

TEKNISK RAPPORT

---

# BRYRUP LANGSØ 1998

---

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

TITEL: Bryrup Langsø 1998

FORFATTER : Torben Bramming Jørgensen

EMNEORD : Søer, eutrofiering, fytoplankton, zooplankton, undervandsplanter

FORMAT : A4

SIDETAL : 28 + bilag

OPLAG : 60

ISBN : 87-7906-057-9

TRYK : Århus Amts Trykkeri, juni 1999

---

# Indholdsfortegnelse

<b>Sammenfatning</b> .....	1
<b>Indledning</b> .....	3
Historiske forhold .....	3
Badevandskvalitet.....	4
<b>Vand- og stoftransport</b> .....	5
Vandbalance.....	5
Stofbalance .....	5
Enkeltprøve/tidsproportionale prøver.....	7
Kildeopsplitning.....	8
<b>Vandkemi</b> .....	9
sigtdybde og klorofyl.....	9
kvælstof og fosfor .....	9
øvrige parametre.....	9
Udviklingen i Bryrup Langsø.....	12
Vandkvalitetsplan .....	12
Profilmålinger .....	15
Ilt og temperatur .....	15
Intern stofbalance.....	15
<b>Fyto- og zooplankton</b> .....	17
<b>Fytoplankton</b> .....	17
årstidsvariation .....	17
udvikling.....	17
fytoplankton og vandkemi.....	18
<b>Zooplankton</b> .....	19
zooplankton i 1995.....	19
udvikling.....	19
græsning.....	20
predation.....	21
<b>Undervandsvegetation og fiskeyngel</b> .....	23
Undervandsvegetation.....	23
Fiskeyngel .....	25
<b>Referencer</b> .....	27
<b>Bilagsoversigt</b> .....	29

# eslinga - tablica

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

# Sammenfatning

Denne rapport indeholder en kortfattet beskrivelse af tilstanden i Bryrup Langsø i 1998 samt af den udvikling, som har været i søen i de seneste 10 år.

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

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

For at beregne vand- og stofbalancen for søen er der opstillet en fast vandføringsstation i Nimdrup Bæk, som er det største tilløb til søen. Der er endvidere målt enkeltvandføringer og taget vandprøver i Nimdrup Bæk og i afløbet fra søen.

Der er taget vandprøver og målt vandføring i Kringelbæk siden 1989 men ikke i 1998. De tidligere målinger er i 1998 anvendt til at beregne vandføring og stoftransport i Kringelbæk.

I 1998 har der endvidere været opstillet en automatisk samplerstation til kontinuerlig prøvetagning i Nimdrup Bæk. Der er taget prøver hver time hele året. Afhængig af vandføringen er disse delprøver puljet inden analyse-ring. Det mindste tidsinterval har været 12 timer det største en uge.

Der blev tilført ca. 7,5 mio. m<sup>3</sup> vand til søen i 1998. Fordelingen over året var nogenlunde normal med den største tilførsel i vinterhalvåret. Den gennemsnitlige opholdstid er beregnet til 2,7 måned i 1998.

Indløbskoncentrationen for kvælstof var 9,1 mg N/l med en variation fra ca. 12 mg N/l i januar og februar til omkring 7 mg N/l i juli og august. Kvælstoftilførslen varierede med vandtilførslen og var derfor størst i årets første måneder. I alt blev der tilført omkring 70 ton kvælstof til søen i 1998. Heraf blev ca. 46 % fjernet under vandets ophold i søen primært ved denitrifikation.

Indløbskoncentrationen for fosfor var 117 µg P/l i 1999. Den samlede fosfortilførsel var omkring 900 kg.

Der er en vis variation i fosforkoncentrationen i indløbsvandet. I de våde måneder var der en væsentlig større indløbskoncentration (omkring 200 µg P/l) end i de tørre (60 - 70 µg P/l).

Sommergennemsnit		1998
Klorofyl	µg/l	53
Sigt dybde	meter	1,8
Total kvælstof	mg N/l	3,74
Nitrat	mg N/l	2,36
Total fosfor	µg P/l	59

Tabel 1.

Udvalgte data fra Bryrup Langsø i 1998.

Der var kun en mindre forskel på den samlede stoftransport i 1998 på 8 %. beregnet henholdsvis ud fra enkeltprøver og tidsproportionale prøver. De største forskelle var i marts og oktober, hvor de største fosfortransporter var. Her var enkeltprøverne taget på dage med høje fosforkoncentrationer, som ikke var repræsentative for den respektive måned og derfor blev stoftransporten overvurderet.

De væsentlige kilder til kvælstoftilførslen er fortsat landbrugsbidraget med ca. 75 % og baggrundsbidraget med 15 %. Hvad fosfor angår, var der en naturlig fosfortilførsel på 25 % af den samlede tilførsel. Dyrkningsbidraget udgjorde godt og vel 40 % og den spredte bebyggelse 18 % af den samlede fosfortilførsel. Den resterende fosfortilførsel sker fra regnvandsbetingede udledninger, dambrug og grundvand.

Fosforindholdet i overfladevandet i Bryrup Langsø er blevet betragteligt reduceret i de senere år. I 1998 var den gennemsnitlige fosforkoncentration i sommerperioden 59 µg P/l. Til sammenligning lå niveauet i 1992-1993 på omkring 100 µg P/l.

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

Generelt har der været en aftagende algemængde i Bryrup Langsø i de seneste år. I 1998 var der imidlertid en meget kraftig opblomstring af blågrøn alger i en kortere periode i august måned. Denne opblomstring

influerede så kraftigt på gennemsnittet, at sommergennemsnittet for 1998 var væsentligt større end tidligere registreret i søen. Bedømt over hele sommeren var der dog ikke væsentlige forskelle i algemængde eller sammensætning i forhold til de foregående år.

Opblomstringen af blågrønalger blev fulgt af en kraftig opvækst af ciliater, som sandsynligvis har levet af disse blågrønalger. Kombinationen af ciliater og blågrønalger medførte meget lave sigtddybder - mindre end 0,5 meter i august, hvilket er væsentligt mindre end normalt. Derfor var også den gennemsnitlige sigtddybde for sommeren mindre i 1998 sammenlignet med de tidligere overvågningsår.

Der er i 1998 lavet en mindre orienterende undersøgelse efter undervandsvegetation. Der blev fundet undervandsplanter i mindre grupper ganske få steder. Vandpest vokser spredt i søens vestbassin. Kruset Vanddaks i et mindre område langs midterbassinets nordbred og Strandbo i et lille område i søens østlige del. Dybdegrænsen var ca. 1 meter.

De biologiske forhold i Bryrup Langsø er afgørende for såvel vandets klarhed men også næringsstofniveauet i søen. Det er derfor vigtigt, at fastholde søen i den udvikling, som er sket i de senere år, hvor zooplanktonet har fået en større regulerende effekt på algerne i søen på trods af den kraftige men kortvarige opblomstring af blågrønalger i 1998. Dermed er vilkårene for en større udbredelse af undervandsplanter blevet forbedret. En større udbredelse af undervandsplanter vil yderligere øge zooplanktonets muligheder for at begrænse algerne og gøre vandet mere klart og derved altså fortsætte den gode cirkel, søen er inde i.

Bryrup Langsø har en generel målsætning (B2) og er tilføjede badevandsmålsat. Fosforkoncentrationen skal være mindre end 50 µg P/l som et sommergennemsnit, hvilket vil resultere i en sommersigtddybde på 2,0 - 2,5 meter.

Denne målsætning kan kun opfyldes, hvis den gennemsnitlige indløbskoncentration er mindre end 100 µg P/l. I 1998 var såvel indløbskoncentration som søkoncentration større end anbefalet i Vandkvalitetsplanen.

Målsætningen for Bryrup Langsø var dermed ikke opfyldt i 1998, selv om det vurderes, at søen er inde i en positiv udvikling imod en mere stabil tilstand med klarere vand, flere undervandsplanter og en mere ligelig fordeling mellem fred- og rovfisk.

## Indledning

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

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

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

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

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

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

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

### Historiske forhold

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

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

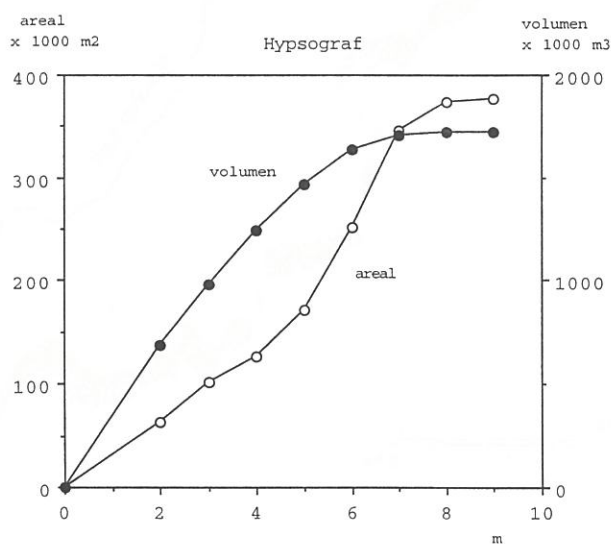
I de sidste 50 år har forholdene i søen ændret sig markant, først og fremmest fordi der er ledt spildevand til søen fra bysamfundene i søens opland igennem en længere periode.

Bryrup Langsø modtog således indtil 1972 spildevand

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

Tabel 2.

### Morfometriske data for Bryrup Langsø.

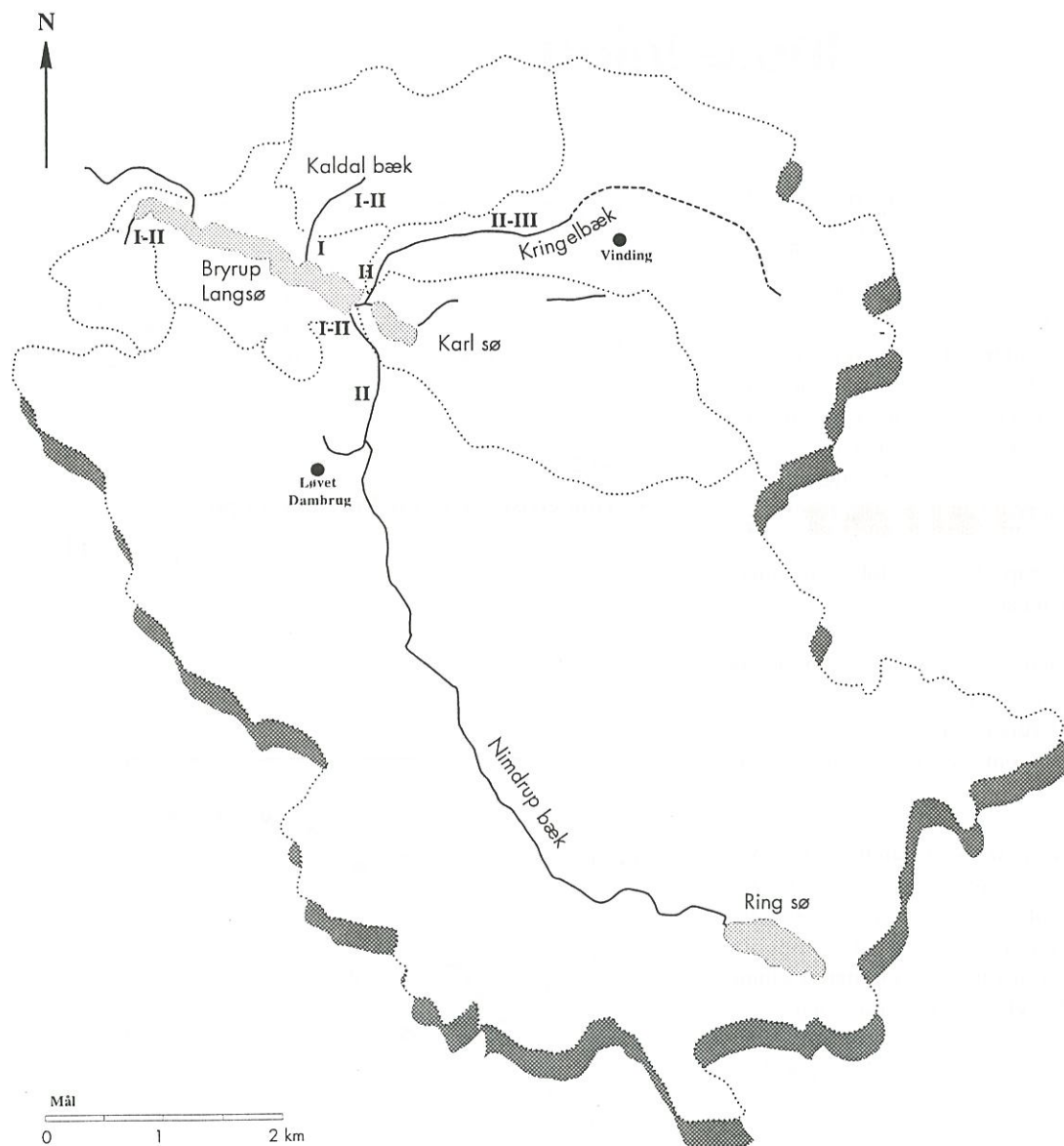


Figur 1.

### Hypsograf for Bryrup Langsø

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

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



Figur 2.

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

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

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

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

nens overvågningssøer og Århus Amt har derfor foretaget intensive undersøgelser i søen hvert år siden 1989 (se bilag).

### Badevandskvalitet

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

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

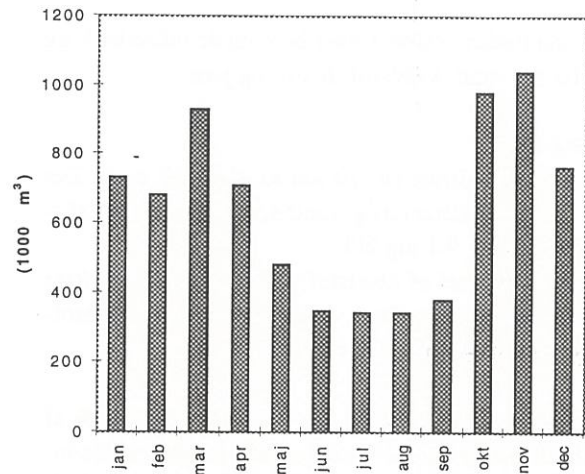


# Stoftransport

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

Der er en beskedent vandføring i Kringelbæk og i afløbet fra Karl Sø. På baggrund af flere års målinger er det vurderet, at kendskabet til disse små vandløb er så stort, at det er muligt at estimere den vand- og stoftilførsel, som kommer herfra. Samtidigt vil den lille stof- og vandtransport kun kunne bidrage med en lille fejl på de samlede transportberegninger. Derfor er der ikke i 1998 målt i de to tilløb.

I 1998 er vandføringen registreret vha. en fast vandføringsstation i Nimdrup bæk og i Bryrup Å. Endvidere har der været opstillet en såkaldt samplerstation i Nimdrup Bæk, som kontinuert har taget vandprøver i bækken.



**Figur 3**  
Den månedlige vandtilførsel til Bryrup Langsø i 1998

omkring 13 % af den samlede vandtilførsel i de tre sommermåneder.

## Vandbalance

Vandtilførslen til Bryrup Langsø var i 1998 nogenlunde som i et normal år. I alt kom der ca. 7,5 mio. m<sup>3</sup> vand til søen, hvilket gav en gennemsnitlig opholdstid på 2,7 måned. Fordelingen over året var også nogenlunde normal med den største tilførsel i vinterhalvåret og kun

	oplandsareal (km <sup>2</sup> )	vand (mio. m <sup>3</sup> )	kvælstof (ton)	fosfor (ton)	jern (ton)
Nimdrup Bæk (92043)	31,3	5,2	50,9	0,67	2,3
Umålt opland	17	1,5	14,8	0,18	0,6
Nedbør - fordampning		0,0	0,6	0,00	
Grundvand/difference		0,9	3,6	0,05	0,5
Samlet tilførsel	48,3	7,7	69,9	0,90	3,4
Fraførsel	48,3	7,7	36,3	0,47	0,8
Magasinændringer		-0,03	1,39	0,04	0,2
Søbalance			-33,71	-0,43	-2,64
Søbalance (%)			-48%	-47%	-77%
Sedimentbalance			-32,32	-0,38	-2,43
Sedimentbalance (%)			-46%	-43%	-71%

**Tabel 3**  
Vand- og stofbalancen til Bryrup Langsø i 1998.

## Stofbalance

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

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

### Kvælstof

I 1998 blev der tilført ca. 70 ton kvælstof til søen. Det svarer til en gennemsnitlig vandføringsvægtet indløbskoncentration på 9,1 mg N/l.

Den største tilførsel af kvælstof til Bryrup Langsø skete i vinterhalvåret, hvor såvel vandtilførsel som kvælstofkoncentration var størst (figur 4).

Der blev tilbageholdt ca. 33 ton kvælstof eller 46 % af den tilførte mængde, når variationerne i søkoncentrationen ved årets start og afslutning medregnes. Tilbageholdelsen var nogenlunde jævnt fordelt over året.

### Fosfor

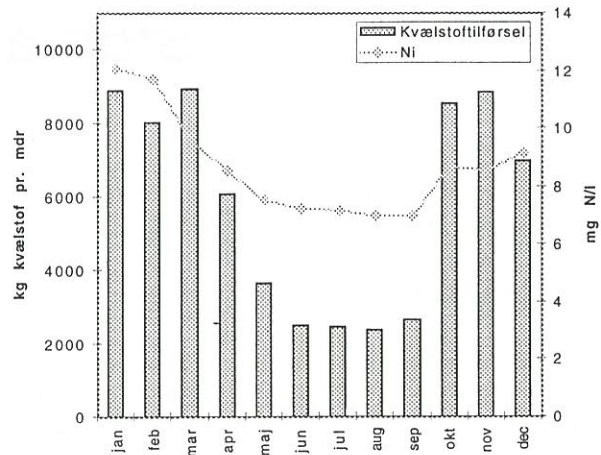
Også fosfortilførslen følger til en vis grad vandtransporten, således at den største fosfortilførsel til Bryrup Langsø skete i de våde måneder (figur 5).

