens bidraget fra enkeltejendomme stort set udgjorde resten.

I figur 16 er vist de enkelte kilders bidrag i perioden 1989-2000. Som gennemsnit for perioden 1989-1999 har landbrugsbidraget tegnet sig for ca. 41% af den samlede fosfortilførsel, mens bidraget fra enkeltejendomme har udgjort ca. 15%. Naturbidraget og det atmosfæriske bidrag har i gennemsnit udgjort henholdsvis 43% og knap 1%.



Figur 16. Fosfortilførslen til Borup Sø 1989-2000 fordelt på belastningskilder.



Figur 17. Til- og fraførsel af kvælstof i 1983 og 1988-2000.

7.2 Kvælstof

Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den samlede til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af kvælstof i 2000 er vist i tabel 5. Søen blev tilført ca. 10,4 ton kvælstof, hvilket er noget under gennemsnittet for perioden 1989-99 på 13,4 ton. Tilbageholdelsen i 2000 er beregnet til ca. 2,15 ton kg mod et gennemsnit for 1989-99 på ca. 1,6 ton.

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

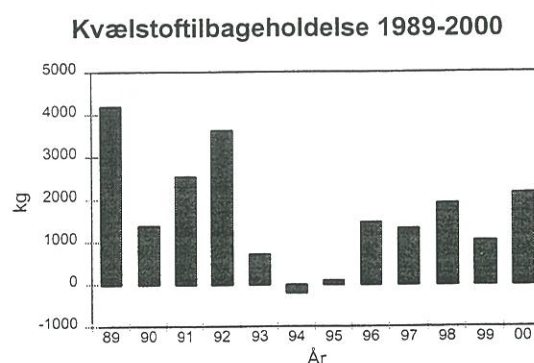
	År 2000	Gns. 1989-99	Median 1989-99
Atmosfærisk dep.	143	157	143
Målt opland	4.590	6.862	7.113
Umålt opland	3.639	5.487	5.640
Afløb	8.464	11.552	11.233
Ind-/udsvining	2.069	708	853
Magasin	- 172	15	- 28
Retention	2.149	1.646	1.379
Samlet tilførsel	10.441	13.422	13.290
Samlet fraførsel	8.464	11.761	11.826

Den årlige til- og fraførsel af kvælstof i 1983 og 1988-2000 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 1989-2000 svinget mellem godt 4 ton i det tørre år 1996 til lige godt 20 ton i 1994, der var et meget nedbørsrigt 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 1989-2000.

I figur 18 er vist den beregnede årlige kvælstoftilbageholdelse i 1989-2000. 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.



Figur 18. Den beregnede kvælstoftilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for perioden 1989-2000.

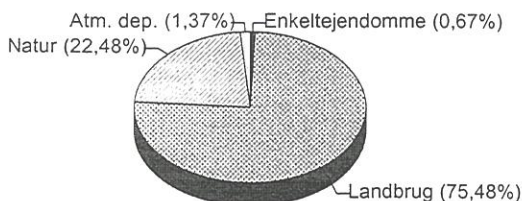
Søen tilbageholdte i 2000 ca. 2,1 ton kvælstof svarende til 22,6 g N pr. m² søareal. I procent blev godt 20% af den tilførte kvælstof tilbageholdt i søen mod et gennemsnit på 16% for 1989-99.

Statistisk kan der ikke påvises en udvikling i kvælstoftilbageholdelsen.

Kildeopsplitning

Fordelingen af den tilførte kvælstof i 2000 på belastningskilder er vist i figur 19. Langt den overvejende del (75%) stammer fra landbrugsområder, mens den resterende del stort set udgøres af naturbidraget.

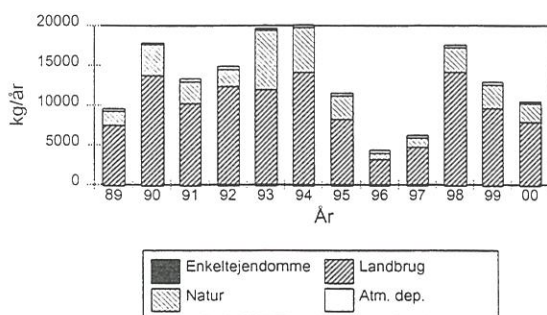
Kildeopsplitning af kvælstof 2000



Figur 19. Kildeopsplitning af kvælstoftilførslen i 2000.

Denne fordeling er stort set identisk med gennemsnittet for 1989-99, hvor landbrugsbidraget har udgjort 74,6%, naturbidraget 23,5%, bidraget fra enkelteejendomme 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.

Kildeopsplitning af kvælstof



Figur 20. Kvælstoftilførslen til Borup Sø 1989-2000 fordelt på belastningskilder.

7.3 Jern

Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

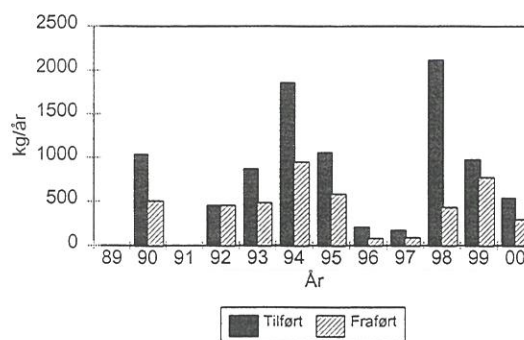
Den til- og fraførte jernmængde i 2000 samt den beregnede tilbageholdelse er vist i tabel 6. Tilførslen i 2000 var med 535 kg væsentlig mindre end gennemsnittet for 1989-99. Som det fremgår af figur 21, har jerntilførslen imidlertid varieret betydeligt fra år til år.

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

	År 2000	Gns. 1989-99	Median 1989-99
Atmosfærisk dep.	-	-	-
Målt opland	225	517	504
Umålt opland	179	414	403
Afløb	292	466	459
Ind-/udsvining	132	20	30
Magasin	6	0	- 2
Retention	237	485	289
Samlet tilførsel	535	963	923
Samlet fraførsel	292	478	467

Den størst jerntilførsel på godt 2 ton fandt sted i 1998, mens der omvendt kun blev tilført omkring 200 kg i de tørre år 1996-97.

Jernbalance 1989-2000



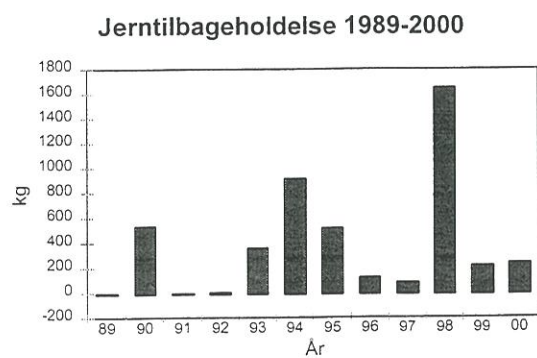
Figur 21. Til- og fraførsel af jern i 1990 og 1992-2000. Der er ikke opstillet jernbalancer for 1989 og -91, hvor der ikke blev målt for jernindhold i tilløbet.

Søen tilbageholdte i 2000 knap 240 kg jern, hvilket var under gennemsnittet på knap 500 kg for perioden 1989-99 (figur 22). De ca. 240 kg i 2000 svarer til 44% af den tilførte jernmængde, hvilket er identisk med andelen for perioden 1989-99.

Tilbageholdelsen har således i de fleste år været på knap halvdelen af den tilførte jernmængde. 1992 skiller sig dog markant ud i forhold til de øvrige år, idet de til- og fraførte mængder dette år stort set var i samme størrelsesorden.

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 1992-2000.

8. Fysisk-kemiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres nogle af de målte parametre i søvandet i 2000 og en eventuel udvikling i perioden 1989-2000 er vurderet. Års- og sommermidler for samtlige målte parametre i søvandet samt figurer over udviklingsforløb findes i bilag 8.

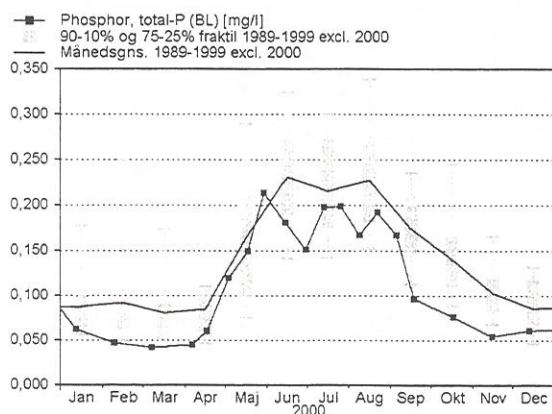
8.1 Næringsstoffer

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 µg 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 2000 har fosforkoncentrationen i samtlige måneder på nær maj ligget under gennemsnittet for 1989-99.

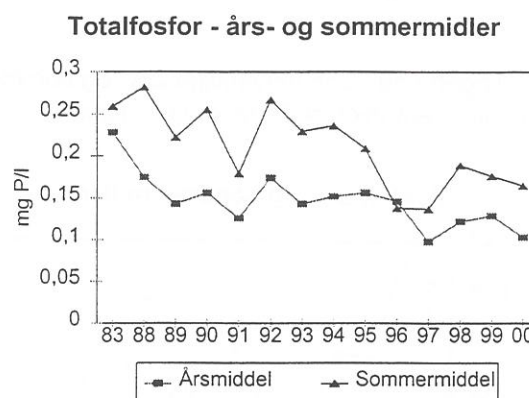
Indtil april er søvandskoncentrationen stort set identisk med indløbskoncentrationen, der i årets første måneder var under gennemsnittet for 1989-99. I de følgende måneder er søvandskoncentrationen som nævnt primært styret af fosforfrigivelsen fra sedimentet. I 2000 har fosforfrigivelsen i sommerperioden generelt været noget lavere end normalt, hvilket antagelig kan tilskrives kombinationen af den lidt kølige sommer og den opfiskning, der foregår i søen (se afsnit 9).



Figur 23. Koncentrationen af fosfor i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Figur 24 viser års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfor i søvandet 1989-2000. I 2000 var den tidsvægtede årsmiddelkoncentration af fosfor med 103 µg P/l den næstlaveste i overvågningsperioden, hvor kun årsmiddelkoncentrationen i 1997 på 98 µg P/l har været lavere.

Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration af fosfor var med 165 µg P/l i niveau med 1999 og dermed stadig lidt højere end i 1996-97, hvor de hidtil laveste sommermiddelkoncentrationer er registreret.



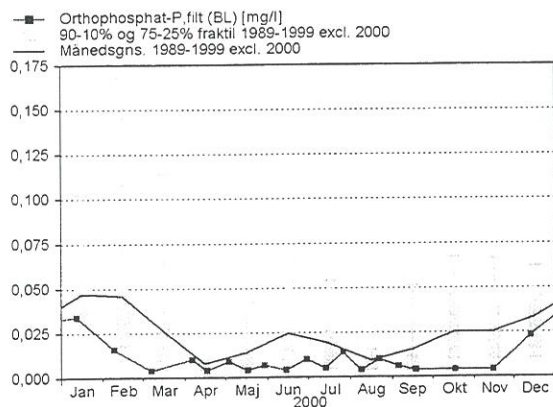
Figur 24. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor i søvandet 1983 og 1988-2000.

Set for hele perioden 1989-2000 kan der konstateres et signifikant fald i både års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfor (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$). Faldet i fosforkoncentrationerne slog igennem i 1995-96 sammenfaldende med at opfiskningen af skaller og brasener startede i søen.

Opløst fosfat

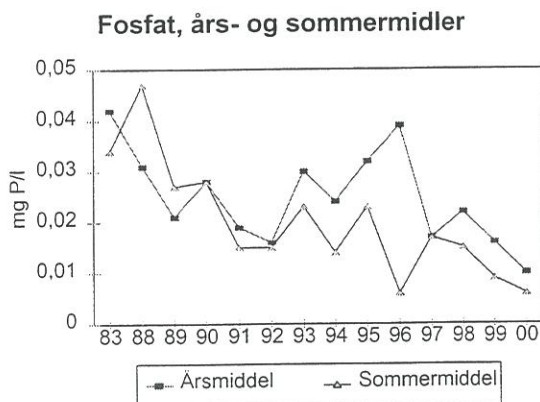
Søvandets indhold af opløst fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i 2000 samt gennemsnittet for 1989-99 er vist i figur 25. Indholdet af fosfat lå gennem hele året under normalen og allerede i starten af marts var fosfatkoncentrationen i søvandet under detektionsgrænsen og fosfat dermed en potentielt begrænsende faktor for planteplanktonet. I de følgende måneder og helt frem til midten af november var fosfatkoncentrationen under detektionsgrænsen i 9 ud af 16 vandprøver.

Fosfat har i alle årene i perioder været en potentielt begrænsende faktor for algevæksten i søen og der er en tendens til, at disse perioder bliver af længere og længere varighed.



Figur 25. Koncentrationen af opløst fosfat i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

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



Figur 26. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst fosfat i søvandet 1983 og 1988-2000.

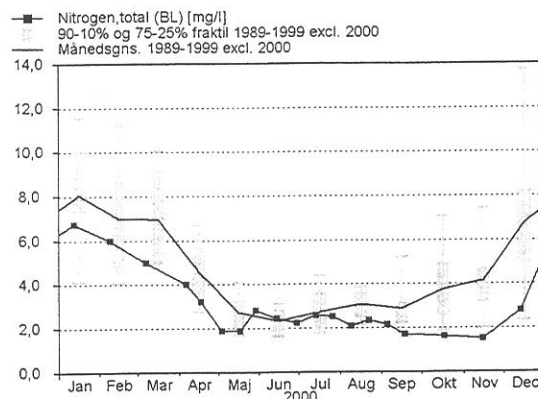
Betragtes perioden 1989-2000 er der sket et signifikant fald i sommermiddelkoncentrationen af fosfat (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$). I starten af overvågningsperioden lå sommermiddelkoncentrationen omkring 25 - 30 $\mu\text{g P/l}$, hvor den i 2000 var helt nede på 6 $\mu\text{g P/l}$. Derimod kan der ikke spores nogen entydig udvikling i årsmiddelkoncentrationen af opløst fosfat i søvandet inden for den samme periode.

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 2000 samt gennemsnittet for 1989-99 er vist i figur 27. Også

kvælstofkoncentrationerne lå i 2000 markant under månedsmidlerne for 1989-99 pånær en kort periode i maj-juni, hvor koncentrationerne var i niveau med gennemsnittet.

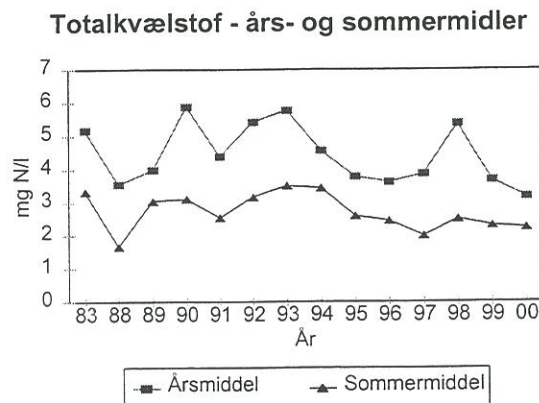


Figur 27. Koncentrationen af kvælstof i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

De generelt lave søvandskoncentrationer i 2000 kan direkte relateres til kvælstofkoncentrationerne i tilløbet Borup Bæk, der stort set hele året var lavere end normalt.

Søvandets indhold af totalkvælstof beregnet som henholdsvis års- og sommermidler i 1983 og 1988-2000 er vist i figur 28. I 2000 var årsmiddelkoncentrationen 3,17 mg N/l, hvilket er den hidtil laveste i overvågningsperioden.

Sommermiddelkoncentrationen af totalkvælstof i 2000 var med 2,23 mg N/l lidt under gennemsnittet på 2,83 mg N/l for perioden 1989-99.



Figur 28. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i søvandet 1983 og 1988-2000.

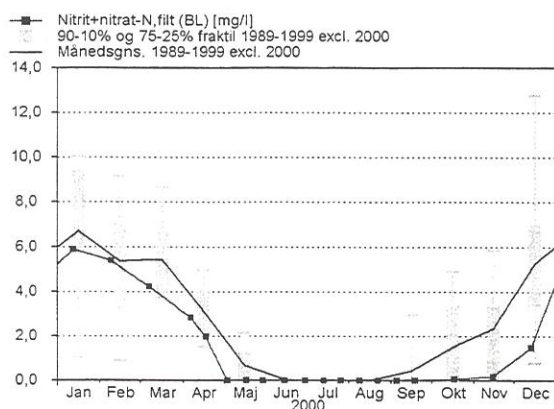
Set for hele perioden 1989-2000 kan der konstateres et signifikant fald i både års- og sommermiddeldkoncentrationen af kvælstof i søvandet (lineær regressionsanalyse, $P < 0,10$ og $P < 0,05$ for henholdsvis års- og sommermidlen).

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 2000 generelt var lave sammenlignet med gennemsnittet for de foregående år.

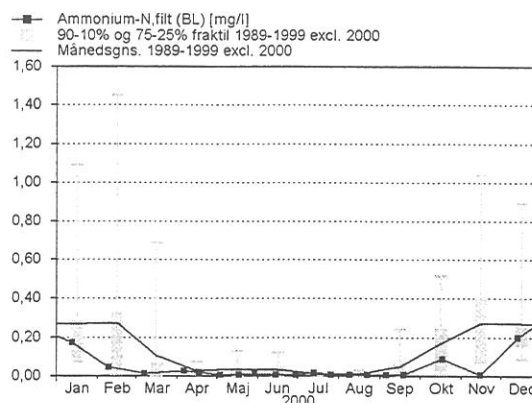
Som følge af den lave afstrømning i efteråret 2000 (jf. figur 7 i afsnit 5) var udvaskningen af nitrat fra markerne lavere end normalt hvilket betød, at den stigning i nitrat-kvælstof i søvandet, der normalt forekommer i det tidlige efterår, først indtraf i november-december måned.



Figur 29. Koncentrationen af nitrit-nitrat kvælstof i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Set for hele perioden 1989-2000 kan der konstateres et signifikant fald i sommermiddeldkoncentrationen af nitrat-kvælstof (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

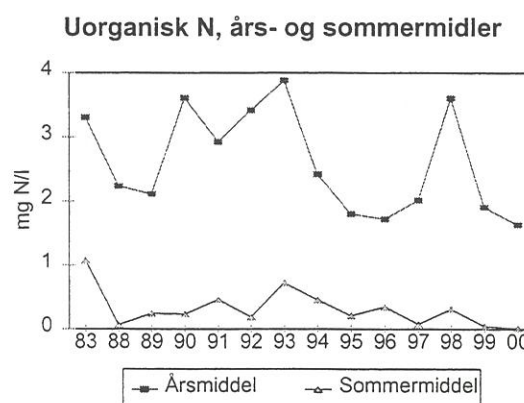
Koncentrationen af ammonium-kvælstof i søvandet faldt allerede i marts måned til meget lave værdier og fra maj til november var koncentrationen typisk omkring eller under detektionsgrænsen.



Figur 30. Koncentrationen af ammonium kvælstof i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Koncentrationen af både nitrat og ammonium var i 2000 således i lange perioder under detektionsgrænsen og uorganisk kvælstof derfor også i 2000 en potentiel begrænsende faktor for planteplanktonets vækst.

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



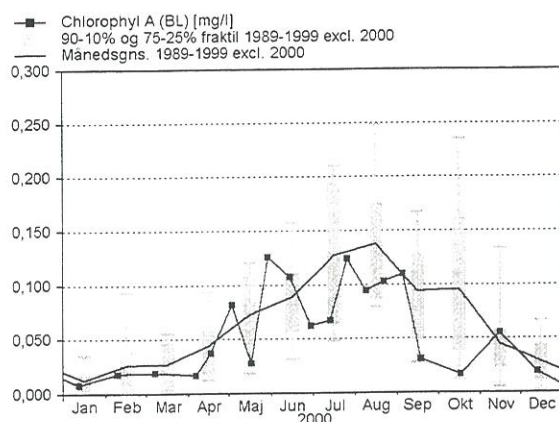
Figur 31. Den tidsvægtede års- og sommermiddeldkoncentration af uorganisk kvælstof i søvandet 1983 og 1988-2000.

