



TEKNISK RAPPORT

BRYRUP LANGSØ 1995

UDGIVER: Århus Amt, Natur & Miljø, Lyseng Alle 1, 8270 Højbjerg

TITEL: Bryrup Langsø 1995

FORFATTER : Torben Bramming Jørgensen

EMNEORD : Søer, eutrofiering, sediment, fytoplankton, zooplankton

FORMAT : A4

SIDETAL : 27 + bilag

OPLAG : 30

ISBN : 87-7295-492-2

TRYK : Århus Amts Trykkeri, Maj 1996.

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	1
Indledning	3
Historiske forhold	3
Badevandskvalitet.....	4
Vand- og stoftransport	5
Vandbalance.....	5
Stofbalance	6
Kildeopsplitning.....	7
Vandkemi	9
ilt og temperatur	9
kvælstof og fosfor	12
sigtdybde og klorofyl.....	12
øvrige parametre.....	12
Udviklingen i Bryrup Langsø.....	12
Sediment	15
Fyto- og zooplankton	17
Fytoplankton	17
årstidsvariation	17
udvikling.....	17
fytoplankton og vandkemi.....	18
Zooplankton	21
zooplankton i 1995.....	21
udvikling.....	21
græsning.....	21
predation.....	24
Referencer	25
Bilagsoversigt	27

Sammenfatning

Denne rapport indeholder en relativt kortfattet beskrivelse af tilstanden i Bryrup Langsø i 1995 samt af den udvikling, som har været i søen i de seneste 7 år.

Som et led i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er Bryrup Langsø udvalgt som en af de på landsplan 37 søer, som skal overvåges årligt.

Århus Amt har derfor siden 1989 foretaget intensive undersøgelser i søen efter overvågningsprogrammets retningslinier.

Der er i 1995 foretaget en nærmere analyse af vandbalance samt tilløb og afløb for Bryrup Langsø. Vandtransporten i afløbet - Bryrup Å - var godt bestemt. Derimod viste det sig, at vandføringen i Nimdrup Bæk i perioden 1989 til 1994 bedst har kunnet bestemmes ud fra en modelberegning med Bryrup Å som grundlag, selvom der er en fast vandføringsstation i bækken.

Nedbøren og dermed vandtilførslen til Bryrup Langsø var i 1995 ujævnt fordelt over året. De tre første måneder var meget våde og der var en stor vandtilførsel. Normalt er vandtransporten og vandgennemstrømningen i Bryrup Langsø lille i sommerhalvåret - således også i 1995. Derimod plejer vandtilførslen at stige i efteråret. I 1995 forblev vandtilførslen på et lavt niveau året ud. På grund af det våde forår var den samlede vandtilførsel til Bryrup Langsø i 1995 dog større end gennemsnittet. Vandets opholdstid i 1995 var 0,15 år eller ca. 55 dage.

Der blev tilført omkring 83 ton kvælstof til søen i 1995. Heraf blev ca. 30 % fjernet under vandets ophold i søen primært ved denitrifikation.

Den vandføringsvægtede indløbskoncentration for kvælstof, som kun ændrede sig meget lidt hen over året, var 7,4 mg N/l. Kvælstoftilførslen varierede med vandtilførslen og var derfor størst i årets første måneder.

Den vandføringsvægtede indløbskoncentration for fosfor var 78 µg P/l i 1995. Det er det laveste niveau i perioden 1989 - 1995.

Den samlede fosfortilførsel var omkring 870 kg, hvilket derimod ikke er specielt lavt i sammenligning med de foregående år.

Der er en noget større variation i fosforkoncentrationen i indløbsvandet. I de våde måneder var der en væsentlig større vandføringsvægtet indløbskoncentration (omkring

	1995
Klorofyl - sommer	11 µg/l
Sigtdybde - sommer	2,8 m
Total -N - sommer	4 mg N/l
Total P - sommer	28 µg P/l
Indløbskoncentration - kvælstof	7,4 mg N/l
Indløbskoncentration - fosfor	78 µg P/l

Tabel 1.

Udvalgte data fra Bryrup Langsø i 1995.

100 µg P/l) end i de tørre (50 - 60 µg P/l).

De væsentlige kilder til kvælstoftilførslen er landbrugsbidraget med ca. 70 % og baggrundsbidraget med 20 %. Hvad fosfor angår, var der en naturlig fosfortilførsel på 38 % af den samlede tilførsel. Dyrkningsbidraget udgjorde 24 % og den spredte bebyggelse 22 % af den samlede fosfortilførsel. De sidste 16 % var fordelt på regnvandsbetingede udledninger, dambrug og grundvand.

Fosforindholdet i overfladevandet i Bryrup Langsø er blevet betragteligt reduceret i de senere år. I 1995 var den gennemsnitlige fosforkoncentration i sommerperioden 28 µg P/l. Til sammenligning lå niveauet i 1992-1993 på omkring 100 µg P/l.

Det vurderes, at årsagen til det lavere fosforniveau er en kombination af en mindre fosforfrigivelse fra sedimentet, en lille ekstern fosfortilførsel i sommeren og efteråret og sandsynligvis også en begyndende ændring af de biologiske forhold i søen.

Der har været en relativ stor jerntilførsel under de meget store afstrømninger, der periodevis har været i de senere år. Dette har medført en stigning i jern/fosfor-forholdet i overfladesedimentet.

Tillige har der bedømt ud fra sedimentundersøgelser foretaget i 1995 været en væsentlig netto-fosforfrigivelse fra sedimentet i de senere år, som har medført en udtømmning af en del af fosforpuljen i sedimentet.

Resultatet har været en meget lille fosforfrigivelse fra sedimentet i 1995.

Det lave fosforniveau har medført, at der har været en væsentlig fosforbegrænsning af produktionen i søen i sommeren.

Fytoplanktonbiomassen målt som klorofyl var ca. en fjerdedel af det niveau, som har været i søen i de foregående år. Årsagen var først og fremmest en lang periode i maj/juni med meget små fytoplanktonforekomster.

I foråret og i sensommeren/efteråret var fytoplanktonbiomasse nogenlunde på niveau med 1994 (3 - 10 mg vv/l) men dog fortsat mindre end niveauet først i 1990'erne.

Fytoplanktons artssammensætning er ikke ændret væsentligt i de senere år. Det er fortsat kiselalger, der dominerer om foråret og blågrønialger i sensommeren.

Zooplanktonets biomasse har været nogenlunde stabil fra år til år. Det er også fortsat cladoceer, som dominerer, men der er dog sket en udvikling i søen, idet der i 1994 og 1995 er kommet en stadigt større dominans af *Daphna hyalina*, som er en relativt stor dafnie.

Da zooplanktonet har haft den samme biomasse, medens fytoplanktonbiomassen er reduceret, har zooplanktonet fået en større regulerende effekt på fytoplanktonet.

Det er mindre fytoplanktonarter, som primært er fødeemne for zooplanktonet og derfor har der været en meget lille biomasse af små fytoplanktonarter i Bryrup Langsø i 1995. Såvel kiselalgerne om foråret som blågrønialgerne i sensommeren udgøres af store arter. Beregnes zooplanktonets potentielle græsning på det større fytoplankton var zooplanktonet kun i stand til at græsse det store fytoplankton ned i maj/juni under klarvansperioden medens den potentielle græsning på det mindre fytoplankton var større end 100 % i størstedelen af året.

Det er som nævnt relativt store zooplanktonarter, der er i Bryrup Langsø og der er en tendens til, at de større arter bliver mere dominerende. Da fisk primært spiser store zooplanktonindivider, ser det ud til, at predationen på zooplanktonet fra fisk er blevet mindre.

Den udvikling, som i disse år foregår i Bryrup Langsø, er således både styret af et lavere næringsniveau og som følge heraf også af ændrede biologiske forhold.

Bryrup Langsø er C-målsat, fordi der tidligere i den nuværende planperiode skete en spildevandstilførsel fra kloakerede områder til søen. Denne spildevandstilførsel er nu ophørt.

Sigtedybden var i 1995 2,8 meter som et gennemsnit over sommerperioden. Dette er væsentligt mere en målsætningen foreskriver (2,0 meter) og målsætningen for Bryrup Langsø var således opfyldt i 1995.

Bl.a. fordi der ikke længere ledes spildevand fra kloakerede områder til søen, vil Bryrup Langsø i den kommende planperiode få en B-målsætning.

Sammenfattende for Bryrup Langsø i 1995 :

Det lavere indhold af fosfor i søvandet medførte, at fytoplanktonet i store dele af sommeren var fosforbegrænset.

Zooplanktonet har fået en større evne til at regulere fytoplanktonet, hvilket har medført en yderligere reduktion i fytoplanktonbiomasse og en øget sigtddybde.

Det ser også ud til, at predationen og dermed trykket fra fiskene på zooplanktonet er blevet mindre. Dette har bidraget til at zooplanktonet har kunnet regulere fytoplanktonopvæksten.

Alt i alt er der blevet signifikant mindre fytoplankton i søen (målt som bl.a. klorofyl) og sigtddybden er steget.

Bryrup Langsø er derfor inde i en meget positiv udvikling. Tilstanden i søen kan imidlertid ikke betegnes som stabil, før der er indvandret undervandsvegetation i søen.

Det vurderes, at en etablering af undervandsvegetation kræver, at sigtddybden i en længere periode er over 2,5 meter. I sidste halvdel af 1995 var dette tilfældet. Selvom fosfortilførslerne er reducerede, er det dog tvivlsomt om reduktionen er tilstrækkelig til at bibeholde det meget lave fosforniveau i søvandet.

En yderligere reduktion i fosfortilførslen til Bryrup Langsø fra bl.a. den spredte bebyggelse vil øge mulighederne for at Bryrup Langsø fortsætter den positive udvikling og at undervandsvegetation kan etablere sig i søen.

Indledning

Bryrup Langsø er beliggende i Them kommune i det Midtjyske Søhøjland umiddelbart sydøst for Bryrup i Salten å's og dermed i Gudenåens vandsystem. Det er en langstrakt sø, som ligger i en øst/vest-vendt tunneldal dannet under den sidste istid.

Hovedtilløbet til søen er Nimdrup bæk, som udspringer i Ring sø ved Brædstrup. Her er vandføringen forholdsvis lille og det er først på den nedre del af Nimdrup bæk opstrøms Bryrup Langsø, at der sker en større vandtilførsel. Kringelbækken, som løber til søen fra nordøst, (se figur 2), er det andet større vandløb, som fører vand til søen.

Afløbet fra søen er Bryrup Å, som løber igennem Bryrup og videre ud i Kvind sø.

Jordbunden i søens opland er hovedsagligt lerede og sandede moræneaflejringer og størstedelen af oplandet er opdyrket. Umiddelbart rundt om søen findes dog en del uopdyrkede områder, som består af plantage og hede.

Pga. beliggenheden som en øst/vest-vendt sø er søen temmelig vindeksponeret. Da den største del af søen endvidere kun har en forholdsvis ringe dybde, opbygges der aldrig en stabil lagdeling i søen. Dog vil der i perioder med varmt og roligt vejr midt på sommeren kunne etableres en lagdeling i de dybere områder af søen.

Hypsograf og morfometriske data fremgår af figur 2 og tabel 2.

Øvrige generelle baggrundoplysninger kan ligesom data fra tidligere års undersøgelser findes i de af Miljøkontoret tidligere publicerede rapporter om Bryrup Langsø (jvf. referenceliste).

Historiske forhold

Bryrup Langsø er en naturlig eutrof sø, som uden påvirkning ville have en stor sigtddybde året rundt og en udbredt undervandsvegetation.

Endnu i starten af dette århundrede dækkede undervandsplanterne søbunden på lavere vand. Vegetationen var bl.a så tæt i den østlige del af søen, at det ikke var muligt at fiske med net her.

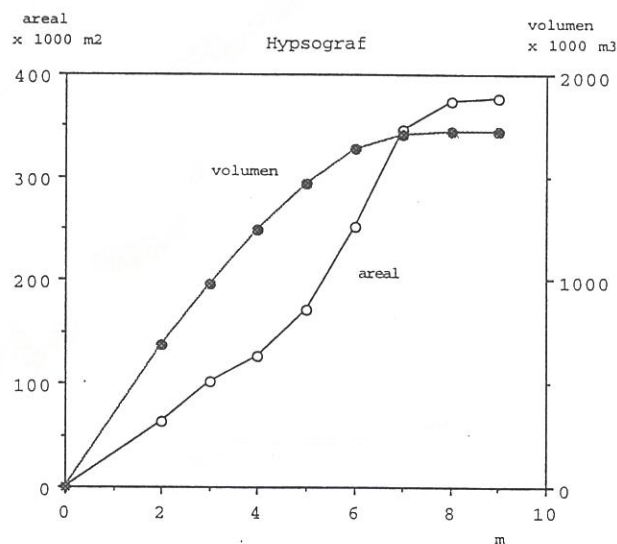
I de sidste 50 år har forholdene i søen ændret sig markant, først og fremmest fordi der er ledt spildevand til søen fra bysamfundene i søens opland igennem en længere periode.

Bryrup Langsø modtog således indtil 1972 spildevand

Oplandsareal	48	km ²
Søens areal	38	ha.
Søens volumen	1,72 × 10 ⁶	m ³
Gns. dybde	4,6	m.
Max. dybde	9,0	m.
Opholdstid (1995)	0,15	år

Tabel 2.

Morfometriske data for Bryrup Langsø.

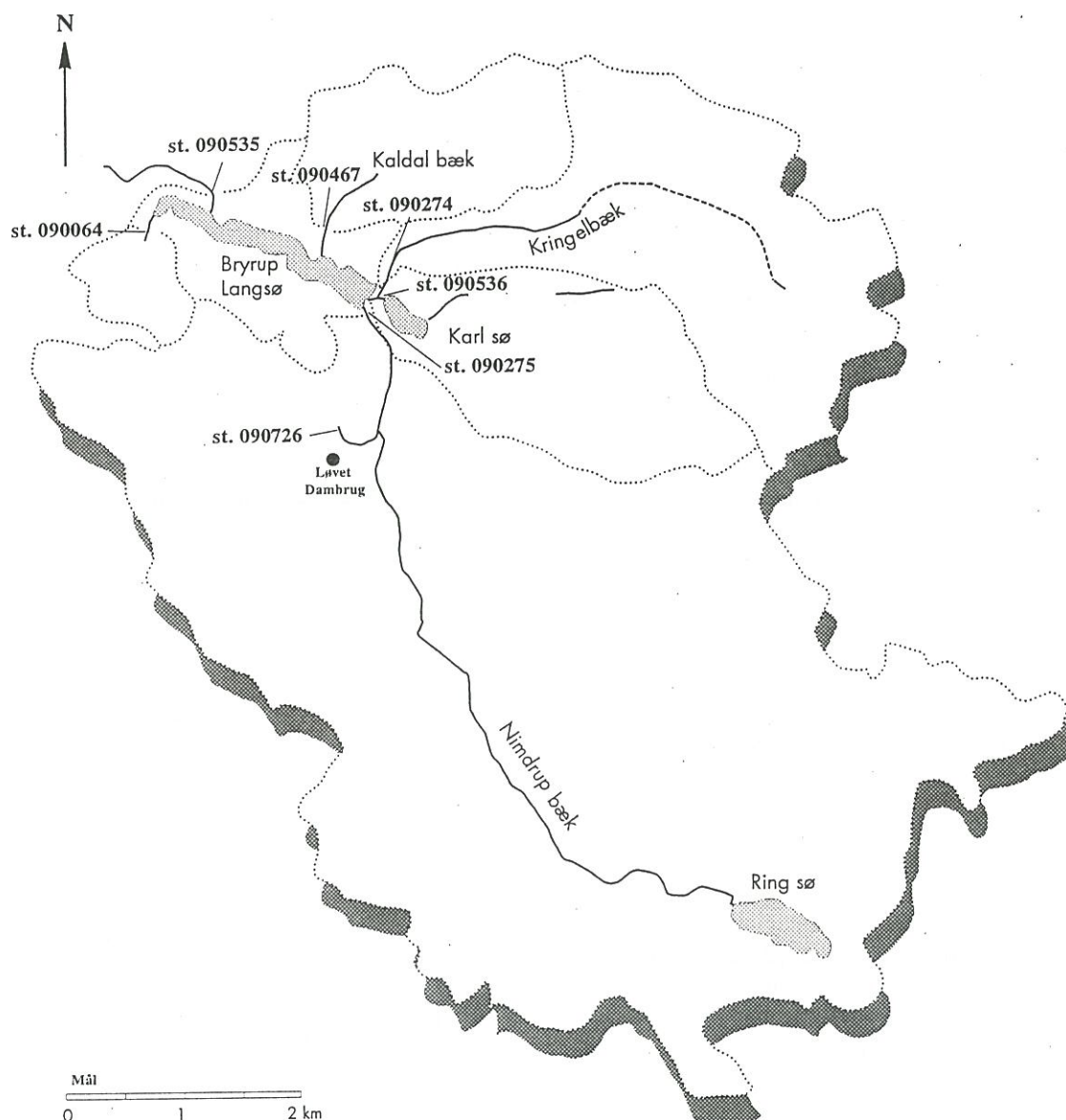


Figur 1.

Hypsograf for Bryrup Langsø

fra Brædstrup. Siden denne tilførsel stoppede, har de største kilder til eutrofieringen af søen været de mindre byer i oplandet. I 1988 blev spildevandet fra Davding og Grædstrup afskåret, i 1990 kom turen til Slagballe og sidst er spildevandet fra Vinding blevet afskåret til Bryrup Rensningsanlæg. Der tilføres således ikke længere spildevand fra kloakerede områder til Bryrup Langsø.

Tidligere blev spildevandet fra Vinding ledt til Kringelbækken. I 1970'erne sivede vandet i Kringelbækken oftest i jorden om sommeren og såvel spildevand som ulovlige landbrugsudledninger påvirkede derfor ikke



Figur 2.

Oplandet til Bryrup Langsø med angivelse af tidligere og nuværende prøvetagningsstationer.

fuldt ud den nedre del af Kringelbækken samt Karl Sø, som bækken tidligere løb igennem før udløbet i Bryrup Langsø.

Fra omkring 1980 skete der imidlertid ikke nogen ned-sivning i Kringelbæk og Karl sø blev kraftigt forurenet. Derfor blev Kringelbæk afskåret og løber nu til afløbet fra Karl sø og derfra videre ud i Bryrup Langsø.

I gennem de sidste 20 år er der med jævne mellemrum foretaget undersøgelser i søen. Århus Amts Miljøkontor har således med varierende prøvetagningsfrekvens undersøgt søen i 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1983 og 1987. I 1989 blev Bryrup Langsø udvalgt som en af

Vandmiljøplanens overvågningssøer og Miljøkontoret har derfor foretaget intensive undersøgelser i søen hvert år siden 1989 (se bilag).

Badevandskvalitet

Badevandskvaliteten i Bryrup Langsø følges løbende ved to faste stationer - Bryrup Søbad og Odden. Der udtages hvert år i løbet af badesæsonen 10 prøver på stationerne.

Kravværdierne er altid overholdt og bortset fra situationer med "algeblomst" må badevandskvaliteten generelt anses for tilfredsstillende.

Vand- og stoftransport

I 1995 er der udtaget vandprøver til kemisk analyse i hovedtilløbet Nimdrup bæk, i Kringelbækken ovenfor Karl Sø, i afløbet fra Karl sø samt i afløbet fra Bryrup Langsø (Bryrup Å).

