

VANDMILJØovervågning

Gundsømagle Sø

1989-2002

Titel: VANDMILJØovervågning. Gundsømagle Sø 1989-2002

Udarbejdet af: Roskilde Amt, Teknisk Forvaltning

Tekst og figurer: Per Helmgaard

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

ISBN: 87-7800-566-3

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

Pris: 50 kr.

Internet: Rapporten kan også læses på www.ra.dk.

Indholdsfortegnelse

1.	Sammenfatning	5
2.	Indledning	8
3.	Klimatiske forhold	9
4.	Sø- og oplandsbeskrivelse samt målsætning	11
5.	Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer	13
5.1	Vandføring	13
5.2	Fosfor	13
5.3	Kvælstof	14
6.	Vandbalance	15
7.	Stofbalance	17
7.1	Fosfor	17
7.2	Kvælstof	18
7.3	Jern	20
8.	Fysisk-kemiske målinger i søen	21
8.1	Næringsstoffer	21
8.2	Øvrige målinger i søvandet	24
9.	Biologiske målinger i søen	26
9.1	Planteplankton	26
9.2	Dyreplankton	27
9.3	Fiskebestand	29
9.4	Samspillet mellem stofkoncentrationer, plankton og fiskebestand	30
10.	Konklusion	32
11.	Referencer	33
12.	Bilagsfortegnelse	34

Forord

I 1987 vedtog Folketinget Vandmiljøplanen, hvis formål er at reducere udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet. For at kunne følge effekterne af de reguleringer og investeringer, som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen, blev der i efteråret 1988 iværksat et intensivt overvågningsprogram af grundvand, spildevand, overfladevand og atmosfæren.

Som en del af dette program blev 37 søer udpeget som overvågningssøer. Søerne blev udvalgt således, at de er repræsentative for de øvrige danske søer. I Roskilde Amt er udvalgt to overvågningssøer, Gundsømagle Sø og Borup Sø. Antallet af overvågningssøer er senere reduceret til 31.

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. Hele NOVA 2003 overvågningsprogrammet er beskrevet i /1/.

Som regionale myndigheder er det amternes opgave at føre tilsynet med overvågningssøerne. Amterne behandler de indsamlede data og udgiver årligt rapporter om tilstanden og udviklingen i de enkelte overvågningssøer. 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.

1. Sammenfatning

Med en lokal gennemsnitstemperatur på 9,0 °C var 2002 et af de varmeste år, der hidtil er registreret. Især årets tre første måneder samt august var meget varme, men faktisk var alle årets første 9 måneder lunere end normalt.

Nedbørsmæssigt faldt der lokalt 784 mm regn mod normalens 586 mm, hvilket samtidig gjorde året til et af de hidtil mest regnfulde. Især årets to første måneder var meget nedbørsrige, men også i juli-august samt oktober-november var nedbørsmængderne meget store.

De store nedbørsmængder gav en vandtilførsel på 16,2 mill. m³, hvilket var mere end det dobbelte af gennemsnittet for 1989-2001 og samtidig overvågningsperiodens absolut største vandtilførsel.

Den store vandtilførsel betød, at middellopholdstiden i søen i 2002 blev overvågningsperiodens korteste, 10 dage mod et gennemsnit på 34 dage for perioden 1989-2001.

Fosfortilførslen var med godt 2,1 ton den største siden 1994, men tilførslen er dog stadig markant mindre end i starten af overvågningsperioden, hvor fosfortilførslen lå omkring 8-12 ton. Årsagen til det meget store 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 det eneste tilbageværende renseanlæg i oplandet til søen. Renseanlægget er i perioden ombygget og fungerer nu med udvidet biologisk rensning samt rensning for såvel fosfor som kvælstof.

Til og med 1991 tilbageholdte søen anseelige fosformængder hvert år, men efter den kraftige reduktion i fosfortilførslen i 1992, har fraførslen været større end tilførslen. Der har imidlertid været en klart aftagende tendens i nettofraførslen siden 1992. I 2002 blev der fraført ca. 220 kg fosfor.

Kvælstoftilførslen var med godt 83 ton noget over gennemsnittet for 1989-2001 på 60 ton. Kvælstoftilførslen har varieret meget fra år til år og der kan derfor ikke påvises en reduktion i kvælstoftilførslen til søen. Der er dog sket et markant fald i kvælstofkoncentrationen i indløbet i overvågningsperioden.

Både års- og sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet har været signifikant faldende i perioden 1989-2002. I 2002 var årsmidlen med 0,219 mg P/l overvågningsperiodens hidtil laveste og sammenlignet med årsmidlen i 1989 er der tale om et fald i årsmiddelkoncentrationen på omkring 85%.

Sommermiddelkoncentrationen udviser ikke helt samme markante fald som følge af den årligt tilbagevendende fosforfrigivelse fra sedimentet i sommerperioden, men er dog faldet fra 1,314 mg P/l i 1989 til 0,335 mg P/l i 2002. Årsagen til det faldende fosforniveau i søen er den kraftige reduktion i fosfortilførslen, men efterfølgende har fosforfrigivelsen fra sedimentet fået større og større betydning for søvandets indhold af fosfor i sommerperioden.

Årsmiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet i 2002 var 4,15 mg N/l, hvilket var en svag stigning i forhold til året før. Sommermiddelkoncentrationen af kvælstof var med 2,96 i niveau med de foregående fire år.

Som det har været tilfældet i samtlige overvågningsår var sommermiddelsigt dybden også i 2002 med 0,43 m meget ringe. Den faldende søvandskoncentration af fosfor har således endnu ikke ført til en markant forbedring af sigt dybden.

Årets sommermiddelbiomasse af planteplankton var med 28,6 mm³/l lidt mindre end i 2001, men dog større end i 1999-2000.

I takt med at næringsstofftilførslen til søen er blevet reduceret er søens algesamfund som forventet gået fra grønalge- til blågrønalgedominans. Også i 2002 dominerede blågrønalgerne i søen.

Sommermiddelbiomassen af dyreplankton faldt for fjerde år i træk og var med 777 µg tv/l overvågningsperiodens hidtil laveste.

De senere års lave dyreplanktonbiomasser sammenlignet med biomasserne i starten af 1990'erne skyldes primært en kraftig nedgang i dafniebiomassen, antagelig først og fremmest som følge af blågrønalgerne fremgang i søen.

Den kortvarige stigning i dafniernes forekomst der kunne iagttages i 1999 faldt således sammen med dette års mindre forekomst af blågrønalger. Gennem overvågningsperioden har der været en signifikant negativ sammenhæng mellem blågrønalgerne og dafniernes forekomst i søen.

Tætheden af fiskeyngel har siden 1998 været stigende og fiskeynglen er i teorien i stand til at lægge et betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige fisk) omkring 1. juli var dog med 42 mg tv/m³/d lidt mindre end i de foregående to år.

Søens samlede fiskebestand er ikke undersøgt i 2002, men en fiskeundersøgelse i 2001 viste bl.a., at rørsumpsfiskenes rekruttering har været ringe de senere år. Dette i kombination med søens store geddebestand, der til en vis grad er i stand til at holde mængden af fredfisk nede i søen, har antagelig medført et formindsket prædationstryk på dyreplanktonet fra de større fisk's side i de senere år.

Selv om fiskebestanden samlet set påvirker dyreplanktonet gennem et betydeligt prædationstryk, er fiskebestanden næppe hovedansvarlig for nedgangen i dyreplanktonets mængde gennem årene, der snarere skyldes skiftet fra grønalgedominans til blågrønalgedominans.

Før søvandets fosforkoncentration yderligere reduceres markant vil søens planteplankton være domineret af blågrønalger, og vandets sigtbarhed vil ikke forbedres væsentligt.

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.

Udviklingen gennem hele overvågningsperioden for udvalgte nøgleparametre er summarisk angivet i tabel 1. Eventuelle udviklingstendenser for hele perioden 1989-2002 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 2002, gennemsnit for 1989-2001 samt udvikling i 1989-2002 i belastningsforhold, vandkemi og biologiske parametre. Evt. statistisk signifikante ændringer er undersøgt vha. lineær regressionsanalyse. +/-, +/- -, +++/- - - og ++++/- - - - svarer til en stigning/reduktion på henholdsvis 10%, 5%, 1% og 0,1% signifikansniveau. 0 angiver, at der ikke har været nogen signifikant ændring.

Parameter	Enhed	2002	Gns. 1989-2001	Udvikling
Opholdstid	år	0,027	0,086	0
Fosforbelastning	t/år	2,120	3,275	---
	mg/m ² /dag	18,15	28,04	---
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg P/l	0,149	0,696	---
P-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	-1,903	3,752	--
	%	-10,5	-18,3	0
Kvælstofbelastning	t/år	83,185	60,196	0
	mg/m ² /dag	712,20	515,38	0
Indløbskoncentration (Q-vægtet)	mg N/l	5,83	8,89	---
N-retention (excl. magasin)	mg/m ² /dag	36,42	152,54	--
	%	5,1	31,7	--
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	0,219	0,648	---
P total sommer	mg P/l	0,335	0,817	---
PO4-P år	mg P/l	0,048	0,317	---
PO4-P sommer	mg P/l	0,062	0,312	---
N total år	mg N/l	4,15	5,13	---
N total sommer	mg N/l	2,96	3,67	--
Uorganisk N år	mg N/l	2,24	2,50	0
Uorganisk N sommer	mg N/l	0,13	0,23	0
pH år		8,2	8,6	---
pH sommer		8,4	9,0	---
Sigtdybde år	m	0,75	0,70	++
Sigtdybde sommer	m	0,43	0,42	0
Klorofyl år	µg/l	99	175	---
Klorofyl sommer	µg/l	165	243	--
Suspenderet stof år	mg SS/l	20,4	27,9	---
Suspenderet stof sommer	mg SS/l	32,8	41,5	--
Planteplanktonbiomasse år	mm ³ /l	16,00	23,40	0
Planteplanktonbiomasse sommer	mm ³ /l	28,61	37,04	0
% blågrønalger sommer	%	72,4	43,2	+++
% kiselalger sommer	%	5,5	6,0	0
% grønalger sommer	%	9,0	43,2	---
Dyreplanktonbiomasse år	µg TV/l	375	930	---
Dyreplanktonbiomasse sommer	µg TV/l	777	1606	---
% hjuldyr sommer	%	8,7	4,1	0
% vandlopper sommer	%	54,1	56,9	0
% cladoccer sommer	%	37,2	39,0	0
% Daphnia af cladoccer	%			
Græsningstryk sommer				
Pot. græsning				
% af planteplanktonbiomasse	%	7,0	16,3	0
% af planteplanktonbiomasse < 50 µm	%	24,0	22,6	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 ³	15,20		
Fiskeyngel i pelagiet	stk./m ³	2,30		

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 regnbetingede udløb og ukloakerede enkeltejendomme i oplandet.

Den mangeårige spildevandstilførsel har bevirket, at søen er blevet overgødsket med næringsstoffer. Dette har givet søens bestand af planteplankton så gode vækstforhold, at søvandet blev stadig mere uklart. Dette medførte allerede sidst i 1960'erne, at de sidste rester af søens tidligere artsrige bestand af undervandsplanter forsvandt /2/. Ligeledes forsvandt store dele af søens tidligere rige fugleliv /3/.

Nærværende rapport omhandler resultaterne fra overvågningen af Gundsømagle Sø i 2002 samt udviklingen siden 1989. I overensstemmelse med paradigmaet /4/ er der i år tale om en normalrapportering.

Der er i rapporten generelt fokuseret på eventuelle udviklingstendenser i perioden 1989-2002 samt på sammenhænge mellem de fysisk-kemiske og biologiske parametre.

Samtlige data fra tilsynet i 2002 er videresendt til DMU, hvor de vil indgå i den nationale rapportering af miljøtilstanden i overvågningssøerne.

3. Klimatiske forhold

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.

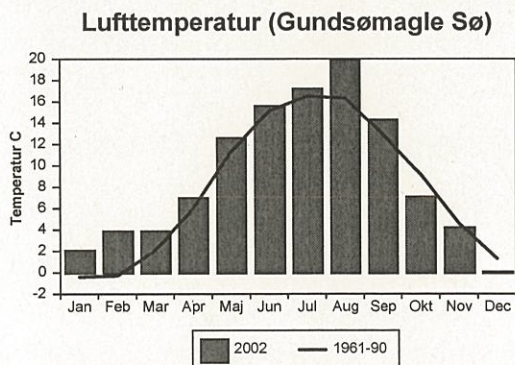
På samme måde spiller temperaturen eksempelvis en rolle for udviklingen af plante- og dyreplanktonet over året og for de forskellige fiskearters gydesucces. Derfor er klimatiske forskelle fra år til år af væsentlig betydning for tolkningen af årets måleresultater.

I det følgende beskrives de klimatiske forhold i 2002 og der sammenlignes med "normaler" forstået som gennemsnit for en længere årrække. I erkendelse af, at eksempelvis nedbørsmængderne varierer betragteligt fra landsdel til landsdel, er der for flere af parametrene anvendt data fra søens nære opland. Dette opland svarer typisk til et område på 20 x 20 km², for nedbørens vedkommende dog 10 x 10 km².

Års- og månedsmidler for temperatur, nedbør, fordampning, solskinstimer, indstråling og vindstyrke findes i bilag 1.

Temperatur

Med en gennemsnitstemperatur på 9,0°C i området omkring søen var 2002 et usædvanligt varmt år sammenlignet med normalen for 1961-90 på 7,9°C. Set for hele landet var middeltemperaturen på 9,1°C den 4. højst registrerede siden målingerne begyndte i 1874.



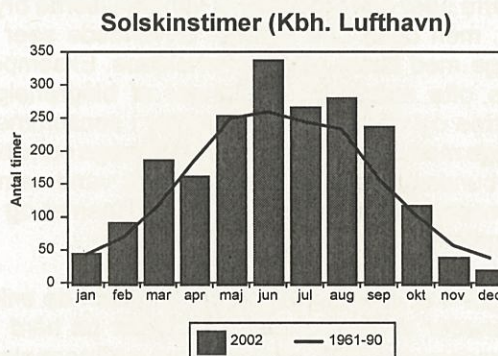
Figur 1. Gennemsnitlig månedstemperatur i 2002 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra DMI 20x20 km² grid 20155).

Især i årets tre første måneder samt august var middeltemperaturen markant højere end normalen, men faktisk var årets 9 første måneder varmere end normalt (figur 1).

Solskinstimer

Antallet af solskinstimer i 2002 opgjort ved målestationen ved Kbh's Lufthavn var 2.028 mod normalt 1.754 (gennemsnit for perioden 1961-90). Også i sommerperioden maj - september var antallet af solskinstimer med 1.372 større end normalens 1.143 timer.

Som det fremgår af figur 2, var der især flere solskinstimer i marts, juni og september, men også i februar, juli og august var der flere solskinstimer end normalt.

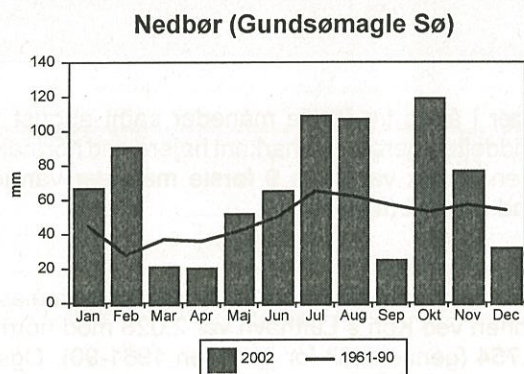


Figur 2. Antallet af solskinstimer pr. måned i 2002 sammenlignet med perioden 1961-90 (data fra Kbh's Lufthavn).

Nedbør

Den samlede årsnedbør ved søen i 2002 på 784 mm var væsentligt større end de 586 mm, der er gennemsnittet ved søen for perioden 1961-90. Også på landsplan var 2002 et meget regnfuldt år. Nedbørsmængden på 862 mm (normal 712) var således den tredje største nedbørsmængde hidtil registreret på et år i Danmark.

Som det fremgår af figur 3, var årets første to måneder meget regnfulde, med en nedbørsmængde i februar på omkring tre gange normalen. Efter en relativ tør marts-april blev sommeren regnfuld, med store nedbørsmængder især i juli og august. Også i oktober og november var nedbørsmængden væsentligt større end normalt.

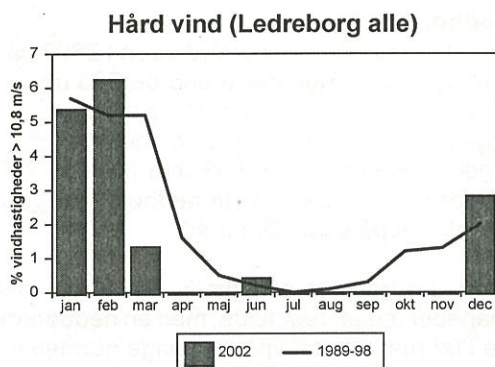


Figur 3. Månedsnedbør i 2002 sammenlignet med gennemsnittet for perioden 1961-90 (data fra DMI 10x10 km² grid 10547).

Vindstyrke

Dage med blæst kan have stor betydning for de kemisk/fysiske og biologiske forhold i søerne. I større søer kan lagdeling af vandmasserne brydes op, men også i de mindre, lavvandede søer kan dage med blæst påvirke forholdene. Eksempelvis ses ofte masseopblomstringer af blågrønalger i varme og vindstille perioder især i sensommeren. Dage med hård vind kan også forårsage ophvirvling af bundmateriale og dermed uklart vand samt en transport af næringsstoffer fra sedimentet og op i vandfasen.

I figur 4 er vist i hvor stort omfang der i de enkelte måneder er forekommet vindstyrker på hård vind eller derover i 2002 sammenlignet med normalen for 1989-98. Som det fremgår af figuren, var februar og december præget af kraftig blæst, mens der generelt for årets øvrige måneder var relativ få perioder med hård vind.



Figur 4. Forekomsten af perioder med hård vind i 2002 sammenlignet med gennemsnittet for 1989-98 (data fra DMI, målestation Ledreborg allé).

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 /5/.

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 Østdanmarks største rørskovsområder.

Kort over søen og dens opland samt placeringen af de anvendte målestationer er vist i figur 5. De vigtigste morfometriske data vedrørende søens dybdeforhold og morfometri er vist i tabel 2. Mere udførlige data findes i bilag 2.

Tabel 2. Morfometriske data for Gundsømagle Sø.

Overfladeareal	32 ha
Max. vanddybde	1,9 m
Gns. vanddybde	1,2 m
Vandvolumen	375.000 m ³

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 km² 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.

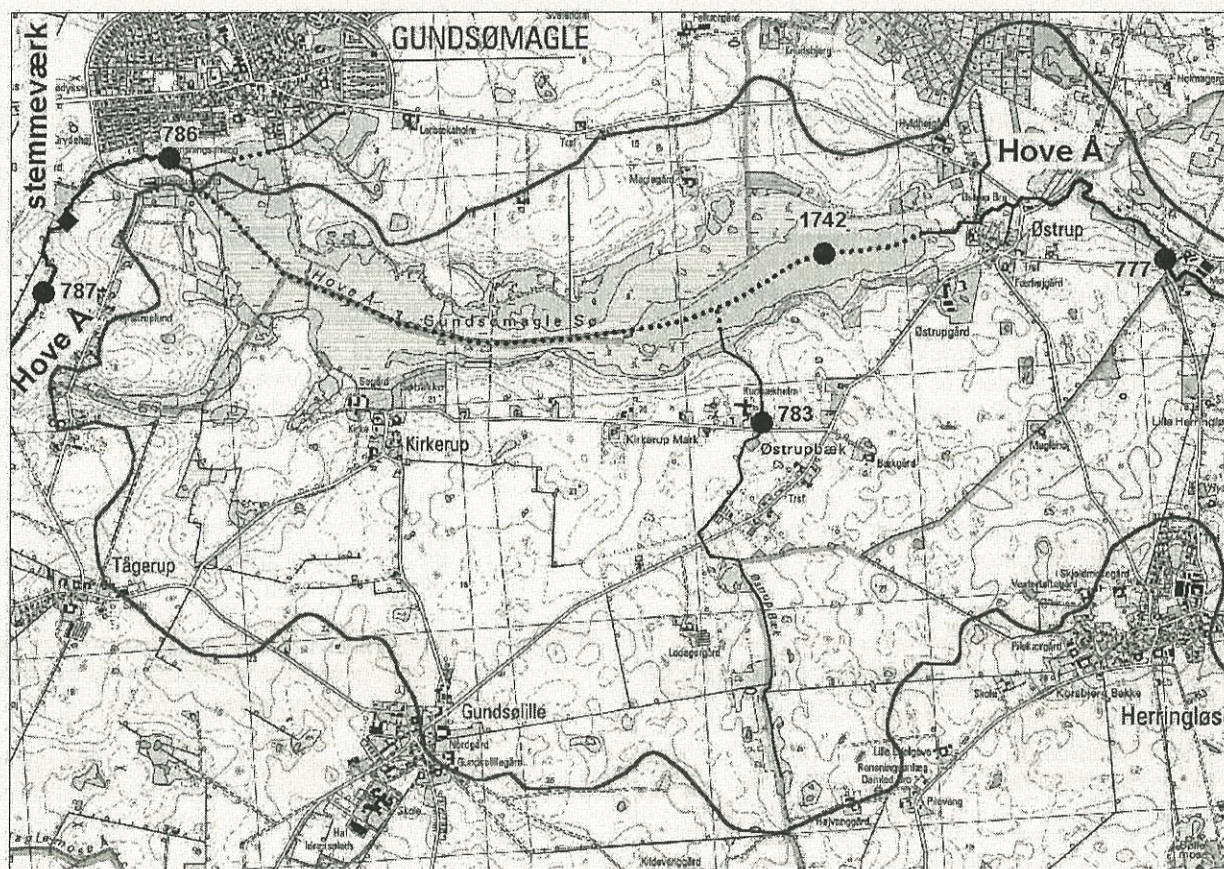
Grunddata vedrørende søens topografiske opland og arealanvendelse findes i bilag 3.

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 /6/.

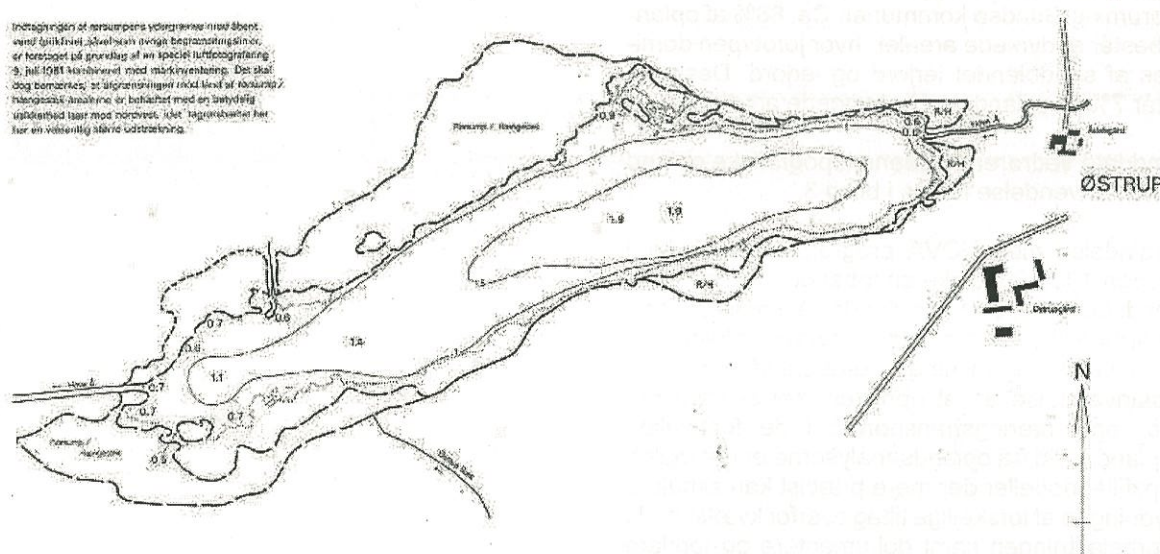
I oplandet til Gundsømagle Sø er der ved udgangen af 2000 registreret godt 2000 enkeltejendomme, hvoraf langt hovedparten er sommerhuse eller kolonihavehuse. Den samlede belastning fra enkeltejendomme er i 2002 opgjort til 327 kg fosfor og 1430 kg kvælstof.

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:

- Sigtdybden skal være over 1 meter og total-fosforkoncentrationen mindre end 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 sommersigtdybden.



Indtegnelsen af søens omgivelser er ikke åbent, men afslører dog de vigtigste topografiske forhold, og forestillet på grundlag af en speciel topografisk kart. 9. juli 1981 blev søen med målestationer. Det skal dog bemærkes, at afgrænsningen mod land af søens omgivelser er behøvet med en betydelig usikkerhed, især mod nordvest, hvor topografien har for en væsentlig stænk udstrækning.



Figur 5. Kort over Gundsømagle Sø med topografisk opland (indenfor Roskilde Amt) og angivelse af målestationer samt kort over søen med angivelse af dybdegrænser.

5. Søtilløb - vandføring og stofkoncentrationer

Målinger af vandføring og stofkoncentration er foretaget på station 777 i Hove Å. Ud af det samlede opland til søen på 66,09 km², dækker målestationen et opland på 54,66 km², 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.

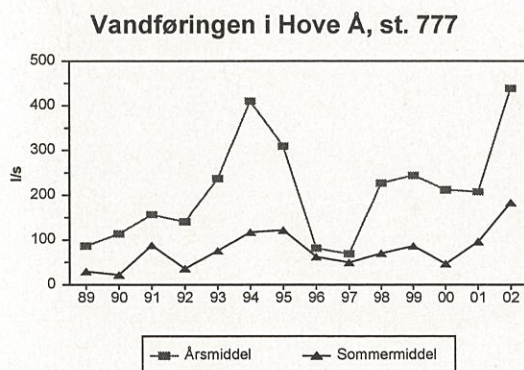
Samleskema for års- og sommermiddelværdier i tilløbet på station 777 for henholdsvis vandføring, fosfor- og kvælstofkoncentrationer findes i bilag 4.

5.1 Vandføring

Figur 6 viser vandføringen i Hove Å på station 777 i perioden 1989-2002 angivet som tidsvægtede års- og sommermidler.

Årsmiddelvandføringen var i 2002 med 438 l/s overvågningsperiodens hidtil største og væsentlig større end gennemsnittet på 191 l/s (median 184 l/s) for perioden 1989-2001.

