



# Gundsømagle Sø 1989-99

Løbenr.: *A 3* 2000

Eksemplar nr.: *1/1*



Teknisk  
Forvaltning

 VANDMILJØ  
overvågning



**VANDMILJØovervågning**

**Gundsømagle Sø**

**1989-99**

**Titel:** VANDMILJØovervågning. Gundsømagle Sø 1989-99.

**Udarbejdet af:** Fiskeøkologisk Laboratorium  
*Konsulent:* Helle Jerl Jensen & Jens Gerup

**Udarbejdet for:** Roskilde Amt, Teknisk Forvaltning

**Kortmateriale:** Udsnit af kort- og Matrikelstyrelsens kort er gengivet med copyright Kort- og Matrikelstyrelsens tilladelse. Kort- og Matrikelstyrelsen 1992/KD.86.1035.

**Tryk:** 1. oplag 50 stk.

**ISBN:** 87-7800-412-8

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

**Pris:** 50 kr.

## Forord

I 1987 vedtog Folketinget Vandmiljøplanen, hvis formål var at reducere udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet. Målet med Vandmiljøplanen var en reduktion af fosforudledningerne med 80% og kvælstofudledningerne med 50%. For at kunne følge effekterne af den forventede reduktion i næringsstofudledningen, blev der i 1989 iværksat et intensivt overvågningsprogram af grundvand, spildevand, overfladevand og atmosfæren.

Som en del af dette program blev 37 søer udpeget som overvågnings søer. Søerne blev udvalgt således, at de er repræsentative for de øvrige danske søer. I Roskilde Amt er udvalgt to overvågnings søer, Gundsømagle Sø og Borup Sø.

Ved revisionen af overvågningsprogrammet i 1998 ændredes overvågningen fra specifikt at være rettet mod at opgøre effekterne af de reduktionsmål, der bl.a. blev opstillet i Vandmiljøplanen, til at omfatte vandmiljøets tilstand i en bredere forstand. Eksempelvis er overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer nu integreret i overvågningsprogrammet. Samtidig ændrede overvågningsprogrammet navn fra "Vandmiljøplanens Overvågningsprogram" til "Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003", i daglig tale blot NOVA-2003.

Som regionale myndigheder er det amternes opgave at føre tilsynet med overvågnings søerne. Amterne behandler de indsamlede data og udgiver årligt rapporter om tilstanden og udviklingen i de enkelte overvågnings søer. De indsamlede data overføres endvidere til DMU, der på baggrund af disse data og amternes rapporter sammenfatter resultaterne fra alle søerne i en årlig statusrapport.

Nærværende rapport omhandler tilstanden i Gundsømagle Sø samt udviklingen i perioden 1989-99.

# Indholdsfortegnelse

1. **Sammenfatning 5**
2. **Indledning 8**
3. **Klimatiske forhold 11**
4. **Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning 13**
5. **Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer 16**
  - 5.1 Vandføring 16
  - 5.2 Fosfor 17
  - 5.3 Kvælstof 18
6. **Vandbalance 20**
7. **Stofbalance 23**
  - 7.1 Fosfor 23
  - 7.2 Kvælstof 27
  - 7.3 Jern 29
8. **Fysisk-kemiske målinger i søen 31**
  - 8.1 Næringsstoffer 31
  - 8.2 Øvrige målinger i søvandet 34
9. **Biologiske målinger i søen 37**
  - 9.1 Planteplankton 37
  - 9.2 Dyreplankton 39
  - 9.3 Fiskeyngel 43
  - 9.4 Samspillet mellem stofkoncentrationer, plankton og fiskebestand 44
10. **Konklusion 47**
11. **Referencer 48**
12. **Bilagsfortegnelse 51**

# 1. Sammenfatning

## *Vandtilførsel*

Vandtilførslen var i 1999 7,98 mill. m<sup>3</sup>, hvilket er lidt mere end den gennemsnitlige tilførte vandmængde til søen i de seneste 11 år.

## *Fosfortilførsel*

Årets fosfortilførsel var med 1.324 kg i samme størrelse som i 1998 og dermed fortsat markant mindre end i starten af overvågningsperioden. Sammenlignet med fosfortilførslen i 1989, er der frem til 1999 sket en reduktion i tilførslen på knap 90%. Årsagen til dette markante fald i fosfortilførslen er en kraftig reduktion i fosforudledningen fra punktkilder i oplandet. Som følge af en centralisering af spildevandsrensningen i oplandet, er Kallerup renseanlæg nu den eneste større tilbageværende punktkilde. Renseanlægget er i perioden ombygget og fungerer nu med udvidet biologisk rensning samt rensning for såvel fosfor som kvælstof.

## *Fosfortilbageholdelse*

Til og med 1991 tilbageholdte søen anselige fosformængder hvert år, men efter den kraftige reduktion i fosfortilførslen i 1992, har fraførslen været større end tilførslen. Der er dog en klar aftagende tendens i fraførslen og med 165 kg fosfor var den beregnede nettofraførsel i 1999 den laveste siden 1992. For hele perioden 1992-99 er nettofraførslen beregnet til ca. 4,2 ton, mod en beregnet samlet tilbageholdelse i søen alene i 1989-91 på 9,2 ton.

## *Kvælstoftilførsel*

Kvælstoftilførslen var med 65,5 ton tæt på middeltilførslen i de seneste 11 år, og der kan ikke påvises en reduktion i belastningen af dette næringsstof til søen i perioden.

## *Søvandskoncentrationer - næringsstoffer*

Både års- og sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor har været signifikant faldende i perioden 1989-99. I 1999 var årsmidlen med 0,335 mg P/l overvågningsperiodens hidtil laveste og sammenlignet med årsmidlen i 1989 er der tale om et fald i årsmiddelkoncentrationen på 77%. Sommermiddelkoncentrationen udviser ikke helt samme markante fald som følge af den årligt tilbagevendende fosforfrigivelse fra sedimentet i sommerperioden, men er dog faldet fra 1,319 mg P/l i 1989 til 0,563 mg P/l i 1999. Årsagen til det faldende fosforniveau i søen er den kraftige reduktion i fosfortilførslen fra punktkilder, men efterfølgende har fosforfrigivelsen fra sedimentet fået større og større betydning for søvandets indhold af fosfor i sommerperioden.

Årsmiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet var med 4,5 mg N/l lidt lavere end middelkoncentrationen i søen siden 1989, men der kan ikke statistisk påvises et fald i hverken års- eller sommermidlen af kvælstof i søvandet.

## *Sigtdybde*

Som det har været tilfældet i samtlige overvågningsår var sommermiddelsigtdybden også i 1999 med 0,44 m meget ringe.

## *Plankton*

### *- færre blågrønalger i 1999*

Årets sommermiddelbiomasse af planteplankton var med 16,8 mm<sup>3</sup>/l den hidtil laveste i overvågningsperioden. Massive opblomstringer af blågrønalger, som har præget søen i de senere år, var således knap så udtalte i 1999, hvor grønalger påny var mest betydende planteplankton. Den karakteristiske udvikling i overvågningsperioden fra grønalge- til blågrønalgedominans fortsatte dermed ikke i 1999, primært som følge af en moderat forekomst af blågrønalger.

### *- dyreplanktonet atter domineret af dafnier*

Sommermiddelbiomassen af dyreplankton var med 1627 g tv/l tæt på det gennemsnitlige niveau for søen i overvågningsperioden. Kendetegnende var

en væsentlig stigning i mængden af dafnier, som i overvågningsperioden har oplevet en markant tilbagegang frem til 1996-97. Fra at have udgjort mindre end 10% i 1996 var dafniernes andel med 63% nu næsten oppe på niveauet fra begyndelsen af perioden. Endvidere var den relativt store *Daphnia galeata* dominerende blandt dafnierne, hvor *Bosmina longirostris* har været mest betydende i de foregående to år.

Blågrønalgerne moderate biomasse har givetvis været en vigtig forudsætning for dafniernes større forekomst i søen i 1999. Igennem perioden er der således en signifikant negativ sammenhæng mellem blågrønalgerne og dafniernes forekomst.

#### Fiskeyngel

Yngeltætheden i juli 1999 var 3,3 pr m<sup>3</sup> i bredzonen og 1,1 pr m<sup>3</sup> på åbent vand bestående primært af regnløjer. Antalsmæssigt var tætheden lidt større end i 1998, men vægtmæssigt mindre som følge af en dominans af små regnløjer. Ynglen har næppe alene kunnet udøve et regulerende prædationstryk på dyreplanktonet i 1999.

#### Samlet vurdering

I takt med at næringsstofftilførslen til søen er blevet reduceret er søens algesamfund som forventet gået fra grønalge- til blågrønalgedominans. Det seneste års moderate forekomst af blågrønalger, som på nu har bevirket en dominans af grønalger, er formodentlig forbigående. Muligvis har en hurtig vandgennemstrømning, som følge af en regnfuld sommer, været medvirkende til at hæmme masseudvikling blandt blågrønalgerne i 1999.

Førend søvandets fosforkoncentration yderligere reduceres markant vil søens planteplankton formodentligt oftest være domineret af blågrønalger, og vandets sigtbarhed vil ikke blive væsentligt forbedret.

Den afgørende betingelse for, at søen kan komme ned på et lavere fosforniveau afhænger alene af indløbskoncentrationen af fosfor i søens tilløb og dermed af en tilstrækkelig reduktion af den eksterne fosfortilførsel. Hvornår søen derefter kommer ned på det nødvendige lave fosforniveau i søvandet, afhænger af hvor hurtigt den potentielt frigivelige fosforpulje i søsedimentet bliver reduceret.

Trods en betydelig fosforfrigivelse fra sedimentet siden 1992, er frigivelsen i de senere år blevet stadig mindre. Den beregnede indsvingningstid på 15-20 år bliver derfor næppe væsentligt forkortet.

#### Nøgleparametre

Udviklingen gennem hele overvågningsperioden for udvalgte nøgleparametre er summarisk angivet i tabel 1. Eventuelle udviklingstendenser for hele perioden 1989-99 er undersøgt ved hjælp af lineær regressionsanalyse og resultaterne af denne analyse er angivet ved hjælp af symboler. Det skal bemærkes, at da den foretagne analyse som nævnt er baseret på hele overvågningsperioden, vil en eventuel ny udvikling inden for de sidst par år ikke nødvendigvis statistisk slå igennem.



**Tabel 1. Nøgleparametre i 1999 samt udvikling i 1989-99 i belastningsforhold, vandkemi og biologiske parametre. Evt. statistisk signifikante ændringer er undersøgt vha. lineær regressionsanalyse. +/-, +/- - og +++/--- svarer til en stigning/reduktion på henholdsvis 5%, 1% og 0,1% signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.**

Parameter	Enhed	1999	Udvikling
Opholdstid	år	0.044	0
Fosforbelastning	t/år	1.324	---
	mg/m <sup>2</sup> /dag	11.34	---
Indløbskoncentration	mg P/l	0.149	--
P-retention	mg/m <sup>2</sup> /dag	-1.45	-
	%	-12.8	-
Kvælstofbelastning	t/år	65.50	0
	mg/m <sup>2</sup> /dag	560.8	0
Indløbskoncentration	mg N/l	7.15	--
N-retention	mg/m <sup>2</sup> /dag	123.16	-
	%	23.2	-
Sediment PTOT (0-2 cm dybde)	mg P/g tv		
Sediment NTOT (0-2 cm dybde)	mg N/g tv		
Fe:P (0-2 cm dybde)			
P total år	mg P/l	0.335	---
P total sommer	mg P/l	0.563	---
PO4-P år	mg P/l	0.111	---
PO4-P sommer	mg P/l	0.213	-
N total år	mg N/l	4.51	0
N total sommer	mg N/l	3.03	0
Uorganisk N år	mg N/l	2.237	0
Uorganisk N sommer	mg N/l	0.158	0
pH år		8.4	---
pH sommer		8.8	--
Sigtdybde år	m	0.75	++
Sigtdybde sommer	m	0.44	0
Klorofyl år	µg/l	126	-
Klorofyl sommer	µg/l	178	0
Suspenderet stof år	mg SS/l	22.5	-
Suspenderet stof sommer	mg SS/l	33.3	0
Planteplanktonbiomasse år	mm <sup>3</sup> /l	11.1	0
Planteplanktonbiomasse sommer	mm <sup>3</sup> /l	16.8	0
% blågrønalger sommer	%	21.8	+
% kiselalger sommer	%	12.6	0
% grønalger sommer	%	50.8	--
Dyreplanktonbiomasse år	µg TV/l	947	0
Dyreplanktonbiomasse sommer	µg TV/l	1627	0
% hjuldyr sommer	%	1.4	0
% vandlopper sommer	%	35.7	0
% cladoceer sommer	%	62.9	0
% Daphnia af cladoceer	%		
Middelvægt af daphnia			
Middelvægt af cladoceer			
Græsningstryk sommer			
Pot. græsning			
% af planteplanktonbiomasse	%	32.0	0
% af planteplanktonbiomasse < 50 µm	%	35.4	0
Fisk			
Total antal (CPUE-garn)	stk.		
Total vægt (CPUE-garn)	kg		
% rovfisk i antal (CPUE-garn)	%		
% rovfisk i vægt (CPUE-garn)	%		
Fiskeyngel i littoralen	stk./m <sup>3</sup>	3.3	0
Fiskeyngel i pelagiet	stk./m <sup>3</sup>	1.1	0
Undervandsplanter			
Max. dybdegrænse	m		
Dybdegrænse for ægte vandplanter	m		
% RPA			
% RPV			

## 2. Indledning

Gundsømagle Sø indgår under det nationale overvågningsprogram af vandmiljøet (NOVA) og er udvalgt som repræsentant for den type af søer, hvor næringsstofbelastningen primært stammer fra større punktkilder i oplandet i form af kommunale renseanlæg. Desuden tilføres søen spildevand fra regnvandsbetingede udløb og ukloakerede enkeltejendomme i oplandet.

Den mangeårige spildevandstilførsel har bevirket, at søen er blevet overgødsket med næringsstoffer. Dette har i de sidste 25-30 år givet søens bestand af planteplankton så gode vækstforhold, at søvandet er meget uklart. Dette medførte allerede sidst i 1960'erne, at de sidste rester af søens tidligere artsrige bestand af undervandsplanter forsvandt /1/. Ligeledes forsvandt store dele af søens tidligere rige fugleliv /2/.

Siden vandmiljøplanens overvågningsprogram blev indledt i 1989 har Roskilde Amt årligt udarbejdet en rapport om tilstanden og udviklingen i søen.

*Den første rapport* fra foråret 1990 omhandler tilstanden og udviklingen i søen i perioden 1980-89. I rapporten beskrives måleprogrammet, det topografiske opland til søen, belastningskilderne til søen og de fysiske/kemiske forhold i søvandet i perioden 1980-89 /3/.

*Den anden rapport* fra foråret 1992 omhandler tilstanden og udviklingen i søen i 1989-91, beskrevet ved stofbelastningen, de fysisk/kemiske forhold i søvandet, samt søens biologiske forhold (plante- og dyreplankton, bund- og bredfauna, fiskebestand) /4/.

*Den tredje rapport* fra foråret 1993 omhandler udviklingen i stofbelastningen af søen, de fysisk/kemiske forhold i søvandet og søsedimentet, samt udviklingen i plante- og dyreplanktonbestanden i 1989-92. I forhold til tidligere rapporter er der i højere grad sat fokus på samspillet mellem stofbalance, vandkvalitet og planktonets mængde og forekomst med henblik på at tegne et billede af søens karakter og reaktionsmønster fra år til år /5/.

*Den fjerde rapport* fra foråret 1994 består dels af en normalrapport, dels en temarapport over et fælles emne for såvel de ferske som de marine vandområder /6/. Normalrapporteringen beskriver de generelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand i 1989-93, herunder om søen er i ligevægt med den eksterne tilførsel af næringsstoffer. Endvidere er det vurderet om søens målsætning vil kunne opnås med de planlagte forureningsbegrænsende tiltag. Desuden er resultaterne af de biologiske undersøgelser i søen (plante- og dyreplankton) kortfattet præsenteret og fortolket. Temarapporteringen vedrører emnet: "Tilstand, effekter og udvikling i belastningen med kvælstof og fosfor af de danske vandområder med hovedvægt på punktkilder". De allerede gennemførte forureningsbegrænsende indgreb overfor punktkilder i oplandet til søen er beskrevet og den opnåede effekt på stoftilførslen og søtilstanden er vurderet.

*Den femte rapport* fra foråret 1995 omhandler ligeledes en normalrapport og en temarapport efter paradigmet for rapporteringen af Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995 /7/. Normalrapporteringen er en dokumentation af resultaterne fra overvågningen i 1994 samt en beskrivelse og tolkning af de generelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand i 1989-94. Resultaterne af de biologiske undersøgelser i søen (plante- og dyreplankton, bund- og bredfauna) i 1989-94 er kortfattet præsenteret og fortolket. Denne del af

rapporten er koncentreret omkring de fysiske/kemiske/biologiske parametre, hvor man ved brug af simple statistiske metoder kan påvise en signifikant udvikling i undersøgelsesperioden. Temarapporteringen vedrører emnet "Grundvand". I rapporten er grundvandets betydning for søens vand- og stofbalance søgt belyst. Vandbalancen er analyseret med henblik på at udskille størrelsen af en eventuel udveksling af vand og stof med grundvandet. Ud fra analysen er det vurderet, at forskellen mellem målt overfladisk til- og fraførsel primært repræsenterer metodeusikkerhed og der reelt er tale om en overfladisk tilførsel fra det umålte opland fremfor en udveksling med grundvandsmagasinet.

*Den sjette rapport* er udarbejdet i foråret 1996 og omhandler alene en normalrapport efter paradigmet for rapporteringen af Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996 /8/. Normalrapporten består af en dokumentation af resultaterne fra overvågningen i 1995 samt en beskrivelse og tolkning af de generelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand i 1989-95. Resultaterne af de biologiske undersøgelser i søen (plante- og dyreplankton) i 1989-95 er kortfattet præsenteret og fortolket. Hovedvægten er lagt på de fysiske/kemiske/biologiske parametre, hvor man ved brug af simple statistiske metoder kan påvise en signifikant udvikling i undersøgelsesperioden.

*Den syvende rapport* omhandler resultaterne fra overvågningen i 1996 samt udviklingen i perioden 1989-96 /9/. Fællestemaet for årets rapportering er *ferskvand* og i overensstemmelse med paradigmet er tilstanden og udviklingen i amtets to overvågningssøer Gundsømagle Sø og Borup Sø, tillige med en status over tilstanden og udviklingen i amtets øvrige søer, samlet i én rapport. Formålet med at inddrage det regionale søtilsyn i årets rapportering er dels at få et mere dækkende billede af søernes tilstand på landsplan og dels at få en status over tilstanden og udviklingen i søerne på regionalt plan. I rapporten redegøres bl.a. for målsætningerne for amtets søer samt hvorvidt de enkelte søer opfylder de tildelte målsætninger. Endelig redegøres der i rapporten for de tiltag, der er iværksat eller planlagt iværksat for de søer, der endnu ikke opfylder målsætningerne. For overvågnings søernes vedkommende er der i rapporten mere fokuseret på udviklingen i perioden 1989-96 fremfor på årstidsvariationer i de enkelte år. En række mere generelle forhold, bl.a. vedrørende årstidssvingninger i de vandkemiske forhold, er derfor udeladt i rapporten og der henvises i stedet til tidligere års rapporter. Udover det faste årlige tilsyn er der dette år i Gundsømagle Sø foretaget en fiskeundersøgelse samt en undersøgelse af søens sediment. Resultaterne fra fiskeundersøgelsen er udsendt i en særskilt rapport /10/, men de vigtigste resultater og konklusioner er sammenfattet i rapporten. Resultaterne fra sedimentundersøgelsen foreligger som en intern rapport, der er gengivet i bilagsdelen.

*Den ottende rapport* omhandler alene en normalrapport efter paradigmet for rapporteringen af Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1997 /11/. Normalrapporten indeholder resultaterne fra overvågningen af Gundsømagle Sø i 1997, og der er generelt fokuseret på eventuelle udviklingstendenser i perioden 1989-97.

*Den niende rapport* er første rapport under det nye nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003 (NOVA 2003) /12/. Overvågningsprogrammet indeholder enkelte ændringer i forhold til det foregående program, bl.a. er der i juli 1998 foretaget en undersøgelse af søens fiskeyngel. Herudover er der tale om en normalrapportering med fokus på overvågningen af Gundsømagle Sø i 1998 og på eventuelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand i perioden 1989-98.

*Nærværende rapport* er ligeledes en normalrapport efter paradigmaet. Der er således tale om en normalrapportering som beskriver resultaterne af overvågningen i 1999 med fokus på eventuelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand i perioden 1989-99.

### 3. Klimatiske forhold

*Klimatiske forhold spiller en væsentlig rolle*

Klimatiske forhold påvirker både direkte og indirekte de vandkemiske og biologiske forhold i en sø. Store nedbørsmængder, specielt i vinterhalvåret, betyder eksempelvis generelt en større udvaskning af næringsstoffer fra dyrkede arealer og dermed en tilsvarende større transport af disse næringsstoffer til søen. På tilsvarende vis spiller temperaturen, samt variationen i denne, eksempelvis en rolle for udviklingen af plante- og dyreplanktonet over året. Derfor er klimatiske forskelle fra år til år af væsentlig betydning for tolkningen af årets måleresultater.

I det følgende beskrives temperatur- og nedbørsforholdene i 1999 og der sammenlignes dels med overvågningsperioden, der startede i 1989 og dels med en længere årrække. Års- og månedsmidler for temperatur, nedbør og fordampning findes i bilag 1.

#### Temperatur

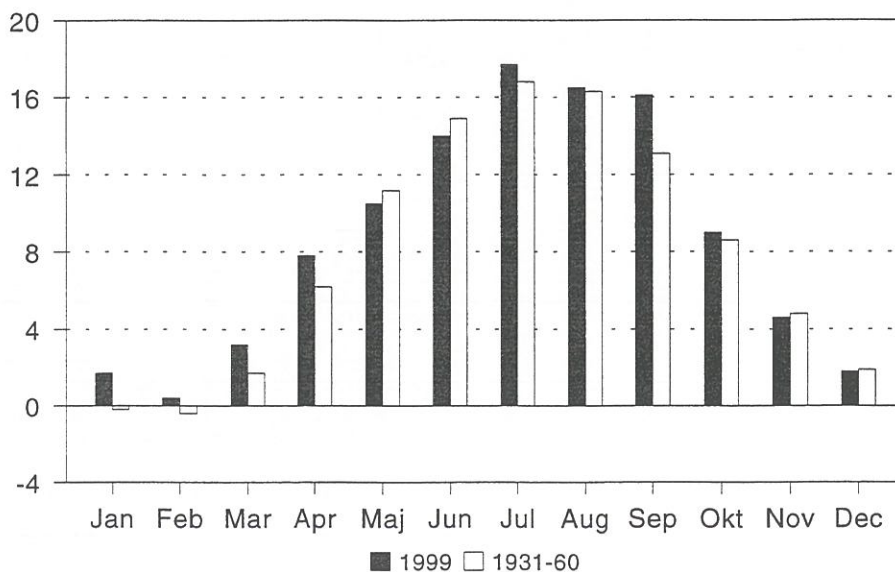
*- et varmt forår og en varm sensommer*

Sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1931-60 var årets første måneder noget varmere, og frem til og med april måned var temperaturen over det normale (fig. 1). Resten af året var temperaturen tæt på normalen, på nær en usædvanlig varm september hvor middeltemperaturen var 3,0°C over gennemsnittet.

Samlet blev årets middeltemperatur 8,6°C mod et gennemsnit på 7,9°C for perioden 1931-60.

**Figur 1.** Gennemsnitlig månedstemperatur i 1999 sammenlignet med perioden 1931-60. Målinger fra målestationen Roskilde Syd.

#### Lufttemperatur (C°)



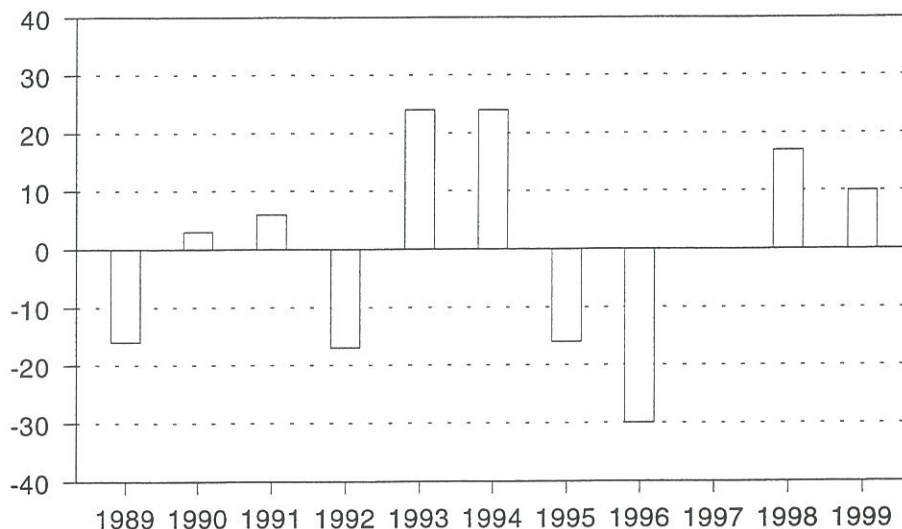
#### Nedbør

*- nedbørsmængden i 1999 over normalen*

Med en årsnedbør på 699 mm (målestation Roskilde Syd) var 1999 lidt mere regnfuld end gennemsnittet på 633 mm beregnet for perioden 1980-90. Som det fremgår af figur 2, har nedbørsmængden varieret betydeligt gennem de seneste 10 år med 1993, 1994 og 1998 som regnfulde år og 1989, 1992, 1995 og 1996 som tørre år.

**Figur 2.** Afvigelse i procent for årsnedbøren i 1989-99 i forhold til "normalnedbøren" beregnet som et gennemsnit for perioden 1980-90. Data fra målestationen "Roskilde Lufthavn".

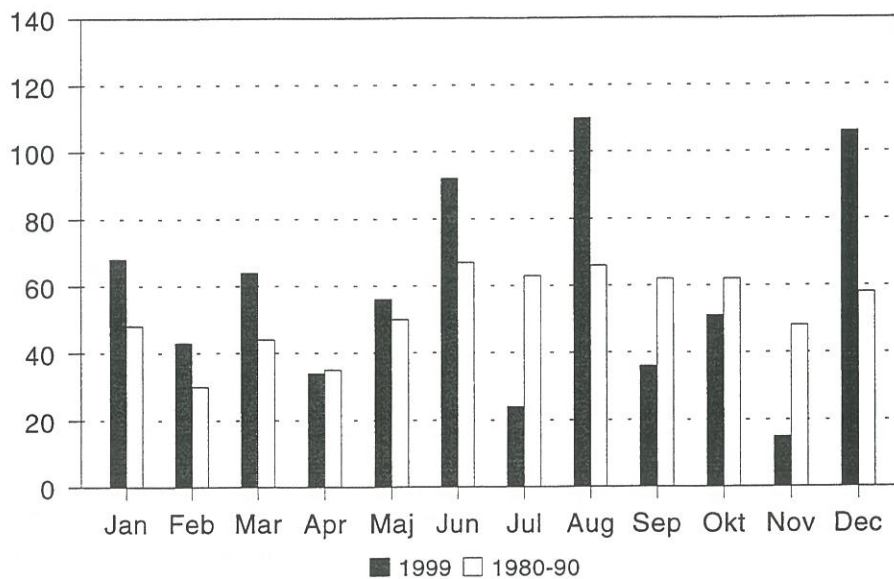
**Afvigelse fra normalnedbør (%)**



Betragtes nedbøren i 1999 på månedsbasis ses, at nedbøren var ujævnt fordelt over året (fig.3). Januar-marts var således nedbørsrige, hvorimod april-maj var på niveau med gennemsnittet. I juni faldt der mere regn end normalt, hvorimod juli var usædvanlig tør med en nedbørsmængde på ca. en tredjedel af normalen. Efter en særdeles regnfuld august kom et forholdsvis tørt efterår efterfulgt af en meget regnfuld december.

**Figur 3.** Månedsnedbøren i 1999 sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1980-90. Data fra målestationen "Roskilde Lufthavn".

**Månedsnedbør (mm)**



## 4. Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning

I dette afsnit er søen og dens opland kort beskrevet. For en mere detaljeret beskrivelse henvises til tidligere rapporter. Søen og dens historie er desuden udførligt beskrevet af Thorkild Høy og Jørgen Dahl i 3. bind af serien om Danmarks søer /13/.

### *Søbeskrivelse og morfometriske forhold*

Gundsømagle Sø er beliggende i Gundsø Kommune nordøst for Roskilde. Søen er med et areal på ca. 32 ha og en middeldybde på ca. 1,2 m en mindre og lavvandet sø, omgivet af et af Øst-Danmarks største rørskovsområder.

Kort over søen og dens opland samt placeringen af de anvendte målestationer er vist i figur 4. De vigtigste morfometriske data vedrørende søens dybdeforhold og morfometri er vist i tabel 2. Mere udførlige data findes i bilag 2.

**Tabel 2.** Gundsømagle Sø, morfometriske forhold.

Overfladeareal (ha)	32
Maksimal vanddybde (m)	1,9
Gennemsnitlig vanddybde (m)	1,2
Vandvolumen (m <sup>3</sup> )	375.000
Gennemsnitlig hydraulisk opholdstid i 1999 (dage)	16

### *Topografisk opland*

Søen ligger i det topografiske opland til vandløbet Hove Å, der gennemstrømmer søen og derefter har udløb i Roskilde Fjord. Størstedelen af søens opland på ca. 66 km<sup>2</sup> ligger i Høje Tåstrup, Ledøje-Smørum og Gundsø kommuner. Ca. 88% af oplandet består af dyrkede arealer, hvor jordtypen domineres af sandblandet lerjord og lerjord. Desuden består 7% af oplandet af bebyggede arealer, hvorfra langt hovedparten af spildevandstilførslen til søen stammer.

Grunddata vedrørende søens topografiske opland og arealanvendelse findes i bilag 3.

### *Oplandsanalyse*

I forbindelse med NOVA programmet skal der i perioden 1998-2003 ske en løbende indsamling af oplandsdata fra de 31 søoplande. Det overordnede formål med at indsamle data vedrørende eksempelvis oplandsafgrænsning, jordbundsforhold og arealanvendelse er, at opnå en større viden om vand- og næringstransporten i de forskellige søoplande. Ud fra oplandsanalyserne er det målet, at opstille modeller der mere præcist kan simulere betydningen af forskellige tiltag overfor kvælstof- og fosforbelastningen samt dokumentere og forklare udviklingen heri /14/.

### *- spredt bebyggelse*

I oplandet til Gundsømagle Sø er der ved udgangen af 1999 registreret 2026 enkeltejendomme, hvoraf langt hovedparten, nemlig omkring 1740, er sommerhuse eller kolonihavehuse. Antallet af PE er opgjort til 5110. Den samlede belastning fra enkeltejendomme er opgjort til 279 kg fosfor, 1223 kg kvælstof samt 4651 kg BI<sub>5</sub>.

*- beregningsmetode*

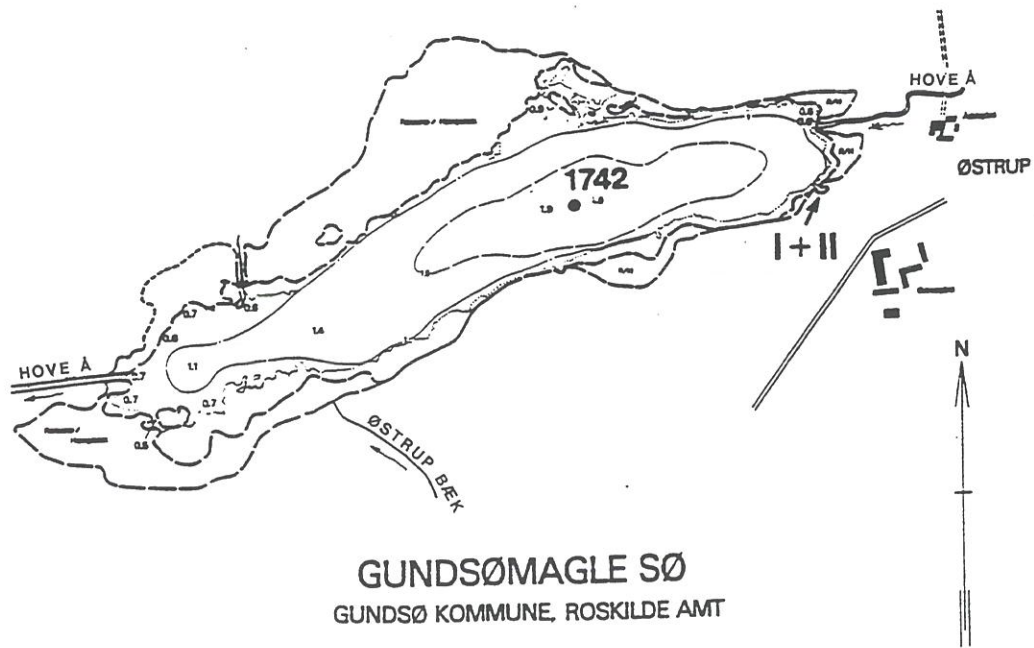
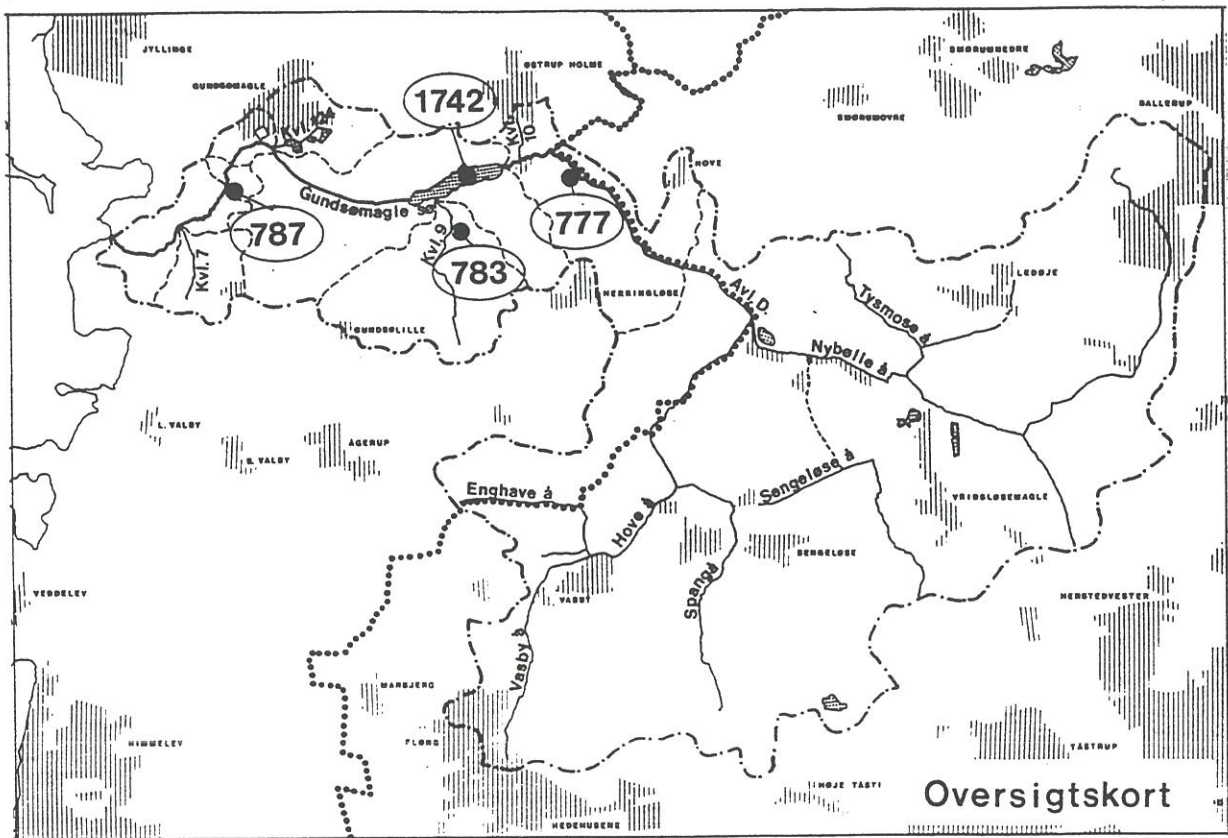
I forbindelse med oplandsanalysen er der udarbejdet en standardiseret metode til opgørelse af vand- og stoftilførsel fra umålte søoplande og dels til kildeopsplitning af næringstransport /14/. Disse metoder er identiske med de metoder, der hidtil er anvendt i Roskilde Amt. Der er derfor ikke foretaget nye beregninger for Gundsømagle Sø for den foregående periode 1989-97.