Set for perioden 1989-2000 kan der konstateres et signifikant fald i sommermiddeldkoncentrationen (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$) mens der ikke er et tilsvarende fald i årsmiddeldkoncentrationen.

8.2 Øvrige målinger i søvandet

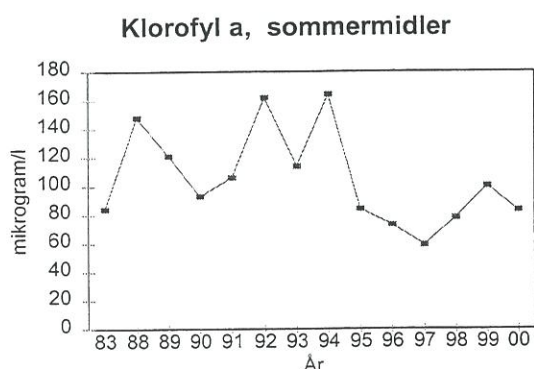
Klorofyl

Søvandets indhold af klorofyl i 2000 sammenlignet med gennemsnittet for 1989-99 er vist i figur 32. På nær en kort periode i henholdsvis starten af maj og starten af juni var klorofylindholdet generelt lavere end normalt. Især var klorofylindholdet lavt i starten af juli samt igen i en længere periode i september-oktober.



Figur 32. Klorofylindholdet i søvandet i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Klorofylindholdet i søvandet beregnet som sommergennemsnit for 1983 og 1988-2000 er vist i figur 33. Det sommergennemsnitlige klorofylindhold i 2000 på 83 µg/l var lidt lavere end i 1999.



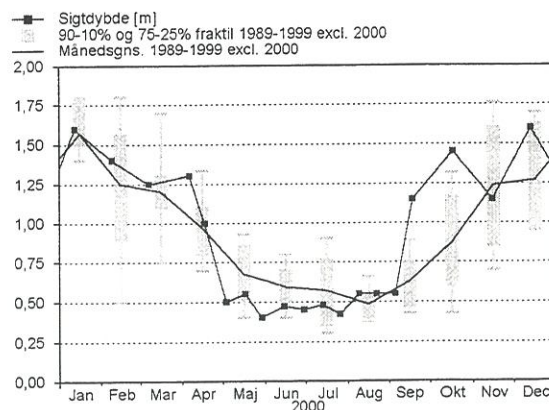
Figur 33. Den tidsvægtede sommermidlerkoncentration af klorofyl a i søvandet i 1983 og 1988-2000.

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 2000 kan der da også statistisk påvises et fald i sommermid-

len (lineær regressionsanalyse, $P < 0,1$).

Sigtdybde

Figur 34 viser udviklingen i sigtdybden i 2000 sammenlignet med månedsgennemsnittet for 1989-99. I perioden fra omkring midten af april til starten af september var sigtdybden ringere end i flertallet af årene, for herefter at stige meget markant i løbet af september og oktober, hvor klorofylindholdet som nævnt var meget lavt (jf. figur 30).



Figur 34. Udviklingen i sigtdybden i 2000 samt månedsgennemsnittet for 1989-99 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde i 1983 og 1988-2000 er vist i figur 35. I i perioden op til 1990 lå sommersigtdybden meget konstant omkring 0,55 m. I 1991 steg sommersigtdybden en smule til 0,66 m for herefter at falde markant året efter. Sommersigtdybden lå i de følgende år omkring 0,45 m, men steg herefter og nåede i 1997 op på 0,87 m. Herefter faldt sommersigtdybden igen og nåede i 1999 ned på 0,59 m. I 2000 var sommersigtdybden med 0,58 m uændret i forhold til året før.

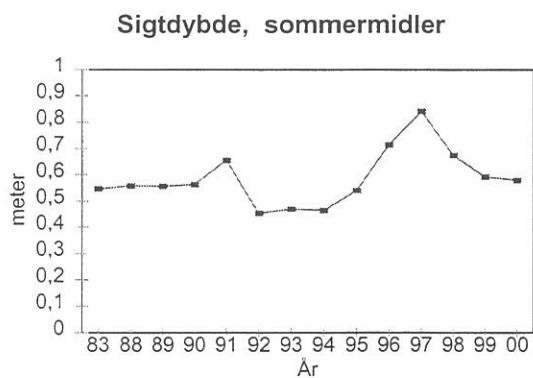
Sommersigtdybden afspejler primært mængden af planteplankton i søen, men i lavvandede søer uden undervandsplanter som Borup Sø, kan ophvirvling af bundmateriale (resuspension) også influere på sigtdybden. Ophvirvling af bundmateriale forekommer på dage med blæst og især i den meget lavvandede vestlige del af søen.

I 1997 blev der foretaget en analyse af sammenhængen mellem sommersigtdybden og en række øvrige parametre i søen [7]. Resultatet af denne analyse viste bl.a., at der var en stærkere sammenhæng mellem mængden af suspenderet stof i søvandet og sigtdybden end mellem søvandets indhold af klorofyl og sigtdybden. En analyse af sammenhængen mellem algebiomassen og mængden af suspenderet stof viste samtidig, at resus-

pension i perioder kan udgøre en stor del af det suspendede stof i vandfasen.

Konklusionen på dette er, at selv om sigtddybden i søen primært er påvirket af mængden af planteplankton, kan ophvilet bundmateriale i perioder også påvirke sigtddybden.

Der kan ikke statistisk påvises en udvikling i sommersigtddybden i løbet af overvågningsperioden.



Figur 35. Den gennemsnitlige sommersigtddybde i 1983 og 1988-2000.

9. Biologiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres resultaterne af de biologiske undersøgelser i 2000 samt udviklingen i perioden 1989-2000. Søens plante- og dyreplankton er siden 1989 blevet undersøgt efter Miljøstyrelsens retningslinier /9,10/. Hvert års undersøgelser med artslistes, volumenberegninger osv. er udarbejdet som interne rapporter. Vigtige nøgletal for planktonet i perioden 1989-2000 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 1989-2000. 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/. De vigtigste resultater fra undersøgelsen i 2000 er medtaget i dette afsnit.

I 1996 blev der iværksat et indgreb i fiskebestanden med det formål, at vende den negative udvikling i søen. De foreløbige resultater af opfiskningen er ligeledes vurderet i dette afsnit.

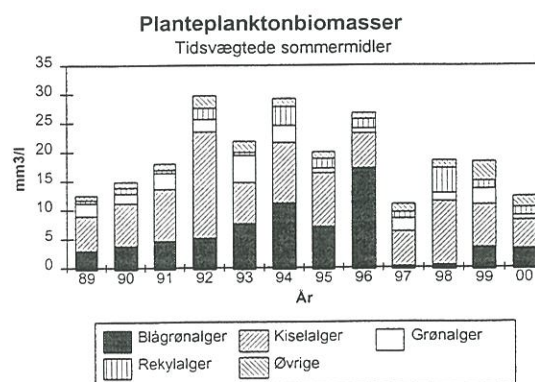
Endelig er søens fiskeyngel siden 1998 undersøgt årligt efter retningslinierne i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser fra DMU /15/.

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 bl.a. 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 1989-2000.

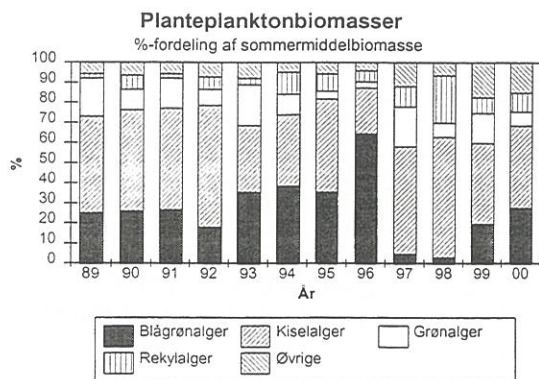
I 1995 faldt sommermiddelbiomassen igen som følge af dels en kølig forsommer og dels et øget græsningstryk. I 1996 steg sommermiddelbiomassen til 26,7 mm³/l trods lave planteplanktonbiomasser i maj og juni måned. Årsagen til den høje sommermiddelbiomasse i 1996 var den varme og tørre august måned, der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

I 1997 faldt sommermiddelbiomassen til 10,9 mm³/l, det hidtil laveste sommergennemsnit i hele overvågningsperioden. Årsagen til dette fald var primært udeblivelsen af den massive blågrønalgeopblomstring, 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 rekylalger 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 grønalger, mens biomassen af blågrønalger var i niveau med 1999.

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 fra 1997 og frem har sommermiddelbiomassen af planteplankton generelt været mere moderat.

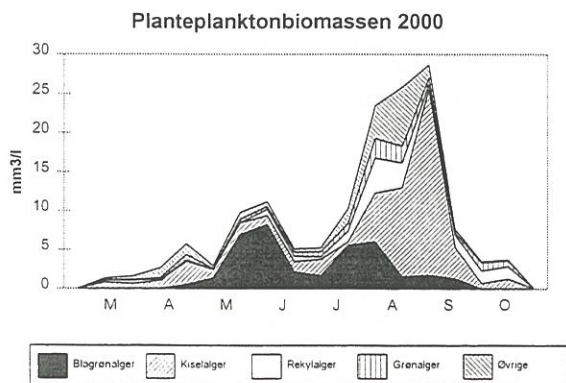
Betragtes de enkelte algegrupperes procentvise andel af biomassen i vækstsæsonen, har blågrønalgenes procentandel været jævnt stigende frem til 1996 (figur 37). I 1997-98 faldt blågrønalgenes betydning brat, men andelen har igen været stigende de sidste to år.



Figur 37. De enkelte algegrupperes procentandel af planteplanktonbiomassen i sommerperioderne 1989-2000.

Status 2000

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2000 er vist i figur 38. I marts-april dominerede kiselalger som det normalt er tilfældet i søen, men i modsætning til de foregående år var blågrønalgerne dominerende allerede i maj-juni, hvor årets første blågrønalgeopblomstring fandt sted. Denne bestod udelukkende af forskellige trådformede arter af slægten *Anabaena*, hvor årets anden blågrønalgeopblomstring i juli bestod af en blanding af den kolonidannende art *Woronichinia compacta* og trådformede *Anabaena* og *Planktothrix agardhii*.



Figur 38. Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2000.

En sandsynlig forklaring på den noget atypiske blågrønalgeopblomstring allerede i maj-juni kan

være det varme og solrige forår, der har favoriseret blågrønalgerne på bekostning af kiselalgerne, der normalt dominerer i søen i foråret og forsommeren.

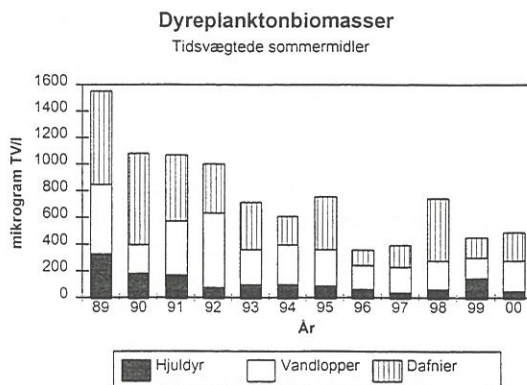
I august-september kulminerede sommerens største algebiomasse på knap 29 mm³/l. Denne var domineret af kiselalger modsat hovedparten af de øvrige år, hvor blågrønalgerne typisk har været dominerende i sensommeren.

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2000 var således ganske atypisk, idet forårets-forsommerens algeopblomstring var domineret af blågrønalger og ikke kiselalger, som det normalt er tilfældet i søen. Omvendt var sensommerens algeopblomstring domineret af kiselalger, hvor blågrønalgerne normalt dominerer.

9.2 Dyreplankton

Udvikling i biomasse og artssammensætning

Dyreplanktonbiomassen har generelt været faldende gennem overvågningsperioden (figur 39). Fra en sommermiddelbiomasse i 1989 på 1551 µg tv/l nåede biomassen i 1996 et minimum på 357 µg tv/l.



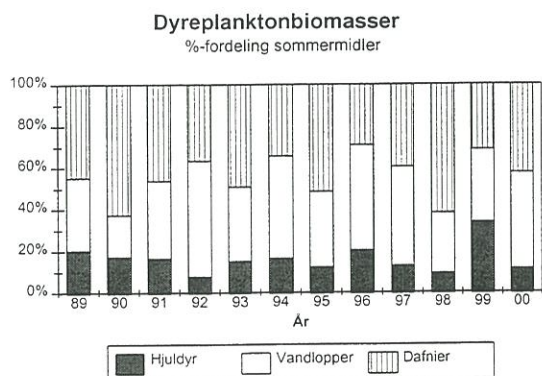
Figur 39. Udviklingen i den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i 1989-2000.

Sommermiddelbiomassen er i de følgende år steget lidt, men de 489 µg tv/l i 2000 er stadig under halvdelen sammenlignet med de første år i overvågningsperioden.

Faldet i sommermiddelbiomassen er statistisk signifikant (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$).

Nedgangen i dyreplanktonets sommermiddelbiomasse skyldes først og fremmest en nedgang i dafniebiomassen i første halvdel af overvågningsperioden, men også for hjuldyrenes og vandlopperens vedkommende er der tale om et fald i biomassen siden 1989.

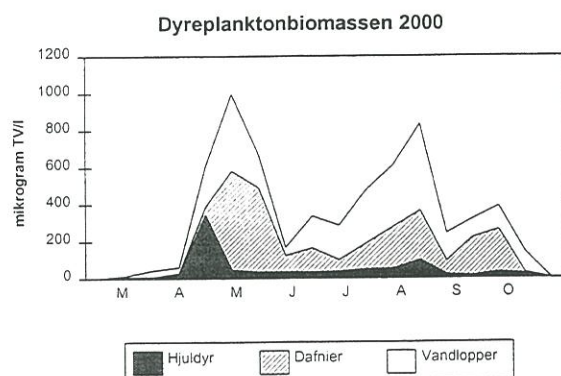
Betragtes de tre dyreplanktongruppers procentandel af sommermiddelbiomassen gennem overvågningsperioden, er der ikke sket signifikante ændringer. Der er således tale om en generel tilbagegang for alle tre grupper (figur 40).



Figur 40. Udviklingen i de enkelte dyreplanktongruppers procentandel af sommermiddelbiomassen 1989-2000.

Status 2000

Udviklingen i dyreplanktonbiomassen over året i 2000 er vist i figur 41. Dyreplanktonbiomassen var lav frem til begyndelsen af april, hvorefter der frem til midten af maj blev opbygget årets største biomasse på 997 µg tv/l. Hjuldirene dominerede i starten af denne periode, men dafnier og vandlopper blev hurtigt mere betydende. Blandt dafnierne dominerede snabeldafnien *Bosmina longirostris* og ved biomassemaksimum i midten af maj nåede arten op på at udgøre 48% af den samlede dyreplanktonbiomasse.



Figur 41. Udviklingen i dyreplanktonbiomassen i 2000.

Dyreplanktonbiomassen faldt brat i juni til 168 µg tv/l, hvorefter biomassen langsomt blev opbygget påny. Sommerens andet biomassemaksimum på

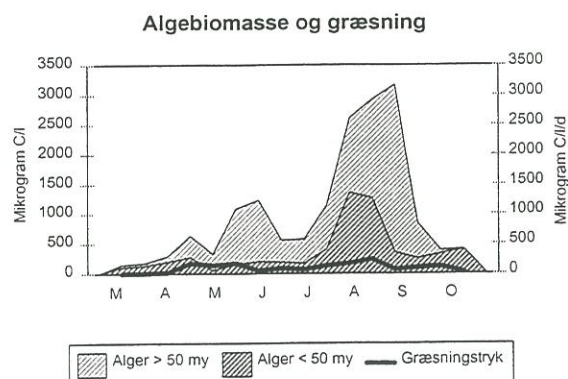
834 µg tv/l blev nået i august. Vigtigste arter i denne periode var vandloppen *Mesocyclops leuckarti* og dafnien *Daphnia cucullata*, der ved maksimum udgjorde henholdsvis 36,5% og 26,9% af dyreplanktonbiomassen.

Fødebegrænsning

Mængden af umiddelbart tilgængelig føde for dyreplanktonet (alger < 50 µm) var i modsætning til de foregående år lav i 2000. Dafnierne var således fødebegrænset fra marts til juli på nær en kort periode i midten af april og igen først i maj. Midt i maj var mængden af tilgængelig føde så lav, at selv de calanoide vandlopper var fødebegrænsede.

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 2000.

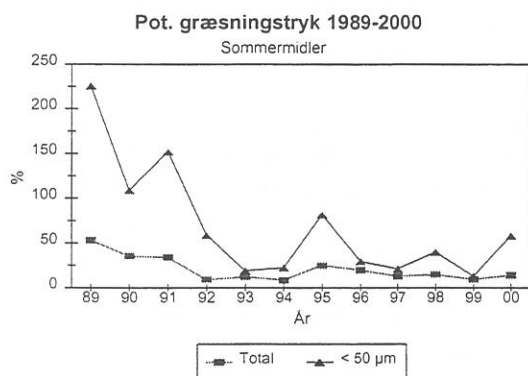
I modsætning til de sidste par år var græsningstrykket i 2000 i perioder højt på de små algeformer. Dette var især tilfældet i maj, hvor græsningstrykket var 64-249% på alger < 50 µm, men græsningstrykket var også relativt højt i juni-juli og sidst i september samt i oktober (26-47% på alger < 50 µm).

Dyreplanktonet har således sandsynligvis i perioder i 2000 været i stand til at regulere mængden af de små algeformer i søen. Dette var især tilfældet i maj, hvor de små alger næsten blev nedgræsset, men dyreplanktonet har antagelig også haft en vis regulerende effekt på de små alger i juni-juli.

Udviklingen i dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplanktonet i perioden 1989-2000 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 faldet både totalt og på algefraktionen mindre end 50 µm. Faldet er stort set sket i den første del af overvågningsperioden, hvorefter græsningstrykket siden gennemgående har været lavt. I 2000 har græsningstrykket på alger < 50 µm dog været større end i de foregående fire år.



Figur 43. Udviklingen i det sommergennemsnitlige græsningstryk 1989-2000.

Set for hele perioden kan der konstateres et signifikant fald i græsningstrykket såvel på den totale algemængde som på den del af algerne, der er mindre end 50 µm (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$ henholdsvis $P < 0,01$).

9.3 Fiskebestand

Fiskeyngel

Søens fiskeyngel blev undersøgt i juli 2000 efter det standardiserede fiskeyngelundersøgelsesprogram /15/. Resultaterne er medtaget i bilag 10.

Der blev som ved foregående undersøgelse konstateret yngel fra 4 arter; skalle, regnløje, brasen og aborre, hvortil kommer etårige skaller og regnløjer samt enkelte meget små, ubestemte karpefisk.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 2,8 pr. m^3 i littoralen og 2,4 pr. m^3 i pelagiet (tabel 7), hvilket var noget mindre i pelagiet sammenlignet med i 1999, men omvendt større i littoralen. For hele søen var yngeltætheden en smule større end i 1999, men væsentligt mindre end i 1998.

Vægtmæssigt var tætheden 0,4 g vådvægt pr. m^3 i littoralen og 0,7 g pr. m^3 i pelagiet (tabel 8), hvilket var en del mindre end i de foregående år. Karpefisk var helt dominerende i både littoralen og pelagiet.

Sammenlignet med 11 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de 3 seneste år, var tætheden af karpefiskeyngel i 2000 moderat i littoralen og over gennemsnittet i pelagiet, mens aborrefiskeynglen var meget beskedent i hele søen.

Tabel 7. Den beregnede tæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2000.

