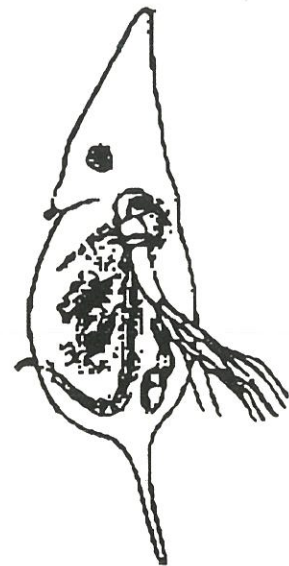




N



P

# BRYRUP LANGSØ 1990

## REGISTERBLAD

- UDGIVER** Århus Amtskommune, Teknisk Forvaltning, Lyseng Allé 1, 8270 Højbjerg.
- TITEL** Bryrup Langsø, 1990.
- FORFATTER** Jørgen Windolf, Lisbeth Drasbech & Karen Schacht, Miljøkontoret, Århus Amtskommune
- RESUMÉ** Denne datarapport indeholder en præsentation af Miljøkontorets undersøgelser i Bryrup Langsø i 1990. Søen er en af de 37 søer, der indgår i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Ca. hvert tredje år agter Miljøkontoret at foretage en mere grundig bearbejdning og afrapportering af søtilsynet i Bryrup Langsø. Vandtilførslen var ca. 20 % større i 1990 end i det tørre år 1989. Også koncentrationerne af fosfor i det indstrømmende vand var højere i 1990 (144 µg P/l) end i 1989 (116 µg P/l), -måske fordi en større del af spildevandet udledt fra enkeltliggende ejendomme nåede frem til søen i 1990. I august 1990 var koncentrationen af nitrat i modsætning til i 1989 helt i bund. Samtidig var udviklingen af blågrønner mere massiv i 1990 og koncentrationen af fosfor i søvandet i sensommeren 1990 meget højere end i 1989. Fosforindholdet i søens sediment er højt (5-8 mg P/g TS) og hovedparten bundet til jernforbindelser. På trods af, at der siden 1972 er sket afskæring af næsten alt bispildevandet fra søen, synes der ikke at være sikre tegn på, at fosforindholdet i sedimentet er mindsket.
- EMNEORD** Søer, eutrofiering, Vandmiljøplan, fytoplankton, zooplankton.
- FORMAT** A4
- SIDETAL** 89
- OPLAG** 100
- ISBN** 87-7295-319-5
- TRYK** Århus Amtskommunes trykkeri, maj 1991.






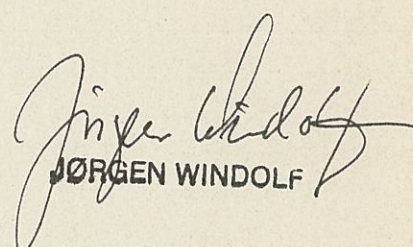
Dato: **20 JUNI 1991**  
Journalnr. 8-75-13-9A-2-90  
Sagsbehandler **Jørgen Windolf**  
Lokalnr. 4374  
JW/mm

Vedrørende Bryrup Langsø 1990

././. Hermed fremsendes datarapport om miljøtilstanden i Bryrup Langsø 1990.

Med venlig hilsen

  
JENS M. ANDERSEN  
afdelingsleder

  
JØRGEN WINDOLF



1891 JUL 15





N



P

# BRYRUP LANGSØ 1990

DANMARKS  
MILJØUNDERSØGELSER  
BIBLIOTEKET  
Lysbrogade 52 .DK-8600 Silkeborg

DANMARKS  
MILJØUNDERSGØELSER  
BIBLIOTEKET  
Lydbrogade 52 DK-8000 Silkeborg



# BRYRUP LANGSØ 1990

RAPPORT UDARBEJDET AF:

Jørgen Windolf, Lisbeth Drasbech & Karen Schacht, Miljøkontoret, Århus Amtskommune.





## *Indholdsfortegnelse*

	<i>Side:</i>
Sammenfatning	5
Indledning	9
Vandføring i tilløb og afløb	11
Vandkemi i tilløb	14
Vand- og næringsstofbalance for Bryrup Langsø	17
Kilder til næringsstofftilførslen	18
Fysiske og kemiske målinger fra Bryrup Langsø	21
Fytoplankton	29
Zooplankton	35
Sediment	40
Referencer	43
Bilagsoversigt	45





## Sammenfatning

### **Vand- og næringsstofbalance**

Vandtilførslen til Bryrup Langsø var i 1990 ca 20% større end i det tørre år 1989.

Som følge deraf var også tilførslen af kvælstof i 1990 større end i 1989, (henholdsvis 61 t N/år og 45 t N/år).

Også fosfortilførslen var som følge af den større vandtilførsel noget større i 1990 end i 1989 (henholdsvis 1,06 t P/år og 0,71 t P/år).

Ved vandets passage reduceres kvælstoftransporten med 43-47 %, hovedsageligt som følge af denitrifikation.

Ud fra vandets gennemsnitlige opholdstid i søen (85-103 dage) ville det være at forvente, at fosfortransporten tilsvarende ville blive reduceret med 33-35% (jf OECD 1982), og måske endda noget mere, da søens sediment er meget jernrigt. I lignende søer vil der ofte være en betydelig tilbageholdelse af fosfor.

I 1989-90 blev fosfortilbageholdelsen beregnet til 10-14 %, - altså meget mindre, end det kunne forventes.

### **Kilder til stoftilførslen**

Langt hovedparten af kvælstoftilførslen stammer fra dyrkningsbetingede udvaskninger.

Fosfortilførslen er i modsætning hertil fordelt på flere betydende kilder.

I 1989 udledtes 234 kg P/år fra rensningsanlæg og i 1990 200 kg P/år.

Spildevandet fra det lille bysamfund i Slagballe blev afskåret fra søen i sommeren 1990, således at der nu kun tilledes byspildevand fra Vinding.

Miljøankenævnet har ved afgørelse af 21. dec., 1990 stadfæstet Århus Amtskommunes afgørelse

om, at dette spildevand skal afskæres fra søen. Dette skal ske senest 1. oktober 1991.

Udover byspildevand udledes spildevand fra spredt bebyggelse. Det skønnes, at op mod 680 personer i enkeltliggende ejendomme i søens opland producerer spildevand. Der er tale om et potentielt meget betydende fosforbidrag (890 kg fosfor/år) omend det er umuligt nøjagtigt at bestemme, hvor meget af dette spildevand, der faktisk når frem til søen.

For 1989 og 1990 er der gættet på en tilførsel på henholdsvis 180 og 450 kg fosfor/år fra spredt bebyggelse.

Et enkelt dambrug ved hovedtilløbet Nimdrup bæk udledte 108-127 kg fosfor/år i 1989 og 1990.

Endvidere tilføres søen fosfor som følge af dyrkningsbetingede udvaskninger fra landbrugsjorden (100-290 kg fosfor i henholdsvis 1989 og 1990).

Den naturlige tilførsel, der ville være til Bryrup Langsø uden spildevandsudledninger, landbrugsdrift og dambrug i søens opland skønnes ud fra fosforkoncentrationer i uforurenede kilder at være 180-220 kg fosfor/år.

### **Recipientkvalitetsplan**

Recipientkvalitetsplanens fosforkvote til Bryrup Langsø er fastsat til 20 kg P/år fra rensningsanlæg, 100 kg P/år fra spredt bebyggelse og 90 kg P/år fra dambrug.

De aktuelle tilledninger fra disse kilder var i 1990 således ikke i overensstemmelse med det, der ønskes opnået med Recipientkvalitetsplanens krav.



### Resultater fra søen

Sammenlignes de vandkemiske målinger fra søens overfladevand i 1989 og 1990 var der nogen forskel på resultaterne.

Årsgennemsnittet af total-fosfor var i 1990 130 µg P/l mod 95 µg P/l i 1989. Også i sammenligning med tidligere års resultater var fosforkoncentrationen i 1990 ret høj. Der er ikke sket så stor en reduktion i søvandets fosforkoncentration, som i det vand, der strømmer til søen.

Fosforkoncentrationerne var specielt høje i 1990 fra sidst i august til først i november.

Sammenfaldende hermed var der mange kolonidannende blågrønalger i søen. Dette kan være forklaringen på de høje fosforværdier, idet blågrønalger generelt synker meget langsomt ned på søbunden. Det fosfor, der frigives fra søbunden og optages i alger, føres altså langsommere tilbage til søbunden, når der er mange store blågrønalger til stede i søvandet.

Det er dog også karakteristisk for søen, at koncentrationen af opløst fosfat vedvarende var lavt begge år fra april til slutningen af juli, (<20µgP/l). I august 1990 steg koncentrationen af opløst fosfat som nævnt stærkt, samtidig med at koncentrationen af uorganisk kvælstof (nitrat) var helt i bund (<0.005 mg N/l). Dette i modsætning til 1989, hvor nitrat-koncentrationen kun faldt til 0.75 mg N/l i august måned.

### Algeplankton

Både i foråret 1989 og 1990 var det kiselalger der udgjorde hovedparten af algeplanktonet. Forårsmaksimet havde en større udstrækning i 1989 (3 mdr.) end i 1990 (1-2 mdr.).

Den mest karakteristiske forskel mellem de to år var dog, at der i august-oktober 1989 var færre blågrønalger, men til gengæld flere kiselalger end i 1990.

Årsagen til, at der i 1990 var flere blågrønalger, skal sandsynligvis findes i, at vandet i sensommeren 1990 var noget varmere, og at der var kortvarige temperaturlagdelinger af søvandet. Disse forhold begunstiger erfaringsmæssigt opvækst af store kolonidannende blågrønalger (*Microcystis spp.*)

Algemængden var i sommeren 1990 i det hele taget større end i 1989, hvilket også afspejles i de gennemsnitlige koncentrationer af klorofyl (65 µg/l i 1990 mod 31 µg/l i 1989, 1/5-1/10).

Den gennemsnitlige sommersigtddybde var dog ikke tilsvarende mindre (1.9 m i 1990 mod 2 m i 1989). Recipientkvalitetsplanens målsætning for sigtddybde om sommeren (2m), var derfor næsten opfyldt i 1990.

### Zooplankton

Der var ingen markante forskelle i zooplanktonets kvalitative og kvantitative sammensætning i 1989 og 1990.

Begge år var der en forårstop i maj (primært *Daphnia spp.*). Begge år var biomassen af zooplankton lav i juli-august. Samtidigt var længden af dafnierne også lav i denne periode, måske et tegn på at fiskene havde ædt de større individer.

Forårsmaksimet af det større algeædende zooplankton var begge år sammenfaldende med, at vandet var klart med stor sigtddybde.



### ***Undervandsplanter***

Ved besejling langs søbredden i sommeren 1990 lykkedes det ikke at finde undervandsplanter i søen ved at skrabe med en planterive på bunden. Enkelte undervandsplanter kan det dog ikke udelukkes at der findes, men nogen egentlig sammenhængende undervandsvegetation er der ikke længere i Bryrup Langsø.

### ***Sediment***

Sedimentets sammensætning og indhold af kvælstof og fosfor blev undersøgt december 1989. Resultaterne viser, at sedimentet er jernholdigt og at hovedparten af fosforen i sedimentet er bundet til Jern-forbindelser.

Sammenlignet med sedimentundersøgelser fra først i 1970'erne synes der ikke at være sket ændringer i f.eks. sedimentets indhold af fosfor.

Udvalgte kapitler

Ved offentlig lægning af den i september 1999  
afholdte den første af flere møder i  
sammen med et stort antal af  
Lægeforeningens medlemmer kan det siges  
at det er et stort arbejde, men noget  
vigtigt arbejde, som bør udføres af  
alle læger i Danmark.

Udvalgte kapitler

Særligt vigtigt er det at sikre, at  
lægerne og deres arbejdsgivere  
får de bedste muligheder for  
at opnå de bedste resultater og  
at sikre, at lægerne i Danmark  
er i stand til at opnå de bedste  
resultater.



## *Indledning*

Bryrup Langsø er udpeget som en sø der indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Århus Amtskommunes Miljøkontor udfører derfor hvert år detaljerede undersøgelser i søen for at belyse søens forureningstilstand og en eventuel ændring i tilstanden.

I 1990 blev resultatet af Overvågningsprogrammets første år (1989) afrapporteret, og der blev foretaget en sammenligning med tidligere års resultater.

Miljøkontoret agter ca hvert tredje år at foretage en detaljeret afrapportering af undersøgelserne i de tre søer, der indgår i Overvågningsprogrammet i Århus Amt. I mellemliggende år vil resultaterne af de enkelte års undersøgelser dog også blive samlet i mere summariske rapporter.

I nærværende rapport er resultatet af undersøgelserne i Bryrup Langsø 1990 således præsenteret, og der er i begrænset omfang foretaget en sammenligning af resultaterne med tidligere års undersøgelser. (specielt 1989).

Basisdata vedrørende Bryrup Langsø kan findes i Miljøkontorets rapport om Bryrup Langsø 1989.



## Vandføring i tilløb og afløb

Vandføring i tilløb og afløb fra Bryrup Langsø blev i 1990 målt ved de samme stationer og på samme måde som i 1989. Der henvises til Århus Amtskommune 1990 for en nærmere beskrivelse af stationering og oplandskarakteristik.

I søens hovedtilløb (Nimdrup bæk) måles vandføringen med en kontinuert vandstandsmåler.

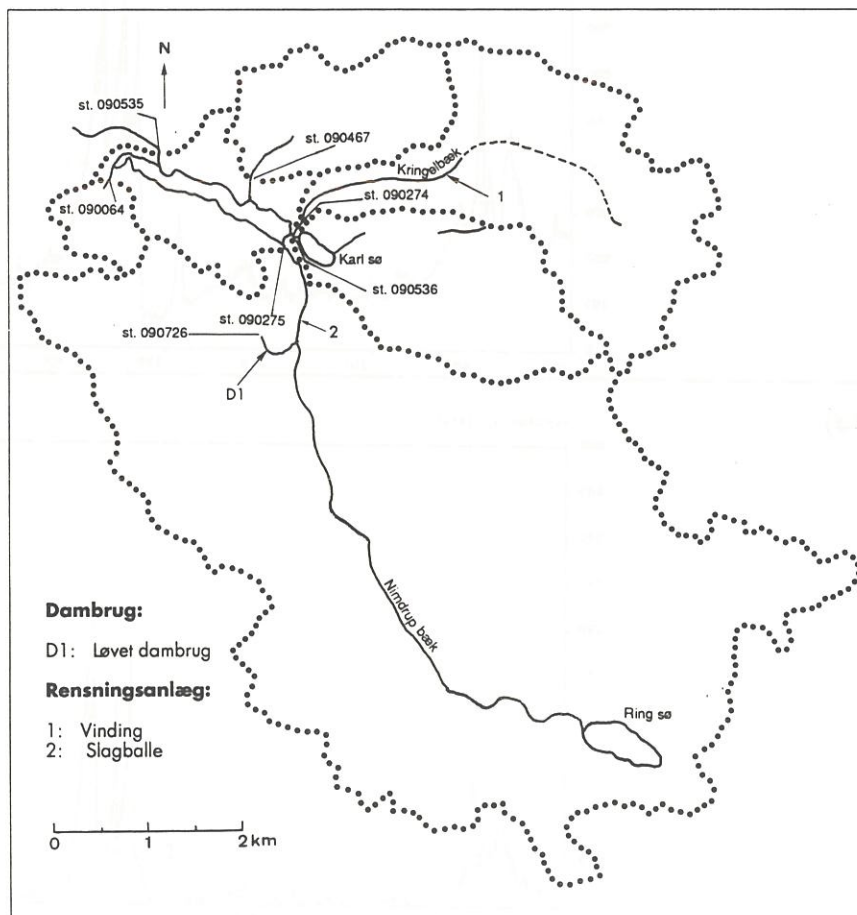
I søens mindre tilløb og i afløbet måles vandføringen kun med vingemåler. Kontinuerte (daglige) vandføringer beregnes for disse stationer ved at relatere til de kontinuerte vandføringer fra stationen i Nimdrup bæk. (qQ-relationer).

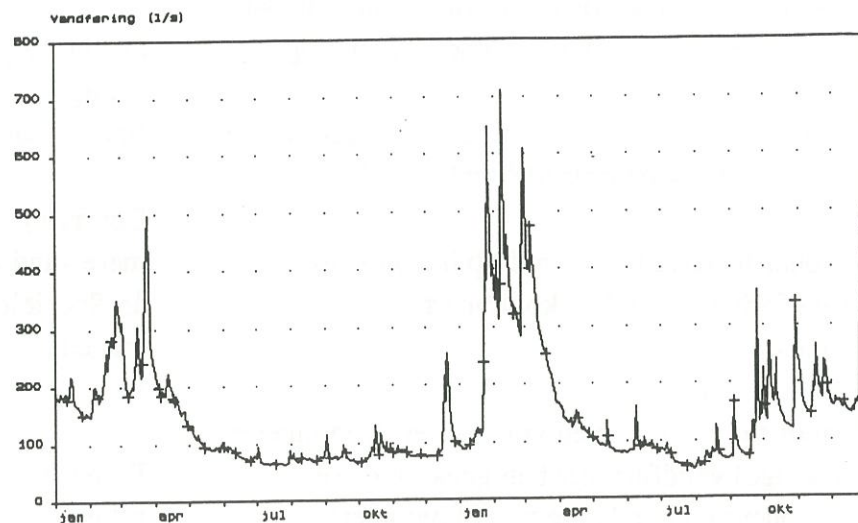
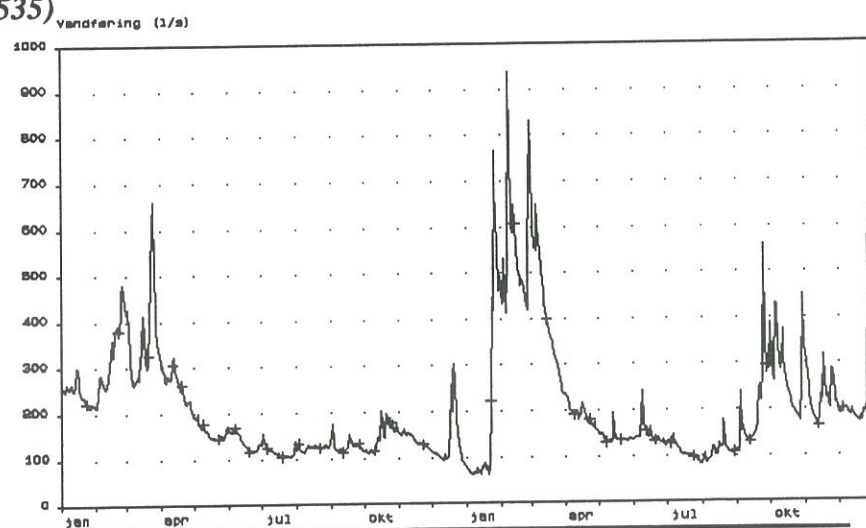
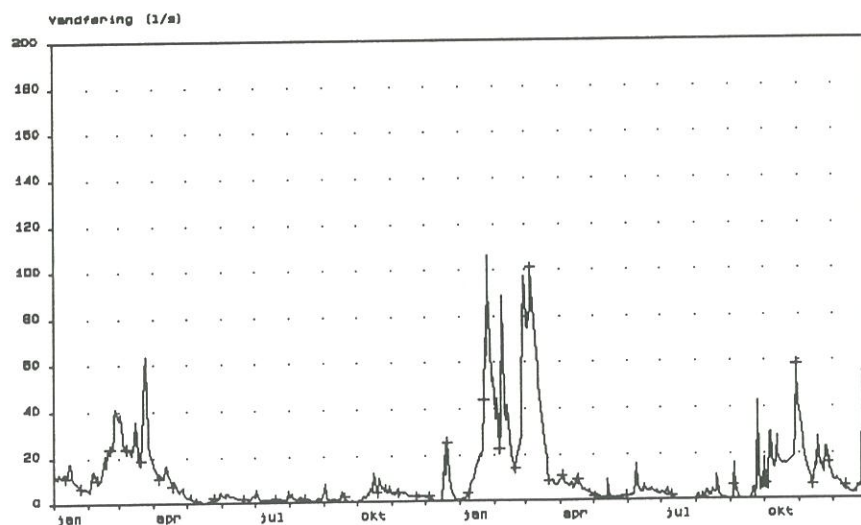
Relationerne bag disse qQ-beregninger er gengivet i bilag.

På efterfølgende sider er vist de beregnede daglige vandføringer i tilløbene og afløbet fra Bryrup Langsø, (figur 1 og 2).

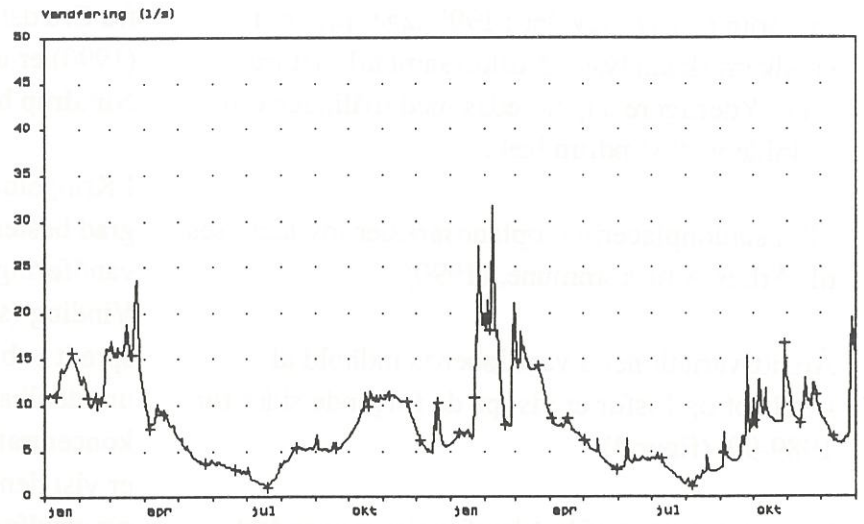
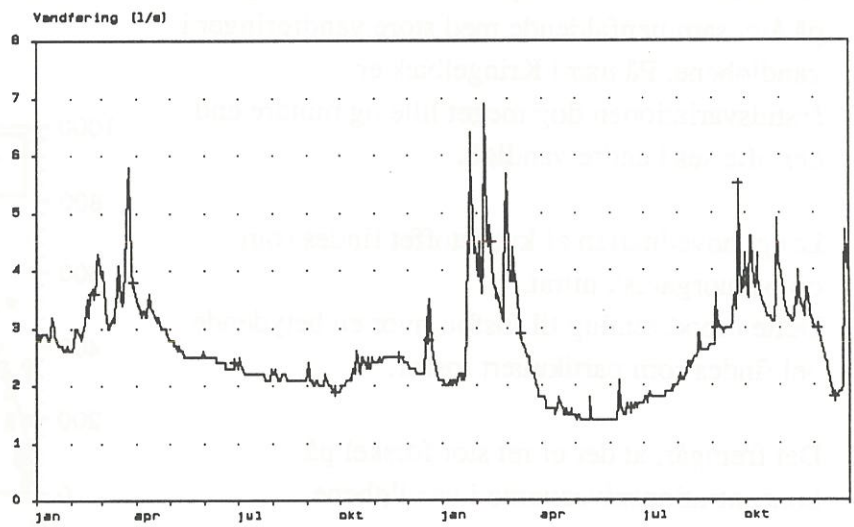
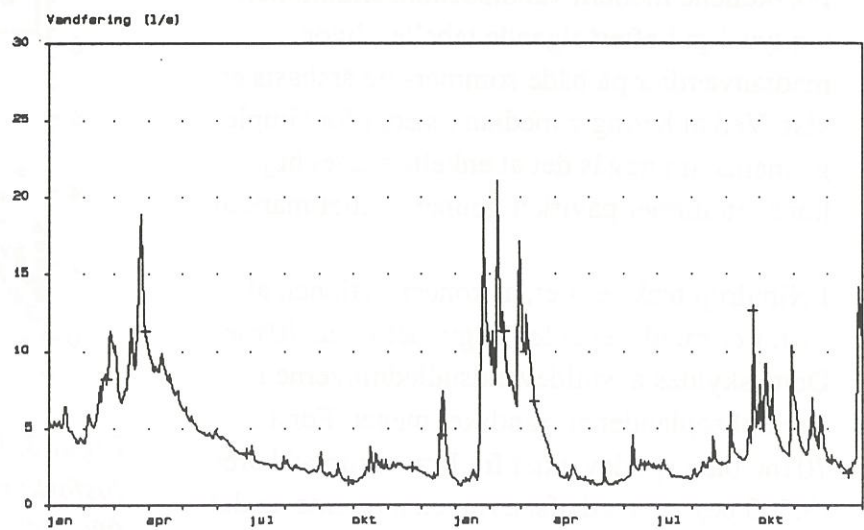
Det fremgår tydeligt, at der i 1990 strømmede mere vand i vandløbene end i 1989, der var et tørt år. Specielt februar og marts var nedbørsrige måneder med deraf afledte høje vandføringer i vandløbene.

Beregnete årstransporter af vand i de enkelte tilløb og afløb samt en total vandbalance for Bryrup Langsø er beregnet i afsnittet om søens massebalance.



*Nimdrup bæk (st 090275)**Bryrup å, afløb Bryrup langsø (st 090535)**Kringelbæk (st 090274)**Figur 1. Vandføring 1989 og 1990*



*Afløb Karl sø (st 090536)**Tilløb fra sydvest (st 090064)**Tilløb fra nord (st 090467)***Figur 2. Vandføring 1989 og 1990**

## Vandkemi i tilløb til Bryrup Langsø

Ligesom i 1989 blev der i 1990 taget prøver til vandkemisk analyse i 5 tilløb samt afløbet fra søen. Yderligere suppleredes med målinger ved en kilde ved Nimdrup bæk.