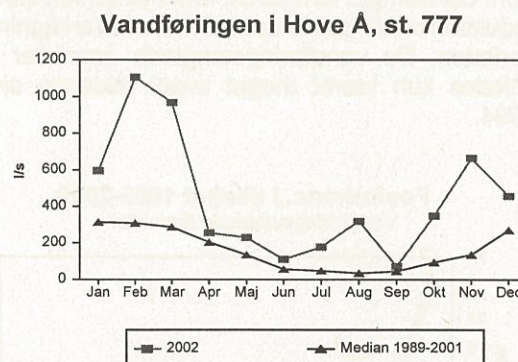
Sommermiddelvandføringen var med 183 l/s ligeledes overvågningsperiodens største og også markant større end middelvandføringen i 1989-2001 på 67 l/s (median 66 l/s).



Figur 6. Års- og sommermiddelvandføring i Hove Å, st. 777, i perioden 1989-2002.

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 7, der viser månedsvandføringen i 2002 samt for den foregående periode 1989-2001. Som det ses på figuren, var vandføringen faktisk i samtlige af årets måneder over normalen. Især i årets tre første måneder var vandføringen usædvanlig stor,

men også i juli-august samt igen i årets tre sidste måneder var vandføringen markant større end normalt.



Figur 7. Vandføringen i Hove Å, st. 777, angivet som månedsmidler for 2002 og som medianværdier for perioden 1989-2001.

5.2 Fosfor

Fosforkoncentrationen i tilløbet var i starten af overvågningsperioden meget høj, 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 tillædte spildevand ikke blev fortyndet i samme grad i sommerperioden som følge af den naturligt lavere vandføring i sommerhalvåret.

I takt med at spildevandsrensningen i oplandet er blevet forbedret, er fosforkoncentrationen i tilløbet gradvist blevet reduceret og har i de seneste år ligget omkring 0,15 - 0,22 mg P/l svarende til en reduktion i forhold til i 1989 på omkring 95% på både års- og sommermiddelkoncentrationen. Det meget store fald i fosforkoncentrationen i tilløbet skyldes primært en centralisering og forbedring af spildevandsrensningen i oplandet i form af en nedlæggelse af 5 renseanlæg samtidig med at det eneste tilbageværende renseanlæg, Kallerup renseanlæg, er blevet fuldt udbygget med kvælstof- og fosforfjernelse.

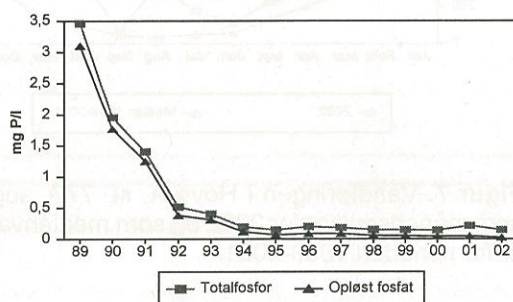
Figur 8 viser den vandføringsvægtede koncentration af totalfosfor og opløst fosfat beregnet som årsmidler for perioden 1989-2002. Som følge af den forbedrede spildevandsrensning i oplandet, er den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalfosfor i Hove Å faldet fra 3,840 mg P/l i 1989 til 0,139 mg P/l i 2000, der var periodens hidtil laveste

årsmiddel. Den vandføringsvægtede årsmiddel i 2002 var med 0,144 mg P/l tæt på årsmidlen i 2000.

Tilsvarende er den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af opløst fosfat faldet fra 3,100 mg P/l i 1989 til 0,021 mg P/l i 2002, der samtidig var overvågningsperiodens hidtil laveste.

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 siden 1994.

Fosforkonc. i tilløbet 1989-2002
Vandføringsvægtede årsmidler



Figur 8. Udviklingen i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalfosfor og opløst fosfat i Hove Å, st. 777, i perioden 1989-2002.

Faldet i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af såvel totalfosfor som opløst fosfat i perioden 1989-2002 er statistisk signifikant (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$).

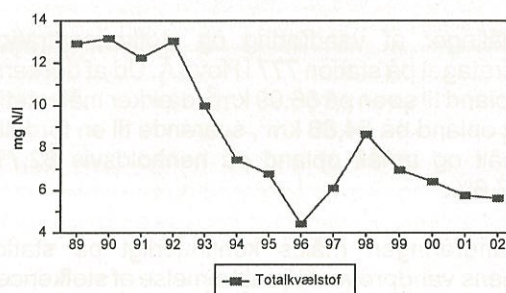
5.3 Kvælstof

Kvælstofkoncentrationen i tilløbet var i starten af perioden høj, med en årsmiddelkoncentration omkring 13-14 mg N/l. Efter etableringen af kvælstofrensning på Kallerup renseanlæg i 1993-94 er kvælstofkoncentrationen i tilløbet faldet markant til et niveau omkring 4-7 mg N/l.

Figur 9 viser den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af kvælstof i tilløbet på målestation 777. I perioden 1989-92 lå den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration stabilt omkring 12-13 mg N/l. Efter ovennævnte etablering af kvælstofrensning på Kallerup renseanlæg i 1993 og efterfølgende driftoptimering på anlægget faldt årsmidlen støt de følgende år.

Laveste årsmiddelkoncentration på 4,42 mg N/l blev registreret i 1996, der var et meget nedbørsfattigt år. I de næste par år steg årsmiddelkoncentrationen atter og nåede i 1998 op på 8,65 mg N/l, men har så siden igen været faldende.

Total-N konc. i tilløbet 1989-2002
Vandføringsvægtet årsmiddel



Figur 9. Udviklingen i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalkvælstof i Hove Å, st. 777, i perioden 1989-2002.

I 2002 var den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration med 5,63 mg N/l periodens næstlaveste.

Faldet i den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af totalkvælstof i perioden 1989-2002 er statistisk signifikant (lineær regressionsanalyse, $P < 0,001$).

6. Vandbalance

Beregningsgrundlag

Vandbalancerne for 1989-97 er beregnet vha. EDB-programmet STOQ-sømodul, vers. 3.30, mens der for 1998-2001 er anvendt STOQ-sømodul windows vers. 4.0 til 4.6. For 2002 er anvendt STOQ SQL-server sømodul vers. 2.07.

De beregnede vandbalancer fra 2002 opdelt på månedsbasis findes i bilag 5. Års- og sommerværdier for 1989-2002 findes i bilag 6.

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:

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

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 beregnede 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.

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

Årlige til- og fraførsler

Vandbalanceberegningen for 2002 samt gennemsnits- og medianværdier for 1989-2001 fremgår af tabel 3. Den samlede vandtilførsel i 2002 var med 16,2 mill. m³ mere end dobbelt så stor som gennemsnittet for perioden 1989-2001 og samtidig overvågningsperiodens absolut største.

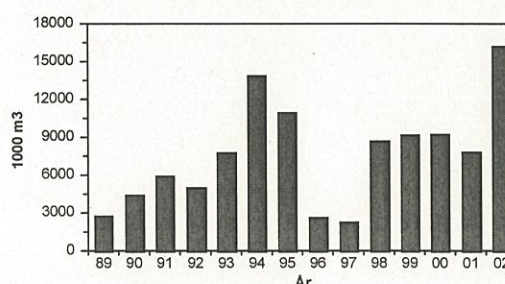
Den beregnede grundvandsindsivning var i 2002 på 1,9 mill. m³ svarende til ca. 12% af den samlede vandtilførsel. Som nævnt er der næppe tale om en reel grundvandsindsivning, men derimod om en usikkerhed på vandbalancen.

Tabel 3. Til- og fraførte vandmængder i 1000 m³.

	År 2002	Gns. 1989-2001	Median 1989-2001
Nedbør	291	215	214
Fordampning	200	189	192
Målt opland	13.825	6.062	6.540
Umålt opland	351	147	167
Afløb	16.009	6.869	7.685
Magasin	-28	1	-3
Ind-/udsivning	1.932	632	760
Samlet tilførsel	16.198	6.936	7.738
Samlet fraførsel	16.009	6.934	7.700

Vandtilførslen varierer ganske meget fra år til år afhængig af nedbørsmængden og fordelingen af nedbøren over året. Den store vandtilførsel i 2002 var således mere end 7 gange større end vandtilførslen i 1997, der var et meget tørt år (figur 10).

Tilførte vandmængder 1989-2002

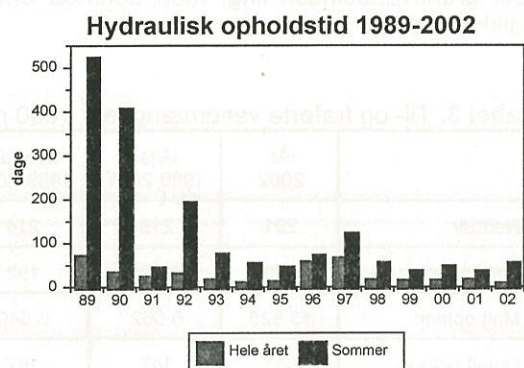


Figur 10. Tilførte vandmængder i 1989-2002. De angivne vandmængder er incl. den beregnede grundvandsindsivning.

Hydraulisk opholdstid

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.

Figur 11 viser den gennemsnitlige opholdstid på års- og sommerbasis for overvågningsperioden. I 2002 var den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis 10 dage mod gennemsnittet for perioden 1989-2001 på 34 dage (median 19 dage). Opholdstiden i 2002 var samtidig overvågningsperiodens hidtil korteste.



Figur 11. Års- og sommergennemsnitlig opholdstid i perioden 1989-2002.

Som følge af den karakteristiske årstidsvariation i vandføringen er den gennemsnitlige opholdstid i sommerperioden normalt væsentligt længere end opholdstiden på årsbasis. I 2002 var opholdstiden i sommerperioden 56 dage, hvilket stort set er identisk med medianen for 1989-2001 på 57 dage.

Sommeropholdstiden har, som det kan ses på figuren, varieret overordentligt meget gennem overvågningsperioden, fra et teoretisk maksimum i 1989 på 525 dage til 37 dage i 2001.

7. Stofbalance

Beregningsgrundlag

Stofbalanceberegningerne for 1989-97 er foretaget vha. STOQ-sømodul, vers. 3.30, mens der for 1998-2001 er anvendt STOQ-sømodul windows vers. 4.0 til 4.6. For 2002 er anvendt STOQ SQL-server sømodul vers. 2.07. Stofbalanceberegningerne omfatter totalfosfor, totalkvælstof og totaljern.

Stofbalancerne for 2002 på månedsbasis findes i bilag 5. Årlige stofmængder for 1989-2002 samt vandføringsvægtede indløbskoncentrationer for de nævnte parametre findes i 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 til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af fosfor i 2002 er vist i tabel 4. Søen blev tilført godt 2,1 ton fosfor, hvilket er den største fosfortilførsel siden 1994.

Tabel 4. Til- og fraført samt tilbageholdt fosfor i kg.

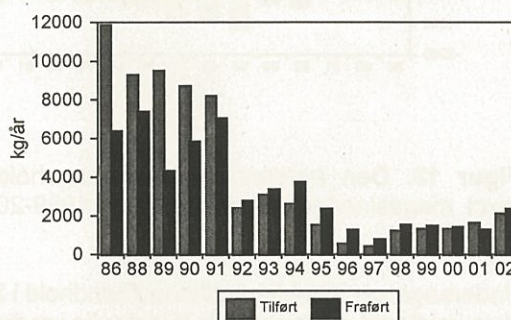
	År 2002	Gns. 1989-2001	Median 1989-2001
Atmosfærisk dep.	4	5	5
Målt opland	1.996	2.930	1.416
Umålt opland	120	47	53
Afløb	2.004	2.699	2.271
Ind-/udsivning	-354	108	-61
Magasin	-16	-33	-32
Retention	-222	438	-165
Samlet tilførsel	2.120	3.275	1.639
Samlet fraførsel	2.359	2.870	2.362

I årene før 1992 var fosfortilførslen meget stor, mellem 8 og 12 ton fosfor om året (figur 12). Fra og med 1992 faldt fosfortilførslen til søen markant som følge af en kraftig reduktion i fosfortilførslen fra punktkilder. I perioden 1992-95 lå fosfortilførslen mellem 2 og 4 ton om året og i de tørre år 1996-97 nåede fosfortilførslen helt ned omkring 500 kg om året.

Efterfølgende har fosfortilførslen ligget omkring 1,2-1,6 ton om året, men var i 2002 noget større som følge af årets usædvanligt store nedbørsmængder, der resulterede i en rekordstor vandtilførsel til søen.

Betragtes fosfortilførslen til søen i hele perioden 1989-2002 har der været et signifikant fald i tilførslen (lineær regressionsanalyse, $P < 0,001$).

Fosforbalance 1986 og 1988-2002



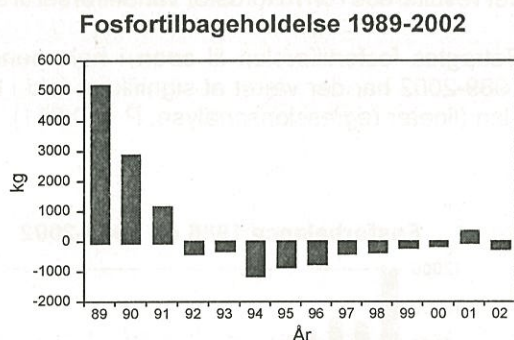
Figur 12. Til- og fraførsel af fosfor i 1986 og 1988-2002.

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 på nær 2001 været negativ, idet den fraførte fosformængde har været større end den tilførte fosformængde.

I perioden 1992-2002 er søsedimentets fosforpulje ud fra stofbalanceberegningerne således blevet reduceret med knap 4 ton fosfor. Selv om fosforfraførslen således har været ganske stor siden 1992, 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.

Udviklingen i fosfortilbageholdelsen i perioden 1989-2002 er vist i figur 13. I 1989 var den beregnede fosfortilbageholdelse omkring 4,8 ton svarende til godt 15 g P m²/år. I de følgende par år faldt fosfortilbageholdelsen og i perioden 1992-2002 er der sket en nettofraførsel af fosfor ud af søen hvert år på nær som nævnt i 2001.

Nettofraførslen af fosfor har varieret mellem 0,1 og 1,1 ton årligt, svarende til mellem 0,4 og 3,5 g P m² søbund/år. Som det fremgår af figuren, fandt den største transport af fosfor ud af søen sted i 1994, hvorefter nettofraførslen er faldet jævnt.



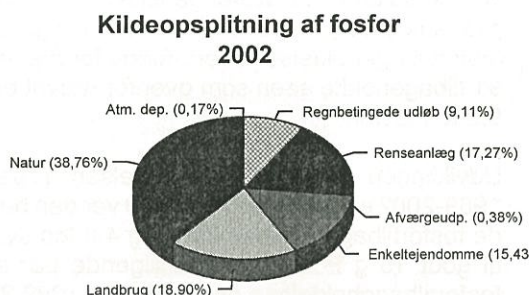
Figur 13. Den beregnede fosfortilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for perioden 1989-2002.

Undersøgelser af sedimentets fosforindhold i 2001 viste imidlertid, at den mobile fosforpulje i sedimentet øjensynligt ikke er blevet mindre siden 1996, hvor der blev foretaget en tilsvarende undersøgelse /8/.

Kildeopsplitning

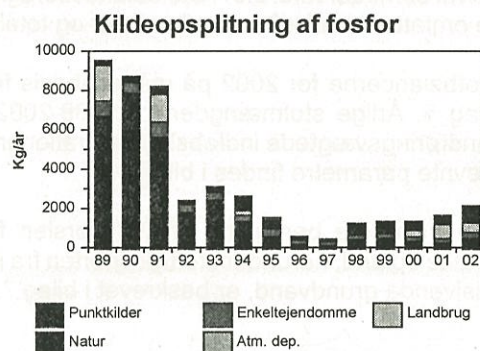
Den årlige fosfortilførsel i 1989-2002 opdelt på belastningskilder findes i bilag 8, der endvidere indeholder den anvendte beregningsmetode.

I figur 14 er vist de enkelte kilders bidrag til fosfortilførslen i 2002. Naturbidraget samt spildevandsbidraget (Kallerup renseanlæg, regnbetingede udløb og udledning fra enkeltejendomme) udgjorde med henholdsvis 39% og 42% langt hovedparten af den tilførte fosfor, mens landbrugsbidraget med 18,9% stort set udgjorde resten.



Figur 14. Kildeopsplitning af fosfortilførslen 2002.

I figur 15 er vist udviklingen i de enkelte kilders bidrag i perioden 1989-2002. I perioden 1989-91 var fosfortilførslen fra punktkilder med mellem 5 og 10 ton fosfor meget stor og bidraget herfra udgjorde i disse år op mod 90% af den samlede fosfortilførsel. Årsagen til den store reduktion i punktkildebidraget er en centralisering og udbygning af spildevandsrensningen i oplandet siden 1989.



Figur 15. Fosfortilførslen i 1989-2002 fordelt på belastningskilder.

Af de oprindelige 6 renseanlæg i oplandet i starten af 1989 er kun Kallerup renseanlæg tilbage. Dette anlæg blev i starten af 1990'erne udbygget og har siden 1993 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. Dette mål blev nået allerede i 1996. I 2002 var fosforudledningen fra Kallerup renseanlæg med 366 kg imidlertid betydelig.

I takt med den meget store reduktion i bidraget fra renseanlæg er den relative betydning af de øvrige belastningskilder steget. Regnbetingede udløb, der i starten af overvågningsperioden kun udgjorde omkring 2-3% af fosfortilførslen har siden 1995 udgjort 9-20% af fosfortilførslen. På samme måde er andelen af enkeltejendommenes bidrag steget fra knap 10% til typisk omkring 15-25%.

Regnet i kilogram er bidraget fra enkeltejendomme dog faldet til omkring en tredjedel i forhold til i 1989, bl.a. som følge af en afskæring/forbedret rensning af en del af dette spildevand.

7.2 Kvælstof

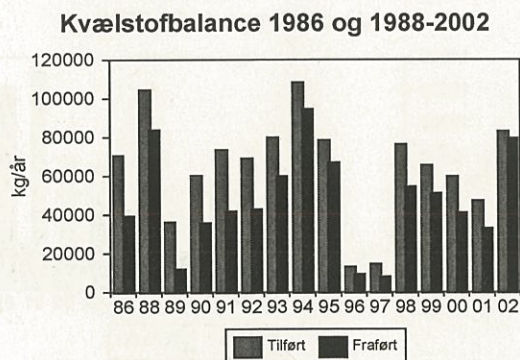
Arlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Den samlede til- og fraførsel samt den beregnede tilbageholdelse af kvælstof i 2002 er vist i tabel 5. Kvælstoftilførslen var med godt 83 ton noget over gennemsnittet for 1989-2001 på 60 ton.

Tabel 5. Til- og fraført samt tilbageholdt kvælstof i ton.

	År 2002	Gns. 1989-2001	Median 1989-2001
Atmosfærisk dep.	480	520	480
Målt opland	77.872	50.779	53.682
Umålt opland	4.833	2.058	2.298
Afløb	71.918	42.183	41.834
Ind-/udsvining	-7.506	6.550	7.364
Magasin	-492	-32	-53
Retention	4.253	17.817	18.560
Samlet tilførsel	83.185	60.196	65.496
Samlet fraførsel	79.424	42.412	41.834

Den samlede tilførsel har som det fremgår af figur 16 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.

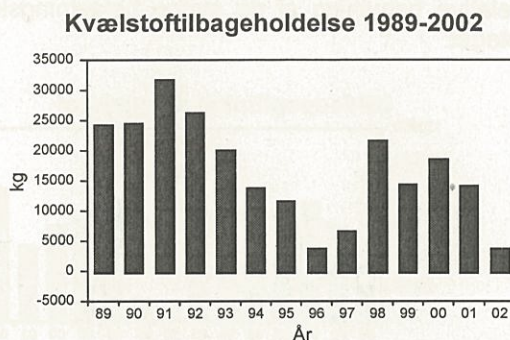


Figur 16. Til- og fraførsel af kvælstof i 1986 og 1988-2002.

Variationen i kvælstoftilførslen er således i høj grad styret af klimatiske forhold og statistisk er det derfor heller ikke muligt at påvise en eventuel reduktion i kvælstoftilførslen for perioden 1989-2001. Som nævnt i afsnit 5 er der dog sket et markant fald i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration i tilløbet.

I figur 17 er vist den beregnede årlige kvælstoftilbageholdelse i 1989-2002. Som det fremgår af figuren, varierer tilbageholdelsen ganske betydeligt fra år til år. Dette hænger primært sammen med, at tilførslen også varierer betragteligt fra år til år.

Kvælstoftilbageholdelsen var i 2002 kun på godt 4 ton, hvilket var usædvanligt lidt set i lyset af den store tilførsel.

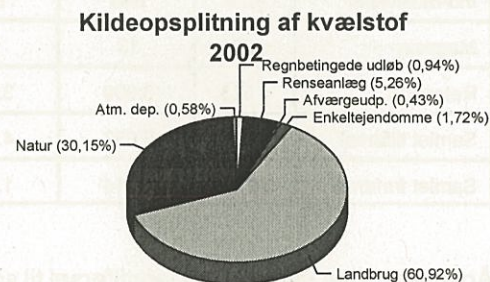


Figur 17. Den beregnede kvælstoftilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for perioden 1989-2002.

Tilbageholdelsen har i procent af den tilførte mængde kvælstof i gennemsnit for perioden 1989-2001 varieret mellem 14 og 65%, med den største tilbageholdelse i de nedbørsfattige år og omvendt den laveste tilbageholdelse i de mest regnfulde år. I de nedbørsmæssigt mere normale år har tilbageholdelsen som regel været omkring 30%. I 2002 blev kun omkring 5% af den tilførte kvælstof tilbageholdt i søen. Den ringe tilbageholdelse i 2002 hang antagelig primært sammen med den korte opholdstid i søen forårsaget af årets meget store vandtilførsel.

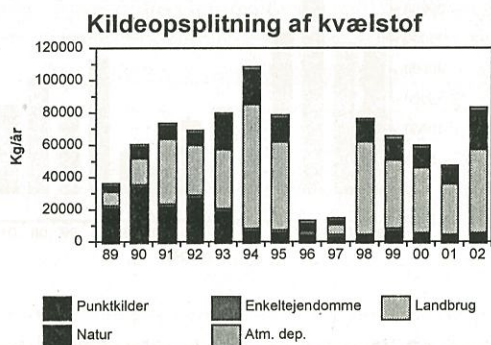
Kildeopsplitning

Fordelingen af den tilførte kvælstof i 2002 på belastningskilder er vist i figur 18. Langt den overvejende del (61%) stammer fra landbrugsområder. Af den resterende del udgjorde naturbidraget, punktkilder og enkelteejendomme henholdsvis 30%, 6% og 2%.



Figur 18. Kildeopsplitning af kvælstoftilførslen i 2002.

I figur 19 er vist udviklingen i de enkelte kilders bidrag i perioden 1989-2002. Siden 1993 er punkt-kildebidraget faldet markant (jf. afsnit 7.1), fra årlige tilførsler mellem 20 og 35 ton, til årlige tilførsler efter 1993 på mellem 4 og 8 ton pr. år. Dermed er den relative betydning af de øvrige belastningskilder steget.



Figur 19. Udviklingen i kvælstoftilførslen i 1989-2002 fordelt på belastningskilder.

7.3 Jern

Årlige til- og fraførsler samt tilbageholdelse

Til- og fraførslen samt den beregnede tilbageholdelse af jern i 2002 er vist i tabel 6. Tilførslen var med godt 12 ton overvågningsperiodens næststørste kun overgået af tilførslen i 2001.

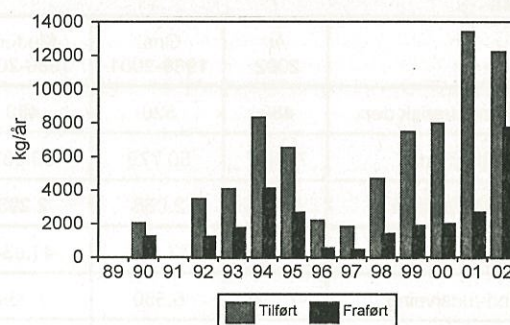
Tabel 6. Til- og fraført samt tilbageholdt jern i kg.

	År 2002	Gns. 1989-2001	Median 1989-2001
Atmosfærisk dep.	0	0	0
Målt opland	12.192	4.767	3.931
Umålt opland	44	24	23
Afløb	7.125	1.814	1.762
Ind-/udsivning	-615	846	585
Magasin	-26	13	14
Retention	4.523	3.809	3.156
Samlet tilførsel	12.236	5.637	4.679
Samlet fraførsel	7.740	1.814	1.762

Årsagen til den meget store jerntilførsel til søen var årets store vandtilførsel kombineret med et generelt stigende jernindhold i tilløbet.

Jerntilførslen har varieret betydeligt fra år til år bl.a. afhængig af vandtilførslen, fra 13 ton i 2001 til 1,8 ton i 1997 (figur 20).

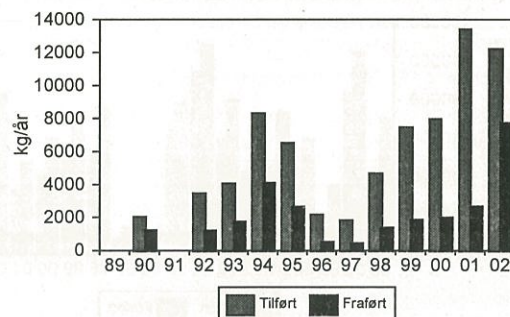
Jernbalance 1989-2002



Figur 20. Til- og fraførsel af jern i 1990 og 1992-2002. Der er ikke opstillet jernbalancer for 1989 og -91, hvor der ikke blev målt for jernindhold i tilløbet.

Søen har i alle årene tilbageholdt en stor del af den tilførte jern (figur 21). Den beregnede tilbageholdelse i 2002 var med 4,5 ton lidt større end gennemsnittet på 3,8 ton for perioden 1989-2001. I procent tilbageholdte søen 37% af den tilførte jern, hvilket er overvågningsperiodens laveste tilbageholdelsesprocent. Som gennemsnit for perioden 1992-2001 har søen tilbageholdt 65% af den tilførte jernmængde.

Jernbalance 1989-2002



Figur 21. Den beregnede jerntilbageholdelse (excl. magasinering) i kg for 1990 og 1992-2002.

Jern-fosforforholdet i de øverste 2 cm af sedimentet er i 2001 beregnet til ca. 3:1, hvilket er uændret i forhold til i 1996 og lidt højere end i 1992, hvor forholdet 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 /9/.

8. Fysisk-kemiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres nogle af de målte parametre i søvandet i 2002 og en eventuel udvikling i perioden 1989-2002 er vurderet. Års- og sommermidler for samtlige målte parametre i søvandet samt figurer over udviklingsforløb findes i bilag 9.

