



JW

Søerne i Frederiksborg Amt - status og planlægning



VANDMILJØ
overvågning
Vandmiljøovervågning nr. 37

Løbenr.: 83 1997

Eksemplar nr.: 1/1

Titel: Søerne i Frederiksborg Amt - status og planlægning

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 37

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik og Miljø
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 1997

Rapport: Frederiksborg Amt
Bodil Aavad Jacobsen

Grafik: Bodil Aavad Jacobsen
Hella Dragsted

Forsidefoto: Ole Malling
Gurre Sø set mod øst

Tryk: Hillerød Bogtrykkeri + Offset og
Frederiksborg Amt

Oplag: 300 stk

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-132-1

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

Købes hos: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø
Miljøafdelingen,
Kongens Vænge 2
3400 Hillerød
tlf.: 42 26 66 00 lokal 2197

Pris: 50 kr.

Søerne i
Frederiksborg Amt
- status og planlægning

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	1
1. Indledning	5
2. Vandområdeplaner og målsætninger	7
2.1 Målsætningssystemet	8
2.2 Miljøforbedrende tiltag/indgreb.	9
2.2.1 Begrænsning af spildevandsbelastning	9
2.2.2 Etablering af vandområder med henblik på fosfortilbageholdelse	11
2.2.3 Nedbringelse af den eksterne belastning fra landbrugsarealer	11
2.2.4 Fysiske indgreb	12
2.2.5 Biomanipulation	12
2.2.6 Andre indgreb	13
3. Søerne i Frederiksborg Amt	15
3.1 Registrerede søer og damme	15
3.2 De enkelte søers målsætninger	16
3.3 Hovedproblemer for søernes miljøkvalitet	19
3.4 Gennemførte miljøforbedrende tiltag	20
3.4.1 Punktkilder	20
3.4.2 Biomanipulation	21
3.4.3 Etablering af søer i Arresøs opland	22
3.4.4 Nedbringelse af den eksterne belastning fra landbrugsjord	23
4. Frederiksborg Amts søtilsyn	25
5. Søernes tilstand og udvikling	27
5.1 Valg af nøgleparametre	27
5.2 Søernes tilstand	30
5.3 Søernes udvikling	31
5.4 Konklusion	35
6. Scenarier	37
6.1 Farum Sø	38
6.2 Selsø Sø	41
6.3 Arresø	44
6.4 Fuglesø	47
7. Konklusion	51
8. Referencer	53
9. Bilag	55

Sammenfatning

Vandområdeplaner

Gennem udarbejdelse af vandområdeplaner fastsætter Frederiksborg Amt kriterier for, hvilken kvalitet, beskyttelse og anvendelse, der er gældende for de enkelte søer i amtet. De 49 målsatte søer i Frederiksborg Amt er omfattet af 7 vandområdeplaner, der beskriver de kvalitetskrav og målsætninger, der er gældende for søerne i den aktuelle planperiode.

Amtets søer

Der er i alt registreret 6207 søer og vandhuller over 100 m² i Frederiksborg Amt. Herunder hører landets største sø, Arresø (40 km²), og landets vandrigeste sø, Esrum Sø. De 49 målsatte søer repræsenterer i alt 86% af amtets samlede søareal. De to nyetablerede søer, Solbjerg Eng sø og Strødam Eng sø, forventes at blive målsat i den kommende planperiode.

Miljøtilstand

Frederiksborg Amt har i følge Miljøbeskyttelsesloven pligt til at føre tilsyn med miljøtilstanden i søerne. Tilsynsresultaterne viser, at i kun 7 af de 49 målsatte søer kan den fastsatte målsætning anses for at være opfyldt ved det seneste tilsyn. 16 af de målsatte søer opfyldte ikke målsætningen, og for de resterende 26 søer er datamaterialet for spinkelt til at der kan foretages en detaljeret tilstandsvurdering.

Årsager til forringet miljøtilstand

Den væsentligste årsag til at søerne ikke opfylder målsætningen er, at den eksterne belastning med næringssalte fra spildevandsudledninger og landbrugsarealer er for stor. Den markante reduktion i mængden af udledt spildevand fra rensesanlæg, der har fundet sted som følge af Vandmiljøplanens vedtagelse, har dog betydet, at flere af amtets søer i dag i højere grad er præget af intern fosforbelastning og er begyndt at aflaste den ophobede fosforpulje via udløbet.

Miljøforbedrende indgreb

I vandområdeplanerne er der givet forslag til indgreb, der kan forbedre miljøtilstanden i de søer, der ikke opfylder den fastsatte målsætning. Det drejer sig især om indgreb, der reducerer den eksterne belastning med næringssalte fra spildevandsudledninger, eller forslag til at reducere bidraget fra det åbne land ved ændret dyrkningspraksis på landbrugsarealer i søernes oplande.

I mange søer vil stigende betydning af intern fosforbelastning samt ubalance i fiskebestanden ofte forsinke effekten af en reduktion af den eksterne fosforbelastning. En positiv udvikling kan evt. fremskyndes i disse søer ved at øge vandgennemstrømningen gennem søen, hvorved den interne

fosforpulje udskylles hurtigere, eller ved at opfiske skidtfisk og/eller udsætte rovfisk.

Udvikling 1973-96

For 9 af amtets søer har det været muligt at følge en udvikling i miljøtilstanden fra perioden før 1984 og frem til 1996. Betragtes søerne under ét, ses der klart højere fosforkoncentrationer i søvandet i perioden før 1984 sammenlignet med de efterfølgende perioder. Faldet i fosforkoncentrationen har været størst i de mest fosforrige søer, hvilket betyder, at der ikke ses en tilsvarende positiv udvikling i algevæksten (klorofyl) og sigtddybdeforholdene. Reduktion i algevæksten og en deraf følgende stigning i sigtddybden optræder normalt først, når den gennemsnitlige fosforkoncentration er under 100 µg/l, hvilket kun var tilfældet i 2 af de 9 søer, der indgik i analysen. I disse to søer, Buresø og Bastrup Sø, sås både et fald i fosforkoncentrationen og en stigning i sigtddybden.

Fremtidig miljøtilstand

For at vurdere, hvorvidt det er muligt at opnå en forbedret miljøtilstand ved at reducere den eksterne belastning, er der opstillet scenarier for 4 søer, Farum Sø, Selsø Sø, Arresø og Fuglesø. Scenarierne er beregnet ud fra ligevægtsmodeller, der forudsætter, at søen har opnået ligevægt mellem tilførte og fraførte næringssalte. Samtlige opstillede scenarier viser, at det er muligt at opnå markante forbedringer i miljøtilstanden i de valgte søer.

Farum Sø

Farum Sø vil sandsynligvis kunne opfylde sin målsætning med den nuværende belastning i år med gennemsnitlige vand- og stoftilførsler. Søen har i øjeblikket en markant intern belastning og aflaster fosfor via afløbet.

Selsø Sø og Fuglesø

For Selsø Sø og Fuglesø vil det være nødvendigt at foretage yderligere reduktioner i den eksterne belastning for at opnå en tilfredsstillende miljøtilstand. Relevante forslag til belastningsreduktioner er givet i vandområdeplanerne.

Arresø

Arresø er en sø præget af stor resuspension af sedimenteret materiale, og de valgte ligevægtsmodeller beskriver ikke søen optimalt. Ud fra modeller, der tager hensyn til de særlige forhold i søen, forventes der klart bedre sigtddybdeforhold i søen, når søen er i ligevægt med en ekstern belastning på ca. 6 tons fosfor pr. år.

Konklusion

Der har siden Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 været foretaget omfattende indgreb for at reducere udledningerne af næringssalte til søerne i Frederiksborg Amt. Indgrebene har især omfattet udbygning og driftoptimering af de kom-

munale renseanlæg i amtet, samt en nedlæggelse af mindre anlæg. Indsatsen har medført en markant reduktion af den mængde næringssalte og organisk stof der udledes fra anlæggene.

På trods af den massive indsats på spildevandsområdet har hovedparten af amtets søer endnu en utilfredsstillende miljøkvalitet. Der er en tydelig tendens til, at søernes indhold af fosfor, der er det styrende næringssalt i de fleste søer, er faldet fra perioden før 1984 og til i dag. Fosforkoncentrationen i søerne er dog stadig for høj til at medføre en positiv effekt på sigtgybdeforholdene, og de fleste søer vil givetvis i en årrække fremover være præget af kraftig algevækst i sommerperioden. Der er dog ingen tvivl om, at de allerede foretagne indgreb i kombination med yderligere tiltag over for regnvandsudledninger og udledninger fra det åbne land på længere sigt vil have en gunstig effekt på søernes miljøtilstand.

1. Indledning

Som led i Vandmiljøplanens overvågningsprogram udarbejder amternes medarbejdere årlige rapporter over tilstanden og udviklingen i de 37 nationale overvågnings søer, hvoraf 3, Arresø, Bastrup Sø og Fuglesø, er placeret i Frederiksborg Amt.

Miljøstyrelsens Vandmiljø-redegørelse vil i 1997 fokusere på temaet "Ferskvand", hvilket indebærer, at amternes rapporter i 1997 skal indeholde resultater fra såvel de nationale overvågnings søer som fra det regionale tilsyn.

Denne rapport omfatter således en præsentation af Frederiksborg Amts planlægning og tilsynsindsats på søområdet, en status over søernes miljøtilstand og deres udvikling fra tilsynets start til i dag, samt eksempler på miljøforbedrende tiltag og deres konsekvenser.

En detaljeret præsentation af 1996-data fra amtets 3 overvågnings søer findes i 3 særskilte rapporter /16/, /17/ og /18/.

2. Vandområdeplaner og målsætninger

Entydige målsætninger for de enkelte søers kvalitet, anvendelse og beskyttelse er fastlagt i Frederiksborg Amts vandområdeplaner. Beskrivelsen af målsætningerne er indeholdt i 7 vandområdeplaner, som fremgår af tabel 2.1.

Plan	Status	Tidsfrist/gennemførelse
Recipientkvalitetsplan for Isefjord	Regionplantillæg 7	1/1 1999 etapevis
Recipientkvalitetsplan for søer og vandløb i Isefjordens Opland	Regionplantillæg 7	1/1 1999 etapevis
Recipientkvalitetsplan for vandløb og søer i oplandet til Nivå Bugt	Regionplantillæg 8	1/1 1997 etapevis
Vandområdeplan for Mølleåsystemet	Regionplantillæg 9	1/1 1998 etapevis
Vandområdeplan for Arresø og opland	Regionplan 1993	1/1 2000 etapevis
Vandområdeplan for Kattegat og Øresund samt opland	Regionplan 1993	1/1 1997
Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland	Regionplan 1997	1/1 2005 etapevis

Tabel 2.1. Vandområdeplaner for Frederiksborg Amt /1-7/.

Kvalitetskrav og målsætninger

Til de fastlagte målsætninger knytter der sig en række forskellige kvalitetskrav, som kan måles. Disse anvendes løbende ved vurderingen af, hvorvidt målsætningen er opfyldt. Fastlæggelsen af søernes målsætning og tilhørende kvalitetskrav følger principperne i Miljøstyrelsens "Vejlledning i Recipientkvalitetsplanlægning" /8/.

Ikke-målsatte søer

Udover de søer, der er behandlet og målsat i vandområdeplanerne, findes der i amtet en række registrerede søer, hvor de eksisterende data danner for spinkelt grundlag for en vurdering af søernes tilstand og belastning. Det drejer sig udelukkende om mindre søer (<5 ha), samt om de to nyetablerede søer, Solbjerg Eng sø og Strødam Eng sø. Disse søer vil blive inddraget i planlægningen, efterhånden som der opnås en forbedret viden om deres forhold.

Amtets ikke-målsatte søer skal opfattes som værende målsat med en generel målsætning (afsnit 2.1), således at der ikke bliver foretaget dispositioner i forbindelse med f.eks. spildevandsplanlægning, som forhindrer, at de kan være hjemsted for et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv.

2.1 Målsætningssystemet

Målsætningen af de enkelte søer forudsætter kendskab til deres oprindelige tilstand, "basistilstanden", en viden om deres nuværende tilstand samt om de anvendelses- og beskyttelsesinteresser, der er knyttet til dem. Ved målsætningen sker der en afvejning af de samlede interesser.

Målsætningssystemet opererer med tre hovedmålsætninger, en generel, en skærpet og en lempet målsætning. I tabel 2.2 findes en oversigt over de anvendte målsætninger og deres inddeling.

MÅLSÆTNING	
SKÆRPET (A)	Søer omfattet af særlige naturvidenskabelige interesser (A1)
	Søer med badevandsområder (A2)
	Søer med råvand til vandforsyning (A3)
GENEREL (B)	Søer med et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv
LEMPET (C)	Søer påvirket af spildevand, grundvandsindvinding og/eller andre fysiske indgreb (C1)
	Søer der er dyrkningsbelastede (C2)

Tabel 2.2. Frederiksborg Amts målsætningssystem for søer.

Generel målsætning

Så vidt det er muligt, målsættes søerne med en generel målsætning (B). Denne skal sikre et upåvirket eller kun svagt påvirket plante- og dyreliv samt gode hygiejniske forhold i søerne. Samtidig tilgodeses en lang række anvendelser, hvor den samlede påvirkning kan holdes på et lavt niveau. Væsentlige og målelige kvalitetskrav til de fysiske, kemiske eller biologiske forhold stilles i overensstemmelse med dyrenes eller planternes krav til levested. De kvalitetskrav, der stilles til søer er sædvanligvis krav til den årgennemsnitlige fosforkoncentration, den gennemsnitlige sommersigtddybde, algesamfundets og fiskebestandens sammensætning, samt til bundvegetationens sammensætning og dybdeudbredelse.

Skærpet målsætning

Hvor specielle forhold ønskes sikret på grund af naturvidenskabelige, bademæssige, fredningsmæssige eller andre interesser, der stiller særlige kvalitetskrav til søen, er søen udlagt med en skærpet målsætning (A). For disse søer gælder samme krav som for søer med generel målsætning. Derudover kommer krav til de særlige forhold, der ønskes sik-

ret, samt en skærpet kontrol med, hvorvidt målsætningen er overholdt.

Lempet målsætning

Påvirkning fra spildevandsudledninger, vandindvinding og andre fysiske indgreb accepteres i visse tilfælde. En sådan påvirkning kan betyde, at en generel målsætning for søen ikke kan opfyldes, og den udlægges derfor med en lempet målsætning (C). Der kan også stilles kvalitetskrav til søer med lempet målsætning, hvilket ofte vil medvirke til en væsentlig forbedring i forhold til en eksisterende tilstand, når kravene opfyldes.

2.2 Miljøforbedrende tiltag/indgreb.

Med henblik på at forbedre søernes kvalitet og opfylde de kvalitetskrav, der er forbundet med vandområdeplanernes målsætninger, har amtet mulighed for at iværksætte forskellige former for miljøforbedrende tiltag/indgreb.

For Frederiksborg Amts søer er indsatsen i høj grad koncentreret om indgreb over for belastningen med næringsstoffer. Det drejer sig især om en reduktion i fosforbelastningen fra renseanlæg, regnvandsbetingede udledninger og landbrugsarealer. Andre relevante tiltag er forbedring af den biologiske struktur ved ændring af fiskebestandenes sammensætning og størrelse, samt regulering af de hydrauliske forhold (afstrømning/opholdstid).

I det følgende gives en oversigt over mulige og planlagte indgreb med henblik på forbedring af søernes miljøkvalitet. En status over allerede gennemførte indgreb findes i afsnit 3.4.

2.2.1 Begrænsning af spildevandsbelastning

Søerne i Frederiksborg Amt modtager spildevand fra renseanlæg, fra regnudløb fra fælleskloakerede og separatkloakerede oplande samt fra ukloakerede ejendomme. Spildevandet indeholder høje koncentrationer af organisk stof, ammoniak, næringssalte (kvælstof og fosfor) samt bakterier. En øget tilførsel af især fosfor til en sø vil medføre en forøget vækst af planktonalger i søen, og som følge heraf bliver vandet mere uklart, bundplanter bortskygges og balancen mellem rov- og fredfisk forstyrres.

Indsatsen for at nedbringe belastningen fra de forskellige kilder til forurening med spildevand er i Frederiksborg Amt prioriteret som følger:

1. Renseanlæg
2. Regnvandsbetingede udløb
3. Ukloakerede ejendomme

ad 1. Renseanlæg

På nuværende tidspunkt findes der godt 50 kommunale og 40 mindre, private reseauanlæg i Frederiksborg Amt. Gennem de sidste 5-6 år er en del af de mindre, kommunale anlæg blevet nedlagt samtidig med, at de større reseauanlæg er blevet udbygget til at kunne overholde Vandmiljøplanens udledningskrav. Udbygningen af de større anlæg har generelt medført en væsentlig reduktion i vandområdernes belastning med især organisk stof samt med næringssaltene kvælstof og fosfor (afsnit 3.4).

Realiseringen af planlægningen for de mindre, kommunale reseauanlæg er stort set gennemført set i forhold til de nuværende målsætninger for vandområderne. Indsatsen vil i de kommende år især blive koncentreret om en optimering af reseauanlæggenes drift, således at udledningskravene kan overholdes på alle anlæg.

Spildevandsmængden fra de private anlæg udgør kun en lille del af den samlede mængde, men rensningen er i visse tilfælde så mangelfuld, at belastningen bliver uacceptabelt høj i nedstrøms liggende søer og vandløb. Der er derfor behov for enten at nedlægge eller at udbygge de pågældende anlæg.

ad 2. Regnvandsbetingede udløb

Fosforudledning til søer fra regnvandsbetingede udløb kan være kritisk for søernes tilstand og bør derfor reduceres i videst muligt omfang. Generelt reduceres belastningen fra separate regnvandsbetingede udløb ved etablering af faskiner eller laguner, og belastningen fra overløbsbygværker fra fælleskloakerede oplande reduceres ved etablering af bassiner.

ad 3. Ukloakerede ejendomme

Fosforbelastningen fra ukloakerede ejendomme i oplandet kan være kritisk for opnåelse af målsætningen for visse søer. Afklaring af denne problemstilling kræver en detaljeret vurdering af belastningens betydning for den enkelte sø, set i relation til de øvrige belastningskilder.

I fremtiden skal alle direkte udledninger af urensset spildevand til søer fra ukloakerede ejendomme bringes til ophør.

Spildevandet bør i stedet renses i septiktank og dernæst afledes via nedsivningsanlæg. Hvor nedsivning ikke er mulig, kan det være nødvendigt at etablere samletank eller andre specielle foranstaltninger. Alle ukloakerede ejendomme bør endvidere være tilsluttet en tømningsskema.

2.2.2 Etablering af vandområder med henblik på fosfortilbageholdelse

De fleste vandløb i Frederiksborg Amt er i dag præget af reguleringer med det formål at få en effektiv transport af vandet bort fra landbrugsarealerne. Før reguleringerne henlå store dele af de ånære arealer som moser og enge, der med mellemrum blev oversvømmet og ofte lå vanddækkede i vinterperioden.

På denne måde blev en del af det medførte fosfor tilbageholdt ved bundfældning af partikulært fosfor, ved binding af opløst fosfor til partikeloverflader samt ved indbygning af fosfor i organiske forbindelser (planter, mikroorganismer).

Ved nyetablering og genopretning af 6 vandområder i oplandet til Arresø og 1 mindre sø i oplandet til Hornbæk Sø forventes det således, at der vil ske en betydelig reduktion i fosfortilførelsen til de to søer svarende til ca. 3 tons fosfor pr. år til Arresø (se afsnit 3.4.3) og 50 kg fosfor pr. år til Hornbæk Sø.

2.2.3 Nedbringelse af den eksterne belastning fra landbrugsarealer

Kvælstof

Anvendelse af jorden til landbrugsdrift har forøget udvaskningen af især kvælstof fra jorden. Samtidig har den voldsomme formindskelse i udstrækningen af vådområder, som det afdrænede vand strømmer igennem, medført, at den naturlige fjernelse af kvælstof ved denitrifikation er reduceret kraftigt.

Landbrugets belastning til vandløb, søer og hav i Frederiksborg Amt var i perioden 1989-1994 i gennemsnit 1.300 tons kvælstof pr. år. Det svarer til ca. halvdelen af amtets totale udledning af kvælstof i samme periode. Der er ikke konstateret nogen reduktion i belastningen af kvælstof fra landbruget fra 1989-1994, hvorimod analysetallene fra 1995 og 1996 viser en tendens til en lavere belastning fra landbru-

	<p>get. Kvælstofbidraget fra landbruget er i gennemsnit 23 kg kvælstof pr. ha pr. år, hvilket er lavt i forhold til resten af landet.</p>
<i>Fosfor</i>	<p>Belastningen af fosfor fra landbruget var perioden 1989-1994 ca. 20 tons fosfor pr. år, svarende til 10% af den totale tilførsel til vandløb, søer og hav.</p>
<i>Indgreb - kvælstof</i>	<p>For at formindske kvælstofudledningen til søoplande kan amtet forsøge at etablere frivillige aftaler omkring en mere miljøvenlig dyrkningspraksis og en reetablering af nogle af de mest velegnede vandløbsnære arealer som vådområder for derved at forøge den naturlige omsætning af vandets kvælstofindhold.</p>
<i>Indgreb - fosfor</i>	<p>På samme måde kan amtet forsøge af formindske landbrugets fosforudledning til søoplande ved at indgå frivillige aftaler omkring en mere miljøvenlig dyrkningspraksis især af de skrånede arealer ned til søer og vandløb. Disse arealer kan med stor fordel udlægges med vedvarende vegetation som f.eks. græs, således at den overfladiske afstrømning af fosfor begrænses mest muligt.</p>

2.2.4 Fysiske indgreb

I nogle søer medfører den interne belastning et forøget fosforindhold i søvandet selv efter, at der er sket en reduktion i den eksterne fosfortilførsel. Hvis det er muligt at øge vandgennemstrømningen i sommerhalvåret, hvor bidraget fra den interne belastning er størst, udtømmes den ophobede fosforpulje hurtigere. I Fuglesø overvejer amtet at udføre et sådant indgreb ved at opstemme søens vandspejl i vinterperioden og aflede søvandet i sommerperioden.

I søer, hvor det ikke er muligt at kontrollere vandgennemstrømningen kan man evt. undersøge muligheden for sedimentfjernelse, oppumpning af fosforholdigt bundvand og andre tiltag til begrænsning af den interne belastning, hvis det vurderes, at den naturlige udskylningsproces er uacceptabelt langvarig.

2.2.5 Biomanipulation

Efterhånden som både den eksterne og den interne belastning bliver reduceret, viser det sig i nogle søer, at biologisk træghed og økologisk ubalance vil fastholde den pågælden-

de sø i en uacceptabel tilstand i mange år fremover på trods af den reducerede næringsstofkoncentration. I nogle af disse søer kan opnåelsen af en acceptabel tilstand fremskyndes ved biomanipulation.