Vandføringen er registreret vha. en fast vandføringsstation i Nimdrup bæk og i Bryrup Å og er målt via enkeltmålinger i Kringelbækken og i afløbet fra Karl Sø.

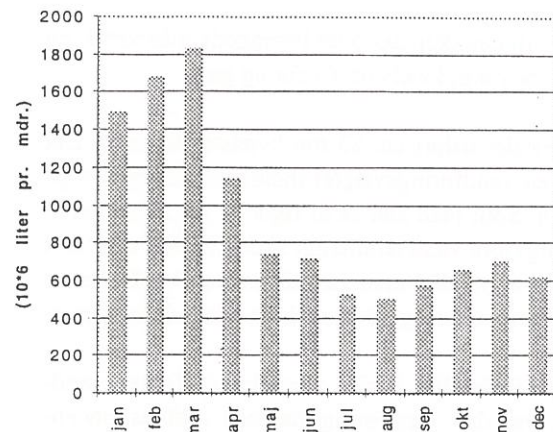
Der er i 1995 foretaget en analyse af vandbalancen i Bryrup Langsø. Ud fra denne er Q/H-kurven for afløbet fra søen blevet bestemt med god nøjagtighed. Videre har analysen vist, at Nimdrup Bæk i perioden 1989-1995 bedst kan beskrives som en funktion af afløbet, selvom der er en fast vandføringsstation i Nimdrup Bæk.

Vandføringen i Kringelbæk og afløbet fra Karl Sø er qQ-relateret til vandføringen i afløbet.

Analysen af vandbalancen for Bryrup Langsø og de opstillede modeller samt beregnede vandføringer kan findes i bilag.

Vandbalance

1995 havde et temmeligt atypisk nedbørsmønster. Årets første tre måneder var relativt våde. Allerede i løbet af april faldt nedbørsmængden og dermed også vandafstrømningen. Vandtilførslen til Bryrup Langsø var i juli og august på et normalt lavt niveau. I modsætning til et normalår skete der ikke nogen nævneværdig forøgelse af afstrømningen i årets sidste halvdel. Til Bryrup Lang-



Figur 3.

Den månedlige vandtilførsel til Bryrup Langsø i 1995.

sø var der således en stort set konstant lille vandtilførsel i de sidste 6 måneder i 1995.

Den totale vandtilførsel beløb sig til ca. 11 mio m³ i 1995. Selvom der var en lille vandtilførsel i årets sidste halvdel, var vandafstrømningen i specielt de første tre måneder i 1995 så stor, at den samlede vandtilførsel til Bryrup Langsø i 1995 lå over gennemsnittet.

Vandets opholdstid var 0,15 år i 1995.

	opland	Vandtilførsel (10 ⁶ m ³)	Total kvælstof (ton pr. år)	Total fosfor (kg pr. år)	Total jern (ton pr. år)
Kringelbæk	7,2	0,44	3,34	62	0,17
Nimdrup Bæk	31,3	8,00	65,24	625	1,92
Afløb Karl Sø	3,9	0,48	1,25	28	
Umålt opland	5,9	0,90	7,21	81	0,41
Grundvand		1,36	5,43	68	1,19
Atmosfærisk deposition			0,76	8	
Samlet tilførsel	48,3	11,17	83,23	872	3,68
Fraførsel		11,29	59,14	553	1,67
Magasinændring		-0,11	-5,71	-61	-0,12
Tilbageholdelse			29,79	379	2,13
Tilbageholdelse i %			29%	36%	55%

Tabel 3.

Vand- og stoftilførslen til Bryrup Langsø i 1995.

Stofbalance

Næringsstofbalancen for Bryrup Langsø er præsenteret i tabel 3. Den er fremkommet ved at sammenholde de beregnede vandføringer med de vandkemiske resultater fra tilløb og afløb.

I bilag kan findes skemaer over beregnede månedstil- og fraførsler for vand, kvælstof, fosfor og jern.

I 1995 blev der tilført ca. 83 ton kvælstof til søen. Det svarer til en vandføringsvægtet indløbskoncentration på 7,4 mg N/l. Som man kan se af figur 4, var tilførslen af kvælstof ligesom vand temmeligt skævt fordelt over året og som ventet parallel med vandtilførslen. I de første tre måneder skete omkring 45 % af årets samlede kvælstoftilførsel.

Da kvælstoftilførslen i vid udstrækning følger vandtilførslen, var den vandføringsvægtede indløbskoncentration meget konstant mellem 7 og 8 mg N/l året igennem.

Sammenlignet med tidligere år var det vandføringsvægtede årsgennemsnit for kvælstof en smule mindre i 1995.

I 1995 blev der tilbageholdt ca. 24 ton kvælstof eller 29 % af den tilførte mængde. Tilbageholdelsen var nogenlunde jævnt fordelt over året.

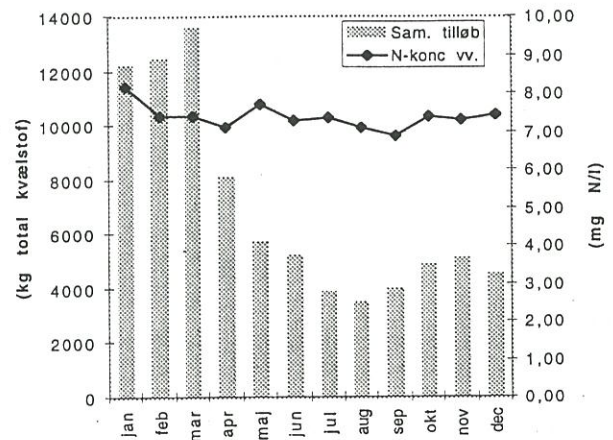
Også fosfortilførslen følger til en vis grad vandtransporten, således at den største fosfortilførsel til Bryrup Langsø i 1995 skete i de tre første våde måneder (figur 5).

Hvad fosfor angår, stiger tilførslen med øgede afstrømninger både i absolutte tal, men også hvad angår den vandføringsvægtede fosforkoncentration. Der er således en varierende vandføringsvægtet indløbskoncentration af fosfor til Bryrup Langsø fra ca. 100 µg P/l til mindre end 60 µg P/l. Årsgennemsnittet i 1995 var 78 µg P/l, hvilket er det laveste blandt overvågningsårene.

I 1995 var der en fosfortilbageholdelse på 35 % af den samlede tilførsel eller 319 kg. Det vurderes derfor, at Bryrup Langsø i 1995 var tæt på ligevægt med fosfortilførslerne.

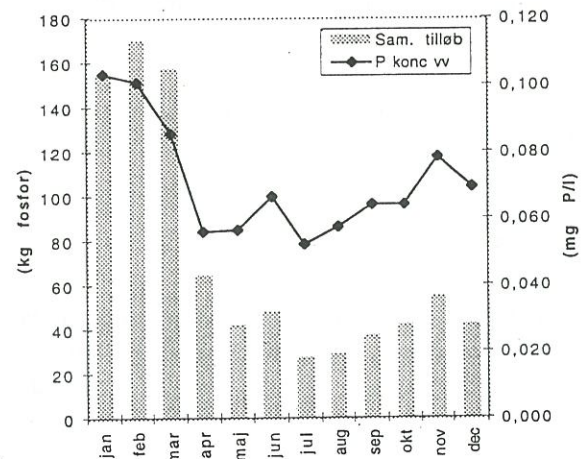
I den forbindelse skal det påpeges, at der er en relativt stor jerntilførsel til søen og at fosfortilbageholdelsen i en ligevægtssituation sandsynligvis er relativt stor og større end den, som kan beregnes ud fra f.eks. Vollenweider (1976).

Fordelt over året var der som i de foregående år en væsentlig variation i fosfortilbageholdelsen. I vinter- og



Figur 4.

Den totale kvælstoftilførsel og den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration opgjort pr. måned til Bryrup Langsø i 1995.



Figur 5.

Den totale fosfortilførsel og den vandføringsvægtede fosforkoncentration opgjort pr. måned til Bryrup Langsø i 1995.

forårsmånederne med de store vand- og fosfortilførsler var der også en betragtelig tilbageholdelse. Det kan derfor antages, at en stor del af fosfortilbageholdelsen i søen på dette tidspunkt skyldes sedimentation af partikulært fosfor (figur 6).

I august var der en lille frigivelse. Allerede i september tilbageholdt søen igen fosfor i væsentlig grad. Der var en tilbageholdelse af fosfor i søen resten af året.

Sammenlignet med tidligere overvågningsår er den største forskel den meget beskedne fosforfrigivelse, som var i søen i august. Til forskel fra 1995 er der sket en

væsentlig fosforfrigivelse fra sedimentet i specielt sensommeren i de foregående år.

Der er sket en markant udvikling i jerntilførslen til Bryrup Langsø i de sidste 5 år. Dette afspejler sig bedst i den vandføringsvægtede indløbskoncentration, som i 1991 var på ca. 0,18 mg Fe/l. I de sidste to år er koncentrationen steget til ca. 0,35 mg Fe/l. Det vurderes, at en af hovedårsagerne til den øgede fosfortilbageholdelse og den reducerede fosforkoncentration i søvandet (se senere) er en forøget jerntilførsel til Bryrup Langsø og en deraf følgende forbedret fosfortilbageholdelse i sedimentet.

Årsagen til den forøgede jerntilførsel er ikke åbenbar, idet der ikke er sket nogen væsentlige ændringer i oplandet. 1994 og 1995 har været relativt våde år. En mulig forklaring er, at der sker en forholdsvis stor jernudvaskning fra oplandet ved meget store afstrømninger.

De større jerntilførsler er fulgt af større samlet jern tilbageholdelse, idet den relative tilbageholdelse af jern ikke har ændret sig væsentligt i de sidste 5 år.

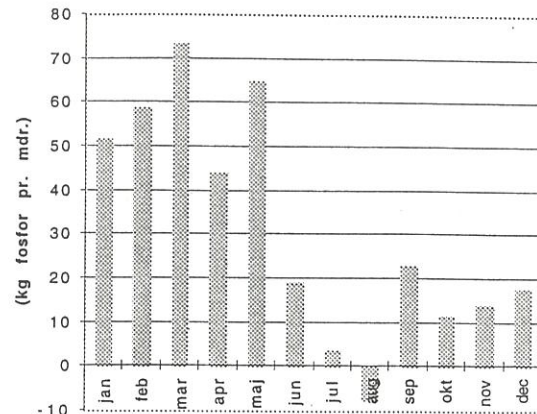
I 1995 blev ca. 2 ton eller 55 % af den tilførte jern tilbageholdt i søen.

Kildeopsplitning

Der blev tilført ca. 870 kg fosfor til Bryrup Langsø i 1995.

38 % kan henføres som en naturlig fosfortilførsel. Det er her antaget, at baggrundskoncentrationen i det tilførte vand er 30 µg P/l.

Punktkilderne udgør omkring 30 % af tilførslen. I 1995 udledte dambruget i Løve 60 kg fosfor. Den væsentligste punktkildebelastning til Bryrup Langsø er fortsat den spredte bebyggelse. Herfra blev der i 1995 udledt 190 kg. Fosforbidraget fra den spredte bebyggelse er fremkommet udfra et kendskab til antallet af ejendomme i oplandet, hvor rensniveauet er skønnet ud fra typen af rensanlæg på den enkelte ejendom. Dernæst er anvendt de af Miljøstyrelsen udmeldte normtal, som er 1 kg



Figur 6. Fosfortilbageholdelsen og fosforfrigivelsen (negativ) i Bryrup Langsø i 1995.

fosfor/PE og 2,8 personer pr. ejendom. Det antages videre, at 50 % af den udledte fosfor når frem til vandløb og sø.

Dyrkningsbidraget er fremkommet som differensen mellem den samlede fosfortilførsel og alle øvrige kilder. Der er derfor en vis usikkerhed på denne værdi. Der er dog ingen tvivl om, at der er et væsentligt fosforbidrag til Bryrup Langsø fra de dyrkede jorde i søens opland. Endvidere kommer der et mindre bidrag via grundvand. Det er i beregningerne antaget, at fosforkoncentrationen i dette vand er 50 µg P/l.

Den naturlige kvælstoftilførsel er antaget at være 1,5 mg N/l. Dette bidrag var i 1995 omkring 17 ton.

For kvælstofs vedkommende er det fortsat dyrkningsbidraget, som er altdominerende. I 1995 stammede ca. 70 % af tilførslerne herfra.

Der er også et mindre kvælstoftilførsel via grundvand. Det er i beregningerne antaget, at kvælstofkoncentrationen i grundvandet er 4 mg N/l.

Tabel 4.

Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Bryrup Langsø i 1995.

Kildeopsplitning	kg fosfor pr. år		kg kvælstof pr. år	
naturbidrag	335	38%	16800	20%
dyrkningsbidrag	207	24%	59380	71%
spredt bebyggelse	190	22%	820	1%
regnvandsbetingede udledninger	12	1%	45	0%
dambrug	60	7%	785	1%
grundvand	68	8%	5400	6%
I alt	872		83230	

Vandkemi

Der er i lighed med de foregående overvågningsår udtaget vandprøver til kemisk bestemmelse og målt sigtddybde og temperatur på søens dybeste punkt i alt 19 gange i løbet af 1995.

På figur 9-12 er årstidsvariationen præsenteret og i tabel 5 kan de tidsvægtede års- og sommergennemsnit findes.

I det følgende vil de væsentligste parametre og disses udvikling siden 1989 blive beskrevet.

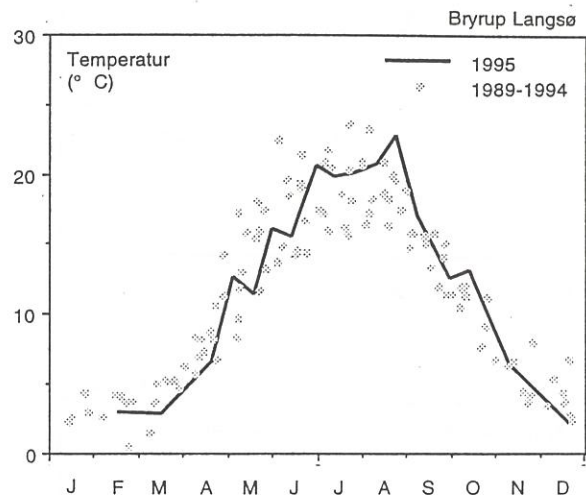
ilt og temperatur

1995 var temperaturmæssigt stort set at betegne som et normalår. Dog var vandtemperaturen i august måned relativt høj (figur 7).

Der var ingen stabil lagdeling i Bryrup Langsø i 1995 (figur ikke vist). Også i de foregående år har der været en nogenlunde jævnt faldende temperatur ned igennem vandsøjlen i sommerhalvåret.

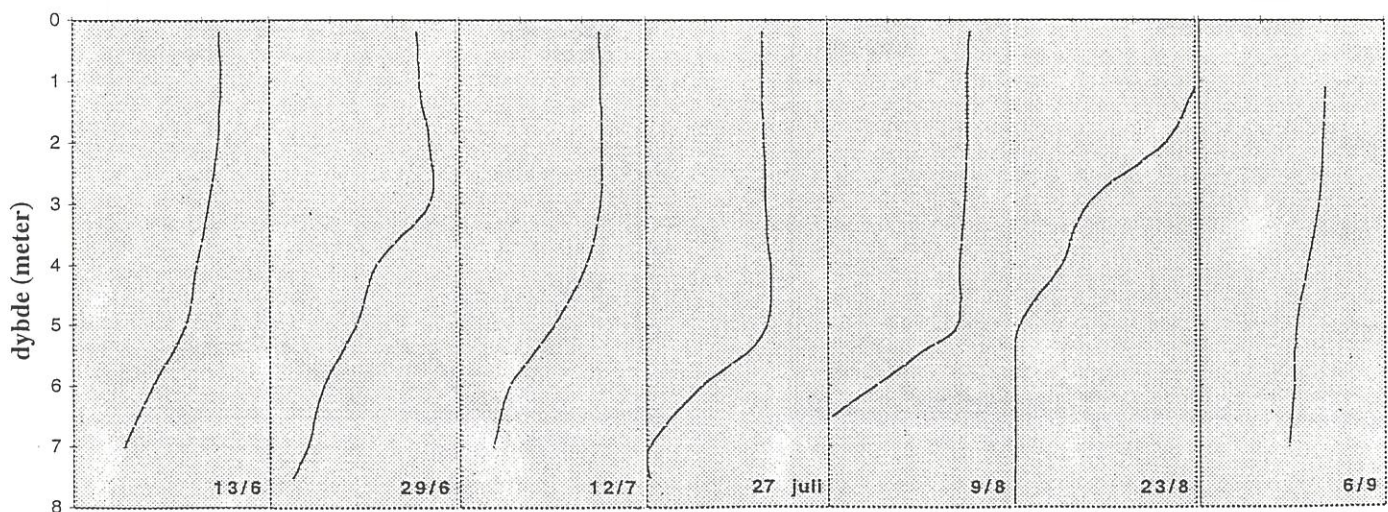
Der var dog fortsat i 1995 et vist iltforbrug i de dybere vandlag. Sidst i juli var der ikke ilt ved bunden og i løbet af august blev der iltfrit stadigt højere op i vandsøjlen (figur 8).

I starten af september skete der en totalomrøring i søen og der blev tilført iltrigt vand til bunden.



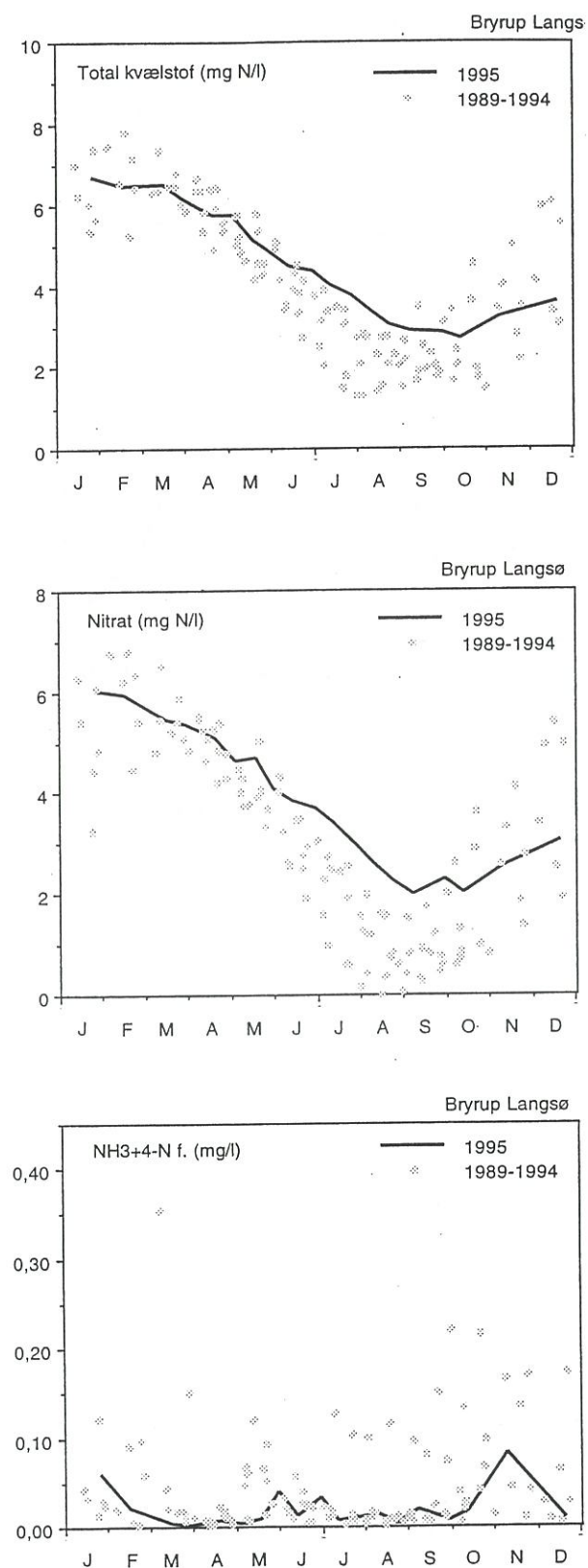
Figur 7.

