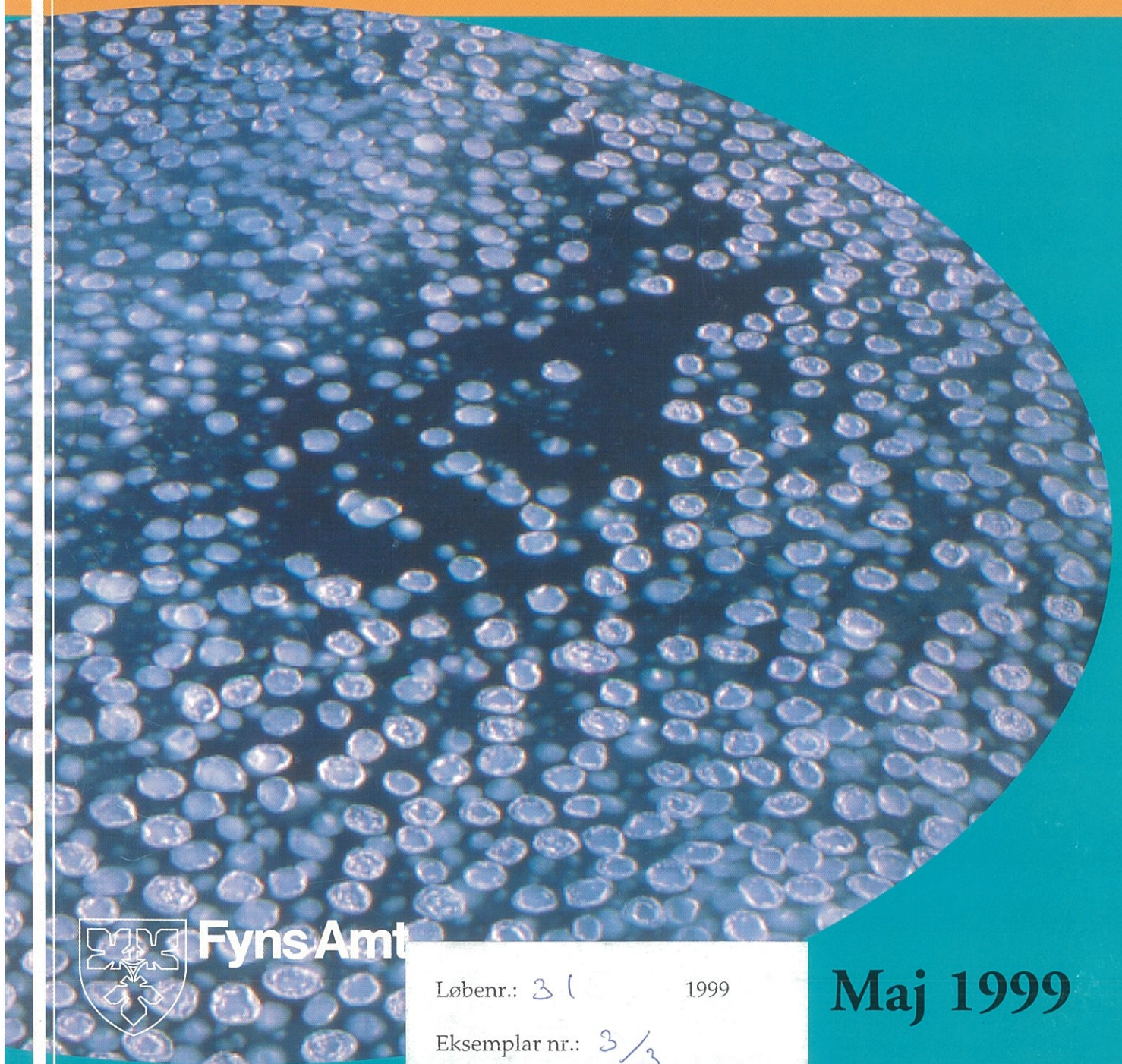


Arreskov Sø 1998



Fyns Amt

Løbenr.: 31 1999

Eksemplar nr.: 3/3

Maj 1999

▼ **VANDMILJØovervågning**

Arreskov Sø 1998



Fyns Amt

Maj 1999

Titel: Arreskov Sø 1998. VANDMILJØovervågning

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

Telefon 6556 1000

Telefax 6556 1505

Udgivelsesår: Maj 1999

Forfatter: Kjeld Sandby Hansen

Grafik: Lene Hildebrandt
Morten Kruse

Teknisk assistance:
Hans Brendstrup
Jette Christiansen
Jørgen Grønnemose
Lene Hildebrandt
Birgit Jacobsen
Helle Jepsen
Morten Kruse

Forside: Foto: Bert Wiklund. Tallerkenis i Kattegat.

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

ISBN 87-7343-397-7

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 Kilder til næringsstofbelastningen	23
4.2 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-1998	25
4.3 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen	26
4.4 Muligheder for at nedbringe belastningen	28
5. Vand- og stofbalance	31
6. Udvikling i miljøtilstanden	35
6.1 Kvælstof	35
6.2 Fosfor	37
6.3 Temperatur og ilt	38
6.4 Algemængde og sigtddybde	38
6.5 Plante- og dyreplankton	39
6.6 Fisk	42
6.7 Bundvegetation	46
6.8 Bundfauna	50
6.9 Fugle	51
7. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer	57
8. Fremtidig udvikling i miljøtilstanden	59
9. Referencer	61
Bilag 1 Anvendt metodik	67
Bilag 2 Areal, arealanvendelse, jordtyper, husdyrhold og spredt be- byggelse i de enkelte deloplande til søen	79
Bilag 3 Tilførsel af vand, kvælstof og fosfor på årsbasis 1989-98. Kvælstof og fosfor opdelt på kilder	80
Bilag 4.1 Vandbalance på månedsbasis for 1998. År, sommer og vinter 1989-97. Opholdstid og afstrømningshøjde	81
Bilag 4.2 Vandstande og opholdstider 1989-1998	82
Bilag 5 Stofbalance på månedsbasis, 1998, tilførsel fordelt på kilder. År og sommer 1989-98.	83

Bilag 6	Stofbalance på årsbasis 1989-1998	84
Bilag 7	Månedlig nettoudveksling af total-kvælstof via interne processer, 1998.	85
Bilag 8	Månedlig nettoudveksling af total-fosfor via interne processer, 1998	86
Bilag 9	Fysisk-kemiske parametre: Sommer-, års- og vintergennemsnit, 1973/74-1998.	87
Bilag 10	Plante- og dyreplankton samt andre biologiske forhold, 1973/74-1998	90
Bilag 11	Fiskeyngel	92
Bilag 12	Bundvegetation. Plantedækket areal og artsliste	93
Bilag 13	Bundvegetation. Relativt plantefyldt volumen	94
Bilag 14	Bundvegetation. Plantearternes forekomst i delområderne	95
Bilag 15	Bundfauna	96
Bilag 16	Oversigt over morfometriske data	98
Bilag 17	Oversigt over øvrige undersøgelser i søen	99

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. Vandmiljøplanens overvågningsprogram har gennemgået en omfattende revision og pr. 1. januar 1998 trådte et nyt nationalt overvågningsprogram for vandmiljøet i kraft (NOVA 2003). 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.

Nærværende rapport udgør en del af Fyns Amts samlede rapportering af vandmiljøovervågningen i 1998, som omfatter følgende rapporter:

- Punktkilder 1998 (ISBN 87-7343-389-6)
- Kystvande 1998 (ISBN 87-7343-391-8)
- Grundvand 1998 (ISBN 87-7343-392-6)
- Atmosfærisk nedfald 1998 (ISBN 87-7343-393-4)
- Vandløb 1998 (ISBN 87-7343-394-2)
- Arreskov Sø 1998 (ISBN 87-7343-397-7)
- Søholm Sø 1998 (ISBN 87-7343-395-0)
- Fiskebestanden i Søholm Sø (ISBN 87-7343-398-5)
- Landovervågning 1998 (ISBN 87-7343-399-3)

- Lillebælt 1998 (ISBN 87-7343-400-0)

Rapporten "Lillebælt 1998" udgives af Lillebæltsamarbejdet, dvs. Vejle, Sønderjyllands og Fyns Amter i fællesskab.

Endvidere udsendes samlerapporten Fyns Vandmiljø 1976-1998, som sammenfatter mere end 20 års overvågning af vandmiljøet i Fyns Amt.

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 1998 er iværksat et nyt nationalt overvågningsprogram, kaldet NOVA 2003, som bl.a. omfatter 27 ferskvandssøer, herunder Arreskov Sø og Søholm Sø i Fyns Amt. Det nye overvågningsprogram er på de fleste felter en fortsættelse af det gamle, dog med enkelte justeringer. F.eks. er undersøgelserne i Arreskov Sø suppleret med undersøgelser af tungmetaller og fiskeyngel.

I denne rapport beskrives resultaterne af den overvågning, som Fyns Amt har udført i Arreskov Sø. Der er tale om en såkaldt "normalrapportering", hvor der er lagt vægt på en beskrivelse af udviklingen i miljøtilstanden siden 1989 kombineret med en kortfattet beskrivelse af undersøgelsesresultater fra 1998. Endvidere vurderes søens fremtidige udviklingsmuligheder.

Der henvises endvidere til amtets tidligere rapporter om Arreskov Sø (se oversigt herom i bilag 17).

Nøgletal for miljøtilstanden i Arreskov Sø

Tabel 1.1

Nøgleparametre til beskrivelse af miljøtilstanden i Arreskov Sø, 1998, 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	1998		Udvikling 1989-1998
	År	Sommer	Sommer
Opholdstid (år)	0,9	4,5	
Kvælstofbelastning, tons	56,4	6,2	
Kvælstofbelastning (mg pr. m ² pr. dag)	48,7		
Total indløbskoncentration (mg/l)	5,97		
Kvælstoffraførsel, tons	18,1	1,2	
Kvælstoftilbageholdelse (mg pr. m ² pr. dag)	25,96		
Kvælstoftilbageholdelse, %	53	155	
Fosforbelastning, tons	0,78	0,15	
Fosforbelastning (mg pr. m ² pr. dag)	0,67		
Total indløbskoncentration (mg/l)	0,078		
Fosforraførsel, tons	0,87	0,05	
Fosfortilbageholdelse (mg pr. m ² pr. dag)	-0,34		
Fosfortilbageholdelse, %	-51	-286	
Sigtedybde, m	>2,06	>2,00	+++
Klorofyl, µg/l	28	25	---
Suspenderet stof, mg/l	5,6	6,5	---
Total kvælstof, mg/l	2,08	1,66	---
Uorganisk kvælstof, mg/l	0,81	0,22	0
Total fosfor, mg/l	0,100	0,103	---
Opløst fosfat-fosfor, mg/l	< 0,042	< 0,032	0
pH	8,4	8,5	0
Plantep plankton biomasse, mm ³ /l		4,88	---
% blågrønalger		82	0
% kiselalger		2	0
% grønalger		2	0
% rekylalger		13	++
Dyreplankton biomasse, mm ³ /l		5,44	-
% cladocerer		75	0
% vandlopper		13	0
% hjuldyr		12	0
Middellængde af cladocerer (mm)		0,678	+
Potentiel græsning (µgC/l ⁻¹ dag ⁻¹)		234	
% af plantep planktonbiomasse		44	++
% af plantep planktonbiomasse < 50 µ		49	+
Fisk:			
Totalt antal, CPUE garn (stk.)		76	
Total biomasse, CPUE garn (g)			
% rovfisk (garn, antal)		18	
% rovfisk (garn, biomasse)		67	
Undervandsvegetation:			
Max. dybdegrænse (m)		2,7	steget
Relativt plantedækket areal %		30	steget
Relativt plantedækket volumen %		5	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 1997-2009 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 smådyrfauna. 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 1998, og for visse af disse er udviklingen indenfor perioden 1989-1998 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 blev ikke umiddelbart bedre. 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 er søvandets fosforindhold faldet igennem perioden 1989-98, fra en årsmiddelkoncentration i 1989 på 0,23 mg/l til et minimum på 0,058 mg/l i 1996, hvorefter det er steget til 0,10 mg/l i 1998. For kvælstofs vedkommende skete der ligeledes et fald, fra en årsmiddelkoncentration på 3,18 mg/l i 1989 til et minimum på 1,32 mg/l i 1997 og en stigning til 2,08 mg/l i 1998.

I 1992 skete en ændring i søens miljøtilstand, efter at en stor del af de dyreplanktonnædende 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 og 2,0 meter i 1998. I sammen periode faldt algemængden fra 38 mm³/l til et minimum på 1,4 mm³/l i 1996, hvorefter den steg til 4,9 mm³/l i 1998.

På grund af det klare vand kunne undervandsplanterne i løbet af 1993-1997 brede sig ud over det meste af søbunden. I 1998 er der igen sket en tilbagegang for undervandsplanterne, idet deres voksesteder i et vist omfang er blevet overtaget af grønne trådalger. Dybdegrænsen for undervandsplanterne blev således reduceret fra 2,9 m i 1997 til 2,7 m i 1998. I forhold til 1997 var planternes udbredelse halveret, og udgjorde i august måned 1998 30% af søens bundareal.

Aborren var i 1998 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 den samlede fiskebestand er kun ca. en fjerdedel af, hvad man finder 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 1998 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 på visse tidspunkter kan have virket begrænsende for algernes vækst. Koncentrationen af begge næringsstoffer var dog højere end i 1997.

Den store udbredelse af undervandsvegetationen har betydet, at antallet af Blishøns og Knopsvaner i søen er steget voldsomt i perioden 1996-1998. I efteråret 1998 var der således op til 6000 blishøns og 100 knopsvaner på søen. Den fiskeædende Toppet Lappedykker har ligeledes været talrig de sidste 4 år.

Også søens bundfauna har ændret sig, idet der nu er flere arter end tidligere. Antallet af individer er ligeledes forøget, dog med en tilbagegang i 1998.

Kvælstof- og fosforbelastning

Omkring 62% af kvælstoftilførslen og 47% af fosfortilførslen skyldtes en kulturbetinget afstrømning fra det åbne land. For kvælstof udgør afstrømning fra dyrkede arealer stort set hele denne kulturbetingede afstrømning. For fosfor vedkommende omfatter den kulturbetingede afstrømning bidrag i forbindelse med landbrugsdrift og spildevand fra spredt bebyggelse. Den relative fordeling mellem disse to kilder er ikke kendt.

I 1998 tilførtes søen 48 tons kvælstof, hvilket var det hidtil højst målte. Kvælstoftilførslen var således 57% over gennemsnittet for perioden 1989-97. Den totale indløbskoncentration på 5,97 mg/l lå dog kun 18% over gennemsnittet for samme periode. Den høje tilførsel af kvælstof skyldtes, at 1998 var et vådt år med en ferskvandsafstrømning, der lå 60% over middelfstrømningen i 1989-1997. Den store ferskvandsafstrømning gav en stor udvaskning af kvælstof fra markerne. Fosfortilførslen på 0,78 tons lå tilsvarende 29% over gennemsnittet for overvågningsperioden, mens indløbskoncentrationen på 0,078 mg/l var lidt lavere end gennemsnittet.

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 var i 1995-1997 markant lavere end i den foregående periode, men steg igen i 1998. Generelt er der ikke noget sikkert fald i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration.

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 rengøringsmidler. Betragtes hele perioden 1989-1998 synes den vandføringsvægtede fosforkoncentration at være faldende. Fosfortransporten bliver dog 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 1998 blev omkring 53% 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 forholdvis beskedne tilbageholdelse i 1998 skyldes først og fremmest, at vandet havde en kort opholdstid i søen.

