

# Glumsø



## *Tilstand Udvikling Handleplan*

**STORSTRØMS AMT**  
Teknik- og Miljøforvaltningen







# **Glumsø Sø**

Tilstand, udvikling og handleplan

*Udgivet af:*  
Storstrøms Amt  
Teknik- og miljøforvaltningen  
Vandmiljøkontoret, 2000

© *Storstrøms Amt*  
1. udgave, 1. oplag, 2000  
© Kort- og Matrikelstyrelsen  
1992/KD.86.10.37  
Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

*Forfatter:*  
Lars Lindhardt

*Redigering:*  
Hanne Skytte

*Omslag:*  
Mette Christensen

*Foto:*  
Vandmiljøkontoret

*Repro og tryk:*  
Storstrøms Amts Trykkeri

*Papir:*  
Omslag: 200 g Color Copy - svanemærket  
Indhold: 100 g Red Label - svanemærket

*Oplag:*  
40 stk.

*Pris:*  
75,00 kr. incl. moms

*ISBN:*  
87-7726-289-1



1	SAMMENFATNING .....	1
2	INDLEDNING .....	3
3	SØEN OG DENS OPLAND .....	5
4	BELASTNING OG KILDEOPSPLITNING .....	9
5	VANDKEMI .....	15
	5.1 Temperatur og ilt. ....	15
	5.2 pH .....	16
	5.3 Klorofyl-a .....	17
	5.4 Sigtdybde .....	18
	5.5 Total suspenderet stof .....	19
	5.6 Fosfor .....	20
	5.7 Kvælstof .....	21
	5.8 Kvælstof/fosforforholdet .....	24
6	SEDIMENT .....	25
7	BIOLOGI .....	31
	7.1 Metoder .....	31
	7.2 Planteplankton .....	33
	7.3 Dyreplankton .....	34
	7.4 Fisk .....	35
8	KONKLUSION .....	45
	8.1 Scenarier .....	46
9	RESTAURERINGSFORSLAG .....	49
10	REFERENCER .....	51
11	BILAG .....	55



# 1 SAMMENFATNING

Glumsø Sø er lavvandet med en middeldybde på 1,3 meter og en største dybde på 2,1 meter. Søens ringe dybde gør, at hele vand-søjlen opblandes. Opholdstiden er kort, i 1998 67 dage. Oplandet er på 727 ha og består overvejende af landbrugsjord, skov og byzone.

Søen tilføres vand fra kommunevandløb 9, kaldet Kølebæk, i dens nordvestlige hjørne samt fra 2 mindre tilløb på den østlige side af søen. Desuden er der en betydelig indsivning fra kildevæld. Afløbet sker via Telemarksgrøften, i den sydlige ende, til Torpe Kanal, som løber ud i Bavelse Sø.

Den samlede belastning af Glumsø Sø i 1998 var 14.945 kg kvælstof og 216 kg fosfor. Mens langt hovedparten af kvælstoffet stammer fra de dyrkede arealer, er fosforen næsten ligeligt fordelt mellem baggrundsbidrag, dyrkede arealer, spredt bebyggelse og regnvandsbetingede udledninger.

I 1998 blev 26% af den tilførte kvælstofmængde tilbageholdt i Glumsø Sø. For fosfors vedkommende befinder søen sig i en aflastningssituation, idet der løber mere fosfor ud af søen end der tilføres.

Selv om sigtddybden er blevet bedre gennem årene, må den stadig betegnes som dårlig. I 1998 var sommermiddelsigtddybden således kun 44 cm. Koncentrationen af total-kvælstof havde i 1998 et vinter/forårsniveau omkring 6 mg/l og et sommerniveau omkring 1,4 mg/l. Sommermiddelkoncentrationen af total-fosfor var på 0,22 mg/l.

Planteplanktonsamfundet i Glumsø Sø var i april 1998 relativt fosforbegrænset og i marts samt august 1998 relativt kvælstofbegrænset sin vækst.

Koncentrationen af total-fosfor i sedimentets øverste 20 cm ligger i intervallet 1,5-1,7 mg/g tørvægt.

Jern/fosforforholdet i sedimenet i Glumsø Sø ligger på cirka 6-7 ned gennem profilet. Det kan konkluderes, at jern/fosforforholdet i sedimentet er for lavt til at kontrollere fosforfrigivelsen.

Glumsø Sø er uden undervandsvegetation. Planteplanktonet er domineret af den chlorococcale grønalger *Scenedesmus quadricauda*. Dyreplanktonet i Glumsø Sø er domineret af små dafnier og cyclopoide vandlopper. De calanoide vandlopper mangler helt. Denne sammensætning tyder på, at dyreplanktonet er udsat for en betydelig predation fra fisk, således at det er fiskenes predation, som regulerer dyreplanktonets biomasse og sammensætning

Med 11 fundne fiskearter (samt en hybrid) må Glumsø Sø betegnes som artsrig. Fiskebestandens sammensætning med vægtmæssig dominans af brasen og antalmæssig dominans af skaller er typisk for en næringsrig sø. Rovfiskene (aborrer og gedder) er ikke i stand til at kontrollere bestanden af fredfisk (først og fremmest brasen, skalle og karuds). Bestandene af brasen, skaller og aborrer er domineret af mindre individer, hvilket tyder på en hård fødekonekurrence om de bundlevende dyr (børsteorm, dansemyggelarver og mittelarver).

Som restaureringsforslag for Glumsø Sø er peget på, at øge aflastningen af fosfor ved at opstemme afløbet fra søen og således opretholde en højere vandstand i sommerperioden. Ved efterfølgende at bortlede vand i forbindelse med sensommerens høje fosforkoncentrationer i søvandet kan fosforudskylningen øges.

Når søkoncentrationen af fosfor er bragt ned omkring 0,05 - 0,10 mg/l kan der om fornødent iværksættes udsætning af rovfisk. Opfiskning af fredfisk vil næppe have effekt på grund af indvandring fra Susåsystemet.



## 2 INDLEDNING

Tilsynet med søerne i Storstrøms Amt i 1995 afslørede, at hovedparten af søerne ikke opfyldte de målsætninger, som var fastlagt i "Regionplantillæg om vandområdernes kvalitet 1992-2003 for Storstrøms Amt." /1/. På denne baggrund besluttede amtsrådet, at der i de kommende år skulle sættes ekstra ressourcer ind på at bedre tilstanden i amtets søer. Vandmiljøkontoret, Storstrøms Amt har derfor udarbejdet en strategi som indebærer, at 5 søer hvert år undersøges intensivt. Søerne udvælges i rækkefølge efter en prioriteringsliste. På grundlag af disse undersøgelser, og de foregående års tilsynsdata, udarbejdes der en rapport for hver sø, som dels beskriver søens tilstand og dels angiver, hvilke tiltag i søen og dens opland som er nødvendige, for at søen kan opfylde sin målsætning.



### 3 SØEN OG DENS OPLAND

Glumsø Sø ligger umiddelbart syd for Glumsø by i Suså kommune og er på de øvrige sider omgivet af marker og enge.

Søen er lavvandet med en middeldybde på 1,3 meter og en største dybde på 2,1 meter. Opholdstiden er kort, i 1998 er den beregnet til 67 dage (se side 12).

Oplandet er på 723 ha og består overvejende af landbrugsjord, skov og byzone. Geologisk består oplandet af moræneaflejringer fra sidste istid.

		<b>Totalt opland</b>	723 ha
<b>Søareal</b>	25,4 ha	<b>Dyrket areal</b>	461 ha
<b>Max. Dybde</b>	2,1 m	<b>Skov</b>	131 ha
<b>Middeldybde</b>	1,3 m	<b>Byzone</b>	102 ha
<b>Volumen</b>	330 x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	<b>Øvrigt</b>	6 ha
<b>Gns. opholdstid</b>	2-3 mdr.	<b>Ferskvand</b>	23 ha

*Tabel 1 Morfometriske og oplandsmæssige data for Glumsø Sø.*

Søen tilføres vand fra kommunevandløb 9, kaldet Kølebæk, i dens nordvestlige hjørne samt fra 2 mindre tilløb på den østlige side af søen. Afløbet sker via Telemarksgroften, i den sydlige ende, til Torpe Kanal, som løber ud i Bavelse Sø.

**Figur 3.1** (side 7) viser oplandet (blå streg) til Glumsø Sø. Kølebæk er i dag kun åbent fra Nyvej og ned til søen. Den rørlagte del af vandløbet er tegnet på efter ældre kort.

**Figur 3.2** (side 8) er et kort over søen med angivelser af dybder.

Glumsø Sø har tidligere modtaget spildevandet fra byen, men i 1981 blev afløbet fra det kommunale renseanlæg ført under søen

direkte til udløbet. I 1991 blev renseanlægget udbygget med sparebassiner, således at antallet af aflastninger fra kloaksystemet til søen i forbindelse med kraftig nedbør, blev nedsat.

Søen har stor rekreativ betydning og har tidligere været anvendt til badning. Der er gode adgangsforhold, da der er anlagt sti omkring hele søen.

Søen og de nærliggende engarealer, afgrænset af stien, er ejet af Bavelse Gods, men er forpagtet af Suså Kommune. Derudover ejer kommunen arealerne mod nord samt landbrugsarealerne på vestsiden af søen.

Der har været drevet erhvervsfiskeri i søen indtil 1964, hvor den sidste fiskeriforpagter gav op. I dag er der fri fiskeret på søen.

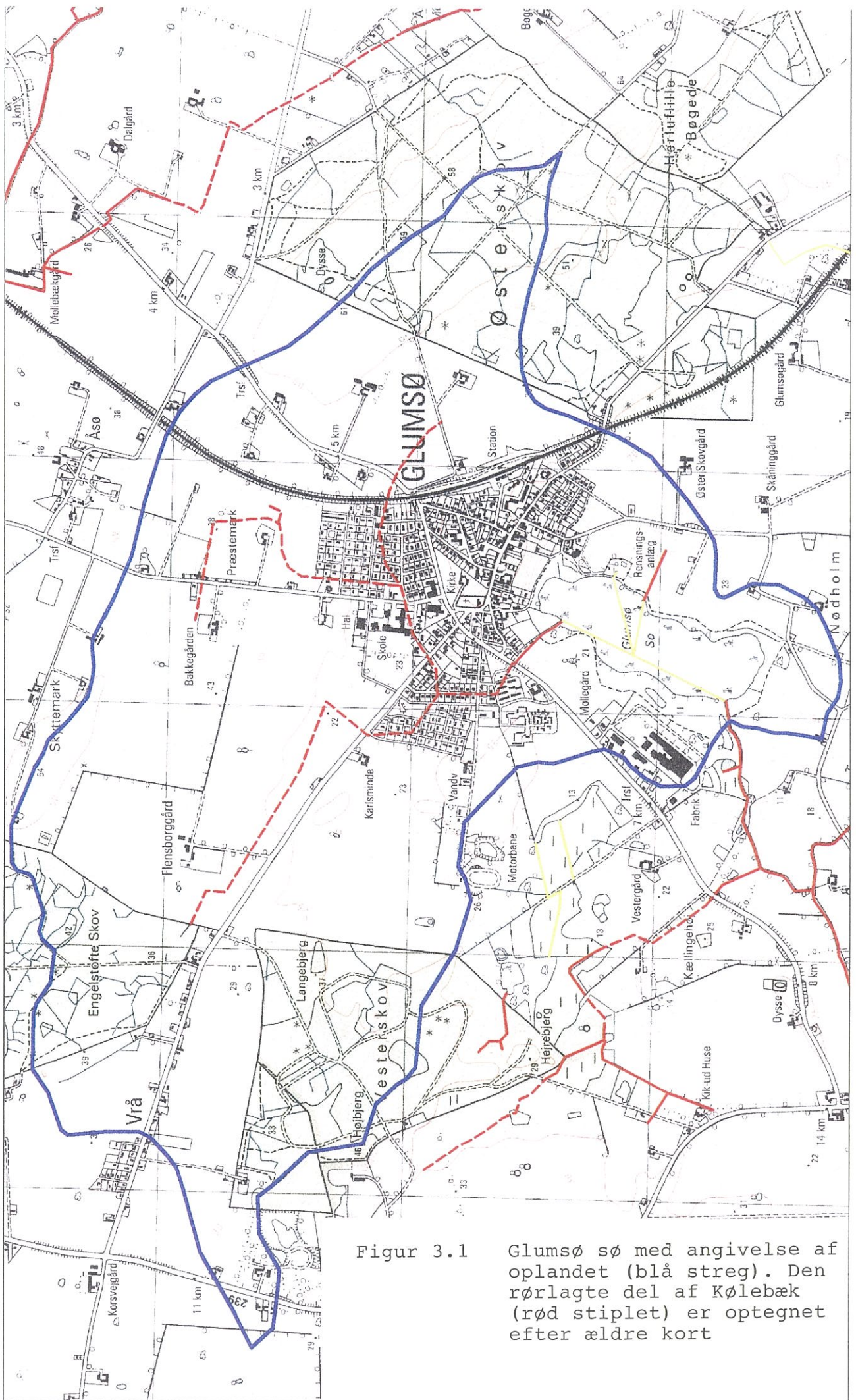
Glumsø Sø har været genstand for omfattende studier og der har været opstillet modeller til beskrivelse af de økologiske processer i søen /1/, /2/, /3/.

Glumsø Sø er målsat med en B-målsætning i Regionplan 1997-2009 /4/. Dette indebærer, at spildevandstilførsel og andre kultur-betingede påvirkninger ikke eller kun svagt må påvirke det naturlige dyre- og planteliv i forhold til baggrundstilstanden.

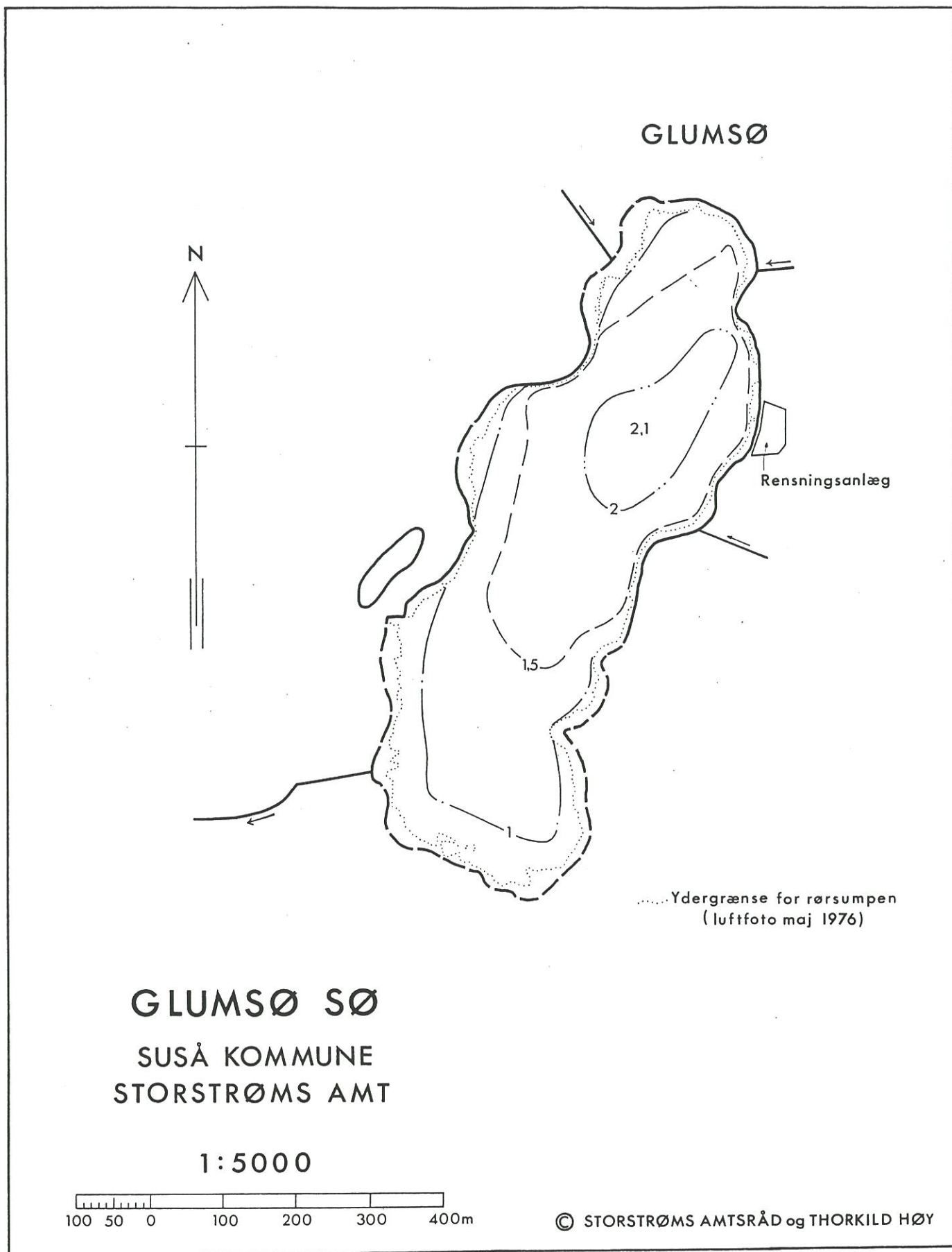
Til målsætningen knytter sig nogle kravværdier til klorofylindhold, sigtdybde og undervandsvegetation: Sommermiddelsigtdybden skal være mindst 1 meter, sommermiddelklorofylindholdet skal være mindre end 75 µg/l og undervandsvegetationen skal være udbredt til mindst 1,5 meters dybde.