Biomanipulation består oftest i, at man foretager en opfiskning af søens fredfisk evt. kombineret med en udsætning af rovfisk med det formål at opnå en naturlig balance i fiskebestanden. Derved reduceres fredfiskenes prædationstryk på dyreplanktonet, der følgelig bliver i stand til at regulere mængden af planteplankton mere effektivt.

Udplantning af bundplanter kan fremskynde udbredelsen af bundvegetation i søer, hvor lysforholdene er tilstrækkeligt gode for bundplanternes vækst. Bundplanterne vil være næringsstofkonkurrenter til planteplanktonet, tjene som opholdssted for dyreplankton og fiskeyngel, samt medvirke til at stabilisere og ilte sedimentet.

2.2.6 Andre indgreb

Selsø Sø tilføres store mængder af næringsalte via indtrængende saltvand fra Roskilde Fjord. For at forhindre dette vil højvandsslusen ved afløbet fra søen blive ombygget, så det næringsrige saltvand effektivt lukkes ude. I forbindelse med dette og andre tiltag (reduceret spildevandstilførsel samt evt. regulering af fiskebestanden) ønskes søen ændret fra en næringsrig brakvandssø til en ren ferskvandssø.

3. Søerne i Frederiksborg Amt

3.1 Registrerede søer og damme

I tabel 3.1 er vist en oversigt over antal og areal af de søer og damme i Frederiksborg Amt, der er omfattet af Naturbeskyttelseslovens § 3. Opgørelsen er foretaget i august 1996 og er udført efter Skov- og Naturstyrelsens vejledning til registrering af beskyttede naturtyper og den tilhørende bekendtgørelse /11/.

Størrelse	Antal	%	Areal, ha	%	Målsatte søer, antal
<1000 m ²	3679	59	174	2	
1000-10.000 m ²	2321	37	625	8	
10.000-20.000 m ²	113	2	152	2	
20.000-50.000 m ²	66	1	204	3	23
50.000-100.000 m ²	11	0	73	1	11
100.000-500.000 m ²	*10	0	204	3	*8
>500.000 m ²	7	0	6518	82	7
≥1000 m ² i alt	2528	41	7776	98	49
Søer og damme i alt	6207	100	7950	100	98

Tabel 3.1. § 3 registrerede søer og damme i Frederiksborg Amt. Hele Farum Sø indgår i registreringen. Furesø er ikke medtaget.

*De nyetablerede søer Solbjerg Eng sø og Strødam Eng sø er endnu ikke målsat

Af de over 6000 registrerede søer og damme er 96% små med et vandspejlsareal på under 1 ha (10.000 m²). Areal-mæssigt udgør disse småsøer kun 10% af det samlede søareal i amtet, hvorimod de 7 største søer (søer >50 ha) udgør over 80% af søarealet.

Samlet dækker de registrerede søer og damme ca. 6% af amtets areal, hvilket gør Frederiksborg Amt til et af landets sørigeste amter, på trods af at mange af amtets søer i tidens løb er forsvundet ved afdræning /12/. Dette modsvares dog i nogen grad af de nyetableringer og genopretninger af søer og vådområder, der planlægges og udføres i disse år, og som foreløbig har resulteret i to nye søer, Solbjerg Eng sø og Strødam Eng sø, samt i en udvidelse af Selsø Sø.

Blandt amtets søer findes landets største ferskvandssø, Arresø med et areal på 3987 ha, og landets vandrigeste sø, Es-

rum Sø, der rummer over 200 mill. kubikmeter vand. Søerne er forholdsvis lavvandede med Esrum Sø som den dybeste (22 meter) og Farum Sø som den næstdybeste (15 meter). Buresø og Store Gribsø har begge en maksimumdybde på ca. 11 meter. De øvrige søer er alle under 10 meter dybe, de fleste endda væsentlig under.

49 af de registrerede søer er i amtets vandområdeplaner udlagt med en målsætning. Det svarer til knapt halvdelen af søerne over 2 ha. Alle søer over 5 ha er i dag målsat bortset fra de to nyetablerede søer Solbjerg Engsø og Strødam Engsø. Bilag 3.2 giver en oversigt over de vigtigste morfometriske data for amtets målsatte søer.

3.2 De enkelte søers målsætninger

I figur 3.1 ses placeringen af amtets målsatte søer. De opstillede målsætninger for hver enkelt sø samt angivelse af, hvorvidt målsætningen anses for opfyldt, ses af tabel 3.2 og 3.3. En detaljeret oversigt over søernes navne, stationsnumre, målsætninger og opstillede kravværdier findes desuden i bilag 3.1.

Målsætning	Målsætning opfyldt	Sønavn
A	Ja	Bastrup Sø, Buresø, Esrum Sø
	Nej	Gurre Sø, Sjælsø, Store Gribsø
B	Ja	Bonedam, Fønstrup Dam, Kobberdam, Lillesø
	Nej	Arresø, Birkerød Sø, Bøgeholm Sø, Farum Sø, Fr.borg Slotssø, Fuglesø, Hellesø, Hornbæk Sø, Klaresø, Løje Sø, Selsø Sø, Sortesø, St. Donsedam,
	?	Agersø, Agesø, Brededam, Hørsholm Slotssø, Julmose, Karlssø, Ladehøjgård Sø, Langebjerg Gravsø, Ll. Donsedam, Løgsø, Nørresø, Præstemose, Skovrød Sø, Skuldelev Gravsø, Storemose, Strøllille Gravsø, Teglgård Sø, Tørkeris Sø, Ubberød Dam, Uggeløse Gravsø, Veksø Mose, Ølmose
C		Brådebæk Mose, Skåningedam, Springdam, Tranemose

Tabel 3.2 En oversigt over de fastsatte målsætninger og deres opfyldelse i 49 søer i Frederiksborg Amt.

Af amtets 49 målsatte søer er 6 målsat med skærpet målsætning. Heraf er Buresø, Esrum Sø, Gurre Sø og Store Gribsø målsat som naturvidenskabeligt interesseområde

(A1), Bastrup Sø, Buresø og Esrum Sø som badesøer (A2) og Sjælsø som drikkevandssø (A3). 39 søer har en generel målsætning (B) med krav om et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv. Hos 4 søer er det vurderet, at påvirkning fra spildevand og intern belastning forhindrer, at en generel målsætning kan opfyldes. Disse søer, Brådebæk Mose, Skåningedam, Springdam og Tranemose, er følgelig målsat med lempet målsætning (C1).

Hos 7 af søerne anses målsætningen for at være opfyldt, og 16 af de målsatte søer har en søkvalitet der ikke opfylder den fastsatte målsætning. For de resterende 26 søer er der ikke opstillet kravværdier, eller det foreliggende datagrundlag er for spinkelt til, at der kan foretages en detaljeret tilstandsvurdering. Det drejer sig hovedsagelig om mindre søer (<5 ha). En status over søernes tilstand i relation til målsætningen er givet i afsnit 5.2.

Søerne i Frederiksborg Amt

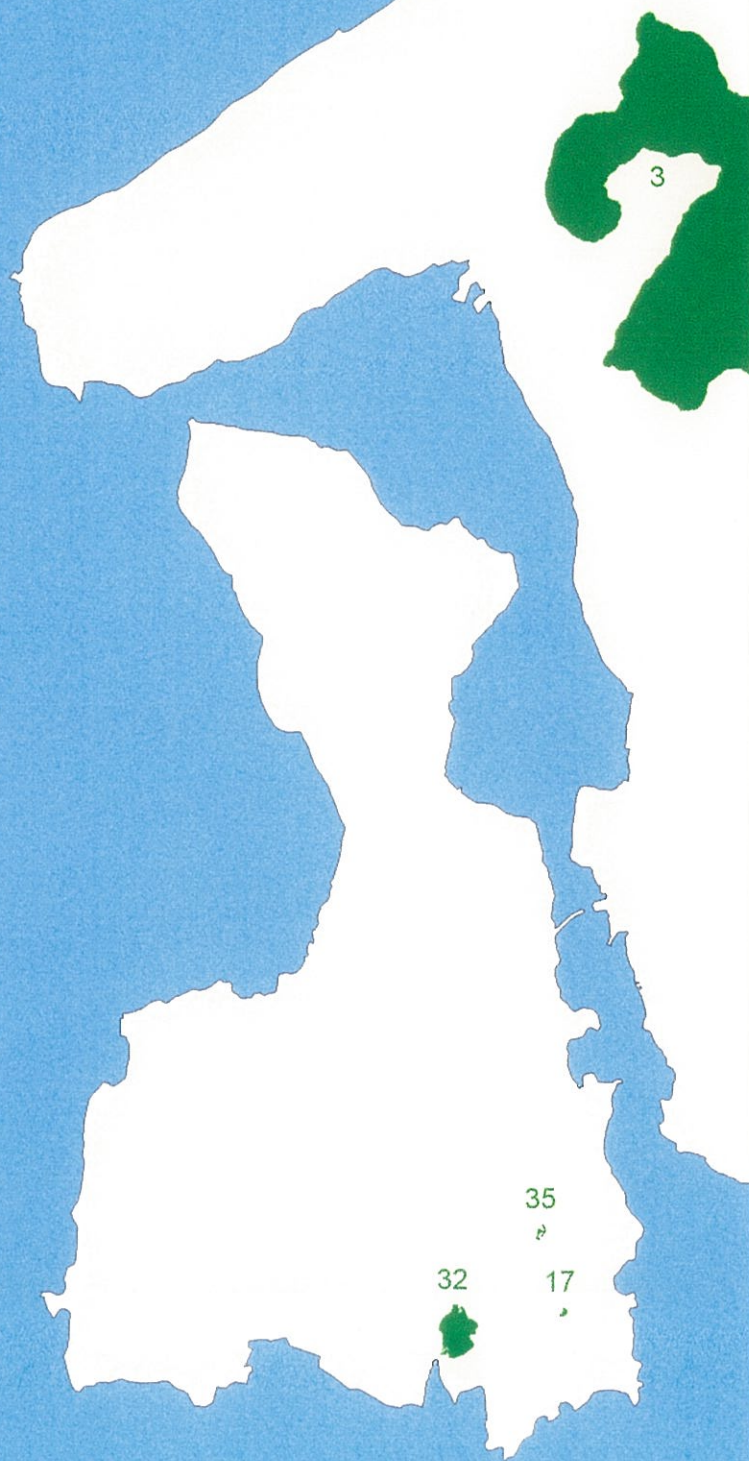
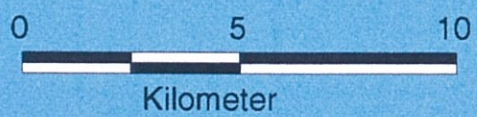
SØ NR.	LOKALITET	ST.NR.	Målsæt-	Målsæt-	Sidste tilsyn	Størrelse ha	Dybde, m	
			ning	ning opfyldt			Middel	Max
1	AGERSØ	1667	B	?	1982	3,5	2,3	6,2
2	AGESØ	6128	B	?	1996	3,4		2
3	ARRESØ	1690	B	Nej	1996	3987	3,07	5,5
4	BASTRUP SØ	1664	A2	Ja	1996	33,2	3,34	7
5	BIRKERØD SØ	1668	B	Nej	1990	9,0	2,7	5,75
6	BONDEDAM	1955	B	Ja	1989	9,2		2,7
7	BREDEDAM	1961	B	?	1981	2,6	1	2,1
8	BRÅDEBÆK MOSE	6007	C1	?	1990	4,4	2,8	ca. 5
9	BURESØ	1737	A1, A2	Ja	1993	76	6,7	10,8
10	BØGEHOLM SØ	1925	B	Nej	1988	30	1,1	1,9
11	ESRUM SØ	1692	A1, A2	Ja	1993	1730	12,3	22
12	FARUM SØ	1660	B	Nej	1994	120	6,3	14,7
13	FRD.BORG SLOTSSØ	1922	B	Nej	1984	21	3,1	8
14	FUGLESØ	2009	B	Nej	1996	5	1,95	2,8
15	FØNSTRUP DAM	1958	B	Ja	1990	3,8	ca. 1	ca. 1,5
16	GURRE SØ	1734	A1	Nej	1993	240	2	5,4
17	HELLESØ	6075	B	Nej	1993	3,5		1,6
18	HORNBÆK SØ	1924	B	Nej	1989	12,4	1,8	3,6
19	HØRSHOLM SLOTSSØ	6010	B	?	1990	7,0	1,2	
20	JULMOSE	6136	B	?	1980	2,6	1,5	4,5
21	KARLSSØ	1962	B	?	1982	2,8	1	1,5
22	KLARESØ	1948	B	Nej	1989	3,4	1,5	6
23	KOBBERDAM	1956	B	Ja	1989	3,8		3,5
24	LADEHØJGÅRD SØ	6127	B	?	1996	4,5		2,5
25	LANGEBJERG GRAVSØ	6081	B	?	1993	ca. 5		ca. 10
26	LILLE DONSEDAM	1964	B	?	1988	5,0		2,8
27	LILLESØ	6006	B	Ja	1990	6,3		7,3
28	LØGSØ	1666	B	?	1982	5,8	3,1	6,4
29	LØJE SØ	1918	B	Nej	1993	13,6		0,4-0,5
30	NØRRESØ	1959	B	?	1988	2,9	1	1,85
31	PRÆSTEMOSE	1965	B	?	1988	3,3		1,75
32	SELSØ SØ	1736	B	Nej	1993	90	1	1,4
33	SJÆLSØ	6108	A3	Nej	1995	280	3,2	5,5
34	SKOVRØD SØ	1665	B	?	1982	4,8	ca. 1	1,7
35	SKULDELEV GRAVSØ	6082	B	?	1993	ca. 6		ca. 7,5
36	SKÅNINGEDAM	1954	C1	?	1996	2,7		2
37	SORTESØ	1921	B	Nej	1989	3,5	1,9	6
38	SPRINGDAM	6009	C1	?	1996	2,0		2,6
39	STORE DONSEDAM	1920	B	Nej	1989	20,4	1,5	2,9
40	STORE GRIBSØ	1923	A1	Nej	1989	10	4,8	11
41	STOREMOSE	6129	B	?	1996	2,8		1,75
42	STRØLILLE GRAVSØ	6079	B	?	1993	ca.11		ca. 15
43	TEGLGÅRD SØ	1960	B	?	1982	5,3	2,2	
44	TRANEMOSE	6074	C1	?	1993	3,2		2
45	TØRKERIS SØ	1963	B	?	1982	4,1	0,5	1
46	UBBERØD DAM	6008	B	?	1996	4,4		1,6
47	UGGELØSE GRAVSØ	6080	B	?	1993	ca. 3		ca. 5
48	VEKSØ MOSE	6137	B	?	1980	ca. 5		ca. 1
49	ØLMOSE	6073	B	?	1993	3,1		ca. 3,1

Tabel 3.3 Frederiksborg Amts målsatte søer. Sø-nummer refererer til kortet overfor.

Figur 3.1 →

Målsætninger

- A - Skærpet
- B - Generel
- C - Lempet



3.3 Hovedproblemer for søernes miljøkvalitet

Hos de søer, hvor målsætningen ikke er opfyldt, kan det være nødvendigt at foretage miljøforbedrende indgreb for at opnå den ønskede miljøtilstand. I tabel 3.4 ses en oversigt over søer, hvor tilstanden endnu ikke er acceptabel, samt de væsentligste årsager hertil.

Sø	Årsag				
	Ekstern belastning	Intern belastning	Reduceret vandgennemstrømning	Andet	Ikke klarlagt tilstrækkeligt
Gurre Sø	(X)	X	X	Biologisk træghed	
Hornbæk Sø	X	X			
Bøgeholm Sø	X	X			
Klaresø	(X)			Brunvandet	X
Sortesø	X			Brunvandet	
Skåningedam	X	X			
Sjælsø	X	X	X		
Store Donsedam	X	X			
Lille Donsedam					X
Julmose					X
Storemose					X
Farum Sø		X	X		
Bastrup Sø*	X		X	Økologisk ubalance	
Birkerød Sø	X	X	X		
Arresø	X	X			
Store Gribssø	X**			Brunvandet	
Frederiksborg Slotssø	(X)	X	X		
Fuglesø	X	X	X		
Nørresø					X
Tranemose					X
Selsø Sø	X	X		Saltvandspåvirket	
Hellesø					X
Løje Sø	X	X			

Tabel 3.4 En oversigt over de søer, hvor tilstanden endnu ikke er acceptabel, samt de vigtigste årsager hertil, fra /13/. *Målsætningen for Bastrup Sø var opfyldt i 1996. **Surt vand.

<i>Ekstern belastning</i>	I hovedparten af de søer, hvor årsagen til den utilfredsstillende søkvalitet er klarlagt, er det væsentligste problem, at søen har en for stor ekstern belastning med næringssalte fra spildevand og landbrugsområder. De mulige indgreb til løsning af disse problemer er beskrevet i afsnit 2.2 og en status over de allerede foretagne indgreb gives i afsnit 3.4.
<i>Intern belastning</i>	Farum Sø og til dels Gurre Sø adskiller sig fra de øvrige søer ved at have en relativt lav ekstern belastning, efter at der er foretaget en betydelig reduktion i de tidligere spildevandstilførsler. I disse søer spiller den interne belastning med fosfor, der frigives fra søens sediment i sommermånederne, en væsentlig rolle i at fastholde søen i en forringet miljøtilstand. I begge søer foregår udtømningen af den op-hobede fosforpulje desuden langsomt som følge af nedsat vandgennemstrømning, der i Farum Sø hovedsagelig skyldes vandindvindingsaktiviteter i søens umiddelbare nærhed.
<i>Nedsat gennemstrømning</i>	Efterhånden som fosfortilførslen fra eksterne kilder reduceres, vil en tilsvarende udvikling, hvor den væsentligste belastning med fosfor skifter fra eksterne kilder til intern frigivelse, kunne forventes i mange andre af amtets søer.
<i>Andre problemer</i>	Andre faktorer, der medvirker til, at målsætningerne ikke kan opfyldes, er saltvandspåvirkning (Selsø Sø), og tilførsel af surt vand (Store Gribsø).

3.4 Gennemførte miljøforbedrende tiltag

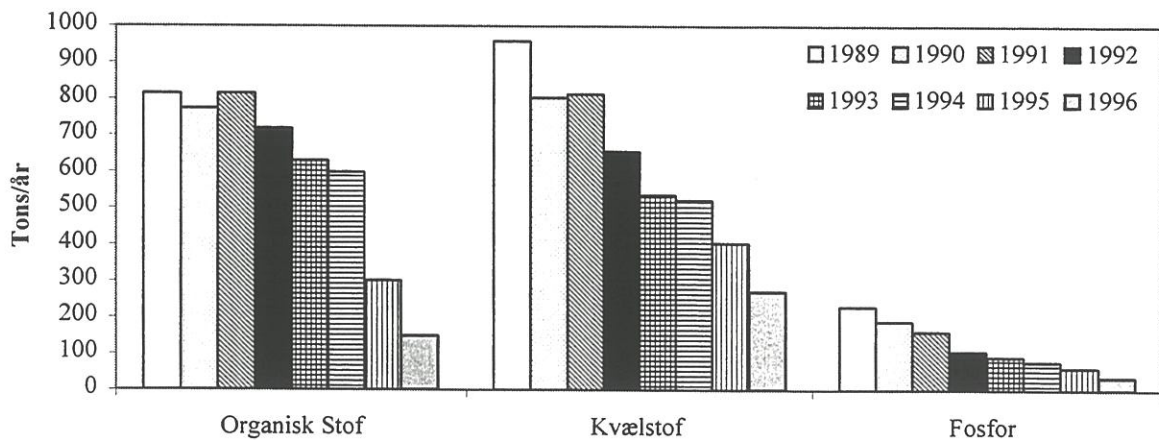
I det følgende gives en kort status over de tiltag, der er foretaget i Frederiksborg Amt med henblik på at forbedre tilstanden i amtets vandområder, herunder søerne. For en beskrivelse af planlagte og mulige indgreb henvises til afsnit 2.2.

3.4.1 Punktkilder

I forbindelse med Vandmiljøplanens vedtagelse blev der stillet krav om reduktion i udledningen af kvælstof, fosfor og organisk stof fra spildevandsudledninger.

I perioden 1989-95 blev der nedlagt 39 renseanlæg i Frederiksborg Amt, og udbygning af de øvrige anlæg medførte, at andelen af spildevand, der bliver rensat bedre end mekanisk-biologisk steg fra 19% i 1989 til 95% i 1995 /14/.

Den forbedrede spildevandsrensning har betydet en væsentlig reduktion i udledningen af organisk stof, kvælstof og fosfor fra kommunale renselanlæg. Således er udledningen af organisk stof i perioden 1989-96 reduceret med 82%, kvælstof med 72% og fosfor med 84% (figur 3.2 og /14/).



Figur 3.2 *Udviklingen i udledning af organisk stof, kvælstof og fosfor fra kommunale renselanlæg i Frederiksborg Amt 1989-96.*

Kravene til udledningerne er skærpet i perioden, og samtidig er der sket et fald i antallet af anlæg med kravoverskridelser fra 52% i 1989 til 26% i 1995. Af de 14 anlæg, der ikke overholdt et eller flere af kravene i 1995, er 6 anlæg planlagt nedlagt eller ombygget inden udgangen af 1997.

3.4.2 Biomanipulation

Farum Sø

Opfiskning af skidtfisk er foretaget i 2 af amtets søer. I Farum Sø blev der opfisket skidtfisk i 1967-69 og i 1987-92. Opfiskningen har sammen med spildevandsafskæring betydet, at fiskebestanden har udviklet sig fra at være domineret af skalle og brasen i begyndelsen af 1960'erne til at have en veludviklet aborrebestand med dominans af store, rovlevende aborrer i 1992 /15/.

Bastrup Sø

I Bastrup Sø er der foretaget opfiskning af skidtfisk i 1995-97, og de foreløbige resultater tyder på, at opfiskningen har haft en gunstig effekt på søens fiskebestand /16/. Sammenlignet med undersøgelser i 1991 og 1994 var bestanden af brasen mærkbart reduceret i 1996, og aborrebestanden var tilbage på 1991-niveau, efter et markant biomassefald i

1994 (tabel 3.5). Sigtdybdeforholdene i søen var samtidig forbedret i 1996 i forhold til tidligere år.

Fiskebestanden i Bastrup Sø 1991-96, tons			
År	1991	1994	1996
Skalle	5,5	7,1	4,3
Brasen	5,3	5,4	0,3
Aborre	4,7	1,7	4,2
Gedde	1,7	0,8	0,2
Øvrige	2,7	2,0	1,1
Total	19,9	17,0	10,1

Tabel 3.5 Udviklingen i fiskebestandens skønnede biomasse i Bastrup Sø 1991-96, fra /16/.