I 1998 er der løbet mere fosfor fra søen, end der løb til søen. Forskellen svarer til 11% af de tilførte mængder. Dette skyldes, at der er sket en frigivelse af fosfor fra bunden. Noget af den frigivne fosfor er løbet ud af søen, men noget er ophobet i søvandet. Den samlede frigivelse fra bunden svarer til 51% af de tilførte mængder.

Betragtes hele overvågningsperioden, skete der i starten en nettofrigivelse af fosfor fra søen, men i perioden 1992-1997 har søen tilbageholdt fosfor. Den gennemsnitlige tilbageholdelse har i perioden 1990-97 været på ca. 13%.

Bio-manipulation

For at medvirke til at gøre mængden af dyreplanktonspisende skalle- og brasenyngel så lille som muligt, er der i perioden 1993-1997 sat i alt 145.000 stk. geddeyngel ud i søen. Denne udsætning af geddeyngel har formentlig været medvirkende til at mindske mængden af skalle- og brasenyngel i denne periode.

For også at mindske antallet af store brasen i søen er der i perioden 1995-1997 gennemført et fiskeri efter brasen i gydeperioden. Der er herved opfisket omkring 8,7 tons store brasen, og fiskeundersøgelsen har vist, at bestanden af store brasen nu er meget lille.

På grund af den generelt lille fiskebestand og den udbredte undervandsvegetation, vil Fyns Amt ikke foretage opfiskning af brasen eller udsætning af gedder i 1999.

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 og 1998 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 næringsstoffølseren til søen

Fosfortilførslen til søen skyldes først og fremmest spildevand fra spredt bebyggelse samt jordbrugets anvendelse af gødning, specielt husdyrgødning. Kvælstoffølserne 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. Ifølge Fyns Amts Regionplan 1997-2009 skal en forbedret rensning være gennemført inden udgangen af 2000.
- * Initiativer til begrænsning af næringsstoffølserne 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 2.2.

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

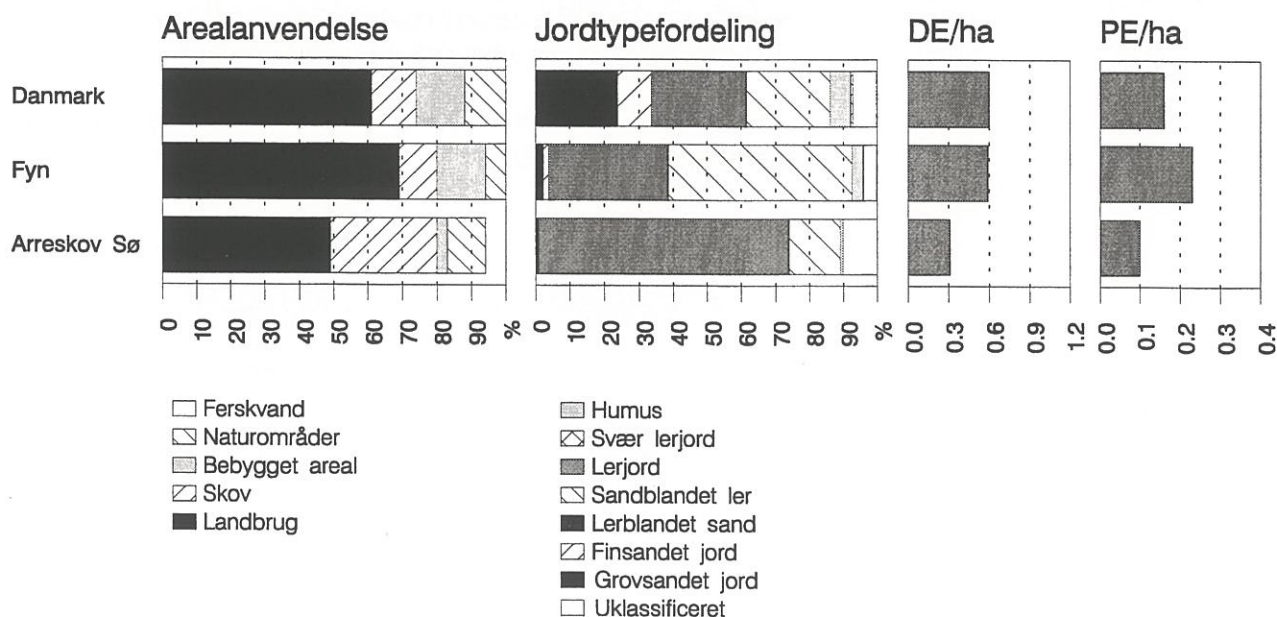
Arreskov Sø	
Overfladeareal, ha	317
Middeldybde, m	1,9
Maksimumdybde, m	3,7
Vandvolumen, m ³	5.880.000
Kystlængde, km	8,50

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 4.3.

Der blev i 1998 registreret 119 ejendomme i oplandet udenfor kloakeret område. Enkelte ejendomme har nedslivningsanlæg eller udleder til samletank. Hovedparten (96 ejendomme) udleder dog til grøfter, dræn eller vandløb, der fører til søen. Tætheden af den spredte bebyggelse er på 0,12 PE/ha, og ligger dermed 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.



Figur 2.1
Arealanvendelse, jordtypefordeling, husdyrtæthed og befolkningstæthed i oplandet til Arreskov Sø, Fyn og Danmark.

Målsætning

Arreskov Sø er i Fyns Amts Regionplan 1997-2009 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 blev af Fyns Amt (1991) vurderet, at søen for at opfylde målsætningen skal have en middelsigt dybde på mindst 1 m, et artsrigt plante- og dyreliv uden masseopblomstring af enkelte algegrupper (især blågrønner), 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.

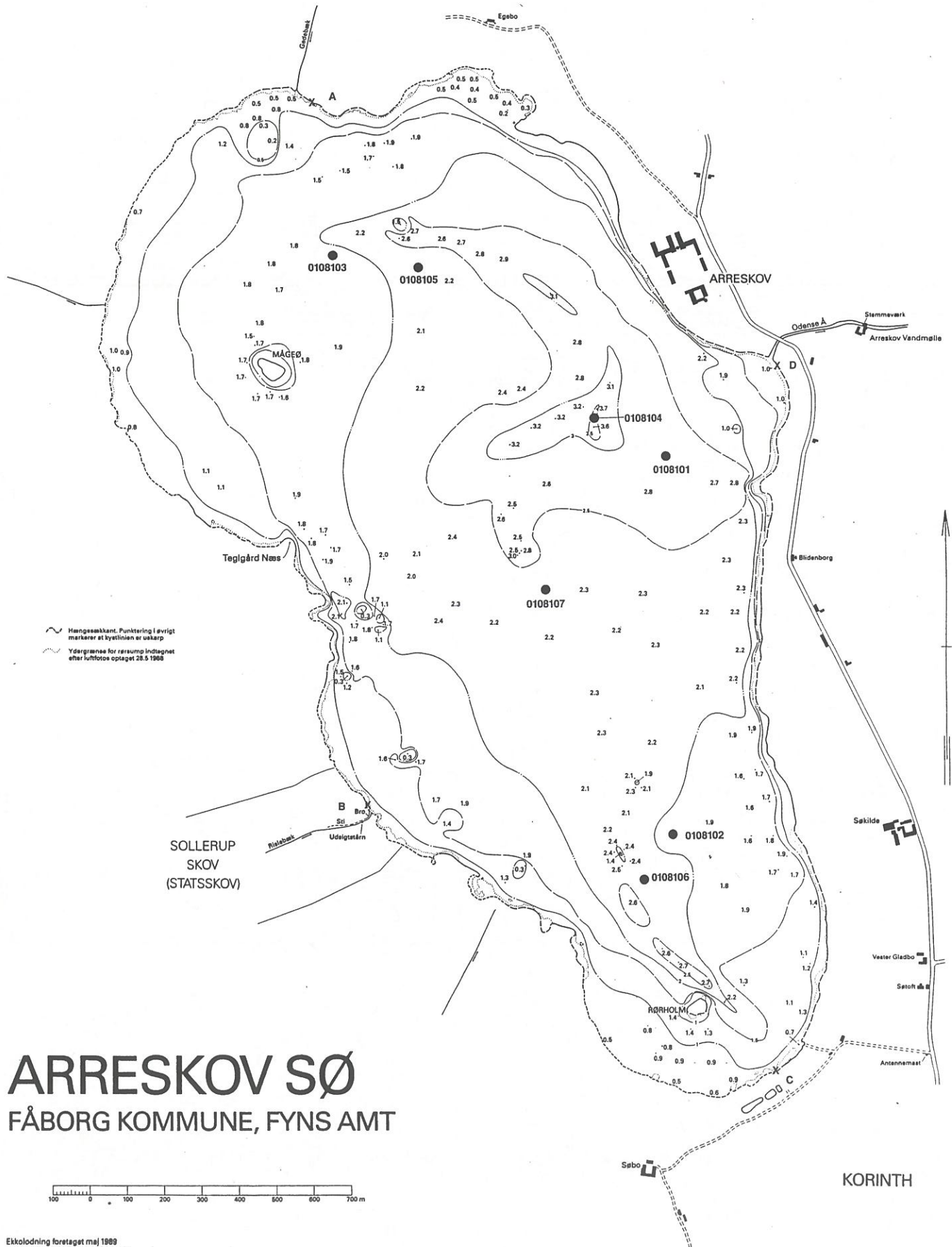
Efter afskæringen af spildevandet fra Korinth i 1983 skete der ikke umiddelbart en forbedring i søens tilstand. Der optrådte snarere en forværring op igennem 1980'erne, hvor søen havde meget uklart vand og stor algeproduktion. Først i 1992 skete nogle markante ændringer. Vandet blev usædvanlig klart, 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 - 1997 forblev vandet klart og undervandsplanternes udbredelse øgedes (Fyns Amt, 1998).

Figur 2.2

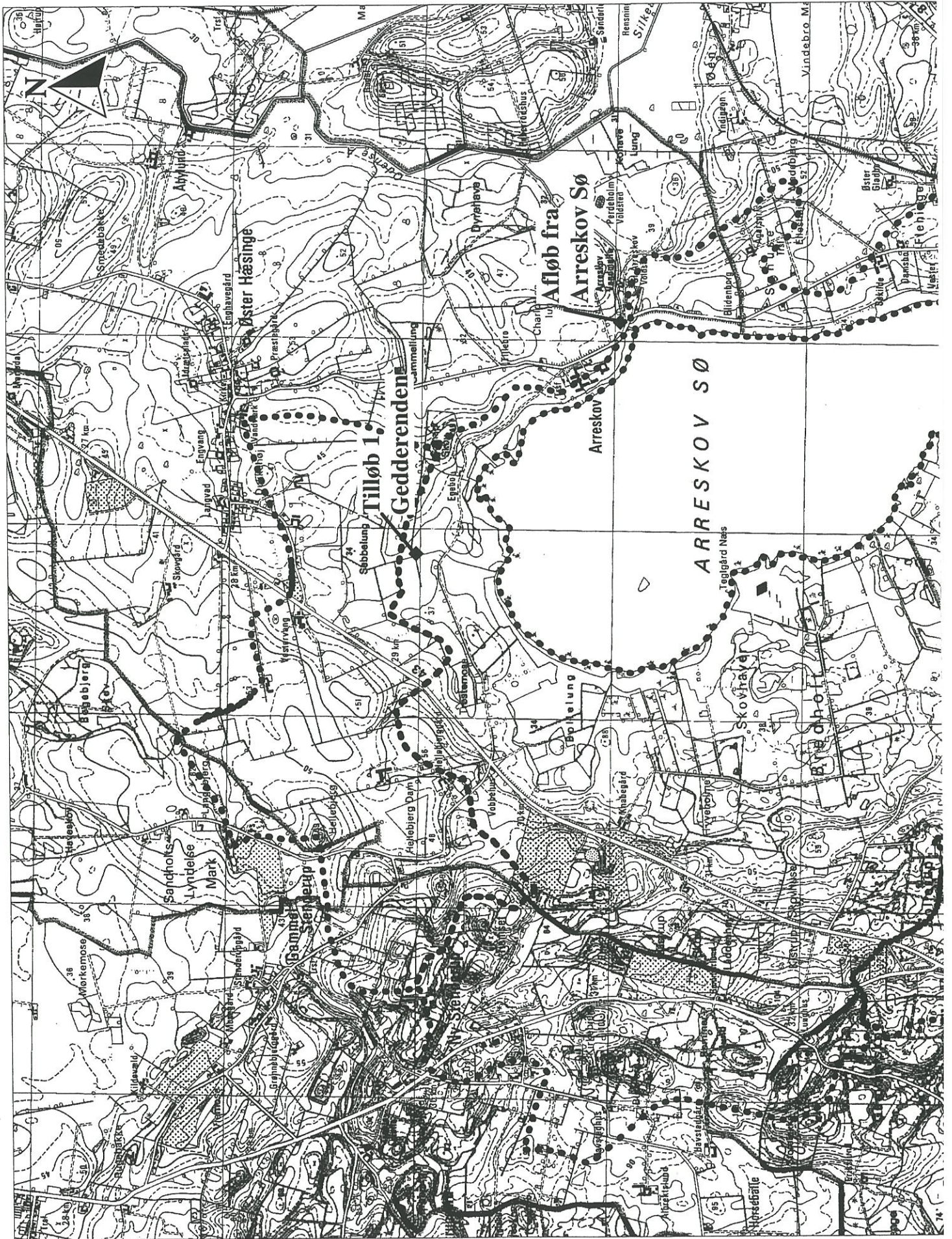
Dybdekort over Arreskov Sø med indtegnede overvågningsstationer og stationsnumre. Bogstaver angiver skalapæle til aflæsning af vandstande.



ARRESKOV SØ

FÅBORG KOMMUNE, FYNs AMT

Ekkolodning foretaget maj 1989
 ved vandspejl 32,7 m over DNN (GI)
 Tegnet af Tom Thorkildsen
 Publiceret af landinspektør Thorkild Høy juli 1989





Figur 2.3
Kort over oplandet til Arreskov Sø med
angivelse af deloplande og målestationer i
tilløb og afløb.

3. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Vejret i 1998 var mere vådt og blæsende end normalt (se figur 3.1 og 3.2). Igennem de sidste 20 år har kun 1994 været mere vådt end 1998. På månedsbasis er der desuden forekommet et par rekorder. Således var april og oktober med en nedbør på henholdsvis 111 og 166 mm de vådeste måneder, der nogensinde er registreret siden 1961 på Fyn. November var desuden blandt de koldeste (månedsmiddel 2,6 °C). Vejrforholdene i 1998 er beskrevet lidt mere detaljeret i det følgende. En tilsvarende beskrivelse for årene 1989-1997 fremgår af de tidligere rapporter om søen (se bilag 13).

Nedbør

Nedbøren har både direkte og indirekte stor betydning for søens vand- og stofbalance (se afsnit 4 og 5).

Der faldt i 1998 i alt 936 mm nedbør (middel for Fyns Amt), hvilket er 23 % over normalen. Nedbørens fordeling over året afveg meget fra det normale, idet der kom ekstremt meget nedbør i april og oktober, og også er der mere nedbør i januar og marts i forhold til normalen. Særlig lidt nedbør faldt i maj og august-september.

Ferskvandsafstrømning

Ferskvandsafstrømningen følger i høj grad nedbøren, undtagen om sommeren, hvor størstedelen af den faldne regn optages i planter eller fordamper.