Tilførslen steg med øgede afstrømninger både i absolute tal, men også hvad angår den vandføringsvægtede fosforkoncentration. Der er således en varierende vandføringsvægtet indløbskoncentration af fosfor til Bryrup Langsø fra ca. 200 µg P/l til mindre end 60 µg P/l. Årgennemsnittet i 1998 var 117 µg P/l, hvilket er en smule højere end i de seneste år. Årsagen er bl.a. de forholdsvise høje koncentrationer målt i marts og oktober.

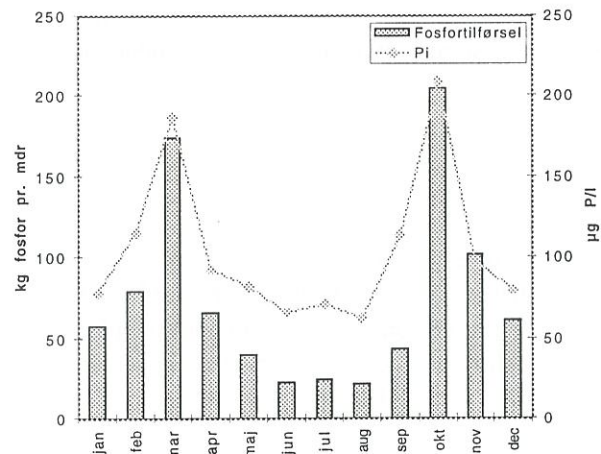
I 1998 var der en fosfortilbageholdelse på 43 % af den samlede tilførsel (inklusive magasinfor-skelle) eller 426 kg. Det vurderes, at Bryrup Langsø stort set er i ligevægt med fosfortilførslerne.

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

Fordelt over året var der som i de foregående år en væsentlig variation i fosfortilbageholdelsen. I vinter- og forårsmånederne med de store vand- og fosfortilførsler var der også en betragtelig tilbageholdelse. Det kan derfor antages, at en stor del af fosfortilbageholdelsen i søen på dette tidspunkt skyldes sedimentation af partikulært fosfor.



**Figur 4**  
Den månedlige kvælstoftilførsel og den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration i det tilførte vand til Bryrup Langsø i 1998.



**Figur 5**  
Den månedlige fosfortilførsel og den vandføringsvægtede fosforkoncentration i det tilførte vand til Bryrup Langsø i 1998.

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

Det er karakteristisk for den positive udvikling, søen har været inde i de senere år, at der kun frigives mindre fosformængder i juli og august og tilbageholdes fosfor i søen i årets øvrige måneder. Tidligere da Bryrup Langsø ikke var i ligevægt og næringsstofniveauet var højere, var der en væsentlig større fosforfrigivelse fra sedimentet i en længere periode henover sommeren og efteråret.

## Jern

Der er også sket en markant udvikling i jerntilførslen til Bryrup Langsø i de sidste 5 år. Dette afspejler sig bedst i den vandføringsvægtede indløbskoncentration, som i 1991 var på ca. 0,18 mg Fe/l. I de senere år er koncentrationen steget og i 1998 var den gennemsnitlige jernkoncentration i indløbsvandet 0,44 mg Fe/l. Det vurderes, at en af hovedårsagerne til den øgede fosfortilbageholdelse og den reducerede fosforkoncentration i søvandet (se senere) er en forøget jerntilførsel til Bryrup Langsø og en deraf følgende forbedret fosfortilbageholdelse i sedimentet.

Årsagen til den forøgede jerntilførsel er ikke åbenbar, idet der ikke er sket nogen væsentlige ændringer i oplandet.

De større jerntilførsler er fulgt af en større samlet jerntilbageholdelse.

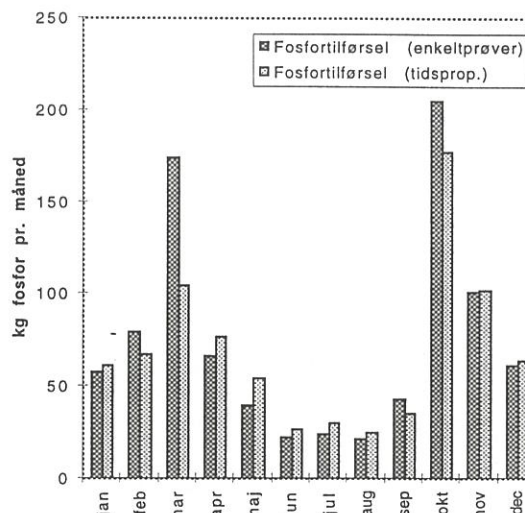
I 1998 blev ca. 2,6 ton eller 71 % af den tilførte jern tilbageholdt i søen.

## Enkeltprøver/tidsproportionale prøver

I 1998 har der været opstillet en automatisk samplerstation til kontinuerlig prøvetagning i Nimdrup Bæk. Der blev udtaget en delprøve en gang i timen. Delprøver for en 12 timers periode blev puljet i samme flaske. Afhængigt af vandføringens udvikling blev disse 12-timers flasker igen puljet. Hvis vandføringen i en uge var jævn og uden "toppe", blev alle flasker fra den pågældende uge puljet og analyseret sammen. Skete der en markant ændring i vandføringen, blev prøver taget før, under og efter hændelsen puljet for sig. Da delprøverne taget hver time blev puljet i "12-timers" flasker, er det korteste tidsinterval en prøve kan repræsentere altså 12 timer.

De daglige vandføringer beregnet for stationen er anvendt sammen med de tidsproportionale prøver til at beregne stoftransporten. Dette sker ved at sammenholde den enkelte vandprøves næringsstofkoncentration og den beregnede vandføring ved prøvetagningens start- og sluttidspunkt. Herved undgås en interpolation af stofkoncentrationerne til de prøver, som er taget før og efter den pågældende periode.

Den samlede fosfortransport i Nimdrup Bæk beregnet ud fra enkeltprøver og tidsproportionale prøver i 1998 var henholdsvis 897 kg og 825 kg. Altså var stoftransporten beregnet ud fra de tidsproportionale prøver 8 % mindre end enkeltprøveberegningen. Figur 6 viser, at der specielt i marts og oktober er en forskel imellem de to prøvetagningsmetoder. Forklaringen er, at



Figur 6

Fosfortilførslen til Bryrup Langsø i 1998 beregnet henholdsvis ved hjælp af enkeltprøver og tidsproportionale prøver.

enkeltprøverne sandsynligvis er taget på dage med meget høje vandføringer og stofkoncentrationer, som ikke har været repræsentative for hele måneden. Resultatet har været en mindre overestimering af stoftransporten i de to måneder. Modsat er stoftransporten beregnet ud fra enkeltprøverne mindst fra april til august. Generelt er der dog beskedne udsving i de to prøvetagningstyper og væsentligt mindre, end det er registreret i andre mindre vandløb.

Konklusionen må være, at Nimdrup Bæk ikke normalt er præget af væsentlige døgnsvingninger. De to toppe i marts og oktober viser dog også, at der kan være store variationer i vand- og stoftransporten under store afstrømninger, hvilket man naturligvis skal være opmærksom på, når stoftransporten i Nimdrup Bæk beregnes udelukkende ud fra enkeltprøver.

## Kildeopsplitning

Der blev tilført ca. 900 kg fosfor til Bryrup Langsø i 1998.

26 % kan henføres som en naturlig fosfortilførsel. Det er her antaget, at baggrundskoncentrationen i det tilførte vand er 30 µg P/l.

Punktkilderne udgør ca. 25 % af tilførslen. I 1998 udledte dambruget i Løve 43 kg fosfor.

Der er ikke kommet nye oplysninger om udledningerne fra den spredte bebyggelse. Ved beregningen af kildeopsplitningen til Bryrup Langsø er derfor anvendt det samme udgangspunkt som i de foregående år. Den væsentligste punktkildebelastning til Bryrup Langsø er dermed fortsat den spredte bebyggelse. Herfra blev der udledt 165 kg.

Fosforbidraget fra den spredte bebyggelse er fremkommet udfra et kendskab til antallet af ejendomme i oplandet, hvor renseniveauet er skønnet ud fra typen af rensenanlæg på den enkelte ejendom. Dernæst er anvendt de af Miljøstyrelsen udmeldte normtal, som er 1 kg fosfor/PE og 2,5 personer pr. ejendom (ændret fra 2,8). Det antages videre, at 50 % af den udledte fosfor når frem til vandløb og sø.

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

Den naturlige kvælstoftilførsel er antaget at være 1,5 mg N/l. Dette bidrag var i 1998 11,5 ton.

For kvælstofs vedkommende er det fortsat dyrkningsbidraget, som er altdominerende. I 1998 stammede ca. 75 % af tilførslerne herfra.

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

	Kvælstof ton	Fosfor ton
Baggrundsbidrag	11,5	0,230
Atm. deposition	0,6	0,004
Dambrug	0,6	0,004
Spredt bebyggelse	0,7	0,165
Regnvandsbetingede udledn.	0,1	0,020
Grundvand	3,6	0,046
Dyrkningsbidrag	52,9	0,428
I alt	69,9	0,897

**Tabel 4**

**Kildeopsplitningen for Bryrup Langsø i 1998.**

## Vandkemi

Der er i lighed med de foregående overvågningsår udtaget vandprøver til kemisk bestemmelse og målt sigtddybde og temperatur på søens dybeste punkt i alt 19 gange i løbet af 1998.

På figur 7 til 10 er årstidsvariationen præsenteret og i tabel 5 og 6 kan de tidsvægtede års- og sommergennemsnit findes.

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

### Sigtddybde og klorofyl

I første halvdel af 1998 var klorofylindholdet forholdsvis lille (mindre end 50 µg/l) og nogenlunde som i de foregående år. Sigtddybden varierede fra ca. 1,5 meter under forårets algemaksimum til næsten 5 meter i klarvandsperioden i juni. Sigtddybde og klorofylniveau var dermed nogenlunde som i de foregående år.

I de senere år har algeopblomstringen i sensommeren været knapt så kraftig som tidligere. Tilsvarende har sigtddybden været større end 1 meter. I 1998 faldt sigtddybden imidlertid til ca. 0,5 meter i august.

Klorofylkoncentrationen steg i perioden og en medvirkende forklaring på den lille sigtddybde var opblomstring af alger. Vandet indeholdt imidlertid også store mængder meget små partikler, som sandsynligvis var cyster fra ciliater. En væsentlig årsag til det meget uklare vand var disse cyster.

På grund af "ciliat-fænomenet" var sigtddybden i sommerhalvåret i gennemsnit kun 1,8 meter, hvilket er væsentligt mindre end i de seneste somre.

### Kvælstof og fosfor

Generelt er fosforniveauet i Bryrup Langsø reduceret meget siden starten af 1990'erne. I 1998 var den gennemsnitlige fosforkoncentration 60 µg P/l, hvilket nogenlunde har været niveauet siden 1994-95.

Fosforkoncentrationen varierede fra ca. 50 µg P/l i vinter- og forårsmånederne til ca. 75 µg P/l i august, september og oktober. Der er således stadig en mindre stigning i fosforindholdet i efteråret i søen som indikation på en beskedent fosforfrigivelse fra sedimentet i denne periode.

Indholdet af opløst fosfor varierede fra 2-3 µg P/l i kortere perioder i foråret og sommeren til ca. 70 µg P/l i slutningen af oktober. De små koncentrationer i

vækstsæsonen tyder på, at fosfor i kortere perioder kan være begrænsende for algernes vækst. Den høje koncentration af opløst fosfor sidst på året skyldes mangel på alger i søen til at optage den fosfor, som blev frigivet fra sedimentet.

Hverken de lave koncentrationer henover sommeren eller de noget højere i efteråret er atypisk for søen.

Udviklingen i kvælstofkoncentrationen var i 1998 stort set som i de foregående år. I forårsmånederne var niveauet på 5 - 7 mg N/l, som i løbet af sommeren blev reduceret til ca. 2 mg N/l i september-oktober. I årets sidste måneder steg indholdet af kvælstof igen som følge af stigende tilførsler.

Årsgennemsnittet for total kvælstof var 4,6 mg N/l og dermed nogenlunde på niveau med foregående år med tilsvarende nedbørsmængder.

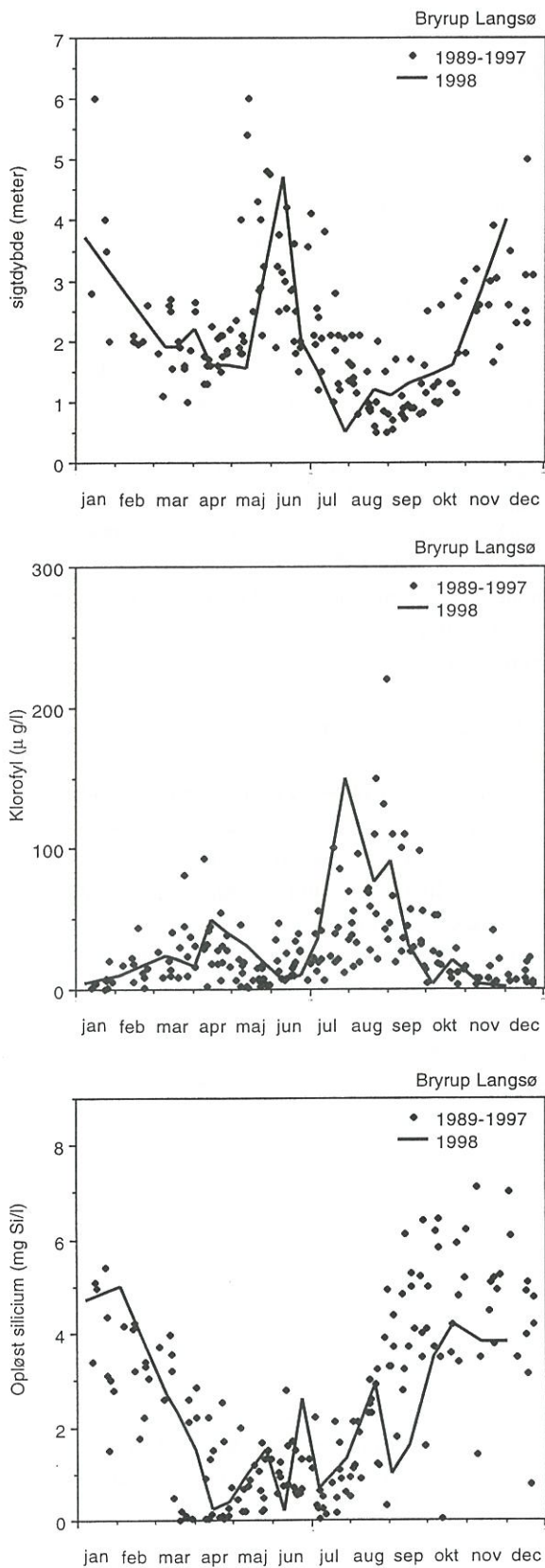
Omsætningen i søen er blevet væsentlig mindre end tidligere. Det afspejler sig i et generelt lavt indhold af ammonium i søen i modsætning til forholdene i søen omkring 1990, hvor der kunne registreres forhøjede ammoniumkoncentrationer også i overfladevandet specielt i varme og stille perioder i sensommeren og efteråret.

### Øvrige parametre

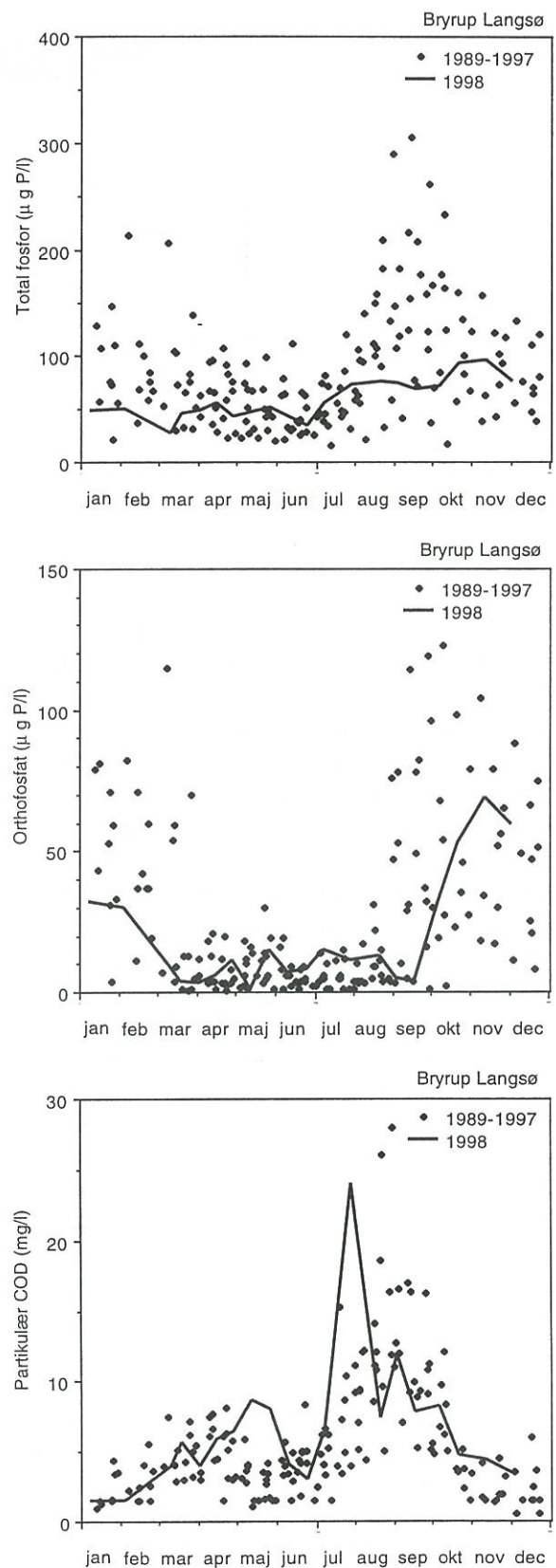
Koncentrationen af opløst silicium var meget lille i april måned under kiselalgerens forårsoopblomstring. Indholdet var dog ikke så lavt, at tilgængeligheden af opløst silicium har været begrænsende for algernes vækst i 1998.