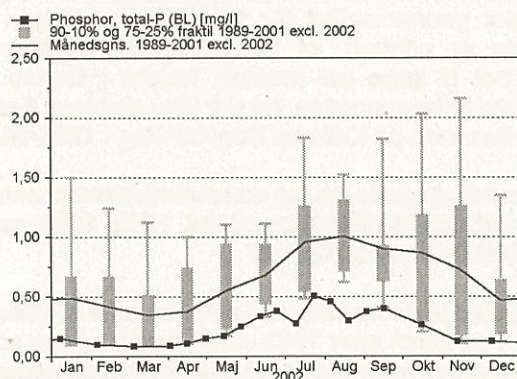
8.1 Næringsstoffer

Total fosfor

Fosforkoncentrationen i søen er karakteriseret ved relativ lave værdier i vinterperioden, hvor søvandskoncentrationen stort set er identisk med indløbskoncentrationen som følge af den korte opholdstid. I sommerperioden er vandføringen i tilløbet lavere og opholdstiden længere hvilket i kombination med en betydelig fosforfrigivelse fra søsedimentet resulterer i en markant stigning i søvandskoncentrationen.

Figur 22 viser denne udvikling i fosforkoncentrationen i søvandet over året. Som følge af den stærkt reducerede fosfortilførsel til søen siden starten af overvågningsperioden har søvandskoncentrationen gennem hele perioden været faldende.

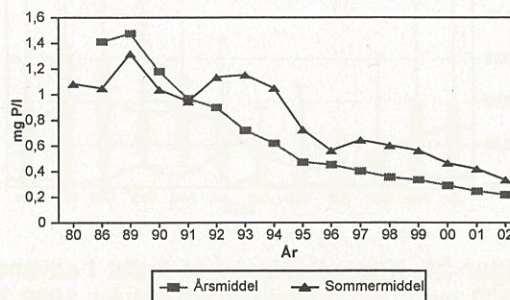
2002 var ingen undtagelse fra denne regel og i samtlige måneder lå søvandskoncentrationen langt under gennemsnittet for 1989-2001.



Figur 22. Koncentrationen af fosfor i søvandet i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Denne udvikling bliver endnu tydeligere hvis man betragter års- og sommermidlerne af fosfor i søvandet i hele perioden 1989-2002 (figur 23). Årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet har siden 1989 været konstant faldende. Den overordnede baggrund herfor er som tidligere nævnt den markante reduktion i fosfortilførslen, der har fundet sted gennem perioden.

Totalfosfor, - års- og sommermidler



Figur 23. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor i søvandet 1980, 1986 og 1989-2002.

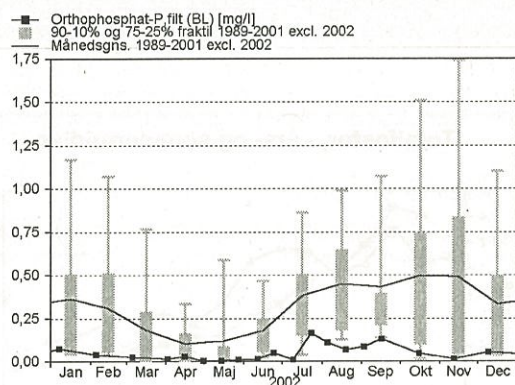
Denne udvikling fortsatte også i 2002, hvor årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet med 0,219 mg P/l var den hidtil laveste siden 1989. Sammenlignet med årsmiddelkoncentrationen i 1989 på 1,481 mg P/l, er årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor siden da reduceret med omkring 85%.

Sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor har ligeledes været faldende siden 1989. I 1989 var sommermidlen således 1,314 mg P/l mod 0,335 mg P/l i 2002. Også sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor er overvågningsperiodens hidtil laveste. Udviklingen i sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor i søvandet har dog, som det kan ses på figuren, ikke været helt så jævn som udviklingen i årsmiddelkoncentrationen.

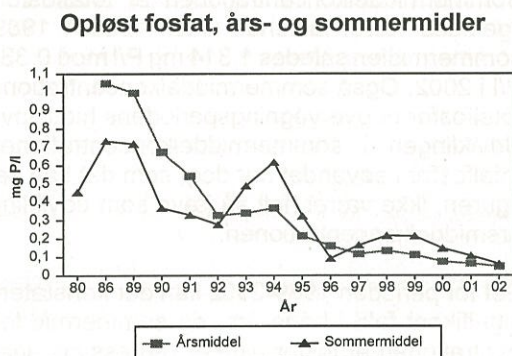
Set for perioden 1989-2002 kan der konstateres et signifikant fald i både års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfor (lineær regressionsanalyse, $P < 0,001$).

Opløst fosfat

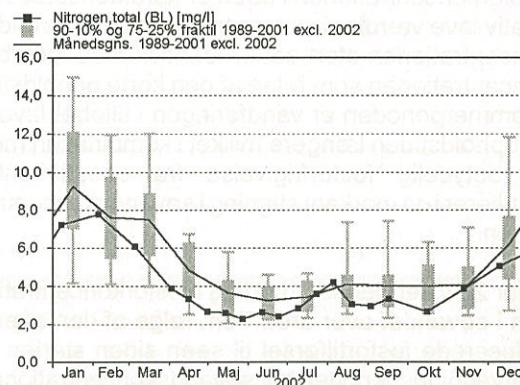
Søvandets indhold af opløst fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i 2002 samt gennemsnittet for 1989-2001 er vist i figur 24. Indholdet af fosfat i søvandet har fulgt samme udvikling som for totalfosfor. Selv om fosfatkoncentrationen er faldet markant i overvågningsperioden, er fosfatindholdet i søvandet endnu ikke faldet så meget, at fosfat er blevet en direkte begrænsende faktor for planteplanktonet i sommerperioden. Fosfatkoncentrationen har dog i enkelte år kortvarigt i foråret været under detektionsgrænsen og dermed en potentiel begrænsende faktor for algerne vækst. Dette var også tilfældet i 2002 i en kort periode af maj.



Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af fosfat i søvandet 1980, 1986 samt 1989-2002 er vist i figur 25. Årsmiddelkoncentrationen af opløst fosfat har siden 1989 været faldende, og var i 2002 med 0,048 mg P/l den hidtil absolut laveste i perioden. Sammenlignet med årsmidlen i 1989 på 0,996 mg P/l, er årsmiddelkoncentrationen i søvandet reduceret med mere end 90%.



Set over hele perioden 1989-2002 er der sket et signifikant fald i både års- og sommermiddelkoncentrationen af fosfat (lineær regressionsanalyse, $P < 0,001$).



Figur 26. Koncentrationen af kvælstof i søvandet i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

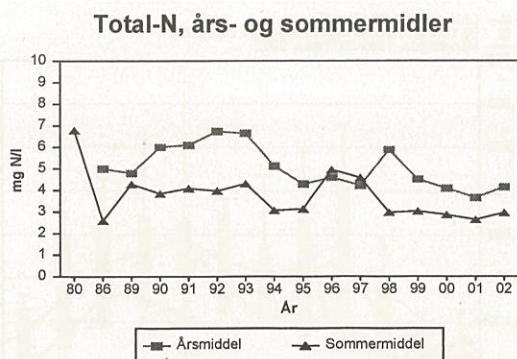
Kvælstofkoncentrationerne lå i 2002 generelt noget under gennemsnittet for 1989-2001. Årsagen til dette er primært, at kvælstofkoncentrationen i tilløbet til søen var markant højere i starten af overvågningsperioden, før der blev etableret kvælstoffjernelse på Kallerup Renseanlæg i 1993-94.

Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i søvandet 1980, 1986 samt 1989-2002 er vist i figur 27.

Årsmiddelkoncentrationen af kvælstof i søvandet har i perioden efter 1993 været lavere i søen som følge af den nævnte reduktion i indløbskoncentrationen i forbindelse med etableringen af kvælstoffjernelse på Kallerup renseanlæg. Årsmiddelkoncentrationen i 2002 på 4,15 mg N/l var en svag stigning i forhold året før.

Samme tydelige fald kan ikke spores i sommermid-
delkoncentrationen af opløst fosfat. Her faldt sø-
vandskoncentrationen markant fra 1989 til 1992,
men steg herefter igen de følgende to år. I 1995 og
1996 faldt søvandskoncentrationen dog igen mar-
kant, for herefter igen at stige i 1997 og 1998.

Sommermiddelkoncentrationen har i de senere år igen været faldende og nåede i 2002 ned på 0,062 mg P/l, hvilket var overvågningsperiodens hidtil absolut laveste.



Figur 27. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af totalkvælstof i søvandet 1980, 1986 og 1989-2002.

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 bl.a. skyldtes disse to års meget massive blågrønalgeopblomstringer i sensommeren.

Med knap så voldsomme blågrønalgeopblomstringer i de senere år er sommermiddelkoncentrationen af kvælstof igen tilbage omkring 3 mg N/l. Sommermiddelkoncentrationen af kvælstof i 2002 var med 2,96 mg N/l tæt på niveauet for de foregående fire år.

Set for hele perioden 1989-2002 har års- og sommermiddelkoncentrationer af kvælstof i søvandet været faldende (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$ og $P < 0,05$ for henholdsvis års- og sommermidlen).

Opløst uorganisk kvælstof

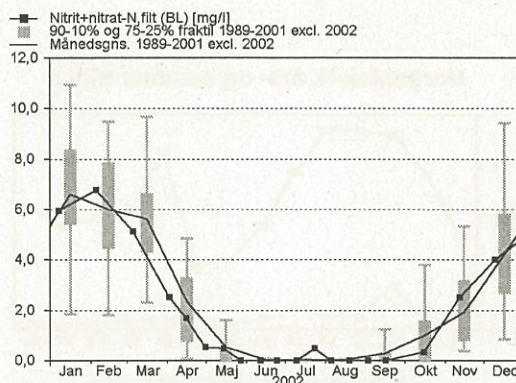
Langt hovedparten af den kvælstofmængde der tilføres søen, er på nitratform og stammer fra dyrkede arealer. Koncentrationen af uorganisk kvælstof i søen er derfor sædvanligvis høj i vinterperioden, hvor udvaskningen fra de dyrkede arealer er størst. I sommerperioden falder koncentrationen af uorganisk kvælstof i søvandet dels som følge af en lav tilførsel og dels som følge af denitrifikation samt algerne optag.

I figur 28 og 29 er vist søvandskoncentrationerne af henholdsvis nitrit-nitrat kvælstof og ammonium kvælstof. For begge gælder, at koncentrationerne i 2002 generelt var lave sammenlignet med gennemsnittet for de foregående år.

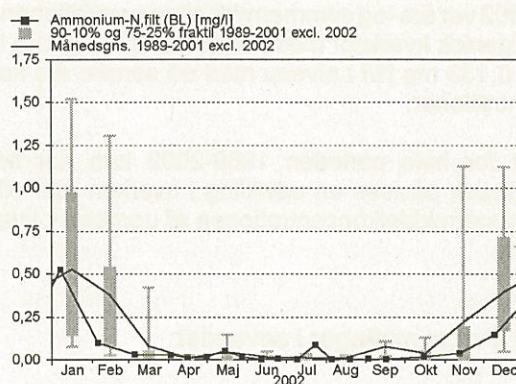
Koncentrationen af nitrat faldt i slutningen af maj måned til under detektionsgrænsen og på nær en kort periode i henholdsvis juni og juli forblev nitratkoncentrationen lav til og med udgangen af september.

Koncentrationen af ammonium kvælstof faldt i juni måned ned til omkring detektionsgrænsen eller under denne, hvor den på nær en kort periode i juli holdt sig til hen mod slutningen af september.

Uorganisk kvælstof var således også i 2002 potentielt begrænsende for algevæksten i store perioder af sommeren.



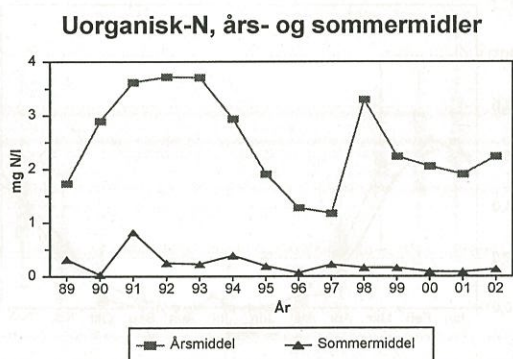
Figur 28. Koncentrationen af nitrit-nitrat kvælstof i søvandet i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.



Figur 29. Koncentrationen af ammonium kvælstof i søvandet i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Den gennemsnitlige års- og sommermiddelkoncentrationen af uorganisk kvælstof i perioden 1989-2002 er vist i figur 30. Årsmidlen steg kraftigt i starten af perioden for herefter at indlede et ligeså kraftigt fald efter 1993, hvor der 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 de små nedbørsmængder i disse to år. I 1998 steg årsmiddelkoncentrationen igen som følge af en stor kvælstofudvaskning dette år. Siden 1998 har årsmiddelkoncentrationen igen været faldende og med omkring 2 mg N/l i niveau med midlen for 1995.



Figur 30. Den tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentration af uorganisk kvælstof i søvandet 1989-2002.

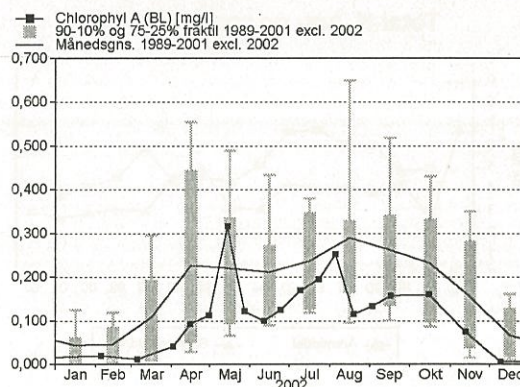
I 2002 var års- og sommermiddelkoncentrationen af uorganisk kvælstof med henholdsvis 2,235 mg N/l og 0,133 mg N/l i niveau med de senere års koncentrationer.

Set for hele perioden 1989-2002 kan der ikke statistisk påvises en udvikling i hverken års- eller sommermiddelkoncentrationen af uorganisk kvælstof.

8.2 Øvrige målinger i søvandet

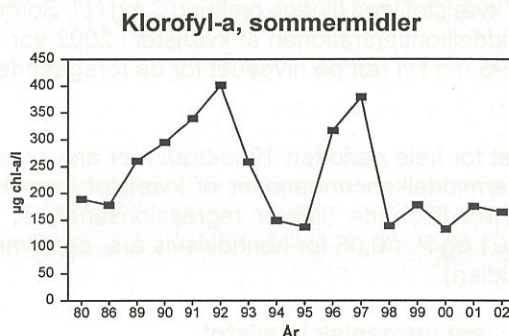
Klorofyl

Søvandets indhold af klorofyl i 2002 sammenlignet med gennemsnittet for 1989-2001 er vist i figur 31. Klorofylindholdet i søvandet i 2002 var på nær en kort periode i maj under gennemsnittet for 1989-2001.



Figur 31. Klorofylindholdet i søvandet i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Søvandets sommerindhold af klorofyl i 1980, 1986 og 1989-2002 er vist i figur 32. Det sommergennemsnitlige klorofylindhold steg fra de første målinger i 1980 støt indtil 1992, hvor et foreløbigt maksimum på 400 µg/l blev nået. De følgende år faldt det sommergennemsnitlige klorofylindhold i søvandet sammenfaldende med reduktionen i fosfor- og kvælstofførslen og nåede i 1994-95 ned på omkring 150 µg/l, - eller mindre end en tredjedel af niveauet i 1992.



Figur 32. Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration af klorofyl a i søvandet i 1980, 1986 og 1989-2002.

I de tørre år 1996 og 1997 var vandudskiftningen meget langsom i søen i sommerperioden og dette i kombination med nogle varme perioder skabte basis for nogle ekstremt store blågrønalgeopblomstringer i sensommeren i disse år. Det sommergennemsnitlige klorofylindhold steg derfor på ny meget markant helt op til 381 µg/l i 1997. Siden 1998 har klorofylindholdet igen været i niveau med klorofylindholdet i 1994-95.

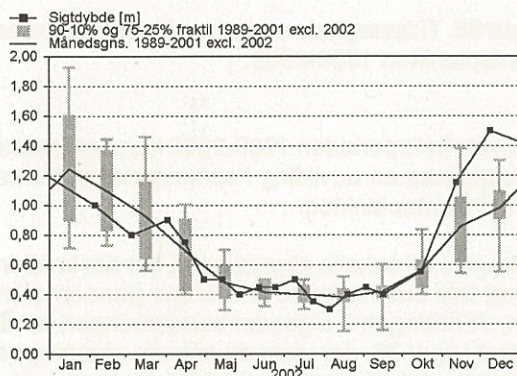
Det sommergennemsnitlige klorofylindhold i 2002 på 165 µg/l var en anelse lavere end klorofylindholdet i 2001.

Betragtes perioden 1989-2002 kan der konstateres et signifikant fald i sommermidlen (lineær regressionsanalyse, $P < 0,05$).

Sigtdybde

Figur 33 viser udviklingen i sigtdybden i 2002 sammenlignet med månedsgennemsnittet for 1989-2001.

Sigtdybden var i starten af april lidt bedre end normalt, men faldt herefter hurtigt til omkring 0,5 m. I maj faldt sigtdybden yderligere og nåede i slutningen af måneden ned på 0,40 m. I juni og frem til midten af juli var sigtdybden med 0,45 - 0,50 m lidt over normalen, men faldt så igen og nåede i starten af august ned på 0,30 m, der samtidig var årets laveste. Sigtdybden steg herefter igen lidt og var resten af sommeren tæt på normalen.

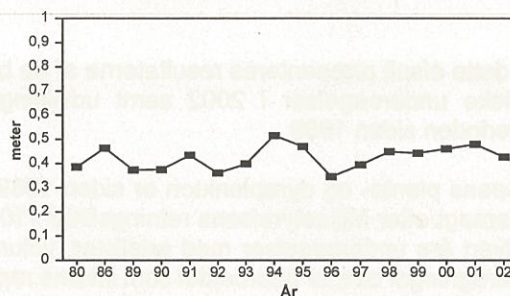


Figur 33. Udviklingen i sigtdybden i 2002 samt månedsgennemsnittet for 1989-2001 incl. 90-10% og 75-25% fraktiler.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde i 1980, 1986 og 1989-2002 er vist i figur 34.

Sommermiddelsigtdybden 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 blågrønalgeopblomstringer i sensommerne 1996 og 1997 faldt sommermiddelsigtdybden atter til mindre end 0,40 m. I perioden 1998-2002 har sommersigtdybden ligget relativt konstant omkring 0,45 m. Sommersigtdybden i 2002 var med 0,43 m et par centimeter ringere end i 2001.

Sigtdybde, sommermidler



Figur 34. Den gennemsnitlige sommersigtdybde i 1983 og 1988-2002.

Samlet for perioden kan siges, at sigtdybden alle årene har været ringe. Statistisk kan der ikke påvises en bedring i sommersigtdybden i overvågningsperioden.

Selv om sigtdybden primært afspejler mængden af planteplankton er dette ikke den eneste faktor, der påvirker sigtdybden. Resuspension som følge af hård vind kan i perioder også påvirke sigtdybden.

9. Biologiske målinger i søen

I dette afsnit præsenteres resultaterne af de biologiske undersøgelser i 2002 samt udviklingen i perioden siden 1989.

Søens plante- og dyreplankton er siden 1989 undersøgt efter Miljøstyrelsens retningslinier /10,11/. Hvert års undersøgelser med artslistes, volumenberegninger osv. er udarbejdet som interne rapporter. Vigtige nøgletal for planktonet findes i bilag 10.

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 1989-2002. Til vurderingen af hvorvidt der er sket signifikante ændringer, er anvendt lineær regressionsanalyse mellem tiden (år) og års- og sommergennemsnit af planktonbiomassen og planktonsammensætningen.

Søens fiskebestand er undersøgt i 1990, 1996 og 2001 efter retningslinierne angivet i vejledningen for fiskeundersøgelser fra DMU /12/. Undersøgelserne er særskilt rapporteret i /13,14,15/. De vigtigste resultater vedrørende fiskeundersøgelserne er diskuteret i sidste års rapport samt /16/. Endelig er søens fiskeyngel hvert år siden 1998 undersøgt efter retningslinierne i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser fra DMU /17/. Resultaterne fra fiskeyngelundersøgelsen i 2002 findes i bilag 11.

9.1 Planteplankton

Udvikling i biomasse og artssammensætning

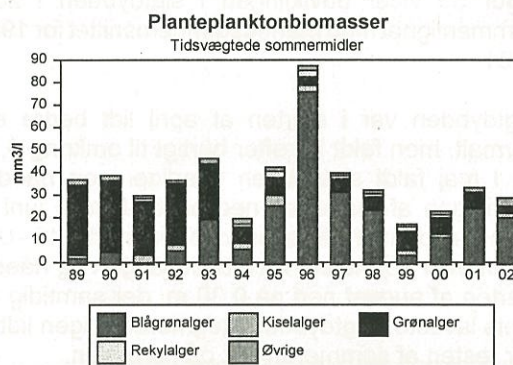
Sommersmiddelbiomassen af planteplankton lå i perioden 1989-93 ret stabilt omkring 30-45 mm³/l, men faldt så i 1994 til 20 mm³/l, der var periodens hidtil laveste sommersmiddelbiomasse (figur 35).

I 1995 steg sommersmiddelbiomassen atter til samme niveau som i de tidligere år som følge af en rekordstor blågrønalgopblomstring i august måned. Endnu værre blev det i 1996, hvor to meget store blågrønalgopblomstringer i henholdsvis juli og september resulterede i en ekstrem sommersmiddelbiomasse på 87,5 mm³/l.

I 1997 og 1998 var algebiomassen påny i et normalt niveau for søen, men i 1999 faldt biomassen markant til 16,7 mm³/l, det laveste i perioden hidtil.

I 2000 og 2001 steg sommersmiddelbiomassen atter til henholdsvis 22,7 mm³/l og 33,1 mm³/l. I 2002 var sommersmiddelbiomassen med 28,6 mm³/l i niveau med midlen i de foregående par år.

Som det fremgår af figur 35, kan år til år variationerne i planteplanktonbiomassen siden starten af 1990'erne primært tilskrives udsving i blågrønalgbiomassen.



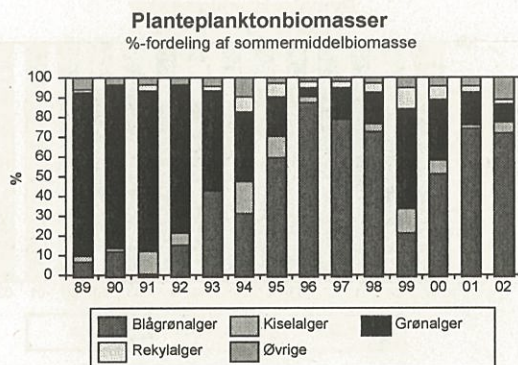
Figur 35. Tidsvægtede sommersmiddelbiomasser af planteplankton 1989-2002.

Set over hele perioden 1989-2002 kan der statistisk ikke påvises en udvikling i sommersmiddelbiomassen af planteplankton.

Betragtes de enkelte algegrupper, har der imidlertid været tale om markante ændringer gennem perioden. Ændringen i algesammensætningen er illustreret i figur 36, der viser de enkelte algegruppers procentandel af sommersmiddelbiomassen i perioden 1989-2002.

I begyndelsen af perioden var grønalgene helt dominerende med omkring 85% af den samlede sommersmiddelbiomasse. Denne dominans var svagt aftagende indtil 1993, hvor grønalgernes tilbagegang tog fart sammenfaldende med, at næringsstoffbelastningen til søen blev reduceret kraftigt. I stedet tog blågrønalgene gradvist over og udgjorde mere end 70% af sommersmiddelbiomassen fra 1996-98.

I 1999 skete et forbigående skifte imod dominans af grønalg, idet grønalg dette år udgjorde 51% af algebiomassen, mens blågrønalgernes andel sideløbende faldt fra 73% i 1998 til kun 22% i 1999. At blågrønalgene ikke dominerede planteplanktonbiomassen dette år hang antagelig sammen med en meget regnfuld august måned med deraf følgende hurtig vandudskiftning i søen i sensommeren, hvor blågrønalgene normalt opbygger den største biomasse.



Figur 36. De enkelte algegrupperes procentandel af planteplanktonbiomassen i sommerperioden 1989-2002.

I 2000 steg blågrønalgerne andel igen og med 52% af biomassen var denne algegruppe igen dominerende i søen. Samtidig faldt grønalgerne andel til 31%. Denne udvikling fortsatte i 2001, hvor blågrønalgerne dominans med knap 75% var endnu mere udtalt. I 2002 udgjorde blågrønalgerne 72% af sommermiddelbiomassen, mens grønalgerne andel af biomassen var faldet til 9%, svarende til en halvering i forhold til året før.

Betragtes hele perioden 1989-2002 er blågrønalgerne andel af sommerbiomassen steget signifikant, mens det omvendte er tilfældet for grønalgerne (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$ henholdsvis $P < 0,001$).

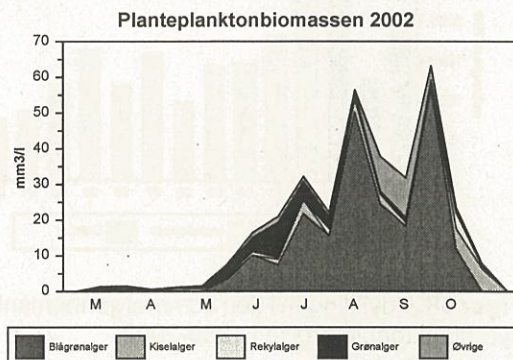
Status 2002

Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2002 er vist i figur 37. Biomassen var meget lav fra marts til midt i maj og der blev ikke registreret et forårsmaksimum, som det ellers normalt er tilfældet i søen.

Fra midten af maj steg biomassen af planteplankton og nåede et foreløbigt maksimum i starten af juli med $32 \text{ mm}^3/\text{l}$. Stigningen var primært forårsaget af en stigning i blågrønalgebiomassen, der på dette tidspunkt var domineret af den trådformede art *Limnithrix planctonica*, men også grønalgerne udgjorde en betydelig andel af biomassen. Blandt grønalgerne dominerede primært forskellige arter tilhørende den chlorococcale slægt *Scenedesmus*, men også arter tilhørende den chlorococcale slægt *Monoraphidium* forekom i betydelig mængde.

Årets andet biomassemaksimum på $57 \text{ mm}^3/\text{l}$ indtraf i starten af august og her var blågrønalgerne altdominerende. Den trådformede blågrønalge *Limnithrix planctonica* udgjorde således 78% af den samlede planteplanktonbiomasse under dette maksimum.