Søen har senest opfyldt sin målsætning i 1985, da den blev bedømt ved den dagældende recipientkvalitetsplans ikrafttræden.





Figur 3.1 Glumsø sø med angivelse af oplandet (blå streg). Den rørlagte del af Kølebæk (rød stiplet) er optegnet efter ældre kort



Figur 3.2 Glumsø sø med angivelse af dybder



## 4 BELASTNING OG KILDEOPSPLITNING

Til opgørelse af belastningen fra Kølebækken er der 12 gange i løbet af 1998 målt vandføring samt udtaget vandprøver til analyse for kvælstof og fosfor. Tilsvarende er der 12 gange målt afløb i Telemarksgrøften.

Stoftilførslen fra det umålte opland, som består af det opland, der har direkte afstrømning til søen, er beregnet på baggrund af tilførslen fra det målte opland (Oplandet til Kølebækken). Oplandenes størrelser og arealfordelinger fremgår af tabel 4.1. Dyrkede arealer og øvrige arealer er korrigeret for vejarealer. Det ses af tabellen, at godt 90% af det totale opland til Glumsø Sø afvandes via Kølebækken.

	Søopland totalt	Målt opland	Umålt opland
Arealklasser	ha	ha	ha
Total areal	723	653,35	69,65
Byzone	102,13	91,56	10,57
Ferskvand	22,68	22,68	0
Skov	131,48	131,48	0
Øvrige	6,06	5,68	0,38
Dyrkede arealer	460,65	401,95	58,7
Dyrkede, korr	405,372	353,71	51,656
Øvrige, korr	61,338	53,92	7,424

*Tabel 4.1 Glumsø Sø: Oplandenes størrelser og arealfordelingerne inden for oplandene.*

I figurene 4.1 og 4.2 ses den samlede eksterne belastning af Glumsø Sø i 1998 med henholdsvis kvælstof og fosfor fordelt på de enkelte kilder. Bilag 4.1 viser tallene, som ligger til grund for figurene.

Bidraget fra de regnvandsbetingede udledninger er teoretiske opgørelser, som er hentet i Suså Kommunes spildevandsplan /21/.

Opgørelsen af bidraget fra den spredte bebyggelse bygger på optælling af ejendommene uden for det kloakerede område samt viden om, at der bor i gennemsnit 2,3 personer pr. ejendom i Storstrøms Amt /22/. Belastningen fra den spredte bebyggelse er opgjort ved renseniveau mekanisk rensning efterfulgt af mark-dræn, hvilket ifølge oplysninger fra Miljøstyrelsen giver en reduktion på 55% på årsbasis for kvælstof og fosfor /23/.

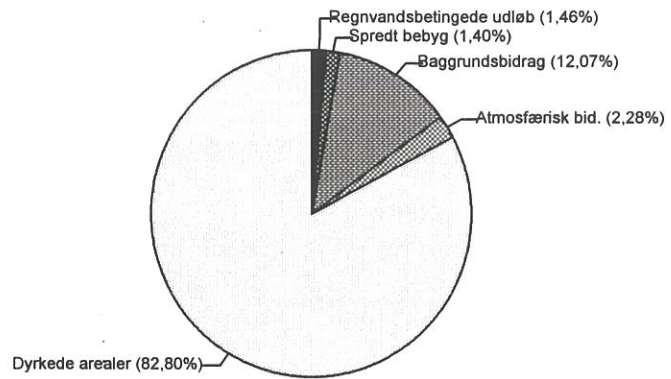
Baggrundsbidraget, også kaldet naturbidraget, er beregnet ud fra vandføringsvægtede næringsstofkoncentrationer opgivet af Danmarks Miljøundersøgelser /24/.

Den atmosfæriske deposition er henholdsvis 15 kg kvælstof/ha/år og 0,1 kg fosfor/ha/år /25/.

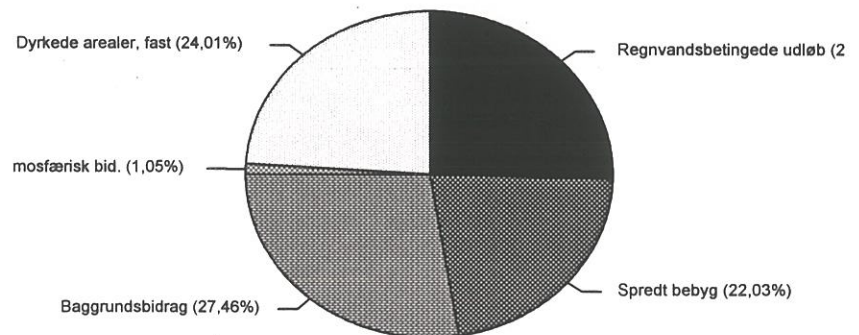
Bidraget fra de dyrkede arealer er for kvælstof opgjort som differensen mellem den målte stoftransport og summen af bidragene fra regnvandsbetingede udledninger, spredte bebyggelser, baggrundsbidrag og atmosfærisk deposition.

Da denne beregningsmetode giver et negativt resultat ved fosforopgørelsen, er i stedet anvendt et fosforbidrag på 0,128 kg P/ha. Denne fosforkoefficient er beregnet på grundlag af intensive målinger i oplandene til Højvads Rende og Åmoserenden på Lolland.





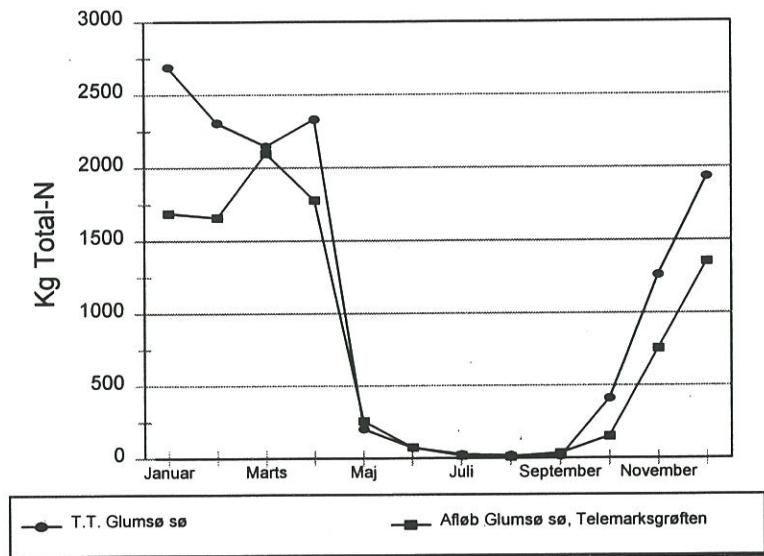
**Figur 4.1** Belastningen af Glumsø Sø i 1998 med kvælstof opgjort på kilder.



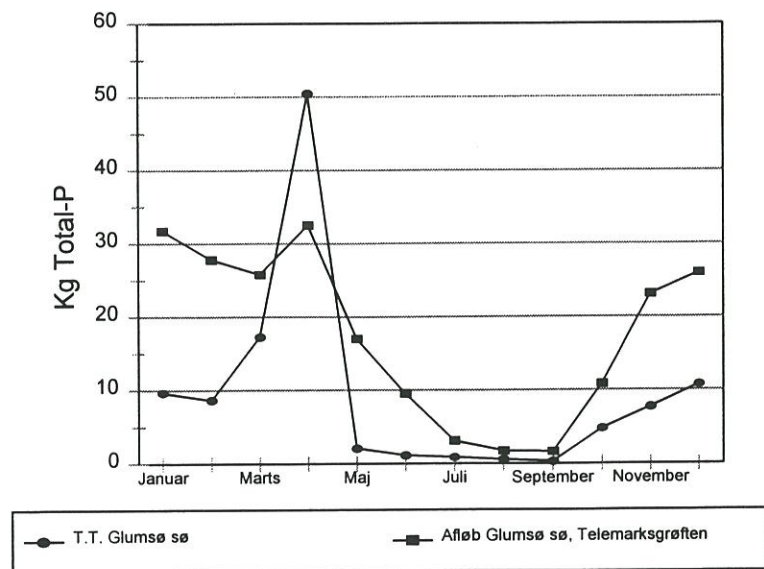
**Figur 4.2** Belastningen af Glumsø Sø i 1998 med fosfor opgjort på kilder.

Den samlede belastning af Glumsø Sø i 1998 var 14.945 kg kvælstof og 216 kg fosfor. Mens langt hovedparten af kvælstoffet stammer fra de dyrkede arealer, er fosforen næsten ligeligt fordelt mellem baggrundsbidrag, dyrkede arealer, spredt bebyggelse og regnvandsbetingede udledninger.

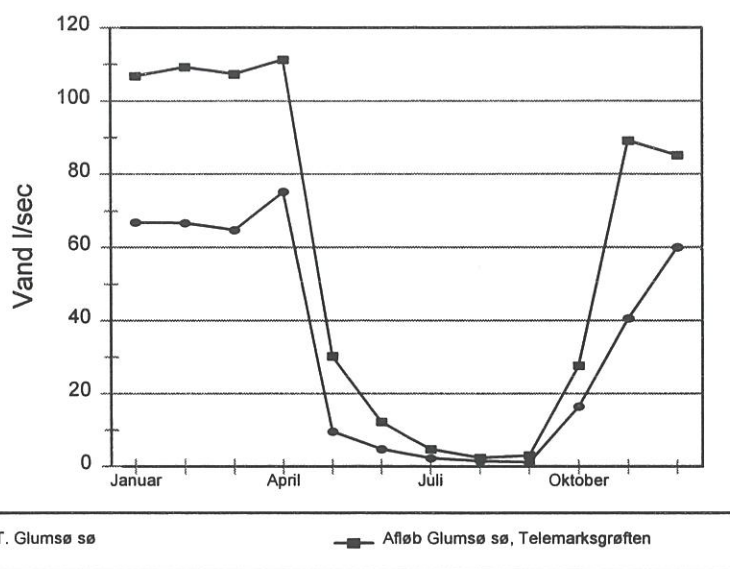
Figureerne 4.3, 4.4 og 4.5 viser massebalancer for kvælstof, fosfor og vand målt i Glumsø Sø i 1998. Tallene, som er månedsgennemsnit målt i tilløb og afløb, fremgår af bilag 4.2.



Figur 4.3 Belastningen af Glumsø Sø i 1998 med kvælstof.



Figur 4.4 Belastningen af Glumsø Sø med fosfor i 1998.



**Figur 4.5** Den målte tilstrømning til Glumsø Sø fra Kølebækken og den målte afstrømning fra søen via Telemarksgrøften.

Tilførslen af kvælstof til Glumsø Sø viser sammenhæng med Kølebækkens afstrømning (figur 4.3 og 4.5), således at høj vandføring giver øget kvælstoftilførsel til søen. På kildefordelingen (figur 4.1) ses, at hovedparten af kvælstoffet kommer fra de dyrkede arealer. Denne sammenhæng skyldes, at der i forbindelse med nedbør og afsmeltning sker en udvaskning af kvælstof i form af nitrat fra især de dyrkede arealer. At der løber mere kvælstof ind i søen, end der løber ud skyldes, at en del af nitraten anvendes som iltningmiddel i det iltfattige bundvand og derved omdannes til frit kvælstof (denitrifikation), som frigives til atmosfæren. Desuden kan kvælstof bindes i sedimentet som svært nedbrydelige organiske forbindelser.

Mængden af vand, der løber ud af Glumsø Sø, er større end mængden af vand, der løber ind (figur 4.5), specielt i vinterperioden, hvilket må skyldes, at der sker en grundvandsindsivning til søen. Ved vandbalanceopførelsen i 1972 blev der ligeledes kon-

stateret en betydelig indsvivning til søen /3/.

For fosfors vedkommende (figur 4.4) er sammenhængen med afstrømningen fra oplandet kun delvis, idet kun 24% af fosforen kommer fra de dyrkede arealer. Bortset fra april måned løber der mere fosfor ud af søen, end der løber ind. Glumsø Sø befinder sig med andre ord i en aflastningsfase. Denne aflastning er resultatet af den faldende eksterne belastning med fosfor som bevirker, at frigivelsen fra sedimentet øges. Målingerne i søens ind- og afløb (bilag 4.3) underbygger dette, idet fosforkoncentrationen i afløbsvandet, specielt om sommeren, er væsentlig højere end i indløbsvandet. Puljen af fosfor i sedimentet vil derfor falde med årene, idet en del af fosforen forlader Glumsø Sø med afløbsvandet. I 1998 var aflastningen af fosfor på 97 kilo.

Med et volumen på 330.000 m<sup>3</sup> og en afstrømning på 1.800.706 m<sup>3</sup> vand i 1998 kan opholdstiden i Glumsø Sø beregnes til 67 dage.

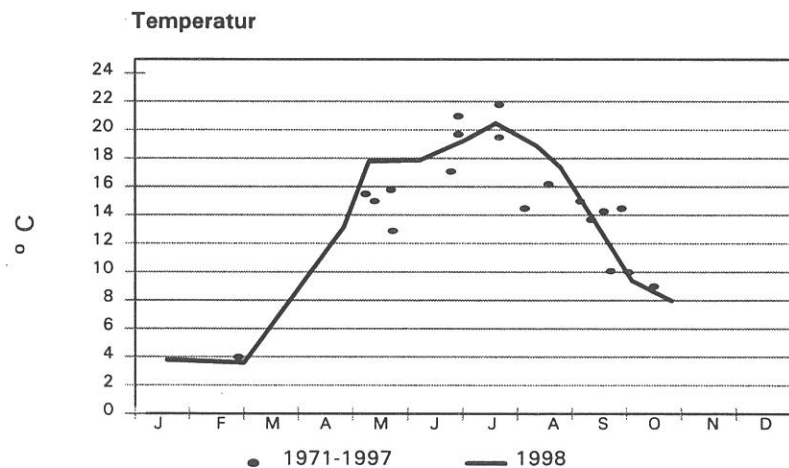


## 5 VANDKEMI

Resultaterne af de fysiske og kemiske målinger foretaget i Glumsø Sø i perioden 1971 - 1998 er vist på figurerne 5.1 - 5.11. Bilag 5.1 indeholder samtlige data fra perioden.

### 5.1 Temperatur og ilt.

I figur 5.1 er overfladetemperaturerne i undersøgelsesperioden vist. Temperaturen varierer mellem 3,6° C målt i marts 1998 og 21,8° C målt juli 1992. Desuden er temperaturerne ned gennem vandsøjlen blevet målt ved tilsynene. Ved disse målinger er der aldrig blevet registreret et temperaturspringlag. Det skyldes søens ringe vanddybde, som gør, at hele vandsøjlen let opblandes af vinden.

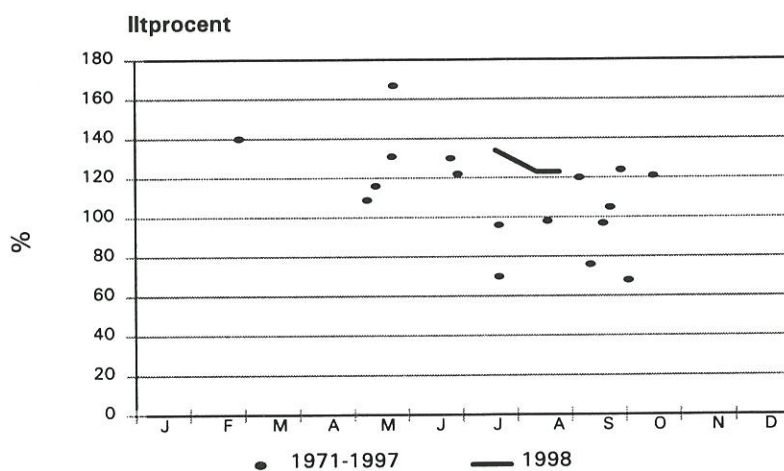


**Figur 5.1** Temperaturen i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels målinger i 1998.

På grund af tekniske problemer foreligger der kun 3 iltmålinger fra 1998 og i hele perioden fra 1971 er der stort set kun foretaget iltmålinger i sommerhalvåret. Målingerne viser, at iltindholdet i

overfladevandet er højt, vandet er generelt overmættet med ilt (figur 5.2). Denne overmætning skyldes planteplanktonets fotosyntese, hvorved der sker en kraftig iltudskillelse. Da målingerne er foretaget om formiddagen, udtrykker de imidlertid ikke de lavest forekomne værdier, der i overfladen forekommer om natten inden solopgang.