Udviklingen i temperaturen i søvandet i Bryrup Langsø i 1995 sammenlignet med perioden 1989-1994.

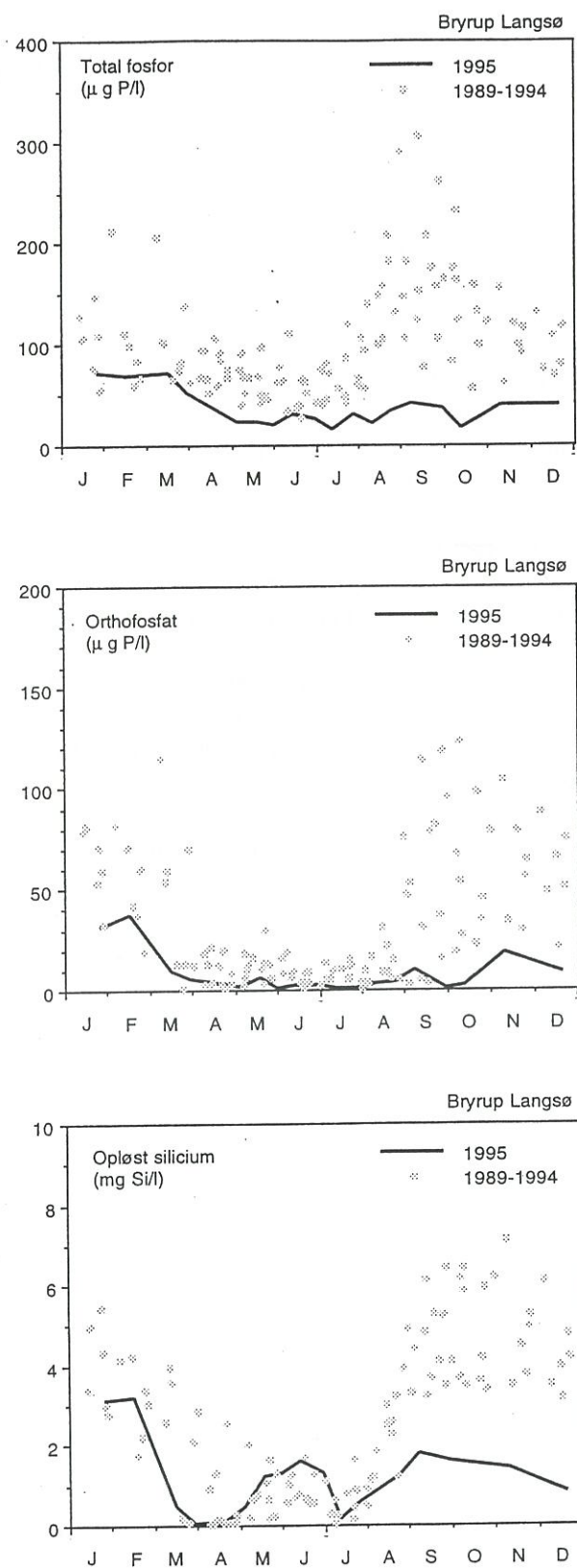


Figur 8.

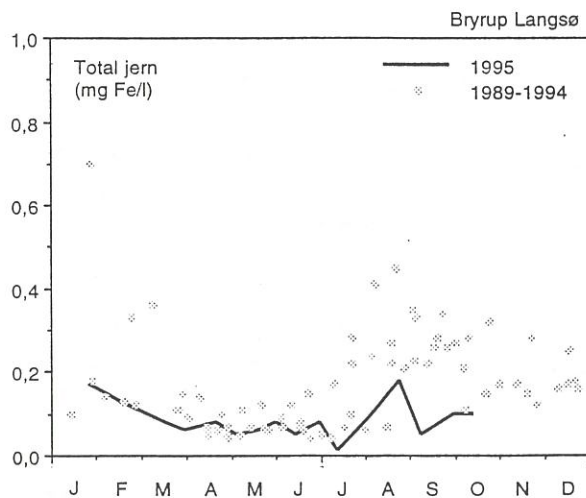
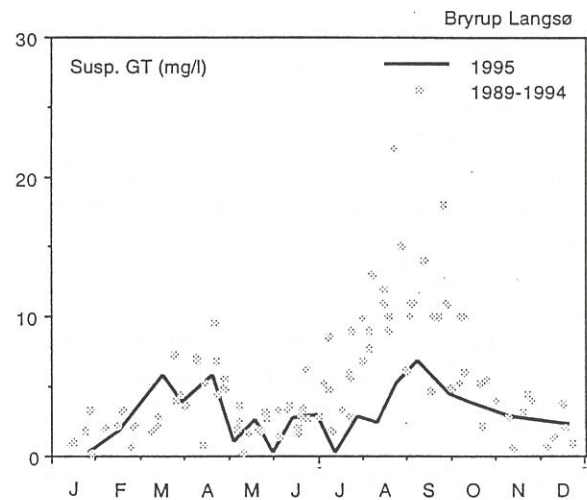
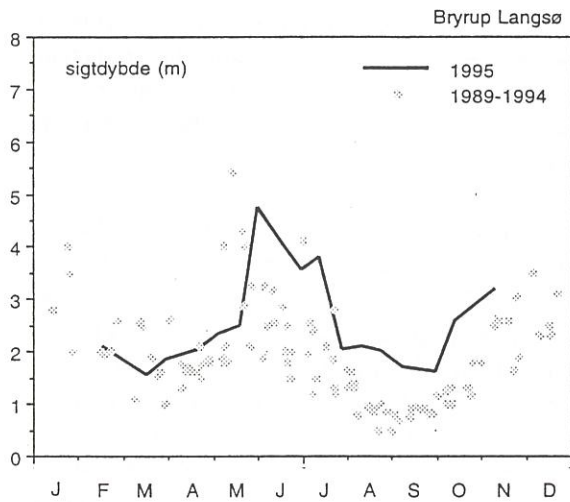
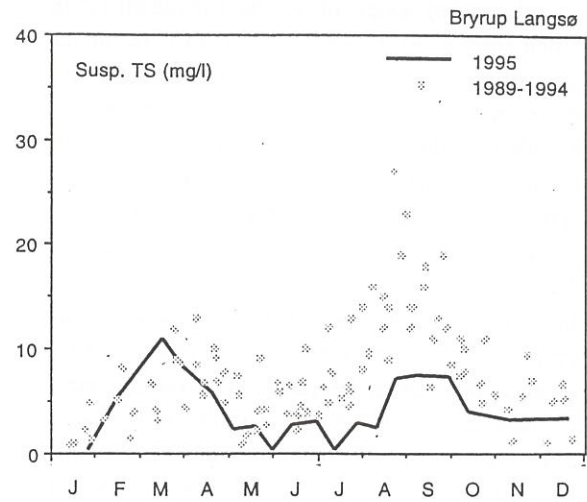
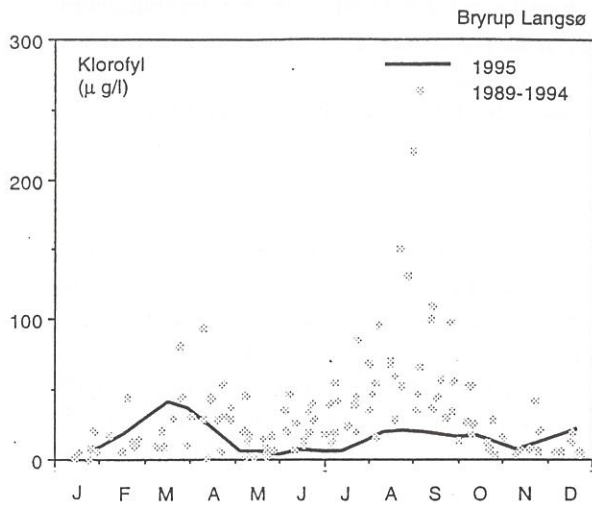
Iltprofiler fra d. 13/6 1995 til d. 6/9 1995 i Bryrup Langsø. X-aksen for hver af figurerne beskriver iltindholdet i søvandet på en skala fra 0 til 15 mg O₂/l.



Figur 9. Årstidsvariationen i total kvælstof (øverst), nitrat (i midten) og ammonium (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1995 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1994.



Figur 10. Årstidsvariationen i total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og opløst silicium (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1995 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1994.



Figur 11.

Årstidsvariationen i klorofyl (øverst), sigtdybde (i midten) og total jern (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1995 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1994.

Figur 12.

Årstidsvariationen i suspenderet tørstof (øverst) og suspenderet glødetab (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1995 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1994.

kvælstof og fosfor

Der var et relativt højt kvælstofindhold i søvandet i hele 1995 og den største del bestod af nitrat. I foråret under de store afstrømninger var koncentrationen af total kvælstof omkring 6 mg N/l. I løbet af sommeren og efteråret faldt indholdet til omkring 2 mg N/l. På intet tidspunkt blev der målt de lave nitratkoncentrationer, som tidligere er registreret og det må derfor antages, at kvælstof ikke har været begrænsende for produktionen i søen i 1995.

Også i bundvandet er der målt forholdsvist store nitratkoncentrationer hele sommeren, hvilket sandsynligvis har bidraget til den meget begrænsede fosforfrigivelse, som har fundet sted i 1995. Kun i en afgrænset periode sidst i august blev der målt en nitratkoncentration på mindre end 0,5 mg N/l og forhøjede ammoniumkoncentrationer.

Fosforindholdet i Bryrup Langsø var i 1995 væsentligt lavere end i de foregående overvågningsår. Sommergennemsnittet var 28 µg P/l. I perioden 1989 til 1993 var niveauet omkring 100 µg P/l.

De højeste fosforkoncentrationer mellem 60 og 70 µg P/l blev målt i foråret, hvor de eksterne fosfortilførsler var størst. I hele sommerperioden var total fosfor koncentrationen mindre end 50 µg P/l og der var stort set ikke noget orthofosfat i søen.

Der er derfor ikke nogen tvivl om, at fosforniveauet har været den væsentligste begrænsende faktor for vækst i Bryrup Langsø i 1995.

Der var dog en mindre fosforfrigivelse fra sedimentet også i 1995. Fosforkoncentrationen steg i slutningen af juli og i starten af august blev der målt 106 µg P/l i bundvandet. Sammenlignet med de foregående år er der kun tale om en beskedne stigning i fosforkoncentrationen ved bunden og frigivelsen var da også så lille, at der kun skete en meget lille forøgelse af fosforkoncentrationen i overfladevandet.

Det meget lave fosforindhold er naturligvis afspejlet i de mere fytoplanktonrelaterede parametre.

sigtdybde og klorofyl

Klorofylindholdet var meget lavt hele sommeren (tidsvægtet sommergennemsnit var 11 µg/l). Som en konsekvens heraf var sigtdybden større end tidligere. I foråret var sigtdybden omkring 2 meter, hvilket nogenlunde er som i de foregående år. I maj steg sigtdybden til mere end 4 meter og holdt sig over 3 meter et stykke hen i juli. Dermed var der en stor sigtdybden i en meget længere periode først på sommeren end tidligere. Normalt stiger indholdet af fytoplankton markant i sensommeren

og efteråret i Bryrup Langsø. I 1995 skete der ikke nogen væsentlig fytoplanktonforøgelse i sensommeren og derfor faldt sigtdybden kun til omkring 2 meter i august og september.

I årets sidste måneder steg sigtdybden igen til mere end 3 meter.

øvrige parametre

Såvel det suspenderede tørstof som - glødetab afpejler det lave fytoplanktonindhold. I foråret var niveauet som de tidligere år. Fra maj og stort set året ud var indholdet af suspenderet stof væsentligt mindre end tidligere. Det er ikke sandsynligt, at ophvirvlingen af sediment på grund af vindpåvirkning har været anderledes i 1995. Derfor må årsagen til det lavere niveau først og fremmest være den mindre fytoplanktonbiomasse.

Jernindholdet var i sommerperioden også mindre end tidligere. Det lavere niveau skal sandsynligvis forklares med bedre redoxforhold på sedimentoverfladen. Dermed er hovedparten af jern-fosforbindingerne forblevet ubrudte og der er kun sket en beskedne jern- og fosforfrigivelse.

Koncentrationen af opløst silicium var meget lille i marts april 1995 under kiselalgernes forårsopblomstring. I løbet af sommeren lå niveauet relativt højt på grund af en lille fytoplanktonbiomasse og dermed en lille optagelse. I juli måned skete der en opvækst af siliciumkrævende fytoplanktonarter, som medførte et fald i koncentrationen af opløst silicium. Da afstrømningen fra oplandet var lille i efteråret, var den eksterne tilførsel af silicium lille. Dette vurderes, at være hovedårsagen til de relativt små koncentrationer af opløst silicium i søvandet i efterårsmånederne.

Udviklingen i Bryrup Langsø

Forholdene i Bryrup Langsø har i de senere år ændret sig markant. Udviklingen har været positiv siden 1992-1993, men specielt i 1995 har tilstanden i søen været væsentligt anderledes end i 1980'erne.

Der er en signifikant reduktion i indholdet af klorofyl, suspenderet tørstof, suspenderet glødetab og i indholdet af total fosfor ($p < 0,05$) beregnet som tidsvægtede sommergennemsnit (figur 13).

Det er sandsynligvis et sammenfald af en række heldige faktorer, som har medført den kraftige reduktion i fosforkoncentrationen i Bryrup Langsø i 1995.

Som allerede nævnt var det tidsvægtede sommergen-

Sommergennemsnit		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Suspenderet tørstof	(mg/l)		10,6	10,0	10,1	8,9	5,8	3,6
Suspenderet glødetab	(mg/l)		6,9	7,1	7,3	6,7	4,9	3,1
Partikulær COD	(mg/l)	6,1	10,2	8,4	8,2	7,2	6,3	3,5
Klorofyl	(μ g/l)	30	65	49	53	29	27	11
Sigt dybde	(m)	2,0	1,8	1,9	1,5	1,8	1,9	2,8
pH		8,9	9,1	8,8	8,7	8,6	8,4	8,1
Alkalinitet	(mekv/l)	1,51	1,30	1,31	1,38	1,38	1,17	1,28
Total -N	(mg N/l)	3,30	2,70	3,51	3,64	2,62	3,58	3,97
NH ₄ -N	(mg N/l)	0,044	0,029	0,024	0,043	0,044	0,026	0,014
NO ₃ -N	(mg N/l)	2,17	1,56	2,37	2,42	1,65	2,63	3,23
Total P	(μ g P/l)	95	136	85	116	96	63	28
Ortho-P	(μ g P/l)	14	36	11	21	24	6	3
Opløst silicium	(mg Si/l)	1,26	2,13	2,24	2,05	1,53	1,73	1,13
Total jern	(mg Fe/l)			0,13	0,21	0,15	0,11	0,08

Årsgennemsnit		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Suspenderet tørstof	(mg/l)		7,3	7,8	7,9	7,1	4,9	4,3
Suspenderet glødetab	(mg/l)		4,8	5,3	5,4	4,7	3,3	3,0
Partikulær COD	(mg/l)	4,8	6,3	6,0	6,2	5,1	4,4	3,4
Klorofyl	(μ g/l)	20	38	35	38	26	18	16
Sigt dybde	(m)	2,2	2,2	2,0	1,8	1,9	1,9	2,6
pH		8,4	8,4	8,4	8,3	8,2	7,9	7,9
Alkalinitet	(mekv/l)	1,47	1,28	1,27	1,37	1,38	1,18	1,24
Total -N	(mg N/l)	3,88	4,13	4,22	4,39	4,60	4,80	4,56
NH ₄ -N	(mg N/l)	0,065	0,049	0,024	0,035	0,057	0,054	0,023
NO ₃ -N	(mg N/l)	2,82	3,04	3,21	3,34	3,66	3,89	3,83
Total P	(μ g P/l)	96	129	102	103	104	82	46
Ortho-P	(μ g P/l)	29	56	30	31	42	32	11
Opløst silicium	(mg Si/l)	2,24	3,58	3,30	2,74	2,19	2,45	1,25
Total jern	(mg Fe/l)			0,148	0,168	0,202	0,155	0,104

Tabel 5.

Tidsvægtede sommergennemsnit (øverst) og tidsvægtede årsgennemsnit (nederst) af de vandkemiske parametre fra Bryrup Langsø's overfladevand i perioden 1989 - 1995.

nemsnit henholdsvis årsgennemsnit for total fosfor i 1995 bare 28 og 46 μ g P/l.

Det lave fosforniveau skyldes en meget lille fosforfrigivelse fra sedimentet i sommerperioden. De eksterne fosfortilførsler er nemlig ikke blevet reduceret i tilsvarende grad i de forløbne 5 år, men har i vid grad varieret med afstrømningen de forskellige år.

Afstrømningen har haft en væsentlig betydning for fosforniveauet. I 1993-1994 og i foråret 1995 var der nogle meget store afstrømninger. I disse perioder var der ganske vist en stor fosfortilførsel til søen, men der var en relativt større jerntilførsel.

Den store jerntilførsel har medført, at jern-fosforforholdet i de øverste sedimentlag er øget. Dermed er fosforbindingen forbedret og dette har været medvirkende til en væsentlig mindre fosforfrigivelse fra sedimentet. Da der efterfølgende i sommeren 1995 var en meget lille

afstrømning og dermed fosfortransport til søen, faldt indholdet af fosfor i søvandet kraftigt allerede i starten af sommeren. Derfor forblev produktionen og altså fytoplanktonbiomassen på et lavt niveau. Den lille fytoplanktonbiomasse medførte en beskedent sedimentation af organisk stof til bunden og dermed var iltforbruget mindre i 1995 end tidligere. Da samtidigt jern-fosforforholdet som nævnt var forøget, skete der kun en lille fosforfrigivelse, som næsten ikke kunne spores i overfladevandet. Fosforkoncentrationen og fytoplanktonbiomassen i overfladevandet forblev derfor på et lavt niveau året ud.

Samtidigt var afstrømningen fra oplandet fortsat lille i efteråret og dermed også fosfortransporten til søen.