Årets tredje og største biomassemaksimum på $63 \text{ mm}^3/\text{l}$ kom så sent som midt i september og igen var blågrønalgerne altdominerende. Den trådformede blågrønalge *Planktothrix agardhii* forekom her i næsten renkultur, da den under årets biomassemaksimum tegnede sig for 88% af den totale planteplanktonbiomasse.



Figur 37. Udviklingen i planteplanktonbiomassen i 2002.

Både *Limnithrix planctonica* og *Planktothrix agardhii* har tidligere år forekommet i betydelig mængde i søen og har også tidligere været i stand til i perioder helt at dominerende planteplanktonbiomassen. Begge arter ser således ud til at have ideelle forhold i søen.

Fra midten af september klingede algebiomassen hurtigt af og nåede ned på et niveau omkring $8 \text{ mm}^3/\text{l}$.

9.2 Dyreplankton

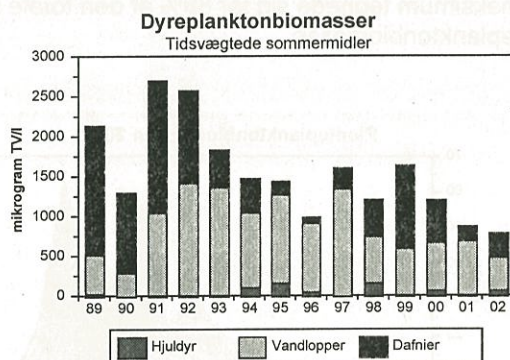
Udvikling i biomasse og artssammensætning

Den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i perioden 1989-2002 er vist i figur 38. Sommermiddelbiomassen faldt for fjerde år i træk og var med $777 \text{ } \mu\text{g tv/l}$ overvågningsperiodens hidtil laveste.

Selv om biomassen, som det fremgår af figuren, har varieret en del fra år til år er der en tydelig tendens til faldende biomasser. Statistisk kan der da også påvises et signifikant fald i biomassen fra 1989 til 2002 (lineær regressionsanalyse, $P < 0,01$).

Betragtes de enkelte dyreplanktongrupper, er der sket markante ændringer i dyreplanktonsammensætningen. I begyndelsen af perioden bestod dyreplanktonet således helt overvejende af dafnier, men fra 1991 og frem til 1996 faldt dafniernes biomasse markant, mens vandlopperne biomasse var nogenlunde uændret. Fra 1993 til 1996 bestod søens dyreplanktonsamfund således hovedsagligt af vandlopper.

Fra 1997 og til 1999 steg dafniernes biomasse igen, men faldt så igen i 2001 og 2002. I 2002 er dafniernes biomasse lidt større end i 2001, men langt fra tidligere tiders biomasser.



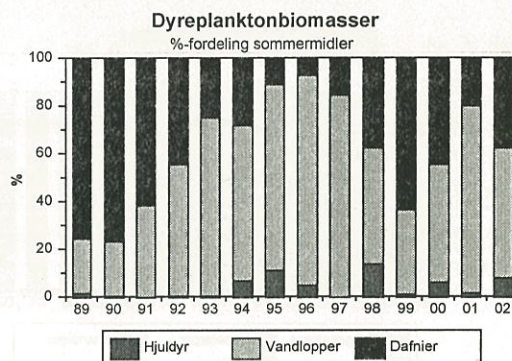
Figur 38. Udviklingen i den sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i 1989-2002.

Vandloppernes biomasse har siden 1998 generelt været lavere end i perioden 1991-1997. I 2002 var vandloppernes biomasse den hidtil laveste siden 1990. Hjuldyrene udgjorde i 2002 i lighed med de foregående år en meget lille del af dyreplanktonbiomassen.

Ændringerne i dyreplanktongruppernes andele af sommermiddelbiomassen fremgår af figur 39. Fra at have udgjort omkring 75% af sommermiddelbiomassen i 1989-90, var dafniernes andel af den samlede sommermiddelbiomasse nede på 7-15% i årene 1995-97. Samtidig øgedes vandloppernes andel fra 23% til mere end 80% i samme periode. Som følge af stigningen i dafniebiomassen 1997-99 steg dafniernes andel til 63% i 1999, mens vandloppernes andel tilsvarende faldt til 36%.

I 2000 faldt dafniernes andel med 44% påny, mens vandloppernes andel med 50% steg tilsvarende. Faldet i dafniernes andel fortsatte i 2001, hvor dafnierne kun udgjorde 20%. I 2002 er dafniernes andel med 37% igen steget lidt.

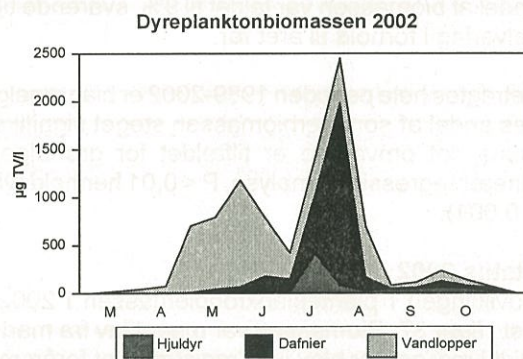
Som i de foregående år var hjuldyrenes andel også i 2002 meget beskednen.



Figur 39. Udviklingen i de enkelte dyreplanktongruppers procentandel af sommermiddelbiomassen 1989-2002.

Status 2002

Udviklingen i dyreplanktonbiomassen over året i 2002 er vist i figur 40. Udviklingen i biomassen var kendetegnet ved et forårsmaksimum sidst i maj samt et større sommermaksimum i slutningen af juli.



Figur 40. Udviklingen i dyreplanktonbiomassen i 2002.

Vandlopperne dominerede dyreplanktonbiomassen fra marts og hen til slutningen af juni, hvorefter dafnierne tog over. Hjuldyrene forekom i størst mængde i juli.

Biomassen af vandlopper bestod næsten udelukkende af cyclopoide vandlopper, idet calanoide vandlopper udgjorde mindre end 0,3% af biomassen.

Blandt vandlopperne var den store *Cyclops vicinus* dominerende, med *Acanthocyclops robustus* som den næst vigtigste art. Dette dominansforhold var omvendt i forhold til de sidste par år, hvor *Acanthocyclops robustus* har været dominerende, med *Cyclops vicinus* som næst vigtigste art.

Blandt dafnierne dominerede den lille snabedafnie *Bosmina longirostris* med den store dafnie *Daphnia cucullata* som næstvigtigste art. *Bosmina longirostris* har også i de foregående år på nær 1999 været dominerende.

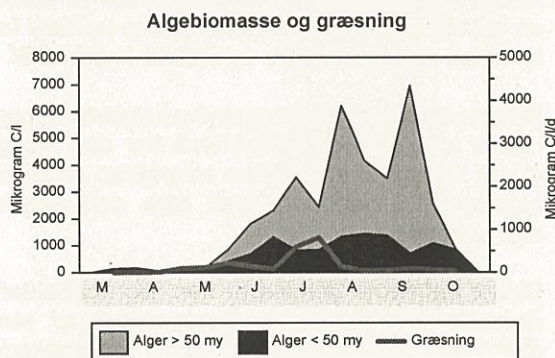
Hjuldryenes biomasse var generelt lav i 2002. Vigtigste art var *Keratella quadrata* med *Brachionus angularis* som næst vigtigste art. *Keratella quadrata*'s dominans er typisk for hjuldryene i søen.

Fødebegrænsning

Mængden af umiddelbart tilgængelig føde for dyreplanktonet (alger mindre end 50 µm) var generelt høj gennem hele 2002. Dafnierne var dog teoretisk fødebegrænsede fra marts til midt i maj, mens vandlopperne teoretisk var fødebegrænsede i den sidste halvdel af april.

Græsning

Udviklingen i mængden af planteplankton og dyreplanktonets græsningstryk på planteplanktonet i 2002 er vist i figur 41. Planteplanktonet er på figuren opsplittet i alger mindre end 50 µm, der er den del af algerne som umiddelbart er spiselige for dyreplanktonet, og alger større end 50 µm.

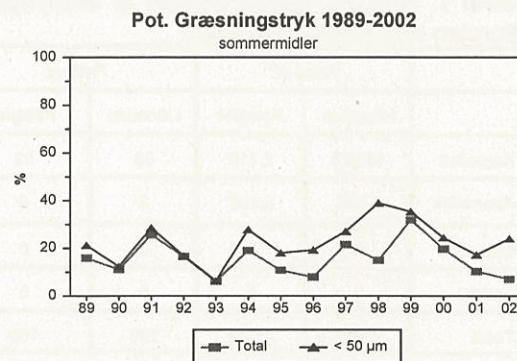


Figur 41. Græsning (mg C/l/d) og mængden af planteplankton (mg C/l) i 2002.

Græsningstrykket på de små algeformer var højest sidst i april (236%), hvor dyreplanktonbiomassen var domineret af ungdomsstadier af cyclopoide vandlopper. Disse er imidlertid også i stand til at æde andet end alger, så græsningstrykket kan være overestimeret. Græsningstrykket var også relativt højt i maj (52-75%) og i juli (71-95%). Græsningstrykket i maj skyldtes hovedsagelig ungdomsstadier af cyclopoide vandlopper, mens græsningstrykket i juli hovedsagelig skyldtes snabedafnier. Resten af året var græsningstrykket generelt lavt.

Samlet set har dyreplanktonets græsning sandsynligvis begrænset udviklingen af de mindste algeformer i april og maj og direkte begrænset og reguleret disse i juli.

Udviklingen i dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplanktonet i perioden 1989-2002 er vist i figur 42. På figuren er dels angivet det potentielle græsningstryk på hele planteplanktonet og dels det potentielle græsningstryk på den del af algerne, der er umiddelbart spiselige for dyreplanktonet (alger mindre end 50 µm). De viste værdier på figuren er sommermidler for de enkelte år.



Figur 42. Udviklingen i det sommergennemsnitlige græsningstryk 1989-2002.

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.

Græsningstrykket udviser ingen entydig udvikling gennem perioden.

9.3 Fiskebestand

Fiskeyngel

Søens fiskeyngel blev undersøgt i juli 2002 efter det standardiserede fiskeyngelundersøgellesprogram /17/. Resultaterne er medtaget i bilag 11.

Der blev konstateret årsyngel samt etårige fisk fra tre arter; skalle, regnløje og aborre, hvortil kommer enkelte toårige skaller.

Den samlede yngeltæthed (inklusive nævnte ældre fisk) var 15,20 pr. m³ i littoralen og 2,30 pr. m³ i pelagiet (tabel 7), hvilket var en meget markant forøgelse i littoralen sammenlignet med de foregående år. Derimod var tætheden af yngel i pelagiet gennemsnitlig i forhold til de foregående år.

Langt hovedparten af årsynglen var regnløjer, der især i littoralen forekom i en meget høj tæthed.

Tætheden af fiskeyngel har siden den første undersøgelse i 1998 været stigende hvert år.

Vægtmæssigt var tætheden 3,12 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 1,05 g vådvægt pr. m³ i pelagiet (tabel 8), hvilket var lidt mindre end i 2000 og 2001, men væsentligt større end i 1998 og 1999.

Karpefiskene var som i de foregående år dominerende både antals- og vægtmæssigt.

Tabel 7. Den beregnede tæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2002.

	Antal m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	14,873	2,118	98	92
Aborrefisk	0,325	0,180	2	8
Laksefisk	0	0	0	0
Andre	0	0	0	0
Total	15,198	2,298	100	100

Tabel 8. Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen i littoralen og pelagiet juli 2002.

	Vådvægt g/ m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	2,575	0,743	82	71
Aborrefisk	0,548	0,311	18	29
Laksefisk	0	0	0	0
Andre	0,003	0	0	0
Total	3,124	1,053	100	100

Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser siden 1998, var tætheden af karpefiskeyngel meget høj, mens aborrefiskeynglens mængde var mere moderat.

Vægtmæssigt var fiskeynglen meget betydelig sammenlignet med de øvrige søer, hvilket også var tilfældet i 2000 og 2001.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårige fisk) omkring 1. juli var med 42 mg tv/m³-/d lidt mindre end i de to foregående år og fiskeynglen har næppe alene kunnet begrænse søens dyreplankton.

9.4 Samspillet mellem stofkoncentrationer, plante- og dyreplankton samt fiskebestand

Samspillet mellem søvandets næringsstofindhold, plankton og fisk er indgående diskuteret i rapporten fra 1997 /18/ samt sidste års rapport. Der henvises derfor til disse for en mere indgående belysning af emnet. I dette afsnit er der lagt vægt på den sene-

ste udvikling i perioden, hvor de vigtigste styrende faktorer kort er resumeret.

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. Som følge af det faldende næringsniveau er der imidlertid sket et skifte i planteplanktonsammensætningen, fra en dominans af grønalger til en dominans af blågrønalger.

Både grønalger og blågrønalger trives erfaringsmæssigt ved det aktuelle næringsniveau, men hvor grønalger gennemgående er mere næringskrævende er de fleste blågrønalgearter mere følsomme overfor turbulens, som følge blandt andet af en langsommere vækst. Den grønalgedominans der kunne iagttages i 1999, var således sandsynligvis klimatisk bestemt og allerede i 2000 var blågrønalgerne tilbage i rollen som den dominerende algegruppe.

Samtidig med at blågrønalgerne er blevet mere og mere betydende i søen, er dafniernes biomasse faldet markant. Dette hænger antagelig primært sammen med, at blågrønalger generelt udgør et dårligt fødegrundlag for dafnierne. Der er således en signifikant negativ sammenhæng mellem forekomsten af blågrønalger og dafnier i søen /19/.

Dyreplanktonets græsningstryk på algerne var også i 2002 lavt, men dyreplanktonet har dog muligvis været i stand til at regulere mængden af de små algeformer i perioder, men ikke den samlede algemængde.

Blandt dafnierne dominerer den lille snabeldafnie *Bosmina longirostris* og forekomsten af større dafnier af slægten *Daphnia* er som regel beskedne. Denne sammensætning indikerer et højt prædationstryk på dyreplanktonet fra fiskene.

Antallet af fiskeyngel i juli måned har været konstant stigende siden den første yngelundersøgelse i 1998. Dette har generelt medført en tilsvarende stigning i fiskeynglens konsumptionsrate. I 2002 er den beregnede konsumptionsrate dog lidt mindre end i 2001, men stadig betydelig sammenlignet med de øvrige søer, hvor der er foretaget tilsvarende undersøgelser af fiskeynglen. Fiskeynglen er dermed teoretisk i stand til at lægge et kraftigt prædationstryk på dyreplanktonet.

Undersøgelsen i 2001 af hele søens fiskebestand viste bl.a., at rørsumpsfiskenes rekruttering har været ringe de senere år. Dette i kombination med søens store geddebestand, der til en vis grad er i stand til at holde mængden af fredfisk nede i søen, har antagelig medført et formindsket prædationstryk på dyreplanktonet fra de større fisk's side i de senere år.

Selv om fiskebestanden samlet set påvirker dyreplanktonet gennem et formodentlig betydeligt prædationstryk, er fiskebestanden næppe hovedansvarlig for nedgangen i dyreplanktonets mængde gennem årene, der snarere skyldes skiftet fra grønalgedominans til blågrønalgedominans.

Sammenfattende har reduktionen i søvandets indhold af næringsstoffer endnu ikke været stor nok til, at planteplanktonet i søen er blevet tilstrækkeligt næringsbegrænset. De sidste par års vekslende dominansforhold mellem grønalger og blågrønalger er sandsynligvis klimatisk betingede og de kommende år vil antagelig igen byde på nye massive blågrønalgeopblomstringer i søen og dette må forventes at fortsætte indtil fosforkoncentrationen i søvandet når ned under de 150 µg P/l, der er målsætningen. Før dette sker vil dyreplanktonet næppe heller være i stand til at kontrollere planteplanktonet.

10. Konklusion

Set for perioden 1989-2002 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 takt med den faldende næringsstoffkoncentration i søvandet skete der som forventet et skifte i søens planteplankton fra en dominans af grønalger til de lidt mindre næringskrævende blågrønalger. Blågrønalger har således, på nær i 1999, domineret i søen siden 1995.

Med mindre fosforniveauet reduceres ned til 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.

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.

Søens indsvingningsperiode, dvs. perioden fra den eksterne tilførsel er reduceret tilstrækkeligt og indtil søens sediment har aflastet sin overskydende fosforpulje, er i 1993 beregnet til 20-25 år ved anvendelse af en computerbaseret dynamisk sømodel. Den faldende fosforaførsel taget i betragtning vil denne tidshorisont næppe blive væsentligt kortere.

11. Referencer

- 1/ Miljøstyrelsen (2000). NOVA 2003. Programbeskrivelse for det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 1.
- 2/ 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.
- 3/ Roskilde Amtskommune (1982). Østrup-Gundsømagle Sø 1979-80. Rapport udarbejdet af Roskilde Amtskommunes miljøsektion for Hovedstadsrådet, oktober 1982.
- 4/ Danmarks Miljøundersøgelser (2002). Paradigma 2003. DMU.
- 5/ Høy, T. og J. Dahl (1995). Danmarks søer. Søerne i Roskilde Amt, Københavns Kommune og Københavns Amt. Strandbergs Forlag.
- 6/ Danmarks Miljøundersøgelser (1999). Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplande 1998-2003. Vandløb og søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 15.
- 7/ Roskilde Amt (1995). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-94.
- 8/ Roskilde Amt (2002). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-2001.
- 9/ Kristensen, P., Jensen, J.P. & E. Jeppesen (1990). Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9.
- 10/ Olrik, K. (1991). Planteplankton-metoder. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af planteplankton i søer og marine områder. Miljøprojekt nr. 187. Miljøstyrelsen.
- 11/ Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann & P. Andersen (1992). Zooplankton i søer - metoder og artslistes. Miljøprojekt 205. Miljøstyrelsen.
- 12/ Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990). Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelsesprogram, fiske-redskaber og metoder. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- 13/ Roskilde Amt (1990). Fiskebestanden i Gundsømagle Sø, september 1990. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 14/ Roskilde Amt (1997). Fiskebestanden i Gundsømagle Sø, september 1996. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 15/ Roskilde Amt (2002). Fiskebestanden i Gundsømagle Sø, september 2001. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 16/ Roskilde Amt (1998). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-97.
- 17/ Lauridsen T.L. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- 18/ Roskilde Amt (1997). Vandmiljøovervågning. Overvågning af søer 1996 samt temarapportering regionale søer. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium for Roskilde Amt.
- 19/ Roskilde Amt (2000). Vandmiljøovervågning. Gundsømagle Sø 1989-99.

12. Bilagsoversigt

1. Klimadata
2. Søkort og morfometriske data.
3. Oplandsstørrelse, areal- og jordtypefordeling.
4. Samleskema for vandføring og stofkoncentrationer i tilløbet Hove Å, station 777, i perioden 1989-2002.
5. Vand- og stofbalanceberegninger for 2002 opgjort på månedsbasis.
6. Samleskemaer for vand og stof 1989-2002. Års- og sommerværdier.
7. Beregningsmetode for vand- og stoftilførslen.
8. Kildeopsplitning.
9. Samleskema for fysisk-kemiske målinger 1989-2002.
10. Plankton.
11. Fiskeyngel 2002.
12. Oversigt over udførte undersøgelser i søen.

VANDMILJØovervågning

Gundsømagle Sø

1989-2002

BILAG

Løbenr.: 12 2003

Eksemplar nr.: 3/4

Bilag 1

KLIMADATA - Gundsømagle Sø

Temperatur (grader C)

Måned	Normal 1961-90	2002
Jan	-0,4	2,1
Feb	-0,3	3,9
Mar	2,1	3,9
Apr	6	7,0
Maj	11,3	12,6
Jun	15,1	15,6
Jul	16,5	17,2
Aug	16,3	19,9
Sep	12,9	14,3
Okt	9,2	7,1
Nov	4,6	4,2
Dec	1,3	0,1
År	7,9	9,0
Sommer	14,4	15,9

Solskinstimer

Målestation: Københavns Lufthavn

Måned	Normal 1961-90	2002
Jan	43	44
Feb	68	91
Mar	117	186
Apr	185	161
Maj	249	253
Jun	259	337
Jul	244	266
Aug	233	280
Sep	158	236
Okt	103	117
Nov	57	38
Dec	38	19
År	1754	2028
Sommer	1143	1372

Globalindstråling (MJ/m2)

Måned	Normal	2002
Jan		52
Feb		118
Mar		317
Apr		355
Maj		533
Jun		648
Jul		527
Aug		522
Sep		388
Okt		189
Nov		64
Dec		29
År		3740
Sommer		2617

Hård vind målt ved Ledreborg Alle

(DMI 30421 Ledreborg Alle II)

% vindhastigheder lig med eller over 10,8 m/s

Måned	Normal 1989 - 98	2002
jan	5,7	5,4
feb	5,2	6,3
mar	5,2	1,3
apr	1,6	0,0
maj	0,5	0,0
jun	0,2	0,4
jul	0,0	0,0
aug	0,1	0,0
sep	0,3	0,0
okt	1,2	0,0
nov	1,3	0,0
dec	2,0	2,8

Potentiel fordampning (mm)

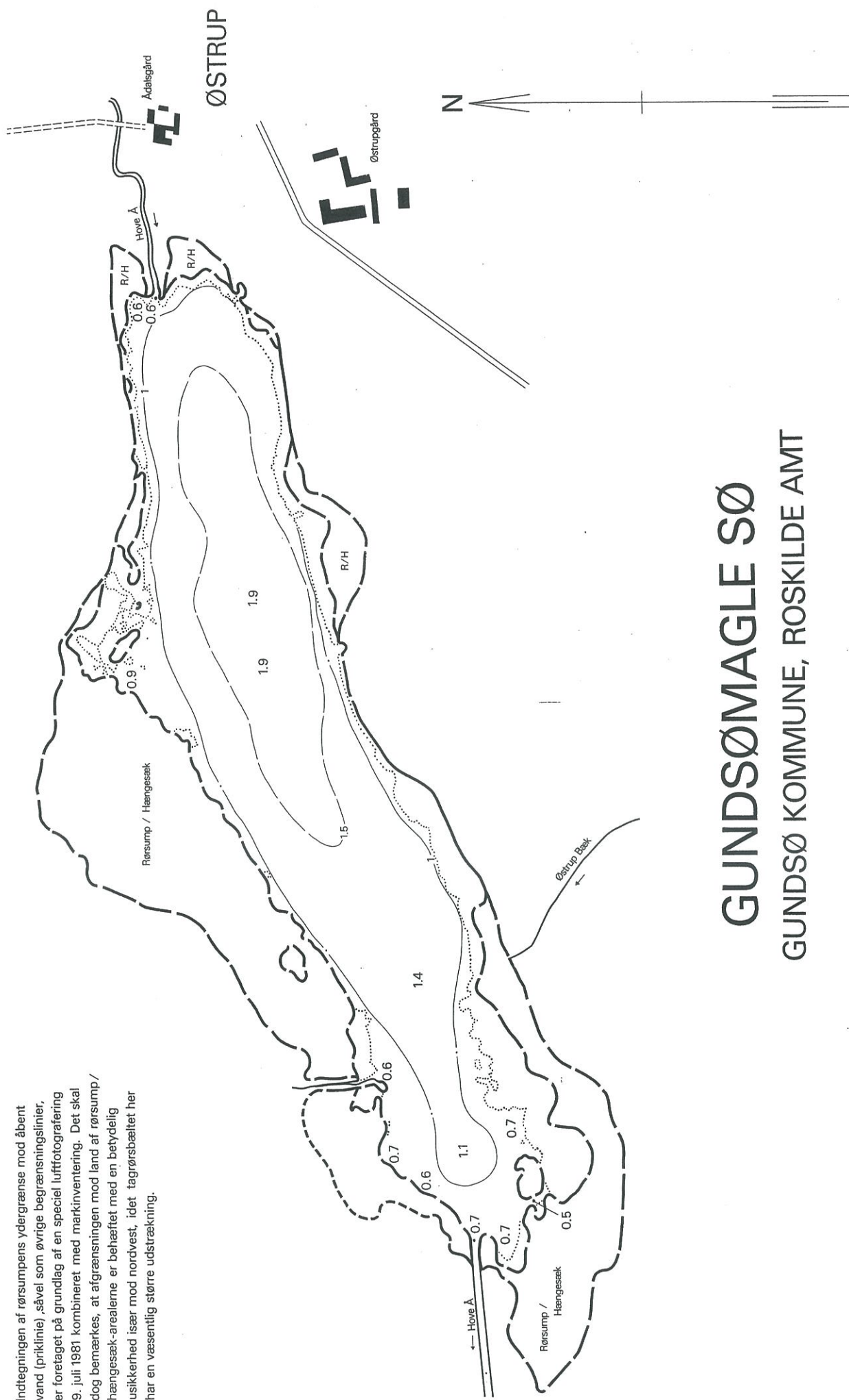
Måned	Normal 1961-90	2002
Jan	5	6
Feb	11	15
Mar	29	41
Apr	55	51
Maj	86	90
Jun	101	117
Jul	103	98
Aug	82	101
Sep	50	68
Okt	26	28
Nov	10	8
Dec	4	3
År	562	627
Sommer	422	474

Nedbør (mm)

Måned	Normal 1961-90	2002
Jan	45	67
Feb	28	91
Mar	37	21
Apr	36	20
Maj	42	52
Jun	50	65
Jul	65	109
Aug	62	107
Sep	57	25
Okt	53	119
Nov	57	77
Dec	54	32
År	586	784
Sommer	276	358

Bilag 2

Indtegningen af rørsumpens ydergrænse mod åbent vand (priklinie), såvel som øvrige begrænsningslinier, er foretaget på grundlag af en speciel 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

Gundsømagle Sø

Morfometriske data bestemt efter kort i 1:5000 udarbejdet af Thorkild Høy i 1981.