Mht. stationplacering, oplandsarealer mv henvises til Århus Amtskommune, (1990).

Årstidsvariationen i vandløbenes indhold af kvælstof og fosfor er vist på de følgende sider for 1989-90, (figur 4).

Koncentrationen af kvælstof varierer over året som normalt med de højeste værdier sidst og først på året sammenfaldende med store vandføringer i vandløbene. På nær i Kringelbæk er årstidsvariationen dog meget lille og mindre end der ofte ses i andre vandløb.

Langt hovedparten af kvælstoffet findes som opløst uorganisk nitrat. Dette i modsætning til fosfor, hvor en betydelig del findes som partikulært fosfor.

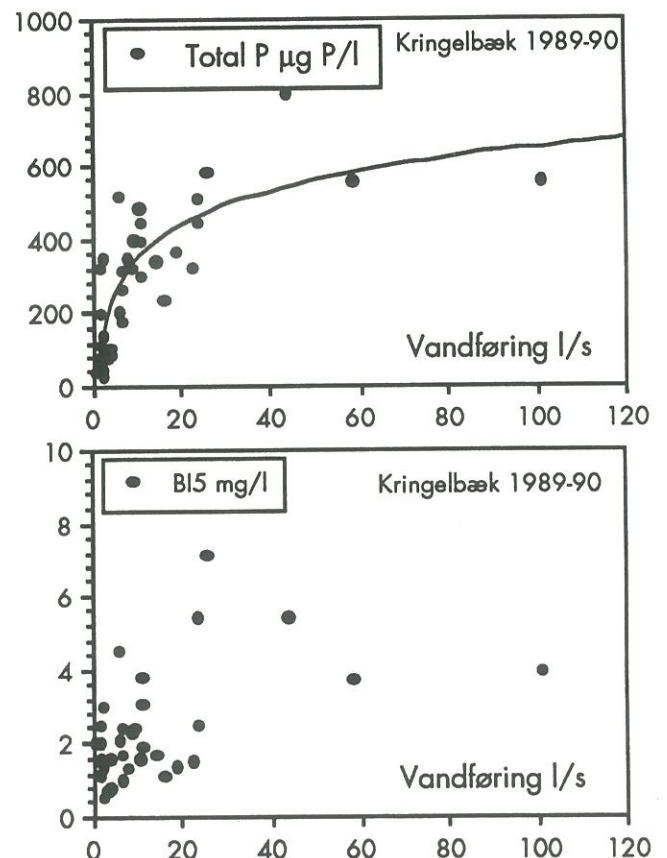
Det fremgår, at der er ret stor forskel på koncentrationsniveauerne i vandløbene.

Forskellene mellem vandløbskoncentrationerne ses tydeligt i efterfølgende tabeller, hvor medianværdier på både sommer- og årsbasis er vist. Ved at betragte median i stedet for simple gennemsnit undgås det at enkelte meget høje koncentrationer påvirker gennemsnittet markant.

I Nimdrup bæk ses det, at koncentrationen af fosfor er mindsket siden begyndelsen af 70'erne. Dette skyldes at spildevandsudledningerne i vandløbsoplandet er mindsket meget. Først i 70'erne blev spildevandet fra Brædstrup afskåret (9.500 pe), og med afskæringen af spildevandet

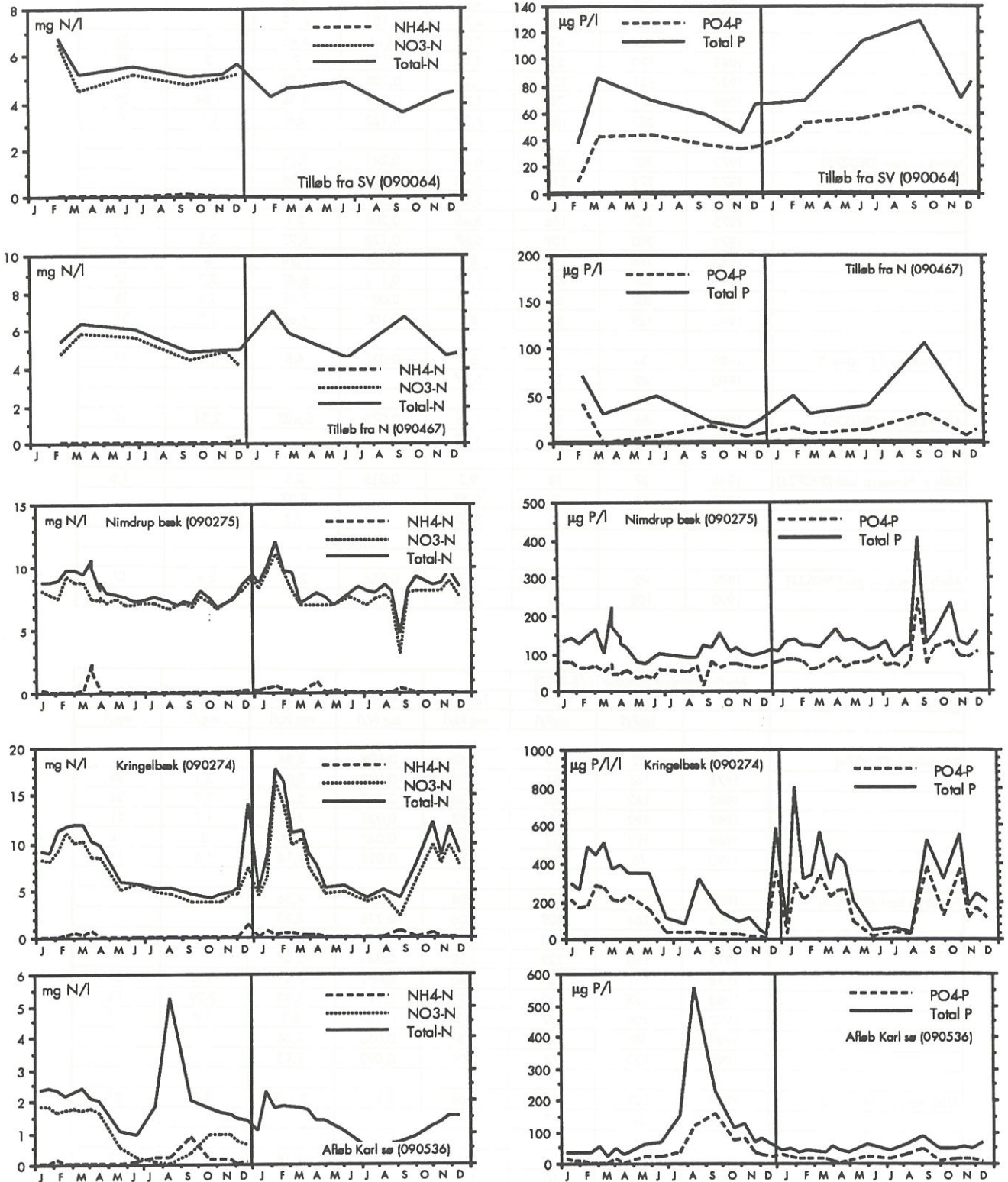
fra Grædstrup og Davding (1988) og Slagballe (1990) er udledningerne af byspildevand til Nimdrup bæk ophørt.

I Kringelbæk er koncentrationen af fosfor i høj grad bestemt af vandføringen. Allerede ved vandføringer på 5-10 l/s når spildevandet fra Vinding (sammen med evt. spildevandsbidrag fra spredt bebyggelse) frem til målestationen umiddelbart før Bryrup Langsø, hvorfor koncentrationen af fosfor bliver højere. I figur 3 er vist denne relation mellem fosforkoncentration og vandføring. Det ses også, at koncentrationen af BI5 stiger stærkt med vandføringen.



Figur 3. Relation mellem vandføring og fosforkoncentration og BI5 i Kringelbæk (st 090274).

### Vandkemi i tilløb til Bryrup langsø 1989-90



Figur 4. Koncentration af kvælstof og fosfor i tilløb til Bryrup Langsø, 1989-90.



Station	Medianværdier År							
	år	Total-P µgP/l	PO4-P µgP/l	Total N mg N/l	NH4N mg N/l	NO3-N mg N/l	BI5 mg/l	Total COD mg/l
Tilløb fra syd (090064)	1989	62	36	5,39	0,036	4,98	1,1	9,5
	1990	94	55	4,33				
Kringelbæk (090274)	1974	93	18	4,22	0,181	3,48		
	1975	52	16	4,78	0,103	4,49		
	1978	190	63	7,03	0,04	5,45	2	32
	1983	170	55	8,88	0,173	7	3	25
	1987	321	224	7,26	0,208	5,79	2,6	34
	1989	271	78	5,81	0,051	5,36	1,84	25
	1990	282	156	7,39	0,123	5,8	2,1	31
Nimdrup bæk (090275)	1972	309	202	6,34	0,241	5,36		
	1973	278	213	5,44	0,343	4,36		
	1974	210	128	5,47	0,28	4,73		
	1975	187	116	5,45	0,205	5,1		
	1978	203	139	6,67	0,128	5,92	2,5	17
	1983	176	110	8,9	0,145	7,24	3	17
	1987	207	127	7,77	0,172	6,49	2,2	17
	1989	107	60	7,71	0,082	7,32	3,5	15
	1990	129	80	8,4	0,108	7,65	1,9	21
Tilløb fra nord (090467)	1989	36	9	5,4	0,037	4,8	1,05	13
	1990	49	14	5,57				
Afløb Karl sø (090536)	1989	66	24	1,91	0,072	0,807	2,31	15
	1990	48	14	1,22				
Kilde v. Nimdrup bæk(090726)	1988	27	18	9,3	0,015	8,8		1,6
	1989	13	7	9,35		8,37		
	1990	16	9	9,67		9,2		
Afløb Bryrup langsø(090535)	1989	93	22	3,2	0,026	2,34	2,8	17
	1990	103	58	3,62				

Station	Medianværdier Sommer (1/5-1/10)							
	år	Total-P µgP/l	PO4-P µgP/l	Total N mg N/l	NH4N mg N/l	NO3-N mg N/l	BI5 mg/l	Total COD mg/l
Kringelbæk (090274)	1975	32	13	3,47	0,102	5,84		
	1978	165	31	6,95	0,032	5,04	3,1	36
	1983	162	40	7,36	0,037	5,59	3,2	24
	1987	199	111	5,78	0,035	4,72	1,7	21
	1989	199	32	5,21	0,047	4,86	2	24
	1990	76	34	4,79	0,028	4,14	1,6	15
Nimdrup bæk (090275)	1972	258	191	5,04	0,205	4,36		
	1973	264	209	5,06	0,226	4,33		
	1974	206	133	4,25	0,187	3,78		
	1975	196	122	5,38	0,044	5,07		
	1978	191	124	6,53	0,062	5,41	2,4	31
	1983	163	112	7,23	0,123	5,92	2,39	13
	1987	206	147	7,3	0,164	6,3	1,8	14
	1989	90	52	7,36	0,066	7,06		
	1990	123	74	8,02	0,092	7,92		
Afløb Karl sø (090536)	1989	139	35	1,68	0,181	0,187	5,3	22
	1990	54	17	0,7				
Afløb Bryrup langsø(090535)	1989	73	11	2,54	0,021	1,78	3,3	19
	1990	103	10	1,98				

**Tabel 1. Års- og sommermedian af vandkemiske målinger i tilløb og afløb fra Bryrup Langsø. Beregnet på målte og interpolerede værdier de enkelte år.**



## Vand- og næringsstofbalance for Bryrup Langsø

I tabel 2 er vist vand-og næringsstofbalancen for Bryrup Langsø 1989 og 1990.

Beregningsforudsætningerne er nævnt i tabellerne.

Vandtilførslen var i 1990 næsten 20% større end i det tørre år 1989. Vandets opholdstid var således også kortere i 1990 (85 dage) end i 1989 (103 dage). På grund af den forholdsvis mindre vandtilførsel i sommerperioden er vandets

opholdstid om sommeren dog noget længere end årgennemsnittene. I 1989 149 dage og i 1990 142 dage.

Det bemærkes at en betydende del af vandtilførslen sker via indsivning.

Som følge af den større vandtilførsel var også tilførslen af kvælstof og fosfor større i 1990 sammenlignet med 1989. I bilag kan findes tidligere års stofbalancer for søen.

Massebalance årsværdier 1989							
Station	oplandsareal km**2	vand 10**6m**3/år	specifik af- strømning cm	Total-N t N/år	Total P t P/år	PO4-P t P/år	Total COD t/år
Nimdrup bæk (090275)	29	4,04	14	34,4	0,493	0,239	65
Afløb Karl sø (090536)	3,94	0,25	7	0,53	0,024	0,009	4,58
Kringelbæk (090274)	6,6	0,22	3,3	2,29	0,084	0,046	7,9
Tilløb fra nord (090467)	2,63	0,13	4,9	0,82	0,006	0,002	1,8
Tilløb fra SV (090064)	0,67	0,08	9	0,47	0,005	0,003	0,9
Umålt opland	2	0,27	14	1,7	0,027	0,01	3,4
Rest		1		4	0,05	0,02	10
Nedbør				0,57	0,007		
Total tilførsel	44,84	5,99		44,78	0,696	0,329	93,58
Afløb Bryrup langsø(090535)	45	5,99	14	24,9	0,59	0,19	101
Reduktion %				43	14	42	-9

Massebalance årsværdier 1990							
Station	oplandsareal km**2	vand 10**6m**3/år	specifik af- strømning cm	Total-N t N/år	Total P t P/år	PO4-P t P/år	Total COD t/år
Nimdrup bæk (090275)	29	5,3	18	47,8	0,744	0,3	98,1
Afløb Karl sø (090536)	3,94	0,25	6,3	0,35	0,012	0,004	2,6
Kringelbæk (090274)	6,6	0,46	7	5,16	0,191	0,108	20,9
Tilløb fra nord (090467)	2,63	0,13	4,9	0,8	0,007	0,002	2,5
Tilløb fra SV (090064)	0,67	0,08	12	0,36	0,008	0,004	1,1
Umålt opland	2	0,29	15	2,53	0,045	0,019	5,8
Rest		0,84		3,36	0,042	0,025	8,4
Nedbør				0,57	0,007		
Total tilførsel	44,84	7,35		60,93	1,056	0,462	139,4
Afløb Bryrup langsø(090535)	45	7,35	16,3	31,8	0,95	0,456	97
Reduktion %				47	9	0	30

**Tabel 2. Vand- og næringsstofbalance for Bryrup Langsø 1989-90. Tilførsel fra umålt opland er beregnet ved oplandskorrektion, og ud fra differencen mellem målt vandtilførsel og fraførsel (indsivning!) er resttilførslen beregnet under antagelse af; 50 µgP/l, 4 mgN/l og 10 mg COD/l i det indsivende vand.**

## Kilder til næringsstofftilførslen

### Spildevandskilder

Produktionen af spildevand fra punktkilder er lille i oplandet til Bryrup Langsø.

I 1989 udledtes ca 214 kg fosfor og 689 kg kvælstof fra bysamfund i oplandet. I 1990 var de tilsvarende udledninger 200 kg P og 586 kg N, (tabel 3).

Fra Løvet dambrug v. Nimdrup bæk udledtes i 1990 108 kg P/år, hvilket var lidt mindre end den beregnede udledning i 1989, (127 kg P/år).

Herudover udledes der spildevand fra spredt bebyggelse i oplandet (tabel 4). Det er dog meget

usikkert, hvor meget spildevand, der produceres fra spredt bebyggelse og yderligere usikkert, hvor meget af spildevandet, der når frem til vandløb og Bryrup Langsø.

### Recipientkvalitetsplanens krav

I følge Recipientkvalitetsplanen må der årligt tilføres 20 kg fosfor fra kloakerede områder.

Fra spredt bebyggelse tillades en tilførsel på 100 kg P/år, idet der dog ikke er sat nogen tidsfrist for evt. nødvendige foranstaltninger. Endelig tillades en tilførsel på 90 kg P/år fra dambrug.

Spildevand Bryrup langsø 1989						
Anlæg	Type	Pe	Vand 10**3m**3/år	Total-P kg P/år	Total N kg N/år	note
Vinding	M	ca 170	24	164	492	a
Slagballe	M	ca 100	8	70	197	b
Løvet dambrug				127	880	b
Total			32	361	1569	
a: Det antages at kun 25 % af spildevand nåede frem til målestation i Kringelbæk i 1989						
b: Oplyst fra Vejle amtskommune						

Spildevand Bryrup langsø 1990						
Anlæg	Type	Pe	Vand 10**3m**3/år	Total-P kg P/år	Total N kg N/år	note
Vinding	M	ca 170	24	164	492	a
Slagballe	M	ca 100	4	35	94	b
Løvet dambrug				108	950	b
Total			28	307	1536	
a: Det antages at kun 50 % af spildevand nåede frem til målestation i Kringelbæk i						
b: Oplyst fra Vejle amtskommune						

Tabel 3 Spildevandsudledninger fra kloakerede områder og dambrug i oplandet til Bryrup Langsø.



Fosfortilledningerne med spildevand var altså ikke i overensstemmelse med det, der ønskes opnået med kravene i Recipientkvalitetsplanen.

I 1991 skal der dog efter Miljøankenævnets afgørelse ske afskæring af spildevandet fra Vinding, og da spildevandet fra Slagballe blev afskåret fra søens opland i 1990, vil udledningerne af fosfor med byspildevand i søens opland være i overensstemmelse med Recipientkvalitetsplanen ved udgangen af 1991.

Udledningerne af spildevand fra spredt bebyggelse er en stor potentiel forureningskilde, selv om det er overordentligt usikkert at opgøre, hvor meget af dette spildevand, der aktuelt når frem til Bryrup Langsø. Recipientkvalitetsplanens mål ( max 100 kg P/år) er dog næppe opfyldt. Der er dog ikke i Recipientkvalitetsplanen fastsat noget krav om, hvornår tilledningerne fra den spredte bebyggelse skal være nedbragt til 100 kg P/år.

Spildevandsudledninger fra spredt bebyggelse				
Opland til	antal huse	Pe	kg P/år	kg N/år
Nimdrup bæk	143	429	280	860
Karl sø	22	66	43	130
Kringelbæk	41	123	80	240
Tilløb fra Nord	11	33	22	66
Tilløb fra SV	6	18	12	36
Umålt opland	5	15	10	30
Total	228	684	447	1362
Under antagelse af 1.3 kgP/år/pe og 4 kg N/år/pe og at 50 % når frem til vandløb				
Til de videre beregninger er det for 1989 antaget, at				
kun 25 % nåede frem til målestation i Nimdrup bæk				
5% nåede frem til afløbet fra Karl sø				
10 % nåede frem til målestation i Kringelbæk og øvrige tilløb				
I 1990 antages det at 50 % nåede frem i Nimdrup bæk, og at 25% nåede frem til målestationen i Kringelbæk.				

**Tabel 4.**

**Produktion af spildevand fra spredt bebyggelse i oplandet til Bryrup Langsø.**

De i tabellen anførte tal er beregnet ud fra standardtal og ud fra en antagelse af, at 50 % af det producerede spildevand når frem til vandløb og sø. Ved udregningen af den totale kildefordeling (tabel 5) til næringsstoffilførslen til søen er der dog gættet på, at disse tal er for høje. I stedet er der til denne (efterfølgende) beregning derfor foretaget en yderligere reduktion, som nævnt i ovenstående tabel.

1989	Kg P/år	kg N/år
Naturlig tilførsel	180	6000
Dambrug	127	880
Rensningsanlæg	110	300
Spredt bebygg.	182	600
Dyrkningsbidrag	90	36900
Nedbør	7	570
Total	696	45250

1990	Kg P/år	kg N/år
Naturlig tilførsel	220	7350
Dambrug	108	950
Rensningsanlæg	115	300
Spredt bebygg.	317	600
Dyrkningsbidrag	288	51200
Nedbør	7	570
Total	1055	60970

**Tabel 5.**

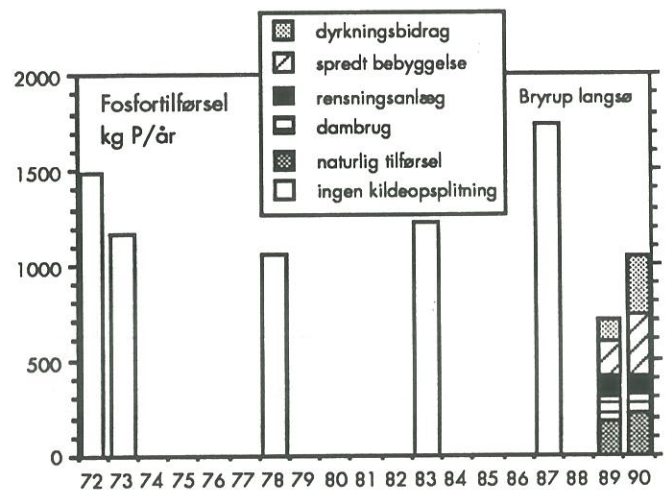
**Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Bryrup Langsø 1989-90. Se bemærkninger til tabel 4.**

#### **Dyrkningsbidrag og naturlig tilførsel af N og P**

Ud over spildevand tilføres søen næringsstoffer via dyrkningsbetingede udvaskninger og endelig vil der være en naturlig tilførsel.

Bedømt ud fra fosforindholdet i kilden ved Nimdrup bæk er det rimeligt at antage, at den naturlige fosforkoncentration i vandet, der strømmer til søen ikke er større end 30 µg P/l. Den naturlige baggrundskoncentration af kvælstof er noget vanskeligere at estimere. I alle tilløb inklusive kilder er der ret høje kvælstofkoncentrationer. Det er antaget, at den naturlige kvælstofkoncentration er 1 mg N/l, sådan som man ofte finder det i helt upåvirkede kilder. Ud fra de beregnede tilførsler af kvælstof og fosfor fra spildevand, dambrug og naturlig tilførsel kan de dyrkningsbetingede tilførsler skønnes via differens. Dette er gjort i tabel 5, hvoraf det fremgår, at langt hovedparten af kvælstoftilførslen (80-85 %) antages at stamme fra dyrkningsbetingede udvaskninger.

Derimod er fosfortilførslen fordelt på flere betydende kilder, omend fordelingen mellem bidrag fra spildevand og udvaskninger fra landbrugsjord er meget usikker og nærmer sig ren



**Figur 5. Fosfortilførsel til Bryrup Langsø.**

For 1989-90 er vist den antagede kildefordeling.

Den naturlige tilførsel er bestemt ved anvendelse af følgende koncentrationer i det indstrømmende vand: 30 µg P/l, og 1 mg N/l.

talmagi.

Udviklingen i den samlede fosfortilførsel til søen er vist i figur 5.

I bilag er angivet datagrundlaget for figuren, sammen med data om udviklingen i kvælstoftilførsel.



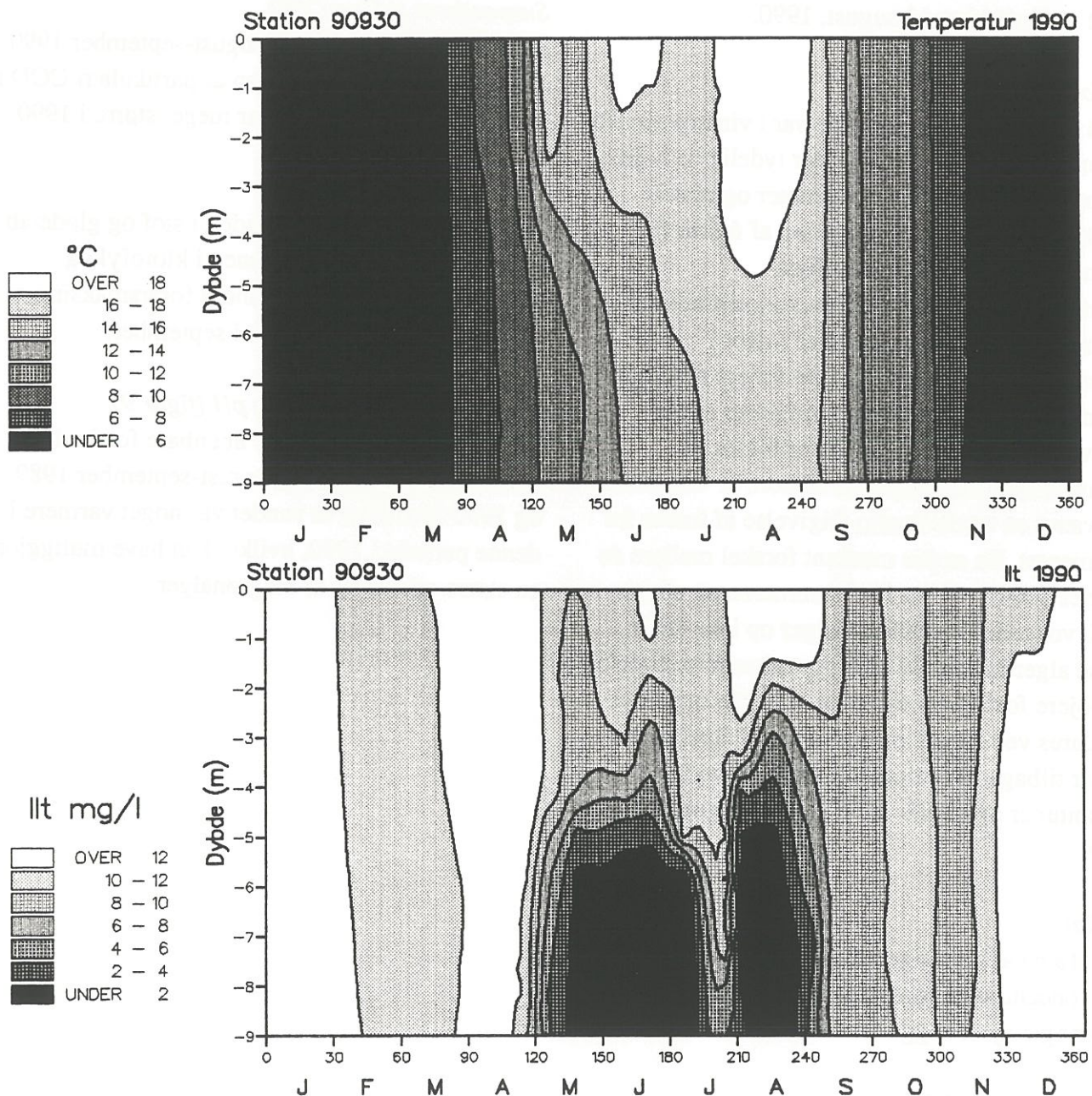
## Fysiske og kemiske målinger fra Bryrup Langsø

### Temperatur og ilt

Bryrup Langsø's gennemsnitsdybde er 5.6 meter, og dette i kombination med den vindeksponerede øst-vestlige udstrækning af søen gør, at der over størstedelen af søens areal aldrig udvikles nogen stabil lagdeling af søens vandmasser. På de største vanddybder optræder der dog periodisk temperaturlagdeling, som f.eks. i 1990 hvor der på prøvetagningsstationen (9m) var lagdeling fra

først i maj til midt i juli, (figur 6), og igen i august. I den første periode steg temperaturen i bundvandet dog også, hvilket må betyde, at temperaturspringlaget periodisk brydes. Også i 1989 var der periodisk lagdeling af vandmasserne i søen (isoplet i bilag).