Profilmålingerne i vandsøjlen viser ingen variation i iltindholdet. Dette skyldes, dels den førømtalte opblanding, og dels at profilmålingerne stopper en halv meter over bunden. Målinger foretaget af Lars Kamp-Nielsen i maj 1981 og 1982 /5/ umiddelbart over bunden viser her kritiske lave iltspændinger. Begge år har der på dette tidspunkt været en temperaturforskel på 2-3 grader mellem overflade- og bundvand. Forskellen er opstået som følge af en periode med varmt og stille vejr. Det har medført en midlertidig lagdeling og der har samtidigt været en stor tilførsel af organisk stof til bunden efter forårets kiselalgeomaximum, som ved nedbrydningen har forbrugt ilten.

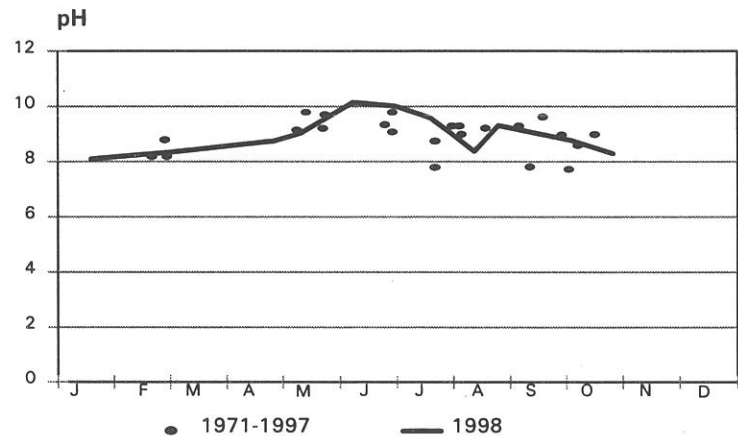


**Figur 5.2** Iltprocenten i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels målinger i 1998.

## 5.2 pH

Surhedsgraden af vandet er høj (basisk), hovedparten af målinger-

ne ligger i intervallet 8 - 10 (figur 5.3). pH-niveauet er generelt højest i sommermånederne. Det skyldes, at den høje temperatur og lysmængde medfører en forøget fotosyntese hos planteplanktonet. Planteplanktonet udnytter bicarbonat som kulstofkilde. Herved udskilles hydroxidioner, som er basiske, og pH stiger.

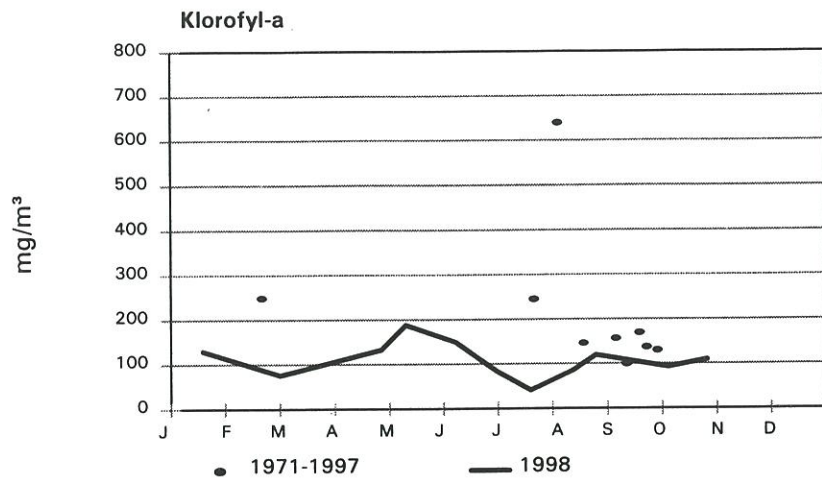


**Figur 5.3** Surhedsgraden (pH) i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels målinger i 1998.

### 5.3 Klorofyl-a

Klorofylindholdet, målt som klorofyl-a, er et udtryk for mængden af planteplankton (alger) i vandet. Klorofylet er algernes grønne pigment, som bruges i fotosyntesen, hvor simple uorganiske stoffer omdannes til organisk stof i form af algebiomasse.

Selv om spildevandstilledningen til Glumsø Sø blev afskåret i 1981, er klorofylindholdet stadig højt i søen (figur 5.4). Sommermiddelklorofylindholdet var således i 1998 på 111 mg/m<sup>3</sup>. Til sammenligning var sommermiddelklorofylindholdet i søerne omfattet af Vandmiljøplanens overvågningsprogram i 1998 på 50 mg/m<sup>3</sup> /6/. Klorofylindholdet i 1998 i Glumsø Sø er dog lavere end de foregående år. I 1982 og 1984 var sommermiddelklorofylindholdet således på henholdsvis 301 og 290 mg/m<sup>3</sup> /5/. I figur 5.4 ses en enkelt høj klorofylmåling på 640 mg/m<sup>3</sup>. Målingen er foretaget i august 1980, altså før spildevandstilledningen blev afskåret.



**Figur 5.4** Klorofylindholdet i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels samtlige målinger i 1998.

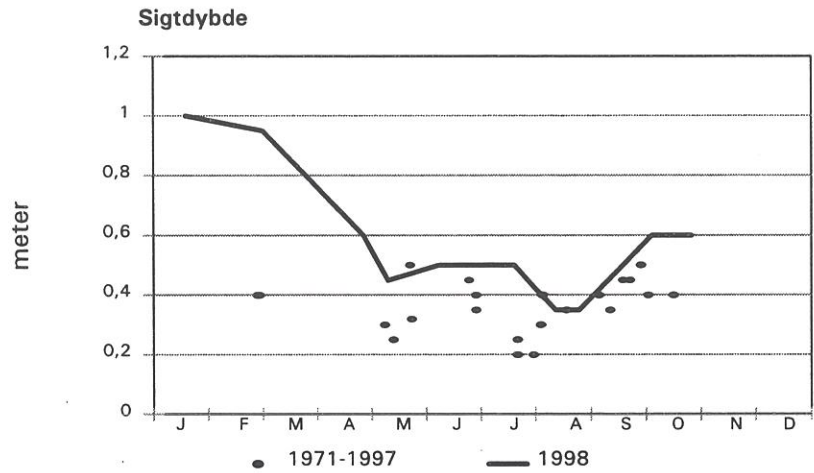
## 5.4 Sigtdybde

Sigtdybden er et udtryk for mængden af partikler i vandet og måles som den dybde, hvor en hvid skive (en såkaldt Secchi-skive), nedsænket fra overfladen, lige netop ikke kan ses mere.

Sigtdybden er ringe i Glumsø Sø (figur 5.5). Den gennemsnitlige sommersigtdybde var således i 1998 på 44 cm. Til sammenligning var sommermiddelsigtdybden i søerne omfattet af Vandmiljøplånsens overvågningsprogram i 1998 på 1,7 meter /6/. Sigtdybden har dog i 1998 været bedre end de foregående år. Sommermiddelsigtdybden var således i 1982, 1984 og 1992 på henholdsvis 25, 38 og 34 cm (1992-tallene stammer fra /26/). Den ringe sigtdybde er forårsaget, dels af de store mængder planteplankton, og dels ophvirvlet bundmateriale.

På grund af den ringe sigtdybde har undervandsplanter svært ved at etablere sig i Glumsø Sø.

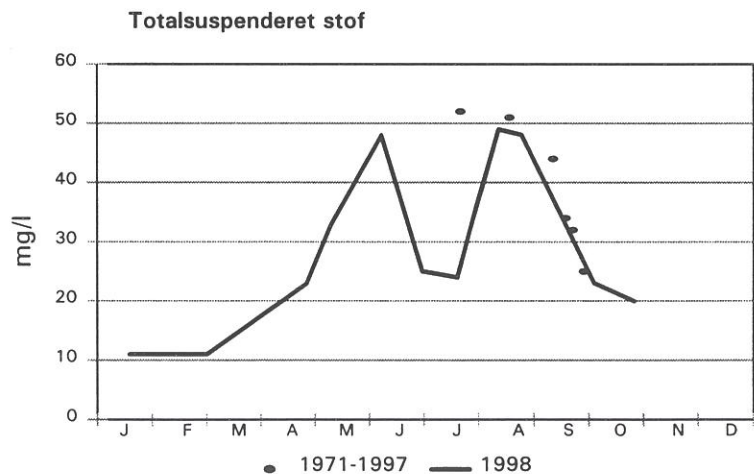




**Figur 5.5** Sigtdybden i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels målinger i 1998.

## 5.5 Total suspenderet stof

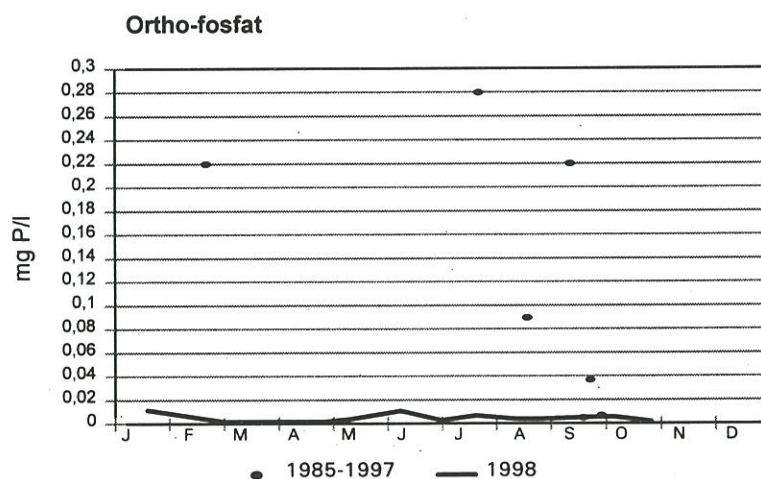
Koncentrationen af suspenderet stof viser i 1998 et 2-toppet forløb med de højeste koncentrationer i juni og august (figur 5.6). Ved sammenligning med klorofylindholdet i 1998 (figur 5.4) ses kun et delvist sammenfald i forløbet. Det suspenderede materiale i Glumsø Sø består derfor både af planteplanktonalger og af materiale som hvirvles op fra bunden af bølger.



**Figur 5.6** Indholdet af suspenderet stof i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-97 og dels målinger i 1998.

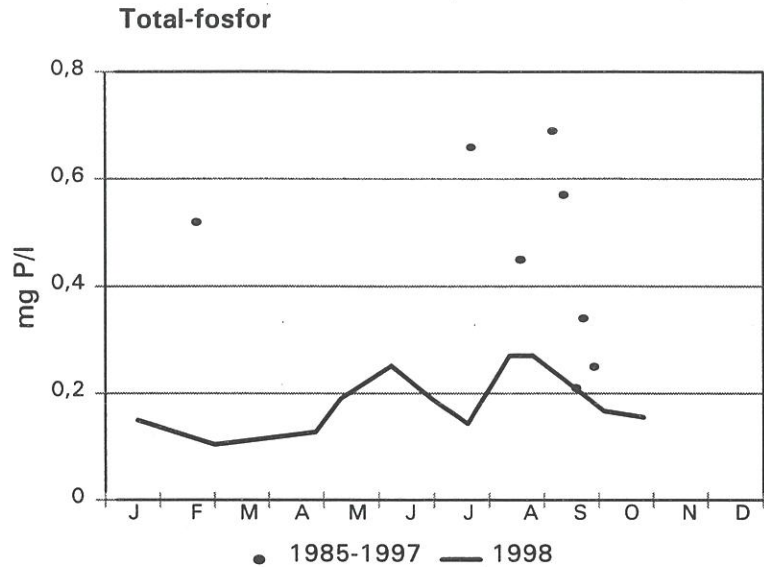
## 5.6 Fosfor

I 1998 er koncentrationen af ortho-fosfat, som er opløst, uorganisk fosfor, generelt lav gennem året (figur 5.7). Dette skyldes, at ortho-fosfat optages af planteplanktonet efterhånden som det frigives fra sedimentet eller tilføres udefra.



**Figur 5.7** Koncentrationen af ortho-fosfat i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1985-1997 og dels målinger i 1998.

Total-fosfor er den totale mængde af organisk og uorganisk fosfor, såvel opløst som partikulært (figur 5.8). I 1998 er koncentrationen højest i sommerhalvåret; sommermiddelkoncentrationen er på 0,22 mg/l. Den højere koncentration af total-fosfor om sommeren skyldes, foruden den forøgede frigivelse fra sedimentet, at sommerkoncentrationen af total-fosfor i det tilførte vand fra Kølebæk er høj og at fordampningen fra søens overflade øger søkoncentrationen af fosfor.



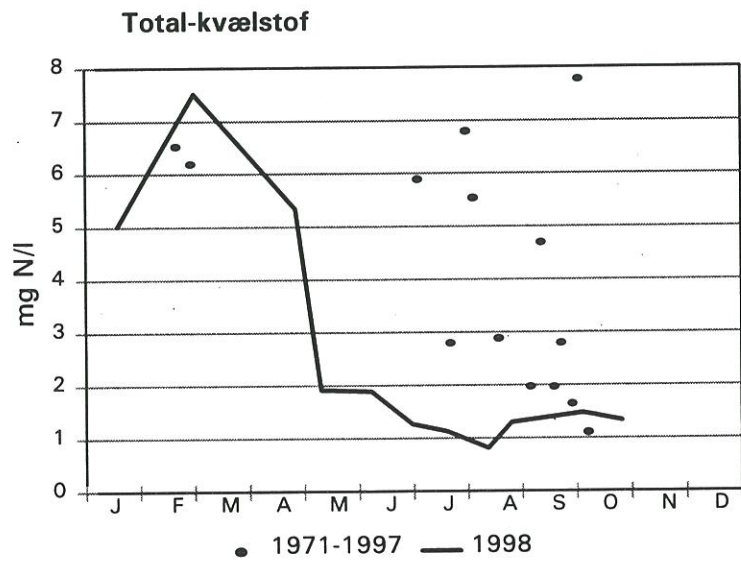
**Figur 5.8** Koncentrationen af total-fosfor i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1985-1997 og dels samtlige målinger i 1998.

Der er sket et fald i den gennemsnitlige koncentration af total-fosfor gennem årene, hvilket stemmer overens med den faldende belastning. Specielt afskæringen af spildevandet fra Glumsø Renseanlæg i 1981 har givet et markant fald i koncentrationen. I Waterconsult's rapport fra 1991 /5/ er der nærmere redegjort herfor. De høje fosformålinger fra før 1981 er udeladt i figurerne 5.7 og 5.8, da graferne ellers ville have været vanskelige at aflæse. Koncentrationen af fosfor i Glumsø Sø må dog stadig betegnes som høj.

## 5.7 Kvælstof

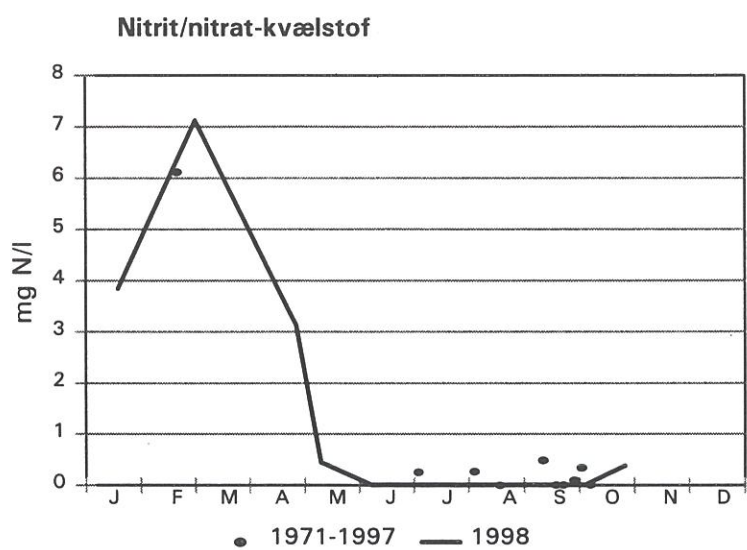
Kvælstofniveauet i Glumsø Sø er højt, hvilket hænger sammen med den intensive landbrugsdrift i oplandet. Kvælstoffet tilføres hovedsageligt i form af nitrat i de nedbørsrige måneder, hvor nitrat udvaskes fra jorden. Desuden nedbrydes det organiske stof på bunden i løbet af vinteren, hvorved ammonium frigives og omdannes videre til nitrat under forudsætning af, at der er ilt tilstede. I 1998 havde koncentrationen af total-kvælstof et vinter/forårsniveau omkring 6 mg/l, hvilket skyldes den store nedbør

i januar, marts og april, og et sommerniveau omkring 1,4 mg/l (figur 5.10). I forbindelse med forårets opblomstring af fytoplankton forbruges puljen af nitrat ved indbygning i organisk stof. At koncentrationen er lavere om sommeren skyldes desuden, at nitraten anvendes som iltningsmiddel i det iltfattige bundvand og derved omdannes til frit kvælstof (denitrifikation), som frigives til atmosfæren (figur 5.11). Koncentrationen af ammonium er høj i januar 1998, men falder brat, idet ammoniumen dels omdannes til nitrat og dels indbygges i organisk stof i form af planteplankton.