I 1998 var årsafstrømningen i gennemsnit for Fyns Amt 10,9 l/s km², hvilket er 35 % over normalen. At afstrømningen var så stor skyldes en ekstrem våd januar, april og oktober. Ferskvandsafstrømningen var på nær enkelte måneder på niveau eller over normalen. Kun februar var en del under normalen.

Lufttemperatur

Lufttemperaturen har betydning for søens opvarmning og dermed for de kemiske og biologiske processer, som foregår i søen.

I 1998 var temperaturen tæt på normalen, med en årsmiddeltemperatur på 8,7 °C (normal 8,3 °C). Månederne januar og februar var ikke så kolde som normalt, hvorimod november var ekstremt kold (middel 2,6 °C).

Soltimer

Solindstrålingen har betydning for søens opvarmning og for planternes vækst, herunder for planteplanktonet og bundvegetationen i søen.

I 1998 var antallet af soltimer 7 % mindre end normalt. Månederne januar, marts og maj var meget solrige. Derimod var februar, april og september måneder meget fattigere på soltimer end normalt.

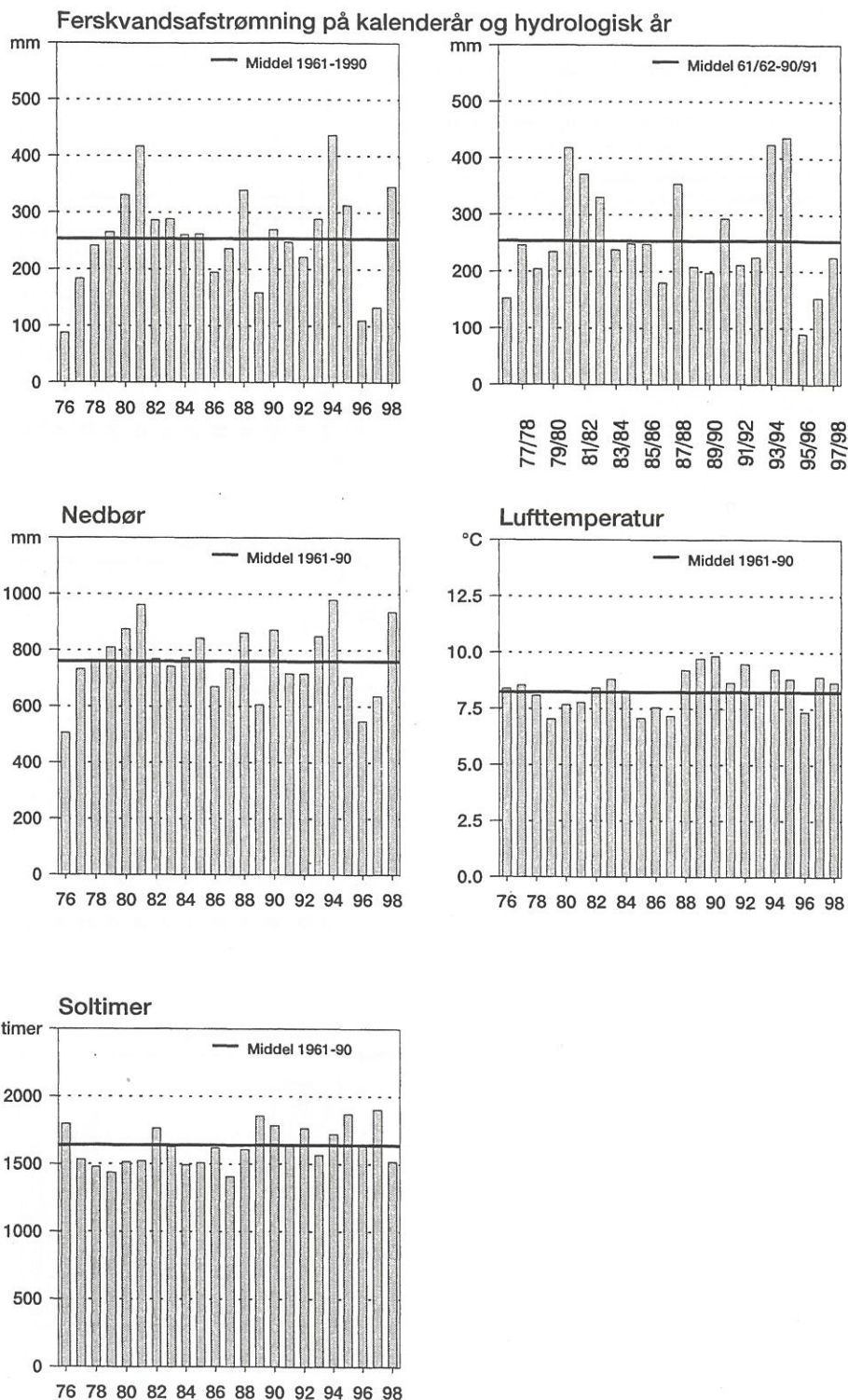
Vindforhold

Vinden påvirker opblandingen af vandmasserne og har stor betydning for dannelse og nedbrydning af et eventuelt springlag. Vinden har således også indflydelse på udveksling af næringsstoffer mellem bundvand/sediment og de mere overfladenære vandmasser.

I 1998 var vindhastigheden i gennemsnit for Fyns Amt over normalen. Især månederne februar, juli-august og oktober var usædvanlig vindrige, hvorimod januar og især november var vindfattede (se figur 3.2).

Figur 3.1

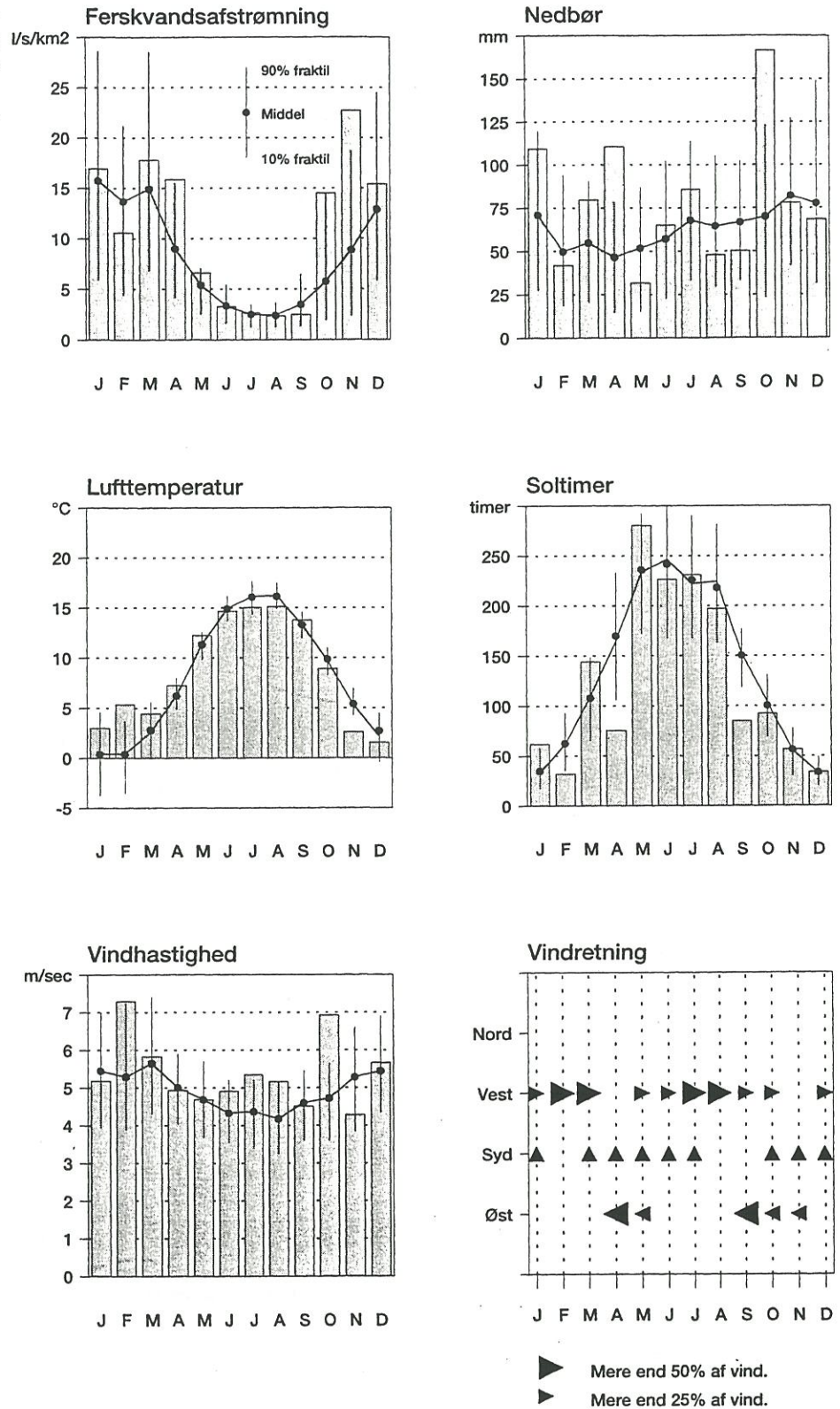
Den årlige ferskvandsafstrømning, årsnedbør, årsmiddeltemperatur, samt det årlige antal soltimer i gennemsnit for Fyns Amt i perioden 1976-1998. Ferskvandsafstrømningen er yderligere angivet for det hydrologiske år (1. juni - 31. maj). Middelværdier for perioden 1961/62-1990/91 er angivet som sort linie. Data stammer fra Fyns Amt (Odense Å ved Nr. Broby) og vejrstationer udvalgt for Fyns Amt af DMI.



Figur 3.2

Den månedlige ferskvandsafstrømning, nedbør, middeltemperatur, antal soltimer, vindhastighed og retning i gennemsnit for Fyns Amt i 1998. Der er desuden for de enkelte måneder angivet middelværdi, samt 10 og 90 % fraktiler for perioden 1961-1990, for ferskvandsafstrømningen dog 1976-1997. Data stammer fra Fyns Amt og DMI.

Vejret 1998

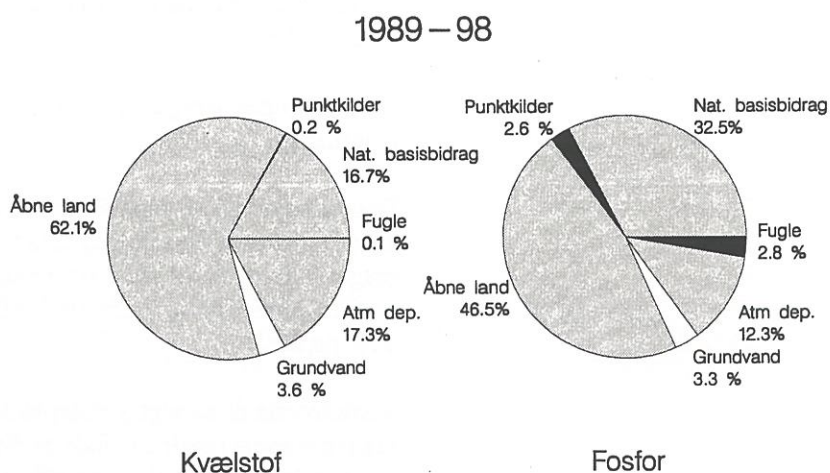


4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Kilder til næringsstofbelastningen

Figur 4.1.1 viser, hvordan kilderne til kvælstof- og fosfortilførslen til Arreskov Sø har fordelt sig som gennemsnit for perioden 1989-1998. I bilag 3 er tilførslen de enkelte år angivet.

Figur 4.1.1
Kilder til kvælstof- og fosforafstrømningen til Arreskov Sø i perioden 1989-1998.



Bidraget fra **det åbne land** er det mest betydende bidrag med 62 % af kvælstoftilførslen og 47 % af fosfortilførslen til søen. Bidraget omfatter dels en afstrømning af næringsstoffer fra dyrkede arealer, dels spildevandsudledning fra spredt bebyggelse.

For kvælstofs vedkommende udgør afstrømningen fra landbrugsarealer langt den største del af bidraget fra det åbne land. Den potentielle kvælstoftilførsel med spildevand fra spredt bebyggelse er således kun ca. 5% af det gennemsnitlige bidrag fra det åbne land på 23.502 kg, jf. tabel 4.1.1. Den potentielle spildevandsbelastning omfatter spildevandsproduktionen for ejendomme med afledning til sø, vandløb eller dræn før en evt. rensning.

Kvælstof	1060 kg N/år
Fosfor	240 kg P/år

Tabel 4.1.1
Den potentielle spildevandsbelastning i 1998 fra spredt bebyggelse i oplandet til Arreskov Sø baseret på normal fra Miljøstyrelsen.

For fosfors vedkommende stammer en større del fra spildevand. Den potentielle spildevandsbelastning fra den spredte bebyggelse er således næsten på niveau med den gennemsnitlige fosfortilførsel fra det åbne land på 290 kg i perioden 1989-1998. På grund af manglende viden om rensegrader ved udledning fra den spredte bebyggelse, er den aktuelle belastning ikke beregnet.

På nuværende tidspunkt er det derfor 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 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.

Punktkilderne omfatter regnvandsbetingede udløb (fra overløbsbygværker) fra Korinth. Disse udgør ca. 0,2% af kvælstoftilstrømningen og 2,6% af fosfortilstrømningen.

Det naturlige basisbidrag er på hhv. 17% og 33% af kvælstof- og fosfortilførslen. Bidraget omfatter den tilstrømning, der ville være hvis hele oplandet henlå som naturområde,

Grundvandsbidraget af kvælstof og fosfor udgør 3-4% af søens samlede belastning.

Den **atmosfæriske deposition** af kvælstof og fosfor udgjorde i 1989-1998 hhv. 17% og 12% af de samlede tilførsler til søen. Andelen herfra kan dog variere meget. I det tørre år 1997 stammede hele 33% af kvælstoftilførslen og 24% af fosfortilførslen fra atmosfæren. I 1998 derimod var de tilsvarende andele kun hhv. 13% og 9%.

Arreskov Sø er en vigtig rasteplads 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.

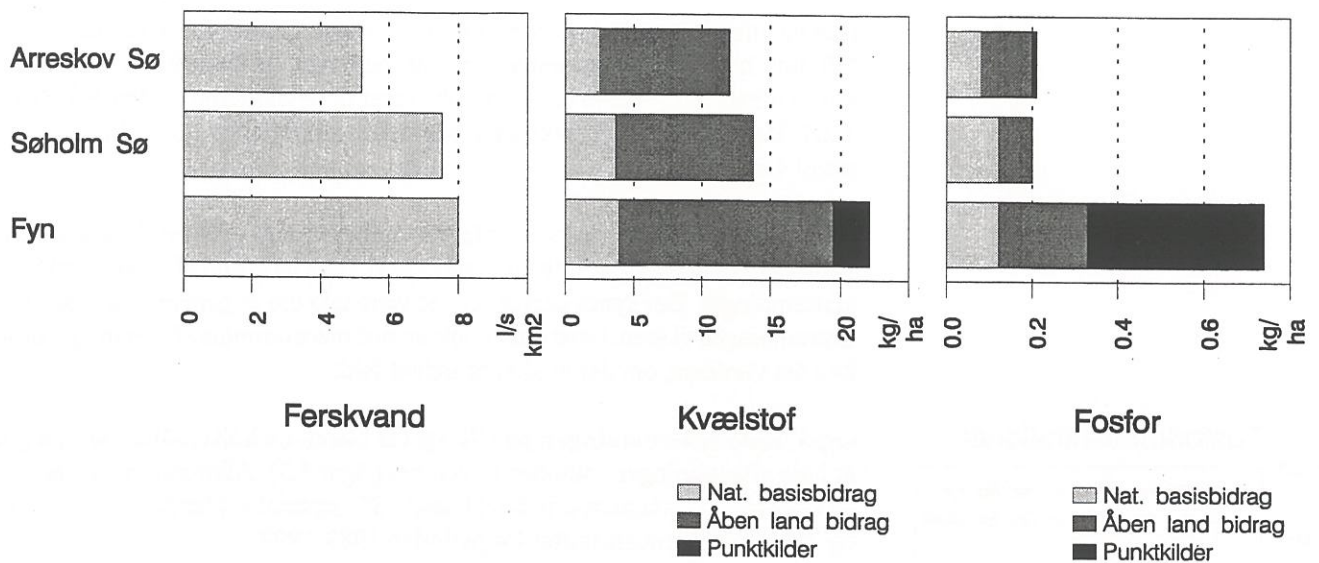
Kulturbetinget tilførsel

Punktkilderne og bidraget fra det åbne land udgør sammen med en del af grundvandsbidraget den **kulturbetingede afstrømning**. Noget af grundvandets kvælstofindhold skyldes således nedsivning af kvælstof fra dyrkede marker.