Alle beregninger er foretaget ud fra en vandstand ved 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	
- Fri vandflade:	ca. 26 ha
- Fri vandflade + rørsump:	ca. 32 ha
- Fri vandflade + rørsump + hængesæk:	ca. 207 ha
Vanddybde	
- Middeldybde:	1,20 m
- Max. dybde:	1,90 m
Vandvolumen:	ca. 375.000 m ³
Vandstandskoter iflg. regulativ (m over DNN)	
- 1/10 - 15/3:	4,076 - 4,232
- 15/3 - 1/10:	3,866 - 4,023
Kystlængde	
- Afgrænsning af rørsump/hængesæk mod sø:	ca. 3.600 m
- Afgrænsning af rørsump mod sø:	ca. 3.400 m

Gundsømagle Sø. Topografisk opland, jordtypefordeling og arealudnyttelse.						
OPLAND TIL:	Hove Å, st. 777		Delopland direkte til sø		Samlet opland	
ENHED:	km ²	%	km ²	%	km ²	%
TOTAL AREAL:	54,66	100	11,43	100	66,09	100
JORDTYPEFORDELING:						
1) Grovsandet jord	-	-	-	-	-	-
2) Finsandet jord	-	-	-	-	-	-
3) Lerblandet sandjord	6,45	11,8	1,10	9,6	7,55	11,4
4) Sandblandet 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
AREALUDNYTTELSE:						
Åben bebyggelse	4,79	8,8	-	-	4,79	7,2
Sommerhuse	-	-	0,07	0,6	0,07	0,1
Industri og handel	0,07	0,1	-	-	0,07	0,1
Råstofgrave	0,80	1,5	-	-	0,80	1,2
Dyrket land	35,81	65,5	9,16	80,1	44,98	68,1
Frugt- og bærplantager	0,39	0,7	-	-	0,39	0,6
Blandet landbrug og natur	8,86	16,2	0,31	2,7	9,17	13,9
Løvskov	2,24	4,1	-	-	2,24	3,4
Blandet kratkov	1,40	2,6	-	-	1,40	2,1
Ferske enge	-	-	1,63	14,3	1,63	2,5
Mose og kær	0,29	0,5	-	-	0,29	0,4
Søer	-	-	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)

excl:

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

Hove Å, station 777	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
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	211,5	207,4	438,4
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	46,7	96,0	183,0
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	0,153	0,216	0,167
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	0,157	0,221	0,192
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	3,480	1,960	1,410	0,520	0,400	0,193	0,145	0,196	0,179	0,147	0,144	0,139	0,213	0,144
Opløst fosfatfor														
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	0,053	0,061	0,071
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	0,064	0,076	0,098
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	3,100	1,770	1,250	0,380	0,310	0,114	0,067	0,084	0,086	0,053	0,050	0,043	0,044	0,021
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	0,100	0,155	0,096
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	0,093	0,145	0,094
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	0,380	0,190	0,160	0,140	0,100	0,079	0,078	0,113	0,094	0,094	0,094	0,096	0,168	0,123
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	5,210	4,912	4,817
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	3,809	4,014	3,897
Vandføringsvægtet årsmiddelkonc. (mg/l)	12,921	13,150	12,227	13,012	9,987	7,440	6,777	4,430	6,103	8,652	6,969	6,420	5,760	5,633

Vandbalance Gundsømagle Sø 2002

Alle værdier i 1000m3

	Nedbør x søareal	Fordampn. x søareal	Direkte tilførsel	Målt tilløb	Umålt opland	Samlet ekstern tilførsel	Fraførsel (i søafløb)	Magasin	"Grundvand" (+ indsvivning - udsivning)	Samlet tilførsel (ekstern + indsvivning)	Samlet fraførsel (søafløb + udsivning)
Jan	25	2	0	1.596	41	1.659	1.775	82	222	1.882	1.775
Feb	34	5	0	2.673	68	2.769	3.504	42	816	3.586	3.504
Mar	8	13	0	2.591	66	2.652	3.302	-158	533	3.185	3.302
Apr	7	16	0	663	17	671	744	-7	77	748	744
Maj	19	29	0	616	16	622	656	-19	25	646	656
Jun	24	37	0	287	7	281	225	11	-40	281	265
Jul	40	31	0	477	12	499	419	24	-48	499	467
Aug	40	32	0	854	22	883	934	-2	62	945	934
Sep	9	22	0	186	5	179	164	25	13	191	164
Okt	44	9	0	934	24	992	744	2	-231	992	976
Nov	29	3	0	1.723	44	1.793	2.116	2	352	2.145	2.116
Dec	12	1	0	1.226	31	1.268	1.427	-29	150	1.418	1.427
År	291	200	0	13.825	351	14.266	16.009	-28	1.932	16.518	16.329
Sommer	133	152	0	2.420	62	2.463	2.397	38	11	2.562	2.485

Stofbalance Gundsømagle Sø 2002

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	10	280	184	-64	-5	47	42
Feb	0	21	296	262	-5	-7	58	51
Mar	0	18	244	206	-14	-14	56	42
Apr	0	4	97	66	-4	24	7	32
Maj	0	4	102	111	-12	48	-64	-16
Jun	0	3	59	100	-50	27	-115	-89
Jul	0	6	95	159	-30	69	-157	-88
Aug	0	14	194	348	5	-48	-87	-135
Sep	0	3	31	53	0	-7	-11	-18
Okt	0	17	113	125	-178	-68	-104	-172
Nov	0	12	234	232	-1	-26	40	14
Dec	0	9	249	158	-2	-10	108	98
År	4	120	1.996	2.004	-354	-16	-222	-239
Sommer	2	30	482	772	-87	90	-435	-346

Stofbalance Gundsømagle Sø 2002

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	674	11.698	10.140	-3.527	1.165	-2.420	-1.255
Feb	40	950	18.310	19.770	-382	-451	-403	-854
Mar	40	896	15.279	15.669	-834	-2.011	1.723	-288
Apr	40	166	2.801	1.958	-122	-590	1.516	926
Maj	40	208	2.191	1.519	-163	-168	925	757
Jun	40	139	969	574	-363	115	96	211
Jul	40	251	2.737	1.238	-251	672	867	1.539
Aug	40	288	2.894	2.981	71	-460	773	312
Sep	40	58	679	429	2	100	249	349
Okt	40	205	4.465	2.583	-1.849	164	113	278
Nov	40	550	9.433	8.537	-21	617	848	1.465
Dec	40	448	6.419	6.521	-66	355	-35	320
År	480	4.833	77.872	71.918	-7.506	-492	4.253	3.761
Sommer	200	945	9.469	6.741	-704	259	2.910	3.169

Stofbalance Gundsømagle Sø 2002

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	7	1.177	785	-276	140	-17	123
Feb	0	8	2.010	2.331	-35	-58	-291	-349
Mar	0	8	1.751	1.397	-101	23	238	261
Apr	0	3	1.271	287	-11	-176	1.152	976
Maj	0	4	1.193	247	-13	39	897	937
Jun	0	2	374	93	-33	-84	333	250
Jul	0	3	498	464	-20	6	10	16
Aug	0	0	455	433	10	-45	77	32
Sep	0	1	160	17	0	7	137	144
Okt	0	3	604	113	-128	43	322	366
Nov	0	4	1.010	439	-2	70	504	573
Dec	0	3	1.690	518	-6	9	1.160	1.169
År	0	44	12.192	7.125	-615	-26	4.523	4.496
Sommer	0	9	2.679	1.254	-56	-77	1.455	1.378

Bilag 6

Årsopgørelse Vandbalance

Gundsømagle Sø

Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Direkte tilførsel (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsvining (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsivning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde sø afløb (m/år)	Opholdstid År (år)	Opholdstid År (dage)
1980								7.351			23,0			
1986					6.542			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	13.837	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
2000	200	151	0	171	6.688	2.294	14	6.907	9.201	9.187	21,6	28,7	0,045	16
2001	234	207	0	167	6.540	1.068	-12	6.733	7.802	7.813	21,0	24,4	0,051	19
2002	291	200	0	351	13.825	1.932	-28	14.266	16.198	16.009	44,6	50,0	0,027	10

Sommeropgørelse Vandbalance

Gundsømagle Sø

Nedbør (1000m3)	For- dampning (1000m3)	Direkte tilførsel (1000m3)	Umålt opland (1000m3)	Tilløb (1000m3)	Afløb (1000m3)	"Grundvand" (1000m3)	Magasin (1000m3)	Samlet overfladetilførsel (1000m3)	Samlet tilførsel incl. indsvining (1000m3)	Samlet fraførsel incl. udsivning (1000m3)	Stighøjde overfladetilførsel (m/år)	Stighøjde sø afløb (m/år)	Opholdstid Sommer (dage)	
1980														
1986														
1988														
1989	85	153	3	2	391	110	8	328	328	325	1,0	0,3	1,437	525
1990	98	144	3	1	292	149	-5	250	250	259	0,8	0,5	1,118	408
1991	113	136	3	4	1.165	1.271	8	1.149	1.279	1.271	3,6	4,0	0,125	46
1992	50	162	3	38	495	313	-66	423	423	489	1,3	1,0	0,534	195
1993	137	125	3	26	999	714	45	1.040	1.040	994	3,2	2,2	0,211	77
1994	101	147	2	40	1.552	1.106	10	1.549	1.549	1.539	4,8	3,5	0,152	55
1995	65	148	2	41	1.612	1.302	-11	1.572	1.572	1.582	4,9	4,1	0,129	47
1996	77	162	2	21	823	825	-54	761	771	825	2,4	2,6	0,202	74
1997	114	162	0	17	657	480	-21	626	626	647	2,0	1,5	0,339	124
1998	103	123	0	25	930	898	-13	934	934	947	2,9	2,8	0,156	57
1999	118	140	0	29	1.140	1.398	-11	1.147	1.387	1.398	3,6	4,4	0,104	38
2000	96	118	0	16	618	1.113	41	613	1.153	1.113	1,9	3,5	0,135	49
2001	132	158	0	33	1.269	1.364	-0	1.276	1.364	1.364	4,0	4,3	0,101	37
2002	133	152	0	62	2.420	2.397	38	2.463	2.474	2.397	7,7	7,5	0,155	56

Gundsømagle Sø

Årsopgørelse TOTAL-P

Gundsømagle Sø

1980																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Sommeropgørelse TOTAL-P

Gundsømagle Sø

1980																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Gundsømagle Sø

Årsoppgørelse TOTAL-N

Gundsømagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Frøløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratløbsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980											105.600		330,00				14,365
1986								31.200			44,1	70.700	39.500	220,94			9,523
1988								20.700			19,8	104.600	83.900	326,88			10,018
1989	64	442	430	35.327	9.671	-2.350	529	23.713		65,4	24.241	66,9	36.262	113,32	203,02	75,75	12,892
1990	66	442	459	47.282	35.784	12.051	1.530	22.985		38,1	24.515	40,7	60.300	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	31.717	43,1	73.550	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	26.260	38,0	69.139	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	25,1	79.892	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	13.790	12,7	108.386	47,15	129,19	43,09	7,614
1995	151	640	3.608	66.121	67.017	8.085	-2.192	11.588		17,5	11.588	14,7	78.605	43,06	117,99	36,21	6,968
1996	144	640	934	11.414	8.839	-556	588	3.149		24,0	3.737	28,5	13.132	9,84	26,96	11,68	4,660
1997	26	640	812	13.177	7.982	-69	1.478	5.127		35,0	6.604	45,1	14.655	16,02	43,89	20,64	6,315
1998	0	480	2.472	61.876	54.613	11.419	-90	21.723		28,5	21.633	28,4	76.247	67,89	185,99	67,60	8,774
1999	0	480	2.810	53.682	51.111	8.524	-784	15.170		23,2	14.385	22,0	65.496	51,111	204,67	44,95	7,152
2000	0	480	2.378	42.936	41.080	13.846	48	18.512		31,0	18.560	31,1	59.640	57,85	158,49	58,00	6,607
2001	0	480	2.298	37.668	33.114	6.801	-53	14.186		30,0	14.133	29,9	47.248	44,33	121,46	44,17	5,959
2002	0	480	4.833	77.872	71.918	-7.506	-492	4.253		5,1	3.761	4,5	83.185	13,29	36,42	11,75	5,894

Sommeropgørelse TOTAL-N

Gundsømagle Sø

Punkt- kilder (kg)	Atm. dep. (kg)	Umålt opland (kg)	Tilløb (kg)	Frøløb (kg)	"Grund- vand" (kg)	Magasin (kg)	Retention (kg)	Magasin + retention (kg)	Retention %	Magasin + retention %	Samlet tilførsel (kg)	Samlet fratløbsel (kg)	Samlet tilførsel (g/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980											21.100		65,94				30,360
1986																	
1988																	
1989	27	185	29	4.643	914	-970	-415	3.414		69,9	3.000	61,4	4.884	10,67	29,23	9,37	11,883
1990	28	185	15	4.163	988	-433	-170	3.138		71,5	2.969	67,6	4.390	9,81	26,87	9,28	14,231
1991	24	185	55	13.998	6.171	2.332	-747	11.170		67,3	10.423	62,8	16.594	34,91	95,63	32,57	12,020
1992	42	201	593	5.896	1.370	-916	-1.564	6.009		89,3	4.445	66,0	6.731	18,78	51,45	13,89	12,187
1993	22	201	341	7.254	2.323	-1.138	389	3.968		50,8	4.356	55,7	7.818	12,40	33,97	13,61	7,408
1994	57	268	596	5.634	3.958	-1.109	-108	1.596		24,3	1.488	22,7	6.555	4,99	13,67	4,65	3,914
1995	63	268	647	6.753	3.670	-922	-237	3.377		43,7	3.140	40,6	7.732	10,55	28,91	9,81	4,477
1996	60	268	337	2.795	2.739	-92	1.520	-891		-25,8	628	18,2	3.460	-2,79	-7,63	1,96	3,710
1997	11	268	287	2.308	1.250	-692	953	-20		-0,7	932	32,4	2.875	-0,06	-0,18	2,91	3,849
1998	0	200	370	3.854	2.616	-153	-855	2.510		56,7	1.655	37,4	4.424	7,84	21,49	5,17	4,427
1999	0	200	458	5.417	3.988	1.193	-194	3.473		47,8	3.279	45,1	7.267	10,85	29,74	10,25	5,024
2000	0	200	253	2.368	2.886	2.098	49	1.984		40,3	2.032	41,3	4.919	6,20	16,99	6,35	4,134
2001	0	200	474	5.944	3.537	468	-183	3.731		52,7	3.548	50,1	7.086	11,66	31,95	11,09	4,929
2002	0	200	945	9.469	6.741	-704	259	2.910		27,4	3.169	29,9	10.613	9,09	24,92	9,90	4,196

Gundsømagle Sø

Årsopgørelse 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/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)
1980	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
1986	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
1988	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
1989	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
1990	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
1991	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
1992	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
1993	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
1994	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
1995	0	0	23	5.567	2.003	2.387	199	5.776	5.975	72,4	74,9	7.977	2.003	24,93	18,05	49,45	18,67	0,815
2000	0	0	23	11.019	2.681	2.378	-93	10.833	10.740	80,7	80,0	13.420	2.681	41,94	33,85	92,74	33,56	1,646
2001	0	0	44	12.192	7.125	-615	-26	4.523	4.496	37,0	36,7	12.236	7.740	38,24	14,13	38,72	14,05	0,863

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/m2/år)	Retention (g/m2/år)	Retention (mg/m2/dag)	Magasin + retention (g/m2/år)	Vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l)	
1980	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
1986	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
1988	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
1989	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
1990	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
1991	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
1992	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
1993	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
1994	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
1995	0	0	0	3	597	283	458	-3	778	775	73,5	73,2	1.058	283	3,31	2,43	6,66	2,42	0,947
1996	0	0	0	5	1.816	332	398	-65	1.951	1.886	88,0	85,0	2.219	332	6,93	6,10	16,71	5,90	1,399
1997	0	0	0	9	2.679	1.254	-56	-77	1.455	1.378	54,1	51,3	2.688	1.310	8,40	4,55	12,45	4,31	1,083

Gundsørmagle Sø

Bilag 7

Gundsømagle Sø - Vand- og stofbalanceberegninger

Vand- og stofbalanceberegningerne er for 1989-97 udført ved hjælp af EDB-programmet STOQ-sømodul version 3.30, i 1998-2001 er anvendt vers. 4.4 og 4.6. I 2002 er anvendt STOQ SQL sømodul vers. 2.0.

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 efter 1989 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. Indsivet stofmængde via grundvandsindsivning lagt til tilførslen; udsivet stofmængde via grundvandsudsivning er lagt til fraførslen.
2. Tilbageholdelsen (retentionen) er beregnet som tilført stofmængde - fraført stofmængde, hvor:

tilført stofmængde er:

*transport fra målt opland + transport fra umålt opland + atm. deposition - magasinering
+ 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 (Areal_{783}); dvs.:

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

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 1993-2002 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 1993-2002 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 (Areal_{783}); dvs.:

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

Stofkoncentrationerne i det afstrømmende vand fra det "nye" umålte opland i 1993-2002 er estimeret ved brug af gennemsnitlige vandføringsvægtede månedsmiddelkoncentrationer fra Østrup Bæk, st. 783, baseret på målinger i 1989-92.

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 indsivende "grundvand" for alle år 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 indsivende "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 indsivning. I de nyeste versioner af STOQ-Sømodul (fra og med vers. 4.0) er der mulighed for at operere med et vilkårligt antal værdier af stofkoncentrationer i det indsivende "grundvand" pr. år. Ved beregningerne siden 1999 er derfor de målte koncentrationer i tilløbet anvendt for det indsivende "grundvand".

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

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 anvendte værdier er:

	Total-P (mg/l)	Total-N (mg/l)
1989	0,055	1,60
1990	0,055	1,80
1991	0,052	1,50
1992	0,050	1,61
1993	0,052	2,77
1994	0,051	1,60
1995	0,048	1,40
1996	0,048	1,40
1997	0,048	1,40
1998	0,050	1,52
1999	0,054	1,49
2000	0,044	1,35
2001	0,049	1,27
2002	0,051	1,56

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 ny og 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 ejendomme 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.

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.

Gundsømagle Sø: Kildeopsplætning af Fosfor (P)

- alle tal i kg

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Alværgedp.	Punktkilder ialt	Enkeltejeendomme	Landbrug	Natur	Atm. 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	301	147		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
2000	173	204		377	254	300	403	4	1.337
2001	172	166		338	199	718	381	4	1.639
2002	193	366	8	567	327	401	821	4	2.120

Gundsømagle Sø: Kildeopsplætning af Kvælstof (N)

- alle tal i kg

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Alværgedp.	Punktkilder ialt	Enkeltejeendomme	Landbrug	Natur	Atm. 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	69.139
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	54.184	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
2000	692	4.782		5.474	1.114	40.217	12.355	480	59.640
2001	679	4.178		4.857	960	31.045	9.905	480	47.248
2002	792	4.375	361	5.518	1.432	50.676	25.080	480	83.185

Gundsømagle Sø: Kildeopsplætning af Fosfor (P)

- alle tal i %

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Alværgedp.	Punktkilder ialt	Enkeltejeendomme	Landbrug	Natur	Atm. 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		69,7	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
2000	12,9	15,3		28,2	19,0	22,4	30,1	0,3	100
2001	10,5	10,1		20,6	12,1	43,8	23,2	0,2	100
2002	9,1	17,3	0,4	26,7	15,4	18,9	38,8	0,2	100

Gundsømagle Sø: Kildeopsplætning af Kvælstof (N)

- alle tal i %

	Regnbetingede udlob	Renseanlæg	Alværgedp.	Punktkilder ialt	Enkeltejeendomme	Landbrug	Natur	Atm. 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
2000	1,2	8,0		9,2	1,9	67,4	20,7	0,8	100
2001	1,4	8,8		10,3	2,0	65,7	21,0	1,0	100
2002	0,9	5,3	0,4	6,2	1,7	60,9	30,1	0,6	100

Parameter

Total-P
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.
1980		1,084		0,690	0,780	1,400
1986	1,411	1,049		0,550	0,690	1,400
1989	1,476	1,319		0,550	0,550	2,700
1990	1,181	1,039		0,630	0,630	2,000
1991	0,968	0,946		0,500	0,740	1,400
1992	0,900	1,135		0,370	0,830	1,900
1993	0,720	1,152		0,270	0,680	1,600
1994	0,619	1,050		0,115	0,329	1,990
1995	0,474	0,727		0,109	0,171	1,020
1996	0,453	0,563		0,116	0,181	0,970
1997	0,403	0,645		0,102	0,102	1,150
1998	0,356	0,604		0,099	0,231	0,929
1999	0,335	0,563		0,078	0,213	0,864
2000	0,292	0,464		0,082	0,211	0,867
2001	0,248	0,420		0,076	0,169	0,721
2002	0,219	0,335		0,087	0,169	0,505

Parameter

PO4-P
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.
1980		0,455		0,270	0,100	0,940
1986	1,049	0,734		0,270	0,270	1,100
1989	0,996	0,718		0,077	0,077	2,400
1990	0,673	0,367		0,010	0,010	1,100
1991	0,541	0,329		0,023	0,023	0,860
1992	0,327	0,277		0,010	0,130	0,490
1993	0,339	0,488		0,047	0,100	1,100
1994	0,367	0,617		0,005	0,022	1,300
1995	0,215	0,323		0,004	0,008	0,582
1996	0,160	0,092		0,009	0,009	0,263
1997	0,116	0,164		0,004	0,033	0,503
1998	0,134	0,216		0,005	0,070	0,470
1999	0,111	0,213		0,040	0,007	0,368
2000	0,075	0,147		0,004	0,010	0,339
2001	0,064	0,107		0,006	0,008	0,284
2002	0,048	0,062		0,004	0,004	0,163

Parameter

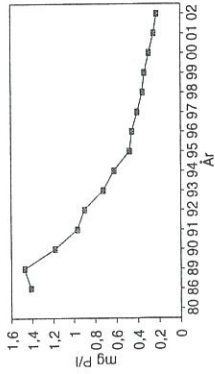
Total-N
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

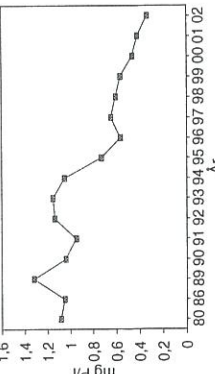
År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
1980		6,78		1,60	3,50	11,00
1986	5,01	2,59		3,00	1,60	4,30
1989	4,81	4,29		7,30	3,00	6,30
1990	6,00	3,85		2,70	2,70	5,10
1991	6,10	4,09		1,60	1,60	10,00
1992	6,75	3,98		2,45	2,45	6,10
1993	6,65	4,31		2,93	2,93	5,76
1994	5,13	3,07		2,32	2,32	4,78
1995	4,29	3,14		2,35	2,35	3,76
1996	4,60	4,96		2,02	2,02	9,82
1997	4,22	4,58		1,90	1,90	10,30
1998	5,89	2,97		2,23	2,23	3,83
1999	4,51	3,03		2,37	2,37	3,62
2000	4,09	2,86		2,09	2,34	3,42
2001	3,66	2,63		1,94	1,94	3,85
2002	4,15	2,96		2,26	2,26	4,19

Grafik

Total-P, årsmidler

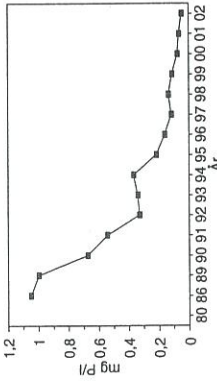


Total-P, sommermidler

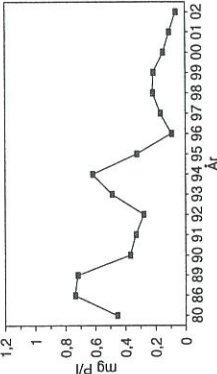


Grafik

PO4-P, årsmidler

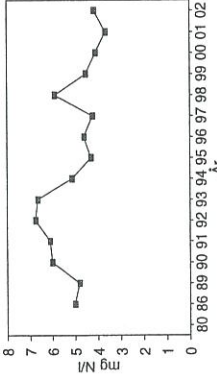


PO4-P, sommermidler

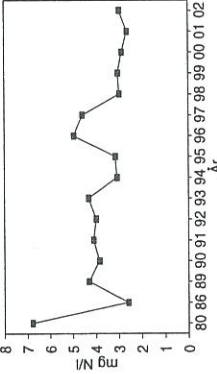


Grafik

Total-N, årsmidler



Total-N, sommermidler



Parameter

NO₂ + NO₃
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980								
1986	2,053	0,181	0,005	5,700	0,005	0,005	0,600	
1989	1,641	0,291	0,005	5,000	0,005	0,005	1,100	
1990	2,804	0,024	0,005	9,300	0,005	0,005	2,600	
1991	3,404	0,798	0,005	12,000	0,005	0,005	7,200	
1992	3,476	0,239	0,005	10,900	0,005	0,005	1,600	
1993	3,452	0,220	0,005	10,400	0,005	0,005	0,291	
1994	2,860	0,357	0,005	9,310	0,005	0,005	2,760	
1995	1,817	0,131	0,005	6,870	0,005	0,005	1,190	
1996	0,867	0,015	0,005	3,210	0,005	0,005	0,036	
1997	0,919	0,070	0,005	4,390	0,005	0,005	0,286	
1998	3,232	0,151	0,005	9,930	0,005	0,005	1,600	
1999	2,185	0,142	0,005	7,200	0,005	0,005	0,886	
2000	1,999	0,079	0,005	5,880	0,005	0,005	0,295	
2001	1,834	0,080	0,005	5,960	0,005	0,005	0,044	
2002	2,162	0,116	0,005	6,760	0,005	0,005	0,472	

Parameter

NH₄-N
mg/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980								
1986	0,769	0,012	0,004	2,920	0,001	0,001	0,043	
1989	0,091	0,026	0,001	0,230	0,001	0,006	0,047	
1990	0,093	0,008	0,001	0,790	0,001	0,030	0,120	
1991	0,216	0,023	0,001	0,900	0,001	0,001	0,130	
1992	0,242	0,009	0,005	1,150	0,005	0,005	0,016	
1993	0,253	0,007	0,003	1,660	0,003	0,010	0,010	
1994	0,077	0,029	0,005	0,267	0,005	0,113	0,113	
1995	0,091	0,059	0,006	0,310	0,007	0,310	0,310	
1996	0,408	0,053	0,005	1,530	0,005	0,466	0,466	
1997	0,255	0,151	0,005	1,520	0,005	1,520	1,520	
1998	0,062	0,009	0,005	0,398	0,004	0,019	0,019	
1999	0,052	0,016	0,005	0,242	0,005	0,058	0,058	
2000	0,051	0,011	0,005	0,180	0,005	0,036	0,036	
2001	0,069	0,006	0,005	0,251	0,005	0,016	0,016	
2002	0,074	0,018	0,005	0,526	0,005	0,089	0,089	