Langt hovedparten af det suspenderede stof, som er i vandet i Bryrup Langsø, består af organisk stof og er også målt som suspenderet glødetab. Det er således i vid udstrækning algerne i vandet, som gør vandet uklart, fremfor ophvirvlet bundmateriale. Den lille sigtddybde i juli og august i 1998 afspejler sig også i et forhøjet indhold af suspenderet stof i disse måneder (max. 20 mg/l). Niveauet var dog ikke større end det tidligere er registreret i søen.

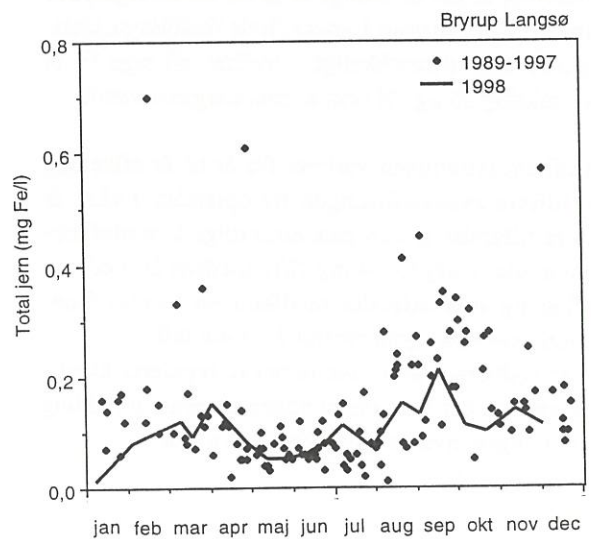
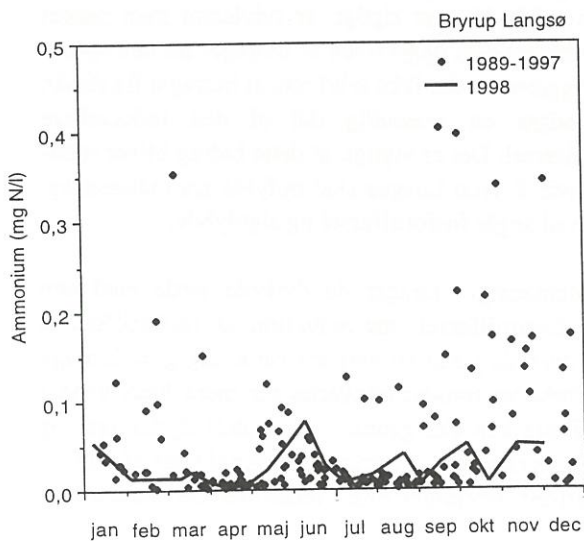
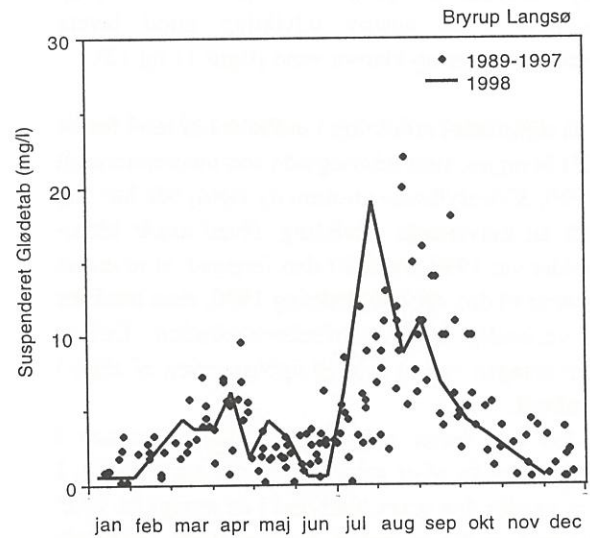
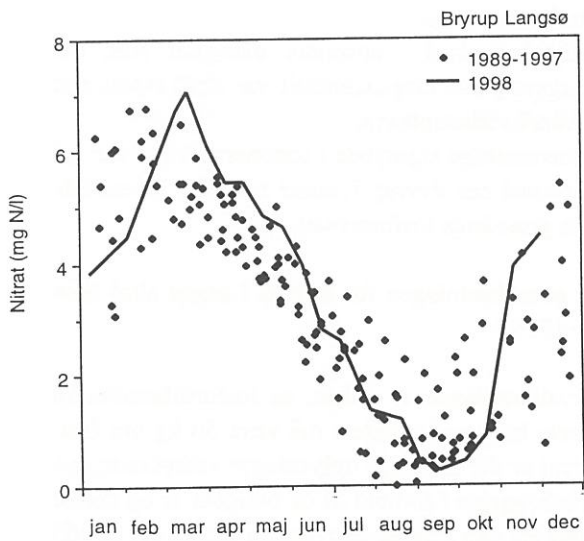
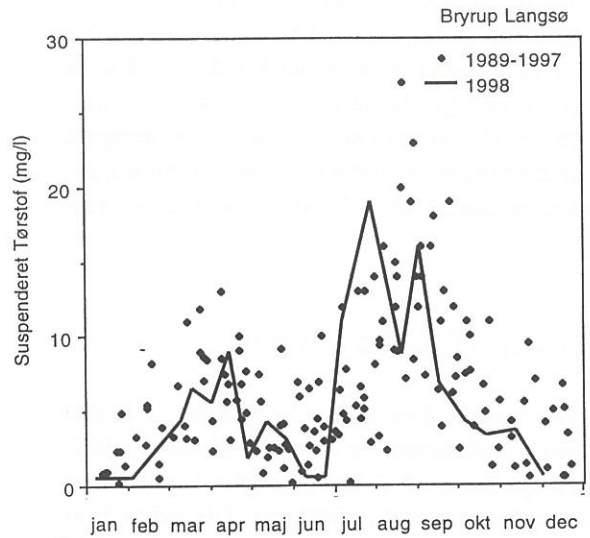
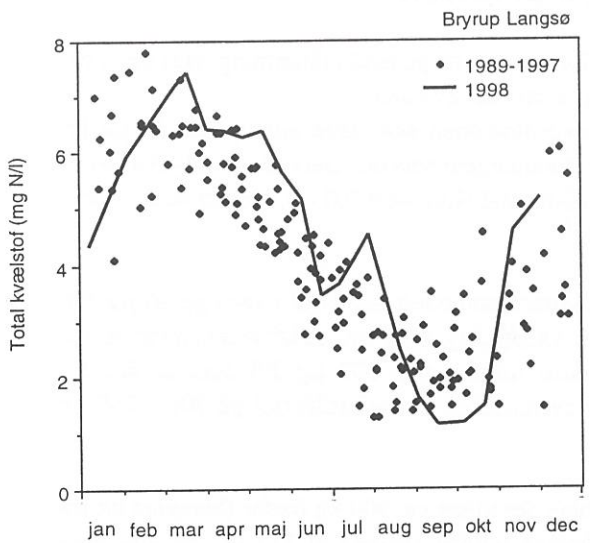
Jernindholdet i søvandet er tæt knyttet til omsætningsgraden og fosforniveauet i søen. Ligesom omsætning og fosforfrigivelse er blevet mindre er også jernfrigivelsen fra sedimentet således reduceret. Derfor er koncentrationen af total jern særligt i sensommeren



**Figur 7.** Årstidsvariationen i sigtdybde (øverst), klorofylkoncentration (i midten) og opløst silicium (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1998 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1997.



**Figur 8.** Årstidsvariationen i total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og partikulær COD (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1998 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1997.



**Figur 9.** Årstidsvariationen i koncentrationen af total kvælstof (øverst), nitrat (i midten) og ammonium (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1998 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1997.

**Figur 10.** Årstidsvariationen i koncentrationen af suspenderet tørstof (øverst), suspenderet glødetab (i midten) og total jern (nederst) i overfladevandet i Bryrup Langsø i 1998 sammenlignet med data for 1989 - 1997.

også mindre nu, end den var i starten af 1990'erne. Der er også målt pH og total alkalinitet i søen i 1998. Uvist af hvilken årsag er niveauet for disse målinger væsentligt forskellige fra de foregående års målinger. Da der ikke er sket noget i søen, som kan retfærdiggøre væsentlige ændringer i hverken pH eller total alkalinitet, er det valgt at udelade data for de to parametre i rapporten.

## Udviklingen i Bryrup Langsø

Forholdene i Bryrup Langsø har i de senere år ændret sig markant. Udviklingen har været positiv siden 1992-1993, men specielt i 1995 har tilstanden i søen været væsentligt anderledes end i 1980'erne. I de sidste år er søen dog faldet lidt tilbage igen, men generelt er Bryrup Langsø inde i en positiv udvikling imod lavere næringsstofniveauer og klarere vand (figur 11 og 12).

Der er en signifikant reduktion i indholdet af total fosfor ( $p < 0,05$ ) beregnet som tidsvægtede sommergennemsnit siden 1990. Klorofylkoncentration og sigtddybde har dog ikke haft en tilsvarende udvikling. Hvad angår klorofylindholdet var 1998 atypisk i den forstand, at niveauet i søen svarer til det, der var omkring 1990, men hvor der var en væsentlig højere fosforkoncentration. Det er nævnt, at årsagen var en kraftig opblomstring af alger i august måned.

Sigtddybden har været mere eller mindre konstant i 1990'erne på trods af et reduceret næringsstofniveau. I 1995 var vandet dog mere klart end i de øvrige år. 1995 viser dermed, at det er muligt at få en større sigtddybde og klarere vand i Bryrup Langsø, hvis fosforkoncentrationen reduceres tilstrækkeligt - hvilket vil sige til et niveau omkring 25  $\mu\text{g P/l}$  som et sommergennemsnit.

Kvælstofkoncentrationen varierer fra år til år afhængig af den tilførte kvælstofmængde fra oplandet. I våde år med store tilførsler er den gennemsnitlige kvælstofkoncentration relativ høj (3 - 4 mg N/l), medens år med ringe nedbør og små tilførsler medfører en kvælstofkoncentration i søen på i gennemsnit 2 - 3 mg N/l.

Da det er nedbøren, som i første række regulerer kvælstofniveauet, har der ikke været nogen ensrettet udvikling i Bryrup Langsø, hvad kvælstofindhold angår.

## Vandkvalitetsplan

Bryrup Langsø har en generel målsætning (B2) og er tillige målsat som badevandssø.

Fosforkoncentrationen skal være mindre end 50  $\mu\text{g P/l}$  som et sommergennemsnit. Derved vil sigtddybden i søen i sommerhalvåret være 2,0 - 2,5 meter som et gennemsnit.

For at søkoncentrationen ikke skal overstige 50  $\mu\text{g P/l}$ , skal den vandføringsvægtede indløbskoncentration for fosfor være mindre end 100  $\mu\text{g P/l}$  som et årsgennemsnit svarende til en fosfortilførsel på 700 - 750 kg om året.

I 1998 blev der tilført ca. 900 kg fosfor (beregnet ud fra enkeltprøver), hvilket svarede til 117  $\mu\text{g P/l}$  som gennemsnitskoncentration.

Fosfortilførslen såvel i absolutte mængder som det vandføringsvægtede årsgennemsnit var altså større end anført i Vandkvalitetsplanen.

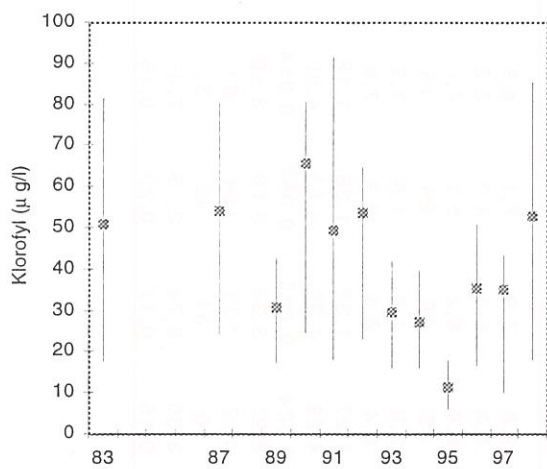
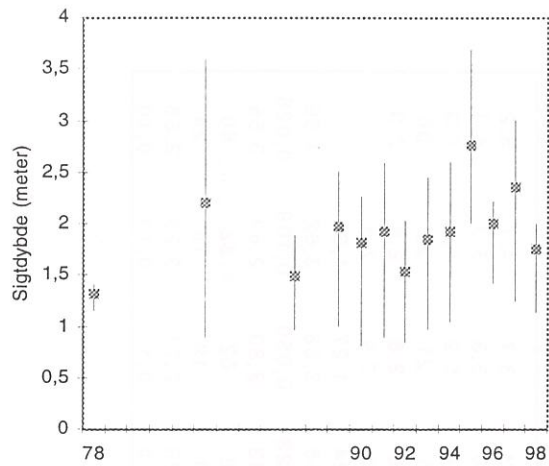
Den gennemsnitlige sigtddybde i sommerhalvåret var 1,8 meter. Dermed har Bryrup Langsø haft den forventede sigtddybde givet årets fosforniveau.

Alt i alt er målsætningen for Bryrup Langsø altså ikke opfyldt i 1998.

I Vandkvalitetsplanen er anført, at fosfortilførslen fra den spredte bebyggelse højst må være 50 kg om året. Som nævnt er der ikke nye oplysninger vedrørende den spredte bebyggelse i forhold til de tidligere år og derfor er bidraget fra den spredte bebyggelse fortsat sat til 165 kg. Hvorvidt dette er rigtigt, er tvivlsomt men uanset usikkerhederne på opgørelsen af bidraget fra den spredte bebyggelse, er der ikke tvivl om, at bidraget fra denne kilde udgør en væsentlig del af den reducerbare fosfortilførsel. Det er vigtigt, at dette bidrag bliver reduceret, hvis Bryrup Langsø skal opfylde sin målsætning, både hvad angår fosfortilførsel og sigtddybde.

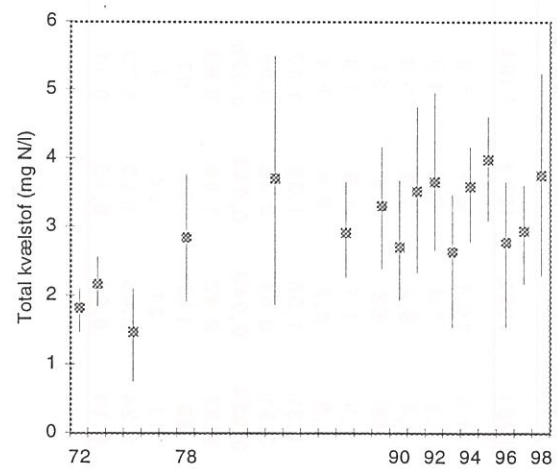
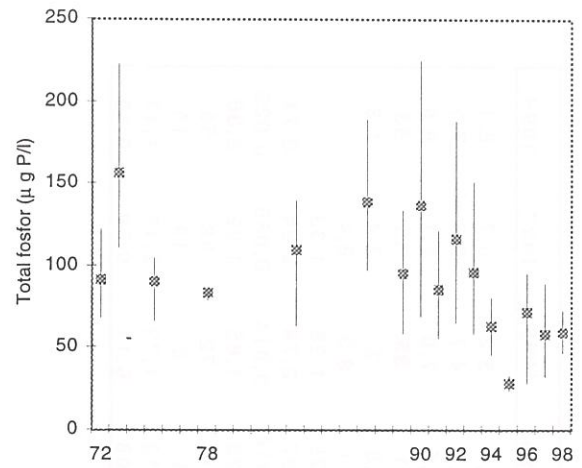
Mængdemæssigt bidrager de dyrkede jorde med den største fosfortilførsel. En reduktion af fosfortilførslen fra de dyrkede jorde vil derfor i væsentlig grad bidrage til at forbedre forudsætningerne for mere klart vand i søen. Dette kan ske gennem en ændret dyrknings- og gødningspraksis og en forøget tilbageholdelse af fosfor i vådområder, bræmmer mm., inden det når vandløb og sø.





Figur 11

Den gennemsnitlige sommersigtdybde (øverst) og klorofylkoncentration (nederst) med angivelse af 25 og 75 % fraktilerne i Bryrup Langsø i årene fra 1989 til 1998.



Figur 12

Den gennemsnitlige sommerkoncentration af total fosfor (øverst) og total kvælstof (nederst) med angivelse af 25 og 75 % fraktilerne i Bryrup Langsø i årene fra 1989 til 1998.

Sommergennemsnit	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Suspenderet tørstof (mg/l)		10,6	10,0	10,1	8,9	5,8	3,6	5,2	6,7	8,1
Suspenderet glødetab (mg/l)		6,9	7,1	7,3	6,7	4,9	3,1	4,7	6,6	7,1
Partikulær COD (mg/l)	6,1	10,2	8,4	8,2	7,2	6,3	3,5	7,6	7,1	9,6
Klorofyl (µg/l)	30	65	49	53	29	27	11	35	35	53
Sigtedybde (m)	2,0	1,8	1,9	1,5	1,8	1,9	2,8	2	2,4	1,8
pH	8,9	9,1	8,8	8,7	8,6	8,4	8,1	8,3	8,4	
Alkalinitet (mekv/l)	1,51	1,30	1,31	1,38	1,38	1,17	1,28	1,28	1,33	
Total -N (mg N/l)	3,30	2,70	3,51	3,64	2,62	3,58	3,97	2,78	2,94	3,74
NH4-N (mg N/l)	0,044	0,029	0,024	0,043	0,044	0,026	0,014	0,014	0,085	0,029
NO3-N (mg N/l)	2,17	1,56	2,37	2,42	1,65	2,63	3,23	1,85	1,92	2,36
Total P (µg P/l)	95	136	85	116	96	63	28	72	58	59
Ortho-P (µg P/l)	14	36	11	21	24	6	3	8	19	10
Opløst silicium (mg Si/l)	1,26	2,13	2,24	2,05	1,53	1,73	1,13	1,73	2,17	1,47
Total jern (mg Fe/l)			0,13	0,21	0,15	0,11	0,08	0,11	0,09	0,10

Tabel 5

Sommergennemsnit for de målte parametre i overfladevandet i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998.