3.4.3 Etablering af søer i Arresøs opland

Ved den planlagte nyetablering og genopretning af 6 vandområder i oplandet til Arresø forventes det, at der vil ske en reduktion i fosfortilførelsen til søen svarende til ca. 3 tons fosfor pr. år. Den beregnede reduktion i de 6 udvalgte områder er angivet i tabel 3.6.

Område	Vandspejlsareal ha	Fosfortilbageholdelse kg fosfor/år
Strødam Engsø	20	600
Solbjerg Engsø	33	550
Alsønderup Enge	51	1000
Klemmose	13,5	100
Lyngby Mose	100	165
Holløse Bredning	70	300
I alt	287,5	2715

Tabel 3.6 Beregnet tilbageholdelse af fosfor for 6 udvalgte områder i oplandet til Arresø.

2 af de planlagte 6 vandområder i oplandet til Arresø er allerede færdig etableret. Det første vandområde, Solbjerg Engsø, blev etableret i 1993 og tilbageholdt i 1994, 1995 og 1996 hhv. 9, 4 og 0 tons fosfor. Den store afvigelse i den målte fosfortilbageholdelse sammenlignet med den bereg-

nede værdi skyldes først og fremmest, at søens indløbskoncentration endnu ikke er reduceret til den koncentration, der er forudsat i beregningerne. Solbjerg Eng sø forventes således på trods af den svingende tilbageholdelse i 1994-96 at tilbageholde ca. 500 kg fosfor pr. år, når forudsætningerne er opfyldt, og forholdene stabiliseret.

Strødam Eng sø blev etableret i slutningen af 1996, og vil blive fulgt nøje i de kommende år.

3.4.4 Nedbringelse af den eksterne belastning fra landbrugsjord

Siden Vandmiljøplanens vedtagelse er der på landsplan gennemført en række tiltag, hvis formål er at reducere belastningen med næringsstoffer fra landbruget. Det drejer sig f.eks. om regler for gødningsanvendelse, grønne marker, gødningsopbevaring mm.

SFL-områder

Frederiksborg Amt har udpeget en række Særligt Følsomme Landbrugsområder, SFL-områder /13/. Næringsstofbelastningen fra landbruget er især forsøgt nedbragt fra disse arealer ved hjælp af tilskud til en række miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger. I 1994 blev der udpeget 7.200 ha SFL-områder, og i 1997 er dette areal blevet udvidet til i alt 14.000 ha. Det svarer til godt 20% af det samlede landbrugsareal i Frederiksborg Amt.

Våde enge

SFL-områderne er udpeget af hensyn til grundvand, natur og vandmiljø. Omkring 6.000 ha er udpeget ud fra hensyn til amtets søer, vandløb og fjorde. Udpegningen omfatter en lang række større lavbundsområder blandt andet i oplandet til en række søer og til Roskilde Fjord. På mange af lavbundsarealerne er det muligt at etablere våde enge, der kan omsætte store mængder kvælstof. Undersøgelser fra andre steder i landet viser, at enge kan tilbageholde fra 200-500 kg kvælstof pr. ha pr. år. Endvidere er der udlagt 20 meter SFL-områder langs alle amtets A og B målsatte søer og vandløb.

Arresø

I oplandet til Arresø har amtet udpeget et 150 meter bredt SFL-område omkring søen samt på skrånende arealer ned til de vandløb, der løber til søen. Fra disse arealer er det vigtigt at mindske overfladeafstrømningen af fosfor, og det sker meget effektivt ved etablering af vedvarende græs. Landbrugets belastning til Arresø forventes på denne måde

nedbragt fra 4,9 tons fosfor pr. ha pr. år i 1991 til 2 tons fosfor pr. ha pr. år i 2000.

Ved Bastrup Sø og Esrum Sø er en større del af oplandet udpeget til SFL-område. Det vurderes, at belastningen fra landbruget i disse oplande bør reduceres for, at sikre et alsidigt dyre- og planteliv i søerne.

I 1997 vil amtet øge indsatsen for at landmændene i oplandet til Bastrup Sø, Arresø og Esrum Sø samt Havelse Å og Langstrup Mose informeres om støttemuligheder til vedvarende græsningsarealer, nedsat kvælstofforbrug, sprøjtefri dyrkning, etablering af våde enge mm. Ordningerne administreres af amtet og medfinansieres af EU. Derudover kan der opnås støtte til økologisk jordbrug. Støtten til denne driftsform administreres af staten.

Der har i årene 1994, 1995 og 1996 været søgt støtte til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger på knap 2.000 ha i Frederiksborg Amt. Amtet håber på en forøgelse af dette areal i de kommende år, idet tilskudssatserne for de enkelte ordninger er øget fra og med 1997.

4. Frederiksborg Amts søtilsyn

Frederiksborg Amt er i følge Miljøbeskyttelsesloven forpligtet til at føre tilsyn med miljøtilstanden i amtets vandløb, søer og kystnære, marine områder.

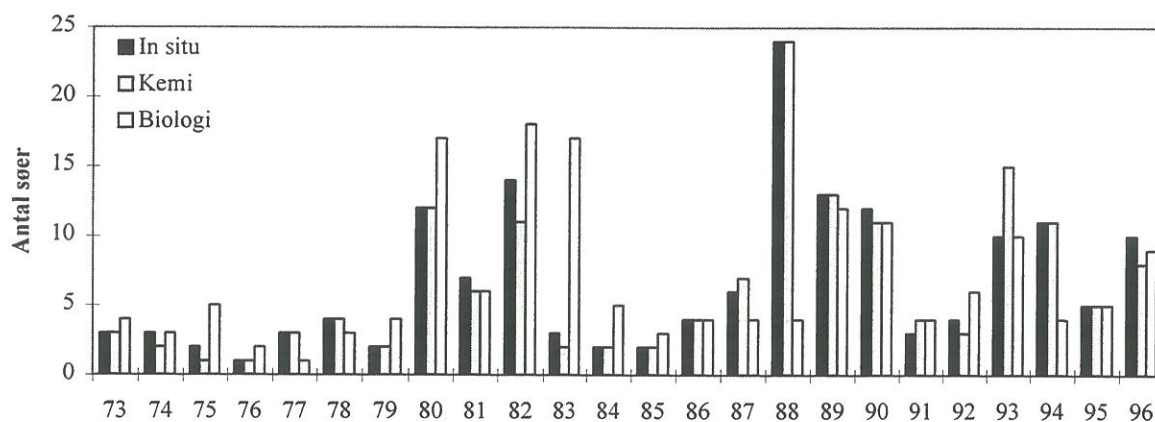
I henhold hertil har amtet siden midten af 1970'erne foretaget undersøgelser af tilstanden i de 49 målsatte søer samt i 5 ikke målsatte søer. Siden 1989 er der desuden ført intensivt tilsyn i 3 søer, Arresø, Bastrup Sø og Fuglesø, som en del af Vandmiljøplanens overvågningsprogram. I amtets database indgår desuden i mindre omfang resultater fra undersøgelser foretaget på amtets søer af andre institutioner. Disse undersøgelser indgår på lige fod med amtets egne undersøgelser i denne rapport.

En oversigt over det udførte tilsyn i perioden 1973-96 ses i tabel 4.1. En detaljeret oversigt over de undersøgelser, der er udført i de enkelte søer, er givet i bilag 4.2-4.8 samt i Frederiksborg Amts tilsynsberetninger og -programmer. De anvendte analysemetoder findes i bilag 4.1.

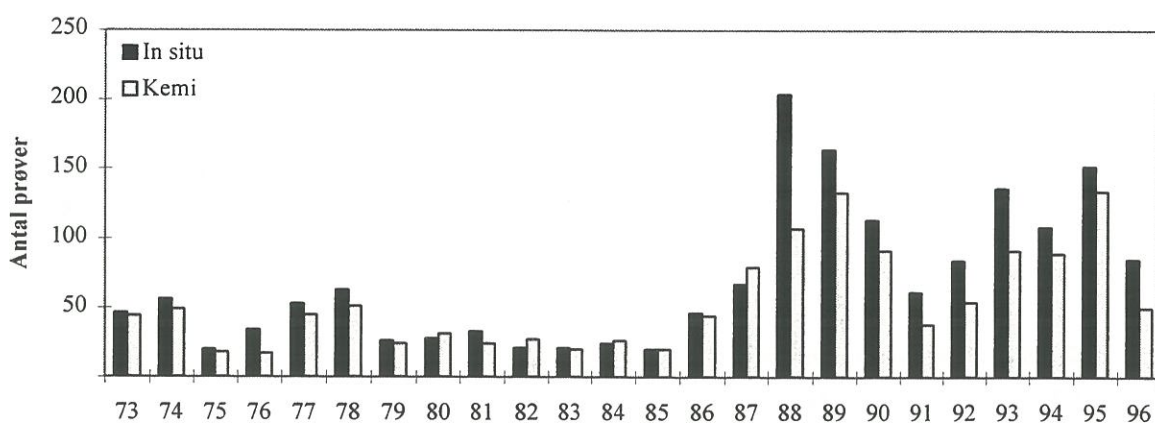
Omfang af søtilsyn i perioden 1973-96			
Målinger/år	Tilsynsår	Antal søer	Søer
>10	>3	10	Arresø, Bastrup Sø, Fuglesø Birkerød Sø, Buresø, Esrum Sø, Farum Sø, Gurre Sø, Selsø Sø, Sjælsø
	<3	4	Bøgeholm Sø, Hornbæk Sø, Store Donsedam, Teglgård Sø
5-10	<3	7	Frederiksborg Slotssø, Klaresø, Skåningedam, Sortesø, Springdam, Store Gribsø, Ubberød Dam
<5	<3	28	Øvrige målsatte søer

Tabel 4.1. Oversigt over søtilsynets omfang i Frederiksborg Amt i 1973-96.

Tilsynet har generelt som minimum indeholdt en undersøgelse af sigtddybde, ilt og temperatur samt et antal vandkemiske parametre. Derudover er der i et vist omfang udført biologiske undersøgelser af plankton, vegetation, bunddyr og fisk samt sedimentanalyser og stofbalancer. De forskellige undersøgelsestypers fordeling gennem årene er illustreret i figur 4.1, og tilsynsaktiviteten udtrykt som mængden af udførte in situ målinger og indsamlede vandkemiprøver ses i figur 4.2.



Figur 4.1 Besigtigede søer i Frederiksborg Amt i perioden 1973-96 med angivelse af undersøgelsestyper.



Figur 4.2 Antal af udførte in situ målinger og indsamlede vandkemiprøver i Frederiksborg Amts søer 1973-96. Det maksimale antal i det enkelte år svarer omtrent til antal tilsynsdage.

Tilsynsaktiviteten har varieret noget gennem årene, ligesom der har været forskel på tilsynets art. I begyndelsen af 1980'erne har tilsynet således været tilrettelagt som ekstensive undersøgelser i mange småsøer, som oftest med et enkelt tilsyn pr. sø pr. år. I årene før og efter var tilsynet koncentreret om færre søer, hvor der til gengæld blev ført mere intensivt tilsyn. Antallet af tilsynsdage var således på omtrent samme niveau i perioden 1979-85, selv om antallet af undersøgte søer varierede meget. De mange biologiske undersøgelser i 1980-83 er desuden fugleundersøgelser, der ikke er udført i andre år. For yderligere detaljer henvises til bilag 4.2-4.8.

5. Søernes tilstand og udvikling

I nærværende afsnit behandles tilsynets resultater for samtlige målsatte søer under et. Resultater for overvågningssøerne vil blive præsenteret i 3 separate rapporter /17, 18, 19/. Der gives en status over søernes aktuelle miljøtilstand samt en beskrivelse af udviklingen fra tilsynets start til i dag. For 2 udvalgte søer samt for 2 af overvågningssøerne præsenteres desuden scenarier til vurdering af, hvorvidt søerne anses for at være i ligevægtstilstand med den nuværende belastning, samt til belysning af mulige konsekvenser af yderligere miljøforbedrende indgreb (afsnit 6).

5.1 Valg af nøgleparametre

Til beskrivelse af tilstanden og udviklingen i amtets målsatte søer er udvalgt 3 nøgleparametre, total fosfor, klorofyl og sigtddybde. Sommer- og årsgennemsnit fra alle målsatte søer af disse parametre er samlet i bilag 5.1. Antallet af målinger, der ligger til grund for gennemsnitsberegningerne er ligeledes angivet, og det er markeret, hvorvidt gennemsnittene kan anses for at være repræsentative for den aktuelle periode (>5 målinger, jævn tidsmæssig fordeling). I den følgende præsentation af tilsynsresultater er kun anvendt repræsentative gennemsnit med mindre andet er angivet.

Fosfor

Fosfor er det vigtigste styrende næringssalt for miljøkvaliteten i langt de fleste, danske søer. Det betyder, at fosfor er det næringssalt, der oftest begrænser væksten af mikroskopiske alger, planteplankton, i søernes frie vandmasser. Store mængder af planktonalger forringer søkvaliteten ved at gøre vandet uklart, medvirke til forringede iltforhold ved bunden og påvirke den biologiske struktur negativt, således at der kommer færre bundplanter og færre rovfisk i søen.

Klorofyl

Planteplanktonbiomassen målt som klorofyl-a er således ofte direkte afledt af fosforindholdet i søvandet. Dybe søer som Esrum Sø og Farum Sø i Frederiksborg Amt er dog undtagelser herfra, idet algevæksten i disse søer er begrænset af kvælstof i en stor del af året.

Sigtddybde

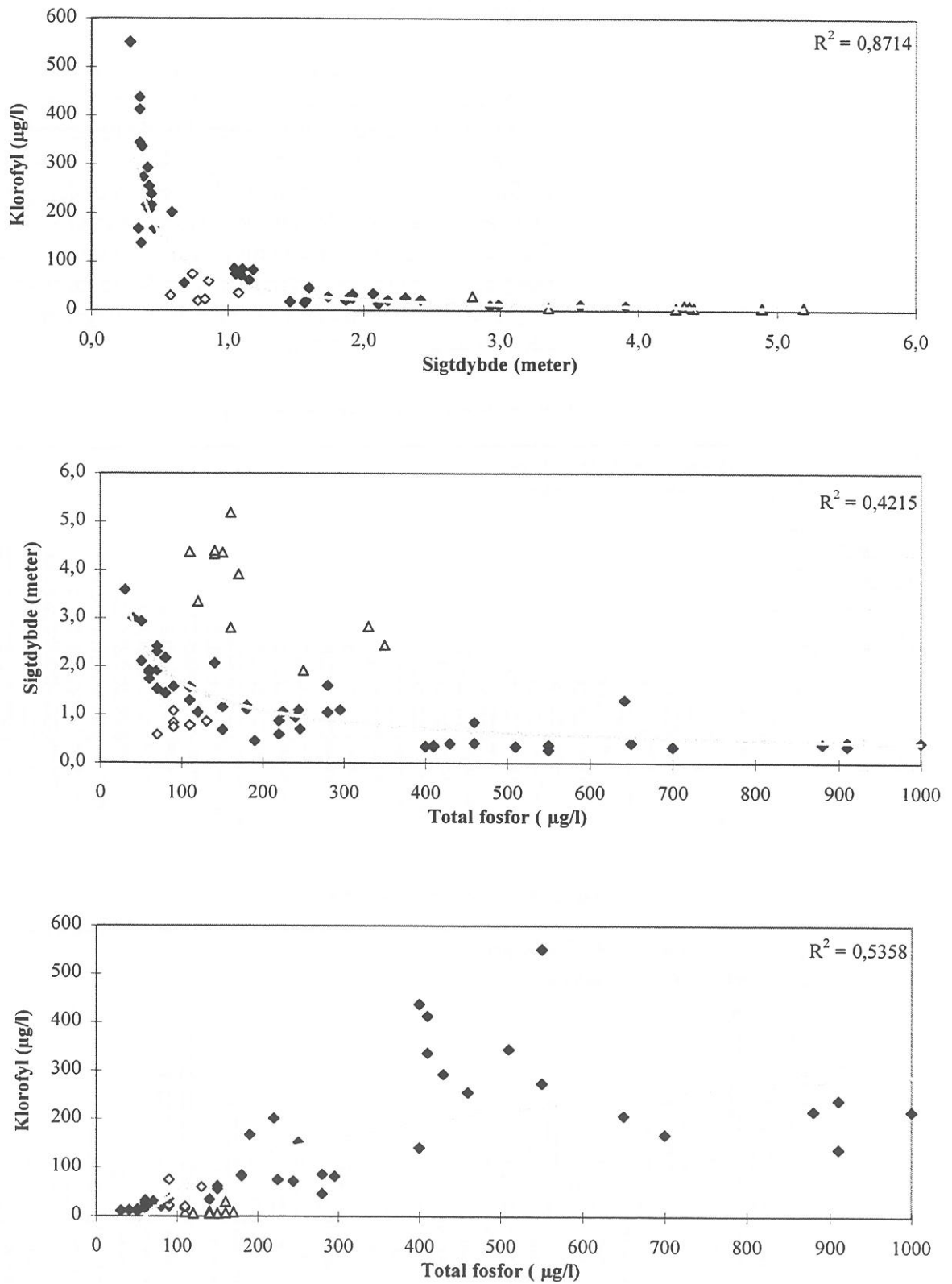
Vandets klarhed målt som sigtddybde, er et enkelt og anvendeligt mål for søkvaliteten. Sigtdybden afhænger hovedsagelig af algemængden i vandet, men også andre partikler, der er suspenderet i vandmasserne samt vandets egenfarve har indflydelse på sigtdybden.

Sammenhængen mellem årsgennemsnit af de tre valgte nøgleparametre i Frederiksborg Amts søer er præsenteret i figur 5.1. Der indgår data fra 16 søer i kurverne.

Figuren viser øverst, at der er en klar sammenhæng mellem klorofyl og sigtddybde, hvilket betyder, at mængden af planteplankton kan forklare de fleste variationer i sigtddybden. De punkter, der falder mest uden for ved at have dårligere sigtddybdeforhold end forventet i forhold til klorofylkoncentrationen er målinger fra lavvandede søer som Gurre Sø, Selsø Sø og Arresø, der sandsynligvis er præget af stor resuspension.

Sammenhængen mellem de årsgennemsnitlige værdier af total fosfor og hhv. sigtddybde og klorofyl er knapt så entydige omend tendensen er tydelig. Således kan man forvente, at forbedrede sigtddybdeforhold i langt de fleste tilfælde vil kunne opnås ved at reducere indholdet af fosfor i søvandet. Som det tidligere er påvist bl.a. ved hjælp af data fra det nationale overvågningsprogram, forbedres søernes sigtddybdeforhold mærkbart ved gennemsnitlige værdier af total-fosfor på $<100 \mu\text{g/l}$. Dette forhold kan bekræftes ud fra data fra Frederiksborg Amts søer.

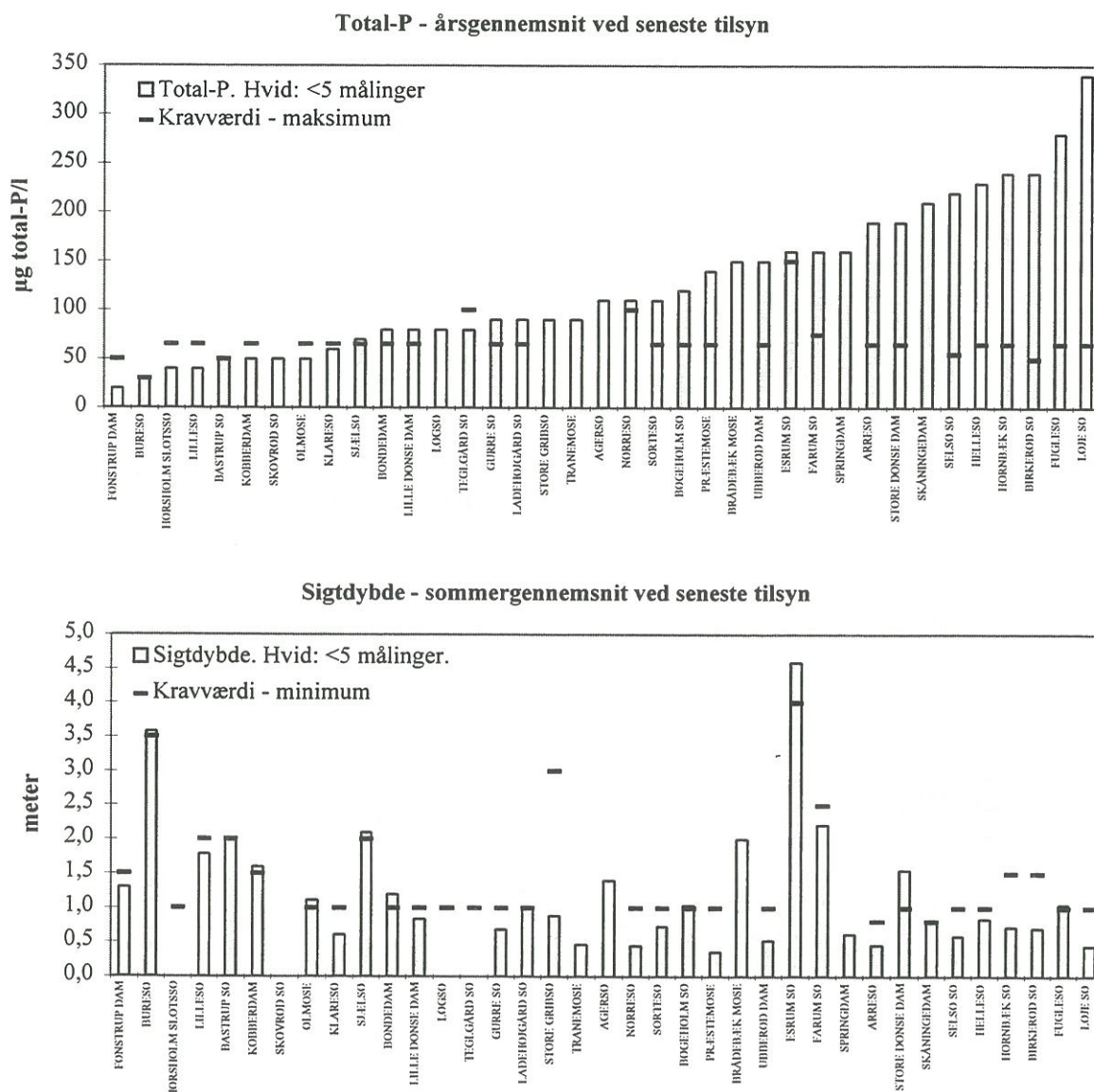
Resultaternes spredning skyldes, at flere andre faktorer end fosforindholdet har betydning for algevæksten og dermed for klorofylindholdet og sigtddybden. Dybe søer som Esrum Sø og Farum Sø har således bedre sigtddybdeforhold end forventet ud fra fosforindholdet (figur 5.1, midten). Dette kan forklares ved at planteplanktonvæksten i disse søer i vid udstrækning er begrænset af kvælstof, i det mindste i en stor del af sommerperioden. I andre tilfælde er et fosforindhold under $100 \mu\text{g/l}$ ikke tilstrækkeligt til at forbedre sigtddybdeforholdene. Det drejer sig bl.a. om Gurre Sø, hvor andre faktorer end mængden af planteplankton som nævnt ovenfor har indflydelse på sigtddybdeforholdene. Desuden kan træghed i den biologiske struktur medvirke til at fastholde søen i en dårlig miljøtilstand på trods af en markant reduktion i fosforindholdet.



