

Arreskov Sø 1997

Løbenr.: 20

1998

Eksemplar nr.: 1/3



Fyns Amt

Arreskov Sø 1997



Titel: Arreskov Sø 1997. VANDMILJØovervågning

Udgiver: Fyns Amt
Natur- og Vandmiljøafdelingen
Ørbækvej 100
5220 Odense SØ

Telefon 65 56 10 00
Telefax 65 56 15 05

Udgivelsesår: Maj 1998

Forfatter: Kjeld Sandby Hansen

Grafik: Lene Hildebrandt
Tom Rugaard
Morten Kruse

Teknisk assistance: Anne Mette Andersen
Hans Brendstrup
Jette Christiansen
Jørgen Grønnemose
Lene Hildebrandt
Birgit Jacobsen
Morten Kruse

Forside: Mimi Fulgsang

Kortmateriale: Copyright Kort- og Matrikelstyrelsen 1992/KD.86.1023

ISBN 87-7343-349-7

Tryk: Fyns Amt

Oplag: 150

Indholdsfortegnelse

Side

Forord	5
Indledning	7
1. Sammenfatning og konklusion	9
2. Søen og dens opland	13
3. Meteorologiske og hydrologiske forhold	19
4. Vand- og næringsstofftilførsel	23
4.1 Total tilførsel	23
4.2 Kilder til den kulturbetingede kvælstof- og fosforafstrømning	25
4.3 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-1997	27
4.4 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen	28
4.5 Muligheder for at nedbringe belastningen	30
5. Vand- og stofbalance	33
6. Miljøtilstand 1997	37
6.1 Fysisk-kemiske forhold i søvand	37
6.2 Plante- og dyreplankton	39
6.3 Fisk	42
6.4 Bundvegetation	44
6.5 Bundfauna	48
6.6 Fugle	50
7. Samlet vurdering af miljøtilstand	55
7.1 Hidtidig udvikling i miljøtilstanden	55
7.2 Fremtidig udvikling i miljøtilstanden	59
8. Referencer	63
Bilag 1 Anvendt metodik	69
Bilag 2 Areal, arealanvendelse, jordtyper, husdyrhold og spredt bebyggelse i de enkelte deloplande til søen	82
Bilag 3 Tilførsel af vand, kvælstof og fosfor på årsbasis 1989-97. Kvælstof og fosfor opdelt på kilder	83
Bilag 4.1 Vandbalance på månedsbasis for 1997. År, sommer og vinter 1989-97. Opholdstid og afstrømningshøjde	84
Bilag 4.2 Vandstande og opholdstider 1989-1997	85
Bilag 5 Stofbalance på månedsbasis, 1997, tilførsel fordelt på kilder. År og sommer 1989-97.	86
Bilag 6 Stofbalance på årsbasis 1989-1997	87
Bilag 7 Månedlig nettoudveksling af total-kvælstof via interne processer, 1997.	88

Bilag 8	Månedlig nettoudveksling af total-fosfor via interne processer, 1997	89
Bilag 9	Fysisk-kemiske parametre: Sommer-, års- og vintergennemsnit, 1973/74-1997.	90
Bilag 10	Plante- og dyreplankton samt andre biologiske forhold, 1973/74-1997	93
Bilag 11	Bundvegetation. Plantedækket areal og artsliste	95
Bilag 12	Bundvegetation. Relativt plantefyldt volumen	96
Bilag 13	Bundvegetation. Plantearternes forekomst i delområderne	97
Bilag 14	Bundfauna	98
Bilag 15	Oversigt over morfometriske data	100
Bilag 16	Oversigt over øvrige undersøgelser i søen	101

Forord

I foråret 1987 vedtog Folketinget en handlingsplan (Vandmiljøplanen), der skal nedbringe næringsstofbelastningen af det danske vandmiljø.

Målet med Vandmiljøplanen er at reducere den samlede kvælstofudledning til overfladevand og grundvand med 50% fra 290.000 til 145.000 tons pr. år og fosforudledningen med 80% fra 15.000 til 3.000 tons pr. år.

Vandmiljøplanen indebar bl.a. øget spildevandsrensning for kommuner og industri samt krav til jordbruget med henblik på at mindske tilførslerne af næringsstoffer til vandmiljøet.

I februar 1998 indgik Regeringen en aftale om Vandmiljøplan II. Vandmiljøplan II søger gennem vedtagelse af en række supplerende virkemidler at sikre opnåelse af reduktionsmålene i Vandmiljøplanen fra 1987 om en 50% reduktion af kvælstofudvaskningen fra landbruget.

Samtidig med Vandmiljøplanen blev der fra 1989 iværksat en øget overvågning af vandmiljøet med det formål at følge effekten af Vandmiljøplanen. Overvågningen omfatter alle de forskellige led i vandkredsløbet. Amterne er ansvarlige for gennemførelse af overvågningsaktiviteterne, der omfatter følgende områder: Grundvand, vandløb, søer, særlige landovervågningsoplande, punktkilder (kommunale og industrielle spildevandsudledninger) samt kystnære havområder.

Amterne udarbejder årligt rapporter over resultater af disse overvågningsopgaver. Tilsvarende udarbejder Danmarks Miljøundersøgelser rapporter over tilstanden i de åbne havområder og om stoftilførsler via nedbør/nedfald.

Rapporterne danner baggrund for landsdækkende oversigter, som udarbejdes af Miljøstyrelsen, Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser. Endelig sammenfatter Miljøstyrelsen de landsdækkende oversigter til en årlig redegørelse.

Inden for Overvågningsprogrammet gennemføres hvert år en temarapportering. I år er temaet "Åbne kyst- og havområder", og i den sammenhæng foreligger temarapporten:

- Kystvande 1997 (ISBN 87-7343-351-9)
Tema: Åbne kyst- og havområder.

Fyns Amts samlede rapportering af vandmiljøovervågningen i 1997 omfatter, ud over ovennævnte, følgende rapporter:

- Landovervågning 1997 (ISBN 87-7343-350-0)
- Punktkilder 1997 (ISBN 87-7343-346-2)
- Grundvand 1997 (ISBN 87-7343-344-6)
- Atmosfærisk nedfald 1997 (ISBN 87-7343-343-8)
- Langesø 1997 (ISBN 87-7343-345-4)
- Arreskov Sø 1997 (ISBN 87-7343-349-7)
- Søholm Sø 1997 (ISBN 87-7343-347-0)

- Vandløb 1997 (ISBN 87-7343-348-9)
- Fiskebestanden i Arreskov Sø (ISBN 87-7343-341-1)
- Fyns Vandmiljø 1976-1997/98 (ISBN 87-7343-352-7)

I Lillebæltregionen foretages overvågningen af de åbne kystvande af Vejle, Sønderjyllands og Fyns amter i fællesskab. Resultaterne af denne overvågning afreporteres i en fælles rapport "Vandmiljø-overvågning, maj 1998, Lillebælt 1997", der udgives af Lillebæltsamarbejdet (ISBN 87-7486-331-2).

Rapporten Fyns Vandmiljø 1976-1997/98 påregnes at udkomme ultimo 1998.

I tilknytning til vandløbsrapporteringen udarbejdes en teknisk rapport: "Vandløb. Analyse af udviklingen i kvælstofafstrømningen 1979/80-1997/98, august 1998".

Indledning.

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er gennemført i perioden 1989-1997 i i alt 37 danske søer, herunder 3 søer i Fyns Amt. Formålet med denne overvågning har været at belyse, om Vandmiljøplanens forureningsbegrænsende foranstaltninger har resulteret i en generel forbedring af miljøtilstanden i danske søer. De pågældende søer er udvalgt, så de repræsenterer områder med forskellig grad af arealudnyttelse og forskellige kilder til næringsstofftilførsel. I programmet indgår såvel dybe som lavvandede søer.

I denne rapport beskrives resultaterne af den overvågning, som Fyns Amt har udført i Arreskov Sø. Der er her tale om en såkaldt "normalrapportering", hvor der er lagt vægt på en ret kortfattet beskrivelse af undersøgelsesresultater fra 1997, samt en vurdering af de generelle udviklingstendenser i søens miljøtilstand, siden overvågningen blev sat i gang. Endvidere vurderes søens fremtidige udviklingsmuligheder.

Der henvises endvidere til rapporten "Fiskebestanden i Arreskov Sø 1987 - 1997", som udsendes sammen med nærværende rapport, samt amtets tidligere rapporter om Arreskov Sø (se oversigt i bilag 17).

Nøgletal for miljøtilstanden i Arreskov Sø

Tabel 1.1

Nøgleparametre til beskrivelse af miljøtilstanden i Arreskov Sø, 1997, samt vurdering af udviklingen for visse parametre. Tilbageholdelsen af kvælstof og fosfor er incl. puljeændringer. Hvor udviklingen er vurderet ved statistisk test for lineær regression, angiver 0 at der ikke er sket en signifikant ændring. +/-, ++/--, +++/--- angiver signifikante stigninger/fald på hhv. 10%, 5% og 1% signifikansniveau.

Arreskov Sø	1997		Udvikling
	År	Sommer	Sommer
Opholdstid (år)	2,2	28	
Kvælstofbelastning, tons	17,2	4,3	
Kvælstofbelastning (mg pr. m ² pr. dag)	14,8		
Total indløbskoncentration (mg/l)	4,33		
Kvælstoftilbageholdelse (mg pr. m ² pr. dag)	12,27		
Kvælstoftilbageholdelse, %	83	92	
Fosforbelastning, tons/år	0,26	0,12	
Fosforbelastning (mg pr. m ² pr. dag)	0,23		
Total indløbskoncentration (mg/l)	0,061		
Fosfortilbageholdelse (mg pr. m ² pr. dag)	-0,17		
Fosfortilbageholdelse, %	-77	-113	
Sigt dybde, m	>2,49	>2,44	+++
Klorofyl, µg/l	12	12	---
Suspenderet stof, mg/l	4,9	5,9	---
Total kvælstof, mg/l	1,32	1,16	---
Uorganisk kvælstof, mg/l	0,32	0,06	0
Total fosfor, mg/l	0,065	0,061	---
Opløst fosfat-fosfor, mg/l	< 0,025	< 0,005	0
pH	8,4	8,6	0
Planteplankton biomasse, mm ³ /l		1,58	---
% blågrønalger		41	0
% kiselalger		25	0
% grønalger		3	0
% rekyalger		23	++
Dyreplankton biomasse, mm ³ /l		4,38	-
% cladocerer		57	0
% vandlopper		20	0
% hjuldyr		22	0
Middellængde af cladocerer (mm)		0,808	++
Potentiel græsning (µgC/l ⁻¹ dag ⁻¹)		199	
% af planteplanktonbiomasse		114	++
% af planteplanktonbiomasse < 50 µ		235	0
Fisk:			
Totalt antal, CPUE garn (stk.)		127	
Total biomasse, CPUE garn (g)		3682	
% rovfisk (garn, antal)		6	
% rovfisk (garn, biomasse)		52	
Undervandsvegetation:			
Max. dybdegrænse (m)		2,9	steget
Relativt plantedækket areal %		61	steget
Relativt plantedækket volumen %		15	steget

1. Sammenfatning og konklusion

Arreskov Sø er Fyns største sø (317 ha) og relativt lavvandet (middeldybde 1,9 m). Oplandet er ret skovrigt (29 % skov), har relativt lidt landbrug (56 %) med ret få husdyr og relativt lidt spredt bebyggelse.

Målsætning

Søen er i regionplan 1993-2005 målsat som "referenceområde for naturvidenskabelige studier". For at opfylde denne målsætning bør søen have en sigtdybde på mindst 1,5 meter, et artsrigt planteplankton uden masseopblomstringer af enkelte algegrupper, en stedvist veludviklet undervandsvegetation (rankegrøde), og en arts- og individrig smådyrsfauna. Endelig skal fiskebestanden have en naturlig alders- og artsfordeling med balance mellem fredfisk (skaller og brasener) og rovfisk. Denne målsætning er i dag ikke opfyldt.

Udvikling i miljøtilstand

Tabel 1.1 viser en række nøgleparametre til beskrivelse af miljøtilstanden i Arreskov Sø i 1997, og for visse af disse er udviklingen indenfor perioden 1989-1997 vurderet.

Arreskov Sø har tidligere modtaget betydelige mængder spildevand fra Korinth. Da dette blev afskåret i 1983, reduceredes søens fosforbelastning til ca. en trediedel, men søens tilstand bedredes ikke. Tværtimod var søen i slutningen af 1980'erne i en meget dårlig tilstand med højt næringsstofindhold, ringe sigtdybde og langvarige opblomstringer af blågrønalger om sommeren.

Årsagen til dette var først og fremmest, at tilledningen af spildevand havde medført en ophobning af fosfor i søbunden, og at denne fosfor nu blev frigivet til søens vand.

Imidlertid faldt søvandets fosforindhold igennem perioden 1989-97 til en årsmiddelkoncentration i 1997 på 0,07 mg/l. For kvælstofs vedkommende skete der ligeledes et fald, fra en årsmiddelkoncentration på 3,18 mg/l i 1989 til 1,32 mg/l i 1997.

Det, der udløste denne ændring i søens miljøtilstand var, at en stor del af de dyreplanktonædende fisk (skaller, brasen og små aborrer) forsvandt fra søen i 1991-92, dels som følge af opfiskning, dels fordi de døde under perioder med dårlige iltforhold.

Efter fiskenes forsvinden kunne store dafnier holde søvandet næsten fri for alger i lange perioder. Således steg sigtdybden i vandet i sommerperioden fra 0,27 meter i 1989 til mere end 2,44 meter i 1997, idet der i perioder var sigt til bunden på det dybeste sted i søen. Algemængden faldt fra 38 mm³/l til 1,6 mm³/l i samme periode.

På grund af det klare vand kunne undervandsplanterne i løbet af 1997 brede sig ud over det meste af søbunden. Dybdegrænsen for undervandsplanterne var således 2,9 m mod 2,1 m året før. Udbredelsen var i august måned 5 gange større end året før, og planterne dækkede ialt ca. 60 % af søens samlede bundareal.

Aborren var ligesom de foregående par år søens dominerende fiskeart. De store aborrer er rovfisk, og en stor bestand af disse fisk er nødvendig, hvis der skal være balance mellem rovfisk og fredfisk i søen. Fiskene vokser hurtigt i søen, men der er samtidig en stor dødelighed blandt alle fiskearter, så fiskebestanden er kun ca. halvt så stor som i tilsvarende søer med samme næringsniveau. Årsagen til den store dødelighed kendes ikke.

På grund af den lille bestand af dyreplanktonspisende fisk har dyreplanktonet også i 1997 kunnet holde algemængden på et lavt niveau. Dyreplanktonets potentielle græsning var således det meste af året langt større end algemængden. Dyreplanktonet nyder også godt af den udbredte undervandsvegetation, hvor det kan søge skjul for fiskene.

Medvirkende til den lave algemængde var også, at både fosfor- og kvælstofkoncentrationen i søvandet var så lave, at de i større eller mindre omfang kan have virket begrænsende for algernes vækst fra februar til september.

Den store udbredelse af undervandsvegetationen har betydet, at antallet af Blishøns og Knopsvaner i søen er steget voldsomt i 1996 og 1997. I efteråret 1997 var der således op til 2500 blishøns og 170 knopsvaner på søen. Den fiskeædende Toppet Lappedykker har ligeledes været talrig de sidste 3 år.

Også søens bundfauna har ændret sig, idet der er blevet både flere arter og individer i forhold til tidligere.

Kvælstof- og fosforbelastning

Omkring 78 % af den overfladiske kvælstofafstrømning og 58 % af fosforafstrømningen skyldtes en kulturbetinget afstrømning fra det åbne land. Dette svarer til hhv. 64 % og 50 % af de totale tilførsler (inklusiv bidrag fra atmosfære, grundvand og fugle) til søen. For kvælstof udgør afstrømning fra dyrkede arealer stort set hele den kulturbetingede tilførsel. For fosfors vedkommende omfatter den kulturbetingede tilførsel bidrag i forbindelse med landbrugsdrift og spildevand fra spredt bebyggelse. Den relative fordeling mellem disse to kilder er ikke kendt.

I 1997 tilførtes søen 17 tons kvælstof og 0,26 tons fosfor. Kvælstoftilførslen var kun ca. 45 % af gennemsnittet for perioden 1989-96, og der var endvidere tale om den laveste totale indløbskoncentration (4,33 mg/l) for kvælstof i overvågningsperioden. Fosfortilførslen udgjorde ca. 40 % af gennemsnittet for overvågningsperioden, og også indløbskoncentrationen på 0,06 mg/l var den hidtil laveste.

Den lave tilførsel af næringsstoffer skyldtes, at 1997 var et tørt år med en ferskvandsafstrømning på kun 45 % af middelfafstrømningen i 1989-1996.

Tilførslen af både kvælstof og fosfor til søen i 1989-1997 har således varieret fra år til år, væsentligst som følge af forskelle i nedbør og afstrømning. Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration har i de sidste 3 år været markant lavere end i den foregående periode. Man kan dog ikke på baggrund heraf konkludere, at der er tale om et blivende kulturbetinget fald i kvælstofafstrømningen til søen. Først efter nogle år med mere normale afstrømningsforhold, kan dette vurderes.

Den kulturbetingede tilførsel af fosfor faldt tilsyneladende fra 1990 til 1992, formodentlig som følge af en faldende fosforudledning fra husholdningerne på grund af et lavere fosforindhold i vaske- og rengøringsmidlerne. Det er ikke muligt

at vurdere, hvorvidt den kulturbetingede fosforafstrømning fra dyrkningsjorden har ændret sig. Imidlertid bliver fosfortransporten i mange tilfælde undervurderet ved den prøvetagningsstrategi, der anvendes i overvågningsprogrammet.

Afstrømningen af vand, kvælstof og fosfor fra Arreskov Sø's opland er relativt lav sammenlignet med afstrømningen fra Fyn som helhed.

Omsætning af kvælstof og fosfor i søen

I 1997 blev omkring 83 % af de tilførte kvælstofmængder tilbageholdt i søen. Tilbageholdelsen sker dels ved bundfældning af kvælstofholdigt materiale, dels ved denitrifikation, hvor nitrat omdannes til luftformigt kvælstof.

Søen har i 1989-1997 i gennemsnit tilbageholdt/omsat ca. 64 % af de tilførte kvælstofmængder. Den store tilbageholdelse i 1997 skyldes dels, at vandet havde en lang opholdstid i søen, dels at den udbredte bundvegetation øger kvælstofomsætningen.

I 1997 er der ligeledes foregået en tilbageholdelse af fosfor i søen, idet der er sket en tilbageholdelse på 29 % af de tilførte mængder. Tilbageholdelsen er sket som en ophobning af fosfor i selve søvandet, idet fosforkoncentrationen er steget gennem året. Der er endvidere sket en frigivelse af fosfor fra bunden til søvandet. Størrelsen af denne frigivelse svarer til 77 % af de tilførte mængder.

Betragtes hele overvågningsperioden, skete der i starten en nettoafgivelse af fosfor fra søen, men fra 1992 har søen tilbageholdt fosfor. Den gennemsnitlige tilbageholdelse har i perioden 1990-97 været på ca. 28 %.

Bio-manipulation

For at medvirke til at gøre mængden af dyreplanktonspisende skalle- og brasenyngel så lille som muligt, blev der sat 50.000 stk. geddeyngel ud i maj måned 1997. Denne udsætning af geddeyngel har formentlig været medvirkende til, at mængden af skalle- og brasenyngel faktisk var lille i 1997.

For også at mindske antallet af store brasen i søen blev der gennemført et fiskeri efter brasen i gydeperioden. Der blev dog herved kun opfisket omkring 0,5 tons store brasen, og det vurderes at bestanden af store brasen er meget lille.

På grund af den generelt lille fiskebestand og den udbredte undervandsvegetation i 1997, vil Fyns Amt ikke foretage opfiskning af brasen eller udsætning af gedder i 1998.

Søens fremtidige tilstand

Det er afgørende for søens videre udvikling, om der i søen kan udvikles en god bestand af rovfisk, bl.a. store aborrer. Disse er nemlig i stand til at æde de små fisk og derved holde bestanden af skaller og brasen nede.

Hvis næringsstofniveauet er lavt, således at kraftig planktonalgevækst forhindres, og den etablerede undervandsvegetation fastholdes, vil det skabe gode vilkår for aborrer og gedder. I modsat fald er det sandsynligt, at fiskebestanden med tiden

vil vende tilbage til en sammensætning med mange brasener og småskaller og en ringe bestand af store aborrer.

Det er derfor vigtigt, at tilledningen af fosfor og kvælstof til søen gøres mindst mulig. Kun herved kan det sikres, at undervandsplanterne bevarer en tilstrækkelig udbredelse til at sikre en god og stabil miljøtilstand.

I 1997 var vandet således usædvanligt klart, og man kan ikke fremover forvente så klart vand med de nuværende tilførsler af fosfor og kvælstof.

Det vurderes på det nuværende grundlag, at den kulturbetingede fosfortilførsel skal reduceres med 25-50 % for at søens målsætning kan opfyldes.

Begrænsning af næringsstofftilførslen til søen

Fosfortilførslen til søen skyldes først og fremmest spildevand fra spredt bebyggelse samt jordbrugets anvendelse af gødning, specielt husdyrgødning. Kvælstoftilførslerne skyldes altovervejende udvaskning fra landbrugsarealer, specielt hvor der er mange husdyr.

Midlerne til at opnå en opfyldelse af målsætningen for Arreskov Sø gennem en formindskelse af kvælstof- og fosfortilførslerne er bl.a.:

- * Forbedret rensning af spildevandet fra den spredte bebyggelse, f.eks. ved nedsivning eller biologisk rensning med fosforfjernelse. Miljøstyrelsen har stillet krav til, at de kommunale spildevandsplaner skal indeholde konkrete planer for spildevandsrensning i det åbne land. Fyns Amts Regionplan anbefaler, at en forbedret rensning bør være gennemført inden udgangen af år 2000.
- * Initiativer til begrænsning af næringsstofftabene som følge af jordbrugsdrift.

2. Søen og dens opland

Arreskov Sø er Fyns største sø med et overfladeareal på 317 ha. Søen er lavvandet, med en middeldybde på 1,9 m. Søens dybdeforhold og morfometriske data fremgår af tabel 2.1 og figur 2.1.

Søen ligger nordøst for Fåborg i et randmorænelandskab, der udgør en del af Svanninge Bakker. Afstrømningsoplandet til søen er på 24,9 km² (figur 2.2). Jordbunden består overvejende af lerblandet sand, og er således noget lettere end jordbunden på Fyn som helhed (se tabel 2.1).

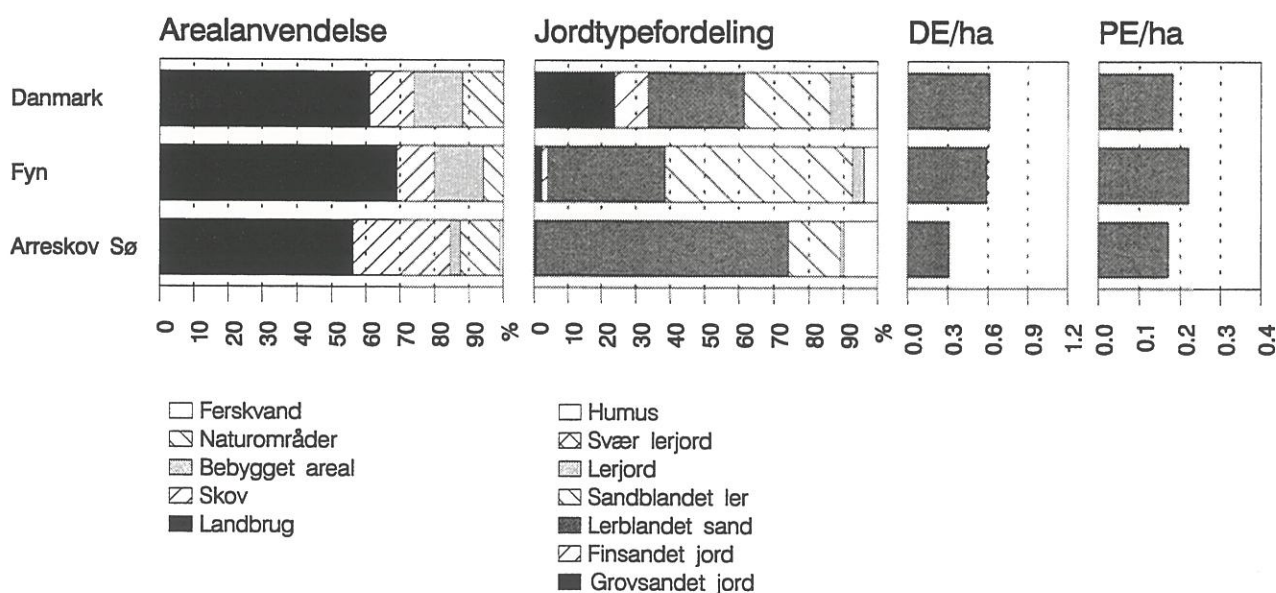
Arreskov Sø	
Overfladeareal, ha	317
Middeldybde, m	1,9
Maksimumdybde, m	3,7
Vandvolumen, m ³	5.880.000
Kystlængde, km	8,50

Tabel 2.1
Fysiske forhold i Arreskov Sø.

56% af oplandet udgøres af landbrugsområder og 29% af skovområder. I forhold til både Fyn og resten af Danmark har oplandet til Arreskov Sø forholdsvis meget skov og lidt landbrug. Tætheden af husdyr i oplandet er lille, 0,31 DE/ha, og dermed kun godt halvt så stor som tætheden på Fyn som helhed. Dette dækker dog over store variationer indenfor oplandet jf. afsnit 4.4.

Der er i 1997 registreret 151 ejendomme i oplandet. Enkelte ejendomme har nedsivningsanlæg eller udleder til samletank. Hovedparten (96 ejendomme) udleder dog til grøfter, dræn eller vandløb, der fører til søen. Tætheden af den spredte bebyggelse ligger lidt under tætheden for Fyn som helhed.

En udledning til søen af mekanisk rensset spildevand fra Korinth blev afskåret i - 1983, hvorved søens fosforbelastning blev reduceret til en trediedel. Der tilføres stadig regnvand fra den vestlige del af Korinth, og i forbindelse med større regnskyl tilføres der også urensset spildevand via et overfaldsbygværk.



Tabel 2.1
Arealanvendelse, jordtypefordeling, husdyr-
tæthed og befolkningstæthed i oplandet til
Arreskov Sø, Fyn og Danmark.

Målsætning

Arreskov Sø er i Fyns Amts Regionplan 1993-2005 målsat som "Referenceområde for naturvidenskabelige studier". Målsætningen indebærer, at søen skal have et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv, som er upåvirket eller næsten upåvirket af forurening. Det vurderes, at søen for at opfylde målsætningen skal have en middelsigtdybde på mindst 1,5 m, et artsrigt plante- og dyreliv uden masseopblomstring af enkelte algegrupper (især blågrønalger), samt en (stedvist) veludviklet rankegrøde. Endelig skal fiskebestanden have en naturlig alders- og artsfordeling med balance mellem fredfisk og rovfisk. Denne målsætning er ikke opfyldt.

Udvikling i miljøtilstand

Arreskov Sø havde allerede i 1920 uklart vand og dominans af blågrønalger, og undervandsplanter manglede (Petersen, 1950). Fra 1930'erne og frem blev der jævnlige konstateret dårlige miljøforhold i søen (Fyns Amt, 1994), og i 1966 konstaterede Birnø (1967), at spildevandstilførslen fra Korinth havde påvirket søens miljøtilstand.

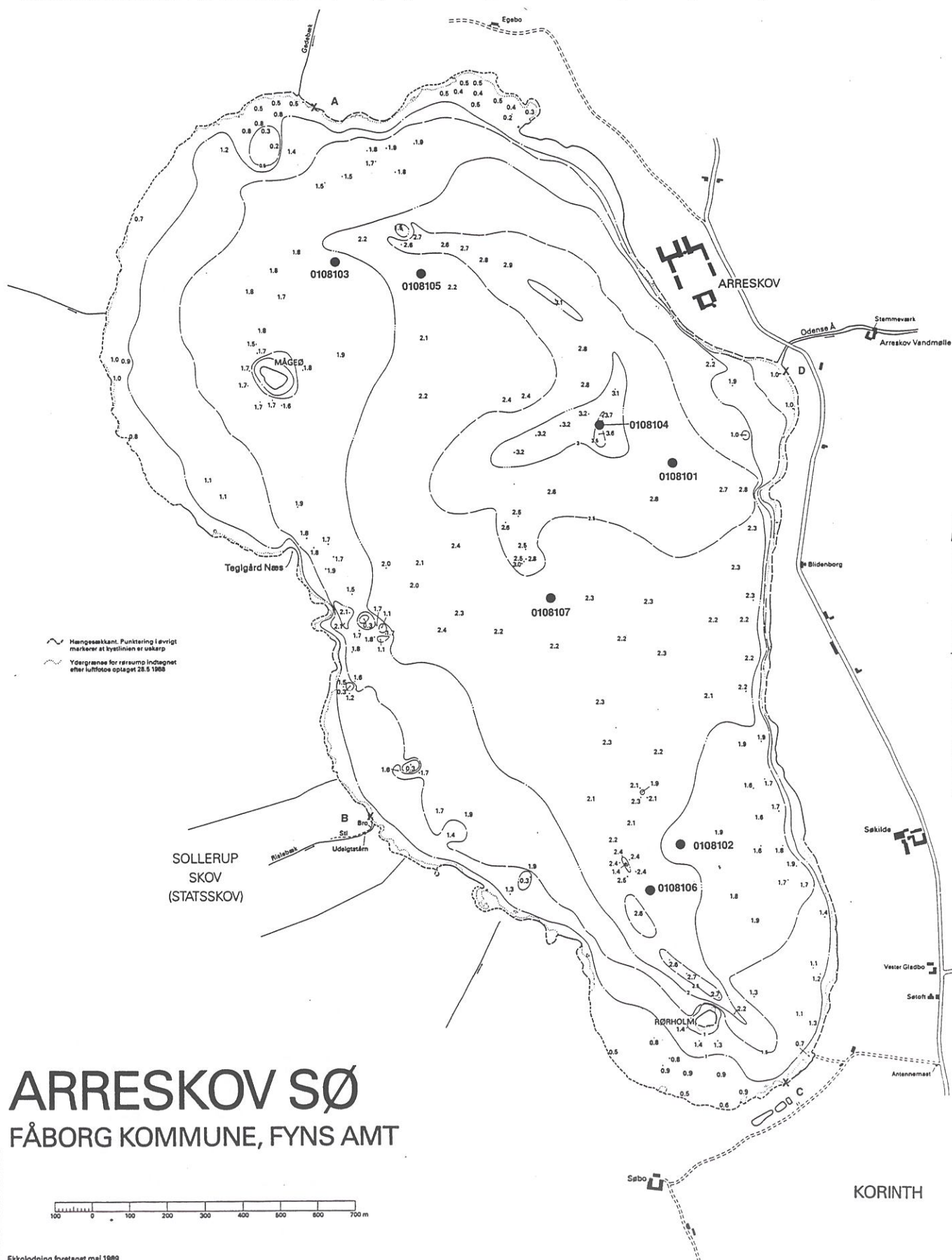
Efter afskæringen af spildevandet fra Korinth i 1983 skete der ikke umiddelbart en forbedring i søens tilstand. Der optrådte snarere en forværring op igennem 1980'erne, hvor søen havde meget uklart vand og stor algeproduktion. Først i 1992 skete nogle markante ændringer. Vandet blev usædvanlig klart, og indholdet af kvælstof og fosfor faldt. Årsagen var et drastisk fald i antallet af dyreplanktonædende fisk. Faldet skyldtes dels opfiskning i 1989-1991, dels at fiskene døde i vinteren 1991/92 og sommeren 1992. Fiskenes fravær gav mulighed for tilstedeværelsen af store dafnier, som er effektive algespisere. Dafnierne kunne derefter holde algemængden på et meget lavt niveau det meste af året. Samtidig faldt indholdet af næringsstoffer i søvandet. Som følge af bedre lysforhold i det klare vand, begyndte undervandsplanterne at brede sig i 1993.

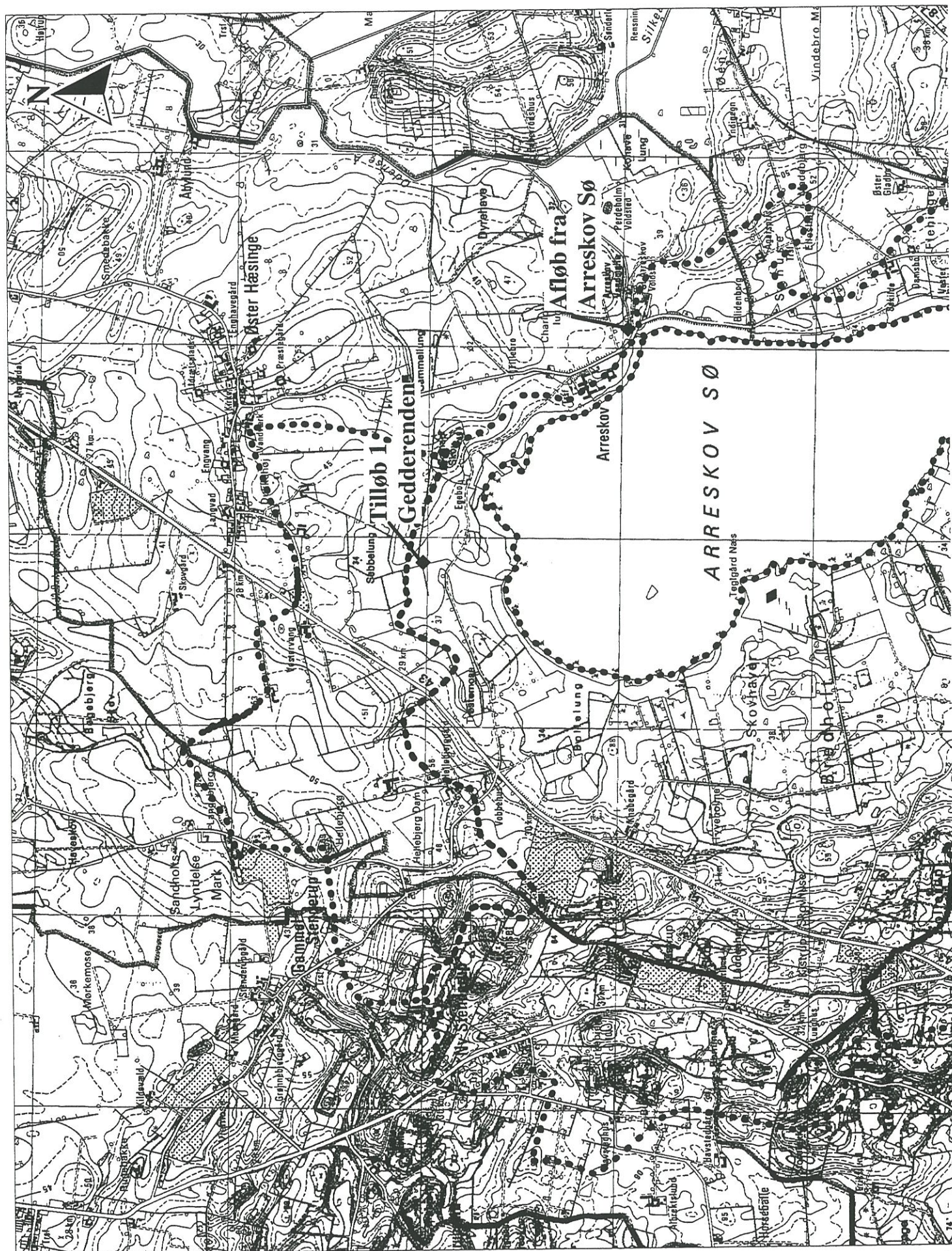
For at holde bestanden af dyreplanktonspisende fisk på et lavt niveau, og dermed medvirke til at fastholde den klarvandede tilstand, har Fyns Amt i 1993 og 1994-1997 opfisket brasen og udsat geddeyngel i søen.

I årene 1994 - 1996 forblev vandet klart og undervandsplanternes udbredelse øgedes (Fyns Amt, 1997a).

Figur 2.1

Dybdekort over Arreskov Sø med indtegnede overvågningsstationer og stationsnumre. Bogstaver angiver skalapæle til aflæsning af vandstande.







Figur 2.2
Kort over oplandet til Arreskov Sø med
angivelse af deloplande og målestationer i
tilløb og afløb.

3. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Vejret i 1997 var mere tørt og varmt end normalt. Januar var den tørreste måned, der nogensinde er registreret, med en nedbør på kun 4,5 mm nedbør. August var den varmeste måned, der nogensinde er målt i Danmark, med en månedsmiddeltemperatur på 20,8 grader Celsius.

Nedbør

Der falder normalt mest nedbør på Midtfyn og mindst ved kysten. Afhængig af hvor på Fyn man befinder sig, varierer normalnedbøren således mellem ca. 600 mm og ca 800 mm. Normalnedbøren for hele Fyns Amt er 741 mm.

Årsnedbøren i Fyns Amt var 612 mm i 1997, hvilket er 17% under normalen.

Ser man på nedbørens fordeling hen over året i 1997, ses store afvigelser fra normalen (figur 3.1). Således faldt der en rekord lav nedbørsmængde i januar og usædvanlig lidt nedbør i september. Bortset fra februar, maj og oktober var nedbøren i 1997 omkring eller under normalnedbøren.

Ferskvandsafstrømning

Ferskvandsafstrømningen følger i høj grad nedbøren, undtagen i sommermånederne, hvor størstedelen af nedbøren optages i planter eller fordamper. Omtrent halvdelen af årets ferskvandsafstrømning finder normalt sted i perioden januar til marts.

Normalafstrømningen af ferskvand i de fynske vandløb er 255 mm/år svarende til 8.1 l/sek/km² og udgør gennemsnitligt ca 35% af årsnedbøren på Fyn.