Selv kort tids lagdeling medfører, at ilten hurtigt forbuges i bundvandet.



Figur 6. Fordeling af temperatur og ilt i Bryrup Langsø 1990 på prøvetagningsstationen (090930). I bilag er gengivet de tilsvarende fordelinger for 1989.



### *Vandkemi i overfladevand*

I figur 7-9 er vist resultatet af de vandkemiske analyser fra 1989 og 1990.

#### *Kvælstof*

Vinterniveauet af kvælstof var ret ens de to år, måske lidt højere i 1990. Den mest markante forskel de to år imellem er, at koncentrationen af nitrat var helt i bund i august, 1990.

#### *Fosfor*

Også fosforkoncentrationerne var i vinterperioden ret ens de to år. Derimod var der tydeligvis højere fosforkoncentrationer i sensommer og efterår 1990. Øjensynligt var frigivelsen af fosfor fra sedimentet større i denne periode sammenfaldende med, at nitratkoncentrationen var helt i bund. Hovedparten af fosfor i sedimentet er bundet til jern (se senere afsnit om sediment), og under disse betingelser er der større mulighed for frigivelse af fosfor fra sedimentet. Det er dog ikke sikkert, at der reelt har været en større brutto-frigivelse af fosfor fra sedimentet. En anden markant forskel mellem de to år er nemlig, at der i sensommeren og efteråret 1990 voksede flere blågrønalger op i søvandet. Disse alger har en lav sedimentationsrate, hvorfor de højere fosforkoncentrationer i søen også kan forklares ved, at sedimentationen af algebundet fosfor tilbage til sedimentet, var mindre i sensommer og efterår 1990 sammenlignet med 1989.

#### *Silikat*

Som følge af kiselalgernes optagelse af silikat (Si) var koncentrationerne af Si lave fra marts april til omkring august begge år.

#### *Klorofyl og sigtddybde*

Algemængden (udtrykt som klorofyl) var klart

større i 1990 end i 1989. Efter forårsmaksimet i april 1990 (knap 100 µg klorofyl/l) var der i maj-juni ligesom i 1989 ringe algemængde og tilsvarende ret klart vand, (sigtddybde 4 m). Til gengæld nåede klorofylkoncentrationerne helt op på ca. 230 µg/l i september 1990, hvilket var meget mere end i samme periode i 1989.

#### *Suspenderet stof og COD*

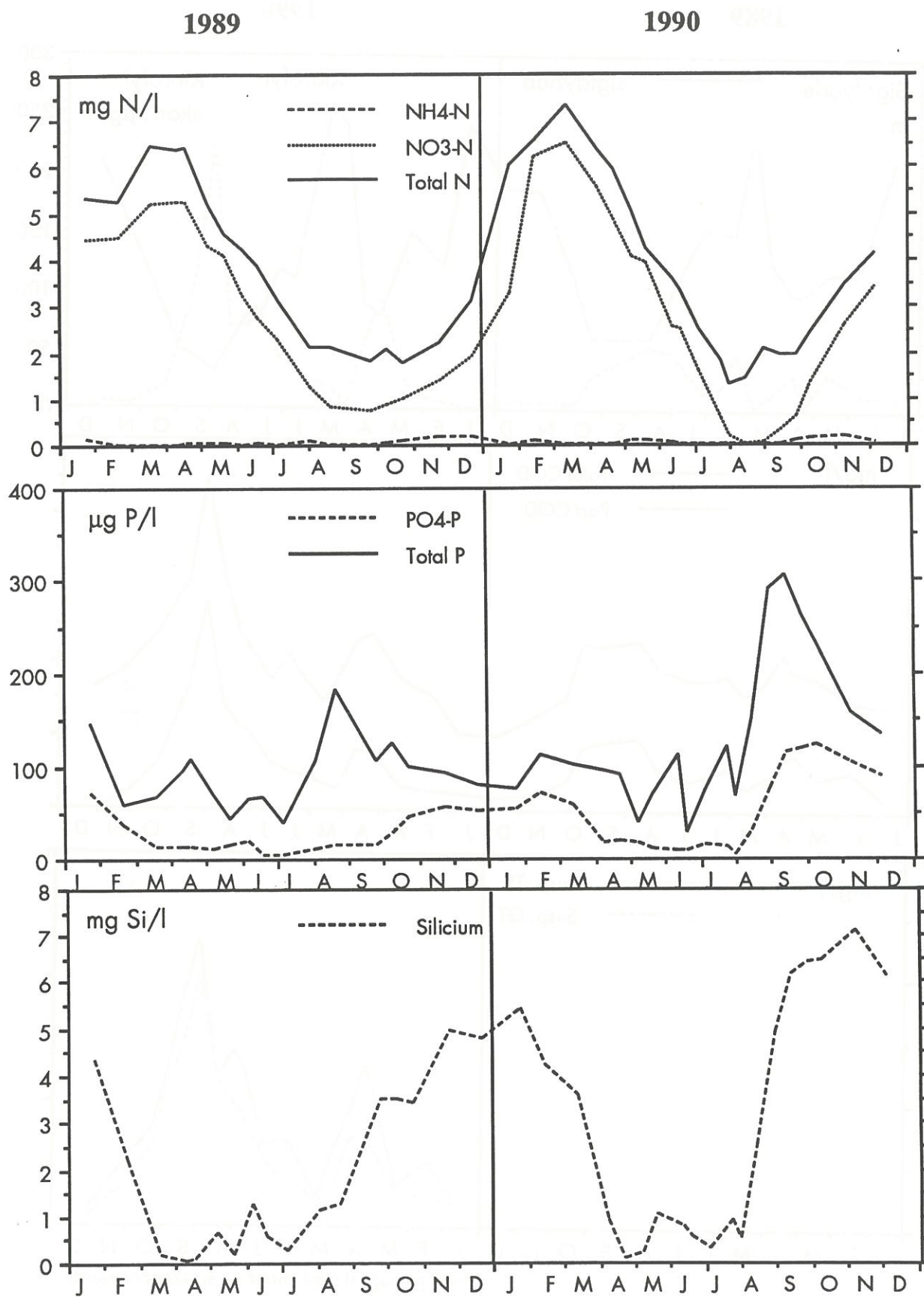
Den større algemængde i august-september 1990 afspejles også i, at mængden af partikulært COD i overfladevandet (0-2 m) var meget større i 1990 end i 1991, (figur 8).

Årstidsvariationen i suspenderet stof og glødetab er helt analog med variationen i klorofyl og partikulær COD med et mindre forårsmaksimum i april og et stort maksimum i september.

#### *Temperatur, alkalinitet og pH (figur 9)*

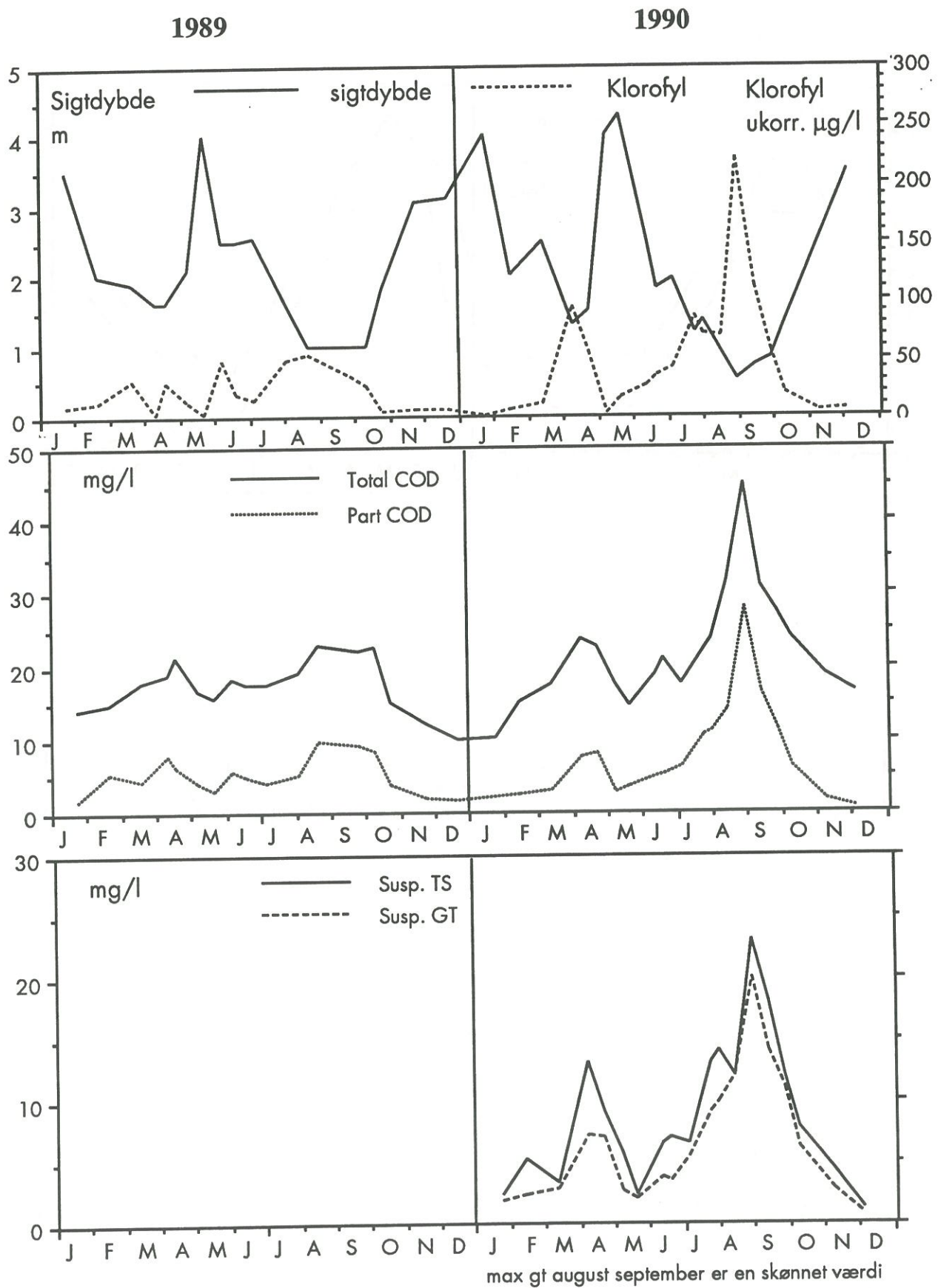
En af forklaringerne på de åbenbare forskelle mellem resultaterne fra august-september 1989 og 1990 er måske, at vandet var noget varmere i denne periode i 1990, hvilket kan have muliggjort en større udvikling af blågrønalger.

# Bryrup Langsø (090930) Resultater fra overfladevand (0-2m)



Figur 7. Bryrup Langsø (090930). resultater fra overfladevand (0-2 m), 1989-90

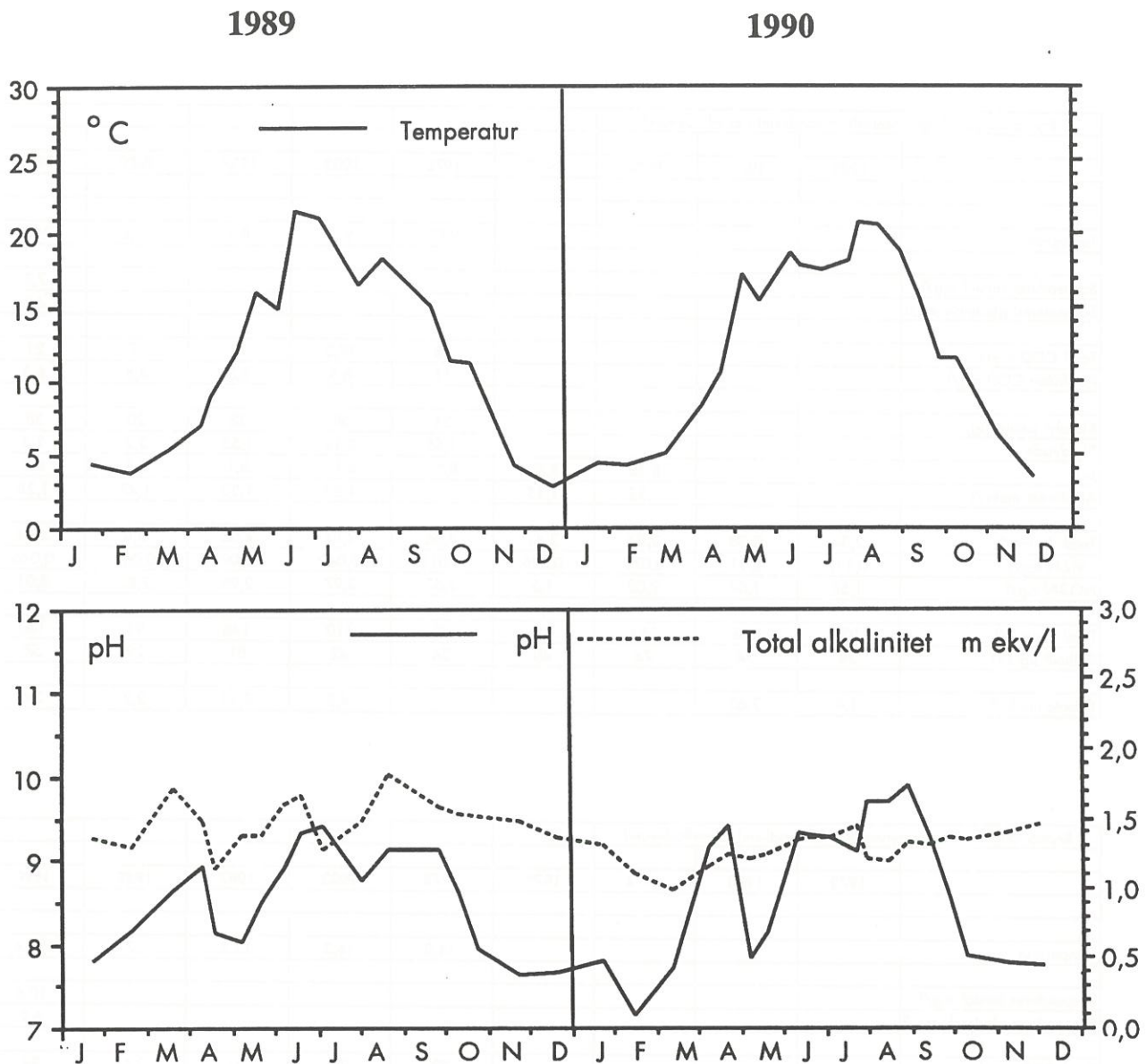
# Bryrup Langsø (090930) resultater fra overfladevand (0-2m)



Figur 8. Bryrup Langsø (090930). resultater fra overfladevand (0-2 m), 1989-90



## Bryrup Langsø (090930) resultater fra overfladevand (0-2m)



Figur 9. Bryrup Langsø (090930). resultater fra overfladevand (0-2 m), 1989-90

### Års- og sommergennemsnit

En samlet karakteristik af de vandkemiske forhold i Bryrup Langsø's overfladevand få's måske bedst ved at se på de beregnede gennemsnit (tabel 6). I tabellen er medtaget gennemsnit for de de år, hvor der er foretaget undersøgelser i Bryrup Langsø.

Selv om næsten alt det fosforholdige spildevand nu er afskåret fra søens opland, er det vanskeligt at se nogen sikre udviklingstendenser i perioden

1972-90.

Dog synes årgennemsnittene af kvælstof at have været stigende. I øvrigt sammenfaldende med, at Kvælstofkoncentrationerne i søens tilløb generelt har været stigende i perioden (jvf. tabel 1).

### Udvikling i sigtddybe og uorganisk fosfor 1972-90

I bilag er de i tabel 6 viste gennemsnit suppleret med diverse fraktiler, medianer osv. Her skal kun præsenteres udviklingen i sigtddybe og ortho-fosfat, (figur 10).

Bryrup lang sø Årsgennemsnit af vandkemi i overfladevand									
	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
Temperatur					9,92	9,9	8,1	10,6	10,8
Suspenderet tørstof mg/l									7,3
Suspenderet glødetab mg/l									4,8
Total COD mg/l					18	18,3	19	17	21
Partikulær COD mg/l					11	6,5	5,3	4,8	6,3
Klorofyl (ukorr) µg/l					21	39	38	20	38
Sigtdybde m					1,55	2,12	1,55	2,2	2,3
pH			8,38	8,59	8,58	8,17	8,1	8,5	8,4
Alkalinitet mekv/l			1,25	1,15		1,29	1,28	1,47	1,28
Total -N mg/l	2,34	2,58	2,82	2,41	3,86	4,41	4,08	3,8	4,14
NH <sub>4</sub> -N mg/l	0,112	0,11	0,079	0,095	0,011	0,049	0,09	0,061	0,046
NO <sub>3</sub> -N mg/l	1,58	1,59	2,02	1,5	2,67	2,97	2,96	2,82	3,01
Total P µg P/l	101	156	164	106	90	110	146	95	130
Ortho-P µg P/l	34	54	74	40	26	42	81	29	57
Silicate mg Si/l	1,8	2,63				4,2	3,21	2,2	3,6

Bryrup lang sø Sommergennemsnit af vandkemi i overfladevand									
	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
Temperatur					14,8	16,3	13,2	17	17,4
Suspenderet tørstof mg/l									10,6
Suspenderet glødetab mg/l									6,9
Total COD mg/l					22	20	22	19	24
Partikulær COD mg/l					11,6	10	7,8	6	10
Klorofyl (ukorr) µg/l					23	51	54	31	65
Sigtdybde m					1,3	2,2	1,5	2	1,9
pH				9	8,7	8,5	8,8	8,9	9,1
Alkalinitet mekv/l				1,36		1,32	1,3	1,53	1,3
Total -N mg/l	1,81	2,17	2,06	1,47	2,85	3,7	2,91	3,1	2,7
NH <sub>4</sub> -N mg/l	0,125	0,135	0,036	0,07	0,014	0,07	0,039	0,037	0,029
NO <sub>3</sub> -N mg/l	0,809	0,954	1,09	0,569	1,86	1,9	1,84	2,14	1,56
Total P µg P/l	91	156	193	90	84	109	139	93	136
Ortho-P µg P/l	10	50	76	20	16	34	57	12	36
Silicate mg Si/l	1,1	1,97				2,72	2,17	1,19	2,13

Tabel 6.

Års-og sommergennemsnit (1/5-1/10) af målinger fra Bryrup Langsø's overfladevand (0-2m).St. 090930



De store forskelle i koncentrationerne af ortho-fosfat i undersøgelsesårene er ret bemærkelsesværdige.

I figur 10 er dels angivet sommergennemsnittene og dels de højeste og laveste målte værdier i de enkelte somre (1/5-1/10).

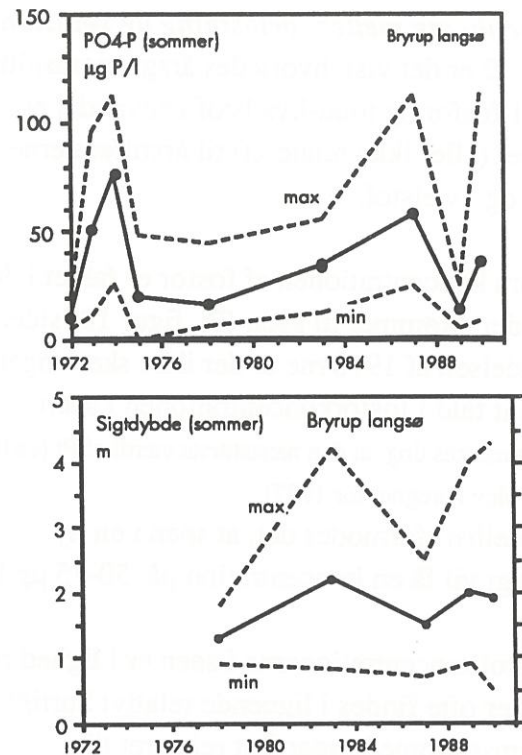
En meget sandsynlig forklaring på dette kan være forskelle i udviklingen af blågrønner de enkelte somre, - således at i år med mange blågrønner, specielt i sensommeren, mindskes sedimentationen af algebundet fosfor, og i de år øges fosforkoncentrationerne i overfladevandet.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde synes ikke at have ændret sig. Recipientkvalitetsplanen stiler mod, at den gennemsnitlige sommersigtdybde i Bryrup Langsø i sommerperioden skal være mindst 2 m. Denne målsætning var således næsten opfyldt i 1990.

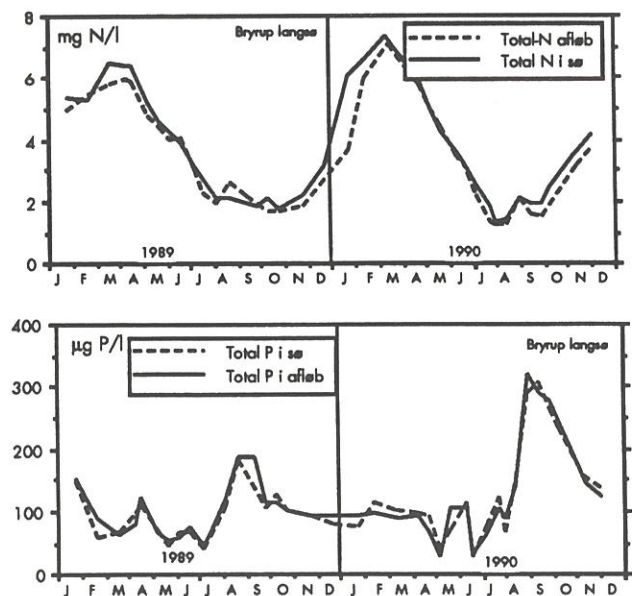
#### *Er koncentrationer ens i sø og i sø afløb?*

I figur 11 er vist, at der ikke er nogen betydende forskel i koncentrationerne af total kvælstof og total fosfor i Bryrup Langsø (søstation) og i søens afløb.

Derfor analyseres fremover kun for et begrænset antal parametre i sø afløbet, (total N, total P og ortho-P), idet det kan antages, at øvrige variable vil have samme værdi i vand fra søstationen og i afløbet.



**Figur 10. Udvikling i sommersigt dybde og koncentration af ortho-fosfat (gennemsnit, min. og max.) i Bryrup Langsø, st 090930, 1972-90.**



**Figur 11. Koncentration af total N og total-P i Bryrup Langsø (090930) og i søens afløb, 1989-90**



### Sammenhæng mellem belastning og søtilstand

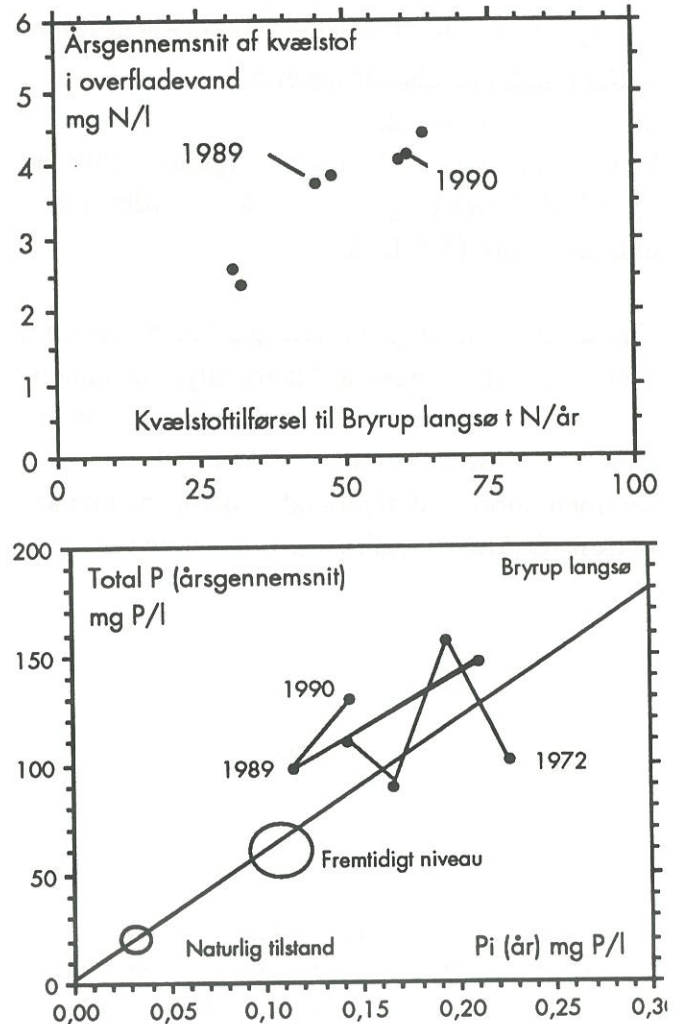
I figur 12 er det vist, hvorledes årsgennemsnittene af total-fosfor og total-kvælstof i søvandet er relateret (eller ikke relateret) til årstilførslerne af fosfor og kvælstof.