*Målsætning for søen*

Gundsømagle Sø er tildelt en generel målsætning (B) svarende til en vandkvalitet, der er upåvirket/svagt påvirket af menneskelige aktiviteter. For at opfylde denne målsætning skal følgende krav være opfyldt:

- *Sigtedybden skal være over 1 meter og total-fosforkoncentrationen mindre end 100-150 µg P/l. Begge parametre målt som sommergennemsnit.*
- *Der skal sikres en alsidig og varieret fiskefauna, uden masseforekomst af fredfisk og med et indslag af større rovfisk.*
- *Der skal være en undervandsvegetation, hvor dybdeudbredelsen mindst svarer til gennemsnittet for sommersigtedybden.*





Figur 4. Kort over Gundsømagle Sø med topografisk opland samt tilløb og afløb. De anvendte målestationer er angivet på kortet.

## 5. Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer

Hove Å st. 777

Målinger af vandføring og stofkoncentration er foretaget på station 777 i Hove Å. Ud af det samlede opland til søen på 66,09 km<sup>2</sup>, dækker målestationen et opland på 54,66 km<sup>2</sup>, svarende til en fordeling af målt og umålt opland på henholdsvis 82,7% og 17,3%. Vandføringen måles kontinuerligt på stationen, mens vandprøver til bestemmelse af stofkoncentrationer er udtaget 26 gange årligt.

Samleskema for års- og sommermiddelværdier i tilløbet på station 777 for henholdsvis vandføring, fosfor- og kvælstofkoncentrationer findes i bilag 4.

### 5.1 Vandføring

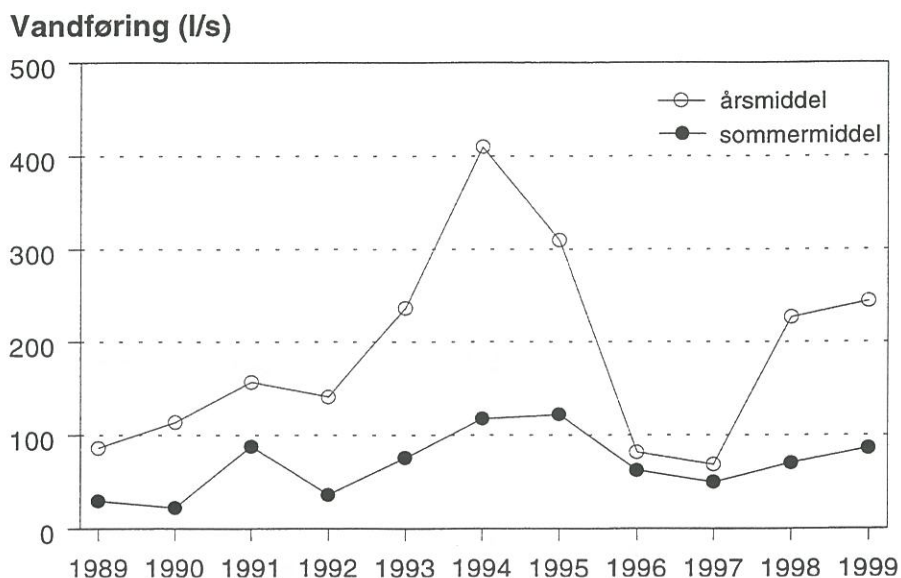
Vandføringen i Hove Å

- årsmiddelvandføringen større end normalt

Figur 5 viser vandføringen i Hove Å på station 777 i perioden 1989-99 angivet som tidsvægtede års- og sommermidler. Årsmiddelvandføringen var i 1999 med 244 l/s i samme størrelse som i 1998, hvor den var 227 l/s, og dermed noget større end gennemsnittet på 183 l/s (median 149 l/s) for perioden 1989-98.

Sommermiddelvandføringen var med 86 l/s ligeledes en del større end middelvandføringen i 1989-98, som var 67 l/s (median 66 l/s).

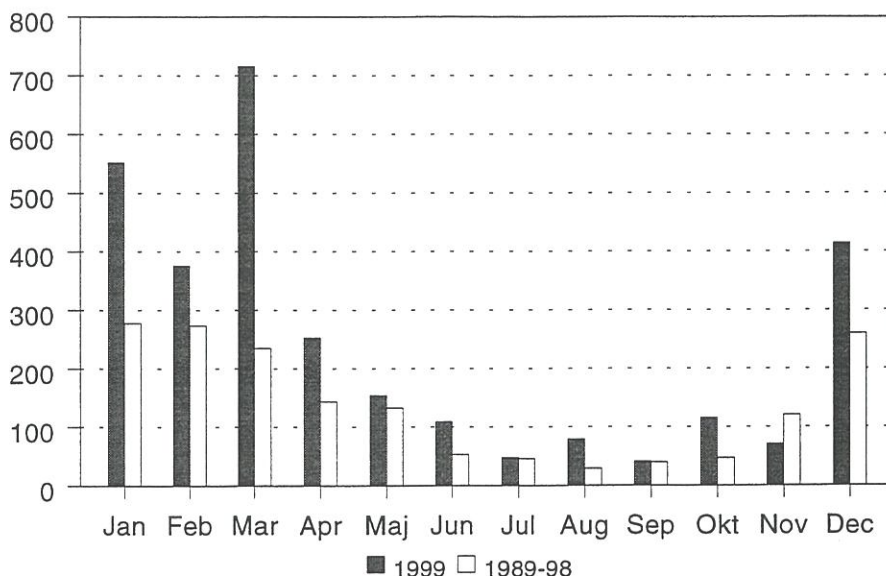
**Figur 5.** Års- og sommermiddelvandføring i Hove Å, station 777, i perioden 1989-99.



Vandføringen i tilløbet varierer normalt karakteristisk over året, med en høj vandføring i vinterperioden og en lav vandføring i sommerperioden som det fremgår af figur 6, der viser månedsvandføringen i 1999 samt for den foregående periode 1989-98. Som det ses på figuren, var vandføringen i 1999 i de fleste måneder højere end normalt, særligt i marts, juni, august og oktober. Kun i november var vandføringen mindre end i den foregående tiårsperiode.

**Figur 6.** Vandføringen i Hove Å, station 777, angivet som månedsmidler for 1999 og som medianværdier for perioden 1989-98.

**Månedsvandføring (l/s)**



- høje fosforkoncentrationer i starten af overvågningsperioden

- stor reduktion i fosforkoncentrationen som følge af forbedret spildevandsrensning i oplandet

- signifikant fald i årsmiddelkoncentrationerne

## 5.2 Fosfor

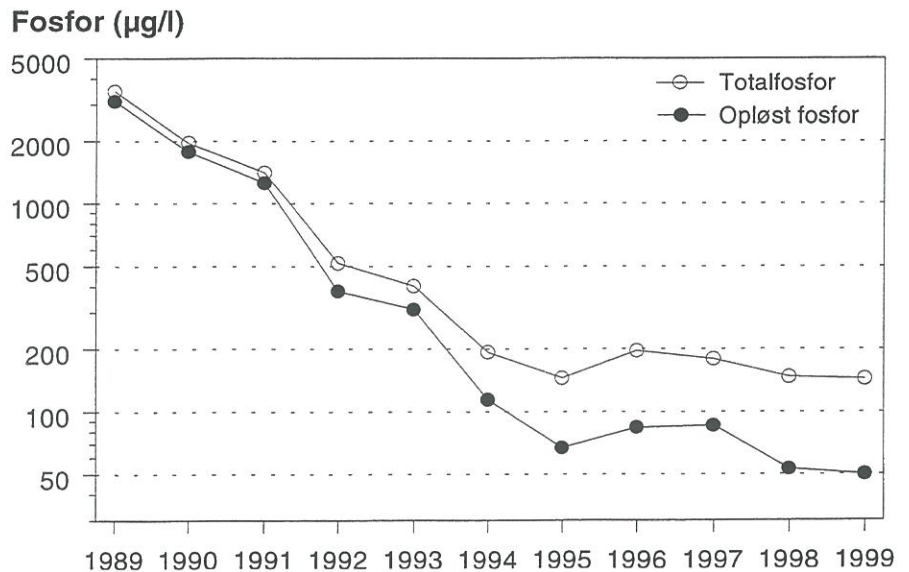
Fosforkoncentrationen var i starten af overvågningsperioden meget høj i tilløbet, med årsmiddelkoncentrationer omkring 4-5 mg P/l og sommermiddelkoncentrationer omkring 6-7 mg P/l. De høje fosforkoncentrationer i tilløbet skyldtes tilledningen af store fosformængder fra mekanisk/biologisk rensset spildevand i oplandet. Forskellen i års- og sommermiddelkoncentrationen skyldtes, at det tilledte spildevand ikke blev fortyndet i samme grad i sommerperioden som følge af den naturligt lavere vandføring i sommerhalvåret.

Som følge af en forbedret spildevandsrensning i oplandet er fosforkoncentrationen i tilløbet gradvist blevet reduceret. I 1999 var den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration i tilløbet således faldet yderligere til henholdsvis 0,178 og 0,218 mg P/l svarende til en reduktion i forhold til i 1989 på godt 96% på både års- og sommermiddelkoncentrationen. Det meget store fald i fosforkoncentrationen i tilløbet skyldes en centralisering og forbedring af spildevandsrensningen i oplandet.

Figur 7 viser den vandføringsvægtede koncentration af totalfosfor og opløst fosfat beregnet som årsmidler for perioden 1989-99. Som følge af den forbedrede spildevandsrensning, er den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalfosfor i Hove Å faldet fra 3,840 mg P/l i 1989 til 0,144 mg P/l i 1999. Tilsvarende er den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af opløst fosfat faldet fra 3,100 mg P/l i 1989 til 0,050 mg P/l i 1999. Som det fremgår af figuren, fandt langt den største reduktion sted i den første halvdel af overvågningsperioden. De vandføringsvægtede årsmidler har således kun været meget svagt faldende i de seneste 5 år, hvor dog 1999 tegnede sig for de hidtil laveste koncentrationer.

Statistisk set er reduktionen i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af både totalfosfor og opløst fosfat signifikant på 0,1% niveau.

**Figur 7.** *Udviklingen i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalfosfor og opløst fosfat i perioden 1989-99 (bemærk skaleringen på y-aksen).*



### 5.3 Kvælstof

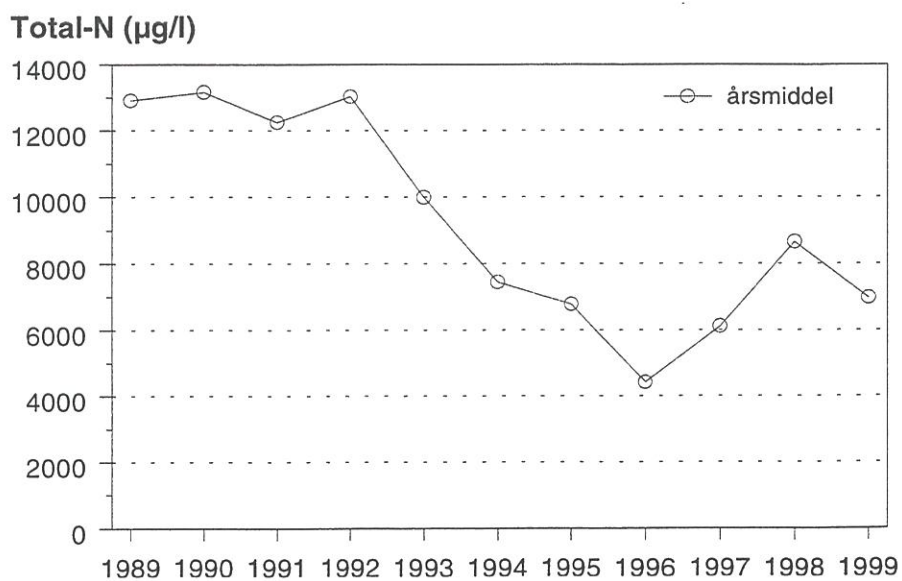
*- markant fald i kvælstofkoncentrationen*

Kvælstofkoncentrationen i tilløbet var i starten af perioden høj, med en års- og sommermiddelkoncentration på henholdsvis 13,03 og 11,93 mg N/l i 1989. Som følge af etableringen af kvælstofrensning på Kallerup renseanlæg, faldt kvælstofkoncentrationen i tilløbet markant i 1993-94. I 1996 faldt den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration yderligere til henholdsvis 3,96 og 2,66 mg N/l. Årsagen til de lave koncentrationer i 1996 var i høj grad den nedbørsmæssigt betingede meget ringe kvælstofudvaskning fra de dyrkede arealer dette år. I 1997 og i 1998 steg både års- og sommermiddelkoncentrationen atter, og med 4,42 mg N/l nåede sommermiddelkoncentrationen i 1999 op på det hidtil højeste siden 1993. Stigningen skyldes at den ringe udvaskning i 1996-97 blev efterfulgt af to nedbørsrige år, og specielt den nedbørsrige forsommer i 1999 har formodentligt fremmet udvaskningen af kvælstof fra søens opland.

Figur 8 viser den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af kvælstof i tilløbet på målestation 777. I perioden 1989-92 lå den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration meget stabilt omkring 12-13 mg N/l. Efter etableringen af kvælstofrensning på Kallerup renseanlæg i 1993 og efterfølgende driftoptimering på renseanlægget faldt årsmidlen støt de følgende år. I 1996 faldt årsmidlen igen kraftigt som følge af en meget lille kvælstofudvaskning fra dyrkede arealer i specielt vinteren 1995-96. I 1997-98 steg den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration på grund af den større kvælstofudvaskning, men stigningen fortsatte dog ikke i 1999, hvor årsmiddelkoncentrationen på 7,15 mg N/l lå lidt under niveauet fra 1998.

Faldet i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration i perioden 1989-99 er signifikant på 1%-niveau.

**Figur 8.** *Udviklingen i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalkvælstof i perioden 1989-99.*



## 6. Vandbalance

### Beregningsgrundlag

Vandbalancerne for 1989-97 er beregnet ved brug af EDB-programmet STOQ-sømodul, version 3.30, mens der i 1998 og 1999 er anvendt STOQ windows sømodulhenholdsvis version 4.0 og 4.4. De beregnede vandbalancer fra 1989-99 opdelt på månedsbasis findes i bilag 5. Et oversigtsskema over periodens karakteristiske års- og sommerværdier findes i bilag 6.

#### *Beregning af vandtilførslen*

Vandføringen er målt kontinuerligt i tilløbet (st.777) og afløbet (st. 787) vha. Q/H målere. I 1989-92 blev vandføringen i det mindre tilløb Østrup Bæk, st. 783, målt med vingemåler i forbindelse med udtagning af vandkemiprøver. Ved at foretage en Q/Q-korrelation mellem enkeltmålinger af vandføringen i Østrup Bæk ( $Q_{783}$ ) og de målte døgnmiddelvandføringer i Hove Å, st. 777 ( $Q_{777}$ ) for perioden 1989-92 fandtes følgende sammenhæng udtrykt ved ligningen:

$$Q_{783}(l/s) = (8,08 \times 10^{-3} \times Q_{777})(l/s) + (1,32 \times 10^{-2})(l/s)$$

Q/Q-korrelationen blev efterfølgende benyttet til beregning af døgnmiddelvandføringen i Østrup Bæk i 1989-92. Fra og med 1993 ophørte overvågningen af Østrup Bæk, st. 783 i forbindelse med en revision af overvågningsprogrammet.

Den anvendte beregning af vandtilførslen fra det umålte opland findes i bilag 7.

I STOQ-sømodul opstilles vandbalancen på baggrund af det målte bidrag fra tilløbet, det arealkorrigerede bidrag fra umålt opland, den målte fraførsel i afløbet, nedbør og fordampning samt magasineringen i søen som følge af vandstandsændringerne. Vandbalancen afstemmes herefter som tilført overfladevand minus fraført overfladevand, hvor den eventuelt resterende positive eller negative vandmængde henregnes som udveksling med grundvandet, henholdsvis som grundvandsindsivning eller som udsivning til grundvandet.

#### *Den beregnede grundvandsindsivning er næppe reel*

I forbindelse med temarapporteringen i 1995 blev det vurderet, at den grundvandsindsivning, som er beregnet i STOQ, næppe er korrekt /7/. Langt mere sandsynligt er det, at den beregnede grundvandsindsivning stammer fra usikkerhed på vandbalancen, herunder primært magasinændringerne.

### Årlige til- og fraførsler

Årlige til- og fraførsler af vand angivet i henholdsvis  $m^3$  og som afstrømningshøjder ( $m/\text{år}$ ) er vist i tabel 3 og figur 9. I tabellen er endvidere angivet den beregnede indsivning af grundvand, der som nævnt skal betragtes som usikkerheden på vandbalancen.

#### *Vandtilførslen i 1999 større end normalt*

Som følge af en stor nedbørsmængde var vandtilførslen i 1999 med 7,98 mill.  $m^3$  blandt de største i overvågningsperioden.

**Tabel 3. Årlige eksterne til- og fraførsler af vand samt "grundvandsbidraget" i perioden 1989-99.**

Gundsømagle Sø, vandbalance	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet ekstern tilførsel (mill. m <sup>3</sup> )	2,75	3,64	5,09	4,65	7,74	13,32	9,99	2,61	2,24	7,45	7,98
Samlet ekstern fraførsel (mill. m <sup>3</sup> )	2,73	4,40	5,90	4,95	7,70	13,87	10,95	2,61	2,26	8,62	9,44
+/- "Grundvand" (mill. m <sup>3</sup> )	-0,72	0,76	0,81	0,30	-0,02	0,52	0,94	-0,04	-0,08	1,20	1,46

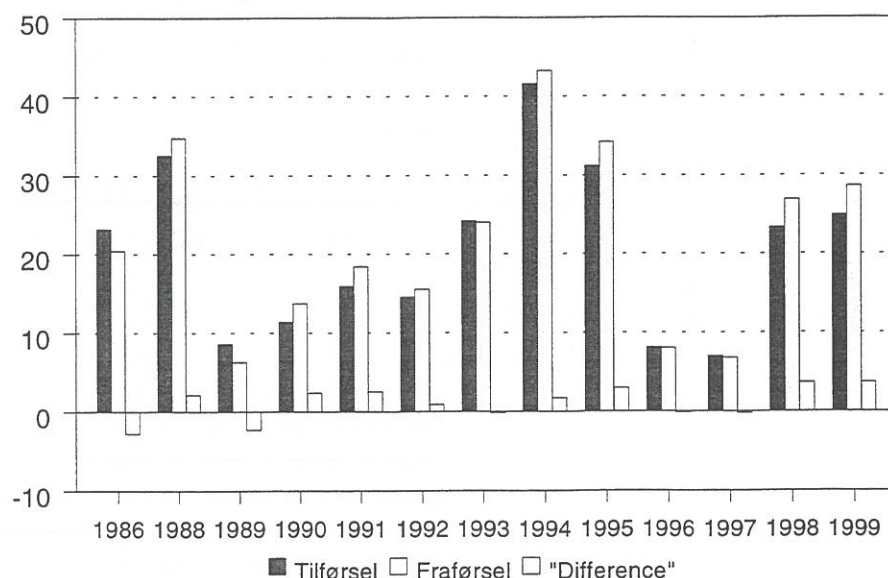
- vandtilførslen varierer med nedbørsmængden

Af tabel 3 ses, at den tilførte vandmængde varierer meget fra år til år, afhængig af nedbørsmængden i det enkelte år. Største vandtilførsel var i 1994, hvor søen modtog 13,32 mill. m<sup>3</sup> vand, svarende til knap 6 gange vandmængden i 1997, som stod for den laveste vandtilførsel i perioden. Af tabellen fremgår endvidere, at usikkerheden på vandbalancen generelt er af en relativ beskeden størrelse (< 10% af den eksterne vandtilførsel). I de tre første overvågningsår var usikkerheden dog generelt lidt større, men også i 1998 og 1999 var usikkerheden noget større end i de foregående 5-6 år.

I figur 9 er vist den årlige eksterne til- og fraførsel af vand angivet som afstrømningshøjder (m/år). På figuren ses at vandtilførslen i 1999 stort set var som i det foregående år, og dermed lidt over gennemsnittet for perioden.

**Figur 9. Årlig ekstern til- og fraførsel angivet som afstrømningshøjder (m/år) for 1986 og 1988-99.**

#### Afstrømningshøjde (m/år)



#### Hydraulisk opholdstid

##### Kort opholdstid i 1999

Den hydrauliske opholdstid for søvandet afhænger af vandføringen i tilløbet og dermed i høj grad af nedbørsmængden. I år med en stor nedbørsmængde er opholdstiden derfor normalt kort og omvendt lang i nedbørsfattige år. I 1999 var den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis kun 16 dage og dermed den tredje korteste i overvågningsperioden. Kun i de meget nedbørsrige år 1994-95 var opholdstiden kortere (tabel 4). Vandets opholdstid i søen har som et gennemsnit for perioden været 33 dage (median 26).

Opholdstiden er generelt kort i vinterperioden og lang i sommerperioden

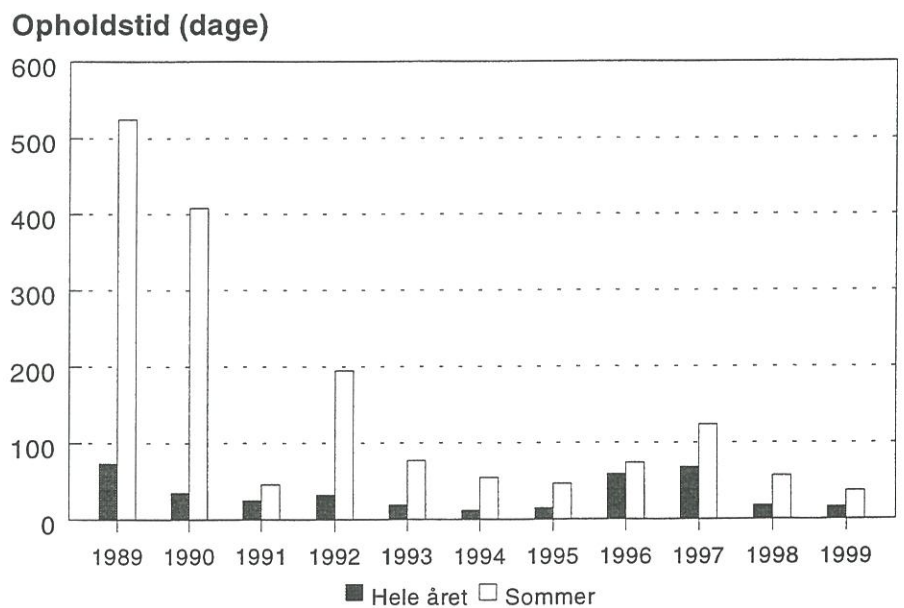
Som følge af den karakteristiske årstidsvariation i vandføringen i de sjællandske vandløb, er den gennemsnitlige opholdstid i sommerperioden normalt væsentligt længere end opholdstiden på årsbasis (fig.10). I 1999 var opholdstiden i sommerperioden 38 dage, hvilket er den hidtil korteste i overvågnings-

perioden, hvor opholdstiden over sommeren i gennemsnit har været på 161 dage (median 75 dage). Sommeropholdstiden har, som det kan ses på figuren, varieret overordentligt meget gennem overvågningsperioden, fra et teoretisk maksimum i 1989 på 525 dage til et minimum i 1999 på 38 dage.

**Tabel 4.** Den hydrauliske opholdstid i perioden 1989-99 beregnet som henholdsvis gennemsnitligt antal dage og år<sup>-1</sup>.

Opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Antal dage	73	35	25	32	19	12	15	59	68	18	16
År <sup>-1</sup>	0,199	0,097	0,068	0,088	0,051	0,033	0,040	0,162	0,186	0,048	0,048

**Figur 10.** Års- og sommergennemsnitlig opholdstid i perioden 1989-99.



### Sammenfatning

Sammenfattende er vandtilførslen til Gundsømagle Sø karakteriseret ved en stor årstidsvariation, med en stor vandtilførsel i vinterperioden og en langt mindre tilførsel i sommerperioden. Tilløbet udtørres dog modsat mange øvrige sjællandske vandløb aldrig i tørre sommerperioder, bl.a. som følge af en relativ stor og konstant spildevandstilførsel. I overensstemmelse med et nedbørsrigt år var vandtilførslen i 1999 større end normalt, og den gennemsnitlige opholdstid var blandt de laveste i overvågningsperioden både vinter og sommer.



## 7. Stofbalance

### Beregningsgrundlag

Stofbalanceberegningen for 1989-97 er foretaget vha. EDB-programmet STOQ-sømodul, version 3.30. I 1998 og 1999 er anvendt henholdsvis STOQ windows sømodul version 4.0 og 4.4. Stofbalanceberegninger omfatter totalfosfor, totalkvælstof og jern.

Stofbalancerne på måneds- og årsbasis beregnet som arealspecifikke rater ( $\text{mg/m}^2$  søareal/dag og  $\text{g/m}^2$  søareal/år) findes i bilag 5. Årlige stofmængder i absolutte tal samt vandføringsvægtede indløbskoncentrationer for de nævnte parametre findes i samleskemaer bilag 6.

Den anvendte beregning af stoftilførslen fra det umålte opland, herunder stoftransporten fra ind- og udsivende grundvand, er beskrevet i bilag 7.

### 7.1 Fosfor

#### Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

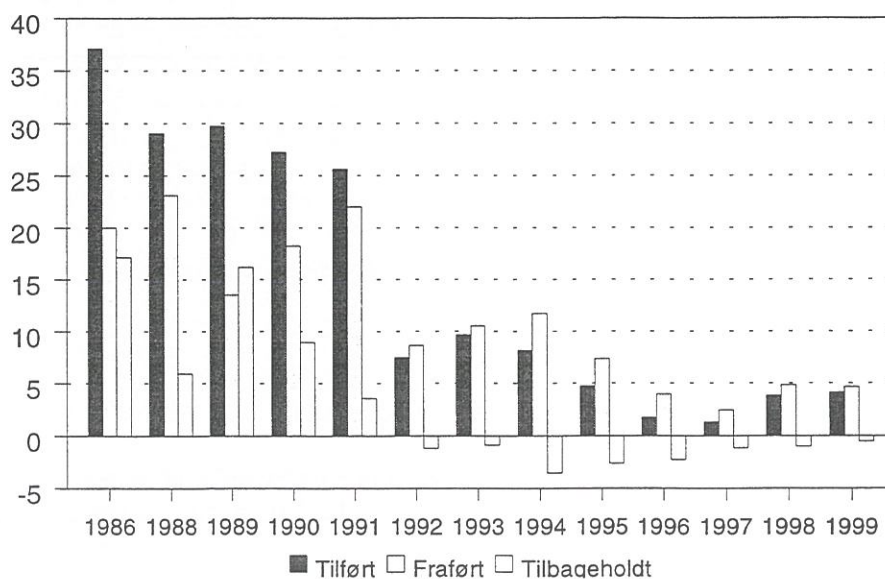
Den samlede årlige til- og fraførsel af totalfosfor angivet som arealkoefficienter ( $\text{g tot-P/m}^2$  søareal/år) samt den beregnede tilbageholdelse i søen er vist i figur 11.

*Signifikant fald i fosfortilførslen*

I årene før 1992 var fosfortilførslen meget stor, mellem 26 og 37  $\text{g P/m}^2$  søareal/år. Fra og med 1992 faldt fosfortilførslen til søen imidlertid markant, primært som følge af en kraftig reduktion i fosfortilførslen fra punktkilder. I perioden 1992-95 lå fosfortilførslen mellem 5 og 10  $\text{g P/m}^2$  søareal/år, og i 1996-97 faldt fosfortilførslen yderligere, hvor tilførslen til søen i 1997 nåede ned på den hidtil laveste. I 1998 tiltog tilførslen en smule, og i 1999 var den med 4,14  $\text{g P/m}^2$  søareal/år påny lidt større end de tre foregående år. Set for perioden 1989-99 er faldet i fosfortilførslen signifikant på 0,1%-niveau.

**Figur 11.** Fosforbalance for Gundsømagle Sø 1986 og 1988-99. Værdier angivet som stofmængder i  $\text{g pr. m}^2$  søareal pr. år.

#### Fosfor ( $\text{g/m}^2/\text{år}$ )



- fosfortilførslen i 1999 lidt større end i de tre foregående år

I tabel 5 er vist den årlige til- og fraførsel af fosfor i ton i perioden 1989-99. Desuden er vist den beregnede tilbageholdelse i både ton og som procentdel af den eksterne tilførsel (overfladetilførslen). Den samlede fosfortilførsel lå i starten af overvågningsperioden 1989-91 omkring 8-10 ton, men faldt i 1997 til 0,4 ton. I 1998 og 1999 steg fosfortilførslen til henholdsvis 1,23 ton og 1,32 ton, hvilket dog stadig kun er ca. 14-15% af niveauet fra starten af perioden. Stigningen i de seneste to år skyldes primært et større naturbidrag som følge af større nedbørsmængder i disse år.

**Tabel 5. Årlig til- og fraførsel samt tilbageholdelse af fosfor i Gundsømagle Sø i perioden 1989-99.**

Stofbalance total-P	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel (ton)	9,52	8,72	8,20	2,40	3,09	2,62	1,52	0,56	0,42	1,23	1,32
Samlet fraførsel (ton)	4,33	5,85	7,05	2,77	3,37	3,75	2,36	1,28	0,79	1,55	1,50
Tilbageholdelse (ton)	5,19	2,87	1,15	-0,37	-0,28	-1,13	-0,84	-0,72	-0,37	-0,32	-0,17
Tilbageholdelse (%)	54,5	33,0	14,1	-15,4	-9,0	-43,2	-55,1	-129,3	-87,3	-25,8	-12,8

Stor fosfortilbageholdelse til og med 1991

Til og med 1991 tilbageholdte søen hvert år en betydelig fosformængde og søens interne fosforpulje voksede dermed støt. I perioden 1989-91 tilbageholdte søen således i gennemsnit 35% af den tilførte fosformængde, svarende til omkring 9,2 ton. Efter den markante reduktion i fosfortilførslen i 1992, har tilbageholdelsen hvert år været negativ, idet den fraførte fosformængde har været større end den tilførte fosformængde. I perioden 1992-99 er søsedimentets fosforpulje således blevet reduceret med godt 4 ton fosfor. Selv om nettoeksporten af fosfor således har været ganske stor inden for de sidste 6 år, skal størrelsen dog ses i forhold til tidligere tiders fosfortilbageholdelse i søen. Alene for årene 1989-91 tilbageholdte søen som ovenfor nævnt omkring 9,2 ton fosfor.

Siden 1992 er søsedimentets fosforpulje reduceret med lidt over 4 ton

Udviklingen i fosfortilbageholdelsen angivet som arealspecifikke tal ( $\text{g P/m}^2$  søareal/år) er vist i figur 12. I 1989 var den beregnede fosfortilbageholdelse omkring  $15 \text{ g P m}^2/\text{år}$ . I de følgende par år faldt fosfortilbageholdelsen og fra og med 1992 er der sket en nettoeksport af fosfor hvert år. Denne eksport af fosfor ud af søen har årligt været mellem 0,3 og  $3,5 \text{ g P m}^2/\text{år}$ . Som det fremgår af figuren, fandt den største nettoeksport af fosfor ud af søen sted i 1994, hvorefter nettoeksporten er faldet jævnt siden. Årsagen hertil har blandt andet været, at den største eksport af fosfor ud af søen overvejende har fundet sted i de år, hvor opholdstiden i søen har været kort (hurtig gennemskylning af søen). Sideløbende med en reduktion i den mobile fosforpulje i sedimentet vil eksporten dog tillige mindskes. På trods af en kort opholdstid var den beregnede nettoeksport på  $0,5 \text{ g P m}^2/\text{år}$  i 1999 således den laveste siden 1993.

- fosforfraførslen bliver mindre og mindre

### Søsedimentets fosforpulje

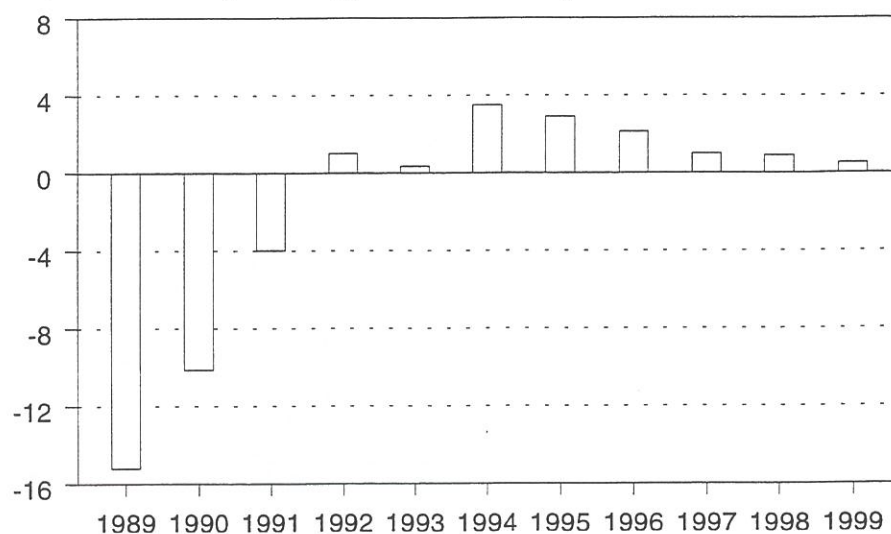
Ud fra stofbalanceberegningerne har søen i perioden 1992-99 som nævnt i alt nettoeksporteret omkring 4,2 ton fosfor svarende til, at søsedimentets fosforpulje er blevet reduceret med omkring  $13 \text{ g P/m}^2$ .