Afstrømningen i 1997 var på 4,2 l/sek/km², hvilket er 48% under normalen. At afstrømningen i 1997 lå så langt under normalafstrømningen skyldes dels den ekstremt tørre januar måned, dels de foregående to års tørke, som har medført, at en stor del af overskudsnedbøren i 1997 sandsynligvis er gået til genopbygning af grundvandsmagasinerne.

Ferskvandsafstrømningen i 1997 kan karakteriseres ved, at alle måneder havde en ferskvandsafstrømning under normalen (figur 3.1). Specielt var ferskvandsafstrømningen i januar og november langt under normalen.

Lufttemperatur

Lufttemperaturen er af betydning for søens opvarmning og dermed for de biologiske og kemiske processer.

Normaltemperaturen på Fyn er på årsbasis 8,3 grader celsius. 1997 var forholdsvis varm med en årsmiddeltemperatur på 8,9 grader celsius.

Specielt var sommermånederne juli og august varme, og i august blev der målt en månedsmiddeltemperatur på 20,8 grader celsius, hvilket er den varmeste der nogensinde er registreret.

I perioden 1988-1997 har årsmiddeltemperaturen alle årene bortset fra 1993 og 1996 været over normaltemperaturen (figur 3.1).

Soltimer

Solindstrålingen har betydning for søens opvarmning og for plantevæksten, herunder væksten af planktonalger i søen.

I et normalår skinner solen 1637 timer på Fyn. I 1997 var antallet af soltimer 16% større end normalt, hvilket først og fremmest skyldes at juni, juli og august var usædvanlig solrige. Bortset fra maj havde årets øvrige måneder et soltimetal tæt på eller over normalen.

Vindforhold

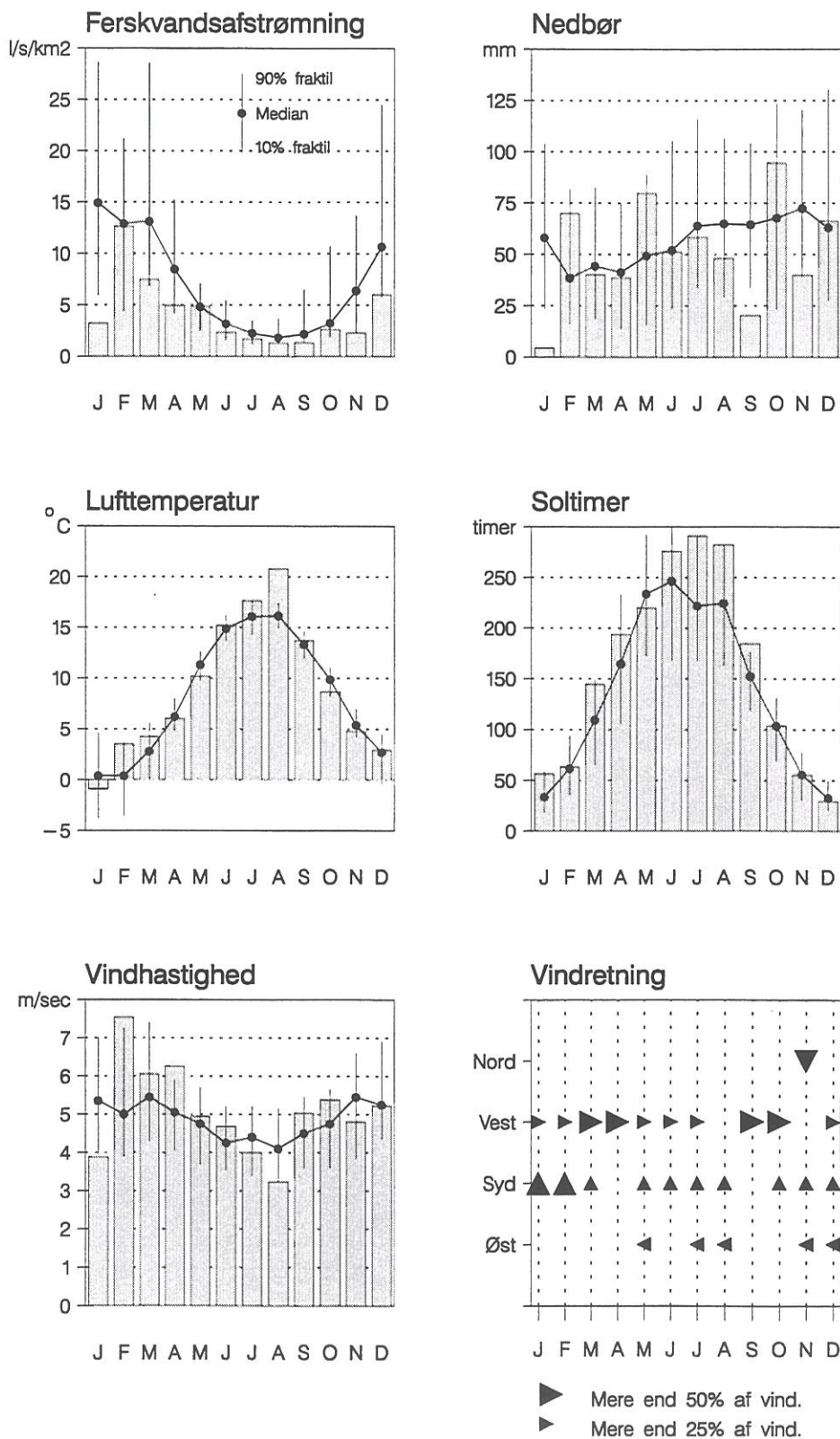
Vinden påvirker opblandingen af vandmasserne i en sø og har blandt andet betydning for, hvor dybt et eventuelt springlag dannes/nedbrydes. Dermed har vinden også betydning for udveksling af næringsstoffer mellem bundvand/sediment og de mere overfladenære vandmasser. Vinden spiller endvidere en rolle ved gasudveksling mellem vandet og atmosfæren.

1997 var relativ vindrig og vindhastigheden var som gennemsnit over normalen. Specielt var februar og april usædvanlig vindrige (figur 3.1). Januar havde usædvanlig lidt vind, også i de meget varme og solrige sommermåneder juli og august var vinden svag.

Figur 3.1

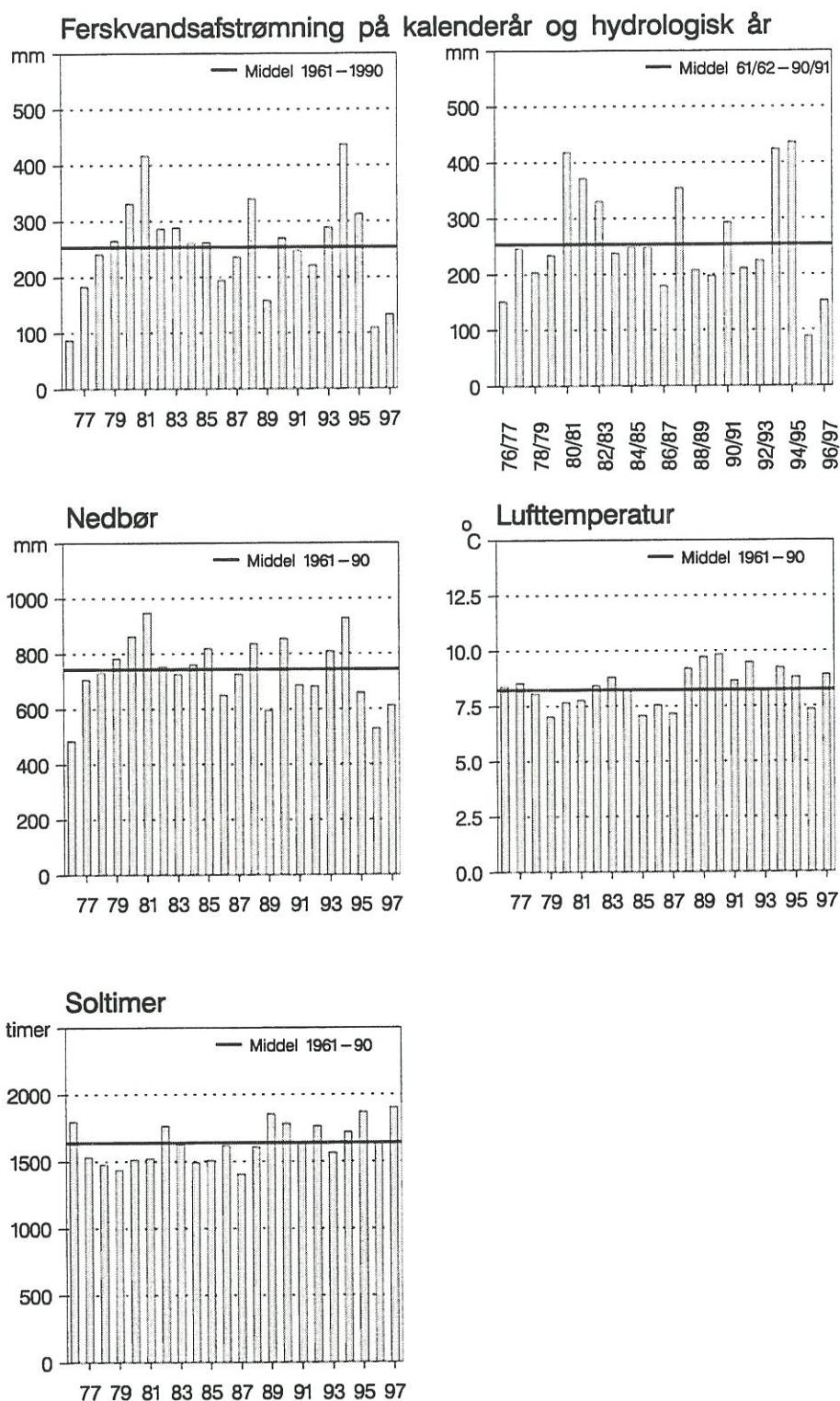
Vejret i Fyns Amt, 1997. På månedsbasis vises nedbør, middeltemperatur, soltimetallet samt den gennemsnitlige vindhastighed. Referencelinier angiver månedsmedianer, 10%- og 90% fraktiler for perioden 1961-1990, bortset fra ferskvandsafstrømningen, som kun dækker perioden 1976-1994. Baseret på data fra DMI og Fyns Amt.

Vejret 1997



Figur 3.2

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning på henholdsvis kalenderår og hydrologisk år samt årsmiddel af nedbør, temperatur og soltimer for Fyns Amt i perioden 1976 - 1997. Meteorologiske data er baseret på målestationer udvalgt af DMI.



4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Total tilførsel

Den totale tilførsel af kvælstof og fosfor i 1997 var på 17.160 kg kvælstof og 263 kg fosfor. Dette var den laveste tilførsel af både kvælstof og fosfor i perioden 1989-1997 (se figur 5.2 og bilag 3), og udgjorde kun hhv. 45% og 40% af den gennemsnitlige årlige tilførsel i perioden 1989-1996 (på hhv. 38340 kg kvælstof og 650 kg fosfor). Den lave næringsstofftilførsel hænger sammen med den ringe nedbør og ferskvandsafstrømning i 1997. Sidstnævnte var således kun på 45 % af gennemsnittet af perioden 1989-1996.

Kilderne til kvælstof- og fosforbelastningen af Arreskov Sø kan opdeles i følgende kategorier:

- Afstrømning fra oplandet:
 - Punktkilder (regnvandsbetingede udløb)
 - Diffuse kilder (excl. direkte grundvandstilførsel):
 - Naturligt basisbidrag (naturlig afstrømning)
 - Åbent land bidrag:
 - Spildevandsudledninger fra spredt bebyggelse
 - Kulturbetinget afstrømning fra dyrkede arealer
 - Direkte grundvandstilførsel til søen
- Atmosfærisk deposition
- Fugle (Arreskov Sø er en vigtig rasteplass for grågæs)

Figur 4.1.1 viser, hvordan kilderne til denne tilførsel har fordelt sig, dels som gennemsnit for perioden 1989-1997, dels i 1997. Da usikkerheden på kildefordelingen kan være stor det enkelte år, er den følgende omtale af kildernes betydning baseret på gennemsnittet for perioden 1989-1997.

Afstrømning fra oplandet

Den største tilførsel af næringsstoffer kommer med afstrømningen fra oplandet, der omfatter bidrag fra punktkilder, fra det åbne land og det naturlige basisbidrag. Afstrømningen fra oplandet udgør således 2/3 eller mere af søens samlede belastning. Det skal dog understreges, at der er meget stor usikkerhed på beregningen af fosforafstrømningen. Forsøg med intensive målinger af stofafstrømningen i mindre vandløb har vist, at fosforafstrømningen er meget usikkert bestemt med den anvendte metode, hvor der udtages 26 stikprøver pr. år. Fosforafstrømningen bliver typisk underestimeret. I gennemsnit for 13 vandløb blev fosforafstrømningen i både 1996 og 1997 således underestimeret med 67 % (Danmarks Miljøundersøgelser, 1998b). Fosforafstrømningen skal derfor tages med et vist forbehold. Kvælstofafstrømningen er derimod mere sikkert bestemt med den nuværende metode.

Punktkilderne omfatter kun regnvandsbetingede udløb (fra overløbsbygværker) fra Korinth. Disse udgør ca. 0,2 % af kvælstoftilstrømningen og ca. 2,5 % af fosfortilstrømningen.

Det **naturlige basisbidrag**, som er den tilstrømning, der ville være hvis hele oplandet henlå som naturområde, er på hhv. 16 % og 31 % af kvælstof- og fosfortilførslen.

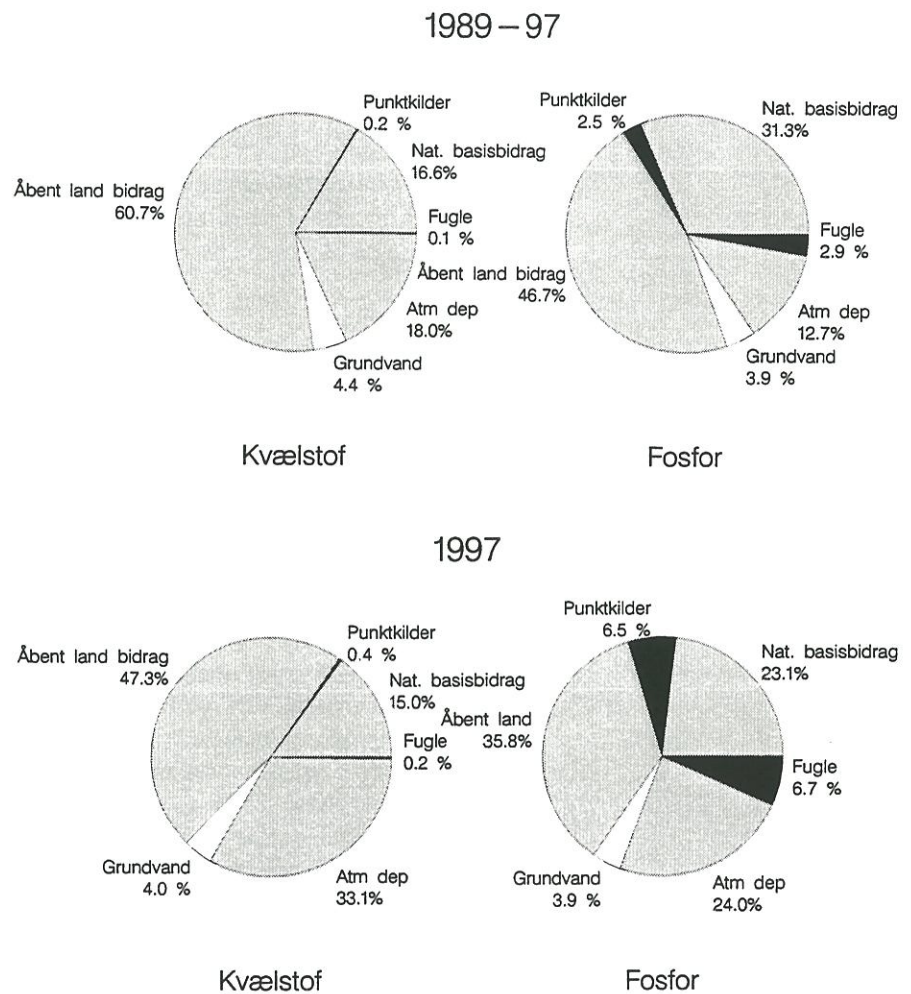
Bidraget fra det åbne land, der omfatter den kulturbetingede afstrømning fra dyrkede arealer og spildevandsudledning fra spredt bebyggelse, udgør det mest

betydende bidrag på hhv. 61 % og 47 % af kvælstof- og fosfortilførslen til søen. Størrelsen af dette bidrag varierer med ferskvandsafstrømningen. I tørre år som 1996 og 1997 udgjorde dette bidrag således en forholdsvis mindre andel af tilførslen.

Grundvandsbidraget af kvælstof og fosfor udgør ca. 4 % af søens samlede belastning. En del af denne belastning er kulturbetinget, idet noget af grundvandets kvælstofindhold skyldes nedsivning af kvælstof fra dyrkede marker.

Punktkilderne og den diffuse afstrømning fra landbrug og spredt bebyggelse udgør sammen med en del af grundvandsbidraget den **kulturbetingede afstrømning**. Den kulturbetingede kvælstof- og fosforafstrømning udgør henholdsvis ca. 64 % og ca. 50 % af den samlede tilførsel til søen.

Figur 4.1.1
Kilder til kvælstof- og fosforafstrømningen
til Arreskov Sø i perioden 1989-1997 og i
1997.



Atmosfærisk deposition

Den **atmosfæriske deposition** af kvælstof og fosfor udgjorde i 1989-1997 hhv. 18 % og 13 % af de samlede tilførsler til søen. I det tørre år 1997 stammede hele 33 % af kvælstoftilførslen og 24 % af fosfortilførslen fra atmosfæren. Hermed var denne kilde en betydende faktor for søens stofbalance, specielt for kvælstof. I sommerperioden 1997 (1. maj - 30. september) var kvælstoftilførslen fra atmosfæren således større end den tilførsel, der skyldtes afstrømning fra land. Det

var dog kun 25 % af den samlede årlige kvælstofbelastning af søen, der skete i sommerperioden.

Hovedparten af den atmosfæriske kvælstofdeposition er kulturbetinget, idet den stammer fra forbrænding i industri og motorer samt ammoniakfordampning fra landbruget. Tilsvarende kan ca. halvdelen af fosfordepositionen fra atmosfæren antages at være kulturbetinget.

Fugle

Arreskov Sø er en vigtig rasteplass for **grågæs** i månederne august-september. Gæssene søger i perioden føde på tilgrænsende arealer, men tilbringer nattetimerne på søen. Herved sker der med affaldsprodukterne en tilførsel af næringsstoffer fra søens omgivelser til selve søen. Tilførslen er dog af beskeden betydning, under 1 % for kvælstof og ca. 3 % for fosfor.

Kulturbetinget tilførsel

Samlet udgjorde den **kulturbetingede tilførsel af kvælstof og fosfor i 1989-1997 hhv. knap 80 % og ca. 55 %** af den samlede tilførsel til søen, idet det antages at åbent land - afstrømningen, punktkildetilførslen og en del af den atmosfæriske tilførsel og en del af den direkte grundvandstilførsel er kulturbetinget.

Det er dog sandsynligt, at den kulturbetingede andel af fosforafstrømningen er større, fordi fosforafstrømningen i tilløbene antagelig bliver underestimeret med den anvendte målemetode.

Selvom kvælstof- og fosfortilførslen i 1997 var væsentlig lavere end i perioden 1989-96, var fordelingen på kilderne nogenlunde som de tidligere år. I år med lav afstrømning som 1997 udgør bidraget fra det åbne land dog en forholdsvis mindre andel af tilførslen.

4.2 Kilder til den kulturbetingede kvælstof- og fosforafstrømning

Størstedelen af kvælstof og fosfortilførslen til søen kommer med afstrømningen fra oplandet, dvs. via vandløb og grøfter.

Kvælstof- og fosforafstrømningen afhænger i høj grad af ferskvandsafstrømningen, som især i vinterhalvåret er betinget af variationer i nedbøren.

Store nedbørsmængder kan specielt i vinterhalvåret udløse en frigivelse af næringsstoffer fra en række depoter i tilknytning til de dyrkede arealer. Følgende begivenheder i søens opland har betydning for afstrømningen af næringsstoffer:

- Udvaskning fra dyrkede arealer til dræn og grundvand. Dette gælder især kvælstof, men også fosfor kan under store nedbørshændelser udvaskes i større mængder via landbrugsdræn (Fyns Amt, 1997b).
- Overfladisk afstrømning til vandløbene fra især pløjemarken og vintersædsarealer tæt ved vandløbene. Under kraftig nedbør kan der ske erosion fra arealer med overfladisk afstrømning til følge, hvorved især fosforholdige jordpartikler tilføres

Kvælstof	1200 kg N/år
Fosfor	270 kg P/år

Tabel 4.2.1

Den potentielle spildevandsbelastning i 1997 fra spredt bebyggelse i oplandet til Arreskov Sø baseret på normtal fra Miljøstyrelsen.

vandløbene. Den overfladiske afstrømning er afhængig af graden af plantedækkede arealer, den maskinelle bearbejdnings-/såretning på landbrugsarealer, terrænets hældningsforhold mod vandløbet samt bredden af plantedækkede bræmmer langs vandløbet (Sibbesen, 1995).

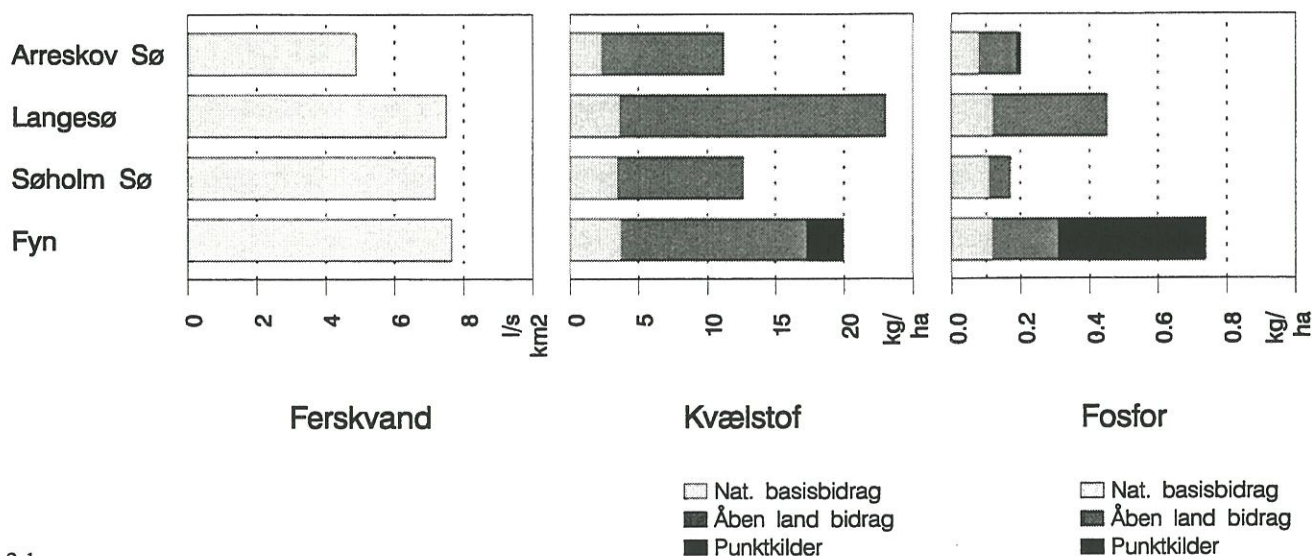
- Ophvirvling af aflejret fosforholdigt materiale fra vandløbsbunden i forbindelse med store ferskvandsafstrømninger. Det ophvirvlede materiale kan typisk stamme fra dyrkede arealer eller spildevandsudledninger fra spredt bebyggelse.

Der er for fynske vandløb, uden spildevandstilførsel fra renseanlæg, fundet en god sammenhæng mellem fosforindholdet i vandløb og såvel befolkningstætheden som husdyrtætheden i vandløbsoplandene. Tilsvarende kan vises, at kvælstofindholdet i vandløbene er nøje korreleret med dyrkningsgraden og den samlede gødningstilførsel til landbrugsarealerne i vandløbsoplande (Fyns Amt, 1997b).

Hovedparten af **kvælstofafstrømningen** fra oplandet skyldes et kulturbetinget bidrag fra det åbne land, primært afstrømning fra landbrugsarealer (78% i perioden 1989-1997). Udledningen af kvælstof fra den spredte bebyggelse er ubetydelig sammenholdt med, hvad der afstrømmer fra landbrugsarealer, men udledningen af spildevandet kan alligevel have en meget negativ effekt i de små vandløb på grund af det store indhold af ammoniak og organisk stof.

Den kulturbetingede **fosforafstrømning** fra oplandet stammer fra dyrkningsjorden og den spredte bebyggelse og udgjorde i 1989-1997 58% af den samlede fosforafstrømning fra oplandet.

En opgørelse af den potentielle spildevandsbelastning fra den spredte bebyggelse i oplandet til Arreskov Sø fremgår af tabel 4.2.1. Den potentielle spildevandsbelastning omfatter spildevandsproduktionen for ejendomme med afledning til sø, vandløb eller dræn før en evt. rensning. På grund af manglende viden om rensegrader ved udledning fra den spredte bebyggelse, er den aktuelle belastning ikke beregnet.



Figur 4.2.1

Sammenligning af arealafstrømning af ferskvand, kvælstof og fosfor fra forskellige oplande. Gennemsnit for 1989-1997.

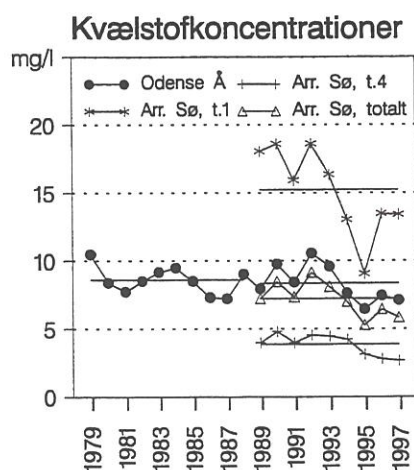
På nuværende tidspunkt er det usikkert, hvor stor en del af den diffuse fosfortilførsel til søen, der stammer fra den spredte bebyggelse og hvor stor en del, der stammer fra dyrkningsjorden. Dette skyldes primært to forhold:

1) Målinger af fosforafstrømningen i mindre vandløb er usikker med den nuværende målestrategi. Man undervurderer generelt fosforafstrømningen.

2) Der foreligger endnu ikke veldokumenterede metoder til at fastlægge, hvor stor en del af spildevandet fra den spredte bebyggelse, der når frem til recipienten.

Der er dog ingen tvivl om, at begge kilder er væsentlige for belastningen af Arreskov Sø.

Arealafstrømningen (afstrømningen pr. ha oplandsareal) af kvælstof og fosfor er generelt mindre til Arreskov Sø end niveauet for Fyn som helhed (se figur 4.2.1). Dette kan forklares med, at der i oplandet til Arreskov Sø er mere skov, flere naturområder og mindre landbrug end på Fyn som helhed. Endvidere er befolkningstætheden relativt lav.



Figur 4.3.1

Vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i Odense Å, 1979-1997, 2 tilløb til Arreskov Sø samt i den samlede afstrømning til søen i 1989-1997. Middelværdier for perioden 1979-1988 (kun Odense Å) og 1989-1997 er ligeledes vist.

4.3 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-1997

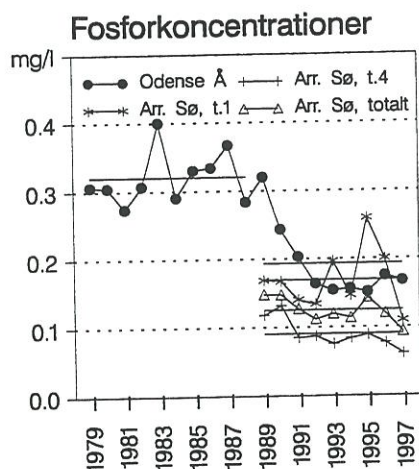
Den mængde kvælstof og fosfor, der strømmer til søen fra oplandet det enkelte år er bl.a. afhængig af **ferskvandsafstrømningen**. Overvågningsperioden 1989-1997 repræsenterer to ekstremer når man ser på ferskvandsafstrømningen i vandløbene siden 1920. I Odense Å ved Nr. Broby målt århundredets største afstrømning i 1994/95 og den mindste i 1995/96. Tilsvarende var ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø meget stor i 1994 meget lav i 1996.

I 1997 var ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø endnu lavere end i 1996, og lå på årsbasis 55 % under gennemsnittet for perioden 1989-1996. I sommerperioden (1. maj- 30. september) lå afstrømningen 35 % under gennemsnittet for perioden.

Tilsvarende var **kvælstofafstrømningen** til søen i 1997 den hidtil lavest målte. På årsbasis lå kvælstofafstrømningen 64 % under gennemsnittet for perioden 1989-1996. I sommerperioden var kvælstofafstrømningen 47 % under gennemsnittet.

Den vandføringsvægtede koncentration af kvælstof i søtilløbene var med 5,85 mg N/l lidt lavere end det foregående år. Udviklingen i kvælstofkoncentrationen i søens tilløb svarer til udviklingen i Odense Å, se figur 4.3.1.

Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration har i de sidste 3 år været markant lavere end i den foregående periode. Man kan dog ikke på baggrund heraf konkludere, at der er tale om et blivende fald i kvælstofafstrømningen til søen. Først efter nogle år med mere normale afstrømningsforhold, kan dette vurderes.



Figur 4.3.2
Vandføringsvægtede fosforkoncentrationer i Odense Å 1979-1997, 2 tilløb til Arreskov Sø samt i den samlede afstrømning til søen i 1989-1997. Middelværdier for perioden 1979-1988 (Odense Å) og 1989-1997 er ligeledes vist.

I 1997 var **fosforafstrømningen** ligesom ferskvandsafstrømningen meget lille, og den hidtil mindste afstrømning, der er målt. Afstrømningen var i 1997 på årsbasis og i sommerperioden (1. maj - 30. september) henholdsvis 67 % og 53 % under gennemsnittet for perioden 1989-1996.

Fosforkoncentrationen i tilløbsvandet til Arreskov Sø er generelt lavere end i Odense Å (fig 4.3.2), men følger nogenlunde samme mønster fra år til år. Faldet i fosforkoncentration fra 1990 til 1992 skyldes formentlig, at fosforudledningen med husspildevand faldt på grund af et lavere fosforindhold i vaske- og rengøringsmidler. I 1995 skete igen en øgning af fosforkoncentrationen, som formodentlig skyldes et øget bidrag fra dyrkningsjorden som følge af udbringning af store mængder husdyrgødning i oplandet til tilløb 1 (se afsnit 4.4). I 1997 var fosforkoncentrationen i tilløbene den hidtil lavest målte, hvilket formentlig først og fremmest skyldtes det tørre år.

Datamaterialet er for spinkelt til at udtale sig om udviklingstendenser i den kulturbetingede fosforafstrømning fra dyrkningsjorden. Undersøgelser baseret på intensiv prøvetagning i Odense Å siden 1987 synes at vise, at der ikke er sket et fald i fosforafstrømningen fra dyrkningsjorden i dette område (Fyns Amt, 1997b).

4.4 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen

Der er i 1997 målt vand- og stoftransport i tilløb 1, 4 og 5 til Arreskov Sø. Oplandene til disse tilløb udgør henholdsvis 10%, 14% og 27% af søens samlede opland (se tabel 4.4.1). Den vandføringsvægtede middelkoncentration i tilløbene på års- og sommerbasis fremgår af figur 4.4.1 og 4.4.2.

Tabel 4.4.1
Procentvis fordeling af belastningen fra de enkelte tilløb til Arreskov Sø, 1997.

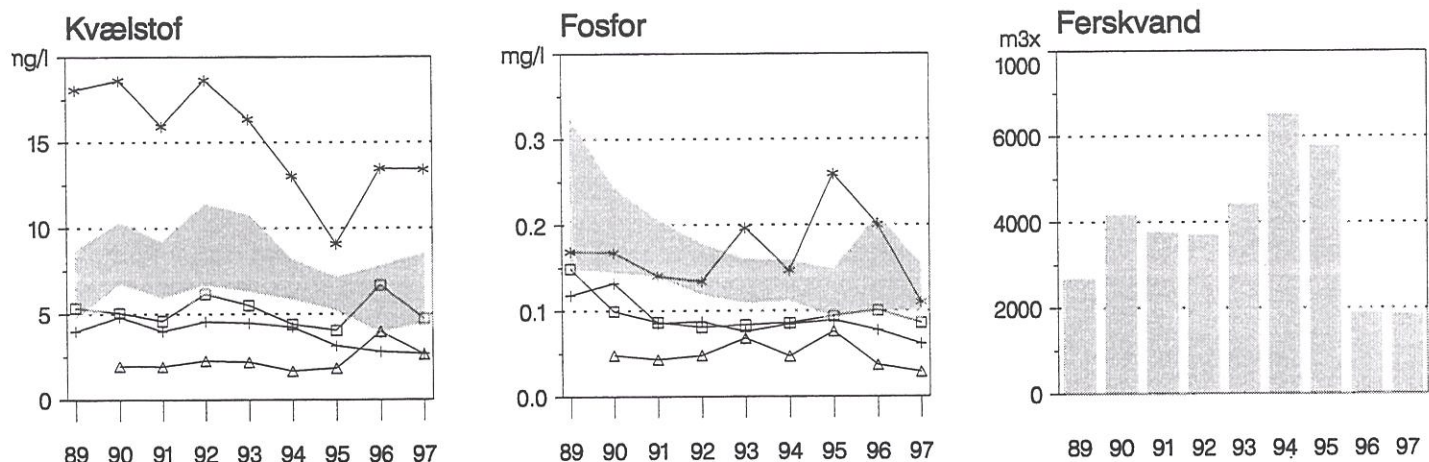
Opland	Andel af opland %	Andel af vand-transport %	Andel af kvælstof transport %	Andel af fosfor-transport %
Tilløb 1 (Gedderenden)	10	14	32	16
Tilløb 4 (Rislebæk)	14	18	8	12
Tilløb 5 (Søbo afløb)	27	20	16	18
Umålt opland	49	48	44	54

Tilløb 1 (Gedderenden)

Hovedparten af oplandet til Gedderenden anvendes til landbrug (88%), og husdyrtætheden er meget høj. Andelen af spredt bebyggelse ligger endvidere 25% over niveauet for søens opland som helhed. Jordbunden er sandet.

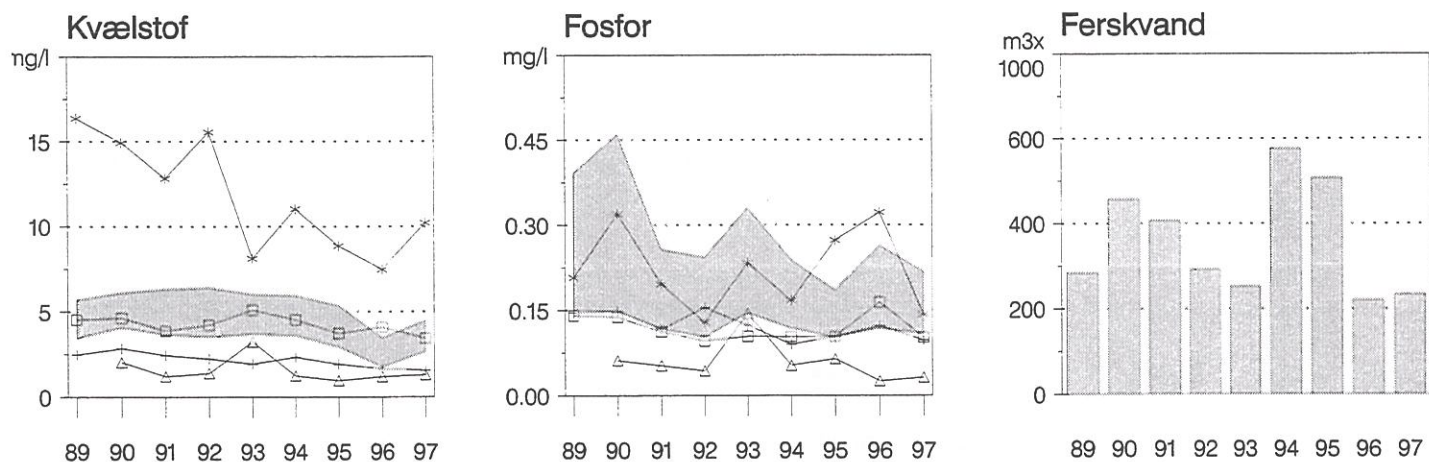
Gedderenden var i 1997 det betydeligste tilløb med hensyn til både kvælstof- og fosforbelastning af Arreskov Sø.

Koncentrationsniveauet af kvælstof har i hele perioden 1989-1997 været væsentligt højere end i de øvrige tilløb, og også langt højere end koncentrationsniveauet i andre fynske vandløb. I forhold til perioden 1989-1993 synes koncentrationen dog at være faldet til et lavere niveau de sidste 4 år, både på års- og sommerbasis.



Figur 4.4.1

Vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer af kvælstof og fosfor i hovedtilløbene til Arreskov Sø og naturvandløbet Holstenshuus 1989-1997. Naturvandløbet afstrømmer ikke til søen. 25-75%-s-fraktiler for fynske vandløb er vist som bånd. Endvidere er vist ferskvandsafstrømningen via hovedtilløbene til søen 1989-1997.



Figur 4.4.2

Vandføringsvægtede sommermiddelkoncentrationer af kvælstof og fosfor i hovedtilløbene til Arreskov Sø og naturvandløbet Holstenshuus 1989-1997. Naturvandløbet afstrømmer ikke til søen. 25-75%-s-fraktiler for fynske vandløb er vist som bånd. Endvidere er vist ferskvandsafstrømningen via hovedtilløbene til søen 1989-1997.