	Antal m^3		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	3,74	1,00	73	51
Aborrefisk	1,26	0,97	27	49
Laksefisk	0,00	0,00	0	0
Andre	0,00	0,00	0	0
Total	4,63	1,97	100	100

Tabel 8. Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2000.

	Spritvægt g/ m^3		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	1,50	0,82	69	62
Aborrefisk	0,66	0,51	31	38
Laksefisk	0,00	0,00	0	0
Andre	0,00	0,00	0	0
Total	2,17	1,33	100	100

Fiskeynglens størrelse adskilte sig ikke væsentligt fra de øvrige undersøgte søer.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige karpefisk) omkring 1. juli var med knap 9 mg tv/ m^3 /d væsentligt mindre end i de foregående to år og fiskeynglen har næppe alene været i stand til at begrænse dyreplanktonet.

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, 1998 og 1999 er på baggrund af de udførte

fiskeundersøgelser beskrevet i tre interne notater. Resultaterne fra fiskeundersøgelsen i 2000 er som tidligere nævnt beskrevet i en særskilt rapport /15/.

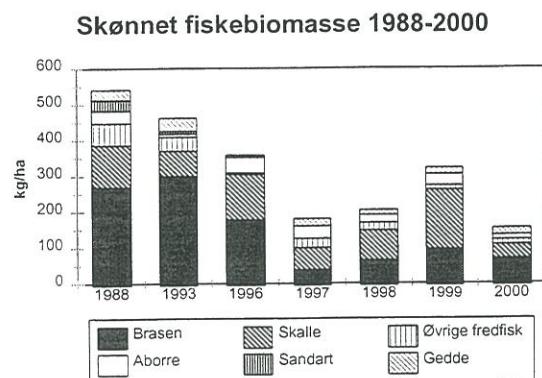
I det følgende gives derfor kun et kort resume af fiskebestandens udvikling i perioden 1988-2000 samt en beskrivelse af fiskebestandens aktuelle størrelse og sammensætning.

Søen rummer i alt 10 arter: Skalle, brasen, aborre, hork, regnløje, rudskalle, gedde, suder, ål og spejlkarppe, hvoraf sidstnævnte første gang er registreret i søen i 1996 og hork i 2000. Sandart er tidligere forekommet i søen, men er ikke registreret de seneste 4 år.

Fiskebestanden var både i 1988 og i 1993 karakteristisk for en mindre, lavvandet og næringsrig sø med en ringe sigtddybde, 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 fredfisk og siden starten i 1996 er der i alt opfisket godt 8,6 ton fisk i søen fordelt på 4,0 ton skaller og 4,6 ton brasener. Opfiskningen overstiger dermed fiskebestandens samlede biomasse før fiskeriet.

Udviklingen i fiskebestandens biomasse i perioden 1988-2000 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.



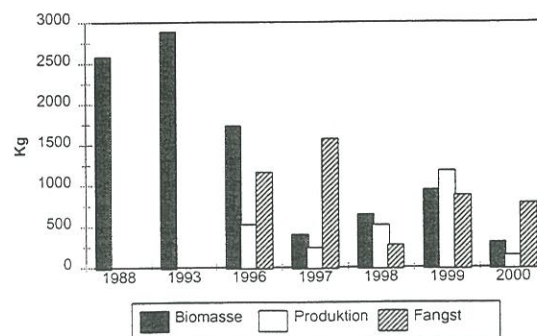
Figur 44. Skønnet tæthed i kg/ha af de enkelte arter af fisk i søen 1988, 1993 og 1996-2000.

Efter fiskeundersøgelsen i sensommeren 2000 blev der yderligere opfisket 390 kg fredfisk, hvorefter hovedparten var store brasener. Efter denne opfiskning er biomassen af fredfisk skønnet til ca. 90 kg/ha, svarende til en reduktion i fredfiskebiomassen fra 1988 til 2000 på ca. 80%.

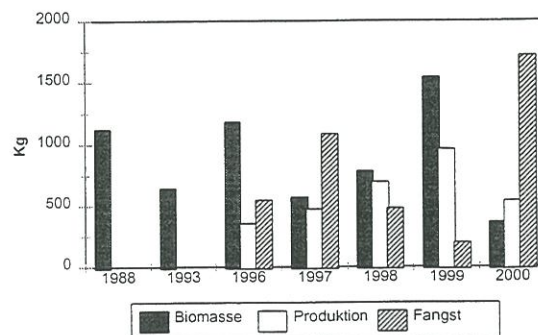
På trods af en betydelig nedfiskning har fredfiskebestanden tidligere formået at gendanne en væsentlig del af den opfiskede biomasse. Især har skallerne udvist en stor evne til hurtigt at erstatte den tabte biomasse, mens brasenerne kun i mindre omfang har formået at overkomme fiskeriet, blandt andet 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 nettoproduktionen af opfiskede mængde med det resultat, at begge arter pånyttede deres biomasse (figur 45). Fiskeritrykket blev derfor øget i 2000 hvilket i kombination med en moderat rekruttering i 2000 har betydet, at skalle- og brasenbestanden nu er blevet markant reduceret i forhold til de foregående år.

Udviklingen i brasenbestanden



Udviklingen i skallebestanden



Figur 45. Skønnet biomasse, beregnet nettoproduktion samt opfisket mængde af henholdsvis brasener og skaller i perioden 1988-2000.

Når hovedparten af skallerne og brasenerne fjernes fra en sø kan aborren i kraft af et stort vækstpotentiale normalt hurtigt opbygge en stor bestand af

rovlevende aborrer. Dette er imidlertid endnu ikke sket i Borup Sø.

For at styrke aborrebestanden er der planlagt udsat en større mængde store aborrer i søen.

Geddebestanden er mere talrig end før indgrebet, og væksten og overlevelsen blandt den udsatte geddeyngel har været relativ god. Den skønnede biomasse af gedder er dog stadig lidt mindre end før opfiskningen, og udsætningerne har tilsyneladende ikke haft den tilsigtede effekt at begrænse mængden af karpefiskeyngel.

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 blågrønalgerne 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 græsningstrykket 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 brasener.

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 beskeden 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 brasener yderligere. Tværtimod begyndte mængden af skaller og brasener 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 blågrønalgerne 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 over sommeren, men modsat i 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 har næppe været i stand til at begrænse dyreplanktonet i 2000. Samtidig har den intensiverede opfiskning af skaller og brasener i 2000 medført, at fredfiskebestanden nu er nede på det hidtil laveste niveau siden overvågningen af søen begyndte. En væsentlig del af opfiskningen fandt sted i løbet af sommeren og efteråret og effekten heraf slår forhåbentligt igennem i 2001 i form af et reduceret predationstryk på dyreplanktonet.

Sammenfattende har opfiskningen endnu ikke resulteret i den ønskede ændring af den biologiske struktur i søen. Den forbedring i sigt dybden, som trods alt har fundet sted siden opfiskningens start, skyldes således antageligt en kombination af en faldende indløbskoncentration af fosfor i de seneste år og en mindre resuspension som følge af den reducerede brasenbestand.

10. Konklusion

Set for hele perioden 1989-2000 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 blågrønalger. 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 2000 viser, at algebiomassen igen er faldet, mens mængden af dafnier i søen er steget og dyreplanktonet var i modsætning til de seneste år igen i stand til i perioder at regulere mængden af i hvert fald de mindre algeformer i søen.

Om det vil lykkes at fastholde denne positive udvikling i søen vil de kommende år vise.

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 at kunne bringe søen et væsentlig skridt nærmere målsætningen, og fastholdes en positiv

udvikling vil undervandsvegetationen igen ad åre kunne dække en stor del af søbunden.

Afgørende for søens udvikling i de kommende år er det imidlertid, hvorvidt det lykkes at reducere næringsstofftilførslen til søen i et tilstrækkeligt omfang.

11. 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. Undersøgelsesprogram, 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.

12. 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 1989-2000.
5. Vand- og stofbalanceberegninger for 2000 opgjort på månedsbasis.
6. Samleskemaer for vand og stof 1989-2000. Års- og sommerværdier.
7. Kildeopsplitning.
8. Samleskema for fysisk-kemiske målinger 1989-2000.
9. Samleskemaer for plankton.
10. Fiskeyngelundersøgelse 2000.
11. Oversigt over udførte undersøgelser i søen.

Temperatur (grader C)

Måned	Normal	2000
Jan	-0,4	2,2
Feb	-0,3	3,3
Mar	2	3,7
Apr	6	8,0
Maj	11,2	12,7
Jun	15,1	14,1
Jul	16,1	15,2
Aug	16	15,6
Sep	12,9	13,2
Okt	9	11,1
Nov	4,7	6,9
Dec	1,4	3,7
SUM:		
GNS:	7,8	9,1

Globalindstråling (MJ/m2)

Måned	Normal	2000
Jan		60
Feb		118
Mar		250
Apr		412
Maj		619
Jun		581
Jul		479
Aug		453
Sep		295
Okt		150
Nov		60
Dec		41
SUM:	0	3.517
GNS:	ERR	293

Potentiel fordampning (mm)

Måned	Normal	2000
Jan	5	4,9
Feb	11	8,2
Mar	30	25,5
Apr	56	49,8
Maj	87	89,8
Jun	102	91,3
Jul	104	76,7
Aug	83	74,1
Sep	51	42,6
Okt	27	14,3
Nov	10	4,8
Dec	4	2,1
SUM:	570	484
GNS:	48	40

Nedbør (mm)

Måned	Normal	2000
Jan	49	52
Feb	32	56
Mar	41	78
Apr	40	36
Maj	44	44
Jun	51	35
Jul	64	57
Aug	63	30
Sep	62	68
Okt	59	58
Nov	65	53
Dec	60	57
SUM:	630	626
GNS:	53	52

Solskinstimer
Målestation: Københavns Lufthavn

	Normal (1961-90)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
jan	43	46	24	78	62	79	34	56	27	80	73	29	72
feb	68	58	86	56	49	57	48	61	58	104	57	85	82
mar	117	103	160	80	99	120	119	126	114	182	162	82	145
apr	185	200	239	166	114	228	178	192	245	207	131	208	229
maj	249	328	299	253	322	303	248	263	154	218	285	274	340
jun	259	308	194	133	367	288	251	257	234	273	227	297	247
jul	244	288	290	277	298	182	381	325	270	323	210	334	218
aug	233	215	252	225	208	205	239	332	295	332	210	275	237
sep	158	185	121	173	164	84	106	121	206	197	113	231	195
okt	103	88	113	120	96	95	102	116	97	129	99	134	89
nov	57	95	75	52	56	23	60	69	57	58	48	57	42
dec	38	43	48	45	45	36	31	56	70	24	53	49	25
År	1754	1957	1901	1658	1880	1700	1797	1974	1827	2127	1668	2055	1921
Somme	1143	1324	1156	1061	1359	1062	1225	1298	1159	1343	1045	1411	1237

Hård vind målt ved Ledreborg Alle (DMI 30421 Ledreborg Alle II)

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

	Normal (1989 - 98)	2000
jan	5,7	3,6
feb	5,2	2,7
mar	5,2	4,3
apr	1,6	0,3
maj	0,5	0,4
jun	0,2	0,0
jul	0,0	0,0
aug	0,1	0,0
sep	0,3	0,0
okt	1,2	0,1
nov	1,3	0,3
dec	2,0	1,5

Nedbør (Roskilde Syd)
Månedsmiddel i mm

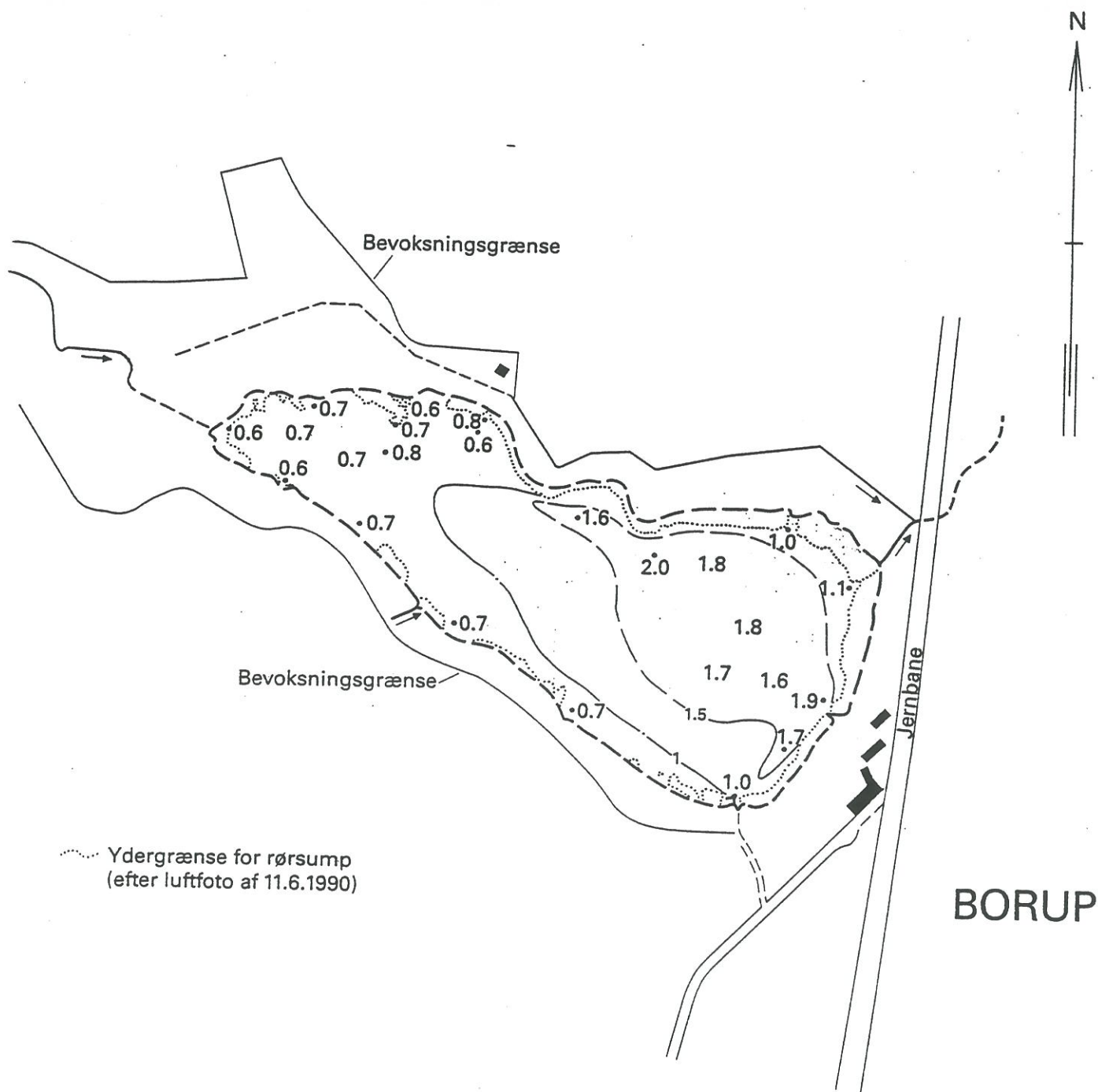
	1980-90	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Jan	48	7	52	58	40	91	96	88	5	4	51	68	42
Feb	30	22	65	27	26	20	46	61	24	50	50	43	49
Mar	44	45	32	12	64	10	84	33	9	20	64	64	84
Apr	35	32	31	56	38	5	44	59	24	31	80	34	39
Maj	50	15	29	32	10	21	43	53	62	63	18	56	48
Jun	67	36	61	138	0	37	48	41	20	128	74	92	38
Jul	63	45	30	76	51	141	4	12	51	39	99	24	62
Aug	66	150	60	41	61	90	64	26	41	55	48	110	54
Sep	62	21	126	67	34	144	158	71	34	21	38	36	76
Okt	62	84	62	35	63	69	41	35	54	121	111	51	53
Nov	48	17	63	74	100	66	65	24	91	50	55	15	52
Dec	58	58	38	54	39	92	93	27	25	49	55	106	53
Sum	633	532	649	670	526	786	786	530	440	631	743	699	650

Potentiel fordampning (Roskilde Forsøgsstation)
Månedsmiddel i mm

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Jan	7	5	8	7	8	5	4	5	0	2	4	5
Feb	12	15	13	12	11	9	14	9	14	10	9	7
Mar	30	37	28	29	33	27	34	21	32	27	22	24
Apr	60	70	54	48	69	55	58	66	59	38	55	50
Maj	111	105	92	117	104	90	87	67	81	87	81	88
Jun	116	94	72	137	105	100	97	90	94	81	84	90
Jul	117	111	114	120	79	135	124	104	103	76	105	75
Aug	78	92	90	80	71	93	114	109	96	70	80	72
Sep	56	48	56	52	33	40	41	52	48	36	49	41
Okt	24	23	26	24	22	23	18	16	14	18	19	14
Nov	11	10	9	9	6	10	7	8	5	2	5	4
Dec	5	5	5	5	4	5	2	1	1	2	3	2
Sum	625	615	567	641	545	592	600	548	547	447	514	472

Lufttemperatur (Roskilde Lufthavn)
Månedsmiddel i grader C

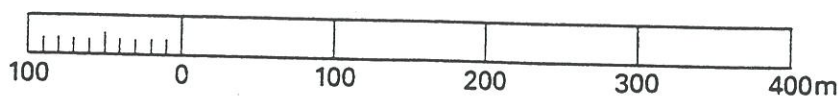
	1931-60	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Jan	-0,2	4,1	3,6	1,5	1,9	1,6	2,2	-0,4	-2,0	-2,1	1,8	1,7	2,7
Feb	-0,4	4,0	5,1	-1,2	2,8	0,6	-1,5	3,3	-3,3	2,7	4,9	0,4	3,2
Mar	1,7	5,0	5,6	3,8	3,7	2,4	3,1	2,6	-0,5	3,5	3,0	3,2	3,6
Apr	6,2	5,7	7,5	5,8	5,9	6,9	7,1	6,1	6,3	5,3	6,7	7,8	8,3
Maj	11,2	11,5	12,1	9,3	12,4	12,9	10,0	9,6	8,6	9,8	12,0	10,5	12,5
Jun	14,9	14,9	15,0	11,9	17,4	13,8	13,0	13,8	13,0	14,8	14,2	14,0	14,7
Jul	16,8	17,0	15,9	17,4	17,6	14,6	19,3	17,3	14,4	17,5	14,6	17,7	15,4
Aug	16,3	15,4	16,9	16,7	16,4	13,8	16,9	18,1	16,9	20,5	14,9	16,5	15,3
Sep	13,1	13,1	11,4	12,9	12,5	10,5	12,6	12,7	10,3	13,3	13,3	16,1	13,7
Okt	8,6	9,8	9,4	8,4	5,9	6,6	7,4	10,7	9,3	7,4	8,3	9,0	10,8
Nov	4,8	3,3	3,7	4,6	4,4	1,8	6,1	2,8	4,6	4,5	1,5	4,6	6,8
Dec	1,9	1,7	1,9	2,2	2,3	2,0	3,7	-2,7	-1,3	2,4	0,8	1,8	3,7
Årsmiddel	7,9	8,8	9,0	7,8	8,6	7,3	8,3	7,8	6,4	8,3	8,0	8,6	9,0



BORUP SØ

SKOVBO KOMMUNE, ROSKILDE AMT

1:5000



kolodning foretaget maj 1991
d vandspejl 40,0 m over DNN (GI)
åling og udarbejdelse: Landinspektør Thorkild Høy
udg. juni 1991 på basis af fuldstændig nymåling.