Resultaterne fra sedimentundersøgelsen i 1996 (ref. i/9/) viste, at den mobile fosforpulje i de øverste 5 cm af sedimentet i perioden 1992-96 var blevet omtrent halveret, fra mellem  $8,1$  og  $14,0 \text{ g P/m}^2$  i 1992 - afhængig af redoxpotentiallet ved sedimentoverfladen - til mellem  $3,3$  og  $7,0 \text{ g P/m}^2$  i 1996 - igen afhængig af redoxpotentiallet ved sedimentoverfladen. Dette svarer til, at den mobile fosforpulje fra 1992 til 1996 er blevet reduceret med mellem 4,8

og  $7,0 \text{ g P/m}^2$ . Dette stemmer rimeligt godt overens med den frigivelse på  $9,9 \text{ g P/m}^2$  søareal, der er beregnet ud fra stofbalancen i perioden 1992-96. At den frigivne fosformængde er større ved brugen af stofbalanceberegningerne hænger dels sammen med, at *hele* 1992 og 1996 indgår i disse beregninger og dels en usikkerhed på målingen af fosfortilførslen til søen (jf. næste afsnit om kildeopsplitning).

**Figur 12.** Beregnet fosfortilbageholdelse/frigivelse i gram pr.  $\text{m}^2$  søareal pr. år for perioden 1989-99.

### Intern fosforfrigivelse (g/m<sup>2</sup> søareal/år)



### Kildeopsplitning

Den årlige eksterne tilførsel af fosfor opdelt på belastningskilder fremgår af bilag 8, der endvidere indeholder den anvendte beregningsmetode.

I figur 13 er vist de enkelte kilders bidrag til fosfortilførslen på årsbasis (angivet som arealkoefficienter). I perioden 1989-91 var fosfortilførslen fra punktkilder meget stor, omkring  $18-25 \text{ g P/m}^2$  søareal/år, og bidraget herfra udgjorde i disse år mellem 69 og 91% af den samlede fosfortilførsel.

Punktkildebidraget faldt herefter markant i 1992 til ca.  $6 \text{ g P/m}^2$  og efter 1993 er dette fald fortsat frem til 1996-97, hvor punktkildernes fosforbidrag var mindre end  $1 \text{ g P/m}^2$  søareal/år. I de seneste to år er tilførslen fra punktkilder dog steget lidt, hvor den i 1999 var  $1,7 \text{ g P/m}^2$  søareal/år. Punktkildernes andel af den samlede fosfortilførsel er tilsvarende faldet igennem årene, men har siden 1995 været ret konstant på omkring 38-45% af tilførslen. Punktkildebidraget udgør således stadig en væsentlig del af den samlede fosfortilførsel til søen.

Årsagen til den store reduktion i punktkildebidraget er en centralisering og udbygning af spildevandsrensningen i oplandet i de senere år, jf. bilag 8. Således har Kallerup renseanlæg siden 1993 været den eneste tilbageværende store punktkilde i oplandet.

Den tekniske baggrund for den reducerede fosforudledning fra punktkilderne i 1992 skyldtes brugen af fosforfældningsmiddel på Kallerup renseanlæg siden juni 1991. Med henblik på opfyldelse af Vandmiljøplanens renskrav var renseanlægget i det første halvår af 1993 under ombygning og der blev ikke foretaget fosforfældning i perioden maj-august 1993. Siden starten af

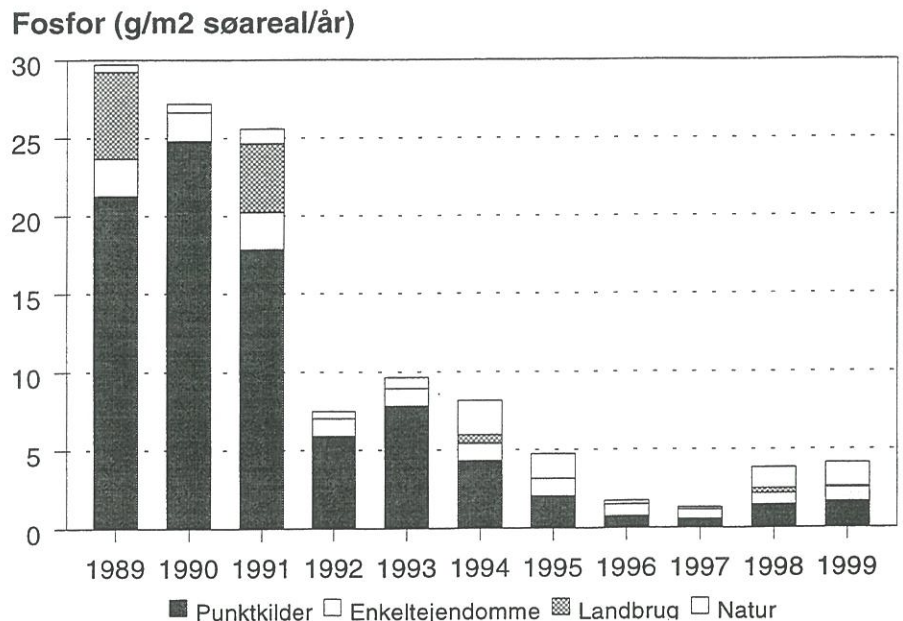
*Markant fald i punktkildebidraget*

*Kallerup renseanlæg*

september 1993 har det ombyggede renseanlæg fungeret med udvidet biologisk rensning, samt rensning for såvel fosfor som kvælstof.

Efter planen skulle punktkildebidraget fra Kallerup renseanlæg fra og med 1997 reduceres yderligere til 250-300 kg P/år (eksklusiv regnvandsbetingede bidrag). Dette mål blev nået allerede i 1996, hvor renseanlægget i alt udledte 301 kg fosfor, og i 1997-98 var udledningerne henholdsvis 228 kg og 260 kg. Med 344 kg i 1999 var udledningen dog lidt større end renseanlæggets planlagte maksimale udledning.

**Figur 13.** Fosfortilførslen til Gundsømagle Sø fordelt på belastningskilder.



*Betydningen af de øvrige belastningskilder vokser i takt med, at punktkildebidraget reduceres*

I takt med de senere års markante reduktion i punktkildebidraget er den relative betydning af de øvrige belastningskilder naturligvis øget. Således steg enkeltejeendommenes beregnede procentandel af den samlede tilførsel fra 7-9% i 1989-91 til omkring 45% i 1996-97, hvor dog de beregnede bidrag fra både landbrugs- og naturarealer var usædvanligt lave. I 1999 udgjorde bidraget fra enkeltejeendomme omkring 21%. Dette fald i bidraget fra enkeltejeendomme skyldes bl.a. afskæring af spildevandet fra en del af enkeltejeendommene i oplandet i 1998.

#### Landbrugsbidrag

Fosforbidraget fra landbrugsarealer var i 1999 på 21 kg, men beregningen er problematisk, idet der for de fleste af årene er beregnet et negativt fosforbidrag fra landbrugsarealer. Det er tidligere vurderet, at specielt to forhold kan have betydning for, at fosforbidraget fra de dyrkede arealer i hovedparten af årene er blevet negativt, nemlig dels stoftilbageholdelse i tilløbet Hove Å og dels en generel underestimering af fosfortransporten i tilløbet /8/.

*Fosfortilførslen er antagelig underestimeret*

En sammenligning mellem den beregnede fosforfrigivelse vha. stofbalanceberegningerne og det målte fosforindhold i søsedimentet 1996 tyder på, at i hvert fald sidstnævnte forhold kan gøre sig gældende. En underestimering af fosfortransporten til søen fører nemlig i stofbalanceberegningerne til en overestimering af fosforfrigivelsen fra sedimentet.

## 7.2 Kvælstof

### Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den årlige eksterne til- og fraførsel samt tilbageholdelse af kvælstof er vist i figur 14. De enkelte størrelser er angivet som arealkoefficienter (g tot-N/m<sup>2</sup> søareal/år), således at der kan sammenlignes med andre søer. Til- og fraførte mængder samt tilbageholdelse angivet i ton er vist i tabel 6.

*Normal kvælstoftilførsel i 1999*

Med 65,5 ton svarende til 205 g N/m<sup>2</sup> søareal var kvælstoftilførslen i 1999 tæt på den gennemsnitlige tilførsel i overvågningsperioden på 61,4 ton årligt.

*Store år til år variationer i kvælstoftilførslen*

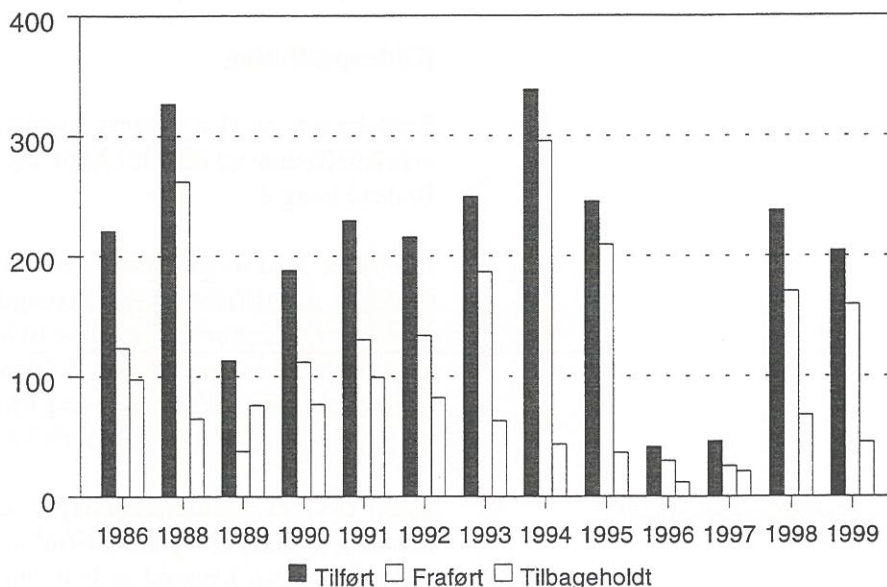
Den samlede tilførsel har i perioden varieret meget, fra 108 ton i 1994, hvor kvælstofudvaskningen fra de dyrkede arealer var meget stor, til 13 ton i 1996, hvor udvaskningen omvendt var usædvanlig lav som følge af den megen tørke.

**Tabel 6.** Årlig til- og fraførsel samt tilbageholdelse af kvælstof i Gundsømagle Sø i perioden 1989-99.

Stofbalance total-N	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel (ton)	36,26	60,30	73,55	69,14	79,89	108,39	78,60	13,13	14,66	76,25	65,5
Samlet fraførsel (ton)	12,00	35,78	41,83	42,88	59,86	94,60	67,02	9,40	8,05	54,61	51,11
Tilbageholdelse (ton)	24,24	24,52	31,72	26,26	20,03	13,79	11,59	3,74	6,60	21,72	14,39
Tilbageholdelse (%)	66,9	40,7	43,1	38,0	25,1	12,7	14,7	28,5	45,1	28,4	22,0

**Figur 14.** Kvælstofbalance for Gundsømagle Sø 1986 og 1988-99. Værdier angivet som stofmængder i gram pr. m<sup>2</sup> søareal pr. år.

### Kvælstof (g/m<sup>2</sup> søareal/år)



Kvælstoftilbageholdelsen var 14,4 ton svarende til 47,4 g N/m<sup>2</sup> søareal, hvilket ligeledes var tæt på den gennemsnitlige tilbageholdelse i overvågningsperioden på 18,1 ton svarende til 56,5 g N/m<sup>2</sup> søareal (fig. 15).

*Kvælstoftilbageholdelsen er primært styret af opholdstiden*

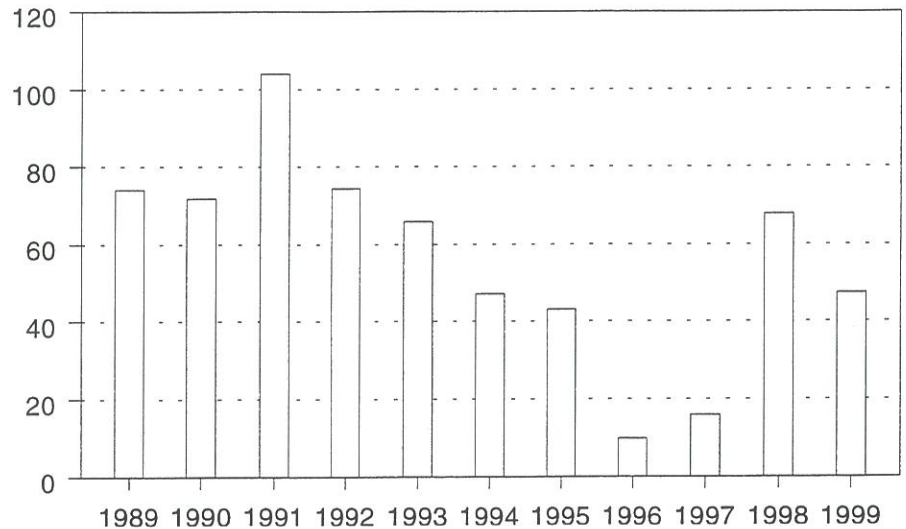
Tilbageholdelsen har i procent af den tilførte mængde kvælstof i gennemsnit for perioden 1989-98 været på 34%, men med meget store variationer fra år til år. I de nedbørsmæssigt mest normale år 1990-91 tilbageholdte søen omkring 40-50% af den tilførte kvælstof, mens tilbageholdelsen i det tørre år 1989 var 65%. I de mest nedbørsrige år 1994-95 var tilbageholdelsen omvendt

lav (omkring 15%), og i de seneste to forholdsvis nedbørsrige år var tilbageholdelsen henholdsvis 28% i 1998 og 22% i 1999 tilsvarende noget mindre end normalt. Kvælstoftilbageholdelsen er således primært styret af opholdstiden i søen.

Statistisk set har der været tale om et signifikant fald (5%-niveau) i kvælstoftilbageholdelsen gennem perioden hvilket antagelig primært kan tilskrives faldet i den vandføringsvægtede indløbskoncentration af kvælstof.

**Figur 15.** Beregnet kvælstoftilbageholdelse i g pr. m<sup>2</sup> søareal pr. år for perioden 1989-99.

### Kvælstoftilbageholdelse (g/m<sup>2</sup> søareal/år)



### Kildeopsplitning

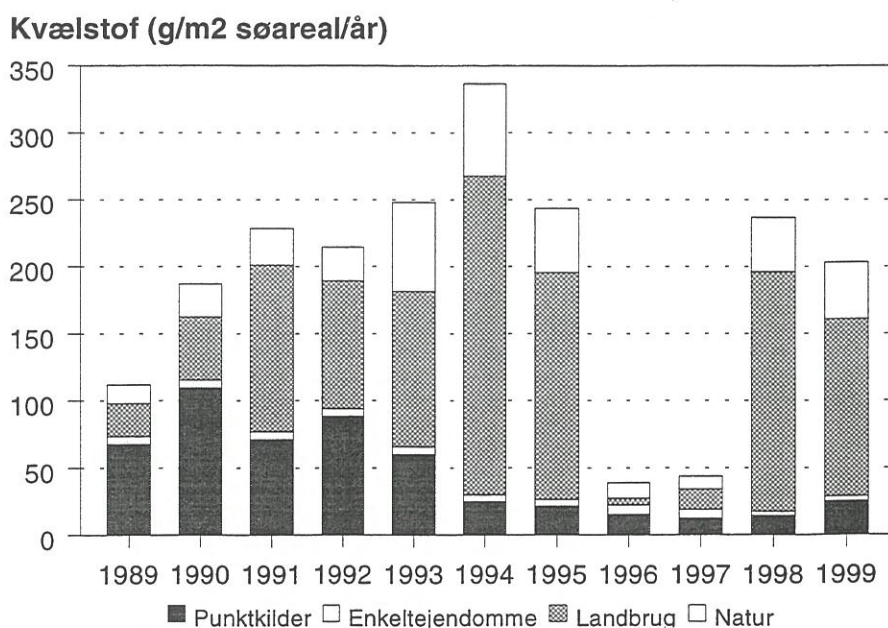
Fordelingen af den tilførte kvælstof på belastningskilder (angivet som arealkoefficienter) er vist i figur 16. Absolutte tal samt beregningsgrundlag findes i bilag 8.

I 1999 er landbrugsbidraget beregnet til 132 g N/m<sup>2</sup> søareal, svarende til 64,6% af den tilførte kvælstofmængde, mens punktkildebidraget og bidraget fra enkeltejendomme er beregnet til henholdsvis 25,0 g N/m<sup>2</sup> søareal (12,2%) og 3,8 g N/m<sup>2</sup> søareal (1,9%). Af den resterende kvælstoftilførsel er naturbidraget og det atmosfæriske bidrag opgjort til henholdsvis 42,3 g N/m<sup>2</sup> søareal (20,6%) og 1,5 g N/m<sup>2</sup> søareal (0,7%).

#### Fald i punktkildebidraget

Siden 1993 er punktkildebidraget faldet markant (jf. afsnit 7.1), fra årlige tilførsler mellem 60 og 110 g N/m<sup>2</sup> søareal til årlige tilførsler mellem 12 og 25 g N/m<sup>2</sup> søareal. Dermed er betydningen af de øvrige kilder steget og i de nedbørsrige år 1994-95 samt påny i 1999 tegnede landbrugsbidraget sig for omkring 60-70% af den samlede kvælstoftilførsel, mens bidraget herfra i 1996-97 som følge af nedbørsforholdene var langt mere beskedent.

**Figur 16.** Kvælstoftilførslen til Gundsømagle Sø fordelt på belastningskilder.



### 7.3 Jern

#### Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den årlige eksterne til- og fraførsel samt tilbageholdelse af jern er vist i figur 17. De enkelte størrelser er angivet som arealkoefficienter (g tot-Fe/m<sup>2</sup> søareal/år). Der er ikke opstillet jernbalancer for 1989 og -91, hvor der ikke blev målt for jernindhold i tilløbet.

#### Stor jerntilførsel i 1999

Tilførslen af jern var i 1999 med 7,5 ton svarende til 23,4 g/m<sup>2</sup> søareal periodens næststørste, kun overgået af det nedbørsrige år 1994. Efter en beskeden tilførsel i årene 1996-97, er mængden af jern tilført søen dermed påny tiltaget.

Søen har i alle årene tilbageholdt en stor del af det tilførte jern. Specielt i de seneste fire år har tilbageholdelsesprocenten på 70-75 været meget høj (tabel 7). Samlet betød tilbageholdelsen i 1999 på omkring 5,6 ton, at sedimentets jernpulje blev øget med ca. 18 g jern pr. m<sup>2</sup>.

**Tabel 7.** Årlig til- og fraførsel samt tilbageholdelse af jern i Gundsømagle Sø i 1990 og 1992-99.

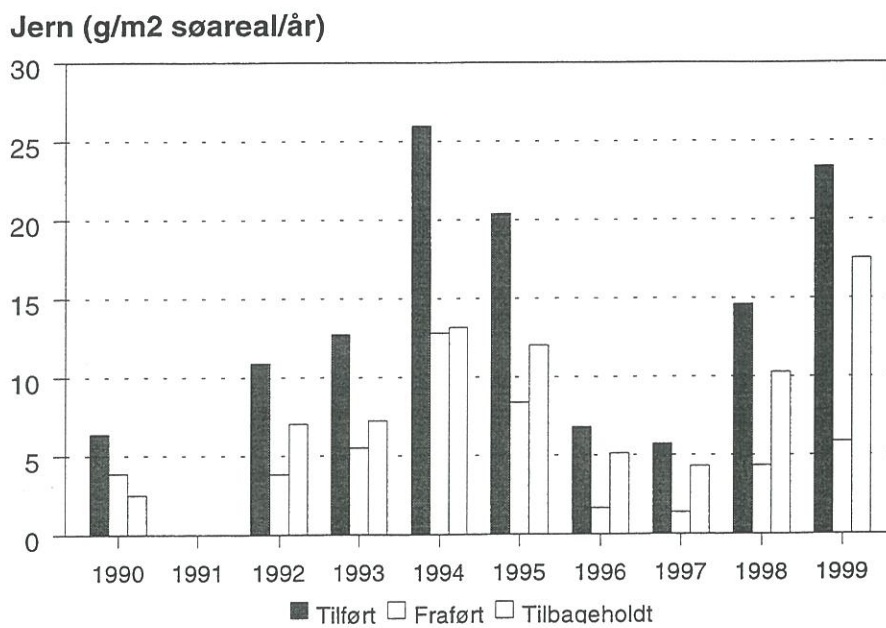
Stofbalance jern	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel (ton)		2,04		3,49	4,08	8,31	6,52	2,18	1,83	4,68	7,48
Samlet fraførsel (ton)		1,24		1,23	1,76	4,10	2,68	0,54	0,45	1,40	1,88
Tilbageholdelse (ton)		0,80		2,25	2,31	4,21	3,84	1,64	1,38	3,29	5,61
Tilbageholdelse (%)		39,3		64,6	56,8	50,7	58,9	75,3	75,5	70,2	74,9

#### Fe:P forholdet er lavt

Jern-fosforindholdet i de øverste 2 cm af sedimentet blev i 1996 beregnet til ca. 3:1, mens det tilsvarende forhold i 1992 blev beregnet til ca. 2:1.

Selv om søen i dag tilbageholder jern og frigiver fosfor, er der stadig lang vej op til det jern-fosforforhold på mindst 15:1, hvor jernindholdet i sedimentet kan spille en væsentlig rolle for fosforfrigivelsen /15/.

**Figur 17.** Jernbalance for Gund-  
sømagle sø 1990 og 1992-99.  
Værdier angivet i stofmængder i  
g pr. m<sup>2</sup> søareal pr. år.





## 8. Fysisk-kemiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres nogle af de målte parametre i søvandet i 1999 og en eventuel udvikling i perioden 1989-99 er vurderet.

Års- og sommermidler for samtlige målte parametre i søvandet samt figurer over udviklingsforløb findes i bilag 9.

### 8.1 Næringsstoffer

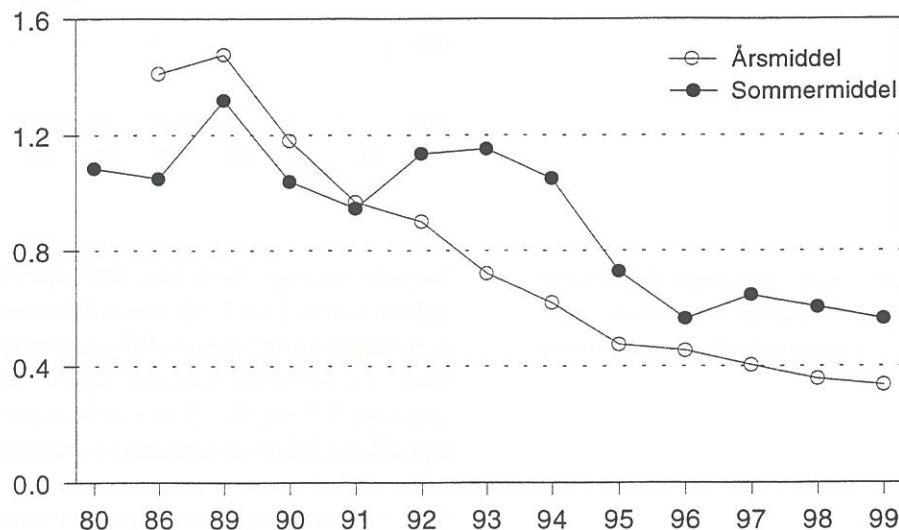
#### Totalfosfor

- årsmidlen er faldet til under en fjerdedel i forhold til i 1989

Søvandets indhold af totalfosfor angivet som tidsvægtede års- og sommergennemsnit for 1980, 1986 samt 1989-99 er vist i figur 18. Årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet har siden 1989 været konstant faldende som følge af et tilsvarende fald i indløbskoncentrationen af totalfosfor. Årsagen hertil er den reduktion i fosfortilførslen fra punktkilder, der har fundet sted gennem perioden. I 1999 var årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet med 0,335 mg P/l periodens hidtil laveste og sammenlignet med årsmiddelkoncentration i 1989 på 1,481 mg P/l, er årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor siden 1989 reduceret med mere end 75%. Statistisk set er faldet i årsmidlen signifikant på 0,1%-niveau.

**Figur 18.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor i søvandet 1980, 1986 og 1989-99.

#### Total-P (mg/l)



- også et signifikant fald i sommermidlen af totalfosfor

Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration af totalfosfor har ligeledes været signifikant faldende (0,1%-niveau) siden 1989. I 1989 var sommermidlen således 1,314 mg P/l mod 0,563 mg P/l i 1999. Udviklingen i sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet har dog ikke været så klar som udviklingen i årsmiddelkoncentrationen. Årsagen hertil er det tidligere omtalte forhold, at søen siden 1992 har frigivet en større fosformængde fra sedimentet end der bliver tilbageholdt. Dette forhold i kombination med den faldende indløbskoncentration af fosfor betyder, at den interne fosforfrigivelse i søen har fået større og større betydning for sommerens fosforkoncentration i søvandet. Den faldende indløbskoncentration af fosfor i kombination med en faldende fosforfrigivelse fra sedimentet har dog bevirket, at sommermiddelkoncentrationen har været markant lavere i de seneste 5 år sammenlignet med de foregående år.

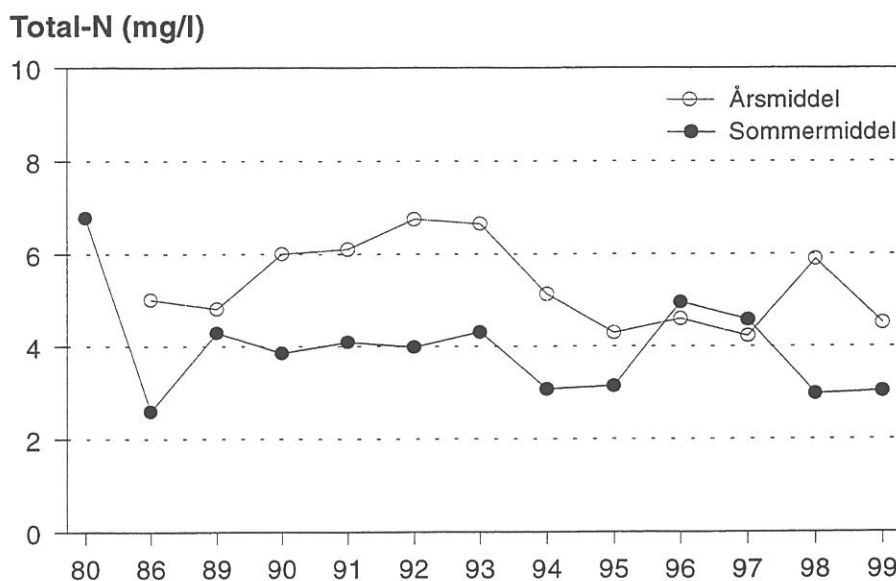
- den interne fosforfrigivelse har fået større og større betydning



- ingen signifikant udvikling i årsmiddelkoncentrationen

**Figur 20.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af total-kvælstof i søvandet 1980, 1986 og 1989-99.

Set for hele perioden 1989-99 kan der ikke statistisk påvises en signifikant udvikling i årsmiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet.



- sommermiddelkoncentrationen faldet

Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration af kvælstof i søvandet lå i perioden 1989-93 meget stabilt omkring 4 mg N/l, men faldt herefter i 1994 og 1995 til omkring 3 mg N/l som følge af markant lavere indløbskoncentrationer. I 1996 og 1997 steg sommermiddelkoncentrationen til de højeste værdier i perioden, omkring 4,6 - 5,0 mg N/l, hvilket skyldtes disse to års meget massive blågrønalgopblomstringer i sensommeren. Med en knap så voldsom forekomst af blågrønninger i 1998, og endnu færre blågrønninger i 1999, er sommermiddelkoncentrationen af kvælstof faldet igen de to sidste år til omkring 3 mg N/l.

- ingen signifikant udvikling i sommermidlen

Set for hele perioden 1989-99 kan der ikke statistisk påvises en udvikling i sommermiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet.

Opløst uorganisk kvælstof

Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst uorganisk kvælstof i søvandet i 1980, 1986 og 1989-99 er vist i figur 21.

- høj i 1998, men mere moderat i 1999

Årsmiddelkoncentrationen af opløst uorganisk kvælstof steg kraftigt i starten af perioden for herefter at indlede et ligeså kraftigt fald efter 1993, hvor der bl.a. blev etableret kvælstofrensning på Kallerup renseanlæg. I 1996 og 1997 nåede årsmidlerne ned på de hidtil laveste i overvågningsperioden, hvilket hovedsagelig skyldtes den lave kvælstofudvaskning som følge af den ringe nedbør. I 1998 var udvaskningen så meget desto større, og årsmiddelkoncentrationen af opløst kvælstof steg markant til 3,3 mg/l, men i 1999 var koncentrationen på 2,2 mg/l faldet lidt igen.

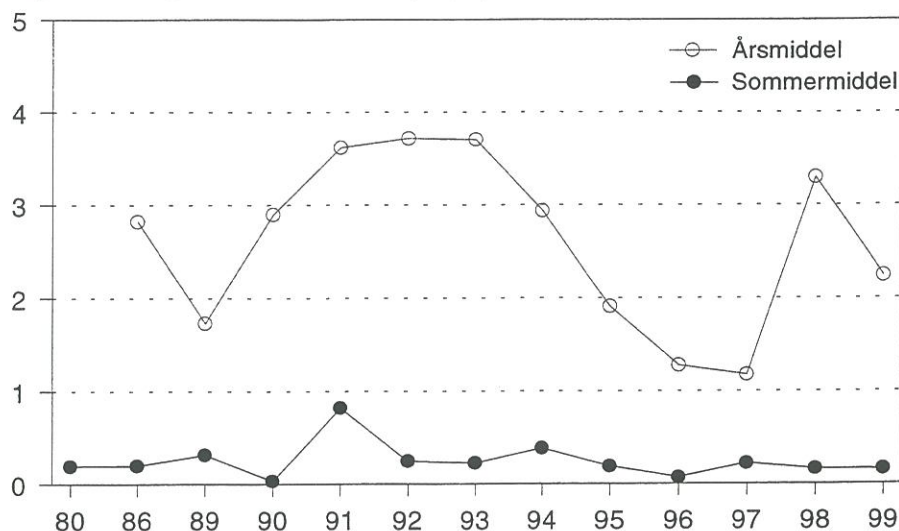
Sommermiddelkoncentrationen har hvert år været relativ lav som følge af algerne optag, og opløst uorganisk kvælstof har da også alle årene i kortere eller længere perioder været potentielt begrænsende for algevæksten over sommeren. I 1999 var sommermiddelkoncentrationen med 0,158 mg N/l lidt lavere end middelkoncentrationen i perioden 1989-98 på 0,267 mg N/l.

- ingen signifikant udvikling i års- og sommermidlen

**Figur 21.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af opløst uorganisk kvælstof i søvandet 1980, 1986 og 1989-99.

Set for hele perioden 1989-99 kan der ikke statistisk påvises en udvikling i hverken års- eller sommermiddelkoncentrationen af opløst uorganisk kvælstof.

### Opløst uorganisk kvælstof (mg/l)



## 8.2 Øvrige målinger i søvandet

### Klorofyl *a*

Søvandets indhold af klorofyl *a* i 1980, 1986 og 1989-99 er vist i figur 22. Det sommergennemsnitlige klorofylindhold er siden de første målinger i 1980 steget støt indtil 1992, hvor et foreløbigt maksimum på 400 µg/l blev nået. De følgende år faldt det sommergennemsnitlige klorofylindhold og nåede i 1994-95 ned på omkring 150 µg/l, - eller mindre end en tredjedel af niveauet i 1992. I 1996 og 1997 steg det sommergennemsnitlige klorofylindhold påny meget markant til 381 µg/l i 1997, hvilket skyldtes ekstremt store blågrønalgeforekomster i sensommeren i disse år. I 1998 faldt klorofylindholdet imidlertid atter og i 1999 var indholdet med 178 µg/l tilsvarende blandt de lavere i perioden.

Årsmidlen har udviklet sig stort set på samme måde som sommermidlen som følge af dennes store betydning.

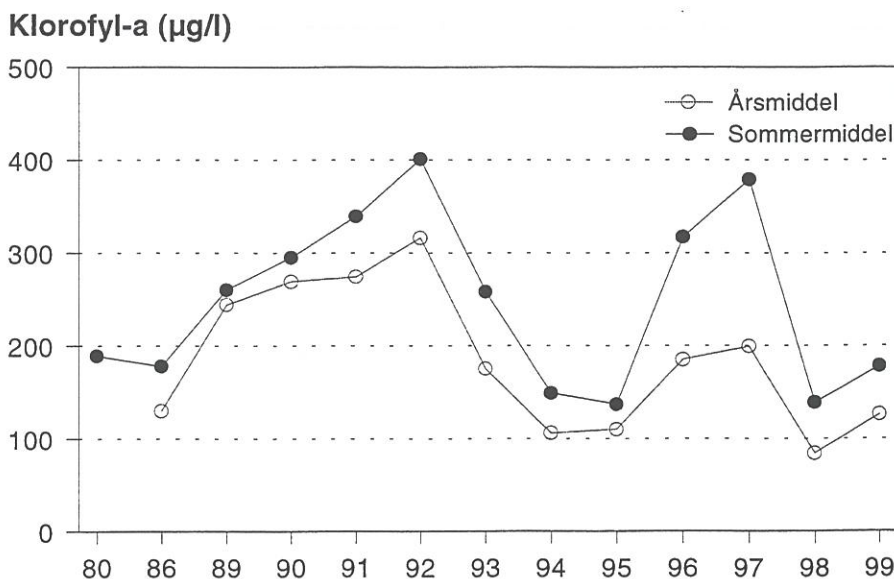
Statistisk kan der set for hele perioden ikke påvises en signifikant udvikling i sommermidlen, mens årsmidlen har været signifikant faldende på 5%-niveauet. Der er således en tendens til at klorofylindholdet i vinterhalvåret i de seneste 6-7 år har været lavere end i periodens første 4 år.

### Suspenderet stof

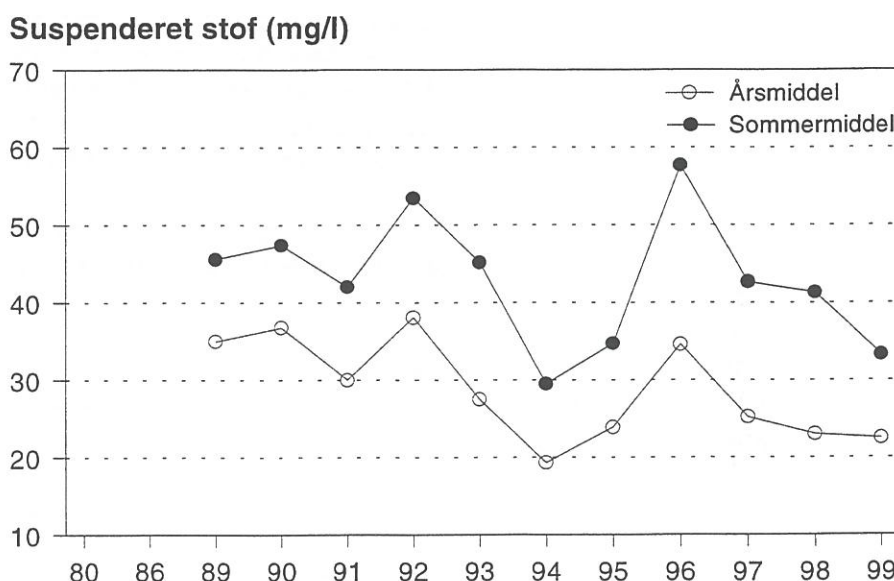
Mængden af suspenderet stof i søvandet i 1989-99 er vist i figur 23. I 1999 var sommermidlen af suspenderet stof med 33,3 mg/l faldet siden 1998, og dermed i niveau med sommermidlerne i perioden 1994-1995. Udviklingen i mængden af suspenderet stof følger kun i meget store træk udviklingen i planteplanktonbiomassen hvilket indikerer, at en stor del af det suspenderede stof ikke er alger. Resuspenderet materiale fra søbunden er således i perioder af stor betydning for vandets klarhed.