- △-△ Naturvandløb, Holstenshuus
- *-* Tilløb 1
- +--+ Tilløb 4
- Tilløb 5

Det høje kvælstofniveau i Gedderenden hænger formentlig sammen med, at der udsprede store mængder husdyrgødning i oplandet.

Fosforkoncentrationen i Gedderenden var ligeledes højere end i de øvrige tilløb, og synes oven i købet at have været stigende i perioden 1992-1996. Da der er et meget stort husdyrhold i oplandet, kan stigningen skyldes, at jorden efterhånden er mættet med fosfor, således at udvaskningen af fosfor øges. I 1997 faldt koncentrationen betydeligt, hvilket må tilskrives den lave ferskvandsafstrømning, der har betydet mindre udvaskning og mindre overfladisk afstrømning af fosfor.

Tilløbet anses for at være noget belastet af spildevand fra spredt bebyggelse og meget belastet af landbrugsdrift.

Tilløb 4 (Rislebæk)

Oplandet til Rislebækken består overvejende af skov (58 %) og landbrugsarealer (34 %), og andelen af spredt bebyggelse i oplandet lav. Husdyrtætheden er som gennemsnittet for Fyn. Jordbunden er mere leret end i det øvrige opland til Arreskov Sø.

Rislebækken har generelt et lavt indhold af både kvælstof og fosfor, og for begge stoffer var niveauet i 1997 det hidtil laveste i perioden 1989-1997. Kvælstofkoncentrationen var i 1996-1997 på niveau med koncentrationen i naturvandløbet Holstenshuus.

Tilløb 5 (Søbo Afløb)

Andelen af landbrugsarealer i oplandet til Søbo Afløbet er forholdsvis lille (58 %), mens skovområderne dækker en hel del af oplandet (30 %). Husdyrtætheden er lav. Andelen af spredt bebyggelse er forholdsvis lav og ligger på niveau med Arreskov Sø oplandet som helhed. Jordbunden er sandet.

Både kvælstof- og fosforindholdet i dette søtilløb er gennemgående lavt, men dog markant højere end i naturvandløb. Der er ikke nogen entydig udvikling i kvælstof- og fosforkoncentrationen.

Det vurderes, at Søbo Afløbet er noget belastet af landbrugsdrift og spildevand fra spredt bebyggelse.

4.5 Muligheder for at nedbringe belastningen

Der er gennem de senere år sket betydelige forbedringer i Arreskov Sø's miljøtilstand, bl.a. som følge af afskæringen af spildevandet fra Korinth By. Skal disse forbedringer fastholdes og regionplanens målsætning for søen opfyldes, er det dog nødvendigt med en yderligere reduktion i næringsstofførslerne til søen.

Der kan peges på følgende muligheder for en reduktion af belastningen:

- Bedre rensning af spildevandet fra den spredte bebyggelse.
- Initiativer til begrænsning af næringsstoffabene som følge af jordbrugsdrift.

Forbedret spildevandsrensning ved spredte bebyggelser

I forbindelse med revideringen af den eksisterende spildevandsbekendtgørelse (bekendtgørelsen af 14. maj 1997) har Miljøstyrelsen fremsat nye retningslinier for regionplanlægning og spildevandsplanlægning for så vidt angår spildevandsplanlægning i det åbne land. Af retningslinierne fremgår, at der af amternes regionplan skal fremgå i hvilke delområder, der skal gennemføres en forbedret spildevandsrensning i det åbne land. Samtidig stilles der i krav til, at de kommunale spildevandsplaner skal indeholde konkrete planer for spildevandsrensning i det åbne land.

I Fyns Amts Regionplan er der generelt lagt op til en forbedret spildevandsrensning i oplandet til søer, der ikke opfylder kvalitetsmålsætningen. Regionplanen anbefaler for disse oplande, at spildevandsløsningerne bør gennemføres inden udgangen af år 2000.

Begrænsning af udledningen af forurenende stoffer til søer fra spredt bebyggelse kan eksempelvis ske ved etablering af nedsivningsanlæg, biologiske renseanlæg med fosforfjernelse eller ved at afskære spildevandet til kommunale renseanlæg.

Initiativer til begrænsning af næringsstofftabene fra dyrkningsjorden

De foranstaltninger, der er iværksat med henblik på opfyldelse af Vandmiljøplanens mål for reduktion af udledning af næringsstoffer, forventes ad åre generelt for Fyn at reducere kvælstofafstrømningen (Fyns Amt, 1997b), mens der ikke umiddelbart forventes en reduktion i fosforafstrømningen fra landbrugsarealer som følge af disse foranstaltninger. Der er dog ingen garanti for at disse foranstaltninger også vil slå igennem eller være tilstrækkelige når man ser på de lokale recipienter. Generelle miljøtiltag i jordbruget kan således ikke forhindre, at der i oplandet til Arreskov Sø sker en forøgelse af dyreholdet, hvilket andet lige vil betyde at udvaskningen forøges.

Ud over generelle foranstaltninger til nedsættelse af gødningsmængderne der udbringes på markerne, kan der i relation til Arreskov Sø bl.a. peges på følgende muligheder for begrænsning af næringsstofftabene fra dyrkningsjorden:

- Permanent braklægning og ekstensiveret landbrugsdrift specielt langs vandløb i søoplandet, målrettet mod følgende miljøbeskyttelsesforanstaltninger:
 - * Genetablering af våde enge, samt vådområder med henblik på omsætning/tilbageholdelse af næringsstoffer, der afstrømmer fra intensivt dyrkede landbrugsområder.
 - * Etablering af permanent plantedækkede bræmmer langs vandløb og vådområder, med henblik på tilbageholdelse af fosfor, der ved jorderosion afstrømmer overfladisk fra dyrkede arealer.
 - * Nedsættelse af gødningstilførslen især i oplandet til tilløb 1. Næringsstofniveauerne i vandløbet tyder således på høje gødningstilførsler, formentlig som følge af et stort husdyrhold i oplandet.
- Udførelse af miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse eller evt. helt ophør af vedligeholdelse på udvalgte strækninger, med henblik på at nedsætte materialetransport i vandløbene og forøge selvrensningsevnen.

Gennemførte og planlagte miljøforanstaltninger som et led i EU's landbrugsreform vil måske ad åre bidrage til reduktion i kvælstof og fosfortabene fra landbrugsjorden. Disse foranstaltninger omfatter frivillige tilskudsordninger til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger, hvor der pt. er afsat midler til miljøaftaler for ca. 5% af landbrugsarealet i Danmark. Disse tilskudsordninger, som amterne fra 1996 har overtaget administrationen af, omfatter bl.a. generelt tilskud til reduceret gødningsforbrug og tilskud til udlæg af rajgræs i kornafgrøder. I særligt følsomme landbrugsområder kan desuden opnås tilskud til bl.a. 20-årig udtagning af agerjord,

f.eks. langs søer og vandløb, samt omlægning af dræn med henblik på kvælstofomsætning i våde enge.

Det skal bemærkes, at en del af oplandet til Arreskov Sø er udpeget som særligt miljøfølsomt område, hvilket giver særlige muligheder for EU-tilskud til miljøvenlig landbrugsdrift (jf. ovenstående).

5. Vand- og stofbalance

Vandstand

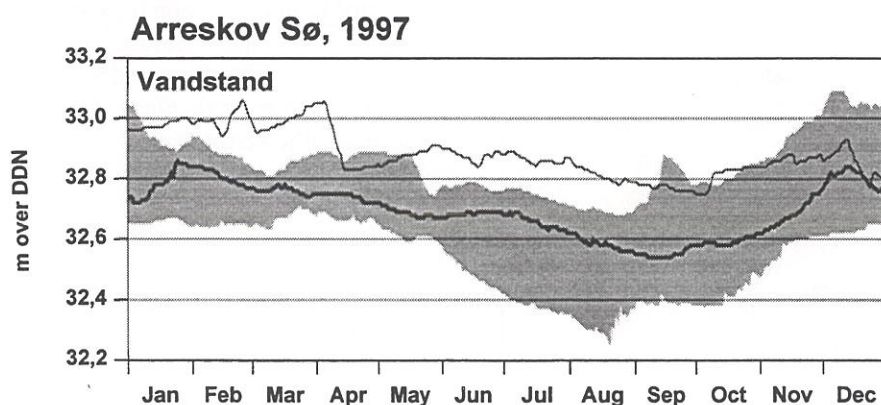
Vandstanden i søen reguleres ved en opstemning ved Arreskov Vandmølle i søens afløb. Flodemålet (den højst tilladte vandstand) er fra 1. januar 1991 fastsat til 33,06 m over DNN. I forbindelse med en fredning af søen og dens omgivelser er der endvidere fastsat en minimumsvandstand til kote 32,65 over DNN.

På trods af en forholdsvis lav vandtilstrømning til søen blev vandstanden holdt høj gennem hele 1997. I starten af året lå vandstanden således nær den fastsatte maksimumsvandstand, indtil den i april blev sænket ca. 20 cm (figur 5.1). Som gennemsnit for både året og sommeren var vandstanden den hidtil højst registrerede, og sommervandstanden var 23 cm højere end sommermiddelvandstanden for 1989-1996 (se bilag 4.2). Højeste og laveste vandstand i søen i 1997 var hhv. 33,06 og 32,75 m over DNN. På grund af den høje vandstand var søens vandvolumen i sommerperioden ca. 10% større end gennemsnittet for perioden 1989-1996.

Figur 5.1

Vandstand i Arreskov Sø, 1997, målt i meter over "Dansk Normal Nul". Samtidig er vist medianværdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-1996.

— 1997
— median
■ variationsinterval, 1989-1996



Vandbalancen

Den overfladiske afstrømning var i 1997 meget lav, idet den kun udgjorde 45 % af den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1989-96 (figur 5.2). Der løb heller ikke meget vand ud af søen. Kun i februar, april og december var der et betydeligt afløb fra søen. Afløbet i april skyldtes først og fremmest, at vandstanden blev sænket. I august-september var der ikke afløb fra søen.

På grund af søens store overfladeareal har nedbør på og fordampning fra søoverfladen stor betydning for vandbalancen. I sommerperioden var nedbøren dobbelt så stor som tilstrømningen via overfladevand, og fordampningen var 16 gange så stor som den vandmængde, der løb fra via søens afløb.

Grundvandstilførselen var på 19 % af den overfladiske afstrømning i 1997. Den var dermed tæt på gennemsnittet for perioden 1990-96, der var på 16 %.

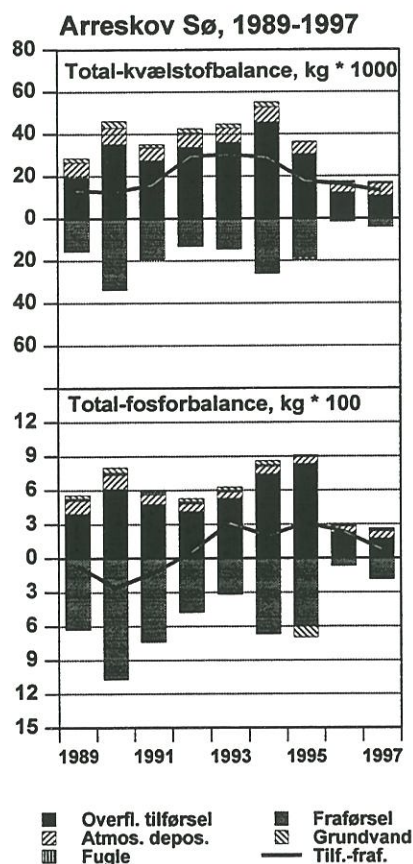
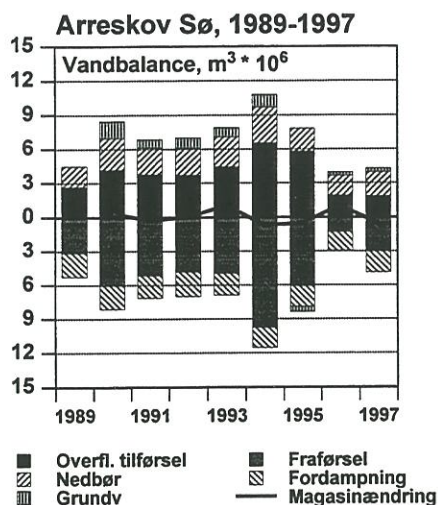
Vandets opholdstid i søen

I 1997 var vandets opholdstid i Arreskov Sø 2,2 år, beregnet ud fra afløbet fra søen. På grund af den lave afstrømning var opholdstiden dermed væsentligt større end gennemsnittet for perioden 1989-1996, som er på 1,5 år. I våde år kan opholdstiden være helt ned til 0,6 år (tabel 5.1 og bilag 4.2).

Periode	Opholdstid, år
1997	2,2
Middel 1989-96	1,5
Maksimum 1989-96	4,3
Minimum 1989-96	0,6

Tabel 5.1

Vandets opholdstid i Arreskov Sø, beregnet ud fra afløbet fra søen.



Figur 5.2
Tilførsel og fraførsel af vand, total kvælstof og total fosfor for Arreskov Sø, 1989-97. Den angivne vandtilførsel er den overfladiske tilførsel fra oplandet, mens den angivne tilførsel af kvælstof og fosfor er den totale tilførsel fra samtlige kilder.

Stofbalance

De til- og fraførte mængder af vand, kvælstof og fosfor i perioden 1989-97 er opgjort på årsbasis i figur 5.2 og på månedsbasis i figur 5.3. Stofbalancen fremgår endvidere af bilag 5 og 6.

Kvælstof

Kvælstoftilførslen på 17,2 tons i 1997 var den laveste i overvågningsperioden. Den var på niveau med tilførslen i 1996 og mindre end halvt så stor som i 1995. Den største tilførsel skete i februar (efter tøbrud) og i december. Den totale vandføringsvægtede middelmiddelt koncentration (total stoftilførsel divideret med total vandtilførsel incl. nedbør og grundvand) var på 4,33 mg/l, hvilket også er det hidtil laveste.

Der løb 4,2 tons kvælstof fra søen. Der blev altså omsat eller ophobet 13 tons kvælstof i søen, svarende til, at ca. 76 % af de tilførte mængder blev holdt tilbage i søen. Søvandets indhold af kvælstof faldt dog samtidig med 1,2 tons, og tages der hensyn til denne puljeændring, var tilbageholdelsen på 83 %. Dette er betydeligt mere end den normale tilbageholdelse i søen i perioden 1990-96, hvor kvælstoftabet incl. puljeændringer var på 64 % af de tilførte mængder. Der er dermed tale om en meget stor kvælstoftilbageholdelse i søen, som dels skyldes den lange opholdstid, dels den udbredte undervandsvegetation.

Som følge af kvælstofomsætningen i søen var den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i det vand, der løb fra søen i 1997 på kun 1,39 mg/l, eller ca. en trediedel af koncentrationen i det vand, der løb til søen.

Fosfor

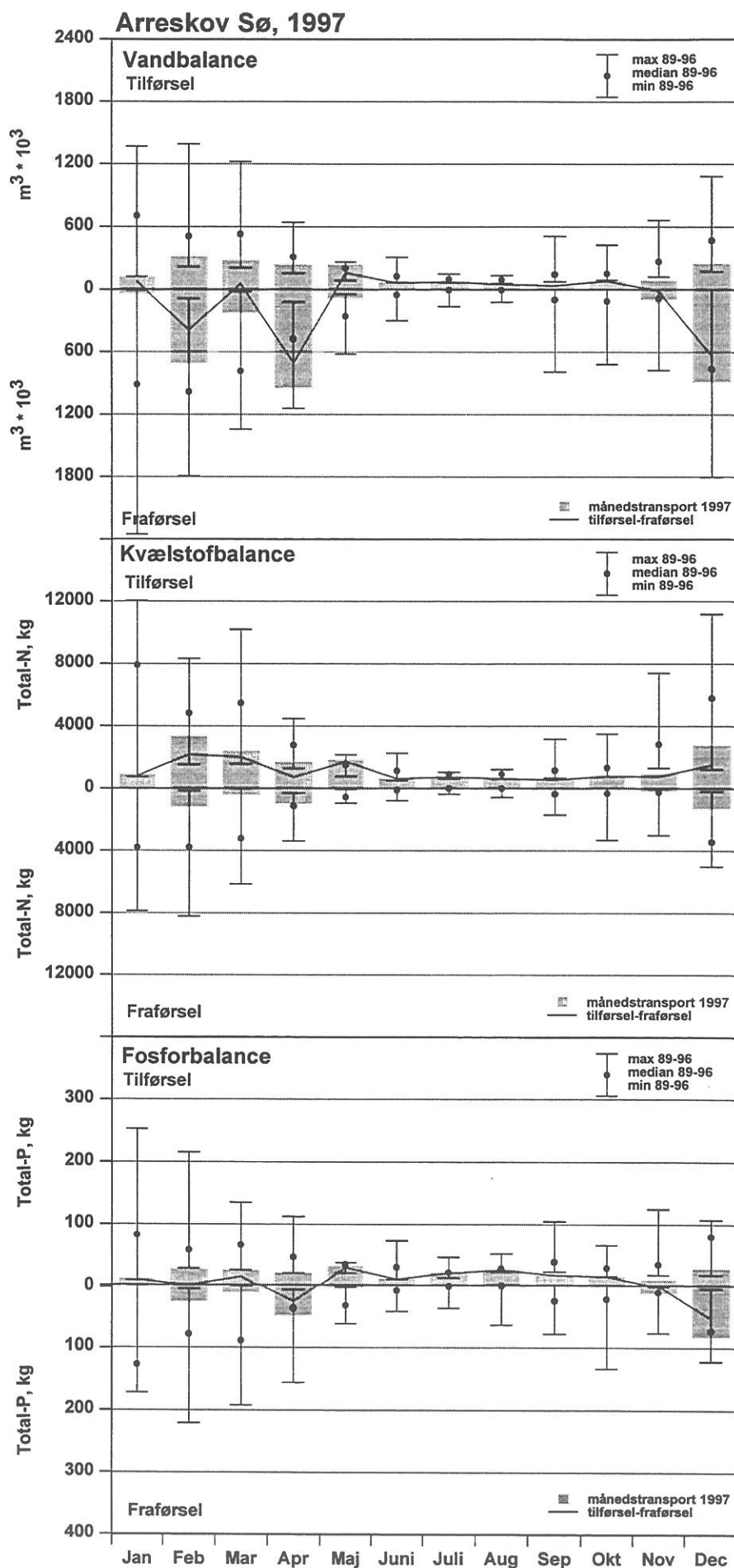
Den samlede tilførsel af fosfor var på kun 263 kg i 1997 og dermed den absolut laveste i overvågningsperioden, der som gennemsnit for de foregående år havde en tilførsel på 651 kg pr. år.

Også den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor var den laveste i overvågningsperioden, 0,061 mg/l i 1997 imod 0,090 mg/l som gennemsnit for 1989-1996. Indløbskoncentrationen er målt som den totale fosfortilførsel divideret med den totale vandtilførsel.

Der løb 186 kg fosfor ud af søen, svarende til at 77 kg blev tilbageholdt i søen. Samtidig steg fosforpuljen i søvandets dog med 279 kg, svarende til, at der blev frigivet 202 kg fra sedimentet til søvandets. Igennem perioden 1990-96 har sedimentet som gennemsnit tilbageholdt 222 kg årligt eller 34% af de tilførte mængder.

Den vandføringsvægtede udløbskoncentration af fosfor var 0,062 mg/l, dvs. af samme størrelse som indløbskoncentrationen.

Figur 5.3
Tilførsel og fraførsel af vand,
total-kvælstof og total-fosfor for
Arreskov Sø på månedsbasis, 1997.
Maximum, minimum og median for
perioden 1989-1996 er ligeledes vist.



6. Miljøtilstand 1997

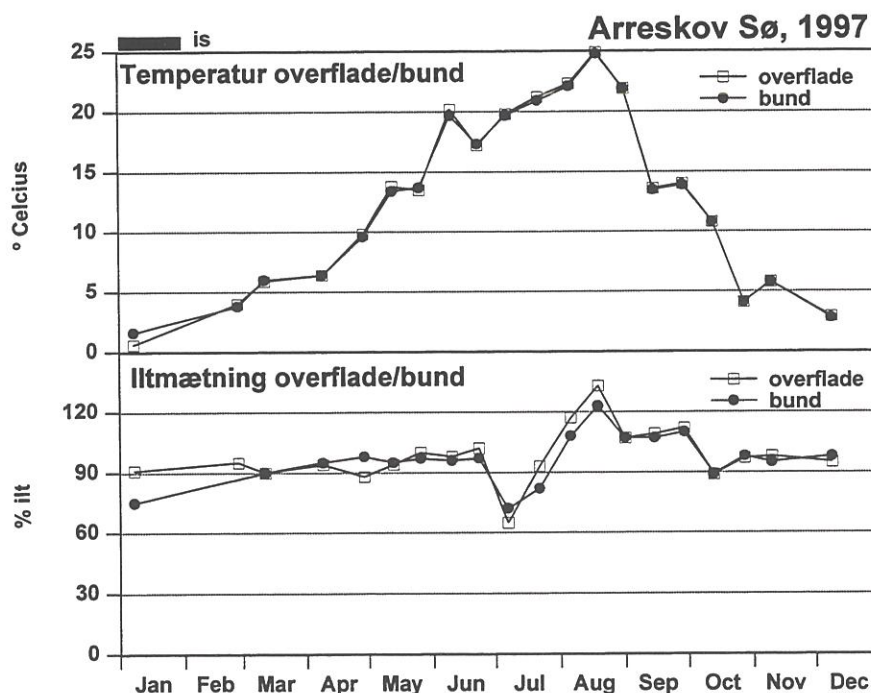
6.1 Fysisk-kemiske forhold i søvand

Resultaterne af de fysisk-kemiske målinger i søens overfladevand i 1997 fremgår af figur 6.1.1 og 6.1.2. Figuren viser endvidere værdierne fra 1996 samt medianen og variationen af målingerne fra 1989-96. For alle år, hvorfra der foreligger målinger, er de beregnede sommer-, vinter- og årsmiddelværdier samt fraktiler af udvalgte parametre vist i bilag 9.

Temperatur og ilt

Søen var islagt fra slutningen af december til starten af februar, dvs. omkring 1,5 måned. Ligesom året før, hvor der var tre måneders isdække, synes der ikke at have forekommet iltfrie forhold under isen. Som følge af den varme sommer opnåedes høje vandtemperaturer, op til 25 °C midt i august. Iltmætningen lå omkring 100 % gennem det meste af året. Årets laveste værdi på omkring 70% forekom i juli måned, og den højeste på ca. 130 % i august, hvor vandtemperaturen var høj, og fytoplanktonet havde sit maksimum. Der forekom på intet tidspunkt så lave iltindhold i vandet, at det var kritisk for fisk.

Figur 6.1.1
Temperatur og iltmætning nær overfladen (0,20 m dybde) og lige over bunden i Arreskov Sø, 1997.

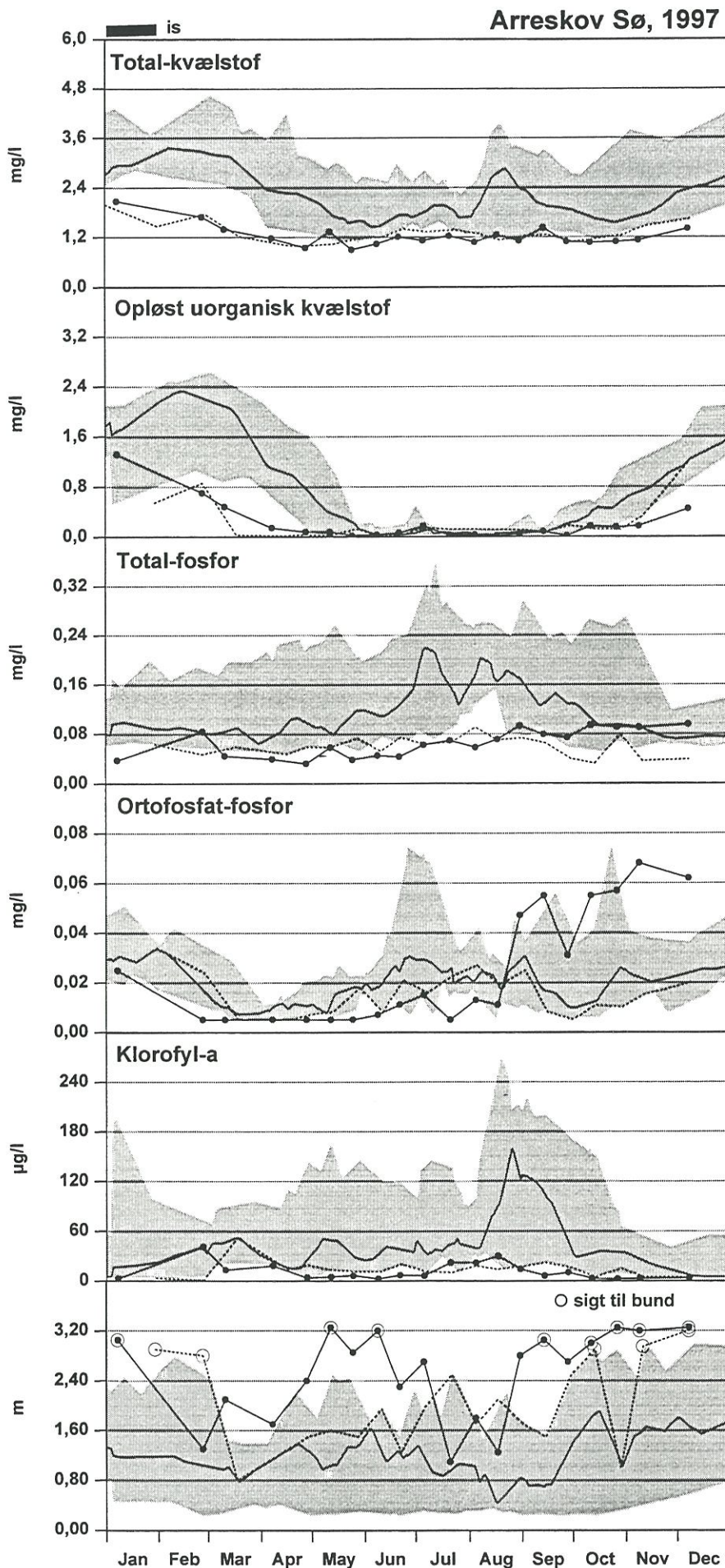


Kvælstof

På grund af den lave afstrømning af kvælstof fra oplandet, var kvælstofindholdet i søvandet lavt gennem hele året. Årsmiddelkoncentrationen for **total kvælstof** var på 1,32 mg/l og sommermiddel på 1,16 mg/l, hvilket var på niveau med det foregående år. Koncentrationen af **opløst uorganisk kvælstof** var ligeledes meget lav, og kan fra maj til september have været mere eller mindre begrænsende for algeproduktionen. Koncentrationen af fri ammoniak var gennem hele året langt under det niveau, hvor det er skadeligt for fisk.

Figur 6.1.2
Overfladevandets indhold af total-kvælstof, opløst uorganisk kvælstof, total-fosfor, ortofosfat-fosfor, klorofyl-a samt sigt-dybden i Arreskov Sø, 1997. Samtidig er vist værdierne for 1996 samt median- og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-96. Variationsintervallet omfatter de beregnede dagsværdier for de enkelte år. For at udjævne enkelte ekstreme værdier, er de største og mindste dagsværdier ikke medtaget.

—●— 1997
— median, 1989-1996
■ variationsinterval, 1989-1996
- - - 1996

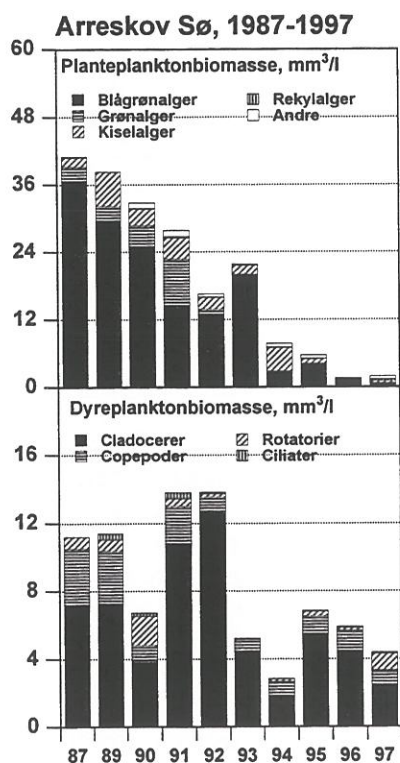


Fosfor

Med et års- og sommergennemsnit på hhv. 0,07 og 0,06 mgP/l var koncentrationen af **total fosfor** meget lav i 1997 og på niveau med det foregående år. Manglende tilgængelighed af fosfor kan have været med til at begrænse algernes vækst fra slutningen af februar til slutningen af maj. I sensommeren og efteråret skete der en vis fosforafgivelse fra sedimentet og henrådende plantedele, hvilket bl.a. ses i stigende koncentrationer af **ortofosfat-fosfor** i denne periode.

Algemængde og sigtdybde

Algemængden målt som klorofyl-a var bemærkelsesvis lav gennem hele året, og den hidtil lavest målte både som års- og sommergennemsnit (12 µg/l i begge tilfælde). Ligesom året før forekom der kun et meget begrænset maksimum af blågrønalger i august-september. Algemængden blev holdt nede, dels af lave næringsstofkoncentrationer, dels af intensiv græsning fra søens dyreplankton (se afsnit 6.2). På grund af den lave algemængde var vandet klart, og der var både i sommerperioden og især i efteråret perioder med sigt til bunden i godt 3 m dybde. Som median for både års- og sommerperioden var sigtdybden 2,7 m. Dvs. at i halvdelen af året/sommeren var sigtdybden større end 2,7 m. Laveste sigtdybde i sommerperioden var 1,1 m.



Figur 6.2.1
Plante- og dyreplankton i Arreskov Sø 1989-97. Gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i sommerperioden 1. maj - 30. september.

6.2 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

Planteplanktonets biomasse var lav gennem hele 1997 og varierede fra 0,13 mm³/l i december til 6,9 mm³/l sidst i februar (figur 6.2.2). Den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden var 1,6 mm³/l (figur 6.2.1).

Der blev ialt fundet 91 arter/samlegrupper i Arreskov Sø i 1997. De foregående år er der fundet mellem 53 og 109 arter. De fleste arter/slægter tilhørte grupper, der er karakteristiske for eutrofe, danske søer: Blågrønalger (23 arter), centriske kiselalger (6 arter) og chlorococcale grønalger (23 arter). Fra "rentvandsgrupperne" fandtes 4 furealger og 6 gulalger.

Der forekom et forårsmaksimum af små, centriske kiselalger (<10 µm) sidst i februar, kort tid efter at isen var forsvundet fra søen. Efter dette forårsmaksimum var algebiomassen lav frem til august, hvor et sommermaksimum optrådte. I starten af august dominerede små, centriske kiselalger (<10 µm) og blågrønalgen *Gloeotrichia echinulata* (hhv. 36 % og 28 % af biomassen). Ved selve maksimummet midt i august dominerede blågrønalgen *Anabaena circinalis* (51 %). Efter maksimummet overtog rekyalgerne *Cryptomonas* spp. og *Rhodomonas lacustris* dominansen indtil slutningen af september, og i oktober havde blågrønalgen *Aphanizomenon flos-aquae* et mindre maksimum.

Dyreplankton

Den totale dyreplanktonbiomasse varierede mellem 0,9 mm³/l i oktober og 15 mm³/l i midten af maj. Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i sommerperioden var 4,4 mm³/l, og dermed lidt mindre end i 1995 og 1996, se figur 6.2.1.

Søen havde et meget rigt cladocer-samfund med 19 identificerede arter, heraf flere arter knyttet til bredzone, bund eller submers vegetation. Cladocererne dominerede gennem det meste af året, og udgjorde 74% af den totale, gennemsnitlige biomasse i sommerperioden. Copepoder udgjorde i denne periode 22%, rotatorier 2 % og ciliater 1%.

De store dafniearter var dominerende i planktonet frem til slutningen af juli. *Daphnia hyalina*, *D. pulex* og *D. longispina* dominerede i forårsperioden. *D. magna* dominerede fra maj til starten af juli, hvor *D. pulex* atter overtog dominansen. I august/september var de store dafnier stort set fraværende fra planktonet, der nu domineredes af cyclopoide nauplier. Fra slutningen af september og året ud var calanoide copepoditter dominerende.

Græsning

Frem til slutningen af juli bestod planteplanktonet overvejende af små arter (< 50 µm) af kiselalger og rekylalger. Disse var umiddelbart spiselige for dyreplanktonet, idet filtrerende dyreplanktonarter mest effektivt optager partikler af denne størrelse (Hansen m.fl., 1992). I august og til dels i oktober bestod planteplanktonet overvejende af store arter af blågrønalger, der ikke umiddelbart var tilgængelige som fødegrundlag for dyreplanktonet. I september og i november-december var planktonet igen domineret af små arter af kiselalger og (især) rekylalger. Disse var et udmærket fødegrundlag for dyreplanktonet.

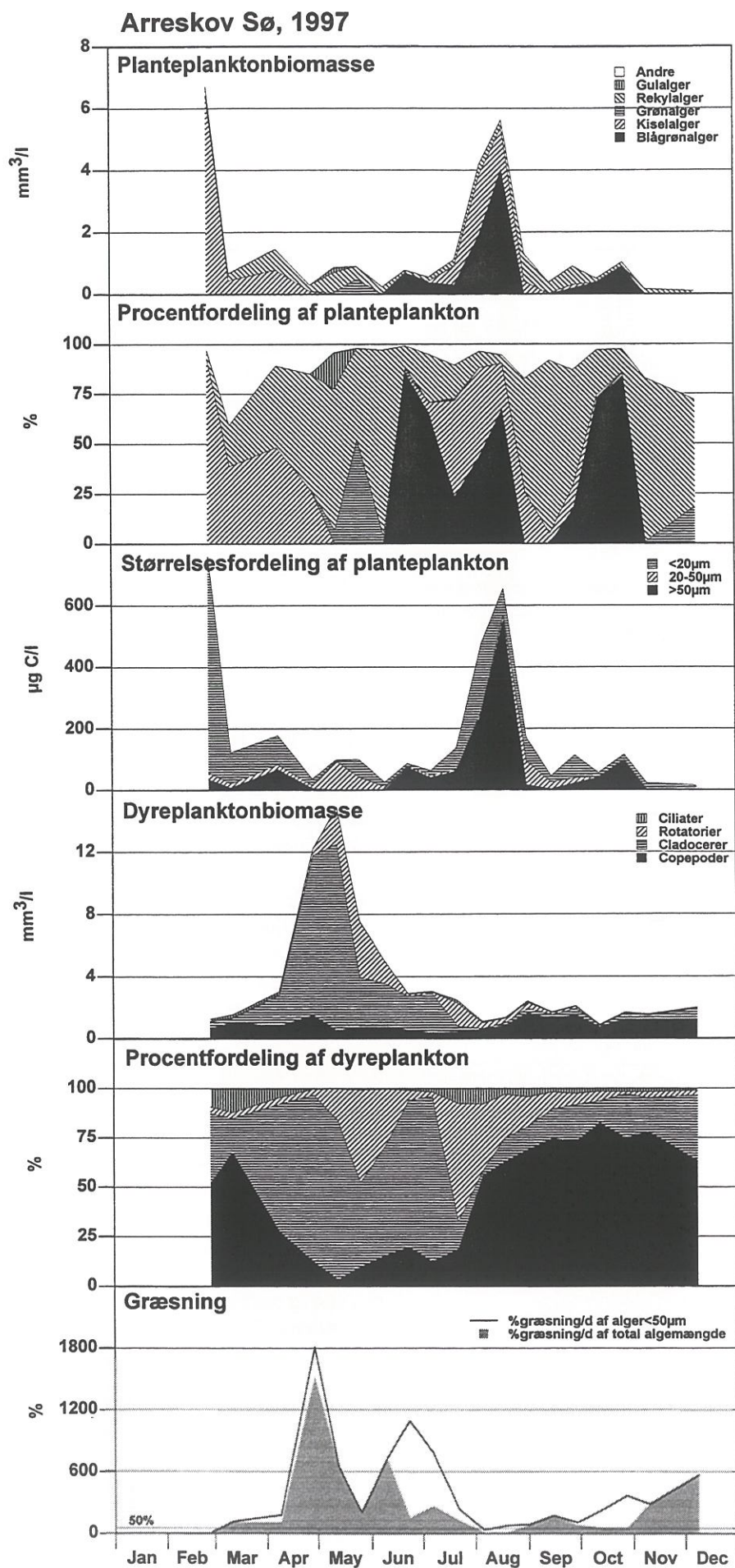
Dyreplanktonets potentielle græsning på planteplanktonet er vist på figur 6.2.2. Denne beregnede græsning kan kun betragtes som retningsgivende for, om dyreplanktonet har mulighed for at regulere mængden af planteplankton. Som "tommelfingerregel" gælder, at dyreplanktonet er i stand til at regulere algemængden, når græsningen udgør mere end 50 % af algebiomassen.

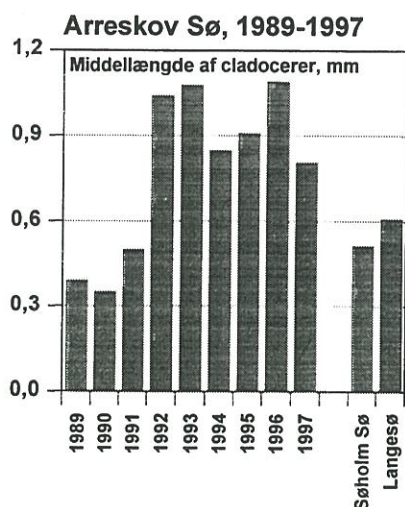
Dyreplanktonets potentielle græsning var det meste af året langt større end algemængden, og dyreplanktonet var øjensynligt i stand til at kontrollere algemængden igennem hele året, måske bortset fra august. Selvom dyreplanktonet ikke kan æde de store blågrønalger, kan de begrænse deres vækst ved at spise dem før de bliver store.