Figur 5.1 Sammenhæng mellem tidsvægtede årgennemsnit af de valgte nøgleparametre i Frederiksborg Amts søer. Åbne ruder: Gurre Sø. Åbne trekanter: Esrum Sø og Farum Sø.

5.2 Søernes tilstand

En oversigt over de årsgennemsnitlige værdier for total fosfor og sigtddybde ved det seneste tilsyn er præsenteret i figur 5.2 for 37 af amtets målsatte søer. For de resterende 12 søer har det ikke været muligt at beregne årsgennemsnit af total fosfor eller af begge parametre. På figuren er den gældende kravværdi markeret, for de søer, hvor en sådan er opstillet. Tidspunktet for det seneste tilsyn kan ses i tabel 3.3 samt i bilag 3.1. Det skal understreges, at en del af de præsenterede gennemsnit (hvide søjler) hviler på et meget spinkelt datagrundlag (<5 prøver).



Figur 5.2 Status for årsgennemsnit af total fosfor og sommergennemsnit af sigtddybde i 37 målsatte søer i Frederiksborg Amt. Sigtddybde data og -kravværdier for Buresø, Øllose, Selsø Sø, Hellesø og Fuglesø er dog årsgennemsnit.

Fosfor

Det fremgår af figuren, at de målsatte søer varierer meget både hvad angår den årgennemsnitlige fosforkoncentration og sommersigtdybden. Det generelle krav til søernes fosforindhold ligger for de fleste søers vedkommende på 65-100 µg total fosfor/l. Dette krav er helt eller omtrent opfyldt for knapt halvdelen af søerne, hvilket skulle give mulighed for relativt gode sigtgybdeforhold i de pågældende søer.

Sigtgybde

Hovedparten af de søer, der levede op til de stillede krav med hensyn til fosforkoncentration, opfyldte samtidig helt eller omtrent de stillede krav til sommersigtgybden, der for de fleste søers vedkommende er sat til 1 meter. 4 af søerne havde dog sommersigtgybder, der var mindst 30 cm for lave i forhold til kravværdierne. En enkelt sø, Store Gribsø, havde en sommersigtgybde der var 2 meter lavere end kravværdien. Det er på basis af den moderate fosforkoncentration i Store Gribsø sandsynligt, at de dårlige sigtgybdeforhold i søen skyldes, at søen er humuspåvirket, og ikke at algevæksten er høj. Fosforgennemsnittet i Store Gribsø fra seneste tilsyn er kun baseret på én enkelt måling, men har dog i tidligere år ligget på omtrent samme niveau.

Af de søer, der ikke opfyldte de stillede kravværdier med hensyn til fosfor, opfyldte 4 (Bøgeholm Sø, Store Donse-dam, Skåningedam og Fuglesø) alligevel kravene til sigtgybde ved det seneste tilsyn. Når der ses bort fra de dybe søer, Esrum Sø og Farum Sø, var sigtgybdeforholdene dog generelt bedst i de søer, der havde den laveste fosforkoncentration.

Af de 33 søer, hvor der findes målinger af både fosfor og sigtgybde, opfyldte kun 5 søer begge de opstillede kravværdier helt. For 4 søer var der ikke opstillet krav.

Andre krav

Ud over de her præsenterede nøgleparametre er der for flere søers vedkommende stillet krav til undervandsvegetationens dybdeudbredelse, og for Esrum Sø er der stillet krav om en årgennemsnitlig koncentration af uorganisk kvælstof på maksimalt 200 µg/l. For en oversigt over målsætninger, kravværdier og opfyldelse af målsætninger henvises i øvrigt til bilag 3.1 og for yderligere detaljer til vandområdeplanerne /1-7/ samt til arbejdskatalogerne /9-10/.

5.3 Søernes udvikling

Som det fremgår af afsnit 4 er der ført tilsyn med Frederiksborg Amts søer siden 1973. For at vurdere udviklingen i

søernes miljøtilstand fra tilsynsperiodens start til i dag, er der udvalgt 9 søer, der har været undersøgt intensivt flere gange i løbet af perioden. Ud fra de foreliggende data er der beregnet tidsvægtede årsgennemsnit og medianværdier for total fosfor, sigtddybde og klorofyl for perioderne 1973-1983, 1984-1988 og 1989-1996. Perioderne er valgt således at alle de udvalgte søer var undersøgt mindst én gang i hver periode. Hvis der er data fra mere end ét undersøgelsesår i den samme periode er der beregnet et periodegennemsnit. Kun repræsentative gennemsnit beregnet på grundlag af mindst 5 målinger er medtaget.

Figur 5.3 viser medianværdier samt 10, 25, 75 og 90% fraktiler for periodegennemsnit af de tre nøgleparametre i de 9 udvalgte søer og figur 5.4 viser de årsgennemsnit af de samme nøgleparametres udvikling i de enkelte søer, suppleret med data fra Birkerød Sø.

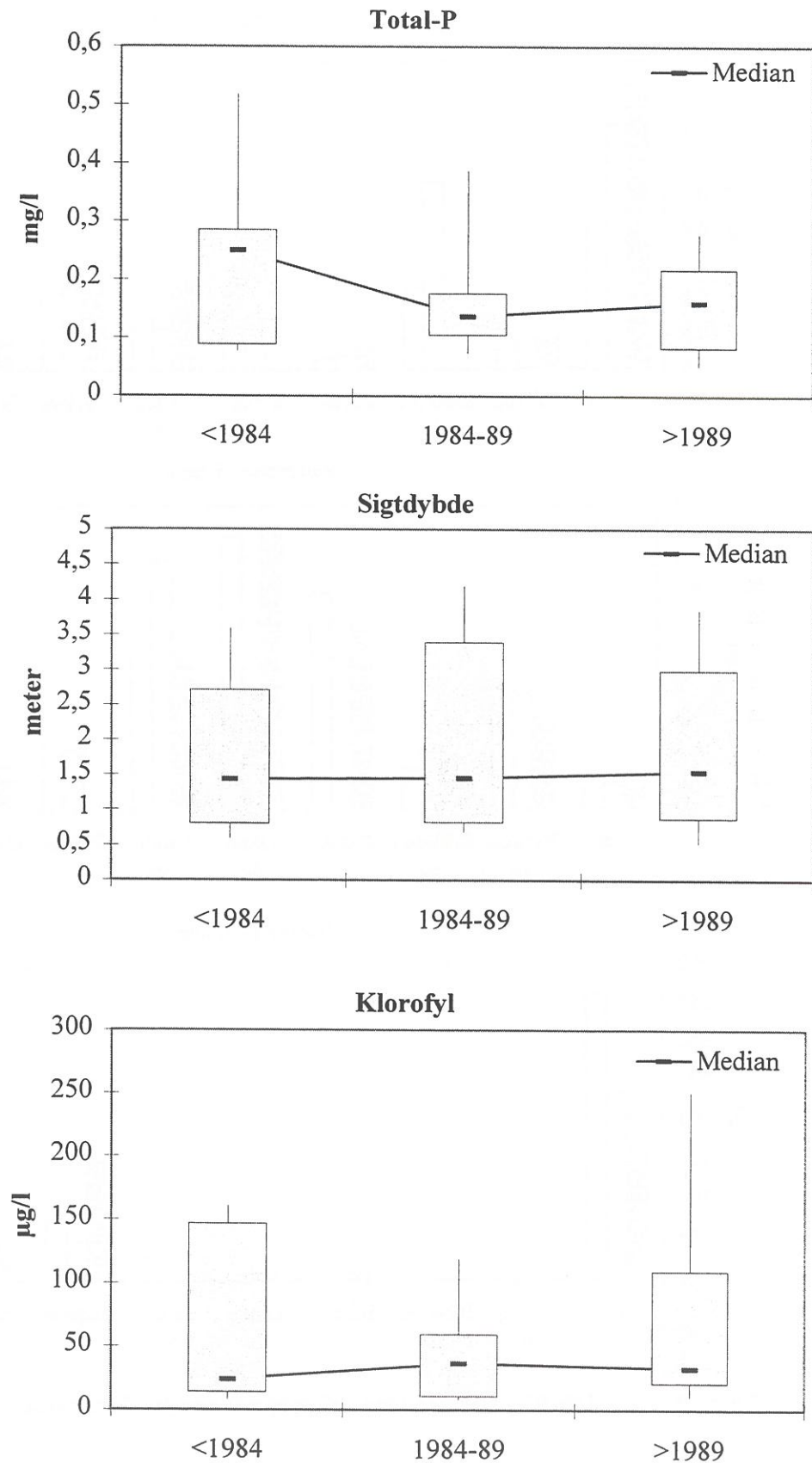
Fosfor

Betragtes de 9 udvalgte søer under ét (figur 5.3) ses kun en svag udvikling i nøgleparametrene. Den tydeligste tendens er en udvikling i koncentrationen af total fosfor, der er klart højest i perioden før 1984. Som det fremgår af figuren har reduktionen i søernes fosforindhold været mest markant i de meget næringsrige søer, repræsenteret ved 90% fraktilen. Medianværdien faldt fra 250 µg/l i første periode til hhv. 137 og 160 µg/l i de efterfølgende.

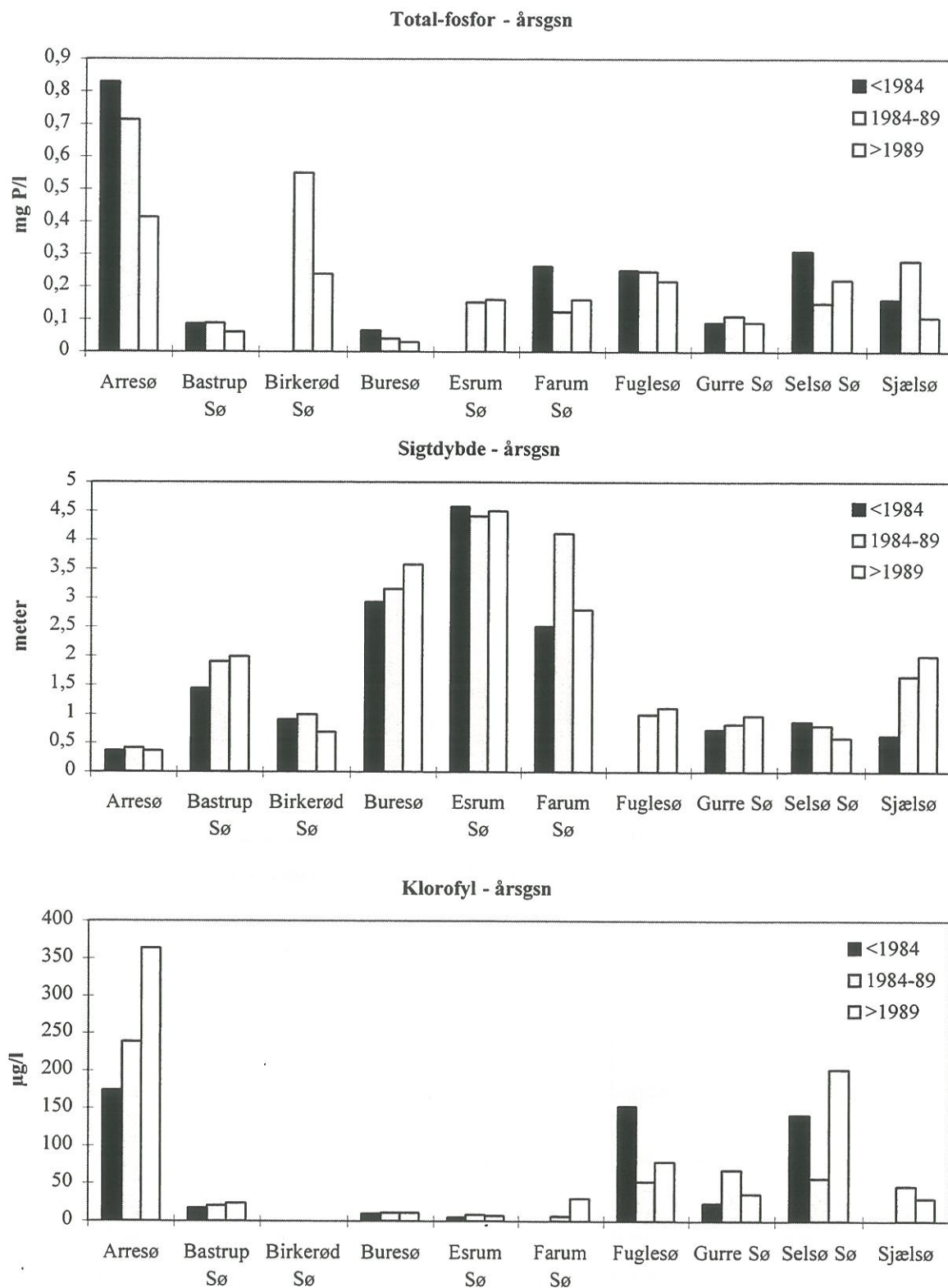
Sigtddybde og klorofyl

Der sås ingen tilsvarende udvikling i hverken sigtddybde eller klorofyl i de 9 søer betragtet under ét. En effekt på disse parametre som følge af et reduceret fosforindhold i søerne kan som tidligere nævnt forventes, når fosforkoncentrationen er faldet til en årsgennemsnitlig værdi på ca. 100 µg/l eller derunder. Dette skete kun i en enkelt sø i løbet af undersøgelsesperioden og er derfor ikke slået igennem i det samlede billede.

Udviklingen i periodegennemsnit for de enkelte søer (figur 5.4) viser da også, at der er store variationer fra sø til sø. Mht. fosfor sås fald i koncentrationen i Arresø, Buresø og Birkerød Sø, et svagt fald i Bastrup Sø og Fuglesø, relativt stabile forhold i Esrum Sø og Gurre Sø samt varierende forhold i Farum Sø, Selsø Sø og Sjælsø.



Figur 5.3 Udvikling i median og fraktiler af nøgleparametre fra 9 udvalgte søer. Linie top og bund: 90 og 10% fraktiler. Boks top og bund: 75 og 25% fraktiler.



Figur 5.4 Udvikling i årsgennemsnit af nøgleparametre for de enkelte søer i Frederiksborg Amt.

Af de søer, hvor fosfor blev reduceret, sås tilsvarende forbedrede sigtddybdeforhold i Bastrup Sø og Buresø, de to søer med det laveste fosforindhold, mens der ikke skete nogen forbedring i sigtddybdeforholdene i Arresø og Birkerød Sø. Sigtdybden i Sjælsø steg fra 0,6 meter i perioden før 1984 til hhv. 1,7 og 2,0 meter i de efterfølgende perioder. Fosforkoncentrationen var svingende, men reduceredes dog fra 160 µg/l i perioden før 1984 til 105 µg/l i perioden efter 1989.

Klorofylindholdet var generelt svingende og vanskeligt at relatere til fosforudviklingen. På trods af det tydelige fald i fosforkoncentrationen i Arresø sås en markant stigning i søens klorofylindhold i den samme periode, og den registrerede stigning i sigtdybden i Bastrup Sø og Buresø fulgtes ikke med et tilsvarende fald i klorofylkoncentrationen.

Den biologiske træghed i søsystemer er ofte medvirkende til at effekten af en reduceret fosfortilførsel forsinkes. Endvidere kan svingninger i klimatiske forhold som temperatur, afstrømning og vindforhold betyde store år-til-år variationer i betydningen af søens interne belastning samt i udviklingen af plankton, bundvegetation og fisk og dermed i hele den biologiske struktur i søen. Disse svingninger kan medvirke til at sløre en evt. udviklingstendens.

5.4 Konklusion

Sammenfattende kan udviklingen mod en generelt bedre miljøtilstand i Frederiksborg Amts søer, vurderet ud fra et relativt begrænset antal søer, siges at være i en startfase. De mange tiltag i forbindelse med at formindske fosforudledningen fra renseanlæg og andre punktkilder har betydet en reduktion af fosforindholdet i søernes vand. Reduktionen har været størst i de mest næringsrige søer og har derfor givet en begrænset effekt på afledte parametre som sigtdybde og klorofyl. En lavere biomasse af planteplankton og dermed bedre sigtddybdeforhold vil normalt først kunne forventes ved en fosforkoncentration på 100 µg/l eller lavere.

I Bastrup Sø, hvor den årgennemsnitlige fosforkoncentration har været lavere end 100 µg/l siden 1987, har ubalance i den biologiske struktur sandsynligvis været en væsentlig hindring for bedre sigtddybdeforhold i søen. Efter opfiskning af skidtfisk i årene 1995-97 er der tegn på forbedrede sigtddybdeforhold i søen, og søen opfyldte i 1996 for første gang

i tilsynsperioden (1973-96) de stillede krav til både fosforkoncentration og sigtdybde.

De relativt svage udviklingstendenser skyldes således dels, at de udvalgte søer har flest repræsentanter i den meget næringsrige ende af spektret (jf. figur 5.2 og 5.4 øverst), hvor en fosforreduktion endnu ikke afspejles i sigtdybdeforholdene, dels at biologisk træghed (Bastrup Sø) og intern belastning (Farum Sø) forsinket et respons på de reducerede tilførsler.

Endelig vil udviklingen beskrevet ved hjælp af de valgte periodegennemsnit ikke vise, hvorvidt en positiv udvikling er slået tydeligere igennem i løbet af 1990'erne, hvor specielt udledningen fra punktkilder er blevet reduceret kraftigt, jf. figur 3.2. Der ses således et signifikant fald i fosforkoncentrationen i Arresø i slutningen af perioden 1989-96 (figur 6.3 og /17/) uden at dette klart kommer til udtryk i en øget sigtdybde. I Bastrup Sø ses både et øget fald i fosforkoncentrationen og en øget stigning i sigtdybdeforholdene i slutningen af perioden 1989-96 /18/. Det er dog endnu for tidligt at afgøre, hvorvidt der er tale om en stabil forbedring af søernes miljøtilstand, eller om udviklingen er et udslag af år-til-år variationer, præget af de meget nedbørsfattede år 1995 og 1996.

6. Scenarier

Det fremgår af det forrige afsnit, at mange af Frederiksborg Amts søer ikke lever op til de fastsatte målsætninger på trods af de omfattende indgreb i næringsstoffertilførslerne til søerne, der er foretaget gennem en årrække. I flere søer ses et tydeligt fald i fosforkoncentrationen uden at dette har betydet en tilsvarende forbedring i sigtdybdeforholdene og den biologiske struktur.

Den manglende afspejling af fosforreduktionen i søernes miljøkvalitet kan enten være et udtryk for, at reduktionen ikke har været tilstrækkelig, eller at søen endnu ikke er i ligevægt med den nye fosfortilførsel.

En reduktion i den eksterne tilførsel af fosfor vil i mange søer betyde, at den interne belastning, der især foregår ved at fosfor frigives fra søens sediment under iltfrie forhold, får en øget betydning i en periode. Søen vil dernæst over en årrække udtømme en stor del af det sedimentbundne fosfordepot via afløbet, hvorefter der igen vil indstille sig en ligevægt mellem de til- og fraførte fosformængder.

Indsvingningstiden til en ny ligevægtstilstand afhænger dels af den frigivelige fosforpuljes størrelse, dels af søens morfometriske forhold, der betinger, i hvor lang en periode der optræder lagdeling og iltfrie forhold i søens bundnære lag. En anden væsentlig faktor er længden af den hydrauliske opholdstid /20/.

I det følgende vil data fra 2 regionale søer, Farum Sø og Selsø Sø, samt fra 2 af de 3 overvågningssøer, Arresø og Fuglesø, blive anvendt til at belyse, om søerne er i ligevægt med den aktuelle fosfortilførsel, eller om det vil være nødvendigt med yderligere indgreb for at søen kan leve op til de fastsatte kravværdier for total fosforkoncentration og sigtdybde. Til vurderingen vil blive anvendt simple ligevægtsmodeller som anbefalet af Danmarks Miljøundersøgelser (tabel 6.1). Modellerne vil desuden blive benyttet til at vurdere konsekvensen af en yderligere reduktion i fosfortilførslen til søerne.

Model 4 og 6 inddrager søens dybdeforhold, hvilket især er en fordel ved beskrivelse af dybe, lagdelte søer, der ofte har lavere klorofylkoncentrationer og større sigtdybde end lavvandede søer med samme eksterne belastning, jf. afsnit 5.1. Indløbskoncentrationerne af kvælstof og fosfor, $[N]_i$ og $[P]_i$, er beregnet som den totale tilførsel af de to næringssalte

divideret med den totale tilførte vandmængde inklusive nedbør.