Statistisk kan der set for hele perioden påvises en signifikant svagt faldende tendens (5%-niveau) i årsmidlen af det suspenderede stof, hvorimod der ikke kan påvises nogen signifikant udvikling for sommermidlen.

**Figur 22.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af klorofyl a indholdet i søvandet i 1980, 1986 og 1989-99.



**Figur 23.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af suspenderet stof i søvandet i 1989-99.



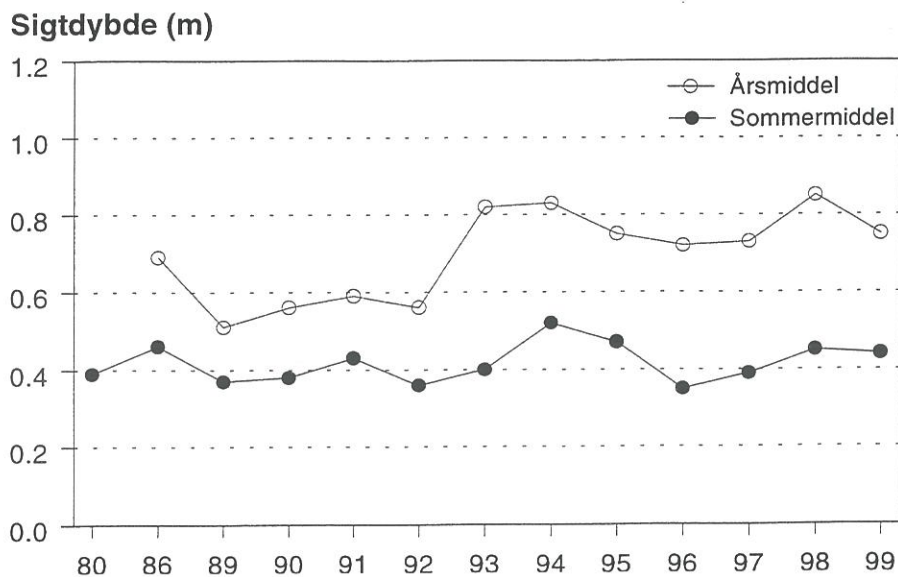
### Sigt dybde

Udviklingen i den tidsvægtede års- og sommermiddelsigt dybde i søen i 1980, 1986 og 1988-99 er vist i figur 24. Sommermiddelsigt dybden lå i perioden fra 1980-93 ret konstant omkring 0,35-0,45 m, men steg i 1994-95 til ca. 0,5 m. Som følge af de massive blågrønalgoplommer i sensommerne 1996 og 1997 faldt sommermiddelsigt dybden atter til mindre end 0,40 m, men i 1998 og i 1999 var den på ny med 0,44-0,45 m en smule bedre.

Statistisk kan der set for hele perioden ikke påvises en signifikant udvikling i sommermiddelsigt dybden.

På årsbasis var sigt dybden i 1999 med 0,75 m blandt de bedre, og med et niveau omkring 0,7 - 0,8 m i de seneste 6 år mod et niveau omkring 0,5 - 0,6 m i de første 4 år, har der været en signifikant stigning i årssigt dybden i overvågningsperioden (1%-niveau).

**Figur 24.** Den tidsvægtede års- og sommermiddelsigt dybde i 1980, 1986 og 1988-99.

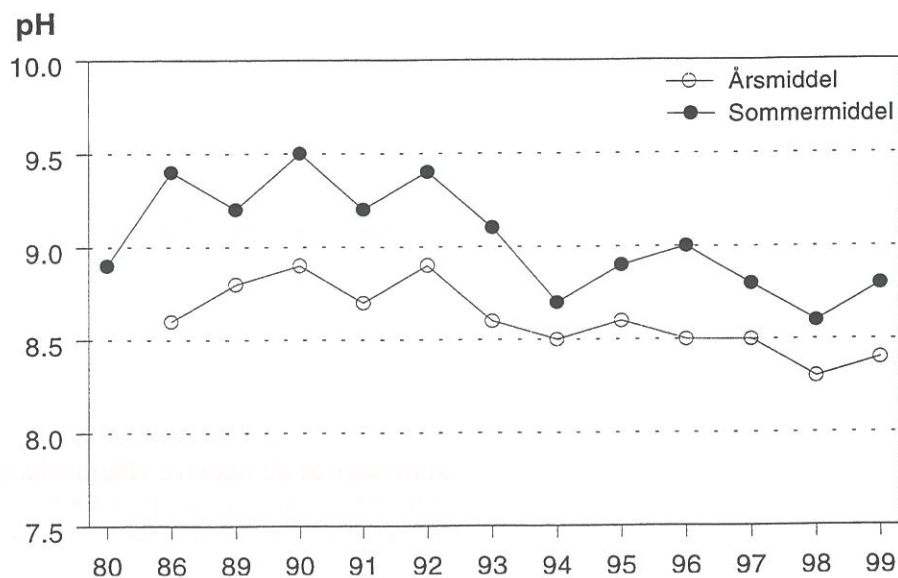


*pH*

Udviklingen i den års- og sommergennemsnitlige pH-værdi i søvandet i 1980, 1986 og 1988-99 er vist i figur 25. Højeste sommergennemsnitlige pH-værdi på 9,8 blev registreret i 1988, hvorefter sommermidlen er faldet støt gennem årene. Med en pH-værdi på 8,4 i 1999 var årsmidlen kun lavere i 1998, mens sommermidlen på 8,8 var den tredje laveste i perioden.

Både på års- og sommerbasis har pH-værdien været signifikant faldende i perioden 1989-99 på henholdsvis 0,1%-niveau og 1%-niveau.

**Figur 25.** Den tidsvægtede års- og sommermiddel pH-værdi i 1980, 1986 og 1988-99.



## 9. Biologiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres resultaterne af de biologiske undersøgelser i 1999 samt udviklingen i perioden 1989-99.

Søens plante- og dyreplankton er siden 1989 blevet undersøgt efter Miljøstyrelsens retningslinier /16,17/. Hvert års undersøgelser med artslistor, volumenberegninger osv. er udarbejdet som interne rapporter /18-28/. Vigtige nøgletal for planktonet i perioden 1989-99 findes i bilag 10, hvor også sæsonforløbet i de respektive år for enkelte nøgleparametre findes afbildet grafisk.

Årstidsvariationer inden for plante- og dyreplanktonets biomasser og artssammensætning er detaljeret beskrevet i tidligere rapporter. I det følgende er der derfor primært fokuseret på markante ændringer i perioden 1989-99. Til vurderingen af hvorvidt der er sket signifikante ændringer, er anvendt lineær regressionsanalyse mellem tiden (år) og års- og sommergennemsnit af planktonbiomassen og -sammensætningen.

Søens fiskebestand er undersøgt i 1990 og igen i 1996 efter retningslinierne angivet i vejledningen for fiskeundersøgelser fra DMU /29/. Undersøgelserne er særskilt rapporteret i /10/ og /30/. De vigtigste resultater vedrørende fiskeundersøgelserne er endvidere diskuteret i /9/. Endelig er søens fiskeyngel undersøgt i juli 1998 og i juli 1999 efter retningslinierne i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser fra DMU /31/. Resultaterne fra fiskeyngelundersøgelsen er særskilt rapporteret i /32,33/, og i bilag 11 findes fangsten af yngel i de enkelte trawltræk.

### 9.1 Planteplankton

#### Udvikling i biomasse og artssammensætning

##### *Sommermiddelbiomasse*

*- sommermiddelbiomassen var i 1999 den laveste i 11 år*

*- ingen signifikant udvikling i algebiomassen 1989-99*

*- grønalgedominans i starten af perioden*

*- stigende dominans af blågrønalger*

Sommermiddelbiomassen af planteplankton lå i perioden 1989-93 ret stabilt omkring 30-45 mm<sup>3</sup>/l, men faldt så i 1994 til 20 mm<sup>3</sup>/l, der var periodens næstlaveste sommermiddelbiomasse (fig.26). I 1995 steg sommermiddelbiomassen atter til samme niveau som i de tidligere år som følge af en rekordstor blågrønalgeopblomstring i august måned. Endnu værre blev det i 1996, hvor to meget store blågrønalgeopblomstringer i henholdsvis juli og september resulterede i en ekstrem sommermiddelbiomasse på 87,5 mm<sup>3</sup>/l. I 1997 og 1998 var algebiomassen påny i et normalt niveau for søen, men i 1999 faldt biomassen markant til 16,7 mm<sup>3</sup>/l, som er periodens hidtil laveste.

Set over perioden 1989-99 kan der statistisk ikke påvises en udvikling i sommermiddelbiomassen.

Betragtes de enkelte algegrupper, har der været tale om markante ændringer gennem overvågningsperioden. Ændringen i algesammensætningen er illustreret i figur 27, der viser de enkelte algegruppers procentandel af sommermiddelbiomassen i perioden 1989-99. I starten var grønalgerne helt dominerende med omkring 85% af den samlede sommermiddelbiomasse. Denne dominans var svagt aftagende indtil 1993, hvor grønalgerne tilbagegang tog fart sammenfaldende med, at næringsstofbelastningen til søen blev reduceret kraftigt. I stedet tog blågrønalgerne gradvist over og udgjorde mere end 70% af sommermiddelbiomassen fra 1996-98. Sommermiddelbiomassen

af blågrønalger har således været signifikant stigende til og med 1998 (0,1%-niveau), mens der i samme periode var et signifikant fald i biomassen af grønalger (0,1%-niveau).

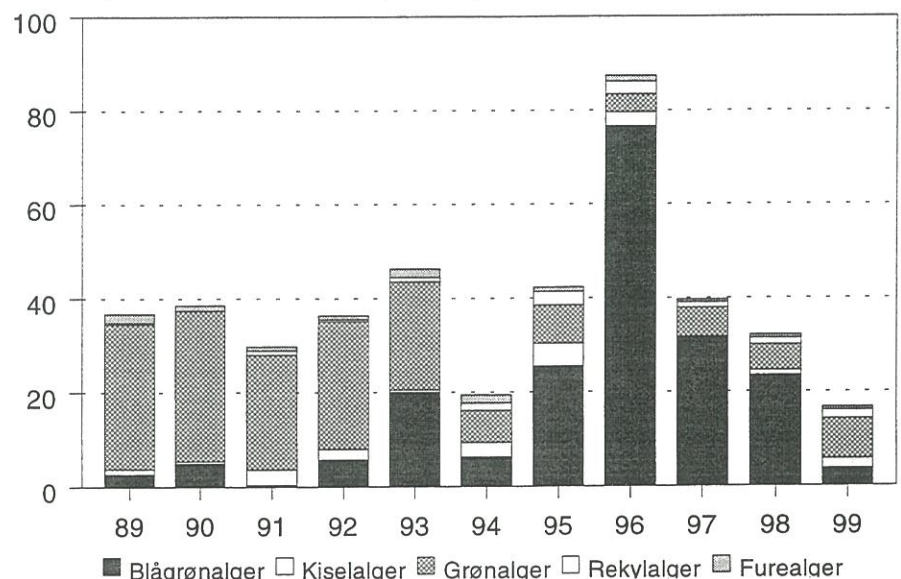
- grønalger atter dominerende i 1999

I 1999 er der imidlertid påny sket et skift imod dominans af grønalger, idet grønalger dette år udgjorde 51% af algebiomassen, mens blågrønalgeres andel sideløbende faldt fra 73% i 1998 til kun 22% i 1999.

Set over perioden 1989-1999 er skiftet fra grønalger til blågrønalger nu kun signifikant på 5%-niveauet mod 0,1% i 1998.

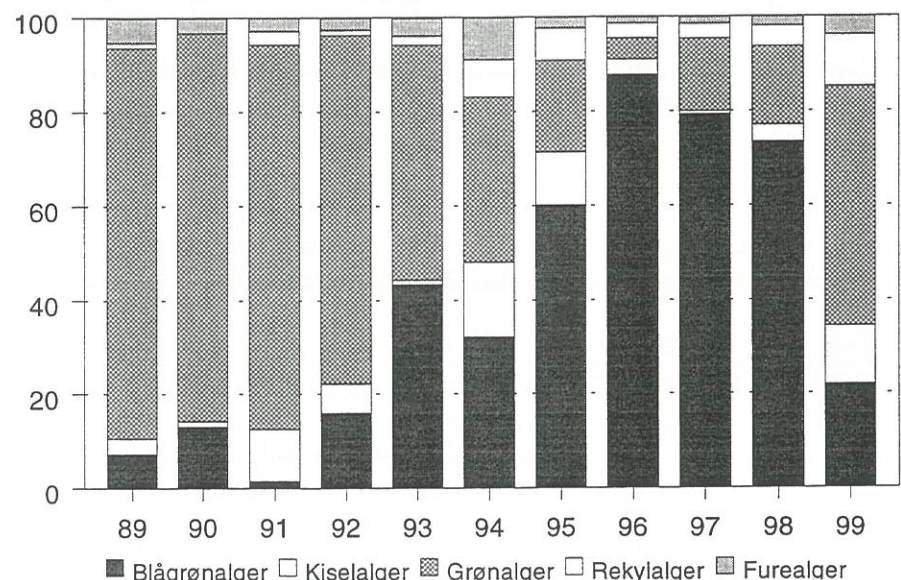
**Figur 26.** Tidsvægtede sommer-middelbiomasser af planteplankton 1989-99.

**Planteplanktonbiomasse (mm<sup>3</sup>/l)**



**Figur 27.** De enkelte algegrupperes procentandel af planteplanktonbiomassen i sommerperioden 1989-99.

**Planteplanktonbiomasse (%)**





## Status 1999

- lave biomasser hele sommeren indtil slutningen af august

- grønalgedominans fra maj til august

- moderat blågrønalgeforekomst

- rekylalger dominerede årets algemaksimum i september

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 1999 er vist i figur 28. Planteplanktonbiomassen var forholdsvis lav og varierede fra et minimum på 5,4 mm<sup>3</sup>/l i starten af marts til et maksimum på 42,5 mm<sup>3</sup>/l i begyndelsen af september. I forårsperioden dominerede rekylalger og kiselalger, hvorefter grønalger gradvist dominerede biomassen fra midten af maj til slutningen af juli. Blandt grønalgerne var det hovedsageligt de chlorococcale slægter *Monoraphidium*, *Pediastrum* samt *Scenedesmus* som dominerede igennem hele perioden maj til og med oktober.

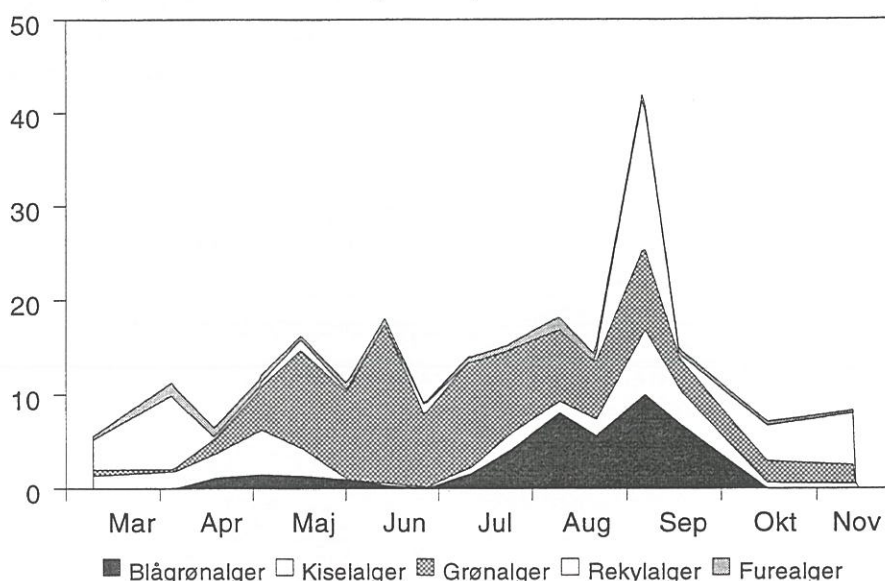
Som i de tidligere år udgjorde blågrønalger en lille andel af algebiomassen i forsommeren, men i modsætning til i perioden 1993-1998 var blågrønalgerne i 1999 vedvarende fåtallige helt indtil midten af juli. Herefter tiltog blågrønalgernes mængde, uden dog at de på noget tidspunkt udgjorde mere end 50% af algebiomassen i den resterende del af vækstsæsonen.

Sæsonens største algeforekomst i starten af september var tilsvarende ikke domineret af blågrønalger men af rekylalger (38%), mens blågrønalger, grønalger og kiselalger stod for henholdsvis 24, 21 og 16% af den samlede biomasse.

I oktober og november bestod biomassen ligeledes hovedsageligt af rekylalger, primært bestående af arter tilhørende slægten *Cryptomonas*, som det var tilfældet i forårsperioden.

Figur 28. Udviklingen i planteplanktonbiomassen 1999.

### Planteplanktonbiomasse (mm<sup>3</sup>/l)



## 9.2 Dyreplankton

### Udvikling i biomasse og artssammensætning

#### Sommermiddelbiomasse

Den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse har i de fleste år ligget omkring 1500 µg tv/l, hvilket ligeledes var tilfældet i 1999, hvor biomassen var 1620 µg tv/l (fig.29).

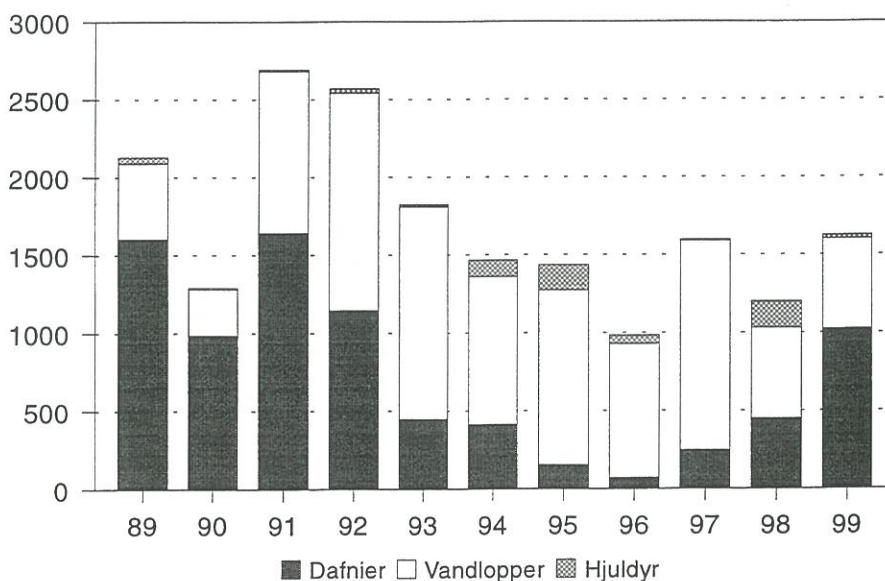
Set for hele perioden 1989-99 kan der ikke statistisk påvises nogen udvikling i dyreplanktonets sommermiddelbiomasse, men som det fremgår af figuren, var der generelt et fald i biomassen fra 1991-96.

- markante ændringer i dyreplanktonsammensætningen

Betragtes de enkelte dyreplanktongrupper, er der derimod sket ændringer, især i dafniernes forekomst i søen. I begyndelsen af perioden bestod dyreplanktonet således helt overvejende af dafnier, men fra 1991 og frem til 1996 faldt dafniernes biomasse markant mens vandlopperne bibeholdte deres. Fra 1993 til 1997 bestod søens dyreplanktonsamfund således hovedsagligt af vandlopper, men i de seneste to år har der været en stigende forekomst af dafnier sideløbende med en faldende forekomst af vandlopper.

**Figur 29.** Udviklingen i den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse 1989-99.

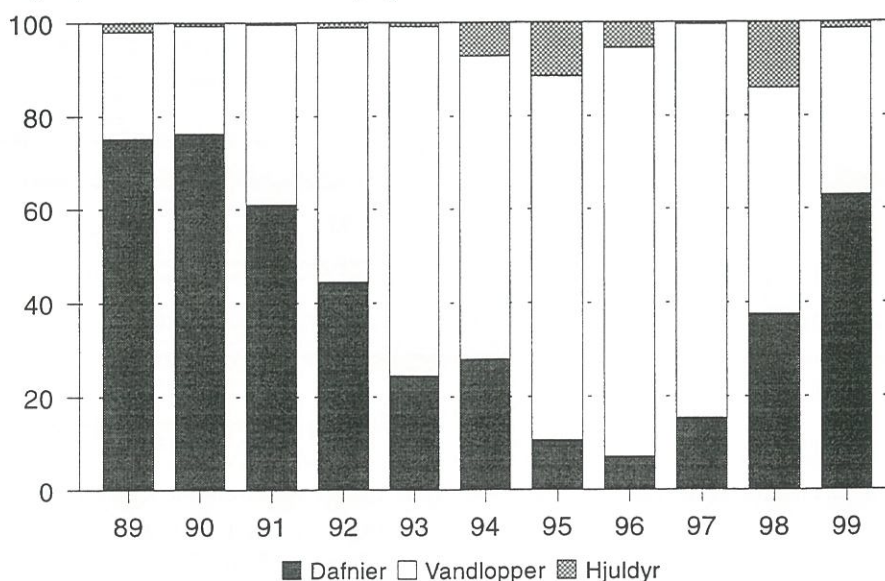
### Dyreplanktonbiomasse ( $\mu$ TV/l)



Ændringerne i dyreplanktongruppernes procentandele af sommermiddelbiomassen fremgår af figur 30. Fra at have udgjort omkring 75% af sommermid-

**Figur 30.** Udviklingen i de forskellige dyreplanktongrupperes procentandel af sommermiddelbiomassen 1989-99.

### Dyreplanktonbiomasse (%)



- fra dafnie- til vandloppedominans

- dafnier atter dominerende i 1999

delbiomassen i 1989-90, var dafniernes andel af den samlede sommermiddelbiomasse nede på 7-15% i årene 1995-97. Samtidig øgedes vandlopperens andel fra 23% til mere end 80% i samme periode. Som følge af stigningen i dafniebiomassen siden 1997 er dafniernes andel imidlertid steget til 63% i 1999, mens vandlopperens andel tilsvarende faldt til 36%. Som de foregående år havde hjuldyrene også mindst betydning i 1999.

Betragtes hele perioden 1989-99 er der ikke længere statistisk signifikans i dafniernes tilbagegang samt vandlopperens fremgang, hvilket der er for perioden frem til og med 1998.

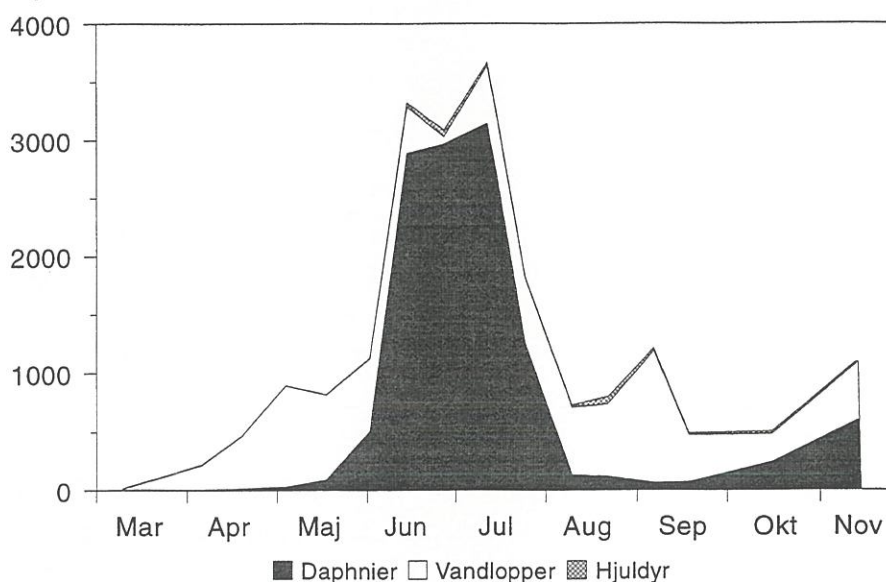
### Status 1999

- Dafnier dominerede et stort sommermaksimum i juni-juli

Udviklingen i dyreplanktonbiomassen over året i 1999 er vist i figur 31. Udviklingen i biomassen var kendetegnet ved et stort sommermaksimum fra midt i juni til midt i juli, samt et mindre maksimum i begyndelsen af september. Dafnierne dominerede det store sommermaksimum i juni-juli samt i slutningen af oktober og vækstsæsonen ud. Vandlopperne dominerede i resten af perioden, mens hjuldyr udgjorde en yderst beskedne del af dyreplanktonbiomassen hele året.

Figur 31. Udviklingen i dyreplanktonbiomassen i 1999.

### Dyreplanktonbiomasse ( $\mu\text{g TV/l}$ )



Blandt dafnierne dominerede den store dafnie *Daphnia galeata* med den lille snabeldafnie *Bosmina longirostris* som næstvigtigste art. I de foregående 2 år har dominansforholdet været lige modsat. Ved sommermaksimaet udgjorde *Daphnia galeata* således 40-68% af den samlede dyreplanktonbiomasse.

Der blev næsten udelukkende registreret cyclopoide vandlopper i søen og blandt dem var den store *Cyclops vicinus* dominerende. *Acanthocyclops robustus* var den næstvigtigste art, hvor det i 1997-98 var lige omvendt.

Hjuldyrene havde deres største biomasse i slutningen af juni og sidst i august, hvor *Polyarthra spp.* var den dominerende art.

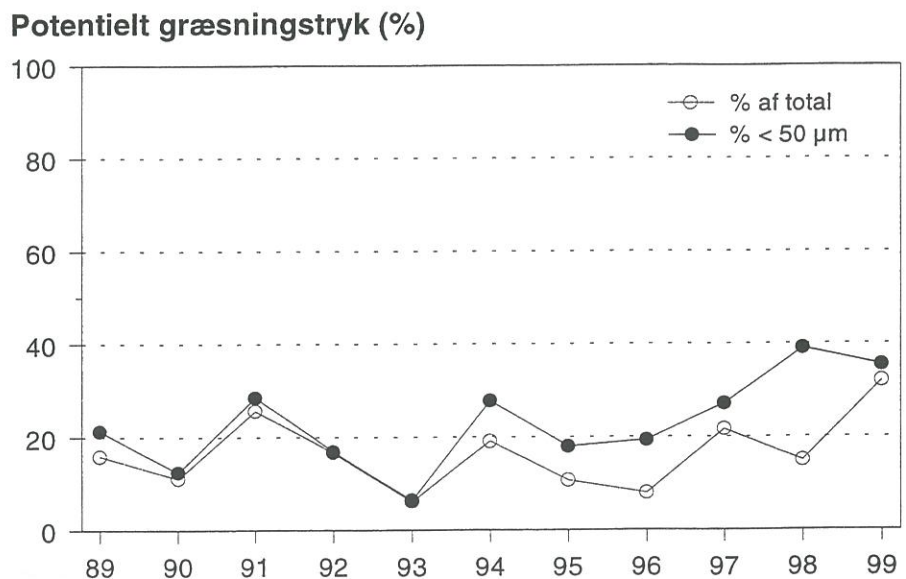
Samlet set forekom dafnier i større mængde end vandlopper i 1999, og endvidere er der sket et skifte hen imod dominans af store arter af både dafnier og vandlopper.

### Græsning

Udviklingen i dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplanktonet i perioden 1989-99 er vist i figur 32.

På figuren er dels angivet det potentielle græsningstryk på hele planktonet og dels det potentielle græsningstryk på den del af algerne, der umiddelbart er spiselige for dyreplanktonet (alger < 50 µm). De viste værdier på figuren er sommermidler for de enkelte år. Som det fremgår af figuren, har det sommergennemsnitlige græsningstryk været lavt gennem hele perioden og dyreplanktonets evne til at regulere planteplanktonet i søen har således i alle årene formodentligt været ret begrænset.

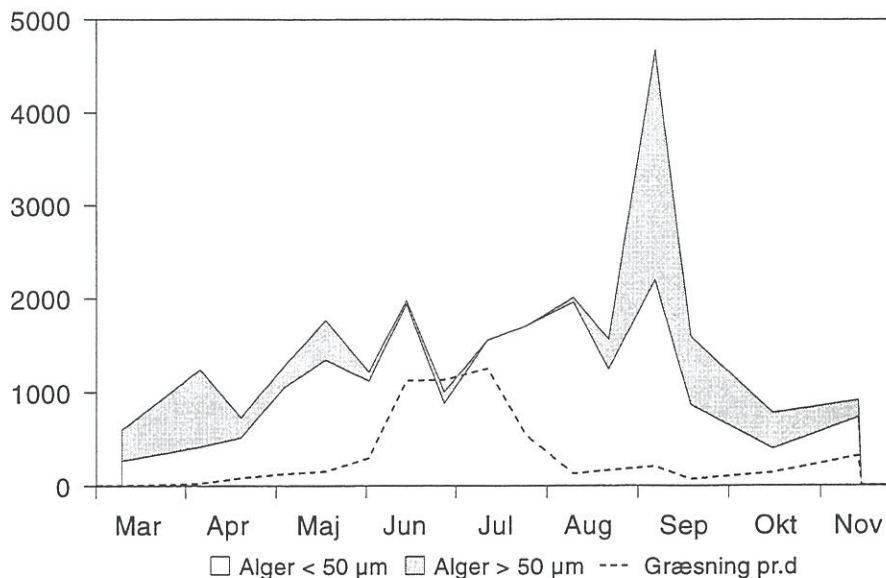
**Figur 32.** Udviklingen i det sommergennemsnitlige græsningstryk 1989-99.



I 1999 var dyreplanktonets middelgræsningstryk på den totale fraktion af alger imidlertid den største i overvågningsperioden, og sammenholdes udviklingen i græsningstrykket over sommeren med algebiomassen (fig.33), kan dyreplanktonet muligvis have været medvirkende til at begrænse søens algevækst i juni og juli. I denne periode dominerede den store og effektive græsser *Daphnia galeata* dyreplanktonet, men ved blågrønalgerne fremkomst i midten af juli falder græsningstrykket markant, og i resten af perioden har der næppe været tale om græsningskontrol.

**Figur 34.** Udviklingen i planteplanktonbiomassen og dyreplanktonets beregnede potentielle græsning pr. døgn i 1999.

### Planteplanktonbiomasse ( $\mu\text{g C/l}$ )



### Ynglens tæthed og sammensætning

#### 9.3 Fiskeyngel

Der blev konstateret yngel fra 4 arter; skalle, regnløje, rudskalle og aborre samt yngel af ikke identificerede karpefisk, hvortil kommer en beskedne mængde etårige skaller og regnløjer.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 3,2 pr.  $\text{m}^3$  i littoralen og 1,1 pr.  $\text{m}^3$  i pelagiet (tab.8), hvilket var noget større end i 1998. Regnløjer udgjorde med mere end 80% en dominerende andel af fangsten både i littoralen og i pelagiet. Vægtmæssigt var tætheden 0,2 g pr.  $\text{m}^3$  (spritvægt) i littoralen og 0,1 g pr.  $\text{m}^3$  i pelagiet (tab.9), hvilket var lidt mindre end i 1998. Aborreyngel fandtes kun i meget små mængder, og karpefiskeyngel var således både antalsmæssigt og vægtmæssigt dominerende over hele søen.

**Tabel 8**

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.

Antal/ $\text{m}^3$	Littoralen		Pelagiet		Procent	
	Antal	Procent	Antal	Procent	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	3,212	100	1,121	100	100	100
Aborrefisk	0,016	0	0,000	0	0	0
Laksefisk	0,000	0	0,000	0	0	0
Andre	0,000	0	0,000	0	0	0
Total	3,228	100	1,121	100	100	100

Sammenlignet med 12 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af karpefisk især i pelagiet relativ stor, men vægtmæssigt beskedne som følge af en beskedne størrelse hos de dominerende regnløjer.

### Størrelse

Skalle- og aborreynglens middelvægt var dog forholdsvis stor sammenlignet med middelvægten fundet i de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt.

**Tabel 9**

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.

Spritvægt g/m <sup>3</sup>			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	0,188	0,112	93	100
Aborrefisk	0,014	0,000	7	0
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	0,202	0,112	100	100

*Påvirkning af dyreplanktonet*

Som i 1998 var fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige karpefisk) omkring den 1. juli med 5,5 mg tv/m<sup>3</sup>/d forholdsvis beskeden sammenlignet med øvrige undersøgte søer, og formodentligt væsentligt mindre end dyreplanktonets daglige produktion. Fiskebestanden er dog ikke undersøgt siden 1996, og prædationstrykket fra ældre fisk kan derfor ikke vurderes.

**9.4 Samspillet mellem stofkoncentrationer, plante- og dyreplankton samt fiskebestand**

Samspillet mellem søvandets næringsstofindhold, plankton og fisk er indgående diskuteret i rapporten fra 1997 /9/ og der henvises derfor til denne for en mere indgående belysning af emnet. I dette afsnit er der lagt vægt på den seneste udvikling i perioden, hvor de vigtigste styrende faktorer kort er resumeret.

*- stadig højt næringsniveau*

Selv om næringsniveauet i søen er reduceret markant gennem de seneste år, er søvandets koncentrationer af både fosfor og kvælstof stadig så høje, at planteplanktonet sjældent er næringsbegrænset. Grønalgerne tilbagevenden til søen i 1999 vidner således om et fortsat meget højt næringsniveau, omend algebiomassen dette år var den laveste i overvågningsperioden.

Den fornyede dominans af grønalger i 1999 skyldtes dog knap så meget en opblomstring af grønalger som en behersket forekomst af blågrønalger. Grønalgbiomassen var således ikke væsentligt større end i de fire foregående år med blågrønalgdominans, og dermed, som det fremgår af figur 35, væsentligt mindre end i starten af overvågningsperioden.