Årgennemsnit	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Suspenderet tørstof (mg/l)		7,3	7,8	7,9	7,1	4,9	4,3	3,7	4,1	5,2
Suspenderet glødetab (mg/l)		4,8	5,3	5,4	4,7	3,3	3,0	3,3	3,9	4,3
Partikulær COD (mg/l)	4,8	6,3	6,0	6,2	5,1	4,4	3,4	5,2	4,4	6,3
Klorofyl (µg/l)	20	38	35	38	26	18	16	21	22	30
Sigtedybde (m)	2,2	2,2	2,0	1,8	1,9	1,9	2,6	2,6	2,8	2,3
pH	8,4	8,4	8,4	8,3	8,2	7,9	7,9	7,9	7,8	
Alkalinitet (mekv/l)	1,47	1,28	1,27	1,37	1,38	1,18	1,24	1,27	1,35	
Total -N (mg N/l)	3,88	4,13	4,22	4,39	4,60	4,80	4,56	3,66	3,62	4,56
NH4-N (mg N/l)	0,065	0,049	0,024	0,035	0,057	0,054	0,023	0,050	0,109	0,028
NO3-N (mg N/l)	2,82	3,04	3,21	3,34	3,66	3,89	3,83	2,83	2,69	3,55
Total P (µg P/l)	96	129	102	103	104	82	46	62	52	60
Ortho-P (µg P/l)	29	56	30	31	42	32	11	19	19	24
Opløst silicium (mg Si/l)	2,24	3,58	3,30	2,74	2,19	2,45	1,25	2,71	3,26	2,58
Total jern (mg Fe/l)			0,15	0,17	0,20	0,16	0,10	0,11	0,13	0,10

Tabel 6

Årgennemsnit for de målte parametre i overfladevandet i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998.

## Profilmålinger

### Temperatur og ilt

Der er målt ilt og temperatur ned igennem vandsøjlen på de samme dage, som der er taget vandprøver. Figur 13 viser temperatur- og iltfordelingen ned igennem søen i 1998.

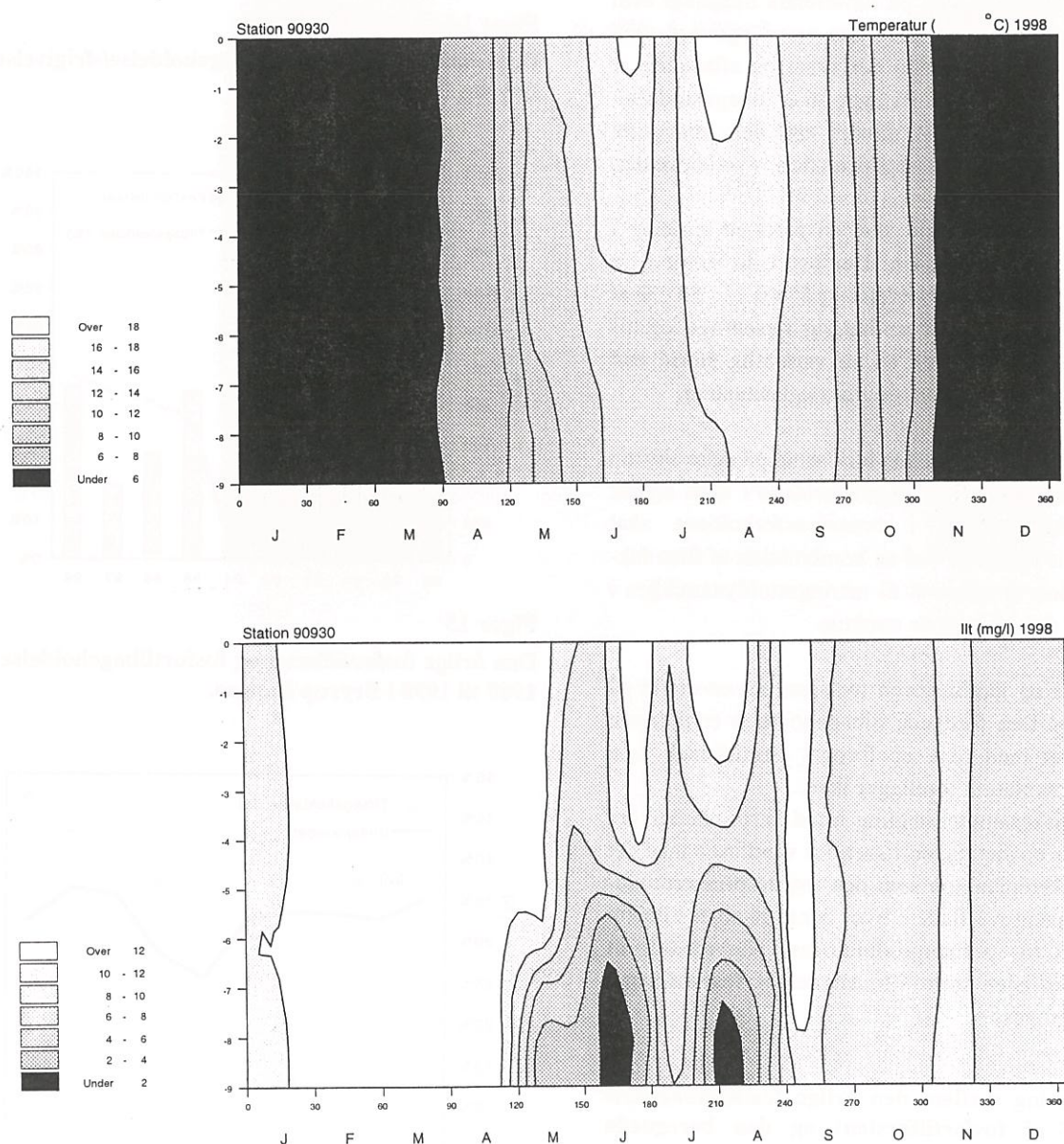
På grund af Bryrup Langsø's øst-vest orientering og et relativt beskedent areal med større dybder, oplever søen kun en egentlig lagdeling i sommerperioder med varmt og stille vejr.

I 1998 var sommermånederne forholdsvis kolde og blæsende og derfor var der praktisk taget ingen forskel på temperaturen i overfladen og ved bunden.

Derfor var omrøringen også større end normalt og der var der kun i ganske korte perioder iltfrit ved bunden. Normalt er der en periode hen over sommeren, hvor der er iltfrie forhold i de nederste 3-4 meter vand også selv om lagdelingen er beskedent.

### Intern stofbalance

Det vurderes, at de gode iltforhold ved bunden er en væsentlig forklaring på den lille fosforfrigivelse, der var



Figur 13

Isopleter over profilmålingerne af temperatur(øverst) og ilt (nederst) i Bryrup Langsø i 1998.

fra sedimentet i Bryrup Langsø i 1998. På figur 14 er den månedlige fosforbalance i søen præsenteret. Det ses, at det kun var i juli og august, at der blev frigivet fosfor fra sedimentet (i alt ca. 50 kg). I de øvrige måneder var der en netto fosfortilbageholdelse i 1998.

Der er ikke sket væsentlige ændringer i oplandet, så derfor har fosfortilførslen til Bryrup Langsø været nogenlunde den samme i de sidste 10 år dog med variation forårsaget af forskellige nedbørsmængder årene imellem.

Ikke desto mindre er forholdene i søen ændret signifikant med hensyn til fosfortilbageholdelse. På figur 15 og 16 ses det, at der var en beskedne fosfortilbageholdelse indtil 1994 på højst 20 % af den tilførte mængde. Bryrup Langsø reagerede på daværende tidspunkt som en typisk eutrofieret sø, der ikke var i ligevægt med fosfortilførslerne og hvorfra der skete en aflastning af fosforpuljen i sedimentet. På figur 16 er tilbageholdelseskoefficienten indtil 1994 mindre end den, som ville være i søen i en ligevægtssituation (Vollenweider, 1976).

Fra 1995 er der imidlertid sket en markant ændring i aflastningsforholdene i søen. Der har i de sidste 4 år været en fosfortilbageholdelse på 40 - 50 % af tilførslerne (som ikke har ændret sig væsentligt) og tilbageholdelseskoefficienten er nu væsentlig større end den, som kan beregnes som en ligevægtssituation.

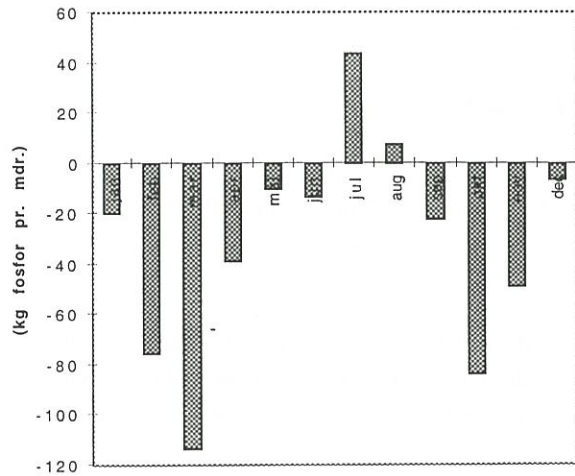
Der er ikke nogen indlysende forklaring på dette skifte i sedimentations- og aflastningsforholdene i søen og det meget kraftige skifte i retentionsforholdene skal sandsynligvis forklares ved en kombination af flere faktorer, som dels er relateret til næringsstoffdynamikken i søen dels til den biologiske struktur.

Jerntilførslen og jernbalancen for søen har en effekt på retention mv. Den forøgede tilbageholdelse er tidligere søgt forklaret med bl.a. en forøget jerntilførsel, men nogen dokumentation foreligger ikke.

En ændret fiskesammensætning imod færre planktivore fisk vil flytte omsætningen i søen fra vandfasen med det planktivore fytoplankton som den største primærproducent til sedimentoverfladen, hvor bentiske alger i højere grad vil stå for primærproduktionen. Herved tilføres sedimentoverfladen større iltmængder og fosfortilbageholdelsen forøges.

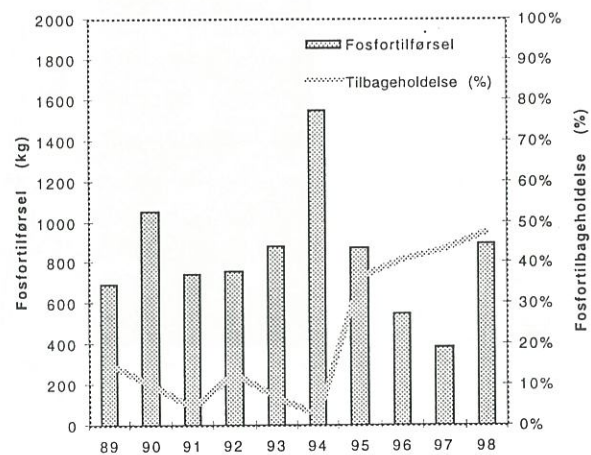
#### Figur 16

Sammenligning mellem den årlige fosfortilbageholdelse (i % af fosfortilførslen) og den beregnede fosfortilbageholdelse i en ligevægtssituation (Vollenweider, 1976) i Bryrup Langsø for årene 1989 til 1998.



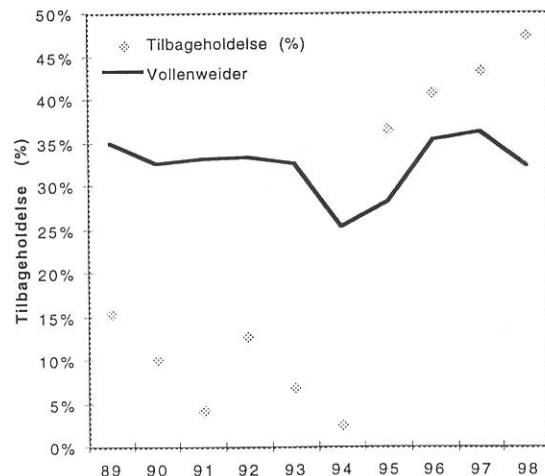
Figur 14

Den månedlige fosfortilbageholdelse/-frigivelse i Bryrup Langsø i 1998.



Figur 15

Den årlige fosfortilførsel og fosfortilbageholdelse fra 1989 til 1998 i Bryrup Langsø.



# Fyto- og zooplankton

## Fytoplankton

Fytoplanktonet i Bryrup Langsø blev undersøgt 16 gange i løbet af 1998. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag.

Figur 17 viser fytoplanktonbiomassen fordelt på grupper i årene fra 1989 til 1998.

Generelt er fytoplanktonet domineret af kiselalger i første halvdel af året og af blågrønalger i anden halvdel. Der er dog også en mindre biomasse af rekylalger, furealger og andre grupper i løbet af året. Sammenlignet med kiselalgerne og blågrønalgerne har disse grupper dog ikke nogen væsentlig betydning i søen.

I 1997 og særligt i 1998 har der været en meget kraftig opblomstring af blågrønalger i august måned. I 1998 blev der registreret en blågrønalgebiomasse på 105 mg vv/l, hvilket er mere end dobbelt så meget, som der tidligere er registreret i søen på noget tidspunkt.

## Årstidsvariation

Fytoplanktonet i Bryrup Langsø har normalt to maksima. Et i foråret og et i sensommeren. I foråret består fytoplanktonet næsten udelukkende af kiselalger, medens sensommeropvæksten normalt udgøres først af blågrønalger siden af kiselalger.

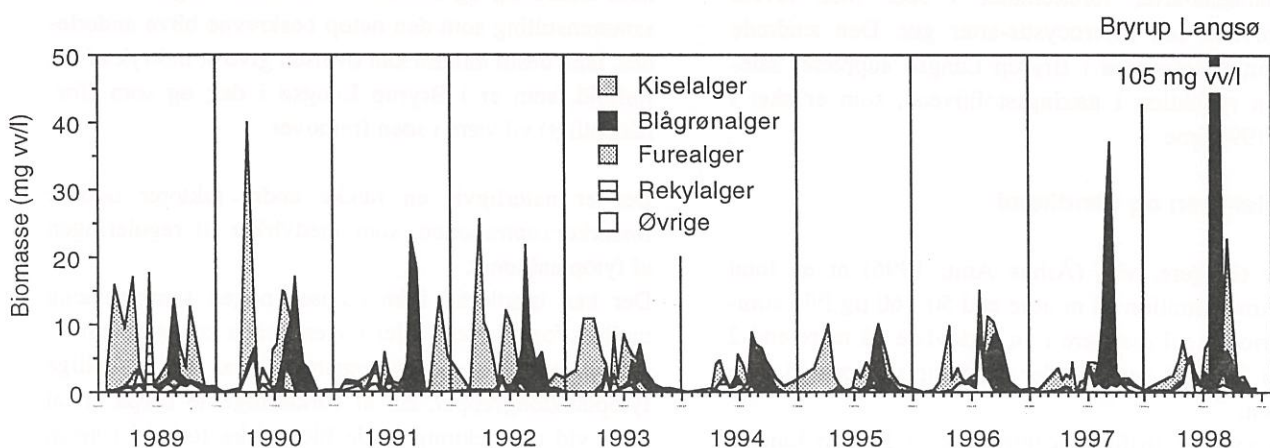
Størrelsen af henholdsvis kiselalgemaksimummet i foråret og blågrønalgerens maksimum i sensommeren

varierer fra år til år. I 1998 var der en forholdsvis lille opvækst af kiselalger. Den samlede fytoplanktonmængde i foråret var dog nogenlunde som i de foregående år, fordi der også var en relativ stor biomasse af såkaldte stilkalger, på figur indeholdt i gruppen "øvrige". Denne opvækst medførte, at klarvandsperioden i 1998 ikke var så lang, som det tidligere er set og at fytoplanktonbiomassen ikke var helt i bund.

Som allerede nævnt var der en meget kraftig opvækst af blågrønalger i sensommeren med et maksimum på 105 mg vv/l d. 29 juli næsten 100 % bestående af blågrønalgen *Anabaena planctonica*. Den meget kraftige opblomstring af blågrønalger aftog hurtigt igen og tre uger senere i slutningen af august var der stort set ingen blågrønalger i søen. I stedet var der en forholdsvis kraftig opvækst af kiselalger fortrinsvis *Stephanodiscus neoaestrea*. Ligesom sensommerens maksimum af blågrønalger var større, end det tidligere er set i Bryrup Langsø var opvæksten af kiselalger i september også større end tidligere registreret på dette tidspunkt af året.

## Udvikling

Som allerede nævnt er det karakteristisk for Bryrup Langsø, at der er en opblomstring af specielt kiselalger i forårs månederne. I juni og juli er der normalt ikke så mange alger i vandet, medens sensommeren og særligt



Figur 17

Fytoplanktonets biomassen i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998 fordelt på grupper.

august ofte har store fytoplanktonbiomasser fortrinsvis bestående af blågrønalger.

Størrelsen af fytoplanktonmaksimaene er forskellig fra år til år. Der var en tendens til at toppene blev mindre fra år til år i første halvdel af 90'erne, men i årtiets sidste halvdel er udviklingen gået den anden vej og særligt i 1998 var der som nævnt en meget kraftig opblomstring af blågrønalger i sensommeren, som resulterede i en væsentligt større gennemsnitlig biomasse i Bryrup Langsø beregnet for sommerperioden (figur 18).

I såvel 1997 som 1998 har der været tale om forholdsvis korte men altså store opblomstringer af blågrønalger. Opblomstringerne influerer kraftigt på den gennemsnitlige biomasse, men der har altså ikke været tale om en generel markant forøgelse af fytoplanktonbiomassen henover sommeren.