Parameter	Model nr.	Model	Reference
Fosfor	Model 1	$[P]_{so} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w})$	Vollenweider 1976 /21/
Kvælstof	Model 2	$[N]_{so} = [N]_i * t_w^{-0,14}$	Jensen et al. 1994 /22/
Sigtdybde	Model 3	$Sigt = 0,36 * [P]_{so}^{-0,56}$	Jensen, unpubl.
	Model 4	$Sigt = 0,26 * [P]_{so}^{-0,57} * Z^{0,27}$	Modeller udviklet på grundlag af data fra overvågningssøerne
Klorofyl	Model 5	$Chl = 319 * [P]_{so}^{0,67}$	ne
	Model 6	$Chl = 365 * [P]_{so}^{0,59} * Z^{-0,35}$	

Tabel 6.1 Oversigt over de anvendte modelværktøjer

6.1 Farum Sø

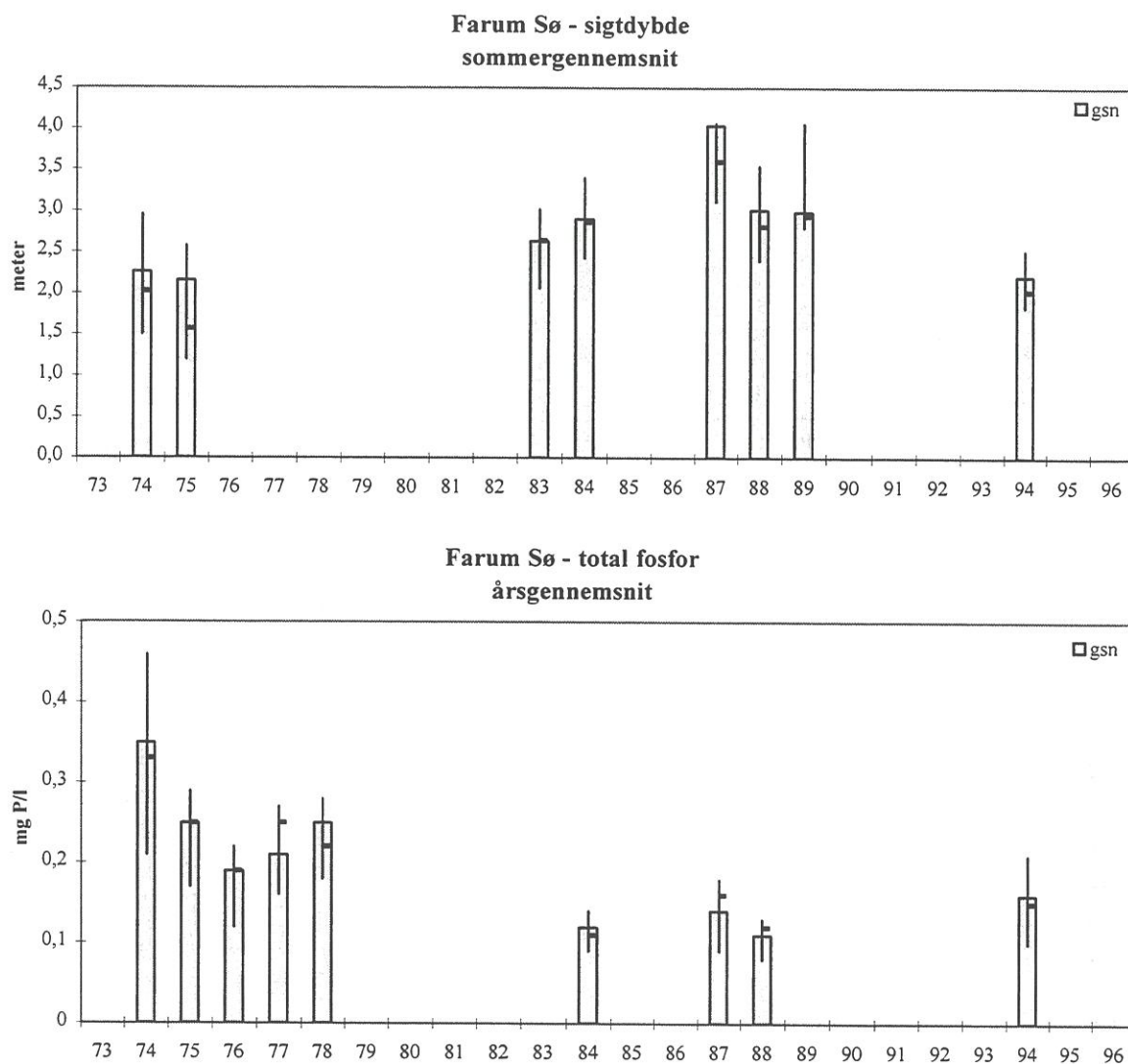
Farum Sø er en 120 ha stor tunneldalsø med en maksimumdybde på 15 meter og en stabil lagdelingsperiode af 4-5 måneders varighed. Søen har tidligere været belastet af spildevandstilførsler fra Farum by og Farum Kaserne. Tilførslen blev afskåret i hhv. 1968 og 1990, og søen er i dag kun belastet af spildevand fra regnvandsbetingede udledninger.

Udvikling 1974-94

Udviklingen i sommersigtdybde og årsgennemsnitlige værdier af total fosfor i Farum Sø er vist i figur 6.1. Fra 1970'erne til 1980'erne skete der et tydeligt fald i søens fosforkoncentration, der afspejledes i forbedrede sigtdybdeforhold. I 1994 var fosforindholdet højere og sigtdybden lavere end i 1980'erne på trods af spildevandsafskæringen i 1990. Dette skyldes sandsynligvis den øgede betydning af intern belastning i søen efter den sidste afskæring, og stofbalancer fra 1994 viser da også, at søen aflaster fosfor via afløbet /15/. Søen var således i 1994 endnu ikke i balance med de reducerede tilførsler.

Scenarieforudsætninger

Søens tilstand i en ligevægtssituation er ved hjælp af modeller beregnet for 3 forskellige scenarier, tabel 6.2. I scenario 1 er anvendt resultaterne fra 1994 til at beregne søens næringssaltkoncentrationer, sigtdybde og klorofylkoncentration i ligevægtstilstanden ved samme belastning og opholdstid som beregnet i 1994. På grund af de store nedbørmængder i 1994 forventes opholdstiden at være kortere end normalt i dette år. Opholdstiden er derfor øget til et skønnet gennemsnit i scenario 2. Endelig er det i scenario 3 forudsat, at de regnvandsbetingede udledninger er afskåret.



Figur 6.1 *Udvikling i sigtdybde og total fosfor i Farum Sø 1974-94. Linier top: 75% fraktil. Linier bund: 25% fraktil. Liniemærke: Medianværdi.*

Scenario	Forudsætninger	P-tilførsel	N-tilførsel	Opholdstid
Scenario 1	Belastning og opholdstid som i 1994	790 kg/år	20,78 t/år	1,1 år
Scenario 2	Belastning som i 1994, øget opholdstid	790 kg/år	20,78 t/år	1,75 år
Scenario 3	Regnvandsbetingede udledninger afskåret, øget opholdstid	660 kg/år	20,19 t/år	1,75 år

Tabel 6.2 *Scenarier for Farum Sø*

Scenarier

Beregningsresultaterne for de 3 valgte scenarier er præsenteret i tabel 6.3, beregningsforudsætningerne er vist i bilag 5.1.

Farum Sø	Model	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Fosfor, mg/l	Model 1	0,054	0,048	0,040
Kvælstof, mg/l	Model 2	1,02	1,00	0,97
Sigtdybde, m	Model 3	1,84	1,97	2,18
	Model 4	2,25	2,42	2,68
Klorofyl, µg/l	Model 5	45,3	41,6	36,9
	Model 6	34,4	31,9	28,7

Tabel 6.3 Sigtdybde samt koncentrationer af næringsalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenarieforudsætninger for Farum Sø.

Scenarieresultater

Kvalitetskrav

I samtlige scenarier vil Farum Sø opfylde de stillede kvalitetskrav til den årgennemsnitlige fosforkoncentration på <65 µg P/l. Kravet til sigtdybden er sat til >2,5 meter i sommerperioden. Hvis der tages hensyn til, at Farum Sø er en dyb, lagdelt sø (model 4) vil dette krav kunne opfyldes i år, hvor opholdstiden er længere end i 1994 og/eller belastningen er lavere (scenario 2 og 3).

Da de benyttede data stammer fra et år med meget nedbør, er det sandsynligt, at søen i et gennemsnitsår ud over en længere opholdstid også vil have en mindre næringsstofførsel. Sidstnævnte bekræftes af, at udløbsdata fra den opstrømsbeliggende Bastrup Sø viser klart højere fosforværdier i 1994 sammenlignet med de foregående år.

Det er således sandsynligt, at Farum Sø i ligevægtstilstanden vil kunne opfylde sin målsætning og de stillede krav til miljøkvaliteten.

Indsvingningstid

Indsvingningstidens længde er i /23/ beregnet til over 30 år efter afskæring af spildevandet fra Farum Kaserne, der betød at fosfortilførslen reduceredes med over 90%. I følge /20/ faldt fosforindholdet i Farum Sø med 76% i løbet af 15 år, ved en tidligere afskæring af spildevandet fra Farum by svarende til en belastningsreduktion på ca. 80%. Det anses derfor for sandsynligt, at den væsentligste nedgang i søens fosforkoncentration vil finde sted i løbet af en 15-årig periode efter afskæringen, dvs. i perioden indtil år 2005.

6.2 Selsø Sø

Selsø Sø er en lavvandet, næringsrig brakvandssø på 87 ha og med en gennemsnitsdybde på 0,9 meter. Via et naturgenopretningsprojekt blev søen i 1996-97 udvidet med yderligere 9-17 ha, således at søens gennemsnitlige vandspejlsareal bliver 90 ha. Søen har afløb til Roskilde Fjord, som søen oprindeligt er en del af, og er ved udløbet forsynet med en højvandssluse. Da slusen er utæt trænger der jævnligt fjordvand op i søen ved højvande, og søvandet er som følge heraf brakt med en salinitet på 2-7‰.

Udvikling 1980-93

Udviklingen i årgennemsnit af total fosfor og sommergennemsnit af sigtdybde i Selsø Sø i perioden 1980-93 er vist i figur 6.2. Der ses ingen tydelig udviklingstendens i de to parametre.

Belastning 1993

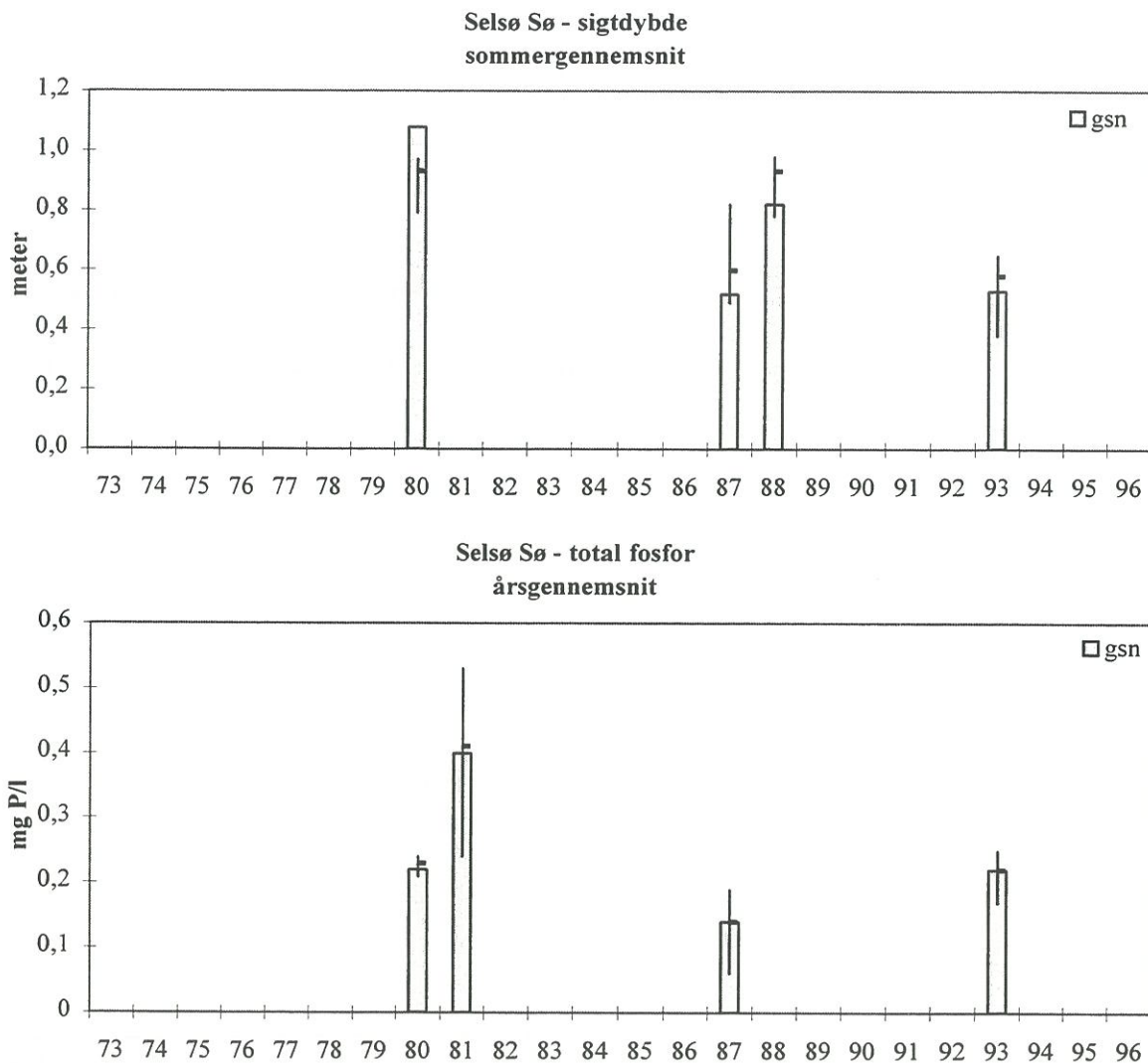
Den beregnede næringsstofbelastning til søen i 1993 er angivet i tabel 6.4. Fosfortilførslen blev beregnet til 870 kg/år, hvoraf over halvdelen (493 kg) stammede fra det indtrængende fjordvand. Den væsentligste kilde til kvælstofbelastningen var landbruget, der bidrog med 65% af den samlede kvælstoftilførsel til søen.

Belastningskilde	Kg pr. år	
	Fosfor	Kvælstof
Renseanlæg	49	192
Regnvandsbetingede udledninger	8	60
Enkeltejendomme	89	259
Baggrundsbidrag	64	5469
Landbrugsbidrag	101	16230
Atmosfærisk bidrag	13	870
Bidrag fra fugle	53	132
Indtrængning af vand fra Roskilde Fjord	493	1925
I alt	870	25137

Tabel 6.4 Teoretisk opgjort fosforbelastning til Selsø Sø 1993 /24/.

En effektiv reduktion i fosforbelastningen til søen vil kunne opnås ved at tætte slusen, således at fjordvandet forhindres i at trænge ind i søen. Andre muligheder er at reducere eller afskære bidraget fra renseanlæg, enkeltejendomme og landbrug.

Scenarier



Figur 6.2 Udvikling i sigt dybde og total fosfor i Selsø Sø 1980-93. Linier top: 75% fraktile. Linier bund: 25% fraktile. Liniemærke: Medianværdi.

Scenario	Forudsætninger	P-tilførsel	N-tilførsel	Opholdstid
Scenario 1	Belastning og opholdstid som i 1993	870 kg/år	25,14 t/år	0,225 år
Scenario 2	Afskæring af saltvandsindtrængning	377 kg/år	23,21 t/år	0,225 år
Scenario 3	Som 2. Belastning fra renseanlæg og regnvandsbetingede udledn. afskåret	320 kg/år	22,96 t/år	0,225 år
Scenario 4	Som 3. Enkeltudledere afskåret	231 kg/år	22,70 t/år	0,225 år
Scenario 5	Som 4. Opholdstid øget.	231 kg/år	22,70 t/år	0,280 år

Tabel 6.5 Scenarier for Selsø Sø

Scenarieforudsætninger

På baggrund af søens belastningsforhold er der opstillet 5 scenarier, der er præsenteret i tabel 6.5. Scenario 1 beskriver søens tilstand i ligevægt med belastningen beregnet for 1993, og scenario 2-4 beskriver en ligevægtstilstand efter reduktion af belastningsbidraget fra én eller flere kilder. I scenario 5 er ligevægtstilstanden beregnet ved den opholdstid, der forventes efter den udvidelse af søens areal, der blev foretaget i 1996-97.

Selsø Sø	Model	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Fosfor, mg/l	Model 1	0,135	0,080	0,067	0,049	0,047
Kvælstof, mg/l	Model 2	2,62	3,29	3,25	3,22	3,12
Sigtdybde, m	Model 3	1,11	1,49	1,63	1,96	2,00
	Model 4	0,79	1,07	1,18	1,42	1,44
Klorofyl, µg/l	Model 5	83,3	58,6	52,4	42,1	41,1
	Model 6	116,0	85,0	77,2	63,7	62,3

Tabel 6.6 Sigtdybde samt koncentrationer af næringsalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenarieforudsætninger for Selsø Sø.

Kvalitetskrav

I vandområdeplan for Roskilde Fjord er der stillet krav om en årgennemsnitlig sigtdybde på over 1 meter og en årlig gennemsnitskoncentration af fosfor på højst 65 µg/l i Selsø Sø.

Scenarieresultater

Beregningsresultaterne for de valgte scenarier er vist i tabel 6.6 og beregningsforudsætningerne i bilag 6.2. Kravene til sigtdybden kan i følge modelberegningerne forventes at være opfyldt alene ved en afskæring af det indtrængende fjordvand (scenario 2). Efter en afskæring eller reduktion i spildevandstilledningerne fra renseanlæg, regnvandsbetingede udledninger og enkeltudledere vil der være sigt til bunden i størstedelen af søen, og fosforkravet vil være opfyldt.

Da langt størstedelen af søens kvælstoftilførsel stammer fra landbrugsbidrag (tabel 6.4), vil en afskæring af det indtrængende fjordvand betyde et øget kvælstofindhold i søen, da fjordvandet reelt har en fortyndende effekt på kvælstofkoncentrationen.

Ud over at reducere fosfortilførslen til søen, vil en afskæring af fjordvandet betyde, at søen ændrer karakter fra en

brakvandssø til en fersk sø. Dette vil givetvis skabe grundlag for et mere varieret dyre- og planteliv i søen.

6.3 Arresø

Arresø er med et areal på næsten 40 km² Danmarks største sø. Søens maksimale dybde er 5,9 m, middeldybden 3,1 m og søens volumen er beregnet til 123 mill. m³.

Kvalitetskrav og tilstand 1996

I "Vandområdeplan for Arresø og opland" /5/ er der for Arresø stillet krav om en fosforkoncentration på højst 60-70 µg/l (årgennemsnit) og en sigtddybde på mindst 0,8 m (sommergennemsnit). I 1996 var årgennemsnittet af total fosfor 210 µg/l, og sommergennemsnittet af sigtddybden 0,5 m. Søen opfyldte følgelig ikke sin målsætning i 1996.

Udvikling 1973-96

Udviklingen i sommersigtddybde og årgennemsnitlige værdier af total fosfor i Arresø i perioden 1973-96 er afbildet i figur 6.3. Sigtdybden viser ingen klar udviklingstendens, hvorimod fosforkoncentrationen viser et tydeligt fald fra 1985 til 1996, hvor den hidtil laveste værdi i undersøgelsesperioden blev målt. Ved lineær regression af gennemsnitsværdierne for fosfor beregnes et signifikansniveau på 5% /17/.

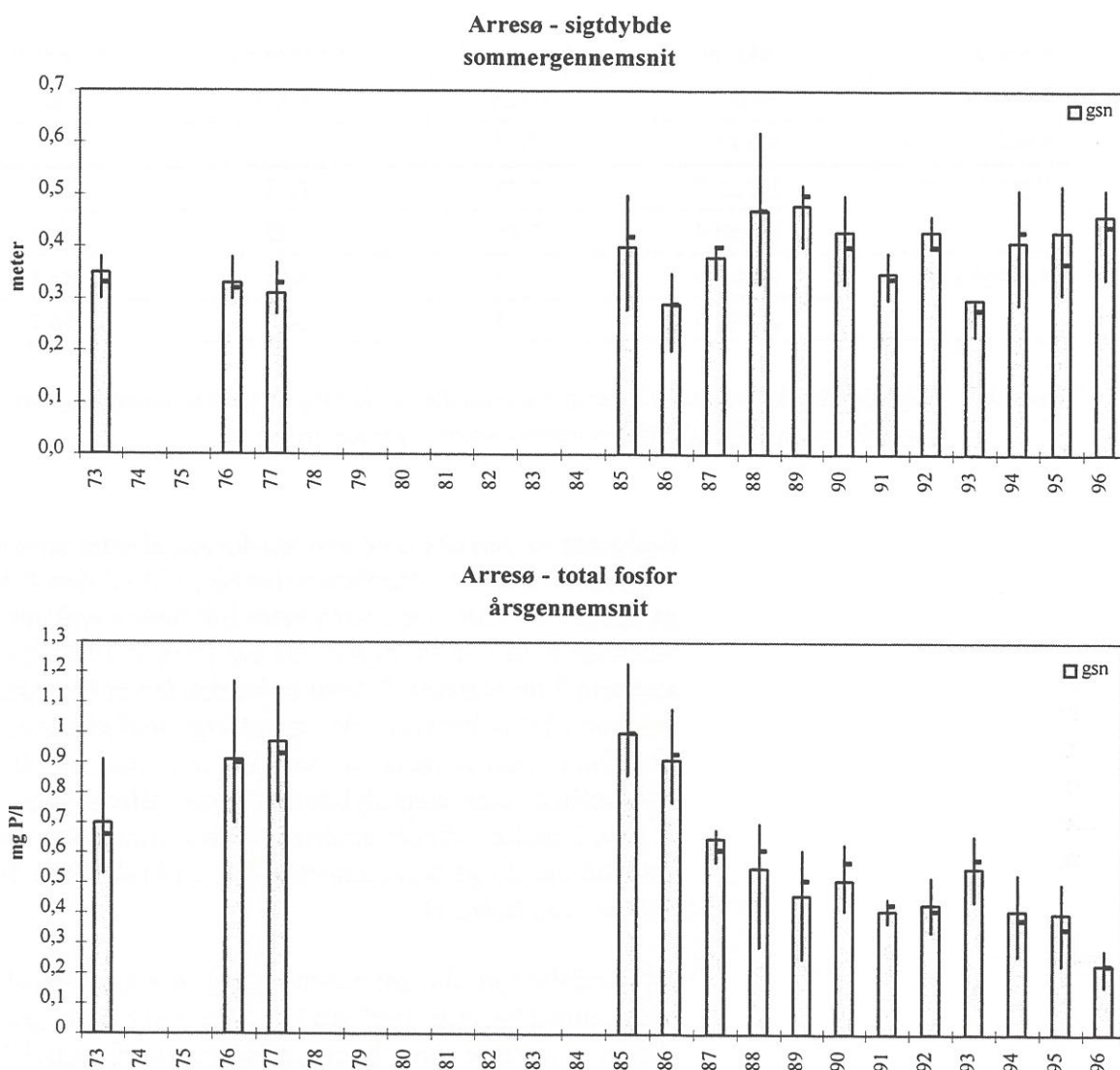
Scenarieforudsætninger

Til beskrivelse af den fremtidige udvikling i Arresø er der opstillet 3 scenarier (tabel 6.7). I scenario 1 er søens tilstand i ligevægtssituationen beregnet på baggrund af resultaterne fra 1996. I scenario 2 er tilstanden beregnet ved en ekstern belastning svarende til beregningerne i vandområdeplanen for Arresø /5/ med de seneste korrektioner og med samme opholdstid og vandtilførsel som i 1996. Da 1996 har været et ekstremt tørt år med meget lav afstrømning, er der desuden opstillet et scenario 3 med samme belastningstal som i scenario 2 men med vandtilførsel og opholdstid som gennemsnit for perioden 1989-96.