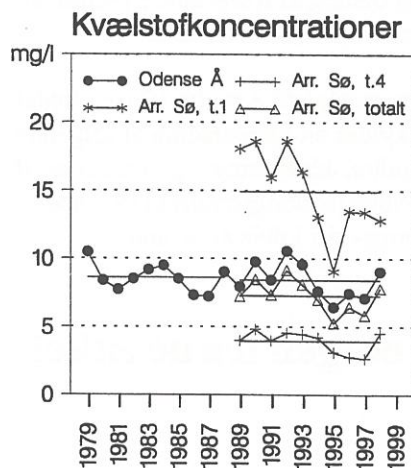
Endvidere er hovedparten af den atmosfæriske kvælstofdeposition kulturbetinget, idet den stammer fra forbrænding i industri og motorer samt ammoniakfordampning fra landbruget. Tilsvarende kan ca. halvdelen af fosfordepositionen fra atmosfæren antages at være kulturbetinget.

Samlet udgjorde den **kulturbetingede tilførsel af kvælstof og fosfor i 1989-1998 hhv. ca. 80% og 50%** af den samlede tilførsel til søen. Det er dog sandsynligt, at den kulturbetingede andel af fosforafstrømningen er større, fordi fosforafstrømningen i tilløbene antagelig bliver underestimeret med den anvendte målemetode.

Arealafstrømningen (afstrømningen pr. ha oplandsareal) af kvælstof og fosfor er generelt mindre til Arreskov Sø end niveauet for Fyn som helhed (se figur 4.1.2). 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 4.1.2
Sammenligning af arealafstrømning af ferskvand, kvælstof og fosfor fra forskellige oplande. Gennemsnit for 1989-1998.



Figur 4.2.1
Vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i Odense Å, 1979-1998, 2 tilløb til Arreskov Sø samt i den samlede afstrømning til søen i 1989-1998. Middelværdier for perioden 1979-1988 (kun Odense Å) og 1989-1998 er ligeledes vist.

4.2 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-1998

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 udløse en frigivelse af næringsstoffer fra en række depoter i tilknytning til de dyrkede arealer.

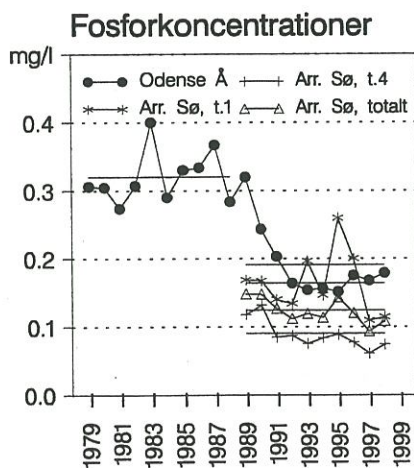
Den mængde kvælstof og fosfor, der strømmer til søen fra oplandet det enkelte år er derfor bl.a. afhængig af **ferskvandsafstrømningen**. Overvågningsperioden 1989-1998 repræsenterer to ekstremer, når man ser på ferskvandsafstrømningen i vandløbene siden 1920. I Odense Å ved Nr. Broby målt århundredets største afstrømning i 1994/95 og den mindste i 1995/96. Tilsvarende var ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø meget stor i 1994 og meget lav i 1996 og 1997.

I 1998 var ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø næsten lige så stor som i 1994, og lå på årsbasis 60% over gennemsnittet for perioden 1989-1997. I sommerperioden (1. maj-30. september) lå afstrømningen dog 3% under gennemsnittet for perioden.

Overraskende var **kvælstofafstrømningen** på 48 tons i 1998 den hidtil højeste målte. Dette skyldes høje afstrømninger i januar, marts, april, oktober og november (se figur 5.3). På årsbasis lå kvælstofafstrømningen 72% over gennemsnittet for perioden 1989-1997. I sommerperioden var kvælstofafstrømningen 8% over gennemsnittet.

Den vandføringsvægtede koncentration af kvælstof i søtilløbene var med 7,81 mg N/l lidt højere end gennemsnittet for perioden 1989-1998. Udviklingen i kvælstofkoncentrationen i søens tilløb svarer til udviklingen i Odense Å, se figur 4.2.1. Der er dog stor forskel på kvælstofkoncentrationen i de enkelte tilløb, se afsnit 4.3.

Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration var i 1995-1997 markant lavere end i den foregående periode, men steg igen i 1998 på grund af højere ferskvandsafstrømninger. Der synes derfor ikke at være tale om et generelt fald i kvælstofafstrømningen til søen. Først efter nogle år med mere normale afstrømningsforhold, kan det vurderes, om der er sket et sådant fald.



Figur 4.2.2
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.

Også **fosforafstrømningen** på 670 kg var blandt de højst målte, især på grund af høje afstrømninger i oktober-november (figur 5.3). Afstrømningen var i 1998 på årsbasis og i sommerperioden (1. maj - 30. september) henholdsvis 37% over og 22% under gennemsnittet for perioden 1989-1997.

Fosforkoncentrationen i tilløbsvandet til Arreskov Sø er generelt lavere end i Odense Å (figur 4.2.2), 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 en midlertidig øgning af fosforkoncentrationen, men igen i 1997 og 1998 var fosforkoncentrationen i tilløbene lave.

Der er således er tegn på en faldende fosforafstrømning til Arreskov Sø, og faldet er statistisk signifikant ($p=0,03$). Dette kan skyldes en kombination af følgende forhold: Lavere indhold af fosfor i vaskemidler, kloakering og afskæring af spildevandet fra ejendomme i oplandet, samt ændret landbrugspraksis i forbindelse med braklægning og mere miljøvenlig landbrugsdrift i dele af oplandet.

4.3 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen

Oplandene til tilløb 1, 4 og 5 udgør henholdsvis 10%, 14% og 27% af søens samlede opland (se tabel 4.3.1). Den vandføringsvægtede middelkoncentration i tilløbene på årsbasis fremgår af figur 4.3.1.

Tabel 4.3.1
Procentvis fordeling af belastningen fra de enkelte tilløb til Arreskov Sø, 1998.

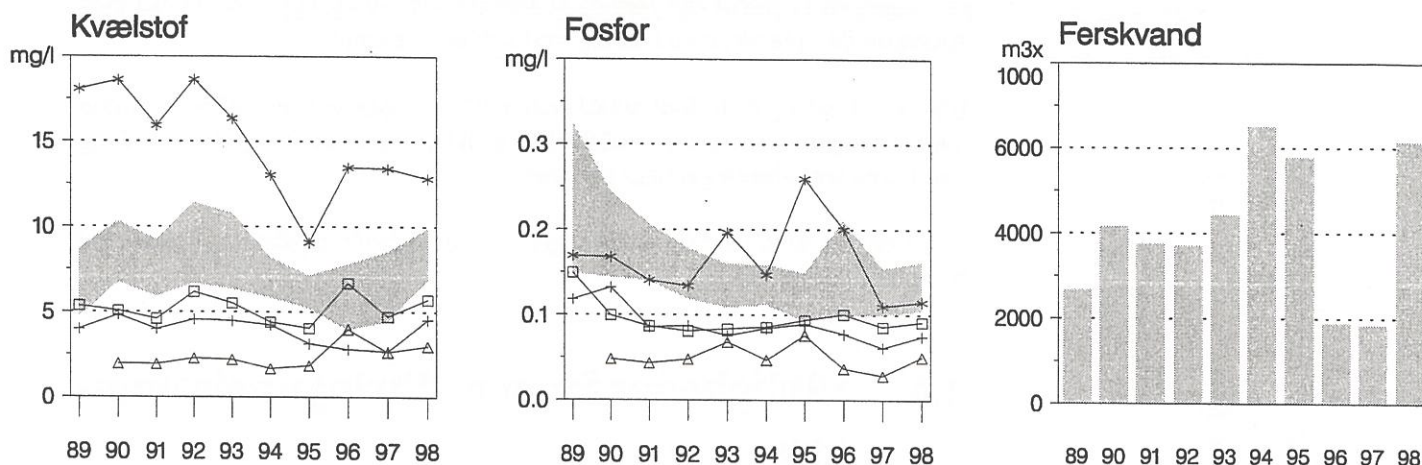
Opland	Andel af opland %	Andel af vandtransport %	Andel af kvælstoftransport %	Andel af fosfortransport %
Tilløb 1 (Gedderenden)	10	20	33	21
Tilløb 4 (Rislebæk)	14	11	6	7
Tilløb 5 (Søbo afløb)	27	24	17	20
Umålt opland	49	45	44	52

Tilløb 1 (Gedderenden)

Hovedparten af oplandet til Gedderenden anvendes til landbrug (88%), og husdyrtætheden er meget høj. Tætheden af spredt bebyggelse har tidligere været høj, men som følge af afskæring af spildevandet fra en del spredtliggende ejendomme, ligger andelen af spredt bebyggelse nu lidt under niveauet for søens opland som helhed. Jordbunden er sandet.

Gedderenden var i 1998 det betydeligste tilløb med hensyn til både kvælstof- og fosforbelastning af Arreskov Sø.

Koncentrationsniveauet af kvælstof har i hele perioden 1989-1998 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 5 år, både på års- og sommerbasis.



Figur 4.3.1

Vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer af kvælstof og fosfor i hovedtilløbene til Arreskov Sø og naturvandløbet Holstenshuus 1989-1998. Naturvandløbet afstrømmer ikke til søen. 25-75% s-fraktiler for fynske vandløb er vist som bånd. Endvidere er vist ferskvandsafstrømningen via hovedtilløbene til søen 1989-1998.

- △—△ 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. I 1997 og 1998 faldt koncentrationen til de hidtil laveste værdier. I 1997 skyldes dette fald antagelig den ringe ferskvandsafstrømning. I 1998 er der sket en kloakering og afskæring af spildevandet fra 3 ejendomme i oplandet svarende til et fald på 27% i mængden af spredt bebyggelse i oplandet. Dette kan være medvirkende til, men er ikke en tilstrækkelig forklaring på, at fosforafstrømningen er aftaget.

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, men det er normalt noget højere end i naturvandløbet.

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 ændring i kvælstof- og fosforkoncentrationen gennem perioden.

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

4.4 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 nødvendigt med en yderligere reduktion i næringsstoffilførslerne 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

Miljøstyrelsen har stillet krav til, at de kommunale spildevandsplaner skal indeholde konkrete planer for spildevandsrensning i det åbne land. Ifølge Fyns Amts Regionplan 1997-2009 skal en forbedret rensning i oplandet til Arreskov Sø være gennemført inden udgangen af 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 næringsstoffene 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 næringsstoffene 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.

En del af oplandet til Arreskov Sø er udpeget som særligt miljøfølsomt område, hvilket giver særlige muligheder for EU-tilskud til miljøvenlig landbrugsdrift. Det drejer sig bl.a. om tilskud til 20-årig udtagning af agerjord, f.eks. langs søer og vandløb, samt omlægning af dræn med henblik på kvælstofomsætning i våde enge.

Endvidere er en del af oplandet udpeget som potentielle vådområder i Fyns Amts forslag til regionplantillæg om "Potentielle vådområder i relation til Vandmiljøplan II" (Fyns Amt, 1999c). I disse områder gives der tilskud til at etablere våde enge og vådområder ved f.eks. at omlægge dræn fra bagved liggende landbrugsarealer og lade drænvandet sive gennem området før vandet når ud i vandløbet/søen.

5. Vand- og stofbalance

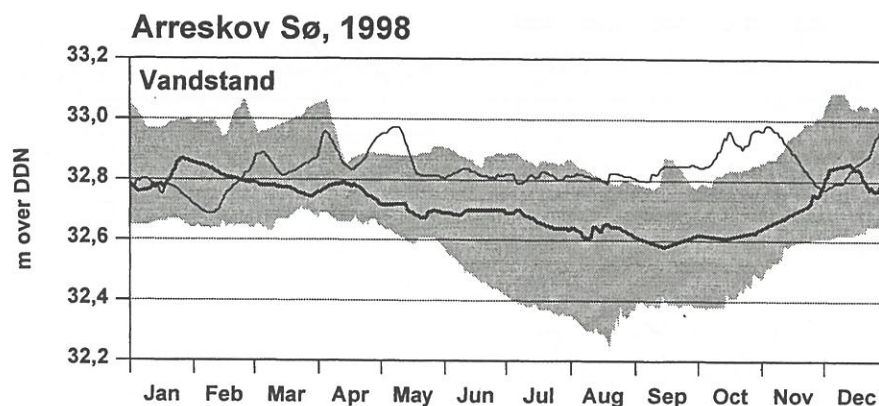
Vandstand

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.

Vandstanden blev holdt høj gennem hele 1998 (figur 5.1). Som gennemsnit for året og sommeren var vandstanden hhv. 32,84 og 32,83 m over DNN. Sommervandstanden var 18 cm højere end middelsommervandstanden for 1989-1997 (se bilag 4.2). Højeste og laveste vandstand i søen i 1998 var hhv. 32,98 og 32,69 m over DNN.

Figur 5.1
Vandstand i Arreskov Sø, 1998, målt i meter over "Dansk Normal Nul". Samtidig er vist medianværdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-1997.

— 1998
— median
■ variationsinterval, 1989-1997



Vandbalancen

Den **overfladiske afstrømning** var høj i 1998, idet den lå 60% over den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1989-97 (figur 5.2). Det største **afløb** fra søen skete i november, hvor vandstanden blev sænket ca. 20 cm. I juni-september var der stort set ikke afløb fra søen.

På grund af søens store overfladeareal har **nedbør** på og **fordampning** fra søoverfladen stor betydning for vandbalancen. I sommerperioden var nedbør og fordampning således de vigtigste bidragydere til vandbalancen.