Selv om koncentrationen af fosfor er faldet i det vand, der strømmer til søen (Pi, figur 12) siden begyndelsen af 1970'erne er der ikke sket noget markant fald i fosforkoncentrationen i søen.

(Det bemærkes dog, at den næststørste værdi af Pi (ca 0.21 mgP/l) blev beregnet for 1987)

Umiddelbart formodes det, at søen i en ny ligevægt vil få en koncentration på 50-75 µg P/l.

Kvælstofkoncentrationerne i søen er i lighed med, hvad der ofte findes i lignende relativt hurtigt gennemstrømmede søer fint relateret til årstilførslen af kvælstof.



Figur 12. Årsgennemsnit af kvælstof og fosfor i Bryrup Langsø relateret til årstilførsel af kvælstof og vandføringsvægtet fosforkoncentration (Pi) i det vand, der strømmer til søen.

## Fytoplankton

### Resultater fra 1990

Fytoplanktonet var i 1990 primært sammensat af 4 algegrupper, hvor kiselalger og blågrønalger var klart dominerende og rekylalger og furealger mindre betydende ( se fig.13). Gennem året dannedes der 4 maksima, med det største først i april (40 mg vådvægt(vv)/l), det næststørste sidst i august (17 mg vv/l), det tredje største sidst i juli (15 mg vv/l) og det mindste sidst i maj (4 mg vv/l).

I det følgende beskrives årssuccesionen, idet der henvises til figur 13 og tabel 7. Rådata er dokumenteret i bilag.

### Vinter.

I vintermånederne sås såvel blågrønalger, kiselalger, rekylalger og grønalger i planktonet. I december 1989 var blågrønalgen *Microcystis* spp. dominerende (0,54 mg vv/l). I januar og februar 1990 var det kiselalgerne *Melosira italica* og *Asterionella formosa* der dominerede, hvor den samlede biomasse af de 2 arter i januar var på 0,1

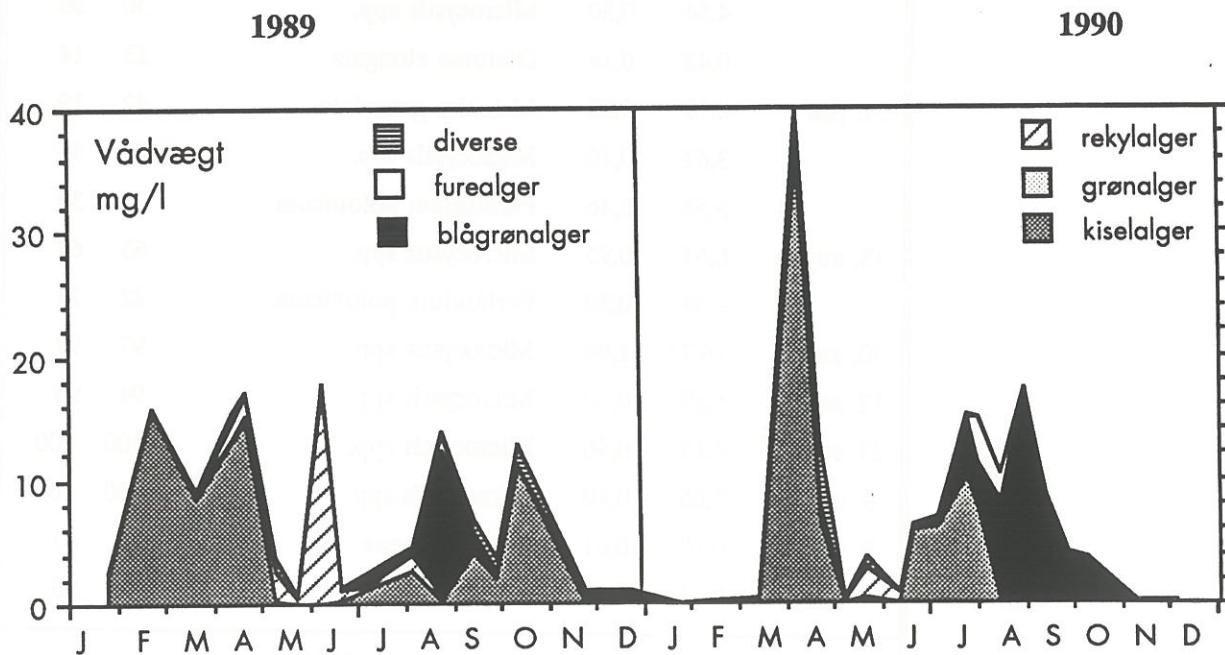
mg vv/l og i februar på 0,24 mg vv/l. I marts var den totale biomasse steget til 0,53 mg vv/l, og bestod af grønalgen *Monoraphidium* sp., *Melosira italica* og rekylalgerne *Cryptophyceae* spp., nævnt efter faldende dominans.

I december 1990 var den totale biomasse på 0,15 mg vv/l, med dominans af *Cryptophyceae* spp.

Kun to af de ovennævnte alger optrådte ikke igen i planktonet i løbet af året, nemlig *Asterionella formosa* og *Monoraphidium* sp.

*Asterionella formosa* befinder sig oftest i planktonet når der er fuld cirkulation i søen, rigeligt med næring og den kan tåle lave temperaturer, - forhold, der netop var at finde sidst på vinteren.

*Monoraphidium* arterne kommer ofte i forårsplanktonet (her allerede midt i marts) i næringsrige søer.



Figur 13. Fytoplankton i overfladevand (0-2 m), Bryrup Langsø (st. 090930), 1989-90.

Dato	mg/l		Dominerende arter	% %	
	VV	C		VV	C
23. jan.	0,05	0,005	Asterionella formosa	51	64
	0,05	0,003	Melosira italica	49	37
14. feb.	0,17	0,02	Asterionella formosa	64	67
	0,07	0,005	Melosira italica	26	21
14. marts	0,25	0,03	Monoraphidium sp.	48	53
	0,12	0,01	Melosira italica	23	15
	0,10	0,01	Cryptophyceae	19	20
9. april	35	1,46	Stephanodiscus hantzschii	88	74
23. april	5,94	0,35	Stephanodiscus hantzschii	46	32
	5,01	0,55	Ubestemte celler	39	51
8. maj	0,24	0,03	Rhodomonas sp.	64	64
	0,14	0,02	Ubestemte celler	36	36
21. maj	2,47	0,27	Cryptophyceae	68	68
	0,73	0,08	Ubestemte celler	20	20
12. juni	0,78	0,09	Cryptophyceae	91	91
20. juni	4,22	0,23	Stephanodiscus hantzschii	67	53
	1,52	0,14	Fragilaria crotonensis	24	32
5. juli	4,17	0,38	Fragilaria crotonensis	59	66
	1,44	0,05	Stephanodiscus hantzschii	21	9
24. juli	7,17	0,26	Melosira granulata	48	26
	4,54	0,50	Microcystis spp.	30	50
	0,42	0,14	Diatoma elongata	13	14
31. juli	6,19	0,22	Melosira granulata	42	19
	3,62	0,40	Microcystis spp.	24	34
	3,52	0,46	Peridinium polonicum	23	39
15. aug.	6,61	0,95	Microcystis spp.	63	67
	2,34	0,30	Peridinium polonicum	22	21
30. aug.	16,73	1,84	Microcystis spp.	97	97
12. sept.	8,19	0,90	Microcystis spp.	94	93
27. sept.	4,15	0,46	Microcystis spp.	100	100
9. okt.	3,66	0,40	Microcystis spp.	100	100
8. nov.	0,10	0,01	Cryptophyceae	72	67
4. dec.	0,13	0,01	Cryptophyceae	88	86

Tabel 7. Bryrup Langsø. Dominerende arter, 1990



*Forår.*

Fra midt i marts til i begyndelsen af april øgedes biomassen drastisk til 40 mg vv/l, bestående primært af kiselalgen *Stephanodiscus hantzschii*. Allerede 14 dage senere var dens biomasse faldet til 6 mg vv/l, for først i maj igen at være helt forsvundet fra planktonet.

*Melosira italica* befandt sig, som tidligere på året, stadig i planktonet, men med en relativ lille biomasse (0,4 mg vv/l).

*Sommer.*

Efter kiselalgemaksimumet fulgte en periode på 2 måneder frem til sidst i juni, hvor biomassen var meget lav. Det var rekyalgerne der her prægede planktonet, med en maksimal biomasse på 2 mg vv/l sidst i maj.

Rekyalger ernærer sig helt eller delvis heterotroft, og nød sandsynligvis godt af et øget indhold af organisk materiale efter henfald af kiselalgerne.

Fra sidst i juni til sidst i juli fås det andet kiselalgemaksimum.

Det domineredes først af *Stephanodiscus hantzschii* (4,2 mg vv/l), herefter først i juli af *Fragilaria crotonensis* (4,2 mg vv/l) og sidst i juli af *Melosira granulata* (7,2 mg vv/l).

*Fragilaria crotonensis* og *Melosira granulata* tåler dårlige og svingende lysforhold og fremmes ved fuld opblanding af vandmassen i søen.

Netop i juli måned var der i perioder ingen lagdeling i søen.

*Sensommer/efterår*

Sidst i juli dukkede blågrønalgerne *Microcystis aeruginosa* og *wesenbergii* op i planktonet, for at dominere dette fra midten af august til midt i ok-

tober. Fra 4 mg vv/l sidst i juli øgedes deres biomasse til 17 mg vv/l sidst i august, for igen at falde til 4 mg vv/l midt i oktober.

I de første 14 dage i august, hvor kiselalge maksimumet klingede af og inden blågrønalgerne totalt dominerede planktonet, sås furealgen *Peridinium polonicum* med en biomasse på omkring 3 mg vv/l.

Såvel slægten *Peridinium* som *Microcystis* optræder i sensommeren/efteråret, hvor temperaturen er høj og hvor algerne ofte udsættes for stressfaktorer så som mangel på næringssalte og et stort græsningstryk. *Microcystis* er f.eks. tilpasset hertil ved at kunne regulere sin vertikale position, kunne luksus-optage fosfor og ved at være uspiselig p.g.a. sin størrelse.

*Sammenligning med resultater fra 1989.*

Forårsmaksimumet var i 1989 længere (3 mdr.) end i 1990 (2 mdr.). Endvidere var forløbet i 1989 totoppet og bestod først af *Stephanodiscus astrea* og senere af *Stephanodiscus hantzschii*, mens forløbet i 1990 var entoppet og alene bestod af *Stephanodiscus hantzschii*.

Efter kiselalgemaksimumet øgedes rekyalgerne biomasse i 1989 til 17 mg vv/l, mod 2,5 mg vv/l i 1990.

I sensommeren/efteråret 1989 var kiselalgen *Stephanodiscus astrea* i planktonet i 2,5 måned med en maksimal biomasse på 11 mg vv/l. I 1990 var der kiselalger i en måned med en maksimal biomasse på 10 mg vv/l. Sammensætningen var her *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Fragilaria crotonensis* og *Diatom elongata* nævnt efter faldende biomasse.

Begge år bestod blågrønalgemaksimaerne af *Microcystis* spp., men i 1989 strakte forløbet sig kun over en lille måned med en maksimal biomasse på 12 mg vv/l, mod 2 1/2 måned i 1990, hvor biomassen af *Microcystis* spp. var på 17 mg vv/l sidst i august.

#### Søens status.

På baggrund af de nævnte ændringer kan det ikke siges noget om, hvorvidt søen har ændret sig i en positiv eller negativ retning, men søen må karakteriseres som eutrof ud fra planktonsammensætningen i de 2 år.

#### Fytoplankton i relation til vandkemi og opblandingsdybden.

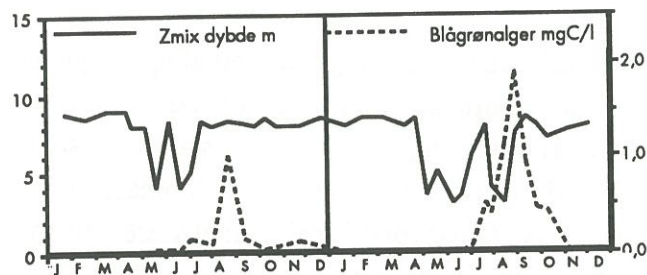
Mængden og sammensætningen af alger, der kan vokse op i søvandet reguleres mindst af tre faktorer: nemlig mængden af næringsstoffer, lystilgængeligheden og eventuelt lejlighedsvis af zooplanktons græsning på algerne.

I det efterfølgende kapitel er zooplanktons eventuelle regulerende rolle for fytoplanktonet i Bryrup Langsø diskuteret. Her skal kort diskuteres opblandingsdybdens betydning og de vandkemiske forhold i relation til fytoplanktonet.

#### Opblandingsdybden *Zmix*

I figur 14 er vist, hvor stor en del af vandsøjlen, der er vertikalt opblandet på søstationen (det dybeste sted). Den afbildede opblandingsdybde repræsenterer den dybde, hvor temperaturspringet er mest markant.

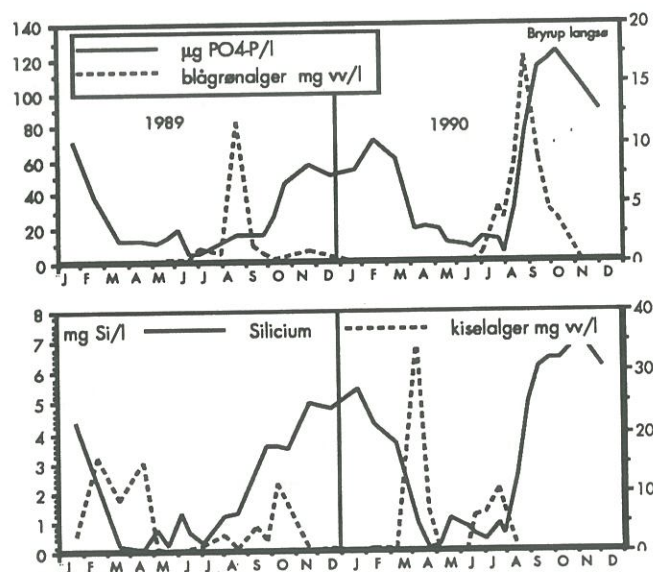
Det fremgår, at der i sensommeren 1990 var en midlertidig temperaturlagdeling af vandet, hvorimod der ikke på prøvetagningsdagene i 1989 blev registreret nogen temperaturlagdeling. I 1990 var overfladevandet også noget varmere i ovennævnte periode end i 1989.



Figur 14. Vandets opblandingsdybde (*Zmix*) og koncentrationen af blågrønner i Bryrup Langsø's overfladevand, st. 090930, 1989-90.

Sammenfaldende hermed var udviklingen af blågrønner i august-september i 1989 mere moderat end i samme periode i 1990.

Hovedårsagen til den markante forskel i blågrønalg udviklingen de to år kan således være betinget af forskelle i temperatur og lagdelinger



Figur 15. Koncentration af blågrønner og ortho-fosfat samt silikat og kiselalger i Bryrup Langsø, 1989-90. Station 090930.



af søvandet, hvor højere temperatur og lagdeling af vandsøjlen erfaringsmæssigt begunstiger opvækst af blågrønalger (*Microcystis m.fl.*).

#### Fytoplankton og vandkemi

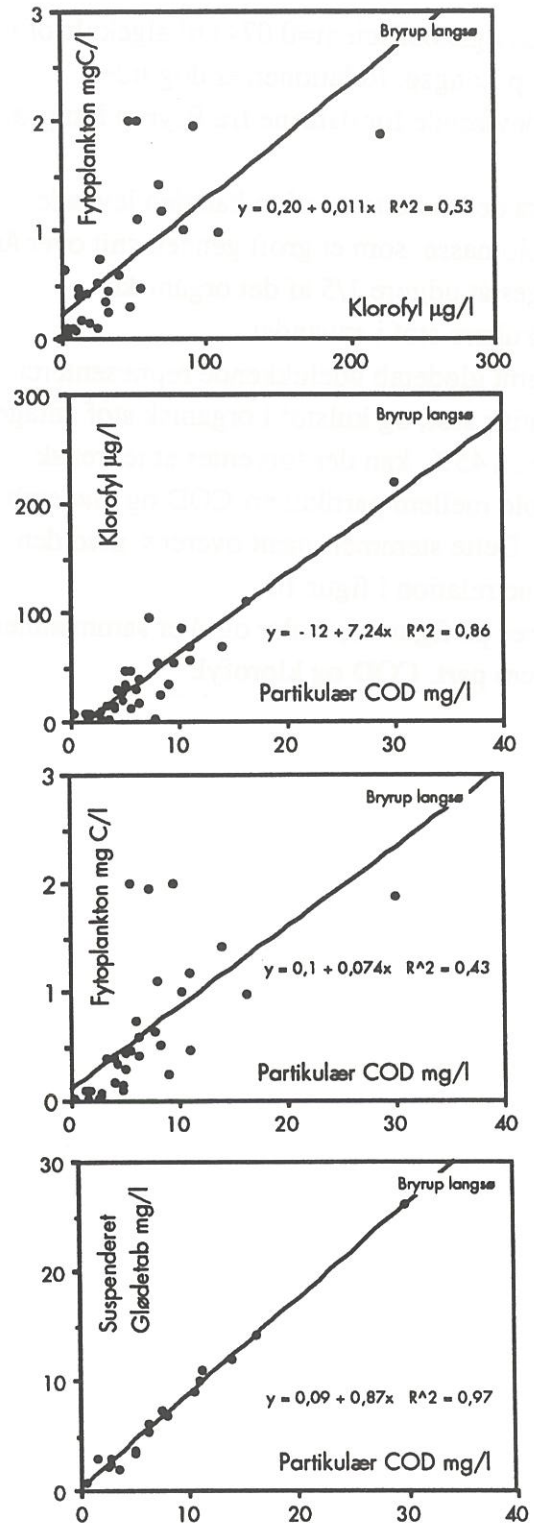
Som tidligere omtalt i afsnittet om de vandkemiske resultater er der sammenfald mellem den massive udvikling af blågrønalger i 1990 og de høje koncentrationer af ortho-fosfat (figur 15). Ligeledes ses i figur 15, at ved opvækst af kiselalger udtømmes søvandet for silikat. I perioden med blågrønalgedominans i 1990 var der i øvrigt færre kiselalger i søvandet end i 1989, og dermed også mere silikat i søvandet.

I forbindelse med overvågningsprogrammet bestemmes algemængden kvantitativt som vådvægt og kan herefter omregnes til kulstof. En række andre parametre i måleprogrammet er dog indirekte mål for algebiomassen.

I figur 16 (øverst) er gengivet relationen mellem klorofyl og beregnet kulstof i fytoplankton (1989-90). Reynolds (1984) angiver en generel relation på 1:50. Relationen for Bryrup Langsø giver et forhold på 1:11, idet det dog bemærkes, at relationen i høj grad bestemmes af den høje biomasse i august-september 1990 (*Microcystis* spp.). Den fundne relation i Bryrup langsø er i øvrigt ikke overbevisende.

Målinger af partikulært COD må formodes også at være et indirekte mål for algemængden i søvandet. I figur 16(nederst) er sammenhænge mellem partikulært COD og klorofyl, glødetab og algekulstof vist.

Teoretisk ( $RQ=0.85$ ) kan Part. COD omregnes til kulstof med en faktor 0,32., hvilket er ca 5 gange mere end den fundne relation



Figur 16. Relationer mellem vandkemi og fytoplanktonbiomasse. Bryrup Langsø, 1989-90



(hædningskoefficient=0.074) til algekulstof i Bryrup Langsø. Relationen er dog lidet overbevisende for dataene fra Bryrup Langsø.

Ud fra den fundne relation kan den levende algebiomasse som et groft gennemsnit over året antages at udgøre 1/5 af det organiske partikulære stof i søvandet.

Såfremt glødetab udelukkende repræsenterer organisk stof, og kulstof i organisk stof antages at være ca 45%, kan der forventes et teoretisk forhold mellem partikulært COD og glødetab på 0,71. Dette stemmer pænt overens med den fundne relation i figur 16.

Det ses på figur 16, at der også er sammenhæng mellem part. COD og klorofyl.

## Zooplankton

### Metodik

Indsamlingen af zooplanktonprøverne afveg i 1990 væsentligt fra 1989, idet 90-undersøgelserne blev foretaget ud fra DMU's anvisning.

Zooplanktonet blev indsamlet fra tre stationer i søen, fordelt således, at dybderne lå indenfor 70-90% grænserne på hypso grafen.

På hver af de tre stationer indsamledes prøverne fra 0,5 + 2 + 4 + 6 m, hvorefter prøverne blev puljet og bestemt efter anvisningen. (For kommentar, se bilag).

Det skal bemærkes, at vi ved en fejltagelse har mistet de ufiltrerede prøver fra første halvdel af året 1990, og følgelig er der ingen rotatorie-data fra denne periode.

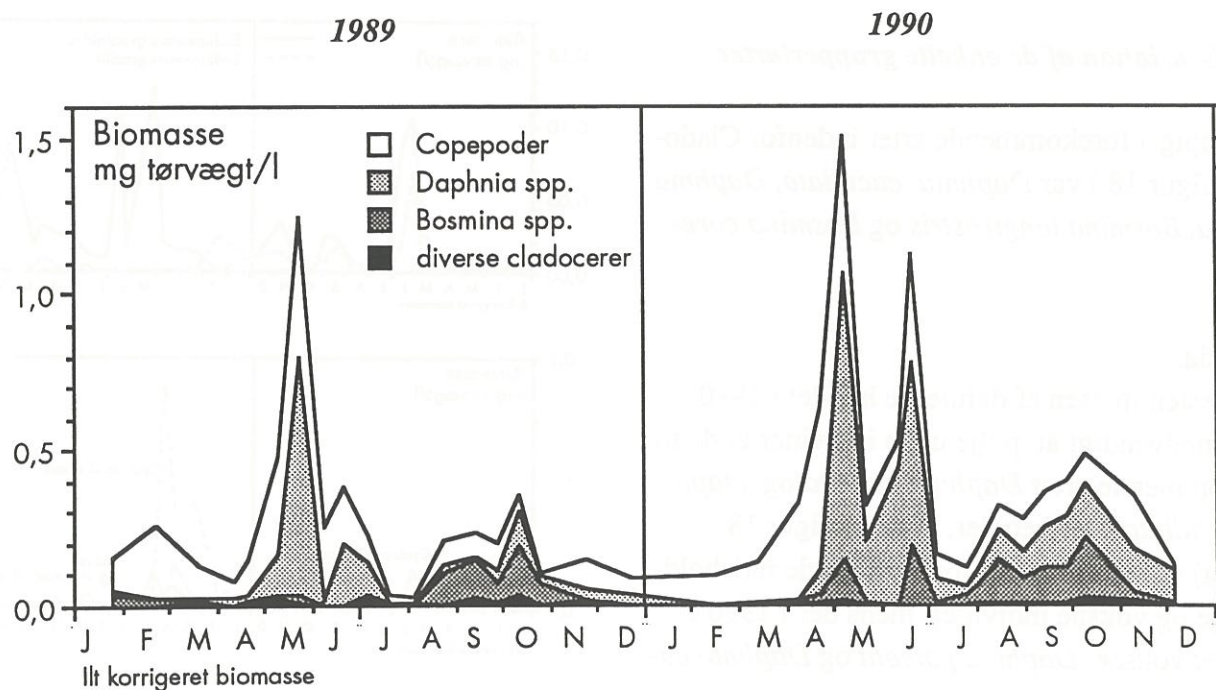
De eksisterende rotatorie-data fra 1990 afrapporteres senere sammen med 89-data herfor.

### Ilt-styret bevægelsesfrihed for zooplankton

Zooplanktonet er som bekendt bevægelige organismer og kan vandre i hele vandsøjlen. Zooplankton opholder sig dog ikke ved iltkoncentrationer  $< 1$  mg/l.

Dette giver problemer, når resultatet af prøverne, som blev indsamlet i hele vandsøjlen, skal vurderes.

I Bryrup Langsø er der nemlig iltfrit på de største vanddybder i en mindre del af sommerperioden. Beregnes antal (og biomasse) således i disse perioder som jævnt fordelt i hele vandsøjlen giver dette ikke noget sandt billede af zooplanktons forekomst og indvirkning på fytoplankton (evt. græsningsregulering). Data, der præsenteres efterfølgende, er derfor korrigeret for denne iltbetingede skæve fordeling. Det er antaget, at zooplanktonet kun findes ned til den vanddybde, hvor iltkoncentrationen  $< 1$  mg/l.