Parameter

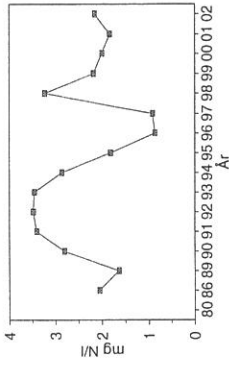
Opl. uorg. N
mg/l

NO₂+NO₃+NH₄-N

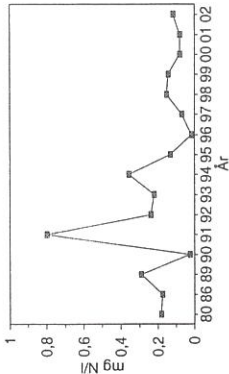
År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980								
1986	2,822	0,199	0,009	8,620	0,006	0,011	0,643	
1989	1,732	0,317	0,006	5,230	0,006	0,006	1,147	
1990	2,897	0,032	0,006	10,090	0,006	0,052	0,052	
1991	3,620	0,821	0,006	12,900	0,006	0,330	7,330	
1992	3,718	0,248	0,010	12,050	0,010	1,616	1,616	
1993	3,705	0,227	0,008	12,060	0,008	0,301	0,301	
1994	2,937	0,366	0,010	9,577	0,010	2,873	2,873	
1995	1,908	0,190	0,011	7,180	0,012	1,500	1,500	
1996	1,275	0,068	0,010	4,740	0,010	0,502	0,502	
1997	1,174	0,221	0,010	5,910	0,010	1,806	1,806	
1998	3,294	0,160	0,010	10,328	0,009	1,619	1,619	
1999	2,237	0,158	0,010	7,442	0,010	0,944	0,944	
2000	2,050	0,090	0,010	6,060	0,010	0,381	0,381	
2001	1,904	0,086	0,010	6,211	0,010	0,060	0,060	
2002	2,235	0,133	0,010	7,286	0,010	0,561	0,561	

Grafik

NO₂ + NO₃, årsmidler

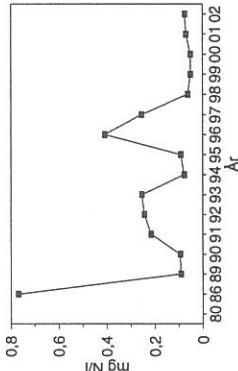


NO₂ + NO₃, sommermidler

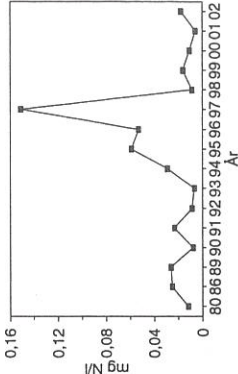


Grafik

NH₄-N, årsmidler

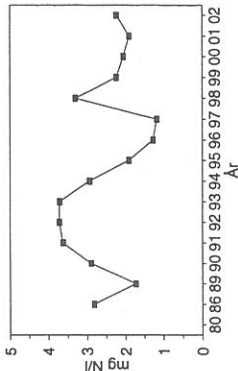


NH₄-N, sommermidler

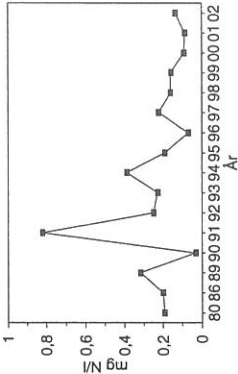


Grafik

Opl. uorg. N, årsmidler



Opl. uorg. N, sommermidler



Parameter

Klorofyl a
mikrogram/l

År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDSØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980		189				292	19	
1986	130	178	52	329	109	329	329	
1989	244	260	119	480	160	480	480	
1990	269	295	35	760	65	540	540	
1991	274	339	54	600	100	600	600	
1992	316	401	58	560	330	560	560	
1993	175	258	26	530	81	450	500	
1994	106	149	1	313	73	245		
1995	110	137	7	194	89	194		
1996	185	317	16	625	96	625		
1997	199	379	19	990	72	990		
1998	84	139	6	274	58	274		
1999	126	178	8	303	105	303		
2000	86	133	9	186	55	186		
2001	97	176	10	273	66	273		
2002	99	165	6	316	99	316		

Parameter

pH
pH

År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDSØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980		8,9				7,9	9,7	
1986	8,6	9,4	7,4	9,7	9,2	9,7	9,7	
1989	8,8	9,2	8,0	9,6	8,8	9,6	9,6	
1990	8,9	9,5	7,8	10,4	8,8	10,4	10,4	
1991	8,7	9,2	7,6	9,8	8,2	9,8	9,8	
1992	8,9	9,4	8,1	9,9	8,5	9,9	9,9	
1993	8,6	9,1	7,8	10,1	8,4	10,1	10,1	
1994	8,5	8,7	7,9	9,0	8,5	9,0	9,0	
1995	8,6	8,9	7,9	9,3	8,3	9,3	9,3	
1996	8,5	9,0	7,8	9,6	8,4	9,6	9,6	
1997	8,5	8,8	7,7	9,5	8,3	9,5	9,5	
1998	8,3	8,6	7,8	8,9	8,2	8,9	8,9	
1999	8,4	8,8	8,0	9,1	8,2	9,1	9,1	
2000	8,4	8,7	8,0	9,0	8,0	9,0	9,0	
2001	8,3	8,7	7,8	9,2	8,3	9,2	9,2	
2002	8,2	8,4	7,2	8,9	7,7	8,9	8,9	

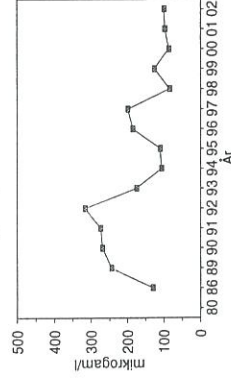
Parameter

Alkalinitet
mmol/l

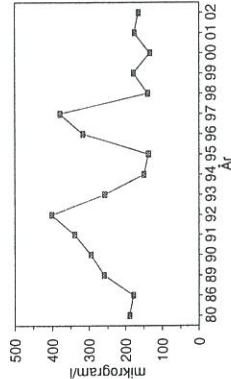
År	Tidsvægtede års- og sommermidler				GUNDSØMAGLE SØ			
	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	År Min.	Sommer Min.	Sommer Max.	
1980								
1986	4,16	3,43	2,13	5,60	2,13	4,04	4,04	
1989	3,75	3,18	2,17	5,13	2,17	4,29	4,29	
1990	4,15	3,37	2,56	5,78	2,56	4,43	4,43	
1991	3,84	3,24	1,79	5,62	1,79	4,31	4,31	
1992	3,87	3,11	1,78	5,70	2,08	4,14	4,14	
1994	4,97	5,36	3,35	6,26	4,33	6,26	6,26	
1995	4,62	4,79	3,92	6,10	3,92	6,10	6,10	
1996	4,05	3,16	2,00	6,45	2,00	4,59	4,59	
1997	3,90	3,56	2,82	6,28	2,82	4,30	4,30	
1998	4,86	4,93	4,24	5,69	4,35	5,69	5,69	
1999	4,92	4,46	3,60	5,76	3,60	5,42	5,42	
2000	5,07	4,56	3,28	6,74	3,28	5,32	5,32	
2001	5,28	4,32	3,39	6,66	3,39	4,79	4,79	
2002	5,09	4,89	3,98	6,44	4,04	5,82	5,82	

Grafik

Klorofyl a, årsmidler

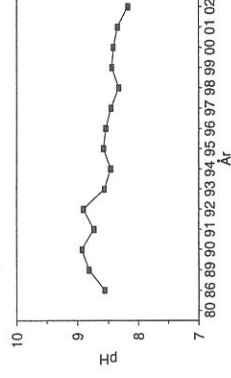


Klorofyl a, sommermidler

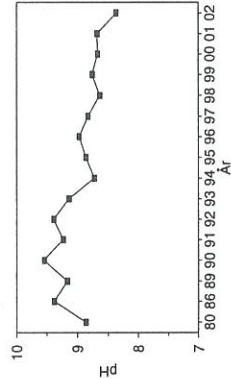


Grafik

pH, årsmidler

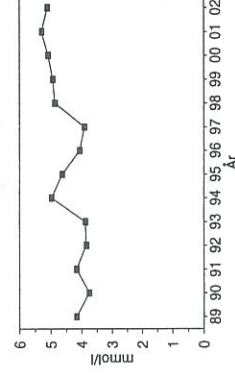


pH, sommermidler

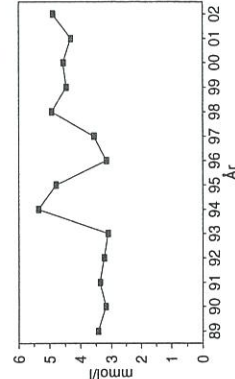


Grafik

Alkalinitet, årsmidler



Alkalinitet, sommermidler



Parameter

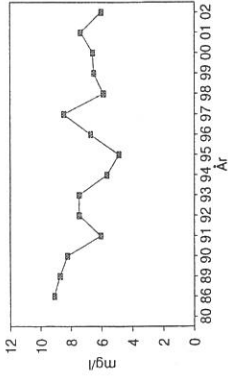
Silicium
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

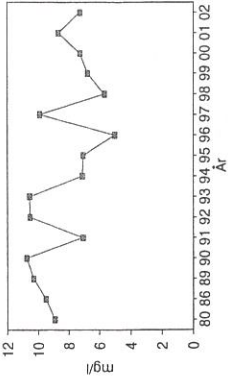
År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
1980						
1986	9,10	8,91	0,12	16,00	0,25	13,00
1989	8,73	10,30	0,18	14,00	2,10	14,00
1990	8,23	10,75	0,05	16,00	2,20	15,00
1991	6,04	7,08	0,09	11,00	0,95	11,00
1992	7,47	10,51	0,06	17,00	0,06	17,00
1993	7,45	10,54	0,41	14,00	3,60	14,00
1994	5,65	7,11	0,17	15,00	0,24	15,00
1995	4,89	7,07	0,03	14,00	0,03	14,00
1996	6,71	5,03	0,06	17,00	0,06	17,00
1997	8,48	9,89	0,03	19,00	0,28	19,00
1998	5,88	5,68	0,16	10,00	0,24	10,00
1999	6,49	6,78	0,02	11,00	0,02	11,00
2000	6,56	7,25	1,00	11,00	1,00	11,00
2001	7,36	8,65	0,03	13,00	0,03	13,00
2002	6,01	7,26	0,68	9,80	0,91	9,80

Grafik

Silicium, årsmidler



Silicium, sommermidler



Statistik - års- og sommermidler

Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2002		0
Sommer	1989-2002		0

Parameter

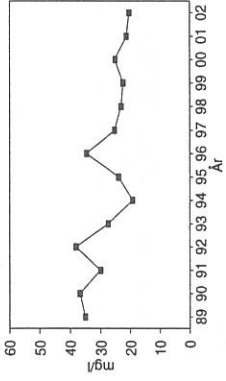
Suspenderet stof
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

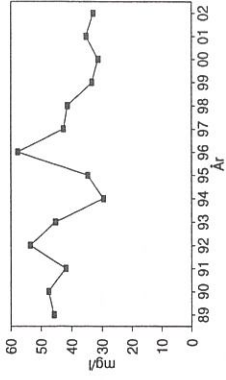
År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
1980						
1986						
1989	35,0	45,6	19,0	58,0	32,0	58,0
1990	36,8	47,4	13,0	88,0	33,0	60,0
1991	30,0	42,0	5,0	68,0	17,0	68,0
1992	38,1	53,5	10,0	61,0	47,0	61,0
1993	27,5	45,2	4,0	64,0	28,0	64,0
1994	19,3	29,5	4,0	53,0	16,0	53,0
1995	23,9	34,7	4,0	65,0	22,0	65,0
1996	34,6	57,7	2,4	105,0	15,0	105,0
1997	25,2	42,7	4,4	91,0	16,0	91,0
1998	23,0	41,3	4,4	118,0	23,0	118,0
1999	22,5	33,3	5,3	50,0	25,0	50,0
2000	25,0	31,2	5,8	62,0	22,0	45,0
2001	21,3	35,2	2,8	53,0	21,0	53,0
2002	20,4	32,8	3,7	42,0	24,0	42,0

Grafik

Susp. stof, årsmidler



Susp. stof, sommermidler



Parameter

Glødetab, s. stof
mg/l

Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

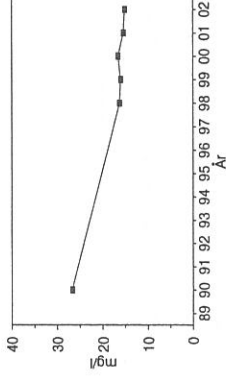
År	År 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	År Min.	År Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
1980						
1986						
1989						
1990	26,7	38,2	7,5	52,0	23,0	47,0
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998	16,2	30,2	2,0	69,0	14,0	69,0
1999	16,0	24,5	2,0	33,0	17,0	33,0
2000	16,5	24,4	3,7	36,0	17,0	36,0
2001	15,3	28,1	2,0	47,0	13,0	47,0
2002	15,1	25,7	2,1	38,0	22,0	38,0

Statistik - års- og sommermidler

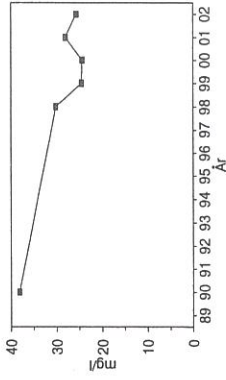
Type Lin. reg.	Periode	Niveau %	Symbol (+/-)
År	1989-2002		
Sommer	1989-2002		

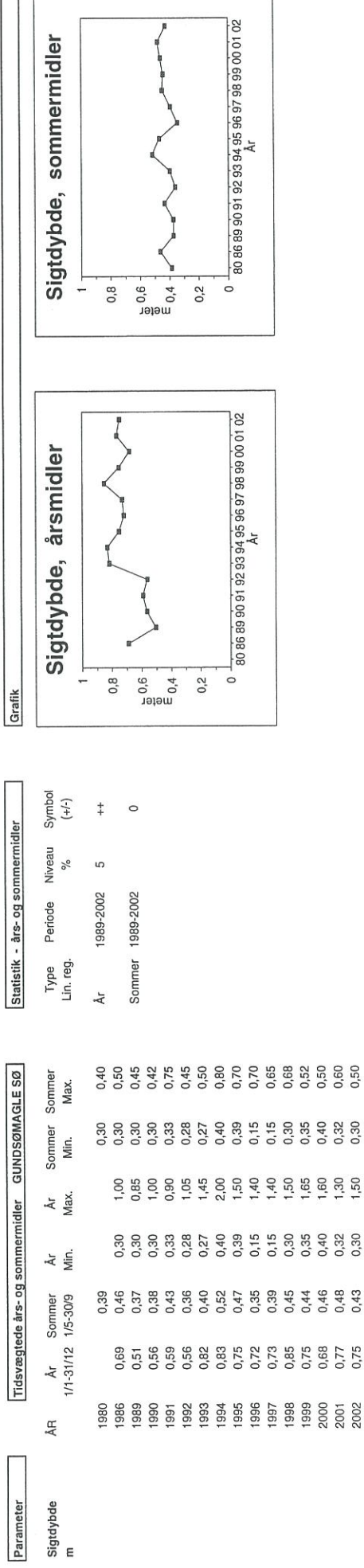
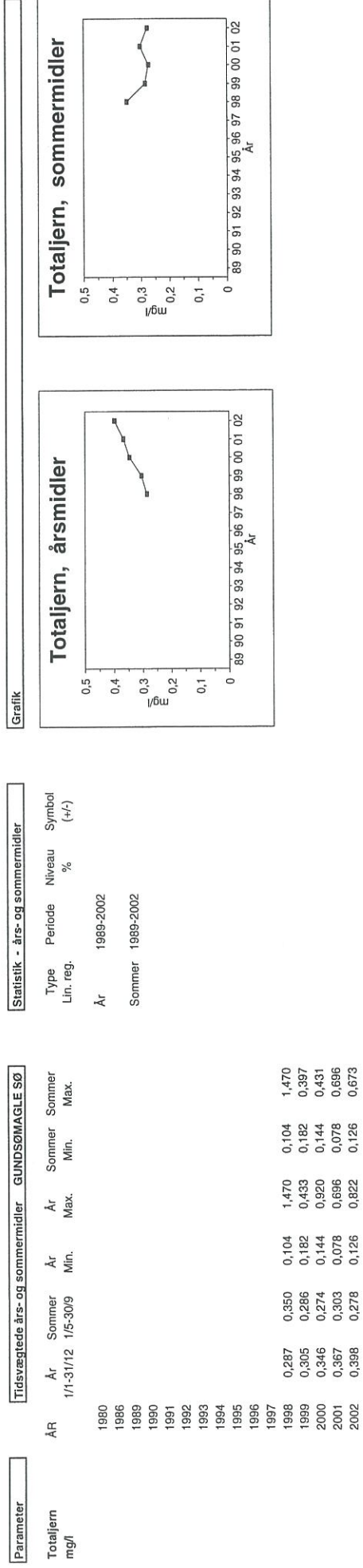
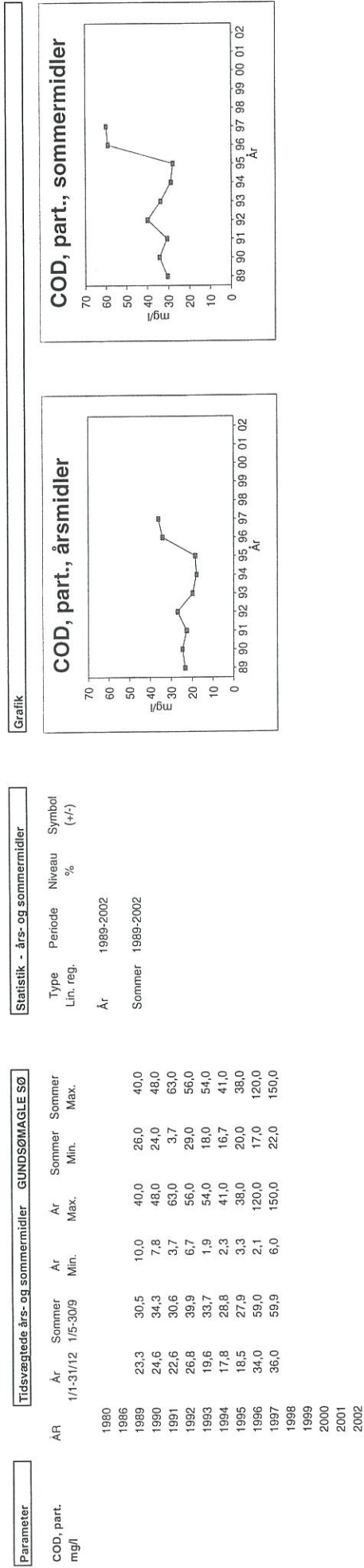
Grafik

Glødetab s.stof, årsmidler



Glødetab s.s, sommermidler





Parameter

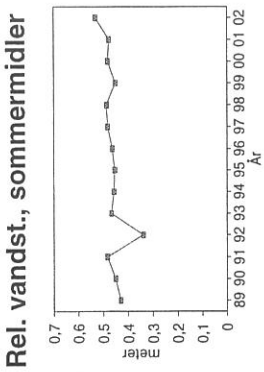
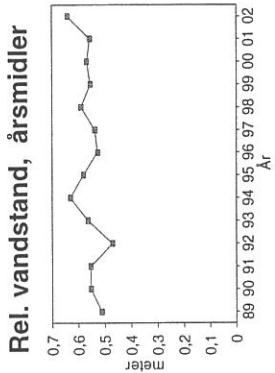
Tidsvægtede års- og sommermidler GUNDSØMAGLE SØ

Statistik - års- og sommermidler

Grafik

Rel. vandstand
m

AR	AR 1/1-31/12	Sommer 1/5-30/9	Ar Min.	Ar Max.	Sommer Min.	Sommer Max.
1980						
1986						
1989	0,51	0,43	0,33	0,61	0,33	0,52
1990	0,55	0,45	0,36	0,72	0,36	0,52
1991	0,55	0,48	0,35	0,71	0,35	0,59
1992	0,47	0,34	0,23	0,67	0,23	0,46
1993	0,56	0,47	0,37	0,75	0,37	0,57
1994	0,63	0,46	0,28	0,98	0,28	0,58
1995	0,58	0,45	0,34	0,98	0,34	0,51
1996	0,53	0,46	0,37	0,67	0,37	0,55
1997	0,54	0,48	0,43	0,64	0,43	0,54
1998	0,59	0,49	0,45	0,76	0,45	0,52
1999	0,55	0,45	0,40	0,86	0,40	0,50



Gundsømagle Sø 2002 - vandkemianalyser

Dato	Dybde cm	pH	Tørstof, susp.stof mg/l	Glødetab, susp.stof mg/l	Alkalinitet, total TA mmol/l	Ammonium-N, filt mg/l	Nitrit+nitrat-N, filt mg/l	Nitrogen, total mg/l	Orthophosphat-P, filt mg/l	Phosphor, total-P mg/l	Jern mg/l	Silicium mg/l	Chlorophyll A mikrogram/l
07-01-2002	20	7,7	7,2	2,3	6,44	0,526	5,96	7,23	0,075	0,149	0,509	7,5	19
05-02-2002	85	8,1	9,2	5,3	4,55	0,098	6,76	7,77	0,040	0,102	0,732	5,6	11
05-03-2002	107	8,1	7,6	5,1	3,98	0,031	5,14	6,09	0,026	0,087	0,512	4,5	41
02-04-2002	67	8,3	8,2	5,8	5,27	0,028	2,52	3,88	0,015	0,089	0,822	2,3	92
15-04-2002	65	7,9	15	9,2	5,60	0,014	1,68	3,32	0,029	0,110	0,298	0,76	112
30-04-2002	65	8,6	38	23	5,25	0,019	0,529	2,66	0,005	0,148	0,408	0,68	316
14-05-2002	62	8,4	33	24	5,20	0,052	0,469	2,60	0,004	0,169	0,126	0,91	122
27-05-2002	62	7,7	29	23	4,93	0,016	0,005	2,28	0,011	0,252	0,673	2,8	99
11-06-2002	72	7,7	32	25	4,81	0,005	0,005	2,61	0,014	0,333	0,145	8,0	124
24-06-2002	63	7,9	33	26	4,82	0,006	0,006	2,39	0,048	0,379	0,389	9,7	170
09-07-2002	65	8,6	32	23	4,22	0,005	0,005	2,83	0,011	0,274	0,177	8,1	195
23-07-2002	67	8,3	41	27	4,44	0,089	0,472	3,60	0,163	0,505	0,343	9,8	252
05-08-2002	65	8,9	42	38	4,04	0,005	0,005	4,19	0,108	0,459	0,269	9,5	115
19-08-2002	65	8,6	24	22	4,81	0,005	0,005	3,03	0,068	0,300	0,244	8,3	133
02-09-2002	62	8,7	35	27	5,82	0,006	0,006	2,93	0,083	0,375	0,187	8,7	157
16-09-2002	60	8,6	30	26	5,47	0,005	0,005	3,34	0,129	0,400	0,213	9,4	160
15-10-2002	72	8,6	19	15	5,06	0,018	0,335	2,66	0,046	0,264	0,181	6,3	74
12-11-2002	67	8,2	13	8,9	5,66	0,039	2,51	3,83	0,013	0,124	0,368	5,7	5,9
09-12-2002	70	7,2	3,7	2,1	5,58	0,146	4,01	5,06	0,051	0,124	0,474	6,4	

Gundsømagle Sø 2002 - feltmålinger

Dato	Klokkeslet	Sigtdybde m	Total dybde m	Vandstand lokal m
07-01-02	1020			0,67
05-02-02	1300	1,00	2,00	0,97
05-03-02	1315	0,80	2,15	1,07
02-04-02	1250	0,90	1,65	0,53
15-04-02	1300	0,75	1,60	0,53
30-04-02	1300	0,50	1,60	0,54
14-05-02	1300	0,50	1,55	0,48
27-05-02	1250	0,40	1,55	0,49
11-06-02	1250	0,45	1,55	0,45
24-06-02	1300	0,45	1,55	0,50
09-07-02	1310	0,50	1,60	0,53
23-07-02	1310	0,35	1,65	0,59
05-08-02	1300	0,30	1,60	0,62
19-08-02	1315	0,40	1,60	0,65
02-09-02	1325	0,45	1,55	0,58
16-09-02	1310	0,40	1,50	0,43
15-10-02	1310	0,55	1,75	0,58
12-11-02	1310	1,15	1,65	0,64
09-12-02	1320	1,50	1,70	0,67

Bilag 10

Planteplanktonbiomasser - tidsvægtede årsgennemsnit

	Blågrønalg	Kiselalger	Gronalger	Rekylalger	Furealger	Øjealger	Gulalger	Stilkalger	Ubestemte Total	Øvrige
	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l
1989	1,27	0,67	18,22	0,63	0,04	0,03	0,00	0,00	1,61	22,47
1990	2,14	3,07	18,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	24,32
1991	0,23	10,70	14,56	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	27,60
1992	4,37	6,27	15,97	1,23	0,47	0,00	0,00	0,00	0,99	29,29
1993	8,95	6,27	13,84	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	32,40
1994	3,18	2,59	3,66	0,81	0,00	0,00	0,01	0,04	0,81	11,15
1995	11,28	5,93	4,00	2,28	0,05	0,08	0,05	0,05	0,41	24,13
1996	39,22	2,25	3,25	2,64	0,05	0,10	0,08	0,01	0,61	48,20
1997	13,47	0,58	5,24	2,41	0,26	0,00	0,02	0,01	0,30	22,29
1998	10,56	0,74	3,11	1,98	0,00	0,00	0,02	0,01	0,37	16,79
1999	1,71	1,56	4,35	2,95	0,02	0,00	0,00	0,00	0,46	11,11
2000	5,36	3,80	4,13	1,86	0,00	0,00	0,04	0,02	0,63	15,82
2001	10,96	0,94	2,85	2,60	0,29	0,03	0,23	0,05	0,67	18,62
2002	10,07	2,33	1,12	0,88	0,00	0,94	0,11	0,03	0,52	16,00
Gns. 1989-2001	8,67	3,49	8,56	1,79	0,09	0,02	0,03	0,01	0,72	23,40
Udvikling: Linear regressionsanalyse										
Signifikansniveau: Symbol (+/-):	0	0	0,1%	10%	+	0	1%	10%	+	0

Udvikling:
Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Planteplanktonbiomasser - %-fordeling årsgennemsnit

	Blågrønalg	Kiselalger	Gronalger	Rekylalger	Furealger	Øjealger	Gulalger	Stilkalger	Ubestemte Total	Øvrige
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1989	5,7	3,0	81,1	2,8	0,2	0,1	0,0	0,0	7,2	100
1990	8,8	12,6	74,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	100
1991	0,8	38,8	52,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	100
1992	14,9	21,4	54,5	4,2	1,6	0,0	0,0	0,0	3,4	100
1993	27,6	19,4	42,7	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	100
1994	28,6	23,3	32,9	7,3	0,0	0,0	0,1	0,4	7,3	100
1995	46,8	24,6	16,6	9,5	0,2	0,3	0,2	0,2	1,7	100
1996	81,4	4,7	6,7	5,5	0,1	0,2	0,2	0,0	1,3	100
1997	60,4	2,6	23,5	10,8	1,1	0,0	0,1	0,0	1,4	100
1998	62,9	4,4	18,5	11,8	0,0	0,0	0,1	0,1	2,2	100
1999	15,4	14,0	39,2	26,5	0,1	0,0	0,0	0,0	4,2	100
2000	33,9	24,0	26,1	11,7	0,0	0,0	0,2	0,1	4,0	100
2001	58,8	5,0	15,3	14,0	1,6	0,2	1,2	0,3	3,6	100
2002	62,9	14,6	7,0	5,5	0,0	5,9	0,7	0,2	3,3	100
Gns. 1989-2001	34,3	15,2	37,2	9,0	0,4	0,1	0,2	0,1	3,5	100
Udvikling: Linear regressionsanalyse										
Signifikansniveau: Symbol (+/-):	1%	0	0,1%	5%	0	0	1%	0	0	0