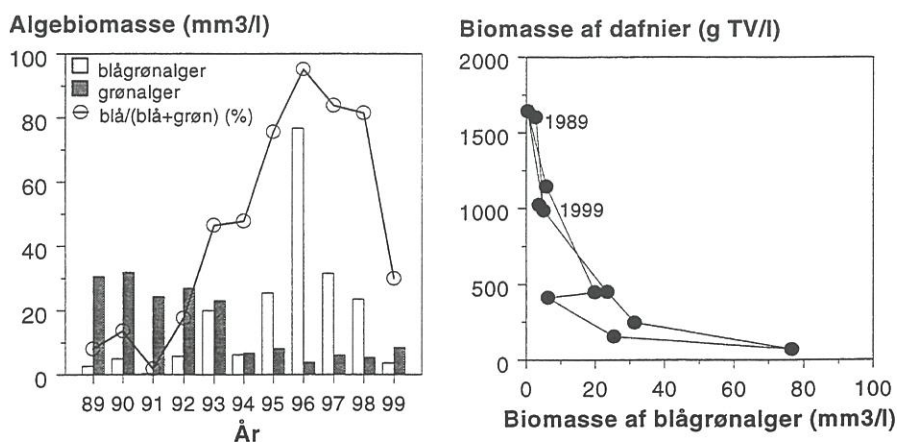
*- blågrøn- og grønalger*

Både grønalger og blågrønalger trives erfaringsmæssigt ved det aktuelle næringsniveau, men hvor grønalger gennemgående er mere næringskrævende er de fleste blågrønalgarter mere følsomme overfor turbulens, som følge blandt andet af en langsommere vækst. Dominansforholdet mellem de to algegrupper i lavvandede næringsrige søer bestemmes formodentligt ofte alene af variationer i de klimatiske forhold. Det er således muligt, at sommerens hurtige vandgennemstrømning i 1999 har været medvirkende til den forholdsvis beskedne biomasse af blågrønalger i søen dette år. Vandets sommeropholdstid var således den laveste i overvågningsperioden.

*- klimatiske forhold?*

I betragtning af det fortsat høje næringsindhold kan massive opblomstringer af blågrønalger i de kommende år bestemt ikke udelukkes, men det aktuelle næringsniveau har dog muligvis virket begrænsende på de lidt mere næringskrævende grønalger. Trods de relativ få blågrønalger opnåede grønalgerne som nævnt ikke nær samme biomasse som i begyndelsen af perioden.

**Figur 35.** Udviklingen i planteplanktonbiomassen og dyreplanktonets beregnede potentielle græsning pr. døgn i 1999.



- begyndende næringsbegrænsning

Søvandets signifikant faldende pH-værdi vidner sideløbende om en generel mindre algeproduktion i søen, antagelig primært som følge af den stigende dominans af blågrønalgler, men tillige på grund af en begyndende næringsbegrænsning blandt algerne. Denne tendens er tydeligst om vinteren, hvor der foruden et markant fald i vandets pH-værdi, er blevet registreret en signifikant forbedring i vandets sigtbarhed.

- blågrønalgler hæmmer dafnier

Mens der ikke entydigt kan peges på en årsag til blågrønalgernes relativt moderate biomasse i 1999, understøtter den parallelle udvikling i dyreplanktonsamfundet formodningen om blågrønalgernes negative indvirkning på forekomsten af dafnier. For første gang i flere år var biomassen af dafnier således i en størrelse som i begyndelsen af perioden, og i gennem årene er der, som det fremgår af figur 35, et klart negativt sammenfald mellem forekomsten af dafnier og blågrønalgler (signifikant på 0,1%-niveauet).

Fiskenes prædationstryk

Eftersom fiskebestanden ikke er undersøgt siden 1996, kan det ikke umiddelbart afgøres hvorvidt et mindre prædationstryk har været medvirkende til dafniernes fornyede fremkomst. Dominansen af den relativt store dafnieart *Dafnia galeata* tyder ikke på noget voldsomt prædationstryk, og deres relativt store biomasse helt frem til slutningen af juli understøtter denne antagelse. I overensstemmelse hermed viste fiskeyngelundersøgelsen i juli en forholdsvis moderat forekomst af fiskeyngel, som med en daglig konsumptionsrate på 0,005 mg TV/l antageligt langt fra kunne æde dyreplanktonets daglige produktion. Dyreplanktonets biomasse på fiskeyngelundersøgelsestidspunktet var således mere end 3 mg TV/l.

Græsningskontrol

Dyreplanktonets potentielle græsningstryk var i 1999 den største i overvågningsperioden, og i slutningen af juni og i begyndelsen af juli, hvor biomassen af *Dafnia galeata* var størst, er det muligt at der har været tale om græsningskontrol i søen. I denne periode dominerede de mere spiselige grønalgler, men i slutningen af juli falder græsningstrykket markant, og i resten af perioden har dyreplanktonet næppe hæmmet algevæksten. Dyreplanktonets græsning i juni-juli kan dog have været medvirkende til overvågningsperiodens hidtil laveste algebiomasse.

Sammenfattende har reduktionen i søvandets indhold af næringsstoffer endnu ikke været stor nok til, at planteplanktonet i søen er blevet tilstrækkeligt næringsbegrænset. Det seneste års moderate forekomst af blågrønalgler, som

påny har bevirket en dominans af grønalger, er antagelig forbigående, og skyldes muligvis specielle klimatiske forhold i 1999, der har forhindret masseudvikling blandt blågrønnerne. Ved faldende fosforkoncentrationer ned til 100-150  $\mu\text{g/l}$  vil blågrønner formentlig som oftest dominere i søen, hvilket vil hæmme dyreplanktonets mulighed for at kontrollere algerne.



## 10. Konklusion

Set for perioden 1989-99 er der sket en markant udvikling i fosfortilførslen, der i de seneste år har været 5-10% af tilførslen i 1989. Årsagen til den kraftige reduktion i fosfortilførslen er en forbedret spildevandsrensning i oplandet. I samme periode er kvælstoftilførslen fra punktkilder reduceret fra et niveau i starten af perioden omkring 20-35 ton til omkring 4-8 ton i de senere år.

I takt med den faldende næringsstoffkoncentration i søvandet skete der som forventet et skift i søens planteplankton fra en dominans af grønalger til de lidt mindre næringskrævende blågrønalger. Blågrønalger har således domineret i søen siden 1995, men i 1999 var blågrønalgernes forekomst forholdsvist moderat, og grønalger var atter mest betydende omend i væsentligt mindre tætheder end i starten af overvågningsperioden.

Sideløbende med blågrønalgernes tilbagegang i 1999 steg biomassen af dafnier påny. Skiftet fra grønalger til de mere uspiselige blågrønalger i de foregående år har således formodentlig været den væsentligste årsag til dafniernes markante nedgang i søen frem til 1997.

Med mindre fosforniveauet reduceres ned til 0,10 - 0,15 mg P/l, der er kravet i henhold til søens målsætning, vil søen i de kommende år formodentlig fortsat få opblomstringer af blågrønalger om sommeren. Vandets sigtbarhed vil derfor stadig være ringe, og søen vil fremstå som stærkt forurenet.

Den afgørende betingelse for, at søen kan komme ned på dette fosforniveau afhænger af indløbskoncentrationen af fosfor i søens tilløb og dermed af en yderligere reduktion af den eksterne fosfortilførsel. Hvornår søen herefter kommer ned på det nødvendige, lave fosforniveau i søvandet, afhænger af hvor hurtigt den potentielt frigivelige fosforpulje i søsedimentet bliver reduceret.

I takt med at den eksterne fosfortilførsel til søen er blevet reduceret, er den interne frigivelse af fosfor fra sedimentet blevet af større betydning for opretholdelsen af et højt fosforniveau i søvandet. Gennem sommerperioden er det således overvejende denne fosforfrigivelse fra sedimentet, der betinger søvandets høje fosforindhold.

Sedimentanalyser foretaget i 1996 viser, at fosforindholdet i de øverste 5 cm tilsyneladende er blevet halveret siden 1992, men der er stadig store mængder fosfor bundet i sedimentet. Alene i perioden 1989-91 er den gennemsnitlige årlige fosfortilbageholdelse i søen beregnet til 3 ton/år. Efter reduktionen i fosfortilførslen i 1992-93, er den tilsvarende gennemsnitlige årlige nettofraførsel af fosfor beregnet til 525 kg/år. Samtidig har nettofraførslen været klart faldende de sidste fem år, så der er stadig lang vej.

Søens indsvingningsperiode, dvs. perioden fra den eksterne tilførsel er reduceret tilstrækkeligt og indtil søens sediment har aflastet sin overskydende fosforpulje, er beregnet til 20-25 år ved anvendelse af en computerbaseret dynamisk sømodel. Den faldende fosforfraførsel taget i betragtning vil denne tidshorisont næppe blive væsentligt kortere.

## 11. Referencer

- 1/ Københavns Amt, Frederiksborg Amt, Roskilde Amt (1989): Økologisk baggrundstilstand og udviklingshistorie. Søllerød Sø, Vejle Sø, Gundsømagle Sø, Sjælsø, Hornbæk Sø. Rapport udarbejdet af COWIconsult A/S, 1989.
- 2/ Roskilde Amtskommune (1982): Østrup-Gundsømagle Sø 1979-80. Rapport udarbejdet af Roskilde Amtskommunes miljøsektion for Hovedstadsrådet, oktober 1982.
- 3/ Roskilde Amt (1990). Vandmiljøovervågning. Søovervågning: Gundsømagle Sø og Borup Sø.
- 4/ Roskilde Amt (1992). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-91.
- 5/ Roskilde Amt (1993). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-92.
- 6/ Roskilde Amt (1994). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-93.
- 7/ Roskilde Amt (1995). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-94.
- 8/ Roskilde Amt (1996). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-95.
- 9/ Roskilde Amt (1997). Vandmiljøovervågning. Overvågning af søer 1996 samt temarapportering regionale søer. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 10/ Roskilde Amt (1997). Fiskebestanden i Gundsømagle Sø, september 1996. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 11/ Roskilde Amt (1998). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-97.
- 12/ Roskilde Amt (1999). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-99.
- 13/ Høy, T. og J. Dahl (1995). Danmarks søer. Søerne i Roskilde Amt, Københavns Kommune og Københavns Amt. Strandbergs Forlag.
- 14/ Danmarks Miljøundersøgelser (1999). Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplande 1998-2003. Vandløb og søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 15.
- 15/ Kristensen, P., Jensen, J.P. & E. Jeppesen (1990). Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9.

- 16/ Olrik, K. (1991). Planteplankton-metoder. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af planteplankton i søer og marine områder. Miljøprojekt nr. 187. Miljøstyrelsen.
- 17/ Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann & P. Andersen (1992). Zooplankton i søer - metoder og artslistes. Miljøprojekt 205. Miljøstyrelsen.
- 18/ Carl Bro as (1990). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1989. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 19/ Carl Bro as (1991). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1990. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 20/ Carl Bro as (1992). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1991. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 21/ Carl Bro as (1993). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1992. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 22/ Carl Bro as (1994). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1993. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 23/ Carl Bro as (1995). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1994. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 24/ Carl Bro as (1996). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1995. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 25/ Carl Bro as (1997). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1996. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 26/ Carl Bro as (1998). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1997. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 27/ Carl Bro as (1999). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1998. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 28/ Carl Bro as (2000). Fyto- og zooplankton i Borup og Gundsømagle sø 1999. Rapport udarbejdet af Carl Bro as for Roskilde Amt.
- 29/ Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990). Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelsesprogram, fiskeredskaber og metoder. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- 30/ Roskilde Amt (1990). Fiskebestanden i Gundsømagle Sø, september 1990. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 31/ Lauridsen T.L. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr. .
- 32/ Roskilde Amt (upubl.). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1998. Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt..

33/ Roskilde Amt (unpubl.). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1999.  
Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt..

## 12. Bilagsoversigt

1. Klimadata for perioden 1989-99.
2. Søkort og morfometriske data.
3. Oplandsstørrelse, areal- og jordtypefordeling.
4. Samleskema for vandføring og stofkoncentrationer i tilløbet Hove Å, station 777, i perioden 1989-99.
5. Vand- og stofbalanceberegninger for 1999 opgjort på månedsbasis.
6. Samleskemaer for vand og stof 1989-99. Års- og sommerværdier.
7. Beregningsmetode for vand- og stoftilførslen.
8. Kildeopsplitning.
9. Samleskema for fysisk-kemiske målinger 1989-99.
10. Plankton.
11. Fiskeyngel
12. Oversigt over udførte undersøgelser i søen.



# **Bilag 1**

- *Gundsømagle sø*





Nedbør (Roskilde Syd)  
Månedsmiddel i mm

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

Potentiel fordampning (Roskilde Forsøgsstation)  
Månedsmiddel i mm

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

Lufttemperatur (Roskilde Lufthavn)  
Månedsmiddel i grader C

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

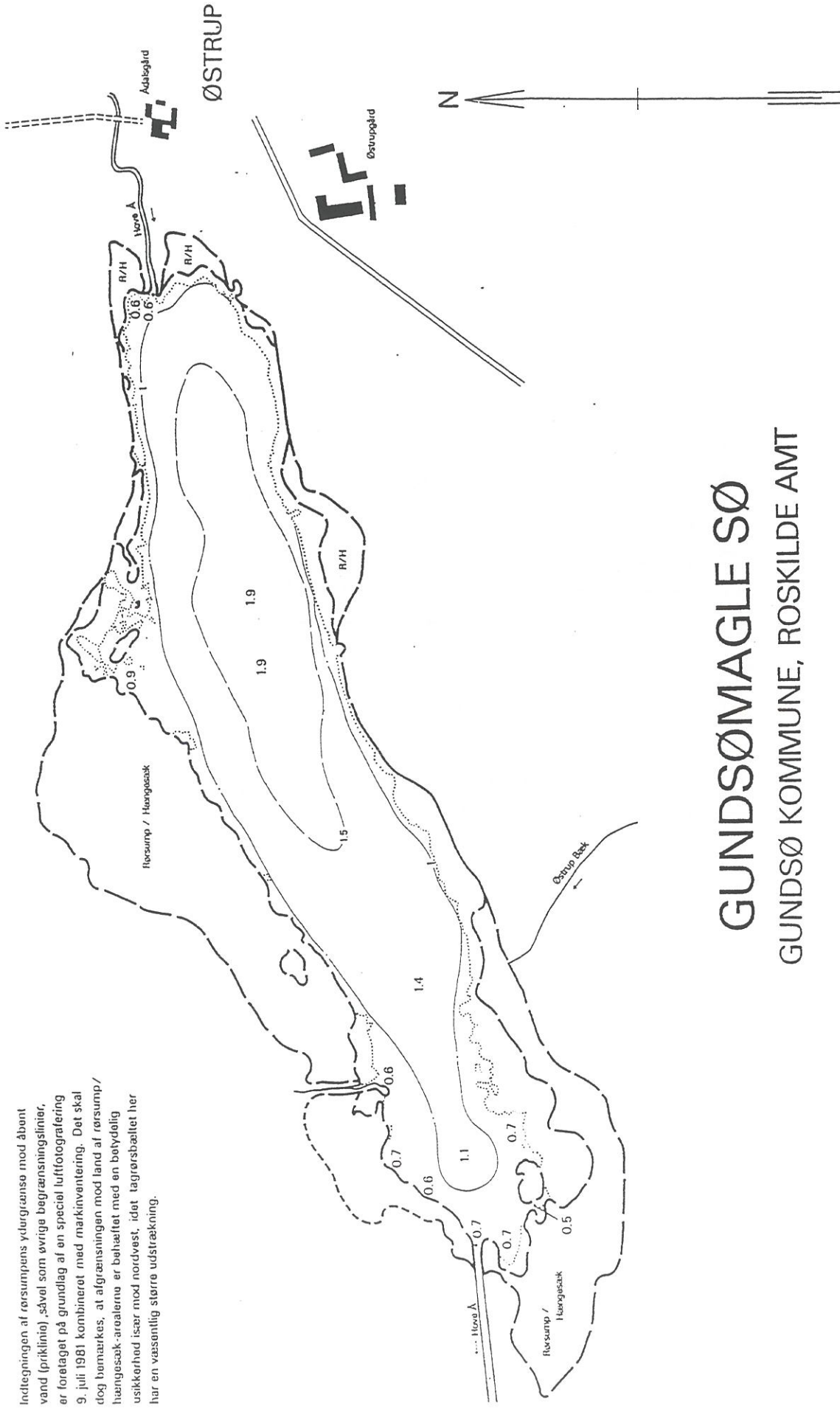


## **Bilag 2**

- *Gundsømagle sø*



Indtegningen af rørsumpens ydgrænse mod åbent vand (prikklinie), såvel som øvrige begrænsningslinier, er foretaget på grundlag af en special luftfotografering 9. juli 1981 kombineret med markinventering. Det skal dog bemærkes, at afgrænsningen mod land af rørsump/hængesæk-arealerne er behæftet med en betydelig usikkerhed især mod nordvest, idet tagrørsbæltet her har en væsentlig større udstrækning.



# GUNDSØMAGLE SØ

## GUNDSØ KOMMUNE, ROSKILDE AMT

1:5000



Ekkolodning foretaget sep. 1981  
 ved vandspejl 3.9m over DNN (GI)  
 Publiceret okt. 1981 af landinspektør  
 Th. Høy for Hovedstadsrådet.

Gundsømagle sø. Morformetri.

Alle beregninger er foretaget ud fra kort udarbejdet i september 1981 ved vandstand = 3,900 m over DNN.

Ved beregning af søareal, volumen og middeldybde forudsættes vanddybden 0 m at findes på rørsump/hængesækkens afgrænsning mod søen.

SØAREAL (ha):

Fri vandflade	:	ca. 26
- + rørsump	:	ca. 32
- + - + hængesæk	:	ca. 207

VANDDYBDE (m):

Middeldybde	:	1,20
Max. dybde	:	1,90

VANDVOLUMEN (m<sup>3</sup>) : ca. 375000

VANDSTANDSKOTER iflg. regulativ (m over DNN):

1/10 - 15/3	:	4,076 - 4,232
15/3 - 1/10	:	3,866 - 4,023

KYSTLÆNGDE (m):

Afgrænsning af rørsump/hængesæk mod sø:	ca. 3600
Afgrænsning af rørsump mod sø	: ca. 3400

## **Bilag 3**

- *Gundsømagle sø*





Gundsømagle Sø. Topografisk opland, jordtypefordeling og arealudnyttelse opgjort i 1994.  
Data vedrørende arealudnyttelse baserer sig på satellitfotos (CORINE) i 1994.

OPLAND TIL:	Hove Å. st. 777		Umålt direkte opland til søen		Samlet opland *	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
TOTAL AREAL:	54.66	100	11.43	100	66.09	100
<b>JORDTYPEFORDELING:</b>						
1) Grovsandet jord	-	-	-	-	-	-
2) Finsandet jord	-	-	-	-	-	-
3) Lerbl. sandjord	6.45	11.8	1.10	9.6	7.55	11.4
4) Sandbl. lerjord	18.78	34.4	6.85	60.0	25.63	38.8
5) Lerjord	15.19	27.8	1.56	13.7	16.75	25.4
6) Svær lerjord	-	-	-	-	-	-
7) Humus	6.33	11.5	1.61	14.1	7.94	12.0
8) Kalkrig jord	-	-	-	-	-	-
Ikke klassificeret	7.92	14.5	0.30	2.6	8.22	12.4
<b>AREALUDNYTTELSE: (CORINE-kode)</b>						
Åben bebyggelse (1120)	4.79	8.8	-	-	4.79	7.2
Sommerhuse (1128)	-	-	0.07	0.6	0.07	0.1
Industri og handel (1210)	0.07	0.1	-	-	0.07	0.1
Råstofgrave (1310)	0.80	1.5	-	-	0.80	1.2
Dyrket land (2110)	35.81	65.5	9.16	80.1	44.98	68.1
Frugt- og bærplantager (2220)	0.39	0.7	-	-	0.39	0.6
Blandet landbrug og natur (2430)	8.86	16.2	0.31	2.7	9.17	13.9
Løvskov (3110)	2.24	4.1	-	-	2.24	3.4
Blandet kratkov (3240)	1.40	2.6	-	-	1.40	2.1
Ferske enge (4110)	-	-	1.63	14.3	1.63	2.5
Mose og kær (4120)	0.29	0.5	-	-	0.29	0.4
Søer (5120)	-	-	0.26	2.3	0.26	0.4

\* Det samlede opland til Gundsømagle Sø er defineret som:

Det målte opland til Hove Å, st. 787, Gundsøgård (CORINE-opmålt)

eksklusiv:

- det målte opland til Gundsømagle Rende (kvl. 124)
- det målte direkte opland til Hove Å fra søudløb (st. 6981 m i amtsvandløb nr. 1 Hove A) til Hove Å, st. 787, Gundsøgård.



## **Bilag 4**

- *Gundsømagle sø*

---



Hove Å, station 777	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Vandføring											
Årsmiddel (l/s)	86,2	113,5	156,6	140,7	236,7	409,9	309,4	81,7	68,5	226,8	244,2
Sommermiddel (l/s)	29,5	22,1	87,9	36,1	75,6	117,4	121,9	62,3	49,7	70,3	86,2
Total-P											
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	4,862	4,130	1,910	0,849	1,636	0,312	0,216	0,210	0,210	0,171	0,178
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	6,047	6,882	2,628	1,017	3,326	0,471	0,270	0,250	0,265	0,212	0,218
Vandføringsvægtet årsmiddelkoncentration (mg/l)	3,480	1,960	1,410	0,520	0,400	0,193	0,145	0,196	0,179	0,147	0,144
Opløst fosfatfosfor											
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	4,451	3,758	1,733	0,700	1,412	0,208	0,119	0,100	0,101	0,077	0,066
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	5,610	6,271	2,423	0,863	2,954	0,347	0,164	0,114	0,140	0,113	0,090
Vandføringsvægtet årsmiddelkoncentration (mg/l)	3,100	1,770	1,250	0,380	0,310	0,114	0,067	0,084	0,086	0,053	0,050
Part.-P											
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	0,411	0,372	0,177	0,149	0,224	0,104	0,097	0,110	0,109	0,094	0,112
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	0,437	0,611	0,205	0,154	0,372	0,124	0,106	0,136	0,125	0,099	0,128
Vandføringsvægtet årsmiddelkoncentration (mg/l)	0,380	0,190	0,160	0,140	0,100	0,079	0,078	0,113	0,094	0,094	0,094
Total-N											
Årsmiddelkoncentration (mg/l)	13,028	13,876	12,240	14,049	10,234	5,336	4,669	3,964	4,571	6,669	5,594
Sommermiddelkoncentration (mg/l)	11,930	14,969	12,519	13,719	9,532	3,185	3,268	2,659	3,081	3,767	4,417
Vandføringsvægtet årsmiddelkoncentration (mg/l)	12,921	13,150	12,227	13,012	9,987	7,440	6,777	4,430	6,103	8,652	6,969



## **Bilag 5**

- *Gundsømagle sø*





## Vandbalance Gundsømagle Sø 1999

Alle værdier i 1000m3

	Nedbør x søareal	Fordampn. x søareal	Direkte tilførsel	Målt tilløb	Umålt opland	Samlet eksternt tilførsel	Fraførsel (i søafløb)	Magasin	*Grundvand* (+ indsvivning - udsivning)	Samlet tilførsel (eksternt + indsvivning)	Samlet fraførsel (søafløb + udsvivning)
Jan	25,2	1,3	0,0	1.478,1	37,5	1.539,5	1.653,2	-13,6	100,2	1.639,7	1.653,2
Feb	16,0	3,0	0,0	909,7	23,2	945,9	958,9	47,6	60,7	1.006,6	958,9
Mar	23,7	7,6	0,0	1.917,5	48,7	1.982,3	2.578,7	-59,0	537,3	2.519,6	2.578,7
Apr	12,6	19,2	0,0	655,5	16,6	665,5	934,3	-28,9	239,9	905,4	934,3
Maj	20,8	28,4	0,0	412,6	10,4	415,4	515,0	-9,8	89,8	505,2	515,0
Jun	34,1	29,6	0,0	282,3	7,3	294,1	444,7	2,1	152,7	446,8	444,7
Jul	8,9	36,9	0,0	126,7	3,2	101,9	106,7	-26,6	-21,8	101,9	128,5
Aug	40,8	28,1	0,0	212,6	5,6	230,9	217,0	16,6	2,7	233,6	217,0
Sep	13,4	17,3	0,0	105,7	2,9	104,7	114,2	7,1	16,6	121,3	114,2
Okt	18,9	6,8	0,0	309,7	8,0	329,8	115,7	31,1	-183,0	329,8	298,7
Nov	5,6	1,7	0,0	183,9	4,7	192,5	323,3	12,3	143,1	335,6	323,3
Dec	39,4	1,2	0,0	1.108,4	28,1	1.174,7	1.195,3	16,0	36,6	1.211,3	1.195,3
År	259,4	181,1	0,0	7.702,7	196,2	7.977,2	9.157,0	-5,1	1.174,8	9.356,8	9.361,8
Sommer	118,0	140,3	0,0	1.139,9	29,4	1.147,0	1.397,6	-10,6	240,0	1.408,8	1.419,4

## Stofbalance Gundsømagle Sø 1999

## TOTAL FOSFOR

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fraløb (kg)	*Grundvand* (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,3	8,9	154,1	176,3	9,7	-24,3	21,0	-3,3
Feb	0,3	8,0	142,5	94,6	11,2	16,9	50,5	67,4
Mar	0,3	13,0	209,2	197,3	45,0	7,6	62,6	70,2
Apr	0,3	4,4	138,3	156,8	54,5	38,6	2,1	40,7
Maj	0,3	3,0	90,6	155,3	19,6	66,5	-108,3	-41,8
Jun	0,3	2,7	70,5	223,8	40,2	94,6	-204,7	-110,1
Jul	0,3	1,6	32,0	87,2	-16,3	15,0	-84,6	-69,6
Aug	0,3	3,5	45,2	90,2	0,6	-30,7	-9,9	-40,6
Sep	0,3	1,8	16,5	53,0	2,4	-34,7	2,7	-32,0
Okt	0,3	5,8	43,6	31,8	-53,3	-108,8	73,4	-35,4
Nov	0,3	1,4	35,3	78,8	29,1	-17,9	5,2	-12,7
Dec	0,3	7,7	133,5	148,8	4,6	-28,1	25,4	-2,7
År	3,6	61,8	1.111,3	1.493,9	147,3	-5,3	-164,6	-169,9
Sommer	1,5	12,6	254,8	609,5	46,5	110,7	-404,8	-294,1

## Stofbalance Gundsømagle Sø 1999

## TOTAL KVÆLSTOF

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fraløb (kg)	*Grundvand* (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	40	624	12.708	11.698	898	-185	2.757	2.572
Feb	40	359	7.013	6.341	463	370	1.164	1.534
Mar	40	664	15.248	15.976	4.236	-1.495	5.707	4.212
Apr	40	170	3.972	3.606	1.441	-1.082	3.098	2.017
Maj	40	140	2.342	1.419	516	-56	1.674	1.619
Jun	40	142	1.267	1.295	661	-64	878	814
Jul	40	68	564	312	-58	-287	589	302
Aug	40	73	834	576	11	284	98	382
Sep	40	35	410	385	63	-72	234	163
Okt	40	69	1.404	259	-505	-19	767	748
Nov	40	62	767	700	572	608	134	741
Dec	40	406	7.154	8.543	226	1.213	-1.930	-717
År	480	2.810	53.682	51.111	8.524	-784	15.170	14.385
Sommer	200	458	5.417	3.988	1.193	-194	3.473	3.279

## Stofbalance Gundsømagle Sø 1999

## JERN

Alle værdier i kg

	Atm. deposition (kg)	Umålt opland (kg)	Målt tilløb (kg)	Fraløb (kg)	*Grundvand* (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)
Jan	0,0	6,5	839,6	347,2	48,7	-83,7	631,3	547,6
Feb	0,0	2,9	1.008,4	209,6	85,6	58,2	829,1	887,3
Mar	0,0	5,8	1.196,4	444,2	274,8	-32,2	1.065,0	1.032,8
Apr	0,0	3,2	956,6	240,7	394,9	-12,3	1.126,3	1.114,0
Maj	0,0	2,5	586,6	108,8	128,9	-19,1	628,3	609,2
Jun	0,0	1,7	421,4	148,5	235,2	39,6	470,2	509,8
Jul	0,0	0,7	172,6	27,6	-7,8	-70,8	208,7	137,9
Aug	0,0	0,8	99,9	39,1	1,0	3,1	59,5	62,6
Sep	0,0	0,3	84,8	15,5	13,5	6,3	76,8	83,1
Okt	0,0	0,9	243,0	10,1	-48,0	29,6	156,2	185,8
Nov	0,0	0,5	217,4	31,8	188,1	16,5	357,7	374,2
Dec	0,0	2,6	302,6	252,6	7,9	-10,8	71,3	60,5
År	0,0	28,4	6.129,3	1.875,7	1.322,8	-75,6	5.680,4	5.604,8
Sommer	0,0	6,0	1.365,3	339,5	370,8	-40,9	1.443,5	1.402,6



## **Bilag 6**

- *Gundsømagle sø*



Årsopgørelse Vandbalance

Gundsørmagle Sø

	Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Direkte tilførsel (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet incl. indsvi- ning (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsvi- ning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde søafløb (m/år)	Opholdstid Ar (år)	Opholdstid Ar (dage)
1980												23,0			
1986						6.542			7.351	7.422		23,2	20,4		
1988					11.124				10.441			32,6	34,8		
1989	170	200		6	37	2.736	-715	16	2.750	2.750	2.734	8,6	6,3	0,199	73
1990	208	197		6	30	3.593	760	3	3.641	4.401	4.398	11,4	13,7	0,097	35
1991	214	181		6	74	4.974	810	-6	5.087	5.897	5.903	15,9	18,4	0,068	25
1992	168	205		6	161	4.524	303	10	4.654	4.958	4.948	14,5	15,5	0,088	32
1993	250	174		6	190	7.466	-15	38	7.738	7.738	7.700	24,2	24,0	0,051	19
1994	252	189		4	328	12.926	517	-32	13.320	13.869	13.869	41,6	43,3	0,033	12
1995	170	192		4	248	9.759	942	-22	9.989	10.931	10.953	31,2	34,2	0,040	15
1996	164	210		4	67	2.583	-44	-3	2.607	2.607	2.610	8,1	8,0	0,162	59
1997	234	210		1	56	2.159	-78	-16	2.240	2.240	2.256	7,0	6,8	0,186	68
1998	276	158		0	183	7.152	1.197	32	7.453	8.649	8.617	23,3	26,9	0,048	18
1999	259	181		0	196	7.703	1.175	-5	7.977	9.152	9.157	24,9	28,6	0,044	16

Sommeropgørelse Vandbalance

Gundsørmagle Sø

	Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Direkte tilførsel (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet incl. indsvi- ning (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsvi- ning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde søafløb (m/år)	Opholdstid Sommer (år)	Opholdstid Sommer (dage)
1980															
1986															
1988															
1989	85	153		3	2	391	-215	8	328	328	325	1,0	0,3	1,437	525
1990	98	144		3	1	292	-110	-5	250	250	259	0,8	0,5	1,118	408
1991	113	136		3	4	1.165	129	8	1.149	1.279	1.271	3,6	4,0	0,125	46
1992	50	162		3	38	495	-176	-66	423	423	489	1,3	1,0	0,534	195
1993	137	125		3	26	999	-280	45	1.040	1.040	994	3,2	2,2	0,211	77
1994	101	147		2	40	1.552	-433	10	1.549	1.549	1.539	4,8	3,5	0,152	55
1995	65	148		2	41	1.612	-281	-11	1.572	1.572	1.582	4,9	4,1	0,129	47
1996	77	162		2	21	823	10	-54	761	771	825	2,4	2,6	0,202	74
1997	114	162		0	17	657	-167	-21	626	626	647	2,0	1,5	0,339	124
1998	103	123		0	25	930	-49	-13	934	934	947	2,9	2,8	0,156	57
1999	118	140		0	29	1.140	240	-11	1.147	1.387	1.398	3,6	4,4	0,104	38

Gundsørmagle Sø

Årsoppgørelse TOTAL-P

Gundsømagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (mg/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980											11,880	37,13	37,13			16,88	1,616
1986							5,400	45,5			11,880	6,400	37,13				1,590
1988							1,900	20,4			9,300	7,400	29,06			5,94	0,891
1989	29	5	21	9,461	3,106	-1,224	319	4,866		51,1	9,516	4,330	29,74	15,21	41,66	16,21	3,419
1990	28	5	16	7,026	5,845	1,644	-370	3,243		37,2	8,718	5,845	27,24	10,13	27,77	8,98	1,943
1991	16	5	20	6,980	7,048	1,180	-122	1,275		15,5	8,201	7,048	25,63	3,98	10,92	3,60	1,387
1992	25	6	30	2,338	2,709	-61	-51	-320		-13,3	2,399	2,770	7,50	-1,00	-2,74	-1,16	0,505
1993	10	5	76	3,004	3,121	-252	-171	-108		-3,5	3,094	3,373	9,67	-0,34	-0,92	-0,87	0,402
1994	25	6	98	2,489	3,399	-351	-8	-1,123		-42,9	2,619	3,750	8,19	-3,51	-9,61	-3,53	0,195
1995	24	6	76	1,416	2,271	-91	92	-931		-61,2	1,523	2,362	4,76	-2,91	-7,97	-2,62	0,149
1996	23	6	21	506	1,123	-154	-38	-683		-122,6	557	1,277	1,74	-2,13	-5,85	-2,25	0,199
1997	7	6	20	387	698	-90	-51	-316		-75,2	421	788	1,31	-0,99	-2,71	-1,15	0,184
1998	0	4	59	1,051	1,546	116	-32	-286		-23,3	1,229	1,546	3,84	-0,89	-2,45	-0,99	0,151
1999	0	4	62	1,111	1,494	147	-5	-165		-12,4	1,324	1,494	4,14	-0,51	-1,41	-0,53	0,149

Sommeropgørelse TOTAL-P

Gundsømagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (mg/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980											2,250	23,68	23,68				3,237
1986																	
1988																	
1989	12	2	2	2,321	167	-308	475	1,385		59,3	2,336	476	7,30	4,33	11,86	5,81	5,906
1990	12	2	1	1,805	394	-126	250	1,050		57,7	1,820	520	5,69	3,28	8,99	4,06	6,153
1991	7	2	2	2,614	2,011	226	155	683		24,0	2,850	2,011	8,90	2,13	5,85	2,62	2,237
1992	11	3	10	381	253	-164	80	-93		-22,9	404	417	1,26	-0,29	-0,79	-0,04	0,735
1993	4	2	15	1,340	716	-351	-77	371		27,3	1,361	1,066	4,25	1,16	3,18	0,92	1,321
1994	11	3	18	668	978	-464	98	-841		-120,3	699	1,442	2,18	-2,63	-7,20	-2,32	0,431
1995	10	3	15	419	764	-192	174	-683		-152,8	447	956	1,40	-2,13	-5,85	-1,59	0,263
1996	10	3	8	204	265	-40	236	-317		-81	224	304	0,70	-0,99	-2,71	-0,25	0,250
1997	3	3	7	175	248	-78	56	-194		-103,8	187	326	0,59	-0,61	-1,66	-0,43	0,269
1998	0	2	10	189	417	-31	151	-398		-197,7	201	448	0,63	-1,24	-3,40	-0,77	0,209
1999	0	2	13	255	610	47	111	-405		-128,3	315	610	0,99	-1,27	-3,47	-0,92	0,229