Det er her valgt at beskrive udviklingen i Bryrup Langsø ved en linjær regression over årene 1989 til 1995. En statistisk beskrivelse hvor 1995 sammenlignes med den

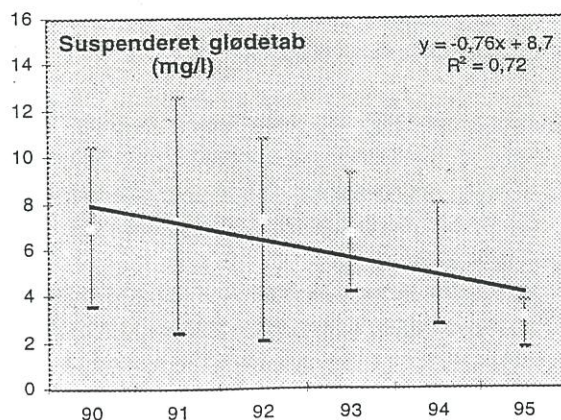
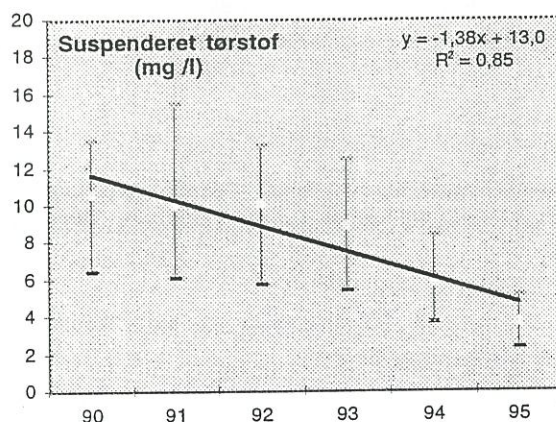
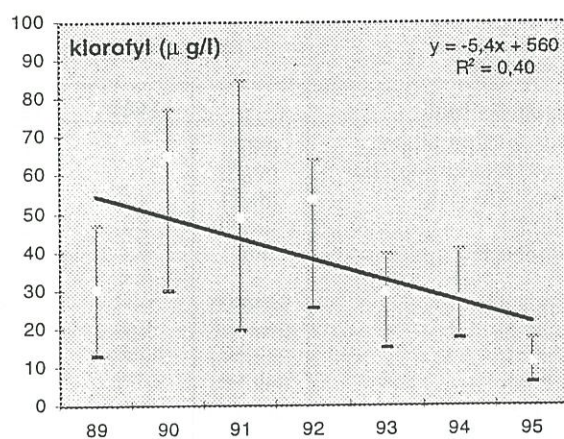
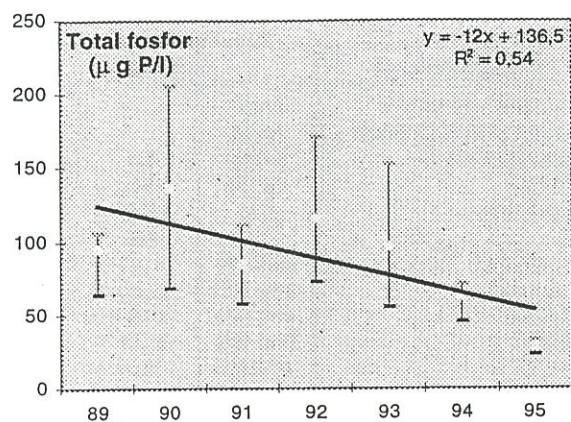
foregående 6 årige periode vil sandsynligvis for hver parameter vise, at 1995 var forskellig fra de foregående "overvågningsår".

Parallelt med den reduktion, som er sket i indholdet af total fosfor, er klorofylkoncentrationen blevet mindre. I 1995 var sommergennemsnittet omkring en fjerdedel af niveauet først i 1990'erne.

Som nævnt er også reduktionen i indholdet af suspenderet tørstof og glødetab i sommerperioden signifikant.

I sommerhalvåret er de eksterne tilførsler af suspenderet stof beskedne og der er ikke nogen stor ophvirvling af sediment i søen. Derfor udgøres den størstedel af det suspenderede tørstof af organiske partikler (fortrinsvis levende og dødt fytoplankton).

Reduktionen i begge parametre er dermed som reduktionen i klorofylkoncentrationen et udtryk for en mindre fytoplanktonbiomasse.



Figur 13.

Det tidsvægtede sommergennemsnit med angivelse af 25 - og 75 % fraktilerne for total fosfor, klorofyl, suspenderet tørstof og suspenderet glødetab i Bryrup Langsø i perioden 1989 til 1995.

Yderligere er angivet regressionsligningen og regressionskoefficienten for de tidsvægtede sommergennemsnit.

Sediment

Sedimentet i Bryrup Langsø blev undersøgt i 1995. Der blev udtaget sedimentprøver på de tre zooplaktonstationer på ca. 6,5 meters dybde.

Sedimentsøjlerne blev skåret op i dybderne 0 - 2 cm, 2 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm og på den østlige station også i 30 - 40 cm (samtlige sedimentdata fra 1995 er præsenteret i bilag).

Der blev bl.a. bestemt total fosfor og lavet fosforfraktionering på sedimentprøverne. På figur 14 er fosforfraktioneringen for de tre stationer præsenteret.

Fosforindholdet i overfladesedimentet var omkring 4 g/kg TS i 1995 og langt den overvejende del af denne fosfor var bundet til jern.

Der er sandsynligvis en større sedimentation i den midterste del af søen. Derfor har sedimentet i 10 - 20 cm's dybde en alder, som nogenlunde svarer til det sediment, der ligger i 5 - 10 cm's dybde på den østlige - og den vestlige station.

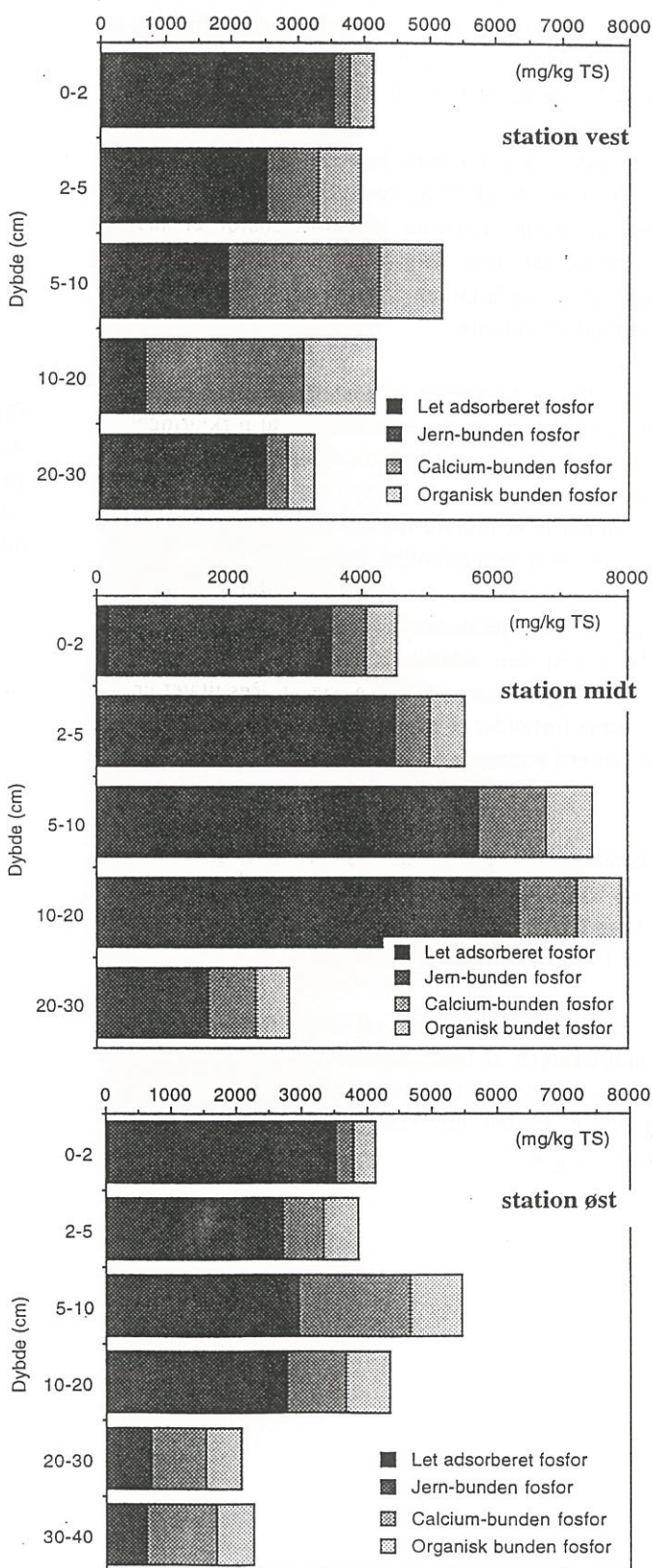
På alle tre stationer men specielt midt i søen er fosforindholdet i overfladesedimentet mindre end i den del af sedimentet, som ligger i 5 - 10 og 20 cm's dybde. Den relativt mindre fosfortilførsel / større nettofosforfrigivelse, som har været i Bryrup Langsø i de senere år, kan således tydeligt registreres i sedimentet.

Som nævnt er den fosfor, som er i sedimentet fortrinsvis bundet til jern. I de lidt dybere sedimentlag primært på station øst og vest er der dog også en relativt stor calciumbunden fosforpulje i de lidt dybere sedimentlag.

I 20 - 30 cm og dybere er fosforindholdet omkring 2 g/kg TS. Der er sandsynligvis også i disse dybder tale om et forhøjet næringsstofindhold og det naturlige fosforniveau i sedimentet er dermed ikke nået ved denne prøvetagning. Hvis det antages, at sedimentationen er ca. 5 mm om året er sedimentet i 30 - 40 cm's dybde altså 60 til 80 år gammelt. Et uforstyrret baggrundssediment har en alder på 100 år eller mere.

Figur 14.

Sedimentets samlede indhold af fosfor samt opdelingen på adsorberet fosfor, jernbunden fosfor, calciumbunden fosfor og organisk bunden fosfor på de tre prøvetagningsstationer i Bryrup Langsø i 1995.



Udviklingen i indholdet af fosfor i sedimentet i Bryrup Langsø siden 1972 er præsenteret på figur 15.

I perioden fra 1972 til 1990 var der ikke nogen væsentlig udvikling i indholdet af fosfor i sedimentet i søen. Hverken i overfladesedimentet eller i de dybere sedimentlag. I 1995 er der imidlertid sket en markant ændring i overfladesedimentets indhold af fosfor. Nu er der et fosforindhold på ca. 4 g/kg TS imod et fosforindhold på 7 - 9 g/kg TS for 5 til 10 år siden.

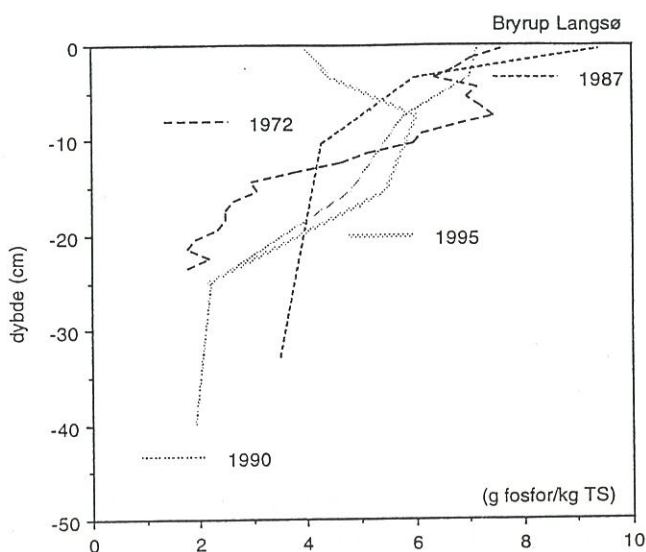
Forklaringen på det lavere fosforindhold kan være to ting. Enten er de eksterne fosfortilførsler reduceret så meget, at sedimentationen af tilført fosfor er blevet reduceret og nettofosforfrigivelsen har været så stor i de seneste år, at fosforpuljen i de øverste sedimentlag er blevet markant mindre.

Det er tidligere beskrevet, at fosforfrigivelsen fra sedimentet i 1995 har været meget lille. En af forklaringerne er tydeligvis et reduceret fosforindhold i de øverste sedimentlag.

Ligesom der er et mindre fosforindhold i overfladesedimentet er også jernindholdet blevet mindre her. I forhold til den reduktion, der er sket i fosforindholdet, er der dog et større jernindhold, hvilket sandsynligvis skal forklares ved den relativt store jerntilførsel, der har været til Bryrup Langsø i de senere år. Resultatet er, at jern-fosfor forholdet er steget og at den fosforbindingsevne, der er i sedimentet, også er blevet større i de sidste år.

En kombination af en bedre fosforbindingsevne og et mindre fosforindhold i overfladesedimentet har således ført til en i forhold til tidligere år meget lille fosforfrigivelse i 1995.

En nærmere analyse, som vil ske i forbindelse med afrapporteringen af undersøgelserne i Bryrup Langsø i 1996, kan sandsynligvis give et væsentligt bidrag til en beskrivelse af den udvikling, som i disse år sker i Bryrup Langsø.



Figur 15.

Fosforindholdet i sedimentet i Bryrup Langsø i 1972, 1987, 1990 og 1995 fra 0 til ca. 40 cm's dybde udtrykt som et gennemsnit af de prøver, som er udtaget det pågældende år.

Fyto- og zooplankton

Fytoplankton

Fytoplanktonet i Bryrup Langsø blev undersøgt 19 gange i løbet af 1995. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag.

Figur 16 viser fytoplanktonbiomassen fordelt på grupper i årene fra 1989 til 1995.

Generelt er fytoplanktonet domineret af kiselalger i første halvdel af året og af blågrønalger i anden halvdel. Der er dog også en mindre biomasse af rekyalger, furealger og andre grupper i løbet af året. Sammenlignet med kiselalgerne og blågrønalgerne har disse grupper dog ikke nogen væsentlig betydning i søen. Særligt i 1995 havde disse grupper en ringe forekomst og dermed betydning i Bryrup Langsø.

Årstidsvariation

Fytoplanktonet i Bryrup Langsø havde i 1995 to maksima. Et i foråret og et i sensommeren. Biomassen i perioderne januar til maj og august til oktober var ikke væsentligt forskellig fra de to foregående år og lå fra 3-4 mg vv/l til 10 mg vv/l. I foråret bestod fytoplanktonet næsten udelukkende af kiselalger, medens sensommeropvæksten blev udgjort af nogle kiselalger men først og fremmest af blågrønalger.

Til forskel fra tidligere var der i 1995 en relativ lang periode fra midt i april til omkring 1. juli, hvor fyto-

planktonbiomassen var meget lille (0,2 - 2,0 mg vv/l). De alger, som var tilstede i denne periode, var fortrinsvis rekyalger. Gruppen er i stand til at leve heterotroft og ses ofte efter sammenbrud af bl.a. kiselalgemaksima (Reynolds, 1984).

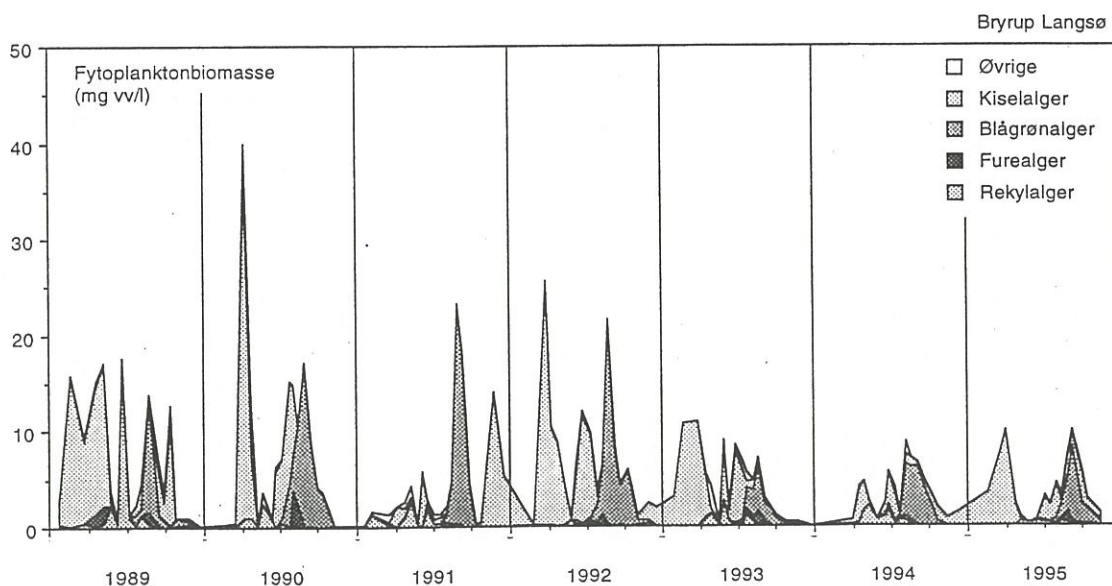
Udvikling

Der er sket en klar udvikling, hvad angår fytoplankton i Bryrup Langsø, gennem de sidste 5-6 år. I de senere år er såvel maksima som det generelle biomasseniveau reduceret betydeligt og signifikant.

Som et gennemsnit over hele året var 1995 ikke forskellig fra 1994. Der er dog som nævnt sket en væsentlig reduktion i fytoplanktonbiomassen på årsbasis, når hele perioden 1989 til 1995 betragtes.

Hvad sommerperioden angår, var der imidlertid en forskel fra 1994 (og tidligere) til 1995. Den lange periode fra april til midt i juli, hvor fytoplanktonbiomassen var meget lille, medførte det laveste sommergennemsnit registreret. Som et mål for fytoplanktonbiomassen var det tidsvægtede sommergennemsnit af klorofyl i 1995 bare 11 µg/l.

Der er ikke sket markante skift i sammensætningen af fytoplanktonet i Bryrup Langsø sammenlignet med tidligere. Også i de foregående år har der været en dominans af kiselalger i foråret og af blågrønalger i sensommeren.



Figur 16.

Fytoplankton i Bryrup Langsø i årene fra 1989 til 1995 fordelt på grupper.

I de foregående år har der været en vis biomasse af først og fremmest rekyalger i maj-juni. I 1995 var denne gruppe altså kun til stede i meget begrænsede mængder.

Fytoplankton og vandkemi

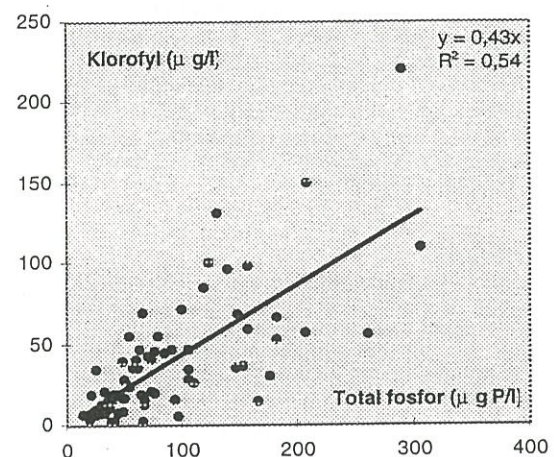
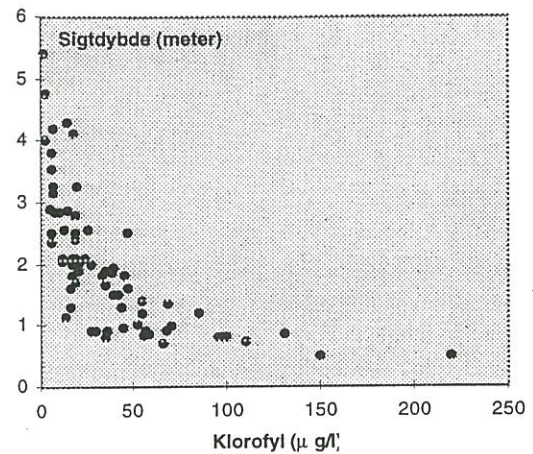
Som allerede nævnt er fytoplanktonbiomassen specielt i sommerperioden blevet væsentligt mindre i de senere år i Bryrup Langsø. Samtidigt er fosforniveauet også blevet signifikant mindre. Hvis total-fosforindholdet i søvandet sammenstilles med fytoplanktonbiomassen, er der imidlertid ikke nogen umiddelbar sammenhæng (figur ikke vist). Hverken hvis hele året betragtes, eller hvis man kun kigger på sommerperioden.