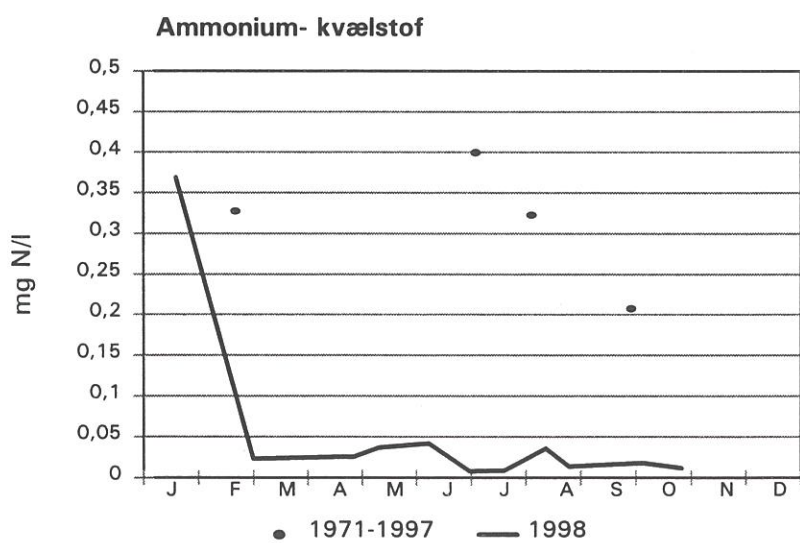


**Figur 5.10** Koncentrationen af total-kvælstof i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-1997 og dels målinger i 1998.





**Figur 5.11** Koncentrationen af nitrit- og nitrat-kvælstof i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-1997 og dels målinger i 1998.



**Figur 5.12** Koncentrationen af ammonium-kvælstof i Glumsø Sø, dels samtlige målinger i perioden 1971-1997 og dels målinger i 1998. En meget høj måling i 1978 er dog udeladt.

## 5.8 Kvælstof/fosforforholdet

Forholdet mellem kvælstof og fosfor i planktonalger, det såkaldte Redfieldforhold /8/, er på vægtbasis normalt 7:1. Mange arter kan imidlertid luksuoptage fosfat (og måske kvælstof), og kan derved fortsætte med at formere sig, selvom omgivelserne er tømt for næring. Såfremt forholdet er forskellig fra 7:1, er planteplanktonsamfundet begrænset i sin vækst af mangel på enten kvælstof (N) eller fosfor (P). Relativ P-begrænsning kan opstå, når N/P-forholdet stiger over cirka 10. Relativ N-begrænsning kan opstå, når N/P-forholdet falder under 5-6 /9/.

Redfieldforholdet er beregnet for 1998 og vist i tabel 5.13. Da det er planktonalgernes interne næringskoncentration (og ikke de uorganiske næringsfraktioner i det omgivende vand) som skal bestemmes, er den partikulære P-fraktion beregnet ved at trække ortho-fosfat fra total-fosfor. Tilsvarende er den partikulære N-fraktion beregnet ved at trække ammonium-kvælstof og nitrit/nitrat-kvælstof fra total-kvælstof.

19/01/98	03/03/98	28/04/98	12/05/98	09/06/98	02/07/98
6	4	17	8	8	7

21/07/98	13/08/98	26/08/98	05/10/98	27/10/98
8	3	5	9	6

**Tabel 5.13** Forholdet mellem partikulært kvælstof og partikulært fosfor (Redfieldforholdet) beregnet for 1998 i Glumsø Sø.

Planteplanktonsamfundet i Glumsø Sø var således i april 1998 relativt fosforbegrænset og i marts samt august 1998 relativt kvælstofbegrænset i sin vækst.

## 6 SEDIMENT

Den 12. november 1998 blev der udtaget 3 prøver af sedimentet på prøvetagningsstationen i Glumsø Sø, hvor også vandprøverne til de kemiske analyser var blevet udtaget.

Sedimentprøverne blev udtaget med et kajakrør, som er et 1 meter langt plexiglasrør monteret på et skaft. Ved at stikke kajakrøret ned i søbunden kan uforstyrrede søjler af sedimentet udtages til analyse. Sedimentsøjlerne blev efter udtagningen skåret op i dybdeintervallerne 0-2, 2-5, 5-10 og 10-20 cm. Da undersøgelser i Søbygård Sø viser, at fosfor kan frigives til den ovenliggende vandfase fra ned til 20 cm's dybde i sedimentet /10/, blev sedimentet herunder ikke analyseret.

Hvert interval i de 3 prøver blev puljet og analyseret for:

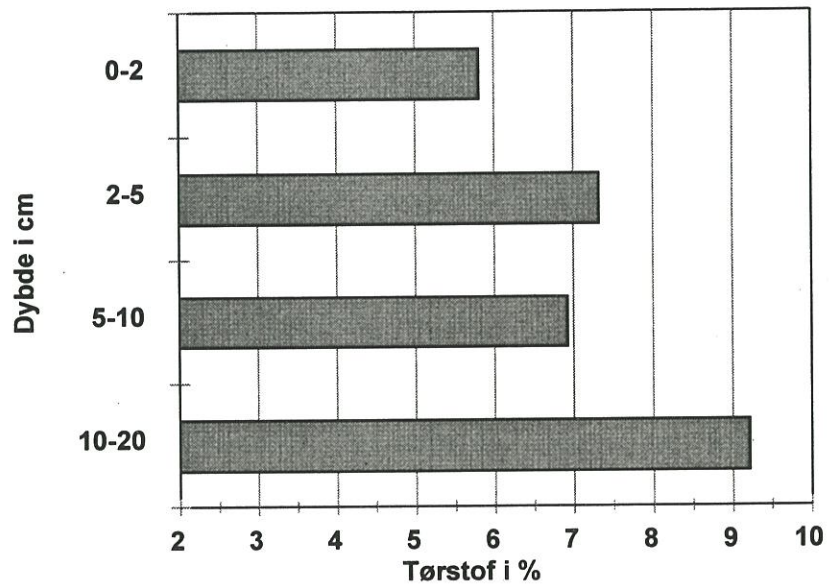
- Tørvægt (% tørvægt af vådvægt)
- Glødetab (% af tørstof)
- Totalfosfor (mg tot-P pr. g tørstof)
- Totaljern (mg tot-Fe pr. g tørstof)
- Massefylde (g/ml)

Prøvetagning og analysemetoder er nærmere beskrevet i Kristensen, P. et al., 1990 /11/. Resultaterne ses i bilag 6.1.

Figur 6.1 viser tørstofindholdet i de enkelte dybdeintervaller. Tørstofindholdet er et udtryk for, hvor vandigt sedimentet er. Et lavt tørstofindhold betyder et højt vandindhold og dermed en blød bund. I en blød bund har undervandsplanterne sværere ved at rodfæste sig, og det øverste lag hvirvles let op ved bølgebevægelser. Herved nedsættes sigtbarheden, og der frigives næringssalte til vandfasen. I Glumsø Sø varierer tørstofindholdet fra 5,8% i overfladen til 9,2% i 10-20 cm's dybde.

I Vandmiljøplanens overvågningsprogram indgår et repræsentativt

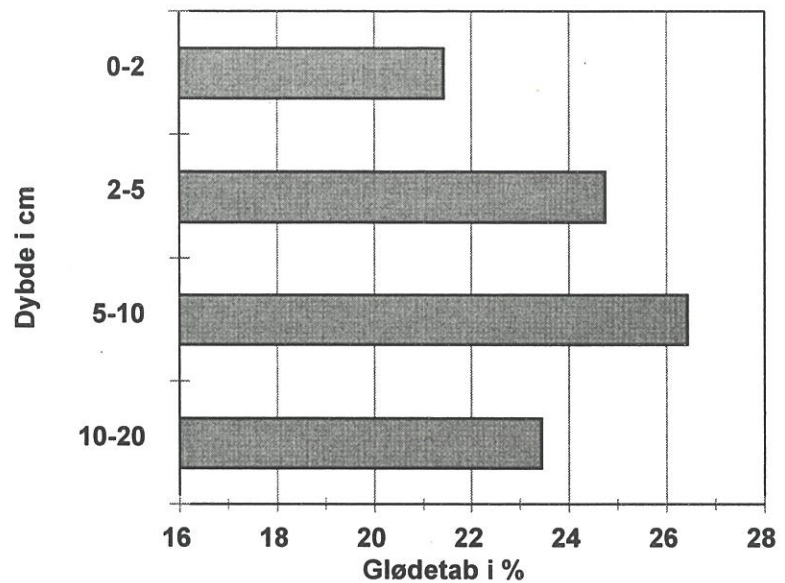
udsnit af danske søer. Rapporten fra Danmarks Miljøundersøgelser vedrørende Vandmiljøplanens overvågningsprogram i 1996 /12/ indeholder en sammenstilling af resultaterne fra sedimentundersøgelserne. Undersøgelserne viser, at medianen af overfladesedimentets tørstofindhold ligger på 9,2%. Medianen er den midterste måling af en serie målinger, som er rangordnet efter størrelse. Med et tørstofindhold på 5,8% i overfladesedimentet (0-2 cm), må bunden i Glumsø Sø karakteriseres som blød.



**Figur 6.1** Tørstofindhold i procent af vådvægt i sedimentet i Glumsø Sø.

Figur 6.2 viser glødetabet som procent af tørvægten. Glødetabet er et udtryk for sedimentets indhold af organisk stof. Jo større glødetabet, jo større indhold af organisk materiale. For søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram ligger medianen af glødetabet i overfladesedimentet på 28,0% /12/. Glødetabet i Glumsø Sø's overfladesediment er 21,4%.



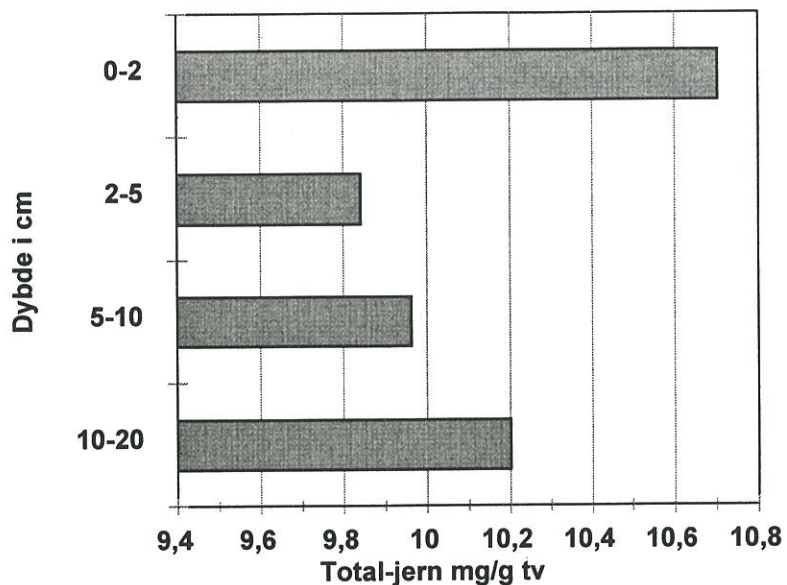


*Figur 6.2 Glødetab i procent af tørvægt i sedimentet i Glumsø Sø.*

Figur 6.3 viser sedimentets jernindhold. Koncentrationen ligger på cirka 10 mg total-jern/g tørvægt ned gennem profilet. Medianen af jernindholdet i overvågningssøernes overfladesediment ligger på 17,8 mg pr. g tørvægt /12/.

Årsagen til, at jernindholdet i sedimentet er interessant er, at jern under visse forhold kan binde fosfor, således at fosforen ikke frigives til vandfasen og derved medvirker til "overgødsningen" af søen. Fosfaten bindes til oxideret ferrijern, som danner brune, rustfarvede oxider og hydroxider i søbunden. Sedimentets evne til at binde fosfaten til udfældet oxideret jern falder imidlertid markant, hvis først ilt, og senere nitrat, forsvinder i bundvandet om sommeren, og ferrijernet derefter bliver reduceret til opløst ferrosjern. Sker det, vil fosfaten frigøres fra søbunden og opløses i vandsøjlen.

Erfaringsmæssigt skal jern/fosforforholdet være større end ca. 15 (på vægtbasis) for at kunne kontrollere fosforfrigivelsen i lavvandede søer /15/.



*Figur 6.3 Koncentrationen af total-jern i sedimentet i Glumsø Sø*

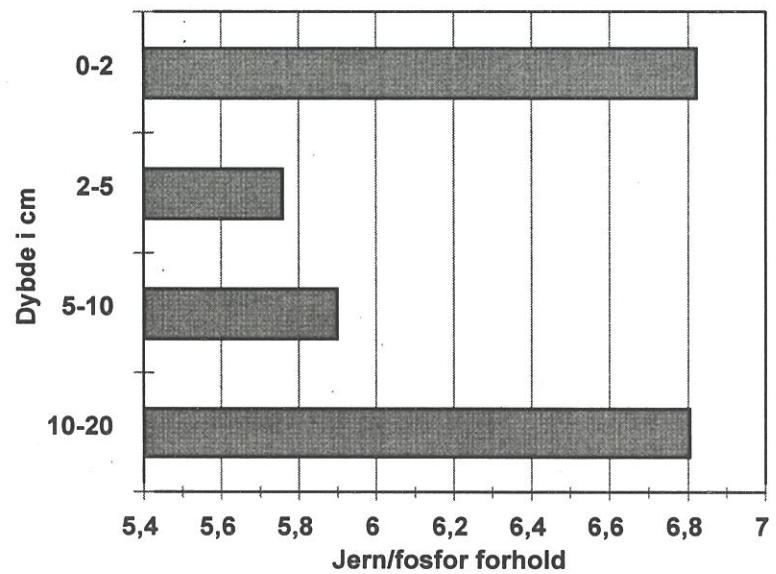
Figur 6.4 viser jern/fosforforholdet i sedimenet i Glumsø Sø. Forholdet ligger på cirka 6-7 ned gennem profilet. Det kan konkluderes, at jern/fosforforholdet i sedimentet er for lavt til at kontrollere fosforfrigivelsen.

Figur 6.5 viser sedimentets indhold af total-fosfor. Koncentrationen er næsten konstant ned gennem profilet og ligger i intervallet 1,5-1,7 mg/g tørvægt. Til sammenligning ligger medianen af overfladesedimentets indhold af total-fosfor i Vandmiljøplanens overvågningssøer på 1,6 mg/g tørvægt (12).

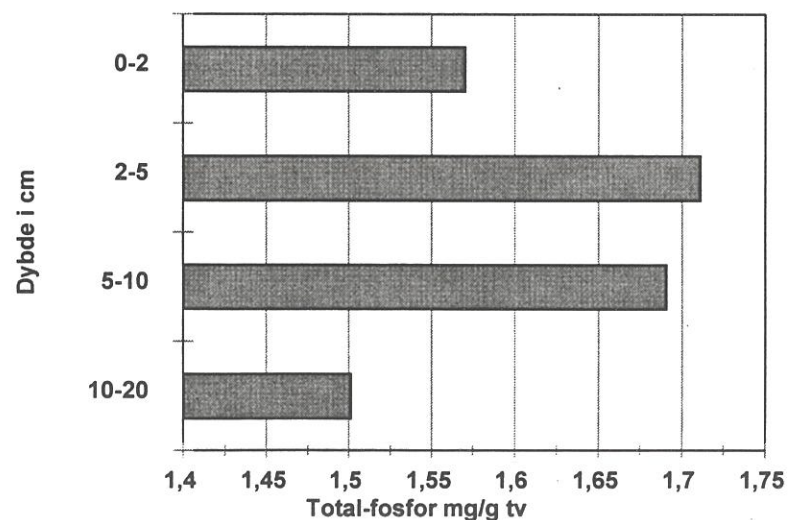
Ved sedimentundersøgelser i juli 1981 fandt Windolf, J. et. al /13/ et indhold af total-fosfor i de øverste 20 cm på 2,51 mg/g tørvægt. Heraf udgjorde den mobile pulje (adsorberet-fosfor og jernbundet-fosfor) 0,66 mg/g tørvægt, svarende til 26% af total-fosfor. Over perioden fra juli 1981 til januar 1983 faldt den mobile fosforpulje fra 9 til 2,4 g P/m<sup>2</sup> /14/. Dette fald skyldtes afskæringen af spildevandstilledningen til søen. Da vandfasens fosforkoncentration står i ligevægt med fosformængden i sedimentet, er der sket en frigivelse fra sedimentets mobile fosforpulje, da fosforkoncentrationen

i vandfasen faldt. Frigivelsen af den mobile fosforpulje er blevet fremskyndet af dels det lave jernindhold i sedimentet og dels en jævnlig omrøring af sedimentet forårsaget af bølger /14/.

Ved denne undersøgelse er den mobile fosforpulje ikke opgjort, men det lave jernindhold og den vindinducerede omrøring af sedimentet må betyde, at den mobile fosforpulje i sedimentet let frigives til vandfasen.



*Figur 6.4 Forholdet mellem jern og fosfor i sedimentet i Glumsø Sø.*



*Figur 6.5 Koncentrationen af total-fosfor i sedimentet i Glumsø Sø.*





## 7 BIOLOGI

De biologiske data omfatter resultaterne af undersøgelser af plante- og dyreplanktonet samt en undersøgelse af fiskebestanden. Prøver af plante- og dyreplanktonet er udtaget med 1-2 prøver årligt i perioden 1992-1997 og 11 prøver i 1998. I starten af september 1998 blev der foretaget en undersøgelse af fiskebestanden.