Figur 17. Årstidsvariation i forekomst af det større zooplankton i Bryrup Langsø 1989-90

### Biomassefordelingen på grupper

Sammenlignes den summerede biomasse for Cladocerer og Copepoder fra 1989 og 1990, (figur 17), sås begge år et karakteristisk forårsmaximum i maj med størrelsen 1,25-1,5 mg tørvægt/l, og et efterårsmaximum begyndende i august og med maximum i oktober.

Forårsmaksimet var i 1990 to-toppet (maj-juni) i modsætning til 1989, hvor zooplanktonet havde et maksimum i slutningen af maj.

Biomassen i efterårsmaximaet var begge år væsentlig mindre end forårsmaximaet, nemlig ca. 0,4 mg tørvægt/l.

Vinterniveauerne var også stort set ens og i størrelsesordenen 0,1 mg tørvægt/l.

Der var ingen markant forskel i Cladocernerne og Copepodernes samlede biomasse de to år. Hovedparten af biomassen udgjordes i størstedelen af året af Cladocerer.

### Årstidsvariation af de enkelte grupper/arter

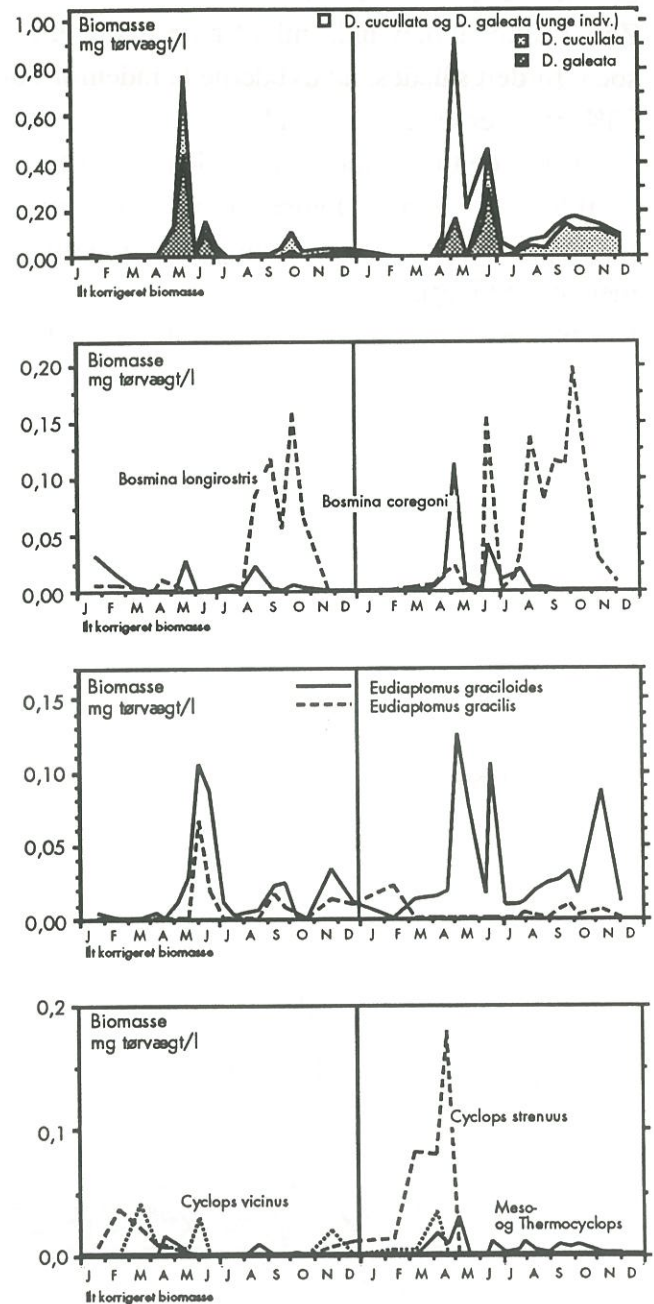
De hyppigst forekommende arter indenfor Cladocerer (figur 18) var *Daphnia cucullata*, *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris* og *Bosmina coregoni*.

#### Daphnia:

Ved bestemmelsen af dafnierne har det i 1990 været nødvendigt at pulje unge individer af de to forekommende arter *Daphnia galeata* og *Daphnia cucullata*. Det betyder, at de på figur 18 (øverst) opdelte grupper for 1989 både indeholder unge og voksne individer, mens der i 1990 er afbildet voksne *Daphnia galeata* og *Daphnia cucullata* og en sum af de to arters unge individer. Biomassen af *Daphnia*-arterne kan således ikke direkte sammenlignes, men det kan den samlede biomasse for *Daphnia* spp.

*Daphnia*'s udvikling og forekomst viser meget små forskelle imellem de to år.

Tendensen er, at dafnierne stort set først indfinder sig i zooplanktonsamfundet fra april måned og



Figur 18 Årstidsvariation for daphnier, snabeldaphnier, cyclopoide- og calanoide copepoder



allerede i begyndelsen af maj danner forårsmaximum.

I 1989 var dette på knapt 0,8 mg tørvægt/l og i 1990 ca. 0,9 mg tørvægt/l.

I 1990 var der til forskel fra 1989 to på hinanden følgende maxima, hvor tilvæksten af *Daphnia* i juni måned var betydelig større end året før. Biomassen faldt herefter brat i juli og i 1989 forsvandt dafnierne helt en kortere periode af sommeren, mens dyrene i 1990 var tilstede, men i meget ringe grad.

Efteråret var begge år karakteriseret ved fremvækst af arten *Daphnia cucullata*, som dannede efterårsmaximum i september-oktober måned.

#### *Snabedafnier (Bosmina-arterne)*

Snabedafniernes andel i den totale zooplankton biomasse (uden rotatorier) var relativ lille i første halvdel af de to år, mens de fra august bidrog med ca. 50% af den samlede biomasse.

Af de to bosmina-arter *Bosmina longirostris* og *Bosmina coregoni*, var det stort set *Bosmina longirostris* der var den dominerende art gennem 1989 og 1990.

Den umiddelbare forskel de to år var, at *Bosmina coregoni* i 1990 havde større tilvækst i forårsmaximummet end i 1989.

Desuden synes der i juni 1990 at være gunstige forhold for bosminerne, hvor begge arter havde markant fremgang, men hvor *Bosmina longirostris* var absolut talrigst.

Efterårsperiodens tilvækst af *Bosmina longirostris* begyndte i august og opretholdt en stor biomasse indtil oktober måned, hvor populationens tilbage-

gang resulterede i fald fra henholdsvis ca. 0,15 mg tørvægt/l i 1989 og ca. 0,2 mg tørvægt/l i 1990 (efterårsmaxima), til under 0,03 mg tørvægt/l i november måned.

#### *Copepoder:*

Copepoderne var både repræsenteret af calanoide og cyclopoide copepoder, hvor de vigtigste arter var: *E. graciloides* og *E. gracilis*, *Cyclops vicinus*, *Cyclops strenuus* og *Meso- og Thermocyclops*, (figur 18).

For de calanoide copepoder vedkommende forekom *E.graciloides* hyppigst og bidrog med den største biomasse. Også for denne art tegnede der sig et forårsmaximum i maj-juni, en stagnation i sommerperioden og en begyndende opvækst i september med maksimum først i november.

De calanoide copepoder havde ligesom cladocernerne gode vækstmuligheder i juni måned.

For de cyclopoide copepoder var der stor forskel de to år hvad angår artsdominansen. I 1989 forekom både *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* i årets første måneder, mens det i 1990 var *Cyclops strenuus* der var alt dominerende, og med en biomasse ca. 4 gange større end året før.

Tendensen fra april-maj og resten af året var begge år, at de store cyclops-arter *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* blev afløst af de mindre *Meso- og Thermocyclops* som forekom med en meget lille biomasse.

### Regulerende faktorer for zooplanktons forekomst

To faktorer er i væsentlig grad bestemmende for zooplanktonets vækstmuligheder. Nemlig mængden af tilgængelig føde (alger og bakterier) og mængden af fisk og andre dyr, der æder zooplanktonet.

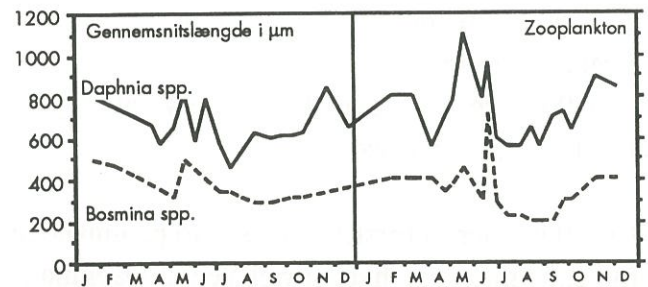
Det er velkendt, at fiskene i mange søer indvirker på zooplanktonets sammensætningen, idet de fortrinsvis æder de store zooplankton-arter. Således kan zooplanktonets gennemsnitslængde i nogen tilfælde afslører en mulig prædation fra fiskene.

Betragtes biomassefordelingen på grupperne (figur 17) og individ-gennemsnitslængden for *Daphnia spp.* og *Bosmina spp.* (figur 19) vil man bemærke, at biomasse-stagnationen i juli begge år skete samtidig med en tydelig formindskning af individ-gennemsnitslængden for henholdsvis daphnia og bosmina.

For eksempel ændrede *Daphnia spp.*'s gennemsnitslængden sig i 1989 fra ca. 800  $\mu\text{m}$  til ca. 450  $\mu\text{m}$  og i 1990 fra ca. 950  $\mu\text{m}$  til ca. 580  $\mu\text{m}$ . Dette kunne tyde på en kraftig prædation, sammenfaldende med, at årets fiskeyngel begyndte at æde zooplanktonet.

Ligeledes kunne den kortvarige tilbagegang for zooplankton i maj 1989 og fald i gennemsnitslængden i samme tidsrum muligvis forklares ved prædation fra fisk.

Alt i alt tyder zooplanktonets mængde og størrelse på, at fiskene i perioder i 1989 og 1990 var i stand til at regulere zooplanktonet i Bryrup Langsø.



Figur 19  
Gennemsnitslængde for dafnier og snabeldafnier, 1989-90, i Bryrup Langsø.

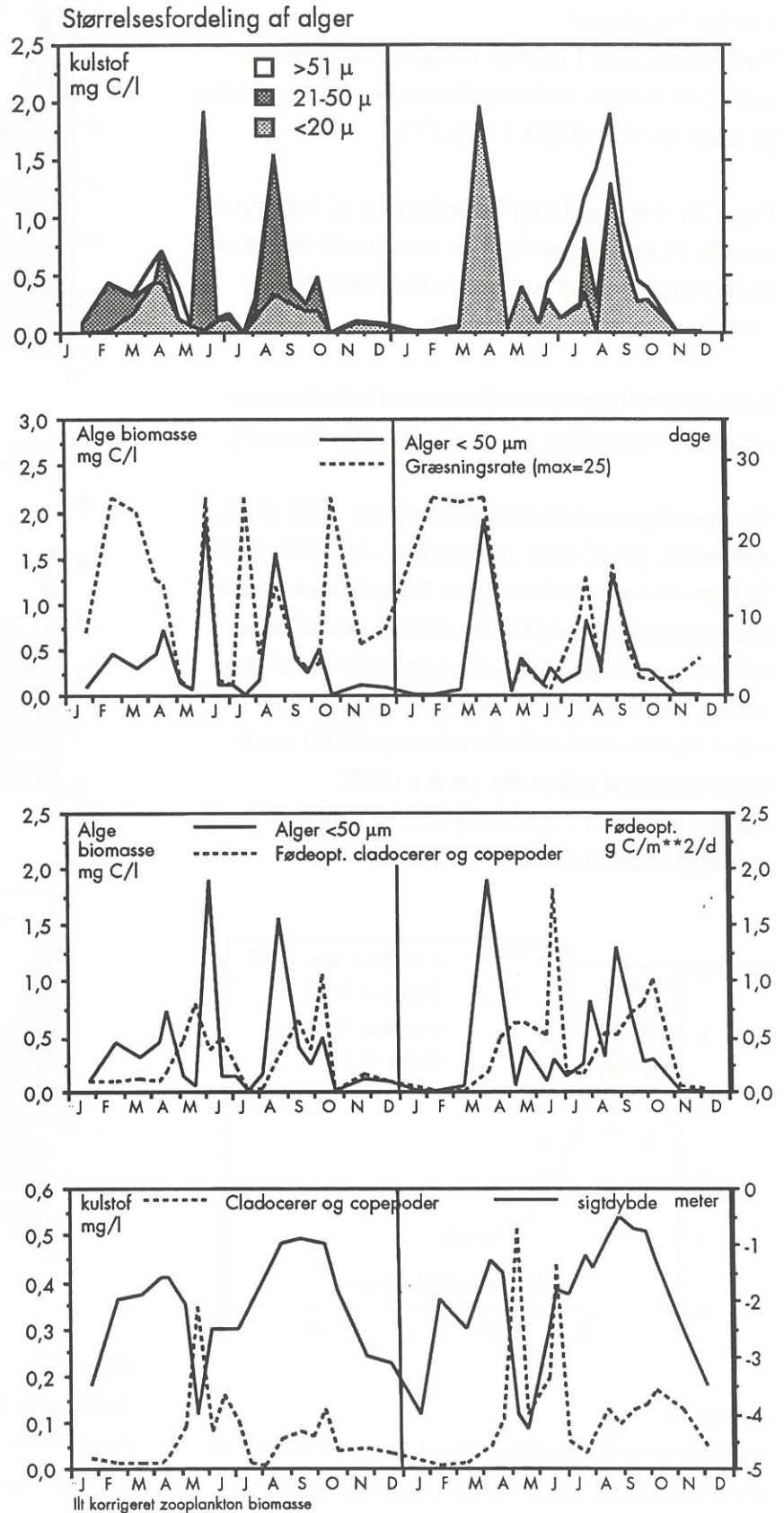
### Zooplanktonet som algespisere.

Som bekendt må det anses at være tilgængeligheden af fosfor, der bestemmer hvor stor algevægst, der kan komme i Bryrup Langsø, men nogen variation i algemængden kan måske forklares ved varierende indflydelse af zooplankton græsningen.

I modsætning til 1989 var forårsmaximumet for de små og spiselige alger i 1990 af kortere varighed (se figur 20 A), emn op imod 4 gange så stort som i 1989. Begge år var reduktionen af de små algers forårsmaksimum sammenfaldende med maksima i zooplankton (cladocerer og copepoder) og klart vand i søen (figur 20 D), lige som den beregnede arealrelaterede fødeoptagelse (figur 20 C) var stor i denne periode begge år. Den beregnede græsningsrate (\*), figur 20 B, var mellem 0 og 5 ved flere lejligheder. I disse perioder har de mindste algeformer været udsat for et relativt højt græsningstryk.

(\* græsningsraten = det antal dage zooplankton skal bruge på at spise hele mængden af små alger (<50  $\mu\text{m}$ ). Beregningsforudsætninger se figur 20.





**Figur 20.**  
**Størrelsesfordeling af alger, sigtdybde og diverse beregninger af zooplankton græsning mv.**  
**Bryrup Langsø 1989-90.**  
 Hvis det antages, at zooplanktonet fortrinsvis spiser alger, der er mindre end 50 μm og at fødeingestionen er direkte proportional med algemængden op til 0,2 mg C/l (< 50 μm), og at I/B forholdet for de enkelte grupper er: 100% for cladocerer, 50% for calanoide copepoder og 200% for rotatorier, kan cladocerernes og copepodernes arealspecifikke græsning med et groft overslag tilnærmes til 92,7-137,8 g C/m\*\*2/år i 1989 og 1990.



## Sediment

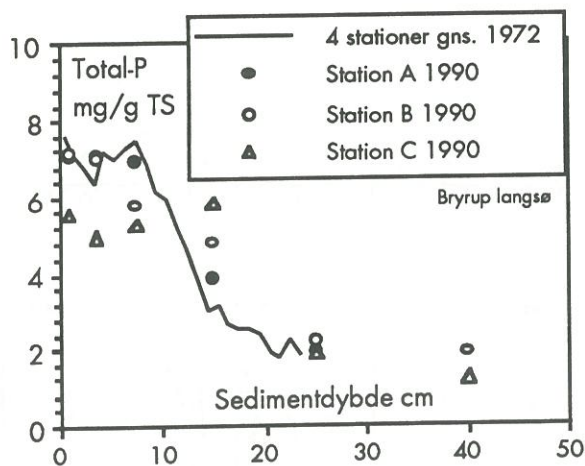
### Fosfor i sediment

Fosforindholdet i Bryrup Langsø's sediment er højt. I de øverste sedimentlag er der 5-8 mg fosfor pr gram tørstof, (figur 21 og 22).

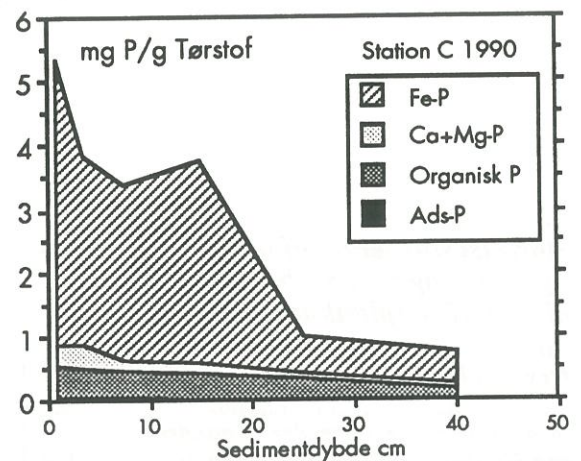
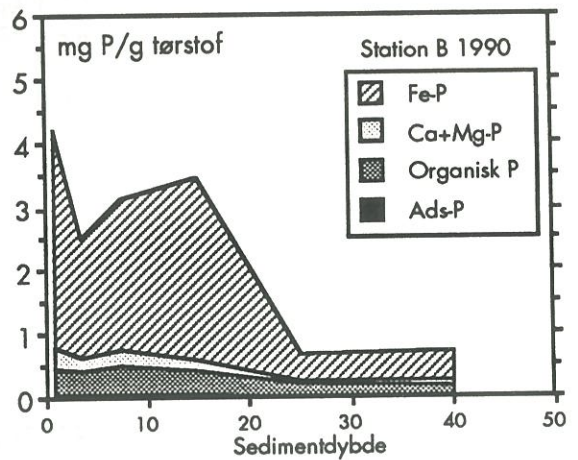
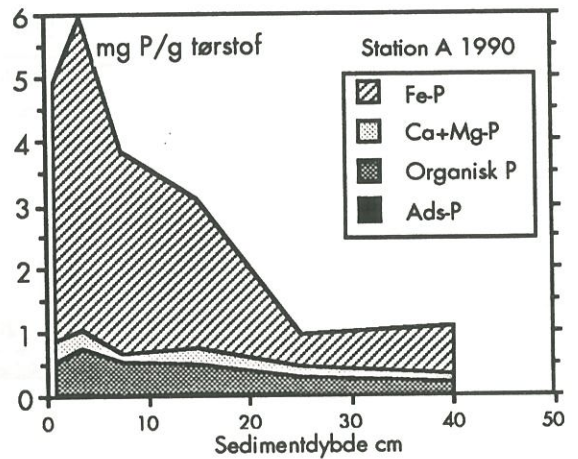
Figur 21 viser, at langt hovedparten af fosforen er bundet til jern, og at der i de øverste 20-30 cm af sedimentet er langt højere fosforkoncentration end længere nede i sedimentet.

I det dybereliggende sediment er fosforkoncentrationen betydeligt mindre (<1mgP/g Tørstof).

Sammenlignes sedimentanalyser fra 1972 (J.M. Andersen, pers.) med resultaterne fra 1990 (figur 22), ses der en tendens til, at fosforkoncentrationen er mindsket noget i de øverste sedimentlag måske som følge af at udledningerne af spildevand i søens opland er mindsket betydeligt i perioden. Spildevandet fra Brædstrup (9500 pers) blev således afskåret fra søen i 1972. Fosforindholdet i Nimdrup bæk er da også mindsket stærkt siden 1972 (se tabel 1).



Figur 22. Sedimentets indhold af Total fosfor i sediment fra 3 stationer, 1990 og gennemsnit af 4 stationer, 1972.



Figur 21. Sedimentets indhold af fosfor, opdelt på jernbundet P (Fe-P), organisk P, adsorberet P (ads-P) og calciumbundet P (Ca+Mg-P). Udtaget 29. november 1990.

### Jern og calcium i sedimentet

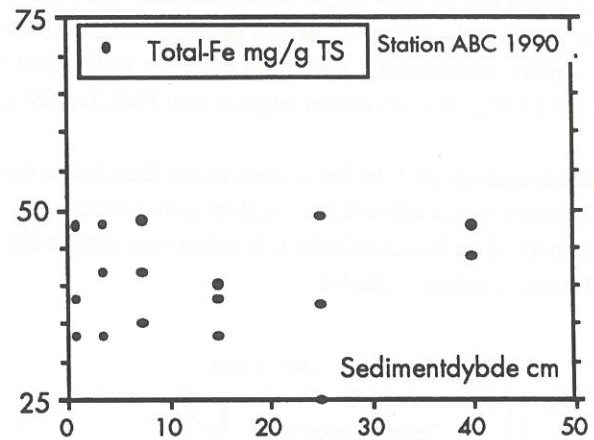
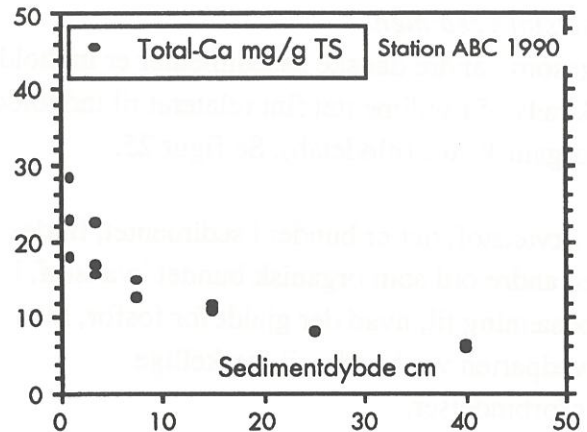
Sedimentets jernindhold er relativt højt (30-50 mg Fe/g TS, - figur 23), og i modsætning til fosforindholdet nogenlunde konstant i de øverste 50 cm af sedimentet.

Dette medfører, at Fe/P-forholdet i de øverste sediment (0-5cm) er lille, nemlig kun 6.1 som gennemsnit. I 20-50 cm's dybde er forholdet betydeligt højere, nemlig 20.

Erfaringsmæssigt har søer med et lavt Fe/P-forhold (< ca 15) og en stor fosforkoncentration i sedimentet ofte en stor intern belastning med fosfor i sommerperioden. Specielt under dårlige iltforhold og mangel på nitrat i bundvandet, kan der ske en stor frigivelse af fosfor fra sedimentet, således som det blev iagttaget i sensommeren og efteråret 1990.

Ligesom fosforindholdet er forøget i de øverste 20-30 cm af sedimentet er koncentrationen af Calcium også stigende fra denne dybde og op til sedimentoverfladen. Dette må skyldes, at der har været en tiltagende sedimentation af calcium i den periode, der svarer til sedimentation af 20-30 cm. Dette kan måske forklares ved, at algernes mængde og produktion er øget, og der hermed er udfældet mere kalk fra søvandet.

Desværre foreligger der først ved afslutningen af tilsynet i 1991 målinger på jernbalancen for søen. Ud fra en sådan balance vil det være muligt mere præcist at beregne den årlige sedimentation af materiale ned på søbunden, og alderen på sedimentet. Herved vil man kunne få en fornemmelse af, hvornår forværringen i søen tilstand er begyndt.



**Figur 23.**  
Koncentration af jern og calcium i sediment fra Bryrup Langsø, station ABC, 1990.

### Tørstof og glødetab

I figur 24 er vist indholdet af tørstof og glødetab i sedimentet (1990), og resultaterne er sammenlignet med resultater fra 1972 (J.M. Andersen, pers.).

Der er ingen store forskelle mellem de tre stationer fra 1990 og heller ikke til resultaterne fra 1972.



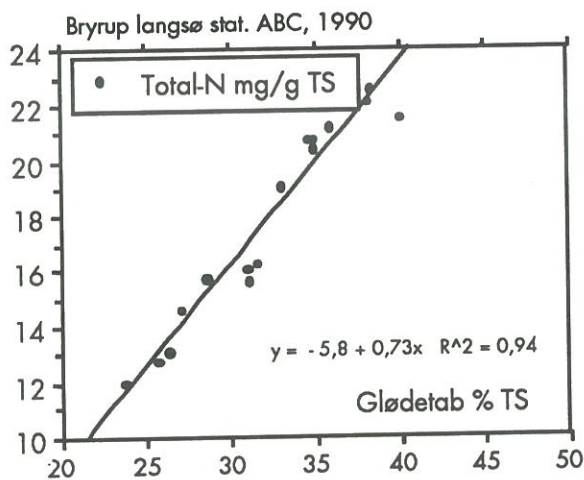
### Kvælstof i sediment

Ligesom i andre danske søsedimenter er indholdet af kvælstof i sedimentet fint relateret til indholdet af organisk stof (glødetab). Se figur 25.