Gundsømagle Sø

Årsopgørelse TOTAL-N

Gundsørmagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opløst (kg)	Tiløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (mg/m <sup>2</sup> /dag)	Magasin + retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980								31.200			105.600		330,00				14,365
1986								20.700			70.700		220,94				9,523
1988								24.241			104.600		326,88				10,018
1989	64	442	430	35.327	9.671	-2.350	529	23.713	65,4		36.262	12.021	113,32	74,10	203,02	75,75	12,892
1990	66	442	459	47.282	35.784	12.051	1.530	22.985	38,1		60.300	35.784	188,44	71,83	196,79	76,61	13,175
1991	58	442	1.142	60.922	41.834	10.987	-1.568	33.285	45,3		73.550	41.834	229,85	104,02	284,97	99,12	12,295
1992	100	480	2.246	58.949	42.880	7.364	2.453	23.807	34,4		69.139	42.880	216,06	74,40	203,82	82,06	13,062
1993	52	480	2.467	74.549	59.863	2.344	-1.060	21.089	26,4		79.892	59.863	249,66	65,90	180,56	62,59	10,060
1994	136	640	4.693	96.219	94.597	6.699	-1.300	15.089	13,9		108.386	94.597	338,71	47,15	129,19	43,09	7,614
1995	151	640	3.608	66.121	67.017	8.085	-2.192	13.781	17,5		78.605	67.017	245,64	43,06	117,99	36,21	6,968
1996	144	640	934	11.414	8.839	-556	588	3.149	24,0		13.132	9.395	41,04	9,84	26,96	11,68	4,660
1997	26	640	812	13.177	7.982	-69	1.478	5.127	35,0		14.655	8.051	45,80	16,02	43,89	20,64	6,315
1998	0	480	2.472	61.876	54.613	11.419	-90	21.723	28,5		76.247	54.613	238,27	67,89	185,99	67,60	8,774
1999	0	480	2.810	53.682	51.111	8.524	-784	15.170	23,2		65.496	51.111	204,67	47,40	129,88	44,95	7,152

Sommeropgørelse TOTAL-N

Gundsørmagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opløst (kg)	Tiløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (mg/m <sup>2</sup> /dag)	Magasin + retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980								21.100			65,94		65,94				30,360
1986																	
1988																	
1989	27	185	29	4.643	914	-970	-415	3.414	3,000	69,9	4.884	1.884	15,26	10,67	29,23	9,37	11,883
1990	28	185	15	4.163	988	-433	-170	3.138	2,969	71,5	4.390	1.421	13,72	9,81	26,87	9,28	14,231
1991	24	185	55	13.998	6.171	2.332	-747	11.170	10,423	67,3	16.594	6.171	51,86	34,91	95,63	32,57	12,020
1992	42	201	593	5.896	1.370	-916	-1.564	6.009	4,445	89,3	6.731	2.286	21,03	18,78	51,45	13,89	12,187
1993	22	201	341	7.254	2.323	-1.138	389	3.968	4,356	50,8	7.818	3.461	24,43	12,40	33,97	13,61	7,408
1994	57	268	596	5.634	3.958	-1.109	-108	1.596	1,488	24,3	6.555	5.067	20,49	4,99	13,67	4,65	3,914
1995	63	268	647	6.753	3.670	-922	-237	3.377	3,140	43,7	7.732	4.592	24,16	10,55	28,91	9,81	4,477
1996	60	268	337	2.795	2.739	-92	1.520	-891	628	-25,8	3.460	2.831	10,81	-2,79	-7,63	1,96	3,710
1997	11	268	287	2.308	1.250	-692	953	-20	932	-0,7	2.875	1.942	8,98	-0,06	-0,18	2,91	3,849
1998	0	200	370	3.854	2.616	-153	-855	2.510	1,655	56,7	4.424	2.769	13,83	7,84	21,49	5,17	4,427
1999	0	200	458	5.417	3.988	1.193	-194	3.473	3,279	47,8	7.267	3.988	22,71	10,85	29,74	10,25	5,024

Gundsørmagle Sø

Årsoppgørelse TOTAL-JERN

Gundsørmagle Sø

	Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (mg/m <sup>2</sup> /dag)	Magasin + retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)	
1980																			
1986																			
1988																			
1989																			
1990	0	0	0	2	1.639	1.241	403	14	788	802	38,6	39,3	2.043	1.241	6,39	2,46	6,75	2,51	0,453
1991																			
1992	0	0	0	30	3.070	1.234	386	7	2.245	2.252	64,4	64,6	3.486	1.234	10,89	7,02	19,22	7,04	0,662
1993	0	0	0	22	3.931	1.762	122	30	2.283	2.313	56,0	56,8	4.075	1.762	12,73	7,13	19,54	7,23	0,516
1994	0	0	0	47	7.681	4.102	585	14	4.197	4.212	50,5	50,7	8.313	4.102	25,98	13,12	35,94	13,16	0,583
1995	0	0	0	39	5.742	2.680	742	-54	3.898	3.843	59,7	58,9	6.523	2.680	20,39	12,18	33,37	12,01	0,578
1996	0	0	0	11	2.037	538	130	22	1.617	1.639	74,3	75,3	2.178	538	6,81	5,05	13,85	5,12	0,773
1997	0	0	0	8	1.708	448	115	-48	1.430	1.382	78,1	75,5	1.831	448	5,72	4,47	12,24	4,32	0,775
1998	0	0	0	26	3.917	1.394	737	129	3.156	3.285	67,5	70,2	4.679	1.394	14,62	9,86	27,02	10,27	0,538
1999	0	0	0	28	6.129	1.876	1.323	-76	5.680	5.605	75,9	74,9	7.481	1.876	23,38	17,75	48,63	17,52	0,780

Sommeropgørelse TOTAL-JERN

Gundsørmagle Sø

	Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Fraløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratørsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Retention (mg/m <sup>2</sup> /dag)	Magasin + retention (g/m <sup>2</sup> /år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)	
1980																			
1986																			
1988																			
1989																			
1990	0	0	0	0	161	42	-21	-35	133	98	82,3	60,7	161	63	0,50	0,42	1,14	0,31	0,550
1991																			
1992	0	0	0	9	269	100	-52	-75	200	125	72,2	45,1	278	152	0,87	0,63	1,72	0,39	0,521
1993	0	0	0	4	434	147	-67	24	199	224	45,6	51,1	438	214	1,37	0,62	1,71	0,70	0,427
1994	0	0	0	8	949	740	-80	-316	453	136	47,3	14,2	956	820	2,99	1,41	3,87	0,43	0,601
1995	0	0	0	9	1.421	355	-59	-34	1.050	1.016	73,4	71,0	1.430	414	4,47	3,28	8,99	3,18	0,865
1996	0	0	0	5	960	223	48	-27	817	790	80,7	78,0	1.013	223	3,16	2,55	6,99	2,47	1,142
1997	0	0	0	4	635	107	-44	-64	552	488	86,4	76,3	639	151	2,00	1,72	4,73	1,52	0,947
1998	0	0	0	5	619	120	-19	-43	527	485	84,6	77,7	624	139	1,95	1,65	4,52	1,51	0,654
1999	0	0	0	6	1.365	340	371	-41	1.444	1.403	82,9	80,5	1.742	340	5,44	4,51	12,36	4,38	1,173

Gundsørmagle Sø



## **Bilag 7**

- *Gundsømagle sø*



## Gundsømagle Sø - Vand- og stofbalanceberegninger

Vand- og stofbalanceberegningerne er for 1989-97 udført ved hjælp af EDB-programmet STOQ-sømodul version 3.30, i 1998 og 1999 er anvendt henholdsvis vers. 4.0 og 4.5.

De anvendte beregningsmetoder er udførligt beskrevet i de tidligere års rapporter, eksempelvis i rapporten "Gundsømagle Sø 1989-95". For en gennemgang af programmets beregningsmetoder henvises der derfor til eksempelvis nævnte rapport.

Til de beregnede værdier i samleskemaerne knytter sig følgende forklaringer:

### Vandbalancer

1. I 1980 er bidrag fra det umålte opland ikke medregnet.
2. Vandbalancer for perioden 1989-99 er beregnet under hensyntagen til vandstandsændringer, nedbør og fordampning.
3. Opholdstiden er beregnet på grundlag af fraførte vandmængder undtagen i 1980, hvor tilførte vandmængder er anvendt.

### Stofbalancer

1. I 1989-99 er indsvivet stofmængde via grundvandsindsivning lagt til tilførslen; udsivet stofmængde via grundvandsudsivning er lagt til fraførslen.
2. I 1989-99 er tilbageholdelsen beregnet som tilført stofmængde - fraført stofmængde, hvor tilført stofmængde er:

*transport fra målt opland + transport fra umålt opland + atm. deposition  
+ transport i grundvand*

og fraført stofmængde er:

*transport i søafløb*

Tilbageholdelsen svarer til retentionen + magasinændringen.

3. I 1980 er stofbidrag fra umålt opland ikke medregnet.
4. Vandføringsvægtet indløbskoncentration er beregnet som periodens stoftilførsel fra målt + umålt opland / periodens vandtilførsel ligeledes fra målt + umålt opland.

## Vand- og stoftilførsel fra det umålte opland

For årene 1989-92 er vand- og stoftilførslen fra det umålte opland ( $Q_{\text{umålt}}$ ,  $T_{\text{umålt}}$ ) beregnet ved at vægte vandtilførslen i det mindre tilløb Østrup Bæk, st. 783 ( $Q_{783}$ ) med forholdet mellem arealet af det umålte opland til søen ( $\text{Areal}_{\text{umålt}}$ ) og det målte opland til st. 783 ( $\text{Areal}_{783}$ ); dvs.:

$$Q_{\text{umålt}}(l/s) (1989-92) = Q_{783}(l/s) \times \text{Areal}_{\text{umålt}}/\text{Areal}_{783} = Q_{783}(l/s) \times 2,13$$

Som følge af at Østrup Bæk, st. 783 udgik af overvågningen i 1993, er beregningen af afstrømningen fra det "nye" umålte opland til søen ( $Q_{\text{umålt, ny}}$ ) fra og med 1993 ændret i forhold til perioden 1989-92.

Størrelsen af afstrømningen fra det umålte opland i 1993-99 er beregnet ud fra kendskabet til afstrømningen i Østrup Bæk, st. 783 i 1989-92; dvs. den i afsnit 3 nævnte Q/Q-korrelation mellem enkeltmålinger af vandføringen i Østrup Bæk og de målte døgnmiddelvandføringer i Hove Å, st. 777. I korrelationen er værdierne for månedsmiddelvandføringen i Hove Å, st. 777 i 1993-99 indsat, hvorefter den resulterende månedsmiddelvandføring er vægtet ud fra forholdet mellem arealet af det nye umålte opland ( $\text{Areal}_{\text{umålt, ny}}$ ) og arealet af oplandet til Østrup Bæk, st. 783 ( $\text{Areal}_{783}$ ); dvs.:

$$Q_{\text{umålt, ny, månedsmiddel}}(l/s) = [(8,08 \times 10^{-3} \times Q_{777, \text{månedsmiddel}}(l/s) + (1,32 \times 10^{-2})(l/s)] \times [(\text{Areal}_{\text{umålt, ny}})/(\text{Areal}_{783})]$$

Stofkoncentrationerne i det afstrømmende vand fra det "nye" umålte opland i 1993-99 er estimeret ved brug af gennemsnitlige vandføringsvægtede månedsmiddelkoncentrationer fra Østrup Bæk, st. 783, baseret på målinger i 1989-92. De anvendte stofkoncentrationer er angivet i tabel 1.

For hele perioden 1989-97 er det månedlige vand- og stofbidrag fra Kirkerup renseanlæg (beliggende i det umålte opland) medregnet separat i vand- og stofbalancerne for søen. Renseanlægget er nedlagt i 1997.

## Stoftransport via ind- og udsivende "grundvand"

Det antages, at beregnede ind- og udsivende grundvandsmængder primært er et udtryk for måleusikkerhed på vandbalancen for søen og derfor er overfladevand fremfor grundvand. Derfor er stoftilførslen til søen via indgivende "grundvand" for alle år (1989-99) beregnet på månedsbasis ved brug af vandføringsvægtede stofkoncentrationer i de målte overfladiske tilløb til søen. Dette svarer til de anbefalinger, som en teknisk arbejdsgruppe med repræsentanter fra amterne og Danmarks Miljøundersøgelser har givet (*DMU 1994: Notat vedr. beregning af den diffuse tilførsel af total-N og total-P fra umålte oplande i overvågningsprogrammet*).

Da beregningsprogrammet STOQ-Sømodul tidligere kun kunne anvende en enkelt værdi pr. år for stofkoncentrationen i det indgivende "grundvand", er der for perioden 1989-98 anvendt vandføringsvægtede årsmiddelværdier af stofkoncentrationer i de målte tilløb til beregning af den månedlige stoftilførsel som følge af indgivning. I den nyeste version af STOQ-Sømodul (vers. 4.5) er der mulighed for at operere med et vilkårligt antal værdier af stofkoncentrationer i det indgivende "grundvand" pr. år. Ved beregningerne i 1999 er de målte koncentrationer i tilløbet anvendt for det indgivende "grundvand".

Stoftransporten fra søen via udsivende "grundvand" er beregnet på månedsbasis ved brug af interpolerede stofkoncentrationer i søvandet.

De anvendte stofkoncentrationer i 1989-98 er angivet i tabel 2.

**Tabel 1.** Vandføringsvægtede månedsmiddelkoncentrationer af fosfor (tot-P), opløst fosfat-fosfor (PO<sub>4</sub>-P, filtreret), kvælstof (tot-N) og jern (tot-Fe) fra Østrup Bæk, st. 783, baseret på stoftransportmålinger i 1989-92. Værdierne er anvendt til beregning af den månedlige stoftilførsel fra det umålte opland til Gundsømagle Sø i 1992-99.

Måned	Tot-P (mg P/l)	PO <sub>4</sub> -P, filtreret (mg P/l)	Tot-N (mg N/l)	Tot-Fe (mg Fe/l)
Januar	0,24	0,18	16,64	0,17
Februar	0,31	0,23	14,02	0,11
Marts	0,27	0,21	13,65	0,12
April	0,26	0,17	9,85	0,18
Maj	0,28	0,18	13,27	0,24
Juni	0,35	0,22	18,93	0,22
Juli	0,49	0,35	20,58	0,22
August	0,63	0,56	13,25	0,14
September	0,61	0,54	12,10	0,11
Oktober	0,72	0,63	8,62	0,11
November	0,28	0,23	12,58	0,10
December	0,27	0,23	14,40	0,09

**Tabel 2.** Vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer af fosfor (tot-P), opløst fosfat-fosfor (PO<sub>4</sub>-P, filtreret), kvælstof (tot-N) og jern (tot-Fe), baseret på stoftransportmålinger i tilløbene til Gundsømagle Sø i 1989-98. I 1989-92 er der målt i tilløbene Hove Å, st. 777 og Østrup Bæk, st. 783. I 1993-99 er der alene målt i tilløbet Hove Å, st. 777.

Værdierne er anvendt til beregning af den månedlige stoftilførsel via indsyvning af "grundvand" til søen i 1989-98.

År	Tot-P (mg P/l)	PO <sub>4</sub> -P, filtreret (mg P/l)	Tot-N (mg N/l)	Tot-Fe (mg Fe/l)
1989	3,456	3,080	12,905	-
1990	1,954	1,769	13,152	0,456
1991	1,404	1,244	12,250	-
1992	0,517	0,376	13,027	0,678
1993	0,402	0,307	9,987	0,527
1994	0,193	0,114	7,444	0,594
1995	0,145	0,067	6,777	0,588
1996	0,196	0,084	4,430	0,791
1997	0,179	0,086	6,099	0,791
1998	0,147	0,053	8,651	0,548



## **Bilag 8**

- *Gundsømagle sø*





## Gundsømagle Sø - kildeopsplitning af kvælstof (N) og fosfor (P)

Forklaring til kildeopsplitningen:

Naturbidraget er beregnet ved multiplikation af den årlige vandtilførsel til søen og vandføringsvægtede mediankoncentrationer, anbefalet af DMU. De anbefalede værdier er:

1989:	Tot-P: 0,055 mg P/l	Tot-N: 1,6 mg N/l
1990:	Tot-P: 0,055 mg P/l	Tot-N: 1,8 mg N/l
1991:	Tot-P: 0,052 mg P/l	Tot-N: 1,5 mg N/l
1992:	Tot-P: 0,050 mg P/l	Tot-N: 1,61 mg N/l
1993:	Tot-P: 0,052 mg P/l	Tot-N: 2,77 mg N/l
1994:	Tot-P: 0,051 mg P/l	Tot-N: 1,6 mg N/l
1995:	Tot-P: 0,048 mg P/l	Tot-N: 1,4 mg N/l
1996:	Tot-P: 0,048 mg P/l	Tot-N: 1,4 mg N/l
1997:	Tot-P: 0,048 mg P/l	Tot-N: 1,4 mg N/l
1998:	Tot-P: 0,050 mg P/l	Tot-N: 1,52 mg N/l
1999:	Tot-P: 0,054 mg P/l	Tot-N: 1,49 mg N/l

Udviklingen i Punktkilder (PE = personækvivalenter):

Kallerup renseanlæg : 7231 PE, 1992. Ca. 10200 PE, 1995.

Sengeløse renseanlæg : 2636 PE, indtil februar 1992 selvstændig udledning til Hove Å, derefter tilsluttet Kallerup renseanlæg.

Ledøje renseanlæg : 810 PE, afskåret fra Hove Å i november 1989.

Hove renseanlæg : 110 PE. Tilsluttet Kallerup renseanlæg i starten af 1993.

Kirkerup renseanlæg : 35 PE. Afskåret i slutningen af marts 1997.

Marbjerg renseanlæg : 200 PE. Tilsluttet Kallerup renseanlæg i juni 1991. Indtil da udledning til Maglemose Å-systemet.

I 1989-91 blev antallet af PE i enkeltejendomme i oplandet til søen blev i 1988 vurderet til 1089 PE, baseret på en optælling i 1988.

I 1992-93 blev antallet justeret til 806 PE i forbindelse med kommunernes registrering af enkeltejendomme efter Miljøstyrelsens retningslinier.

I 1994 blev antallet af PE justeret til hhv. 782,5 PE i 287 enkeltejendomme i oplandet.

I 1995 blev antallet af PE justeret til hhv. 779,5 PE i 277 enkeltejendomme i oplandet.

En mere detaljeret registrering foretaget af kommunerne i foråret 1999 har medført en ny justering af antallet af enkeltejendomme og PE i oplandet til henholdsvis 2031 og 4230. Af de i alt 2031 enjendomme er langt hovedparten, nemlig 1738, koloni- eller sommerhuse.

Fra og med 1994 er enhedsbidraget med fosfor (tot-P) justeret fra 1,5 kg tot-P/PE/år til 1,0 kg tot-P/PE/år efter Miljøstyrelsens retningslinier.

Gundsømagle So: Kildeopsplitting af Fosfor (P)  
- alle tal i kg

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Punktkilder ialt	Enkeltjeendomme	Landbrug	Natur	Alm. dep.	Samlet tilførsel
1989	203	6.609	6.812	760	1.787	153	5	9.516
1990	202	10.127	10.329	760	-2.617	241	5	8.718
1991	239	5.478	5.717	760	1.415	305	5	8.201
1992	141	3.184	3.325	639	-1.821	250	6	2.399
1993	255	4.112	4.367	639	-2.315	398	5	3.094
1994	232	1.144	1.376	356	178	703	6	2.619
1995	171	504	675	367	-52	526	6	1.523
1996	147	301	448	468	-493	127	6	557
1997	199	228	427	450	-569	106	6	421
1998	210	260	470	231	98	427	4	1.229
1999	186	344	530	279	21	490	4	1.324

Gundsømagle So: Kildeopsplitting af Kvælstof (N)  
- alle tal i kg

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Punktkilder ialt	Enkeltjeendomme	Landbrug	Natur	Alm. dep.	Samlet tilførsel
1989	742	20.833	21.575	1.940	7.868	4.438	442	36.262
1990	748	34.266	35.014	1.940	15.001	7.903	442	60.300
1991	872	21.872	22.744	1.940	39.629	8.796	442	73.550
1992	557	27.732	28.289	1.870	30.459	8.041	480	68.139
1993	1.022	18.201	19.223	1.870	37.095	21.224	480	79.892
1994	930	6.983	7.913	1.604	76.190	22.040	640	108.386
1995	707	6.150	6.857	1.610	54.164	15.334	640	78.605
1996	589	4.300	4.889	2.256	1.632	3.715	640	13.132
1997	788	3.099	3.887	2.176	4.850	3.102	640	14.655
1998	840	3.734	4.574	1.017	57.209	12.967	480	76.247
1999	744	7.243	7.987	1.223	42.286	13.520	480	65.496

Gundsømagle So: Kildeopsplitting af Fosfor (P)  
- alle tal i %

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Punktkilder ialt	Enkeltjeendomme	Landbrug	Natur	Alm. dep.	Samlet tilførsel
1989	2,1	69,4	71,6	8,0	18,8	1,6	0,1	100
1990	1,8	89,3	91,1	6,7	0,0	2,1	0,0	100
1991	2,9	66,8	68,7	9,3	17,2	3,7	0,1	100
1992	3,3	75,4	78,8	15,1	0,0	5,9	0,2	100
1993	4,7	76,0	80,7	11,8	0,0	7,4	0,1	100
1994	8,9	43,7	52,5	13,6	6,8	26,8	0,2	100
1995	10,9	32,0	42,9	23,3	0,0	33,4	0,4	100
1996	14,0	28,7	42,7	44,6	0,0	12,1	0,6	100
1997	20,1	23,0	43,1	45,5	0,0	10,7	0,6	100
1998	17,1	21,2	38,2	18,8	8,0	34,7	0,3	100
1999	14,0	26,0	40,0	21,1	1,6	37,0	0,3	100

Gundsømagle So: Kildeopsplitting af Kvælstof (N)  
- alle tal i %

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Punktkilder ialt	Enkeltjeendomme	Landbrug	Natur	Alm. dep.	Samlet tilførsel
1989	2,0	57,5	59,5	5,3	21,7	12,2	1,2	100
1990	1,2	56,8	58,1	3,2	24,9	13,1	0,7	100
1991	1,2	29,7	30,9	2,6	53,9	12,0	0,6	100
1992	0,8	40,1	40,9	2,7	44,1	11,6	0,7	100
1993	1,3	22,8	24,1	2,3	46,4	26,6	0,6	100
1994	0,9	6,4	7,3	1,5	70,3	20,3	0,6	100
1995	0,9	7,8	8,7	2,0	68,9	19,5	0,8	100
1996	4,5	32,7	37,2	17,2	12,4	28,3	4,9	100
1997	5,4	21,1	26,5	14,8	33,1	21,2	4,4	100
1998	1,1	4,9	6,0	1,3	75,0	17,0	0,6	100
1999	1,1	11,1	12,2	1,9	64,6	20,6	0,7	100

## **Bilag 9**

- *Gundsømagle sø*



**Parameter**

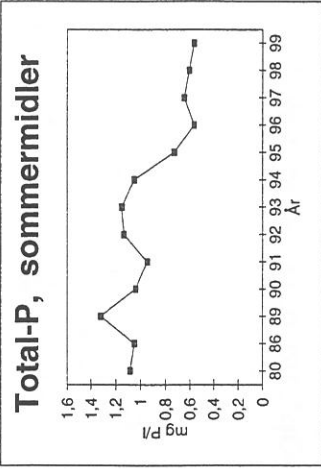
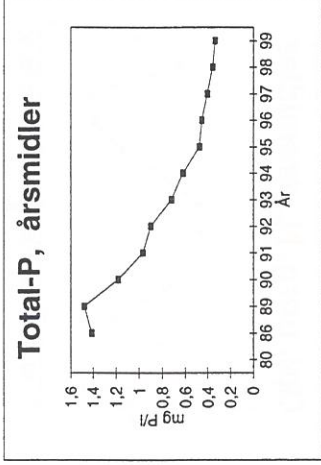
**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

Total-P mg/l	År	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/1-31/12	1/5-30/9			Min.	Max.
	80		1,084			0,780	1,400
	86	1,411	1,049	0,690	3,300	0,690	1,400
	89	1,476	1,319	0,550	2,700	0,550	2,700
	90	1,181	1,039	0,630	2,000	0,630	2,000
	91	0,968	0,946	0,500	1,400	0,740	1,400
	92	0,900	1,135	0,370	1,900	0,830	1,900
	93	0,720	1,152	0,270	1,600	0,680	1,600
	94	0,619	1,050	0,115	1,990	0,329	1,990
	95	0,474	0,727	0,109	1,020	0,171	1,020
	96	0,453	0,563	0,116	0,970	0,181	0,970
	97	0,403	0,645	0,102	1,150	0,102	1,150
	98	0,356	0,604	0,099	0,929	0,231	0,929
	99	0,335	0,563	0,078	0,864	0,213	0,864

**Statistik - års- og sommermidler**

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99	0,1 %	---
Sommer	1989-99	0,1 %	---

**Grafik**

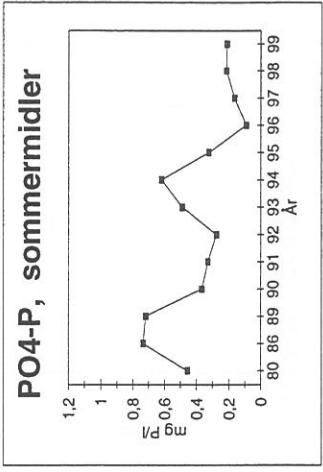
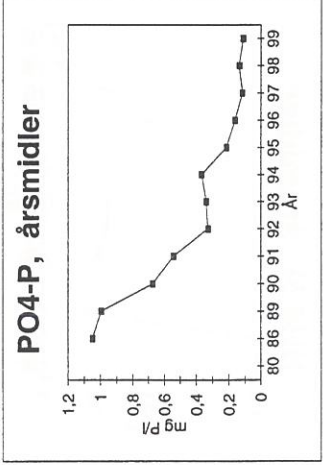


**Parameter**

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

PO4-P mg/l	År	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/1-31/12	1/5-30/9			Min.	Max.
	80		0,455			0,100	0,940
	86	1,049	0,734	0,270	2,400	0,270	1,100
	89	0,996	0,718	0,077	2,400	0,077	2,400
	90	0,673	0,367	0,010	1,500	0,010	1,100
	91	0,541	0,329	0,023	0,880	0,023	0,860
	92	0,327	0,277	0,010	0,790	0,130	0,490
	93	0,339	0,488	0,047	1,100	0,047	1,100
	94	0,367	0,617	0,005	1,300	0,022	1,300
	95	0,215	0,323	0,004	0,582	0,008	0,582
	96	0,160	0,092	0,009	0,437	0,009	0,263
	97	0,116	0,164	0,004	0,503	0,033	0,503
	98	0,134	0,216	0,005	0,470	0,008	0,470
	99	0,111	0,213	0,003	0,368	0,007	0,368

**Grafik**

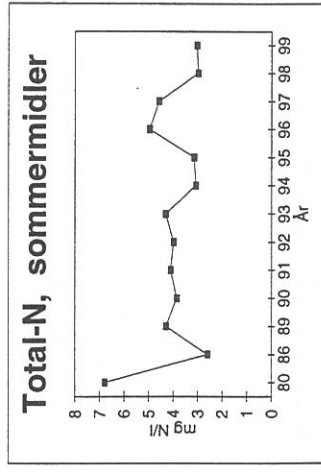
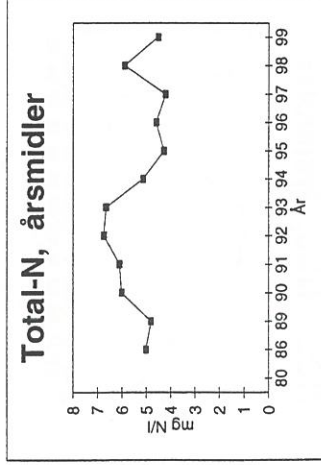


**Parameter**

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

Total-N mg/l	År	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/1-31/12	1/5-30/9			Min.	Max.
	80		6,78			3,50	11,00
	86	5,01	2,59	1,60	11,00	1,60	4,30
	89	4,81	4,29	3,00	7,30	3,00	6,30
	90	6,00	3,85	2,70	12,00	2,70	5,10
	91	6,10	4,09	1,60	14,00	1,60	10,00
	92	6,75	3,98	2,45	13,40	2,45	6,10
	93	6,65	4,31	2,93	12,90	2,93	5,76
	94	5,13	3,07	2,32	11,20	2,32	4,78
	95	4,29	3,14	2,35	8,20	2,95	3,76
	96	4,60	4,96	2,02	9,82	2,02	9,82
	97	4,22	4,58	1,90	10,30	1,90	10,30
	98	5,89	2,97	2,23	15,60	2,23	3,83
	99	4,51	3,03	2,37	8,68	2,37	3,62

**Grafik**



**Parameter**

NO<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub>  
mg/l

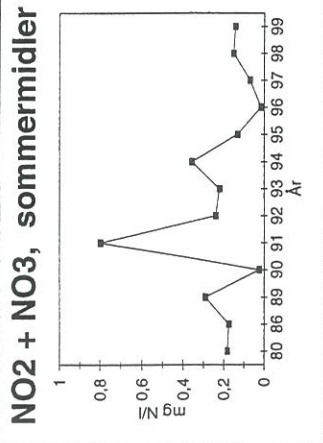
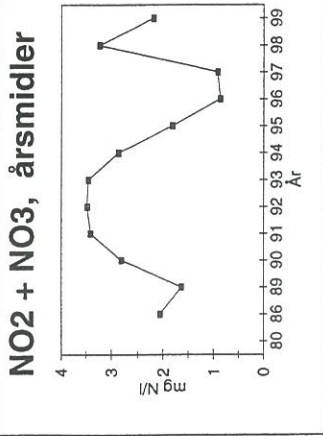
**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
80		0,181			0,005	0,600
86	2,053	0,174	0,005	5,700	0,005	1,100
89	1,641	0,291	0,005	5,000	0,005	2,600
90	2,804	0,024	0,005	9,300	0,005	0,022
91	3,404	0,798	0,005	12,000	0,005	7,200
92	3,476	0,239	0,005	10,900	0,005	1,600
93	3,452	0,220	0,005	10,400	0,005	0,291
94	2,860	0,357	0,005	9,310	0,005	2,760
95	1,817	0,131	0,005	6,870	0,005	1,190
96	0,867	0,015	0,005	3,210	0,005	0,036
97	0,919	0,070	0,005	4,390	0,005	0,286
98	3,232	0,151	0,005	9,930	0,005	1,600
99	2,185	0,142	0,005	7,200	0,005	0,886

**Statistik - års- og sommermidler**

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99		0
Sommer	1989-99		0

**Grafik**



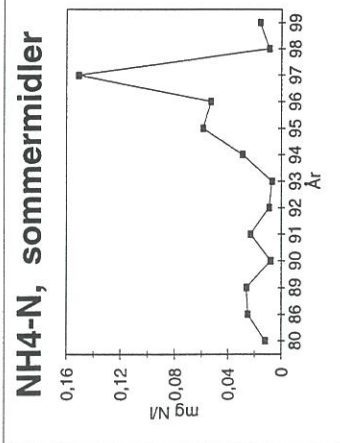
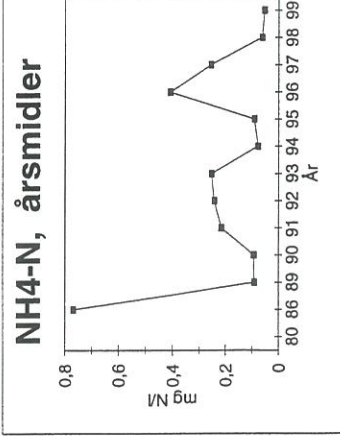
**Parameter**

NH<sub>4</sub>-N  
mg/l

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
80		0,012			0,001	0,043
86	0,769	0,025	0,004	2,920	0,006	0,047
89	0,091	0,026	0,001	0,230	0,001	0,120
90	0,093	0,008	0,001	0,790	0,001	0,030
91	0,216	0,023	0,001	0,900	0,001	0,130
92	0,242	0,009	0,005	1,150	0,005	0,016
93	0,253	0,007	0,003	1,660	0,003	0,010
94	0,077	0,029	0,005	0,267	0,005	0,113
95	0,091	0,059	0,006	0,310	0,007	0,310
96	0,408	0,053	0,005	1,530	0,005	0,466
97	0,255	0,151	0,005	1,520	0,005	1,520
98	0,062	0,009	0,004	0,398	0,004	0,019
99	0,052	0,016	0,005	0,242	0,005	0,058

**Grafik**



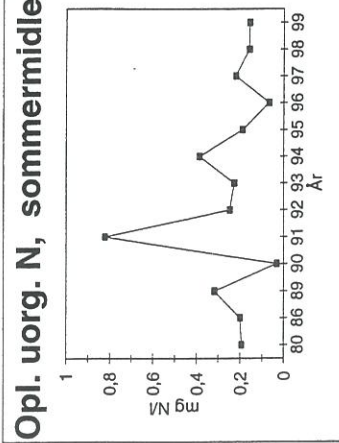
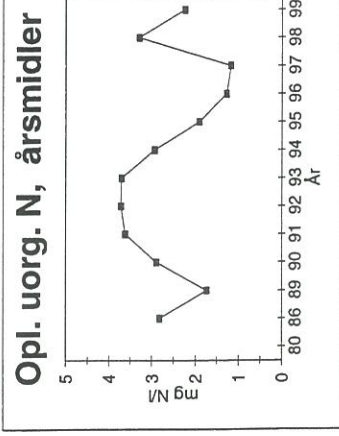
**Parameter**

Opl. uorg. N  
mg/l

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
80		0,193			0,006	0,643
86	2,822	0,199	0,009	8,620	0,011	1,147
89	1,732	0,317	0,006	5,230	0,006	2,720
90	2,897	0,032	0,005	10,090	0,005	0,052
91	3,620	0,821	0,006	12,900	0,006	7,330
92	3,718	0,248	0,010	12,050	0,010	1,616
93	3,705	0,227	0,008	12,060	0,008	0,301
94	2,937	0,386	0,010	9,577	0,010	2,873
95	1,908	0,190	0,011	7,180	0,012	1,500
96	1,275	0,068	0,010	4,740	0,010	0,502
97	1,174	0,221	0,010	5,910	0,010	1,806
98	3,294	0,160	0,009	10,328	0,009	1,619
99	2,237	0,158	0,010	7,442	0,010	0,944

**Grafik**



**Parameter**

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

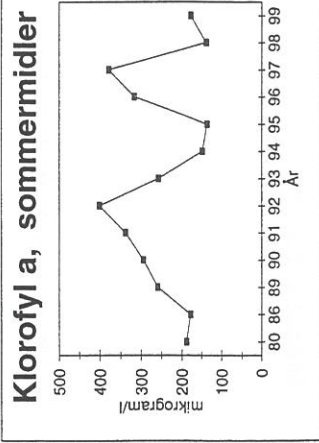
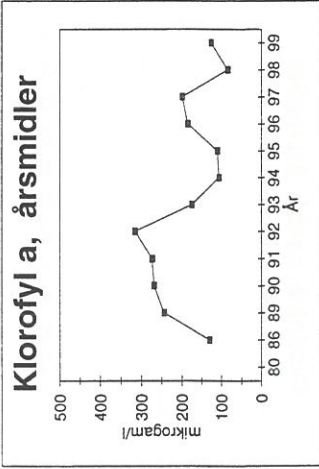
ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/5-30/9	1/5-30/9			Min.	Max.
80		189				292	19
86	130	178	52	329	109	329	329
89	244	260	119	480	160	480	480
90	269	295	35	760	65	540	540
91	274	339	54	600	100	600	600
92	316	401	58	560	330	560	560
93	175	258	26	530	81	450	450
94	106	149	1	313	73	245	245
95	110	137	7	194	89	194	194
96	185	317	16	625	96	625	625
97	199	379	19	990	72	990	990
98	84	139	6	274	58	274	274
99	126	178	8	303	105	303	303