Der blev foretaget en vegetationsundersøgelse den 19. august 1998. Søen er stort set hele vejen rundt omgivet af tagrør med en bræmme af smalbladet dunhammer yderst. I bredvegetationen blev der fundet i alt 20 arter. Den nordøstlige bred er en stenet, bølgeeksponeret strand. I den sydlige ende går rørsumpen over i ellesump. Langs den vestlige bred fandtes et område med hvid åkande. Der blev, som ved de tidligere undersøgelser, ikke fundet undervandsvegetation i søen. Den ringe sigtddybde og det ustabile sediment gør vanskeligt for undervandsplanter at etablere sig.

Bundfaunaen er sidst blevet undersøgt af Storstrøms Amt i 1990. Undersøgelsen viste, at bundfaunaen bestod af *Tubificidae* (røde børsteorme), som var dominerende, samt *Chironimus plumosus* (dansenmyggelarver) og *Ceratopogonidae* (mittelarver). *Chironimus plumosus* er karakteristisk for lavvandede søer med et højt indhold af alger i vandet, og hvor alt vandet cirkuleres ned over bunden /17/.

### 7.1 Metoder

Prøverne af planteplanktonet er udtaget som en ufiltreret blandingsprøve, hvor delprøverne er udtaget i overfladen og i sigtddybden, dog ikke dybere end ½ meter fra bunden. Desuden er der ved hjælp af et planktonnet med en maskevidde på 20 µm udtaget en prøve. Prøverne er straks efter udtagningen blevet konserveret i sur lugol.

I laboratoriet er de ufiltrerede planteplanktonprøver hældt op i 10 ml sedimentationskamre. Efter henstand af kamrene i minimum 8 timer er prøverne blevet artsbestemt i et Zeiss omvendt mikroskop, og den relative hyppighed af de enkelte arter er skønnet efter skalaen i nedenstående tabel 7.1. Metoden er semikvantitativ, idet den beskriver artssammensætningens variation gennem året og fra år til år, men ikke afslører, hvor stor biomassen har været. Netprøverne er blevet anvendt supplerende, således at arter, som kun er fundet i netprøven, er blevet registreret som værende tilstede, uanset den relative hyppighed i netprøven.

Hyppighed	Bemærkning
xxxx	Dominerende/hyppig
xxx	Hyppig
xx	Almindelig
x	Tilstede

**Tabel 7.1** Hyppighedsskala anvendt til semikvantitativ bestemmelse af plante- og dyreplanktonarter i de enkelte prøver.

Prøver af dyreplanktonet er indsamlet med et planktonnet med en maskevidde på 140 µm og straks herefter konserveret i sur lugol. I laboratoriet er prøverne blevet artsbestemt, og den relative hyppighed af de enkelte arter er angivet efter skalaen i tabel 7.1. Ved indsamling med planktonnettet bliver hjuldyrene underrepræsenteret, idet de som regel er mindre end nettets maskevidde. Kun for den store art *Asplanchna priodonta* er hyppigheden angivet. For øvrige hjuldyr er det i bilag 7.1 angivet med "-" om de har været tilstede i prøverne.

Fiskeundersøgelsen blev udført den 1. - 2. september 1998, som en reduceret udgave af det standardiserede fiskeundersøgelsesprogram type A, der er nærmere beskrevet i Mortensen et al. (1990) /16/. Søen blev opdelt i 6 sektioner. Der blev anvendt 3 biologiske oversigtsgarn og 1 ruse i hver anden sektion. Desuden blev der i

disse sektioner elfisket forskellige steder langs bredden i sammenlagt 1/2 time pr. sektion. Formålet med elfiskeriet er at fange fiskearter, der holder til i bredvegetationen samt de yngste årgange af de fleste fredfisk, som ofte er samlet i stimer i bredzonen.

Et biologisk oversigtsgarn består af 14 garnsektioner med forskellig maskestørrelse, således at fisk af forskellig størrelse og alder kan fanges heri. De 3 garn i hver sektion blev sat henholdsvis midt i sektionen (flydegarn), langs bredden (bundgarn) og vinkelret ud fra bredden (bundgarn). Rusen blev sat vinkelret ud fra bredden. Garnene og rusen blev sat om eftermiddagen og taget op næste morgen.

## 7.2 Planteplankton

I bilag 7.1 ses den relative hyppighed af de enkelte planteplanktonarter i perioden 1992-1999.

I 1998 var der en dominans af små centriske kiselalger i januar måned. I perioden marts-oktober er planteplanktonet domineret af den chlorococcale grønalger *Scenedesmus quadricauda*. Ved en planktonundersøgelse i 1988 blev der fundet den samme algesammensætning over året (refereret i /5/). Dette mønster, med en voldsom dominans af grønalger hovedparten af året, og en kiselalgedominans først og eventuelt sidst på året, er kendt fra andre eutrofe søer.

Blågrønalger (*Woronichinia compacta* og *Pseudoanabaena limnetica*) var dominerende flere gange i første halvdel af 1990'erne. I 1998 optrådte blågrønalger (*P. limnetica*) kun hyppigt i juli måned. Blågrønalger er ikke blevet fundet i større mængder ved tidligere undersøgelser, og må siges at være tegn på en bedring i søens tilstand. Ifølge Danmarks Miljøundersøgelser /18/ udgør grønalger den dominerende algegruppe i søer med en total-fosforkoncentration større end 0,35 mg/l. I søer med en total-fosforkoncentration på 0,1- 0,35 mg/l er blågrønalger derimod den domi-



nerende gruppe. Da koncentrationen af total-fosfor i Glumsø Sø gik under 0,35 mg/l midt i 1990'erne, er det nærliggende at forklare tilstedeværelsen af blågrønalgerne med faldet i søkoncentrationen af fosfor.

### 7.3 Dyreplankton

I perioden 1992-1998 er der indsamlet dyreplankton i Glumsø Sø. Følgende hovedgrupper er repræsenteret i planktonet: *Rotatoria* (hjuldyr), *Cladocera* (dafnier) og *Copepoda* (vandlopper). Vandlopperne underopdeles i de "svævende" vandlopper (*Calanoida*), som helt mangler i Glumsø Sø, og de "hoppende" vandlopper (*Cyclopoida*). Arterne/slægterne fremgår af bilag 7.2.

Blandt hjuldyrene er det kun *Asplanchna priodonta*, som i perioder har optrådt hyppigt eller dominerende.

Af *Cladocera* (dafnier) er det hovedsageligt den lille filtrerende snabeldafnie *Bosmina longirostris* som, bortset fra vintermånedene, har optrådt hyppigt og dominerende. *Daphnia cucullata*, som er en egentlig dafnie, er almindelig i Glumsø Sø.

De fleste unge generationer af fisk, eksempelvis skalle, brasen og aborre, æder dafnier. Dafnierne er langsomme og kan ikke registrere trykbølger fra fiskene. Da dafnierne fremtræder glasklare og gennemskekelige på nær øjet og tarmen, er deres bedste beskyttelse derfor at undgå at blive set. Ved intensiv predation overlever de mindste former bedst.

I modsætning til dafnierne, hvor unge og gamle dafnier ligner hinanden, så ændrer vandlopperne udseende under udviklingen. I de første 6 livsstadier er dyret en såkaldt nauplie. De efterfølgende 5 stadier benævnes copepoditer, hvorfra det kønsmodne voksne individ udvikler sig. Vandlopperne overlever ofte vinteren i søer som voksne, mens dafnierne ofte overlever i form af hvileæg.



De calanoide vandlopper er meget udsatte for predation fra fisk, fordi de er relativt store og bevæger sig langsomt (derfor tilnavnet de "svævende" vandlopper). Fiskene foretrækker nemlig generelt de langsomt bevægelige og let synlige former. Calanoide vandlopper lever af at filtrere vandet for partikler, som de spiser.

De cyclopoide vandlopper kan registrere trykbølger fra fisk og de er i stand til, hvis de føler sig truet, at hoppe væk fra en angribende fisk (derfor tilnavnet de "hoppende" vandlopper). Cyclopoide vandlopper griber deres bytte, som kan være planteplankton eller andre dyr, først og fremmest mindre dyreplanktonorganismer. Som regel vil de yngste stadier, nauplierne, være rent herbivore, mens rov bliver relativt vigtigere i de senere stadier. De voksne kan være rent rovlevende.

Dyreplanktonet i Glumsø Sø er domineret af små dafnier og cyclopoide vandlopper. De calanoide vandlopper mangler helt. Denne sammensætning tyder på, at dyreplanktonet er udsat for en betydelig predation fra fisk, således at det er predationen, som regulerer dyreplanktonets biomasse og sammensætning. Den høje biomasse af planteplankton (målt som klorofyl-a) tyder ikke på, at dyreplanktonet er fødebegrænset.

## **7.4 Fisk**

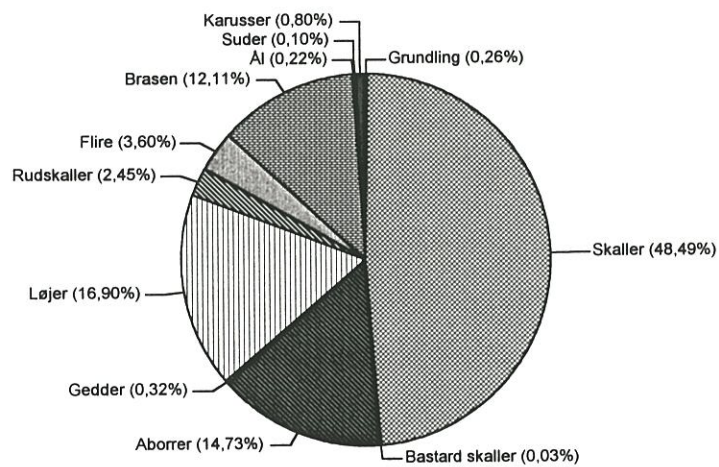
I starten af september 1998 blev der, som beskrevet i afsnit 7.1, lavet en fiskeundersøgelse i Glumsø Sø. Bilag 7.3 indeholder samtlige data fra undersøgelsen.

I alt blev der fanget 3.137 stk. eller 76,6 kg fisk fordelt på 11 arter samt en hybrid (brasenskalle), se tabel 7.2.

	Antal i alt	Antal <10 cm.	Antal >10 cm.	Vægt i alt g
Grundling	8	8	0	39
Skaller	1521	1287	234	13693
Bastard skaller	1	1	0	9
Aborrer	462	348	114	9096
Gedder	10	0	10	4167
Løjer	530	488	42	895
Rudskaller	77	39	38	1632
Flire	113	38	75	8967
Brasen	380	155	225	21613
Ål	7	0	7	3473
Suder	3	0	3	3214
Karusser	25	1	24	9842

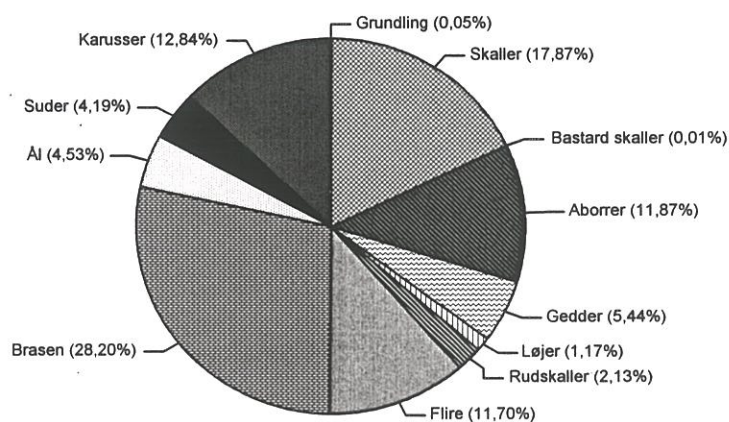
**Tabel 7.2** Den samlede fangst i antal og vægt i Glumsø Sø.

Som det ses af figur 7.1 udgør skaller antalsmæssigt halvdelen af fangsten, mens hovedsageligt løjer, aborrer og brasen udgør den anden halvdel.



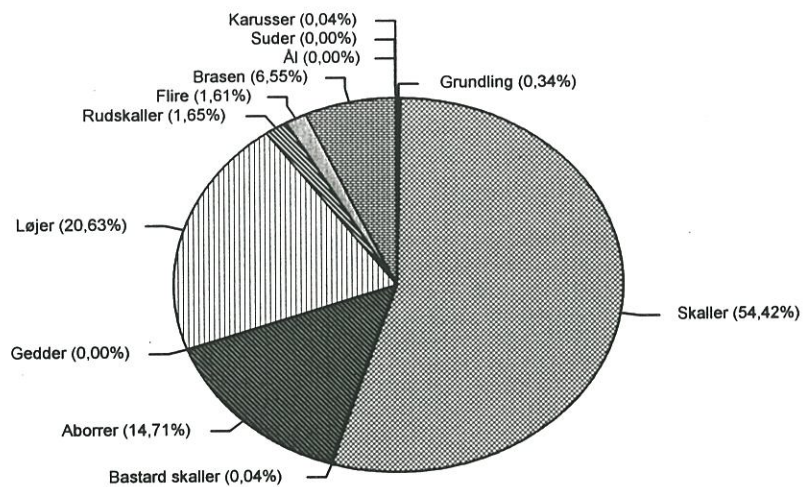
**Figur 7.1** Den procentvise fordeling af antallet af fangede fisk i Glumsø Sø.

Ved sammenligning med den vægtnæssige fordeling af fangsten ses (figur 7.2), at brasen udgør knapt 30% af biomassen og med skaller på andenpladsen med knapt 20% af den samlede biomasse. Karusser, aborrer og flirer udgør hver især godt 10% af biomassen.

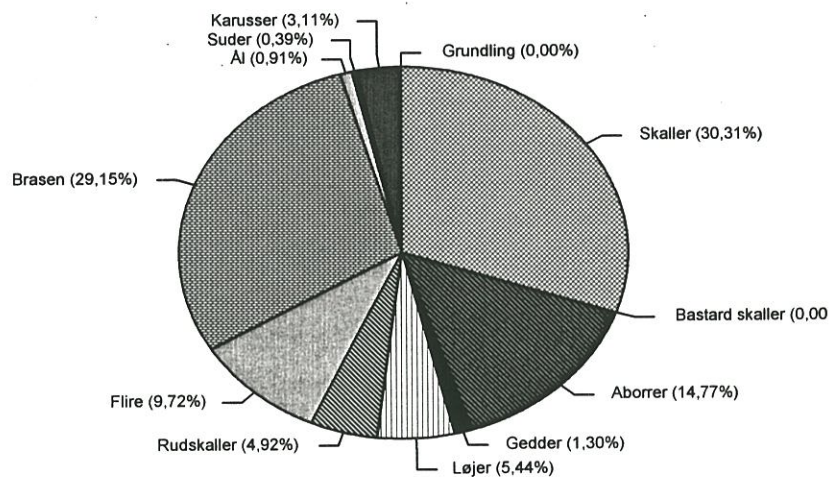


**Figur 7.2** Den procentvise fordeling af vægten af fangede fisk i Glumsø Sø

Deler vi fangsten op i fisk mindre end (figur 7.3 ), og i større end 10 cm ( figur 7.4), udgør skaller mindre end 10 cm over halvdelen af fangsten. For fangne fisk større end 10 cm udgør skaller og brasen hver især 30%. I begge størrelsesintervaller udgør aborrer 15%.



**Figur 7.3** Den procentvise fordeling af antallet af fangede fisk mindre end 10 cm i Glumsø Sø.



**Figur 7.4** Den procentvise fordeling af antallet af fangede fisk større end 10 cm i Glumsø Sø.

Det gennemsnitlige antal fisk, eller den gennemsnitlige vægtmængde af en given art, der fanges pr. net (kaldet CPUE) benyttes til at sammenligne fisketætheder søer imellem og fiskeundersøgelser imellem.



I august 1988 udførte Fiskeøkologisk Laboratorium en fiskeundersøgelse i Glumsø Sø /19/. Undersøgelsen blev udført efter det standardiserede fiskeundersøgelserprogram /16/ og resultaterne er derfor sammenlignelige med nærværende undersøgelse. Man skal dog være opmærksom på, at sådanne stikprøveundersøgelser kan være behæftet med betydelig usikkerhed. I nedstående tabel 7.3 er CPUE for de mest betydende fisk sammenlignet de 2 undersøgelser imellem. CPUE er beregnet som summen af den gennemsnitlige fangst pr. garn og pr. elbefiskning pr. sektion.