Der er ikke sket markante skift i sammensætningen af fytoplanktonet i Bryrup Langsø på gruppeniveau sammenlignet med tidligere (se bilag for artsliste mm.) I 1998 og delvist også i 1997 har det dog været andre arter af blågrønalger, der har domineret i den kraftige opblomstring i sensommeren. Tidligere dominerede forskellige *Microcystis*-arter. Disse arter var også i søen i 1997 og 1998, men særligt i 1998 dominerede forskellige *Anabaena*-arter og primært *Anabaena planctonica*.

Forklaringen på den kortvarige men meget voldsomme opvækst af blågrønalger i sensommeren, fremfor den noget mindre men længerevarende, som tidligere er set i søen, er altså, at det er andre blågrønalger, som har domineret i de sidste par år.

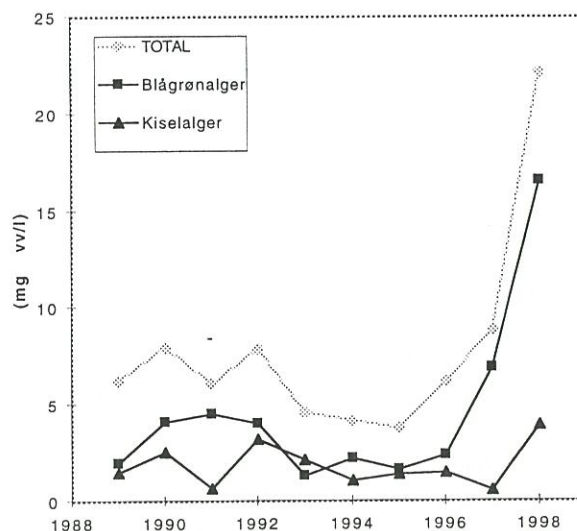
Spørgsmålet er så, hvorfor det nu er andre blågrønalger, der dominerer. Det er vist (bl.a. Kristensen m.fl. 1991) at *Anabaena*-arter forekommer i søer med lavere fosforniveau end *Microcystis*-arter gør. Den ændrede artssammensætningen i Bryrup Langsø supplerer således den reduktion i næringsstofniveau, som er sket i søen i 1990'erne

### Fytoplankton og vandkemi

Det er tidligere, vist (Århus Amt, 1996) at en total fosforkoncentration på mindre end 50 - 60  $\mu\text{g P/l}$  i sommerperioden vil resultere i en sigtddybde på mere end 2 meter i Bryrup Langsø under de biologiske forhold, som er i søen.

Som nævnt er fosforkoncentrationen i Bryrup Langsø blevet mindre, end den var i 1980'erne, men dog med en stigende tendens i de sidste par år.

I de senere år har Bryrup Langsø haft en fosforkoncen-



Figur 18

Den gennemsnitlige biomasse (mg vv/l) i sommerhalvåret i Bryrup Langsø for det samlede fytoplankton, blågrønalger og kiselalger.

tration på ca. 70  $\mu\text{g P/l}$  og en gennemsnitlig sommersigtddybde på omkring 2 meter. Forholdene i søen er således generelt blevet en smule dårligere end specielt i 1995. I 1995 var den gennemsnitlige fosforkoncentration i sommerhalvåret omkring 40  $\mu\text{g P/l}$  og den gennemsnitlige sigtddybde med 2,5-3,0 meter næsten en meter større end såvel i årene før som efter 1995.

Forholdene i søen i 1995 indikerer dermed, at det vil resultere i en større sigtddybde (som nævnt i Vandkvalitetsplanen) at reducere fosforkoncentrationen til et niveau på mindre end 50  $\mu\text{g P/l}$  i sommermånederne.

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

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

Der kan imidlertid ikke påvises nogen sammenhæng mellem fosforniveau eller nogen anden kemisk parameter og størrelsen af opblomstringen af de forskellige fytoplanktongrupper. En af forklaringerne herpå er, at det i vid udstrækning er de biologiske forhold i søen, som er bestemmende for størrelsen og varigheden af algerne forekomst.

## Zooplankton

Zooplanktonundersøgelserne i Bryrup Langsø er foretaget efter DMU's vejledning (Hansen et al., 1992). Zooplanktonet blev indsamlet på 3 stationer, der ligger indenfor 70 - 90 % grænserne på hypso grafen. På de enkelte stationer er der udtaget prøver fra 0,5+2+4+6 m. Prøverne er siden puljet og oparbejdet som vejledningen foreskriver. En nærmere beskrivelse kan findes i bilag.

### Zooplankton i 1998

Zooplanktonet domineres fortsat af *Daphnia*-arter. Sammenlignet med de foregående "overvågningsår" (figur 19) var cladoceer-biomassen større i 1998 og til forskel fra tidligere dominerede *Daphnia cucullata* blandt dafnierne fremfor *Daphnia galeata*, som tidligere har været den dominerende art.

Hovedparten af zooplanktonet i årets første måneder består ofte af copepoder. I Bryrup Langsø var der en mindre biomasse af først og fremmest cyclopoide copepoder (forsk. Cyclops arter) specielt i marts og april. Der var også en lille biomasse af *Bosmina*-arter i forårsmånederne. Biomassen var dog beskedent og betydningen i søen tilsvarende lille.

Med en samlet biomasse på 0,8 - 1,0 mg C/l i sommerperioden var der i 1998 en større zooplanktonbiomasse end i de foregående overvågningsår.

Årsagen til den større biomasse kan måske skyldes den kraftige opblomstring af fytoplankton (primært blågrøn-alger) i sommeren 1998 og altså dermed være fødebetin-

get. Hvorvidt en fra tidligere år afvigende fiskebiomasse kan have en betydning kan ikke afgøres.

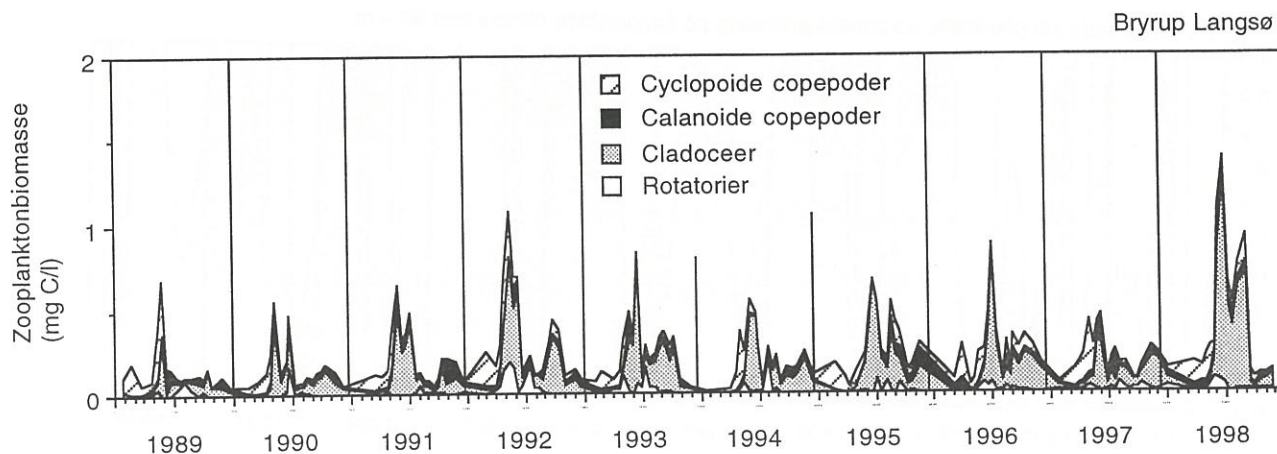
I juli '98 blev der ganske vist for første gang lavet en fiskeyngelundersøgelse (se senere) i Bryrup Langsø, men da der ikke foreligger noget sammenligningsmateriale, er det ikke muligt at konstatere, om 1998 har været atypisk i denne sammenhæng.

### Udvikling

Sammenlignes de senere år med årene omkring 1990 synes der at være en tendens til såvel en større zooplanktonbiomasse som en større dominans af cladoceer i søen.

Der er nogen variation i fordelingen af *Daphnia*-arterne i søen fra år til år. Typisk dominerer en enkelt art i et enkelt år. Der har ikke været nogen entydig udvikling i fordelingen af *Daphnia*-arterne og det forekommer derfor, at den art, der får "bedst fat" i det enkelte år, vil dominere på bekostning af andre *Daphnia*-arter.

Den totale biomasse af dafnier er derimod øget i de senere år sammenlignet med perioden omkring 1990 og som allerede nævnt var cladoceer-biomassen i 1998 større end tidligere registreret. Cladoceer-indekset var også højt men er dog registreret højere (1994-1995).



Figur 19

Zooplanktonbiomassen i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998 fordelt på grupper.

## Græsning

Størstedelen af zooplanktonet er filtratorer, som lever af alger og bakterier, og derfor kan en teoretisk beregnet fødeoptagelse for zooplanktonet belyse gruppens indvirkning på fytoplanktonet.

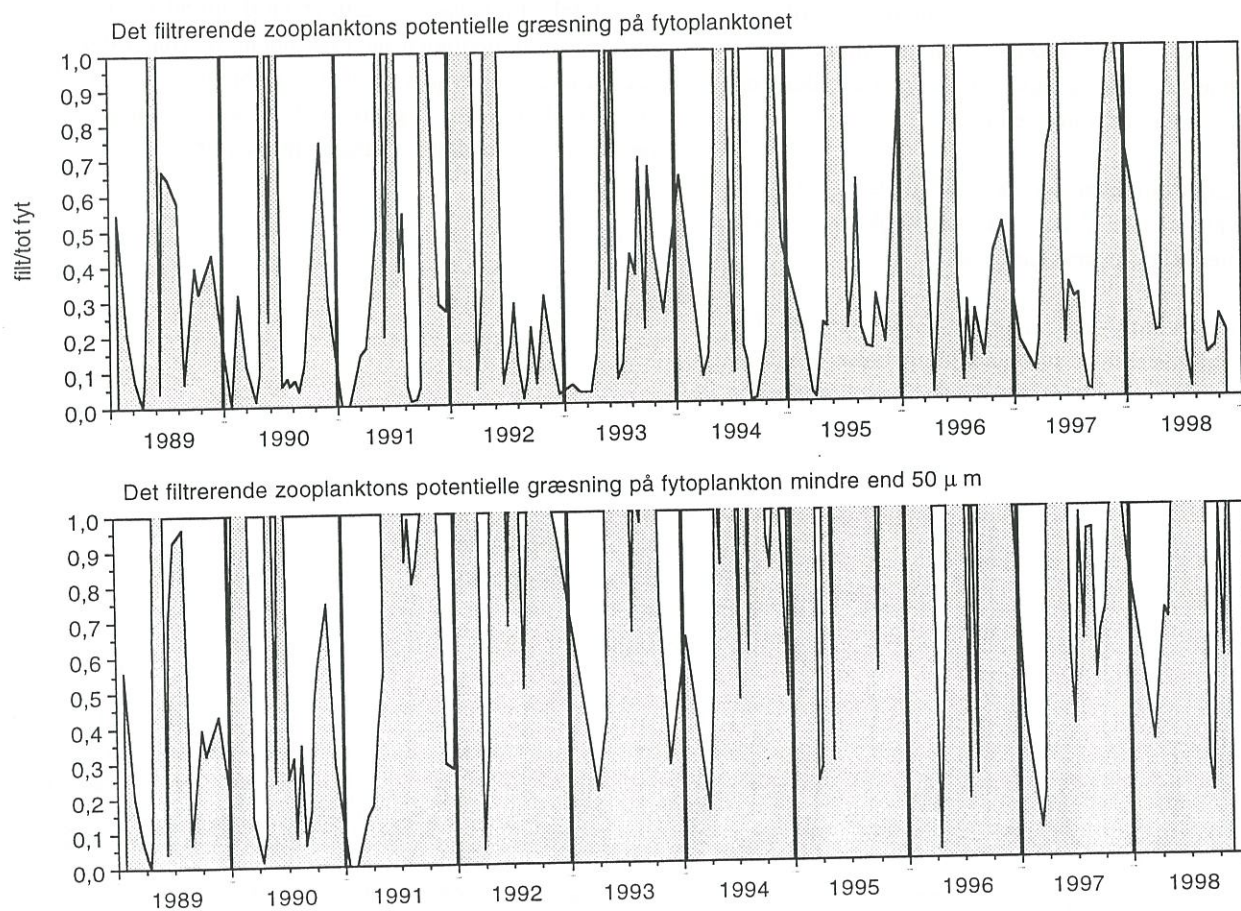
Generelt optager det filtrerende zooplankton (hjuldyr men ikke rovhjuldyr, cladoceer men ikke rovdafnier, calanoide copepoder, cyclopoide copepoder og nauplier) bedst fødeemner  $< 50 \mu\text{m}$ . Fødeoptagelsen beregnes ud fra de enkelte gruppers energibehov pr. dag under optimale forhold og antages at være 200 % for hjuldyr, 100 % for cladoceer og 50 % for copepoder. Ved lave fødekonzentrationer mindre end 0,2 mg C/l nedsættes dyrenes fødeoptagelse og da vil en korrektion af fødeoptagelsen være nødvendig (jvf. Hansen et al., 1992).

På figur 20 er præsenteret det filtrerende zooplanktons potentielle græsning på henholdsvis den samlede fyto-

planktonbiomasse og på fytoplankton mindre end  $50 \mu\text{m}$  i Bryrup Langsø i perioden 1989 til 1998.

Zooplanktonet spiser fortrinsvis små alger. Det fremgår også tydeligt af figur og at den potentielle græsning er væsentlig større på fytoplankton mindre end  $50 \mu\text{m}$ .

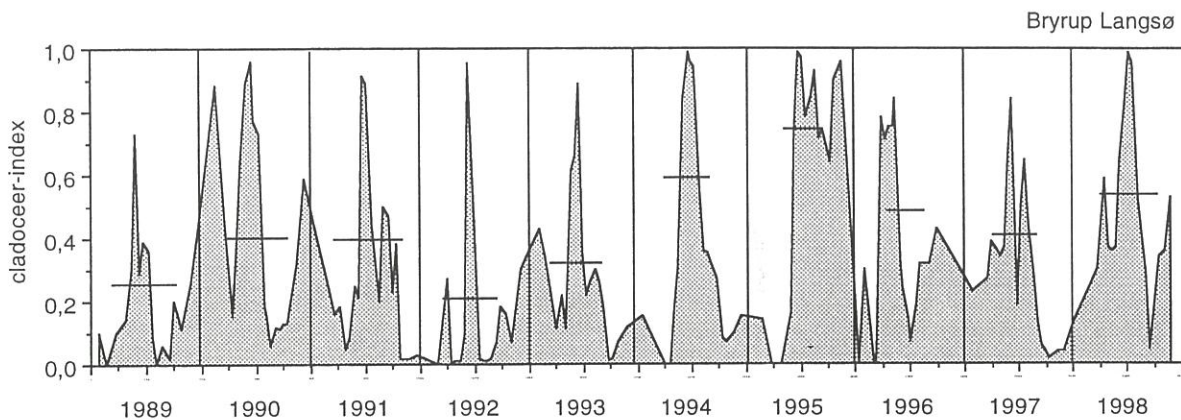
Generelt er zooplanktonet ikke i stand til at kontrollere fytoplanktonbiomassen i årets første 4 - 5 måneder i Bryrup Langsø. I juni efter fytoplanktonets forårsopblomstring stiger zooplanktonbiomassen og hen over sommeren er den potentielle græsning på fytoplankton mindre end  $50 \mu\text{m}$  større end 100 %. I den forbindelse skal det dog nævnes, at fytoplanktonet i juli og august primært udgøres af blågrønalger i kolonier, som ikke er en optimal fødekilde for zooplanktonet. Derfor var zooplanktonet i 1998 kun i stand til at regulere grupperne af mindre fytoplanktonarter og ikke de større blågrønalger, som jo havde en overordentlig stor biomasse i august.



Figur 20

Det filtrerende zooplanktons potentielle græsning på den samlede fytoplanktonbiomasse (øverst) og på fytoplankton mindre end  $50 \mu\text{m}$  (nederst) i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998.





Figur 21

Cladoceer-indeks i Bryrup Langsø i perioden 1989 til 1998 med angivelse af sommergennemsnittet.

Der er ikke den samme potentielle græsning i søen fra år til år. I 1989 og 1990 var græsningen forholdsvis lille. I 1994 og 1995 var der en meget høj græsning og zooplanktonet var i stand til at kontrollere fytoplanktonbiomassen i store dele af sommeren. Som det er nævnt flere gange var miljøtilstanden i søen meget god i disse to år. I de senere år har græsningen på fytoplanktonet været knap så stor og tilsvarende er bl.a. sigtddyben igen blevet mindre

### Predation

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

Det fremgår af figur 21, at cladoceer-indeks varierer fra år til år men også, at der er en tendens til et større indeks og dermed en større græsning i de senere år bedømt ud fra sommergennemsnittet.

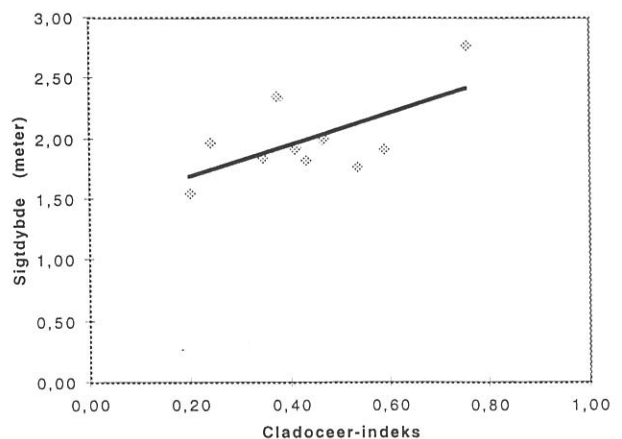
Traditionelt antages det, at årets fiskeyngel har en væsentlig græssende effekt på zooplanktonet og primært på de større individer.

Forklaringen på det højere cladoceerindeks i de senere år kan derfor være, at fiskeyngelen af den ene eller anden årsag ikke har været i stand til at græsse bestanden af store zooplanktonarter ned i så høj grad som tidligere.