Ikke desto mindre eksisterer der en god sammenhæng mellem klorofylkoncentrationen og sigtddyben i sommerhalvåret (figur 17 øverst) og fytoplanktonbiomassen har væsentlig betydning for sigtddyben i søen (figur 18).

Ved at sammenstille sommerdata for total fosfor, klorofyl og sigtddybe fra Bryrup Langsø for perioden 1989 til 1995 kan det lade sig gøre at få et indtryk af total fosfor/sigtddybe-forholdet i søen.

Figur 17 øverst beskriver sammenhængen mellem klorofyl og sigtddybe. En klorofylkoncentration på 20 - 30 $\mu\text{g/l}$ vil medføre en sigtddybe på mere end 2 meter. For at opnå et klorofylindhold i søen på mindre end 20 - 30 $\mu\text{g/l}$ skal total-fosforkoncentrationen være mindre end 50 - 60 $\mu\text{g P/l}$ (figur 17 nederst).

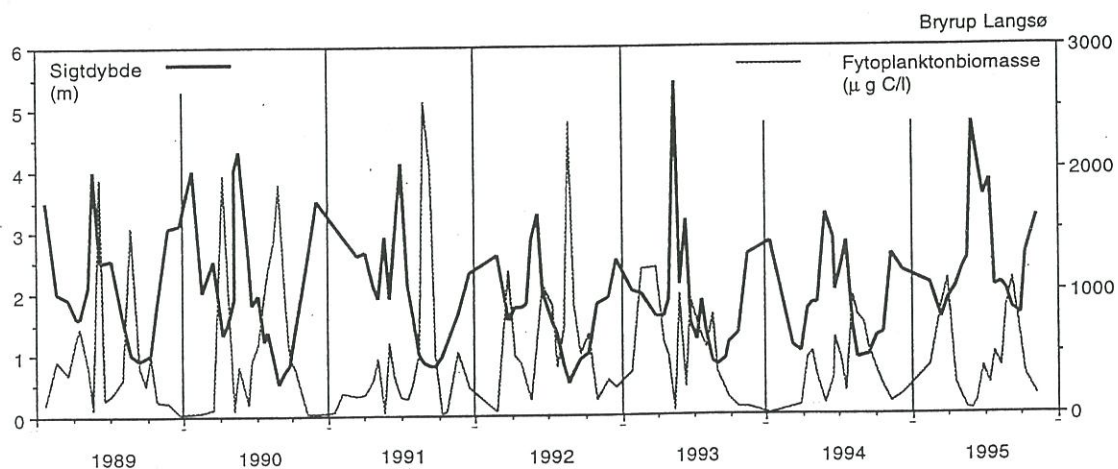
Under de biologiske forhold som er i Bryrup Langsø i dag og som mere eller mindre har været i søen siden 1989 vil en total fosforkoncentration på mindre end 50 - 60 $\mu\text{g P/l}$ i sommerperioden altså resultere i en sigtddybe på mere end 2 meter.



Figur 17.

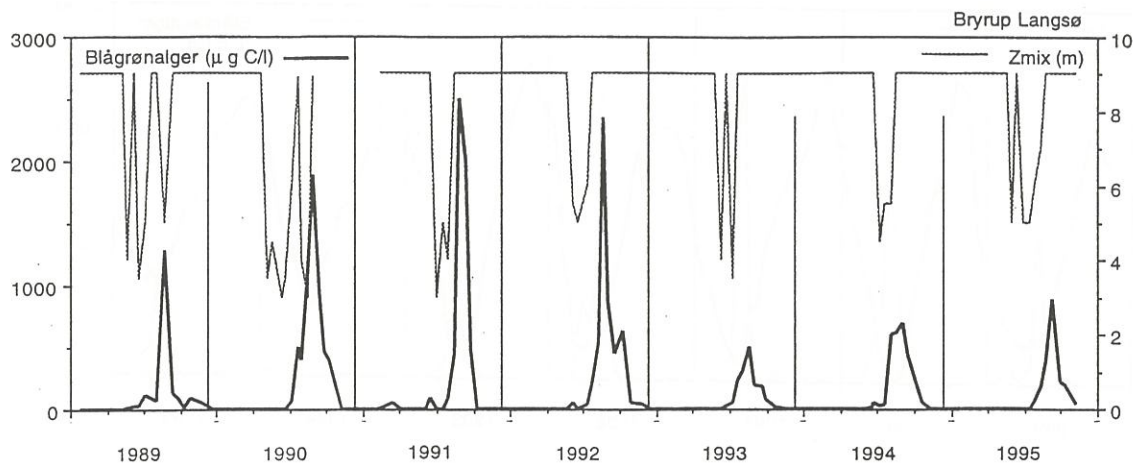
Sammenhængen mellem klorofylkoncentration og sigtddybe og mellem koncentrationen af total-fosfor og klorofyl i Bryrup Langsø.

Data fra sommerperioden 1989 - 1995.



Figur 18.

Sigtddyben i Bryrup Langsø sammenstillet med fytoplanktonbiomassen i perioden 1989 - 1995.



Figur 19.

Blågrønalgernes biomasse i Bryrup Langsø sammenstillet med opblandingsdybden i søen i perioden 1989 - 1995.

Det skal i denne forbindelse understreges, at i takt med at fosforniveauet i søen reduceres, vil de biologiske forhold ændre sig og dermed vil forudsætningerne for en sammenstilling som den netop beskrevne blive anderledes. Ikke desto mindre kan øvelsen give et indtryk af de forhold som er i Bryrup Langsø i dag og som vil være i søen fremover.

Der er en række andre faktorer udover fosforkoncentrationen, som medvirker til reguleringen af fytoplanktonet.

Ligesom fytoplanktonbiomassen generelt er blevet mindre i Bryrup Langsø i de senere år, er også det kiselalge-maksimum, som traditionelt forekommer i foråret, blevet mindre.

Der er imidlertid ikke nogen sammenhæng mellem fosforniveau eller nogen anden kemisk parameter i vinterhalvåret og størrelsen af den opblomstring af kiselalger, der sker i marts-april.

Det ser derfor ud til, at det er biologiske forhold i søen, som er bestemmende for størrelsen og varigheden af kiselalgernes forårsopblomstring.

I løbet af sommeren sker der normalt også en mindre opvækst af kiselalger. Denne gang er det dog større pennate arter, som er i søen. På dette tidspunkt er der også en opvækst af blågrønner. Blågrønnerne (fortrinsvis hørende til gruppen *Microcystis*) er øjensynligt bedre tilpasset forholdene i søen på dette tidspunkt. I hvert fald forsvinder kiselalgerne stort set i takt med, at blågrønnernes biomasse stiger.

Blågrønner af gruppen *Microcystis*, som dominerer i

Bryrup Langsø, har typisk den største forekomst i rolige perioder med solrigt vejr, hvor opblandingen er ringe.

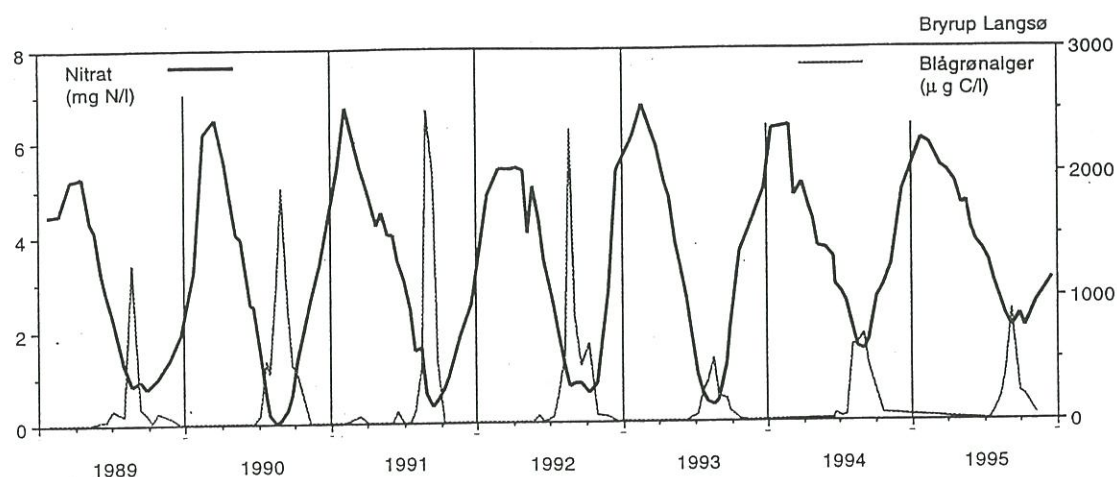
I Bryrup Langsø er der sjældent en egentlig lagdeling og i de kortere perioder, hvor der er springlag i søen, er lagdelingen ikke stabil. Man skulle dog forvente, at blågrønnerne netop optrådte i de perioder, hvor der er lagdeling i søen. Som figur 19 viser, er dette imidlertid ikke tilfældet. Faktisk optræder blågrønnerne netop, når lagdelingen bliver brudt, hvilket typisk sker i starten af august. Det er følgelig ikke stabile vind- og vejrforhold, som medfører en opvækst af blågrønner i Bryrup Langsø.

Sammenstilles biomassen af blågrønner og koncentrationen af nitrat i overfladevandet forekommer det, at der er en tydelig sammenhæng (figur 20).

I perioden fra 1989 til 1995 er der sket en opvækst af blågrønner, når koncentrationen af nitrat har nået et minimum i august umiddelbart efter, at der er sket en totalomrøring i søen.

I litteraturen hersker der ikke enighed om, hvorvidt ikke-heterocystbærende blågrønner som *Microcystis* er i stand til at fikse atmosfærisk kvælstof. Bedømt ud fra figur 20 ser det ud til, at gruppen har en konkurrencemæssig fordel overfor andre fytoplanktongrupper, når kvælstofkoncentrationen er lav.

En anden eller måske en yderligere forklaring på blågrønnernes opvækst kan være, at der i forbindelse med totalomrøringen i søen i august sker en tilførsel af fosforholdigt bundvand til overfladen. Dermed stiger fosforkoncentrationen i overfladevandet, hvilket kan en forklaring på en opvækst af blågrønner. *Microcystis* er en næringskrævende fytoplanktongruppe (Reynolds,



Figur 20.

Nitratkoncentrationen i overfladevandet i Bryrup Langsø sammenstillet med blågrønalgenes biomasse i perioden 1989 - 1995.

1984).

Der har som tidligere beskrevet været en aftagende fosforfrigivelse fra sedimentet og dermed en mindre fosfortilførsel til overfladevandet. Den mindre fytoplanktonopvækst i sensommeren, som er sket i de sidste 2-3 år, hænger måske sammen hermed.

Det forekommer således, at de vandkemiske parametre på en række områder regulerer fytoplanktonbiomassen og sammensætningen "fra neden" i perioder i Bryrup Langsø.

Det er imidlertid også tydeligt at reguleringen af fytoplanktonet ikke kun sker via ændringer i vandkemien. Den lange periode i specielt 1995 i foråret og forsommeren, hvor fytoplanktonbiomassen var meget lille, kan således ikke forklares ud fra de vandkemiske parametre. I denne periode er det sandsynligvis en regulering "fra oven" af zooplanktonet, som er forklaringen.

Zooplankton

Zooplanktonundersøgelserne i Bryrup Langsø er foretaget efter DMU's vejledning (Hansen et al., 1992).

Zooplanktonet blev indsamlet på 3 stationer, der ligger indenfor 70 - 90 % grænserne på hypso grafen. På de enkelte stationer er der udtaget prøver fra 0,5+2+4+6 m. Prøverne er siden puljet og oparbejdet som vejledningen foreskriver. En nærmere beskrivelse kan findes i bilag.

Zooplankton i 1995

Der er ikke sket nogen væsentlig ændring i zooplanktonets biomasse eller sammensætning i 1995 sammenlignet med de foregående "overvågningsår" (figur 21).

Zooplanktonet domineres fortsat af *Daphnia*-arter med *Daphnia galeata* som den dominerende art fulgt af *Daphnia hyalina* og *Daphnia cucullata* (figur 22).

Der var i 1995 en lille biomasse af *Bosmina*-arter primært i april og maj. Biomassen var dog beskeden sammenlignet med de større dafniers biomasse og betydningen i søen tilsvarende lille.

I årets første måneder var der endvidere en vis biomasse af cyclopoide copepoder - som i de foregående år - og i oktober og november var der en i forhold til den samlede zooplanktonbiomasse relativt stor biomasse af calanoide copepoder.

Udvikling

Som det kan ses på figur 21, er der ikke sket nogen væsentlige ændringer i hverken zooplanktonets biomasse

eller fordeling i de seneste år.

I de sidste 5 år har der været dominans af cladoceer i perioden fra april/maj til oktober/november. Sammenlignes de senere år med årene 1989 og 1990 synes der at være en tendens til såvel en større zooplanktonbiomasse som en større dominans af cladoceer i søen.

Ser man nøjere på fordelingen af *Daphnia*-arterne er der dog sket en udvikling i Bryrup Langsø i de senere år. I specielt 1994 og 1995 har der været en stigende biomasse af *Daphnia hyalina* i sommerperioden. *D. hyalina* er en stor dafnie. Udviklingen i Bryrup Langsø har altså i de senere år gået imod større zooplanktonarter men fortsat indenfor en nogenlunde konstant biomasse.

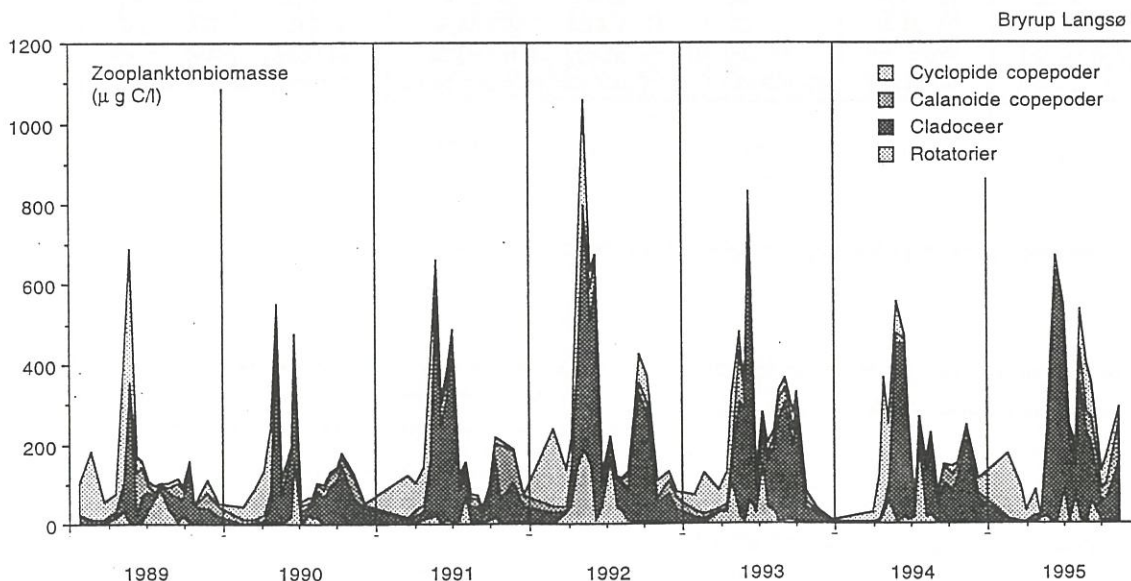
Græsning

Da fytoplanktonbiomassen i de senere år er blevet væsentligt mindre end tidligere, har den mere konstante zooplanktonbiomasse fået en stadigt mere regulerende effekt på fytoplanktonet.

På figur 23 kan man se, at fytoplanktonet i Bryrup Langsø domineres i stigende grad af store arter større end 50 μm .

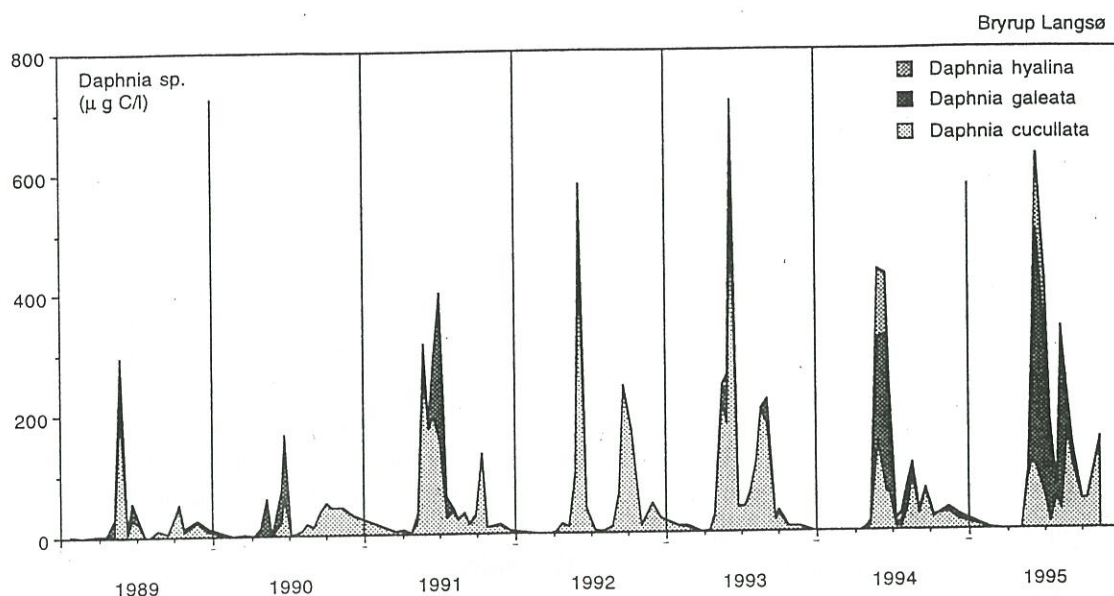
Både forårsopblomstringen af kiselalger og den opvækst af fortrinsvis blågrønalger, som var i sensommeren, blev hovedsagligt udgjort af store arter. Som man kan se, er biomassen af fytoplankton mindre end 50 μm reduceret betragteligt i de sidste 3 - 4 år.

Størstedelen af zooplanktonet er filtratorer, som lever af



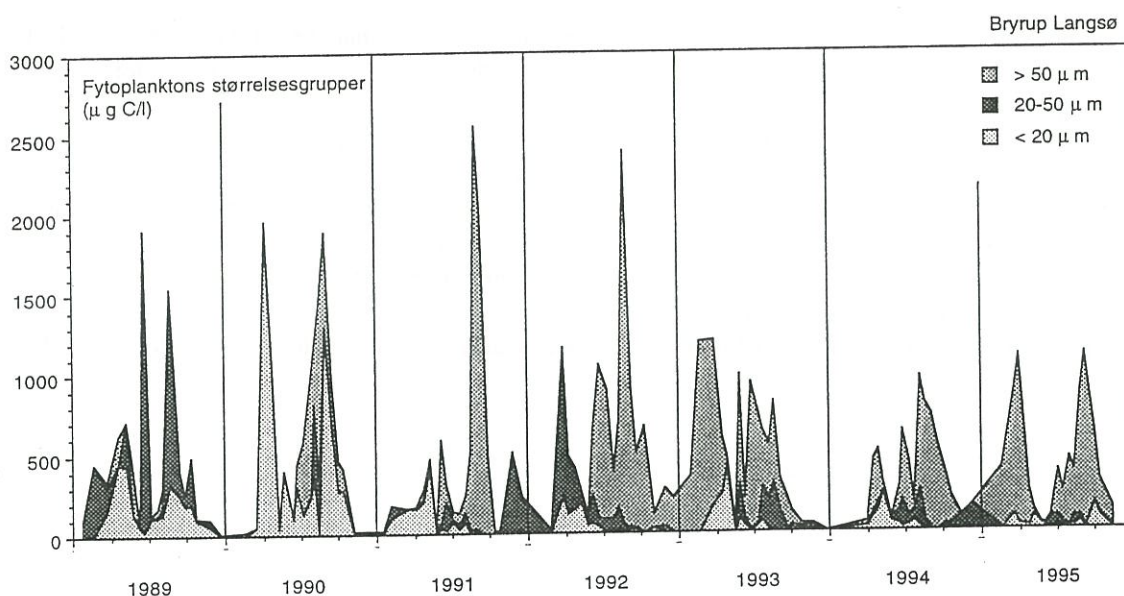
Figur 21.