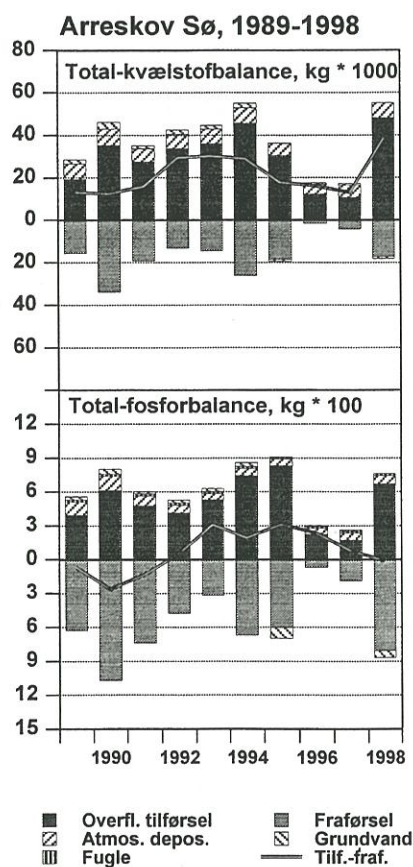
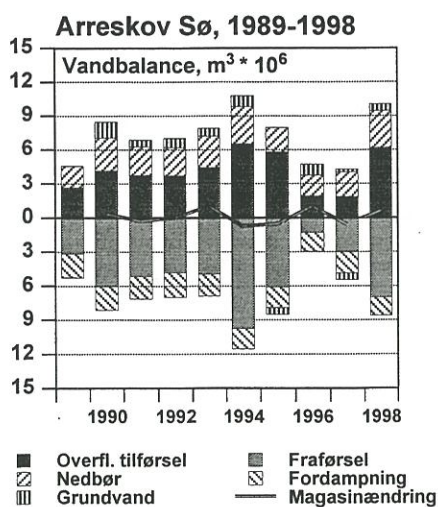
Der foregår en betydelig vandudveksling med **grundvandet**. Udsivningen til grundvandet var i 1998 lidt større end indsivningen af grundvand. Udsivningen svarede til 4% af den overfladiske afstrømning i 1998. Som gennemsnit for perioden 1990-97, er der sket en indsivning af grundvand svarende til 14% af den overfladiske afstrømning.

Vandets opholdstid i søen

I 1998 var vandets opholdstid i Arreskov Sø 0,9 år, beregnet ud fra afløbet fra søen. På grund af den store vandafstrømning til søen var opholdstiden dermed væsentligt mindre end gennemsnittet for perioden 1989-1997, som er på 1,6 år.

Periode	Opholdstid, år
1998	0,9
Middel 1989-97	1,6
Maksimum 1989-97	4,3 (i 1996)
Minimum 1989-97	0,6 (i 1994)

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, 1989-98. 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 1989-98 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 56,4 tons i 1998 var den højeste i overvågningsperioden. Den største tilførsel skete i januar og i november. Den totale vandføringsvægtede middelmiddelt koncentration (total stoftilførsel divideret med total vandtilførsel incl. nedbør og grundvand) var på 5,97 mg/l, hvilket er den næst højeste i perioden.

Der løb 18,1 tons kvælstof fra søen. Der blev altså omsat eller ophobet 38,3 tons kvælstof i søen, svarende til, at ca. 68% af de tilførte mængder blev holdt tilbage i søen. Søvandets indhold af kvælstof steg dog samtidig med 8,3 tons, og tages der hensyn til denne puljeændring, var tilbageholdelsen på 53%. Dette er mindre end den normale tilbageholdelse i søen i perioden 1990-97, hvor kvælstoftabet incl. puljeændringer var på 64% af de tilførte mængder. Det lave procentuelle kvælstoftab skyldes den korte opholdstid.

Fosfor

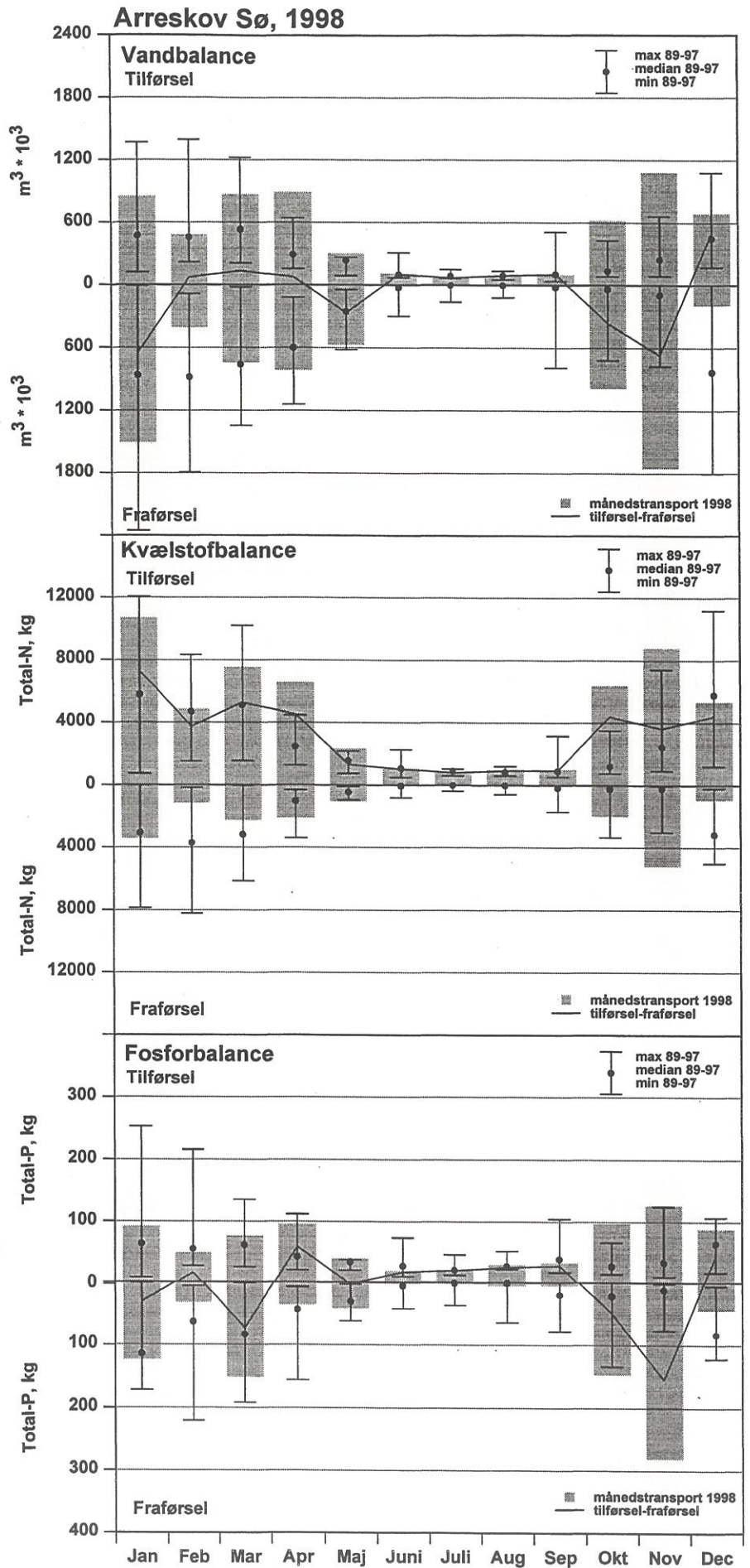
Den samlede tilførsel af fosfor var på 778 kg i 1998 og dermed væsentligt højere end gennemsnittet for perioden 1989-1997, som er på 605 kg.

Den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor var ikke tilsvarende høj, 0,078 mg/l i 1998 imod 0,080 mg/l som gennemsnit for 1989-1997. Indløbskoncentrationen er målt som den totale fosfortilførsel divideret med den totale vandtilførsel.

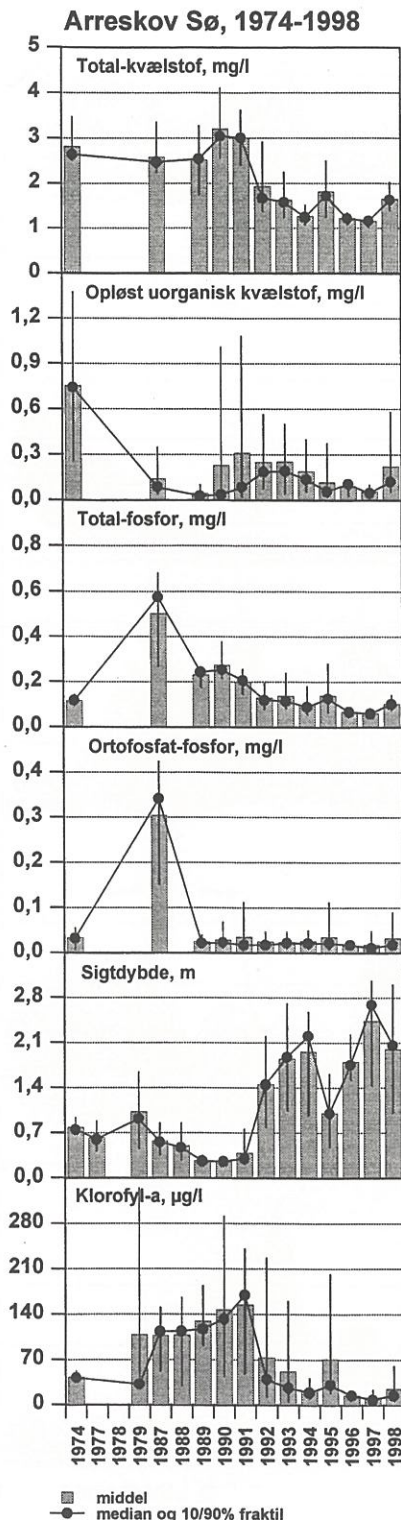
Der løb 866 kg fosfor ud af søen, dvs. at søvandet aflastedes for 88 kg. Samtidig steg fosforpuljen i søvandet dog med 304 kg, svarende til, at der blev frigivet 393 kg fra sedimentet til søvandet. De sidste par år har der været en betydelig afgivelse af fosfor fra sedimentet til søvandet. Igennem perioden 1990-97 har sedimentet som gennemsnit tilbageholdt 165 kg årligt eller 27% af de tilførte mængder.

Den vandføringsvægtede udløbskoncentration af fosfor var 0,124 mg/l i 1998, dvs. 60% højere end indløbskoncentrationen.

Figur 5.3
 Tilførsel og fraførsel af vand,
 total-kvælstof og total-fosfor for
 Arreskov Sø på månedsbasis, 1998.
 Maximum, minimum og median for
 perioden 1989-1997 er ligeledes vist.



6. Udvikling i miljøtilstanden



Figur 6.1
Middel- og medianværdier samt 10% og 90% fraktiler for angivne parametre i sommerperioden i Arreskov Sø, 1974-1998.

Udviklingen i overfladevandets gennemsnitlige indhold af kvælstof, fosfor, klorofyl-*a* samt sigtdybden (gennemsnit for sommerperioden) fremgår af figur 6.1. For alle år, hvorfra der foreligger målinger, er de beregnede sommer-, vinter- og årsmiddelværdier samt fraktiler af udvalgte parametre vist i bilag 9. Udviklingen i perioden 1989-1998 vurderes bl.a. ved et test for, om der er sket statistisk signifikante ændringer i middelværdien for sommerperioden af de enkelte parametre. Testen foretages som lineær regression på logaritmetransformerede data. Hvis *p*-værdien er under 0,1 anses udviklingen for at være signifikant.

Resultaterne af de fysisk-kemiske målinger i søens overfladevand i 1998 fremgår af figur 6.2. Figuren viser endvidere værdierne fra 1997 samt medianen og variationen af målingerne fra 1989-97.

6.1 Kvælstof

Udvikling

Kvælstofindholdet i sommerperioden er faldet signifikant siden 1989 ($p=0,006$). Faldet er først og fremmest sket fra 1991 til 1992 i forbindelse med den opklaring af vandet, der skete på dette tidspunkt (figur 6.1). Koncentrationen af kvælstof i det vand, der løber til søen, er således ikke faldet (se afsnit 4).

Sammenhængen mellem kvælstoftilførslen og kvælstofkoncentrationen i søen kan beskrives ved følgende model, der er opstillet på baggrund af data fra danske søer: $N_{ss} = 0,23 N_{ind} T_w^{-0,27} z^{0,27}$ (Jensen m.fl., 1994). N_{ss} og N_{ind} er årsmiddelt koncentrationen af totalkvælstof i henholdsvis søvandet og indløbsvandet, T_w er vandets opholdstid i søen (år) og z er søens middeldybde (m).

I figur 6.3 er den modelberegnete kvælstofkoncentration i søvandet sammenstillet med den målte. N_{ind} er beregnet som den totale kvælstoftilførsel divideret med den totale netto-vandtilførsel, dvs. incl. grundvand og nedbør, fratrukket fordamning

I årene 1973/74, 1987 og 1989-91 var der forholdsvis høje koncentrationer af kvælstof i forhold til tilførslen, hvorimod koncentrationerne i 1992-1998 har været i nær overensstemmelse med de modelberegnete værdier.

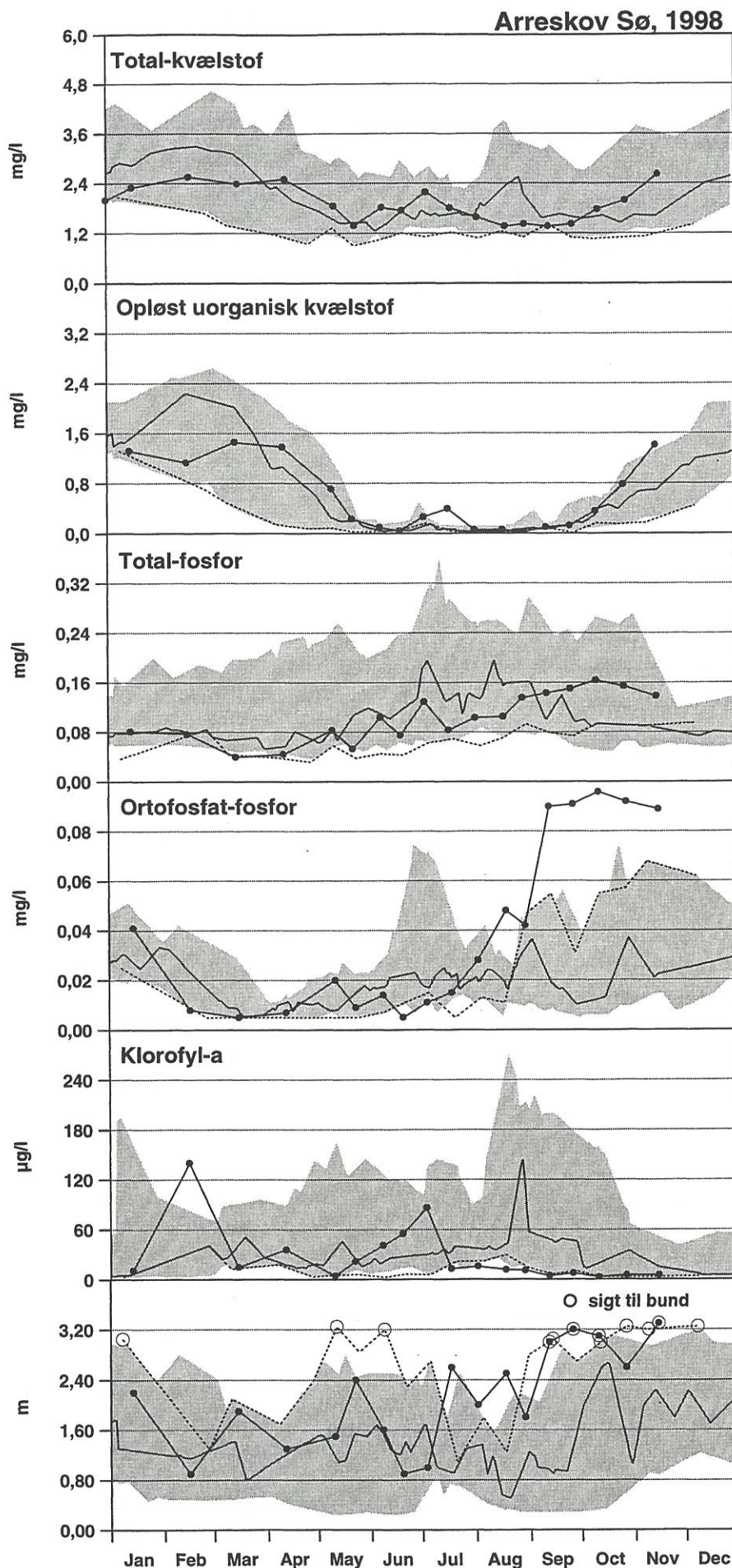
De mindskede kvælstofkoncentrationer i søvandet efter 1991 er således ikke et resultat af en mindsket kvælstoftilførsel i den pågældende periode, men skyldes først og fremmest ændringer i de interne processer i søen. Hvis modellen også passer på Arreskov Sø i en ligevægtssituation viser beregningerne, at kvælstofkoncentrationen i søvandet siden 1992 har været i balance med tilførslerne af kvælstof.