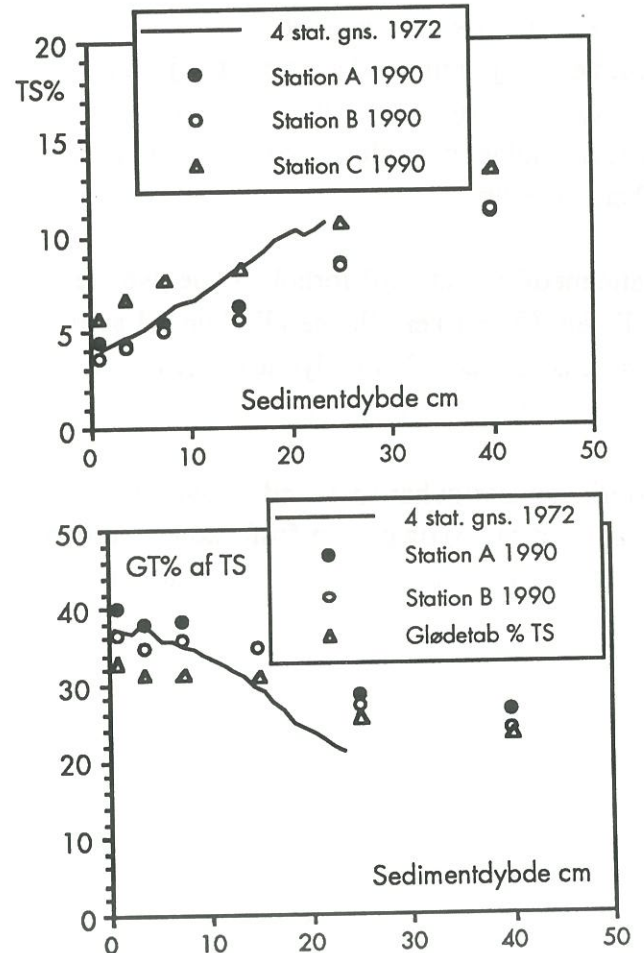
Det kvælstof, der er bundet i sedimentet, findes med andre ord som organisk bundet kvælstof, i modsætning til, hvad der gjaldt for fosfor, hvor hovedparten var bundet til forskellige jernforbindelser.

Der synes dog at være nogen uoverensstemmelse med den fine relation vist i figur 25 og den generelle relation udledt på danske søsedimenter (NPO forskning fra Miljøstyrelsen, nr C9 1990), hvor relationen angives som  $N=3.3+0.39*GT$

Afslutningsvist skal det bemærkes, at der ikke kunne findes nogen overbevisende relation mellem sedimentets jernindhold og fosforindholdet, hverken som total fosfor eller som jernbundet fosfor.



**Figur 25. Bryrup Langsø**  
Sedimentets indhold af kvælstof relateret til indholdet af glødetab (GT % af tørstof, TS).



**Figur 24. Bryrup Langsø.**  
Sedimentets indhold af tørstof og glødetab., Tre stationer fra 1990 sammenlignet med 4 stationers gennemsnit 1972.



# 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., m.fl. (1979): Bryrup Søerne 1978. Teknisk rapport. Århus Amtskommune.
- Andersen, J.M. & Windolf, J. (1989): Bryrup Søerne 1987. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amtskommune.
- 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. (1975): Influence of pH on the release of phosphorus from lake sediments. - Arch. Hydrobiol. 76, 411-19.
- 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.
- Gudenåundersøgelsen 1973-75: Rapporter udgivet af Gudenåudvalget. Udarbejdet af VKI (1975a,b,c).
- Hansen & Wegner (1989): Fisk i Bryrup Langsø, 1988. Teknisk rapport til Miljøkontoret, Århus Amtskommune.
- Jacobsen, O.S. (1977): Sorption of phosphate by Danish lake sediments. - Vatten 33, 290-98.

- Leonhard, S. & Grøn, P. (1990): Smådyr i Bryrup Langsø, 1988. Teknisk rapport til Miljøkontoret, Århus Amtskommune.
- OECD 1982: Eutrophication of Waters.
- Olrik, Kirsten (1990): Planteplanktonsamfund i danske søer.
- Reynolds, C.S. (1984): The ecology of freshwater phytoplankton.
- Rosen, Göran (1981): Tusen sjöar, Växtplanktons miljøkrav.
- Wium-Andersen, S. & Schierup, H.H. (1975): Kartering af rørsump- og flydebladsvegetation i udvalgte søer i Gudenåsystemet. Gudenåundersøgelsen 1974-75. Rapport nr. 26.
- Århus Amtskommune (1990): Recipientkvalitetsplan, 1989. Bind 1 Vandløb, søer og kystvande. Krav til spildevandsrensning.
- Århus Amtskommune (1990): Bryrup Langsø 1989. Teknisk rapport. Miljøkontoret, Århus Amtskommune.



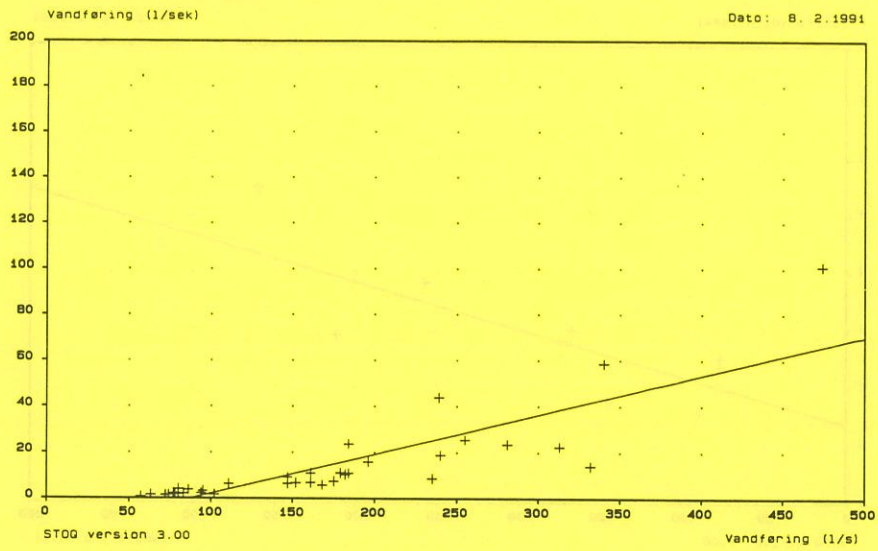
## *Bilagsoversigt*

qQ-relationer for tilløb og afløb	Bilag 1
Isoplet, ilt og temperatur 1989	Bilag 2
Fytoplankton. Metodik og rådata	Bilag 3
Zooplankton. Metodik og rådata.	Bilag 4
Sediment data	Bilag 5
Samletabel over beregnede data	Bilag 6

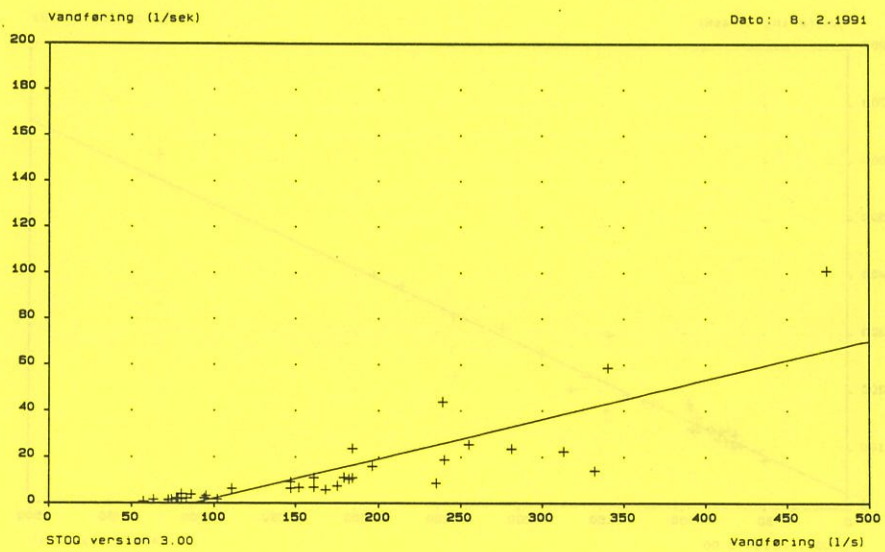
References

- 1. ...
- 2. ...
- 3. ...
- 4. ...
- 5. ...

Q/Q 090274 Lystrup å Kringelbæk, afløb Karlsø  
 QQ-korrelationsmetoden  $Q = A \cdot Q_r + B$  A = 1.7106E-01 B = -1.5090E+01  
 Korrelat. koef. R = 0.845  
 Signaturer: PLUS = måling, med i beregn  
 Referencestationer: 210388



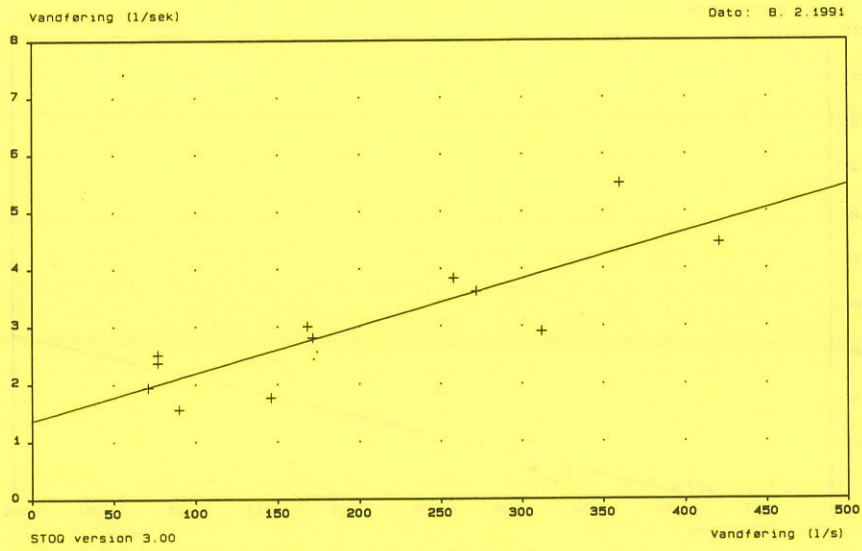
Q/Q 090274 Lystrup å Kringelbæk, afløb Karlsø  
 QQ-korrelationsmetoden  $Q = A \cdot Q_r + B$  A = 1.7106E-01 B = -1.5090E+01  
 Korrelat. koef. R = 0.845  
 Signaturer: PLUS = måling, med i beregn  
 Referencestationer: 210388



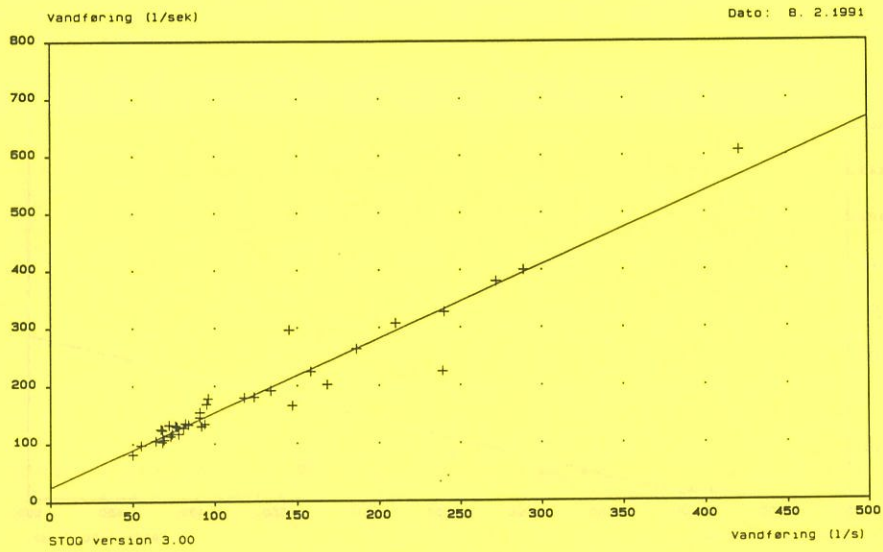


Bilag 1.2

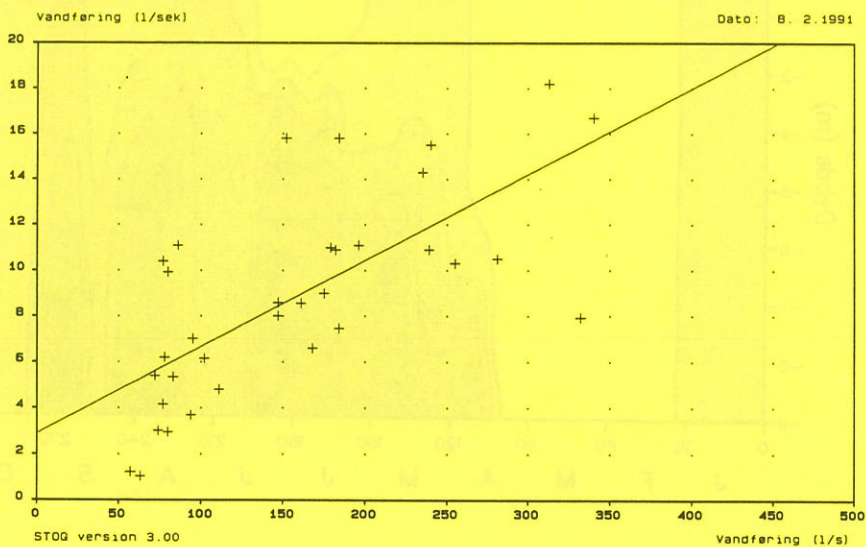
Q/Q 090064 Lystrup å T.løb Bryrup Langsø f.sydvest  
QQ-korrelationsmetoden  $Q = A \cdot Qr + B$   $A = 8.1890E-03$   $B = 1.3640E+00$   
Korrelat. koef.  $R = 0.850$   
Signaturen: PLUS = måling, med i beregn  
Referencestationer: 210388



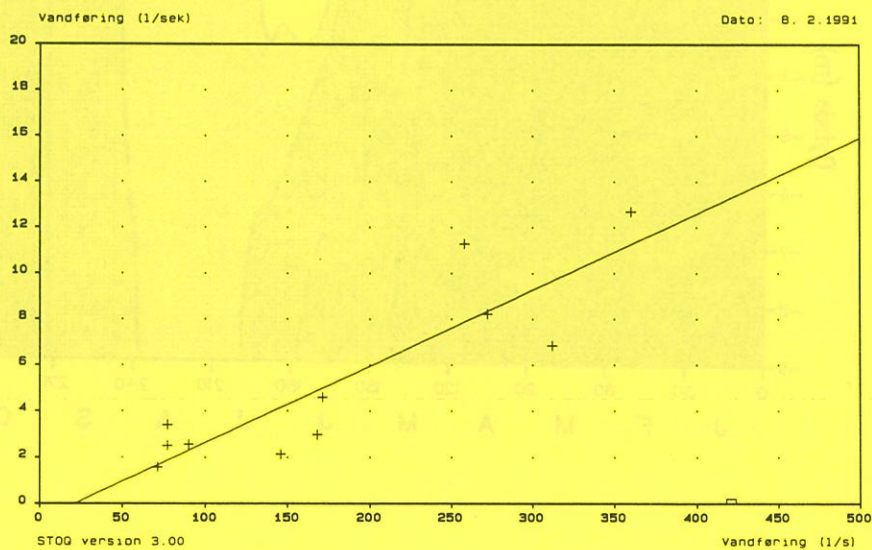
Q/Q 090535 Lystrup å Bryrup Langsø, afløb  
QQ-korrelationsmetoden  $Q = A \cdot Qr + B$   $A = 1.2794E+00$   $B = 2.5291E+01$   
Korrelat. koef.  $R = 0.965$   
Signaturen: PLUS = måling, med i beregn  
Referencestationer: 210388



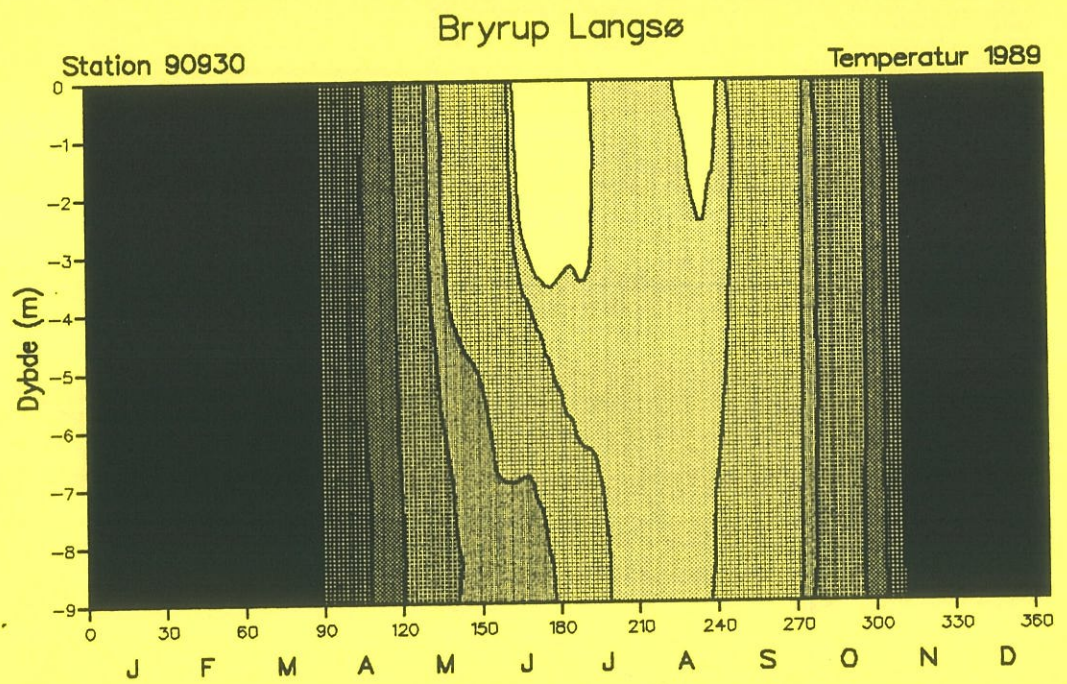
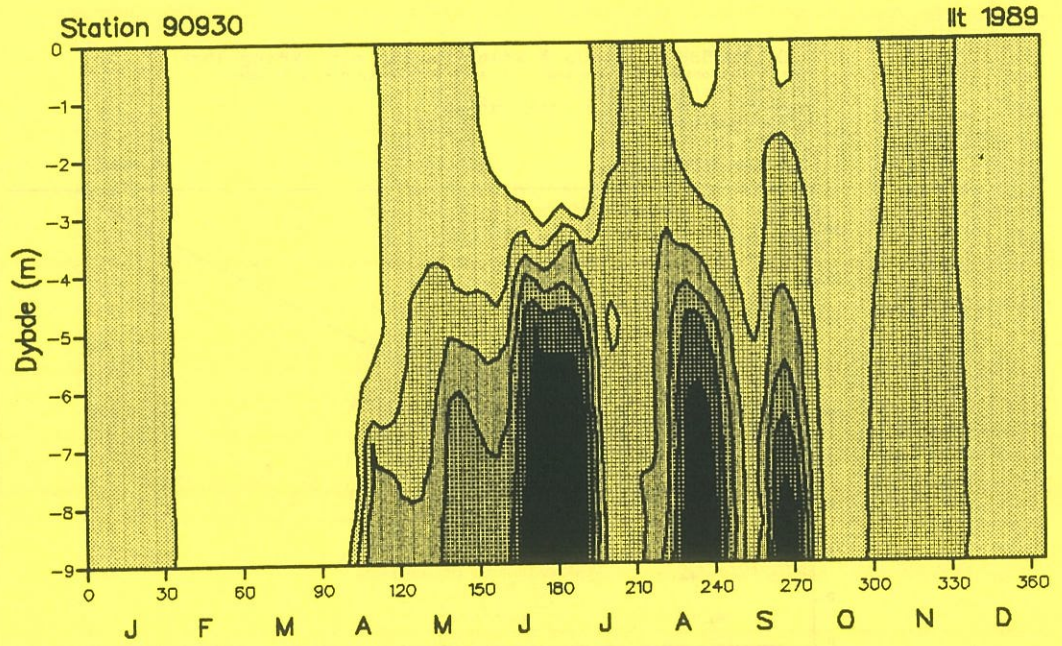
Q/Q 090536 Lystrup å Afløb Karlsø, o.s. Kringelbæk  
 QQ-korrelationsmetoden  $Q = A*Qr + B$   $A = 3.7709E-02$   $B = 2.8913E+00$   
 Korrelat. koef.  $R = 0.700$   
 Signaturer: PLUS = måling, med i beregn  
 Referencestationer: 210388



Q/Q 090467 Lystrup å Tilløb Bryrup Langsø fra nord  
 QQ-korrelationsmetoden  $Q = A*Qr + B$   $A = 3.3209E-02$   $B = -6.9675E-01$   
 Korrelat. koef.  $R = 0.885$   
 Signaturer: PLUS = måling, med i beregn FIRKANT = måling, IKKE med i beregn  
 Referencestationer: 210388









## FYTOPLANKTON

## Prøvetagning

De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget på en station, som er placeret på det dybeste sted i søen. Prøverne er udtaget med vandhenter, og af blandingsprøven fra 0.2, 1 og 2 m er der udtaget 250 ml, som er fikseret i sur lugol's opløsning.

Derudover er udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med en maskevidde på 20  $\mu\text{m}$ , hvorefter den er fikseret med sur lugol's opløsning.

I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning: "Vejledning i phytoplanktonbedømmelse, del 1; Metoder".

## Bearbejdning af prøver

Den kvantitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne blev foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Uthermöhl's sedimentationsteknik (Uthermöhl, 1958). Der blev anvendt sedimentationskamre med en volumen på 5 og 10 ml.

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

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

Volumen af de enkelte arter er bestemt ved hjælp af passende geometriske formler (Edler, 1979) ud fra lineære dimensioner opmålt løbende under optælling. Beregningsgrundlaget er 8-15 målinger af hver art i hver prøve.

For kiselalger er der for data fra 1989 ved omregning fra vådvægt til kulstof, altid kalkuleret med en vakuole størrelse i cellen på 75%. Med 1990-data er der ved denne omregning kalkuleret med en plasmatykkelse i cellen på 1  $\mu\text{m}$ .



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, som ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupperinger. Volumen af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

Den kolonidannende blågrønalgeslægt *Miceocystis* og andre blågrønalger er ofte vanskelige at kvantificere i fytoplanktonprøver, på grund af cellernes mere eller mindre spredte placering i koloniernes uregelmæssigt formede gelé. Volumen af *Microcystis* er derfor opgjørt ved at optælle antal delkolonier af en passende størrelse. Der er beregnet et gennemsnitligt antal celler pr. delkoloni, således at delkoloniens volumen kan beregnes ud fra volumen pr. celle. På denne måde undgås det at skulle skønne den faktor, hvormed det beregnede volumen af hele kolonier ellers kan reduceres for at fratække geléens volumen.

Prøverne er oparbejdet af cand.scient Henrik Oksfeldt Enevoldsen og cand.scient Lisbeth Drasbech.

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

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.



## Referencer brugt ved fytoplanktonbestemmelsen

Edler, L. 1979. Recommendation for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyl. Baltic Marine Biologists. No. 5.

Huber-Pestalozzi & G. Stuttgart 1938-83. Das Phytoplankton des Süßwassers. - I: Thienemanns Binnengewässer.

Lind, E.M. & A.J. Brook 1980. Desmids of the English Lake District. Freshwater Biological Association, No. 42.

Nygaard, G. 1976. Dansk planteplankton, København.

Olrik, K. (i tryk). Bedømmelse af planteplankton. Metoder. - Udarbejdet for Miljøstyrelsen. Miljøbiologisk Laboratorium ApS. 59 pp + bilag.

Prescott, G.W. 1976. Algae. Michigan.

Skuja, H. 1956. Taxonomische und biologische studien über das Phytoplankton Schwedische Binnengewässer. Uppsala.

Tikkanen, Toini 1986. Kasviplanktonopas. Helsinki.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton metodik. Mitt. Int. Ver. Limnol., 9: 1-38.