I februar-marts, i slutningen af juli/begyndelsen af august og i begyndelsen af september stod ciliater for den største fødeoptagelse. Fra april til slutningen af juni var de store dafnier *Daphnia hyalina* og *D. pulex* de vigtigste græssere. I starten af juli var det *D. magna*, og fra midten af september og året ud den calanoide copepod *Eudiaptomus gracilis*. For året som helhed stod de store *Daphnia*-arter for den største fødeoptagelse.

Det fritsvømmende dyreplanktons græsning kan undervurderes betydeligt ved den anvendte metode i en planterig sø som Arreskov Sø. Om dagen kan tætheden af planktoniske græssere som *D. hyalina* således være langt større i plantebælterne end udenfor, hvorefter der foregår en horizontal migration fra plantebælterne ud i det åbne vand om natten (Jeppesen m.fl., 1998). Endvidere er der til planterne knyttet en række filtratorer, f.eks. *Sida crystallina*, som ikke - eller kun sporadisk - optræder i det åbne vand. Der er grund til at antage, at sådanne plantetilknyttede filtratorer kan medvirke til at reducere algemængden i plantebælterne (Søndergaard og Moss, 1998).

Figur 6.2.2
Volumenbiomasse og procentvise
sammensætning af planteplankton
og dyreplankton, samt
størrelsesfordeling og græsning i
Arreskov Sø, 1997.





Figur 6.2.3
Middellængde af cladocerer i sommer-perioden i Arreskov Sø, 1989-97, samt i Søholm Sø og Langesø, 1997.

Prædation

Fisk, som lever af dyreplankton, spiser fortrinsvis de større former af cladocerer og calanoide copepoder i søvandet. I søer, hvor fiskenes prædation på dyreplanktonet er stor, vil mindre dyreplanktonformer derfor typisk blive dominerende. Tilsvarende findes længerevarende dominans af store dafnier kun, hvis fiskenes prædation er meget lille.

På figur 6.2.3 er vist middellængden af cladocererne i perioden 1989-97. Cladocererne var i perioden 1992-1997 domineret af store individer, hvilket viser, at bestanden af planktonspisende fisk i denne periode må have været lille. Dette stemmer overens med fiskeundersøgelsens resultater, og det samlede billede er altså, at fiskenes prædation på dyreplanktonet i Arreskov Sø fortsat er meget lille.

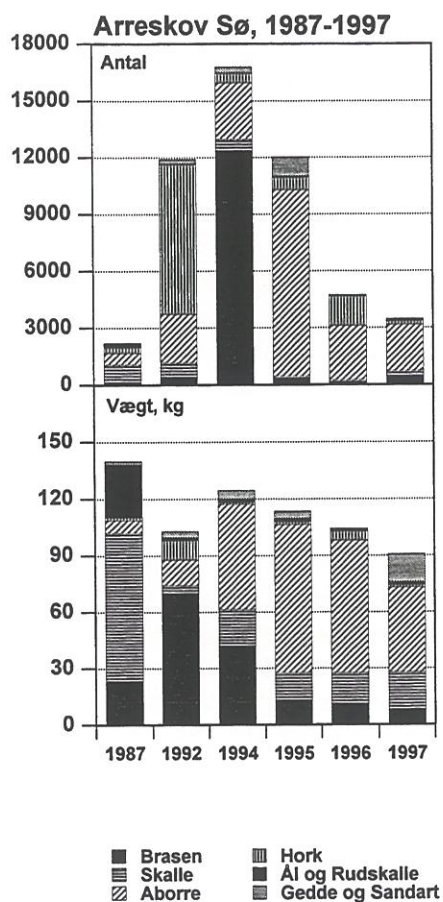
6.3 Fisk

I august 1997 blev der gennemført en fiskeundersøgelse efter "normalprogrammet" i Arreskov Sø (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998). Resultaterne fra denne undersøgelse er i figur 7.4.6 sammenstillet med resultaterne fra tilsvarende undersøgelser i 1987, 1992 og 1994-96 (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993, 1994, 1995 og 1997).

Der blev totalt fanget 3473 fisk med en samlet vægt på ca. 91 kg i 1997. Dette var både antalsmæssigt og vægtmæssigt den laveste fangst i perioden 1987-1997. Aborren var ligesom de foregående år dominerende både antals- og vægtmæssigt. Før 1992 var brasen og skalle dominerende, og den store ændring, der skete i fiskebestandens sammensætning omkring 1992, fastholdes altså stadigvæk.

Den samlede fiskebestand blev anslået til at være på 34,5 tons i 1997, svarende til 109 kg/ha. Dette var en betydelig nedgang i forhold til 1995 og 1996, hvor biomassen var på hhv. 263 kg/ha og 175 kg/ha. Biomassen er meget lav i forhold til andre danske søer, hvor biomassetætheden afhængig af dybdeforholdene normalt er 300-500 kg/ha i moderat næringsrige søer.

Aborre, brasen og skalle havde i 1997 som i de foregående år en kondition (vægt i forhold til længde), som var væsentligt højere end normalt for danske søer. Dette afspejler, at der er gode vækstforhold i søen. Fiskebestanden er lille, og derfor er der rigeligt med føde til den enkelte fisk. Der er dog samtidig konstateret en stor dødelighed, især blandt brasenyngel og de små og mellemstore aborrer og skaller. Der blev således fanget meget få etårige fisk af disse tre arter. Årsagen til den forøgende dødelighed er ukendt, men kan bl.a. være, at den hurtige vækst har gjort fiskene mere sårbare overfor angreb af sygdomme (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998). Søens rovfisk og fiskeædende fugle, som foretrækker mellemstore fisk, spiller dog også en vigtig rolle for regulering af bestanden. Det anslås bl.a., at de fiskeædende fugle kan have konsumeret ca. 9 tons fisk igennem 1997 (se afsnit 6.6)



Figur 6.3.1
Den samlede fangst ved fiskeundersøgelserne i Arreskov Sø, 1987, 1992, 1994-1996 og 1997.

De enkelte arter:

Brasenbestanden var lille. Der blev kun fanget årsyngel samt to store brasener på omkring 60 cm. Ialt anslås bestanden at være på knap 7 tons.

Skallebestanden var med ca. 5 tons noget mindre end de foregående år.

Aborren var søens dominerende fiskeart, og udgjorde halvdelen af fangsten i vægtmæssig henseende. Antallet af etårige fisk var meget lavt, men der blev fanget markant flere toårige fisk end i de foregående par år. På grund af en stor dødelighed, er der dog sket et markant fald i den samlede aborrebestand, fra 52 tons i 1995 til 34 tons i 1996 og 16 tons i 1997.

Ålebestanden, der er helt afhængig af udsætninger, blev voldsomt reduceret ved sammenbruddet af fiskebestanden i 1991/92. Trods udsætninger er bestanden ikke kommet på fode igen. Der blev ved undersøgelsen fanget 11 ål på 18-54 cm, hvilket antalmæssigt er mindre end de foregående år, men da ålene generelt var større, svarede det til en øget vægt. Ålenes kondition var gennemgående god, og dermed lidt bedre end i 1996, hvor den svarede til middelhkonditionen fundet i andre danske søer.

Fyns Amt udsatte i maj 1997 50.000 stk. geddeyngel i søen med det formål at begrænse opvæksten af dyreplanktonædende småfisk. I 1993, 1995 og 1996 var der tilsvarende udsat hhv. 15.000, 30.000 og 50.000 stk. Selvom der blev fanget betydeligt flere **gedder** end de foregående år, vurderes det, at geddebestanden i søen fortsat er lille (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998). De 27 fangne gedder tilhørte alle årets yngel. Det er dog muligt, at fiskeundersøgelsen undervurderer bestanden af gedder i søen. Ved en tilsvarende undersøgelse i 1995 blev der således fanget 7 gedder, som alle var mellem 15,0 og 23,5 cm. I løbet af resten af året blev der imidlertid ved fiskeri med nedgarn og bundgarn fanget 131 gedder på 15-20 cm (i november-december), 1 gedde på 40 cm, 17 gedder på ca. 50 cm og 1 gedde på 99 cm (Fyns Amt, 1996).

I både 1996 og 1997 var geddernes kondition markant under middel sammenlignet med konditionen fundet i andre danske søer. Sammenholdt med den ringe bestand af byttefisk kunne dette antyde, at geddebestanden er fødebegrænset.

Der blev fanget 4 store **sandart** (på knap 70 cm) samt yngel ved undersøgelsen i 1997, hvor der de foregående år kun er fanget årsyngel eller slet ingenting. Fangsten af sandart er således meget ujævn fra år til år, men søen rummer muligvis en betydelig sandartbestand. De fangne sandarter havde en normal kondition.

Vurdering af fiskebestandens påvirkning af vandkvaliteten

Fiskebestanden var i 1997 karakteristisk ved følgende: En generelt lille fiskebestand med meget få store brasener og skaller. Mængden af årsyngel af aborrer, skaller og brasener var ligeledes moderat, og der har derfor kun været en forholdsvis svag prædation på søens dyreplankton.

Da store brasen ved deres fødesøgningsaktivitet roder op i bunden, har fraværet af disse fisk endvidere mindsket ophvirvlingen af sedimentpartikler og fosfor i søen.

Den meget lille bestand af dyreplanktonædende og bundrodende fisk er således fortsat en vigtig årsag til den klarvandede tilstand i Arreskov Sø. Fiskebestanden har således mange karaktertræk fælles med fiskebestanden i klarvandede søer med dominans af aborrer.

Fremtidig fiskepleje/biomanipulation

På grund af den reducerede fiskebestand og den betydelige udbredelse af undervandsplanter i søen, har Fyns Amt besluttet at undlade at udsætte gedder og opfiske brasen i søen i 1998. Det vurderes således, at der er gode muligheder for, at søen af sig selv kan fastholdes i en klarvandet tilstand. En fortsat overvågning af søen og dens fiskebestand skal gøre det muligt igen at sætte ind med relevante foranstaltninger, hvis dette skulle blive nødvendigt.

6.4 Bundvegetation

Undervandsvegetationen i Arreskov Sø blev undersøgt ved en såkaldt områdeundersøgelse i perioden 30. juli - 5. august 1997. Formålet med undersøgelsen var at kortlægge undervandsvegetationens generelle udbredelse. Der blev gennemført tilsvarende undersøgelser i 1993-1996. Derudover blev rørsumpen undersøgt i 1994 (Fyns Amt, 1995). Rørsumpen er udbredt langs det meste af søbredden ud til vanddybder på 0,5 - 1,0 m. Den dækker i størrelsesordenen 4% af søens areal, og den dominerende plante er *Tagrør*.

Sigtedybden i Arreskov Sø har i 1992 - 1996 været 1,5 m - 2,2 m og i 1997 over 2,5 m som årsgennemsnit (der var i flere tilfælde sigt til bunden på søens dybeste sted). De gode lysforhold i søen har givet vegetationen gode udviklingsmuligheder, idet den har øget sin udbredelse hvert år siden 1992. Nedenfor omtales resultaterne af undersøgelsen i 1997, idet også vegetationens udvikling kommenteres.

Flydebladsvegetation

Der er ikke nogen egentlig flydebladszone i Arreskov Sø. Af flydebladsplanter blev således kun *Korsandemad* og *Liden Andemad* registreret hist og her.

Undervandsvegetation

I forbindelse med undersøgelsen af undervandsvegetationen er søen opdelt i en række delområder. Disse fremgår af figur 6.4.1.

De registrerede arter ved undersøgelserne i 1993 - 1996 og arternes dybdegrænse (hvor den er registreret) fremgår af tabel 6.4.1.

Tabel 6.4.1

Registrerede arter af undervandsplanter i Arreskov Sø ved vegetationsundersøgelser i 1993-1997. x angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt.

Registrerede arter	1993	1994	1995	1996	1997
	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m
Stilket Vandkrans	1,5	1,65	1,70	2,0	2,50
Børstebladet Vandaks	0,2	1,05	1,50	1,8	2,55
Spinkel Vandaks		1,05	1,90	2,1	2,75
Kruset Vandaks				2,1	2,75
Trådvandaks					0,50
Art(er) af Kransnål	x	1,0	1,50	1,5	2,25
Skør Kransnål	x	1,0	x	x	2,25
Stor Kransnål		x	x	x	2,25
<i>Chara aspera</i>			x	x	x
Tornfrøet Hornblad		0,55	1,25	1,5	2,90
Art af Rørhinde	1,2	x	x	1,9	x
Art af Vandhår		x		x	0,50
Slimtråd		x	x	x	x
Samlet artsantal	5	10	10	12	13
Total dybdegrænse, m	1,5	1,65	1,9	2,1	2,9

Arter

De enkelte arters tilstedeværelse og dybdegrænse i delområderne fremgår af bilag 13.

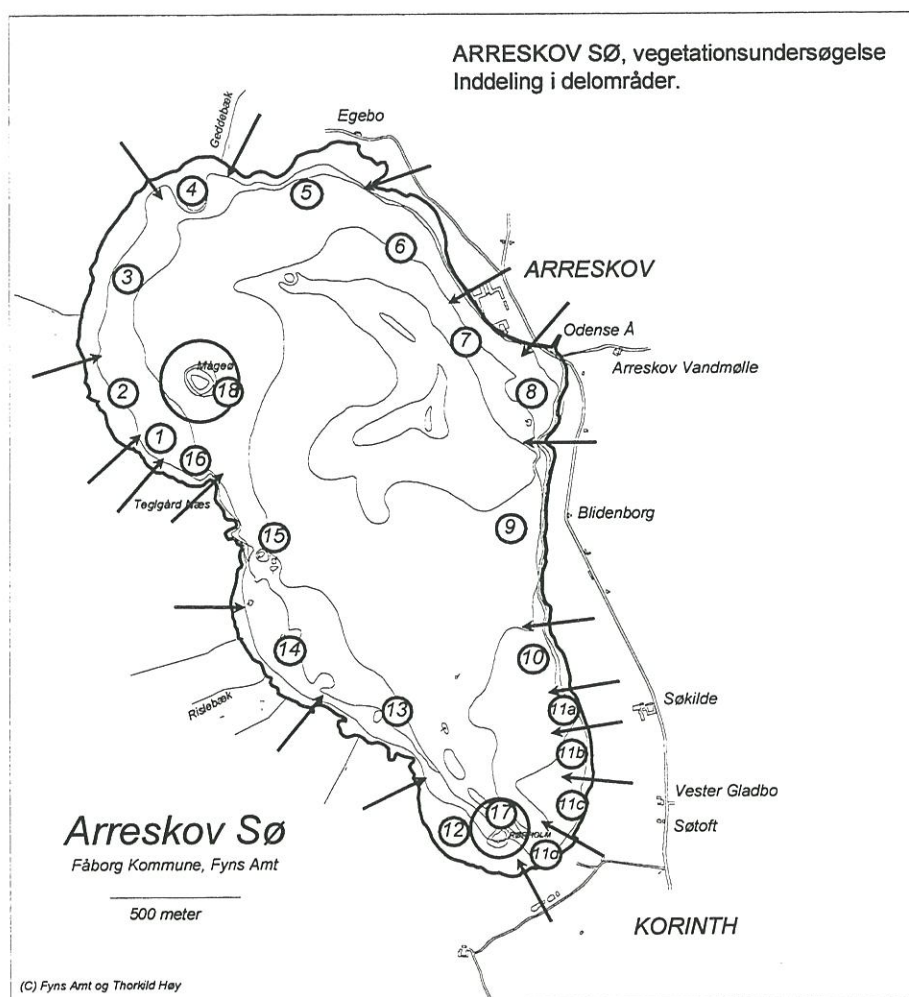
I 1997 registreredes en ny undervandsplante, *Trådvandaks*, på lav, sandet bund i den sydvestlige del af søen (delområde 13). *Trådvandaks* kendes især fra sandede søbredder i mindre, ofte næringsfattige søer, og betegnes som sjælden i den østlige del af landet (Moeslund m.fl., 1990). Planten er gullistet (Stoltze, 1998). Gullisten er en fortegnelse over plante- og dyrearter, som er i tilbagegang i Danmark, men dog stadig er så hyppige, at de ikke er optaget på Rødliste 1997, som omfatter forsvundne, truede, sårbare eller sjældne arter.

Kruset Vandaks, som indvandrede i 1996, havde i 1997 bredt sig over størstedelen af søen, især på dybder omkring 1,5 til 2,5 m. De store, kraftige planter sendte fra disse dybder deres skud helt op til vandoverfladen. På store dybder var der også udbredte bevoksninger af *Tornfrøet Hornblad*, som mange steder dominerede vegetationen med meterlange, kraftige og vidt forgrenede skud. *Tornfrøet Hornblad* havde således haft en fantastisk fremgang fra 1996 til 1997, idet den kun blev fundet i enkelte eksemplarer rundt omkring i søen i 1996. *Kruset Vandaks* og især *Tornfrøet Hornblad* var således de altdominerende planter på dybder over ca. 2m.

Den lille, spinkle plante, *Stilket Vandkrans*, som var den første til at etablere sig i søen, er derimod i tilbagegang, og blev kun registreret i få delområder. På lavt vand er den blevet fortrængt af kransnålgær, og på dybt vand af de større *Vandaks*- og *Hornblad*-arter. Den voksede dog hist og her både på lavt vand og på stor dybde i 1997.

Figur 6.4.1

Inddeling af Arreskov Sø i delområder i forbindelse med undersøgelsen af søens undervandsvegetation. Afgrænsningen af delområderne vist med pile.



Den art, som de tidligere år er registreret som *Liden Vandaks* er siden identificeret som den meget lignende *Spinkel Vandaks*. Denne plante var i 1996 dominerende i næsten alle delområder med vegetation, og specielt på dybder på 0,75 - 1,25 m voksede den i tætte bestande over store dele af søen. I 1997 var planten stadig almindelig, men ikke nær så dominerende i vegetationen. I visse områder dominerede den dog stadig på dybder omkring 1,5-1,75 m.

Børstebladet Vandaks havde bredt sig betydeligt og til nye steder i søen, så den nu var repræsenteret i næsten alle delområder. Den voksede især i grupper på dybder på 1,0-1,5 m, hvor den stedvist var dominerende. Mange steder havde den dog kun en spredt forekomst. Artens dybdegrænse var øget betydeligt, fra 1,8 m i 1996 til 2,6 m i 1997.

Kransnålalger havde øget deres udbredelse betydeligt, og voksede nu over det meste af søen i tætte, sammenhængende bestande ud til dybder på omkring 1,5 m. Højden af planterne var typisk 0,5 m.

I de fleste tilfælde blev kransnålalgerne blot registreret som *Chara* spp., men der var altovervejende tale om *Skør Kransnål* (*Chara globularis* var. *globularis*) og *Stor Kransnål* (*Chara vulgaris* var. *vulgaris*). Endvidere voksede *Chara aspera* var. *aspera* visse steder på lavere vand, omkring 0,5 m.

Trådalger. Grønalger af slægterne *Rørhinde* (*Enteromorpha* sp.), Vandhår (*Cladophora*) og Slimtråd (*Spirogyra*), fandtes i det meste af søen, men havde kun få steder en betydelig udbredelse.

Epifytter. Planterne var kun i begrænset omfang overvokset med epifytiske kiselalger, og kransålalgerne slet ikke. Generelt så vegetationen således frisk og "sund" ud.

Udbredelse

Undervandsplanternes samlede dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i årene 1993 - 1996 fremgår af figur 6.4.2. I bilag 11-14 er resultaterne fra undersøgelsen i 1997 anført.

Både planternes totale dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen var væsentligt større i 1997 end i de foregående år. Planterne voksede tættere, de var højere, og udbredelsen var øget både horisontalt og mod dybden. Vegetationens dybdegrænse var øget fra 2,1 m til 2,9 m.

Planterne havde i 1997 en dækningsgrad på ca. 90% i dybden 1,0-1,5 m, og helt ud til 2,25 m dybde var dækningsgraden over 60 %. Dækningsgraden var således langt større end det foregående år, og planternes samlede dækningsgrad i søen blev ca. femdoblet til 61 % mod 12 % i 1996 (og 5 % i 1995). Ialt var planterne udbredt over knap 95 % af søens areal.

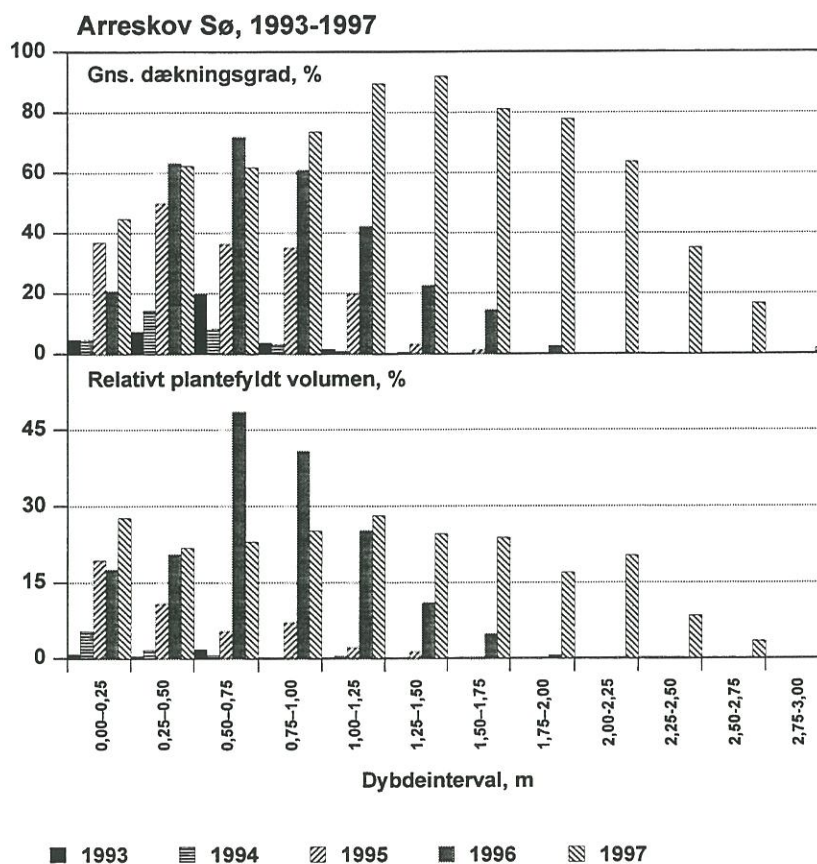
Det plantefyldte volumen øgedes ligeledes i de fleste dybdeintervaller, og i alt 4-dobledes det plantefyldte volumen i søen til 15% mod 3,6 % i 1996 (og 0,4 % i 1995).

Planterne havde haft fremgang i alle delområder (figur 6.4.3). Især i den sydlige og vestlige del af søen var udbredelsen øget markant.

Etablering af en udbredt undervandsvegetation er afgørende for, om søen kan fastholdes i en stabil, klarvandet tilstand. I Søndergaard m.fl. (1993) anføres det, at det plantefyldte volumen skal overstige 20% for at sikre, at søen bliver klarvandet. Arreskov Sø er således nu tæt på dette niveau.

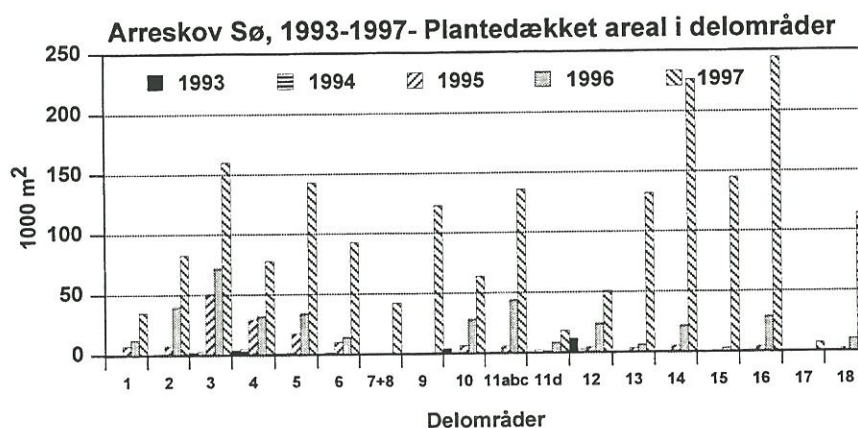
Figur 6.4.2

Undervandsplanternes dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i Arreskov Sø, 1993 - 1997.



Figur 6.4.3

Det plantedækkede areal i de enkelte delområder i Arreskov Sø, 1993 - 1997.



6.5 Bundfauna

Faunaen af smådyr på den "bløde" bund, dvs. på dybder større end ca. 1,5, er undersøgt årligt siden 1989, selvom det ikke er en del af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Der er således i april/maj taget 10 prøver med Kajakbundhenter på 3 stationer, beliggende på hhv. 1,5-1,9, 1,6-2,0 og 2,8-3,1 m's dybde.

Der blev i 1997 i alt fundet 31 forskellige arter/grupper (taxa), hvoraf de 16 var dansemyg (figur 6.5.1). Dette er en fordobling i antallet af taxa i forhold til de foregående tre år, hvor antallet var 13-16 (heraf 4-11 taxa af dansemyg).

14 arter er ikke tidligere registreret i søens bundfauna. Det drejer sig om 6 arter af dansemyggelarver, 3 arter af snegle, døgnfluen *Caenis horaria*, vårfluen *Molanna angustata*, en håorm (Mermithidae), vandbænkebideren *Asellus aquaticus* og polyptyret *Hydra* sp.

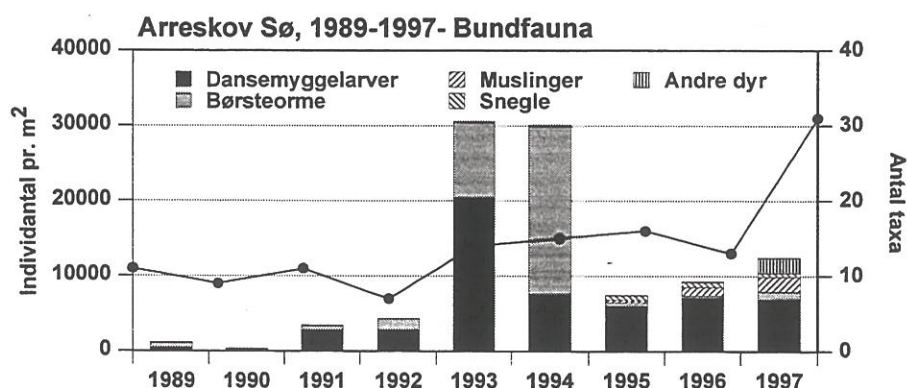
7 af de nye arter blev kun fundet på en af stationerne, og på denne station var bunden mere sandet end de foregående år. Dette kan være en af årsagerne til det stærkt forøgede artsantal i 1997. Også på de andre stationer har bundfaunaen dog haft betydelig fremgang.

Betragtes hele perioden 1989-1997 er der således ingen signifikant forskel på hverken antallet af taxa eller individer mellem de 3 stationer (Mann-Whitney's U-test, $P > 0,10$). Udviklingen i faunaen ved de 3 stationer bliver derfor i det følgende behandlet under ét (figur 6.5.1).

Antallet af individer toppede med omkring 30.000 pr. m² i 1993-1994, pga. et stort antal børsteorme og dansemyggelarver (figur 6.5.1). I 1995 faldt antallet af børsteorme dramatisk, og det samlede individantal reduceredes til 7.500 pr. m². Herefter voksede det til ca. 12.500 individer pr. m² i 1997.

Antallet af dansemyggelarver har været nogenlunde konstant siden 1994, mens muslinger og snegle er øget i antal de sidste par år. Kategorien "Andre dyr" bestod i 1997 først og fremmest af døgnfluen *Caenis horaria*, der især blev fundet i stort tal (5000 pr. m²) på den sandede station.

Figur 6.5.1
Bundfauna i Arreskov Sø, 1989-1997. Gennemsnitligt individantal pr. m² på tre stationer i 1,5-3,1 m dybde.



Fremgangen i antallet af arter og individer de senere år skyldes antagelig en kombination af flere faktorer:

- mere udbredt bundvegetation
- mere stabile bundforhold
- bedre iltforhold i og ved bunden
- klart vand, som giver vækst af epifytiske og bundlevende alger samt trådalger og evt. makrofyter
- ringe prædation fra fisk

6.6 Fugle

Som levested for fugle klassificeres Arreskov Sø som V1 - en ynglelokalitet for vandfugle af national betydning. Søen er desuden af stor betydning for rastende og overvintrende andefugle, og er af international betydning for Grågås og Trolldand. Søen er udpeget som EF-fuglebeskyttelsesområde og den nordlige del (ca. 240 ha) er udlagt som vildtreservat med forbud mod sejls og vandfuglejagt.

Fuglene i Arreskov Sø er blevet talt op regelmæssigt siden 1980, og før da findes kun spredte oplysninger (Dybbro et al. 1982, Erik Ehmsen pers. medd., Fyns Amt 1992 og arkiv). I det følgende omtales undersøgelsesresultater, der har speciel tilknytning til søens miljøtilstand, idet der fokuseres på de planteædende fugle Blishøne og Knopsvane og de fiskeædende fugle Toppet Lappedykker, Skarv og Stor Skallesluger.

Ynglefugle

I tabel 6.6.1 vises opgørelser fra perioden 1989-1997 over de vandfugle, hvor bestandene kan opgøres med rimelig sikkerhed.

Tabel 6.6.1
Oversigt over ynglefuglebestande i Arreskov Sø, 1989-1997.

"-": ingen oplysninger.

"+": sandsynligvis flere / minimum.

ART	/antal par	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Toppet Lappedykker		10-14	9	6-8	15	4+	16+	29	24
Knopsvane		2	0	1	2	2	2	5	9
Grågås		40	40	-	13-15	11+	20-30	28	21
Gravand		4-5	5	-	6+	3	2	2	1
Gråand		3-4	5-6	-	5+	10-11	?	5-7	15-20
Skeand		4	3-4	-	3-5	2?	2?	-	0
Taffeland		2	2	-	4	5-6?	-	4-5	0
Trolldand		5-7	4-5	-	6	5-6	6	11-12	1
Rørhøg		0	-	-	0-1	1	1-2	2	0
Vandrikse		4-5	4-5	-	-	1	-	1+	0
Grønbenet Rørhøne		2	3	-	-	-	-	-	1
Blishøne		4	0	6-10	-	48	11	49	35
Strandskade		1	2	-	2-3	1-2	3	3	1
Vibe		0	1-2	-	2-3	-	3-4	-	1
Hættemåge		500	417	-	1-2	0	0	0	0-1
Fjordterne		12	12-14	-	-	0	1	0	0
Anslået samlet bestand (par): (Uden Hættemåge):		600 (100)	510 (93)	-	70	100	80	140	110

Antallet af ynglende Knopsvaner steg i 1997 til 9 par, og de fik ialt 33 unger, svarende til 3,7 unger pr. par. I 1996 fik 5 par 3 unger/par, men i de foregående år var både antallet af Knopsvaner og ynglesuccessen meget begrænset, således var der 1-2 par Knopsvaner med 0 - 0,5 unger/par i 1989-90.

Antallet af ynglende Toppet Lappedykker var nogenlunde på niveau med året før, men Lappedykkerne fik slet ingen unger i 1997. Dette kan hænge sammen med, at der var for få småfisk i forårsperioden, samstemmende med, at antallet af 1 årige fisk var meget lille ved fiskeundersøgelsen (se afsnit 6.3).

På trods af gode fødemuligheder (især muslinger og snegle) i søens bundfauna havde Troidanden som ynglefugl et dårligt år i 1997.

Ikke-ynglende fugle

I store dele af året udnytter flokke af ikke-ynglende fugle søen som raste- og fourageringsområde. I perioden 1980-97 er der årligt foretaget et stort antal totaltællinger af samtlige fugle i Arreskov Sø. Normalt angives et områdes kapacitet med hensyn til rastende fugle ved det maksimale antal, som registreres igennem et år, men her er der foretaget så mange registreringer, at det findes relevant at angive gennemsnittet af alle registreringer igennem året. Nedenfor gennemgås de vigtigste arter opdelt efter fødevalg (se figur 6.6.1).

Planteædende fugle

Antallet af **Blishøns** i Arreskov Sø steg voldsomt i 1996 og denne stigning fortsatte i 1997. I perioden september til december 1997 blev der således registreret mellem 2000 og 3500 fugle i søen. Blishønen regnes generelt for en meget god indikator for mængden af vandplanter, og er kendt som en "opportunist", der hurtigt kan indrette sig efter ændrede forhold. Der er ingen tvivl om, at den kraftige stigning i Blishøne-bestanden skyldes øgede mængder af vandplanter i søen. Ud fra en række antagelser (se bilag 1) kan det vurderes, at Blishønsene gennem 1997 kan have konsumeret i størrelsesordenen 130 tons plantemateriale (vådvægt).

En tilsvarende udvikling ses i antallet af **Knopsvaner**, som er steget voldsomt de sidste par år. Dette afspejler udviklingen i søens bundvegetation, der netop i 1996 og 1997 øgedes kraftigt, både hvad angår udbredelse og planternes højde (afsnit 6.4). Knopsvanen fouragerer næsten udelukkende på vandplanter, og med en fødeindtagelse på 3,6 - 4, 0 kg frisk planteføde pr. dag (Cramp, 1977), kan Knopsvanerne igennem 1997 have konsumeret i størrelsesordenen 80 tons plantemateriale.

Blishønsenes og Knopsvanernes samlede konsumtion af vandplanter gennem 1997 svarer til ca. 80 kg tørvægt/ha, heraf 64 kg alene i de fem måneder august-december. Dette er dog lavt sammenlignet med forholdene i den lavvandede, vegetationsrige Væng Sø, hvor Søndergaard m.fl. (1998) fandt en konsumtion på 440 kg tørstof/ha i perioden november 1991-marts 1992.

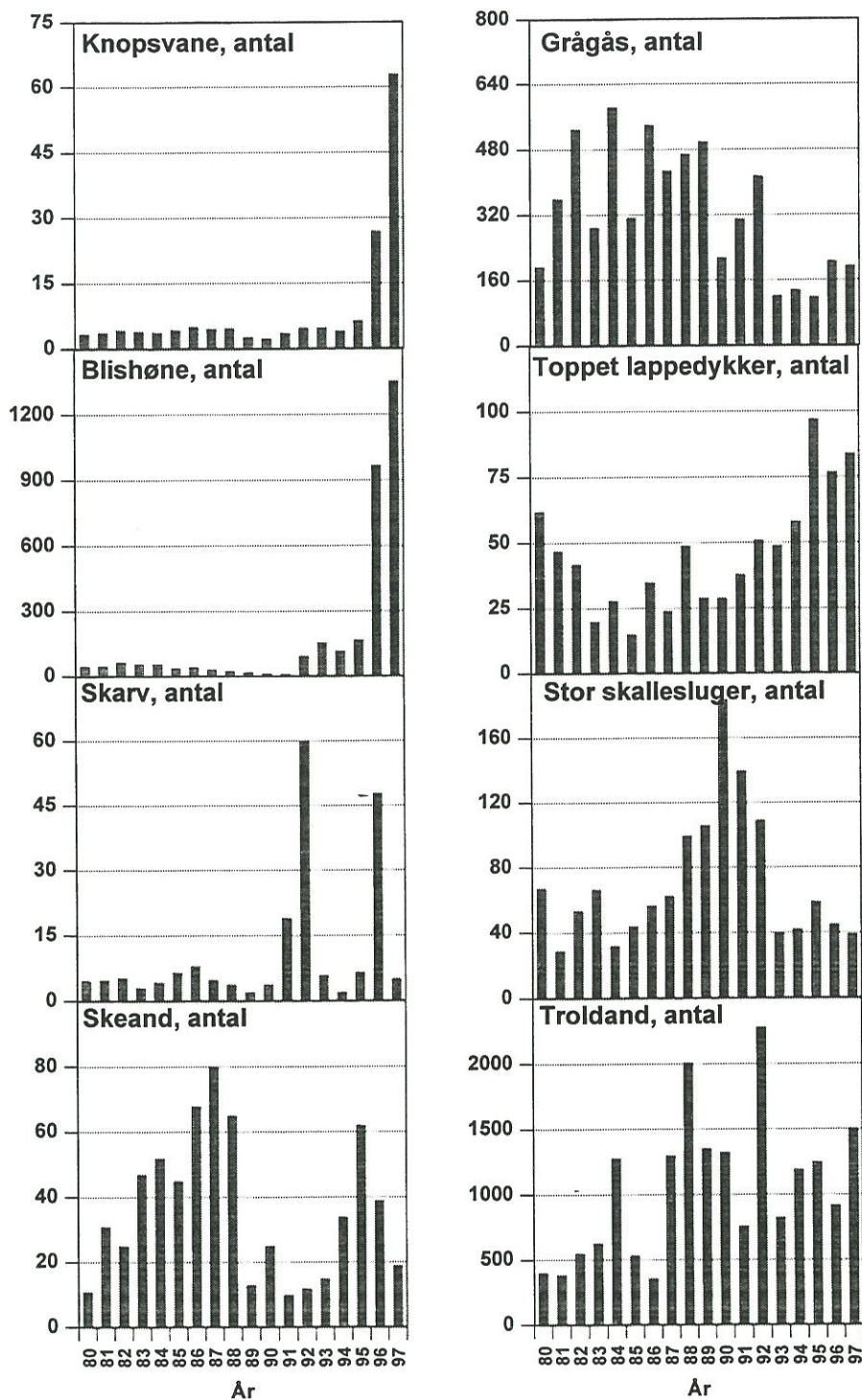
Ud over en stor ynglebestand samles ret store flokke af **Grågæs** sidst på sommeren og i efteråret. Bestanden er faldet siden slutningen af 1980'erne, men da Grågæsen i det væsentligste græsser på enge og marker, skal årsagen til udviklingen søges i søens omgivende åbne naturtyper og ikke i selve søen. Tilgroning af enge kan være en årsag, men det er ikke undersøgt nøjere. Med gæssenes ekskrementer føres næringsstoffer fra de omgivende marker til søen, men som omtalt i afsnit 4 er denne tilførsel af meget lille betydning.