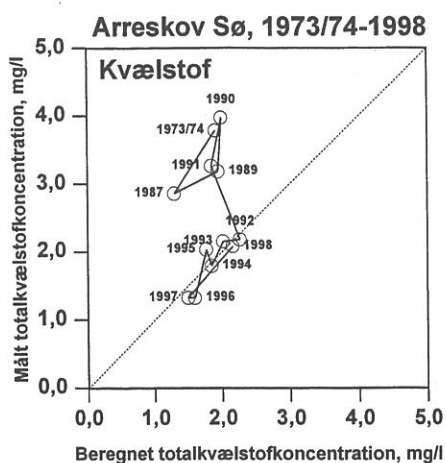
1998

På grund af den høje afstrømning af kvælstof fra oplandet, var kvælstofindholdet i søvandet forholdsvis højt gennem hele året. Årsmiddelt koncentrationen for **total kvælstof** var på 2,08 mg/l og sommerrmiddel på 1,66 mg/l, hvilket var noget højere end de to foregående år med lave kvælstofafstrømninger. Koncentrationen af **opløst uorganisk kvælstof** var kun i slutningen af august lavere end detektions-

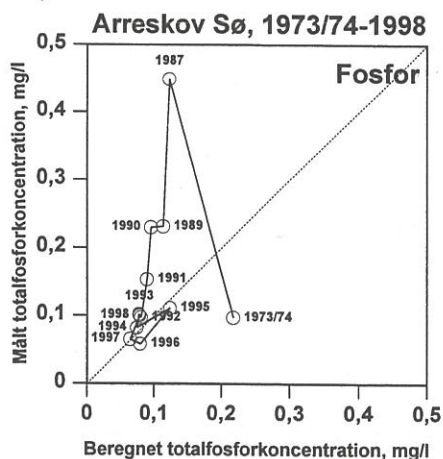
Figur 6.2
 Overfladevandets indhold af total-kvælstof, opløst uorganisk kvælstof, total-fosfor, ortofosfat-fosfor, klorofyl-a samt sigt-dybden i Arreskov Sø, 1998. Samtidig er vist værdierne for 1997 samt median-værdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-97. Variationsintervallet omfatter de beregnede dagsværdier for de enkelte år. For at udjævne enkelte ekstreme værdier, er de største og mindste dagsværdier ikke medtaget.

..... 1997
 — median, 1989-1997
 ■ variationsinterval, 1989-1997
 ● 1998





Figur 6.3
Sammenhæng mellem søvandets målte årsmiddelkoncentration af kvælstof, og den koncentration, der beregnes ud fra den årlige kvælstoftilførsel.



Figur 6.4
Sammenhæng mellem søvandets målte årsmiddelkoncentration af fosfor, og den koncentration, der beregnes ud fra den årlige fosfortilførsel (vha. model 12, se tekst).

grænsen og har formentlig kun i ringe omfang været begrænsende for algeproduktionen gennem sommeren. Dette er en væsentlig ændring i forhold til de tidligere to år, hvor manglende tilgængelighed af kvælstof gennem længere tid kan have medvirket til at begrænse algeproduktionen.

6.2 Fosfor

Udvikling

Fosforindholdet i sommerperioden er faldet signifikant siden 1989 ($p=0,001$). Faldet skete først og fremmest fra 1990 til 1992, og med særligt lave værdier i 1996 og 1997 (figur 6.1).

Ligesom for kvælstof er der for fosfor opstillet modeller for sammenhængen mellem fosfortilførslen og koncentrationen i søvandet. Fosformodellerne bygger typisk på en generel sammenhæng udtrykt ved ligningen: $P_{so} = P_{ind} (1-Rp)$, hvor P_{so} og P_{ind} er årsmiddelkoncentrationen af total-fosfor i hhv. søvandet og indløbsvandet, og Rp er retentionskoefficienten for fosfor, dvs. den brøkdelen af fosfortilførslen, som tilbageholdes i søen. Modellerne adskiller sig i den måde, hvorpå Rp beregnes. I den model, der synes at beskrive forholdene i Arreskov Sø bedst, beregnes Rp således (Prairie, 1988 i Kristensen m.fl., 1990): $Rp = (0,11+0,18 Tw)/(1+0,18 Tw)$, hvor Tw er vandets opholdstid i søen, og P_{ind} er middelkoncentrationen i den overfladiske tilførsel til søen.

I figur 6.4 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. P_{ind} er beregnet som den totale fosfortilførsel divideret med den samlede vandtilførsel incl. grundvand og nedbør men fratrukket fordamningen.

Modellen beregner den fosforkoncentration, man ville forvente i en ligevægtssituation, dvs. uden en intern belastning fra sedimentet. Det forhold, at det observerede fosforniveau i 1994-1998 er tæt på det modelberegnete, tyder på, at 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.

Ligesom for kvælstof tyder modelberegningerne for fosfor på, at koncentrationen af fosfor i Arreskov Sø i 1994-1998 efter en længere indsvingningsperiode er i balance med tilførslen. Det er dog sandsynligt, at koncentrationerne vil stige igen, hvis den meget klarvandede tilstand afløses af en tilstand med større algemængde.

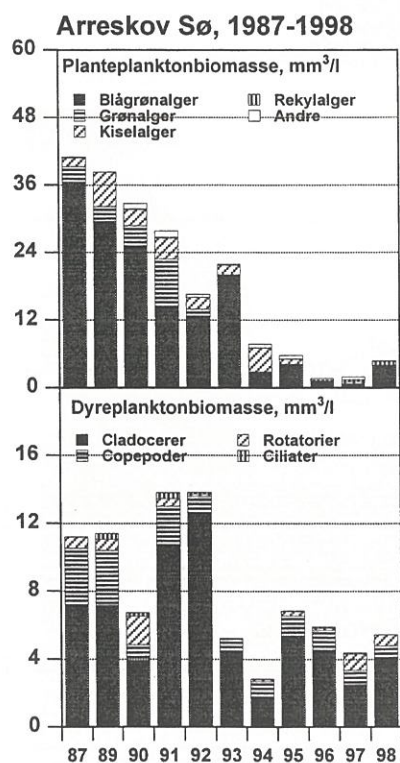
1998

Med et års- og sommergennemsnit på 0,10 mgP/l var koncentrationen af **total fosfor** steget i forhold til de foregående to år. Særlig perioden september til

I 1989-91 var sigtddybden i Arreskov Sø væsentligt lavere end forventet ud fra fosforkoncentrationen, blandt andet fordi der i disse år var en særlig stor ophvirvling af bundmateriale i søen. I 1992-94 var sigtddybden 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, men i 1997 og 1998 var sigtddybden 70-80 cm højere end forventet ud fra fosforkoncentrationen. Ligesom i 1992-1994 hænger dette sammen med, at algemængden gennem det meste af sommeren blev holdt nede på grund af græsning fra søens dyreplankton.

1998

Med et forårsmaksimum i februar og ret høje algemængder igennem juni blev års- og sommergennemsnittet af klorofyl-*a* hhv. 28 og 25 µg/l, hvilket var noget højere end de foregående to år. Fra midten af juli og året ud var algemængden dog lav igen. Tilsvarende var sigtddybden moderat i starten af året, ret lav i juni og høj fra september og året ud, hvor der det meste af tiden var sigt til bunden i godt tre meters dybde. Som median for både års- og sommerperioden var sigtddybden ca. 2,05 m. Dvs. at i halvdelen af året/sommeren var sigtddybden større end 2,05 m. Laveste sigtddybde i sommerperioden var 0,9 m.



Figur 6.6
Plante- og dyreplankton i Arreskov Sø 1989-1998. Gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i sommerperioden 1. maj - 30. september.

6.5 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

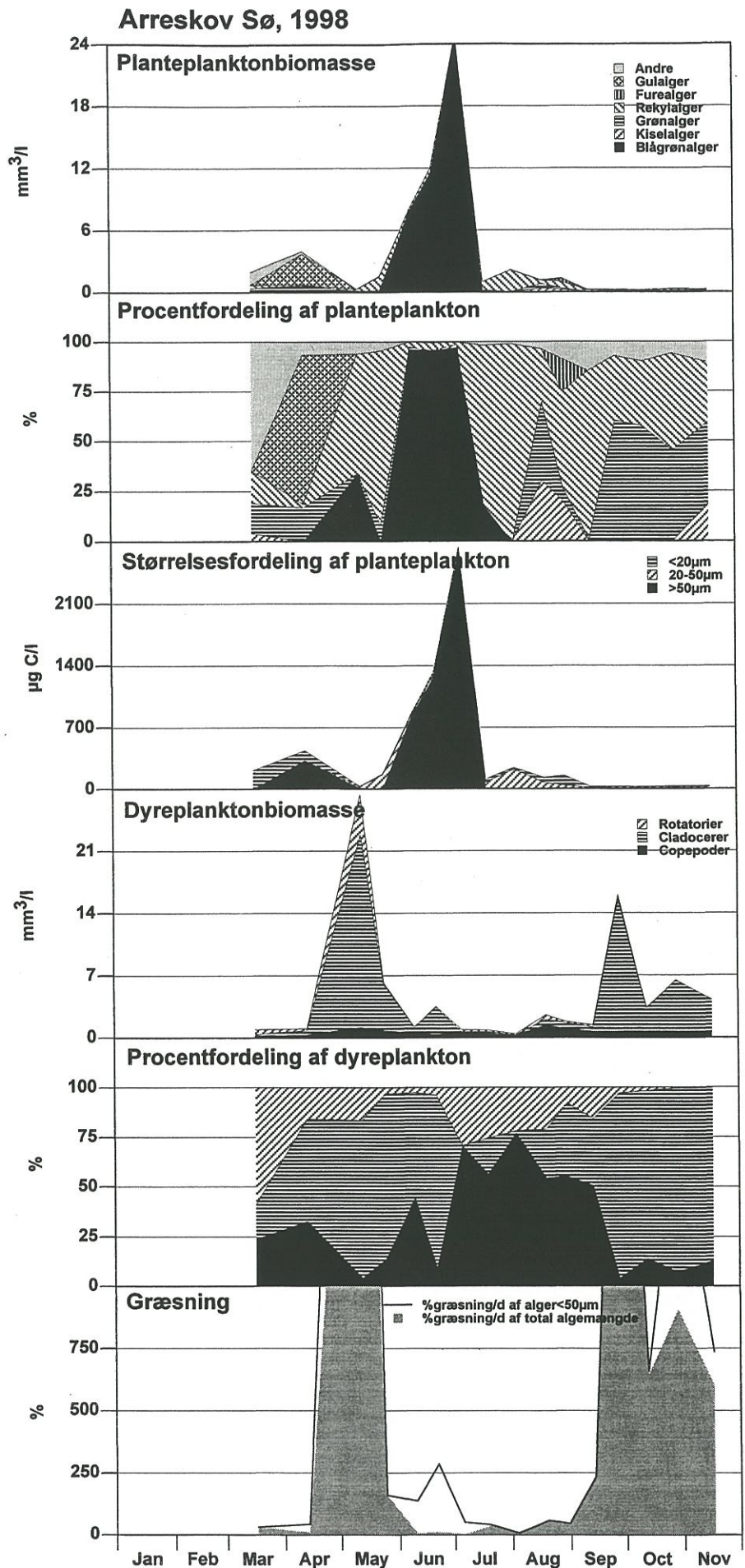
Planteplanktonets biomasse er faldet signifikant i perioden 1989-1998 ($p=0,001$), selv om der skete en stigning fra 1997 til 1998 (figur 6.6).

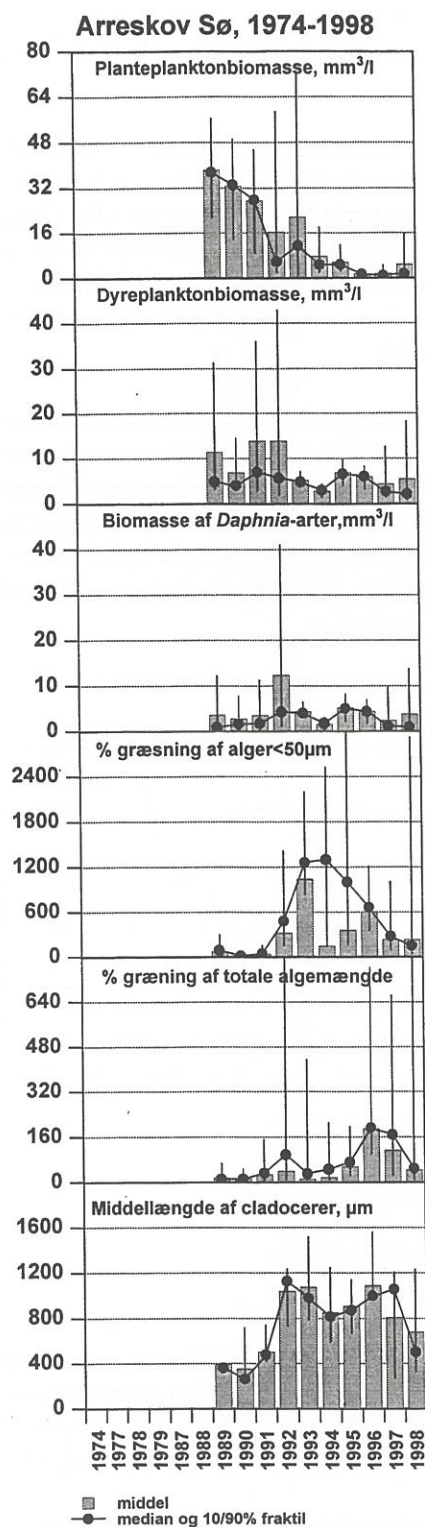
I 1998 varierede planteplanktonets biomasse fra 0,2 mm³/l i september-oktober til 25 mm³/l i begyndelsen af juli (figur 6.7). Den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden var 4,9 mm³/l, hvilket var 3 gange så højt som i 1997.

Der blev i alt fundet 80 arter/samlegrupper i Arreskov Sø i 1998. 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 (15 arter), centrale kiselalger (5 arter) og chlorococcale grønalg (24 arter). Fra "rentvandsgrupperne" fandtes 4 furealger, 7 gulalger og 1 koblingsalge.

Der forekom et forårsmaksimum i april, som hovedsagelig bestod af gulalger, især *Uroglena* spp. og *Dinobryon cylindricum*. I løbet af juni og frem til begyndelsen af juli udvikledes årets blågrønalgemaksimum, som især bestod af *Aphanizomenon flos-aquae*. Fra slutningen af juli forsvandt blågrønalgerne fra planteplanktonet, der i august var domineret af rekylalger, især *Cryptomonas* spp. og *Rhodomonas lacustris*. Ved de lave biomasser i september-november dominerede den vølvocale grønalg *Pandorina morum*.