Udvikling:
Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Planteplanktonbiomasser - tidsvægtede sommergennemsnit

	Blågrønalg	Kiselalger	Gronalger	Rekylalger	Furealger	Øjealger	Gulalger	Stilkalger	Ubestemte Total	Øvrige
	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l	mm3/l
1989	2,66	1,22	30,63	0,40	0,03	0,02	0,00	0,00	1,88	36,84
1990	5,04	0,46	31,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	38,64
1991	0,44	3,30	24,29	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	29,74
1992	5,79	2,31	27,02	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	36,49
1993	20,02	0,47	23,07	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76	46,20
1994	6,26	3,12	6,83	1,54	0,00	0,00	0,00	0,10	1,58	19,51
1995	25,48	4,80	8,22	2,94	0,00	0,18	0,01	0,11	0,66	42,40
1996	76,69	2,86	3,94	2,69	0,06	0,25	0,03	0,01	0,93	87,46
1997	31,48	0,28	6,10	1,25	0,11	0,00	0,03	0,01	0,42	39,68
1998	23,52	1,14	5,35	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	32,06
1999	3,66	2,12	8,54	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	16,81
2000	11,79	1,49	7,07	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	22,67
2001	24,71	0,47	5,72	0,93	0,00	0,08	0,00	0,07	1,11	33,08
2002	20,71	1,57	2,57	0,73	0,00	2,16	0,02	0,00	0,85	28,61
Gns. 1989-2001	18,27	1,85	14,52	1,28	0,02	0,04	0,01	0,02	1,04	37,04
Udvikling: Linear regressionsanalyse										
Signifikansniveau: Symbol (+/-):	0	0	0,1%	0	0	0	0	0	0	0

Udvikling:
Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Planteplanktonbiomasser - %-fordeling sommergennemsnit

	Blågrønalg	Kiselalger	Gronalger	Rekylalger	Furealger	Øjealger	Gulalger	Stilkalger	Ubestemte Total	Øvrige
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1989	7,2	3,3	83,1	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0	5,1	100
1990	13,0	1,2	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	100
1991	1,5	11,1	81,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	100
1992	15,9	6,3	74,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	100
1993	43,3	1,0	48,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	100
1994	32,1	16,0	35,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,5	8,1	100
1995	60,1	11,3	19,4	6,9	0,0	0,4	0,0	0,3	1,5	100
1996	87,7	3,3	4,5	3,1	0,1	0,3	0,0	0,0	1,1	100
1997	79,3	0,7	15,4	3,1	0,3	0,0	0,1	0,0	1,1	100
1998	73,4	3,6	16,7	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	100
1999	21,8	12,6	50,8	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	100
2000	52,0	6,6	31,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	100
2001	74,7	1,4	17,3	2,8	0,0	0,2	0,0	0,2	3,4	100
2002	72,4	5,5	9,0	2,6	0,0	7,5	0,1	0,0	3,0	100
Gns. 1989-2001	43,2	6,0	43,2	4,1	0,0	0,1	0,0	0,1	3,3	100
Udvikling: Linear regressionsanalyse										
Signifikansniveau: Symbol (+/-):	1%	0	0,1%	0	0	10%	+	0	0	0

Udvikling:
Linear regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Dyreplankton biomasser - %-fordeling årsgennemsnit

Huldyr	%	Vandlopps	%	Dafnier	%	Total	%
	1,9	33,6		64,5			
	0,7	27,9		71,4			
	0,8	47,9		51,3			
	1,1	60,2		38,7			
	1,3	75,5		23,2			
	5,9	69,1		25,0			
	18,4	72,4		9,2			
	25,6	68,6		5,8			
	5,8	76,9		17,2			
	12,2	50,7		37,1			
	1,7	40,9		57,4			
	4,8	56,4		38,8			
	10,5	68,5		21,1			
	9,9	55,3		34,9			
	7,0	57,6		35,4			

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Dyreplankton biomasser samt græsningstryk - tidsvægtede årsgennemsnit

Hjuldyr µg TV/l	Vandlopps Dafnier µg TV/l	Total µg TV/l	Pot. græsningstryk % af total	Fyto-bio to % < 50 µg C/l	Fyto-bio to Fyto-bio < µg C/l	%-små	%-store		
23	406	780	1210	9,5	12,4	2472,4	2042,1	82,6	17,4
6	225	576	807	8,4	9,2	2675,2	2311,9	86,4	13,6
14	782	837	1633	14,2	15,6	3036,5	2942,1	96,9	3,1
16	916	589	1521	10,6	10,9	3221,5	3131,2	97,2	2,8
11	636	196	842	4,0	4,4	3564,0	3366,4	94,5	5,5
48	556	201	804	25,8	30,5	1226,5	892,1	72,7	27,3
146	575	73	794	13,1	17,3	2671,2	1441,3	54,0	46,0
159	428	36	624	18,5	26,9	5386,9	1212,4	22,5	77,5
54	718	161	934	16,9	19,5	2567,1	2025,5	78,9	21,1
76	316	231	624	14,9	21,4	1847,4	768,4	41,6	58,4
16	388	544	947	21,2	25,6	1278,9	909,5	71,1	28,9
40	468	322	830	16,5	19,3	1740,5	1236,9	71,1	28,9
54	357	110	521	10,6	14,7	2053,9	878,9	42,8	57,2
37	207	131	375	6,0	16,0	1760,2	643,7	36,6	63,4
51	521	358	930	14,2	17,5	2595,5	1781,4	70,2	29,8

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

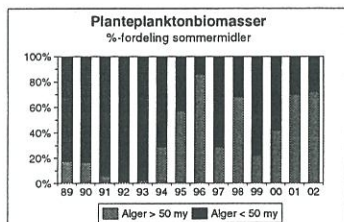
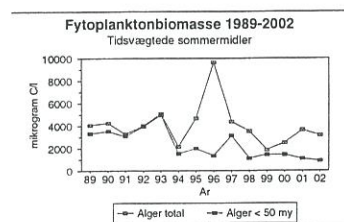
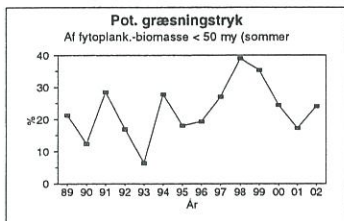
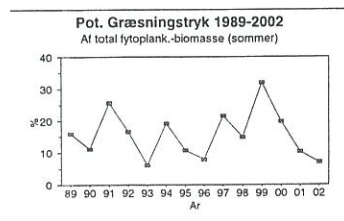
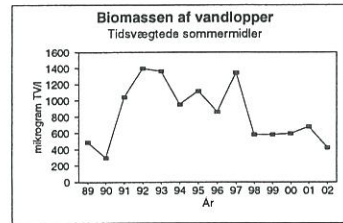
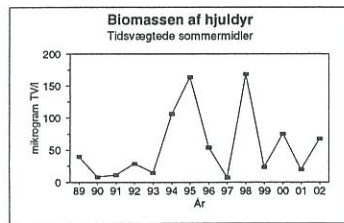
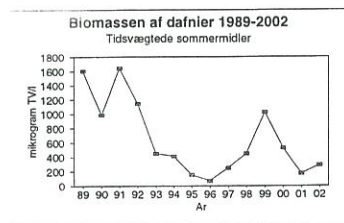
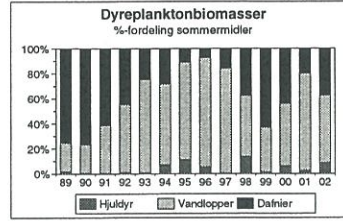
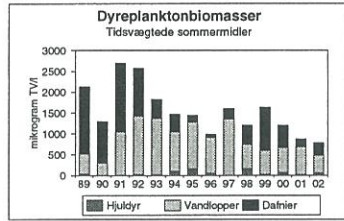
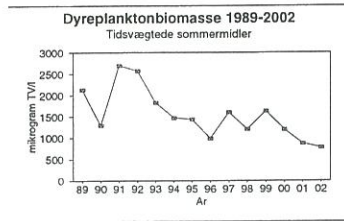
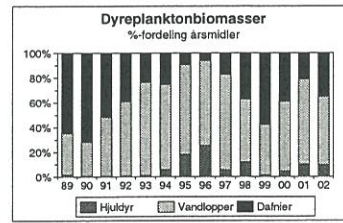
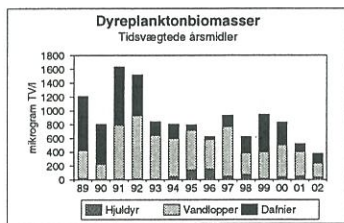
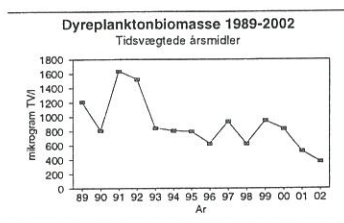
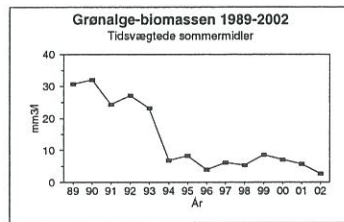
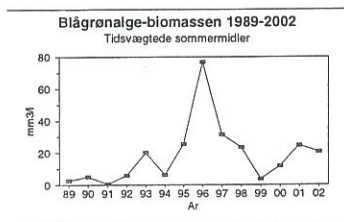
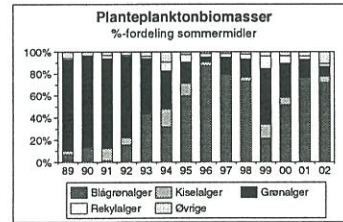
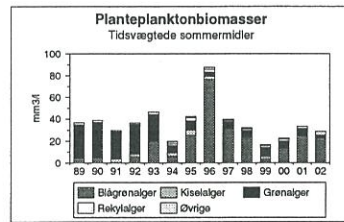
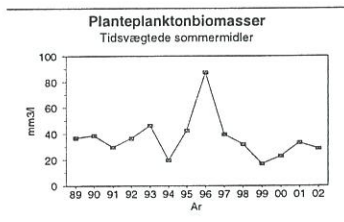
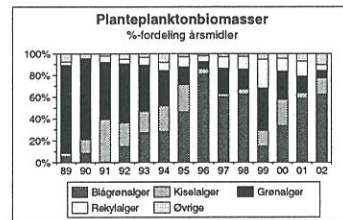
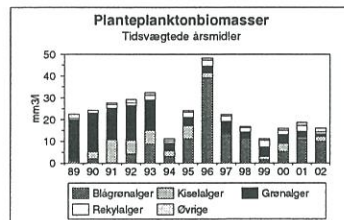
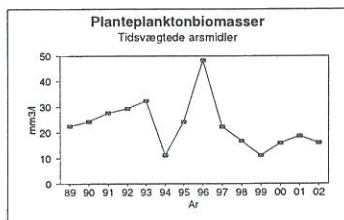
Signifikansniveau:
Symbol (+/-):

Dyreplankton biomasser - %-fordeling sommergennemsnit

Hjuldyr	Vandlopps	Dafnier	Total
%	%	%	%
1,9	22,9	75,2	
0,6	23,0	76,3	
0,4	38,6	61,0	
1,1	54,4	44,5	
0,8	74,7	24,5	
7,2	64,8	28,0	
11,4	77,9	10,7	
5,5	87,5	7,1	
0,5	84,1	15,4	
14,1	48,5	37,5	
1,4	35,7	62,9	
6,3	49,7	44,0	
2,3	78,1	19,6	
8,7	54,1	37,2	
4,1	56,9	39,0	

Udvikling:
Lineær regressionsanalyse

Signifikansniveau:
Symbol (+/-):



Fiskeynglen i Gundsømagle Sø

Juli 2002



Notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium november 2002
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 mellem 1.- 2. juli 2002. Undersøgelsen, som er blevet foretaget siden i 1998, blev udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 6 transekter i pelagiet af 1-2 minutters varighed.

Ynglens tæthed og sammensætning

Der blev konstateret årsyngel og etårsfisk fra 3 arter; skalle, aborre og regnløje samt enkelte toårige skaller i fangsten.

Den samlede yngeltæthed beregnet ud fra fangsten (inklusive ældre fisk) var 15,20 pr. m³ i littoralen og 2,30 pr. m³ i pelagiet, hvilket var mindre end i de foregående år i littoralen og mindre end i 2000 og 2001 i pelagiet. Samlet var middeltætheden dog øget, og tætheden er tilsyneladende øget gradvist siden 1998. Vægtmæssigt var tætheden 3,12 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 1,05 g pr. m³ i pelagiet. Regnløje yngel var antalsmæssigt dominerende over hele søen og vægtmæssigt dominerende i littoralen, mens etårige regnløjer var vægtmæssigt dominerende i pelagiet.

Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de fem seneste år, var middeltætheden af karpefiskeyngel ligesom ved de to foregående undersøgelser meget betydelig, mens aborrefiskeynglens tæthed kun var lidt over medianen. Den samlede yngeltæthed er øget jævnt siden 1998 til et meget højt niveau i 2002.

Størrelse

Både skalle ynglen og aborreynglen var forholdsvis stor for tidspunktet i Gundsømagle Sø, hvilket har været tilfældet ved alle undersøgelserne siden 1998.

Argangsstyrke

I 2002 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 14 søer forholdsvis moderat, som i 2000 og 2001, mens aborreynglen generelt forekom mindre talrigt end i 2001. I Gundsømagle Sø er der overvejende registreret yngel af skalle, regnløje og aborre ved yngelundersøgelserne siden 1998. Skalle ynglens tæthed har været beskeden i 1998 og 1999, betydelig i 2000 og 2001 og igen ringe i 2002, mens regnløjernes tæthed har været stigende gennem perioden. Aborrernes tæthed har generelt været beskeden, men er dog øget noget siden 1999. Dermed afviger rekrutteringen i Gundsømagle Sø fra det generelle mønster i lavvandede søer.

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 sigt dybde. Fiskeynglens sammensætning i Gundsømagle Sø i juli 2002 var i overensstemmelse med søens status som lavvandet og uklar.

Påvirkning af dyreplanktonet

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive etårsfisk) omkring 1. juli var med 42 mg tv/m³/d lidt mindre end i de to foregående år, og fiskeynglen har næppe alene kunne begrænse søens dyreplankton. Fiskenes samlede prædationstryk på dyreplanktonet kan dog have været betydeligt i sommeren 2002 som følge af prædation fra ældre fisk.

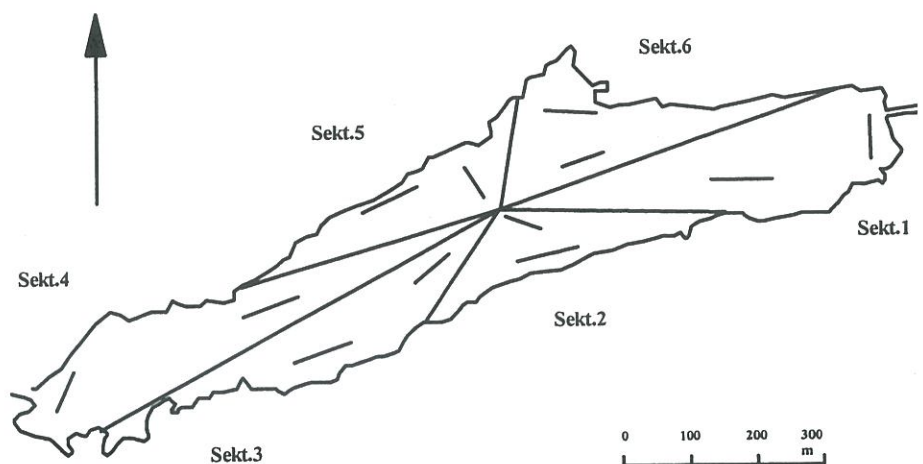
1. Baggrund og formål

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 overvågningssø, og som følge heraf blev der i juli 2002 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 1.-2. juli 2002 i tidsrummet kl.23.00 - 00.59, 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 1-2 minutter i et transekt i bredzonen og 1-2 minutter 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 1,5-2,5 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 vejret til nærmeste 1/10 g.

2.2 Beregninger

Tæthed

For hvert transekt er den gennemsnitlige fangst i antal og i vægt pr. m³ 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.

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 beregnet ud fra middeltal for den målte længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelse til den efterfølgende fiskeundersøgelse efter normalprogrammet i en række søer (tab.1).

Tabel 1

Den gennemsnitlige målte daglige længdetilvækst (dL) og b fra længdevægtrækningen hos årsyngel og etårige af de respektive fiskearter i søer, hvor der efterfølgende en yngelundersøgelse er foretaget fiskeundersøgelse efter normalprogrammet.

mm/d	Antal søer	Gens.	Min	Max	b
Skalle 0+	11	0,385	0,216	0,570	3,114
Brasen 0+	4	0,456	0,320	0,579	3,292
Regnløje 0+	3	0,142	0,100	0,190	2,671
Rudskalle 0+	1	0,270	0,270	0,270	4,360
Aborre 0+	12	0,443	0,279	0,630	3,033
Sandart 0+	1	0,526	0,526	0,526	2,851
Skalle 1+	3	0,355	0,190	0,668	3,027
Regnløje 1+	2	0,131	0,110	0,152	3,717

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 længdevægtrelationen.

Konsumptionsrate

Den daglige konsumptionsrate på prøvetidspunktet er beregnet i $\text{mg tv/m}^3/\text{d}$ som:

$$K = 1000 (G_t B_t)$$

hvor B_t er den beregnede arealvægtede biomassetæthed på prøvetagningstidspunktet.

Årgangsstyrke

Årgangsstyrken hos de respektive arter er vurderet ud fra undersøgelserne foretaget i perioden 1998-2002.

Sammenligningsgrundlag

De beregnede værdier er så vidt muligt sammenholdt med tilsvarende størrelser fra 77 undersøgelser fra i alt 16 andre danske søer, hvor yngelundersøgellesprogrammet har været anvendt siden 1998.

3. Resultater

3.1 Areal-tæthed

Der er ved undersøgelsen konstateret årsyngel og etårfsk af skaller, aborrer og regnløjer, samt toårige skaller. Den beregnede arealtæthed 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 skaller), 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 2002.

Antal/m ³			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	1,357	0,209	9	9
Skalle 1+	0,092	0,010	1	0
Skalle 2+	0,025	0,000	0	0
Regnløje 0+	13,275	1,557	87	68
Regnløje 1+	0,125	0,342	1	15
Aborre 0+	0,308	0,171	2	7
Aborre 1+	0,017	0,010	0	0

Tabel 3

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 2002.

Antal/m ³			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	14,873	2,118	98	92
Aborrefisk	0,325	0,180	2	8
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	15,198	2,298	100	100

Hovedparten af fangsten var årsyngel af regnløje, som optrådte med en meget høj tæthed især i littoralen, hvor også skalleårsynglen fandtes i ikke ubetydelige tætheder. Samlet udgjorde karpefisk med over 90 % langt hovedparten af fangsten over hele søen (tab.2 og 3).

Biomassetæthed

Vægtmæssigt var fangsten noget mere varieret, blandt andet som følge af tilstedeværelsen af ældre fisk i fangsten (tab.4 og 5). Regnløje ynglen udgjorde dog stadig mere end halvdelen af fangsten i littoralen, mens etårige regnløjer dominerede fangsten i pelagiet.

Sammenlignet med andre søer, hvor der er foretaget undersøgelser af fiskeynglen, var karpefiskeynglens tæthed i juli 2002 meget betydelig. Middeltætheden i søen var således den hidtil største gennem perioden, hvor tætheden af karpefisk især i tre seneste år har været meget høj i Gundsømagle Sø (fig.2).

Tabel 4

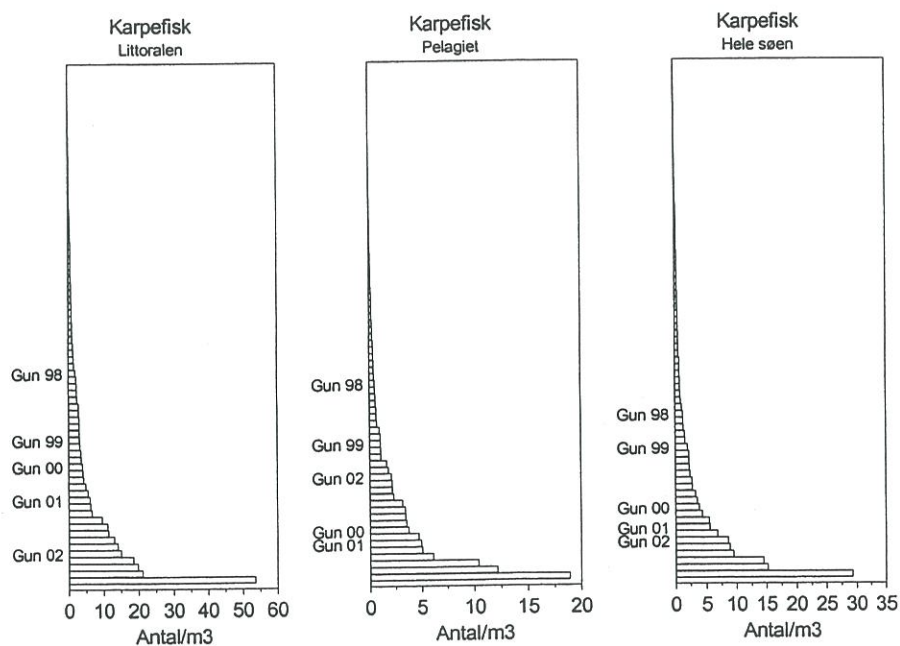
Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 2002.

Vådvægt/m ³ (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,366	0,050	12	5
Skalle 1+	0,102	0,010	3	1
Skalle 2+	0,131	0,000	4	0
Regnløje 0+	1,799	0,220	58	21
Regnløje 1+	0,177	0,462	6	44
Aborre 0+	0,395	0,191	13	18
Aborre 1+	0,153	0,120	5	11

Tabel 5

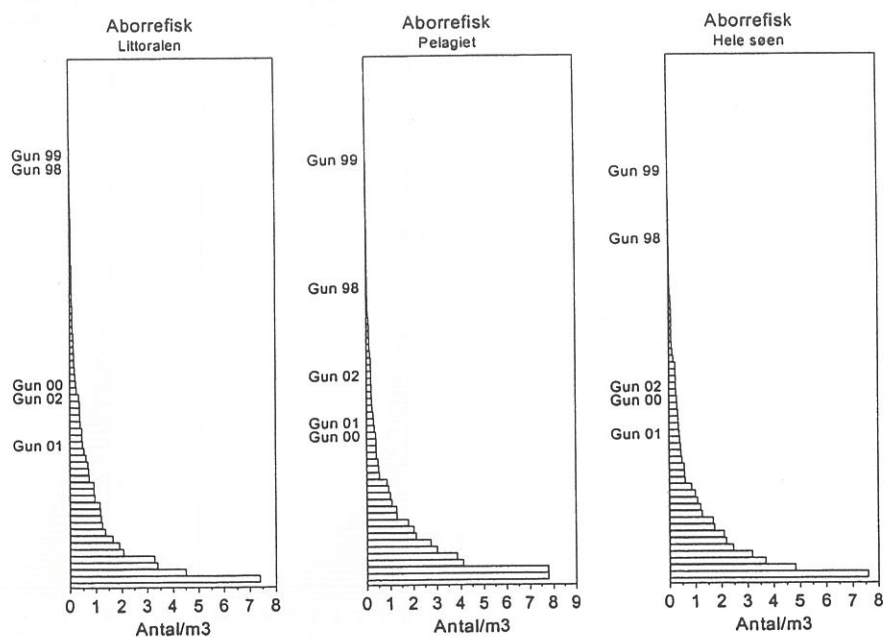
Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Gundsømagle Sø juli 2002.

Vådvægt/m ³ (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	2,575	0,743	82	71
Aborrefisk	0,548	0,311	18	29
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	3,124	1,053	100	100



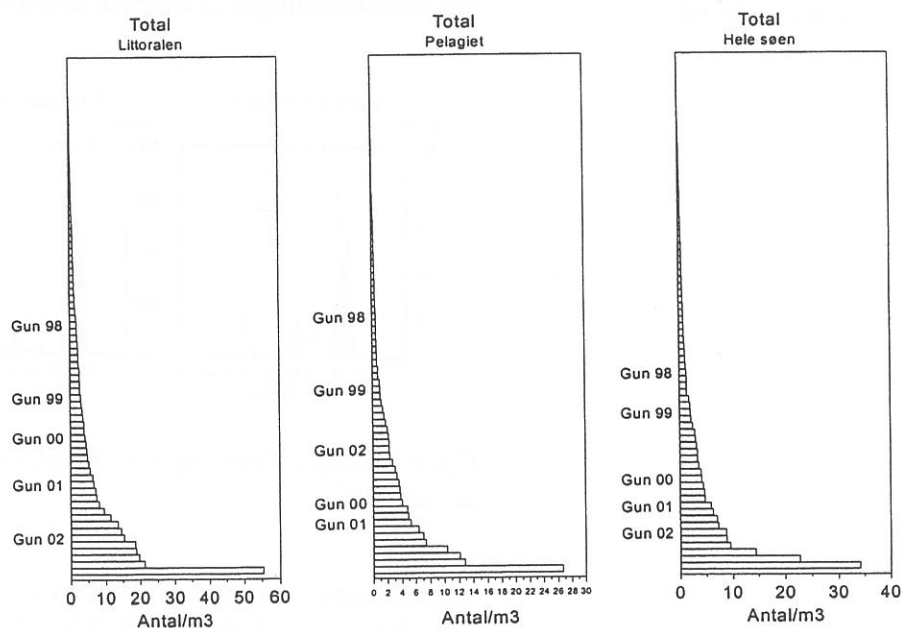
Figur 2. Tætheden af karpefiskeyngel i Gundsømagle Sø i 1998-2002 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Aborrefiskeynglens tæthed var mere moderat, men dog over medianen blandt referencesøerne (fig.3). Aborreynglens tæthed var i niveau med tætheden fundet i de to foregående år, hvor tætheden var øget i forhold til årene før.