Fiskeædende fugle

Antallet af **Toppet Lappedykker** var højt gennem 1997, selvom ynglesuccessen var meget dårlig. Arten æder fortrinsvis små fisk i størrelse op til 20 cm's længde.

Figur 6.6.1

Årsgennemsnit af det registrerede antal af Knopsvane, Grågåas, Blishøne, Toppet Lappedykker, Skarv, Stor Skallesluger, Skeand og Trolldand i Arreskov Sø, 1980-1997.



Antallet af **Skarver** ved søen er som regel ret lavt på trods af, at der yngler flere tusinde par ved den nærliggende Brændegård Sø. I 1997 var antallet af Skarver lavere end det foregående år, men på niveau med de tidligere år. Dette tyder på, at antallet af småfisk i den rette størrelse har været begrænset i 1997. Gennemsnitslængden af danske skarvers fødefisk er ca. 14 cm, men de kan tage fisk på over 30 cm længde (Hald-Mortensen, 1995).

Stor Skallesluger forekommer udelukkende i vintermånederne november til marts. Bestanden har ligget på nogenlunde samme niveau fra 1993-1997. Stor Skallesluger æder udelukkende småfisk (op til 10-20 cm), og vil være afhængig af tilgængeligheden af disse fisk. Men forekomsten i søen er også afhængig af andre forhold, især isdække.

Ud fra det registrerede antal af Toppet Lappedykker, Skarv, Stor Skallesluger og Fiskehejre ved søen og arternes fødekonsumention kan det overslagsmæssigt beregnes, at de fiskeædende fugle igennem 1997 har konsumeret ialt ca. 9 tons småfisk i søen fordelt således: Toppet Lappedykker: 5,2 tons, Stor Skallesluger 3,1 tons, Skarv: 0,4 tons og Fiskehejre 0,3 tons.

Omnivore fugle

Skeanden har kun en lille ynglebestand, og den forekommer især hyppigt sensommer og efterår i Arreskov Sø. Skeanden er alsidig i fødevalget, men er specialiseret til at filtrere vandet for dyreplankton. Antallet af Skeænder var lavt i 1997 sammenfaldende med, at dyreplanktonbiomassen var meget lav i efteråret. Også for de foregående år er der overensstemmelse mellem antallet af Skeænder og biomassen af dyreplankton i efterårsperioden, så antallet af Skeænder synes i et vist omfang at afspejle mængden af dyreplankton.

Troldanden udnytter hovedsageligt søen som en beskyttet dagrasteplads uden at fouragere nævneværdigt, og er derfor kun i ringe grad påvirket af miljøtilstanden. Når den alligevel omtales her er det fordi Arreskov Sø er af international betydning for arten. Troldanden forekommer rastende i store flokke, og der har siden 1980 været en jævn stigning i antallet på trods af fluktuationer. Udviklingen i bestandstørrelsen er påvirket af føderessourcerne og forstyrrelser i fourageringsområderne i Lillebælt og Det Sydfynske Øhav.

7. Samlet vurdering af miljøtilstanden

7.1 Hidtidig udvikling i miljøtilstanden

En nærmere beskrivelse af udviklingen i Arreskov Sø's miljøtilstand i dette århundrede findes i Fyns Amt (1994).

Arreskov Sø synes at have været næringsrig med uklart vand igennem det meste af dette århundrede, og havde således allerede i 1920 uklart vand og dominans af blågrønalger. Frem til 1983 fik søen tilført store mængder mekanisk rensset spildevand fra Korinth. På trods af dette havde søen i slutningen af 1970'erne perioder med en forholdsvis stor sigtddybde på trods af en til tider høj algeproduktion. Sedimentet synes at have haft en god bindingskapacitet for fosfor, eftersom fosforniveauet i søen var relativt lavt (ca. 0,1 mg/l) helt op til dette tidspunkt.

Efter at spildevandstilførslen blev afskåret og fosfortilførslen reduceret til en trediedel, blev der i 1987 konstateret en voldsom frigivelse af fosfor fra sedimentet.

Først fra overvågningsprogrammets start i 1989 er det muligt at give en nøjere beskrivelse af søens udvikling i relation til tilførslerne af næringsstoffer og de interne biologiske forhold i søen.

7.1.1 Sammenhænge mellem næringsstofbelastning og miljøtilstand

Der er for søer udviklet en række simple modeller, som beskriver sammenhængen mellem den årlige tilførsel af henholdsvis kvælstof og fosfor og den koncentration af stofferne, som findes i søvandet. Disse modeller kan bl.a. bruges til at vurdere, om stofkoncentrationen i søvandet er i ligevægt med tilførslerne, og hvordan en sø vil udvikle sig ved en ændring af belastningens størrelse.

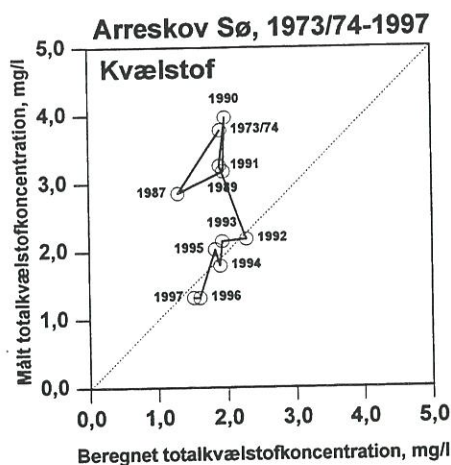
Kvælstof

Sammenhængen mellem kvælstoftilførslen til søen og søvandets kvælstofindhold er i Jensen m.fl. (1994) beskrevet på baggrund af stofbalancerne fra 21 overvågningsøer, bl.a. Arreskov Sø:

$$N_{sø} = 0,23 N_{ind} Tw^{-0,27} z^{0,27}$$

hvor $N_{sø}$ og N_{ind} er årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof i henholdsvis søvandet og indløbsvandet, Tw er vandets opholdstid i søen (år) og z er søens middeldybde (m).

I modellen er N_{ind} beregnet som den totale kvælstoftilførsel divideret med vandtilførslen incl. grundvand, men excl. nedbør. På grund af Arreskov Sø's store overfladeareal, svarer nedbør direkte på vandoverfladen imidlertid til 60-70% af den overfladiske afstrømning til søen, og samtidig er fordampningen stor. Nedbør og fordampning har derfor stor indflydelse på vandbalancen og dermed på vandets opholdstid i søen.



Figur 7.1.1
Sammenhæng mellem søvandets målte årsmiddelkoncentration af kvælstof, og den koncentration, der beregnes ud fra den årlige kvælstoftilførsel.

For at tage højde for dette, beregnes N_{ind} for Arreskov Sø som den totale kvælstoftilførsel divideret med den totale netto-vandtilførsel, dvs. incl. grundvand og nedbør, fratrasket fordampning.

I figur 7.1.1 er den modelberegnete kvælstofkoncentration i søvandet sammenstillet med den målte.

Det bemærkes, at der i årene 1973/74, 1987 og 1989-91 var forholdsvis høje koncentrationer af kvælstof i forhold til tilførslen, hvorimod koncentrationerne i 1992-1997 har været i nær overensstemmelse med de modelberegnete værdier.

De mindskede kvælstofkoncentrationer i søvandet efter 1991 er således ikke et resultat af en mindsket kvælstoftilførsel i den pågældende periode, men skyldes først og fremmest ændringer i de interne processer i søen. Hvis modellen også passer på Arreskov Sø i en ligevægtssituation viser beregningerne, at kvælstofkoncentrationen i søvandet siden 1992 har været i balance med tilførslerne af kvælstof. De sidste par år har de målte koncentrationer været 15-20% lavere end de beregnede, svarende til at der sker en meget stor kvælstofomsætning i søen.

Fosfor

Fosformodellerne bygger typisk på en generel sammenhæng udtrykt ved ligningen:

$$P_{sø} = P_{ind} (1 - R_p)$$

hvor $P_{sø}$ og P_{ind} er årsmiddelkoncentrationen af total-fosfor i hhv. søvandet og indløbsvandet, og R_p er retentionskoefficienten for fosfor, dvs. den brøkdel af fosfortilførslen, som tilbageholdes i søen.

Modellerne adskiller sig i den måde, hvorpå R_p beregnes. Den model, der synes at beskrive forholdene i Arreskov Sø bedst, er anført som model 12 af Kristensen m.fl. (1990), og passer især på lavvandede søer ($z < 3,5$ m) med opholdstid på over 0,55 år).

I denne model beregnes R_p således:

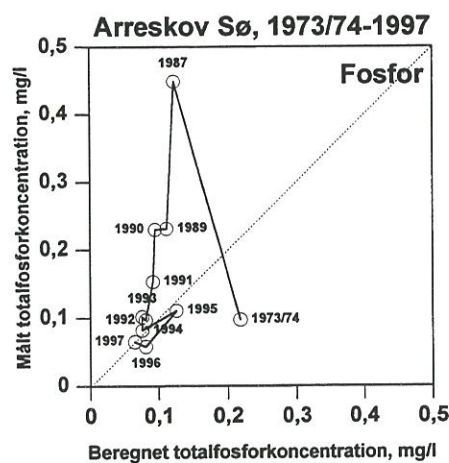
$$R_p = (0,11 + 0,18 Tw) / (1 + 0,18 Tw),$$

hvor Tw er vandets opholdstid i søen. P_{ind} beregnes som middelkoncentrationen i den overfladiske tilførsel til søen.

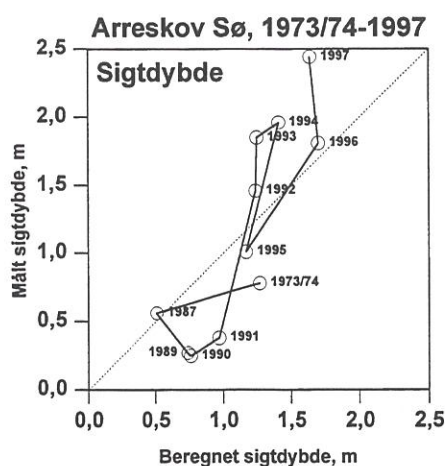
I figur 7.1.2 er de observerede årsmiddelkoncentrationer af total-fosfor i Arreskov Sø sammenstillet med de værdier, der fremkommer ud fra de målte fosfortilførsler ved anvendelse af ovennævnte model 12.

I figuren er P_{ind} beregnet som den totale fosfortilførsel divideret med den samlede vandtilførsel incl. grundvand og nedbør men fratrasket fordampningen.

Modellen beregner den fosforkoncentration, man ville forvente i en ligevægtssituation, dvs. uden en intern belastning fra sedimentet. Det forhold, at det observerede fosforniveau i 1994-1997 er tæt på det modelberegnete, tyder på, at



Figur 7.1.2
Sammenhæng mellem søvandets målte årsmiddelkoncentration af fosfor, og den koncentration, der beregnes ud fra den årlige fosfortilførsel (vha. model 12, se tekst).



Figur 7.1.3
Sammenligning mellem målte og beregnede middelsigtdybder i Arreskov Sø for sommerperioden (1.5 - 30.9), 1989-97.

søen er nær den ligevægtssituation, hvor søens fosforindhold på årsbasis først og fremmest er bestemt af den årlige tilførsel af fosfor.

Samtidig viser figuren, at det fald i fosforkoncentration, der er set i søvandet siden 1989, kun i begrænset omfang skyldes et fald i indløbskoncentrationen.

Samlet tyder modelberegningerne for kvælstof og fosfor på, at koncentrationerne af disse stoffer i Arreskov Sø i 1994-1997 efter en længere indsvingningsperiode er i balance med tilførslerne. Det er dog sandsynligt, at koncentrationerne vil stige igen, hvis den meget klarvandede tilstand afløses af en tilstand med større algemængde.

Sammenhæng mellem fosforkoncentration og sigtdybde

Til vurdering af vandets sigtdybde ved et givet fosforindhold er der af Jensen m.fl. (1997) opstillet følgende sammenhæng mellem søvandets indhold af total-fosfor og sommersigtdybden:

$$\text{Sigtdybde (m)} = 0,27 P_{\text{ss}}^{-0,59} z^{0,27}$$

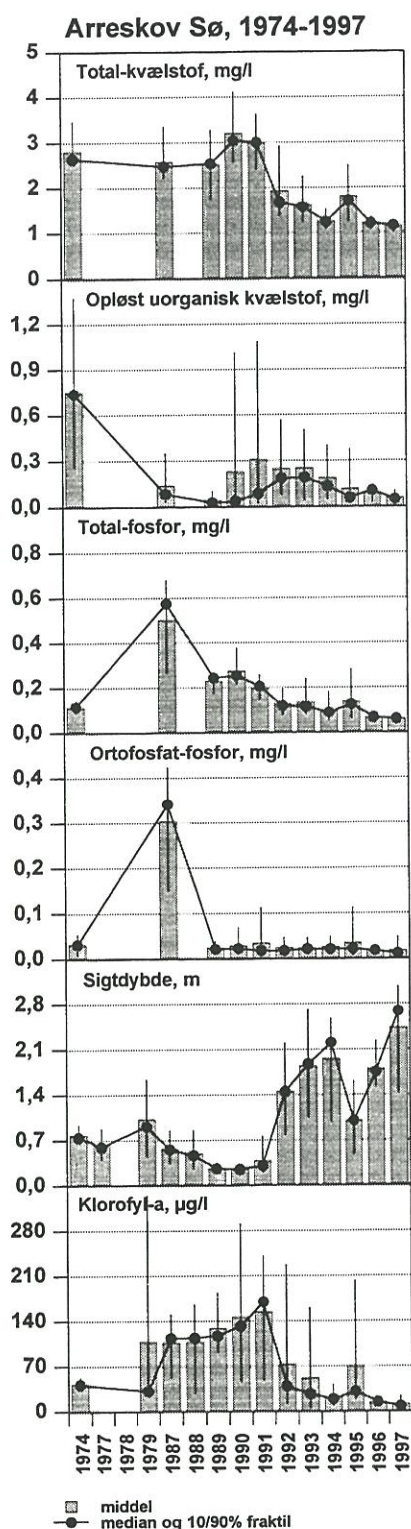
hvor P_{ss} er søvandets årsmiddelkoncentration af total-fosfor (mg/l) og z søens middeldybde (m). Modellen er opstillet på baggrund af 8 års data fra de 37 nationale overvågningssøer.

I 1989-91 var sigtdybden i Arreskov Sø væsentligt lavere end forventet ud fra fosforkoncentrationen, sammenfaldende med at der i disse år var en særlig stor ophvirvling af bundmateriale. I 1992-94 var sigtdybden væsentlig højere end forventet, sammenfaldende med, at vandet var ekstraordinært klart på grund af græsning fra dyreplankton. I 1995 og 1996 var der god overensstemmelse med modellen, og i 1997 var sigtdybden 80 cm højere end modellen forudsiger. Dette kan hænge sammen med den udbredte undervandsvegetation, den ringe mængde planktonspisende fisk samt at planktonet i perioder var kvælstofbegrænset.

7.1.2 Udvikling i miljøtilstanden 1989-1997

Overvågningsprogrammet startede på et tidspunkt, hvor der skete store ændringer med Arreskov Sø. Figur 7.1.4 og 7.1.5 viser udviklingen i en række kemiske og biologiske parametre i perioden 1989-1997. Tabel 7.1.1 viser endvidere resultatet af en statistisk test for, om der i 9-års perioden 1989-97 er sket signifikante ændringer i de fysisk-kemiske og biologiske forhold i søen. Testen er foretaget på grundlag af en lineær regression på de tidsvægtede middel- og medianværdier. Nulhypotesen er, at de forskelle, der optræder gennem perioden, skyldes tilfældige variationer mellem årene. Er sandsynligheden herfor 0,10 eller derover, accepteres nulhypotesen. Er sandsynligheden under 0,10 forkastes nulhypotesen, og ændringen gennem perioden anses for statistisk sikker (signifikant). Det relativt høje signifikans-niveau er valgt, fordi tidsserien er kort. For at kunne udskille meget tydelige ændringer, er også lavere signifikansniveauer angivet.

I 1989 var fosforfrigivelsen mindsket, og fosforkoncentrationen blev ca. halveret i forhold til 1987. Imidlertid var algemængden øget og sigtdybden faldet i forhold til 1987. Denne tendens forstærkedes yderligere frem til 1990 og 1991, hvor



Figur 7.1.3
 Middel og median værdier, samt 10 % og 90 % fraktiler for angivne parametre i sommerperioden i Arreskov Sø, 1974-1997.

middelsigtdybden i sommerperioden nåede helt ned på 0,25 m. Den reducerede sigtdybde skyldtes især en ophvirvling af sedimentet, der tilsyneladende var blevet mere løst og let ophvirvleligt i slutningen af 1980'erne.

Den lave sigtdybde og store algemængde i denne periode hænger formodentlig også sammen med en stor aktivitet af skalle og brasen. Det ser således ud til, at bestanden af planktonspisende fisk øgedes fra 1987 til 1990, hvilket forårsagede, at dyreplanktonets græsning af algerne blev langt mindre effektiv (Fyns Amt, 1994). Tilsyneladende øgedes også antallet af store brasner, og da disse roder op i bundslammet i deres søgen efter føde, er de med til at øge afgivelsen af fosfor og ophvirvle stof fra bunden.

I 1991-92 forekom en omfattende fiskedød, der fremkaldte dramatiske ændringer i hele søens økosystem, og som er hovedårsagen til de ændringer, der er sket gennem perioden 1989-1997.

Der er således sket signifikante fald i søvandets indhold af total-kvælstof, total-fosfor og algemængde, ligesom sigtdybden er steget signifikant.

Tilstrømningen af kvælstof har været forholdsvis lav de sidste par år, men det er først og fremmest ændringer i den interne omsætning af kvælstof, der har ført til lavere kvælstofkoncentrationer i søvandet.

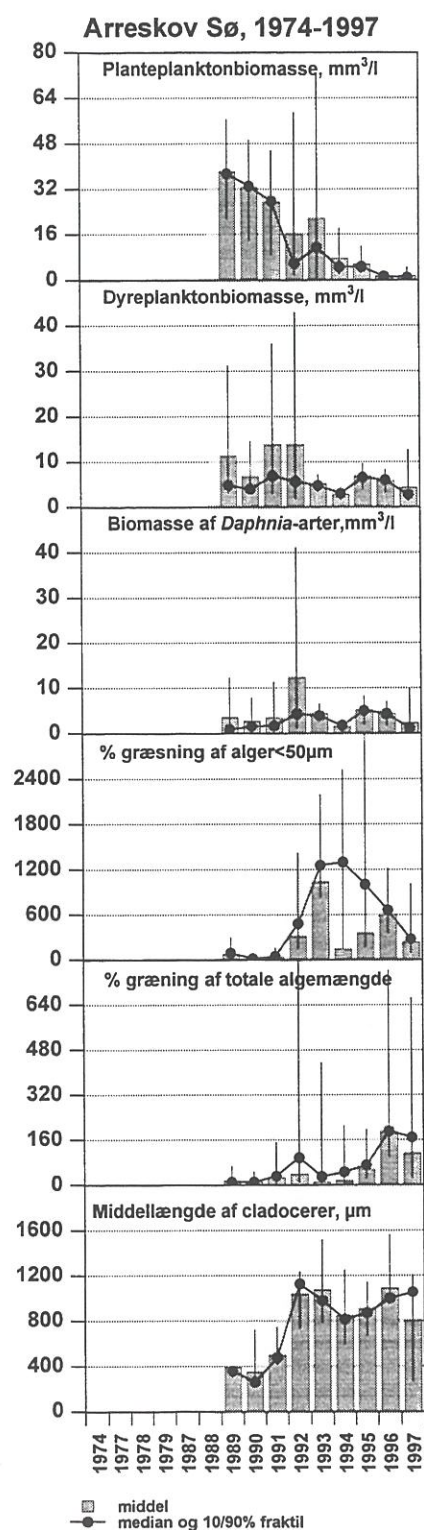
Den lave fosforkoncentration, der blev målt i søen i 1992-97, er også først og fremmest et resultat af, at frigivelsen af fosfor fra sedimentet var lavere end de foregående år. Den gennemsnitlige totale indløbskoncentration af fosfor har således ikke været faldende igennem overvågningsperioden.

Biomassen af blågrønalger og grønalger er ligesom den samlede planteplanktonbiomasse faldet signifikant. Rekyalgerne har vist en modsat tendens, og deres andel af biomassen er steget signifikant, fra at udgøre 0 % i starten af perioden til at udgøre 23 % i 1997. De øvrige algegrupper har ikke ændret deres indbyrdes fordeling.

Dyreplanktonets biomasse har ikke ændret sig igennem perioden, og heller ikke biomassen af *Daphnia* spp. Dyreplanktonet har de sidste 5 år været domineret af store dafnier, som er effektive algegræssere. Udviklingen mod store dyreplanktonformer ses som en signifikant stigning i middellængden af cladocerer. Dette indikerer, at fiskenes prædation på dyreplanktonet fortsat er lav.

Dyreplanktonet har haft stigende kontrol med planteplanktonet gennem perioden, hvilket viser sig i et signifikant stigende græsningstryk på den totale algemængde. Antallet af små alger (< 50 µm) har været svingende fra år til år, og der er derfor ikke nogen generel udvikling i græsningstrykket på disse gennem perioden.

Vegetationen har bredt sig betydeligt i perioden. Således øgedes undervandsvegetationens dækningsgrad fra 0,6-0,8 % i 1993 og 1994 til 5 % i 1995, 12 % i 1996 og 41 % i 1997. På grund af en større udbredelse og plantehøjde blev det plantefyldte volumen forøget fra 0,1-0,2 % i 1993 og 1994 over 0,4 % i 1995 til 3,6 % i 1996 og 15 % i 1997. Undervandsplanterne fik således en udbredelse i 1997, som gør dem til en meget betydelig faktor for søens biologiske struktur.



Figur 7.1.4
Middel og median værdier, samt 10 % og 90 % fraktiler for angivne parametre i sommerperioden i Arreskov Sø, 1974-1997.

Bundfaunaen har ligeledes reageret positivt på søens udvikling, idet der er sket en betydelig forøgelse af individantallet og artsantallet fra 1989-1992 til 1995-1997. Alene i 1997 blev der registreret 14 nye arter i bundfaunaen. I 1995-1997 har snegle og muslinger fået betydning i bundfaunaen, der tidligere var totalt domineret af børsteorm og dansemyggelarver.

Fuglene ved søen har ligeledes responderet på de ændrede miljøforhold, især i forbindelse med udbredelsen af vegetationen. De planteædende fugle Blishøne og Knopsvane er gået frem, så f.eks. bestanden af Knopsvaner blev femdoblet fra 1995 til 1996 og igen mere end fordoblet fra 1996 til 1997. Også den fiskeædende Toppet Lappedykker er gået frem, hvilket hænger sammen med, at søens vand er klart og at der er en del småfisk. I 1997 lykkedes det dog ikke den store bestand af Toppet Lappedykker at få noget afkom, og dette skal sandsynligvis forklares med, at der ikke var småfisk i søen i en passende størrelse til ungerne.

Vurderet ud fra modeller for sammenhængen mellem belastningen med kvælstof og fosfor og stoffernes koncentration i søen ser det ud til, at der i 1995-1997 var balance mellem tilførsel og koncentration i søvandet. Dette betyder, at det relativt lave næringsstofniveau, som er set i søvandet de sidste par år, nogenlunde svarer til det niveau man må forvente fremover, hvis ikke tilførslerne ændres. Dette forudsætter dog, at fosforafgivelsen fra sedimentet ikke igen stiger, f.eks. som følge af en øget algemængde. Der synes i 1995-1996 at have været balance mellem søens indhold af fosfor og algemængden udtrykt ved sigtddyben. Til gengæld var sigtddyben i 1997 langt større end man skulle forvente ud fra fosformængden. Dette skyldes antagelig en kombineret effekt af den udbredte undervandsvegetation og en stor græsning fra dyreplanktonet som følge af den ringe mængde planktonspisende fisk.

7.2 Fremtidig udvikling

Med Arreskov Sø's dybdeforhold og aktuelle næringsniveau er der erfaringsmæssigt to stabile tilstande, søen kan udvikle sig hen imod. Vandet kan være uklart med mange alger, men uden undervandsvegetation og med fiskebestanden domineret af skaller og brasener og med få store aborrer. Eller vandet kan være klart med en udbredt undervandsvegetation og med en fiskebestand domineret af store, rovlevende aborrer og store skaller. Kun i det sidste tilfælde vil søen opfylde sin målsætning.

På trods af den gode udvikling i fiskebestand og undervandsvegetation, er der stadig risiko for, at miljøtilstanden igen svinger tilbage til en dominans af alger og deraf følgende grønt, uklart vand.

To ting er afgørende for, at søen kan fastholdes i en god miljøtilstand:

- 1) Tilførslen af fosfor og kvælstof skal holdes på lavest mulige niveau.
- 2) De biologiske forhold i søen skal stabiliseres. Dette kan ske, hvis den udbredte bundvegetation i søen fastholdes. Endvidere skal der være en stor og stabil bestand af rovfisk, der kan forhindre, at mængden af de planktonædende fisk skalle og brasen bliver for stor.

Søens tilstand de kommende år er således stærkt afhængig af, hvordan de biologiske forhold udvikler sig. På længere sigt er det dog tilførslen af næringsstoffer, specielt fosfor, der afgør hvordan miljøtilstanden vil blive.

Niveauet for det fremtidige fosforindhold i søvandet kan beregnes ud fra den skønnede fosforbelastning ved anvendelse af den fosformodel, der blev omtalt i afsnit 7.1.1. Ved at supplere denne model med den model for sammenhængen mellem fosforkoncentration og sigtddybde, som blev omtalt i samme afsnit, kan også den fremtidige sigtddybde i søen vurderes.

Disse modeller viser dog kun nogle generelle sammenhænge mellem stoftilførsel og sigtddybde. For den enkelte sø kan der være betydelige afvigelser fra modellens forudsigelser. Disse afvigelser er bl.a. en følge af søens fysiske og biologiske forhold.

Modelberegningerne kan derfor ikke i sig selv bruges til at afgøre, om belastningen er nået til et acceptabelt niveau, men kun til at give en ide om, hvilke relative ændringer i sigtddybden en reduceret fosfortilførsel kan medføre. Det vurderes endvidere, at den anvendte sigtddybdemodel forudsiger sigtddybden i en situation, hvor der kun forekommer en meget begrænset ophvirvling af bundmateriale og hvor der er udbredt undervandsvegetation. Hvis ikke dette er tilfældet, vil sigtddybden være lavere end modellen forudsiger.

Tabel 7.1.1

Test for signifikante ændringer (ved lineær regression) i middel- og medianværdier for forskellige miljøparametre i perioden 1989-97. Korrelationskoefficienten, r^2 , og P-værdien er angivet. +/-, ++/--, +++/--- angiver signifikante stigninger/fald på hhv. 10, 5 og 1% signifikansniveau.

Indikator for indløbsvand	Tendens for middel	r^2	P
Total-kvælstof indløbskoncentration	-	0,50	0,03
Total-fosfor indløbskoncentration	0	0,24	0,19
Indikator for miljøtilstand	Tendens for middel/ median	r^2	P
Total-kvælstof	--- / ---	0,74/0,71	<0,01/<0,01
Opløst uorg. kvælstof	0 / 0	0,15/0,02	0,31/0,73
Total-fosfor	--- / ---	0,82/0,84	<0,01/<0,01
Opløst uorg. fosfor	0 / 0	0,19/0,27	0,25/0,15
Sigtddybde	+++ / +++	0,71/0,68	<0,01/<0,01
Klorofyl-a	--- / ---	0,77/0,68	<0,01/<0,01
Planteplanktonbiomasse (vol.)	--- / ---	0,94/0,82	<0,01/<0,01
Blågrønalgebiomasse (vol.)	--- / --	0,84/0,57	<0,01/0,02
Grønalgbiomasse (vol.)	- / --	0,40/0,60	0,07/0,01
% rekylalger	++ /	0,57/	0,02/
Dyreplanktonbiomasse (vol.)	- / 0	0,38/0,03	0,08/0,65
Daphnia-biomasse (vol.)	0 / 0	0,01/0,15	0,79/0,31
Græsningstryk, < 50 μ m (%)	0 / 0	0,16/0,23	0,29/0,19
Græsningstryk, total (%)	++ / +++	0,52/0,67	0,03/<0,01
Middellængde af cladocerer	++ / ++	0,49/0,60	0,04/0,01

Tabel 7.2.1

Beregnet fremtidig fosforkoncentration og sigtddybe i Arreskov Sø ved det nuværende belastningsniveau og ved forskellige reduktioner af den kulturbetingede fosforafstrømning til søen.

Belastning	Fosfortilførsel kg/år	P _{ind} mg/l	P _{sø} mg/l	Sigtddybe m
Status 1997 (målt)	263	0,109	0,065	2,44
Niveau 1993-1997	595	0,118	0,086	1,37
10% reduktion	569	0,112	0,082	1,40
25% reduktion	529	0,104	0,076	1,47
50% reduktion	462	0,091	0,067	1,59
Naturlig belastning	294	0,058	0,043	2,07

Tages udgangspunkt i belastningen og afstrømningsforholdene i 1993-97, beregnes en fremtidig sigtddybe på ca. 1,4 meter, når søen er i ligevægt med fosfortilførslen (tabel 7.2.1). Denne sigtddybe er væsentligt lavere end i 1997 (2,44 meter). Dette hænger sammen med, at sigtddyben i 1997 var unormalt høj, på grund af en meget lav fosfortilførsel, en lang opholdstid i søen, et udbredt plantedække og en stor græsning fra søens dyreplankton.

Den kulturbetingede fosforafstrømning stammer fra spredt bebyggelse, landbrugsjord og regnvandstilstrømning fra Korinth, og udgør ca. halvdelen af den totale fosfortilførsel til søen.

Den regnvandsbetingede udledning fra Korinth udgør kun ca. 2% af fosfortilførslen til søen, så en afskæring af denne vil i sig selv kun have meget begrænset betydning for søens miljøtilstand.

Hvis den kulturbetingede afstrømning fra landbrugsjorden og spredt bebyggelse blev fjernet helt, ville der kun være den naturlige basisafstrømning tilbage. I dette tilfælde vurderes søen at kunne få en fosforkoncentration på omkring 0,04 mg/l og en sigtddybe på omkring to meter. Det bemærkes, at sigtddyben i 1997 var større end man ifølge modellen kan forvente i denne situation.

Modelberegningerne antyder, at det er indenfor rækkevidde at opnå en stabil god tilstand i Arreskov Sø. Det er næppe muligt at eliminere de kulturbetingede tilførsler helt, men en reduktion af disse på 25-50 % forventes at kunne sikre en middelsigtddybe på omkring 1,5 meter og dermed en god miljøtilstand i søen. Ved en sådan sigtddybe vil undervandsplanterne fortsat kunne vokse over størstedelen af søen, idet planternes dybdegrænse vil være ca. 2,8 meter ifølge en model opstillet af Jensen m.fl.(1996). Hvis sigtddyben bliver mindre end 1,5 m, vil vegetationens nuværende udbredelse næppe kunne fastholdes, og dermed øges risikoen for, at søen svinger tilbage til en tilstand med uklart vand.

Den nødvendige reduktion i fosforbelastningen kan antagelig opnås en ved gennemførelse af spildevandsrensning fra enkeltliggende ejendomme, samt foranstaltninger til nedbringelse af fosforafstrømningen fra jordbruget.

Også en reduktion af kvælstoftilførslen vil kunne forbedre miljøtilstanden i søen, hvis kvælstof kan bringes til at blive begrænsende for algevæksten i sommerperioden. Det er dog ikke på nuværende tidspunkt muligt at vurdere, hvor stor en sådan reduktion skal være for at have en effekt.

Søens målsætning som naturvidenskabeligt interesseområde understreger, at naturforholdene i søen har højeste prioritet. Udviklingen indtil nu, og de bestræbelser, der fortsat gøres for at mindske tilførslerne til søen, giver begrundet håb om, at søen indenfor en kortere årrække kan opfylde sin målsætning og blive et endnu mere værdifuldt naturområde.

8. Referencer:

Birnø, K.E., 1967: Brev fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelses Forureningslaboratorium til Fiskeriforeningen for Arreskov Sø.

Cramp, S. (Ed), 1977: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 1. - Oxford University Press.

Dall, P.C., C. Lindegaard & J. Kirkegaard, 1983: Søernes littoralfauna afspejler eutrofieringsgraden. Stads- og Havneingeniøren 2/1983: 43-48.

Danmarks Miljøundersøgelser, 1994: Vegetationsundersøgelser i 1994 og 1995. Justeringer til: Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Notat, februar 1994, 6 s.

Danmarks Miljøundersøgelser, 1996: Dyrkningspraksis og arealanvendelse. Rapport af en dataindsamling i 46 dyrkede typeoplunde under Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Notat, 9 s. + bilag.

Danmarks Miljøundersøgelser, 1998a: Notat vedr. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, Vandløb: Data fra naturoplunde 1997. Notat af 20.marts 1998.

Danmarks Miljøundersøgelser, 1998b: Resultat af bearbejdning af intensivstationer 1997. Brev fra Danmarks Miljøundersøgelser, afdelingen for Vandløbsøkologi, af 20. april 1998.

Dybbro, T., K.D. Johansen & N.B. Jensen, 1982: Fuglelokaliteter i Fyns Amt. Ornitologisk Forening, København, 134 s.

Falk, K., 1990: Vejledning i metoder til overvågning af fugle. Naturovervågningsrapport fra Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, 96 s.

Ferskvandsbiologisk Laboratorium, 1977: Limnologisk metodik. Akademisk Forlag, 172 s.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993: Fiskebestanden i Arreskov Sø, august 1992. - Rapport til Fyns Amt. 67 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1994: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling og ålefiskeriets muligheder i Arreskov Sø. - Notat til Fyns Amt og Arreskov Sø's lodsejerforening. 15 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1995: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1995. - Notat til Fyns Amt. 21 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1997: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1996. - Notat til Fyns Amt. 20 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram: Fiskebestanden i Arreskov Sø, 1987-1997. - Rapport til Fyns Amt, 66 s. + bilag.

Jeppesen, E., T. L. Lauridsen, T. Kairesalo og M. R. Perrow, 1998: Impact of Submerged Macrophytes on Fish-Zooplankton Interactions in Lakes. I: Jeppesen, E., M. Søndergaard, M. Søndergaard og K. Kristoffersen (Red.): The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. - Springer-Verlag New York. 423 s.

Fyns Amt, 1991: Arreskov Sø, 1990. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Vand/miljøafdelingen, 90 s.

Fyns Amt, 1992: Overvågning af fugle i Fyns Amt - 1989. Naturpleje/natur-overvågning, rapport nr. 7, Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 143 s.

Fyns Amt, 1994: Arreskov Sø 1993. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 111 s.

Fyns Amt, 1995a: Arreskov Sø 1994. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 123 s.

Fyns Amt, 1995b: Vandløb 1994. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdeling, 133 s.

Fyns Amt, 1996 (Hansen, K.S. & J.Gelsbjerg): Arreskov Sø 1995. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 125 s.

Fyns Amt, 1997a (Hansen, K.S., T.Rugaard, A.Sode, L.Bisschop-Larsen & P.Wiberg-Larsen): Søer. VANDMILJØovervågning. Tema: Ferskvand. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 159 s. + bilag.

Fyns Amt, 1997b (Wiberg-Larsen, P., S.E. Pedersen, N.H. Tornbjerg, A. Sode, K. Muus & M. Wehrs): De fynske vandløb 1996. VANDMILJØovervågning. Tema:Ferskvand. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 210 s. + bilag.

Fyns Amt, 1998 (Tornbjerg, N.H., S.E.Pedersen & F.G.Larsen): Vandløb 1997. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, xx s.

Fyns Amt, 1998b (Bendixen, I. & A. Krüger): Atmosfærisk nedfald 1997. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Miljø- og Arealafdelingen, 45 s.

Hald-Mortensen, P., 1995: Danske skarvers fødevalg 1992-94. - Rapport fra Skov og Naturstyrelsen, 386 s.

Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann & P. Andersen, 1992: Zooplankton i søer - metoder og artsliste. Miljøprojekt nr. 205, Miljøstyrelsen, 114 s.

Håkanson, L., 1981: A manual of lake morphometry. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 78 s.

Jensen, J.P., E. Jeppesen, J. Bøgestrand, A.R. Petersen, M. Søndergaard, J. Windolf & L. Sortkjær, 1994: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Ferske vandområder - søer. Faglig rapport fra DMU nr. 121, Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 93 s.

Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, T.Lauridsen & L. Sortkjær, 1996: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Ferske vandområder - søer. Faglig rapport fra DMU nr. 176, Danmarks Miljøundersøgelser, 96 s.

Jensen, J.P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, T.L. Lauridsen & L. Sortkjær, 1997: Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Faglig rapport fra DMU nr. 211. Danmarks Miljøundersøgelser. 106 s.

Jørgensen, S.E. (red.), 1979: Handbook of Environmental Data and Ecological Parameters. - Pergamon Press. 1162 s.

Kristensen, P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, E. Mortensen & Aa. Rebsdorf, 1990: Overvågningsprogram. Prøvetagning og analysemetoder i søer. - Danmarks Miljøundersøgelser, 32 s.

Kronvang, B. & A.J. Bruhn, 1990: Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi, 22 s.

Krüger, 1990: Korinth renseanlæg. Beregning af forureningsmængder. Faaborg Kommune & Krüger, 41 s. + bilag.

Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, 1977: Limnologisk metodik. Akademisk Forlag, 172 s.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1990: Arreskov Sø 1989, Phyto- og zooplankton. Notat til Fyns Amt, 11 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1991: Arreskov Sø 1990, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 12 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1992: Arreskov Sø 1991, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1993: Arreskov Sø 1992, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1994: Arreskov Sø 1993, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1995: Arreskov Sø 1994, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1996: Arreskov Sø 1995, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1997: Arreskov Sø 1996, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1998: Arreskov Sø 1997, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 19 s. + bilag.

Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium, 1988: Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988, teknisk rapport nr. 21, 59 s.

Moeslund, B., B.Løjtnant, H.Mathiesen, L.Mathiesen, A.Pedersen og N.Thyssen, 1990: Danske vandplanter. Vejledning i bestemmelse af planter i søer og vandløb. Miljønyt nr. 2 1990. Miljøstyrelsen, 192 s.

Moeslund, B., P. H. Møller, J. Windolf og P. Schriver, 1993: Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. - Teknisk Anvisning fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 6, 45 s.

Moeslund, B., P. H. Møller, P. Schriver, T.Lauridsen og J. Windolf, 1996: Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udgave. - Teknisk Anvisning fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 12, 44 s.

Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann, 1990: Fiskeundersøgelser i søer: Overvågningsprogram. Undersøgelserprogram, fiskeredskaber og metoder. - Danmarks Miljøundersøgelser, teknisk anvisning nr. 3, 60 s.

Olesen, J.E., H.E. Mikkelsen & E. Friis, 1991: Meteorologiske målemetoder i jordbrugs- og miljøforskningen. Tidsskrift for Planteavl specialserie, beretning nr. 2112, 94 s.

Olrik, K., 1991: Planteplankton - metoder. Miljøprojekt nr. 187. Miljøstyrelsen, 108 s.

Petersen, J. B., 1950: Beretning om en botanisk undersøgelse af Arreskov Sø. - Djur och natur 1950, s. 130-134.

Sibbesen E., 1995: Tab af jord og fosfor fra landbrugsjorden til vandmiljøet ved overfladeafstrømning og erosion. - Artikel af E. Sibbesen, Statens Planteavlsforsøg i Hedeselskabets tidsskrift Vækst nr. 1/95, - s 14-15.

Skov, H., T. Ellermann, O. Hertel, O.H. Manscher & L.M. Frohn, 1996: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Atmosfærisk deposition af kvælstof. Faglig rapport fra DMU nr. 173, Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, bilagsrapport, 282 s.

Stoltze, M. (red.), 1998: Gulliste 1997. - Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser. 32 s. (under trykning).

Søndergaard, M., J. Bøgestrand, R. Schriver, T. Lauridsen, E. Jeppesen, S. Berg & P.H. Møller, 1993: Betydningen af fisk, fugle og undervandsplanter for vandkvaliteten. Biomanipulationsforsøg i Stigsholm Sø. Faglig rapport fra DMU nr. 77, Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 68 s.

Søndergaard, M. og B. Moss, 1998: Impact of Submerged Macrophytes on Phytoplankton in Shallow Freshwater Lakes. I: Jeppesen, E., M. Søndergaard, M. Søndergaard og K. Kristoffersen (Red.): The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. - Springer-Verlag New York. 423 s.

Søndergaard, M., T.L.Lauridsen, E.Jeppesen & L.Bruun, 1998: Macrophyte-Waterfowl Interactions: Tracking a Variable Resource and the Impact of Herbivory on Plant Growth. I: Jeppesen, E., Ma.Søndergaard, Mo.Søndergaard & K.Christoffersen (Red.): The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. - Springer-Verlag New York. 423 s.

Bilag 1

Metodik anvendt ved undersøgelser af Arreskov Sø og dens opland

Meteorologi

Nedbør

Til beskrivelse af nedbørsforholdene på Fyn er anvendt et middel fra følgende nedbørsstationer drevet af Danmarks Meteorologiske Institut (DMI).

- Martofte	DMI-st.nr. 28050
- Båring	DMI-st.nr. 28110
- Sasserød/Væde	DMI-st.nr. 28160
- Rygård	DMI-st.nr. 28430
- Verninge	DMI-st.nr. 28325
- Bøjden	DMI-st.nr. 28385
- Marstal	DMI-st.nr. 28510
- Lundby	DMI-st.nr. 28535

DMI har for disse stationer leveret data for hele perioden 1961-97.

Til beskrivelse af nedbørsforholdene ved Arreskov Sø er benyttet en af Danmarks Meteorologiske Instituts (DMI) nedbørsmålere beliggende i Håstrup (DMI-stationsnummer 28390).

Nedbørstal anvendt i rapporten er korrigerede data. Korrektionen, som er udført efter retningslinjer fra DMI (Olesen m.fl., 1991), kompenserer for, at den nedbør som aflæses i en nedbørsmåler aldrig helt svarer til den nedbør, der falder på jordoverfladen.

Nedbørsmålerne er af DMI opstillet på standardiseret vis i en højde af 1,5 m over jorden. En nedbørsmåler, der er opstillet i denne højde, vil imidlertid påvirke den omgivende luftstrøm, hvorved nedbørspartiklerne afbøjes. Dermed "fanger" måleren kun en del af nedbøren. Denne fejl benævnes den aerodynamiske fejl eller vindeffekten.

Derudover vil en mindre del af den nedbør, som rent faktisk rammer nedbørsmålerens opsamlingsstragt og målekande, ikke blive målt. Dette skyldes dels overfladeadhæsion, dels fordampning. Dette tab kaldes wetting-tabet.

Standardkorrektion for vindeffekt og wetting-tab for stationer med moderate læforhold (dvs. 80-90% af samtlige stationer) er på årsbasis 16%.

Normalværdier er beregnet på baggrund af data for perioden 1961-1990.

Fordampning

Til brug for vandbalancen er benyttet den potentielle fordampning fra Årslev (DMI-stationsnummer 28280) beregnet af Statens Planteavlsvforsøg ved hjælp af Makkink's ligning. For at danne den aktuelle fordampning fra den fri overflade, er de modtagne data multipliceret med faktoren 1,10, efter anbefaling fra Harald Mikkelsen, Statens Planteavlsvforsøg.

Ferskvandsafstrømning

Til beskrivelse af ferskvandsafstrømningen på Fyn er benyttet en målestation beliggende i Odense Å ved Nr. Broby. Denne har været i drift siden 1918.

Til beskrivelse af ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø, benyttes de af Hedeselskabet beregnede døgnmiddelvandføringer i søens opland.

I oplandet til Arreskov Sø er efter 1994 benyttet kendskab til afstrømningsmønstret i en del af det umålte opland.

Normalværdier er beregnet på baggrund af data for perioden 1961-1990.

Lufttemperatur

Til beskrivelse af lufttemperaturen på Fyn, er beregnet et månedsmiddel af målinger ved henholdsvis Rudkøbing (DMI-st.nr. 28590) og Beldringe Lufthavn (DMI st.nr. 06120).

Normalværdier er beregnet på baggrund af data for perioden 1961-1990.

Soltimer

Oplysninger om antallet af soltimer er indhentet fra Årslev (DMI st.nr. 28280).

Normalværdier er beregnet på baggrund af data for perioden 1961-1990.

Vindforhold

Oplysninger om vindforhold er indhentet fra klimastationen i Beldringe Lufthavn (DMI st.nr. 06120). Her måles vindhastigheden i 10 m's højde ialt 8 gange daglig.

Normalværdier er beregnet på baggrund af data for perioden 1961-1990.

Oplandsbeskrivelse

Søens samlede afstrømningsopland og deloplande er afgrænset af Hedeselskabet i 1990 på baggrund af Geodætisk Instituts højdekurvekort i målestoksforholdet 1:25.000 samt oplysninger om dræninger i området. Oplandet er dog blevet revurderet i januar 1997. Ændringerne omfatter primært oplandet til tilløb 1 og 2.

Arealanvendelsen er fundet på baggrund af CORINE (opgjort af Statens Planteavl-forsøg, Afdeling for Arealanvendelse, Foulum) samt Fyns Amts naturtyperegistrering §3. De anvendte CORINE-data er primært fremkommet ved hjælp af satellitbilleder og opgørelsen kan henføres til 1990 ± 2 år og har et detaljeringsniveau på 25 ha.

Jordtypefordelingen i landbrugsområderne er opgjort på baggrund af data fra Landbrugsministeriets Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Vejle. Disse oplysninger stammer fra 1977-78, og angiver kun de dominerende jordtyper i dybden 0-20 cm.

Tætheden af den spredte bebyggelse i oplandet til søerne er baseret på oplysninger om den faktiske forekomst af spredtliggende ejendomme. Det er herefter antaget, at der fra hver ejendom i gennemsnit udledes spildevand fra 2,8 person-ækvivalenter.

Den potentielle spildevandsbelastning er beregnet ved hjælp af Miljøstyrelsens normtal for indhold af kvælstof og fosfor i husspildevand: 1 personækvivalent (PE) = 4,4 kg N/år og 1,0 kg P/år.

For Fyns Amt er antallet af personer bosat udenfor kloakopland i 1967 opgjort af Miljøstyrelsen til 69.560. Fyns areal (minus byer og vådområder) er ifølge Afdelingen for Arealdata og Kortlægning på 323.506 hektar, hvilket giver befolkningstæthed i det åbne land på 0,22 PE/ha.

For Danmark som helhed har Miljøstyrelsen i 1995 opgjort antallet af personer bosat i den spredtliggende bebyggelse til 732.000. Danmarks areal (minus byer og vådområder) er ifølge Afdelingen for Arealdata og Kortlægning på 4.000.628 hektar, hvilket giver en befolkningstæthed i det åbne land på 0,18 PE/ha.

Oplysninger om husdyrhold i oplandet er indhentet hos Det Centrale Husdyr Register (CHR), som fører tilsyn med antallet af husdyr hos de enkelte husdyrejere. Ved opgørelsen af husdyrtætheden i oplandet til søerne er antallet af dyreenheder opgjort pr. ha. søopland.

Arealet brugt til beregning af husdyrtætheden for Danmark og Fyn er det totale areal minus byer og vådområder. Antal dyreenheder stammer fra Danmarks Statistiks Landbrugstælling 1996, dog er antal dyreenheder korregeret med standardtal fra Danmarks Miljøundersøgelser (1996).

Fyn havde i 1996 189.488 dyreenheder og et areal (minus byer og vådområder) på 323.506 hektar, hvilket giver en husdyrtæthed på 0,59 DE/ha.

Danmark havde 2.444.437 dyreenheder og et areal (minus byer og vådområder) på 4.000.628 hektar, hvilket giver en husdyrtæthed på 0,61 DE/ha.

Stofafstrømning

På baggrund af Fyns Amts enkeltmålinger af vandføring i søtilløb og -afløb og en samtidig kontinuerlig registrering af vandstanden, har Hedeselskabet beregnet døgnmiddelvandføringen på de faste stationer i oplandet søerne.

Næringsstofafstrømningen til målestationerne er beregnet ved C-lineærinterpolationsmetoden. Denne er detaljeret beskrevet af Kronvang og Bruhn (1990).

Fyns Amt har siden 1989 foretaget fysisk-kemiske målinger i tilløbene til og afløbet fra Arreskov Sø. Stationering, analyseomfang og undersøgelseshyppighed fremgår af figur 2.1 og tabel B1.1 og B1.3. For fysisk-kemiske undersøgelser 1989-1996 henvises til tidligere års rapporter (se bilag 17).

Tabel B1.1
Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser
i tilløb til og afløb fra Arreskov Sø 1997.

Sted	Vandløbs- navn	Stations- nummer SERR-nr.	Undersøgelsesaktivitet		Undersøgeshyppighed		Analyseprogram
			Q/H-st.	Vandkemist.	Vandføringsmåling	Vandkemiprøve	
Tilløb 1	Gedderenden	0107110	-	+	26/år	26/år	VTYPI+total-Fe
Tilløb 4	Rislebæk	0107140	+	+	26/år	26/år	VTYPI+total-Fe
Tilløb 5	Søbo Afløb	0107160	+	+	26/år	26/år	VTYPI+total-Fe
Afløb	Odense Å	0105350	+	+	26/år	26/år	VSØI

I perioden 1989-94 er i oplandet til Arreskov Sø målt på 6 tilløb.

Fra årsskiftet 1994/95 er måleprogrammet reduceret til at omfatte fysisk-kemiske målinger i 3 tilløb.

Målingerne af næringsstofafstrømningen til søen dækker ialt ca. 47 % af søens samlede oplandsareal, men ved at udnytte kendskab til vand- og stofafstrømningen i de 3 tilløb, hvor der ikke længere måles, opnås en dækningsgrad af søens samlede oplandsareal på ca. 80 %.

Afstrømningen fra den del af oplandet hvor der tidligere blev foretaget fysisk-kemiske målinger, bestemmes ved at hvert af de tidligere målte oplande, relateres til et opland hvor der fortsat måles.

Relationerne er fundet gennem sammenligning af den arealspecifikke vandafstrømning mellem et tidligere målt opland og de 3 eksisterende oplande igennem perioden 1989-94.

Herefter benyttes forskellen i den årlige **median**ferskvandsafstrømning for perioden 1989-93 (Fyns Amt, 1995b) til beregning af den korrektionsfaktor der benyttes ifm. beregning af ferskvandsafstrømningen i et af de umålte oplande, hvor der tidligere blev målt.

Bestemmelsen af total-kvælstof- og total-fosfor-afstrømningen fra de 3 udgåede vandløbssystemer foregår efter samme princip, idet der dog er benyttet forskel i den årlige **middela**fstrømning af total-N henholdsvis total-P i perioden 1989-93 til beregning af korrektionsfaktoren.

I nedenstående tabel B1.2 er angivet beregningsformler, benyttet ifm. bestemmelsen af afstrømningen fra de 3 umålte oplande.

Ferskvandsafstrømningen fra den resterende del af søoplandet (de sidste 20 %), er derpå beregnet under antagelse af, at arealafstrømningen i de målte samt estimerede oplande kan overføres til den sidste rest umålt opland.

Næringsstofafstrømningen beregnes fra dette umålte opland ved at benytte koncentrationsværdier bestemt fra hele det "målte" opland (dvs. baseret på 6 tilløbsstationer).

Før 1995 blev der kun målt nitrit-nitrat-kvælstof og ortofosfat-fosfor på 3 af de 6 tilløb. I de 3 umålte tilløb er nitrit-nitrat-kvælstof henholdsvis ortofosfat-fosfor estimeret ud fra kendskabet til koncentrationerne af total-kvælstof og total-fosfor.

Estimeringen er fortsat efter 1994 for at kunne sammenligne belastningsberegningerne igennem hele perioden.

Tabel B1.2

Oversigt over beregningsformlen anvendt ved estimering af belastning fra tilløb 2, 6 og 7 til Arreskov Sø.

Ubekendt	Beregningsformel
$Q_{\text{tilløb 2}}$	$0.40 * Q_{\text{tilløb 5}}$
$N_{\text{tilløb 2}}$	$0.39 * N_{\text{tilløb 5}}$
$P_{\text{tilløb 2}}$	$0.55 * P_{\text{tilløb 5}}$
$Q_{\text{tilløb 6}}$	$0.72 * Q_{\text{tilløb 4}}$
$N_{\text{tilløb 6}}$	$0.84 * N_{\text{tilløb 4}}$
$P_{\text{tilløb 6}}$	$0.95 * P_{\text{tilløb 4}}$
$Q_{\text{tilløb 7}}$	$0.37 * Q_{\text{tilløb 5}}$
$N_{\text{tilløb 7}}$	$0.68 * N_{\text{tilløb 5}}$
$P_{\text{tilløb 7}}$	$0.71 * P_{\text{tilløb 5}}$

Tabel B1.3

Oversigt over vandkemiske undersøgelser i tilløb til og afløb fra Arreskov Sø, 1997. Analyserne er udført af MLK Fyn I/S, Odense.

Analysevariabel	Analyseforskrift	Programtype	
		VTYP I	VSØ I
pH (20°C)	DS 287	+	+
Suspenderet stof=tørstof (part.)	DS 207	+	
BI ₅ (foreliggende)	EU Forsl. STD 92	+	
Total-N	DS 221	+	+
(NH ₃ +NH ₄)-N (F)	DS 224	+	
(NO ₂ +NO ₃)-N (F)	DS 223	+	
Total-P	DS 292	+	+
PO ₄ -P (=orto-P) (F)	DS 291	+	+
Total-Fe	DS 219	+	+

Bemærkninger:

(F) Analyse på filtreret prøve (GF/C).

Stofafstrømningens naturlige basisbidrag

Ved basisbidrag forstås den næringsstofafstrømning fra oplandet til søen, som ville forekomme, såfremt oplandet ikke var berørt af menneskelig aktivitet, det vil sige henlå som naturområde.

Beregningen af basisbidraget for henholdsvis kvælstof og fosfor er foretaget ved anvendelse af medianen af den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration for 7 danske vandløb (Danmarks Miljøundersøgelser, 1998a), der afvander fortrinsvis ugødskede skov-/naturområder.

Basisbidraget er herefter beregnet ved at gange denne "årsmediankoncentration" af kvælstof og fosfor med ferskvandsafstrømningen til søerne.

Atmosfærisk deposition

Fyns Amt har tre stationer til måling af atmosfærisk deposition; Årslev, Oure og Højestene Løb. De to førstnævnte er landstationer, mens den sidste er en kyststation. Til beregning af den atmosfæriske deposition på søoverfladerne er anvendt data fra landstationerne (Fyns Amt, 1998b).

Den atmosfæriske deposition opsamles ved hjælp af en bulksamler. Den tragtformede opsamler er placeret i 1,5 m's højde, og er forbundet til en nedgravet opsamlingsflaske.

Ved anvendelse af en bulksamler er det primært de atmosfæriske forbindelser, der tilføres med nedbøren, som opsamles. I tørvejrperioder opsamles endvidere større partikler og i mindre omfang gasser. Denne form for afsætning (deposition) af forureningskomponenterne benævnes våddeposition.

Til beregning af våddepositionerne anvendes desuden nedbørsdata fra DMI's målestationer i Årslev og Gudbjerg. De anvendte nedbørsdata er ikke korigeret for vindpåvirkning, hvorfor de faktiske nedbørsmængder er noget højere (se afsnittet vedrørende nedbør).

Til beregning af tørdepositionerne er anvendt en middeltørdeposition 1989-95 angivet i (Skov m.fl., 1996) på 8 kg/ha/år.

Grundvand

Den årlige tilførsel af grundvand til Arreskov Sø er beregnet ud fra søens vandbalance, det vil sige forskelle i tilførte og fraførte vandmængder.

I år med en beregnet grundvandsindsivning er pba. analyse af grundvandstilstrømningens årstidsvariation 1990-94, benyttet en række empiriske forholdstal til fordeling af den årlige grundvandstilstrømning over året (Fyns Amt, 1995a). I 1989 er skønnet en indsivningsmængde på 1.000.000 m³.

I måneder med en beregnet indstrømning af grundvand, er det antaget, at kvælstof- og fosforindholdet i grundvandet er på 2,00 mg N/l og 0,03 mg P/l (baseret på målinger i kildevæld/drikkevandsbrønde i oplandet til Arreskov Sø).

I måneder, hvor der beregnes en udsivning af grundvand, tillægges det udsivende vand en koncentration svarende til månedsmiddelkoncentrationen i søvandet.

Spildevand eksklusiv spredt bebyggelse:

Kvælstof- og fosforbelastningen fra fælleskloaksystem i en del af Korinth By bygger på SAMBA-beregninger (Krüger, 1990).

Belastningen er korrigeret således, at den er i overensstemmelse med nedbørsmængden det pågældende år.

Undersøgelser i søen

Morfometri

Søens dybdeforhold er i 1989 kortlagt af landinspektør Thorkild Høy ved hjælp af ekkolodning. Beregning af søens kystlinie, areal og volumen er foretaget af Fyns Amt ved anvendelse af planimeter (se Håkanson, 1981)

Fysisk-kemiske forhold i søvandet

Fyns Amt har siden 1989 årligt udført fysisk-kemiske undersøgelser, samt undersøgelser af klorofylindhold og primærproduktion i søvandet i Arreskov Sø. I tidligere år er der ikke foretaget undersøgelser hvert år og analyseprogrammet har varieret fra år til år. Stationering og beskrivelse af analyseomfang vil derfor kun omfatte perioden efter 1989. Disse fremgår dels af dybdekortene i de enkelte søafsnit, dels af tabellerne B1.4-B1.6.

Undersøgelserne er foretaget med en hyppighed på 19-20 gange/år på 1 station (tabel B1.4). Der er ved hjælp af en Limnos-vandhenter udtaget delprøver i overfladelaget, d.v.s. i 0,2 m, sigtdybde og 2*sigtdybde (før marts 1992 blev der dog anvendt en hjerteklapvandhenter). Delprøverne er herefter blandet til én prøve (betegnes blandingsprøve). Disse prøver er analyseret efter programtype SØ1 (jf. tabel B1.5). Prøvetagning er i øvrigt foretaget som foreskrevet af Kristensen m.fl. (1990).

Plankton

Der er i 1989-1995 foretaget undersøgelser af søens plante- og dyreplankton. Undersøgelserne er foretaget med en hyppighed på 19-20 gange/år.

Prøver af planteplanktonet er udtaget af Fyns Amt på samme station og ved samme metode som anvendt ved de vandkemiske undersøgelser. Under omrøring er 100 ml af blandingsprøven overført til glasflaske, hvorefter prøven er tilsat lugol (konservering).

Prøver af dyreplanktonet er indsamlet ved hjælp af hjerteklapvandhenter på i alt 3 stationer i søen (jf. dybdekortene i de enkelte søafsnit og tabel B1.6). På den enkelte station er udtaget delprøver i forskellige dybder som foreskrevet i Kristensen, m.fl. (1990).

Samtlige delprøver er blandet til én prøve (blandingsprøve). Under omrøring af blandingsprøven er herefter udtaget 4,5 l til filtrering i felten (maskevidde på filter 90 µm). Filterresten er overført til en 100 ml glasflaske og tilsat lugol. Derudover

er udtaget 0,9 l af blandingsprøven til sedimentation. Hertil er ligeledes tilsat lugol, og det bundfældede materiale er efter 48 timers henstand overført til en 100 ml glasflaske og atter tilsat lugol. Endvidere er der ved lodret og vandret træk med et planktonnet gennem søvandet udtaget prøver af såvel plante- som dyreplankton (netmaskevidde henholdsvis 20 og 140 µm).

Bearbejdningen af de indsamlede planktonprøver er foretaget af Miljøbiologisk Laboratorium, Humlebæk. (Miljøbiologisk Laboratorium, 1990-1998). Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som foreskrevet i Olrik (1991) og Hansen m.fl. (1992).

Sediment

Fyns Amt har i december 1990 og november 1995 udtaget prøver af søsedimentet på samme stationer som anvendt ved indsamling af dyreplanktonprøverne (tabel B1.6). Der er på hver station ved hjælp af kajakrør (areal 21,4 cm²) udtaget mindst 3 sedimentsøjler af en længde på om muligt 70 cm. Sedimentsøjlerne blev i 1990 opskåret i følgende delprøver (dybdeintervaller): 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm, 50-70 cm. I 1995 anvendtes dybdeintervallerne: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm og 30-50 cm (hvis muligt). Sediment fra de samme dybdeintervaller fra de 3 søjler er blandet sammen til én prøve.

Prøverne er analyseret efter programtype SØ3 (jf. tabel B1.6).

Bundvegetation

Fyns Amt har i juli/august 1993-1997 gennemført en "områdeundersøgelse" af undervands- og flydebladsvegetation efter retningslinjer beskrevet i Moeslund m.fl. (1993) med efterfølgende justeringer (Danmarks Miljøundersøgelser, 1994 og Moeslund m.fl., 1996). Udvalgelse af områder er dog foretaget ved at sejle vinkelret på kysten og vurdere planternes dækningsgrad i hvert dybdeinterval. Ved at nummerere disse "transekter" (typisk 10 stk.), fås samtidig et billede af, hvordan planterne fordeler sig indenfor delområdet. I 1994 blev der desuden foretaget en undersøgelse af rørskoven, samt en transektundersøgelse som omtalt i Moeslund m.fl. (1993).

Fyns Amt har desuden i august 1989 og august 1992 gennemført orienterende vegetationsundersøgelser i søen. Ved disse er der langs hele søbredden fra søsiden foretaget en registrering af sammensætning af og dybdegrænser fra rørsump, flydebladszone og rankegrøde (undervandsvegetation). Undervandsvegetationen er lokaliseret ved hjælp af vandkikkert, planterive og ved undersøgelser af opskyllet plantemateriale.

Smådyrfauna

Smådyrfauna på søens barbund og i bredzonen er undersøgt hvert år i perioden 1989-1994. I 1995-1997 er kun bundfaunaen undersøgt. Bundfaunaen er indsamlet ved hjælp af kajakbundhenter i april-maj, medens bredfaunaen er indsamlet på stenbund i april-maj og i oktober (se metode i Dall m.fl., 1983).

Fiskefauna

Der er foretaget fiskeundersøgelser i august 1987, 1992 og 1994-1997. Undersøgelserne er foretaget af Fiskeøkologisk Laboratorium (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993-95 og 1997-98).

Undersøgelserne er foretaget efter retningslinierne i Mortensen m.fl. (1990).

Fuglefauna

I Arreskov Sø er der årligt foretaget et stort antal optællinger af fuglene på søens vandflade siden 1980 (Ehmsen, unpubl.). Optællingerne er delvist udført for henholdsvis Skov- og Naturstyrelsens Reservatsektion og Fyns Amt. Disse totaltællinger foretages fra udsigtspunkter, og der kan være delområder, der ikke er dækket i de enkelte optællinger. Det vurderes dog på baggrund af det store optællingsmateriale, at over 90 % af fuglene på åben vandflade normalt registreres. I årene 1980-97 er der således foretaget 75-226 tællinger årligt. Ved totaltællingerne registreres også antal formodede ynglefugle og observerede unger. Ynglefuglebestandene registreres ikke tilstrækkeligt for alle arter ved totaltællingerne, så derfor er der de senere år desuden foretaget modificeret kortlægningsoptælling (Falk, 1990) fra båd og ved landgang bestemte steder. Afhængig af art baseres beregningen af bestandsstørrelser på territoriehævdende fugle, redefund og observation af unger.

Beregninger

Tidsvægtede middelværdier er for fysiske-kemiske parametre inkl. klorofyl beregnet som middelværdien af beregnede dagsværdier (metode 1). Dagsværdierne er beregnet ud fra linær interpolation mellem to målte værdier.

For plante- og dyreplankton er den tidsvægtede middelværdi beregnet ud fra følgende ligning (metode 2):

$$\Sigma((T_j - T_{j-1}) * (X_j + X_{j-1})/2) / \text{antal dage ialt, hvor}$$

$$\begin{aligned} T_j - T_{j-1} &= \text{antal dage mellem to prøvetagninger} \\ X_j + X_{j-1} &= \text{værdi mellem de to prøvetagningsdage} \\ \text{Antal dage} &= \text{antal dage mellem første og sidste prøvetagningsdag} \end{aligned}$$

Hvis første og/eller sidste prøvetagningsdag ikke er den samme i den periode, der ønskes beregnet for, beregnes den dagsaktuelle værdi ved linær interpolation mellem to prøvetagninger henholdsvis før og efter den ønskede dato. De to beregningsmetoder giver omtrent samme resultat. De forskellige beregningsmetoder er anvendt dels for direkte at kunne sammenligne med data modtaget fra konsulent (metode 2), dels bedre at kunne sammenligne middelværdien med medianværdien (metode 1). *Median- og fraktilværdier* er beregnet ud fra fra beregnede dagsværdier som beskrevet ovenfor. Såfremt fraktilværdien falder mellem to dagsværdier, beregnes den som gennemsnittet af den nærmeste øvre og nedre dagsværdi.

Frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet er beregnet ud fra følgende formel:

$(N_j - N_{u_i}) - (N_j - N_i)$, hvor

$N_j - N_{u_i}$ = Forskellen mellem den totale tilførsel og fraførsel af næringsstoffet (typisk total fosfor og total kvælstof) mellem to datoer.

$N_j - N_i$ = Forskellen i næringsstofpuljen i søvandet mellem de to datoer.

Frigivelsen kan antage både positive og negative værdier. Ved negative værdier er der tale om en egentlige sedimentation af næringsstoffer fra søvandet til sedimentet. For kvælstofs vedkommende kan dette også tabes fra søvandet til luften ved denitrifikation.

Antalsvægtet middellængde af cladocerer er beregnet efter følgende formel:

$\Sigma(N_i * L_i) / \Sigma N_i$, hvor

N_i = antal individer af en art for en prøvetagningsdag

L_i = middellængden af en art for en prøvetagningsdag

Dyreplanktonets fødeoptagelse (*potentielle græsning*) er beregnet på baggrund af et skønnet forhold mellem den daglige fødeoptagelse og biomassen af dyrene. Ved beregningen er antaget, at ciliater, rotatorier, cladocerer og copepoder spiser henholdsvis 5, 2, 1 og 0,5 gange deres egen biomasse pr. dag. Ved opgørelsen er der samtidig udeladt arter, som ikke eller kun i meget ringe omfang lever af planteplankton. Den angivne fødeoptagelse omfatter således primært fødeoptagelse i form af græsning. Heraf kan beregnes *græsningstrykket*, som er den potentielle græsning delt med algebiomassen (i kulstof).

Tidsvægtet median af græsningstryk er beregnet ud fra beregnede daglige græsningstryk. *Middel af græsningstryk* er beregnet som den tidsvægtede middel af den potentielle græsning delt med den tidsvægtede algebiomasse (i kulstof) (Kristensen m.fl., 1991). Disse beregninger udjævner ekstreme værdier inden for et års måleserie, hvorved der bliver større sammenlignelighed af data årene imellem.

Fuglenes konsumtion er overslagsmæssigt beregnet ud fra et tidsvægtet gennemsnit af antallet af observerede fugle, og voksne fugles daglige konsumtion, der er sat til følgende:

Planteædende fugle:

Knopsvane: 3,8 kg frisk plantemateriale (3,6-4,0 kg iflg. Cramp, 1977), Blishøne: 300 g plantemateriale pr. dag, vurderet ud fra en konsumtion på 45 g TV pr. dag (Hurtler (1979) i Søndergaard m.fl., 1998), en tørvægt på 12 % af vådvægt (Jørgensen, 1979), samt at plantemateriale typisk udgør mindst 80 % af føden, jf. Cramp (1977).

Fiskeædende fugle:

Toppet Lappedykker: 0,2 kg (0,15-0,25 kg iflg. Cramp, 1977), Fiskehejre: 0,415 kg (min. 330-500 g iflg. Cramp, 1977), Stor Skallesluger: 0,33 kg (17,9-26,8 %

af kropsvægt (Cramp, 1977), gns. vægt 1,5 kg), Skarv: 0,4 kg (Hald-Mortensen, 1995).

Tabel B1.4
Oversigt over prøvetagningsstationer i Arreskov Sø.

Arreskov Sø SERR-nr.	Undersøgelsesprogram
010 8104	Vandkemi, klorofyl, primærproduktion og fytoplankton.
010 8105	Sedimentkemi og zooplankton.
010 8106	Sedimentkemi og zooplankton.
010 8107	Sedimentkemi og zooplankton.

Bemærkninger:

Ud over de ovennævnte stationsnumre er på figur 2.1 angivet numre på prøvetagningsstationer, hvor der tidligere er udført undersøgelser.

Tabel B1.5

Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser samt undersøgelser af klorofylindhold og primærproduktion i vandfase i Arreskov Sø.

Feltmålinger:

Vandstand
Sigtdybde
Total vanddybde

Lufttemperatur
Vandtemperatur (profil)

Lys (profil)²⁾
O₂ (profil)

Målinger i Natur- og Vandmiljøafdelingens laboratorium:

Analysevariable	Analysefor-skrift	Programtype	
		Sø 1	Sø 2
Ledningsevne	DS 288	+	+
pH (20°C)	DS 287	+	+
Total alkalinitet	LM ¹⁾	+	+
Total-CO ₂	LM ¹⁾	+	+
O ₂ (Winkler)	LM ¹⁾	+	+
Tørstof (part.)	DS 207	+	
Glødetab (part.)	DS 207	+	
Klorofyl-a	DS 2201	+	
Primærproduktion (planteplankton) ²⁾	DS 293	+	

Målinger ved MLK Fyn I/S:

Analysevariable	Analysefor-skrift	Programtype	
		Sø 1	Sø 2
COD (part.)	DS 217 ³⁾	+	
Total-N	DS 221 ³⁾	+	+
(NH ₃ +NH ₄)-N (F)	DS 224	+	+
(NO ₂ +NO ₃)-N (F)	DS 223	+	+
Total-P	DS 292	+	+
PO ₄ -P = Orto-P (F)	DS 291	+	+
Silikat-Si	MFL ³⁾	+	

Bemærkninger:

- 1) Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium (1977).
 - 2) Kun 1989-1991.
 - 3) Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium (1988).
- (F) Analyse på filtreret prøve (GF/C).
- Sø 1. Udføres på blandingsprøve fra 0,2 m sigtdybde og 2 x sigtdybde.
- Sø 2 Udføres på vandprøve under springlag.

Tabel B1.6

Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser
i sediment i Arreskov Sø.

Målinger ved MLK Fyn I/S:

Analysevariabel	Analyseforskrift	Programtype SØ 3
Tørstof	DS 204	+
Glødetab	DS 204	+
Total-Fe	DSD 263	+
Total-Ca	DS 259	+
Total-N	DS 242	+
Total-P	DS 291 ¹⁾	+
Ads.-P	MFL ²⁾	+
Fe-P	MFL ²⁾	+
Ca-P	MFL ²⁾	+

Bemærkninger:

- 1) Efter kogning af glødet sediment i 10% HCl.
- 2) Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium (1988).

Bilag 2

Oplandet til Arreskov Sø

Areal, arealanvendelse, jordbundsforhold, husdyrhold og spredt bebyggelse i de enkelte deloplande til søen. Med hensyn til opgørelsesmetoden henvises til bilag 1.

Opland	Areal		Spredt bebyggelse		Dyrehold	
	Ha	%	PE	PE/ha	DE	DE/ha
Tilløb 1	256	10	62	0,24	348	1,36
Tilløb 4	351	14	39	0,11	200	0,57
Tilløb 5	659	27	109	0,17	47	0,07
Umålt opland	1224	49	213	0,17	174	0,14
Ialt	2490	100	423	0,17	769	0,31

Tabel B2.1

Areal af deloplande til Arreskov Sø, spredt bebyggelse og husdyrhold i de enkelte deloplande til Arreskov Sø, samt søens samlede opland

Opland	Arealanvendelse (%)					Ialt
	Dyrket	Bebygg.	Skov	Natur	Ferskv.	
Tilløb 1	87	0	3	10	<1	100
Tilløb 4	34	0	58	7	<1	100
Tilløb 5	59	0	30	9	3	100
Umålt opland	56	5	25	13	1	100
Ialt	56	3	29	11	1	100

Tabel B2.2

Arealanvendelse i de enkelte deloplande til Arreskov Sø, samt i søens samlede opland.

	FK1	FK2	FK3	FK4	FK5	FK6	FK7	FK8	Ialt
Tilløb 1	-	-	92%	<1%	-	-	8%	-	100%
Tilløb 4	8%	-	46%	37%	-	-	9%	-	100%
Tilløb 5	-	-	85%	15%	-	-	-	-	100%
Umålt opland	-	-	71%	14%	2%	-	13%	-	100%
Opland ialt	<1%	-	74%	15%	1%	-	10%	-	100%

FK1: Grovsandet jord

FK2: Finsandet jord

FK3: Lerblandet sand

FK4: Sandblandet ler

FK5: Lerjord

FK6: Svær lerjord

FK7: Humus

FK8: Speciel jordtype

Tabel B2.3

Jordtyper i landbrugsområderne i de enkelte oplande til Arreskov Sø samt søens samlede opland. Fordelingen er angivet i procent.

Bilag 3

Kildeopsplitning af den eksterne belastning af Arreskov Sø, 1989-1997.

Med hensyn til beregningsmetode henvises til bilag 1. Punktkildeafstrømningen omfatter ikke bidrag fra spredt bebyggelse. Disse er inkluderet i åbent land afstrømningen.

Arreskov Sø Årsværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg
<u>Kvælstof:</u>									
Nat. basisafstrømning	4268	6640	5627	7025	7088	10421	8096	2071	2575
Punktkildeafstrømning	66	96	78	78	94	107	69	56	66
Åbent land afstrømning	14969	28481	21894	26748	28758	35085	22310	10045	8110
Total afstrømning	19303	35217	27599	33851	35940	45613	30475	12172	10751
Fugle	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Atmosfærisk deposition	7336	7794	6047	6791	6961	7129	5725	4798	5687
Grundvand	2000	3053	1438	1885	1741	2218	722	600	682
Kvælstof i alt	28680	46105	35125	42569	44684	55002	36963	17613	17162
<u>Fosfor:</u>									
Nat. basisafstrømning	117	203	195	200	204	339	318	75	61
Punktkildeafstrømning	11	17	14	14	16	19	17	14	17
Åbent land afstrømning	268	394	268	200	311	385	496	138	94
Total afstrømning	396	614	477	414	531	743	831	227	172
Fugle	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Atmosfærisk deposition	115	127	89	70	54	66	62	50	63
Grundvand	30	46	22	28	26	33	11	9	10
Fosfor i alt	558	804	605	530	628	860	921	303	263

Tabel B3.1

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø på årsbasis i perioden 1989-1997.