Art	Størrelse	Antal	CPUE
<b>Skalle</b>	< 10 cm	1988	111,8
		1998	91,3
	> 10 cm	1988	135,2
		1998	34,6
<b>Brasen</b>	< 10 cm	1988	4,8
		1998	7,8
	> 10 cm	1988	37,6
		1998	19,3
<b>Aborre</b>	< 10 cm	1988	48,1
		1998	26,3
	> 10 cm	1988	12,9
		1998	11,1

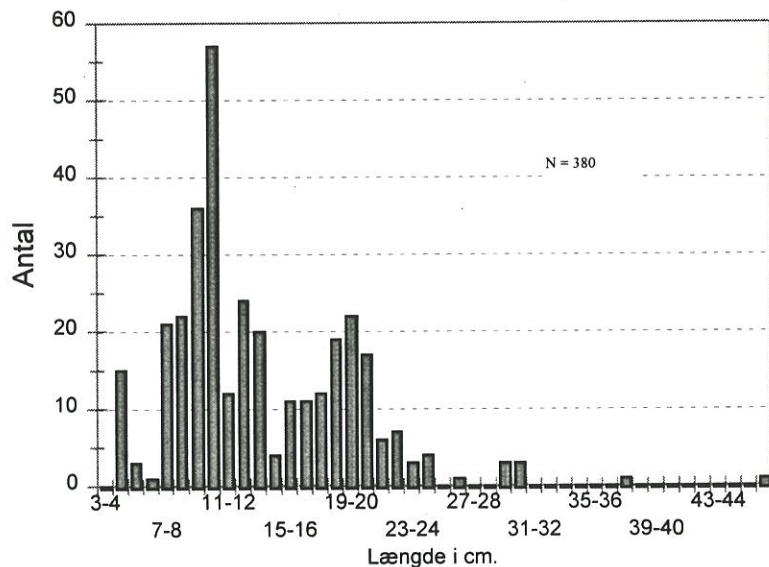
*Tabel 7.3 Gennemsnitlige antal fisk pr. indsats (CPUE) i Glumsø Sø.*

Tabel 7.3 viser, at der er sket ændringer i fiskebestandens sammensætning siden 1988. Antallet af store brasen (> 10 cm) og specielt store skaller er gået tilbage siden 1988. For aborre er antallet af små individer (< 10 cm) gået tilbage.

Fiskeundersøgelsen viser, at biomasse mæssigt er brasen den mest betydende fisk i Glumsø Sø. Føden består i de første par år af

dyreplankton, hvorefter fødevalget ændres til bundlevende smådyr som orme og myggelarver. Under fødesøgningen hvirvles bundmaterialet op, således at vandet bliver uklart og næringssaltene i sedimentet frigives og bliver tilgængeligt for planteplanktonet.

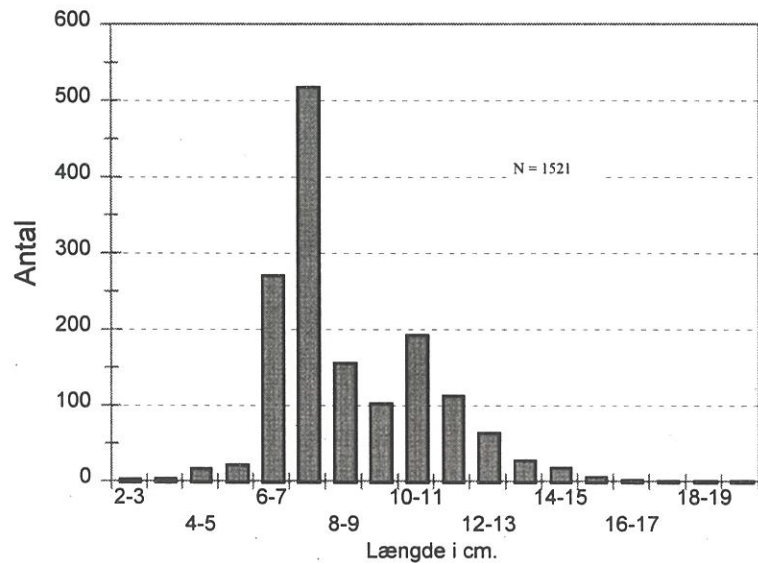
Figur 7.5 viser størrelsesfordelingen af de fangede brasener. Det er bemærkelsesværdigt, at der kun blev fanget ganske få brasener større end 25 cm. Derimod er årsynglen (0+), samt ynglen fra i hvert fald de 2 foregående år (1+ og 2+) til stede, repræsenteret ved de 3 toppe ved 4-5 cm, 10-11 cm og 19-20 cm. Brasen er kendt for at have en svingende gydesucces, og det er ikke usædvanligt, at flere årgange mangler. At så få brasen, større end 25 cm, er til stede, skyldes dog snarere knaphed på føde, idet konkurrencen om bunddyr og de større arter af dyreplankton er stor.



**Figur 7.5** Størrelsesfordelingen af fangede brasen i Glumsø Sø.

Skallen, som antalsmæssigt er den mest betydende fisk i Glumsø Sø, tilbringer de første måneder i bredvegetationen, men træffes efterhånden i stimer i det åbne vand. Den lever af dafnier og vandlopper i det yngste stadie (0-1 år), og bliver herefter altædende og spiser dyreplankton, bunddyr, alger og partikulært, organisk materiale.

Størrelsesfordelingen (figur 7.6) viser, at bestanden kan opdeles i årsynglen på 6-8 cm (0+) og en bestand af større, kønsmodne individer omkring 10-12 cm (1+). Der er kun få skaller større end 15 cm. Bestanden er formentlig først og fremmest reguleret af den hårde fødekonekurrence på dyreplankton og bunddyr.

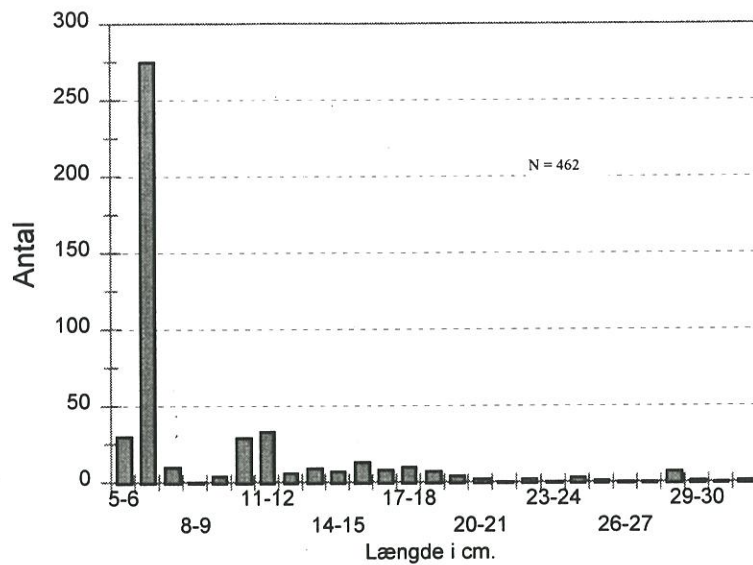


**Figur 7.6** Størrelsesfordelingen af fangede skaller i Glumsø Sø.

I sine første levemåneder træffes aborren i bredzonen, hvor den søger skjul i vegetationen. Føden består overvejende af dyreplankton. Efterhånden som den vokser, søger den ud fra vegetationen, og føden udgøres efterhånden af bundlevende smådyr. Aborrrer større end 10-12 cm er udprægede rovfisk, der holder til uden for bredvegetationen, hvor den ernærer sig af småfisk, herunder yngel af egne artsfæller.

Længdefordelingen af de fangde aborrrer viser, at bestanden antalsmæssigt er domineret af forårets yngel (0+), som på undersøgelsestidspunktet har nået en størrelse på 6-7 cm, samt ynglen fra sidste år (1+), som har nået en størrelse på 10-12 cm. Desuden er der en mindre bestand af større, rovlevende individer (figur 7.7).





**Figur 7.7** Størrelsesfordelingen af fangede abborer i Glumsø Sø.

Med 11 fundne arter (samt en hybrid) må Glumsø Sø betegnes som artsrig. I søerne omfattet af Vandmiljøplanens overvågningsprogram er der typisk 6 - 8 arter /20/. De mange arter skyldes sandsynligvis søens forbindelse til Susåen og de nærvedliggende Tystrup-Bavelse søer.

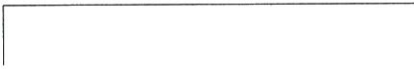
Fiskebestandens sammensætning med vægtmæssig dominans af brasen og antalmæssig dominans af skaller er typisk for en næringsrig sø. Rovfiskene (abborer og gedder) er ikke i stand til at kontrollere bestanden af fredfisk (først og fremmest brasen, skalle og karuds). Bestandene af brasen, skaller og abborer er domineret af mindre individer, hvilket tyder på en hård fødekonekurrence om de bundlevende dyr (børsteorm, dansemyggelarver og mittelarver). Dyreplanktonets sammensætning med mange små dafnier og cyclopoide vandlopper er formodentligt resultatet af de mange små fredfisk og aborrers prædation.

Siden 1988 er der blevet færre store skaller og brasen, hvilket må skyldes en skærpet fødekonekurrence om bunddyrene. At der er blevet færre små aborre kan skyldes, at der ligeledes er hård



konkurrence om det større dyreplankton.

I 1997 udsatte "Næstved Sportsfiskerforening af 1948" og "Suså Lystfiskerforening" 200 sandarter på hver omkring et halvt kilo samt 5.000 små gedder i Glumsø Sø. Formålet var at reducere antallet af dyreplankton-spisende fredfisk og derved bedre søens tilstand. Denne indsats har desværre ikke båret frugt. Sandsynligvis fordi søens belastning stadig er for høj, og fordi antallet af udsatte rovfisk var for lille i forhold til søens størrelse.



## 8 KONKLUSION

Siden 1981, hvor spildevandet blev afskåret fra Glumsø Sø, er der sket en betydelig reduktion i belastningen med fosfor og kvælstof. Den nedsatte belastning har resulteret i et tilsvarende fald i søkoncentrationerne af fosfor og kvælstof. På trods af dette fald er der ikke sket en bedring af tilstanden. Selv om mængden af planteplankton, målt som klorofyl-a, er faldet gennem årene, er mængden stadig så høj, at der ikke kan spores nogen bedring i sigtddybden.

Den store produktion af planteplankton i sommerperioden skyldes, at koncentrationerne af fosfor og kvælstof stadig er høje i Glumsø Sø. Af næringsstofferne var det i april 1998 fosfor, og i marts samt august 1998 kvælstof, som var begrænsende for væksten af planteplanktonet.

Foruden belastningen med næringsstoffer fra oplandet sker der også en intern belastning af Glumsø Sø, idet der frigives fosfor fra sedimentet til søvandet. Denne aflastning skyldes den faldende eksterne belastning, samt at fosforen let frigives fra sedimentet. Puljen af fosfor i sedimentet vil derfor falde med årene, idet en del af fosforen forlader søen via afløbet. Aflastningen er udtryk for, at søen stadig ikke er kommet i balance med sin eksterne belastning. På et tidspunkt vil der indstille sig en ny ligevægt, hvorefter søen vil begynde at tilbageholde en del af den tilledte fosfor.

Hvornår denne nye ligevægt har indstillet sig, den såkaldte indsvingningstid, er vanskelig at sige /28/. Det skyldes blandt andet, at selv om vandets opholdstid i Glumsø Sø beregnet på årsbasis er kort, så varierer opholdstiden betydeligt over året. Gennemstrømningen er således ofte lav om sommeren, hvor frigivelsen fra sedimentet er størst, og høj i efteråret og foråret, hvor frigivelsen er lav. Det betyder, at en del af den fosfor, som frigives om sommeren igen sedimenterer før gennemstrømningen øges, hvorfor puljen i sedimentet kun langsomt udtømmes. Desuden er frigivel-

sen fra de dybereliggende lag i sedimentet en langsom proces, som kun delvist er påvirket af vandets opholdstid.

WATERconsult har i sin rapport fra 1992 /26/ foreslået indgreb med henblik på at øge vandskiftet i sensommerperioden. I forbindelse med de høje fosforkoncentrationer i sensommeren vil en øget vandgennemstrømning, før der sker en udsedimentering af planteplanktonet, kunne øge fosforudskyldningen fra søen. Ved at opstemme afløbet søges det at opretholde en højere vandstand i sommerperioden. Ved efterfølgende at bortlede vand i forbindelse med sensommerens høje fosforkoncentrationer i søvandet kan fosforudskyldningen øges.

Foruden den interne belastning, kan også træghed i det biologiske system forlænge indsvingningstiden for Glumsø Sø. Det er kendt fra andre søer, at især de dyreplanktonspisende fisk, som skalle og brasen, kan fastholde en sø i en dårlig tilstand i en årrække på trods af en sænkning af belastningen. I Væng Sø medførte en opfiskning af 50% af disse fisk en betydelig forkortelse af indsvingningstiden /28/.

## 8.1 Scenarier

I forbindelse med afrapporteringen af Vandmiljøplanens årvågningsdata i 1997 sammenstillede Danmarks Miljøundersøgelser en række empiriske formler for søer i ligevægt (bilag 8.1). Formlerne kan ud fra opholdstid, middeldybde og indløbskoncentrationerne af næringssalte forudsige de resulterende søkoncentrationer af næringssalte og klorofyl samt sigtddybde.

I bilag 8.2 er gennemført en beregning for 1998 baseret på vandføringsvægtede årsmiddelværdier for kvælstof og fosfor målt i Kølebæk samt den beregnede opholdstid og middeldybde i søen. Beregningen tager ikke højde for, hvad der kommer af belastning fra det umålte opland, herunder overløb fra Glumsø renseanlæg, som udgør 11% af det samlede opland.



Beregningen viser, at når Glumsø Sø med tiden er færdig med at aflaste, og er kommet i balance med sin eksterne belastning fra det målte opland, vil søkoncentrationen af fosfor som årsmiddel ligge på 0,77 mg/l. Sommermiddelsigt dybden vil komme op på 1,2 - 1,6 meter og sommermiddelklorofylindholdet vil komme ned på 57 - 73 mg/m<sup>3</sup>.

1998 var et meget nedbørsrigt år, hvilket medførte en stor afstrømning og dermed en relativ kort opholdstid. I år med mere normal nedbørsmængde vil opholdstiden derfor blive længere. Med en fordobling af opholdstiden kommer søkoncentrationen af fosfor ned på 0,69 mg/l, sigt dybden bliver 1,3 - 1,7 meter og klorofylindholdet 53 - 69 mg/m<sup>3</sup> (bilag 8.3).

Modelberegningerne viser således, at når Glumsø Sø er kommet i balance, vil målsætningens kravværdier til sigt dybde og klorofylindhold kunne overholdes.



## 9 RESTAURERINGSFORSLAG

Selv om Glumsø Sø befinder sig i en aflastningssituation, kan aflastningen fremmes ved at opstemme afløbet, og således opretholde en højere vandstand i sommerperioden. Ved efterfølgende at bortlede vand i forbindelse med sensommerens høje fosforkoncentrationer i søvandet kan fosforudskylningen øges.

Inden opstemningen og den øgede fosforudskylning iværksættes, skal konsekvenserne for resten af Susåsystemet, herunder Bavelse Sø og Karrebæksminde Bugt, vurderes i samarbejde med Vestsjællands Amt.

Når aflastningen er ophørt, og søen er kommet i balance med den eksterne belastning, skal sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor være bragt ned omkring 0,050 - 0,100 mg/l, idet fosforkoncentrationen erfaringsmæssigt skal herved før en blivende klarvandet tilstand kan forventes /29/. Modelberegningerne baseret på det målte opland for 1998 viser, at med den nuværende eksterne belastning er dette mål realistisk.

I Forslag til tillæg nr. 4 til regionplan 1997 - 2009 for Storstrøms Amt /30/ er spildevandsrensningen i den spredte bebyggelse i oplandet til Glumsø Sø foreslået udbygget til biologisk rensning med fosforfjernelse. Denne udbygning kan eventuelt afvente resultaterne af den forøgede aflastning fra søen. Såfremt søkoncentrationen af fosfor herefter ikke er nået ned på de 0,050 - 0,100 mg/l, bør udbygningen iværksættes.

Tiltag over for de regnvandsbetingede udledninger bør under alle omstændigheder iværksættes, idet det fremgår af Suså Kommunes spildevandsplan 1998 - 2008 /21/, at ved den planlagte udvidelse af regnvandsbassinet på Glumsø renseanlæg kan belastningen herfra nedbringes fra henholdsvis 51 kg kvælstof og 13 kg fosfor til 3 kg kvælstof og 1 kg fosfor. Renseanlæggets overløbsvand indgår ikke i modelberegningerne, og det er en forudsætning for

disse, at belastningen fra det umålte opland er så lille som mulig.

Hvis dette ikke af sig selv får Glumsø Sø til at opfylde målsættningens kvalitetskrav om et alsidigt dyre- og planteliv, vil det være aktuelt at lave såkaldt biomanipulation i søen.

Denne biomanipulation kunne være udsætning af rovfisk i form af geddeyngel og store aborrer eller begge dele. En opfiskning af de dyreplanktonspisende fisk som skalle, brasen og karuds vil på længere sigt næppe have nogen effekt på grund af indvandring af nye individer fra Susåsystemet.