Figur 6.7
 Volumenbiomasse og procentvis
 sammensætning af planteplankton
 og dyreplankton, samt
 størrelsesfordeling og græsning i
 Arreskov Sø, 1998.





Figur 6.8
Middel- og medianværdier samt 10% og 90% fraktiler for angivne parametre i sommerperioden i Arreskov Sø, 1974-1998.

Dyreplankton

Dyreplanktonets biomasse er ligeledes faldet signifikant i perioden 1989-1998 ($p=0,07$), se figur 6.6.

I 1998 varierede den totale dyreplanktonbiomasse mellem 0,41 mm³/l i starten af august og 27 mm³/l i midten af maj. Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i sommerperioden var 5,4 mm³/l, og dermed lidt større end i 1997.

Cladocerer dominerede i perioden april-juni og igen fra slutningen af september til november (se figur 6.7). I sommerperioden fra juli til midt i september dominerede copepoder. Cladocerer udgjorde 75% af den totale, gennemsnitlige biomasse i sommerperioden. Copepoder udgjorde i denne periode 13% og rotatorier 12%. Ciliater blev ikke optalt i 1998, men har antagelig som de tidligere år kun udgjort omkring 1% af biomassen.

De store dafniearter, især *Daphnia hyalina*, var dominerende i planktonet frem til slutningen af juni. Fra starten af juli til midten af august var de store dafnier stort set fraværende fra planktonet, der nu domineredes af cyclopoide nauplier. Sidst i august dukkede *Daphnia hyalina* igen op i planktonet, og var dominerende fra slutningen af september og året ud.

Græsning

I 1989-1991 var mængden af planteplankton meget stor i forhold til mængden af dyreplankton, og betydningen af græsning var derfor lille. Fra 1992 og frem har græsningen haft en betydelig regulerende rolle for planteplanktonet (figur 6.8).

Den gennemsnitlige græsning i sommerperioden er således steget signifikant i perioden 1989-1998 ($p=0,03$). Den beregnede græsning kan dog 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 algebio-massen.

I 1998 var den potentielle græsning høj i april-maj, lav i juni-medio august og igen høj herefter (figur 6.7). I denne periode var dyreplanktonet øjensynligt i stand til at kontrollere algemængden. Perioden med høj græsning svarer til perioden, hvor store dafnier dominerede i planktonet.

I løbet af juni "glippede" græsningskontrollen, og først i juli fremkom der et ret højt sommermaksimum af blågrønalgen *Aphanizomenon flos-aquae*, der på grund af sin størrelse er modstandsdygtig overfor græsning.

Prædation

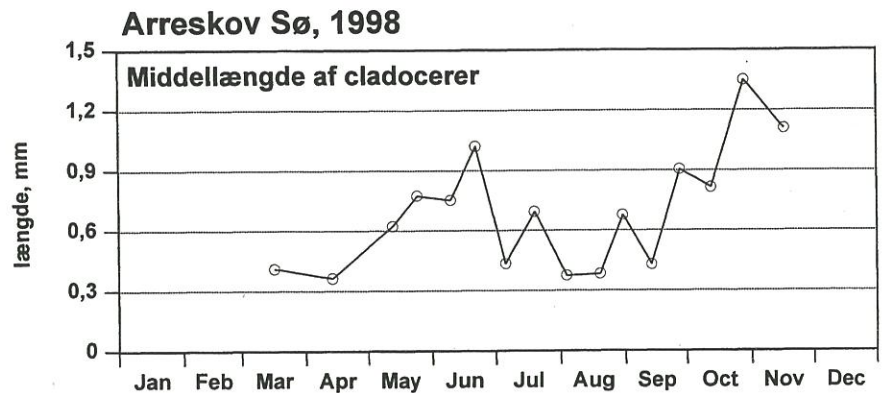
Fisk, som lever af dyreplankton, spiser fortrinsvis de større former af cladocerer og calanoide copepoder i søvandet. I søer, hvor fiskenes prædation på dyreplankto-

net 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 6.7 er vist middellængden af cladocererne i perioden 1989-98. Cladocererne var i perioden 1992-1998 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 lille. Det bemærkes dog, at middellængden i 1998 var lavere end de foregående år, hvilket kan indikere, at prædationen fra fisk er steget.

I 1998 skete der et tydeligt skift i cladocerernes størrelse igennem sæsonen (se figur 6.9). Efter at have været stigende igennem foråret faldt cladocerernes gennemsnitlige længde brat fra den 22. juni til den 6. juli. Dette stemmer overens med, at fiskeyngelen begyndte at spise dyreplankton på dette tidspunkt. Fra slutningen af september og året ud steg cladocerernes længde igen, hvilket indikerer at prædationen igen var lav i efteråret, antagelig fordi størstedelen af fiskeyngelen døde i løbet af sommeren, se nedenfor.

Figur 6.9
Middellængde af cladocerer i Arreskov Sø, 1998.



6.6 Fisk

Fiskeyngel

Med NOVA 2003 skal der som noget nyt hvert år i starten af juli gennemføres en standardiseret undersøgelse af fiskeyngel (Lauridsen m.fl., 1998). Formålet er at bestemme mængden af fiskeyngel for dermed at kunne vurdere dennes indflydelse på dyreplanktonet. Resultater af fiskeyngelundersøgelsen fremgår af bilag 11.

I Arreskov Sø blev der fisket 6 strækninger langs bredden i littoralzonen (1,0-1,5 m vanddybde) og 6 strækninger i pelagiet, dvs. ude på søen i åbent vand (over 1,5 m vanddybde).

Bortset fra en enkelt aborre på 48 mm blev der udelukkende fanget yngel af karpfisk, dvs. skalle eller brasen. Længden varierede fra 11 mm til 29 mm, dog

med en enkelt på 37 mm. Yngelen var tilsyneladende opdelt i to størrelsesklasser, med middellængder på hhv. ca. 17 mm og 22 mm.

Tætheden af yngel i hhv. littoralzonen og pelagiet fremgår af tabel 6.1. Til sammenligning er der i tabel 6.2 vist medianværdi samt 10%- og 90%-fraktilværdier fra tilsvarende befiskninger i 12 andre danske søer.

Tabel 6.1
Tætheden af fiskeyngel i Arreskov Sø den 6-7. juli 1998.

	Antal pr. m ³			Vægt, g pr. m ³		
	Middel	Max.	Min.	Middel	Max.	Min.
Littoral	90	1826	0,3	3,28	56,59	0,02
Pelagial	1,2	2,7	0,2	0,06	0,07	0,01

Tabel 6.2
Yngeltæthed af karpfisk og aborrefisk i 12 danske søer (H. J. Jensen, Fiskeøkologisk Laboratorium, pers. medd.).

	Karpfisk, antal pr. m ³			Aborrefisk, antal pr. m ³		
	Median	10%-fraktil	90%-fraktil	Median	10%-fraktil	90%-fraktil
Littoral	1,15	0,05	9,2	0,07	0,002	0,035
Pelagial	0,06	0,004	0,58	0,02	0,006	0,16

Middeltætheden af karpfiskeyngel i littoralzonen var således meget stor, men varierede meget fra strækning til strækning. Det skyldes bl.a., at der blev fisket i områder med vegetation, hvor fiskene stod tæt blandt undervandsplanterne. Sammenlignet med andre søer var tætheden af karpfiskeyngel ligeledes stor i pelagiet.

Fangsten af aborreyngel var derimod meget ringe (1 stk.), især i betragtning af, at der blev fanget en del ved fiskeundersøgelsen i august. En forklaring kan være, at hastigheden, hvormed der blev fisket var for lille, således at den lidt større aborreyngel kunne undslippe nettet. På grund af for ringe motorkraft kunne sejlhastigheden således ikke holdes indenfor det foreskrevne område.

Det kan dog konstateres, at der var en betydelig tæthed af karpfiskeyngel i Arreskov Sø i starten af juli 1998. Ved fiskeundersøgelsen i august blev der kun fanget relativt få skalleyngel og få og små (3 cm) brasenyngel.

I efteråret skete der som nævnt en opvækst af store dyreplanktonformer - et forhold, der viser, at antallet af planktivore fisk var begrænset. Det er således sandsynligt, at en stor del af fiskeyngelen døde i løbet af sommeren, formodentlig som følge af prædation fra rovfisk og fødemangel, eftersom mængden af dyreplankton igennem sommeren var ringe. Overslagsmæssige beregninger viser således, at konsumtionen fra fiskeyngelen alene var af samme størrelse som dyreplanktonets produktion på undersøgelsestidspunktet (H. J. Jensen, Fiskeøkologisk Laboratorium, pers. medd.).



Figur 6.10
Skønnet total biomasse af fisk i Arreskov Sø, 1987-1998.

Fiskebestand

I august 1998 blev der gennemført en fiskeundersøgelse efter "normalprogrammet" i Arreskov Sø (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998b). Resultaterne fra denne undersøgelse er i figur 6.11 sammenstillet med resultaterne fra tilsvarende undersøgelser i 1987, 1992 og 1994-97.

Med en skønnet biomasse på 93 kg/ha var fiskebestanden den hidtil laveste i undersøgelsesperioden (se figur 6.10). Reduktionen skyldes primært en nedgang i brasenbestanden. Således blev der slet ikke fanget brasen i garnene i 1998. Også skallebestanden synes at være mindsket, og aborren er den dominerende art i søen, som den har været det siden 1994. De store aborrer er rovfisk, og da der også er en ret betydelig bestand af gedder og sandart udgør rovfiskene 65% af biomassen.

I forhold til søens næringsstofniveau er fiskebestanden meget lav, og udgjorde i 1998 kun ca. en fjerdedel af den biomasse, der forventes på baggrund af søens nærings- og dybdeforhold (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998b).

Den lave fiskebiomasse skyldes ikke dårlige vækst- og konditionsforhold. Som det også har været tilfældet de foregående år, vokser skallerne og aborrerne markant hurtigere end normalt i danske søer, ligesom konditionen (vægt i forhold til længde) fortsat er bedre end gennemsnittet for danske søer. Dette afspejler, at der er gode vækstforhold i søen på grund af et rigeligt fødegrundlag

Fangsten af fiskeyngel var den mindste siden 1992. Sammenholdt med den store yngelfangst i starten af juli, tyder dette på en kraftig decimering af bestanden i løbet af sommeren.

De enkelte arter:

Brasen. Der blev kun fanget årsyngel med en middelstørrelse på 3 cm.

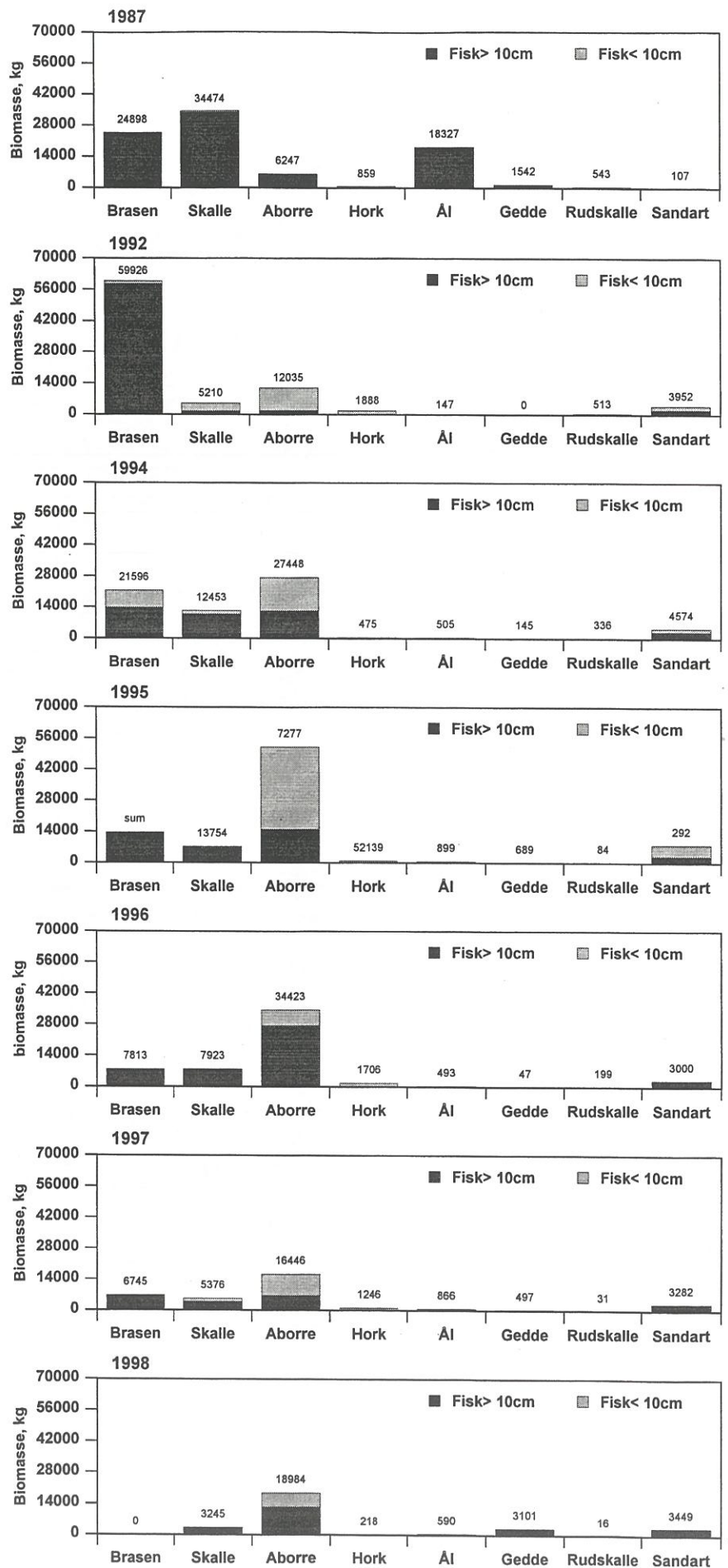
Skallebestanden var med godt 3 tons den hidtil mindste. Skallerne havde en god vækst og kondition.

Aborren var med en biomasse på 19 tons søens dominerende fiskeart. Bestanden var domineret af yngel og 1-års fisk, men der blev fanget aborrer på op til 33 cm. Væksten og konditionen var god.

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 i 1998 fanget 14 ål på 17-46 cm, hvilket er på niveau med det foregående år. Ålenes kondition svarede til middilkonditionen fundet i andre danske søer.

Geddefangsten var vægtmæssigt den hidtil største i søen. Hovedparten af gedderne var i størrelsen 30-50 cm, og dermed noget større end i 1997, hvor der kun blev fanget gedder under 25 cm.

Figur 6.11
 Skønnet biomasse af de enkelte fiskearter i
 Arreskov Sø, 1987-1998 (efter Fiskeøkolo-
 gisk Laboratorium, 1998b).



Fyns Amt har i perioden 1994 til 1997 udsat i alt 145.000 stk. geddeyngel i søen med det formål at begrænse opvæksten af dyreplanktonædende småfisk. Den forholdsvis store geddefangst er antagelig et resultat af disse udsætninger. Udsætningerne af geddeyngel er ophørt, men fangst af gedder på omkring 20 cm i 1998 viser, at der foregår en naturlig geddeproduktion i søen, idet gedder på denne størrelse tilhører årets yngel.