Scenarieresultater

Beregningsresultaterne for de valgte scenarier er præsenteret i tabel 6.8, og beregningsforudsætningerne er vist i bilag 6.3.

Modelberegningerne viser, at søen med en belastning og opholdstid af samme størrelse som i 1996 (scenario 1) vil kunne opnå betydeligt lavere fosforværdier og bedre sigtddybdeforhold end i dag, hvis der kan opnås en naturlig balance mellem de til- og fraførte fosformængder.



Figur 6.3 Udvikling af sigtedybde og total fosfor i Arresø 1973-96. Linier top: 75% fraktil. Linier bund: 25% fraktil. Liniemærke: Medianværdi.

Scenario	Forudsætninger	P-tilførsel	N-tilførsel	Opholdstid
Scenario 1	Belastning og opholdstid som i 1996	5,5 t/år	173 t/år	3,4 år
Scenario 2	Belastning som i Arresøplanen. Opholdstid og vandtilførsel som 1996	6,4 t/år	?	3,4 år
Scenario 3	Som 2. Opholdstid og vandtilførsel som gennemsnit for 1989-96.	6,4 t/år	?	3,1 år

Tabel 6.7 Scenarier for Arresø

Scenarier

Arresø	Model	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Fosfor, mg/l	Model 1	0,026	0,030	0,034
Kvælstof, mg/l	Model 2	0,71	-	-
Sigtdybde, m	Model 3	2,81	2,59	2,39
	Model 4	2,85	2,62	2,41
Klorofyl, µg/l	Model 5	27,3	30,1	33,2
	Model 6	28,3	30,9	33,6

Tabel 6.8 Sigtdybde samt koncentrationer af næringsalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenarieforudsætninger for Arresø.

Reduceres den eksterne fosfortilførsel, således som det forventes i følge Arresøplanen (scenario 2) vil den fremtidige fosforkoncentration i søen være lidt højere end ved anvendelse af forudsætningerne fra det tørre år 1996. Både i scenario 2 og scenario 3, hvor opholdstiden er forudsat kortere end i 1996, beregnes den fremtidige fosforkoncentration dog til betydeligt lavere værdier end i dag, og den gennemsnitlige sommersigtdybde beregnes i alle tre scenarier til over 2 meter. Mindre ændringer i stoftilførsel og opholdstid har ifølge beregningerne kun en beskedne effekt på Arresøs vandkvalitet.

De specielle forhold, der knytter sig til Arresøs størrelse og beliggenhed betyder imidlertid, at søen i betydelig grad er præget af resuspension, hvorved sedimenteret materiale føres tilbage til vandfasen. Det betyder, at koncentrationen af næringsalte og klorofyl samt sigtdybden i høj grad er afhængig af vindforholdene, der har stor betydning for stofudvekslingen mellem sediment (suspenderet stof) og vandfase. Simple sømodeller som de her anvendte vurderes derfor ikke som de mest velegnede til at beskrive Arresøs fremtidige miljøtilstand.

Ved anvendelse af modeller, der inddrager de specielle forhold omkring sedimentudveksling i Arresø, er der beregnet et fosforindhold på 0,05-0,07 mg/l og en sigtdybde på 0,8-0,9 meter efter en belastningsreduktion til 6 tons fosfor pr. år /25/. I samme rapport vurderes indsvingningstiden til denne tilstand til 20-25 år efter belastningsreduktionen.

6.4 Fuglesø

Fuglesø er en lille, lavvandet sø på 5 ha med en maksimumdybde på 2,8 meter. Søen er beliggende i et landbrugsområde og modtager via Spangebæk spildevand fra Slagslunde renseanlæg. Der tilledes desuden spildevand fra regnvands-overløb samt fra ukloakerede ejendomme i oplandet /19/.

Kvalitetskrav

I "Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland" /7/ er der for Fuglesø stillet krav om en fosforkoncentration på højst $65 \mu\text{g/l}$ (årgennemsnit), en sigtddybde på mindst 1 m (årgennemsnit) og en bundvegetation, der er udbredt til mindst 1 meters dybde.

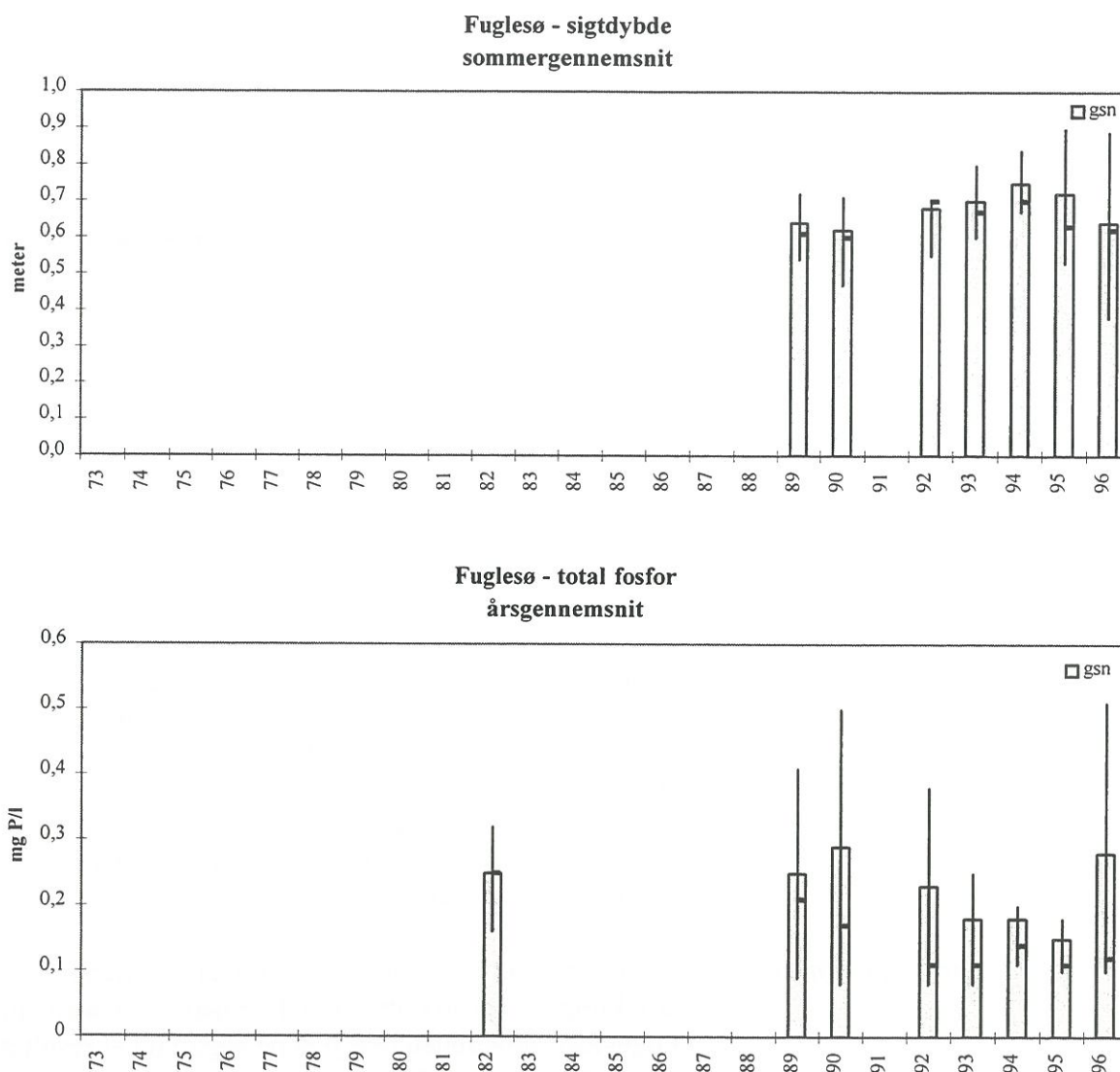
Udvikling 1989-96

Udviklingen i sommersigtddybde og årgennemsnitlige værdier af total fosfor i Fuglesø i perioden 1989-96 er afbildet i figur 6.4. Der ses ingen tydelig tendens i udviklingen af sigtddybden, hvorimod der er et signifikant fald (10% signifikansniveau) i både gennemsnit og medianværdier af total fosfor /19/. Fosforkoncentrationen er dog stadig for høj til at medføre en forbedret miljøtilstand i søen. Dette skyldes at søen er påvirket af en markant intern belastning i sommermånederne. Søen aflastede i 1996 ca. 10% af det tilledte fosfor via afløbet og der var ingen naturlig balance mellem de til- og fraførte fosformængder.

Scenarieforudsætninger

Der er opstillet 5 scenarier til beskrivelse af den fremtidige udvikling i Fuglesø (tabel 6.9). I scenario 1 er søens tilstand i ligevægtssituationen beregnet på baggrund af resultaterne fra 1996. I scenario 2 er tilstanden beregnet efter afskæring af spildevand og regnvandsbetingede udledninger (1996-værdier). I scenario 3 er det eksterne fosforbidrag reduceret til 20 kg, hvilket er den værdi, der er fastsat som det fremtidige spildevandsbidrag i vandområdeplanen, når bidraget fra ukloakerede ejendomme er nedbragt til 0 og regnvandsbetingede udledninger og bidrag fra renseanlæg er reduceret /7/. De øvrige fosforbidrag er i scenario 3 sat til 0, da der generelt er beregnet en stor retention i opland og tilløb /17/. I scenario 2b og 3b er fosfortilførslen identisk med scenario 2a og 3a, men til vandtilførsel og opholdstid er i stedet for 1996-værdier valgt gennemsnitsværdier for perioden 1989-96. 1996 har været et ekstremt tørt år med en meget lav ferskvandsafstrømning, og et periodegennemsnit vurderes derfor som bedre til at repræsentere et normalår.

Scenarier



Figur 6.4 Udvikling i sigtdybde og total fosfor i Fuglesø 1982-96. Linier top: 75% fraktil. Linier bund: 25% fraktil. Liniemærke: Medianværdi.

Scenario	Forudsætninger	P-tilførsel	N-tilførsel	Opholdstid
Scenario 1	Belastning og opholdstid som i 1996	72 kg/år	5166 kg/år	0,241 år
Scenario 2a	Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret (1996-værdier).	55 kg/år	?	0,241 år
Scenario 2b	Som 2. Opholdstid og vandtilførsel som gennemsnit for 1989-96.	55 kg/år	?	0,159 år
Scenario 3a	Fosfortilførsel som forudsat i plan. Opholdstid og vandtilførsel som 1996	20 kg/år	?	0,241 år
Scenario 3b	Som 3. Opholdstid og vandtilførsel som gennemsnit for 1989-96.	20 kg/år	?	0,159 år

Tabel 6.9 Scenarier for Fuglesø

Beregningsresultaterne for de valgte scenarier er præsenteret i tabel 6.10, og beregningsforudsætningerne er vist i bilag 6.4.

Fuglesø	Model	Scenario 1	Scenario 2a	Scenario 2b	Scenario 3a	Scenario 3b
Fosfor, mg/l	Model 1	0,088	0,068	0,043	0,025	0,016
Kvælstof, mg/l	Model 2	4,27	-	-	-	-
Sigtdybde, m	Model 3	1,40	1,63	2,09	2,87	3,68
	Model 4	1,24	1,45	1,87	2,57	3,32
Klorofyl, µg/l	Model 5	62,8	52,4	38,9	26,6	19,8
	Model 6	69,1	58,9	45,3	32,4	24,9

Tabel 6.10 Sigtdybde samt koncentrationer af næringsalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenarieforsætninger for Fuglesø.

Scenarieresultater

Modelberegningerne viser, at Fuglesø med en belastning og opholdstid af samme størrelse som i 1996 (scenario 1) vil kunne opnå betydeligt lavere fosforværdier og bedre sigtdybdeforhold end i dag. Dette er under forudsætning af, at den interne belastning reduceres væsentligt og der opnås en balance mellem til- og fraført fosfor i søen.

Reduceres bidraget fra spildevand og regnvandsbetingede udledninger som forudsat i vandområdeplanen (scenario 2) vil der være god mulighed for at søen kan opfylde sin målsætning både ved lave vandtilførsler som i 1996 (2a) og ved større vandtilførsler (2b).

Opnås yderligere reduktion af fosfortilførslen ved afskæring af enkelte jendomme (scenario 3), skulle der i følge beregningerne kunne opnås sigtdybder omtrent til bunden i Fuglesø.

Med den planlagte reduktion i fosfortilførslen til Fuglesø, skulle der i følge modellerne være gode chancer for at opnå en markant bedre miljøtilstand i søen med en betydelig mindre planktonalgebiomasse og bedre sigtdybdeforhold. Hvis der i øvrigt er et egnet substrat til stede i søen vil der være mulighed for at bundvegetation kan etablere sig i søen, hvilket vil bidrage yderligere til at stabilisere miljøforholdene.

Fysiske indgreb

I betragtning af Fuglesøs ekstremt næringsrige tilstand i 1996 vurderes det imidlertid ikke sandsynligt, at en miljøtil-

stand som beskrevet i scenarierne kan opnås inden for en overskuelig årrække. For at accelerere en gunstig udvikling i søens miljøtilstand overvejer amtet derfor at iværksætte en øget afstrømning fra søen i sommermånedene. Derved kan søens fosforpulje udtømmes hurtigere, end det vil ske ved naturlig aflastning. Når søvandets fosforindhold er faldet til ca. 100 µg/l skal det desuden vurderes, om der er behov for yderligere indgreb i form af udsætning af rovfisk og/eller opfiskning af skidtfisk /7/.

7. Konklusion

Der har siden Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 været foretaget omfattende indgreb for at reducere udledningerne af næringssalte til søerne i Frederiksborg Amt. Indgrebene har især omfattet udbygning og driftoptimering af de kommunale renseanlæg i amtet samt en nedlæggelse af mindre anlæg. Indsatsen har medført en markant reduktion af den mængde næringssalte og organisk stof der udledes fra anlæggene.

På trods af den massive indsats på spildevandsområdet har hovedparten af amtets søer endnu en utilfredsstillende miljøkvalitet. Ud fra en analyse af data fra 9 søer ses der en tydelig tendens til, at søernes indhold af fosfor, der er det styrende næringssalt for algevæksten i de fleste søer, er faldet fra perioden før 1984 og til i dag. Fra 1984 og fremefter ses ingen klar udviklingstendens, hvilket formodentlig kan tilskrives det relativt spinkle datamateriale. Data fra amtets 3 overvågningssøer, der er undersøgt hvert år siden Vandmiljøplanens ikrafttræden, viser således at fosforkoncentrationen fortsat er faldende op gennem 1990'erne.

I de fleste af søerne i Frederiksborg Amt er fosforkoncentrationen dog stadig for høj til at medføre en positiv effekt på sigtdybdeforholdene, og mange søer vil givetvis i en årække fremover være præget af kraftig algevækst og uklart vand i sommerperioden. Der er dog ingen tvivl om, at de allerede foretagne indgreb i kombination med yderligere tiltag over for regnvandsudledninger og udledninger fra det åbne land på længere sigt vil have en gunstig effekt på søernes miljøtilstand.

Konklusion

8. Referencer

- /1/ Frederiksborg Amt 1991. Recipientkvalitetsplan for Isefjord.
- /2/ Frederiksborg Amt 1992. Recipientkvalitetsplan for søer og vandløb i Isefjordens Opland. Regionplantillæg 7 til Regionplan 1989.
- /3/ Frederiksborg Amt 1993. Recipientkvalitetsplan for vandløb og søer i oplandet til Nivå Bugt. Regionplantillæg 8 til Regionplan 1989.
- /4/ Københavns Amt og Frederiksborg Amt 1995. Vandområdeplan for Mølleåsystemet.
- /5/ Frederiksborg Amt 1993. Vandområdeplan for Arresø og opland. Planlægningsdokument nr. 2.
- /6/ Frederiksborg Amt 1993. Vandområdeplan for Kattegat og Øresund samt opland. Planlægningsdokument nr. 1.
- /7/ Frederiksborg Amt 1993. Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland. Planlægningsdokument nr. 4.
- /8/ Miljøstyrelsen 1983. Vejledning i Recipientkvalitetsplanlægning, Del 1 (vandløb og søer).
- /9/ Frederiksborg Amt 1994. Arbejdskatalog for Søer og Vandløb - oplandet til Roskilde Fjord. Udført af Carl Bro Miljø as.
- /10/ Frederiksborg Amt 1994. Arbejdskatalog for vandløb og søer i oplandet til Kattegat/Øresund. Udført af Carl Bro Miljø as.
- /11/ Skov- og Naturstyrelsen 1993. Vejledning om registrering af beskyttede naturtyper.
- /12/ Høy, T. & J. Dahl, 1996. Danmarks søer. Søerne i Frederiksborg Amt. Strandbergs Forlag.
- /13/ Frederiksborg Amt 1996. Forslag til Regionplan 1997 for Frederiksborg Amt.

Referencer

- /14/ Frederiksborg Amt 1996. Punktkilder 1995. Vandmiljøovervågning nr. 23.
- /15/ Frederiksborg Amt 1997. Farum Sø 1987-94. Vandmiljøovervågning nr. 32.
- /16/ Fiskeøkologisk Laboratorium 1996. Vedr. reguleringen af fiskebestanden i Bastrup Sø. Intern meddelelse.
- /17/ Frederiksborg Amt 1997. Arresø - tilstand og udvikling 1996. Vandmiljøovervågning nr. 34.
- /18/ Frederiksborg Amt 1997. Bastrup Sø - tilstand og udvikling 1996. Vandmiljøovervågning nr. 35.
- /19/ Frederiksborg Amt 1997. Fuglesø - tilstand og udvikling 1997. Vandmiljøovervågning nr. 36.
- /20/ Kristensen, P., Jensen, J.P. & E. Jeppesen, 1990. Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen nr. C9.
- /21/ Vollenweider, R.A., 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53-84.
- /22/ Jensen, J.P., Jeppesen, E., Bøgestrand, J., Petersen, A.R., Søndergaard, M., Windolf, J. & Sortkjær, L., 1994. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Faglig rapport fra DMU, nr. 121.
- /23/ Hovedstadsrådet 1986. Farum Sø 1900-2020. Arbejdsdokument. Udarbejdet af Vandkvalitetsinstituttet.
- /24/ Hansen, L.R. & M.S. Olsen 1996. Selsø Sø. Tidligere, nuværende og fremtidig tilstand. Udarbejdet af Carl Bro Miljø as.
- /25/ Arresø-arbejdsgruppen 1989. Restaurering og fremtidig tilstand af Arresø. Udarbejdet af COWI i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser. Upubliceret.

9. Bilag

3. Målsætninger og morfometri

3.1 Målsætninger og kravværdier

3.2 Morfometriske data

4. Omfang af tilsyn

4.1 Anvendte kemiske og fysiske metoder ved søtilsyn

4.2 In situ målinger

4.3 Vandkemiske undersøgelser

4.4 Sediment og belastning/stoftransport

4.5 Plankton

4.6 Vegetation

4.7 Fisk og fugle

4.8 Bund- og bredfauna

5. Tilsynsresultater

5.1 Tidsvægtede års- og sommergennemsnit for nøgleparametre

6. Scenarieforudsætninger

6.1 Farum Sø

6.2 Selsø Sø

6.3 Arresø

6.4 Fuglesø

3. Målsætninger og morfometri

3.1 Målsætninger og kravværdier

3.2 Morfometriske data

Målsatte søer - målsætninger og kravværdier

Bilag 3.1

SØ NR.	LOKALITET	ST.NR.	Målsætning	Kravværdier			Målsætning opfyldt	Sidste tilsyn	Opland
				Sigtdybde somgsn., m * årsgsn., m	P årsgsn., µg/l	Dybdegr, m			
1	AGERSØ	1667	B	Ingen			?	1982	KØ
2	AGESØ	6128	B	>1	<65	Udbredt	?	1996	KØ
3	ARRESØ	1690	B	>0,8	<0,06-0,07		Nej	1996	RF
4	BASTRUP SØ	1664	A2	>2	<50	>2,5	Ja	1996	KØ
5	BIRKERØD SØ	1668	B	>1,5	<50		Nej	1990	KØ
6	BONDEDAM	1955	B	>1	<65	Udbredt	Ja	1989	KØ
7	BREDEDAM	1961	B	>1	<100		?	1981	RF
8	BRÅDEBÆK MOSE	6007	C1	Ingen			**	1990	KØ
9	BURESØ	1737	A1, A2	>3,5 *	<30	>6	Ja	1993	RF
10	BØGEHOLM SØ	1925	B	>1	<65	Udbredt	Nej	1988	KØ
11	ESRUM SØ	1692	A1, A2	>4	<150	8-10	Ja	1993	KØ
12	FARUM SØ	1660	B	>2,5	<75	>4	Nej	1994	KØ
13	FRD.BORG SLOTSSØ	1922	B	>1	<100		Nej	1984	RF
14	FUGLESØ	2009	B	>1*	<65	Udbredt, >1	Nej	1996	RF
15	FØNSTRUP DAM	1958	B	Til bund	<50		Ja	1990	KØ
16	GURRE SØ	1734	A1	>1	<65	>1,5	Nej	1993	KØ
17	HELLESØ	6075	B	>1*	<65	Udbredt, >1	Nej	1993	RF
18	HORNBÆK SØ	1924	B	>1,5	<65	>1,5	Nej	1989	KØ
19	HØRSHOLM SLOTSSØ	6010	B	>1	<65	Udbredt	?	1990	KØ
20	JULMOSE	6136	B	>1	<65	Udbredt	?	1980	KØ
21	KARLSSØ	1962	B	>1	<100		?	1982	RF
22	KLARESØ	1948	B	>1	<65	Udbredt	Nej	1989	KØ
23	KOBBERDAM	1956	B	>1,5	<65	Udbredt	Ja	1989	KØ
24	LADEHØJGÅRD SØ	6127	B	>1	<65	Udbredt	?	1996	KØ
25	LANGEBJERG GRAVSØ	6081	B	>3,5*	<30	Udbredt	?	1993	RF
26	LILLE DONSEDAM	1964	B	>1	<65	Udbredt	?	1988	KØ
27	LILLESØ	6006	B	>2	<65	>4	Ja	1990	KØ
28	LØGSØ	1666	B	Ingen			?	1982	KØ
29	LØJE SØ	1918	B	>1	<65	Udbredt, >1	Nej	1993	RF
30	NØRRESØ	1959	B	>1	<100		?	1988	RF
31	PRÆSTEMOSE	1965	B	>1	<65	Udbredt	?	1988	KØ
32	SELSØ SØ	1736	B	>1*	<55	Udbredt	Nej	1993	RF
33	SJÆLSØ	6108	A3	>2	<65	>2	Nej	1995	KØ
34	SKOVRØD SØ	1665	B	Ingen			?	1982	KØ
35	SKULDELEV GRAVSØ	6082	B	>3,5*	<30	Udbredt	?	1993	RF
36	SKÅNINGEDAM	1954	C1	>0,8			?**	1996	KØ
37	SORTESØ	1921	B	>1	<65		Nej	1989	KØ
38	SPRINGDAM	6009	C1				**	1996	KØ
39	STORE DONSEDAM	1920	B	>1	<65	Udbredt	Nej	1989	KØ
40	STORE GRIBSØ	1923	A1	>3			Nej	1989	RF
41	STOREMOSE	6129	B	>1	<65	Udbredt	?	1996	KØ
42	STRØLILLE GRAVSØ	6079	B	>3,5*	<30	Udbredt	?	1993	RF
43	TEGLGÅRD SØ	1960	B	>1	<100		?	1982	RF
44	TRANEMOSE	6074	C1	Ingen. Tilstand må ikke forværres			?**	1993	RF
45	TØRKERIS SØ	1963	B	>1 *	<100		?	1982	RF
46	UBBERØD DAM	6008	B	>1	<65	Udbredt	?	1996	KØ
47	UGGELØSE GRAVSØ	6080	B	>3,5*	<30	Udbredt	?	1993	RF
48	VEKSØ MOSE	6137	B	>1*	<65	Udbredt, >1	?	1980	RF
49	ØLMOSE	6073	B	>1*	<65	Udbredt, >1	?	1993	RF