## Bryrup Langsø

Fytoplankton µgC/l	DATO																		
	900123	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900724	900731	900830	900912	900927	901009	901108	901204	
Taxonomisk gruppe																			
Cyanophyta																			
Microcystis sp.										28.4	158.8	274.7	1299.6	665.3	266.5	277.3			
Microcystis aeruginosa										209.7	77.4	77.4	378.3	176.3	137.8	64.7			
Microcystis wesenbergii										131.0	46.5	157.7	59.0	52.7	60.8				
Microcystis spp.										29.8		569.2							
Aphanizomenon flos-aquae												168.3	52.2	34.7			2.4	3.1	
Phormidium mucicola		1.3		105.0	110.8	26.8	53.4	4.0									8.8	11.5	
Rhodomonas sp.																			
Rhodomonas minuta											2.2								
Cryptophyceae spp. (6-14µm)			10.8				217.9	47.3		49.8		37.9							
Cryptophyceae spp. (14-20 µm)								34.9											
Dinophyceae																			
Gymnodinium helveticum												457.2	303.9	28.8			5.5	2.5	
Gymnodinium fuscum																			
Peridiniopsis polonicum																			
Diatomophyceae	2.6	4.7	8.0	30.8	32.8														
Melosira italica italica											259.9	223.6							
Melosira granulata										16.8									
Stephanodiscus astrea				1459.2	346.1				229.9	53.5	39.5	43.1							
Stephanodiscus hantzschii				13.2															
Asterionella formosa	4.5	15.3								35.9	136.1								
Diatoma elongata									138.3	380.8									
Fragilaria crotonensis																			
Synedra acus				7.7	8.7					17.9									
Chlorophyceae																			
Scenedesmus sp.											4.0	3.7							
Scenedesmus spp.																			
Monoraphidium sp.																			
Ubestemte eller fåtallige celler																			
Ubst. / fåtal. celler (<5µm)								8.2											
Ubst. / fåtal. celler (>10µm)									44.6										
Fytoplankton µgC/l																			
	900123	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900724	900731	900830	900912	900927	901009	901108	901204	
Størrelsesklasse																			
<=20µm		2.9	45.1	1913.0	1046.4	41.8	398.9	94.4	292.4	131.7	234.4	359.4	1299.6	665.3	266.5	277.3	11.2	14.6	
21-50µm		20.1	8.0	51.6	41.5				138.3	446.5	16.8	457.2	588.3	28.8	190.5		5.5	2.5	
>50µm	7.1										736.7	347.5		270.0					















Fytoplankton individer/ml	DATO																			
	900123	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900724	900731	900815	900830	900912	900927	901009	901108	901204	
Taxonomisk gruppe																				
Cyanophyta																				
Gomphosphaeria naegeliana																				
Microcystis sp.																				
Microcystis aeruginosa																				
Microcystis viridis																				
Microcystis wesenbergii																				
Microcystis spp.																				
Anabaena flos-aquae																				
Aphanizomenon flos-aquae																				
Oscillatoria sp.																				
Oscillatoria planctonica																				
Oscillatoria limnetica																				
Phormidium mucicola																				
Cryptophyceae																				
Cryptophyceae																				
Chroomonas sp.																				
Cryptomonas sp.																				
Cryptomonas ad ovata																				
Rhodomonas sp.																				
Rhodomonas minuta																				
Cryptophyceae spp. (6-14µm)																				
Cryptophyceae spp. (14-20 µm)																				
Dinophyceae																				
Diplopsalis acuta																				
Gymnodinium helveticum																				
Gymnodinium fuscum																				
Gymnodinium spp.																				
Gyro-/Gymnodinium spp. (<20µm)																				
Peridiniopsis polonicum																				
Peridiniopsis borgii																				
Peridinium sp.																				
Peridinium inconspicuum																				
Peridinium cinctum																				
Chrysophyceae																				
Synura sp.																				
Chrysococcus spp.																				
Diatomophyceae																				
Melosira varians																				
Melosira granulata var. angustissima																				
Melosira italica italica																				
Melosira granulata																				
Melosira italica var. subarctica																				
Melosira spp.																				



Bryrup Langsø

Fytoplankton individer/ml	DATO																			
	900123	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900724	900731	900815	900830	900912	900927	901009	901108	901204	
Stephanodiscus astrea	+																			
Stephanodiscus hantzschii	+																			
Asterionella formosa	68.7	210.7	+	8461.7	6835.7	+	+	+	4785.0	205.8	132.7	199.3	+		+		+	+	+	
Asterionella formosa v. acaroïdes			+	162.1					+	+	239.9	+								
Diatoma elongata	+									495.9	1312.7	+								
Fragilaria sp.									+											
Fragilaria capucina				+																
Fragilaria construens	+								72.9	311.2		+								
Fragilaria crotonensis	+			+	35.7				+			+								
Nitzschia sp.																				
Nitzschia acicularis																				
Synedra acus				29.2																
Synedra acus var. radians																				
Synedra ulna				+																
Ubestemte pennate kiselalger																				
Tribophyceae																				
Pseudostaurastrum limneticum																				
Goniochloris mutica																				
Euglenophyceae																				
Euglena sp.																				
Trachelomonas hispida																				
Trachelomonas volvocina																				
Trachelomonas sp.																				
Chlorophyceae																				
Pandorina morum																				
Eudorina elegans																				
Eudorina unicocca																				
Staurastrum chaetoceras																				
Botryococcus braunii																				
Coelastrum sp.																				
Coelastrum microporum																				
Coelastrum astroideum																				
Coelastrum reticulatum																				
Dictyosphaerium ehrenbergianum																				
Kirchneriella sp.																				
Lagerheimia ciliata																				
Oocystis solitaria																				
Pediastrum sp.																				
Pediastrum boryanum																				
Pediastrum duplex																				
Pediastrum tetras																				
Scenedesmus sp.																				
Scenedesmus armatus																				
Scenedesmus opoliensis																				
Scenedesmus quadricauda									280.4											

(fortsættes)







## BILAG

### Zooplankton

#### Prøvetagning 1990

Prøverne er indsamlet med 5 liter hjerteklap vandhenter med KC-maskiners ekstra sikring af klapperne. På hver af de tre stationer er der taget prøver i 0,5+2+4+6 m. Der er udtaget to liter fra hver blandingsprøve til filtrering på 90 µm net og 0,5 liter fra hver til sedimentation. Alle tre stationer er endeligt puljet således, at den filtrerede prøve indeholder 6 liter fra (0,5+2+4+6)m og den sedimenterede prøve på 1,5 liter fra samme dybder. Begge typer er konserveret med Lugol og opbejret i mørke flasker. Desværre er de sedimenterede prøver fra første halvdel af året 1990 mistet.

#### Bearbejdning

Bestemmelse og tælling er foretaget af Århus Amtskommune, Miljøkontoret/ Karen Schacht. I 1990 er der ikke talt ciliater og rotatorierne fra de eksisterende 90-prøver afrapporteres senere. Zooplankton er talt i omvendt mikroskop og i de fleste tilfælde er også identifikationen foretaget i dette. Det kan dog for identifikation af krebsdyrene være nødvendigt, at anvende retvendt mikroskop med større forstørrelser. I den filtrerede prøve er der optalt som følger:

#### Cladocerer.

Cladocererne er optalt på artsniveau, men det har været nødvendigt at pulje ikke voksne individer af *Daphnia cucullata* og *Daphnia galeata*. De voksne dafnier er artsopdelt. Der er perioder, hvor kun den ene af arterne findes og følgelig er det denne art der optræder i den puljede gruppe af unge individer.

Bestemmelse er foretaget efter Fauna D'italia (1985).

#### Copepoder

For nauplier og copepoditer er der kun skelnet mellem calanoide og cyclopoide mens de voksne individer for begge grupper er bestemt til artsniveau. Dog har det ikke været muligt at skelne mellem *Thermocyclops* og *Mesocyclops* arterne og de er derfor puljet i en fælles gruppe kaldet Thremo/Mesocyclops.

Copepoderne er bestemt efter Kiefer (1978).

#### Biomasseberegning.

Biomasse af de enkelte arter af crustaceer er beregnet efter længde /vægt relationer, efter Bottrell et al 1976.

Individlængden er bestemt ifølge anvisning fra DMU. Der skal gøres opmærksom på at denne

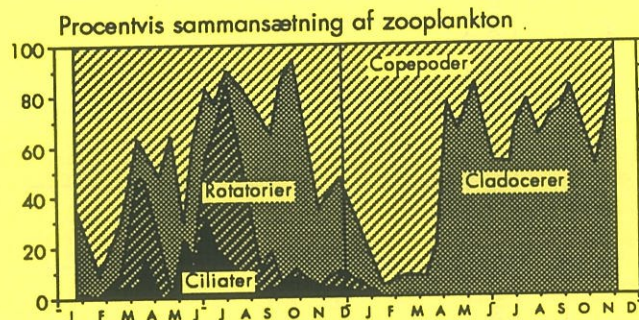
målemetode adskiller sig fra den, der anvendtes året før af Miljøbiologisk laboratorium. Det er specielt opmålingen af dafnier der adskiller sig væsentlig.

Længde / vægt relationerne for copepoder og cladocerer i Bottrell et al. (1976) angiver biomassen i tørvægt. Ved omregning fra tørvægt til vådvægt antages en tørvægt på 13% af vådvægt (med undtagelse af *Asplanchna* hvor tørvægten er 4% af vådvægten). Det antages videre at 82% af tørvægten kan omregnes til kulstof. Kulstof indholdet er da 45% af denne del af tørvægten.

Fra hver prøvetagningsdato måles længde på 25 individer for cladocerernes vedkommende og for copepoderne måles 25 copepoditer, 10 hanner og 10 hunner. Således opnåes der i de fleste tilfælde en sikkerhed på  $\pm 10\%$  af middellængden.

Biomassen beregnes ud fra de individuelle biomasseværdier og populationens størrelse.

Da der kun findes få individer af rovdaphnia *Leptodora* og da dyrene er meget store er disse arter ikke medtaget i zooplanktonets biomasse.









bryrup langsø

Zooplankton tørvægt µg/l	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT
Cyclopoide nauplier	3.3	4.5	66.6	55.0	100.5	2.3	3.3	11.7	.4	4.5	7.2	2.5	5.0	5.6	4.4	6.7	4.1	1.8
Enkelt celle	38.1	18.2	69.2	167.9	80.8	10.6	8.9	23.4	12.8	28.3	8.1	2.7	24.5	14.9	16.3	12.6	13.3	3.5
Cyclopoide copepoditter																		
Enkelt celle																		

bryrup langsø

Zooplankton tørvægt µg/l	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT	DWTOT
GRAND TOTAL	96.5	139.2	335.3	647.6	1508.6	319.5	538.9	1302.1	158.2	181.3	182.0	285.0	279.0	364.2	396.1	482.4	352.0	133.0
Taxonomisk gruppe																		
Rotatoria		.6	4.9	12.8	5.7		50.8	434.2	3.9	63.7	39.0	38.0					.4	.6
Cladocera	3.9	11.0	19.8	114.3	1065.8	208.9	406.4	600.4	80.5	58.9	89.7	183.4	169.9	249.3	287.5	389.3	179.2	109.0
Calanoïda	34.0	18.3	45.1	112.3	226.1	97.7	69.5	224.7	59.2	22.2	30.0	55.3	78.5	87.0	81.5	66.1	153.0	17.1
Cyclopoïda	58.6	109.4	265.4	408.1	211.1	12.9	12.2	42.8	14.5	36.5	23.3	8.3	30.6	27.9	27.0	27.0	19.5	6.4



bryrup langsø

Zooplankton individer/l	DATO																		
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204	
Taxonomisk gruppe																			
Rotatoria																			
Asplanchna priodonta																			
Enkelt celle		1.0	8.7	22.5	10.1		89.2	761.7	6.8	111.8	68.5	66.7	+			+	.7	1.0	
Cladocera																			
ceriodaphnia quadrangula									.5	1.0	2.8	8.3	7.8	5.5	6.2	10.8	1.2	.3	
Enkelt celle		.8		3.3	12.3		3.3	13.3	+		.3	1.2	1.7	6.2			1.2	.3	
Daphnia spp.									5.7										
Copepodit I-III																			
Enkelt celle																			
Daphnia cucullata																			
Copepodit I-III																			
Enkelt celle	.7						9.5	21.7		4.0	7.2	10.5	6.2	17.2	1.7	4.2	14.3	9.3	
Daphnia galeata																			
Enkelt celle	+	.5	.7	3.3	11.2	+	9.5	28.3		+							+	+	
Daphnia cucullata / galeata																			
(unge indiv.)																			
Enkelt celle		.7	.8	10.8	163.0	17.2	54.8		22.0	8.5	15.2	10.5	28.8	15.5	14.5	25.0	5.2	6.2	
Bosmina spp.												5.0				9.2			
Copepodit I-III																			
Bosmina coregoni		.7			8.9						+								
Enkelt celle																			
Bosmina longirostris	.2		2.3	4.2	65.9	1.7			8.0	14.7	21.5	4.5	3.3	2.7			+	+	
Enkelt celle																			
Alona quadrangularis		1.3	2.2	16.7	23.5	.5	3.2	15.0	1.0	36.5	93.3	342.8	237.2	313.8	218.8	295.0	28.7	6.7	
Enkelt celle																			
Chydorus sphaericus																			
Enkelt celle	+	.5	4.2	8.3	13.4		+												
Leptodora kindti																			
-99.00																			
Copepodit I-III																			
Enkelt celle											3.5								
Calanoida																			
Eudiaptomus graciloides																			
Hunner		1.0	.7	1.7	5.6	4.2	.5	3.3	.7	.8	1.5	1.8	3.3	2.3	3.8	2.5	8.0	5.2	
Hanner	.5	.5	1.0		8.9	5.8	1.7	10.0	1.0	1.2	.7	.5	.8	1.5	1.0	+	3.8	1.5	
Eudiaptomus gracilis																			
Hunner	2.0																		
Hanner	1.3																		
Calanoide copepoditter																			
Enkelt celle	2.7	.8	7.3	17.5	19.0	5.0	15.7	40.0	17.2	3.3	5.7	10.0	16.7	15.0	10.5	11.7	14.3	7.5	
nauplier spp.																			
Enkelt celle	6.0	6.7	22.8	16.7	34.6	1.2	12.2	25.0	5.3	3.8	4.8	17.7	15.0	16.7	5.5	15.8	7.5	2.8	
Cyclopoidea																			
Cyclops spp.																			



## bryrup langsø

Zooplankton SUM individer/l	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
GRAND TOTAL	44.8	53.5	250.3	328.3	633.1	45.8	212.0	965.0	79.0	221.7	263.2	500.7	361.8	430.0	321.8	449.3	119.5	51.5
Taxonomisk gruppe																		
Rotatoria	.8	1.0	8.7	22.5	10.1	19.3	89.2	761.7	6.8	111.8	68.5	66.7	298.3	368.3	276.7	392.5	.7	1.0
Cladocera	12.0	4.5	10.2	46.7	298.1	16.2	80.3	81.7	37.7	69.2	155.0	394.5	35.8	36.5	21.8	30.2	65.5	26.3
Calanoida	32.0	9.0	31.8	35.8	68.1	10.3	30.0	78.3	24.2	9.2	13.3	30.3	27.7	25.2	23.3	26.7	34.3	17.0
Cyclopoidea		39.0	199.7	223.3	256.8	10.3	12.5	43.3	10.3	31.5	26.3	9.2	27.7	25.2	23.3	26.7	19.0	7.2

+: til stede

## bryrup langsø

Zooplankton individer/l	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
Hanner	3.5	9.8	2.8	1.7	+			1.7										.5
Cyclops strenuus																		
Hanner	2.2	10.8	8.5	7.5	+													+
Enkelt celle																		
Cyclops vicinus	.2	.3	1.5					+										
Hanner																		
Mesocyclops leuckarti / Termocyclops spp.																		
Hanner																		
Hanner																		
Enkelt celle																		
Cyclopoide nauplier																		
Enkelt celle	6.7	9.0	133.2	110.0	201.0	4.7	6.7	23.3	.8	9.0	14.5	5.0	10.0	11.2	8.8	13.3	8.2	3.5
Cyclopoide copepoditter																		
Enkelt celle	19.5	9.0	44.7	100.0	49.1	5.7	5.8	15.0	8.8	20.2	5.7	2.2	17.2	10.0	11.2	8.3	9.0	2.3



bryrup langsø

Zooplankton Volumenbiomasse procentvis sammensætning	DATO																		
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204	
Taxonomisk gruppe																			
Rotatoria																			
Asplanchna priodonta																			
Enkelt celle	1.2	3.6	5.4	1.1			24.2	60.3	7.2	61.6	44.4	31.5					.3	1.3	
Cladocera																			
ceriodaphnia quadrangula																			
Enkelt celle									.0	.0	.1	.2	.2	.2	.2	.4	.1	.1	
Daphnia spp.									7.8										
Daphnia cucullata																			
Enkelt celle							10.1	7.6		4.7	9.0	14.1	12.4	25.7	34.8	24.1	32.9	61.1	
Daphnia galeata								12.5											
Enkelt celle	4.2	.2	5.3	10.1			21.4												
Daphnia cucullata / galeata (unge indiv.)																			
Enkelt celle	1.2	.9	5.3	45.9	62.9	30.2	34.1		34.1	4.1	7.1	5.2	15.5	8.6	6.6	10.1	4.1	9.4	
Bosmina coregoni																			
Enkelt celle	.2		1.7	6.8	1.8			1.4	5.2	4.2	5.7	.7	1.1						
Bosmina longirostris																			
Enkelt celle	1.4	1.1	2.1	1.4	.1	.3		5.2	.2	4.1	9.4	27.4	27.4	30.3	27.8	39.8	8.4	6.4	
Chydorus sphaericus																			
Enkelt celle	.7	1.7	1.1	.9					.2	1.1	1.4	1.1	1.6	1.1	1.9	4.0	4.2	2.3	
Calanoida																			
Eudiaptomus graciloides																			
Hunner	6.3	1.6	2.5	3.4	11.5	.6		.9	2.4	1.3	2.5	2.9	6.9	4.4	6.2	3.5	17.6	1.5	
Hunner	2.6	1.9		4.3	12.4	1.7		2.6	2.8	1.8	.7	1.0	1.5	2.3	1.5		6.4	6.7	
Eudiaptomus gracilis																			
Hunner	13.7																		
Hunner	7.8																		
Calanoide copepoditter																			
Enkelt celle	8.7	1.2	4.5	11.6	5.1	6.2	7.3	5.9	28.2	3.2	5.6	7.9	16.0	12.3	9.7	7.9	15.6	3.2	
nauplier spp.																			
Enkelt celle	5.8	4.5	5.4	2.3	2.1	.4	1.9	1.1	3.1	1.2	1.8	4.7	5.1	4.4	1.4	3.2	2.1	2.1	
Cyclopoida																			
Cyclops spp.																			
Hunner	.4	1.0	.1	.0				.0											.1
Cyclops strenuus																			
Hunner	12.9	54.6	18.7	24.0															
Cyclops vicinus																			
Hunner	3.5	2.9	7.9																
Mesocyclops leuckarti / Termocyclops spp.																			
Hunner								.2	.8	1.1	1.9	.4	.4	1.6	1.6	1.6	.6	.8	
Hunner								.1			1.0	.4	.4	.4					
Cyclopoide nauplier																			



bryrup langsø

Zooplankton Volumenbiomasse procentvis sammensætning	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
GRAND TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Taxonomisk gruppe																		
Rotatoria		1.2	3.6	5.4	1.1		24.2	60.3	7.2	61.6	44.4	31.5	58.3	71.3	78.3	49.7	3	1.3
Cladocera	3.8	7.4	4.7	15.5	65.0	64.8	61.9	26.7	47.5	18.2	32.7	48.6	29.5	20.9	14.9	43.5	13.5	79.3
Calanoida	36.0	14.6	13.3	16.3	14.9	30.5	11.5	10.5	36.5	7.5	11.8	17.0	12.2	8.9	6.8	6.5	5.9	13.5
Cyclopoida	60.2	76.8	78.3	62.7	19.0	4.7	2.4	2.4	8.8	12.7	11.1	2.9	12.2	7.8	6.8	6.5	5.9	5.9

bryrup langsø

Zooplankton Volumenbiomasse procentvis sammensætning	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
Enkelt celle	6.5	6.1	31.4	14.9	12.3	1.4	1.0	1.0	.5	2.8	5.3	1.3	3.4	3.0	2.2	2.7	2.3	2.5
Cyclopoide copepoditter																		
Enkelt celle	37.0	12.3	16.3	22.7	4.9	3.3	1.4	1.0	7.5	8.8	2.9	.7	8.4	4.0	2.5	3.7	2.5	2.5





bryrup langsø - Zooplankton

Arternes dimensioner i mm:	DATO																
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900830	900913	900927	901009	901108	901204
Chydorus sphaericus Enkelt celle Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. .4 .0	.3 .3 .0	.3 .3 .0	.3 .3 .0	.3 .3 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.2 .2 .0	.3 .3 .0	.3 .3 .0	.3 .3 .0
Calanoida Eudiaptomus graciloides Hunner Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1	.3 1.2 .1
Hanner Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0
Eudiaptomus gracilis Hunner Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0
Hanner Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0
Calanoide copepoditter Enkelt celle Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0
Cyclopoidea Cyclops spp. Hanner Linear dimension: 1 Gennemsnit St.d.	. 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0
Cyclops strenuus Hunner Linear dimension: 1	. 1.0 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0	.3 1.1 .0

bryrup langsø - Zooplankton

Arternes dimensioner i mm:	DATO																	
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204
Gennemsnit St.d.	1.1 .1	1.2 .1	1.3 .1	2.0 .2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclops vicinus Hunner Linear dimension: 1	1.4 .0	1.1 .0	1.4 .1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mesocyclops leuckarti / Termocyclops spp. Hunner Linear dimension: 1	-	-	.7 .1	.7 .0	1.1 .0	-	-	.9 .0	.8 .0	.7 .1	.7 .0	.8 .0	.8 .0	.8 .0	.8 .0	.7 .1	.6 .1	.6 .0
Hanner Linear dimension: 1	-	-	.8 .1	.8 .1	-	-	.7 .0	.7 .0	-	-	.6 .0	.6 .0	-	-	-	-	-	-
Nauplier Cyclopoide copepoditter Enkelt celle Linear dimension: 1	1.0 .1	1.0 .1	.6 .1	.7 .2	.7 .1	.9 .1	.6 .1	.6 .1	.5 .1	.5 .1	.5 .1	.4 .0	.5 .1	.5 .1	.5 .1	.6 .1	.5 .1	.5 .0

bryrup langsø - Zooplankton







## bryrup langsø - Zooplankton

Arternes specifikke volumener i 10+3 $\mu\text{m}^3$ /enhed = 10-3 $\mu\text{g}$ vådvægt/enhed	DATO																		
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204	
Enkelt celle Formelnr. 90																			
Volumen		20637	36611	28855	36932	94457	28884		20997	12494	10223	14796	12568	16773	14688	16065	22853	16808	
St.d.		6656.9	32005	19862	18557	42199	15279		9755.1	3313.4	2571.8	4135.2	4575.7	3713.1	5137.7	4296.5	7595.8	4670.5	
Bosmina spp. Copepodit I-III Formelnr. 90																			
Volumen																			
St.d.																			
Bosmina coregoni Enkelt celle Formelnr. 90																			
Volumen	11183		13334	24038	13437	28327			8801.7	7470.9	5810.9	4706.9	8025.9						
St.d.	.0		6229.8	9456.0	6674.3	5492.6			3486.2	3432.2	2332.4	1191.5	3106.2						
Bosmina longirostris Enkelt celle Formelnr. 90																			
Volumen		12393	16509	7505.7	7746.1	4226.6	4291.8	61975	2255.3	2907.8	2217.2	2412.3	2693.8	2922.3	4098.9	5360.2	8406.2	10597	
St.d.		1019.9	14074	6088.0	9258.5	.0	867.2	11789	.0	1725.4	1211.2	1157.8	1079.4	1242.5	1460.1	2931.0	2816.6	4403.8	
Chydorus sphaericus Enkelt celle Formelnr. 90																			
Volumen		16586	13442	7586.7	8917.1				6103.9	6042.6	2824.7	2916.8	3281.3	4515.1	3982.7	5647.9	8143.7	7238.1	
St.d.		.0	7156.1	4663.4	5939.3				540.6	1591.6	963.8	1620.5	1308.9	1459.3	2224.7	2564.6	4047.5	4791.5	
Leptodora kindtii -99 Formelnr. 90																			
Volumen																			
St.d.																			
Copepodit I-III Formelnr. 90																			
Volumen																			
St.d.																			
Calanoida Eudiaptomus graciloides Hunner Formelnr. 90																			

(fortsættes)



## bryrup langsø - Zooplankton

Arternes specifikke volumener i 10+3 µm <sup>3</sup> /enhed = 10-3 µg vædvt/ enhed	DATO																		
	900214	900314	900409	900423	900508	900521	900612	900620	900705	900721	900731	900815	900830	900913	900927	901009	901108	901204	
Volumen	-	74589	81896	88794	79984	71300	67543	50435	48069	40190	36337	47922	48513	57677	51847	54938	63536	3149.2	
St.d.	-	13326	21164	.0	8403.6	12751	7203.1	13086	.0	10386	7388.4	7489.7	8157.8	6668.8	6143.9	9416.5	11542	419.4	
Hanner																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	-	61057	63619	-	62526	54996	53831	47097	38074	39521	23807	58326	40770	47073	48069	-	48201	49246	
St.d.	-	8185.2	25502	-	5879.3	6228.7	12211	4869.0	1843.6	4054.0	12555	.0	5415.0	5015.1	.0	-	4288.3	8295.9	
Eudiaptomus gracilis																			
Hanner																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	56190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41448	53523	-	53523	70917	70917	77534	-	-
St.d.	7494.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10319	.0	-	.0	.0	.0	6267.3	-	-
Hanner																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	48206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.d.	5026.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calanoide copepoditter																			
Enkelt celle																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	26752	17067	20591	39074	35027	31861	24486	26460	22271	24713	21617	23690	22317	24719	29769	27087	31324	4696.3	-
St.d.	15129	5867.0	11050	14571	17058	12191	11282	12099	8630.6	14494	6751.7	12150	8303.6	10893	12701	14221	9545.2	1507.9	-
nauplier spp.																			
Enkelt celle																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	8000.0	-
St.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopoidea																			
Cyclops spp.																			
Hanner																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	930.6	1181.6	1482.5	1404.9	-	-	-	1404.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1815.8
St.d.	121.0	232.1	266.0	.0	-	-	-	.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.0
Cyclops strenuus																			
Hanner																			
Formelnr.																			
90																			
Volumen	48797	59811	74686	189221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.d.	7012.3	5744.6	17203	40508	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclops vicinus																			
Hanner																			

(fortsættes)







**BOTANISK INSTITUT  
AARHUS UNIVERSITET**

**Februar 1991.**

**RAPPORT AF SEDIMENTANALYSER FRA  
BRYRUP LANGSØ OG ØRN SØ  
1991**

**Hans Brix**

**Hans-Henrik Schierup**

8-51-21-3-4-91  
4'



1952

Botanical Institute  
Leningrad University

REPORT ON RESEARCH WORK

BY DR. A. A. BRONKHORST

1952

1952

## PRØVETAGNING

Prøvetagning er foretaget med Kajak-prøvetager med 50 mm Ø plexiglasrør. På hver station er udtaget tre sedimentsøjler af størst mulig længde. Med den anvendte rørdimension kan prøverne i de fleste sedimenter opnå en længde af ca. 45 cm. I forhold til den aftalte dybde er der således kun foretaget analyser i 6 dybder i stedet for 7.