Zooplankton i Bryrup Langsø i årene fra 1989 til 1995 fordelt på grupper.



Figur 22.

Biomassen af de tre *Daphnia*-arter : *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata* og *Daphnia cucullata* i Bryrup Langsø i perioden 1989 - 1995.



Figur 23.

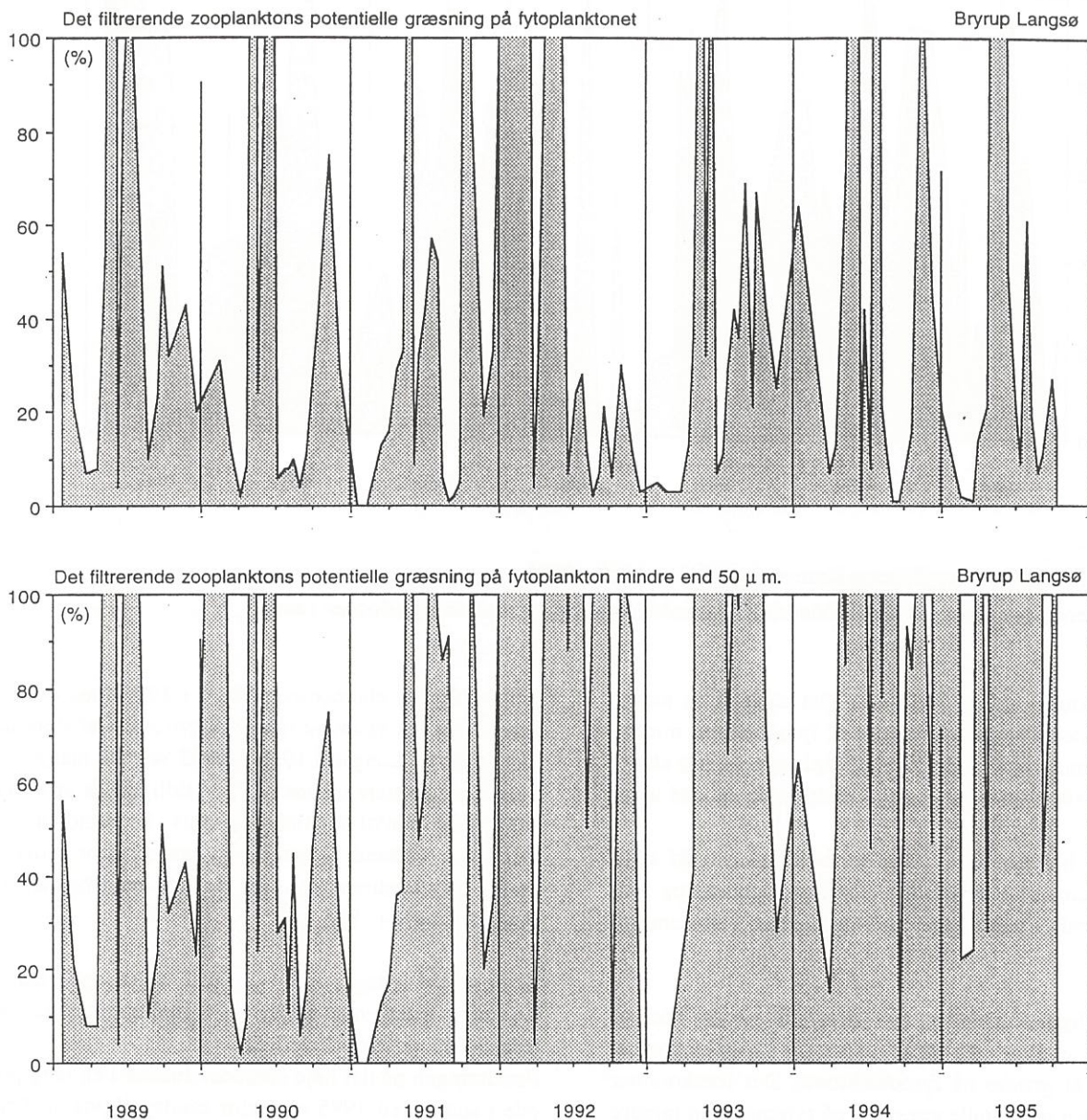
Fytoplanktonets størrelsesfordeling i Bryrup Langsø i perioden 1989 - 1995.

alger og bakterier, og derfor kan en teoretisk beregnet fødeoptagelse for zooplanktonet belyse gruppens indvirkning på fytoplanktonet.

Generelt optager det filtrerende zooplankton (hjuldyr men ikke rovhjuldyr, cladoccer men ikke rovdafnier, calanoide copepoder, cyclopoide copepoder og nauplier) bedst fødeemner $< 50 \mu\text{m}$. Fødeoptagelsen beregnes ud fra de enkelte gruppers energibehov pr. dag under

optimale forhold og antages at være 200 % for hjuldyr, 100 % for cladoccer og 50 % for copepoder. Ved lave fødekonzentrationer mindre end $0,2 \text{ mg C/l}$ nedsættes dyrenes fødeoptagelse og da vil en korrektion af fødeoptagelsen være nødvendig (jvf. Hansen et al., 1992).

Zooplankton bevæger sig i vandet dels for at søge føde dels for at søge skjulesteder. Det betyder, at zooplanktonet ikke er jævnt fordelt i vandmasserne. I dybere søer,



Figur 24.

Zooplanktons potentielle græsning på den samlede fytoplanktonbiomasse (øverst) og på fytoplankton mindre end 50 µm (nederst) i Bryrup Langsø i perioden 1989 - 1995.

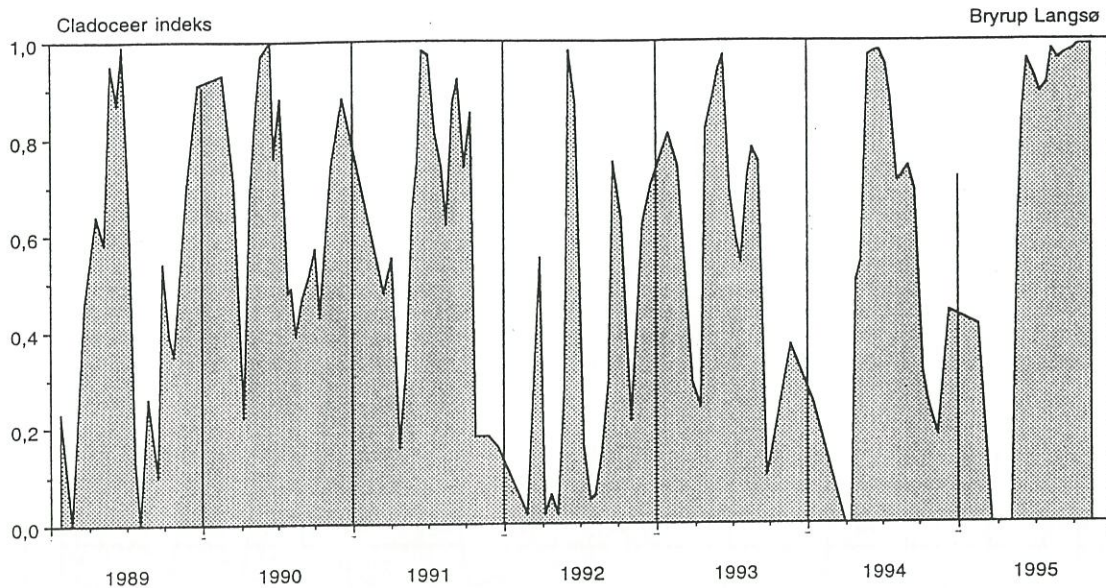
Figuren illustrerer hvor stor en del af fytoplanktonbiomassen, som kan blive spist, under hensyntagen til zooplanktons biomasse på det pågældende tidspunkt.

hvor der periodisk opstår springlag med deraf følgende iltfrie forhold ved bunden, vil zooplanktonet ikke opholde sig, hvor iltkoncentrationerne er lave. Derfor er alle angivne zooplanktonbiomasser, som er relateret til algerne, korrigeret for denne skæve fordeling, idet det antages, at zooplanktonet kun findes ned til vanddybder, hvor iltkoncentrationen er $> 1 \text{ mg O}_2/\text{l}$.

På figur 24 er præsenteret det filtrerende zooplanktons

potentielle græsning på henholdsvis den samlede fytoplanktonbiomasse og på fytoplankton mindre end 50 µm i Bryrup Langsø i perioden 1989 til 1995.

I maj/juni var zooplanktonet i stand til at græsse hele fytoplanktonbiomassen ned. Resultatet var som tidligere beskrevet en relativt langvarig klarvandsperiode med en meget lille fytoplanktonbiomasse.



Figur 25.

Cladoceer-indeks for Bryrup Langsø i perioden 1989 - 1995.

Cladoceer-indeks er antallet af dafnier i forhold til det samlede antal cladoceer i søen.

Zooplanktonet spiser fortrinsvis små alger. Som nævnt har der været en lille biomasse af fytoplankton mindre end 50 μm i søen i hele 1995. Zooplanktonet har altså i næsten hele 1995 været i stand til at holde de små alger nede.

Derimod har der været plads for opblomstring af store fytoplanktonarter. Kiselalger i forårsmånederne og i en kort periode i juli måned og blågrønalger i sensommeren.

Sammenlignes 1995 med de tidligere år ser det ikke ud til, at der er sket væsentlige ændringer i zooplanktonets evne til at græsse på fytoplanktonet. Det forekommer dog, at den potentielle græsning på fytoplankton mindre end 50 μm er blevet større i de senere år.

På figur 24 kan man se, at zooplanktonet kunne græsse hele puljen af små alger < 50 μm ned i næsten hele '95, medens det større fytoplankton kun var udsat for et meget stort græsningstryk i maj/juni.

Predation

Cladoceer-indeks er antallet af dafnier i forhold til det samlede antal cladoceer i søen.

I 1995 var der mange dafnier i hele sommerperioden - cladoceer-indeks var mellem 0,9 og 1,0 i hel perioden (figur 24).

Jo større det enkelte zooplanktonindivid er, desto mere udsat er dyret for fiskepredation.

Sammenlignes cladoceer-indeks i 1995 med de tidligere år har der været en relativ større andel af store dafnier i Bryrup Langsø i 1995. I 1995 var der mange dafnier hele sommeren, hvor der i de tidligere år er sket en betragtelig reduktion i antallet i løbet af sommeren.

Den store bestand af store zooplanktonarter indikerer derfor, at predationen fra fiskene har været begrænset i Bryrup Langsø i 1995.

Traditionelt antages det, at årets fiskeyngel har en væsentlig græssende effekt på zooplanktonet og altså primært på de større individer.

Forklaringen på det høje cladoceerindeks i en lang periode i sommeren 1995 er derfor sandsynligvis, at fiskeyngelen af den ene eller anden årsag ikke har været i stand til at græsse bestanden af store zooplanktonarter ned i så høj grad som tidligere.

Resultatet har været, at zooplanktonet har været i stand til at græsse specielt det mindre fytoplankton hårdt og har forhindret en opvækst af små fytoplanktonarter. Det større fytoplankton har i højere grad været i stand til at klare sig, men også her har zooplanktonet udgjort et pres "fra oven", som har medvirket sammen med reducerede fosforkoncentrationer i overfladevandet til at holde den samlede fytoplanktonbiomasse nede på et lavt niveau sammenlignet med de tidligere overvågningsår.

Dette har videre afspejlet sig i en høj sigtdybde i Bryrup Langsø igennem næsten hele året.

Referencer

- Andersen, J.M. (1974) : Nitrogen and phosphorus budgets and the role of sediments in six shallow Danish lakes. - *Arch Hydrobiol.* 74, 528-50.
- Andersen, J.M. (1975) : Influence of pH on the release of phosphorus from lake sediments. *Arch. Hydrobiol.* 76, 411-19.
- Andersen, J.M. (1977a) : Rates of denitrification of undisturbed sediment from six lakes as a function of nitrate concentration, oxygen and temperature. - *Arch. Hydrobiol.* 80, 147-59.
- Andersen, J.M. (1977b) : Importance of the denitrification process for the rate of degradation of organic matter in lake sediments. *Proc. Internat. symp. Amsterdam, 1976: Interactions between sediments and fresh water. The Hauge 1977*, 357-62.
- Færgemann, H & Petersen, A (1992) : Dynamisk stofbalancemodel for kvælstofkredsløbet i søer. DTH. Laboratoriet for Økologi og Miljølære.
- Gudenåundersøgelsen (1973-75) : Rapporter udgivet af Gudenåudvalget. Udarbejdet af VKI (1975a, b, c).
- Gudenåundersøgelsen, (1975) : Kartering af rørsump- og flydebladsvegetation i udvalgte søer i Gudenåsystemet. Gudenåundersøgelsen 1974-75. Rapport nr. 26.
- Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen (1990) : Zooplanktonundersøgelser i søer - metoder: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen, 1990.
- Jacobsen, O.S. (1977) : Sorption of phosphate by Danish lake sediments. - *Vatten* 33, 290-98.
- Jensen, H.S. & Andersen F.Ø. (1990) : Fosforbelastning i lavvandede, eutrofe søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, C4. 96 pp.
- Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. Windolf, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær (1995) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 139.
- Jeppesen, E., E. Mortensen, M. Søndergaard, A.M. Hansen og J.P. Jensen (1991) : Dyreplanktonet som miljøindikator. *Vand og Miljø* 8: 394-398.
- Kristensen et al. (1990a) : Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 130 pp. - Faglig rapport fra Kristensen et al. nr 5.
- Kristensen et al. (1990b) : Prøvetagning og analysemetoder i søer - teknisk anvisning: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990: 27 sider.
- Kristensen, P., J.P. Jensen og E. Jeppesen (1990c) : Slutrapport for NPo-forskningsprojekt C9: Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-projekt 4.5. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen: 120 sider.
- Kristensen et al. (1991): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. 104 sider + bilag. Faglig rapport nr. 38.
- Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990): Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelserprogram fiskeredskaber og metoder. Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 57 s. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- Olrik, K. (1990) : Planteplanktonsamfund i danske søer.
- Olrik, K. (1991) : Vejledning i phytoplanktonbedømmelse, del I, Metoder. Rapport til Miljøstyrelsen.
- Rebsdorf, Aa., M. Søndergaard og N. Thyssen (1988) : Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988: 59 sider. Teknisk rapport nr. 21. Publ. nr. 98.
- Reynolds, C.S. (1984) : The ecology of freshwater phytoplankton.
- Rosen, Göran (1981) : Tusen sjöar, Växtplanktons miljökrav.

Vollenweider, R.A. (1976) : Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33 :53 - 83.

Windolf, J. E. Jeppesen, M. Søndergård, J.P. Jensen, L. Sortkjær : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992. Faglig rapport fra DMU, nr. 90.

Århus Amt (1979) : Bryrup Søerne 1978. Teknisk rapport., Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1989a) : Bryrup Søerne 1987. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1989b) : Fisk i Bryrup Langsø, 1988. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt, (1990a) : Smådyr i Bryrup Langsø, 1988. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1990b) : Recipientkvalitetsplan, 1990. Bind I - Vandløb, søer og kystvande. Krav til spildevandsrensning, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1990c) : Bryrup Langsø 1989. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1991) : Bryrup Langsø 1990. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1992) : Bryrup Langsø 1991. Data rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1993) : Bryrup Langsø 1992. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1994) : Bryrup Langsø 1993. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.

Århus Amt (1995) : Bryrup Langsø 1994. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.

Bilagsoversigt

Vandbalanceanalyse	bilag 1
Vandføringer for tilløb og afløb	bilag 2
Massebalanceberegninger opgjort pr. måned for kvælstof, fosfor og jern	bilag 3
Metode for beregning af massebalance	bilag 4
Fytoplanktonmetodik	bilag 5
Zooplanktonmetodik	bilag 6
Sediment	bilag 7
Samletabel over beregnede data	bilag 8
Oversigt over tidligere undersøgelser	bilag 9
Oplandsopgørelser	bilag 10

Vandbalancemodel for Bryrup Langsø

Forudsætninger

1989-1992

I perioden 1989-1992 er der foretaget en beregning af vandbalancen ud fra flg. forudsætninger :

- Der er set bort fra nedbør og fordampning
- Tilløb fra Kringelbæk er fundet ved QQ-beregning til Nimdrup Bæk som : $0,104 \cdot Q_{\text{Nimdrup Bæk}} - 0,007$
- Afstrømning fra det umålte opland er fundet som et gennemsnit af afstrømningen fra Kringelbæk og Nimdrup Bæks oplande : $(0,5 \cdot q_{\text{Nimdrup Bæk}} + 0,5 \cdot q_{\text{Kringelbæk}}) \cdot A_{\text{umålt}}$

hvor q er arealspecifikke afstrømninger og $A_{\text{umålt}} = 9,6 \text{ km}^2$.

Model

Afløbet fra Bryrup Langsø og magasineringem er en funktion af hhv. vandstand og vandstandsændring i Bryrup Langsø. Der er opstillet en vandbalancemodel på daglige værdier. grundvandsbidraget er antaget at være konstant og størrelsen er bestemt så der optræder den bedst mulige overensstemmelse mellem enkeltmålinger ooo modelberegninger i afløbet (Bryrup Å).

Teoretisk grundlag for model :

$$A \frac{dh}{dt} = \sum Q_{\text{ind}} - \sum Q_{\text{ud}} = \sum Q_{\text{ind}} - a(h - h_0)^n$$

$$\Delta h / \Delta t = 1/A (\sum Q_{\text{ind}} - a(h - h_0)^n)$$

$$h_{t+1} = h_t + \Delta t / A (\sum Q_{\text{ind},t} - a(h_t - h_0)^n)$$

hvor A er arealet af Bryrup langsø, $\Delta t = 1$ døgn, $Q = a(h_t - h_0)^n$ er QH-kurven for afløbet fra Bryrup Langsø (Bryrup Å), som antages ikke at være ggrødepåvirket så den samme kurve kan anvendes hele året. Ud fra ovenstående ligning kan både magasinering og afløb fra søen bestemmes. Der er en god overensstemmelse mellem de simulerede og de målte værdier. Der laves lineær regression mellem målt Q og simuleret Q og grundvandstilstrømningen bestemmes som skæring med Y-aksen. Grundvandstilstrømningen er fundet til 33 l/s.

Herefter gentages modelberegningen med et konstant grundvandsbidrag på 33 l/s.

- Q registreringer i afløbet (12 - 18 stk pr. år) er anvendt til at kalibrere modellen ved at justere grundvandsbidraget, da dette er blevet betragtet som ubekendt.
- Der kan ikke påvises nogen årstidsvariation på grundvandsbidraget.