Arreskov Sø Sommerværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg
<u>Kvælstof:</u>									
Nat. basisafstrømning	831	1369	1213	1059	809	1789	1364	493	659
Punktkildeafstrømning	28	40	33	33	39	45	29	23	28
Åbent land afstrømning	1273	3111	2490	1571	1126	3035	2764	987	1014
Total afstrømning	2132	4520	3736	2663	1974	4869	4157	1503	1701
Fugle	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Atmosfærisk deposition	2804	3531	2402	2474	2894	3027	2136	2013	2561
Grundvand	140	214	101	132	122	155	199	42	48
Kvælstof i alt	5114	8303	6278	5308	5029	8089	6530	3596	4349
<u>Fosfor:</u>									
Nat. basisafstrømning	23	42	42	30	23	58	54	18	16
Punktkildeafstrømning	5	7	6	6	7	8	7	6	7
Åbent land afstrømning	72	136	97	41	61	94	86	57	35
Total afstrømning	100	185	145	77	91	160	147	81	58
Fugle	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Atmosfærisk deposition	68	88	56	30	22	34	29	20	40
Grundvand	2	3	2	2	2	2	3	1	1
Fosfor i alt	186	293	219	125	131	213	196	118	115

Tabel B3.2

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø i sommerperioden (1.5-30.9) 1989-1997.

Bilag 4.1

Vandbalance for Arreskov Sø opgjort på månedsbasis for året, samt sommer- (1.5-30.9) og årsbasis for 1989-1997

ARRESKOV SØ : VANDBALANCE 1997

År	Måned	VAND TILFØRT/FRAFØRT				MAGASIN		GRUNDVAND		VANDSTAND
		Q tilført	Q fraført	Nedbør	Fordampning	pr. d. 1.	ændring/md	beregnet	% af tilført	pr. d. 1.
		m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	%	m o. DNN
1996	Dec	446317	99987	155042	7671	6134696	582424	88724	20	32,78
1997	Jan	119171	42463	16110	2441	6717120	65441	-24936	-21	32,96
1997	Feb	316458	705055	236685	50213	6782560	65586	267711	85	32,98
1997	Mar	281335	226747	158950	103215	6848147	164606	54282	19	33,00
1997	Apr	237715	943636	136906	205384	7012752	-685220	89179	38	33,05
1997	May	242294	84495	241332	267104	6327532	226624	94596	39	32,84
1997	Jun	67244	6098	264892	351838	6554156	-97342	-71541	-106	32,91
1997	Jul	75312	3417	269120	359858	6456814	-32375	-13532	-18	32,88
1997	Aug	50314	0	82689	321850	6424439	-257694	-68848	-137	32,87
1997	Sep	35818	0	91344	160751	6166745	-96039	-62450	-174	32,79
1997	Oct	81472	821	294886	48469	6070706	256827	-70241	-86	32,76
1997	Nov	83719	97898	95607	10461	6327532	129282	58315	70	32,84
1997	Dec	248046	883764	233883	8718	6456814	-322118	88435	36	32,88
1998	Jan					6134696				32,78
		Q tilført	Q fraført	Nedbør	Fordampning		ændring	beregnet	% af tilført	
		m3	m3	m3	m3		m3	m3	%	
Årsbalance										
1989		2667579	3156337	1826079	2118353					
1990		4149855	6001313	2801234	2124280		351748	1526252	37	
1991		3751396	5144615	2385362	1999446		-288118	719185	19	
1992		3697293	4808459	2359089	2190533		0	942611	25	
1993		4429935	4965182	2613541	1910876		1037762	870344	20	
1994		6513388	9760239	3181723	1793364		-749644	1108849	17	
1995		5782712	6098539	2053047	1790923		-541776	-488073	-8	
1996		1882736	1312994	1777964	1652141		995787	300220	16	
1997		1838899	2994394	2122404	1890303		-582424	340970	19	
Sommerbalance 1.maj - 30.sept										
1989		519231	330275	718354	1602277		-406846	288121	55	
1990		855628	709710	1422474	1548228		191538	171374	20	
1991		808508	720949	1051045	1507081		-284558	83918	10	
1992		557595	561082	755585	1732690		-965775	14817	3	
1993		505575	396325	1163590	1410840		-224092	-86091	-17	
1994		1118164	1064576	1544991	1414327		159705	-24547	-2	
1995		974447	1208525	762705	1433854		-1112931	-207703	-21	
1996		448096	391466	838921	1283565		-376192	11821	3	
1997		470983	94010	949377	1461402		-256827	-121775	-26	
Vinterbalance 1.dec - 31.marts										
1989		1214335	1827438	413431	180627					
1990		2017384	3116355	904972	220378		253945	668323	33	
1991		2381334	3806856	736581	182719		-351352	520307	22	
1992		1877970	3066571	714185	178186		-190459	462143	25	
1993		2562254	3421142	698608	185160		-64351	281088	11	
1994		4045443	6655434	1161526	136342		-424181	1160626	29	
1995		4583720	5982396	1177829	131111		31941	383899	8	
1996		715646	117387	289675	100426		443400	-344108	-48	
1997		1163282	1074252	566786	163540		878057	385781	33	

OPHOLDSTID beregnet på basis af hhv. fraførsel og tilførsel

1997		OPHOLDSTID			
måned	antal dage	Fraførsel		Tilførsel	
		dage	år	dage	år
Jan	31	4952	13,57	1764	4,83
Feb	28	272	0,75	606	1,66
Mar	31	932	2,55	751	2,06
Apr	30	208	0,57	827	2,27
May	31	2369	6,49	826	2,26
Jun	30	31765	87,03	2881	7,89
Jul	31	58292	159,70	2644	7,25
Aug	31	uendelig	uendelig	3859	10,57
Sep	30	uendelig	uendelig	5111	14,00
Oct	31	235411	644,96	2371	6,50
Nov	30	1959	5,37	2291	6,28
Dec	31	224	0,61	799	2,19
Max måned		uendelig	uendelig	5111	14,0
Min måned		208	0,6	606	1,7
År	365	787	2,16	1282	3,51
Sommer	153	10298	28,21	2056	5,63
vinter	121	757	2,07	699	1,91

Afstørnings højde _ m/år
0,44
1,30
1,04
0,91
0,90
0,26
0,28
0,19
0,14
0,30
0,32
0,92
1,30
0,14
0,58
0,15
0,37

Vandstande i Arreskov Sø 1989-1997

	År			Sommer		
	Middel	Max	Min	Middel	Max	Min
1989	32,54	32,70	32,48	32,53	32,70	32,48
1990	32,73	32,84	32,63	32,68	32,73	32,63
1991	32,71	32,90	32,58	32,70	32,77	32,58
1992	32,56	32,87	32,24	32,45	32,70	32,24
1993	32,79	33,09	32,62	32,71	32,81	32,62
1994	32,76	33,05	32,61	32,69	32,88	32,61
1995	32,70	32,94	32,46	32,66	32,89	32,46
1996	32,64	32,96	32,48	32,54	32,65	32,48
1997	32,88	33,06	32,75	32,84	32,91	32,76
1989-1996	32,69	33,09	32,24	32,61	32,89	32,24
Hele perioden	32,72	33,09	32,24	32,65	32,91	32,24

Opholdstid beregnet ud fra fraførslen af vand

	År	Sommer	Vinter	Max	Min
		1.5-30.9	1.12-31.3	måned	måned
1989	1,8	6,9	0,80	58	0,66
1990	1,0	3,5	0,65	7,3	0,44
1991	1,2	3,4	0,53	4,5	0,40
1992	1,1	3,8	0,64	uendelig	0,45
1993	1,3	6,3	0,60	219	0,33
1994	0,6	2,3	0,33	uendelig	0,20
1995	1,0	2,0	0,35	uendelig	0,28
1996	4,3	5,7	16,3	uendelig	0,73
1997	2,2	28,2	2,1	uendelig	0,57
middel 89-96	1,5	4,2	2,5	72,2	0,4

Bilag 5

Massebalance for Arreskov Sø for totalkvælstof, total fosfor, opløst uorganisk fosfor (ortofosfat-fosfor), og total-jern (i kg) på måneds-, sommer- (1.5-30.9) og årsbasis for året. Endvidere er angivet månedsvist tilførsel af nitrit+nitrat-kvælstof (NO_x), ammonium-kvælstof (NH_x) samt tilførsel af henholdsvis kvælstof og fosfor fordelt på overflade, atmosfære, grundvand og andet (fugle).

ARRESKOV SØ STOFBALANCE : 1997

Måned	Total kvælstof				Total fosfor				Ortofosfat-fosfor				Total jern			
	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til
Jan	876	81	796	91	13	2	11	87	6	1	5	86	27	2	25	92
Feb	3357	1175	2182	65	29	27	2	7	11	5	6	53	84	98	-14	-17
Mar	2405	383	2021	84	27	11	16	59	7	1	6	87	82	63	19	23
Apr	1688	978	710	42	22	48	-26	-118	6	2	4	59	63	67	-3	-5
May	1808	79	1730	96	34	3	31	92	9	0	9	95	94	7	86	92
Jun	632	7	625	99	12	0	12	98	2	0	2	98	35	1	34	97
Jul	746	5	740	99	22	0	22	99	3	0	3	100	70	1	69	99
Aug	625	0	625	100	27	0	27	100	2	0	2	100	54	0	54	100
Sep	538	0	538	100	19	0	19	100	1	0	1	100	15	0	15	100
Oct	777	1	776	100	17	0	16	99	4	0	4	98	22	0	22	99
Nov	929	155	774	83	12	12	0	-3	3	7	-4	-170	15	11	4	26
Dec	2781	1290	1491	54	30	83	-53	-177	11	51	-39	-347	59	35	24	40
År																
1989	28680	15572	13108	46	558	626	-67	-12	204	83	121	59	1950	1474	476	24
1990	46105	33714	12391	27	804	1067	-263	-33	358	192	166	46	2109	2854	-745	-35
1991	35125	19243	15882	45	605	738	-133	-22	290	112	178	61	1593	3073	-1480	-93
1992	42569	13112	29457	69	530	475	54	10	222	59	163	73	1350	1076	274	20
1993	44684	14456	30228	68	628	318	310	49	282	159	123	44	2619	620	1999	76
1994	55002	26015	28988	53	860	667	193	22	419	251	168	40	3084	1476	1608	52
1995	36974	18322	18652	50	921	599	323	35	285	137	148	52	5475	1243	4231	77
1996	17613	1475	16138	92	303	68	235	78	88	22	66	75	898	175	722	80
1997	17162	4154	13008	76	263	186	77	29	65	67	-2	-4	621	286	335	54
Sommer																
1989	5114	961	4153	81	186	75	111	60	60	7	53	88	411	163	249	60
1990	8303	2671	5633	68	293	176	117	40	118	18	101	85	764	316	447	59
1991	6278	2259	4019	64	219	144	75	34	97	23	75	77	572	242	330	58
1992	5308	1111	4196	79	125	64	61	49	39	11	28	72	469	130	339	72
1993	5029	758	4271	85	131	47	84	64	59	21	38	65	301	27	274	91
1994	8089	2044	6045	75	213	90	123	58	105	19	86	82	517	147	370	72
1995	6530	2595	3935	60	196	186	9	5	64	14	49	77	555	194	361	65
1996	3596	440	3156	88	118	26	92	78	22	7	15	69	494	65	429	87
1997	4349	91	4257	98	115	3	111	97	18	0	17	97	268	9	259	96

ARRESKOV SØ STOFILFØRSEL : 1997

Måned	Total kvælstof				NO _x -N	NH _x -N	Total fosfor			
	over- flade kg	atmos- fære kg	grund- vand kg	andet kg			over- flade kg	atmos- fære kg	grund- vand kg	andet kg
Jan	562	211	102	0,4	355	12	11	0,0	1,5	0,2
Feb	2647	628	82	0,4	1853	29	24	2,8	1,2	0,2
Mar	1894	408	102	0,4	1251	10	22	2,8	1,5	0,2
Apr	1183	415	89	0,4	764	11	18	2,8	1,3	0,2
May	982	778	48	0,4	591	17	24	8,6	0,7	0,2
Jun	204	428	0	0,4	108	4	8	4,6	0,0	0,2
Jul	264	481	0	0,4	154	4	12	9,9	0,0	0,2
Aug	159	447	0	18,7	83	2	9	10,2	0,0	7,9
Sep	93	426	0	18,7	43	1	4	6,5	0,0	7,9
Oct	288	482	7	0,4	181	2	9	7,3	0,1	0,2
Nov	318	508	102	0,4	186	2	5	4,4	1,5	0,2
Dec	2157	473	150	0,4	1528	18	25	3,0	2,3	0,2
Året	10751	5687	682	42	7099	112	172	63	10	18
Sommer	1701	2561	48	39	979	27	58	40	1	16

ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-1997	Total kvælstof										Gns. 1989- 1996	Total fosfor										Gns. 1989- 1996
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997				
Samlet tilførsel, kg Arealbelastning, mg/m²dag Total indløbskonc., mg/l Overfl. indløbskoncentration, mg/l Udløbskoncentration, mg/l Fraførsel, kg Nettotab, kg Nettotab, % Nettotab, mg/m²dag Sepulje d. 1. januar Sepulje d. 1. januar året efter Puljeændring, kg Nettotab incl. puljeændr., kg Nettotab incl. puljeændr., % Nettotab incl. puljeændr.,mg/m²dag	28680	46105	35125	42569	44684	55002	36974	17613	17162	38344	651	558	804	605	530	628	860	921	303	263		
	24,79	39,85	30,36	36,79	38,62	47,54	31,96	15,22	14,83	33,14	0,56	0,48	0,70	0,52	0,46	0,54	0,74	0,80	0,26	0,23		
	5,22	5,44	5,12	6,08	5,65	5,09	4,51	4,45	4,33	5,19	0,09	0,102	0,095	0,088	0,076	0,079	0,080	0,112	0,077	0,061		
	7,24	8,49	7,36	9,16	8,11	7,00	5,27	6,47	5,85	7,39	0,13	0,148	0,148	0,127	0,112	0,120	0,114	0,144	0,120	0,094		
	4,93	5,62	3,74	2,73	2,91	2,67	3,00	1,12	1,39	3,34	0,11	0,198	0,178	0,143	0,099	0,064	0,068	0,098	0,052	0,062		
	15572	33714	19243	13112	14456	26015	18322	1475	4154	17739	570	626	1067	738	475	318	667	599	68	186		
	13108	12391	15882	29457	30228	28988	18652	16138	13008	20605	82	-67	-263	-133	54	310	193	323	235	77		
	46	27	45	69	68	53	50	92	76	54	17	-12	-33	-22	10	49	22	35	78	29		
	11,33	10,71	13,73	25,46	26,12	25,05	16,12	13,95	11,24	17,81	58	-0,06	-0,23	-0,11	0,05	0,27	0,17	0,28	0,20	0,07		
	32744	26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	13215	19519	614	1086	862	473	364	431	687	395	250	250		
26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	12021	12021	16729	495	862	473	364	431	687	395	250	529	529			
-6440	-10042	3805	-1986	-2841	-7310	5285	-1194	-1194	-2790	-119	-224	-389	-109	66	257	-292	-145	279	279			
18830	25924	25652	32214	31829	25963	10852	14202	14202	24466	222	-39	256	163	244	-64	615	380	-202	-202			
41	74	60	72	58	70	62	83	83	64	34	-5	42	31	39	-7	67	125	-77	-77			
16,27	22,41	22,17	27,84	27,51	22,44	9,38	12,27	12,27	21,15	0,19	-0,03	0,22	0,14	0,21	-0,06	0,53	0,33	-0,17	-0,17			
ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-1997	Opl. uorg. fosfor										Gns. 1989- 1996	Total jern										1989- 1996
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997				
	204	358	290	222	282	419	285	88	65	294	2385	1950	2109	1593	1350	2619	3084	5475	898	621		
	0,18	0,31	0,25	0,19	0,24	0,36	0,25	0,08	0,06	0,25	2,06	1,69	1,82	1,38	1,17	2,26	2,67	4,73	0,78	0,54		
	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,56	0,73	0,51	0,42	0,37	0,59	0,47	0,95	0,48	0,34		
	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,30	0,47	0,48	0,60	0,22	0,12	0,15	0,20	0,13	0,10		
	83	192	112	59	159	251	137	22	67	142	1499	1474	2854	3073	1076	620	1476	1243	175	286		
	121	166	178	163	123	168	148	66	-2	153	886	476	-745	-1480	274	1999	1608	4231	722	335		
	59	46	61	73	44	40	52	75	-4	52	37	24	-35	-93	20	76	52	77	80	54		
	0,10	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,13	0,06	0,00	0,13	0,77	0,41	-0,64	-1,28	0,24	1,73	1,39	3,66	0,62	0,29		
ARRESKOV SØ STOFBAL. I SOMMERPERIODEN 1989-1997	Total kvælstof										Gns. 1989- 1996	Total fosfor										Gns. 1989- 1996
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997				
	5114	8303	6278	5308	5029	8089	6530	3596	4349	6379	195	186	293	219	125	131	213	196	118	115		
	961	2671	2259	1111	758	2044	2595	440	91	1771	112	75	176	144	64	47	90	186	26	3		
	4153	5633	4019	4196	4271	6045	3935	3156	4257	4607	83	111	117	75	61	84	123	9	92	111		
	81	68	64	79	85	75	60	88	98	72	43	60	40	34	49	64	58	5	78	97		
	18412	15096	23778	14331	11257	7655	11283	5737	6333	14544	226	1401	1325	1198	721	418	221	405	337	226		
	13160	21441	15638	6387	9514	8094	11574	5799	6600	12258	467	1185	1546	901	278	527	595	1217	214	467		
	-5252	6345	-8139	-7944	-1743	439	291	63	267	-2286	80	-216	221	-297	-443	109	374	813	-123	241		
	9405	-712	12158	12140	6014	5606	3644	3094	3991	6894	3	327	-105	372	505	-25	-251	-803	216	-129		
184	-9	194	229	120	69	56	86	92	108	1	175	-36	170	402	-19	-118	-411	183	-113			

Total overfladisk indløbskoncentration er total stoftilførsel divideret med total vandtilførsel incl. nedbør og grundvand.

Bilag 7

Beregning af kvælstofudveksling via interne processer i Arreskov Sø, 1997. Beregnet tilførsel, fraførsel magasinændring og nettostofudveksling med sediment/atmosfære for total kvælstof (kg) på månedsbasis. Års- og sommermiddelværdier er ligeledes angivet.

ARRESKOV SØ, 1997: BEREGNING AF KVÆLSTOFFRIGIVELSE/TAB.

Måned	antal dage	Søvolumen pr.d.1. m ³	Tot-N konc. pr.d.1. µg/l	N-pulje pr.d.1. kg	Stign./md kg	Tot-N til kg	Tot-N fra kg	N-tilbageholdt kg
1	31	6717120	1967	13215	-412	876	81	796
2	28	6782560	1888	12803	-1545	3357	1175	2182
3	31	6848147	1644	11257	-2612	2405	383	2021
4	30	7012752	1233	8646	-2313	1688	978	710
5	31	6327532	1001	6333	-55	1808	79	1730
6	30	6554156	958	6278	1203	632	7	625
7	31	6456814	1159	7481	-221	746	5	740
8	31	6424439	1130	7260	-415	625	0	625
9	30	6166745	1110	6845	-245	538	0	538
10	31	6070706	1087	6600	356	777	1	776
11	30	6327532	1099	6955	1585	929	155	774
12	31	6456814	1323	8541	3480	2781	1290	1491
1		6134696	1959	12021				
max			1967	13215	3480	3357	1290	2182
sommermiddel		6333399	1071	6799	53	870	18	851
sum, sommer					267	4349	91	4257
årsmiddel		6483078	1351	8787	-100	1430	346	1084
sum, år					-1194	17162	4154	13008

KVÆLSTOF FRIGØRELSE (+) BINDING (-) FOR HELE SØEN KORRIGERET FOR TIL- OG FRAFØRT KVÆLSTOF

Areal af sø, m² 3170000

Måned	Fri/bundet N hele søen kg N/måned	Fri/bundet N pr.søoverfl. mgN/m ² /måned	Fri/bundet N hele søen kg N/dag	Fri/bundet N pr.søoverfl. mg N/m ² /dag
1	-1208	-381	-38,96	-12,29
2	-3727	-1176	-133,12	-41,99
3	-4633	-1462	-149,45	-47,15
4	-3023	-954	-100,76	-31,79
5	-1785	-563	-57,58	-18,16
6	578	182	19,27	6,08
7	-962	-303	-31,02	-9,78
8	-1039	-328	-33,53	-10,58
9	-783	-247	-26,10	-8,23
10	-420	-133	-13,56	-4,28
11	811	256	27,03	8,53
12	1989	627	64,16	20,24
max	1989	627	64,16	20,24
sommermiddel	-798	-252	-25,79	-8,14
Fri/bund. sommer, kg	-3991			
årsmiddel	-1183	-373	-39,47	-12,45
Ialt fri/bundet år, kg	-14202			

Bilag 8

Beregning af fosforudveksling via interne processer i Arreskov Sø, 1997. Beregnet tilførsel, fraførsel magasinændring og nettostofudveksling med sediment for total fosfor (kg) på månedsbasis. Års- og sommermiddelværdier er ligeledes angivet.

ARRESKOV SØ, 1997: BEREGNING AF FOSFORUDVEKSLING MED SEDIMENTET

Måned	antal dage	Søvolumen pr.d.1. m3	Tot-P konc. pr.d.1. µg/l	P-pulje pr.d.1. kg	Stign./md kg	Tot-P til kg	Tot-P fra kg	P-tilbageholdt kg
1	31	6717120	37	250	154	13	2	11
2	28	6782560	60	404	129	29	27	2
3	31	6848147	78	533	-250	27	11	16
4	30	7012752	40	284	-58	22	48	-26
5	31	6327532	36	226	41	34	3	31
6	30	6554156	41	267	80	12	0	12
7	31	6456814	54	348	48	22	0	22
8	31	6424439	62	396	177	27	0	27
9	30	6166745	93	574	-107	19	0	19
10	31	6070706	77	467	107	17	0	16
11	30	6327532	91	574	31	12	12	0
12	31	6456814	94	604	-75	30	83	-53
1		6134696	86	529				
max					177	34	83	31
sommermiddel		6333399	57	380	48	23	1	22
sum, sommer			94		241	115	3	111
årsmiddel		6483078	65	420	23	22	15	6
sum, år					279	263	186	77

FOSFOR FRIGØRELSE (+) BINDING (-) FOR HELE SØEN KORRIGERET FOR TIL- OG FRAFØRT FOSFOR

Areal af sø, m² 3170000

Måned	Fri/bundet P hele søen kg P/måned	Fri/bundet P pr.søoverfl. mgP/m ² /måned	Fri/bundet P hele søen kg P/dag	Fri/bundet P pr.søoverfl. mg P/m ² /dag
1	143	45	4,60	1,45
2	127	40	4,54	1,43
3	-265	-84	-8,56	-2,70
4	-31	-10	-1,05	-0,33
5	10	3	0,33	0,10
6	68	22	2,28	0,72
7	26	8	0,85	0,27
8	150	47	4,85	1,53
9	-126	-40	-4,19	-1,32
10	91	29	2,93	0,92
11	31	10	1,03	0,33
12	-22	-7	-0,71	-0,22
max	150	47	5	2
sommermiddel	26	8	0,82	0,26
Fri/bund. sommer, kg	129			
årsmiddel	17	5	0,58	0,18
Ialt fri/bundet år, kg	202			

Bilag 9.1

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-1997.

SOMMERPERIODEN (1.5 - 30.9)		1973 2)	1974 2)	1977 4)	1978 4)	1979 2)	1987 1)	1988 1)	1989 3)	1990 3)	1991 3)	1992 3)	1993 3)	1994 3)	1995 3)	1996 3)	1997 3)
Sigtdybde, gns.	m	0,48	0,78	0,62	-	1,02	0,56	0,49	0,27	0,25	0,38	1,45	1,84	1,96	1,01	1,81	>2,44
Sigtdybde, 50% frakt.	m	0,47	0,75	0,6	-	0,92	0,56	0,46	0,25	0,25	0,3	1,45	1,87	2,2	1,00	1,76	2,68
Sigtdybde, maks.	m	0,86	1	1,1	-	3,3	0,9	0,9	0,45	0,35	0,9	2,75	3	2,95	2,10	2,50	>3,25
Sigtdybde, min.	m	0,3	0,7	0,3	-	0,31	0,4	0,25	0,21	0,15	0,2	0,3	0,6	0,9	0,42	1,25	1,10
Total-kvælstof, gns.	µg/l	-	2821	-	-	-	2580	-	2526	3205	3000	1933	1630	1273	1815	1220	1156
Total-kvælstof, 50% frakt.	µg/l	-	2637	-	-	-	2467	-	2534	3033	3007	1672	1578	1250	1721	1217	1161
Total-kvælstof, maks.	µg/l	-	3790	-	-	-	3420	-	3420	4411	4022	4232	2310	1670	2740	1400	1420
Total-kvælstof, min.	µg/l	-	2500	-	-	-	2097	-	1094	2420	2059	1290	903	900	1070	1035	903
Opl. uorg. kvælstof, gns.	µg/l	-	751	391	418	235	103	-	45	231	311	250	254	189	119	92	57
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt.	µg/l	-	741	144	337	176	32	-	28	36	85	187	190	137	56	107	47
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt.	µg/l	-	441	53	136	71	30	-	23	28	31	113	91	70	29	55	31
Opl. uorg. kvælstof, maks.	µg/l	-	1562	1581	1011	783	592	-	201	1667	1588	880	779	665	687	150	167
Opl. uorg. kvælstof, min.	µg/l	-	119	21	7	3	27	-	16	21	15	15	32	18	<15	19	<15
Total-fosfor, gns.	µg/l	-	114	-	-	-	519	-	231	275	199	130	138	98	140	67	61
Total-fosfor, 50% frakt.	µg/l	-	117	-	-	-	575	-	243	253	206	120	115	89	126	67	62
Total-fosfor, maks.	µg/l	-	150	-	-	-	782	-	294	394	323	230	361	302	319	91	93
Total-fosfor, min.	µg/l	-	79	-	-	-	194	-	142	196	129	58	62	36	51	52	38
Orto-fosfat, gns.	µg/l	-	33	13	10	40	334	-	24	29	35	24	24	25	35	16	18
Orto-fosfat, 50% frakt.	µg/l	-	32	10	7	41	380	-	21	22	17	17	22	21	21	17	11
Orto-fosfat, 25% frakt.	µg/l	-	8	8	5	<5	241	-	16	11	7	11	16	13	6	11	6
Orto-fosfat, maks.	µg/l	-	71	34	25	137	484	-	51	75	208	72	56	55	128	27	55
Orto-fosfat, min.	µg/l	-	5	<5	<5	<5	54	-	8	7	<5	<5	5	<5	5	8	<5
Part. fosfor, gns.	µg/l	-	82	-	-	-	185	-	207	246	164	106	114	73	105	51	44
Part. fosfor, 50%	µg/l	-	82	-	-	-	179	-	207	235	151	99	92	60	95	51	43
Part. fosfor, 25%	µg/l	-	70	-	-	-	125	-	180	198	137	81	61	48	59	48	35
Part. fosfor, maks.	µg/l	-	107	-	-	-	342	-	277	357	235	225	353	260	236	64	64
Part. fosfor, min.	µg/l	-	65	-	-	-	105	-	131	176	115	48	35	31	45	44	24
Part N/Part P, gns.	-	-	26	-	-	-	15	-	13	12	17	17	17	19	19	23	27
Part N/Part P, 50% frakt.	-	-	26	-	-	-	13	-	12	13	16	17	14	19	18	22	26
Part N/Part P, maks.	-	-	34	-	-	-	23	-	22	17	25	22	33	30	35	28	56
Part N/Part P, min.	-	-	19	-	-	-	10	-	4	4	9	9	6	5	11	18	19
Klorofyl-a, gns.	µg/l	-	42	-	-	108	107	108	129	147	155	74	52	23	71	15	12
Klorofyl-a, 50% frakt.	µg/l	-	41	-	-	32	114	113	117	132	167	39	26	19	31	15	8
Klorofyl-a, 75% frakt.	µg/l	-	46	-	-	150	137	160	156	143	200	56	48	32	113	17	20
Klorofyl-a, max.	µg/l	-	57	-	-	526	160	170	210	245	280	460	340	49	220	22	30
Klorofyl-a, min.	µg/l	-	29	-	-	25	37	18	81	27	28	4	4	3	9	10	3
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	µg/l	-	380	196	189	98	51	-	15	204	200	142	135	118	57	64	29
Ammonium-kvælstof, gns.	µg/l	-	373	195	230	137	51	-	30	27	111	108	119	71	61	28	28
pH, gns.	-	9,1	8,4	8,6	8,5	8,6	9,1	9,2	8,8	9,2	8,9	8,2	8,2	8,3	8,7	8,2	8,6
Ledningsevne, gns.	µS/cm	-	425	432	498	479	350	-	320	327	325	447	485	453	382	407	434
Total-alkalinitet, gns.	meq/l	-	2,44	-	-	1,9	-	-	2,18	1,87	1,97	2,98	2,75	2,69	2,44	2,5	2,0
Total-kuldioxid, gns.	mmol/l	-	-	-	-	-	2,38	-	2,1	1,76	1,89	3,01	2,77	2,7	2,38	2,6	2,0
Silikat-Si, gns.	mg Si/l	-	-	-	-	5,4	5,6	-	4,1	4,7	1,3	5,6	3,4	4,4	5,8	3,3	3,1
Tørstof (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	33	-	60	66	40	17	13	8	16	7,6	5,9
Gledetab (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	24	-	40	44	26	11	9	5	11	4,4	3,3
Primærprod., gns.	mg C/m2	-	791	-	-	-	1657	-	1527	1672	1674	-	-	-	-	-	-
Primærprod., 50% frakt.	mg C/m2	-	744	-	-	-	1329	-	1259	1587	1469	-	-	-	-	-	-
Primærprod., 75%	mg C/m2	-	992	-	-	-	2101	-	1751	1885	1848	-	-	-	-	-	-
Primærprod., max.	mg C/m2	-	1472	-	-	-	3334	-	3261	2524	3398	-	-	-	-	-	-
Primærprod., min.	mg C/m2	-	464	-	-	-	682	-	868	1042	839	-	-	-	-	-	-

Bemærkninger:

- 1) Station 108101
- 2) Station 108103
- 3) Station 108104
- 4) Station 108122 (Odense Universitet)

De angivne gennemsnits- og fraktilværdier er tidsvægtede. Maksimum og minimum er ikke nødvendigvis målte værdier, men kan i visse tilfælde være beregnet ved interpolation mellem en værdi indenfor den angivne periode og en højere/lavere værdi udenfor perioden.

Bilag 9.2

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-1997.

HELE ÅRET		1973/74 2), 5)	1977 4)	1978 4)	1979 2)	1987 1)	1989 3)	1990 3)	1991 3)	1992 3)	1993 3)	1994 3)	1995 3)	1996 3)	1997 3)
Sigtdybde, gns.	(m)	0,96	-	-	1,34	0,97	0,33	0,31	0,55	1,57	2,19	1,68	1,48	>2,13	>2,49
Sigtdybde, 50% frakt.	(m)	0,92	-	-	1,51	0,74	0,29	0,27	0,49	1,30	2,20	1,56	1,31	2,00	2,70
Sigtdybde, maks.	(m)	1,40	-	-	3,30	2,75	0,76	0,85	1,45	2,95	3,10	2,95	3,00	>3,20	>3,25
Sigtdybde, min.	(m)	0,40	-	-	0,31	0,40	0,20	0,15	0,20	0,30	0,60	0,56	0,42	0,80	1,10
Total-kvælstof, gns.	(µg N/l)	3778	-	-	-	2860	3178	4077	3264	2184	2152	1790	2031	1325	1322
Total-kvælstof, 50% frakt.	(µg N/l)	3363	-	-	-	2691	3180	3829	3077	2190	1889	1428	1851	1294	1200
Total-kvælstof, maks.	(µg N/l)	9300	-	-	-	3880	5510	6400	4625	4232	3495	3480	3190	1760	2070
Total-kvælstof, min.	(µg N/l)	2500	-	-	-	1545	1094	2420	2059	1290	903	900	1070	999	903
Opl. uorg. kvælstof, gns.	(µg N/l)	1635	1259	834	-	709	808	1616	1052	752	986	806	693	311	324
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt.	(µg N/l)	1465	989	940	-	237	481	1236	880	722	666	403	360	125	150
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt.	(µg N/l)	687	186	467	-	37	31	47	94	208	289	120	67	76	56
Opl. uorg. kvælstof, maks.	(µg N/l)	3640	3862	2158	3570	2111	3660	5186	2641	2097	2498	2500	2240	1201	1320
Opl. uorg. kvælstof, min.	(µg N/l)	119	21	7	3	27	16	21	15	15	32	18	<15	17	<15
Total-fosfor, gns.	(µg P/l)	97	-	-	-	449	232	225	153	97	102	82	111	58	65
Total-fosfor, 50% frakt.	(µg P/l)	90	-	-	-	530	236	212	141	81	83	76	82	58	65
Total-fosfor, maks.	(µg P/l)	160	-	-	-	782	316	394	323	230	361	302	319	91	95
Total-fosfor, min.	(µg P/l)	53	-	-	-	118	142	119	61	47	28	36	48	32	32
Orto-fosfat, gns.	(µg P/l)	48	42	23	-	305	42	32	21	19	28	23	35	<17	<25
Orto-fosfat, 50% frakt.	(µg P/l)	49	20	27	-	349	22	23	11	16	27	20	25	17	13
Orto-fosfat, 25% frakt.	(µg P/l)	39	9	7	-	150	14	12	7	11	20	9	8	9	5
Orto-fosfat, maks.	(µg P/l)	110	170	56	137	523	166	105	208	10	56	55	129	34	68
Orto-fosfat, min.	(µg P/l)	5	<5	<5	<5	13	8	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5
Part. fosfor, gns.	(µg P/l)	65	-	-	-	144	189	193	132	78	73	59	76	41	40
Part. fosfor, 50% frakt.	(µg P/l)	58	-	-	-	133	190	184	124	67	53	54	60	45	37
Part. fosfor, 25% frakt.	(µg P/l)	51	-	-	-	97	164	141	90	47	29	40	50	29	32
Part. fosfor, maks.	(µg P/l)	107	-	-	-	342	277	357	282	225	353	260	236	69	79
Part. fosfor, min.	(µg P/l)	45	-	-	-	39	70	49	53	32	20	25	40	18	12
Part. N/Part. P, gns.		38	-	-	-	20	14	14	18	21	24	20	20	28	30
Part. N/Part. P, 50% frakt.		38	-	-	-	15	13	13	18	21	23	19	19	26	27
Part. N/Part. P, maks.		110	-	-	-	56	33	39	27	33	45	35	35	54	63
Part. N/Part. P, min.		19	-	-	-	10	4	4	9	9	6	5	11	17	13
Klorofyl-a, gns.	(µg/l)	42	-	-	87	78	132	146	116	48	24	20	39	13	12
Klorofyl-a, 50% frakt.	(µg/l)	40	-	-	38	73	125	116	99	33	5	17	21	12	8
Klorofyl-a, 75% frakt.	(µg/l)	49	-	-	106	123	180	141	169	55	16	28	31	17	17
Klorofyl-a, max.	(µg/l)	92	-	-	526	220	280	1000	280	460	340	49	220	52	41
Klorofyl-a, min.	(µg/l)	24	-	-	17	5	20	27	28	4	1	3	3	1,2	2,7
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	(µg N/l)	990	896	532	437	287	303	975	805	583	838	721	592	196	263
Ammonium-kvælstof, gns.	(µg N/l)	645	363	302	327	423	505	640	247	169	148	85	101	115	61
pH, gns.		8,2	8,4	8,2	8,2	8,6	8,5	8,6	8,5	8,2	8,1	8,2	8,4	8,15	8,38
Ledningsevne, gns.	(µg)	400	444	507	524	370	352	346	353	442	479	448	391	443	437
Total-alkalinitet, gns.	(meq/l)	1,94	-	-	1,98	-	2,50	2,17	2,24	2,82	2,67	2,63	2,48	2,5	2,1
Total-kuldioxid, gns.	(mmol/l)	-	-	-	-	2,63	2,48	2,14	2,22	2,85	2,70	2,64	2,47	2,6	2,1
Silikat-Si, gns.	(mg Si/l)	-	-	-	6,1	6,5	4,4	4,35	1,1	4,05	3,50	3,37	5,67	4,1	1,9
Tørstof (part.), gns.	(mg/l)	-	-	-	-	22	51	52	30	13	8	9	11	6,1	4,9
Glødetab (part.), gns.	(mg/l)	-	-	-	-	15	31	33	19	8	5	5	7	3,5	2,6
Årsprimærprod., gns.	(mg C/m ² år)	169	-	-	-	369	319	376	328	-	-	-	-	-	-

Bemærkninger:

- 1) Station 108101
- 2) Station 108103
- 3) Station 108104
- 4) Station 108122 (Odense Universitet)

De angivne gennemsnits- og fraktilværdier er tidsvægtede. Maksimum og minimum er ikke nødvendigvis målte værdier, men kan i visse tilfælde være beregnet ved interpolation mellem en værdi indenfor den angivne periode og en højere/lavere værdi udenfor perioden.

Bilag 9.3

Øversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-1997.