©THORKILD HØY

BORUP SØ

Morfometriske data bestemt efter kort i 1:5000 udarbejdet af undertegnede:

Areal: 9,5 ha

Volumen:

I dybdeintervallet 0-1 m	74.000 m ³
1-1,5 m	20.000 "
1,5-2,0 m	6000 "

Volumen i alt 100.000 m³

Middeldybde: 1,05 m

Thorkild Høy

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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
Sommer stoftransport (kg)		323	532	685	138	2,264	1,971	235	429	92	213	277	90

Vandbalance Borup Sø 2000

Alle værdier i 1000m3

	Nedbør x søareal	Fordampn. x søareal	Direkte tilførsel	Målt tilløb	Umålt opland	Samlet ekstern tilførsel	Fråførsel (i søafløb)	Magasin	"Grundvand" (+ indsivning - udsivning)	Samlet tilførsel (ekstern + indsivning)	Samlet fråførsel (søafløb + udsivning)
Jan	4,9	0,5	0,0	74,8	59,3	138,5	203,1	1,4	66,0	204,5	203,1
Feb	5,3	0,8	0,0	153,3	121,5	279,3	404,8	-5,7	119,8	399,1	404,8
Mar	7,4	2,4	0,0	256,1	203,1	464,2	537,1	-8,0	64,9	529,1	537,1
Apr	3,4	4,7	0,0	76,0	60,2	134,9	184,6	-9,6	40,1	175,0	184,6
Maj	4,2	8,5	0,0	12,1	9,6	17,4	69,8	-8,6	43,8	61,2	69,8
Jun	3,3	8,7	0,0	2,9	2,3	-0,2	10,3	-8,1	2,4	2,2	10,3
Jul	5,4	7,3	0,0	2,2	1,7	2,0	2,1	-0,4	-0,3	2,0	2,4
Aug	2,9	7,0	0,0	0,8	0,6	-2,7	0,7	1,4	4,9	2,2	0,7
Sep	6,5	4,0	0,0	2,1	1,7	6,3	9,3	1,1	4,1	10,4	9,3
Okt	5,5	1,4	0,0	4,8	3,8	12,7	13,9	10,4	11,4	24,1	13,9
Nov	5,0	0,5	0,0	28,0	22,2	54,7	88,5	8,4	42,2	96,9	88,5
Dec	5,4	0,2	0,0	149,6	118,6	273,4	238,4	7,1	-27,9	273,4	266,3
År	59,3	46,0	0,0	762,6	604,7	1.380,5	1.762,7	-10,5	371,5	1.752,0	1.762,7
Sommer	22,2	35,6	0,0	20,0	15,9	22,8	92,2	-14,6	55,0	394,3	1.762,7

Stofbalance Borup Sø 2000

TOTAL FOSFOR

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fråførsel (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,1	4,6	5,8	12,5	5,60	-3,9	7,5	3,6
Feb	0,1	6,3	8,0	17,3	6,00	-1,2	4,3	3,1
Mar	0,1	9,4	11,8	19,7	2,90	-0,2	4,7	4,5
Apr	0,1	3,0	3,7	9,8	1,90	6,0	-7,1	-1,1
Maj	0,1	1,0	1,3	9,3	5,80	7,8	-8,9	-1,1
Jun	0,1	0,4	0,5	1,7	0,50	-5,9	5,7	-0,2
Jul	0,1	0,5	0,6	0,4	-0,10	2,4	-1,7	0,7
Aug	0,1	0,2	0,2	0,1	1,70	-0,7	2,8	2,1
Sep	0,1	0,4	0,5	0,9	0,80	-7,1	8,0	0,9
Okt	0,1	1,1	1,4	1,0	3,00	-1,2	5,8	4,6
Nov	0,1	3,0	3,8	4,8	6,00	-0,2	8,3	8,1
Dec	0,1	10,4	13,1	29,2	-1,70	0,9	-8,2	-7,3
År	0,9	40,3	50,7	106,7	32,4	-3,3	21,2	17,9
Sommer	0,4	2,5	3,1	12,4	8,7	-3,5	5,9	2,4

Stofbalance Borup Sø 2000

TOTAL KVÆLSTOF

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fråførsel (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	12	414	522	1.388	405	-3	-31	-35
Feb	12	774	976	2.308	759	-151	364	214
Mar	12	1.126	1.420	2.693	367	-153	384	231
Apr	12	247	311	588	159	-242	383	140
Maj	12	44	55	142	210	41	138	179
Jun	12	11	14	25	13	-61	87	26
Jul	12	8	10	5	-1	6	18	24
Aug	12	3	3	2	21	-8	45	36
Sep	12	6	8	17	13	-43	65	22
Okt	12	12	15	22	36	8	45	53
Nov	12	97	122	169	178	80	160	239
Dec	12	900	1.134	1.108	-90	356	493	849
År	143	3.639	4.590	8.464	2.069	-172	2.149	1.977
Sommer	60	71	90	190	256	-66	352	286

Stofbalance Borup Sø 2000

JERN

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fråførsel (kg)	"Grundvand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,0	27,0	34,0	59,2	22,8	-12,2	36,8	24,6
Feb	0,0	32,1	40,5	72,0	29,2	-11,7	41,5	29,8
Mar	0,0	45,1	56,9	66,8	17,0	-1,3	53,5	52,2
Apr	0,0	11,4	14,4	13,5	7,8	1,3	18,8	20,1
Maj	0,0	2,4	3,0	8,6	12,3	6,9	2,2	9,1
Jun	0,0	0,7	0,9	1,1	0,7	-10,3	11,5	1,2
Jul	0,0	0,8	1,1	0,2	-0,1	1,0	0,6	1,6
Aug	0,0	0,4	0,5	0,1	4,1	-4,7	9,6	4,9
Sep	0,0	0,7	0,9	1,0	1,2	-0,7	2,5	1,8
Okt	0,0	2,4	3,0	1,4	6,0	-0,3	10,3	10,0
Nov	0,0	18,2	23,0	4,3	33,9	1,8	69,0	70,8
Dec	0,0	37,4	47,1	64,1	-3,4	36,4	-19,4	17,0
År	0,0	178,6	225,3	292,3	131,5	6,2	236,9	243,1
Sommer	0,0	5,0	6,4	11,0	18,2	-7,8	26,4	18,6

Borup Sø - Vand- og stofbalanceberegninger

Vand- og stofbalanceberegningerne er for 1989-97 udført ved hjælp af EDB-programmet STOQ-sømodul vers. 3.30, i 1998-2000 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 1989-2000 er beregnet under hensyntagen til vandstandsændringer, nedbør og fordampning.
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:

$$\text{tilført stofmængde} - \text{fraført stofmængde},$$

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.

Årsoppgørelse Vandbalance

Borup Sø

	Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsvining (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsvining (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde sø afløb (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	1.143	12,0	11,5	0,082
1990	62	58	753	941		2.125	452	24	1.697	2.125	17,9	22,4	0,044
1991	64	54	745	931		1.836	138	-12	1.686	1.836	17,7	19,3	0,058
1992	50	61	589	736		1.380	69	2	1.313	1.380	13,8	14,5	0,060
1993	74	52	1.160	1.450		2.651	23	6	2.633	2.651	27,7	27,9	0,041
1994	75	56	1.568	1.959		3.302	-256	-12	3.545	3.558	37,3	34,8	0,027
1995	50	57	846	1.057		2.091	173	-21	1.897	2.070	20,0	22,0	0,041
1996	49	62	234	293		617	116	12	513	617	5,4	6,5	0,144
1997	70	62	254	317		760	190	9	768	760	6,1	8,0	0,124
1998	82	47	897	1.118		1.984	-54	13	2.051	2.038	21,6	20,9	0,045
1999	77	54	920	1.161		1.956	-148	0	2.104	2.104	22,1	20,6	0,042
2000	59	46	605	763		1.763	372	-11	1.752	1.763	14,5	18,6	0,052

Sommeropgørelse Vandbalance

Borup Sø

	Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsvining (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsvining (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde sø afløb (m/år)	Opholdstid Sommer (dage)
1983													
1988													
1989	25	45	70	88		82	-68	-12	138	150	1,5	0,9	0,411
1990	29	43	61	76		177	72	17	123	177	1,3	1,9	0,184
1991	34	40	119	149		282	14	-7	261	282	2,7	3,0	0,140
1992	15	48	23	29		59	-6	-48	18	66	0,2	0,6	0,499
1993	41	37	346	432		607	-131	43	781	738	8,2	6,4	0,060
1994	30	44	306	382		394	-282	-1	675	676	7,1	4,1	0,076
1995	19	44	55	68		117	-18	-37	98	135	1,0	1,2	0,267
1996	23	48	82	102		178	-6	-26	159	185	1,7	1,9	0,203
1997	34	48	20	24		90	30	-30	60	90	0,3	0,9	0,408
1998	31	37	31	39		69	-12	-16	64	81	0,7	0,7	0,286
1999	35	42	54	68		217	96	-7	114	217	1,2	2,3	0,135
2000	22	36	16	20		92	55	-15	78	92	0,2	1,0	0,271

Årsoppgørelse TOTAL-P

Borup Sø

År	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund-vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fraførsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (mg/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentratio (mg/l)
1983																	0,235
1988																	0,120
1989		1	113	141	103	-5	0	148		57,7	56,9	696	300	7,33			
1990		2	85	106	192	51	3	49	52	20,0	57,7	256	135	2,80	1,55	4,26	1,56
1991		1	88	109	170	17	-5	51	46	23,5	21,2	243	192	2,56	0,51	1,40	0,54
1992		1	44	55	92	-0	5	3	8	2,8	7,6	100	92	1,05	0,03	0,08	0,48
1993		2	110	138	288	-10	-3	-46	-48	-18,2	-19,3	250	299	2,64	-0,48	-1,32	0,08
1994		2	204	255	303	-65	-3	95	92	20,6	20,0	460	368	4,84	1,00	2,74	-0,51
1995		2	71	89	170	13	1	4	5	2,2	2,9	175	170	1,84	0,04	0,11	0,97
1996		2	44	55	95	21	-9	37	27	29,8	22,3	123	95	1,29	0,38	1,05	0,05
1997		2	29	51	54	31	1	57	58	50,8	51,7	112	54	1,18	0,60	1,65	0,29
1998		1	123	154	143	-3	3	129	132	46,4	47,6	278	146	2,93	1,36	3,72	0,61
1999		1	82	103	172	2	0	16	16	8,5	8,5	188	172	1,97	0,17	0,46	1,39
2000		1	40	51	107	32	-3	21	17,9	17,1	14,4	124	107	1,31	0,22	0,61	0,17

Sommeroppgørelse TOTAL-P

Borup Sø

År	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund-vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fraførsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (mg/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentratio (mg/l)
1983																	0,101
1988																	0,260
1989		1	46	57	20	-14	3	67		64,9	-32,8	64	85	0,67	-0,22	-0,61	
1990		1	23	29	56	8	1	4	36		75,0	48	12	0,51	0,38	1,04	0,74
1991		1	21	26	44	1	4	0	70	5	67,6	104	34	1,09	0,71	1,94	0,653
1992		1	3	3	8	-3	2	-6	4	0,8	7,7	60	56	0,64	0,04	0,12	0,05
1993		1	56	70	115	-26	6	-21	-4	-92,8	9,0	48	44	0,51	0,00	0,01	0,05
1994		1	85	106	68	-73	3	47	-15	-16,3	-67,5	7	11	0,07	-0,06	-0,18	-0,05
1995		1	7	9	20	-3	3	-10	51	24,8	-11,5	126	141	1,33	-0,22	-0,59	0,162
1996		1	15	18	20	-0	-1	14	-6	-58,8	26,4	192	141	2,02	0,50	1,37	0,277
1997		1	5	6	10	5	-2	9	14	42,7	-37,8	16	23	0,17	-0,10	-0,28	-0,07
1998		0	6	7	9	-2	4	-1	7	52,6	40,3	34	20	0,35	0,15	0,41	0,14
1999		0	10	13	31	18	7	4	3	-8,0	42,3	17	10	0,18	0,09	0,26	0,08
2000		0	3	3	12	9	-4	6	11	8,6	24,1	42	31	0,44	0,04	0,10	0,03
									2	40,1	16,3	15	12	0,15	0,06	0,17	0,11
																	0,193
																	0,155

Borup Sø

Årsoppgørelse TOTAL-N

Borup Sø

1983																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Sommeropgørelse TOTAL-N

Borup Sø

Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Frøløb (kg)	"Grund-vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	%	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fraførsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtlet indløbskoncentratio (mg/l)	
1983					1.359						2.979	45,66						
1988					843						103	9,96						
1989	55	258	323	250	-132	-163	-67		-10,6		39,8	636	383	6,70	-0,71	-1,94	2,67	3,683
1990	55	426	532	868	605	460	290		17,9		46,3	1.618	868	17,03	3,05	8,36	7,89	7,014
1991	55	548	685	694	164	-118	877		60,4		52,2	1.452	694	15,29	9,23	25,29	7,99	4,605
1992	60	110	138	169	19	-299	457		140,0		48,3	326	169	3,44	4,81	13,18	1,66	4,812
1993	60	1.811	2.264	3.625	-442	529	-461		-11,2		1,6	4.134	4.067	43,52	-4,85	-13,30	0,71	5,240
1994	80	1.576	1.971	1.781	-925	96	823		22,7		25,4	3.627	2.707	38,18	8,67	23,75	9,68	5,154
1995	80	188	235	286	-53	-126	289		57,6		32,5	502	339	5,29	3,05	8,34	1,72	3,439
1996	79	343	429	435	22	-160	598		438		50,2	873	435	9,19	6,30	17,26	4,61	4,198
1997	80	73	92	155	250	-50	389		78,6		68,6	494	155	5,20	4,09	11,21	3,57	3,738
1998	60	171	213	216	-19	-286	494		111,5		46,9	443	235	4,66	5,20	14,24	2,19	5,451
1999	60	219	277	438	230	49	298		38,0		44,2	786	438	8,27	3,14	8,61	3,66	4,098
2000	60	71	90	190	256	-66	352		74,0		60,1	476	190	5,01	3,71	10,15	3,01	4,485

Borup Sø

Arsopgørelse 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 fraførsel (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

Sommeropgørelse TOTAL-JERN

Borup Sø

År	Alm. 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 fraførsel (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

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:

	P mg/l	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

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 enkeltejendomme 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: Kildeopsplitning af Fosfor (P)
- alle tal i kg

	Enkeltejeendomme	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

Borup Sø: Kildeopsplitning af Fosfor (P)
- alle tal i %

	Enkeltejeendomme	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

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

	Enkeltejeendomme	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

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

	Enkeltejeendomme	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

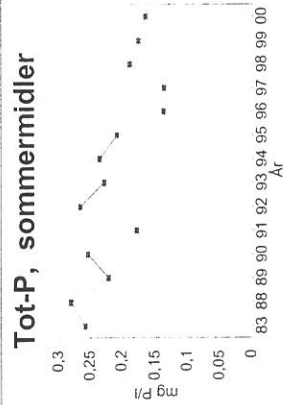
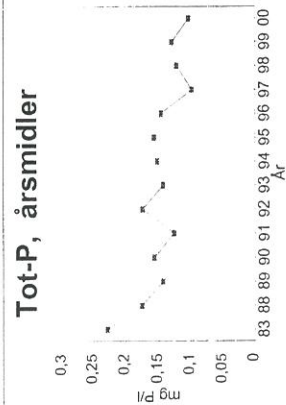
Parameter v4T

Tidsvægtede års- og sommermidler

Statistik - års- og sommermidler

Total-P mg/l	AR v4T 1/1-31/12	BORUP SØ			
		År	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
	1983	0,228	0,259	0,082 0,520	0,120 0,520
	1988	0,175	0,282	0,064 0,400	0,130 0,400
	1989	0,143	0,222	0,051 0,310	0,120 0,310
	1990	0,156	0,255	0,048 0,400	0,180 0,400
	1991	0,126	0,179	0,042 0,270	0,100 0,270
	1992	0,174	0,267	0,064 0,370	0,180 0,370
	1993	0,143	0,229	0,045 0,340	0,120 0,340
	1994	0,152	0,236	0,045 0,309	0,113 0,309
	1995	0,156	0,209	0,049 0,284	0,081 0,284
	1996	0,146	0,138	0,061 0,271	0,061 0,196
	1997	0,098	0,137	0,033 0,250	0,066 0,250
	1998	0,122	0,189	0,040 0,274	0,093 0,274
	1999	0,129	0,176	0,054 0,243	0,093 0,243
	2000	0,103	0,165	0,042 0,214	0,096 0,214

Grafik



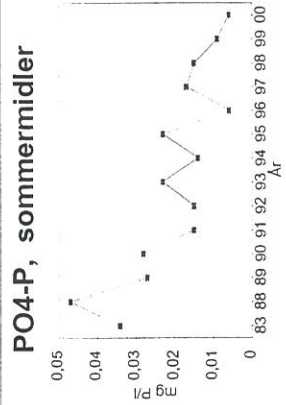
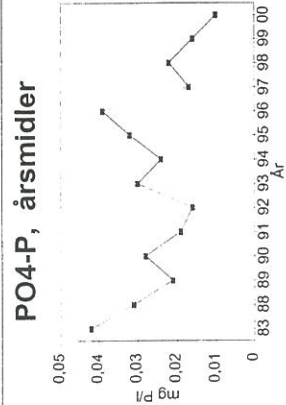
Parameter

Tidsvægtede års- og sommermidler

Statistik - års- og sommermidler

PO4-P mg/l	ÅR 1/1-31/12	BORUP SØ			
		År	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
	1983	0,042	0,034	0,010 0,160	0,010 0,160
	1988	0,031	0,047	0,010 0,100	0,010 0,100
	1989	0,021	0,027	0,004 0,060	0,004 0,060
	1990	0,028	0,028	0,010 0,120	0,010 0,120
	1991	0,019	0,015	0,010 0,055	0,010 0,045
	1992	0,016	0,015	0,010 0,047	0,010 0,047
	1993	0,030	0,023	0,005 0,085	0,005 0,085
	1994	0,024	0,014	0,004 0,056	0,004 0,056
	1995	0,032	0,023	0,004 0,072	0,004 0,065
	1996	0,039	0,006	0,004 0,181	0,004 0,012
	1997	0,017	0,017	0,004 0,060	0,004 0,060
	1998	0,022	0,015	0,004 0,063	0,004 0,048
	1999	0,016	0,009	0,004 0,035	0,004 0,024
	2000	0,010	0,006	0,004 0,034	0,004 0,014

Grafik



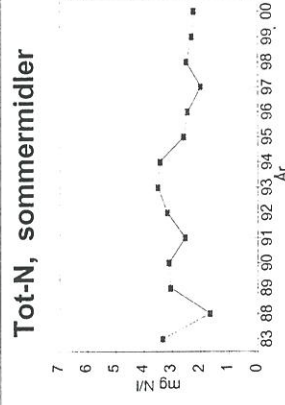
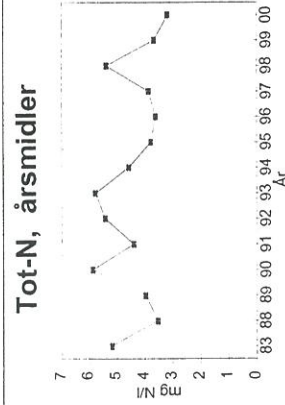
Parameter