Klorofyl a  
mikrogram/l

**Statistik - års- og sommermidler**

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99		-
Sommer	1989-99		0

**Grafik**



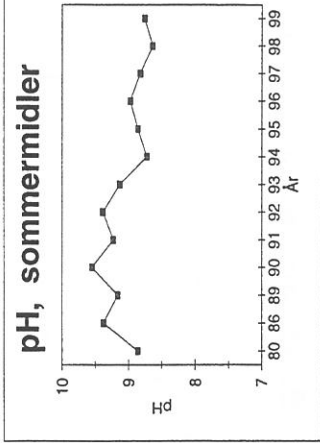
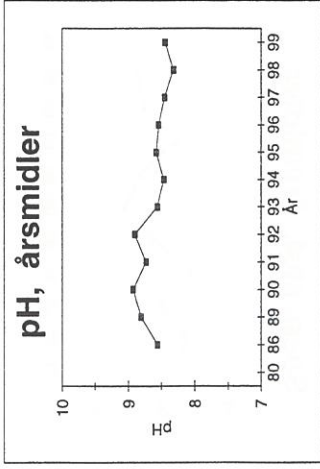
**Parameter**

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/5-30/9	1/5-30/9			Min.	Max.
80		6,9		7,9	9,7	9,7	9,7
86	8,6	9,4	7,4	9,7	9,2	9,7	9,7
89	8,8	9,2	8,0	9,6	8,8	9,6	9,6
90	8,9	9,5	7,8	10,4	8,8	10,4	10,4
91	8,7	9,2	7,6	9,8	8,2	9,8	9,8
92	8,9	9,4	8,1	9,9	8,5	9,9	9,9
93	8,6	9,1	7,8	10,1	8,4	10,1	10,1
94	8,5	8,7	7,9	9,0	8,5	9,0	9,0
95	8,6	8,9	7,9	9,3	8,3	9,3	9,3
96	8,5	9,0	7,8	9,6	8,4	9,6	9,6
97	8,5	8,8	7,7	9,5	8,3	9,5	9,5
98	8,3	8,6	7,8	8,9	8,2	8,9	8,9
99	8,4	8,8	8,0	9,1	8,2	9,1	9,1

pH  
pH

**Grafik**



**Statistik - års- og sommermidler**

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99	0,1 %	---
Sommer	1989-99	1 %	--

**Grafik**

**Parameter**

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

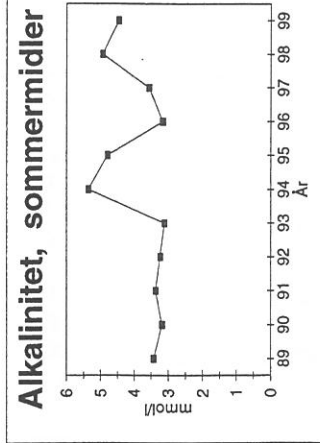
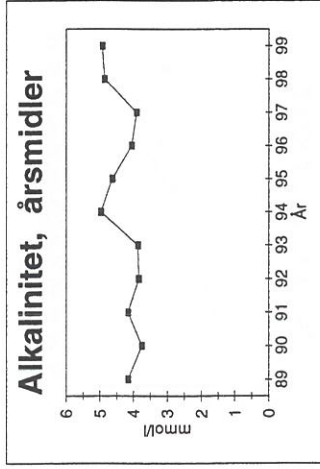
ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer	
		1/5-30/9	1/5-30/9			Min.	Max.
80		3,429		2,130	4,040	4,040	4,040
86	4,156	3,183	2,170	5,130	2,170	4,290	4,290
89	3,749	3,367	2,560	5,780	2,560	4,430	4,430
90	4,153	3,841	1,790	5,620	1,790	4,310	4,310
91	3,841	3,235	1,790	5,620	1,790	4,310	4,310
92	3,866	3,108	1,780	5,700	2,080	4,140	4,140
93	4,868	5,359	3,350	6,260	4,330	6,260	6,260
94	4,868	5,359	3,350	6,260	4,330	6,260	6,260
95	4,621	4,790	3,920	6,100	3,920	6,100	6,100
96	4,049	3,161	2,000	6,450	2,000	4,590	4,590
97	3,903	3,563	2,820	6,280	2,820	4,300	4,300
98	4,856	4,933	4,240	5,690	4,350	5,690	5,690
99	4,924	4,458	3,600	5,760	3,600	5,420	5,420

Alkalinitet  
mmol/l

**Statistik - års- og sommermidler**

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99		0
Sommer	1989-99		0

**Grafik**



**Parameter**

Silicium mg/l	År		Sommer		Sommer		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
80		8,91	0,12	16,00	0,25	13,00		
86	9,10	9,51	0,12	16,00	0,12	16,00		
89	8,73	10,30	0,18	14,00	2,10	14,00		
90	8,23	10,75	0,05	16,00	2,20	15,00		
91	6,04	7,08	0,09	11,00	0,95	11,00		
92	7,47	10,51	0,06	17,00	0,06	17,00		
93	7,45	10,54	0,41	14,00	3,60	14,00		
94	5,65	7,11	0,17	15,00	0,24	15,00		
95	4,89	7,07	0,03	14,00	0,03	14,00		
96	6,71	5,03	0,06	17,00	0,06	17,00		
97	8,48	9,89	0,03	19,00	0,28	19,00		
98	5,88	5,68	0,16	10,00	0,24	10,00		
99	6,49	6,78	0,02	11,00	0,02	11,00		

**Statistik - års- og sommermidler**

Type	Periode	Niveau	Symbol
Lin. reg.		%	(+/-)
År	1989-99		0
Sommer	1989-99	5%	-

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

**Parameter**

Suspenderet stof mg/l	År		Sommer		Sommer		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
80		45,6	19,0	58,0	32,0	58,0		
86	35,0	47,4	13,0	88,0	33,0	60,0		
89	30,0	42,0	5,0	68,0	17,0	68,0		
90	38,1	53,5	10,0	61,0	47,0	61,0		
91	27,5	45,2	4,0	64,0	28,0	64,0		
92	19,3	29,5	4,0	53,0	16,0	53,0		
93	23,9	34,7	4,0	65,0	22,0	65,0		
94	34,6	57,7	2,4	105,0	15,0	105,0		
95	25,2	42,7	4,4	91,0	16,0	91,0		
96	23,0	41,3	4,4	118,0	23,0	118,0		
97	22,5	33,3	5,3	50,0	25,0	50,0		

**Statistik - års- og sommermidler**

Type	Periode	Niveau	Symbol
Lin. reg.		%	(+/-)
År	1989-99		-
Sommer	1989-99		0

**Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ**

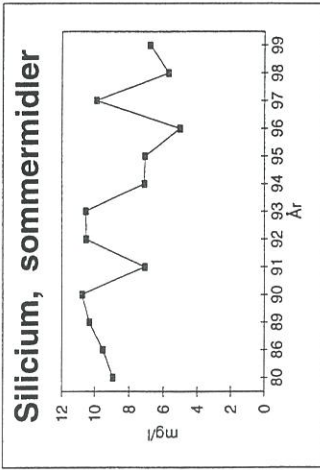
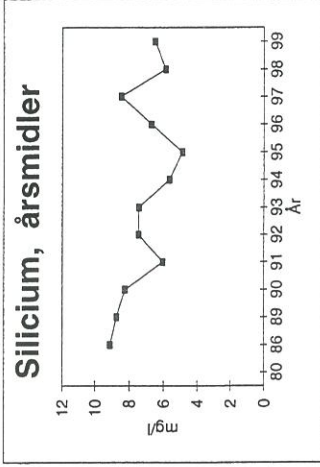
**Parameter**

Glødetab, s. stof mg/l	År		Sommer		Sommer		Sommer	
	1/1-31/12	1/5-30/9	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
80		38,2	7,5	52,0	23,0	47,0		
86								
89	26,7	38,2	7,5	52,0	23,0	47,0		
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98	16,2	30,2	2,0	65,0	14,0	69,0		
99	16,0	24,5	2,0	33,0	17,0	33,0		

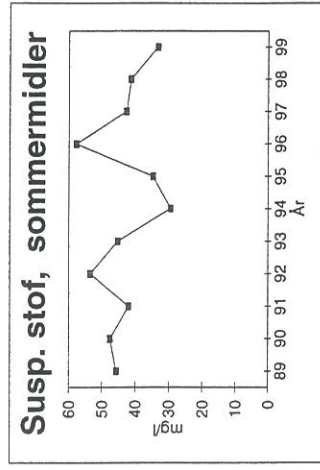
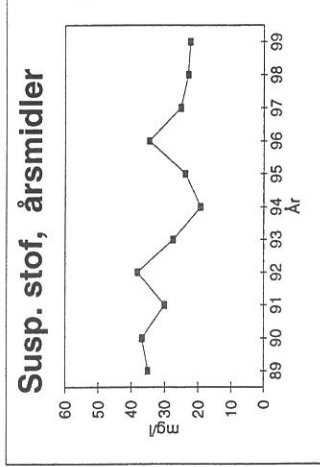
**Statistik - års- og sommermidler**

Type	Periode	Niveau	Symbol
Lin. reg.		%	(+/-)
År	1989-99		
Sommer	1989-99		

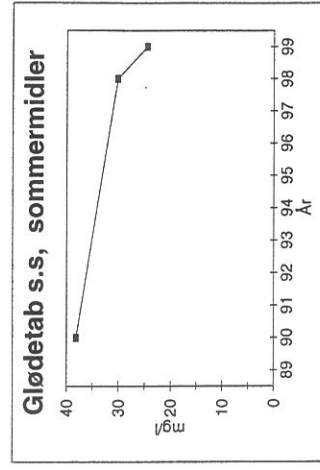
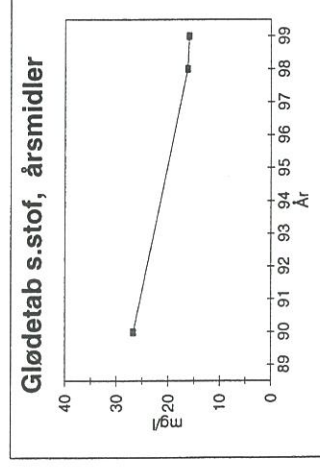
**Grafik**



**Grafik**



**Grafik**





Parameter

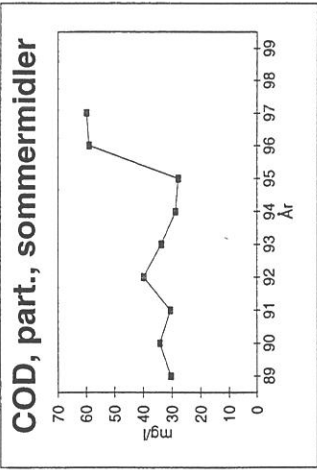
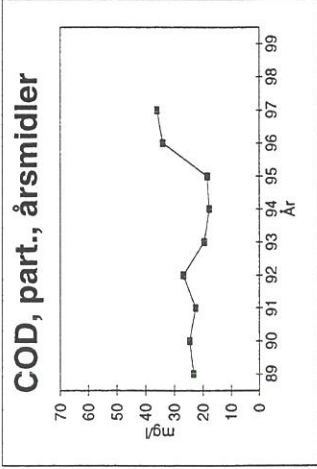
Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

Statistik - års- og sommermidler

ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
		År	Max.				
80							
86	23,3	30,5	10,0	40,0	26,0	40,0	
89	24,6	34,3	7,8	48,0	24,0	48,0	
90	22,6	30,6	3,7	63,0	3,7	63,0	
91	26,8	39,9	6,7	56,0	29,0	56,0	
92	19,6	33,7	1,9	54,0	18,0	54,0	
93	17,8	28,8	2,3	41,0	16,7	41,0	
94	18,5	27,9	3,3	38,0	20,0	38,0	
95	34,0	59,0	2,1	120,0	17,0	120,0	
96	36,0	59,9	6,0	150,0	22,0	150,0	
98							
99							

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-97		0
Sommer	1989-97		0

Grafik



Parameter

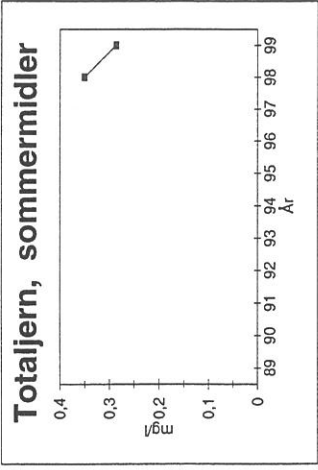
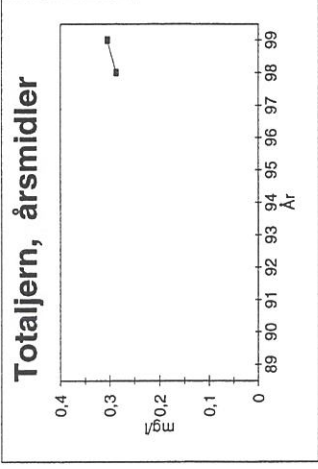
Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

Statistik - års- og sommermidler

ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
		År	Max.				
80							
86	0,287	0,350	0,104	1,470	0,104	1,470	
89	0,305	0,286	0,182	0,433	0,182	0,397	
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99		
Sommer	1989-99		

Grafik



Parameter

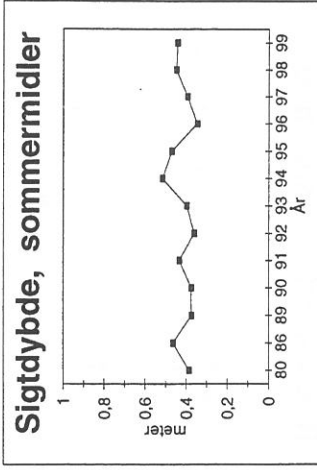
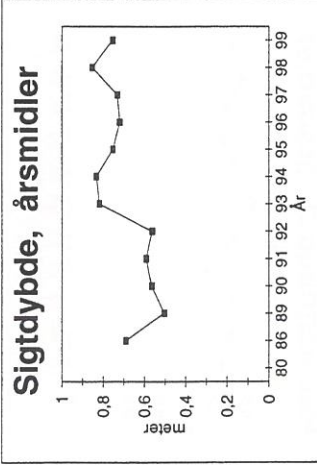
Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

Statistik - års- og sommermidler

ÅR	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9		År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
		År	Max.				
80							
86	0,69	0,46	0,30	1,00	0,30	0,50	0,40
89	0,51	0,37	0,30	0,85	0,30	0,45	0,45
90	0,56	0,38	0,30	1,00	0,30	0,42	0,42
91	0,59	0,43	0,33	0,90	0,33	0,75	0,75
92	0,56	0,36	0,28	1,05	0,28	0,45	0,45
93	0,82	0,40	0,27	1,45	0,27	0,50	0,50
94	0,83	0,52	0,40	2,00	0,40	0,80	0,80
95	0,75	0,47	0,39	1,50	0,39	0,70	0,70
96	0,72	0,35	0,15	1,40	0,15	0,70	0,70
97	0,73	0,39	0,15	1,40	0,15	0,65	0,65
98	0,85	0,45	0,30	1,50	0,30	0,68	0,68
99	0,75	0,44	0,35	1,65	0,35	0,52	0,52

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-99	1 %	++
Sommer	1989-99		0

Grafik



Rel. vandstand  
m

År	År 1/1-31/12		Sommer 1/5-30/9		År		Sommer	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
80								
86	0,51	0,43	0,33	0,61	0,33	0,52		
89	0,55	0,45	0,36	0,72	0,36	0,52		
90	0,55	0,48	0,35	0,71	0,35	0,59		
91	0,47	0,34	0,23	0,67	0,23	0,46		
92	0,56	0,47	0,37	0,75	0,37	0,57		
93	0,63	0,46	0,28	0,98	0,28	0,58		
94	0,58	0,45	0,34	0,98	0,34	0,51		
95	0,53	0,46	0,37	0,67	0,37	0,55		
96	0,54	0,48	0,43	0,64	0,43	0,54		
97	0,59	0,49	0,45	0,76	0,45	0,52		
98	0,55	0,45	0,40	0,86	0,40	0,50		
99								

Type Lin. reg. 1989-99

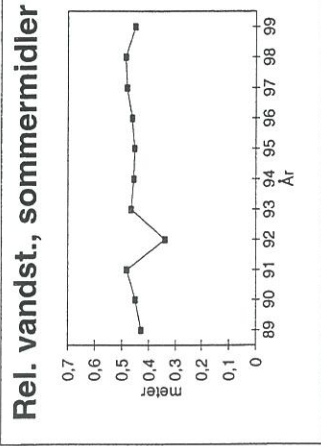
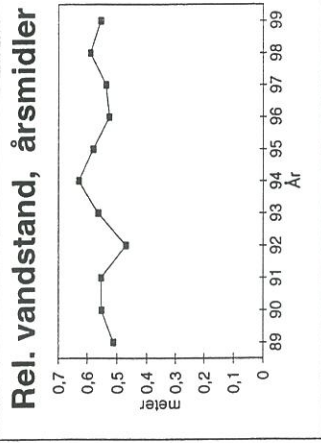
Symbol (+/-) 0

Periode 1989-99

Niveau %

Lin. reg. Sommer 1989-99

Symbol 0



## **Bilag 10**

*- Gundsømagle sø*



**Planteplanktonbiomasser - tidsvægtede årsgennemsnit**

	Blågrønalg mm3/l	Kiselalger mm3/l	Grønalgler mm3/l	Rekylalger mm3/l	Furealger mm3/l	Øjealger mm3/l	Gulalger mm3/l	Stilkalger mm3/l	Ubestemt Total mm3/l	Øvrige mm3/l	
89	1,3	0,7	18,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	22,5	1,7
90	2,1	3,1	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	24,3	1,0
91	0,2	10,7	14,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	27,6	0,5
92	4,4	6,3	16,0	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	29,3	1,5
93	8,9	6,3	13,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	32,4	1,0
94	3,2	2,6	3,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	11,1	0,9
95	11,3	5,9	4,0	2,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	24,1	0,6
96	39,2	2,2	3,3	2,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,6	48,2	0,8
97	13,5	0,6	5,2	2,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	22,3	0,6
98	10,6	0,7	3,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	16,8	0,4
99	1,7	1,6	4,4	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	11,1	0,6
Gennemsnit 1989-98	9,5	3,9	10,0	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	25,9	0,9

Udvikling:  
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: - 0 0,1 % 5% ++  
Symbol: 0 ---

Signifikansniveau: 5% + 1% --  
Symbol: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

**Planteplanktonbiomasser - %-fordeling årsgennemsnit**

	Blågrønalg %	Kiselalger %	Grønalgler %	Rekylalger %	Furealger %	Øjealger %	Gulalger %	Stilkalger %	Ubestemt Total %	Øvrige %
89	5,7	3,0	81,1	2,8	0,2	0,1	0,0	0,0	7,2	100
90	8,8	12,6	74,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	100
91	0,8	38,8	52,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	100
92	14,9	21,4	54,5	4,2	1,6	0,0	0,0	0,0	3,4	100
93	27,6	19,4	42,7	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	100
94	28,6	23,3	32,9	7,3	0,0	0,0	0,1	0,4	7,3	100
95	46,8	24,6	16,6	9,5	0,2	0,3	0,2	0,2	1,7	100
96	81,4	4,7	6,7	5,5	0,1	0,2	0,2	0,0	1,3	100
97	60,4	2,6	23,5	10,8	1,1	0,0	0,1	0,0	1,4	100
98	62,9	4,4	18,5	11,8	0,0	0,0	0,1	0,1	2,2	100
99	15,4	14,0	39,2	26,5	0,1	0,0	0,0	0,0	4,2	100
Gennemsnit 1989-98	33,8	15,5	40,4	6,5	0,3	0,1	0,1	0,1	3,4	100

Udvikling:  
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: 5% + 1% --  
Symbol: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

**Planteplanktonbiomasser - tidsvægtede sommergennemsnit**

	Blågrønalg mm3/l	Kiselalger mm3/l	Grønalgler mm3/l	Rekylalger mm3/l	Furealger mm3/l	Øjealger mm3/l	Gulalger mm3/l	Stilkalger mm3/l	Ubestemt Total mm3/l	Øvrige mm3/l	
89	2,7	1,2	30,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	36,8	1,9
90	5,0	0,5	31,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	38,6	1,2
91	0,4	3,3	24,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	29,7	0,9
92	5,8	2,3	27,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	36,5	0,9
93	20,0	0,5	23,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	46,2	1,8
94	6,3	3,1	6,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	19,5	1,8
95	25,5	4,8	8,2	2,9	0,0	0,2	0,0	0,1	0,7	42,4	1,0
96	76,7	2,9	3,9	2,7	0,1	0,2	0,0	0,0	0,9	87,5	1,3
97	31,5	0,3	6,1	1,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	39,7	0,6
98	23,5	1,1	5,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	32,1	0,7
99	3,7	2,1	8,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	16,8	0,7
Gennemsnit 1989-98	19,7	2,0	16,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	40,9	1,2

Udvikling:  
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: - 0 0,1 % 5% ---  
Symbol: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Signifikansniveau: 5% + 1% --  
Symbol: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

**Planteplanktonbiomasser - %-fordeling sommergennemsnit**

	Blågrønalg %	Kiselalger %	Grønalgler %	Rekylalger %	Furealger %	Øjealger %	Gulalger %	Stilkalger %	Ubestemt Total %	Øvrige %
89	7,2	3,3	83,1	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0	5,1	100
90	13,0	1,2	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	100
91	1,5	11,1	81,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	100
92	15,9	6,3	74,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	100
93	43,3	1,0	49,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	100
94	32,1	16,0	35,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,5	8,1	100
95	60,1	11,3	19,4	6,9	0,0	0,4	0,0	0,3	1,5	100
96	87,7	3,3	4,5	3,1	0,1	0,3	0,0	0,0	1,1	100
97	79,3	0,7	15,4	3,1	0,3	0,0	0,1	0,0	1,1	100
98	73,4	3,6	16,7	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	100
99	21,8	12,6	50,8	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	100
Gennemsnit 1989-98	41,4	5,8	46,2	3,2	0,0	0,1	0,0	0,1	3,1	100

Udvikling:  
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau: 5% + 1% --  
Symbol: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

**Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede årsgennemsnit**

Hjuldyr g TV/I	Vandløppe g TV/I	Dafnier g TV/I	Total g TV/I	Pot. græsningstryk % af total % < 50 my	Fyto-bio to g C/I	Fyto-bio to g C/I	Fytoplanktonbiomasse %-små	Fytoplanktonbiomasse %-store
89	23	406	780	1210	12,4	2472,4	2042,1	82,6
90	6	225	576	807	8,4	2675,2	2311,9	86,4
91	14	782	837	1633	14,2	3036,5	2942,1	96,9
92	16	916	589	1521	10,6	3221,5	3131,2	97,2
93	11	636	196	842	4,0	3564,0	3366,4	94,5
94	48	556	201	804	25,8	1226,5	892,1	72,7
95	146	575	73	794	13,1	2671,2	1441,3	54,0
96	159	428	36	624	18,5	5386,9	1212,4	22,5
97	54	718	161	934	16,9	2567,1	2025,5	78,9
98	76	316	231	624	14,9	1847,4	768,4	41,6
99	16	388	544	947	21,2	1278,9	909,5	71,1
Gennemsnit 1989-98	55	556	368	979	13,6	2866,9	2013,3	72,7

Udvikling:

Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:

Symbol:

5% - - 5% - -

Signifikansniveau:  
Symbol:

0 0 0 0 0 0

Gennemsnit 1989-98 7,4 58,3 34,3 100

**Dyreplankton biomasser - %-fordeling årsgennemsnit**

Hjuldyr g TV/I	Vandløppe g TV/I	Dafnier g TV/I	Total g TV/I
89	1,9	33,6	64,5
90	0,7	27,9	71,4
91	0,8	47,9	51,3
92	1,1	60,2	38,7
93	1,3	75,5	23,2
94	5,9	69,1	25,0
95	18,4	72,4	9,2
96	25,6	68,6	5,8
97	5,8	76,9	17,2
98	12,2	50,7	37,1
99	1,7	40,9	57,4
Gennemsnit 1989-98	7,4	58,3	34,3

Udvikling:

Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:

Symbol:

0 0 0 0

**Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede sommergennemsnit**

Hjuldyr g TV/I	Vandløppe g TV/I	Dafnier g TV/I	Total g TV/I	Pot. græsningstryk % af total % < 50 my	Fyto-bio to g C/I	Fyto-bio to g C/I	Fytoplanktonbiomasse %-små	Fytoplanktonbiomasse %-store
89	40	488	1602	2130	15,9	4053,1	3327,2	82,1
90	8	297	985	1290	11,1	4250,0	3535,6	83,2
91	11	1040	1642	2693	25,6	3271,3	3072,1	93,9
92	29	1399	1143	2571	16,6	4013,5	3934,7	98,0
93	15	1363	447	1824	6,1	5081,5	4954,4	97,5
94	106	949	411	1466	19,1	2146,2	1523,8	71,0
95	163	1119	154	1436	10,7	4663,6	1978,6	42,4
96	54	860	70	984	7,9	9621,7	1343,6	14,0
97	7	1344	246	1597	21,6	4367,3	3119,9	71,4
98	168	581	449	1198	14,9	3526,2	1114,5	31,6
99	23	580	1023	1627	32,0	1849,1	1437,2	77,7
Gennemsnit 1989-98	60	944	715	1719	14,9	4499,4	2790,4	68,5

Udvikling:

Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:

Symbol:

5% - - 5% - -

Signifikansniveau:  
Symbol:

0 0 0 0

Gennemsnit 1989-98 4,3 57,6 38,0 100

**Dyreplankton biomasser - %-fordeling sommergennemsnit**

Hjuldyr g TV/I	Vandløppe g TV/I	Dafnier g TV/I	Total g TV/I
89	1,9	22,9	75,2
90	0,6	23,0	76,3
91	0,4	38,6	61,0
92	1,1	54,4	44,5
93	0,8	74,7	24,5
94	7,2	64,8	28,0
95	11,4	77,9	10,7
96	5,5	87,5	7,1
97	0,5	84,1	15,4
98	14,1	48,5	37,5
99	1,4	35,7	62,9
Gennemsnit 1989-98	4,3	57,6	38,0

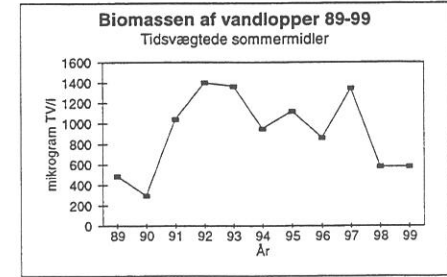
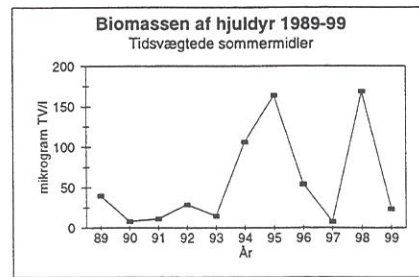
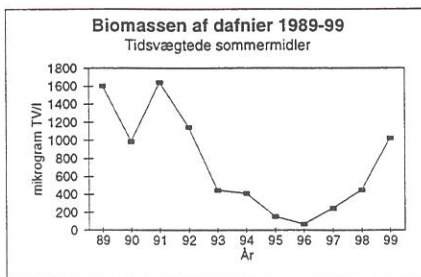
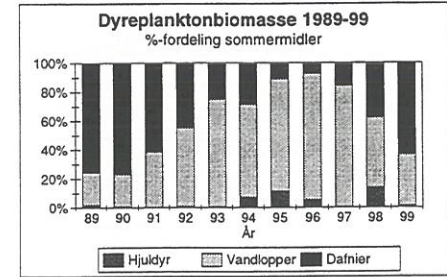
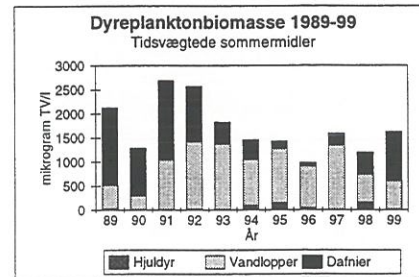
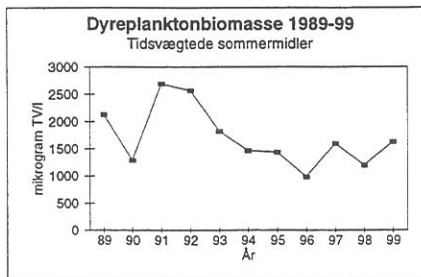
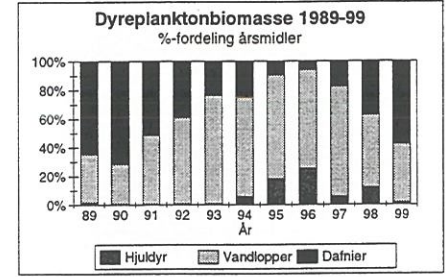
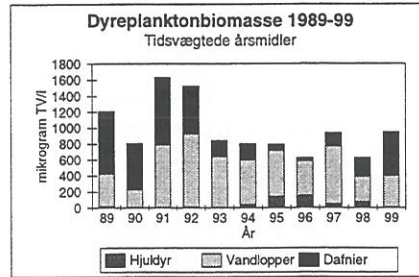
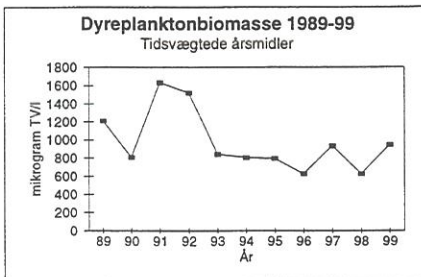
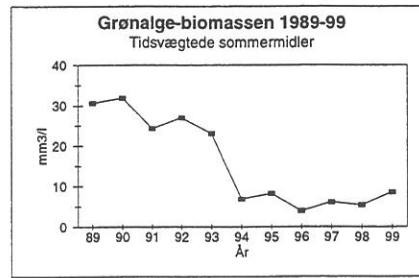
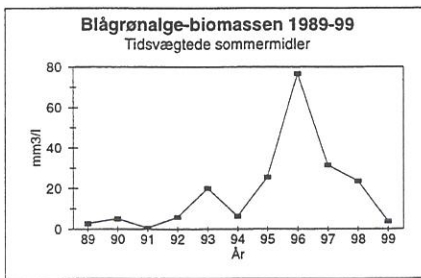
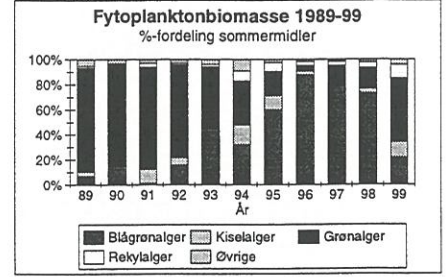
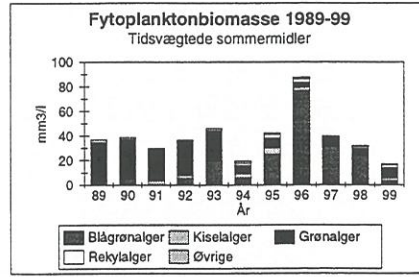
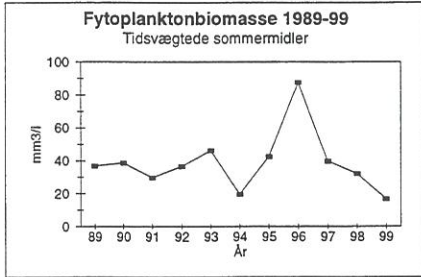
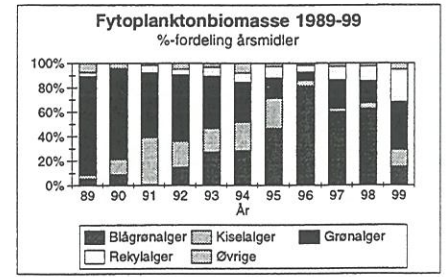
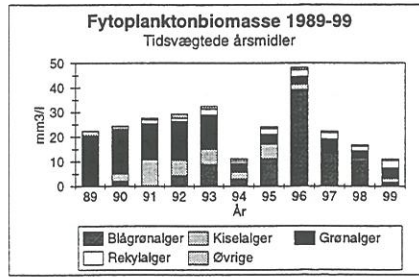
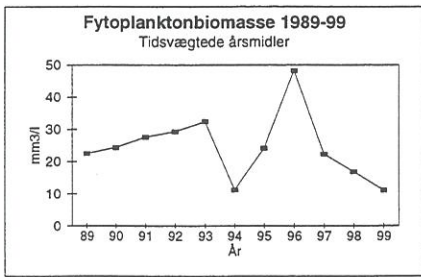
Udvikling:

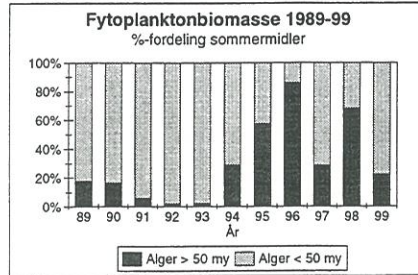
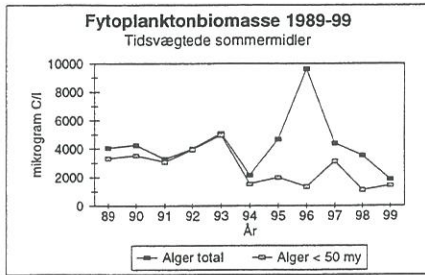
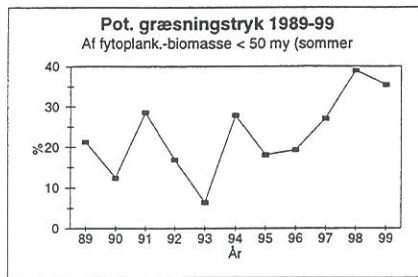
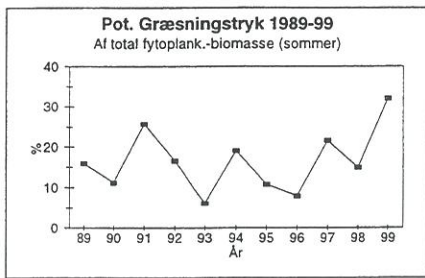
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:

Symbol:

0 0 0 0







# **Bilag 11**

- *Gundsømagle sø*



**Fiskeynglen  
i  
Gundsømagle Sø**

**Juli 1999**



Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium november 1999  
Konsulenter : Jens Peter Müller & Helle Jerl Jensen

---

## 0. Sammenfatning

### *Feltundersøgelsen*

I forbindelse med Roskilde Amts overvågning af miljøtilstanden i Gundsømagle Sø blev fiskeynglen undersøgt i natten fra 5.- 6. juli 1999. Undersøgelsen, som ligeledes blev foretaget i 1998, blev udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 6 transekter i pelagiet af ca. 1 minuts varighed.