** for søer med lempet målsætning bør det tilstræbes at søens målsætning ændres til generel målsætning

KØ: Kattegat/Øresund

RF: Roskilde Fjord

SØ NR.	LOKALITET	ST.NR.	Størrelse ha	Volumen 10 ⁶ m ³	Dybde, m		Opland ha	Opholdstid år
					Middel	Max		
1	AGERSØ	1667	3,5	0,08	2,3	6,2	18	
2	AGESØ	6128	3,4			2	ca. 22	
3	ARRESØ	1690	3987	123	3,07	5,5	21600	2,4
4	BASTRUP SØ	1664	33,2	1,11	3,34	7	377	2,7
5	BIRKERØD SØ	1668	9,0	0,25	2,7	5,75	31	8
6	BONDEDAM	1955	9,2			2,7	134	
7	BREDEDAM	1961	2,6	0,026	1	2,1		
8	BRÅDEBÆK MOSE	6007	4,4	0,123	2,8	ca. 5	ca. 100	
9	BURESØ	1737	76	5,1	6,7	10,8	260	10-25
10	BØGEHOLM SØ	1925	30	0,33	1,1	1,9	680	ca. 0,25
11	ESRUM SØ	1692	1730	218	12,3	22	5900	ca. 16
12	FARUM SØ	1660	120	7,9	6,3	14,7	3560	1,75
13	FRD.BORG SLOTSSØ	1922	21	0,64	3,1	8	660	4-18
14	FUGLESØ	2009	5	0,098	1,95	2,8	630	0,16-0,22
15	FØNSTRUP DAM	1958	3,8		ca. 1	ca. 1,5	ca. 12	
16	GURRE SØ	1734	240	4,7	2	5,4	1700	3,5
17	HELLESØ	6075	3,5			1,6	47	
18	HORNBÆK SØ	1924	12,4	0,27	1,8	3,6	750	0,2
19	HØRSHOLM SLOTSSØ	6010	7,0	0,085	1,2		ca. 220	
20	JULMOSE	6136	2,6	0,037	1,5	4,5	ca. 63	
21	KARLSSØ	1962	2,8	0,028	1	1,5	200	
22	KLARESØ	1948	3,4	0,051	1,5	6	36	
23	KOBBERDAM	1956	3,8			3,5	205	
24	LADEHØJGÅRD SØ	6127	4,5			2,5	ca. 110	
25	LANGEBJERG GRAVSØ	6081	ca. 5			ca. 10		
26	LILLE DONSEDAM	1964	5,0			2,8	730	
27	LILLESØ	6006	6,3			7,3	ca. 90	
28	LØGSØ	1666	5,8	0,18	3,1	6,4	80	
29	LØJE SØ	1918	13,6			0,4-0,5	170	
30	NØRRESØ	1959	2,9	0,029	1	1,85	30	
31	PRÆSTEMOSE	1965	3,3			1,75	ca. 48	
32	SELSØ SØ	1736	90	0,72	1	1,4	2500	0,12
33	SJÆLSØ	6108	280	9,1	3,2	5,5	3650	1,5
34	SKOVRØD SØ	1665	4,8	ca. 0,05	ca. 1	1,7	225	
35	SKULDELEV GRAVSØ	6082	ca. 6			ca. 7,5		
36	SKÅNINGEDAM	1954	2,7			2	ca. 400	
37	SORTESØ	1921	3,5	0,068	1,9	6	27	
38	SPRINGDAM	6009	2,0			2,6		
39	STORE DONSEDAM	1920	20,4	0,254	1,5	2,9	670	ca. 0,25
40	STORE GRIBSØ	1923	10	0,48	4,8	11	176	2,3
41	STOREMOSE	6129	2,8			1,75		
42	STRØLILLE GRAVSØ	6079	ca.11			ca. 15		
43	TEGLGÅRD SØ	1960	5,3	0,12	2,2		550	
44	TRANEMOSE	6074	3,2			2	40	
45	TØRKERIS SØ	1963	4,1	0,023	0,5	1		
46	UBBERØD DAM	6008	4,4			1,6	ca. 180*	
47	UGGELØSE GRAVSØ	6080	ca. 3			ca. 5		
48	VEKSØ MOSE	6137	ca. 5			ca. 1		
49	ØLMOSE	6073	3,1			ca. 3,1	250	

* samlet for Ubberød Dam og Springdam

4. Omfang af tilsyn

- 4.1 Anvendte kemiske og fysiske metoder ved søtilsyn
- 4.2 In situ målinger
- 4.3 Vandkemiske undersøgelser
- 4.4 Sediment og belastning/stoftransport
- 4.5 Plankton
- 4.6 Vegetation
- 4.7 Fisk og fugle
- 4.8 Bund- og bredfauna

PARAMETER	ENHED	METODE
IN SITU		
SIGTDYBDE	m	Secchi-skive
TEMPERATUR	°C	Termometer
ILTKONCENTRATION	mg/l	Elektrode
ILTMÆTNING	%	Elektrode
pH		pH-meter
VANDKEMI		
LEDNINGSEVNE	mS/m	DS 288
SUSPENDEREDE STOFFER	mg/l	DS 207
ILTKONCENTRATION	mg/l	DS 277
ACIDITET	mMOL/l	DS 290
TOTAL-ALKALINITET	mMOL/l	DS 253
COD-TOTAL	mg/l	DS 217
COD-SUSP. STOF	mg/l	DS 217/M
AMMONIAK+AMMONIUM-N	mg/l	ISO 7150/M
NITRIT+NITRAT-N	mg/l	DS 223/M
TOTAL-KVÆLSTOF	mg/l	DS 221/M
ORTHOPHOSPHAT-P	mg/l	DS 291
TOTAL-FOSFOR	mg/l	DS 292
CALCIUM	mg/l	DS 248
CHLOROPHYL A	mygram/l	DS 2201
pH		DS 287
SILIKAT	mg/l	SE
JERN	mg/l	DS 219
FARVETAL, Pt	mg/l	DS 289 B
BOD, speciel	mg/l	DrEN 4296
GT, SUSP. STOF	mg/l	DS 204

IN SITU - TILSYN		AAR																									
LOKNAVN	STATION	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	
AGERSØ	1667										1																
AGESØ	6128										2															1	
ALSØNDERUP ENGE	1967																	3	5								
ARRESØ	1690 VMP	11			17	19	13	10						10	12	11	15	19	19	18	18	18	17	19	16		
BASTRUP SØ	1663			18		4																					
	1664 VMP	18	35	19		8	15					10	12			12	12	18	19		18	18	18	19	17		
BIRKERØD SØ	1668										2					12	13	26	3						10	1	
	2045																	26	3								
BONDEDAM	1955										2						4										
BREDEDAM	1961								1	1														2			
BRÅDEBÆK MOSE	6007								1			1							4								
BURESØ	1737	5	20								9				11		11	10	1			15	1				
BØGEHOLM SØ	1925										2							14									
ESRUM SØ	1692		19	22										10	12	10	14	10	14	26	31	35	18	11	7		
	1890																										
	1891																										
	1892																										
	1893																										
	1894																										
FARUM SØ	1658			18		13	13																				
	1659	20	19	19																							
	1660	6	20			7	15					10	12			12	13	9				13					
	1669																										
FRD.BORG SLOTSSØ	1922								1															9			
FUGLESØ	2009 VMP								1										18	16		17	18	18	18	17	
FØNSTRUP DAM	1958										2						4										
GURRE SØ	1734		1			7	6	13	3					11	12	18		11	17								
	1735		1																								
HELLESØ	6075											1										4					
HORNBÆK SØ	1924										2						9	13									
HØRSHOLM SLOTSSØ	6010							1											3								
JULMOSE	6136							1																			
KARLSSØ	1962							1		1													2				
KLARESØ	1948										2						8										
KØBBERDAM	1956										1						4										
LADEHØJGÅRD SØ	6127										1														1		
LANGEBJERGSØ	6081																					1					
LILLE DONSEDAM	1964								2								5										
LILLESØ	6006										1								5								
LØGSØ	1666										1																
LØJE SØ	1918							1											1			4					
NØRESØ	1959							1										4									
PRÆSTEMOSE	1965							1		1							6										
RØRMOSEVEJ	6077																						1				
SELSØ SØ	1736							5	4					10	8							16					
SJÆLSØ	1919									13		10						9	15	17					24		
	6108																								15		
	6109																								16		
	6110																								15		
SKOVRØD SØ	1665										2																
SKULDELEV GRAVSØ	6082																					1					
SKÅNINGEDAM	1954										1	1					4								11		
SOLBJERG ENGSØ	6083																						13	14			
SORTESØ	1921										2						8										
SPRINGDAM	6009											1							3						7		
STORE DONSEDAM	1920			1				1	1								7	13									
STORE GRIBSØ	1923	1									2						8	7									
STOREMOSE	6129								1																1		
STRØLILLE GRAVSØ	6079																					1					
TEGLGÅRD SØ	1960							1		1													2				
TEGLGÅRDEN	6078																					1					
TRANEMOSE	6074							1	1													4					
TØRKERIS SØ	1963							1		1													2				
UBBERØD DAM	6008							1			1								3						7		
UGGELØSE GRAVSØ	6080																					1					
VEKSØMOSE	6137							1																			
VIDELØKKE DAM	1957										1						4										
ØLMOSE	6073							1	1														4				

VMP: Overvågningsso i henhold til Vandmiljøplanen

Fed skrift: Hovedstation

VANDKEMI - TILSYN		AAR																									
LOKNAVN	STATION	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	
AGERSØ	1667										1																
AGESØ	6128										1															1	
ALSØNDERUP ENGE	1967																	3	5								
ARRESØ	1690 VMP	12			17	23	14	16						10	12	11	14	19	19	18	18	18	17	19	17		
BASTRUP SØ	1663			18	18	18																					
	1664 VMP	26	29	18		10	15					10	13				12	12	18	19	2	18	18	19	18		
BIRKERØD SØ	1668										1						12	13	19	3					1		
	2045																										
BONDEDAM	1955										1							1									
BREDEDAM	1961								1															1			
BRÅDEBÆK MOSE	6007								1										1								
BURESØ	1737	6	20							10					11		1	1				14	1				
BØGEHOLM SØ	1925										1							13									
ESRUM SØ	1692		22	22										10	12	11	1	1	14								
	1890													10													
	1891													11													
	1892													10													
	1893													9													
	1894													9													
FARUM SØ	1658			18	19	26	13																				
	1659	20	19	19																							
	1660	6	20			12	15					10	13				12	13	1				13	1			
	1669												1														
FRD.BORG SLOTSSØ	1922								1															8			
FUGLESØ	2009 VMP								1	2	15							19	17	2	18	18	19	18	19		
FØNSTRUP DAM	1958										1							1									
GURRE SØ	1734					7	8	15	3						9	11	1		1	16							
	1735														2												
HELLESØ	6075											1										1					
HORNBÆK SØ	1924										1							1	14								
HØRSHOLM SLOTSSØ	6010								1										1								
JULMOSE	6136								1																		
KARLSSØ	1962								1															1			
KLARESØ	1948										1							7									
KOBBERDAM	1956										1								1								
LADEHØJGÅRD SØ	6127										1														1		
LANGEBJERG SØ	6081																					1					
LILLE DONSEDAM	1964									1								1									
LILLESØ	6006										1								1								
LØGSØ	1666										1																
LØJE SØ	1918								1										1			1					
NØRESØ	1959								1										1								
PRÆSTEMOSE	1965								1										1								
RØRMOSEVEJ	6077																						1				
SELSØ SØ	1736								5	6						10	2					13	1				
SJÆLSØ	1919									2		15	5					1	14	14					22		
	6108																								13		
	6109																								14		
	6110																								14		
SKOVRØD SØ	1665										1																
SKULDELEV GRAVSØ	6082																					1					
SKÅNINGEDAM	1954											1						1							11		
SOLBJERG ENGSØ	6083																						13	14			
SORTESØ	1921										1							8									
SPRINGDAM	6009																			1					7		
STORE DONSEDAM	1920								1									1	14								
STORE GRIBSØ	1923	6										2						8	7								
STOREMOSE	6129								1																1		
STRØLILLE GRAVSØ	6079																					1					
TEGLGÅRD SØ	1960	6	20						1															1			
TEGLGÅRDEN	6078																					1					
TRANEMOSE	6074								1													1					
TØRKERIS SØ	1963								1														1				
UBBERØD DAM	6008								1											1					7		
UGGELØSE GRAVSØ	6080																					1					
VEKSØMOSE	6137								1																		
VIDELØKKE DAM	1957										1							1									
ØLMOSE	6073								1														1				

VMP: Overvågnings sø i henhold til Vandmiljøplanen

Fed skrift: Hovedstation

SEDIMENT/BELASTNING	AAR																									
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96		
AGESØ																										
AGERSØ																										
ARRESØ				B	B		B							B/S	S	S	B	B		B	S/B	B	B	B		
BASTRUP SØ					S												B	S/B		B	B	S/B	B	B		
BIRKERØD SØ															S											
BONDEDAM																	S									
BREDEDAM																										
BRÅDEBÆK MOSE																		S								
BURESØ									S/B												S/B					
BØGEHOLM SØ																S/B										
ESRUM SØ	S		S/B							B				B				B			S					
FARUM SØ												S											B			
FRD.BORG SLOTSSØ																										
FUGLESØ																	B	S/B		B	B	B	S/B	B		
FØNSTRUP DAM																		S								
GURRE SØ			S			S/B	S/B	S/B						S					S/B							
HELLESØ																										
HORNÆK SØ																		S/B								
HØRSHOLM SLOTSSØ																										
JULMOSE																										
KARLSSØ																										
KLARESØ																		S								
KOBBERDAM																										
LADEHØJGÅRD SØ																										
LANGEBJERG GRAVSØ																										
LILLE DONSEDAM																										
LILLESØ																		S								
LØGSØ																										
LØJE SØ																										
NØRRESØ																										
PRÆSTEMOSE																	S									
SELSØ SØ								S	S												B					
SJÆLSØ							B	B	B										B							
SKOVRØD SØ																										
SKULDELEV GRAVSØ																										
SKÅNINGEDAM																		S						S/B		
SORTESØ																		S								
SPRINGDAM																		S						S/B		
STORE DONSEDAM																		S/B								
STORE GRIBSØ				S								S														
STOREMOSE																										
STRØLILLE GRAVSØ																										
TEGLGÅRD SØ																										
TRANEMOSE																										
TØRKERIS SØ																										
UBBERØD DAM																		S						S/B		
UGGELØSE GRAVSØ																										
VEKSØ MOSE																										
ØLMOSE																										

S = Sediment

B = Belastningsopgørelse eller stoftransport

PLANKTON	AAR																											
LOKNAVN	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96		
AGESØ																										1		
AGERSØ												1																
ARRESØ								14	15						P	P				19	19	17	17	18	17	19	17	
BASTRUP SØ	P	P					P	P									P	P		18	19		18	18	18	19	16	
BIRKERØD SØ									P								P											
BONDEDAM																												
BREDEDAM																												
BRÅDEBÆK MOSE																												
BURESØ				P							P					P								15				
BØGEHOLM SØ																			13									
ESRUM SØ				D	D	D	P					D					9				14							
FARUM SØ			P	P				P										P							12	1		
FRD.BORG SLOTSSØ						P									P/D													
FUGLESØ																					18	16		17	18	18	18	16
FØNSTRUP DAM																												
GURRE SØ								P/D	P/D	P/D						P												
HELLESØ																												
HORNBÆK SØ																					13							
HØRSHOLM SLOTSSØ																												
JULMOSE																												
KARLSSØ																												
KLARESØ																												
KOBBERDAM																												
LADEHØJGÅRD SØ																											1	
LANGEBJERG GRAVSØ																												
LILLE DONSEDAM																												
LILLESØ																												
LØGSØ													1															
LØJE SØ																												
NØRESØ																												
PRÆSTEMOSE																												
SELSØ SØ	P									5							10							12				
SJÆLSØ								P				P								P	15					15		
SKOVRØD SØ												1																
SKULDELEV GRAVSØ																												
SKÅNINGEDAM																											12	
SORTESØ																												
SPRINGDAM																											7	
STORE DONSEDAM														P						13								
STORE GRIBSØ															P/D							P						
STOREMOSE																											1	
STRØLILLE GRAVSØ																												
TEGLGÅRD SØ																												
TRANEMOSE																												
TØRKERIS SØ																												
UBBERØD DAM																											7	
UGGELØSE GRAVSØ																												
VEKSØ MOSE																												
ØLMOSE																												

P = Planteplankton
D = Dyreplankton

Fed skrift: Både plante- og dyreplankton, antal prøver
Alm. Skrift: Kun planteplankton, antal prøver

FISK/FUGLE	AAR		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
LOKNAVN																													
AGESØ													Fu	Fu															
AGERSØ								Fu					Fu	Fi/Fu															
ARRESØ																	Fi							Fi					Fi
BASTRUP SØ																							Fi					Fi	
BIRKERØD SØ												Fi			Fu							Fi					Fi		
BONDEDAM								Fi?							Fu	Fu													
BREDEDAM																													
BRÅDEBÆK MOSE												Fi				Fi/Fu													
BURESØ															Fi														Fi
BØGEHOLM SØ						Fi									Fu														
ESRUM SØ																	Fi	Fi/Fu	Fi					Fi					
FARUM SØ																										Fi			
FRD.BORG SLOTSSØ										Fi							Fi												
FUGLESØ																													
FØNSTRUP DAM														Fu	Fu									Fi				Fi	
GURRE SØ															Fi										Fi				
HELLESØ																													
HORNBÆK SØ																Fi/Fu													
HØRSHOLM SLOTSSØ														Fu															
JULMOSE														Fu				Fu											
KARLSSØ																													
KLARESØ																Fu													
KOBBERDAM																Fu	Fu												
LADEHØJGÅRD SØ														Fu	Fu	Fu	Fu												
LANGEBJERG GRAVSØ																													
LILLE DONSEDAM														Fu	Fu														
LILLESØ																Fu	Fu												
LØGSØ									Fu					Fu	Fu														
LØJE SØ																													
NØRESØ																													
PRÆSTEMOSE														Fu	Fu														
SELSØ SØ														Fi													Fi		
SJÆLSØ															Fu			Fi											Fi
SKOVRØD SØ								Fu						Fu	Fu														
SKULDELEV GRAVSØ																													
SKÅNINGEDAM																Fu	Fu												
SORTESØ																Fu													
SPRINGDAM														Fu			Fu												
STORE DONSEDAM																													
STORE GRIBSØ																													
STOREMOSE														Fu			Fu												
STRØLILLE GRAVSØ																													
TEGLGÅRD SØ																													
TRANEMOSE																													
TØRKERIS SØ																													
UBBERØD DAM														Fu			Fu												
UGGELØSE GRAVSØ																													
VEKSØ MOSE																													
ØLMOSE																													

Fi = Fisk
Fu = Fugle

BUND/BREDFAUNA	AAR																									
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96		
AGESØ																										
AGERSØ																										
ARRESØ							Bu													Bu/Br						
BASTRUP SØ																		Bu/Br								
BIRKERØD SØ																										
BONDEDAM																										
BREDEDAM																										
BRÅDEBÆK MOSE																										
BURESØ										Bu																
BØGEHOLM SØ																	Bu									
ESRUM SØ								Br		Bu	Bu						Bu	Bu	Bu	Bu	Bu					
FARUM SØ																										
FRD.BORG SLOTSSØ				Bu																						
FUGLESØ																										
FØNSTRUP DAM																										
GURRE SØ							Bu	Bu	Bu																	
HELLESØ																										
HORNBÆK SØ																										
HØRSHOLM SLOTSSØ									Bu																	
JULMOSE																										
KARLSSØ																										
KLARESØ																										
KOBBERDAM																										
LADEHØJGÅRD SØ																										
LANGEBJERG GRAVSØ																										
LILLE DONSEDAM																										
LILLESØ																										
LØGSØ																										
LØJE SØ																										
NØRESØ																										
PRÆSTEMOSE																										
SELSØ SØ									Bu	Bu																
SJÆLSØ																										
SKOVRØD SØ																										
SKULDELEV GRAVSØ																										
SKÅNINGEDAM																										
SORTESØ																										
SPRINGDAM																										
STORE DONSEDAM																										
STORE GRIBSØ																										
STOREMOSE																										
STRØLILLE GRAVSØ																										
TEGLGÅRD SØ																										
TRANEMOSE																										
TØRKERIS SØ																										
UBBERØD DAM																										
UGGELØSE GRAVSØ																										
VEKSØ MOSE																										
ØLMOSE																										

Bu = Bunddyr
 Br = Bredfauna

5. Tilsynsresultater

5.1 Tidsvægtede års- og sommergennemsnit for nøgleparametre

Tidsvægtede gennemsnit for nøgleparametre i Frederiksborg Amts målsatte søer **Bilag 5.1**