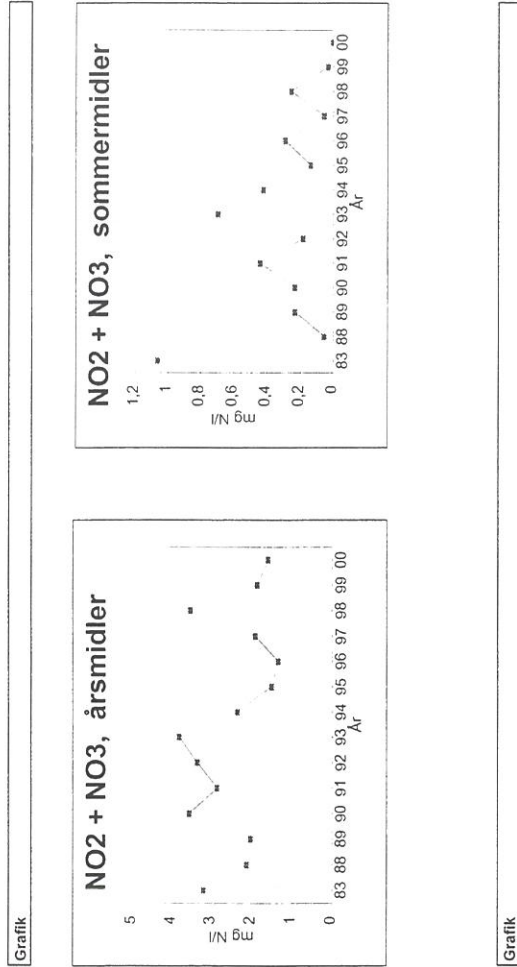
Tidsvægtede års- og sommermidler

Statistik - års- og sommermidler

Total-N mg/l	ÅR 1/1-31/12	BORUP SØ			
		År	Sommer 1/5-30/9	År Min. Max.	Sommer Min. Max.
	1983	5,17	3,33	1,50 7,80	1,50 5,60
	1988	3,54	1,66	1,50 7,90	1,50 2,70
	1989	3,98	3,04	1,80 7,60	1,80 4,80
	1990	5,88	3,11	2,20 11,00	2,20 3,80
	1991	4,38	2,54	1,40 10,00	1,40 4,30
	1992	5,42	3,17	1,50 14,40	1,50 4,90
	1993	5,77	3,50	2,14 11,40	2,14 6,15
	1994	4,56	3,43	2,28 7,60	2,28 5,58
	1995	3,77	2,59	1,56 7,77	1,56 3,55
	1996	3,61	2,45	1,83 6,68	1,83 3,08
	1997	3,86	1,99	1,49 8,94	1,49 3,13
	1998	5,37	2,50	1,75 11,60	1,75 4,28
	1999	3,66	2,30	1,65 7,41	1,65 3,13
	2000	3,17	2,23	1,51 6,74	1,70 2,81

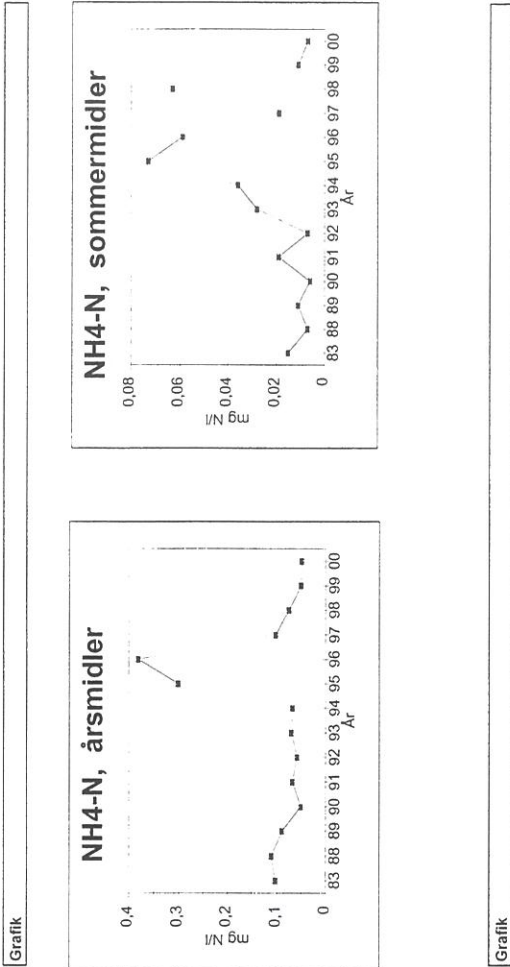
Grafik





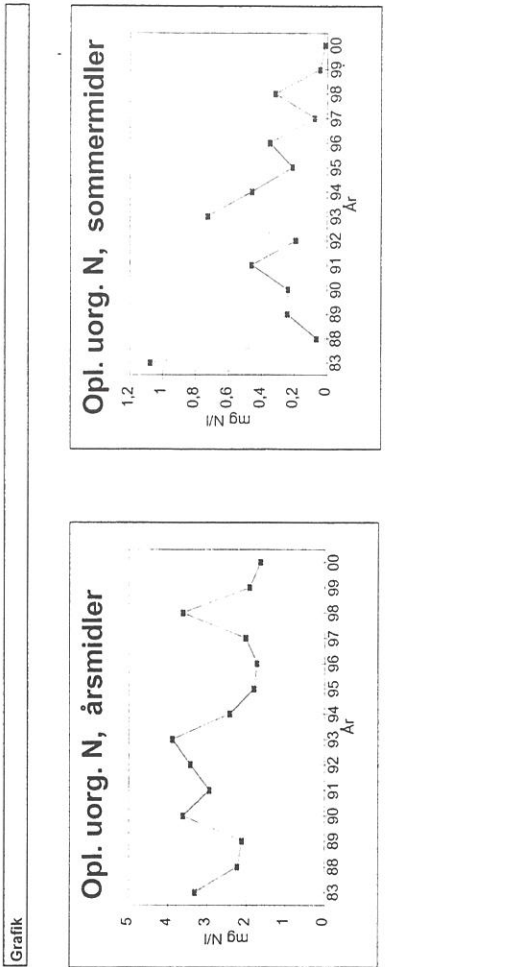
Parameter	Tidsvægtede års- og sommermidler										BORUP SØ		
	ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min	År Max	Sommer Min	Sommer Max	Type Lin reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
NO2 + NO3 mg/l	1983	3,202	1,060	0,005	7,200	0,005	3,300	År	1989-2000		0		
	1988	2,121	0,057	0,005	7,200	0,005	0,450	Sommer	1989-2000	5	--		
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							

Parameter	Tidsvægtede års- og sommermidler										BORUP SØ		
	ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min	År Max	Sommer Min	Sommer Max	Type Lin reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
NO2 + NO3 mg/l	1983	3,202	1,060	0,005	7,200	0,005	3,300	År	1989-2000		0		
	1988	2,121	0,057	0,005	7,200	0,005	0,450	Sommer	1989-2000	5	--		
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							



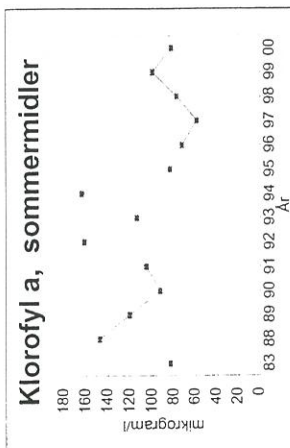
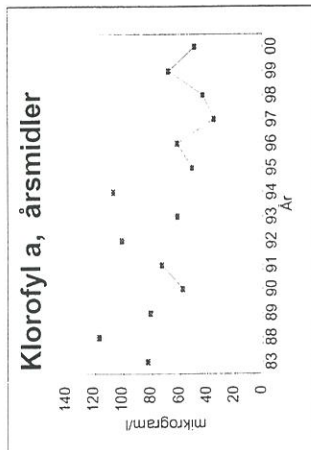
Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler										BORUP SØ		Statistik - års- og sommermidler		
NH4-N mg/l	ÅR	År	År	Sommer	År	År	Sommer	Sommer	Sommer	År	Type	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Sommer	Lin. reg.	1989-2000	1989-2000	0		
		1983	0,103	0,015	0,002	0,580	0,007	0,038	0,038	0,038	År	1989-2000		0		
		1988	0,111	0,007	0,004	0,540	0,004	0,012	0,012	0,012						
		1989	0,089	0,011	0,002	0,430	0,002	0,036	0,036	0,036	Sommer	1989-2000		0		
		1990	0,051	0,006	0,001	0,180	0,001	0,008	0,008	0,008						
		1991	0,068	0,019	0,001	0,250	0,001	0,033	0,033	0,033						
		1992	0,059	0,007	0,001	0,250	0,001	0,013	0,013	0,013						
		1993	0,070	0,028	0,001	0,280	0,001	0,120	0,120	0,120						
		1994	0,068	0,036	0,005	0,248	0,005	0,248	0,248	0,248						
		1995	0,301	0,073	0,006	1,190	0,006	0,254	0,254	0,254						
		1996	0,381	0,059	0,005	1,570	0,005	0,318	0,318	0,318						
		1997	0,102	0,019	0,005	0,378	0,005	0,079	0,079	0,079						
		1998	0,075	0,063	0,005	0,231	0,005	0,231	0,231	0,231						
		1999	0,050	0,011	0,005	0,253	0,005	0,040	0,040	0,040						
		2000	0,049	0,007	0,005	0,200	0,005	0,016	0,016	0,016						

Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler										BORUP SØ		Statistik - års- og sommermidler		
NH4-N mg/l	ÅR	År	År	Sommer	År	År	Sommer	Sommer	Sommer	År	Type	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Sommer	Lin. reg.	1989-2000	1989-2000	0		
		1983	0,103	0,015	0,002	0,580	0,007	0,038	0,038	0,038	År	1989-2000		0		
		1988	0,111	0,007	0,004	0,540	0,004	0,012	0,012	0,012						
		1989	0,089	0,011	0,002	0,430	0,002	0,036	0,036	0,036	Sommer	1989-2000		0		
		1990	0,051	0,006	0,001	0,180	0,001	0,008	0,008	0,008						
		1991	0,068	0,019	0,001	0,250	0,001	0,033	0,033	0,033						
		1992	0,059	0,007	0,001	0,250	0,001	0,013	0,013	0,013						
		1993	0,070	0,028	0,001	0,280	0,001	0,120	0,120	0,120						
		1994	0,068	0,036	0,005	0,248	0,005	0,248	0,248	0,248						
		1995	0,301	0,073	0,006	1,190	0,006	0,254	0,254	0,254						
		1996	0,381	0,059	0,005	1,570	0,005	0,318	0,318	0,318						
		1997	0,102	0,019	0,005	0,378	0,005	0,079	0,079	0,079						
		1998	0,075	0,063	0,005	0,231	0,005	0,231	0,231	0,231						
		1999	0,050	0,011	0,005	0,253	0,005	0,040	0,040	0,040						
		2000	0,049	0,007	0,005	0,200	0,005	0,016	0,016	0,016						

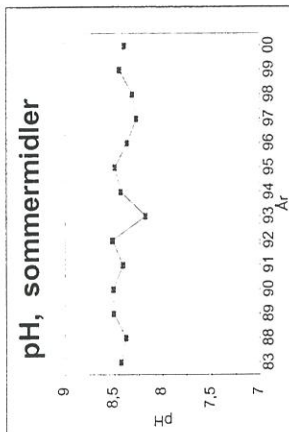
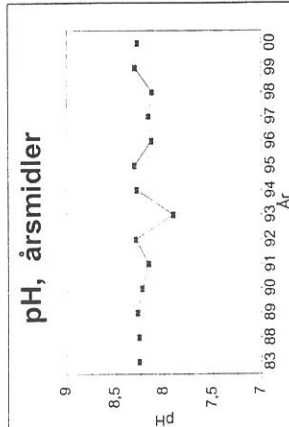


Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler										BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler			
Opl. uorg. N mg/l	ÅR	År	Sommer	År	År	Sommer	År	Sommer	År	Sommer	Sommer	Sommer	Type	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)			
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Lin. reg.					
NO2+NO3+NH4-N	1983	3,305	1,075	0,007	7,780	0,012	3,338						År	1989-2000		0			
	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						Sommer	1989-2000	5	--			
	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													

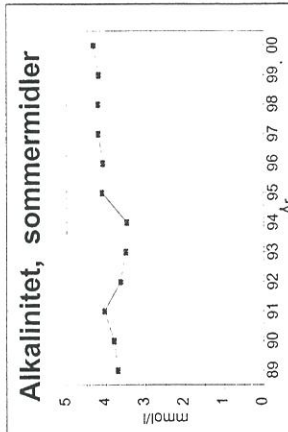
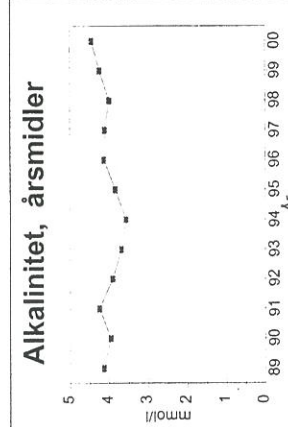
Parameter	Tidsvægtede års- og sommermidler							BORUP SØ			Statistik - års- og sommermidler			
	ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.	Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)			
Klorofyl a mikrogram/l	1983	83	84	25	240	48	116	År	1989-2000	10	-			
	1988	117	148	8	290	95	290							
	1989	81	121	16	310	39	310							
	1990	58	93	5	210	38	210							
	1991	73	106	4	220	74	220							
	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								



Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler							BORUP SØ			Statistik - års- og sommermidler		
pH	pH	ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer		Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
							Min.	Max.						
		1983	8,3	8,4	7,8	8,8	7,9	8,7	År	1989-2000		0		
		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	Sommer	1989-2000		0		
		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						

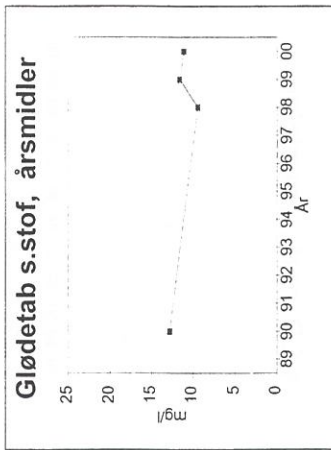
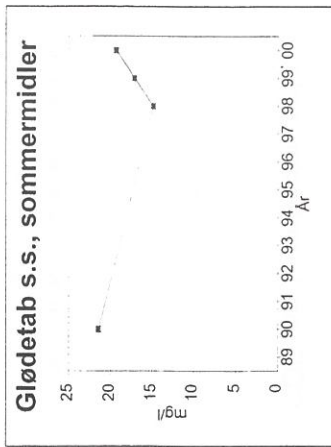
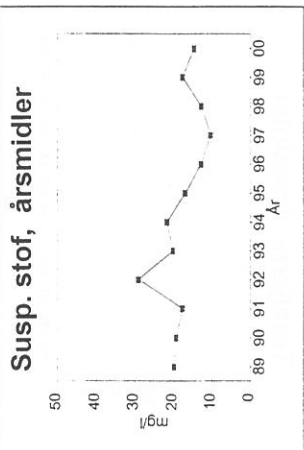
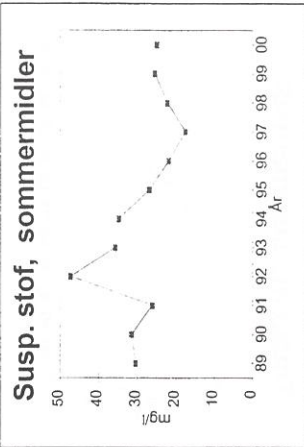
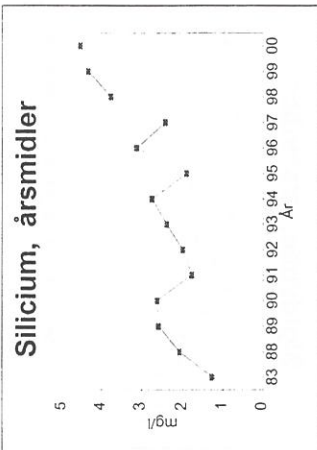
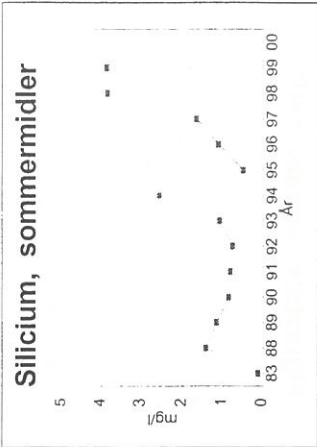


Parameter	Tidsvægtede års- og sommermidler						BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler				
Alkalinitet mmoll/l	År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.	Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)				
												År	1989-2000	0	++
	1983											År	1989-2000	0	
	1988											Sommer	1989-2000	5	++
	1989	4,13	3,70	3,01	5,03	3,01	4,38								
	1990	3,96	3,80	3,41	4,34	3,41	4,22								
	1991	4,25	4,03	3,17	4,90	3,17	4,75								
	1992	3,91	3,63	2,77	4,55	2,77	4,34								
	1993	3,69	3,50	2,79	4,40	2,79	3,96								
	1994	3,57	3,48	2,94	4,18	2,94	4,18								
	1995	3,84	4,10	3,37	4,72	3,47	4,72								
	1996	4,13	4,08	3,22	5,07	3,56	4,46								
	1997	4,11	4,19	3,31	5,23	3,79	4,43								
	1998	3,99	4,20	3,20	4,80	3,87	4,80								
	1999	4,24	4,18	3,40	5,14	3,91	4,46								
	2000	4,45	4,32	3,21	5,50	3,87	4,71								



Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler				BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler		Grafik	
Silicium mg/l	ÅR	År		Sommer		År		Sommer		Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.				
	1983	1,273	0,127	0,028	2,900	0,028	0,250			År	1989-2000	0,1	++++
	1988	2,088	1,427	0,050	4,800	0,050	4,800			Sommer	1989-2000	1	+++
	1989	2,604	1,161	0,040	6,700	0,040	3,900						
	1990	2,635	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						

Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler				BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler		Grafik	
Suspenderet stof mg/l	ÅR	År		Sommer		År		Sommer		Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.				
	1983									År	1989-2000	5	--
	1988	19,8	30,4	6,0	50,0	18,0	50,0			Sommer	1989-2000	10	-
	1989	19,2	31,4	5,0	47,0	20,0	47,0						
	1990	17,6	26,0	4,0	35,0	14,0	35,0						
	1991	29,0	47,3	5,0	68,0	30,0	68,0						
	1992	20,2	35,7	3,0	51,0	17,0	51,0						
	1993	21,7	34,7	5,6	52,0	14,0	52,0						
	1994	16,9	26,9	2,2	44,0	14,0	44,0						
	1995	12,9	21,9	2,4	37,0	14,0	37,0						
	1996	10,4	17,5	2,0	36,0	9,5	36,0						
	1997	12,8	22,3	3,0	49,0	13,0	49,0						
	1998	17,6	25,5	2,4	36,0	15,0	36,0						
	1999	14,7	25,0	3,8	32,0	8,0	32,0						
	2000												



Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler				BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler		Grafik	
Glødetab, s.stof mg/l	ÅR	År		Sommer		År		Sommer		Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.				
	1983									År	1989-2000		
	1988									Sommer	1989-2000		
	1989												
	1990	12,8	21,4	2,0	39,0	14,0	39,0						
	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						

COD, part., årsmidler

Ar	COD (mg/l)
89	11.5
90	11.5
91	12.5
92	15.5
93	16.5
94	18.5
95	17.5
96	20.5
97	21.5
98	21.5
99	21.5
00	21.5

COD, part., sommermidler

Ar	COD (mg/l)
89	15.5
90	15.5
91	16.5
92	17.5
93	20.5
94	23.5
95	20.5
96	21.5
97	21.5
98	21.5
99	21.5
00	21.5

Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler							BORUP SØ			Statistik - års- og sommermidler		
COD, part. mg/l	ÅR	År	Sommer	År	År	Sommer	Sommer	Sommer	Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)		
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.							
	1983								År	1989-2000				
	1988								Sommer	1989-2000				
	1989	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													

Totaljern, årsmidler

År	mg/l
89	0.25
90	0.25
91	0.25
92	0.25
93	0.25
94	0.25
95	0.2
96	0.2
97	0.2
98	0.2
99	0.2
00	0.2

Parameter	Tidsvægtede års- og sommermidler				BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler			
AR	AR	AR	Sommer	AR	AR	Sommer	Sommer	AR	Type	Periode	Niveau	Symbol
Totaljern mg/l	1/1-31/12	1/5-30/9	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Lin. reg.			%	(+/-)
								År	1989-2000	1989-2000	1	---
1983												0
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993	0,179	0,243		0,084	0,420	0,130	0,420					
1994	0,246	0,208		0,094	0,408	0,094	0,408					
1995	0,181	0,176		0,010	0,463	0,080	0,395					
1996	0,105	0,124		0,010	0,215	0,047	0,215					
1997	0,126	0,145		0,031	0,553	0,031	0,553					
1998	0,189	0,131		0,060	0,615	0,060	0,297					
1999	0,203	0,133		0,071	0,619	0,086	0,242					
2000	0,124	0,124		0,038	0,262	0,040	0,218					