Resultatet har været, at zooplanktonet har været i stand til at græsse specielt det mindre fytoplankton hårdt og delvist har forhindret en større opvækst af små fytoplanktonarter. Det større fytoplankton har i højere grad været i stand til at klare sig, men også her har zooplanktonet udgjort et pres "fra oven", som har medvirket sam-

men med reducerede fosforkoncentrationer i overfladevandet til at holde den samlede fytoplanktonbiomasse nede.

Figur 22 viser sammenhængen mellem den gennemsnitlige sommersigtdybde og det gennemsnitlige cladoceerindeks for sommeren. Det fremgår af figuren, at der er en top-down effekt i Bryrup Langsø og at biomassen og sammensætningen af zooplanktonet har en regulerende effekt på sigtddyben i søen.



Figur 22

Sammenhængen mellem cladoceer-indeks (sommergennemsnit) og sigtddyben (sommergennemsnit) i Bryrup Langsø fra 1989 til 1998.



# Undervandsvegetation og fiskeyngel

## Undervandsvegetation

I takt med forholdene i Bryrup Langsø er blevet bedre, er mulighederne for genetablering af undervandsvegetation blevet større. For at se hvorvidt der er undervandsvegetation i søen overhovedet, blev der lavet en mindre orienterende undersøgelse i søen i 1998.

Undersøgelsen bestod i at undersøge de brednære områder hele søen rundt for eventuelle undervandsplanter fra båd og ved hjælp af en langskaftet rive.

Der er undervandsplanter i søen. Men de er ganske få og står kun i enkelte mindre områder i søen. På grund af den lille udbredelse blev undervandsvegetation noteret, men det er ikke forsøgt at estimere en dækningsgrad. Generelt har dækningsgraden i de få områder, hvor der var underplanter været mellem 0 og 5 % og dybdegrænsen er ikke større end omkring en meter.

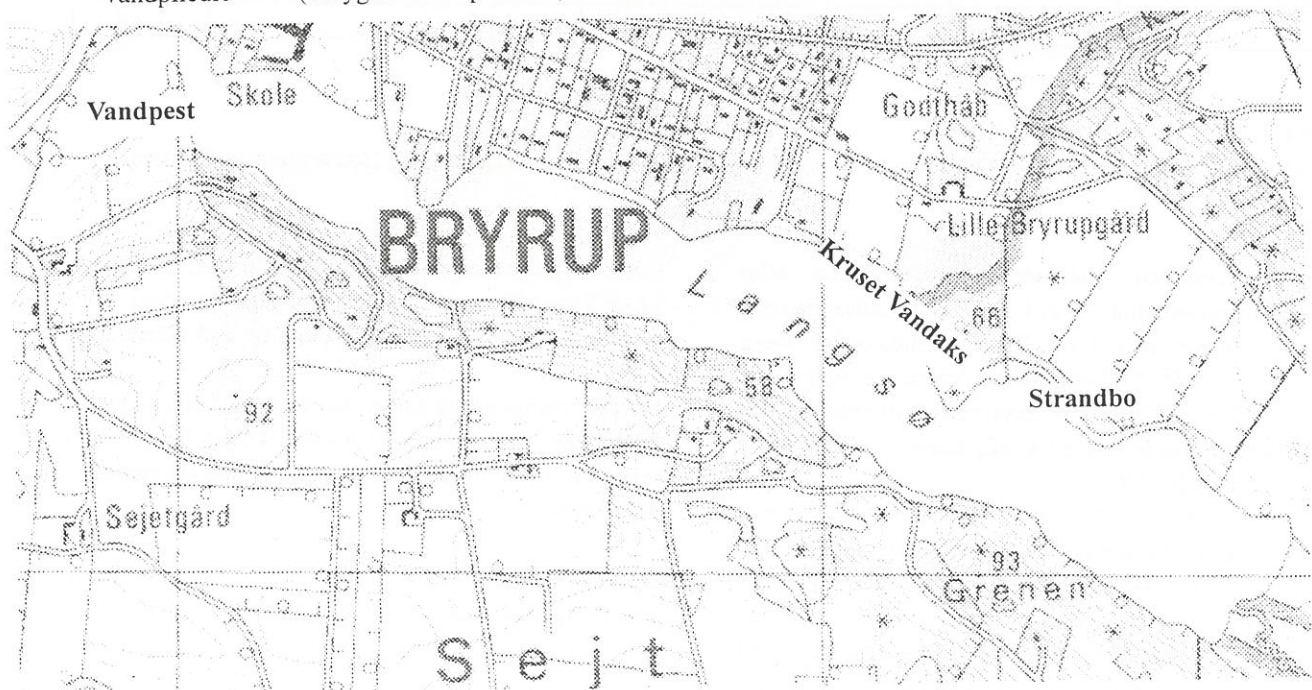
### Artsliste :

Vandpest	( <i>Elodea canadensis</i> )
Kruset Vandaks	( <i>Potamogeton crispus</i> )
Strandbo	( <i>Littorella uniflora</i> )
Gul åkande	( <i>Nuphar lutea</i> )
Vandpileurt	( <i>Polygonum amphibium</i> )

På figur 23 er angivet de steder i Bryrup Langsø, hvor der er registreret undervandsvegetation i 1998. Som det ses, er der en mindre mængde Vandpest i søens vestre bassin, som er et lavvandet og meget dyndet område. På grund af søens øst-vest orientering fungerer dette bassin som aflejringsbassin. Vandpesten er alligevel i stand til at vokse oven på det meget løse sediment på lavt vand (maks. 1 meter). Desuden er bunden visse steder i vestbassinet dækket af trådalger.

I midterbassinets nordvestlige del er der også nogen undervandsvegetation. Her blev Kruset Vandaks, og Strandbo fundet i 1998. Planterne står på et forholdsvis lille område ud til ca. 1 meter. Kruset vandaks stod med fine eksemplarer i for søen en tæt bestand. Bunden er sand og grus og ikke dyndet. Umiddelbart vurderet burde arten kunne øge sin udbredelse i hvert fald på dette sted. I 1996 var udbredelsen da også væsentligt større end i 1998. Strandbo voksede inderst langs bredden på maksimalt 0,5 meter i et mindre område på nordsiden af Bryrup Langsø's østbassin.

Der er større bevoksninger af Gul åkande og Vandpileurt særligt i den vestlige ende af søen, hvor bunden er meget dyndet. Vandpileurt vokser dog også andre steder i søen i vige med roligt vand.



Figur 23

Kort over Bryrup Langsø med angivelse af de steder, hvor der blev fundet undervandsvegetation i 1998.

Transekt nr.	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Vandmængde filt., m3	17,97	18,35	23,32	24,34	18,80	23,55	126,34							
Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m3	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3
Karpefisk							0,00							0,00
Skalle	0	0	1	0	0	0	0,01	0	0	0,2	0	0	0	0,00
Brasen							0,00							0,00
Rudskalle							0,00							0,00
Aborrefisk							0,00							0,00
Aborre	0	6	0	0	0	0	0,05	0	2,1	0	0	0	0	0,02
Hork							0,00							0,00
Sandart							0,00							0,00
Laksefisk							0,00							0,00
Smelt							0,00							0,00
Helt							0,00							0,00
9-pig hundestejle							0,00							0,00
3-pig hundestejle							0,00							0,00
Gedde							0,00							0,00
Total	0	6	1	0	0	0	0,06	0	2,1	0,2	0	0	0	0,02

Transekt nr.	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Vandmængde filt., m3	16,96	18,20	14,17	19,59	27,17	23,55	119,63							
Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m3	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3
Karpefisk							0,00							0,00
Skalle	51	4	839	0	3	1	7,51	8,9	0,7	162	0	0,3	0,2	1,44
Brasen							0,00							0,00
Rudskalle							0,00							0,00
Aborrefisk							0,00							0,00
Aborre	0	0	1	0	0	0	0,01	0	0	0,8	0	0	0	0,01
Hork							0,00							0,00
Sandart							0,00							0,00
Laksefisk							0,00							0,00
Smelt							0,00							0,00
Helt							0,00							0,00
9-pig hundestejle							0,00							0,00
3-pig hundestejle							0,00							0,00
Gedde							0,00							0,00
Total	51	4	840	0	3	1	7,51	8,9	0,7	162	0	0,3	0,2	1,44

Tabel 4

Resultatet af fiskeyngelundersøgelserne i Bryrup Langsø i 1998 i pelagiet (øverst) og i littoralzonen (nederst).

Der er lavet en orienterende undersøgelse efter undervandsvegetation i søen i 1996. Her fandtes da også Strandbo i østbassinet og Kruset Vandaks på søens nordlige bred som i 1998. Udbredelsen var dog noget større i 1996 for Kruset Vandaks' vedkommende og tillige voksede Strandbo også i et afgrænset område i søens sydvestlige ende i '96.

Det forekommer således, at der var flere undervandsplanter i søen i 1996 end i 1998, omend der også i 1996 var tale om en beskeden udbredelse. Som nævnt var tilstanden i søen bedre i 1994 og særligt i 1995, end den har været i de sidste par år. Noget tyder derfor på, at en forbedring af sigtddybden til 1995-niveauet kan initiere en øget udbredelse af undervandsvegetation i søen.

Det er vigtigt for søens muligheder for en mere stabil tilstand med klarere vand og færre alger at undervandsplanterne etablerer sig i større omfang, end tilfældet er i dag.

Da der stadigvæk er undervandsplanter i søen, kan en forbedring af sigtddybden, som det skete i 1995, hurtigt resultere i en forøgelse af undervandsvegetationens udbredelse.

Det vurderes derfor, at mulighederne for at søens tilstand kan blive bedre, er gode.

## Fiskeyngel

Det er relevant at se på fiskenes yngelsucces i forbindelse med miljøtilstanden i søen. Årsynglen udøver et stort græsningstryk på zooplanktonet. Forskellen på to år med forskellig sigtddybde kan derfor udemærket være forskelle i fiskenes yngelsucces fra år til år.

Derfor er det vedtaget i Vandmiljøplanens overvågningsprogram, at fiskeyngelundersøgelser skal indgå som en obligatorisk del af søundersøgelserne fra 1998.

Der er udarbejdet en anvisning vedrørende fiskeyngelundersøgelser i søer (Lauridsen, T.L. et al, 1998), som fiskeyngelundersøgelserne i Bryrup Langsø er udført efter.

Formålet med fiskeyngelundersøgelserne er at beskrive fiskenes og fiskeyngelens rolle som strukturerende element for dyreplankton- og fytoplanktonsammensætningen og dermed på miljøkvaliteten, at supplere den nuværende fiskeundersøgelse med viden om fiskeyngelens antal og sammensætning og at beskrive år til år variationerne i årsynglen.

Det er klart, at referencerammen for disse yngelundersøgelser er beskeden her i det første år for programmet. Derfor vil 1998-undersøgelserne blot blive præsenteret og ganske kort beskrevet. En egentlig analyse af data vil først ske, når materialet tillader det.

Erfaringerne fra fiskeyngelundersøgelser i danske og udenlandske lavvandede søer er, at der kan være en meget varierende fangst fra sø til sø. Afgørende for fangsten er, om søen er dyb eller lavvandet og om der er undervandsvegetation i den lavvandede sø.

Bryrup Langsø er en lavvandet sø stort set uden undervandsvegetation og derfor kan det forventes, at der vil være mest yngel i littoralzonen, som primært vil bestå af skaller. I pelagiet er der noget mindre fiskeyngel bestående fortrinsvis af aborrer.

Søen blev inddelt i 6 sektioner, hvori der blev fisket i to transekter i henholdsvis littoralzonen og i pelagiet (tabel 4). I pelagiet blev der kun fanget i alt 7 stk fiskeyngel. 1 skalle yngel og 6 stk aborre yngel. Den samlede fangst var 0,06 pr  $m^3$ . Fangsten var som forventet noget større i littoralzonen. Her blev der fanget 898 stk skalle yngel og bare en enkelt aborre yngel. Den samlede fangst i littoralzonen var 7,51 pr.  $m^3$ .

Resultatet er således som forventet med en forholdsvis stor fangst af skalle yngel i littoralzonen og en beskeden fangst af aborre i pelagiet. Fangsten i pelagiet er måske nok mindre end forventet, men generelt er de foreløbige erfaringer, at det er meget svært at fange fiskeyngelen i pelagiet i lidt dybere søer.

Det bliver interessant i de kommende år at se, om det er muligt at relatere fiskenes yngelsucces til den udvikling, som sker i vore søer. Særligt i Bryrup Langsø, hvor næringsstoffdynamikken er ændret så markant i de senere år, kan de biologiske forhold og herunder fiskeyngelens størrelse have en betydning for miljøkvaliteten.



## Referencer

- Andersen, J.M. (1974) : Nitrogen and phosphorus budgets and the role of sediments in six shallow Danish lakes. - Arch Hydrobiol. 74, 528-50.
- Andersen, J.M. (1975) : Influence of pH on the release of phosphorus from lake sediments. Arch. Hydrobiol. 76, 411-19.
- Andersen, J.M. (1977a) : Rates of denitrification of undisturbed sediment from six lakes as a function of nitrate concentration, oxygen and temperature. - Arch. Hydrobiol. 80, 147-59.
- Andersen, J.M. (1977b) : Importance of the denitrification process for the rate of degradation of organic matter in lake sediments. Proc. Internat. symp. Amsterdam, 1976: Interactions between sediments and fresh water. The Hague 1977, 357-62.
- Færgemann, H & Petersen, A (1992) : Dynamisk stofbalancemodel for kvælstofkredsløbet i søer. DTH. Laboratoriet for Økologi og Miljølære.
- Gudenåundersøgelsen (1973-75) : Rapporter udgivet af Gudenåudvalget. Udarbejdet af VKI (1975a, b, c).
- Gudenåundersøgelsen, (1975) : Kartering af rørsump- og flydebladsvegetation i udvalgte søer i Gudenåsystemet. Gudenåundersøgelsen 1974-75. Rapport nr. 26.
- Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen (1990) : Zooplanktonundersøgelser i søer - metoder: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen, 1990.
- Jacobsen, O.S. (1977) : Sorption of phosphate by Danish lake sediments. - Vatten 33, 290-98.
- Jensen, H.S. & Andersen F.Ø. (1990) : Fosforbelastning i lavvandede, eutrofe søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, C4. 96 pp.
- Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. Windolf, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær 81995) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 139.
- Jeppesen, E., E. Mortensen, M. Søndergaard. A.M. Hansen og J.P. Jensen (1991) : Dyreplanktonet som miljøindikator. Vand og Miljø 8: 394-398.
- Kristensen et al. (1990a) : Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 130 pp. - Faglig rapport fra Kristensen et al. nr 5.
- Kristensen et al. (1990b) : Prøvetagning og analysemetoder i søer - teknisk anvisning: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990: 27 sider.
- Kristensen, P., J.P. Jensen og E. Jeppesen (1990c) : Slutrapport for NPo-forskningsprojekt C9: Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-projekt 4.5. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen: 120 sider.
- Kristensen et al. (1991): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. 104 sider + bilag. Faglig rapport nr. 38.
- Lauridsen, T.L., Jensen, J.P., berg, S., Michelsen, K., Rugård, T., Schriver, P., Rasmussen, A.C. (1998) : Fiskeyngelundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990): Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelserprogram fiskeredskaber og metoder. Overvågningsprogram,. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 57 s. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- Olrik, K. (1990) : Planteplanktonsamfund i danske søer.
- Olrik, K. (1991) : Vejledning i phytoplanktonbedømmelse, del I, Metoder. Rapport til Miljøstyrelsen.
- Rebsdorf, Aa., M. Søndergaard og N. Thyssen (1988) : Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988: 59 sider. Teknisk rapport nr. 21. Publ. nr. 98.
- Reynolds, C.S. (1984) : The ecology of freshwater phytoplankton.

Rosen, Göran (1981) : Tusen sjöar, Växtplanktons miljökraav.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Århus Amt (1996) : Bryrup Langsø 1995. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.

Århus Amt (1997) : Bryrup Langsø 1996. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.

Århus Amt (1998) : Bryrup Langsø 1997. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.