Fremhævet skrift: >5 målinger, jævn fordeling i perioden

SØNAVN:	ÅR	SOM.SIGT		SOM.FOS.		SOM.CHL.		ÅRS-SIGT		ÅRS-FOS.		ÅRS.CHL.	
		m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=	m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=
AGERSØ	1982	1,4	1					1,6	2	110	1		
AGESØ	1982	1,4	1					1,6	2	70	1		
AGESØ	1996	1,6	1	1,08	1								
ARRESØ	1973	0,4	8	610	5	136	8	0,3	11	700	8	168	11
ARRESØ	1976	0,3	10	730	9	149	7	0,4	17	910	15	138	9
ARRESØ	1977	0,3	10	810	11	239	7	0,4	19	880	23	217	19
ARRESØ	1978	0,4	10	810	11	220	3	0,4	13	800	14	162	14
ARRESØ	1979	0,2	5	290	10	48	4	1,0	10	740	16	78	14
ARRESØ	1985	0,4	6	850	6	192	6	0,4	10	1000	10	216	11
ARRESØ	1986	0,3	8	710	8	263	7	0,4	12	910	12	240	11
ARRESØ	1987	0,4	7	570	7	246	7	0,4	11	650	11	207	11
ARRESØ	1988	0,5	9	320	8	215	7	0,4	15	550	14	274	13
ARRESØ	1989	0,5	11	280	10	142	11	0,4	19	460	18	256	19
ARRESØ	1990	0,4	10	410	10	265	9	0,4	19	510	19	345	18
ARRESØ	1991	0,4	10	410	10	343	10	0,4	17	410	18	336	17
ARRESØ	1992	0,4	10	320	10	298	11	0,4	18	430	18	293	18
ARRESØ	1993	0,3	11	470	11	507	11	0,3	18	550	18	552	18
ARRESØ	1994	0,4	10	300	10	331	10	0,4	17	410	17	413	17
ARRESØ	1995	0,4	11	240	11	244	11	0,4	19	400	19	438	19
ARRESØ	1996	0,5	10	200	10	165	10	0,5	16	190	18	169	17
BASTRUP SØ	1973	1,5	13	90	16			1,5	18	80	26		
BASTRUP SØ	1974	0,8	22	140	17			1,3	35	110	29		
BASTRUP SØ	1975	1,2	10	70	10			1,5	19	70	18		
BASTRUP SØ - st. 1663	1976			60	14					120	18		
BASTRUP SØ	1977			90	7	46	2	2,2	2	70	9		
BASTRUP SØ	1978			70	11	21	11	3,0	2	60	15	17	15
BASTRUP SØ	1983	1,2	8			22	7	1,5	10	60	1	18	9
BASTRUP SØ	1984	1,2	6	130	6	14	6	1,6	12	110	13	16	13
BASTRUP SØ	1987	1,4	8	100	8	25	8	1,6	12	90	12	21	12
BASTRUP SØ	1988	1,7	8	90	8	31	8	2,2	12	80	12	21	12
BASTRUP SØ	1989	1,4	11	90	11	40	11	2,3	18	70	18	26	18
BASTRUP SØ	1990	1,8	10	70	10	32	10	2,4	19	70	19	22	19
BASTRUP SØ	1991									70	2	11	2
BASTRUP SØ	1992	1,2	11	70	11	38	11	1,7	18	60	18	28	18
BASTRUP SØ	1993	1,2	11	80	11	35	11	1,9	18	60	18	32	18
BASTRUP SØ	1994	1,2	10	70	10	42	10	1,9	18	60	19	26	19
BASTRUP SØ	1995	1,4	11	80	11	25	10	1,9	19	60	19	21	18
BASTRUP SØ	1996	2,0	10	50	10	15	9	2,1	15	50	18	14	18
BIRKERØD SØ	1982	0,8	1					0,9	2	450	1		
BIRKERØD SØ	1987	0,9	8	714	8			1,3	12	642	12		
BIRKERØD SØ	1988	0,7	8	550	8			0,9	13	460	13		
BIRKERØD SØ	1989	0,7	21	590	2			0,8	25	440	3		
BIRKERØD SØ	1990							0,9	3	300	3		
BIRKERØD SØ	1996	0,7	5	220	5			0,7	9	240	11		
BONDEDAM	1982	1,9	1					1,4	2	240	1		
BONDEDAM	1988	1,2	3					1,1	4	80	1		
BREDEDAM	1980	1,5	1	70	1								
BREDEDAM	1981	2,0	1										
BREDEDAM	1994	1,6	2	40	1								
BRÅDEBÆK MOSE	1980	1,1	1	390	1								
BRÅDEBÆK MOSE	1990	2,0	2					1,2	4	150	1		

Tidsvægtede gennemsnit for nøgleparametre i Frederiksborg Amts målsatte søer **Bilag 5.1**

Fremhævet skrift: >5 målinger, jævn fordeling i perioden

SØNAVN:	ÅR	SOM.SIGT		SOM.FOS.		SOM.CHL.		ÅRS-SIGT		ÅRS-FOS.		ÅRS.CHL.	
		m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=	m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=
BURESØ	1973			103	2					70	6		
BURESØ	1974			70	14					80	20		
BURESØ	1981	2,9	7	50	7	10,0	7	2,9	9	50	10	10	9
BURESØ	1986	2,6	7	40	8	9,2	7	3,0	11	40	12	12	11
BURESØ	1988	2,8	8					3,2	11	30	1		
BURESØ	1989	3,1	8					3,3	10	20	1	11	1
BURESØ	1990	2,6	1										
BURESØ	1993	3,5	8	30	7	9,6	7	3,6	15	30	14	11	14
BURESØ	1994							5,1	1	20	1	8	1
BØGEHOLM SØ	1982	1,1	1					1,0	2	200	1		
BØGEHOLM SØ	1988	1,0	9	140	9			1,1	14	120	13		
ESRUM SØ	1974	4,6	8	20	2	4,6	9	4,9	19	170	10	6	17
ESRUM SØ	1975	3,9	11			4,6	11	4,3	22			5	22
ESRUM SØ - st. 1894	1982			100	9								
ESRUM SØ	1985	3,5	6	110	6	6,8	6	4,4	10	150	10	6	10
ESRUM SØ	1986	3,2	8	110	8	8,5	7	4,3	12	140	12	10	11
ESRUM SØ	1987	3,5	6	170	8	8,0	6	3,9	10	170	11	9	11
ESRUM SØ	1988	3,5	10					4,6	14	170	1	2	1
ESRUM SØ	1989	4,2	7					4,9	10	250	1	1	1
ESRUM SØ	1990	4,6	7	130	7	5,5	7	5,2	14	160	14	7	14
ESRUM SØ	1991	3,9	18					4,7	26				
ESRUM SØ	1992	4,1	18					4,7	31				
ESRUM SØ	1993	4,5	22					4,8	35				
ESRUM SØ	1994	4,5	12					4,8	18				
ESRUM SØ	1995	3,7	5					3,7	11				
ESRUM SØ	1996	4,0	2					3,7	7				
FARUM SØ	1973	3,7	2	190	4			2,8	6	330	7		
FARUM SØ	1974	2,3	13	350	13			2,5	20	350	20		
FARUM SØ - st. 1658	1975	2,2	10	220	10			1,9	18	250	18		
FARUM SØ - st. 1658	1976			150	11					190	19		
FARUM SØ	1977			170	6	291	2	2,8	2	210	8		
FARUM SØ	1978			260	11	110	1	3,4	2	250	15		
FARUM SØ	1983	2,6	7					2,8	10	70	1	20	1
FARUM SØ	1984	2,9	6	120	6	7,8	6	3,4	12	120	13	6	13
FARUM SØ	1987	4,0	8	120	8	6,3	8	4,4	12	140	12	5	12
FARUM SØ	1988	3,0	8	80	8	17	8	4,4	13	110	13	9	13
FARUM SØ	1989	3,0	7					4,4	9	100	1	1	1
FARUM SØ	1994	2,2	7	150	7	40	8	2,8	13	160	13	30	14
FARUM SØ	1995			650	1								
FRED.BORG SLOTSSØ	1980	0,6	1	470	1								
FRED.BORG SLOTSSØ	1994	0,5	1	130	1			0,7	2				
FUGLESØ	1980	0,3	1	970	1	22	1						
FUGLESØ	1981									520	2	136	1
FUGLESØ	1982			300	6	135	6			250	15	153	14
FUGLESØ	1989	0,6	11	379	11	119	8	1,1	18	244	19	73	19
FUGLESØ	1990	0,6	9	449	9	144	9	1,1	16	295	17	82	17
FUGLESØ	1991									90	2	42	2
FUGLESØ	1992	0,7	11	364	11	122	11	1,1	17	225	18	75	18
FUGLESØ	1993	0,7	11	310	11	157	11	1,1	18	180	18	85	18
FUGLESØ	1994	0,8	10	260	10	142	10	1,2	18	180	19	83	19
FUGLESØ	1995	0,7	11	210	11	112	11	1,2	18	150	18	63	18
FUGLESØ	1996	0,6	10	350	10	150	7	1,1	15	280	18	86	15

Tidsvægtede gennemsnit for nøgleparametre i Frederiksborg Amts målsatte søer Bilag 5.1
 Fremhævet skrift: >5 målinger, jævn fordeling i perioden

SØNAVN:	ÅR	SOM.SIGT		SOM.FOS.		SOM.CHL.		ÅRS-SIGT		ÅRS-FOS.		ÅRS.CHL.	
		m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=	m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=
FØNSTRUP DAM	1982	>1,2	1					1,4	2	40	1		
FØNSTRUP DAM	1988	1,3	2					1,2	4	20	1		
GURRE SØ	1974							0,7	1				
GURRE SØ	1978	0,7	6	130	6	19	7	0,8	7	110	7	19	7
GURRE SØ	1979	0,7	6	100	8	36	8	0,6	6	70	8	30	8
GURRE SØ	1980	0,7	8	100	8	29	7	0,8	11	90	15	23	15
GURRE SØ	1981							1,3	3	60	3	16	3
GURRE SØ	1986	0,6	7	100	6	88	4	0,7	11	90	9	76	8
GURRE SØ	1987	0,9	8	200	7	88	7	0,9	10	130	11	60	11
GURRE SØ	1988	0,8	14					0,9	18	70	1	26	1
GURRE SØ	1990	0,6	5					0,9	11	200	1	76	1
GURRE SØ	1991	0,7	10	120	9	50	7	1,1	17	90	16	36	15
HELLESØ	1983	1,0	1	720	1								
HELLESØ	1993	0,8	2					0,8	4	230	1		
HORNBÆK SØ	1982	0,5	1					0,7	2	90	1		
HORNBÆK SØ	1988	0,6	8					0,8	9	50	1		
HORNBÆK SØ	1989	0,7	7	350	8			1,0	13	240	14		
HØRSHOLM SLOTSSØ	1980	>1,2	1	120	1								
HØRSHOLM SLOTSSØ	1990	>0,5	1					0,5	3	40	1		
JULMOSE	1980	0,7	1	230									
KARLSSØ	1980	0,5	1	80	1								
KARLSSØ	1982	0,7	1										
KARLSSØ	1994	1,3	2	90	1								
KLARESØ	1982	1,2	1					1,0	2	110	1		
KLARESØ	1988	0,6	4					0,9	8	60	1		
KOBBERDAM	1982							1,9	1	40	1		
KOBBERDAM	1988	1,6	4							50	1		
LADEHØJGÅRD SØ	1982							1,3	1	90	1		
LADEHØJGÅRD SØ	1996	1,0	1	430	1								
LANGEBJERG GRAVSØ	1993	3,5	1	30	1								
LILLE DONSE DAM	1981	0,5	2	230	1								
LILLE DONSE DAM	1988	0,8	4					1,2	5	80	1		
LILLESØ	1982							1,5	1	110	1		
LILLESØ	1990	1,8	3					1,9	5	40	1		
LØGSØ	1982							1,2	1	80	1		
LØJE SØ	1980	0,4	1	3960	1								
LØJE SØ	1989							0,7	1	250	1		
LØJE SØ	1993	0,4	2					0,5	4	340	1		
NØRRESØ	1980	0,3	1	670	1								
NØRRESØ	1988	0,5	4	110						110	1		
PRÆSTEMOSE	1980	0,4	1	230	1								
PRÆSTEMOSE	1982	0,4	1										
PRÆSTEMOSE	1988	0,4	5					0,6	6	140	1		
SELSØ SØ	1980	1,1	4	190	4	10	4	0,9	5	220	5	58	5
SELSØ SØ	1981	0,4	3	500	4	98	4	0,7	4	400	6	141	6
SELSØ SØ	1987	0,5	8	160	8	82	7	0,7	8	150	10	57	10
SELSØ SØ	1988	0,8	7					0,9	8	60	1	12	1
SELSØ SØ	1993	0,5	10	260	7	191	8	0,6	16	220	13	202	13
SELSØ SØ	1994									110	1	57	1

Tidsvægtede gennemsnit for nøgleparametre i Frederiksborg Amts målsatte søer Bilag 5.1

Fremhævet skrift: >5 målinger, jævn fordeling i perioden

SØNAVN:	ÅR	SOM.SIGT		SOM.FOS.		SOM.CHL.		ÅRS-SIGT		ÅRS-FOS.		ÅRS.CHL.	
		m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=	m	n=	µg/l	n=	µg/l	n=
SJÆLSØ	1981	0,6	9					0,6	13	110	2	49	2
SJÆLSØ	1983			160	10					160	15		
SJÆLSØ	1984			40	1					190	5		
SJÆLSØ	1988	1,8	8					1,7	9	80	1	27	1
SJÆLSØ	1989	1,4	7	380	9	71	7	1,6	15	280	14	47	14
SJÆLSØ	1990	2,3	8	180	6	34	6	2,1	17	140	13	34	14
SJÆLSØ	1995	2,1	18	70	18	25	17	1,9	24	70	22	26	23
SKOVRØD SØ	1982							1,1	1	50	1		
SKULDELEV GRAVSØ	1993	5,9	1	10	1								
SKÅNINGEDAM	1982							0,8	1	160	1		
SKÅNINGEDAM	1983	0,3	1										
SKÅNINGEDAM	1988	0,4	3					0,8	4	130	1		
SKÅNINGEDAM	1996	0,8	7	230	7	71	7	0,8	7	210	11	60	11
SORTESØ	1982	0,8	1					0,7	2	230	1		
SORTESØ	1988	0,7	5					0,8	8	110	1		
SPRINGDAM	1983	0,6	1										
SPRINGDAM	1990	1,1	1					1,1	3	130	1		
SPRINGDAM	1996	0,6	6	130	6	45	6	0,8	7	160	7	59	7
STORE DONSE DAM	1975	0,7	1										
STORE DONSE DAM	1980	0,4	1	250	1								
STORE DONSE DAM	1981	1,4	1										
STORE DONSE DAM	1988	0,6	6					1,1	7	100	1		
STORE DONSE DAM	1989	1,6	7	240	8			1,4	13	190	14		
STORE GRIBSØ	1973			50	2					60	5		
STORE GRIBSØ	1982	1,5	1					1,1	2	110	1		
STORE GRIBSØ	1988	0,7	3					0,9	8	130	1		
STORE GRIBSØ	1989	0,9	5					0,8	7	90	1		
STOREMOSE	1980	1,5	1	730	1								
STOREMOSE	1996	1,8	1	430	1								
STRØLILLE GRAVSØ	1993	2,7	1	20	1								
TEGLGÅRD SØ	1973			60	2					60	6		
TEGLGÅRD SØ	1974			80	13					80	20		
TEGLGÅRD SØ	1980	1,4	1	60	1								
TEGLGÅRD SØ	1982	0,9	1										
TEGLGÅRD SØ	1994	0,7	1	80	1			1,1	2				
TRANEMOSE	1980	0,4	1	310	1								
TRANEMOSE	1981	0,6	1										
TRANEMOSE	1993	0,5	2					0,5	4	90	1		
TØRKERIS SØ	1980	0,7	1	300	1								
TØRKERIS SØ	1982	0,8	1										
TØRKERIS SØ	1994	0,9	1	70	1								
UBBERØD DAM	1980	0,4	1	340	1								
UBBERØD DAM	1983	0,8	1										
UBBERØD DAM	1990	1,0	1					1,0	3	120	1		
UBBERØD DAM	1996	0,5	6	120	6	16	6	0,7	7	150	7	21	7
UGGELØSE GRAVSØ	1993	3,0	1	30	1								
VEKSØ MOSE	1980	0,3	1	860	1								
ØLMOSE	1980	3,0	1	160	1								
ØLMOSE	1981	2,5	1										
ØLMOSE	1993	1,0	2					1,1	4	50	1		

6. Scenarieforudsætninger

6.1 Farum Sø

6.2 Selsø Sø

6.3 Arresø

6.4 Fuglesø

Scenario for: FARUM SØ

1. Belastning og opholdstid som i 1994

Nedbør ikke målt, atmosfærebidrag derfor ikke indregnet

P_{total} (kg):	790	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	111
N_{total} (kg):	20780	$[N]_i$ (mg/l):	2,93
Q_{ind} (mill. m ³):	7,103	t_w (år):	1,1
		Z (meter):	6,3

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	54,3 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	1,07 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,84 meter (sommergennemsnit) 2,25 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	45,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 34,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: FARUM SØ

2. Belastning som i 1994, opholdstid 1,75 år

Nedbør ikke målt, atmosfærebidrag derfor ikke indregnet

P_{total} (kg):	790	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	111
N_{total} (kg):	20780	$[N]_i$ (mg/l):	2,93
Q_{ind} (mill. m ³):	7,103	t_w (år):	1,75
		Z (meter):	6,3

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	47,9 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	1,00 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,97 meter (sommergennemsnit) 2,42 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	41,6 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 31,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: FARUM SØ

3. Belastning fra regnvandsbetingede udledninger fjernet, opholdstid 1,75 år

Nedbør ikke målt, atmosfærebidrag derfor ikke indregnet

P_{total} (kg):	660	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	93
N_{total} (kg):	20190	$[N]_i$ (mg/l):	2,84
Q_{ind} (mill. m ³):	7,103	t_w (år):	1,75
		Z (meter):	6,3

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{sø}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	40,0 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{sø}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	0,97 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{sø}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{sø}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,18 meter (sommergennemsnit) 2,68 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{sø}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{sø}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	36,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 28,7 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: SELSØ SØ

1. Belastning og opholdstid som i 1993

P_{total} (kg):	870	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	199
N_{total} (kg):	25137	$[N]_i$ (mg/l):	5,74
Q_{ind} (mill. m ³):	4,382	t_w (år):	0,225
		Z (meter):	0,9

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	134,7 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	2,62 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,11 meter (sommergennemsnit) 0,79 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	83,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 116,0 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: SELSØ SØ

2. Saltvandsindtrængning forhindret, opholdstid 0,225 år

P_{total} (kg):	377	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	117
N_{total} (kg):	23210	$[N]_i$ (mg/l):	7,21
Q_{ind} (mill. m^3):	3,218	t_w (år):	0,225
		Z (meter):	0,9

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	79,5 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	3,29 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,49 meter (sommergennemsnit) 1,07 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	58,5 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 85,0 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: SELSØ SØ

3. Som 2, belastning fra spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret

P_{total} (kg):	320	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	99
N_{total} (kg):	22960	$[N]_i$ (mg/l):	7,13
Q_{ind} (mill. m^3):	3,218	t_w (år):	0,225
		Z (meter):	0,9

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	67,4 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	3,25 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,63 meter (sommergennemsnit) 1,18 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	52,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 77,2 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: SELSØ SØ

4. Som 3, enkeltudledere afskåret

P_{total} (kg):	231	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	72
N_{total} (kg):	22700	$[N]_i$ (mg/l):	7,05
Q_{ind} (mill. m ³):	3,218	t_w (år):	0,225
		Z (meter):	0,9

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	48,7 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	3,22 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,96 meter (sommergennemsnit) 1,42 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	42,1 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 63,7 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: SELSØ SØ

5. Som 4, opholdstid øget

P_{total} (kg):	231	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	72
N_{total} (kg):	22700	$[N]_i$ (mg/l):	7,05
Q_{ind} (mill. m ³):	3,218	t_w (år):	0,280
		Z (meter):	0,9

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{so} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	46,9 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{so} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	3,12 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $Sigt = 0,36 * [P]_{so}^{-0,56} =$ b) $Sigt = 0,26 * [P]_{so}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,00 meter (sommergennemsnit) 1,44 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $Chl = 319 * [P]_{so}^{0,67} =$ b) $Chl = 365 * [P]_{so}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	41,1 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 62,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Scenario for: ARRESØ

1. Belastning og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	5533	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	73
N_{total} (kg):	172920	$[N]_i$ (mg/l):	2,27
Q_{ind} (mill. m ³):	76,100	t_w (år):	3,4
		Z (meter):	3,1

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	25,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	0,71 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,81 meter (sommern gennemsnit) 2,85 meter (sommern gennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	27,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit) 28,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit)

Scenario for: ARRESØ

2. Belastning sat til 6,4 tons P/år (korrigeret tal fra Arresø-planen),
vandtilførsel og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	6400	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	84
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	76,100	t_w (år):	3,4
		Z (meter):	3,07

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	29,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,59 meter (sommern gennemsnit) 2,62 meter (sommern gennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	30,1 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit) 30,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit)

Scenario for: ARRESØ

3. Belastning sat til 6,4 tons P/år (korrigeret tal fra Arresø-planen), vandtilførsel og opholdstid som gsn. 1989-96

P_{total} (kg):	6400	$[P]_i$ (µg/l):	84
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	76,100	t_w (år):	3,1
		Z (meter):	3,07

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	30,4 µg P/l (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,55 meter (sommern gennemsnit) 2,58 meter (sommern gennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	30,7 µg chl/l (sommern gennemsnit) 31,4 µg chl/l (sommern gennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 1

Belastning og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	72	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	132
N_{total} (kg):	5166	$[N]_i$ (mg/l):	9,46
Q_{ind} (mill. m ³):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	88,4 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	4,27 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,40 meter (sommern gennemsnit) 1,24 meter (sommern gennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	62,8 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit) 69,1 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 2a

Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret -
vandtilførsel og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	55	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	101
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	67,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,63 meter (sommergennemsnit) 1,45 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	52,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 58,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 2b

Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret - vandtilførsel og opholdstid som gsn 1989-96

P_{total} (kg):	55	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	60,51
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,909	t_w (år):	0,159
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	43,3 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,09 meter (sommergennemsnit) 1,87 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	38,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 45,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 3a

Som forudsat i vandområdeplan for Roskilde Fjord,
vandtilførsel og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	20	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	37
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m^3):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{sø} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	24,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{sø} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{sø}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{sø}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,87 meter (sommergennemsnit) 2,57 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{sø}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{sø}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	26,6 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 32,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Bidraget til søen er sat lig med spildevandsbidraget, da det diffuse bidrag i alle år har været nul eller negativt.

FUGLESØ

Scenario3b

Som forudsat i vandområdeplan for Roskilde Fjord,
vandtilførsel og opholdstid som gsn 1989-96

P_{total} (kg):	20	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	22,00
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,909	t_w (år):	0,159
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	15,7 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	3,68 meter (sommergennemsnit) 3,32 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	19,8 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 24,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Bidraget til søen er sat lig med spildevandsbidraget, da det diffuse bidrag i alle år har været nul eller negativt.