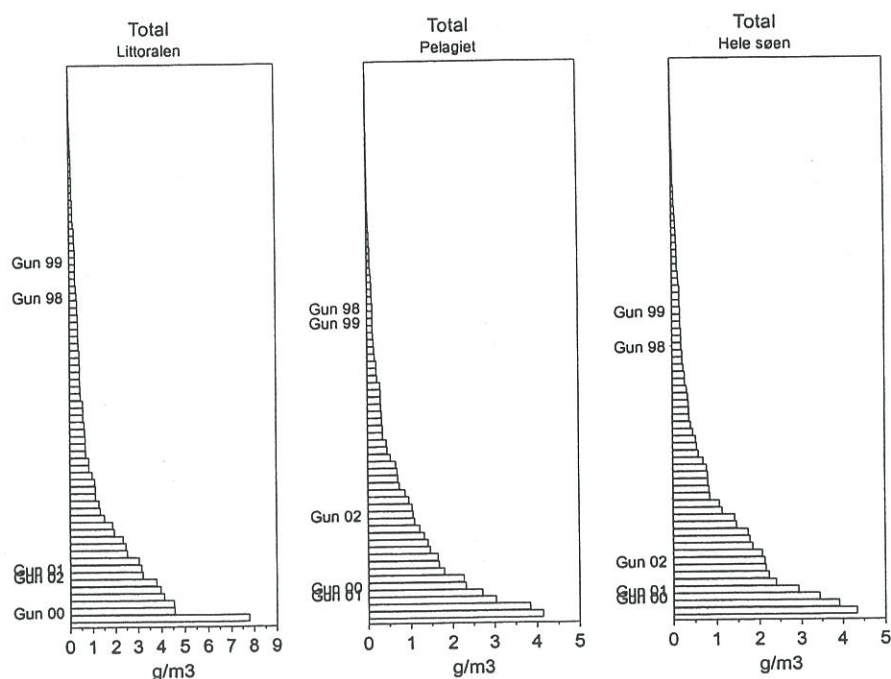
Figur 3. Tætheden af aborrefiskeyngel i Gundsømagle Sø i 1998-2002 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Den samlede tæthed af fiskeyngel har generelt været tiltagende siden 1998, fra et moderat niveau til et meget højt niveau i 2002 sammenlignet med tætheden fundet i de øvrige undersøgte søer (fig.4).



Figur 4. Tætheden af fiskeyngel i Gundsømagle Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1998-2002 sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

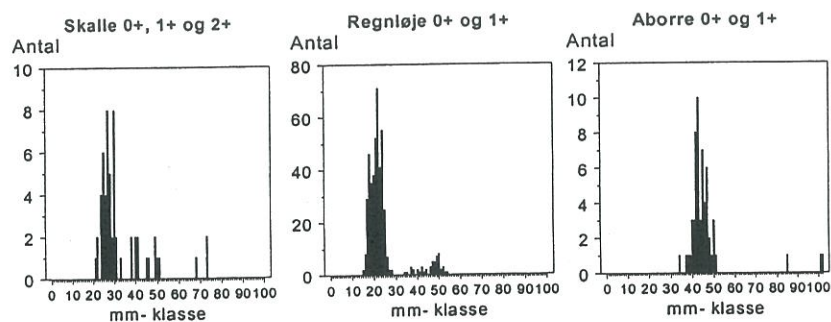
Den samlede biomassetæthed var høj som i de to foregående år, og der er sket en markant forøgelse af biomassetætheden siden årene 1998 og 1999 (fig.5).



Figur 5. Biomassetætheden af fiskeyngel i Gundsømagle Sø i 1998-2002 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af fangsten af skalle, aborre og sandart fremgår af figur 6.



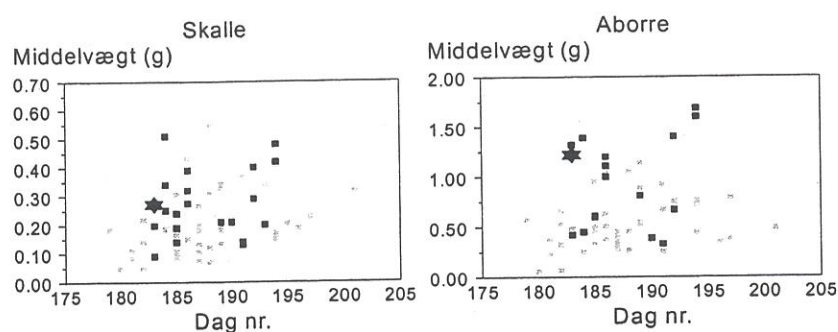
Figur 6. Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Gundsømagle Sø juli 2002.

Middelvægten hos både skalleårsynglen og især hos aborreårsynglen var forholdsvis høj i forhold til middelvægten fundet på samme tidspunkt i de øvrige søer (fig.7). Størrelsen på årsynglen i Gundsømagle Sø har dog ved alle undersøgelserne været over middel.

Der må 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.

Middeltemperaturen i det første halvår af 2002 har været usædvanlig høj med månedsmidler omkring to grader over normalen i de fleste måneder, hvilket kan have resulteret i en tidlig gydning og en hurtig opvækst i Gundsømagle Sø.

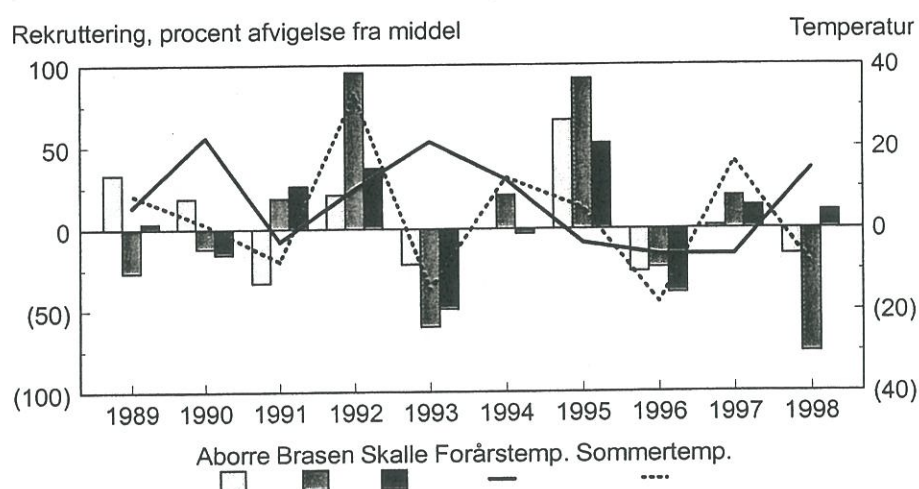
Middelvægt



Figur 7. Middelvægten af skalle- og aborrenglen på undersøgelsestidspunktet i Gundsømagle Sø juli 2002 (stjerne), sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering), tidligere undersøgelser i Gundsømagle Sø (rød markering) samt med andre tidligere undersøgte danske søer.

4. Vurderinger

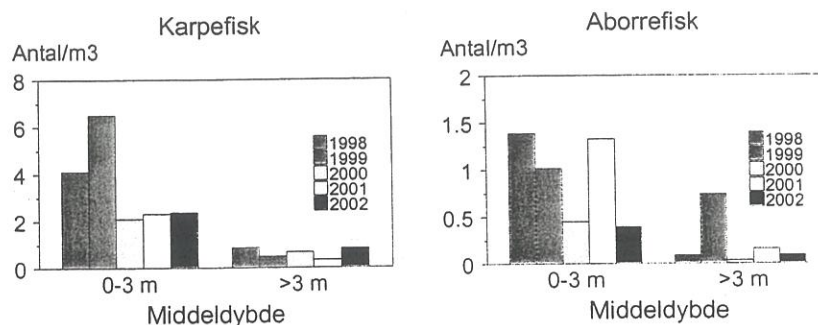
Selvom søers fiskebestande oftest udviser variationer, som kan relateres til søernes morfologi og næringsniveau, er forholdene vedrørende årsynglen mere komplekse. Der vil således i alle søer og hos de fleste arter forekomme meget betydelige år til år variationer i ynglens mængde, idet de klimatiske 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 1989-1998 hos aborre, brasen og skalle samt middeltemperaturens afvigelse fra normalen i april-maj og 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.

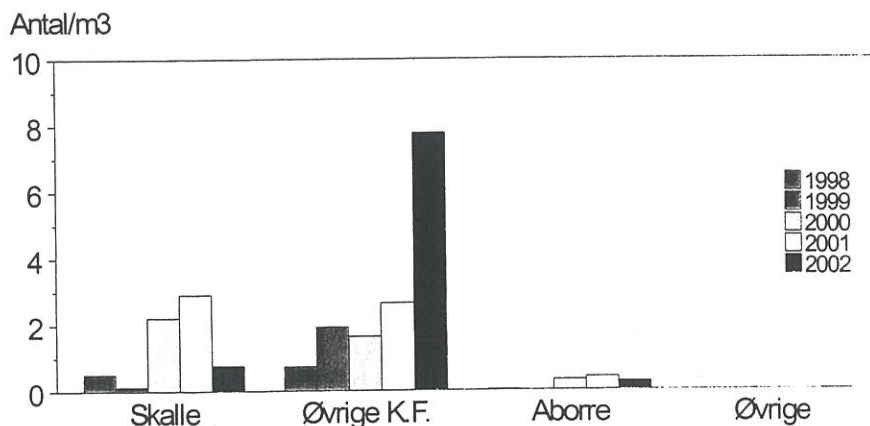
Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 14 undersøgte søer i årene 1998-2002 ses i de lavvandede søer en stor middeltæthed af karpefisk i 1998 og i 1999, og en mindre tæthed i årene efter, mens tætheden af aborrefisk var høj i 1998, 1999 og i 2001 og lav i 2000 og 2002 (fig.9). I de dybe søer har karpefiskeynglens rekruttering derimod været ringest i 1999 og 2001, og hos aborrefisken har rekrutteringen kun været god i 1999.



Figur 9. Fiskeynglens gennemsnitlige tæthed i 7 lavvandede (< 3 m) og 7 dybere (> 3 m) søer i 1998-2002.

I perioden 1998-2002 har foråret i alle årene på nær i 2001 været varmt, men kun i 1999 og i 2002 har sommeren været tilsvarende varm. Dette kan være en forklaring på de generelt gode rekrutteringsforhold i 1999, mens rekrutteringen i indeværende år gennemgående er ringere end forventet i forhold til et varmt forår og en varm sommer.

I Gundsømagle Sø er der overvejende registreret yngel af skalle, regnløje og aborre ved yngelundersøgelserne siden 1998 (fig.10). Skalle ynglens tæthed har været beskeden i 1998 og 1999, betydelig i 2000 og 2001 og igen ringe i 2002, mens regnløjernes tæthed har været stigende gennem perioden. Aborrernes tæthed har generelt været beskeden, men er dog øget noget siden 1999. Dermed afviger rekrutteringen i Gundsømagle Sø fra det generelle mønster i lavvandede søer.



Figur 10. Fiskeynglens tæthed i Gundsømagle Sø 1998-2002. Gruppen Øvrige K.F. består helt overvejende af regnløjer.

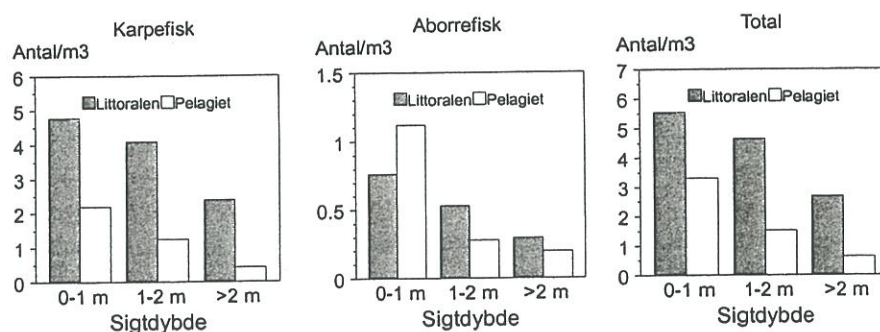
Fordeling

Forskellige forhold påvirker dog ynglens adfærd. Vandets klarhed er således tilsyneladende afgørende for valget af habitat hos især karpesfiskeyngel, idet ynglen i stigende grad foretrækker bredzonen med øget sigt dybde i de undersøgte søer. Hos aborre ynglen, som generelt er mere pelagisk, ses dette

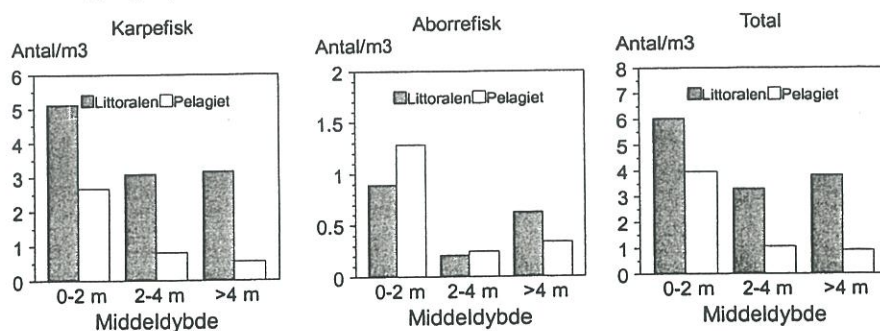
mønster ikke (fig.11). Generelt var der dog meget lidt fiskeyngel i pelagiet i søer med sigtddybde større end 2 m.

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.12). Hos aborrefisken var der ingen væsentlig forskydning mellem pelagiet og bredzonen ved øget middeldybde.

Det generelle billede er således, 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. Aborrefiskeynglen har ikke samme præference for bredzonen, men tætheden aftager dog tilsyneladende generelt med øget sigtddybde.



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



Figur 12. Fiskeynglens arealtæthed i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig middeldybde.

Fiskeynglens fordeling i juli 2002 i Gundsømagle Sø er i overensstemmelse med det generelle billede i en lavvandet uklar sø, omend tætheden i littoralen var usædvanlig stor.

Påvirkning af dyreplankton

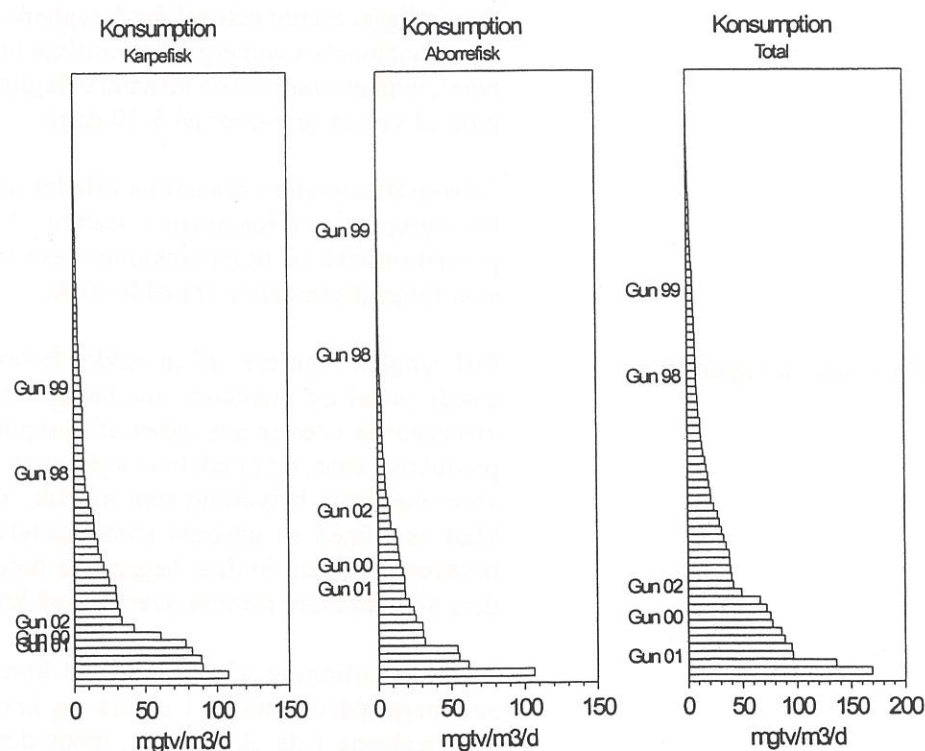
Fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet afhænger af både ynglens daglige fødebehov, som igen afhænger af deres specifikke vækstrate og af udnyttelsen af føden, og af dyreplanktonets produktivitet.

Vækstraten hos fiskeyngel aftager generelt med størrelsen, hvorimod længdetilvæksten pr. tidsenhed tilnærmelsesvis er konstant, såfremt forholdene

ne ikke ændres væsentligt. Af samme grund er der ved beregningen af ynglens specifikke vækstrater taget udgangspunkt i en konstant længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelserne til fiskeundersøgelserne i sensommeren. Vækstforholdene er dog kraftigt afhængig af både fødeudbud og vandtemperatur, hvoraf sidstnævnte forhold ligeledes påvirker fødens udnyttelsesgrad.

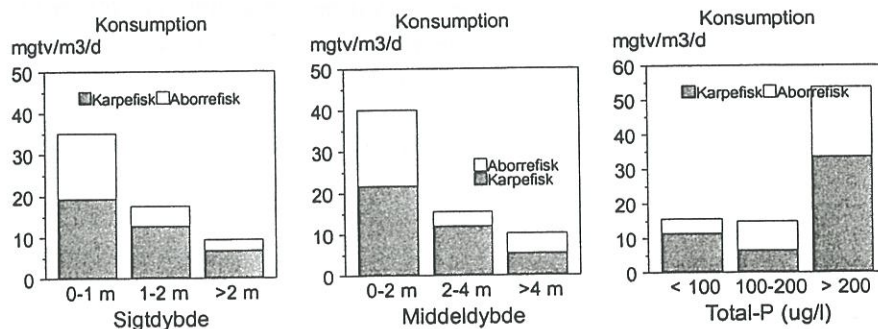
Endelig er fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet ikke synonymt med fiskebestandens påvirkning af samme, da etårige- og ældre fisk ofte yder et meget betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

I figur 13 er vist fiskeynglens (inklusive etårsfisk) skønnede daglige konsumtion i de undersøgte søer. I Gundsømagle Sø var karpefiskeynglens samlede prædationstryk i juli 2002 med 33 mg tv/m³/d meget højt dog uden at nå niveauet fra 2001, mens aborrefiskeynglens beregnede prædationstryk med 9 mg tv/m³/d ligeledes var over medianen blandt referencesøerne, men dog mindre end i de to foregående år. Totalt var yngelprædationen med 42 mg tv/m³/d reduceret i forhold til 2000 og 2001, men stadig væsentligt over niveauet fra 1998 og 1999 og langt over medianen blandt referencesøerne.



Figur 13. Fiskeynglens konsumptionsrate i Gundsømagle Sø 1998-2002 sammenlignet med konsumptionsraten fundet i andre danske søer.

Fiskeynglens skønnede konsumptionsrate er forskellig i de forskellige søtyper (fig.14). I de uklare søer er både karpefiskenes- og aborrefiskenes konsumption størst, hvilket antageligt hænger sammen med en større produktion af dyreplankton, og fiskeynglens konsumption falder i søer med middeldybde større end 2 m. I de næringsbegrænsede søer (tot-P sommergennemsnit < 100 µg/l) er fiskeynglens konsumption normalt beskeden.



Figur 14. Fiskeynglens konsumptionsrate i søer med forskellig sigtdybde, middeldybde og tot-P koncentration over sommeren (1/5-30/9).

I lavvandede, uklare og næringsrige søer som Gundsømagle Sø er konsumptionsrater hos fiskeynglen typisk mellem 35-55 mg tv/m³/d, og årets beregnede prædationstryk i Gundsømagle Sø er således som forventet.

Der forligger endnu ikke tal for dyreplanktonet i 2002, men i de seneste år har dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse varieret omkring 1200 mg tv/m³, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på 120-240 mg tv/m³/d ved en turn-over på 5-10 dage.

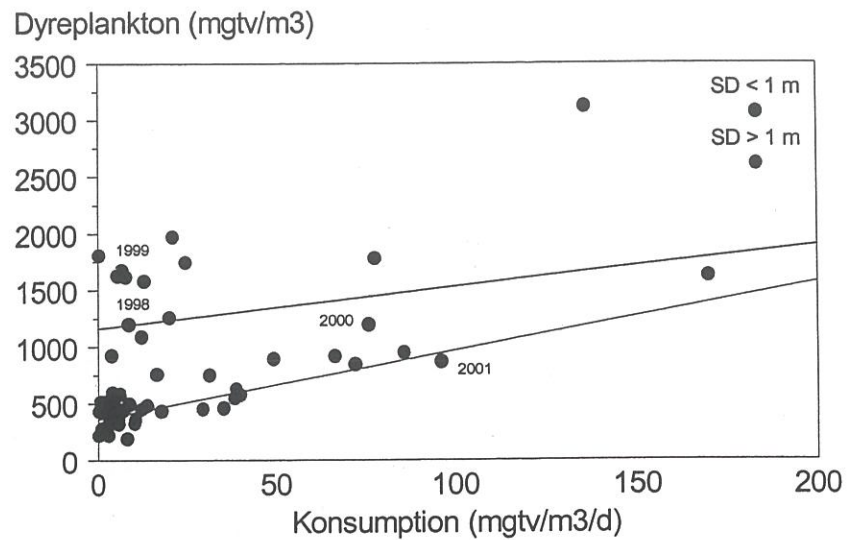
Selvom fiskeynglens prædation således næppe alene har været begrænsende for dyreplanktonbiomassen i starten af juli 2002, kan fiskenes samlede prædationstryk på dyreplanktonet have været betydeligt i sommeren 2002 som følge af prædation fra ældre fisk.

Fiskeynglens regulering

Fiskeynglen reguleres af en række forhold, hvoraf fødegrundlaget for den spæde yngel og prædation må antages at være de væsentligste faktorer. I klarvandede søer er mængden af dyreplankton normalt mindre end i mere produktive søer, og prædationstrykket på fiskeynglen er større, som følge af aborre's større betydning som rovfisk. Yngel af de fleste arter reagerer på klart vand med en udstrakt stimedannelse oftest i og umiddelbart udenfor bredvegetationen, hvilket begrænser deres fødesøgningsmuligheder og gør dem dermed mere sårbare overfor små koncentrationer af dyreplankton.

En sammenligning af fiskeynglens konsumptionsrate og dyreplanktonets sommermiddelbiomasse i uklare og klarvandede søer viser således ringe sammenhæng i de uklare søer, mens der er en positiv sammenhæng i de klarvandede søer. Dette tyder på, at tilgængeligheden af dyreplankton er en væsentlig regulerende faktor for fiskeynglen i de klarvandede søer, hvorimod fiskeynglens prædation på dyreplanktonet er af mindre regulerende betydning for dyreplanktonet i både klarvandede og uklare søer.

Gundsømagle Sø har gennem perioden haft sommersigtdybder mindre end 1 m, og som i flere af de øvrige uklare søer har dyreplanktonets biomasse været meget betydelig i forhold til fiskeynglens beregnede konsumption. Kun i 2001 var yngelprædationen betydelig i forhold til mængden af dyreplankton over sommeren.



Figur 15. Dyreplanktonets sommermiddelbiomasse i uklare søer (sommermiddelsigt dybde < 1 m) og i klarvandede søer (> 1 m) i forhold til beregnede fiskeyngelkonsumptionsrater målt i årene 1998-2001. Gundsømagle Sø er angivet med sort markering.

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 Borup Sø juli 1998.
- Notat til Roskilde Amt.
- 5/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1998). Fiskeynglen i Gundsømagle 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 (1999). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 1999.
- Notat til Roskilde Amt.
- 15/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Magle Sø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 16/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 17/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Tissø juli 1999.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 18/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 1999.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 19/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). Fiskeynglen i Arresø juli 1999.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 20/ Fiskeøkologisk Laboratorium (1999). 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 (1999). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 1999.

- Notat til Sønderjyllands Amt.

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

- Tilsendt materiale.

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

- Tilsendt materiale.

24/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Borup Sø juli 2000.

- Notat til Roskilde Amt.

25/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 2000.

- Notat til Roskilde Amt.

26/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2000.

- Notat til Vestsjællands Amt.

27/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2000.

- Notat til Vestsjællands Amt.

28/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Tissø juli 2000.

- Notat til Vestsjællands Amt.

29/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2000.

- Notat til Frederiksborg Amt.

30/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Arresø juli 2000.

- Notat til Frederiksborg Amt.

31/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv juli 2000.

- Notat til Københavns Amt.

32/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i Bagsværd Sø juli 2000.

- Notat til Københavns Amt.

33/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2000). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 2000.

- Notat til Sønderjyllands Amt.

34/ Vejle Amt (2000). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2000.

- Notat til Vejle Amt

35/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Borup Sø juli 2001.

- Notat til Roskilde Amt.

36/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Gundsømagle Sø juli 2001.

- Notat til Roskilde Amt.

37/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2001.

- Notat til Vestsjællands Amt.

38/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2001.

- Notat til Vestsjællands Amt.

- 39/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Tissø juli 2001.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 40/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2001.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 41/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Arresø juli 2001.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 42/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv juli 2001.
- Notat til Københavns Amt.
- 43/ Vejle Amt (2001). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2001.
- Notat til Vejle Amt
- 44/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2001). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 2001.
- Notat til Sønderjyllands Amt.
- 45/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Borup Sø juli 2002.
- Notat til Roskilde Amt.
- 46/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Bagsværd Sø juli 2002.
- Notat til Københavns Amt.
- 47/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Magle Sø juli 2002.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 48/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Tystrup Sø juli 2002.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 49/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Tissø juli 2002.
- Notat til Vestsjællands Amt.
- 50/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Bastrup Sø juli 2002.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 51/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Arresø juli 2002.
- Notat til Frederiksborg Amt.
- 52/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i Furesø's dybe bassin og i Store Kalv juli 2002.
- Notat til Københavns Amt.
- 53/ Vejle Amt (2002). Fiskeynglen i Søgård Sø juli 2002.
- Notat til Vejle Amt
- 54/ Fiskeøkologisk Laboratorium (2002). Fiskeynglen i St. Søgård Sø juli 2002.
- Notat til Sønderjyllands Amt.

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.

Oversigt over udførte undersøgelser i Gundsømagle Sø i overvågningsperioden

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Vandkemi i sø	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vandkemi i tiløb	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vandkemi i afløb	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Planteplankton	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dyreplankton	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fiskeundersøgelse		x						x					x	
Bundfauna	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x
Littoralfauna	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x
Sediment				x				x					x	
Miljøfremmede stoffer														
Fiskeyngelundersøgelse										x	x	x	x	x