Der blev i 1981-1982 flere gange observeret tilbageløb til Glumsø Sø fra Telemarksgrøften /13/. Herved kan spildevand fra Glumsø renseanlægs afskærende ledning være løbet baglæns ind i søen. Det er derfor en forudsætning for en bedring af miljøtilstanden i søen, at det afklares, om et sådant tilbageløb stadig kan forekomme. I givet fald skal der ske en regulering af Telemarksgrøften, som sikrer en bedre vandføringsevne.

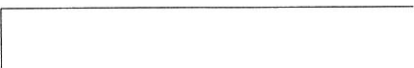


## 10 REFERENCER

1. **Kamp-Nielsen, L., 1986:** Modelling the recovery of hypertrophic Lake Glumsø. *Hydrobiological Bulletin* 20 (½): 245-255.
2. **Salomonsen, J. og Juul Jansen, J., 1990:** Modelling of struktur-dynamik i Glumsø Sø. Specialerapport. Københavns Universitet.
3. **Jørgensen, S., E., Jacobsen, O., S., Høj, I., 1974:** A prognosis for a lake. *Vatten*, 29: 382-404.
4. **Storstrøms Amt, december 1997:** Regionplan 1997-2009.
5. **Petersen, H., WATERconsult, udarbejdet for Storstrøms Amt, 1991:** Glumsø Sø 1972-1990.
6. Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1998. Jensen, J., P. et al. (udkast).
7. **Jørgensen, S., E. Og Kamp-Nielsen, L.:** Eutrofieringsmodeller som prognoseværktøj - et case study: Glumsø Sø. *Vand & Miljø* 5/1986.
8. **Redfield, A. C., Ketchum, B. H., Richards, F. A. (1963)** The influence of organisms on the composition of seawater. - From Hill, M. N. (ed.): *The sea* 2: 26 - 79. Wiley interscience. New York.
9. **Olrik, K. (1993).** Planteplanktonøkologi. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 243.
10. **Kristensen, P., Søndergaard, M., Jeppesen, E. (1992).** Resuspension in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia* 228: 101-109.

11. **Kristensen, P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Mortensen, E., Rebsdorf, A.** Prøvetagning og analysemetoder i søer: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990.
12. **Kristensen, P., Windolf, J., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Sortkær, L. (1997)** Ferske vandområder-søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 211.
13. **Windolf J., Christensen T., Vestergård B., (1983):** Fosfor massebalance på Glumsø og dens sediment. 11<sup>th</sup> Nordic Symposium on sediments. Finse Norway. Norsk Limnologforening: 93-106.
14. **Kamp-Nielsen, L., (1989):** Lake restoration by reduction of nutrient loading. Academica Verlag.
15. **Jensen, H. S., Andersen, F. Ø. (1990).** Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. NPO- forskning fra Miljøstyrelsen nr. C4 1990.
16. **Mortensen, E., Jensen, H. J., Muller, J. P., Timmermann, M. (1990).** Fiskeundersøgelser i søer. Teknisk anvisning nr. 3 fra Danmarks Miljøundersøgelser.
17. **Sand-Jensen, K. og Lindegaard, C.:** Økologi i søer og vandløb. Gads Forlag. København 1996.
18. **Kristensen, P., Jensen, J. P., Jeppesen, E., Erlandsen, M. (1991)** Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1990. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 38.
19. **Muller, J., P. og Jensen, H., J. (1988).** Fiskebiologiske undersøgelser i Glumsø og Bonderup Mose. Fiskeøkologisk Laboratorium. Januar 1989.

20. **Jensen, J., P. et al. Miljø- og Energiministeriet.** Ferske Vandområder - Søer. Faglig rapport fra DMU, nr. 211 1997.
21. **Suså Kommune. Udateret.** Spildevandsplan 1998 - 2008.
22. **Storstrøms Amt. 1998.** Projekt "spredt". En undersøgelse af spildevandsbelastningen fra den spredte bebyggelse.
23. **Miljøstyrelsen, 1997.** Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 1997 af Vandmiljøplanens overvågningsprogram.
24. **Windolf, J. (red.) (1998).** Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1997. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 253.
25. **NOVA 2003.** Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplande. Teknisk anvisning. Danmarks Miljøundersøgelser, 1998.
26. **Suså Kommune og Storstrøms Amt.** Glumsø Sø. Fosforkoncentration og sigtddybde. Notat. December 1992..
27. **Artikel** i Næstved Tidende. 21. Maj 1997.
28. **Kristensen, P., et al. Danmarks Miljøundersøgelser.** Eutrofieringsmodeller for søer. Npo-forskning fra Miljøstyrelsen. Nr. C9. 1990..
29. **Miljø- og Energiministeriet 1999.** Vandmiljø-99. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, 1/1999.
30. **Storstrøms Amt. Oktober 1999.** Forslag til tillæg nr. 4 til Regionplan 1997-2009. Spildevandsrensning i det åbne land.





**11 BILAG**



**Glumsø Sø - målt opland**

		kg N	kg P
1	Målt transport	13425,0	114,3
2	Renseanlæg	0,0	0,00
3	Industri	0,0	0,00
4	Regnvandsbetingede udløb	167,0	42,00
5	Spredt bebyg	38 huse á 2,3 pe	173,1
6	Baggrundsbidrag	1,52 mgN/l og 0,05 mgP/l og 34 l/s	1629,8
7	Atmosfærisk bid.	0,0	0,00
8	Søretension	0,0	0,00
9	Dyrkede arealer	11455,1	-20,61
10	Dyrkede arealer, fast	353,71 ha * 0,128 kgP/ha	45,27

**Glumsø Sø - umålt opland**

11	Renseanlæg	0,0	0,00
12	Industri	0,0	0,00
13	Regnvandsbetingede udløb	51,0	13,00
14	Spredt bebyg	8 huse á 2,3 pe	36,4
15	Baggrundsbidrag	1,52 mgN/l og 0,05 mgP/l og 3,62 l/s	173,7
16	Atmosfærisk bid.	0,0	0,00
17	Søretension	0,0	0,00
18	Dyrkede arealer	51,66 ha á 17,79 kgN/ha og 0,033 kgP/ha	919,0
19	Dyrkede arealer, fast P-koeff	51,66 ha á 0,128 kgP/ha	6,61
20	Samlet tilførsel	1180,2	28,71
21	Samlet tilførsel m. fast P-koeff		33,63

**Glumsø Sø - samlet tilførsel**

2+11	Renseanlæg	0,0	0,00
3+12	Industri	0,0	0,00
4+13	Regnvandsbetingede udløb	218,0	55,0
5+14	Spredt bebyg	209,5	47,60
6+15	Baggrundsbidrag	1,52 mgN/l og 0,05 mgP/l og 3,62 l/s	1803,5
7+16	Atmosfærisk bid.	22,68 ha á 15 kgN/ha og 0,1 kgP/ha	340,2
8+17	Søretension	0,0	0,00
9+18	Dyrkede arealer	12374,2	-18,92
10+19	Dyrkede arealer, fast		51,89
1+20	Samlet tilførsel	14945,4	145,28
10+21	Samlet tilførsel m. fast P-koeff		216,09

Bilag 4.2

Aar	Arsvaerdi kg	Januar kg	Februar kg	Marts kg	April kg	Maj kg	Juni kg	Juli kg	August kg	September kg	Oktober kg	November kg	December kg
1998 Total-N	13425	2689,1	2307,4	2146,5	2331,3	203,52	73,611	27,725	19,568	14,434	412,43	1263,4	1936,5
1998 Total-P	114,3	9,681	8,677	17,258	50,465	2,092	1,104	0,867	0,574	0,312	4,797	7,718	10,75
1998 Vand l/s	34	66,9	66,7	64,8	75,3	9,6	4,8	2,3	1,6	1,2	16,5	40,7	60,1
1998 Total-N, Telemarksgroften	9883,2	1688,2	1659,6	2098,6	1778,6	256,29	74,189	18,406	10,602	35,227	151,81	757,87	1353,8
1998 Total-P, Telemarksgroften	210,88	31,761	27,789	25,755	32,523	16,995	9,542	3,122	1,754	1,654	10,884	23,112	25,99
1998 Vand l/s, Telemarksgroften	57,1	106,8	109,3	107,3	111,3	30,3	12,3	4,8	2,4	3,1	27,7	89,2	85,2



**Koncentrationerne af kvælstof og fosfor målt henholdsvis i Kølebæk ved indløbet i Glumsø Sø og i Telemarkgrøft ved afløbet fra søen.**

**Bilag 4.3**

Dato	Tilløb		Afløb	
	Total-N mg/l	Total-P mg/l	Total-N mg/l	Total-P mg/l
10-feb-98	15	0,054	5,9	0,111
10-mar-98	12	0,053	7,47	0,086
06-apr-98	13	0,314	7,09	0,097
05-maj-98	8,19	0,076	3,19	0,164
02-jun-98	6,64	0,073	2,85	0,32
30-jun-98	4,84	0,114	1,52	0,27
28-jul-98	4,35	0,171	1,37	0,22
25-aug-98	4,52	0,107	1,68	0,312
22-sep-98	4,6	0,101	5,27	0,186
19-okt-98	8,44	0,125	1,36	0,166
17-nov-98	12,9	0,059	3,46	0,081
15-dec-98	12	0,079	6,13	0,138
12-jan-99	12	0,033	5,88	0,054



Bilag 5.1

Dato	pH	Susp. stof mg/l	HCO3 mg/l	COD mg/l	Part.-COD mg/l	Ammon-N mg/l	Nitr-N mg/l	Tot-N mg/l	Ortho-P mg/l	Tot-P mg/l	Calcium mg/l	Silicium mg/l	Klorofyl mg/m3	Temp. Grader C	lindhold mg/l	litt-% %	Sigtgybde m
01-aug-71	9,3							6,8	1,7	3,3							0,2
08-okt-71	8,6			24			0,01	1,11		2,4	75						0,4
01-mar-72	8,2						0,26	5,9	2,7	3,3							
05-jul-72						0,4				9,1							
28-feb-74	8,8													4		140	0,4
15-maj-74	9,8													15		116	0,25
23-jul-74	7,8													19,5		70	0,2
17-okt-74	9													9		121	0,4
03-okt-78	7,74					4,81	0,348	7,78	2,47	3,27				10		68	0,4
05-aug-80	9,3			144		0,323	0,268	5,54	0,56	1,19	13,1	640					0,3
21-feb-85	8,2			39,2	15	0,328	6,12	6,53	0,22	0,52	4,8	249					
06-aug-87	9													14,5	9,6		0,4
30-jun-88	9,8													21	11		0,35
06-sep-89	9,3		206					1,98		0,69			157	15	11,7	120	0,4
23-jul-92	8,75	52						2,8	0,28	0,66			245	21,8	8,9	96	0,25
10-maj-93	9,16													15,5	11	109	0,3
19-aug-93	9,22	51					0,003	2,89	0,09	0,45			146	16,2	9,7	98	0,35
25-maj-94	9,71													12,9	17,5	167	0,32
12-sep-94	7,82	44						4,7	0,22	0,57			100	13,7	7,9	76	0,35
19-sep-95	9,63	34												15,8	12,8	131	0,5
26-jun-96	9,35							1,97	0,005	0,21			170	14,3	10	97	0,45
23-sep-96		32						2,8	0,037	0,34			137	17,1	12,2	130	0,45
30-jun-97	9,09													10,1	11,8	105	0,45
29-sep-97	8,98	25												19,7	11,2	122	0,4
19-jan-98	8,1	11				0,208	0,106	1,65	0,007	0,25			130	14,5	12,6	124	0,5
03-mar-98	8,35	11				0,369	3,85	5,02	0,012	0,15			130	3,8			1
28-apr-98	8,75	23				0,023	7,13	7,52	0,002	0,104			76	3,6			0,95
12-maj-98	9,03	33				0,026	3,14	5,34	0,002	0,128			133	13,2			0,6
09-jun-98	10,15	48				0,037	0,449	1,92	0,004	0,19			188	17,8			0,45
02-jul-98	10,02	25				0,042	0,006	1,89	0,011	0,252			150	17,9			0,5
21-jul-98	9,59	24				0,008	0,006	1,27	0,003	0,188			84	19,2			0,5
13-aug-98	8,38	49				0,009	0,006	1,13	0,007	0,143			41	20,5	11,9	134	0,5
26-aug-98	9,32	48				0,036	0,006	0,813	0,004	0,27			85	18,9	11,4	123	0,35
05-okt-98	8,76	23				0,014	0,006	1,3	0,004	0,271			120	17,4	12,6	123	0,35
27-okt-98	8,3	20				0,018	0,006	1,48	0,006	0,167			92	9,4			0,6
						0,012	0,387	1,34	0,002	0,155			110	8		120	0,6





**Sedimentets indhold af fosfor og jern i Glumsø Sø**

**Bilag 6.1**

Dybde i cm	10-20	5-10	2-5	0-2
Tørstof %	9,2	6,9	7,3	5,8
Glødetab % af TS	23,4	26,4	24,7	21,4
Tot. jern mg/g TS	10,2	9,96	9,84	10,7
Tot. fosfor mg/g TS	1,5	1,69	1,71	1,57
Jern:fosfor	6,8	5,9	5,8	6,8
Massefylde g/ml	1,052	1,039	1,029	1,041



Glumsø Sø

Fytoplankton 10+3 antal/l	DATO																				
	920723	930510	930819	940525	940912	950529	950919	960627	960923	970630	970929	980109	980303	980428	980512	980609	980702	980721	980813	980826	
Taxonomisk gruppe																					
NOSTOCOPHYCEAE																					
Anabaena sp.																					
Aphanocapsa																					
Chroococcus sp.																					
Chroococcus spp.																					
Woronichinia compacta																					
Merismopedia sp.																					
Microcystis incerta																					
Microcystis aeruginosa																					
Microcystis viridis																					
Microcystis wessenbergii																					
Aphanothece sp.																					
Anabaena flos-aquae																					
Anabaena solitaria																					
Anabaena spirooides																					
Planktolyngbya subtilis																					
Pseudanabaena limnetica																					
Planktothrix agardhii																					
CRYPTOPHYCEAE																					
Rhodomonas lacustris																					
Cryptophyceae spp. (< 6 µm)																					
Cryptophyceae spp. (6-15µm)																					
Cryptophyceae spp. (15-20 µm)																					
Cryptophyceae spp. (21-30µm)																					
Cryptophyceae spp. (>30µm)																					
DINOPHYCEAE																					
Peridinium sp.																					
Nøgne furealger (10 - 15 µm)																					
CHRYSTOPHYCEAE																					
Mallomonas sp.																					
Centriske kiselalger																					
Aulacoseira granulata var. angustissima																					
Aulacoseira granulata																					
Centrisk kiselalge 5-10 µm																					
Centrisk kiselalge 11-20 µm																					
Fennate kiselalger																					
Fragilaria ulna																					
Navicula sp.																					
Navicula spp.																					
Nitzschia sp.																					
Nitzschia spp.																					
Pennat kiselalge sp.																					
IBOPHYCEAE																					

Fytoplankton 10+3 antal/l	DATO	
	981027	990830
Taxonomisk gruppe		
<b>NOSTOCOPHYCEAE</b>		
Anabaena sp.	+	++++
Aphanocapsa	+	+
Chroococcus sp.	+	
Chroococcus spp.		
Woronichinia compacta	+	++
Merismopedia sp.	+	+
Microcystis incerta	+	++
Microcystis aeruginosa	+	+
Microcystis viridis	+	+
Microcystis wesenbergii		+
Aphanothece sp.		
Anabaena flos-aquae		+++
Anabaena solitaria		+
Anabaena spiroides		+
Planktolyngbya subtilis		+
Pseudanabaena limnetica		+
Planktothrix agardhii	+	
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		
Rhodomonas lacustris	+	+
Cryptophyceae spp. (< 6 µm)		
Cryptophyceae spp. (6-15µm)	+	+
Cryptophyceae spp. (15-20 µm)		
Cryptophyceae spp. (21-30µm)	+	+
Cryptophyceae spp. (>30µm)	+	+
<b>PHYNOPHYCEAE</b>		
Peridinium sp.		+
Nøgne furealger (10 - 15 µm)		
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>		
Mallomonas sp.	+	
Centriske kiselalger		
Aulacoseira granulata var. angustissima	+	
Aulacoseira granulata		
Centrisk kiselalge 5-10 µm	++	+
Centrisk kiselalge 11-20 µm	++	++
Pennate kiselalger		
Fragilaria ulna		
Navicula sp.		
Navicula spp.		
Mitschia sp.		
Mitschia spp.	++	
Pennat kiselalge sp.		
<b>TRIBOPHYCEAE</b>		
		++