Grafik

Sigdybde, sommermidler

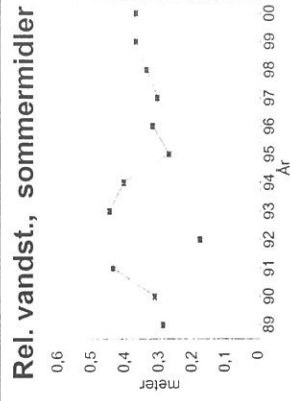
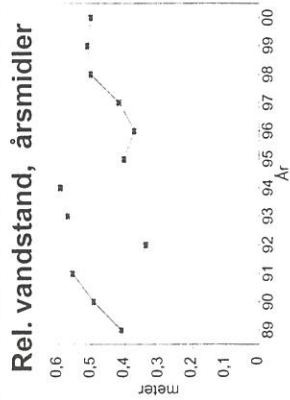
År	meter
83	0.45
84	0.45
85	0.45
86	0.45
87	0.45
88	0.45
89	0.45
90	0.45
91	0.45
92	0.65
93	0.65
94	0.65
95	0.65
96	0.65
97	0.45
98	0.45
99	0.45
00	0.45

Sigdybde, årsmidler

År	meter
83	0.65
84	0.65
85	0.65
86	0.65
87	0.65
88	0.65
89	0.65
90	0.65
91	0.65
92	0.85
93	0.85
94	0.85
95	0.85
96	0.85
97	0.65
98	0.65
99	0.65
00	0.65

Parameter		Tidsvægtede års- og sommermidler								BORUP SØ				Statistik - års- og sommermidler			
Sigtdybde m	ÅR	År		Sommer		År	Sommer		Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)					
		1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.		Min.	Max.									
	1983	0,73	0,55	0,35	1,20	0,35	0,70		År	1989-2000		0					
	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		Sommer	1989-2000		0					
	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	0,95										
	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	0,74	0,59	0,43	1,20	0,45	0,85										
	2000	1,01	0,58	0,40	1,60	0,40	1,15										

Rel. vandstand m	År	Sommer		År		Sommer		Symbol (+/-)
		1/1-31/12	1/5-30/9	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	
	1999	0,51	0,37	0,29	0,95	0,29	0,47	
	2000	0,50	0,37	0,31	0,77	0,31	0,50	



Borup Sø 2000 - vandkemianalyser

Dato	Dybde cm	pH	Tørstof, susp.stof mg/l	Glødetab, susp.stof mg/l	Alkalinitet, total TA mg/l	Ammonium-N, filt mmol/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
12-01-00	70	8,1	3,8	7,2	4,26	0,172	5,88	6,74	0,034	0,062	0,262	4,8	7,9
09-02-00	75	8,3	7,2	6	5,5	0,047	5,39	5,99	0,016	0,047	0,168	4,7	18
07-03-00	75	8,3	7	4	4,28	0,012	4,21	4,97	< 0,004	0,042	0,084	3,68	19
06-04-00	73	8,3	7	4	4,14	0,025	2,84	3,99	0,01	0,045	0,103	2,7	17
17-04-00	70	8,4	10	7,4	3,21	0,019	1,97	3,20	< 0,004	0,06	0,133	1,9	37
03-05-00	65	8,4	30	24	4,2	0,007	< 0,005	1,89	0,009	0,119	0,121	1,6	82
17-05-00	63	8,5	22	18	3,87	0,007	0,006	1,89	< 0,004	0,149	0,126	2,3	28
29-05-00	60	8,3	32	25	4,16	0,014	0,008	2,81	0,007	0,214	0,218	3,6	126
14-06-00	62	8,7	31	23	4,22	0,004	< 0,005	2,43	< 0,004	0,181	0,182	6,1	107
29-06-00	60	8,6	21	16	4,22	< 0,005	< 0,005	2,23	0,01	0,151	0,093	7,4	62
13-07-00	60	8,3	29	21	4,27	0,016	< 0,005	2,56	< 0,005	0,198	0,212	8	67
26-07-00	60	8,3	30	24	4,39	< 0,005	< 0,005	2,52	0,014	0,199	0,131	8,3	124
09-08-00	60	8,3	26	21	4,44	< 0,005	0,007	2,09	< 0,004	0,167	0,103	11	94
22-08-00	60	8,2	23	18	4,56	< 0,005	< 0,005	2,35	0,01	0,192	0,103	8,6	103
05-09-00	60	8,5	31	21	4,37	< 0,005	< 0,005	2,14	0,006	0,167	0,04	3,3	110
18-09-00	60	8,3	8	8	4,71	< 0,005	0,007	1,70	< 0,004	0,096	0,055	1,21	31
17-10-00	60	8,1	7,2	7,2	4,39	0,089	0,056	1,61	< 0,004	0,076	0,046	2,8	17
15-11-00	65	8,1	7,2	7,2	4,61	< 0,005	0,182	1,51	< 0,004	0,054	0,038	4,1	55
13-12-00	65	8,1	4,4	1,6	5,13	0,200	1,480	2,78	0,023	0,061	0,071	5	19

Borup Sø 2000 - feltmålinger

Dato	Klokkeslet	Sigtdybde m	Total dybde m	Vandstand lokal m
12-01-00	1020	1,6	1,7	0,63
02-02-00	1255			0,77
09-02-00	1030	1,4	1,8	0,7
07-03-00	1030	1,25	1,8	0,7
20-03-00	1310			0,65
06-04-00	1035	1,3	1,75	0,6
17-04-00	1040	1	1,7	0,6
03-05-00	1035	0,5	1,6	0,5
17-05-00	1025	0,55	1,55	0,4
29-05-00	1030	0,4	1,5	0,43
14-06-00	1030	0,47	1,55	0,4
29-06-00	1015	0,45	1,5	0,34
13-07-00	1035	0,48	1,5	0,34
26-07-00	1030	0,42	1,5	0,34
09-08-00	1035	0,55	1,5	0,33
22-08-00	1020	0,55	1,5	0,31
05-09-00	1035	0,55	1,5	0,37
18-09-00	1035	1,15	1,5	0,38
02-10-00	1030			0,36
17-10-00	1030	1,45	1,5	0,39
02-11-00	1330			0,48
15-11-00	1030	1,15	1,6	0,52
27-11-00	1230			0,56
13-12-00	1045	> 1,6	1,6	0,56
27-12-00	1220			0,61

Fytoplanktonbiomasser - tidsvægtede årsgennemsnit*v4T

	Blågrøn	Kiselalge	Grønalg	Rekylg	Furealge	Øjealge	Gulalge	Silikalge	Ubstemt	Total	Øvrige
	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l
1989	1,4	3,3	1,4	0,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	7,1	0,5
1990	1,9	5,1	0,9	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	9,8	0,6
1991	2,1	6,9	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	11,4	0,6
1992	2,3	13,0	1,2	2,6	0,0	0,0	0,1	0,0	1,2	20,4	1,3
1993	3,3	4,6	2,1	1,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,7	12,2	1,2
1994	4,8	9,6	1,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	19,3	0,7
1995	3,0	4,6	0,4	1,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	10,4	0,5
1996	7,3	2,8	0,5	2,6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	13,7	0,6
1997	0,2	2,5	1,0	1,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	6,0	0,9
1998	0,3	5,4	0,6	2,9	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	9,7	0,5
1999	3,6	3,8	1,2	1,3	0,2	0,3	0,6	0,1	0,4	11,6	1,7
2000	1,5	2,7	0,6	1,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,4	6,8	0,9

Gennemsnit 1989-9*v4T 2,7 5,6 1,1 1,7 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,5 12,0 0,8

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol: 0

Fytoplanktonbiomasser - %-fordeling årsgennemsnit

	Blågrøn	Kiselalge	Grønalg	Rekylg	Furealge	Øjealge	Gulalge	Silikalge	Ubstemt	Total	Øvrige
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1989	19,6	46,4	19,2	7,2	0,8	3,5	0,7	0,0	2,7	100	7,7
1990	18,9	52,1	9,3	13,3	0,0	0,0	0,1	0,0	6,2	100	6,3
1991	18,5	60,3	11,1	5,1	0,0	0,0	0,1	0,0	5,1	100	5,2
1992	11,1	63,9	5,9	12,7	0,0	0,0	0,4	0,0	6,0	100	6,4
1993	26,7	37,2	17,1	8,8	0,0	0,0	1,9	2,8	5,5	100	10,2
1994	24,6	49,7	7,8	14,6	0,0	0,0	0,2	0,1	3,0	100	3,4
1995	29,2	43,9	4,1	17,8	1,0	0,0	1,1	0,0	2,9	100	5,1
1996	52,9	20,2	3,8	18,9	1,7	0,1	0,6	0,0	1,9	100	4,3
1997	3,7	41,6	16,3	23,9	0,9	2,1	2,6	3,3	5,7	100	14,6
1998	2,7	56,4	5,8	30,0	1,7	0,9	1,0	1,4	1,0	100	5,1
1999	31,4	33,1	10,1	10,8	2,0	3,0	5,4	0,6	3,6	100	14,5
2000	21,7	39,3	8,9	17,0	3,8	2,5	1,6	0,0	5,2	100	13,1

Gennemsnit 1989-9 21,8 45,9 10,0 14,8 0,7 0,9 1,3 0,6 4,0 100 7,5

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol: v4T

Fytoplanktonbiomasser - tidsvægtede sommergennemsnit

	Blågrøn	Kiselalge	Grønalg	Rekylg	Furealge	Øjealge	Gulalge	Silikalge	Ubstemt	Total	Øvrige
	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l
1989	3,2	6,0	2,3	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	12,5	0,6
1990	4,0	7,5	1,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	14,9	0,8
1991	4,8	9,1	2,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	18,0	0,9
1992	5,4	18,1	2,3	1,8	0,0	0,0	0,2	0,0	1,9	29,7	2,1
1993	7,8	7,1	4,5	0,8	0,0	0,0	0,2	0,1	1,2	21,8	1,5
1994	11,4	10,5	3,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	28,3	1,2
1995	7,1	9,3	0,9	1,7	0,3	0,0	0,3	0,0	0,5	20,0	1,0
1996	17,4	6,1	0,7	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	26,7	0,9
1997	0,5	5,8	2,2	1,1	0,0	0,3	0,2	0,1	0,6	10,9	1,3
1998	0,6	11,1	1,3	4,5	0,4	0,2	0,2	0,0	0,2	18,5	1,0
1999	3,6	7,4	2,8	1,4	0,5	0,8	1,0	0,1	0,8	18,3	3,2
2000	3,4	5,0	0,9	1,2	0,6	0,4	0,1	0,0	0,6	12,3	1,7

Gennemsnit 1989-9 6,0 8,9 2,2 1,6 0,2 0,2 0,2 0,2 0,0 0,8 20,0 1,3

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol: 0

Fytoplanktonbiomasser - %-fordeling sommergennemsnit

	Blågrøn	Kiselalge	Grønalg	Rekylg	Furealge	Øjealge	Gulalge	Silikalge	Ubstemt	Total	Øvrige
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1989	25,5	48,0	18,8	3,0	0,3	2,6	0,3	0,0	1,6	100	4,8
1990	26,8	50,3	9,6	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	100	5,6
1991	27,0	50,4	15,5	2,2	0,0	0,0	0,1	0,0	4,8	100	4,9
1992	18,3	61,0	7,9	5,9	0,0	0,0	0,6	0,0	6,3	100	7,0
1993	35,9	32,7	20,8	3,7	0,0	0,0	0,8	0,5	5,7	100	7,0
1994	38,9	35,8	10,2	10,9	0,0	0,0	0,1	0,1	4,0	100	4,2
1995	35,7	46,6	4,4	8,3	1,3	0,0	1,3	0,0	2,4	100	5,0
1996	65,3	22,8	2,6	6,1	1,4	0,0	0,1	0,0	1,7	100	3,3
1997	4,8	53,7	20,1	10,0	0,4	2,8	2,2	0,5	5,5	100	11,5
1998	3,4	60,0	6,8	24,3	2,1	1,2	1,0	0,0	1,2	100	5,4
1999	19,7	40,6	15,0	7,4	3,0	4,5	5,2	0,4	4,1	100	17,2
2000	28,0	40,7	7,1	10,1	5,1	3,4	0,5	0,0	5,2	100	14,2

Gennemsnit 1989-9 27,4 45,6 12,0 8,1 0,8 1,0 1,1 0,1 3,9 100 6,9

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol: 0 0 0

Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede årsgennemsnit*v4T

Hjuldyr µg TV/l	Vandlopp µg TV/l	Dahner µg TV/l	Total µg TV/l	Pot. græsningstryk % af total	Fyto-biot µg C/l	Fyto-bio µg C/l	Fyto-planktonbiomasse %-små	%-store
1989	190	368	351	909	41,7	142,6	810,6	213,2
1990	99	104	375	578	22,9	60,6	1107,5	338,1
1991	156	221	242	618	24,3	93,6	1240,0	488,6
1992	46	447	172	665	8,7	32,2	2238,8	1060,1
1993	49	166	152	367	7,2	10,6	1346,7	845,8
1994	50	180	129	358	6,1	12,7	2125,8	1388,0
1995	68	167	343	578	44,4	73,4	1148,4	34,4
1996	65	108	55	228	17,7	21,9	1506,8	531,4
1997	25	109	73	207	8,4	12,0	686,8	425,7
1998	38	105	203	346	10,1	21,9	1066,0	513,9
1999	103	84	75	262	10,4	12,2	1278,4	1026,7
2000	46	134	109	290	12,5	32,5	753,3	331,4

Gennemsnit 1989-9*v4T 81 187 197 465 18,4 44,9 1.323,3 655,1 48,3 51,7

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol:

0,1%

Signifikansniveau*v4T
Symbol:

Dyreplankton biomasser - %-fordeling årsgennemsnit

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

Gennemsnit 1989-9 18,2 40,7 41,1 100

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede sommergennemsnit

Hjuldyr µg TV/l	Vandlopp µg TV/l	Dahner µg TV/l	Total µg TV/l	Pot. græsningstryk % af total	Fyto-biot µg C/l	Fyto-bio µg C/l	Fyto-planktonbiomasse %-små	%-store
1989	327	533	691	1551	53,2	225,7	1373,0	272,7
1990	193	213	674	1081	35,5	108,9	1638,5	385,2
1991	180	403	484	1067	33,9	152,2	1975,3	534,7
1992	84	558	357	999	9,0	58,8	3272,4	979,3
1993	110	254	351	715	12,1	18,9	2397,7	1356,5
1994	106	298	204	609	8,2	22,4	3219,8	1759,3
1995	94	277	386	756	24,8	81,7	2205,1	480,6
1996	73	181	103	357	19,6	29,5	2943,6	629,1
1997	52	187	153	392	12,5	21,0	1199,2	580,8
1998	75	216	453	744	14,7	39,9	2038,2	896,3
1999	154	157	140	451	9,1	12,7	2032,4	1502,9
2000	58	226	206	489	14,0	58,2	1364,1	422,6

Gennemsnit 1989-9 132 298 363 793 21,2 70,2 2.208,7 852,5 38,3 61,7

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol:

5% 1% 0,1% 5% 5%
-- -- -- -- --

Dyreplankton biomasser - %-fordeling sommergennemsnit

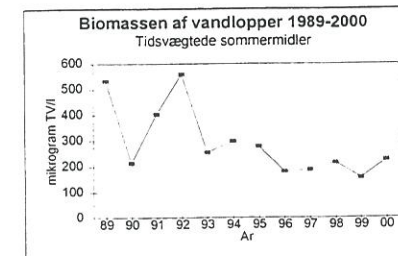
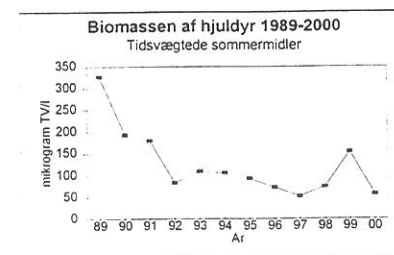
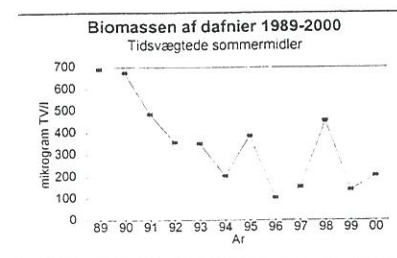
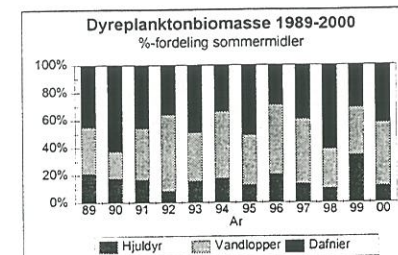
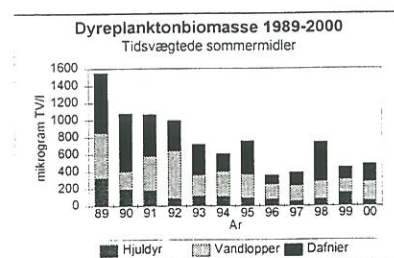
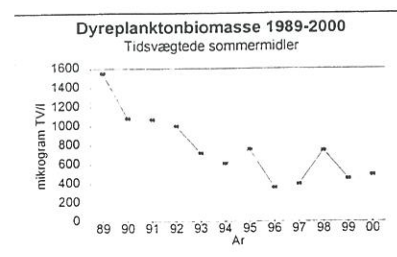
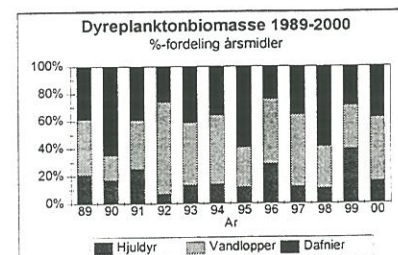
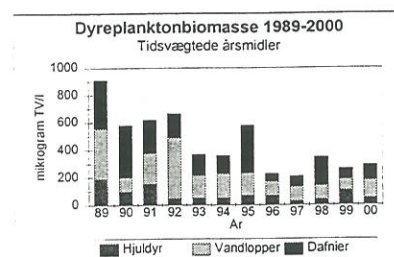
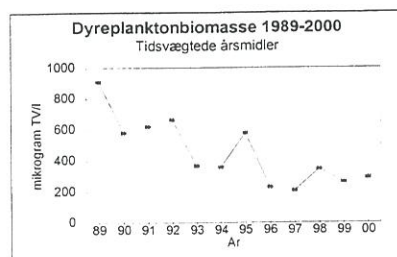
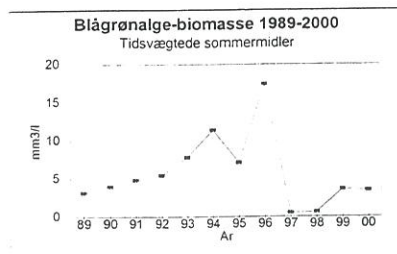
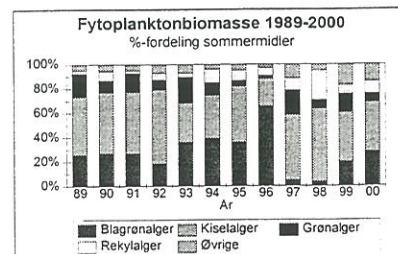
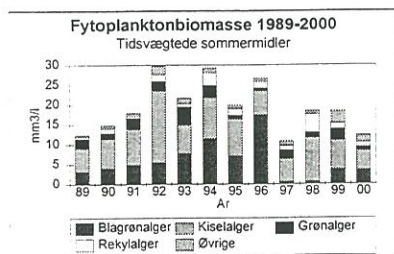
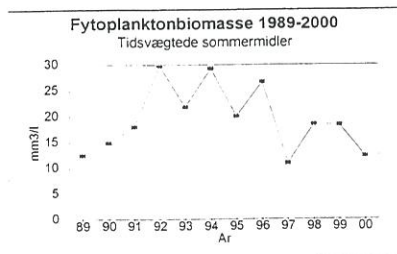
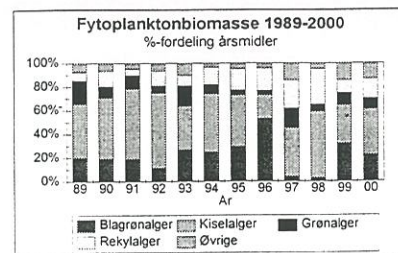
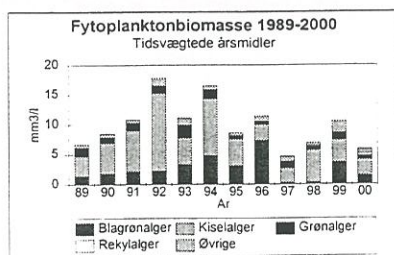
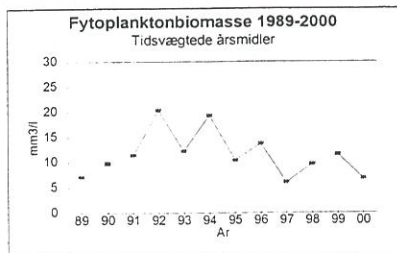
Hjuldyr %	Vandlopp %	Dahner %	Total %
1989	21,1	34,4	44,6
1990	17,9	19,7	62,4
1991	16,9	37,8	45,4
1992	8,4	55,9	35,8
1993	15,4	35,5	49,1
1994	17,5	49,0	33,5
1995	12,4	36,6	51,0
1996	20,4	50,7	28,9
1997	13,3	47,6	39,1
1998	10,0	29,0	61,0
1999	34,2	34,7	31,0
2000	11,8	46,2	42,0