# Bilagsoversigt

Massebalanceberegninger opgjort pr. måned for kvælstof, fosfor og jern	bilag 1
Metode for beregning af massebalance	bilag 2
Fytoplanktonmetodik	bilag 3
Zooplanktonmetodik	bilag 4
Samletabel over beregnede biologiske og kemiske data	bilag 5
Oversigt over tidligere undersøgelser	bilag 6
Oplandsopgørelser	bilag 7

SØ-VAKS, Sø-modul

VANDBALANCE

Side : 1

Sø: Bryrup Langsø (BRY 1)

Parameter:

Udskrevet: 30/03/1999

År: 1998

Enhed.....: 1000 m<sup>3</sup>

ÅF : TJ

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
92043	505.0	515.7	639.8	460.4	273.5	200.4	194.4	182.6	245.2	769.0	666.9	520.5	1096.1	5233.4
Målt tilførsel	505.0	515.7	639.8	460.4	273.5	200.4	194.4	182.6	245.2	769.0	666.9	520.5	1096.1	5233.4
Umløst opland	137.1	140.0	190.1	125.0	74.3	54.4	52.8	49.6	66.6	246.1	230.7	164.4	297.7	1531.2
Nedbør	2.0	1.6	1.9	2.6	1.1	3.1	2.3	2.1	2.0	5.1	1.3	2.1	10.5	27.1
Samlet tilførsel	644.2	657.3	891.8	588.0	348.8	257.8	249.5	234.3	313.8	1020.2	899.0	686.9	1404.2	6791.7
Fordampning	0.1	0.4	1.1	1.3	3.3	3.2	3.4	2.9	1.4	0.8	0.2	0.0	14.3	18.2
90535	734.9	683.9	929.9	710.1	478.4	342.1	339.3	339.0	377.7	977.7	1038.0	765.0	1876.5	7716.1
Samlet fraførsel	735.0	684.3	931.0	711.5	481.7	345.5	342.7	341.8	379.2	978.5	1038.2	765.0	1890.8	7734.3
Voliumen ændring	-21.1	24.9	-47.0	14.9	-22.6	-11.7	5.6	-3.5	9.7	66.0	-49.4	0.0	-22.6	-34.2
Vandbalance	69.8	51.9	-7.8	138.3	110.2	75.9	98.8	104.0	75.1	24.3	89.8	78.1	464.0	908.4

Se: Bryrup Langsø (BRY 1) Parameter: 1211 Total-N  
 Udskrevet: 30/03/1999

År: 1998 Enhed.....: AF : TJ

Sareal.....: 0.38 km2 Sevolumen.....: 1720000 m3 Udfic opland: 17.00 km2 Atmosfærisk deposition: 15.00 kg/ha/år

Indløb: 92043 (31.3 km2) ,  
 Udløb: 90535 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Vandtilf. fra grundvand	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0
Stoftilf. til vandbalance	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
07/01/1998	0.10	07/01/1998	4.32
03/02/1998	0.34	03/02/1998	5.93
03/03/1998	0.41	11/03/1998	7.21
19/03/1998	0.37	19/03/1998	7.44
02/04/1998	0.28	02/04/1998	6.57
15/04/1998	0.28	15/04/1998	6.26
29/04/1998	0.31	13/05/1998	5.64
13/05/1998	0.26	27/05/1998	5.16
17/05/1998	0.26	10/06/1998	3.45
24/06/1998	0.23	24/06/1998	3.53
07/07/1998	0.24	07/07/1998	4.53
29/07/1998	0.25	29/07/1998	2.47
20/08/1998	0.25	16/09/1998	1.52
02/09/1998	0.28	05/10/1998	1.14
16/09/1998	0.26	21/10/1998	1.48
21/10/1998	0.43	11/11/1998	1.27
01/11/1998	0.44	01/12/1998	5.27
01/12/1998	0.31		

SO-VAKS, Sø-modul  
 Sø: Bryrup Langsø (BRY I)  
 År: 1998

STOFBALANCE  
 Parameter: 1211 Total-N  
 Enhed.....: Kg  
 Side : 2  
 Udskrevet: 30/03/1999  
 AF : TJ

	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Kilde	6737.3	6105.7	6990.6	4310.5	2478.0	1683.8	1583.5	1513.1	1813.5	6336.2	6289.4	5051.6	9071.9	50893.2
92043	6737.3	6105.7	6990.6	4310.5	2478.0	1683.8	1583.5	1513.1	1813.5	6336.2	6289.4	5051.6	9071.9	50893.2
Kålt tillob														
Udalt opland	1829.6	1658.1	1898.4	1170.6	672.9	457.3	430.0	410.9	492.5	2044.3	2176.1	1595.8	2463.6	14836.6
Atm. deposition	48.4	43.7	48.4	46.8	48.4	46.8	48.4	48.4	46.8	48.4	46.8	48.4	238.9	570.0
Kendt grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stofbalance	279.1	207.6	207.6	553.4	440.9	303.7	393.1	416.0	300.5	97.3	359.1	312.3	1856.1	3664.9
Samlet tilførsel	8894.4	8015.1	8937.5	6081.3	3640.2	2491.5	2457.0	2388.4	2653.3	8526.3	8871.5	7008.2	13630.5	69964.6
90535	3535.2	3998.9	6607.7	4508.2	2835.9	1533.7	1360.5	978.1	478.6	1746.0	4431.3	4091.9	7286.8	36205.9
Stofbalance	3535.2	3998.9	6607.7	4508.2	2835.9	1533.7	1360.5	978.1	478.6	1746.0	4431.3	4091.9	7286.8	36205.9
Samlet fraførsel														
Hagasinndring	2441.4	1894.8	-959.3	-279.4	-1491.5	-3240.2	1220.7	-4269.4	-872.1	3614.6	3329.9	0.0	-8652.5	1389.5
Sebalance - %	-5359.2	-4016.2	-2277.7	-1573.1	-704.3	-957.9	-1096.5	-1410.3	-2174.7	-6790.3	-4440.1	-2916.3	-6343.7	-33706.7
Sebalance - g/m2	-60.3	-50.1	-25.5	-25.3	-19.4	-38.4	-44.6	-59.1	-82.0	-17.84	-11.68	-7.67	-243.4	-576.3
Sebalance - g/m2	-14.10	-10.57	-5.99	-4.14	-1.85	-2.52	-2.89	-3.71	-5.72	-3165.7	-1110.3	-2916.3	-14996.2	-32317.2
Sedimentbalance - %	-2917.8	-2121.4	-3237.2	-1852.2	-2195.8	-4198.1	124.2	-5679.7	-3046.8	-3165.7	-1110.3	-2916.3	-41.6	-7831.6
Sedimentbalance - g/m2	-32.8	-26.5	-36.2	-30.8	-60.3	-168.5	5.1	-237.8	-114.8	-8.33	-2.92	-7.67	-576.4	-14996.2
Sedimentbalance - g/m2	-7.68	-5.58	-8.52	-4.88	-5.78	-11.05	0.33	-14.95	-8.02	-8.33	-2.92	-7.67	-39.47	-85.05

Sø: Bryrup Langsø (BRY I)

Parameter: 1376 Total-P

Udskrevet: 31/03/1999

År: 1998

Enhed.....:

ÅF : TJ

Søareal.....: 0.38 km2 Søvolumen.....: 1720000 m3

Udbylte opland:

17.00 km2

Atmosfærisk deposition: 0.10 kg/ha/år

Indløb: 92043 (31.3 km2) ,  
Udløb: 90535 ,

Kilde	Måned											
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	53.0	41.0	51.0	58.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordeamping	3.0	10.0	28.0	38.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vandtilf. fra grundvand	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Stoftilf. fra grundvand	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Koncentr. til vandbalance	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

Dato	Vandstf. (mm)	Dato	Konc. (µg/l)
07/01/1998	0.40	07/01/1998	49.00
03/02/1998	0.34	03/02/1998	50.00
01/03/1998	0.41	11/03/1998	27.00
01/03/1998	0.37	19/03/1998	45.00
19/03/1998	0.28	02/04/1998	49.00
02/04/1998	0.28	15/04/1998	55.00
15/04/1998	0.33	29/04/1998	43.00
13/05/1998	0.30	13/05/1998	47.00
13/05/1998	0.26	27/05/1998	51.00
12/06/1998	0.28	10/06/1998	43.00
24/06/1998	0.23	24/06/1998	34.00
07/07/1998	0.25	07/07/1998	55.00
29/07/1998	0.25	29/07/1998	72.00
30/08/1998	0.25	20/08/1998	76.00
02/09/1998	0.24	02/09/1998	74.00
16/09/1998	0.29	16/09/1998	69.00
05/10/1998	0.26	05/10/1998	71.00
21/10/1998	0.43	21/10/1998	93.00
01/11/1998	0.44	11/11/1998	96.00
01/12/1998	0.31	01/12/1998	76.00

SØ-VAKS, Sø-modul  
 Sot: Bryrup Lingsø (BRY I)  
 År: 1998

STOFBALANCE  
 Parameter: 1376 Total-P  
 Enhed.....: Kg

Side : 2  
 Udskrivet: 31/03/1999  
 Af : TJ

	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Kilde	41.3	47.6	95.4	43.0	22.3	13.8	14.3	11.8	26.2	145.4	72.4	43.3	88.3	576.7
92043	41.3	47.6	95.4	43.0	22.3	13.8	14.3	11.8	26.2	145.4	72.4	43.3	88.3	576.7
Malt tilføjet	41.3	47.6	95.4	43.0	22.3	13.8	14.3	11.8	26.2	145.4	72.4	43.3	88.3	576.7
Udtale opland	12.5	13.5	24.2	16.1	11.5	4.7	5.0	4.0	6.8	43.7	24.5	14.1	32.0	180.6
Åm. deposition	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.8
Kendte grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stofbalance	3.5	2.6	2.6	6.9	5.5	3.8	4.9	5.2	3.8	1.2	4.5	3.9	23.2	45.8
Samlet tilførsel	57.6	64.0	119.9	66.3	39.6	22.7	24.6	21.3	37.0	190.7	101.6	61.6	145.1	806.9
90535	37.0	31.0	36.2	35.6	22.5	14.1	20.8	26.1	26.7	77.0	88.5	54.9	110.2	470.3
Stofbalance	37.0	31.0	36.2	35.6	22.5	14.1	20.8	26.1	26.7	77.0	88.5	54.9	110.2	470.3
Samlet fratræk	37.0	31.0	36.5	35.6	22.5	14.1	20.8	26.1	26.7	77.0	88.5	54.9	110.2	470.7
Magasinsændring	0.5	-27.2	24.1	-8.1	6.6	-5.3	47.1	2.4	-5.7	44.6	-36.0	0.0	45.3	43.2
Sebalance	-20.6	-33.0	-83.4	-30.7	-17.1	-8.6	-3.7	4.9	-10.4	-113.7	-13.2	-6.8	-35.0	-336.3
Sebalance -g/m2	-25.8	-51.5	-69.5	-43.3	-26.5	-13.7	-15.2	22.8	-28.0	-59.6	-12.9	-11.0	-101.5	-388.2
Sebalance %	-0.05	-0.09	-0.22	-0.08	-0.05	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	-0.90	-0.03	-0.02	-0.10	-0.89
Sedimentbalance	-20.1	-60.2	-59.3	-38.8	-10.5	-13.8	43.4	7.3	-16.0	-69.2	-49.1	-6.8	10.3	-292.0
Sedimentbalance -g/m2	-34.9	-94.0	-49.4	-58.5	-26.5	-61.1	176.6	34.2	-43.3	-36.3	-86.4	-11.0	79.9	-252.4
Sedimentbalance %	-0.05	-0.16	-0.16	-0.10	-0.03	-0.04	0.11	0.02	-0.04	-0.18	-0.13	-0.02	0.02	-0.78

SØ-VAKS, Sø-modul  
 Sø: Bryrup Langsø (BRV I)  
 År: 1998

DATAGRUNDLAG  
 Parameter: 2041 Total-Fe  
 Enhed.....  
 Side : 3  
 Udskrivet: 30/03/1999  
 Af : TJ

Søareal.....: 0.38 km<sup>2</sup> Søvolumen.....: 1720000 m<sup>3</sup> Umålt opland: 17.00 km<sup>2</sup> Atmosfærisk deposition: 0.00 kg/ha/år  
 Indløb: 92043 (31.3 km<sup>2</sup>) ,  
 Udløb: 90535 ,

Kilde	Måned											
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordampning	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	36.0	22.0	4.0	1.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Koncentr. til vandbalance	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
07/01/1998	0.40	07/01/1998	0.01
03/02/1998	0.34	03/02/1998	0.08
01/03/1998	0.41	11/03/1998	0.12
19/03/1998	0.36	19/03/1998	0.09
02/04/1998	0.58	02/04/1998	0.15
15/04/1998	0.33	15/04/1998	0.07
29/04/1998	0.30	29/04/1998	0.08
13/05/1998	0.26	13/05/1998	0.05
27/05/1998	0.28	27/05/1998	0.06
12/06/1998	0.23	10/06/1998	0.08
24/06/1998	0.24	24/06/1998	0.11
07/07/1998	0.25	07/07/1998	0.07
29/07/1998	0.25	29/07/1998	0.13
20/08/1998	0.24	20/08/1998	0.15
02/09/1998	0.29	02/09/1998	0.21
16/09/1998	0.26	16/09/1998	0.11
05/10/1998	0.43	05/10/1998	0.10
21/10/1998	0.44	21/10/1998	0.14
01/11/1998	0.31	11/11/1998	0.11
01/12/1998	0.31	01/12/1998	0.11

SØ-VAKS, Sø-modul

STORBALANCE

Side : 2

Sø: Bryrup Langsø (BRY 1)

Parameter: 2041 Total-Fe

Udskrivet: 30/03/1999

År: 1998

Enhed.....: Kg

AF : TJ

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
92043	56.2	289.5	877.2	146.6	78.2	22.7	19.9	15.9	40.8	392.4	197.4	147.3	177.4	2283.9
Malt tilføjet	56.2	289.5	877.2	146.6	78.2	22.7	19.9	15.9	40.8	392.4	197.4	147.3	177.4	2283.9
Udtale opland	15.3	78.6	238.2	39.8	21.2	6.2	5.4	4.3	11.1	106.6	53.6	40.0	48.2	620.2
Kendte grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	38.0	49.4	53.0	37.6	30.8	69.7	50.6	232.0	513.1
Storbalance	34.9	25.9	0.0	69.2	59.1	38.0	52.0	52.0	37.6	30.8	69.7	50.6	232.0	513.1
Samlet tilførsel	106.3	394.0	1115.4	255.5	154.6	66.8	74.6	72.2	89.4	529.8	320.7	237.9	457.6	3417.2
90535	36.8	61.4	105.8	67.4	27.5	23.7	30.9	43.1	64.7	101.4	130.0	84.1	189.9	776.8
Stofbalance	36.8	61.4	105.8	67.4	27.5	23.7	30.9	43.1	64.7	101.4	130.0	84.1	189.9	776.8
Samlet korrigeret	36.8	61.4	106.8	67.4	27.5	23.7	30.9	43.1	64.7	101.4	130.0	84.1	189.9	777.8
Magnesiumindtæg	109.9	71.1	56.6	-112.9	-38.7	69.9	-23.4	83.7	4.0	15.6	-24.4	0.0	95.6	211.4
Søbalance	-69.5	-332.6	-1008.7	-188.2	-127.1	-43.2	-43.7	-29.1	-24.7	-428.4	-190.7	-153.8	-267.7	-2639.5
Søbalance -g/m2	-65.4	-84.8	-90.4	-73.6	-82.2	-64.6	-58.6	-40.3	-24.6	-80.9	-59.5	-64.7	-73.3	-792.1
Sedimentbalance	-0.18	-0.08	-2.65	-0.50	-0.33	-0.11	-0.12	-0.08	-0.06	-1.13	-0.50	-0.40	-0.70	-6.94
Sedimentbalance -g/m2	30.5	-261.5	-952.0	-301.1	-165.7	26.8	-67.2	54.6	-20.6	-412.8	-215.2	-153.8	-172.1	-2428.0
Sedimentbalance	38.5	-85.4	-85.4	-117.8	-107.2	40.1	-90.0	75.6	-23.1	-77.9	-67.1	-64.7	-104.6	-345.8
Sedimentbalance -g/m2	0.11	-0.69	-2.51	-0.79	-0.44	0.07	-0.18	0.14	-0.05	-1.09	-0.57	-0.40	-0.46	-6.40



## Metode til beregning af vand - og stofbalance

Vandbalancen opstilles ud fra følgende størrelser :

### GRUNDDATA

N :	nedbør	(månedsværdier, mm)
E <sub>a</sub> :	fordampning	(månedsværdier, mm)
Q <sub>p</sub> :	direkte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Q <sub>t</sub> :	sum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Q <sub>a</sub> :	afløb	(månedsværdier, l/s)
Q <sub>u</sub> :	umålt opland (beregnes ud fra vægtning af tilløb)	(månedsværdier, l/s)
Q <sub>s</sub> :	vandstandsvariationer (magasinerings)	(diskrete værdier, m)
Q <sub>g</sub> :	udveksling med grundvand	(månedsværdier, mm)
A :	søareal	(konstant, m <sup>2</sup> )

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

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

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

Stofbalance opstilles ud fra :

P <sub>a</sub> :	atmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
T <sub>t</sub> :	sum af målte transporter i tilløb	(månedsværdier, kg)
T <sub>a</sub> :	transport i afløb	(månedsværdier, kg)
T <sub>p</sub> :	direkte stofudledning fra punktkilder	(månedsværdier, kg)
T <sub>ø</sub> :	direkte udledning fra øvrige kilder	(månedsværdier, kg)
T <sub>u</sub> :	stoffiltførsel fra umålt opland (vægtede)	(månedsværdier, kg)
T <sub>g</sub> :	stofudveksling med grundvand (+/-)	(månedsværdier, kg)
S :	ændret stofindhold i søen (søkonc., volumen)	(diskrete værdier, µg/l·m <sup>3</sup> )
T <sub>i</sub> :	intern belastning	(månedsværdier, kg)
C :	søkoncentration	(diskrete værdier, µg/l)
V :	søvolumen	(diskrete værdier, m <sup>3</sup> )
g <sub>+</sub> :	koncentration af tilført grundvand	(konstant, µg/l)
g <sub>-</sub> :	koncentration af udsivet grundvand	(konstant, µg/l)

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

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

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

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

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

(søvolumener er beregnet ud fra diskrete vandstande og søareal)

---

## Phytoplankton - metodik

### Prøvetagning

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

Derudover er der udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med maskevidde på 20 µm, hvorefter den er fikseret i sur lugol opløsning.

I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning : Miljøprojekt nr. 187. Planteplanktonmetoder, 1991.

### Bearbejdning af prøver

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Helle Jensen.

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

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

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

---

## Zooplankton - metodik

### Prøvetagning

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

### Prøvetagningsmetode

På hver af de tre stationer er der udtaget prøver i 0,2 + 2 + 4 + 6 m. Fra hver blandingsprøve er der udtaget hhv. 2 liter til filtrering gennem 90 µm net og 0,25 liter til sedimentation. Alle tre stationer er endeligt puljet. Begge prøver er koncentreret med sur lugol opløsning og opbevaret i mørke flasker.