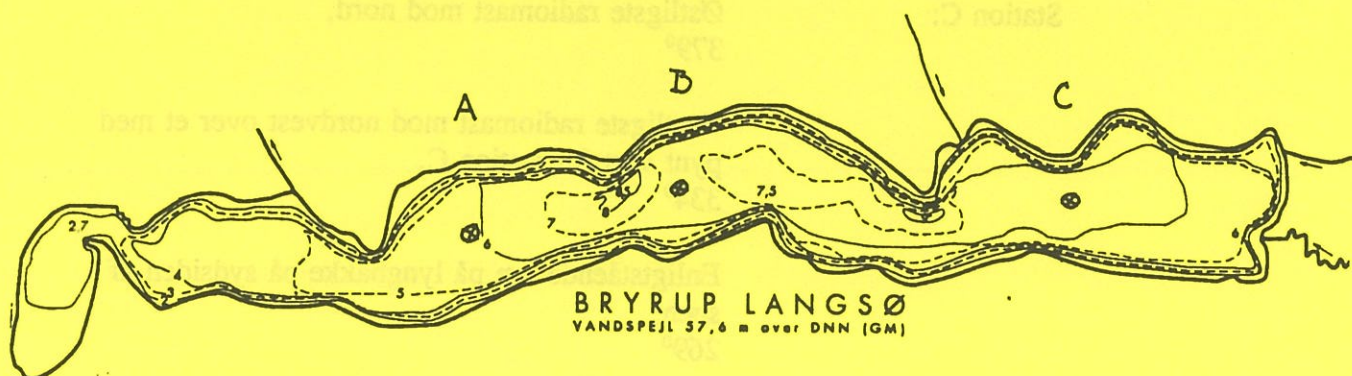
De enkelte søjler fra en given station er ved hjemkomst sektioneret i intervallerne 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm og 30-ca. 45 cm. Prøverne fra de enkelte dybder fra de tre paralleler er derefter blandet grundigt forud for analyse.

## STATIONSVALG OG POSITIONSBESTEMMELSE

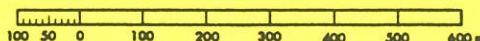
Prøvetagningsstationerne er bestemt efter amtets udpegning på de positioner, hvor amtets prøvetagninger af zooplankton finder sted. Efter ankring er positionen derefter bestemt med pejlekompass som en krydspejling så vidt muligt til tre faste landmærker i land. Efter endt prøvetagning er udlagt bøjler med henblik på en evt. senere positionsbestemmelse med NAVIGATOR-udstyr. Efter de senere ugers islægning af søerne er bøjernes positioner dog nok tvivlsomme.

## ANALYSE

De anvendte analysemetoder følger de af DMU fastlagte. Der er foretaget dobbeltanalyser af alle målinger indtil afvigelsen mellem dobbeltbestemmelser er mindre end 10 %. De i tabellerne 1-3 for de to søer angivne resultater er gennemsnitsværdier af dobbeltbestemmelserne. For fosfor-fraktioneringen gælder det specielt for de fleste analyser af adsorberet P, at de fundne værdier er meget lave, og at gentagne parallel-analyser for et væsentligt antal af disse derfor er behæftet med betydelige usikkerheder (50-100 %). Usikre målinger af adsorberet P er i tabellerne anført i paranthes.



1 : 5000





BRYRUP LANGSØ:

PRØVETAGNINGSDATO: 29. november 1990.

VEJR: Stille, skyfrit.

POSITIONER, (nygrader, d.v.s. 0-400°):

Station A: Sydligste lysmast på stadion, 359°

Vestligste radiomast mod nord,  
27°

Flagstang mod syd  
190°

Vanddybde på stationen: 6,1 m

Station B: Østligste radiomast mod nord,  
5°

Vestligste radiomast og pynt på søens nordside  
over et,  
334°

Enligtstående træ på lyngbakke på søens  
sydside over et med pynt på sydsiden af søen,  
54°

Vanddybde på stationen: 6,6 m

Station C: Østligste radiomast mod nord,  
379°

Vestligste radiomast mod nordvest over et med  
pynt vest for station C,  
334°

Enligtstående træ på lyngbakke på sydsiden af  
søen,  
269°

Vanddybde på stationen: 6,3 m





25. september 1972 Station 1 i bassin ved tilløb. Dybde 5,5 m.

dybdeinterval	dybdegn	TS%	GT % af TS	TS mg/g	GT mg/g	Total Nmg/g TS	Total Pmg/g TS
0 1	0,500	4,810	31,310	173,100	54,200	17,070	6,140
1 2	1,500	5,520	31,740	190,300	60,400	16,870	6,374
2 3	2,500	5,720	30,970	192,100	59,500	17,150	6,731
3 4	3,500	6,620	31,890	306,100	97,600	30,600	6,490
4 5	4,500	6,810	31,430	225,900	71,000	15,640	7,060
5 6	5,500	6,870	31,350	220,400	69,100	6,361	6,361
6 7	6,500	7,170	31,190	244,700	76,300	17,550	7,094
7 8	7,500	7,860	31,750	245,700	77,400	16,100	5,278
8 9	8,500	8,500	31,650	269,500	85,300	15,950	3,944
9 10	9,500	8,610	30,580	248,500	76,000	15,950	3,469
10 11	10,500	8,600	29,850	386,900	115,500	22,278	2,378
11 12	11,500	9,520	28,980	323,300	93,700	16,270	2,227
12 13	12,500	10,300	28,180	388,600	109,500	1,498	1,498
13 14	13,500	10,600	27,530	415,600	114,400	14,060	1,379
14 15	14,500	10,970	26,170	298,900	78,200	1,078	1,078
15 16	15,500	11,350	24,920	366,900	91,400	12,030	1,039
16 17	16,500	11,820	23,100	361,000	83,400	8,845	8,845
17 18	17,500	12,060	22,750	397,800	90,500	8,842	8,842
18 19	18,500	12,020	23,410	419,500	98,200	7,588	7,588
19 20	19,500	11,440	24,210	275,900	66,900	10,890	8,948
20 21	20,500	11,520	23,180	385,300	89,300	8,836	8,836
21 22	21,500	11,740	22,360	337,200	75,400	10,440	8,845
22 23	22,500	13,000	21,050	422,400	88,900	0,762	0,762
23 24	23,500						

25. september 1972 Station 2 i nærheden af dybeste sted. Dybde 8,0 m.

dybdeinterval	dybdegn	TS%	GT % af TS	TS mg/g	GT mg/g	Total Nmg/g TS	Total Pmg/g TS
0 1	0,500	3,320	38,710	119,100	46,100	20,720	9,202
1 2	1,500	3,880	38,200	141,100	53,900	17,740	8,632
2 3	2,500	3,890	37,220	133,800	49,900	23,850	8,348
3 4	3,500	3,920	37,500	179,300	67,200	23,000	7,959
4 5	4,500	4,190	36,820	191,200	70,400	21,690	8,839
5 6	5,500	4,360	36,270	194,400	70,500	21,390	8,308
6 7	6,500	4,930	35,270	175,900	62,000	19,010	8,379
7 8	7,500	5,240	33,600	185,700	62,400	19,240	9,844
8 9	8,500	5,900	32,100	230,500	74,000	17,040	10,963
9 10	9,500	6,130	31,160	294,900	91,900	16,080	9,661
10 11	10,500	6,050	30,760	187,600	57,700	15,520	9,211
11 12	11,500	6,500	30,250	327,600	99,100	16,790	7,332
12 13	12,500	6,470	30,120	253,000	76,200	17,800	7,344
13 14	13,500	6,790	29,720	319,300	94,900	17,960	5,791
14 15	14,500	7,260	29,140	343,500	100,100	16,220	4,483
15 16	15,500	7,630	28,870	427,500	123,400	16,070	4,982
16 17	16,500	7,980	27,400	373,000	102,200	16,900	4,375
17 18	17,500	8,760	26,250	344,000	90,300	15,420	4,343
18 19	18,500	9,800	23,120	432,100	99,900	13,220	4,902
19 20	19,500	10,200	21,530	541,000	116,500	12,840	3,797
20 21	20,500	11,280	19,010	446,700	84,900	11,330	3,045
21 22	21,500	10,920	19,990	410,200	82,000	11,830	2,050
22 23	22,500	10,980	19,430	463,200	90,000	11,190	2,891
23 24	23,500	10,740	18,770	397,500	74,600	10,470	2,652
24 25	24,500	11,260	17,530	515,200	90,300	9,960	2,778

25. september 1972 Station 3 næstdybeste "hul". Dybde 7,0 m.

dybdeinterval	dybdegn	TS%	GT % af TS	TS mg/g	GT mg/g	Total Nmg/g TS	Total Pmg/g TS
0 1	0,500	2,830	40,650	117,600	47,900	26,970	9,742
1 2	1,500	3,300	39,370	108,200	42,600	26,310	8,996
2 3	2,500	3,440	39,960	164,400	65,700	26,830	8,034
3 4	3,500	3,570	41,420	101,400	42,000	26,660	6,822
4 5	4,500	3,720	40,040	146,100	58,500	26,660	8,470
5 6	5,500	4,190	38,660	184,700	71,400	23,660	8,888
6 7	6,500	4,700	36,200	221,800	80,300	22,290	10,276
7 8	7,500	4,990	35,600	230,900	82,200	22,290	10,846
8 9	8,500	5,150	34,870	203,300	70,900	22,010	9,595
9 10	9,500	5,240	34,560	217,000	75,000	22,010	9,082
10 11	10,500	5,450	33,140	230,500	78,700	22,030	8,677
11 12	11,500	5,840	33,710	262,200	88,400	22,030	7,246
12 13	12,500	6,020	32,370	325,700	108,700	20,060	6,115
13 14	13,500	6,090	32,310	309,200	99,900	20,060	4,447
14 15	14,500	6,480	31,470	283,100	89,100	20,040	5,004
15 16	15,500	6,390	31,260	301,000	94,100	20,040	3,862
16 17	16,500	6,520	29,810	274,400	81,800	18,150	3,614
17 18	17,500	6,870	29,680	307,600	91,300	17,220	3,305
18 19	18,500	7,240	28,580	320,900	91,700	17,220	2,641
19 20	19,500	7,500	27,600	347,100	95,800	12,890	2,594
20 21	20,500	7,730	24,990	327,300	81,800	12,890	2,636
21 22	21,500	8,600	21,320	452,100	96,400	110,000	1,597
22 23	22,500	9,070	19,970	550,700	110,000	97,300	1,597
23 24	23,500	9,280	19,120	508,800	97,300	12,160	1,785
24 25	24,500						

25. september 1972 Station 4 ud for afløb. Dybde 4,0 m.

dybdeinterval	dybdegn	TS%	GT % af TS	TS mg/g	GT mg/g	Total Nmg/g TS	Total Pmg/g TS
0 1	0,500	3,180	38,660	148,200	90,900	25,990	5,427
1 2	1,500	3,730	38,920	185,000	113,000	25,800	4,301
2 3	2,500	3,960	38,210	129,800	80,200	25,860	3,895
3 4	3,500	4,170	40,030	206,100	123,600	26,000	4,873
4 5	4,500	4,490	38,940	213,400	130,300	26,000	4,296
5 6	5,500	4,740	40,080	260,500	156,100	25,930	3,183
6 7	6,500	5,020	39,940	205,300	123,300	23,140	3,065
7 8	7,500	5,210	39,250	270,700	164,400	23,140	2,678
8 9	8,500	5,520	38,520	196,800	121,000	21,290	2,435
9 10	9,500	5,910	37,500	234,400	146,500	21,290	2,204
10 11	10,500	6,190	36,460	332,700	211,400	18,750	1,901
11 12	11,500	6,660	35,950	254,500	163,000	17,430	1,594
12 13	12,500	7,190	34,150	231,900	152,700	16,730	1,317
13 14	13,500	7,710	32,180	290,200	196,800	14,730	1,327
14 15	14,500	8,260	30,140	477,700	333,700	14,730	1,191
15 16	15,500	8,580	28,530	380,000	271,600	13,730	1,098
16 17	16,500	9,210	26,890	363,700	265,900	11,540	1,174
17 18	17,500	9,160	25,810	447,900	332,300	11,540	1,136
18 19	18,500	9,390	23,950	425,900	323,900	11,540	1,655
19 20	19,500	9,820	23,060	475,900	371,700	13,820	2,427
20 21	20,500	10,410	21,850	516,800	402,500	13,820	2,177
21 22	21,500	10,080	22,120	438,600	335,200	13,820	4,735
22 23	22,500	9,330	23,580	395,100	301,000		
23 24	23,500	9,170	23,820				



Brysed72-gns.

tir 16. apr 1991 14:54

stat/dato	dybdeinterval	dybdegns	TS%	GT% af TS	mg N/g TS	mg P/g TS	
1	bry stat. 1	0-1	0,500	3,540	37,330	22,690	7,630
2	25/9/72	1-2	1,500	4,110	37,110	21,680	7,050
3		2-3	2,500	4,250	36,590	23,360	6,750
4		3-4	3,500	4,570	37,710	23,070	6,360
5		4-5	4,500	4,800	36,810	22,500	7,160
6		5-6	5,500	5,040	35,590		6,960
7		6-7	6,500	5,460	35,650	21,540	7,230
8		7-8	7,500	5,830	34,990		7,470
9		8-9	8,500	6,270	34,730	19,640	6,820
10		9-10	9,500	6,470	33,790		6,130
11		10-11	10,500	6,570	33,090	18,690	5,970
12		11-12	11,500	6,930	32,550		5,150
13		12-13	12,500	7,250	31,740	18,710	4,650
14		13-14	13,500	7,710	30,860		3,790
15		14-15	14,500	8,050	29,780	16,770	2,980
16		15-16	15,500	8,410	28,760		3,100
17		16-17	16,500	8,730	27,620	15,930	2,650
18		17-18	17,500	9,070	26,240		2,500
19		18-19	18,500	9,530	24,870	14,130	2,510
20		19-20	19,500	9,820	24,140		2,360
21		20-21	20,500	10,160	23,170	12,740	1,920
22		21-22	21,500	9,840	22,570		1,780
23		22-23	22,500	10,160	21,670	12,080	2,200
24		23-24	23,500	10,490	20,900		1,797



## bryrup.stat

Specifikation / år	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
VANDBALANCE FOR									
BRYRUP LANGSØ									
Samlet fraførsel (*10 m <sup>3</sup> /år)	6,6	6			6,3	8,6	8,3	5,99	7,35
Heraf Indsivning (m <sup>3</sup> /år)								1	0,84
Opholdstid:									
- år (dage)	95	101			100	73	76	103	85
- sommer(1/5-30/9 (dage)								148	141
- max. måned (dage)								172	183
min. måned (dage)								55	36
<b>BELASTNING - MASSEBALANCER</b>									
Total-fosfor - år:									
Samlet tilførsel (t P/år)	1,49	1,17			1,05	1,22	1,75	0,696	1,056
- spildevand (t P/år)							0,8	0,2	0,4
- spredt bebyggelse (t P/år)							0,3	0,2	0,3
- åbent landbidrag (t P/år)							0,4	0,1	0,1
- basis (t P/år)	0,2	0,2			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Samlet fraførsel (t P/år)	0,72	0,67			0,66	0,84	1,27	0,59	0,95
Tilbageholdt P (t P/år)	0,77	0,5			0,39	0,38	0,48	0,106	0,106
Tilbageholdt P i %	52	43			37	31	27	14	10
Samlet tilførsel (g P/m <sup>2</sup> år)	3,95	3,1			2,79	0,324	4,64	1,8	2,78
Pi (indløbskonc. i µg P/l)	225	195			167	142	211	116	144
Total-fosfor - sommer(1/5-30/9):									
Samlet tilførsel (kg P/dag)								1,02	1,46
Samlet fraførsel (kg P/dag)								1,18	1,99



bryrup.stat

	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
Tilbageholdt P (kg P/dag)								-0,16	-0,53
Tilbageholdt P i %								-16	-36
Samlet tilførsel (mg P/m <sup>2</sup> dag)								2,7	3,84
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								88	121
Opløst fosfat - år:									
Samlet tilførsel (t P/år)								0,33	0,462
Samlet fraførsel (t P/år)								0,19	0,456
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								54	
Total-kvælstof - år:									
Samlet tilførsel (t N/år)	32,1	30,6			48,1	63,7	59,6	45,2	60,9
- spildevand (t N/år)								1,18	1,25
- spredt bebyggelse (t N/år)								0,6	0,6
- åbent landbidrag (t N/år)								36,9	51,2
- basis (t N/år)	6,6	6			6,3	8,6	8,3	6	7,35
- nedbør (t N/år)								0,57	0,57
Samlet fraførsel (t N/år)	14,3	13,7			30,8	40,9	35,7	24,9	31,8
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	
Denitrifikation i %	48				33	33	38	41	
Samlet tilførsel (g N/m <sup>2</sup> /år)	85	81			120	170	160	120	160
Ni (indløbskonc. i mg N/l)	4,9	5,1			7,6	7,4	7,2	7,3	8,29
Total-kvælstof sommer(1/5-30/9):									
Samlet tilførsel (kg N/dag)								73	79
Samlet fraførsel (kg N/dag)								38	33



bryrup.stat

	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
Tilbageholdt N (kg N/dag)								35	46
Tilbageholdt N i %								48	58
Samlet tilførsel (mg N/m <sup>2</sup> dag)								192	208
Ni (indløbsconc. i mg N/l)								6,3	6,5
<b>VANDKEMI &amp; FYSISKE MÅLINGER</b>									
<b>I SØVANDET</b>									
Sigt dybde (1/5-30/9) (m)					1,3	2,2	1,5	1,97	1,91
Sigt dybde 50%-fraktionen (m)					1,3	1,9	1,5	2	1,48
Max. sigt dybde (m)					1,8	4,2	2,5	4	4,3
Min. sigt dybde (m)					0,9	0,8	0,7	0,9	0,5
<b>Fosfor (1/5-30/9):</b>									
Total fosfor gns. (µg P/l)	91	156	193	90	84	109	139	95	136
Total fosfor 50%-fraktionen	90	139		69	80	96	107	75	98
Total fosfor max. (µg P/l)	128	242		176	125	215	241	182	3,6
Total fosfor min. (µg P/l)	47	72		66	65	60	83	39	27
Opløst fosfat gns. (µg P/l)	10	50		20	16	34	57	14	36
Opløst fosfat 50%-fraktionen	7	47		4	10	33	51	12	14
Opløst fosfat max. (µg P/l)	19	100		54	60	65	144	31	119
Opløst fosfat min. (µg P/l)	5	3		0	5	4	17	4	4
<b>Kvælstof (1/5-30/9):</b>									
Total kvælstof gns. (mg N/l)	1,81	2,17	2,06	1,47	2,85	3,7	2,91	3,3	2,7
Total kvælstof 50%-fraktionen	1,73	2,1		0,86	2,3	3,7	4	3,1	2,1
Total kvælstof max. (mg N/l)	2,63	2,72		3,53	4,6	5,9	4,05	5,2	5,03
Total kvælstof min. (mg N/l)	1,24	1,68		0,74	1,5	1,4	2,15	1,8	1,29
Opløst uorg. N gns. (mg N/l)	0,9	1,1	1,1	0,6	1,9	2	1,9	2,2	1,59



bryrup.stat

	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990
Klorofyl gns. (1/5-30/9) (µg/l):									
Klorofyl gns. (µg/l)						51	54	30	65
Klorofyl 50%-fraktionen (µg/l)						61	41	34	57
Klorofyl max. (µg/l)						87	130	53	220
Klorofyl min. (µg/l)						9	23	2,4	2,4
Susp. tørstof mg/l									10,6
Susp. glødetab mg/l									6,9
Øvrige variable (1/5-30/9):									
pH gns.			8,8	9	8,7	8,5	8,8	8,9	9,07
Total alkalinitet (meq/l)						1,32	1,3	1,51	1,3
Siilikat gns. (mg Si/l)	1,1	2				2,7	2,17	1,26	2,13
Part. COD gns. (mg O2/l)						9,8	7,8	6,1	10,2
Nitrat+nitrit-kvælstof gns. (mg N/l)	0,81	0,85	1,09	0,57	1,86	1,9	1,84	2,17	1,56
Ammonium-kvælstof gns. (mg N/l)	0,13	0,14	0,04	0,07	0,01	0,07	0,04	0,04	0,029
Alle variable - årsgennemsnit:									
Total fosfor (µg P/l)	101	156	164	106	90	110	146	98	130
Opløst fosfat (µg P/l)	34	54	74	40	26	42	81	28	57
Total kvælstof (mg N/l)	2,34	2,58	2,82	2,41	3,86	4,41	4,08	3,74	4,14
nitrat+nitrit-kvælstof (mg N/l)	1,58	1,59	2,02	1,5	2,57	2,97	2,96	2,73	3,01
Ammonium-kvælstof (mg N/l)	0,11	0,11	0,08	0,1	0,01	0,05	0,09	0,05	0,046
pH			8,4	8,6	8,6	8,2	8,1	8,5	8,4
Total alkalinitet (meq/l)			1,25	1,15		1,29	1,28	1,48	1,28
Siilikat (mg Si/l)	1,8	2,6				4,2	3,2	2	3,62
Part. COD (mg O2/l)						6,5	5,3	5,1	6,25
Susp. tørstof mg/l									7,3
Susp. glødetab mg/l									4,8







BUNDDYR				
Litoralzone - index				3
UNDERVANDSVEGETATION				
Dybdegrænse (m)				
Kransalgalg (m)				
Højere planter (m)				
Potentiel dækningsgrad af søareal ( % søareal )				
BREDVEGETATION				
Rørskovens udbredelse (ha)				
Rørskovens dybdegrænse (m)				
Rørskovens areal (% af søen)				
FISK				
Skidtfiske - index				87
Skaller < 10 cm / skaller > 10 cm				0,29
Aborre < 10 cm / aborre > 10 cm				0,27
FUGLE				
1 : ja , 2 : nej				



## Fytoplankton

De biologiske gennemsnitsdata er alle for perioden fra den 1/5 til den 30/9, og udtrykt i mg C/l eller i %.

Den gennemsnitlige biomasse og biomassen fordelt på størrelsesklasser er beregnet som et gennemsnit over data i den ovennævnte periode.

Endvidere er angivet den maksimale og minimale biomasse registreret i perioden.

Blågrønalger, gennemsnit i %, er beregnet som summen af den procentvise andel af blågrønalger pr. prøvetagning divideret med antallet af prøvetagninger.

Blågrønalger, max. i %, er den maksimale værdi af den procentvise andel af blågrønalger pr. prøvetagning i perioden 1/5 - 30/9.

## Zooplankton

Alle opgivne værdier er gennemsnitlig beregninger for sommerperioden 1/5 til 30/9. I 1989 består denne periode af 10 prøvetagninger og i 1990 af 11 prøvetagninger.

Zooplanktonet er angivet både som det gennemsnitlige indvidental pr. gennemsnitsliter i vandsøjlen, og som den gennemsnitlige biomasse i mg kulstof pr. gennemsnitsliter.

Der er i disse beregninger taget højde for at zooplanktonet kun bevæger sig i den del af vandsøjlen, hvor iltkoncentrationen er større end 1 mg pr. liter.

Gennemsnittene for perioden er beregnet ved

$$\frac{\Sigma (\text{værdier de enkelte prøvetagningsdage})}{\text{antal prøvetagninger}}$$

og forholdene mellem gennemsnit er beregnet som

$$\frac{(\text{parameter 1})}{\Sigma (\text{parameter 2})}$$

antal prøvetagninger.



De enkelte arters middellængder beregnes ved

$$\frac{\Sigma (\text{middellængder de enkelte prøvetagningsdage})}{\text{antal prøvetagninger}}$$

og gruppernes gennemsnitslige middellængde ved

$$L_{\text{dato1}} = \frac{(l_1 \times a_1 + l_2 \times a_2 + \dots + l_n \times a_n)}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

Periode gennemsnit:

$$|L| = \frac{|L_{\text{dato1}}| + |L_{\text{dato2}}| + \dots + |L_{\text{daton}}|}{\text{antal prøvetagninger}}$$

Betegnelsen "små cladocerer" er = alle cladocerer på nær arter af slægterne Daphniidae, Pchypemidae, Holopedidae og rovdyrerne Leptodora og Bythotrephes.

#### Zooplankton/fytoplankton relationer

Total zooplankton, filtrerende zooplankton, total fytplankton samt fytoplankton < 50  $\mu$  er alle biomasser angivet i mg kulstof i gns. for perioden 1/5-30/9 pr. gns. liter vandsøjle. (Zooplanktonbiomassen  $\approx$  vandsøjle  $Z_0 - Z_{O_2} > 1$  mg  $O_2/l$ ).

Den totale zooplanktonbiomasse består af hjuldyr, Cladocerer og Copepoder.

Det filtrerende zooplankton er de primære græssere på fytoplankton nemlig Cladocerer og Calanoide copepoder. Forholdet mellem zooplankton og fytoplanktoner beregnet på de enkelte prøvetagningsdatoer og midlet over perioden.

Det skal bemærkes, at der på en enkelt dato i sommerperioden 1990 ikke var alger tilstede med en størrelse < 50  $\mu$ m. Og da et beregnet zoo/fyt forhold på denne dato ville blive uende-



ligt stor og således påvirke sommergennemsnittet, har vi valgt at regne med en fiktiv biomasse af alger  $< 50 \mu$  på datoen. Denne værdi er et gennemsnit af de omkringliggende datoers algebiomasse ( $< 50 \mu$ ).