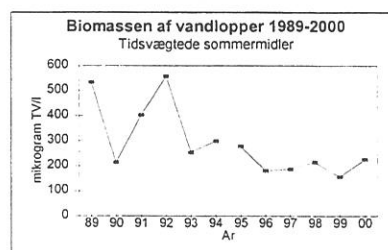
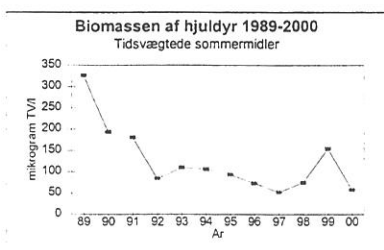
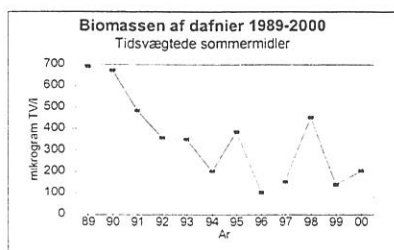
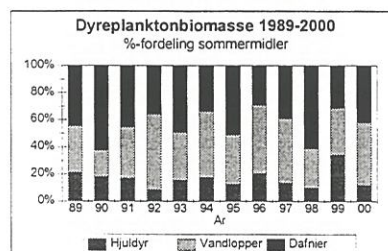
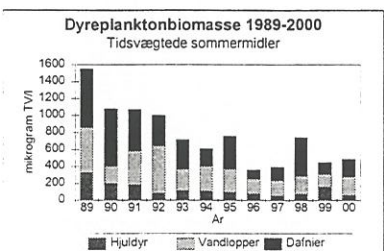
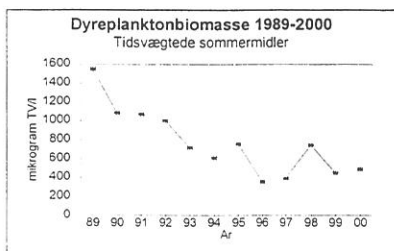
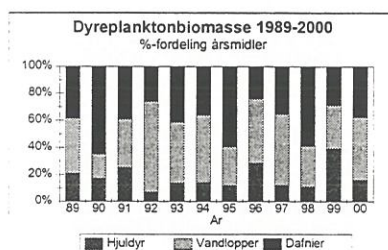
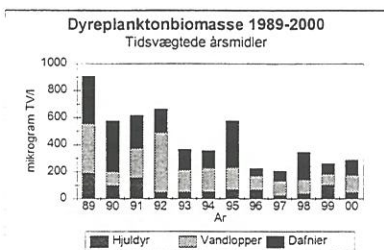
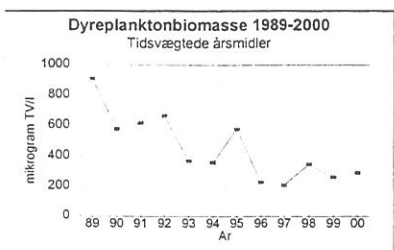
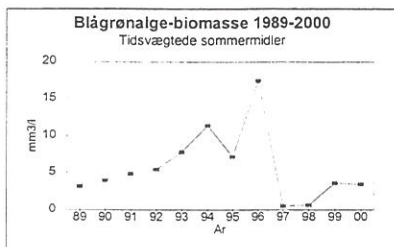
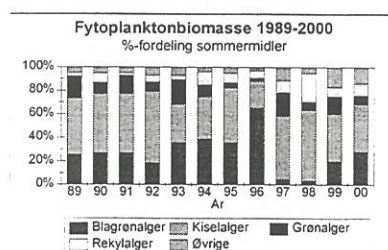
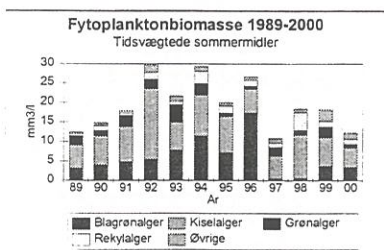
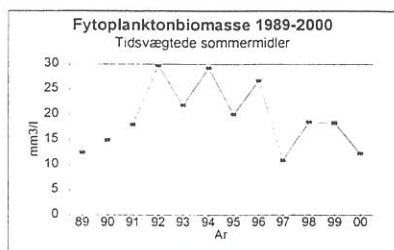
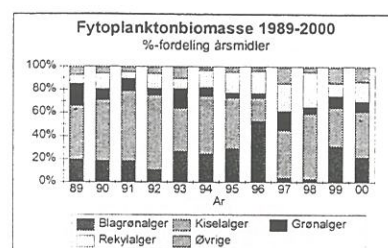
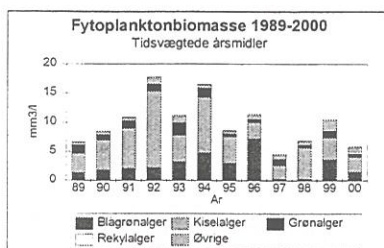
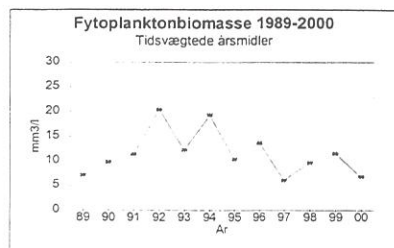
Gennemsnit 1989-9 17,0 39,2 43,8 100

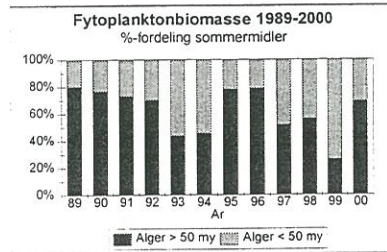
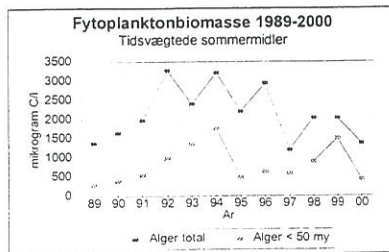
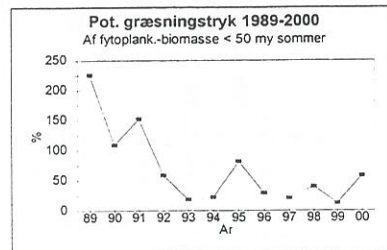
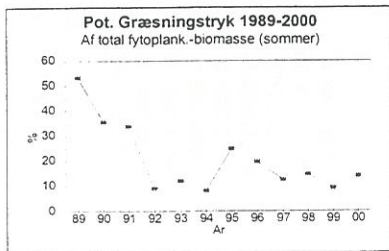
Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol:

0 0 0 0







Fiskeynglen i Borup Sø

Juli 2000



Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium november 2000
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 3.- 4. juli 2000. Undersøgelsen, som ligeledes blev foretaget i 1998 og 1999, blev udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngeltræk i 5 transekter i littoralen og 5 transekter i pelagiet af ca. 1 minuts varighed.

Ynglens tæthed og sammensætning

Der blev som ved foregående undersøgelser konstateret yngel fra 4 arter; skalle, regnløje, brasen og aborre, hvortil kommer etårige skaller og regnløjer samt enkelte meget små og dermed ubestemmelige karpefisk.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 2,8 pr. m³ i littoralen og 2,4 pr. m³ i pelagiet, hvilket var noget mindre i littoralen end i 1998, men større i pelagiet. For hele søen var yngeltætheden en smule større end i 1999, men væsentligt mindre end i 1998.

Vægtmæssigt var tætheden 0,4 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 0,7 g pr. m³ i pelagiet, hvilket var en del mindre end i de foregående år. Karpefisk var helt dominerende i både littoralen og i pelagiet.

Sammenlignet med 11 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de tre seneste år, var tætheden af karpefiskeyngel i 2000 moderat i littoralen og over normalen i pelagiet, mens aborrefiskeynglen var meget beskeden over hele søen.

Størrelse

Fiskeynglens størrelse i Borup Sø adskilte sig ikke væsentligt fra de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt.

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 2000 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 11 søer generelt større end i 1999, men mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborrenglen generelt forekom mindre talrigt end i de foregående to år. Borup Sø følger således i denne henseende det generelle mønster.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Fiskeynglens tæthed og sammensætning i Borup Sø er således som i de foregående år i overensstemmelse med søens status som lavvandet og uklar.

Påvirkning af dyreplanktonet

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige karpefisk) omkring 1.juli var med knap 9 mg tv/m³/d væsentligt mindre end i de foregående to år, og fiskeynglen har næppe alene kunne begrænse søens dyreplankton.

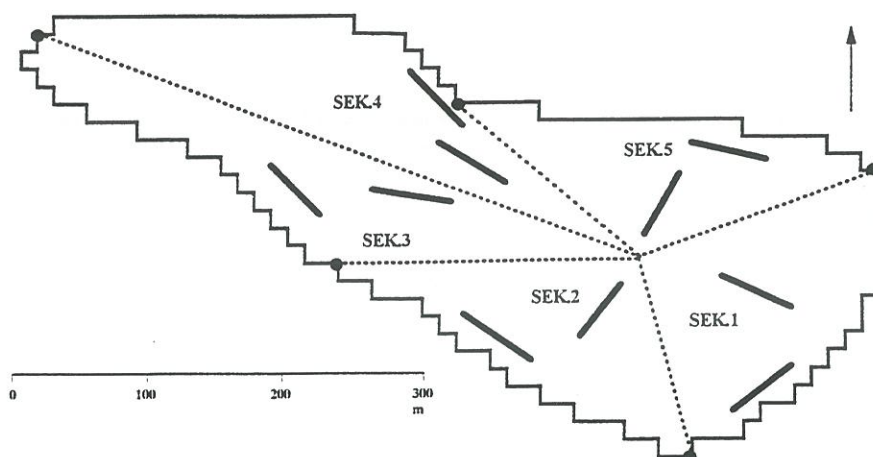
1. Baggrund og formål

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 2000 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 3.- 4. juli 2000 i tidsrummet kl. 23.00 - 24.00, 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 minut i et transekt i bredzonen og 1 minut 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 vejret 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 den målte længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelsen til den efterfølgende fiskeundersøgelse efter normalprogrammet. Hos arter, hvor årsynglen ikke blev fanget ved normalprogramundersøgelsen, er middeltilvæksten, fundet i en række danske søer som angivet i tabel 1, anvendt.

Tabel 1

Den gennemsnitlige målte daglige længdetilvækst (dL) og b fra længdevægtrationen 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 længdevægtrelationen.

Konsumptionsrate

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

$$K = 1000 (G_t B_t)$$

hvor B_t er den beregnede arealvægtede biomassetæthed på prøvetagningstidspunktet.

Årgangsstyrke

Årgangsstyrken hos de respektive arter kan først vurderes, når der foreligger en længere tidsserie.

Sammenligningsgrundlag

De beregnede værdier er så vidt muligt sammenholdt med tilsvarende størrelser fra 35 undersøgelser fra i alt 12 andre danske søer, hvor yngelundersøgelelsesprogrammet har været anvendt i 1998, 1999 og 2000.

3. Resultater

3.1 Areal-tæthed

Der er ved undersøgelsen konstateret årsyngel fra skalle, brasen, regnløje og aborre, samt fra ikke identificerede karpefisk. Hertil kommer etårfsk af regnløje og skalle. Den beregnede arealtæthed 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 etårige karpefisk), 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 2000.

Antal/m ³	Littoralen Pelagiet		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,207	0,133	7	6
Skalle 1+		0,053	0	2
Brasen 0+	0,028	0,027	1	1
Regnløje 0+	2,521	2,062	89	87
Regnløje 1+	0,014	0,040	0	2
Ubestemt karpefisk	0,028	0,027	1	1
Aborre 0+	0,028	0,040	1	2

Tabel 3

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2000.

Antal/m ³	Littoralen Pelagiet		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	2,796	2,341	99	98
Aborrefisk	0,028	0,040	1	2
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	2,824	2,381	100	100

Yngel af regnløje var helt dominerende både i littoralen og i pelagiet, og foruden regnløjer fandtes kun skalle ynglen i nævneværdige mængder. Brasen- og aborre ynglen var således meget sparsomt repræsenteret, og antallet af etårfsk var ligeledes moderat. Generelt var karpefisk helt dominerende både i littoralen og i pelagiet, og fangsten var af omtrent af samme størrelse i de to områder.

Biomassetæthed

Biomassetætheden var domineret af regnløje yngel i littoralen og af regnløje yngel og etårige skaller i pelagiet (tab.4 og 5). Karpefisk udgjorde således vægtnæssigt 95% i littoralen og 94% i pelagiet, hvor fangsten vægtnæssigt var omtrent dobbelt så stor som i littoralen.

Tabel 4

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2000.

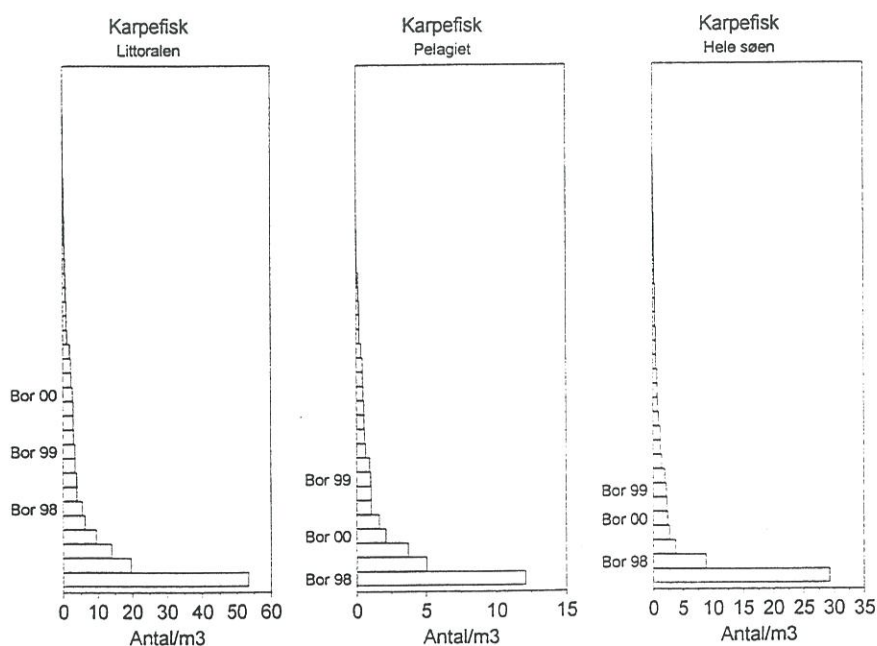
Vådvægt/m ³ (g)	Procent	
	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,028	0,027
Skalle 1+		0,301
Brasen 0+	0,006	0,005
Regnløje 0+	0,322	0,302
Regnløje 1+	0,011	0,052
Ubestemt 0+	0,001	0,001
Aborre 0+	0,019	0,045

Tabel 5

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Borup Sø juli 2000.

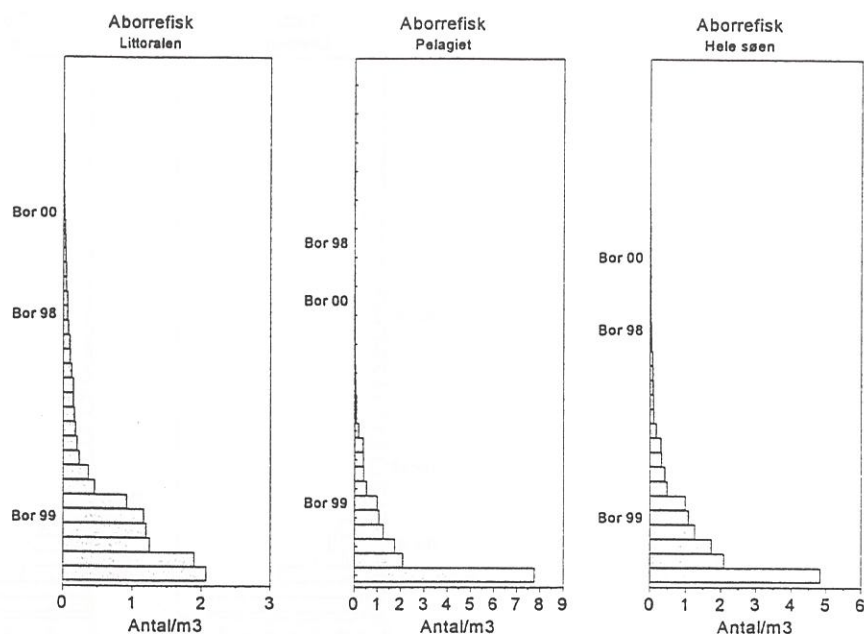
Vådvægt/m ³ (g)	Procent	
	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	0,367	0,688
Aborrefisk	0,019	0,045
Laksefisk	0,000	0,000
Andre	0,000	0,000
Total	0,386	0,733

Sammenlignet med andre søer, hvor der er foretaget undersøgelser af fiskeynglen, var karpefiskekeynglens tæthed moderat i littoralen og noget mindre end i de foregående år, men meget betydelig i pelagiet uden dog at nå rekordniveauet fra 1998 (fig.2).