Fytoplankton 10+3 antal/l	DATO																				
	920723	930510	930819	94-0525	94-0912	950529	950919	960627	960923	970630	970929	980109	980303	980428	980512	980609	980702	980721	980813	980826	
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i>																					
<i>Goniochloris fallax</i>																					
EUGLENOPHYCEAE																					
<i>Lepocinclis</i> sp.																					
PRASINOPHYCEAE																					
<i>Spermatozopsis exultans</i>																					
Volvocales																					
<i>Chlamydomonas</i> sp.																					
<i>Chlamydomonas</i> spp.																					
Chlorococcales																					
<i>Coelastrum microporum</i>																					
<i>Coelastrum astroideum</i>																					
<i>Coelastrum</i> cf. <i>sphaericum</i>																					
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																					
<i>Kirchneriella obesa</i>																					
<i>Kirchneriella contorta</i>																					
<i>Lagerheimia ciliata</i>																					
<i>Oocystis</i> sp.																					
<i>Oocystis</i> spp.																					
<i>Pediastrum boryanum</i>																					
<i>Pediastrum duplex</i>																					
<i>Pediastrum tetras</i>																					
<i>Pediastrum angulosum</i>																					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>																					
<i>Scenedesmus opoliensis</i>																					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>																					
<i>Scenedesmus acutus</i>																					
<i>Scenedesmus obtusus</i>																					
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>																					
<i>Acutodesmus</i> (-gruppen)																					
Armati (-gruppen)																					
<i>Desmodesmus</i> (-gruppen)																					
<i>Actinastrum hantzschii</i>																					
<i>Selenastrum bibraianum</i>																					
<i>Selenastrum gracile</i>																					
<i>Tetraedron minimum</i>																					
<i>Tetraedron caudatum</i>																					
<i>Tetraedron incus</i>																					
<i>Tetraedron triangulare</i>																					
<i>Monoraphidium contortum</i>																					
<i>Monoraphidium minutum</i>																					
<i>Treubaria triappendiculata</i>																					
<i>Golenkinia radiata</i>																					
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>																					
<i>Tetrastrum triangulare</i>																					
<i>Franceia ovalis</i>																					



Fytoplankton 10+3 antal/l	DATO	
	981027	990830
Pseudostaurastrum limneticum	+	+
Goniochloris fallax	+	+
EUGLENOPHYCEAE		
Lepocinclis sp.		
PRASINOPHYCEAE		
Spermatozopsis exsultans	+	
Volvocales		
Chlamydomonas sp.	+	
Chlamydomonas spp.		
Chlorococcales		
Coelastrum microporum		
Coelastrum astroideum	+	
Coelastrum cf. sphaericum		
Dictyosphaerium pulchellum		
Kirchneriella obesa		
Kirchneriella contorta		
Lagerheimia ciliata		
Oocystis sp.		
Oocystis spp.	+	
Pediastrum boryanum	+	
Pediastrum duplex		
Pediastrum tetras		
Pediastrum angulosum		
Scenedesmus acuminatus	+	
Scenedesmus opoliensis	+	
Scenedesmus quadricauda	+++	
Scenedesmus acutus		
Scenedesmus obtusus		
Scenedesmus bicaudatus		
Acutodesmus (-gruppen)	+	
Armati (-gruppen)		
Desmodesmus (-gruppen)	++	
Actinastrum hantzschii		
Selenastrum bibraianum		
Selenastrum gracile		
Tetraedron minimum	++	
Tetraedron caudatum	+	
Tetraedron incus		
Tetraedron triangulare	+	
Monoraphidium contortum		
Monoraphidium minutum		
Treubaria triappendiculata		
Golenkinia radiata		
Tetrastrum staurigeniaeforme		
Tetrastrum triangulare		
Franceia ovalis	+	



Fytoplankton 10+3 antal/l	DATO																				
	920723	930510	930819	940525	940912	950529	950919	960627	960923	970630	970929	980109	980303	980428	980512	980609	980702	980721	980813	980826	
Crucigenia rectangularis								+		+											
Ulotricales																					
Koliella longiseta						+						++	+								+
Elakathrix biplex							+				+++	+	+								
Zygnematales																					
Closterium sp.		+			+++	+		+++			+++	++	++								+
Closterium spp.																					
Staurastrum sp.						+					++	++	++								+
Cosmarium sp.																					
UBEST. / FATAL. CELLER																					
Ubestemte flagellater (< 6 µm)						+															
Ubestemte flagellater (6-14 µm)						+								++++	++						

(fortsættes)

Zooplankton antal/ Taxonomisk gruppe	DATO																				
	920723	930510	930819	940525	940912	950524	950919	960627	960923	970630	970929	980119	980303	980512	980609	980702	980721	980813	980826	980928	
ROTATORIA																					
Rotaria neptunia																					
Brachionus angularis																					
Brachionus budapestinensis																					
Brachionus calyciflorus																					
Brachionus diversicornis																					
Brachionus leydigi																					
Brachionus quadridentatus																					
Brachionus urceolaris																					
Keratella cochlearis																					
Keratella quadrata																					
Keratella tecta																					
Trichocerca pusilla																					
Trichocerca stylata																					
Polyarthra spp.																					
Synchaeta spp.																					
Asplanchna priodonta																					
Pompholyx sulcata																					
Filinia longiseta																					
Conochilus spp.																					
CLADOCERA																					
Diaphanosoma sp.																					
Ceriodaphnia sp.																					
Daphnia cucullata																					
Daphnia galeata																					
Bosmina longirostris																					
Alona sp.																					
Chydorus sphaericus																					
CYCLOPOIDA																					
Cyclops vicinus																					
Cyclopoide nauplier																					
Cyclopoide copepoditter																					

Zooplankton antal/l	DATO	
	981005	981027
Taxonomisk gruppe		
ROTATORIA		
Rotaria neptunia		+
Brachionus angularis		+
Brachionus budapestinensis		
Brachionus calyciflorus		
Brachionus diversicornis		
Brachionus leydigi		
Brachionus quadridentatus		
Brachionus urceolaris		
Keratella cochlearis		
Keratella quadrata	+	
Keratella tecta		
Trichocerca pusilla		
Tricocerca stylata	+	
Polyarthra spp.		+
Synchaeta spp.		+
Asplanchna priodonta		+
Pompholyx sulcata		
Filinia longiseta	++	
Conochilus spp.		
CLADOCERA		
Diaphanosoma sp.		
Ceriodaphnia sp.	+	
Daphnia cucullata	++	+
Daphnia galeata		
Bosmina longirostris		++++
Alona sp.	++++	++
Chydorus sphaericus	++	++
CYCLOPOIDA		
Cyclops vicinus	++	++
Cyclopoide nauplier	++	++
Cyclopoide copepoditter	+++	+++



	Antal ialt	Antal<10 cm.	Antal>10 cm.
Grundling	8	8	0
Skaller	1521	1287	234
Stard skaller	1	1	0
Abborrer	462	348	114
Bedder	10	0	10
Øjer	530	488	42
Udskaller	77	39	38
Lire	113	38	75
Rasen	380	155	225
l	7	0	7
uder	3	0	3
Arusser	25	1	24

Stard skaller			
Længde	Garn	Ruse	EI
8-9	1	0	0
Ialt	1	0	0

Udskaller			
Længde	Garn	Ruse	EI
2-3	0	0	2
3-4	0	0	2
4-5	0	0	0
5-6	0	0	0
6-7	0	0	4
7-8	5	0	8
8-9	11	0	3
9-10	3	0	0
10-11	1	0	0
11-12	9	0	3
12-13	9	0	3
13-14	6	0	2
14-15	0	0	0
15-16	1	0	2
16-17	0	0	1
17-18	0	0	1
18-19	0	0	0
19-20	0	0	1
Ialt	45	0	32

Abborrer			
Længde	Garn	Ruse	EI
5-6	28	0	2
6-7	271	0	4(+23)
7-8	7		3
8-9	0	0	0
9-10	3	0	1
10-11	20	1	8
11-12	16	1	16
12-13	3	0	3
13-14	7	0	2
14-15	6	0	1
15-16	12	0	1
16-17	7	1	0
17-18	10	0	0
18-19	7	0	0
19-20	3	0	1
20-21	2	0	0
21-22	0	0	0
22-23	2	0	0
23-24	0	0	0
24-25	3	0	0
25-26	1	0	0
26-27	0	0	0
27-28	0	0	0
28-29	7	0	0
29-30	1	0	0
30-31	0	0	0
31-32	1	0	0
Ialt	417	3	38

23+

Skaller			
Længde	Garn	Ruse	EI
2-3	0	0	3
3-4	0	0	4
4-5	17	0	0
5-6	21	0	1
6-7	266	0	5
7-8	505	0	13
8-9	146	0	10
9-10	92	0	11
10-11	175	1	17
11-12	104	3	6
12-13	59	0	5
13-14	26	0	2
14-15	18	0	0
15-16	6	0	0
16-17	2	0	0
17-18	1	0	0
18-19	1	0	0
19-20	1	0	0
Ialt	1440	4	77

Brasen			
Længde	Garn	Ruse	EI
3-4	0	0	0
4-5	15	0	0
5-6	3	0	0
6-7	1	0	0
7-8	21	0	0
8-9	21	0	1
9-10	34	0	2
10-11	53	1	3
11-12	11	1	0
12-13	24	0	0
13-14	20	0	0
14-15	4	0	0
15-16	11	0	0
16-17	11	0	0
17-18	12	0	0
18-19	19	0	0
19-20	21	0	1
20-21	17	0	0
21-22	6	0	0
22-23	7	0	0
23-24	3	0	0
24-25	4	0	0
25-26	0	0	0
26-27	1	0	0
27-28	0	0	0
28-29	0	0	0
29-30	2	0	1
30-31	3	0	0
31-32	0	0	0
32-33	0	0	0
33-34	0	0	0
34-35	0	0	0
35-36	0	0	0
36-37	0	0	0
37-38	1	0	0
38-39	0	0	0
39-40	0	0	0
40-41	0	0	0
41-42	0	0	0
42-43	0	0	0
43-44	0	0	0
44-45	0	0	0
45-46	0	0	0
46-47	1	0	0
ialt	326	2	8

44+

44+

Løje			
Længde	Garn	Ruse	EI
4-5	34	0	0
5-6	365	0	5
6-7	76	0	0
7-8	8	0	0
ialt	483	0	5

42+

42+

Ål			
Længde	Garn	Ruse	EI
42-43	0	0	1
43-44	0	0	0
44-45	0	1	0
45-46	0	0	0
46-47	0	0	0
47-48	0	0	0
48-49	0	0	0
49-50	0	0	0
50-51	0	0	0
51-52	0	0	0
52-53	0	0	0
53-54	0	0	0
54-55	0	0	0
55-56	0	0	0
56-57	0	0	1
57-58	0	0	0
58-59	0	0	0
59-60	0	0	0
60-61	0	0	0
61-62	0	0	0
62-63	0	0	0
63-64	0	1	0
64-65	0	0	0
65-66	0	0	0
66-67	0	0	0
67-68	0	0	0
68-69	0	0	0
69-70	0	0	0
70-71	0	0	0
71-72	0	0	0
72-73	0	0	0
73-74	0	0	1
74-75	0	0	0
75-76	0	0	0
76-77	0	1	0
77-78	0	1	0
ialt	0	4	3

Suder			
Længde	Garn	Ruse	EI
39-40	0	1	1
40-41	0	0	0
41-42	0	0	0
42-43	1	0	0
ialt	1	1	1

Grundling			
Længde	Garn	Ruse	EI
6-7	1	0	0
7-8	4	0	0
8-9	3	0	0
ialt	8	0	0

Flire			
Længde	Garn	Ruse	EI
7-8	2	0	0
8-9	4	0	0
9-10	16	2	0
10-11	14	0	0
11-12	1	0	1
12-13	8	0	0
13-14	6	0	0
14-15	2	0	0
15-16	5	0	0
16-17	4	0	0
17-18	12	2	0
18-19	6	0	0
19-20	5	0	0
20-21	3	0	0
21-22	5	0	0
22-23	9	0	0
23-24	4	0	0
24-25	2	0	0
ialt	108	4	1

Gedder			
Længde	Garn	Ruse	EI
13-14	0	0	1
14-15	0	0	0
15-16	0	0	0
16-17	0	0	0
17-18	0	0	1
18-19	0	1	0
19-20	0	0	0
20-21	0	0	2
21-22	0	0	0
22-23	0	0	0
23-24	0	0	0
24-23	0	0	0
25-26	0	0	0
26-27	0	0	0
27-28	0	0	0
28-29	0	0	0
29-30	0	0	0
30-31	0	0	0
31-32	0	0	0
32-33	0	0	0
33-34	0	0	0
34-35	0	0	1
35-36	0	0	0
36-37	0	0	0
37-38	0	0	0
38-39	0	0	0
39-40	0	0	0
40-41	0	0	0
41-42	0	0	0
42-43	0	0	0
43-44	0	0	0
44-45	0	0	0
45-46	0	0	0
46-47	0	0	0
47-48	0	0	0
48-49	0	0	0
49-50	0	0	0
50-51	0	0	0
51-52	0	0	0
52-53	0	0	0
53-54	0	0	0
54-55	0	0	1
55-56	0	0	0
56-57	1	0	0
57-58	1	0	0
ialt	2	1	6

Karusser			
Længde	Garn	Ruse	EI
7-8	0	0	1
8-9	0	0	0
9-10	0	0	0
10-11	0	0	0
11-12	0	0	0
12-13	0	0	0
13-14	0	0	0
14-15	0	0	0
15-16	0	0	0
16-17	0	0	0
17-18	0	0	0
18-19	0	0	0
19-20	0	1	0
20-21	0	0	0
21-22	0	0	0
22-23	0	0	0
23-24	0	0	1
24-25	0	0	1
25-26	0	0	3
26-27	0	0	4
27-28	2	0	5
28-29	3	0	1
29-30	1	0	2
ialt	6	1	18





## Modelværktøjer, der kan anvendes til scenarieberegninger,

### Fosfor (Vollenweider, 1976):

$$[P]_{sø} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w})$$

enheden er  $\mu\text{g P l}^{-1}$  for fosfor og år for opholdstiden.

### Kvælstof (Jensen *et al.*, 1993):

$$[N]_{sø} = 0.37 * [N]_i * t_w^{-0.14}$$

enheden er  $\text{mg N l}^{-1}$  for kvælstof og år for opholdstiden.

### Sigt dybde (Jensen, unpubl.; OVP-data):

$$\text{Sigt} = 0.36 * [P]_{sø}^{-0.56}, r^2 = 0.52$$

enheden er m for sigt dybden og  $\text{mg P l}^{-1}$  for fosfor.

$$(0,37 * [P]_{sø}^{-0.52}) \text{ (DMU, 1997)}$$

$$\text{Sigt} = 0.26 * [P]_{sø}^{-0.57} * Z^{-0.27}, r^2 = 0.63$$

enheden er m for sigt dybden,  $\text{mg P l}^{-1}$  for fosfor og m for middeldybden.

### Klorofyl (Jensen, unpubl.; OVP-data):

$$\text{Chla} = 319 * [P]_{sø}^{0.67}, r^2 = 0.43$$

enheden er  $\mu\text{g l}^{-1}$  for klorofyl og  $\text{mg P l}^{-1}$  for fosfor.

$$\text{Chla} = 365 * [P]_{sø}^{0.59} * Z^{-0.35}, r^2 = 0.49$$

enheden er  $\mu\text{g l}^{-1}$  for klorofyl,  $\text{mg P l}^{-1}$  for fosfor og m for middeldybden.

**OBS:** fosfor og kvælstof er årsmiddel,  
sigt dybde og klorofyl sommermiddel (1/5-1/10)



<b>Faste oplysninger:</b>		<b>1998</b>		
Opholdstid =	0,18	år	afløb	
P-indløbskonc =	110	µg P/liter	q-vægt årsmiddel	
N-indløbskonc =	12,52	mg N/liter	q-vægt årsmiddel	
Middeldybde =	1,3	meter		
<b>Forudsigelser:</b>		<b>1998</b>		
P-søkonc =	77,23	µg P/liter	årsmiddel	Vollenwieder, 1976
N-søkonc =	5,889	mg N/liter	årsmiddel	Jensen et al., 1993
Sigtdybde(1) =	1,593	meter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Sigtdybde(2) =	1,201	meter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Klorofyl(1) =	57,36	µg klorofyl/liter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Klorofyl(2) =	73,49	µg klorofyl/liter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data

<b>Faste oplysninger:</b>		<b>1998</b>		
Opholdstid =	0,36	år	afløb	
P-indløbskonc =	110	µg P/liter	q-vægt årsmiddel	
N-indløbskonc =	12,52	mg N/liter	q-vægt årsmiddel	
Middeldybde =	1,3	meter		
<b>Forudsigelser:</b>		<b>1998</b>		
P-søkonc =	68,75	µg P/liter	årsmiddel	Vollenwieder, 1976
N-søkonc =	5,345	mg N/liter	årsmiddel	Jensen et al., 1993
Sigtdybde(1) =	1,702	meter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Sigtdybde(2) =	1,284	meter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Klorofyl(1) =	53,06	µg klorofyl/liter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data
Klorofyl(2) =	68,61	µg klorofyl/liter	sommermiddel	Jensen, unpubl.; OVP-data







Storstrøms Amt  
Teknik- og Miljøforvaltningen  
Vandmiljøkontoret  
Parkvej 37  
4800 Nykøbing F.

Tlf.: 54 84 48 00  
Fax: 54 84 49 00

E-mail: [stoa@stam.dk](mailto:stoa@stam.dk)  
[www.stam.dk](http://www.stam.dk)

ISBN 87-7726-289-1