VINTERPERIODEN (31.12-31.3)		1973/74	1986/87	1988	1989	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97
		2)	1)	1), 5)	3), 5)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
Total-kvælstof, gns.	(µg N/l)	6041	2921	-	3303	5347	4095	2638	3236	2822	2633	1465	1838
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	(µg N/l)	2546	827	-	767	1857	1821	842	1903	1878	1339	352	884
Ammonium-kvælstof, gns.	(µg N/l)	990	326	-	94	2095	381	380	222	87	205	172	205
Total-fosfor, gns.	µg/l	88	231	-	204	205	116	78	83	59	94	65	51
Orto-fosfat, gns.	µg/l	41	158	-	16	83	12	17	28	26	37	29	18
pH, gns.		7,9	8,3	8	8,2	8,1	8,1	8,2	8,1	8,2	8,2	7,82	8,19
Ledningsevne, gns.	(µS/cm)	412	596	-	410	354	391	390	493	444	417	526	479
Total-alkalinitet, gns.	(meq/l)	2,1	-	-	2,95	2,64	2,48	2,61	2,58	2,54	2,59	2,7	2,6
Total-kuldioxid, gns.	(mmol/l)	-	2,9	-	2,98	2,67	2,51	2,63	2,62	2,56	2,60	2,8	2,6
Silikat, gns.	(mg Si/l)	-	7,9	-	3,4	6,7	0,23	2,7	2,6	4,7	3,0	8,2	2,6
Tørstof (part.), gns.	(mg/l)	-	14,9	-	48	25	30	12	5,5	6,9	7,2	3,3	4,1
Glødetab (part.), gns.	(mg/l)	-	8,2	-	26	16	16	8	2,5	2,9	3,8	2,0	2,1

Bemærkninger:

- 1) Station 108101
- 2) Station 108103
- 3) Station 108104
- 4) Station 108122 (Odense Universitet)

De angivne gennemsnits- og fraktilværdier er tidsvægtede. Maksimum og minimum er ikke nødvendigvis målte værdier, men kan i visse tilfælde være beregnet ved interpolation mellem en værdi indenfor den angivne periode og en højere/lavere værdi udenfor perioden.

Bilag 10.1

Oversigt over biologiske parametre i Arreskov Sø, 1987-1997.

PLANTE- OG DYREPLANKTON

SOMMERGENNEMSIT (1.5 - 30.9)																				
Planteplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%
Blågrønalger	36,58	89	29,55	77	24,76	76	14,18	51	12,67	77	20,05	92	2,81	37	4,01	71	0,97	68	0,66	41
Rekylalger	0,13	0	0,03	0	0,11	0	0,20	1	0,10	1	0,08	0	0,08	1	0,10	2	0,21	15	0,36	23
Kiselalger	1,59	4	6,07	16	2,98	9	-3,76	14	2,03	12	1,61	7	4,17	54	0,84	15	0,07	5	0,40	25
Gulalger		0		0		0		0		0		0	0,00	0	0,24	4	0,00	0	0,01	1
Stilkalger		0		0	0,02	0		0		0		0		0	0,00	0		0	0,05	3
Gulgrønalger		0		0		0		0		0		0	0,46	6	0,16	3		0	0,00	0
Øjealger		0		0		0	0,01	0	0,00	0	0,01	0		0	0,00	0		0	0,00	0
Grønalger	2,7	7	2,67	7	3,98	12	8,62	31	1,27	8	0,03	0	0,05	1	0,18	3	0,15	11	0,05	3
Ubestemte arter		0		0	0,83	3	0,84	3	0,37	2	0,08	0	0,10	1	0,11	2	0,04	2	0,05	3
Total biomasse	41	100	38,32	100	32,68	100	27,61	100	16,44	100	21,85	100	7,67	100	5,64	100	1,44	100	1,58	100
Min. biomasse	18,6		20,23		10,08		2,54		0,23		0,35		0,17		1,28		0,26		0,24	
Max. biomasse	84,4		63,90		63,30		61,08		121,26		155,39		39,28		14,35		2,9		6,0	
Dyreplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%
Copepoder	3,43	31	3,22	28	1,00	15	2,28	16	1,00	7	0,73	14	0,97	34	1,17	17	1,33	22	0,86	20
Cladocerer	7,11	63	7,18	63	3,84	57	10,74	78	12,60	91	4,43	85	1,74	61	5,39	78	4,38	74	2,51	57
Rotatorier	0,68	6	0,65	6	1,69	25	0,44	3	0,16	1	0,04	1	0,12	4	0,26	4	0,13	2	0,95	22
Ciliater			0,36	3	0,18	3	0,37	3	0,08	1	0,04	1	0,03	1	0,05	1	0,07	1	0,06	1
Total biomasse	11,22	100	11,41	100	6,72	100	13,82	100	13,84	100	5,24	100	2,85	100	6,87	100	5,92	100	4,38	100
Min. biomasse	2,33		1,94		2,57		2,12		0,33		2,58		0,86		3,77		2,20		1,11	
Max. biomasse	36,6		42,8		13,9		38,8		57,6		8,84		6,18		12,45		12,3		14,9	

GENNEMSIT FOR DEN PRODUKTIVE PERIODE (1.3 - 31.10)																				
Planteplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%
Blågrønalger			19,85	57	20,24	71	11,21	48	7,35	69	12,51	91	1,79	25	2,57	57	0,69	47	0,47	32
Rekylalger			0,12	0	0,19	1	0,18	1	0,12	1	0,07	1	0,25	4	0,23	5	0,23	16	0,35	24
Kiselalger			11,63	34	3,73	13	4,48	19	1,39	13	1,02	7	4,53	63	0,87	19	0,31	21	0,49	33
Gulalger				0		0		0		0	0,01	0	0,12	2	0,17	4	0,00	0	0,01	1
Stilkalger				0	0,01	0		0	0,42	4		0		0	0,00	0		0	0,03	2
Gulgrønalger				0		0		0		0		0	0,28	4	0,10	2		0	0,00	0
Øjealger				0		0	0,01	0	0,01	0	0,01	0		0	0,00	0		0	0,00	0
Grønalger			2,79	8	3,33	12	6,44	28	0,91	9	0,02	0	0,09	1	0,25	6	0,11	7	0,03	2
Ubestemte arter			0,24	1	0,86	3	0,80	3	0,43	4	0,10	1	0,14	2	0,31	7	0,14	9	0,10	7
Total biomasse			34,64	100	28,36	100	23,11	100	10,63	100	13,74	100	7,20	100	4,50	100	1,47	100	1,49	100
Min. biomasse			9,42		10,08		2,54		0,23		0,11		0,17		1,28		0,26		0,24	
Max. biomasse			63,9		63,30		61,08		121,26		155,39		39,28		14,35		2,90		5,95	
Dyreplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%
Copepoder			4,3	36	1,4	14	2,2	17	1,22	10	0,68	15	1,27	41	1,24	19	1,35	26	0,93	23
Cladocerer			7,0	57	6,1	64	10,4	78	10,89	89	3,63	83	1,57	51	5,21	78	3,62	70	2,32	59
Rotatorier			0,6	5	2,0	21	0,4	3	0,11	1	0,03	1	0,18	6	0,19	3	0,14	3	0,63	16
Ciliater			0,3	2	0,1	1	0,3	2	0,08	1	0,04	1	0,08	3	0,05	1	0,10	2	0,07	2
Total biomasse			12,1	100	9,6	100	13,3	100	12,3	100	4,4	100	3,1	100	6,7	100	5,20	100	3,96	100
Min. biomasse			1,9		2,6		1,8		0,33		0,87		0,86		2,53		1,93		0,91	
Max. biomasse			42,8		28,5		44,5		57,6		8,8		6,4		12,5		12,30		14,90	

Bilag 10.2

Oversigt over biologiske parametre i Arreskov Sø, 1987-1997.

Cladocerindeks, %	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Sommerrmiddel	91	47	14	30	72	98	60	85	96	51	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Produktive periode (1. marts-31. okt.)		37	14	25	80	96	61	85	97	53	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Middellængde af cladocerer, µm	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Sommerrmiddel		392	352	501	1042	1079	850	909	1091	808	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Produktive periode (1. marts-31. okt.)		423	384	476	984	1107	648	918	1138	816	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Græsning i sommerperioden	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Total algebiomasse, µgC/l	4511	4215	3594	3038	1808	2404	844	622	158	174	Tidsvægtet
Alger < 50µ, µgC/l		925	2846	2105	222	26	95	95	50	85	Tidsvægtet
Pot. græsning, µgC/l*dag	509	680	414	834	712	266	140	340	299	199	Tidsvægtet
Græsningstryk, total, %	11	16	12	27	39	11	17	55	189	114	Middel efter /2/
Græsningstryk, <50µ, %		73	15	40	320	1040	147	358	603	235	Middel efter /2/
Græsningstryk, total, %		12	11	32	98	30	46	71	192	169	Tidsvægtet median
Græsningstryk, <50µ, %		89	14	44	479	1258	1296	999	660	276	Tidsvægtet median
Fisk	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Garnfangster											
CPUE, antal, <10cm	16				254		279	461	126	118	
CPUE, antal, >10cm	46				9		20	24	42	9	
Småfisk i %	26				97		93	95	75	93	
CPUE, vægt, <10cm (g)	64				757		1092	1784	528	634	
CPUE, vægt, >10cm (g)	5205				3087		3632	2883	3743	3048	
Småfisk i %	1				20		23	38	12	17	
Fiskeindex	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Antal skidtfisk (>10cm)/ Antal skidtfisk + aborre (>10cm)	0,86				0,61		0,54	0,30	0,18	0,41	Efter /1/
Fredfisk/ Fredfisk+rovfisk (antal)	0,86				0,96		0,93	0,88	0,80	0,94	Efter /2/
Fredfisk/ Fredfisk+rovfisk (vægt)	0,82				0,97		0,64	0,60	0,40	0,48	Efter /2/
Dybdegrænse for vegetation	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Dybdegrænse i meter		0,6			1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,9	
Relativ dækningsgrad	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
Relativ dækningsgrad i %						0,8	0,6	5	12	61	
Relativt plantefyldt volumen	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Bemærkninger/referencer
RPV i %						0,02	0,02	0,41	3,6	15	

Referencer:

/1/ Jeppesen, E., M. Søndergaard og H. Rossen: Restaurering af søer ved indgreb i fiskebestanden. - Danmarks Miljøundersøgelser 1989.

/2/ Kristensen, P., J. P. Jensen, E. Jeppesen og M. Erlandsen: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990 - Ferske vandområder - Søer. - Danmarks Miljøundersøgelser 1991.

Bilag 11

Resultater fra områdeundersøgelse i Arreskov Sø, 30. juli - 8. august 1997

Dækningsgrad

Delområde	Normaliseret dybdeinterval												Plantedæk. areal i delområde	Areal af delområde	Dækn.grad
	0,00-0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,00	1,00-1,25	1,25-1,50	1,50-1,75	1,75-2,0	2,00-2,25	2,25-2,50	2,50-2,75	2,75-3,00			
	Plantedækket areal i delområde, 1000 m ²												1000 m ²	%	
1	0,57	0,69	0,59	1,87	9,95	11,13	10,14	0	0	0	0	0	35	36	97
2	0	0	2,51	24,40	25,21	17,79	12,90	0	0	0	0	0	83	86	96
3	0	0,00	1,21	38,00	41,02	32,89	47,00	0	0	0	0	0	160	180	89
4	0	4,68	6,18	7,82	16,74	13,10	29,84	0	0	0	0	0	78	89	88
5	1,89	5,10	8,71	5,29	8,27	9,06	40,44	54,16	9,60	0,76	0,05	0	143	170	84
6	2,18	2,49	4,83	2,23	2,52	2,62	7,06	11,65	29,33	23,61	4,48	0,03	93	143	65
7+8	0	0	0	0	5,35	6,04	4,14	2,32	5,62	5,91	9,95	2,77	42	239	18
9	0	0	0	0,53	0,33	0,07	0,81	0,48	45,72	61,72	13,21	0	123	291	42
10	1,49	1,39	0,88	0,97	0,95	0,90	8,90	25,10	22,19	0,79	0	0	64	142	45
11abc	0,27	0,27	0,84	3,78	17,75	35,90	24,72	34,48	13,00	4,43	0,12	0	136	197	69
11d	0,01	0	0,00	0,51	4,27	6,41	3,85	2,61	0,63	0	0	0	18	32	56
12	0	0	5,34	27,36	9,20	7,09	0,93	0,82	0,04	0	0	0	51	96	53
13	0,11	0,60	2,71	4,18	9,65	15,72	15,98	43,38	38,18	1,68	0	0	132	207	64
14	0	0	0,89	13,70	26,77	31,02	11,43	72,04	70,61	0	0	0	226	256	89
15	0	0	0	0,84	1,49	3,22	15,89	30,90	68,17	18,48	6,11	0	145	429	34
16	0	0	0	4,95	7,09	7,77	13,69	64,19	89,75	54,40	2,34	0	244	377	65
17	0,08	0,38	0,37	1,16	1,30	1,82	0,95	0,56	0,32	0,06	0	0	7	12	58
18	0,11	0,95	1,16	1,36	2,17	6,70	17,49	83,90	0	0	0	0	114	145	79
Totalt plante- dækket areal	6,7	16,6	36,2	139,0	190,0	209,2	266,2	426,6	393,2	171,8	36,3	2,8	1895		
Totalt bundareal	15,0	26,6	58,6	188,7	212,2	227,2	328,2	545,5	617,6	486,9	220,4	152,5		3126	
Gns. total dæk- ningsgrad, %	45	62	62	74	90	92	81	78	64	35	16	2			61

Totalt plantedækket areal, 1000 m ² :	1895
Søens overfladeareal (excl. rørskov), 1000	3126
Total gns. dækningsgrad, %:	61

Totalt areal af delområder med vegetation, 1000m ²	2992
% af søens areal med bevoksning	96

Artsliste:

ID-kode	Art	Dansk navn
	<i>Zannichellia pedunculata</i> *)	Stilket Vandkrans
POTA PECB4	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Børstebladet Vandaks
POTA PUBB4	<i>Potamogeton pusillus</i>	Spinkel Vandaks
POTA CRIB4	<i>Potamogeton crispus</i>	Kruset Vandaks
POTA FILB4	<i>Potamogeton filiformis</i>	Trådvandaks
CH GL; GL P4	<i>Chara globularis</i> v. <i>globularis</i>	Skør Kransnål
CHAR VULP4	<i>Chara vulgaris</i>	Stor Kransnål
CHAR ASPP4	<i>Chara aspera</i>	
CHARA ZP4	<i>Chara</i> sp.	Art af Kransnål
CERA DEMB4	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Tornfrøet Hornblad
ENTEROMZP4	<i>Enteromorpha</i> sp.	Art af Rørhinde
CLADOPHZP4	<i>Cladophora</i> sp.	Art af Vandhår
SPIROGYZP4	<i>Spirogyra</i> sp.	Art af slimtråd

*) Bestemt efter Moeslund m.fl.: Danske vandplanter, Miljøstyrelsen & Danmarks Miljøundersøgelser, 1990.

Bilag 12

Resultater fra områdeundersøgelse i Arreskov Sø, 30. juli - 8. august 1997

Plantefyldt volumen

Plantefyldt volumen	Normaliseret dybdeinterval												Plantefyldt volumen i delområde	Vand- volumen i delområde	Relativt plantefyldt volumen
	0,00-0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,00	1,00-1,25	1,25-1,50	1,50-1,75	1,75-2,0	2,0-2,25	2,25-2,50	2,50-2,75	2,75-3,00			
	Delområde	Plantefyldt volumen i delområders dybdeintervaller, 1000 m ³												1000 m ³	%
1	0,0735	0,1585	0,2541	0,7484	4,4758	2,2256	4,3615	0	0	0	0	0	12,30	46,5	26
2	0	0	0,8276	8,2962	8,5714	5,8708	4,7732	0	0	0	0	0	28,34	100,0	28
3	0	0,0001	0,1579	11,0191	16,8200	15,7878	25,8478	0	0	0	0	0	69,63	221,7	31
4	0	0,4678	0,9884	2,3465	5,6919	5,7628	17,3063	0	0	0	0	0	32,56	103,6	31
5	0	0,5611	1,2191	1,4275	3,3915	4,4393	29,5221	33,0352	6,8126	0,9096	0,0593	0	81,38	259,6	31
6	0,1962	0,3237	1,1592	0,5805	1,5396	1,8085	4,3758	5,9419	16,4239	17,2371	2,4216	0,0152	52,02	294,3	18
7+8	0	0	0	0	0,8021	1,3881	0,5387	0,4183	1,5727	1,4181	2,6875	1,1070	9,93	579,9	2
9	0	0	0	0,0370	0,0536	0,0036	0,1047	0,0475	12,8023	26,5405	4,2278	0	43,82	665,4	7
10	0,1785	0,3478	0,2976	0,2630	0,1898	0,1614	1,1574	10,7947	16,8644	0,7154	0	0	30,97	262,3	12
11abc	0,0275	0,0412	0,2101	0,9077	7,6340	13,2844	12,6079	18,2748	9,2292	3,8972	0,0291	0	66,14	336,3	20
11d	0,0005	0	0,0004	0,0615	0,9398	1,7297	0,7704	0,5996	0,1263	0	0	0	4,23	43,6	10
12	0	0	1,8172	7,3865	1,8398	1,2765	0,1208	0,3534	0,0307	0	0	0	12,82	103,0	12
13	0,0170	0,0781	0,8120	1,7963	3,9568	5,6586	4,7928	8,2424	20,2352	0,2523	0	0	45,84	388,1	12
14	0	0	0,3545	3,6988	6,6934	8,6856	3,0858	26,6532	57,1953	0	0	0	106,37	444,7	24
15	0	0	0	0,2600	0,4025	0,9004	4,1306	8,6510	39,5395	9,9817	8,7353	0	72,60	1017,2	7
16	0	0	0	1,8816	2,6943	4,0415	4,6540	28,2443	86,1620	36,9951	1,2403	0	165,91	815,6	20
17	0,0167	0,0921	0,0631	0,3019	0,4567	0,7084	0,1527	0,1011	0,0420	0,0170	0	0	1,95	15,5	13
18	0,0087	0,1047	0,2773	0,5036	0,9966	3,1473	8,7475	36,9160	0	0	0	0	50,70	254,7	20
Totalt plante- fyldt volumen, 1000 m ³	0,5	2,2	8,4	41,5	67,1	76,9	127,1	178,3	267,0	98,0	19,4	1,1	887,52		
Vandvolumen, 1000 m ³	1,9	9,9	36,3	163,5	236,4	309,3	528,1	1012,7	1299,4	1145,0	553,9	434,1		5952	
Relativt plante- fyldt volumen, %	28	22	23	25	28	25	24	18	21	9	4	0,3			15

Totalt plantefyldt volumen i sø, 1000 m ³ :	887,5
Søvolumen (ekskl. rørskov), 1000 m ³ :	5866
Relativt plantefyldt volumen, %:	15

Bilag 13

ARRESKOV SØ: Plantearternes forekomst i delområderne, 1997

Plantegruppe/art	Delområde nummer																		Dybdegrænse, m	
	1	2	3	4	5	6	7+8	9	10	11abc	11d	12	13	14	15	16	17	18	Min.	Max.
Trådalger																				
Art af Rørhinde (<i>Enteromorpha</i> sp.)											x			x					0,0	0
Art af Slimtråd (<i>Spirogyra</i> sp.)																	x		0,0	0
Art af Vandhår (<i>Cladophora</i> sp.)			x		x	x			x									x	0,5	0,5
Grøn trådalge sp.					x														0,5	0,5
Rankegrøde																				
Stilket Vandkrans	o	o	o	o	o	o			o	x	x	x	x	o	o	o	o	x	1,0	2,5
Børstebladet Vandaks	xx	x	x!	xx!	x	xx	x!		xx	x!		x!	x	xx!	x!			x	0,6	2,6
Spinkel Vandaks	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx!	xx!	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx!	xxx	1,8	2,8
Kruset Vandaks	xx!	x	x	x!	x!	x	x!	xx!	xx	xx	xx	x	xx	xx!	xx	xx!	x!	x!	1,8	2,8
Trådvandaks													x!						0,5	0,5
Art(er) af Kransnål (<i>Chara</i> sp.)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x!	xx!	xxx	xxx	xx!	xx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	1,3	2,3
Skør Kransnål (<i>Chara globularis</i>)	xx	xx																	1,8	2,3
Stor Kransnål (<i>Chara vulgaris</i>)	xx	xx								xxx									1,8	2,3
<i>Chara aspera</i>													x						0,0	0,0
Tornfrøet Hornblad	xx	xx!	x	xx	xxx!	xx!	xx!	xx!	xxx!	xxx	xx!	xxx	xxx!	xxx	xx	xxx!	xx!	xx!	1,8	2,9
Flydebladsplanter																				
Liden andemad													x						0,5	2,1
Kors-andemad													x	x					1,75	2,9

For rankegrøden gælder flg. "pointsystem":

x: Arten er til stede

xx: Arten er almindelig

xxx: Arten er dominerende

! : Arten er ikke tidligere registreret i delområdet

o: Arten er ikke til stede, men er tidligere registreret i delområdet

Bilag 14

Bundfauna i Arreskov Sø,
1989-1997
Individantal pr. m²

			10-04-89				24-04-90				11-04-91				20-05-92				29-04-93				
			S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	
		Vanddybde, m	1,9	1,5	2,8	2,1	1,9	1,6	3	2,2	1,9	1,5	2,8	2,1	1,9	1,5	2,8	2,1	-	1,7	3	2,4	
		TS %																	7	9	7	8	
		GT af TS %																	35	29	34	33	
		Antal arter	5	7	5	11	5	6	4	9	6	8	6	11	7	5	5	7	9	10	9	14	
gruppe	Slægtsnavn	Artsnavn																					
Børsteorm	Naididae	(blank)							48	16													
	Oligochaet indet.												95	32									
	Potamotrix	hammoniensis																					
	Tubificidae	(blank)	857	524		460		95	286	127	476	1000	238	571	2095	1381	857	1444	10381	10667	9286	10111	
	Uncinai	uncinata			476	159									48			16					
Børsteorm Sum			857	524	476	619		95	333	143	476	1000	333	603	2143	1381	857	1460	10381	10667	9286	10111	
Dansemyg	Ablabesmyia	monilis																					
	Chironomus	plumosus gr. plumosus gr. puppe semireductus gr. semireductus gr. puppe	190	238	143	190	48	48	143	79	238	95	95	143	143 48 48	619	333 48	365 32 16	619	524 95	1524	889 32	
	Cladopelma	sp.																			48	16	
	Cladotanytarsus	mancus gr.					48			16									1619	11857	476	4651	
	Corynoneura	sp.																					
	Cricotopus	intersectus gr. sylvestris gr.	95			32		48		16		95		32 16									
	Cryptochironomus	sp.																		143	143	95	
	Dicrotendipes	modestus																					
	Einfeldia	insolita gr. sp.									286	714		333	190	2571	667	1143	6667	14905	10619	10730	
	Endochironomus	albipennis																					
	Glyptotendipes	sp. gr. A					48			16													
	Microchironomus	tener					48	95		48	905	1238	95	746	48	1238	143	476	48			16	
	Parachironomus	arcuatus gr.																					
	Pogonocladius	consobrinus																					
	Polypedilum	nubeculosum gr. sordens gr.			48	16									48			16	95	48	95	79	
	Procladius	sp. sp. puppe	476	143	48	222	48	143	48	79	1667	1714	1381	1587	905	1095	571	857	3333	5429	2571	3778	
	Psectrocladius	limbatellus gr./sordidellus gr.																		48		16	
	Tanytarsus	sp. sp. puppe																	143	238		127	
	Dansemyg Sum			762	381	238	460	238	333	190	254	3143	3857	1571	2857	1429	5524	1762	2905	12524	33286	15476	20429
	Dognfluer	Caenis	horaria luctuosa robusta																	48			16
																				48			16
Dognfluer Sum				48		16					48		16										
Glasmyg	Chaoborus	sp.												16									
Glasmyg Sum				48		16							16										
Hårorme	Mermithidae																						
Hårorme Sum																							
Iglar	Erpobdella	sp.																					
	Glossiphonia	heteroclitia									48		16										
	Piscicola	geometra																		48	16		
Iglar Sum											48		16							48	16		
Krebsdyr	Asellus	aquaticus																					
	Ostracoda																						
Krebsdyr Sum																							
Mitter	Helicinae			48		16																	
Mitter Sum				48		16																	
Muslinger	Pisidium	sp.																					
Muslinger Sum																							
Polypdyr	Hydra	sp.																					
Polypdyr Sum																							
Rundorm	Nematoda				48	16																	
	Nematomorpha		48			16																	
Rundorm Sum			48		48	32																	
Snegle	Anisus	vortex																					
	Bithynia	tentaculata																					
	Hydrobiidae																						
	Lymnaea	peregra																					
	Potamopyrgus	antipodarum jenkinsii sp.																					
	Valvata	macrostoma piscinalis		48 95		16 32		48		16													
	sp.																						
Snegle Sum				143		48		48	16				48	16									
Vandmider	Hydracarina												48	16									
Vandmider Sum													48	16									
Vårfluer	Molanna	angustata																					
	Mystacides	sp.																					
Vårfluer Sum																							
Grand Total			1667	1143	762	1190	238	476	524	413	3619	4952	1952	3508	3571	6905	2619	4365	22952	43952	24810	30571	

Bilag 14

Bundfauna i Arreskov Sø,
1989-1997
Individantal pr. m²

			18-04-94				03-05-95				13-05-96				01-04-97						
			S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.	S 1,5	V 1,5	Ø 3	Gns.			
		Vanddybde, m	-	1.5	3	2.3	1.6	1.7	3.1	2.1	1.7	1.7	3.1	2.2	2.0	1.9	3.0	2.3			
		TS %	7	8	6	7	6	8	6	7	6	8	5	6	64	10	8	27			
		GT af TS %	34	32	36	34	28	27	32	29	32	32	37	34	2	33	36	24			
		Antal arter	13	11	10	15	10	12	8	16	8	11	7	13	21	19	13	31			
gruppe	Slægtsnavn	Artsnavn																			
Børsteorm	Naididae	(blank)																			
	Oligochaet indet.																				
	Potamotrix	hammoniensis																			
	Tubificidae	(blank)	13238	16762	37143	22381	714	143	476	444	190	48	762	333	238	1000	1810	1016			
	Uncinaias	uncinata																			
Børsteorm Sum			13238	16762	37143	22381	714	143	476	444	190	48	762	333	286	1048	1810	1048			
Dansemyg	Ablabesmyia	monilis																			
	Chironomus	plumosus gr.	95	95	429	206													381		127
		plumosus gr. puppe	429	1143	1048	873	381	286	222	95	143	571	270	48	810	476	429				
		semireductus gr.																			
		semireductus gr. puppe																			
	Cladopelma	sp.																			
	Cladotanytarsus	mancus gr.	95	95	48	79	190	143	381	238							476	159			
	Corynoneura	sp.																			
			95																		
	Cricotopus	intersectus gr.	95			143	79														
		sylvestris gr.																			
	Cryptochironomus	sp.	48	95	95	79			143	95	79							381	95	159	
	Dicrotendipes	modestus					48	16											2000	143	714
	Einfeldia	insolita gr.	1857	524	1905	1429															
		sp.																			
	Endochironomus	albipennis																			
	Glyptotendipes	sp. gr. A									95	48	48					48	16		
	Microchironomus	tener	95			48	48														
	Parachironomus	arcuatus gr.																			
	Pogonocladius	consobrinus																			
Polypedilum	nubeculosum gr.	143			143	95	48							16	95	333	143				
	sordens gr.																				
Procladius	sp.	6000	2667	5381	4683	4762	5143	5571	5159	4286	7429	8143	6619	2857	5048	3810	3905				
	sp. puppe																				
Psectrocladius	limbatellus gr./sordidellu																				
Tanytarsus	sp.	143	48			63	286	524	143	317	333	48	48	143	95	619	95	270			
	sp. puppe																				
Dansemyg Sum			9000	4714	9238	7651	5286	6333	6524	6048	4905	7714	8857	7159	6476	9714	4714	6968			
Døgnfluer	Caenis	horaria																			
		luctuosa																			
		robusta																			
Døgnfluer Sum																					
Glasmøg	Chaoborus	sp.																			
Glasmøg Sum																					
Hårorme	Mermithidae																				
Hårorme Sum																					
Igler	Erpobdella	sp.	48			16															
	Glossiphonia	heteroclita																			
	Piscicola	geometra																			
Igler Sum			48			16												95	32		
Krebsdyr	Asellus	aquaticus																			
	Ostracoda																				
Krebsdyr Sum																					
Mitter	Heleinae																				
Mitter Sum																					
Muslinger	Pisidium	sp.	48	95			48	143	619	333	365	1190	905	1095	1063	714	1048	4000	1921		
Muslinger Sum			48	95			48	143	619	333	365	1190	905	1095	1063	714	1048	4000	1921		
Polypdyr	Hydra	sp.																			
Polypdyr Sum																					
Rundorm	Nematoda																				
	Nematomorpha																				
Rundorm Sum																					
Snegle	Anisus	vortex																			
	Bithynia	tentaculata																			
	Hydrobiidae																				
	Lymnaea	peregra																			
	Potamopyrgus	antipodarum																			
		jenkinsii	48			16											48	16			
		sp.																			
	Valvata	macrostoma																			
	piscinalis																				
	sp.									905	429	190	508	762	1000	95	619	476	381	286	381
Snegle Sum			48			16	1000	571	190	587	810	1048	95	651	667	381	286	444			
Vandmider	Hydracarina																				
Vandmider Sum																					
Vårfluer	Molanna	angustata																			
	Mystacides	sp.																			
Vårfluer Sum																					
Grand Total			22333	21619	46381	30111	7238	7762	7524	7508	7190	9952	10810	9317	13667	12810	10905	12460			

Bilag 15

Oversigt over morfometriske grunddata

Arreskov Sø, opmålt 1989 af Thorkild Høy

Dybde m	Kumuleret dybde %	Areal m2	Kumuleret areal m2	Kumuleret areal %	Volumen m3	Kumuleret volumen m3	Kumuleret volumen %
0	0	349016	3174308	100	2999800	5879599	100
1	27	442024	2825292	89	1302140	2879799	49
1,5	41	876715	2383268	75	972455	1577659	27
2	54	1096412	1506553	48	479173	605204	10
2,5	68	364412	410141	13	113967	126030	2
3	81	43926	45729	1	11883	12063	0
3,5	95	1802	1802	0	180	180	0
3,7	100	0	0	0	0	0	0

Kystlinielængde: 8,50 km

	Areal, ha	Volumen, m3
Geografisk areal incl. øer	317,9	
Areal af øer, ha	0,4	
Sø incl. del af rørskov	317,4	5879599
Rørskov "indenfor vandflade", ha	4,8	14000
% af søareal	1,5%	
Sø excl. rørskov	312,6	5865599
Total rørskov	13,0	
% af søareal incl. total rørskov	4,0%	
Sø incl. total rørskov	325,6	

Bilag 16

Oversigt over undersøgelser i Arreskov Sø

Oversigten omfatter undersøgelser og data fra Arreskov Sø samt publikationer, der indeholder data fra søen.

Andersen, F. Ø., upubl.: Data fra undersøgelser foretaget i Arreskov Sø i perioden 1977-79 af medarbejdere og studerende ved Odense Universitet.

Andersen, F. Ø., 1978: Oxygenoptagelsen i et rørsumpsediment i en lavvandet, eutrof dansk sø. - I: 6th. nordic symposium on sediments. Interaction between sediment and water. Hurdal, Norge 1978.

Andersen, F. Ø. og E. Lastein, 1979: Måling og beregning af sedimentation i en lavvandet sø. - I Enell, M. og G. Gahnström (eds.): 7th Nordic Symposium on Sediments. Presentation of Methods and Analytical Results. - Limnologiska Institutionen, Lunds Universitet, 1979, s. 95-110.

Andersen, F. Ø., 1981: Oxygen and nitrate respiration in a reed swamp sediment from a eutrophic lake. - Holarct. Ecol. 4: 66-72.

Andersen, F. Ø. and E. Lastein, 1981: Sedimentation and resuspension in shallow, eutrophic lake Arreskov, Denmark. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 21: 425-430.

Birnø, K. E., 1967: Brev fra Danmarks Fiskeri- og havundersøgelses Forureningslaboratorium til Fiskeriforeningen for Arreskov Sø.

Dahl, J., 1963: Beretning vedrørende den fiskeribiologiske undersøgelse af Arreskov Sø, 5. - 10. juni 1961. - Danmarks Fiskeri- og havundersøgelser, Charlottenlund 1963.

Danmarks Naturfredningsforening, 1989: Endeligt forslag til fredning af Arreskov Sø med omgivelser.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993: Fiskebestanden i Arreskov Sø, august 1992. - Rapport fra til Fyns Amt. 67 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1994: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling og ålefiskeriets muligheder i Arreskov Sø. - Notat til Fyns Amt og Arreskov Sø's lodsejerforening. 15 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1995: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1995. - Notat til Fyns Amt. 21 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1997: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1996. - Notat til Fyns Amt. 20 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram: Fiskebestanden i Arreskov Sø, 1987-1997. - Rapport til Fyns Amt, 66 s. + bilag.

Fjordingstad, E., 1964: Rapport over planktonundersøgelser i Arreskov Sø den 5/7 1964. - Rapport til Stadsingeniøren i Odense, 7 s.

Foged, N., 1954: On the Diatom Flora of some Funen Lakes. - Folia Limnologica Scandinavica nr. 6. 73 s. + bilag

Frederiksen, K. og A. D. Appe, 1978: Arts- og frekvensanalyse ved fire typesøer. - Projektrapport fra Odense Universitet, 72 s.

Fredningsnævnet for Fyns Amts sydlige Fredningskreds, 1993: Fredningsnævnets afgørelse af 22. juni 1993 om fredning af Arreskov Sø med omgivelser, samt fredningsnævnets erstatningsafgørelse af samme dato. 41 s. + kortbilag.

Fyns Amtskommune og Vandkvalitetsinstituttet, 1974: Miljøbeskyttelse. Forundersøgelse af søer, moser og nor i Fyns Amt. - Rapport. 39 s. + bilag.

Fyns Amt, 1990: Vandmiljøovervågning: De ferske vandområder. Arreskov Sø, 1989. - Rapport, 59 s.

Fyns Amt, 1991: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1990. - Rapport, 90 s.

Fyns Amt, 1992a: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1991. - Rapport, 111 s.

Fyns Amt, 1992b: Overvågning af fuglelokaliteter i Fyns Amt - 1989. - Rapport, 143 s.

Fyns Amt, 1993: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1992. - Rapport, 99 s.

Fyns Amt, 1994: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1993. - Rapport, 111 s.

Fyns Amt, 1994: Vandmiljøovervågning: Eksempler på effekt af spildevandsrensning: Vindinge Å, Arreskov Sø, Odense Fjord. - Notat, 34 s.

Fyns Amt, 1995a: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1994. - Rapport, 123 s.

Fyns Amt, 1995b: Vegetationsundersøgelse i Arreskov Sø, 1994. - Notat. 8 s. + bilag

Fyns Amt, 1996a: Vandmiljøovervågning: Arreskov Sø, 1995. - Rapport, 125 s.

Fyns Amt, 1996b: Vegetationsundersøgelse i Arreskov Sø, 1995 - Bilag.

Fyns Amt, 1997 (Hansen, K.S., T.Rugaard, A.Sode, L.Bisschop-Larsen & P.Wiberg-Larsen): Søer. VANDMILJØovervågning. Tema: Ferskvand. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 159 s. + bilag.

Hansen, S. M. B. og T. L. Lauridsen, 1988: Projektrapport om fyto- og zooplanktonets årstidsvariation i to lavvandede søer, Kvind Sø og Arreskov Sø. Biologisk Institut, Odense Universitet.

Jacobsen, B. A., 1994: Bloom formation of *Gloeotrichia echinulata* and *Aphanizomenon flos-aquae* in a shallow, eutrophic, Danish lake. - Hydrobiologia 289, s. 193-197.

Jensen, H. S. og F. Ø. Andersen, 1982: Effects of sulphate and nitrate on the sulfate reduction in freshwater sediment. - I: Bergström, I., Kettunen, J. & Stenmark, M. (eds.): 10th Nordic Symposium on sediments. Physical, chemi-

cal and biological dynamics in sediment. - Laboratory of Hydrology and Water resources Engineering, Helsinki University of Technology. 1982.

Jensen, H. S. og F. Ø. Andersen, 1990: Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. - NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. C4, Miljøstyrelsen, 94 s. + databilag.

Jensen, H. S. og F. Ø. Andersen, 1990: Impact of nitrate and blue-green algae abundance on phosphorus cycling between sediment and water in two shallow, eutrophic lakes. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 24, s. 224-230.

Lastein, E., 1978: Vindens betydning for resuspension af bundmateriale i lavvandede søer. - I: 6th. nordic symposium on sediments. Interaction between sediment and water. Hurdal, Norge 1978.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1990: Arreskov Sø 1989, Phyto- og zooplankton. - Notat til Fyns Amt, 11 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1991: Arreskov Sø 1990, Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt, 12 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1992: Arreskov Sø 1991, Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt, 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1993: Arreskov Sø 1992, Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1994: Arreskov Sø 1993, Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt, 13 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1995: Arreskov Sø, 1994. Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt. 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1996: Arreskov Sø, 1995. Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt. 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1997: Arreskov Sø, 1996. Plante- og dyreplankton. - Notat til Fyns Amt. 17 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1998: Arreskov Sø 1997, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 19 s. + bilag.

Olsen, S., 1944: Danish Charophyta - chorological, ecological and biological investigations. - Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, biologiske skrifter, bind 3, nr.1.

Petersen, J. B., 1950: Beretning om en botanisk undersøgelse af Arreskov Sø. - Djur och natur 5. årgang, s. 130-134.

Petersen, J. B., 1950: Arreskov Sø 1950. - Djur och Natur 5. årgang, s. 154-157.

Skytthe, A. E., 1983: Fordeling og produktivitet af epiphyton i rørsumpen i en lavvandet sø. Projekt rapport. Biologisk Institut, Odense Universitet.

Skytthe, A. E., 1990: En dynamisk model for intern fosforbelastning i en lavvandet sø. Specialeprojekt ved Biologisk Institut, Odense Universitet.

Vandkvalitetsinstituttet, 1975: Recipientundersøgelse af Sørup Sø, Hvidkilde Sø, Nielstrup Sø, Ollerup Sø, Brændegård Sø, Nørre Sø, Arreskov Sø. - Rapport til Fyns Amtskommune. 107 s. + bilag.