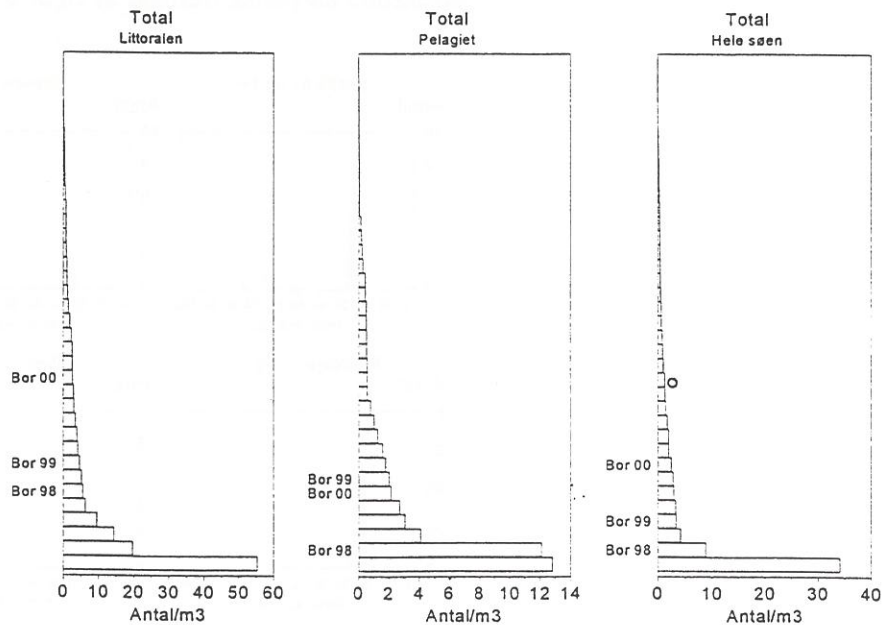
Figur 2. Tætheden af karpefiskekeyngel i Borup Sø i 1998, 1999 og 2000 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Samlet var karpesfiskeynglens tæthed omtrent som i 1999 og dermed betydelig sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer. Aborre- ynglens tæthed var ligesom i 1998 meget beskeden både i littoralen og i pelagiet sammenlignet med tætheden fundet i de øvrige (fig.3).



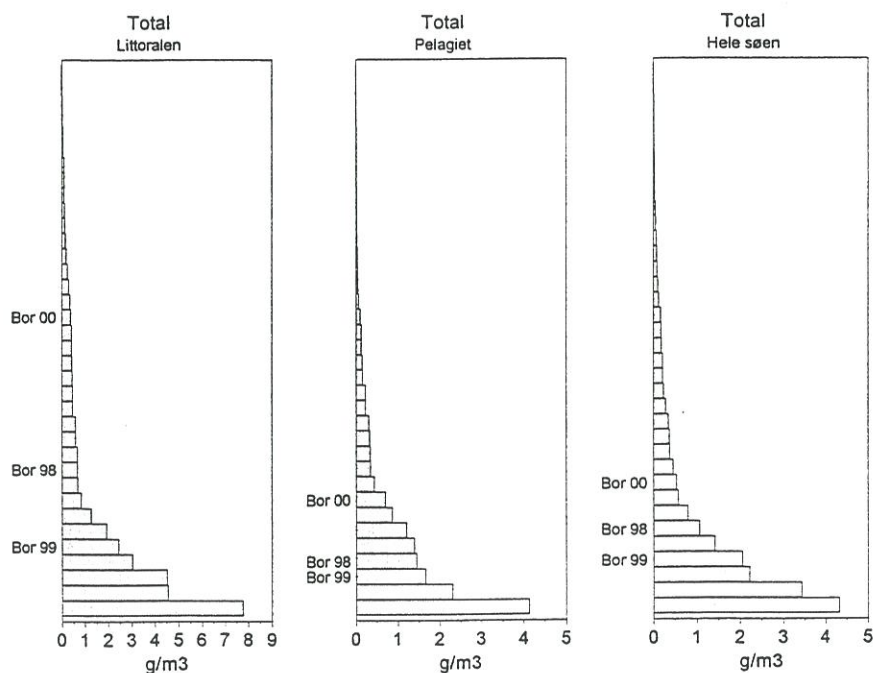
Figur 3. Tætheden af aborrefiskeyngel i Borup Sø i 1998, 1999 og 2000 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Den samlede tæthed af fiskeyngel var således moderat i littoralen, men mere betydelig i pelagiet sammenlignet med tætheden fundet i de øvrige undersøgte søer (fig.4). Totalt var yngeltætheden dog noget mindre end i de to foregående år.



Figur 4. Tætheden af fiskeyngel i Borup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1998, 1999 og 2000 sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

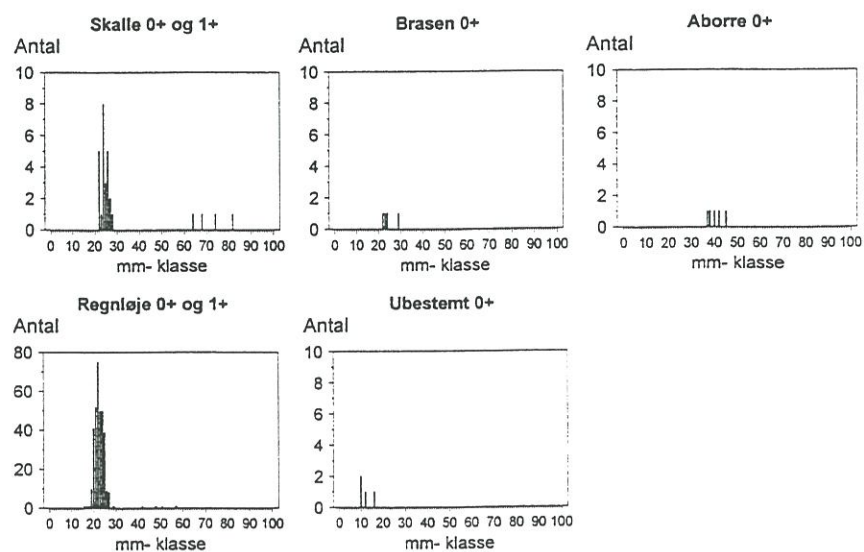
På trods af fangsten af etårfsk af skaller og regnløjer var biomassetætheden moderat i littoralen sammenlignet med andre danske søer, mens tætheden var over normalen i pelagiet uden dog at nå niveauet fra de foregående to år (fig.5).



Figur 5. Biomassetætheden af fiskeyngel i Borup Sø i 1998, 1999 og i 2000 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af fangsten af skalle, regnløje, brasen, aborre og af de ubestemte karpefisk fremgår af figur 6.

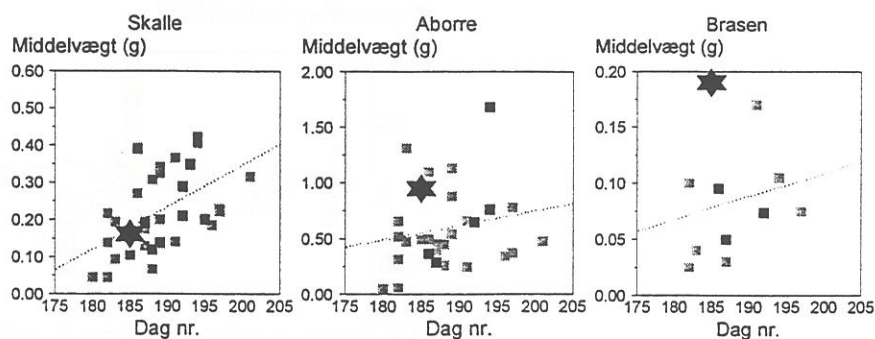


Figur 6. Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Borup Sø juli 2000.

Middelvægten hos skalleårsynglen afveg ikke væsentligt fra middelvægten fundet hos skalleynghen på samme tidspunkt i de øvrige undersøgte søer (fig.7). Brasen- og aborreynghen var noget større end i flertallet af de øvrige søer undersøgt på samme tid.

Hos skaller og til dels hos brasener er der en tydelig forøgelse af middelvægten gennem juli måned i de respektive søer, hvilket ikke kan konstateres hos aborreynghen. 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.

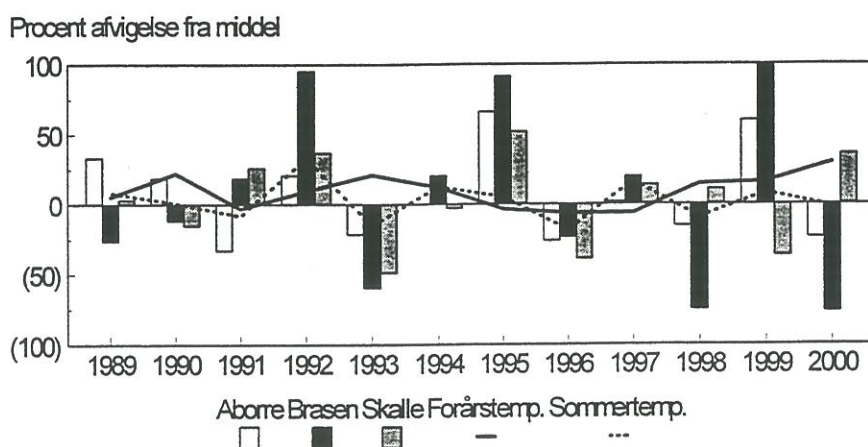
Middelvægt



Figur 7. Middelvægten af skalle-, aborre- og brasenynglen på undersøgelsestidspunktet i Borup Sø juli 2000 (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 årgangstyrken 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 og 2000 vurderet ud fra yngelundersøgelserne.



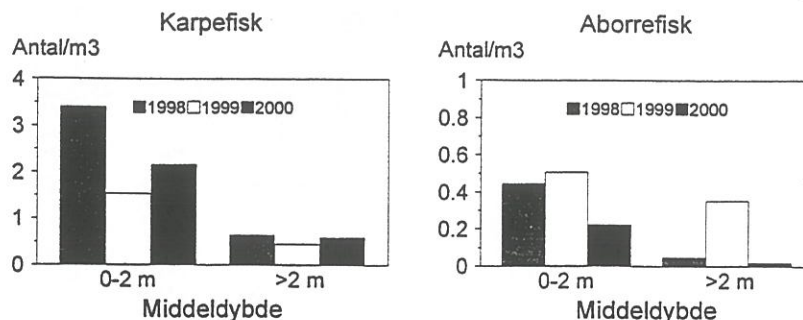
Figur 8. Den gennemsnitlige årgangsstyrke i en række danske søer målt som afvigelse fra middel i perioden 1989-2000 hos aborre, brasen og skalle samt middeltemperatures afvigelse fra normalen i juni-juli i samme periode [2].

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 de seneste tre år har foråret været 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. Omvendt har skallerne haft den ringeste middelrekruttering i 1999, mens 1998 og 2000 har været normale eller gode rekrutteringsår.

Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 11 undersøgte søer i årene 1998-2000 ses en stor tæthed af karpefisk i 1998, en mindre tæthed i 1999 især i de lavvandede søer og en middelstor tæthed i 2000, mens tætheden af aborrefisk faldt i 2000 både i lavvandede- og dybe søer, hvor aborrenglen kun i 1999 fandtes i væsentlig tæthed (fig.9).

Med en lille numerisk fremgang hos karpefiskene, og en tilbagegang hos aborrefiskene følger Borup Sø således mønsteret fra de øvrige lavvandede søer.



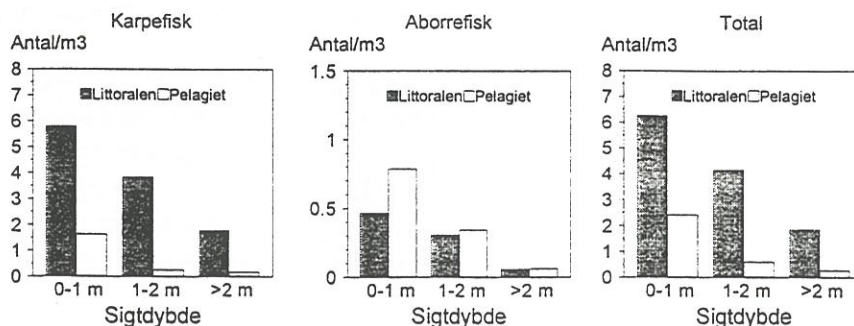
Figur 9. Fiskeynglens gennemsnitlige tæthed i 4 lavvandede (< 2 m) og 8 dybere (> 2 m) søer i 1998, 1999 og 2000.

Fordeling

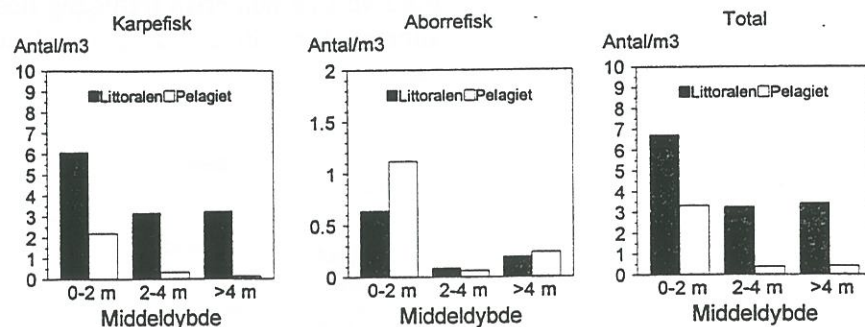
Forskellige forhold påvirker dog ynglens adfærd. Vandets klarhed er således tilsyneladende afgørende for valget af habitat hos især karpefiskeyngel, idet ynglen i stigende grad foretrækker bredzonen med øget sigtddybe i de undersøgte søer. Hos aborrenglen, som generelt er mere pelagisk, forekommer dette kun i mindre grad (fig.10). Generelt var der dog meget lidt fiskeyngel i pelagiet i søer med sigtdybder større end 2 m.

Middeldybden synes ligeledes at påvirke fiskeynglens mængde i bredzonen og i pelagiet. Således aftager mængden af karpefiskeyngel i pelagiet voldsomt med øget middeldybde i de undersøgte søer, hvorimod karpefiskenes mængde i littoralen kun aftog mere moderat med dybden (fig.11). Hos aborrefiskene var der ingen væsentlig forskydning mellem pelagiet og bredzonen ved øget middeldybde.

Det generelle billede er således, at karpefiskeyngel er tæt knyttet til de lavvandede områder i juli måned, og kun i de uklare, lavvandede søer findes karpefiskeynglen i pelagiet i nævneværdigt omfang.



Figur 10. Fiskeynglens arealtæthed i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig sigtddybe.



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

Aborrefiskeynglen har ikke samme præference for bredzonen, men tætheden aftager dog tilsyneladende generelt med øget middeldybde og især med øget sigtdybde.

Fiskeynglens mængde og fordeling i Borup Sø passer godt til det generelle billede i en lavvandet uklar sø med en omtrent ligelig fordeling af karpefiskeyngel i bredzonen og i pelagiet.

Påvirkning af dyreplankton

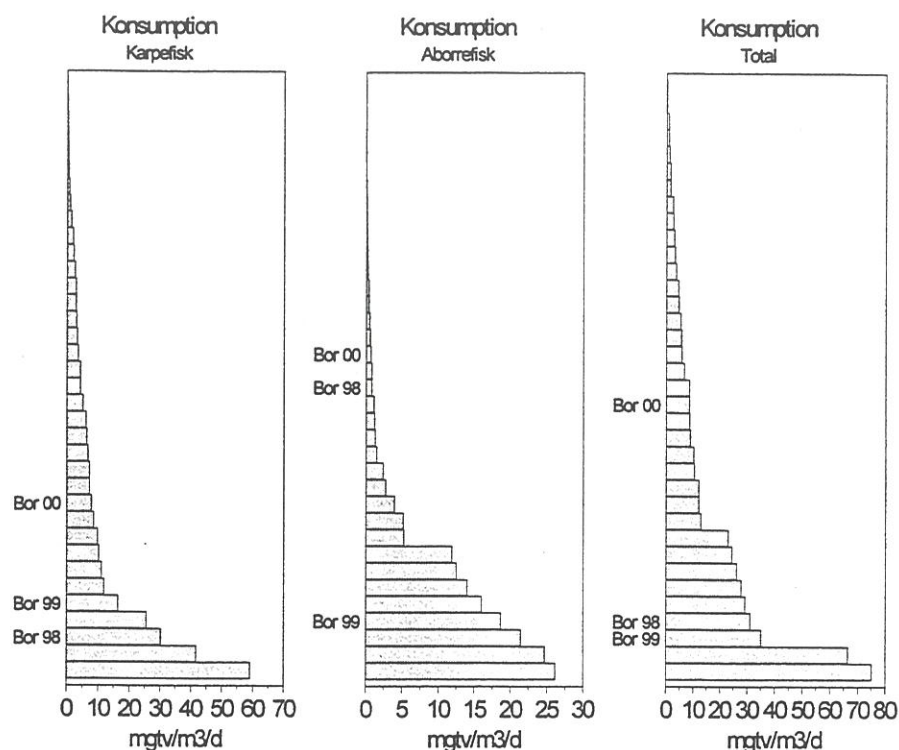
Fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet afhænger af såvel ynglens daglige fødebehov, som igen afhænger af deres specifikke vækstrate og af udnyttelsen af føden, og af dyreplanktonets produktivitet.

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 vækstrate taget udgangspunkt i en konstant længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelserne til fiskeundersøgelsen i sensommeren. Vækstforholdene er dog kraftigt afhængig af både fødeudbud og vandtemperatur, hvoraf sidstnævnte forhold ligeledes påvirker fødens udnyttelsesgrad.

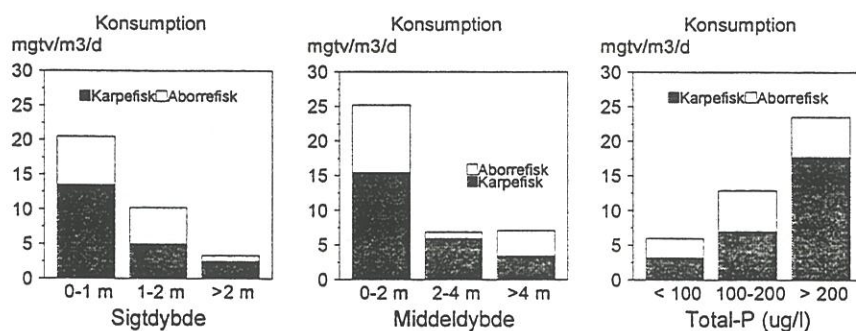
Endelig er fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet ikke synonymt med fiskebestandens påvirkning af samme, da etårige- og ældre fisk ofte yder et meget betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

I figur 12 er vist fiskeynglens (inklusive etårige karpefisk) skønnede daglige konsumtion i de undersøgte søer. I Borup Sø var fiskeynglens samlede prædationstryk 8,7 mg tv/m³/d, hvoraf regnløje ynglen med 5,1 mg tv/m³/d og etårige skaller med 1,4 mg tv/m³/d stod for hovedparten. Aborre ynglens prædation var modsat i 1999 uden betydning, og det samlede prædationstryk var faldet væsentligt i forhold til de to foregående år.

Fiskeynglens skønnede konsumptionsrate er forskellig i de forskellige søtyper (fig.13). 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 beskeden.



Figur 12. Fiskeynglens konsumptionsrate i Borup Sø 1998, 1999 og 2000 sammenlignet med konsumptionsraten fundet i andre danske søer.



Figur 13. Fiskeynglens konsumptionsrate i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig sigtdybde, middeldybde og tot-P koncentration over sommeren (1/5-30/9).

Med Borup Sø's status som lavvandet, uklar og middelnæringsrig sø er konsumptionsrater hos fiskeynglen mellem 15-30 mg tv/m³/d forventelig, og den forholdsvis beskedne fiskeyngelkonsumtion på knap 9 tv/m³/d i 2000 er derfor mere overraskende end den betydelige konsumtion beregnet for årene 1998-99.

Der forligger endnu ikke tal for dyreplanktonet i 2000, men i de seneste år har dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse varieret 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. Fiskeynglen prædation har således næppe alene været begrænsende for dyreplanktonbiomassen i starten af juli 2000.

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 Gundsømagle Sø juli 2000.
- Notat til Roskilde Amt.
- 25/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 26/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 27/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tissø juli 2000.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 28/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2000.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 29/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Arresø juli 2000.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 30/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Bestemmelser af fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv og i Bagsværd Sø juli 2000.
- Notat til Københavns Amt.
- 31/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 2000.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 32/ Vejle Amt (2000). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2000.
- Notat til Vejle Amt

Oversigt over udførte undersøgelser i Borup Sø i overvågningsperioden

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

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

Oversigt 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 Overvågnings-rapporterne vedrørende Borup Sø.

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