### Bearbejdning

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

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

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

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

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

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

# Samletabel over biologiske data

Biologiske parametre	Eheder	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Planteplanktonbiomasse, sommerg</b> mm <sup>3</sup> /l											
Planteplanktonbiomasse, årsgns.	mm <sup>3</sup> /l	6,26	7,96	6,07	7,91	4,61	4,22	3,77	6,13	8,9	22,1
% blågrønlager af sommergns.		7,64	7,3	4,74	7,67	5,15	2,71	4,18	4,04	5,25	15,1
% kiselalger af sommergns.		32	52	75	51	28	52	44	39	78	75
% rekylalger af sommergns.		23	32	11	41	47	26	38	24	6	18
		36	6	8	2	11	15	8	3	3	3
<b>Zooplankton, årsgennemsnit</b>											
Rotatorier	mg C/l	0,016	0,010	0,010	0,044	0,026	0,016	0,015	0,015	0,015	0,019
Cladocerer	mg C/l	0,046	0,081	0,119	0,166	0,141	0,102	0,158	0,150	0,087	0,087
Calanoide copepoder	mg C/l	0,019	0,027	0,044	0,029	0,028	0,017	0,029	0,034	0,042	0,042
Cyclopoide copepoder	mg C/l	0,065	0,033	0,041	0,078	0,043	0,040	0,061	0,074	0,054	0,054
total zooplankton	mg C/l	0,146	0,151	0,214	0,317	0,238	0,175	0,264	0,274	0,202	0,202
<b>Zooplankton, sommergennemsnit</b>											
clad-index		0,24	0,43	0,41	0,20	0,34	0,59	0,75	0,46	0,38	0,53
zoo. totale fødeopt./fylt<50µ		29	34	121	205	135	148	272	106	72	133
zoo. totale fødeopt./ total fytopl.		27	18	17	30	34	35	40	31	10	30
<b>Fisk</b>											
Total antal	CPUE,garn				109				245		
Total biomasse	(g)				6174				7836		
<b>Fisk</b>											
Total antal	CPUE,ei				168				135		
Total biomasse	(g)				2268				2679		
Rovfiske-index					0,27				0,21		
Skatfiske-index					0,76				0,44		



	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Total-fosfor - sommer(1/5-30/9):</b>																	
Samlet tilførsel (kg P/dag)								1,02	1,46	1,2	0,81	1,4	2,3	1,22	0,69	0,82	1,01
Samlet fratræsel (kg P/dag)								1,18	1,99	1,24	1,48	1,58	1,7	0,73	0,69	0,45	0,73
Tilbageholdt P (kg P/dag), excl. magasinering								-0,16	-0,53	-0,04	-0,67	-0,18	0,56	0,69	0	0,38	0,27
Tilbageholdt P i %								-1,6	-3,6	-3	-83	-13	24	57	0	46	27
Samlet tilførsel (mg P/m <sup>2</sup> dag)								2,7	3,84	3,24	3,2	3,68	4,08	3,2	2,78	3,32	4,09
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								88	121			103	90	60	65	83	80
<b>Opløst fosfat - år:</b>																	
Samlet tilførsel (t P/år)								0,33	0,462	0,402	0,346	0,533	0,89	0,496		223	
Samlet fratræsel (t P/år)								0,19	0,456	0,248	0,219	0,399	0,72	0,195		0,073	
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								54				73	59	44		49	
<b>Total-kvælstof - år:</b>																	
Samlet tilførsel (t N/år)	32,1	30,6			48,1	63,7	59,6	45,2	60,9	54,03	66,34	60,71	108,8	83,23	48,62	43,7	69,9
- spildevand (t N/år)								1,18	1,25	0,08	0	0	0	0	0	0	0
- dyrgædder (t N/år)								0,6	0,6	0,6	1,035	0,8	0,82	0,82	0,82	0,82	0,7
- dyrkningsbidrag (t N/år)								36,9	51,2	745,4	57,787	50,9	86,5	59,4	35,84	30,67	52,9
- basis (t N/år)	6,6	6			6,3	8,6	8,3	6	7,35	7,01	6,92	7,3	15,2	21,4	6,43	7,98	15,1
- nedbør t N/år								0,57	0,57	0,57	0,57	0,8	0,8	0,8	0,76	0,76	0,6
- dambrug								24,9	31,8	32,7	33,31	35,08	81,2	59,1	22,57	21,6	36,3
Samlet fratræsel (t N/år)	14,3	13,7			30,8	40,9	35,7	1,5	1,5	21,3	33,03	25,63	28	30	26,05	22,1	33,71
Sedimentation (t N/år)	2,5	1,6			1,4	1,5	1,5	3	3	39	50	42	26	29	54	51	48
Sedimentation i %	8	5			3	2	3										
Tilbageholdelse (t N/år), excl. magasinering	15,3	15,3			15,9	21,1	22,4	18,3	31,8	21,3	33,03	25,63	28	30	26,05	22,1	33,71
Tilbageholdelse i %	48	48			33	33	38	41	41	39	50	42	26	29	54	51	48
Samlet tilførsel (g N/m <sup>2</sup> /år)	85	81			120	170	160	120	160	146	175	160	286	219	128	115	184
Ni (indløbskonc. i mg N/l)	4,9	5,1			7,6	7,4	7,2	7,3	8,29	8,3	9,6	8,3	7,2	7,4	8,4	9,7	9,1
<b>Total-kvælstof sommer(1/5-30/9):</b>																	
Samlet tilførsel (kg N/dag)								73	79	72	72	92	92	150	77	86	91
Samlet fratræsel (kg N/dag)								38	33	50	45	33	33	94	32	41	49
Tilbageholdt N (kg N/dag)								35	46	22	27	59	59	89	45	44	42
Tilbageholdt N i %								48	58	31	38	64	64	60	58	52	46
Samlet tilførsel (mg N/m <sup>2</sup> dag)								192	208	195	189	242	242	395	203	286	303
Ni (indløbskonc. i mg N/l)								6,3	6,5			6,7		7,3	7,3	8,7	7,2

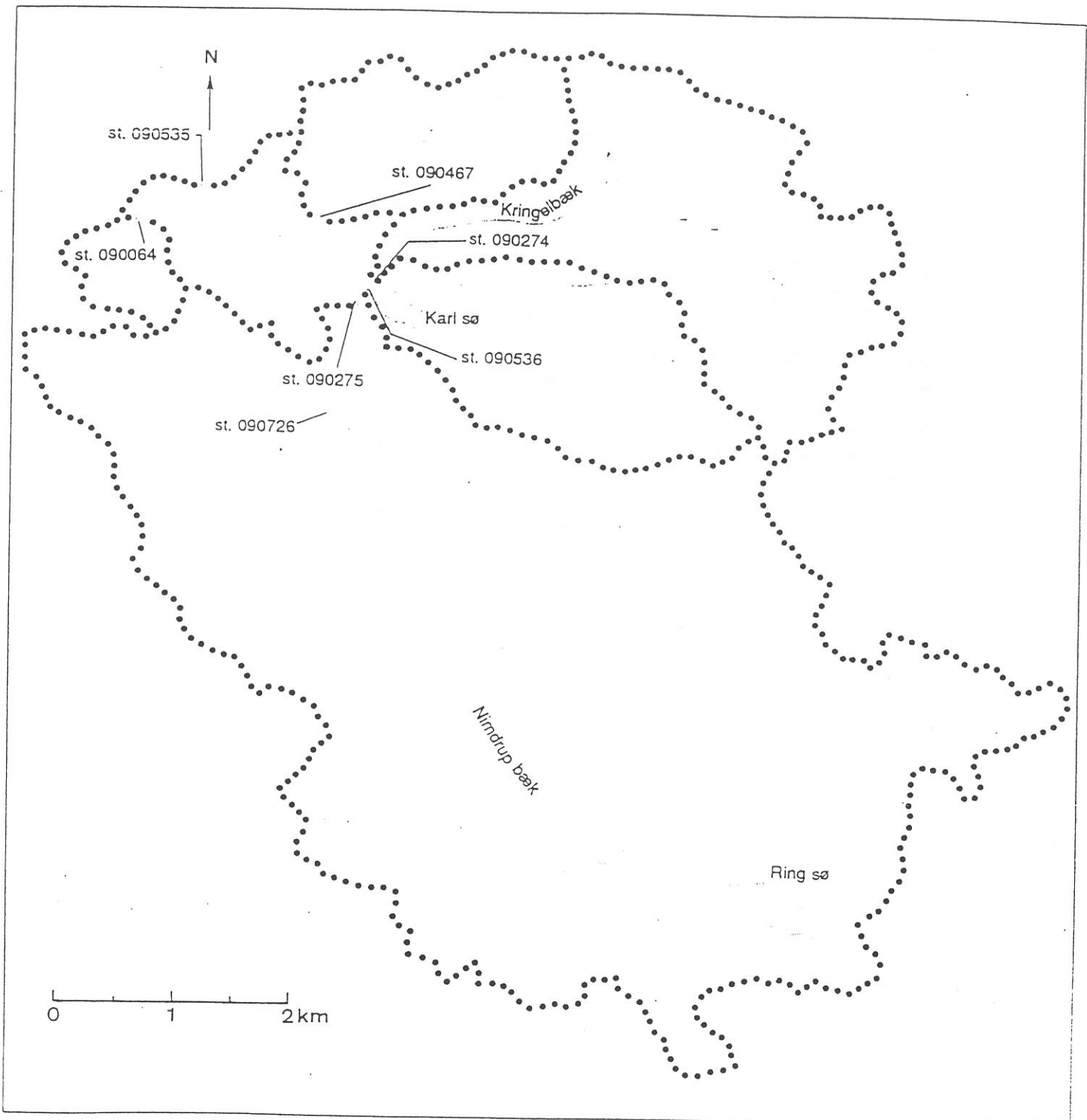
VANDKEMI & FYSISKE MÅLINGER I SØVANDET	1972	1973	1974	1975	1978	1983	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Stigdybde (1/5-30/9) (m)						1,5	1,5	1,97	1,91	1,89	1,54	1,94	1,9	2,8	2	2,4	1,8
Stigdybde 50%-fraktillen (m)						1,9	1,5	2	1,48	1,91	1,38	1,41	2	2,4	1,8	2	1,5
Max. stigdybde (m)						4,2	2,5	4	4,3	4,1	3,25	5,4	3,3	4,9	3,8	6	4,7
Min. stigdybde (m)						0,8	0,7	0,9	0,5	0,8	0,5	0,8	0,9	1,5	1	0,6	0,5
<b>Fosfor (1/5-30/9):</b>																	
Total fosfor gns. (µg P/l)	91	156	193	90	84	109	139	95	136	86	116	96	63	28	72	58	59
Total fosfor 50%-fraktillen	90	139		69	80	96	107	75	98	78	89	71	51	26	62	41	55
Total fosfor max. (µg P/l)	128	242		176	125	215	241	182	158	158	209	177	107	75	216	118	76
Total fosfor min. (µg P/l)	47	72		66	65	60	83	39	27	37	40	33	38	15	22	28	34
Opløst fosfat gns. (µg P/l)	10	50		20	16	34	37	14	36	11	22	25	6	3	8	19	10
Opløst fosfat 50%-fraktillen	7	47		4	10	33	51	12	14	7	10	12	5	2	4	10	8
Opløst fosfat max. (µg P/l)	19	100		54	60	65	144	31	119	37	78	96	12	40	32	78	15
Opløst fosfat min. (µg P/l)	5	3		0	5	4	17	4	4	1	1	3	3	1	1	1	1
<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	3,5	3,64	2,59	3,58	3,97	2,78	2,94	3,74
Total kvælstof 50%-fraktillen	1,73	2,1		0,86	2,3	3,7	4	3,1	2,1	3,5	3,2	2,22	3,67	4,03	2,93	2,73	3,64
Total kvælstof max. (mg N/l)	2,63	2,72		3,53	4,6	5,9	4,05	5,2	5,03	5,7	5,78	4,63	4,82	6,8	4,4	4,32	6,38
Total kvælstof min. (mg N/l)	1,24	1,68		0,74	1,5	1,4	2,15	1,8	1,29	1,7	1,96	1,29	2,55	2,8	1,4	1,79	1,14
Opløst uorg. N gns. (mg N/l)	0,9	1,1	1,1	0,6	1,9	2	1,9	2,2	1,59	2,4	2,45	1,59	2,39	3,24	1,86	2	2,38
<b>Klorofyl (1/5-30/9):</b>																	
Klorofyl gns. (µg/l)						51	54	30	65	50	54	29	27	11	35	35	53
Klorofyl 50%-fraktillen (µg/l)						61	41	34	57	29	44	31	24	7	29	24	31
Klorofyl max. (µg/l)						87	130	53	220	131	150	59	55	45	100	110	150
Klorofyl min. (µg/l)						9	23	2,4	2,4	5	8	2	7	5	10	1	6
<b>Øvrige variable (1/5-30/9):</b>																	
pH gns.						8,5	8,8	8,9	9,07	8,8	8,7	8,6	8,4	8,1	8,3	8,4	8,11
Susp. tørrstof mg/l									10,6	10	10,1	8,8	5,8	3,6	5,15	6,72	7,12
Susp. glødetab mg/l									6,9	7,1	3,9	6,6	4,9	4,7	4,7	6,57	7,12
Total alkalinitet (meq/l)						1,32	1,3	1,51	1,3	1,3	1,4	1,4	1,17	1,28	1,28	1,33	1,47
Opløst silicium gns. (mg Si/l)	1,1	2				2,7	2,17	1,26	2,13	2,24	2,05	1,55	1,73	1,13	1,73	2,17	1,47
Part. COD gns. (mg O <sub>2</sub> /l)	0,81	0,85	1,09	0,57	1,86	1,9	1,84	2,17	1,56	2,37	2,41	1,62	2,63	3,23	1,85	1,92	2,36
Nitrat+nitritkvælstof gns. (mg N/l)	0,13	0,14	0,04	0,07	0,01	0,07	0,04	0,04	0,029	0,024	0,043	0,047	0,026	0,014	0,014	0,085	0,029
Ammoniumkvælstof gns. (mg N/l)																	
Alle variable - års gennemsnit:																	
Total fosfor (µg P/l)	101	156	164	106	90	110	146	98	130	98	103	103	82	18	62	53	60
Opløst fosfat (µg P/l)	34	54	74	40	26	42	81	28	57	25	32	42	33	11	19	19	24
Total kvælstof (mg N/l)	2,34	2,58	2,82	2,41	3,86	4,41	4,08	3,74	4,14	3,99	4,42	4,62	4,79	4,56	3,66	3,62	4,56
Nitrat+nitritkvælstof (mg N/l)	1,58	1,59	2,02	1,5	2,67	2,97	2,96	2,73	3,01	2,94	3,39	3,66	3,87	3,83	2,83	2,69	3,55
Ammoniumkvælstof (mg N/l)	0,11	0,11	0,08	0,1	0,01	0,05	0,09	0,05	0,046	0,024	0,035	0,056	0,053	0,023	0,05	0,11	0,028
pH			8,4	8,6	8,6	8,2	8,1	8,5	8,4	8,5	8,7	8,2	8	7,9	7,9	7,8	7,8
Total alkalinitet (meq/l)			1,25	1,15		1,29	1,28	1,48	1,28	1,28	1,37	1,38	1,18	1,24	1,27	1,35	1,35
Opløst silicium (mg Si/l)	1,8	2,6				4,2	3,2	2	3,62	3,1	2,7	2,2	2,46	1,25	2,71	3,26	2,58
Part. COD (mg O <sub>2</sub> /l)						6,5	5,3	5,1	6,25	6,77	6,25	6,5	4,41	3,45	5,16	4,44	6,25
Susp. tørrstof mg/l						7,3	7,8	7,1	7,3	8,5	7,8	7,1	4,98	3,7	4,28	3,7	5,18
Susp. glødetab mg/l						4,8	6	6	4,8	6	5,4	4,7	3,28	3,02	3,3	3,93	4,31

---

## Oversigt over udførte undersøgelser i Bryrup Langsø

1972-1974	Vandkemiske undersøgelser, sediment
1975	Vandkemiske undersøgelser
1978	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, sediment, bundfauna og fytoplankton.
1983	Vandkemiske undersøgelser
1987	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton
1988	Fiskeundersøgelser og smådyrsfauna
1989	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, sediment og zooplankton
1990	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1991	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og fisk
1992	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1993	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1994	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1995	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og sediment
1996	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1997	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1998	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton, undervandsvegetation





Stationer og oplande. Bryrup Langsø.

Udskrift af CORINE Arealanvendelses data  
DMU/fevø - Dato.: 1995.04.11

Århus Amt Stationsopland nr.: 210745  
Summen af alle deloplande  
Amt nr.: 70 Kystopland nr.: 353

Deloplande der indgår i oplandet:  
210745 210760 210585 210574

Kode	Arealtype	Areal Km*2	Procent
1120	Åben bebyggelse	2.27	4.71
2110	Dyrket land	19.06	39.51
2420	Komplekst dyrkningsmønster	11.24	23.32
2430	Blandet landbrug og natur	9.23	19.13
3110	Løvskov	.74	1.52
3120	Nåleskov	3.39	7.03
3130	Blandet skov	1.32	2.73
3240	Blandet krat-skov	.64	1.33
5120	Søer	.35	.72
Total...:		48.23	100.00

Navn/lokalitet	Århus Amt-nr./ DBL-nr.	Topografisk opland km²	Grovsan- det jord 1 %	Finsan- det jord 2 %	Lerbl. sandjord 3 %	Sandbl. terjord 4 %	Ler- jord 5 %	Svær terjord 6 %	Humus jord 7 %	Speciel type 8 %	Skov %	Fersk- vand %	Andet %	Dyrket %	Udyrket %
Karl Sø, afløb	090536/210613	3,94	4	0	75	2	0	0	1	0	10	2	6	81	19*
Hindrup Bæk	090275/21.73	29	24	0	38	18	0	0	0	0	13	1	6	80	20
Tilløb fra Sydvest	090064/211027	0,67	90	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	90	10
Tilløb fra Nord	090467/211026	2,63	2	0	81	3	0	0	0	0	3	0	11	97	3
Kringelbæk	090274/210424	6,6	0	0	86	4	0	0	7	0	3	0	1	97	3
Bryrup Langsø, afløb	090535/210340	45	20	0	48	12	0	0	1	0	10	2	7	82	18
Kilde v. Hindrupbæk	090726/ -	0,59												*	*

Tabel 3.6 Stationer og oplandskarakteristik. Bryrup Langsø.

\* Skønnet fordeling 50% dyrket - 50% udyrket.

ISBN NR. 87-7906-057-9