1993-1994

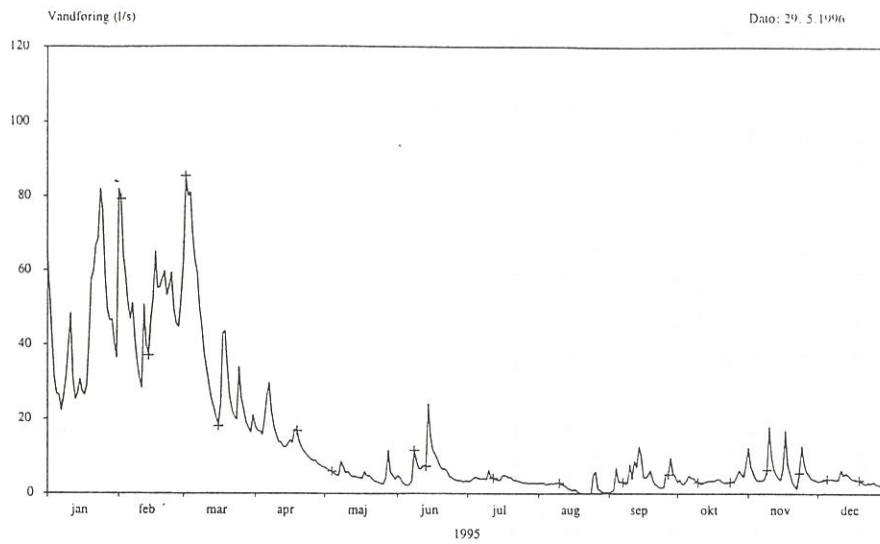
I denne periode foreligger der data fra Bryrup Å. Usikkerhederne på datamaterialet er vurderet ud fra den antagelse, at grundvandsbidraget er ukendt. Det største variansbidrag stammer fra Nimdrup Bæk. Usikkerheder på vandbalancen for Bryrup Langsø kan primært henføres til usikkerheder og skønnede værdier for Nimdrup Bæk. Det er derfor vurderet, at der opnås det bedste resultat ved at lade Nimdrup Bæk være ubekendt og antage, at grundvandstilstrømningen er lig den, som er beregnet for perioden 1989-11992.

$$Q_{\text{ind}} = Q_g + Q_{\text{Nimdrup Bæk}} + (0,104 \cdot Q_{\text{Nimdrup Bæk}} - 0,007) + (0,5 \cdot q_{\text{Nimdrup Bæk}} + 0,5 \cdot q_{\text{Kringelbæk}}) \cdot A_{\text{umålt}}$$

Ud fra ovenstående ligning kan vandføringen i Nimdrup Bæk bestemmes som :

$$Q_{\text{Nimdrup Bæk}} = 0,756 \cdot Q_{\text{Bryrup Å}} - 17 \text{ l/s}$$

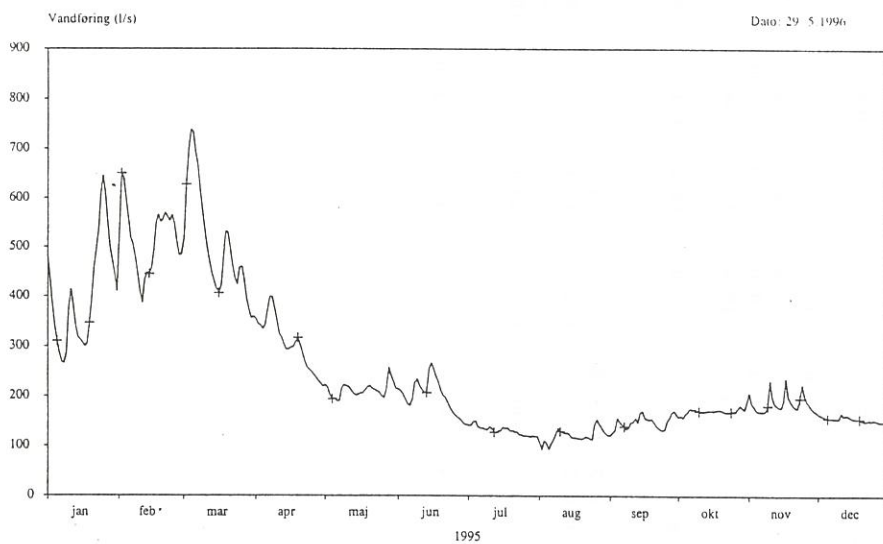
DAGLIG VANDFØRING 090274 KRINGELBÆK OPSTRØMS AFLØB FRA KARLSØ
Referencestationer: 092043
Signaturer: PLUS = prøve, med i beregn



STOQ version 3.50

Tid

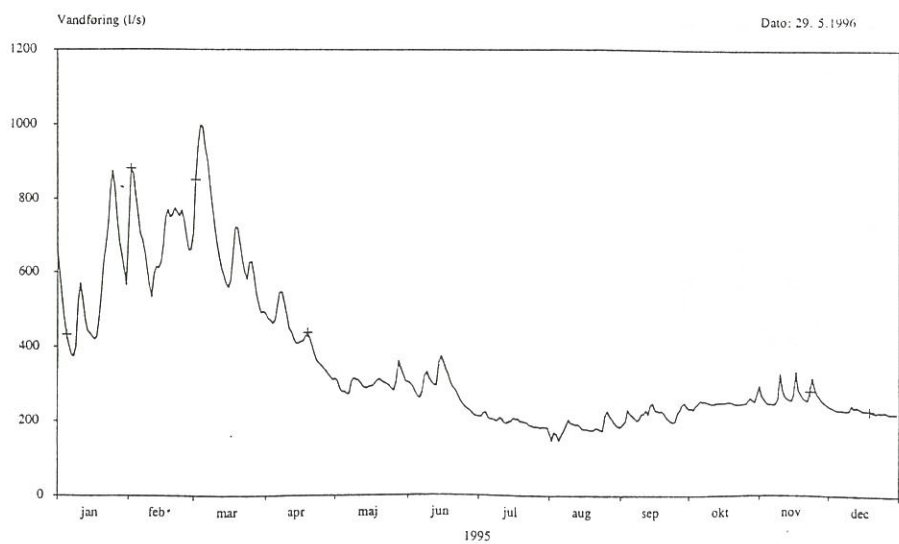
DAGLIG VANDFØRING 092043 NIMDRUP BÆK 300 M NEDSTRØMS KÆMPESMØLLE
Referencestationer: 090535
Signaturer: PLUS = prøve, med i beregn



STOQ version 3.50

Tid

DAGLIG VANDFØRING 090535 BRYRUP Å 100 M NEDSTRØMS BRYRUP LANGSØ
Referencestationer: 090535
Signaturer: PLUS = prøve, med i beregn



STOQ version 3.50

Tid

 Afstrømningsområde: 09_04 Sø: BRYRUP LANGSØ År: 1995 Parameter: Nitrogen: total-N

VANDBALANCE

 Enhed: 1000 m3

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
090274	116.0	125.6	101.8	37.6	13.9	17.1	9.9	4.6	11.9	9.9	16.3	9.4	57.4	473.9
092043	1142.6	1320.4	1429.7	826.6	587.6	534.0	356.0	325.2	390.1	468.7	499.2	425.9	2192.8	8305.9
Målt tilløb	1258.6	1446.0	1531.5	864.2	601.6	551.1	365.9	329.7	402.0	478.6	515.5	435.2	2250.2	8779.9
Umålt tilløb	263.2	298.2	299.0	158.0	103.4	97.0	63.6	55.0	70.5	81.6	91.0	74.4	389.5	1654.9
Nedbør	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Direkte tilførsel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	-29.4	-61.5	-1.8	116.4	38.4	70.1	96.5	109.8	103.9	99.6	93.2	103.2	418.7	738.4
Samlet tilløb	1492.4	1682.7	1828.7	1138.6	743.4	718.2	526.0	494.5	576.4	659.8	699.7	612.8	3058.5	11173.2
Fordamning	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fraløb	1499.6	1711.6	1855.1	1106.0	812.9	743.6	526.0	487.7	565.6	665.6	700.6	612.8	3135.9	11287.2
Samlet afløb	1499.6	1711.6	1855.1	1106.0	812.9	743.6	526.0	487.7	565.6	665.6	700.6	612.8	3135.9	11287.2
Magasinerings	-7.2	-28.9	-26.3	32.6	-69.5	-25.4	0.0	6.7	10.8	-5.8	-1.0	0.0	-77.4	-114.0

 Afstrømningsområde: 09_04 Sø: BRYRUP LANGSØ År: 1995 Parameter: Nitrogen: total-N

INDDATA

Søareal 380000 m2 Atmosfærisk deposition 20.00 kg/ha/år
 Søvolumen 1720000 m3 Stofkonc. i tilførsel fra grv. 4000.00 µg/l
 Volumen målt d. 95.01.01

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Nedbør (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fordampning (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Direkte vandtilførsel (l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vandtilf. fra grundvand (l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stoftilf. fra punktkilder (kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stoftilf. fra andre kilder (kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Date	Vandst. (m)	Date	Konc. (µg/l)	Date	Konc. (µg/l)	Station nr.	Navn	Opland (km2)	Q-vægt	T-vægt
95.01.24	0.60	95.01.24	6680	090274	KRINGELBÆK	0.00	1.7000	1.7000		
95.02.14	0.55	95.02.14	6480	090535	BRYRUP Å	0.00	-1.0000	-1.0000		
95.03.16	0.46	95.03.16	6500	092043	NIMDRUP BÆK	0.00	1.1593	1.1593		
95.03.30	0.43	95.03.30	6170							
95.05.04	0.53	95.04.20	5750							
95.05.18	0.34	95.05.04	5730							
95.05.31	0.34	95.05.18	5130							
95.06.13	0.32	95.05.31	4820							
95.06.29	0.27	95.06.13	4470							
95.07.12	0.28	95.06.29	4380							
95.07.27	0.26	95.07.12	4030							
95.08.09	0.29	95.07.27	3760							
95.08.23	0.27	95.08.09	3390							
95.09.06	0.30	95.08.23	3060							
95.09.28	0.32	95.09.06	2890							
95.10.11	0.31	95.09.28	2840							
95.11.08	0.30	95.10.11	2690							
95.12.19	0.30	95.11.08	3220							
		95.12.19	3600							

 Afstrømningsområde: 09_04 Sø: BRYRUP LANGSØ År: 1995 Parameter: Phosphor: total-P

INDDATA

Søareal 380000 m2 Atmosfærisk deposition 0.20 kg/ha/år
 Søvolumen 1720000 m3 Stofkonc. i tilførsel fra grv. 50.00 µg/l
 Volumen målt d. 95.01.01

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Medløb (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fordampning (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Direkte vandtilførsel (l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vandtilf. fra grundvand (l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Stoftilf. fra punktkilder (kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stoftilf. fra andre kilder (kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (µg/l)	Dato	Konc. (µg/l)	Station nr.	Navn	Opland (km2)	Q-vægt	T-vægt		
95.01.24	0.60	95.01.24	72	95.01.24	72	090274	KRINGELBÆK	0.00	1.7000	1.7000		
95.02.14	0.55	95.02.14	69	95.02.14	69	090535	BRYRUP Å	0.00	-1.0000	-1.0000		
95.03.16	0.46	95.03.16	72	95.03.16	72	092043	NIMDRUP BÆK	0.00	1.1593	1.1593		
95.03.30	0.43	95.03.30	51	95.03.30	51							
95.05.04	0.53	95.04.20	141	95.04.20	141							
95.05.18	0.34	95.05.04	23	95.05.04	23							
95.05.31	0.34	95.05.18	23	95.05.18	23							
95.06.13	0.32	95.05.31	20	95.05.31	20							
95.06.29	0.27	95.06.13	31	95.06.13	31							
95.07.12	0.28	95.06.29	26	95.06.29	26							
95.07.27	0.26	95.07.12	15	95.07.12	15							
95.08.09	0.29	95.07.27	31	95.07.27	31							
95.08.23	0.27	95.08.09	22	95.08.09	22							
95.09.06	0.30	95.08.23	33	95.08.23	33							
95.09.28	0.32	95.09.06	41	95.09.06	41							
95.10.11	0.31	95.09.28	37	95.09.28	37							
95.11.08	0.30	95.10.11	17	95.10.11	17							
95.12.19	0.30	95.11.08	39	95.11.08	39							
		95.12.19	39	95.12.19	39							

STOQ Semodul 4.6

Afstrømningsområde: 09_04 Sø: BRYRUP LANGSØ År: 1995 Parameter: Jern Ferri

STOFBALANCE Enhed: kg

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
090274	44.9	40.4	29.7	12.9	7.4	6.6	3.8	1.6	5.1	7.0	7.3	2.5	24.5	169.2
092043	431.6	486.2	429.8	151.1	65.0	63.5	28.7	32.1	48.0	81.7	105.4	78.8	237.3	2001.8
Målt tilløb	476.6	526.6	459.5	164.0	72.4	70.1	32.5	33.7	53.0	88.7	112.7	81.3	261.8	2171.1
Umålt tilløb	100.2	105.7	89.3	33.1	15.5	14.7	7.3	6.3	11.2	17.9	21.9	14.3	55.0	437.4
Atm. deposition	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Punktkilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Andre kilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	-4.7	-10.3	-0.3	116.4	38.4	70.1	96.5	109.8	103.9	99.6	93.2	103.2	418.7	815.8
Samlet tilførsel	572.1	622.0	548.4	313.5	126.4	155.0	136.3	149.8	168.1	206.2	227.8	198.7	735.5	3424.2

Fraløb	355.6	425.4	272.9	128.8	86.4	76.0	51.5	45.6	50.6	56.7	57.3	58.6	310.1	1665.6
Samlet fraførsel	355.6	425.4	272.9	128.8	86.4	76.0	51.5	45.6	50.6	56.7	57.3	58.6	310.1	1665.6

Magasinering	11.9	7.6	-87.1	-99.0	-26.4	38.0	-35.6	79.0	78.3	-101.3	20.0	0.0	133.3	-114.6
Intern belastning	-204.6	-188.9	-362.6	-283.6	-66.4	-41.0	-120.4	-25.2	-39.2	-250.8	-150.5	-140.1	-292.2	-1873.3

Retention	Opholdstider	Tilført	Fraført	Konc. (mg/l)	Tilført	Fraført
51.36 %	Året	0.1574	0.1455	Året	0.3065	0.1476
4.63 g/m ² sooverfl./år	1/5 - 30/9	0.2558	0.2154	1/5 - 30/9	0.2405	0.0989
1.76 ton/år	1/12 - 31/3	0.0999	0.0987			
	Max. måned	0.3456	0.2726			
	Min. måned	0.0767	0.0757			

Metode til beregning af vand - og stofbalance

Vandbalancen opstilles ud fra følgende størrelser :

GRUNDDATA

N :	nedbør	(månedsværdier, mm)
E _a :	fordampning	(månedsværdier, mm)
Q _p :	direkte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Q _t :	sum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Q _a :	afløb	(månedsværdier, l/s)
Q _u :	umålt opland (beregnes ud fra vægtning af tilløb)	(månedsværdier, l/s)
Q _s :	vandstandsvariationer (magasinering)	(diskrete værdier, m)
Q _g :	udveksling med grundvand	(månedsværdier, mm)
A :	søareal	(konstant, m ²)

$$\text{Ligning : } Q_g = -A(N - E_a) - Q_p - Q_t + Q_a - Q_u + Q_s$$

hvor $Q_u = \text{sum af } (Q_i(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (v_i er vægte $<> 1,0$)

$Q_s = \text{produktet af lineært interpoleret ændring i vandstand mellem månedsslut-/månedstart og søareal.}$

Stofbalance opstilles ud fra :

P _a :	atmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
T _t :	sum af målte transportere i tilløb	(månedsværdier, kg)
T _a :	transport i afløb	(månedsværdier, kg)
T _p :	direkte stofudledning fra punktkilder	(månedsværdier, kg)
T _ø :	direkte udledning fra øvrige kilder	(månedsværdier, kg)
T _u :	stofftilførsel fra umålt opland (vægtede)	(månedsværdier, kg)
T _g :	stofudveksling med grundvand (+/-)	(månedsværdier, kg)
S :	ændret stofindhold i søen (søkonc., volumen)	(diskrete værdier, µg/l-m ³)
T _i :	intern belastning	(månedsværdier, kg)
C :	søkoncentration	(diskrete værdier, µg/l)
V :	søvolumen	(diskrete værdier, m ³)
g ₊ :	koncentration af tilført grundvand	(konstant, µg/l)
g ₋ :	koncentration af udsivet grundvand	(konstant, µg/l)

$$\text{Ligning : } T_i = -P_a A - T_t + T_a - T_p - T_\emptyset - T_u - T_g + S$$

hvor $T_u = \text{sum af } (T_t(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (med vægte $<> 1,0$)

$T_g = g_+ Q_g$ for $q_g > 0$ (måneder med tilstrømning) og

$T_g = g_- Q_g$ for $Q_g < 0$ (måneder med udsivning).

$$S = C_{n+1} V_{n+1} - C_n V_n \text{ (interpolerede værdier ved månedsskifter)}$$

(søvolumener er beregnet ud fra diskrete vandstande og søareal)

Phytoplankton - metodik

Prøvetagning

De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget på en station, som er placeret på det dybeste sted i søen. Prøven er udtaget med vandhenter og af blandingsprøven fra 0,2 + 2 + 4 + 6 m er der udtaget 250 ml, som er fikseret i sur lugol opløsning.

Derudover er der udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med maskevidde på 20 µm, hvorefter den er fikseret i sur lugol opløsning. I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning : Miljøprojekt nr. 187. Planteplanktonmetoder, 1991.

Bearbejdning af prøver

Den kvalitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Uthermöhl's sedimentationsteknik (Uthermöhl, 1958). Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 10 ml.

For hver prøvetagningdag er der fra net - og vandprøverne udarbejdet en artsliste med samtlige fundne slægter og arter.

Der er tilstræbt at tælle mindst 100 individer/kolonier af de hyppigst forekommende arter i hver prøve. Et tælle-tal på ca. 100 medfører en usikkerhed på ca. 20 %.

Volumen af de kvantitativt dominerende arter er bestemt ved opmåling af de lineære dimensioner af 10 - 15 celler og en efterfølgende tilnærmelse af cellens form til simple geometriske figurer (Edler, 1979).

For kiselalger er der for data fra 1989 ved omregning fra vådvægt til kulstof, altid kalkuleret med en vakuolestørrelse i cellen på 75 %. Med data for 1990 og 1991 er der ved denne omregning kalkuleret med en plasmatykkelse i cellen på 1 µm. Efterfølgende omregning til kulstof er foretaget ved hjælp af formlen :

$$PV = CV - (0,9 * VV)$$

hvor PV er det modificerede plasmavolumen, CV det totale cellevolumen og VV vakuolens volumen.

Med data fra 1992 er beregningsmetoden for kulstofindhold i kiselalger ændret til ikke længere at tage hensyn til en vakuole med et lavere kulstofindhold.

I følge overnævnte retningslinier er det endvidere antaget, at kulstof udgør følgende procentdele af orga-

nismernes plasmavolumen : Thekate furealger 13 %, øvrige algegrupper 11 %.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater tilhørende slægten Cryptomonas, flagellater der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfikserede prøver, celler der var for fåtallige til at blive optalt særskilt samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper. Volumen af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Helle Jensen.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabaseprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Fytoplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fytoplankton rådata.