### *Ynglens tæthed og sammensætning*

Der blev konstateret yngel fra 4 arter; skalle, regnløje, rudskalle og aborre samt yngel af ikke identificerede karpefisk, hvortil kommer en beskeden mængde etårige skaller og regnløjer.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 3,2 pr. m<sup>3</sup> i littoralen og 1,1 pr. m<sup>3</sup> i pelagiet, hvilket var noget større end i 1998. Regnløjer udgjorde med mere end 80 % en dominerende andel af fangsten både i littoralen og i pelagiet. Vægtmæssigt var tætheden (i spritvægt) 0,2 g pr. m<sup>3</sup> i littoralen og 0,1 g pr. m<sup>3</sup> i pelagiet, hvilket var en smule mindre end i 1998. Aborreyngel fandtes kun i meget små mængder, og karpefiskeyngel var således både antalsmæssigt og vægtmæssigt dominerende over hele søen.

Sammenlignet med 12 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af karpefisk især i pelagiet relativ stor, mens tætheden af aborrefisk var meget beskeden i Gundsømagle Sø i 1999. Vægtmæssigt var tætheden af yngel dog beskeden, som følge af en beskeden størrelse hos de dominerende regnløjer.

### *Størrelse*

Skalle- og aborreynglens middelvægt var forholdsvis stor i Gundsømagle Sø sammenlignet med størrelsen fundet i de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt.

### *Årgangsstyrke*

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener, karusser og sudere er følsomme for klimatiske udsving. I 1999 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 12 søer generelt mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreynglen generelt forekom mere talrigt end i 1998. Gundsømagle Sø afviger således i denne henseende fra det generelle mønster.

### *Fordeling*

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtddybde. Karpefiskeynglens tæthed og sammensætning i Gundsømagle Sø var således i overensstemmelse med søens status som lavvandet og uklar, mens aborreynglen optrådte i usædvanligt ringe mængder.

### *Påvirkning af dyreplanktonet*

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige karpefisk) omkring 1.juli var med 5,5 mg tv/m<sup>3</sup>/d som i 1998 forholdsvis beskeden sammenlignet med de øvrige undersøgte søer og formodentligt væsentligt mindre end dyreplanktonets daglige produktion. Fiskebestanden er dog ikke undersøgt siden 1996, og prædationstrykket fra ældre fisk kan derfor ikke vurderes.

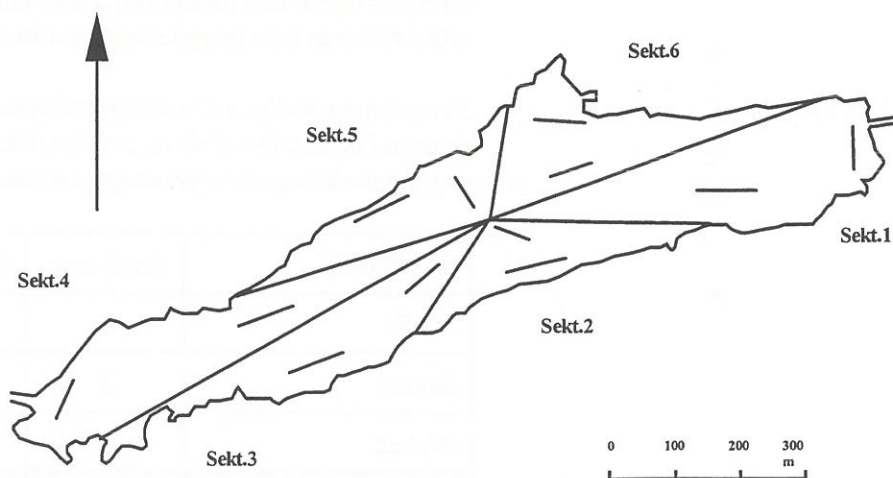
## 1. Baggrund og formål

I foråret 1997 vedtog Styringsgruppen for Ferskvand, at undersøgelser af fiskeyngel fra 1998 skal indgå i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet (NOVA 2003).

Gundsømagle Sø er udvalgt som overvågnings sø, og som følge heraf blev der i juli 1999 foretaget en undersøgelse af fiskeynglen. Formålet med undersøgelsen har været at belyse årsynglens mængde og sammensætning, for her igennem at vurdere fiskeynglens betydning for søens økologi over sommeren.

## 2. Materialer og metoder

Fiskeriet fandt sted natten mellem den 5.- 6. juli 1999 i tidsrummet kl.22.50 - 23.55, og blev udført som beskrevet i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser i søer fra Danmarks Miljøundersøgelser /1/. Søen blev således inddelt i 6 sektioner, der hver især blev befisket med 1 minut i et transekt i bredzonen og 1 minut i et transekt i pelagiet (fig.1) med et standardyngelnet (hoopnet).



*Figur 1. Kort over Gundsømagle Sø med angivelse af sektioner og placering af transekter.*

### *Fiskeri med yngelnet*

Det anvendte yngelnet var et standardnet som beskrevet i vejledningen, dvs. bestående af en 1 m lang cylindrisk del med en diameter på 40 cm og en maskestørrelse på 2 mm og en 1 m lang konisk del med en maskevidde på 1 mm monteret med en opsamlingsbeholder. Nettet var monteret med et kalibreret flowmeter placeret i nettets åbning.

Nettets centrum blev placeret 0,5 meter under overfladen og bevæget med en hastighed af omkring 1,5 m/s.

### *Registrering*

Ved de enkelte træk blev starttidspunkt, sluttidspunkt og omdrejningstæller ved start og slutning registreret. Fangsten blev opsamlet i plastikglas og nedkølet til udsortering følgende dag.

Ved registreringen blev fiskene sorteret i arter og opmålt til nærmeste mm. og fangsten af de respektive arter blev for hver transekt vejlet til nærmeste 1/10 g.

## 2.2 Beregninger

### Tæthed

For hvert transekt er den gennemsnitlige fangst i antal og i vægt pr. m<sup>3</sup> udregnet både for de enkelte arter og for hele årsynglen som fangsten divideret med den filtrerede vandmængde. Herefter er et gennemsnit for de respektive transekter i littoralzonen og i pelagiet med tilhørende varians udregnet. Ved omregning til spritvægt er anvendt en omregningsfaktor på 0,8.

### Gennemsnitsvægt

Tilsvarende er de enkelte arters gennemsnitsvægt (vådvægt) beregnet som et gennemsnit af gennemsnitsvægten fundet i de respektive transekter.

### Vægtet gennemsnit

I diskussionsafsnittet er anvendt arealvægtede gennemsnit beregnet som middelværdien i de respektive områder ganget med områdets andel af søarealet. Littoralzonen er sat ud til 50 m fra kystlinien dog maksimalt 50 % af søarealet.

### Daglig vækstrate

Middelvækstraten pr. dag er skønnet ud fra den målte længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelsen til den efterfølgende fiskeundersøgelse efter normalprogrammet fundet i en række danske søer som angivet i tabel 1, samt ud fra faktoren b fra længdevægt-relationen fundet ved samme undersøgelser.

### Tabel 1

*Den gennemsnitlige målte længdetilvækst og b fra længde-vægtrelationen hos årsyngel og etårige af de respektive fiskearter i søer, hvor der efterfølgende en yngelundersøgelse er foretaget fiskeundersøgelse efter normalprogrammet.*

dL (mm/d)	Antal søer	Gens.	Min	Max	b
Skalle	8	0,44	0,26	0,57	3,46
Brasen	3	0,49	0,32	0,58	3,46
Aborre	9	0,47	0,34	0,63	3,60
Regnløje	2	0,15	0,10	0,19	2,72
Rudskalle	1	0,27	0,27	0,27	4,36
Skalle 1+	1	0,19	0,19	0,19	3,77
Regnløje 1+	1	0,11	0,11	0,11	3,12
Ubestemt Karpfisk.		0,34			3,00

Den daglige vækstrate omkring undersøgelsestidspunktet ( $G_t$ ) er herefter beregnet som :

$$G_t = b \ln((L_t + dL)/(L_t))$$

hvor  $L_t$  er den målte middellængde ved undersøgelsen og  $dL$  og  $b$  er henholdsvis den gennemsnitlige længdetilvækst og  $b$  fra længdevægt-relationen.



### 3. Resultater

#### 3.1 Arealæthed

Der er ved undersøgelsen konstateret årsyngel fra skalle, rudskalle, regnløje og aborre, samt fra ikke identificerede karpefisk. Hertil kommer etårsfisk af regnløje og skalle. Den beregnede arealæthed af de respektive arter i littoralen og i pelagiet og de respektive arters numeriske andel af årsynglen er givet i tabel 2, mens samme data fordelt på karpefisk (inklusive etårige karpefisk), aborrefisk, laksefisk og øvrige fisk er givet i tabel 3.

**Tabel 2**

*Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.*

Antal/m <sup>3</sup>			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle	0,203	0,095	6	9
Rudskalle	0,125	0,072	4	6
Regnløje	2,729	0,906	85	81
Ubestemt karpefisk	0,109	0,012	3	1
Skalle 1+	0,016	0,036	0	3
Regnløje 1+	0,031	0,000	1	0
Aborre	0,016	0,000	0	0

**Tabel 3**

*Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.*

Antal/m <sup>3</sup>			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	3,212	1,121	100	100
Aborrefisk	0,016	0,000	0	0
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	3,228	1,121	100	100

Yngel af regnløje var helt dominerende både i littoralen og i pelagiet, og foruden regnløjer udgjorde kun skalle- og rudskalle yngel en nævneværdig andel af fangsten. Generelt var karpefisk således helt dominerende i såvel littoralen som i pelagiet.

#### *Biomassetæthed*

Biomassetætheden udviste et noget andet mønster (tab.4 og 5). Regnløjer var svagt dominerende i littoralen, men også skalle yngel, rudskalle yngel, aborreyngel og etårsfisk af skaller og regnløjer udgjorde betydelige vægtandele af fangsten.

I pelagiet var etårsskaller vægtmæssigt dominerende med over 50 % af fangsten, mens yngel af skalle, regnløje og rudskalle udgjorde den resterende fangst. Der blev således ikke fanget aborreyngel og etårige regnløjer i pelagiet.



**Tabel 4**

*Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.*

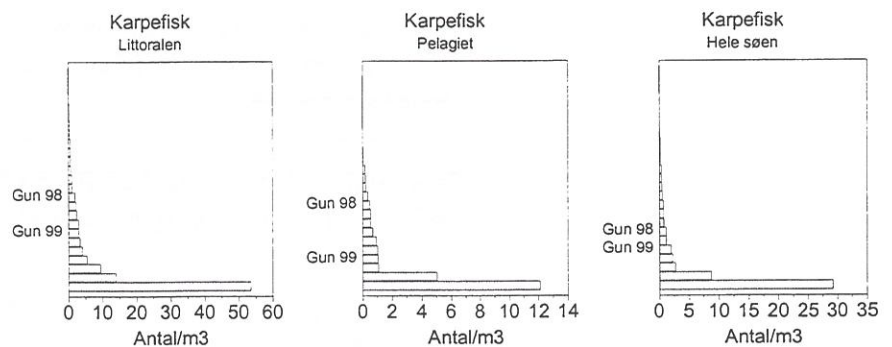
Spritvægt g/m <sup>3</sup>			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle	0,044	0,021	22	18
Rudskalle	0,019	0,011	10	10
Regnløje	0,065	0,022	32	19
Ubestemt karpesfisk	0,001	0,000	0	0
Skalle 1+	0,026	0,059	13	52
Regnløje 1+	0,033	0,000	16	0
Aborre	0,014	0,000	7	0

**Tabel 5**

*Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 1999.*

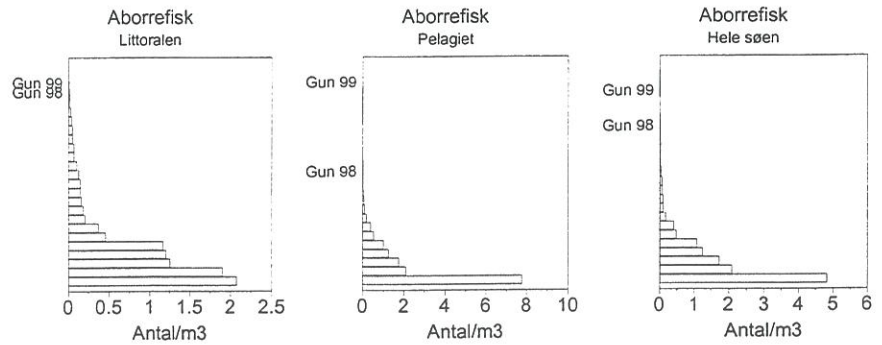
Spritvægt g/m <sup>3</sup>			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpesfisk	0,188	0,112	93	100
Aborrefisk	0,014	0,000	7	0
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	0,202	0,112	100	100

Karpesfiskekeynglen var mere talrig i Gundsømagle Sø i 1999 end i 1998, og sammenlignet med andre søer, hvor der er foretaget undersøgelser af fiskeynglen, var karpesfiskekeynglens tæthed især i pelagiet større end i flertallet af de undersøgte søer (fig.2).



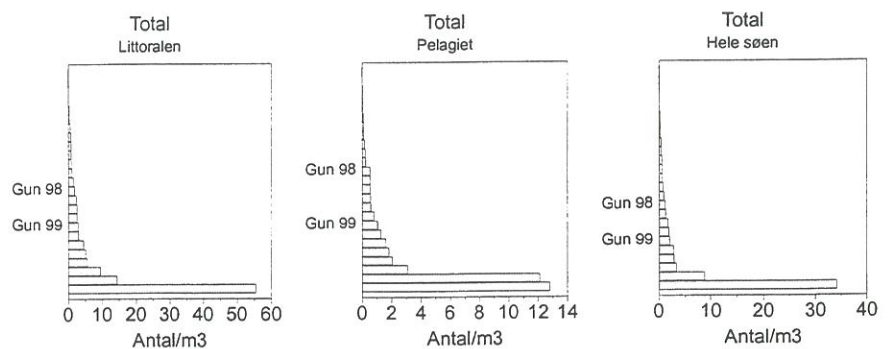
**Figur 2.** Tætheden af karpesfiskekeyngel i Gundsømagle Sø i 1998 og 1999 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Aborrefiskekeynglens tæthed var ligesom i 1998 meget beskeden sammenlignet med tætheden fundet i fleste andre undersøgte danske søer (fig.3).



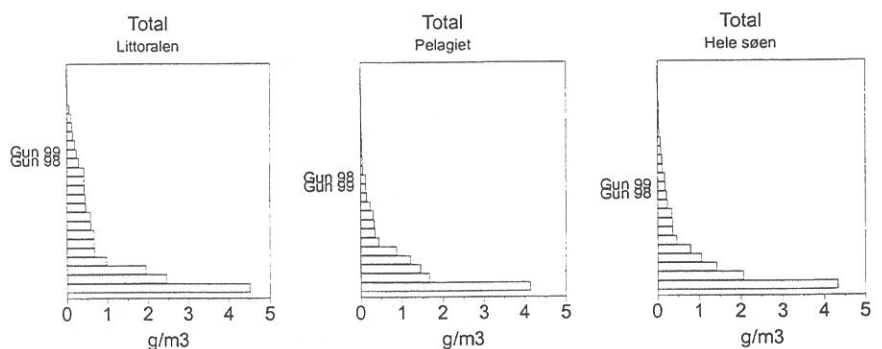
**Figur 3.** Tætheden af aborrefiskeyngel i Gundsømagle Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Den samlede tæthed af fiskeyngel var en smule større end i 1998, men dog kun moderat stor sammenlignet med tætheden fundet i de øvrige undersøgte søer (fig.4).



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

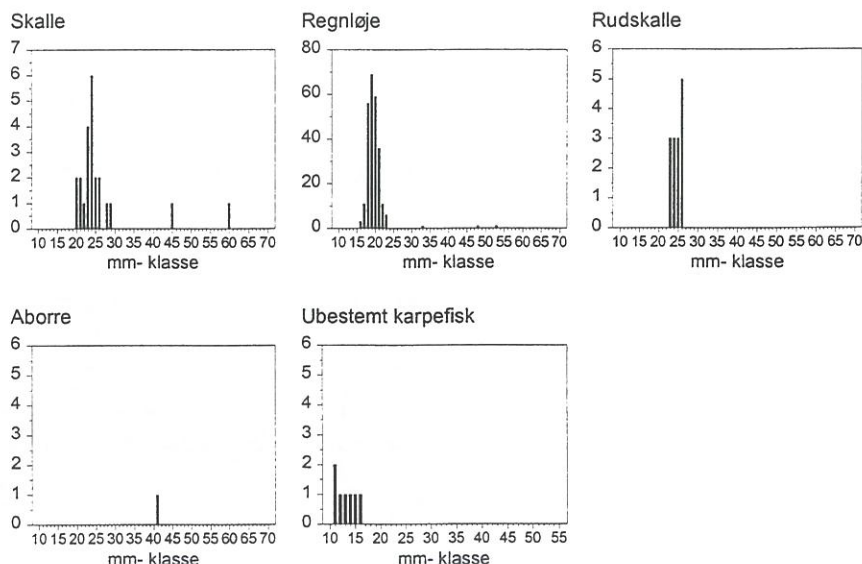
Den samlede biomassetæthed af yngel og etårige var som i 1998 beskeden både i littoralen og i pelagiet sammenlignet med andre danske søer (fig.5).



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

## Størrelsesfordeling

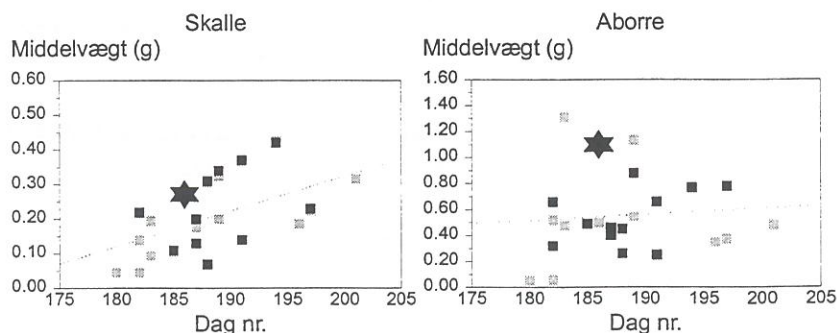
Størrelsesfordelingen af fangsten af skalle, regnløje, brasen, aborre og af de ubestemte karpefisk fremgår af figur 6.



**Figur 6.** Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Gundsømagle Sø juli 1999.

## Middelvægt

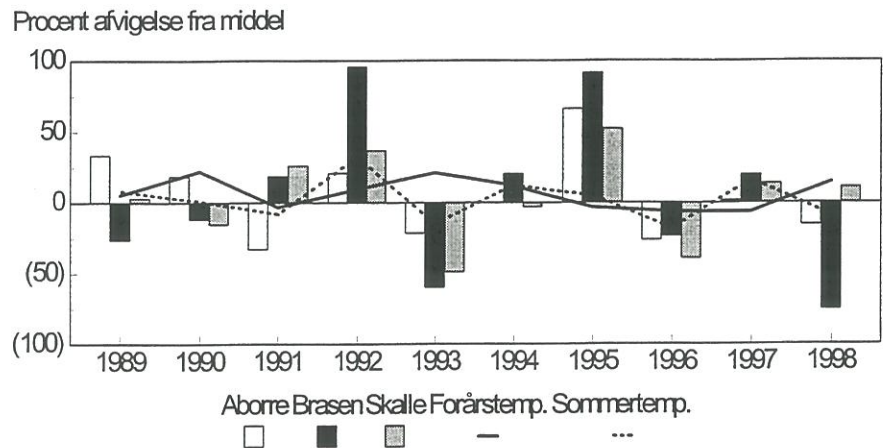
Middelvægten hos både skalle- og aborreårsynglen var blandt de største sammelignet med middelvægten fundet hos de respektive arters yngel på samme tidspunkt i de øvrige undersøgte søer (fig.7). Især hos skaller er der en tydelig forøgelse af middelvægten gennem juli måned i de respektive søer, hvilket ikke kan konstateres hos aborre ynglen. Der må dog forventes en meget stor spredning i ynglens størrelse på et givent tidspunkt i de respektive søer, på grund af morfometriske forskelle, som bl.a. påvirker gydetidspunkt og tilvækst som følge af den meget forskellige hastighed hvormed opvarmningen af søvandet foregår gennem forsommeren.



**Figur 7.** Middelvægten af skalle- og aborre ynglen på undersøgelsestidspunktet i Gundsømagle Sø juli 1999 (stjerne) sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering) og tidligere undersøgte danske søer.

## 4. Vurderinger

Selvom søers fiskebestande oftest udviser variationer som kan relateres til søernes morfologi og næringsniveau, er forholdene vedrørende årsynglen mere komplekse. Der vil således i alle søer og hos de fleste arter forekomme meget betydelige år til år variationer i ynglens mængde, idet de klimatiske forhold om foråret og gennem forsommeren påvirker henholdsvis gydetidspunkt og vækst og overlevelse hos den spæde yngel. Dette fremgår tydeligt af figur 8, som viser procentafvigelsen fra gennemsnittet af årgangsstyrken hos aborrer, brasen og skalle i perioden 1989-98, vurderet ud fra fangsten af etårige- og ældre fisk ved fiskeundersøgelser efter normalprogrammet.

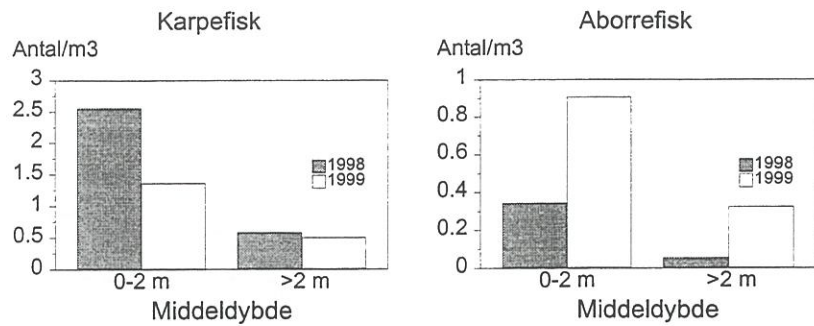


**Figur 8.** Den gennemsnitlige årgangsstyrke i en række danske søer målt som afvigelse fra middel i perioden 1989-98 hos aborre, brasen og skalle samt middeltemperaturens afvigelse fra normalen i juni-juli i samme periode /2/.

Som figuren viser er der især hos brasener en negativ sammenhæng mellem et varmt forår efterfulgt af en kold sommer og årgangsstyrken i de respektive år. Generelt er der især hos de relativt sent gydende arter herunder brasen, rudskalle, suder og karusse ofte meget store variationer i ynglens mængde i sensommeren, antageligt bl.a. på grund af afhængigheden af en korrekt timing mellem ynglens fremkomst og et rimeligt fødegrundlag. Dette synes især at være gældende i klarvandede søer, hvor årsynglen ligeledes er udsat for rov fra aborrer, og hvor svigtende rekruttering er regelen mere end undtagelsen hos de nævnte arter.

Foråret 1998 var forholdsvis varmt, mens sommeren var kold og i overensstemmelse hermed var 1998 i de fleste søer et dårligt år for brasenernes rekruttering, hvorimod sommeren 1999 var noget varmere. Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 12 undersøgte søer i 1998 og i 1999 ses på trods af førnævnte en mindre tæthed af karpefisk i 1999 i de lavvandede søer, mens aborrefisk i både lavvandede- og dybe søer fandtes i væsentligt større tæthed (fig.9).

Med en fremgang hos karpefiskene og en beskedent tilbagegang hos aborrefiskene adskiller Gundsømagle Sø sig således fra dette mønster.



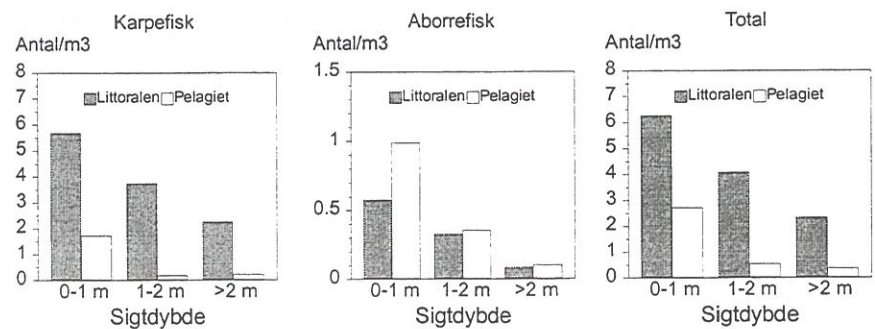
**Figur 9.** Fiskeynglens gennemsnitlige tæthed i 4 lavvandede (< 2 m) og 8 dybere (> 2 m) søer i 1998 og 1999.

### Fordeling

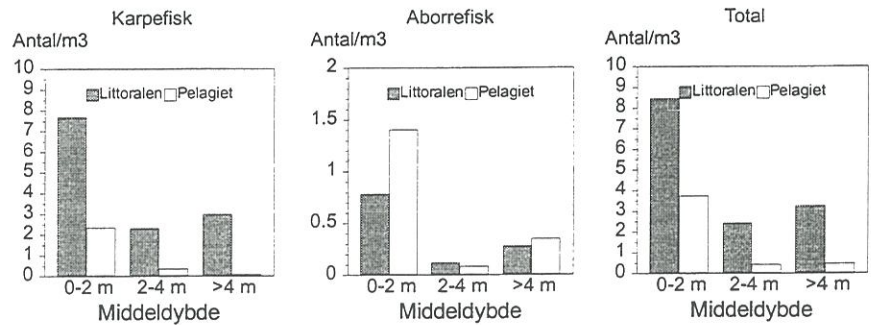
Forskellige forhold påvirker dog ynglens adfærd. Vandets klarhed er således tilsyneladende afgørende for valget af habitat hos især karpfiskeyngel, idet ynglen i stigende grad foretrækker bredzonen med øget sigtddybe i de undersøgte søer. Hos aborrenglen, som generelt er mere pelagisk, forekommer dette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

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

Selv om konklusionerne stadig er usikre, er det generelle billede fortsat, at karpfiskeyngel er tæt knyttet til de lavvandede områder i juli måned, og kun i de uklare, lavvandede søer findes karpfiskeynglen i pelagiet i nævneværdigt omfang.



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



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

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

Karpesfiskeynglens mængde og fordeling i Gundsømagle Sø passer godt til det aktuelle billede i lavvandede uklare søer med en betydelig tæthed både i bredzonen og i pelagiet, hvorimod tætheden af aborrefiskeyngel som i 1998 var usædvanlig ringe.

#### Påvirkning af dyreplankton

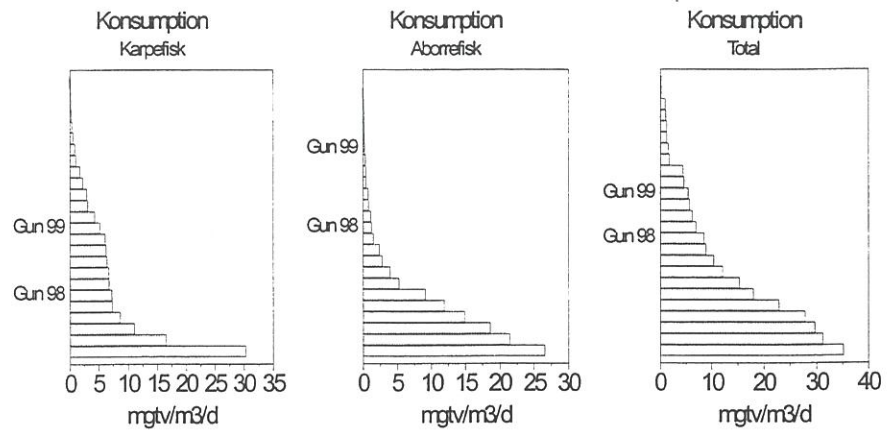
Fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet afhænger af såvel ynglens daglige fødebehov, som igen afhænger af deres specifikke vækstrate og af udnyttelsen af føden, og af dyreplanktonets produktivitet.

Vækstraten hos fiskeyngel aftager generelt med størrelsen, hvorimod længdetilvæksten pr. tidsenhed tilnærmelsesvis er konstant, såfremt forholdene ikke ændres væsentligt. Af samme grund er der ved beregningen af ynglens specifikke vækstrate taget udgangspunkt i en konstant længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelserne til fiskeundersøgelsen i sensommeren. Vækstforholdene er dog kraftigt afhængig af både fødeudbud og vandtemperatur, hvoraf sidstnævnte forhold ligeledes påvirker fødens udnyttelsesgrad.

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

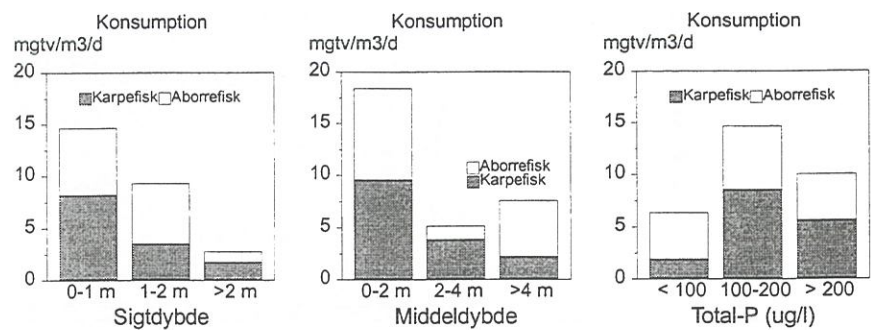
I figur 12 er vist fiskeynglens - samt etårige karpesfisks skønnede daglige konsumtion i de undersøgte søer. I Gundsømagle Sø var karpesfiskeynglens prædationstryk ca. 4,3 mg tv/m<sup>3</sup>/d, mens etårige karpesfisk skønsmæssigt åd omkring 0,9 mg tv/m<sup>3</sup>/d i starten af juli 1999, hvilket tilsammen er i samme niveau som i 1998 og tæt på medianen blandt de undersøgte søer.

Aborrefiskenes skønnede prædation var med 0,3 mg tv/m<sup>3</sup>/d meget beskeden sammenlignet med de fleste af de øvrige undersøgte søer, som det var tilfældet i 1998. Den samlede konsumtion fra småfisk var med 5,5 mg tv/m<sup>3</sup>/d lidt mindre end i 1998 og forholdsvis lille sammenlignet med de fleste af de øvrige søer.



**Figur 12.** Fiskeynglens konsumptionsrate i Gundsømagle Sø sammenlignet med konsumptionsraten fundet i andre danske søer.

Fiskeynglens skønnede konsumptionsrate er tilsyneladende forskellig i de forskellige søtyper (fig.13). I de uklare søer er både karpfiskenes- og aborrefiskenes konsumption størst, hvilket antageligt hænger sammen med en større produktion af dyreplankton, og især karpfiskeynglens konsumption falder tilsyneladende i søer med middeldybde større end 2 m. I de næringsbe-grænsede søer (tot-P sommergennemsnit < 100 µg/l) er fiskeynglens konsumption beskedent, mens konsumptionen topper især for karpfiskeynglen i de middelnæringsrige søer.



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

Med Gundsømagle Sø's status som lavvandet, uklar og meget næringsrig sø er det således overraskende, at fiskeynglens skønnede konsumptionsrate er under gennemsnittet af de undersøgte søer.

Der forligger endnu ikke tal for dyreplanktonet i 1999, men i de senere år har dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse varieret mellem 1000-1500 mg tv/m<sup>3</sup>, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på 200-300 mg tv/m<sup>3</sup>/d ved en turn-over på 5 dage. Fiskeynglens prædationstryk på dyreplanktonet må dermed antages at være beskedent i juli 1999, som det var tilfældet i 1998. Fiskebestanden er ikke undersøgt siden 1996, og det aktuelle prædationstryk fra de ældre fisk kan derfor ikke vurderes, omend de vedvarende betydelige opblomstringer af plantepilankton kunne antyde et reguleret dyreplankton.

## 5. Referencer

- 1/ Lauridsen T.L. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer.  
- Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- 2/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Recruitment, growth and mortality of Bream (*Abramis brama L.*) in danish lakes. (in prep.)
- 3/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1998.  
- Notat til Roskilde Amt.
- 5/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Borup Sø juli 1998.  
- Notat til Roskilde Amt.
- 6/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Magle Sø juli 1998.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 7/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 1998.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 8/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tissø juli 1998.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 9/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 1998.  
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 10/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Arresø juli 1998.  
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 11/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Bestemmelser af fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv og i Bagsværd Sø juli 1998.  
- Notat til Københavns Amt.
- 12/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 1998.  
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 13/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Ketting Nor juli 1998.  
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 14/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Borup Sø juli 1999.  
- Notat til Roskilde Amt.
- 15/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Magle Sø juli 1999.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 16/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 1999.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 17/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Tissø juli 1999.  
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 18/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 1999.  
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 19/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Arresø juli 1999.  
- Notat til Frederiksborg Amt.



20/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Bestemmelser af fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv og i Bagsværd Sø juli 1999.

- Notat til Københavns Amt.

21/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 1999.

- Notat til Sønderjyllands Amt.

22/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Ketting Nor juli 1998.

- Notat til Sønderjyllands Amt.

23/ Vejle Amt (1999). Data vedrørende fiskeyngel i Søgård Sø juli 1999.

- Tilsendt materiale.

24/ Fyns Amt (1999). Data vedrørende fiskeyngel i Arreskov Sø og Søgård Sø juli 1999.

- Tilsendt materiale.



## **Bilag 12**

- *Gundsømagle sø*





## Oversigt over tidligere undersøgelser i Gundsømagle Sø foretaget af Roskilde Amt før 1989

År	1975	1979	1980	1986	1988
Emne	x/x = antal målinger	x/x = antal målinger	x/x = antal målinger	x/x = antal målinger	x/x = antal målinger
Søvand: vandkemi / ilt-,temperaturprofil og sigtdybde	2 / 2	9 / 10	8 / 8	12 / 12	1 / 8
Stoftransport: tilløb / afløb		17 / 11	12 / 5	16 / 23	16 / 15
Bundsediment	1	1		1	
Fytoplankton (art og mængde)			3		
Undervandsvegetation		1	1		
Bundfauna		1			
Fiskebestand		1		1 *	
Publiceret i:	/A/	/A/	/A/	/B/ * dog i /C/	/C/

/A/ Roskilde Amtskommune (1982): Østrup-Gundsømagle Sø 1979-80. Udarbejdet af Roskilde Amtskommunes tekniske forvaltning for Hovedstadsrådet.

/B/ Hovedstadsrådet (1986): Gundsømagle Sø 1980-86. Udarbejdet af Dansk Miljøværn A.m.b.a. for Hovedstadsrådet.

/C/ Hovedstadsrådet (1989): Fiskeribiologisk undersøgelse i Gundsømagle Sø, september 1986. Udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Hovedstadsrådet.



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

ISBN: 87-7800-412-8