Zooplankton - metodik

Prøvetagning

Prøverne er indsamlet med 5 liter hjerteklap vandhenter med KC-maskiners ekstra sikring af klapperne.

Prøvetagningsmetode 1989.

Zooplanktonprøverne blev indsamlet på vandkemistationen (dybde 31 m) og fra dybderne 0,2 + 4 + 6 m og 10 + 15 + 20 + 25 + 30 m. Der blev dels udtaget en filtreret prøve (> 90 µm) og en ufiltreret prøve. Prøverne blev konserveret med sur lugol opløsning og blev opbevaret mørkt.

Prøvetagningsmetode fra 1990.

På hver af de tre stationer er der udtaget prøver i 0,5 + 3 + 6 + 9 + 12 m og i 15 + 20 + 25 m. Fra hver blandingsprøve er der udtaget hhv. 2 liter til filtrering gennem 90 µm net og 0,25 liter til sedimentation. Alle tre stationer er endeligt puljet således, at den filtrerede prøve indeholder 12 liter fra 0,5 + 3 + 6 + 9 + 12 + 15 + 20 + 25 m og den sedimenterede prøve 1,5 liter fra de samme dybder. Begge prøver er konserveret med sur lugol opløsning og opbevaret i mørke flasker.

Bearbejdning

Den kvantitative oparbejdning af prøverne er foretaget i omvendt mikroskop. I de fleste tilfælde er identifikation af dyrene også foretaget i dette.

Oparbejdningen af den sedimenterede og den filtrerede prøve er så vidt muligt sket i overensstemmelse med overvågningsprogrammets vejledning "Zooplanktonundersøgelser i søer; Metoder", som der derfor henvises til for en detaljeret beskrivelse af metodik.

Zooplanktonets biomasse er beregnet efter længde/vægt relationer (McCauley, 1984). Biomassen er opgivet i mm^3/l . Beregningerne er for alle grupper foretaget som et gennemsnit af de individuelle biomasseværdier. Gennemsnit og standardafvigelser af de målte længder og tilhørende biomasser er angivet i datarapporten.

Bestemmelse og optælling er foretaget af Bioconsult / cand. scient Viggo Mahler.

Registreringer bearbejdning og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabasebehandlingsprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Zooplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fyttoplankton rådata.

Sedimentdata

Station	Dybde	Tørstof %	Glødetab % af tørstof	Nitrogen g/kg TS	Calcium g/kg TS	Jern g/kg TS	Total P mg/kg TS
Øst	0-2	3,08	35,1	17,8	12,0	50	4130
	2-5	4,18	36,4	21,1	12,0	54	3870
	5-10	3,77	35,8	18,6	11,0	50	5450
	10-20	5,16	37,1	19,6	11,0	53	4350
	20-30	6,32	29,4	15,7	8,6	68	2090
	30-37	10,2	25	13,4	6,8	61	2260
midt	0-2	3,27	36,7	17,6	12,0	54	4540
	2-5	4,42	36,0	17,3	11,0	47	5570
	5-10	4,46	37,4	19,9	13,0	59	7480
	10-20	5,53	35,4	18,6	11,0	56	7900
	20-30	8,66	27,1	13,8	6,5	55	2920
vest	0-2	4,66	34,1	14,3	12,0	40	3270
	2-5	6,45	29,8	14,6	12,0	39	3950
	5-10	7,56	29,5	14,4	12,0	44	5190
	10-20	8,96	28,9	14,5	9,9	39	4180
	20-30	12,2	23,7	11,6	7,4	32	1480

Station	Dybde	Fosforfrak. (mg/kg TS)				Total P
		Let ads.	Fe-P	Ca-P	Org.-P	
øst	0-2	41	3500	250	340	4130
	2-5	15	2700	640	520	3870
	5-10	19	2940	1690	800	5450
	10-20	14	2760	910	660	4350
	20-30	6,3	680	850	550	2090
	30-37	2,6	630	1070	560	2260
midt	0-2	190	3360	520	470	4540
	2-5	49	4460	530	530	5570
	5-10	24	5740	1020	690	7480
	10-20	15	6370	860	660	7900
	20-30	2	1680	730	500	2920
vest	0-2	54	2470	340	410	3270
	2-5	6,1	2530	780	640	3950
	5-10	5,1	1940	2280	970	5190
	10-20	2	680	2420	1080	4180
	20-30	0,5	300	610	560	1480

Samletabel over beregnede data

Specifikation / år	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
VANDBALANCE FOR BRYRUP LANGSØ														
Samlet fraførsel (* 10 m ³ /år)	6,6	6			6,3	8,6	8,3	5,99 1	7,35 0,84	7,01 1,02	7,1 0,8	7,3	15,2 1,44	11,3 0,7
Heraf Indsivning (m ³ /år)														
Opholdstid:														
- år (dage)	95	101			100	73	76	103	85	90	88	83	40	55
- sommer (1/5-30/9 (dage))								148	141	123	147	124	65	80
- max. måned (dage)								172	183	183	230	216	90	99
min. måned (dage)								55	36	36	54	42	19	29
BELASTNING - MASSEBALANCER														
Total-fosfor - år:														
Samlet tilførsel (t P/år)	1,49	1,17			1,05	1,22	1,75 0,8	0,696 0,2	1,056 0,4	0,708 0,02	0,761 0	0,881 0	1,55 0	0,872 0
- spildevand (t P/år)														
- dambrug														
- spredt bebyggelse (t P/år)	0,2	0,2			0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,33	0,353	0,28	0,19	0,19
- åbent landbidrag (t P/år)					0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,105	0,186	0,32	0,79	0,207
- basis (t P/år)					0,66	0,84	1,27	0,2	0,2	0,21	0,208	0,22	0,46	0,335
Samlet fraførsel (t P/år)	0,72	0,67			0,66	0,84	1,27	0,59	0,95	0,7	0,664	0,822	1,51	0,553
Tilbageholdt P (t P/år)	0,77	0,5			0,39	0,38	0,48	0,106	0,106	-0,009	0,097	0,059	0,09	0,319
Tilbageholdt P i %	52	43			37	31	27	14	10	0	13	7	2	36
Samlet tilførsel (g P/m ² år)	3,95	3,1			2,79	0,324	4,64	1,8	2,78	1,91	2	2,32	4,08	2,29
Pi (indløbskonc. i µg P/l)	225	195			167	142	211	116	144	104	110	120	102	78

	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Total-fosfor - sommer(1/5-30/9):														
Samlet tilførsel (kg P/dag)								1,02	1,46	1,2	0,81	1,4	2,3	1,22
Samlet fratørsel (kg P/dag)								1,18	1,99	1,24	1,48	1,58	1,7	0,73
Tilbageholdt P (kg P/dag)								-0,16	-0,53	-0,04	-0,67	-0,18	0,56	0,69
Tilbageholdt P i %								-16	-36	-3	-83	-13	24	57
Samlet tilførsel (mg P/m ² dag)								2,7	3,84	3,24	3,2	3,68	4,08	3,2
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								88	121			103	90	60
Opløst fosfat - år:														
Samlet tilførsel (t P/år)								0,33	0,462	0,402	0,346	0,533	0,89	0,496
Samlet fratørsel (t P/år)								0,19	0,456	0,248	0,219	0,399	0,72	0,195
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								54				73	59	44
Total-kvælstof - år:														
Samlet tilførsel (t N/år)	32,1	30,6			48,1	63,7	59,6	45,2	60,9	54,03	66,34	60,71	108,8	83,23
- spildevand (t N/år)								1,18	1,25	0,08	0	0	0	0
- spredt bebyggelse (t N/år)								0,6	0,6	0,6	1,035	0,8	0,82	0,82
- åbent landbidrag (t N/år)								36,9	51,2	745,4	57,787	50,9	86,5	59,4
- basis (t N/år)	6,6	6			6,3	8,6	8,3	6	7,35	7,01	6,92	7,3	15,2	21,4
- nedbør i N/år								0,57	0,57	0,57	0,57	0,8	0,8	0,8
- dambrug														0,79
Samlet fratørsel (t N/år)	14,3	13,7			30,8	40,9	35,7	24,9	31,8	32,7	33,31	35,08	81,2	59,1
Sedimentation (t N/år)	2,5	1,6			1,4	1,5	1,5	1,5						
Sedimentation i %	8	5			3	2	3	3						
Denitrifikation (t N/år)	15,3	15,3			15,9	21,1	22,4	18,3		21,3	33,03	25,63	28	30
Denitrifikation i %	48	48			33	33	38	41		39	50	42	26	29
Samlet tilførsel (g N/m ² /år)	85	81			120	170	160	120	160	146	175	160	286	219
Ni (indløbskonc. i mg N/l)	4,9	5,1			7,6	7,4	7,2	7,3	8,29	8,3	9,6	8,3	7,2	7,4
Total-kvælstof sommer(1/5-30/9):														
Samlet tilførsel (kg N/dag)								73	79	72	72	92		150
Samlet fratørsel (kg N/dag)								38	33	50	45	33		94
Tilbageholdt N (kg N/dag)								35	46	22	27	59		89
Tilbageholdt N i %								48	58	31	38	64		60
Samlet tilførsel (mg N/m ² dag)								192	208	195	189	242		395
Ni (indløbskonc. i mg N/l)								6,3	6,5			6,7		7,3

VANDKEMI & FYSISKE MALINGER I SØVANDET	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Sigdybde (1/5-30/9) (m)														
Sigdybde 50%-fraktilen (m)														
Max. sigdybde (m)														
Min. sigdybde (m)														
Fosfor (1/5-30/9):														
Total fosfor gns. (µg P/l)	91	156	193	90	84	109	139	95	136	86	116	96	63	28
Total fosfor 50%-fraktilen	90	139	176	69	80	96	107	75	98	78	89	71	51	26
Total fosfor max. (µg P/l)	128	242		176	125	215	241	182	158	158	209	177	107	75
Total fosfor min. (µg P/l)	47	72		66	65	60	83	39	27	37	40	33	38	15
Opløst fosfat gns. (µg P/l)	10	50		20	16	34	57	14	36	11	22	25	6	3
Opløst fosfat 50%-fraktilen	7	47		4	10	33	51	12	14	7	10	12	5	2
Opløst fosfat max. (µg P/l)	19	100		54	60	65	144	31	119	37	78	96	12	40
Opløst fosfat min. (µg P/l)	5	3		0	5	4	17	4	4	1	1	3	3	1
Kvælstof (1/5-30/9):														
Total kvælstof gns. (mg N/l)	1,81	2,17	2,06	1,47	2,85	3,7	2,91	3,3	2,7	3,5	3,64	2,59	3,58	3,97
Total kvælstof 50%-fraktilen	1,73	2,1		0,86	2,3	3,7	4	3,1	2,1	3,5	3,2	2,22	3,67	4,03
Total kvælstof max. (mg N/l)	2,63	2,72		3,53	4,6	5,9	4,05	5,2	5,03	5,7	5,78	4,63	4,82	6,8
Total kvælstof min. (mg N/l)	1,24	1,68		0,74	1,5	1,4	2,15	1,8	1,29	1,7	1,96	1,29	2,55	2,8
Opløst uorg. N gns. (mg N/l)	0,9	1,1	1,1	0,6	1,9	2	1,9	2,2	1,59	2,4	2,45	1,59	2,39	3,24
Klorofyl (1/5-30/9):														
Klorofyl gns. (µg/l)														
Klorofyl 50%-fraktilen (µg/l)														
Klorofyl max. (µg/l)														
Klorofyl min. (µg/l)														
Øvrige variable (1/5-30/9):														
pH gns.														
Susp. tørstof mg/l			8,8	9	8,7	8,5	8,8	8,9	9,07	8,8	8,7	8,6	8,4	8,1
Susp. glødetab mg/l									10,6	10	10,1	8,8	5,8	3,6
Total alkalinitet (meq/l)									6,9	7,1	3,9	6,6	4,9	3,1
Opløst silicium gns. (mg Si/l)	1,1	2					1,3	1,51	1,3	1,3	1,4	1,4	1,17	1,28
Part. COD gns. (mg O2/l)	0,81	0,85	1,09	0,57	1,86	1,9	7,8	6,1	10,2	8,4	8,2	7,1	6,25	3,52
Nitrat+nitritkvælstof gns. (mg N/l)	0,13	0,14	0,04	0,07	0,01	0,07	0,04	0,04	0,029	0,024	0,043	0,047	0,026	0,014
Ammoniumkvælstof gns. (mg N/l)														
Alle variable - årsgennemsnit:														
Total fosfor (µg P/l)	101	156	164	106	90	110	146	98	130	98	103	103	82	18
Opløst fosfat (µg P/l)	34	54	74	40	26	42	81	28	57	25	32	42	33	11
Total kvælstof (mg N/l)	2,34	2,58	2,82	2,41	3,86	4,41	4,08	3,74	4,14	3,99	4,42	4,62	4,79	4,56
Nitrat+nitritkvælstof (mg N/l)	1,58	1,59	2,02	1,5	2,67	2,97	2,96	2,73	3,01	2,94	3,39	3,66	3,87	3,83
Ammoniumkvælstof (mg N/l)	0,11	0,11	0,08	0,1	0,01	0,05	0,09	0,05	0,046	0,024	0,035	0,056	0,053	0,023
pH			8,4	8,6	8,6	8,2	8,1	8,5	8,4	8,2	8,3	8,2	8	7,9
Total alkalinitet (meq/l)			1,25	1,15	1,29	1,29	1,28	1,48	1,28	1,28	1,37	1,38	1,18	1,24
Opløst silicium (mg Si/l)			3,2	3,2	4,2	4,2	3,2	2	3,62	3,1	2,7	2,2	2,46	1,25
Part. COD (mg O2/l)			6,5	6,5	5,3	5,3	5,1	5,1	6,25	6,77	6,25	6,5	4,41	3,45
Susp. tørstof mg/l									7,3	8,5	7,8	7,1	4,98	4,28
Susp. glødetab mg/l									4,8	6	5,4	4,7	3,28	3,02

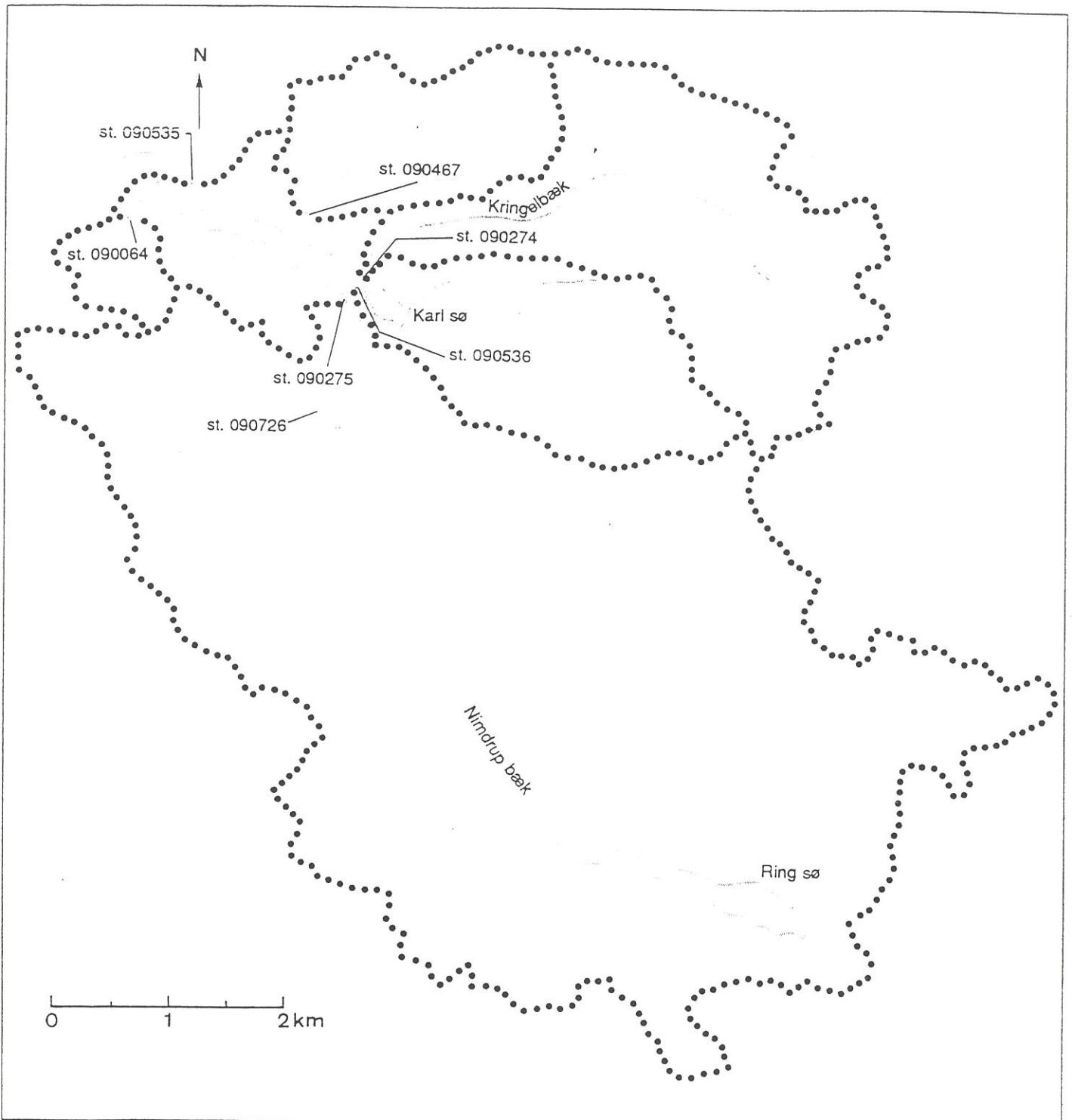
Oversigt over udførte undersøgelser i Bryrup Langsø

1972-1974	Vandkemiske undersøgelser, sediment
1975	Vandkemiske undersøgelser
1978	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, sediment, bundfauna og fytoplankton.
1983	Vandkemiske undersøgelser
1987	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton
1988	Fiskeundersøgelser og smådyrsfauna
1989	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, sediment og zooplankton
1990	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1991	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og fisk
1992	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1993	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1994	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1995	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og sediment

Navn/lokalitet	Århus Amt-nr./ DØH-nr.	Topografisk opland km ²	Grovsan- det jord 1 %	Finsan- det jord 2 %	Lerbl. sandjord 3 %	Sandbl. lerjord 4 %	Ler- jord 5 %	Svær lerjord 6 %	Humus jord 7 %	Speciel type 8 %	Skov %	Fersk- vand %	Andet %	Dyrket %	Udyrket %
Karl Sø, afløb	090536/210613	3,94	4	0	75	2	0	0	1	0	10	2	6	81	19 *
Nimdrup Bæk	090275/21.73	29	24	0	38	18	0	0	0	0	13	1	6	80	20
Tilløb fra Sydvest	090064/211027	0,67	90	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	90	10
Tilløb fra Nord	090467/211026	2,63	2	0	81	3	0	0	0	0	3	0	11	97	3
Kringelbæk	090274/210424	6,6	0	0	86	4	0	0	7	0	3	0	1	97	3
Bryrup Langsø, afløb	090535/210340	45	20	0	48	12	0	0	1	0	10	2	7	82	18
Kilde v. Nimdrupbæk	090726/ -	0,59												*	*

Tabel 3.6 Stationer og oplandskarakteristik. Bryrup Langsø.

* Skønnet fordeling 50% dyrket - 50% udyrket.



Stationer og oplande. Bryrup Langsø.