Ligesom i 1996 og 1997 var geddernes kondition 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 1 stor **sandart** på 68 cm samt en del yngel. Fangsten af sandart er meget forskellig fra år til år, men søen rummer muligvis en betydelig sandartbestand.

Vurdering af fiskebestandens påvirkning af vandkvaliteten

Den meget lille bestand af dyreplanktonædende fisk er fortsat en vigtig årsag til, at Arreskov Sø har væsentligt klarere vand end forventet ud fra næringsindholdet. Fiskebestanden har mange karaktertræk fælles med fiskebestanden i klarvandede søer, hvor aborrer dominerer.

6.7 Bundvegetation

Undervandsvegetationen i Arreskov Sø blev undersøgt ved en såkaldt områdeundersøgelse i perioden 15. juli - 6. august 1998. Formålet med undersøgelsen var at kortlægge undervandsvegetationens generelle udbredelse. Der blev gennemført tilsvarende undersøgelser i 1993-1997. 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 *Alm. Tagrør*.

Sigt dybden i Arreskov Sø har i 1992 - 1997 været fra 1,5 m til 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 fra 1992 til 1997. Nedenfor omtales resultaterne af undersøgelsen i 1998, idet også vegetationens udvikling kommenteres.

Flydebladsvegetation

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

Undervandsvegetation

I forbindelse med undersøgelsen af undervandsvegetationen er søen opdelt i en række delområder. Disse fremgår af figur 6.12.

Tabel 6.3

Registrerede arter af undervandsplanter i Arreskov Sø ved vegetationsundersøgelser i 1993-1997. x angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt. Desuden er angivet planternes samlede dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen.

Registrerede arter	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m	Dybdegrænse m
Stilket Vandkrans	1,5	1,65	1,70	2,0	2,50	1,00
Børstebladet Vandaks	0,2	1,05	1,50	1,8	2,55	2,10
Spinkel Vandaks		1,05	1,90	2,1	2,75	2,50
Kruset Vandaks				2,1	2,75	1,50
Trådvandaks					0,50	
Art(er) af Kransnål	x	1,0	1,50	1,5	2,25	2,50
<i>Chara globularis</i> v. <i>globularis</i>	x	1,0	x	x	2,25	x
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>vulgaris</i>		x	x	x	2,25	x
<i>Chara aspera</i>			x	x	x	
Tornfrøet Hornblad		0,55	1,25	1,5	2,90	2,70
Art af Rørhinde	1,2	x	x	1,9	x	x
Art af Vandhår		x		x	0,50	2,70
Slimtråd		x	x	x	x	
Samlet artsantal	5	10	10	12	13	10
Total dybdegrænse, m	1,5	1,65	1,9	2,1	2,9	2,7
Dækningsgrad, %	0,8	0,6	5	12	61	30
Relativt plantefyldt volumen, %	0,02	0,02	0,41	3,6	15	5

De registrerede arter ved undersøgelserne i 1993 - 1998 og arternes dybdegrænse (hvor den er registreret) fremgår af tabel 6.3.

Arter

De enkelte arters tilstedeværelse og dybdegrænse i delområderne fremgår af bilag 14.

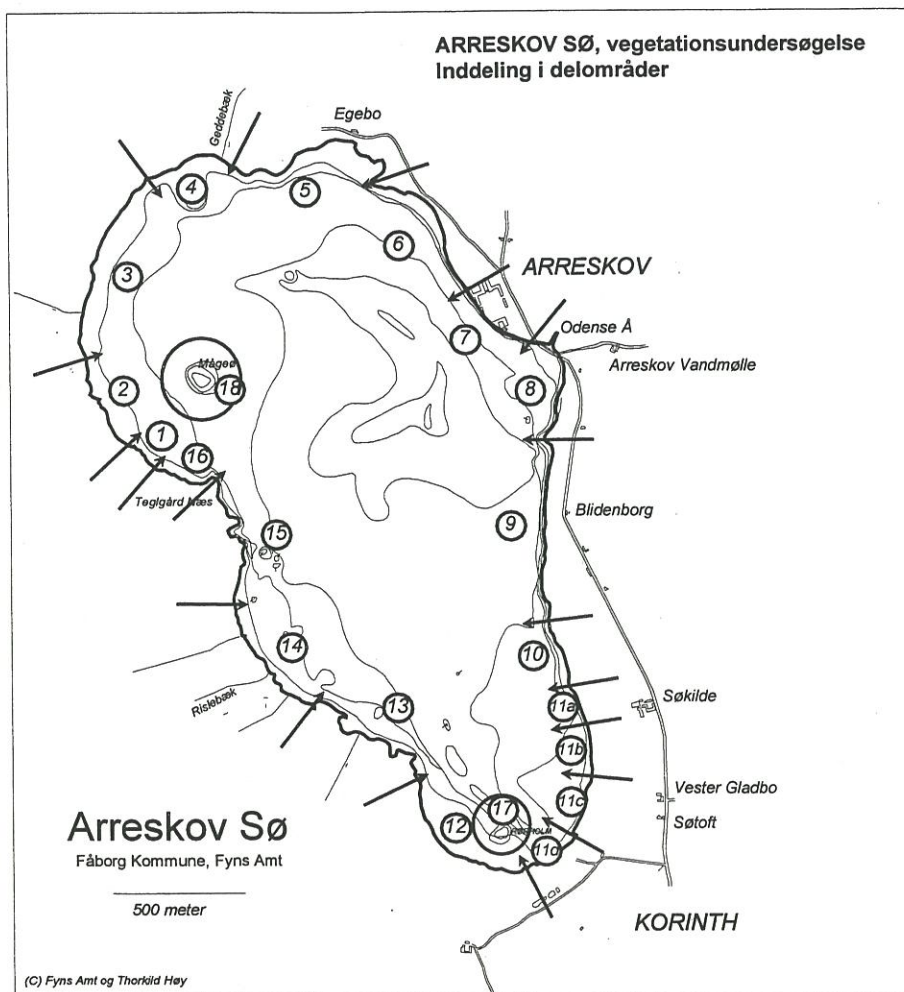
Den mest udbredte undervandsplante var *Tornfrøet Hornblad*, som fra 1996 til 1997 havde haft en fantastisk fremgang. I 1998 var udbredelsen reduceret i forhold til 1997, men *Tornfrøet Hornblad* var almindelig over størstedelen af søen, især på dybder over 1-2 m, og var endvidere den plante, der gik ud på dybest vand.

Kruset Vandaks, som indvandrede i 1996 og i 1997 havde bredt sig over størstedelen af søen, var gået stærkt tilbage og blev kun fundet i enkelte eksemplarer i to delområder.

Den lille, spinkle plante, *Stilket Vandkrans*, som var den første til at etablere sig i søen, var i tilbagegang allerede i 1997, og blev kun registreret i et enkelt delområde i 1998. Planten er tilsyneladende blevet fortrængt af større planter og trådgrønalger.

Figur 6.12

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



Spinkel Vandaks, der i 1996 dominerende i næsten alle delområder med vegetation, var i 1997 stadig almindelig, men ikke nær så dominerende. I 1998 var udbredelsen yderligere aftaget, idet den voksede spredt i kun halvdelen af delområderne.

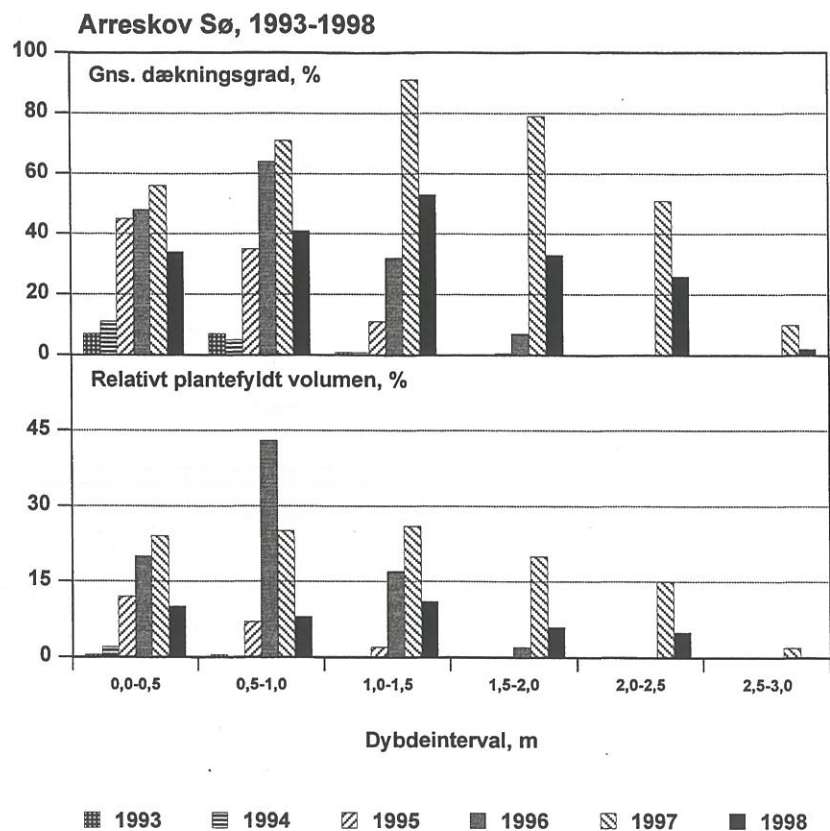
Børstebladet Vandaks var stadig udbredt over det meste af søen (12 delområder) men havde mistet udbredelse i forhold til 1997. Artens dybdegrænse var reduceret fra 2,6 m i 1997 til 2,1 m i 1998. Den voksede typisk spredt, evt. i grupper på 1,0-1,5 m vanddybde.

Trods ihærdig eftersøgning blev *Tråd-vandaks*, som indvandrede i delområde 13 i 1997 ikke genfundet i 1998.

Kransnålalger havde stadig en stor udbredelse og var dominerende i flere områder, men udbredelsen var aftaget betydeligt i forhold til 1997.

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*).

Figur 6.13
 Undervandsplanternes dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i Arreskov Sø, 1993 - 1998.



Trådalger. Grønalger af slægten Vandhår (*Cladophora*) fandtes i store bestande over størstedelen af søen. Dybdegrænsen var 2,7 m. Disse grønalger havde således overtaget mange af de områder, der i 1997 var bevokset med kransnålalger og *Kruset Vandaks*. *Rørhinde* (*Enteromorpha* sp.), fandtes hist og her, men havde ikke nogen betydelig udbredelse.

Epifytter. Planterne var kun i begrænset omfang overvokset med epifytiske kiselalger, og generelt så vegetationen frisk ud.

Udbredelse

Undervandsplanternes samlede dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i årene 1993 - 1998 fremgår af tabel 6.3. I figur 6.13 er dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen vist i de enkelte dybdeintervaller. I bilag 12-14 er resultaterne fra undersøgelsen i 1998 anført.

Efter at både planternes totale dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen var steget meget betydeligt fra 1993 til 1997, skete der fra 1997 til 1998 en halvering af dækningsgraden (fra 61% til 30%), ligesom det plantefyldte volumen blev reduceret til en trediedel (fra 15% til 5%). Vegetationens dybdegrænse faldt en smule, fra 2,9 m til 2,7 m.

Til gengæld havde trådalgerne en betydelig udbredelse, både i områder med og uden anden vegetation. I mange områder var 50-80% af bunden eller planterne dækket med trådalger. Tælles trådalgerne med i dækningsgraden, vil denne blive næsten ligeså høj som i 1997. Det plantefyldte volumen vil dog ikke vokse tilsvarende, da trådalgerne ofte lå i tætte måtter med ringe højde.

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. Hvis trådalgerne igen kan afløses af rodfæstede planter, kan Arreskov Sø komme tæt på dette niveau.

6.8 Bundfauna

Faunaen af smådyr på den "bløde" bund, dvs. på dybder større end ca. 1,5 m, er undersøgt årligt siden 1989, selvom det ikke er en del af det nationale overvågningsprogram. Der er således i april/maj taget 10 prøver med Kajak-bundhenter på hver af 3 stationer, beliggende på hhv. 1,5-1,7, 1,6-1,9 og 2,8-3,1 m's dybde. Resultaterne fremgår af bilag 15.

Betragtes hele perioden 1989-1998 er der ingen signifikant forskel på antallet af individer mellem de 3 stationer (Wilcoxon signed ranks test, $P > 0,50$). Derimod var der signifikant færre antal taxa på den dybeste station ($P < 0,05$). Udviklingen i faunaen ved de 3 stationer er trods dette i det følgende behandlet under ét (figur 6.14).

Antallet af individer toppede med omkring 30.000 pr. m^2 i 1993-1994, pga. et stort antal børsteorme og dansemyg. I 1995 faldt antallet af børsteorme dramatisk, og det samlede individantal reduceredes til 7.500 pr. m^2 . Herefter voksede det til ca. 12.500 individer pr. m^2 i 1997, men aftog i 1998 til knap 5000 individer pr. m^2 , det laveste antal siden 1992.

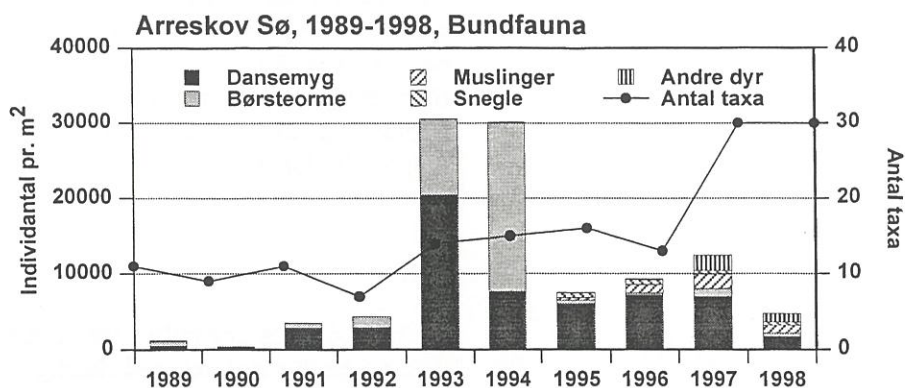
Antallet af dansemyg var nogenlunde konstant fra 1994 til 1997, men aftog brat i 1998. Antallet af muslinger og snegle var højere i 1996-1998 end tidligere, men er dog aftaget fra 1997 til 1998. Muslingerne omfatter udelukkende ærtemuslingen (*Pisidium* sp.), mens sneglene fordeler sig på flere slægter med forgællesneglen *Valvata piscinalis* som den dominerende art.

Kategorien "Andre dyr" bestod i 1997 først og fremmest af døgnfluen *Caenis horaria*, og i 1998 af døgnfluen *Cloeon* sp. og muslingekrebs (*Ostracoda*), som ikke tidligere har haft betydning i bundfaunaen.

Der blev i 1998 i alt fundet 30 forskellige arter/grupper (taxa), og antallet af taxa har været stigende gennem hele perioden.

8 arter er ikke tidligere registreret i søens bundfauna. Det drejer sig om en bille af slægten *Hydrophilidae* (Vandkærer), børsteormen *Stylaria lacustris*, dansemyggen *Polypedilum bicrenatum*, døgnfluen *Cloeon* sp., iglerne *Erpobdella*

Figur 6.14
Bundfauna i Arreskov Sø, 1989-1998.
Gennemsnitligt individantal pr. m² på tre
stationer i 1,5-3,0 m dybde.



octoculata (Hundeigle) og *Helobdella stagnalis*, sneglen *Physa fontinalis* (Blæresnegl) samt en vandnymfe (*Zygoptera*).

De fleste af disse arter er knyttet til områder med bundplanter, og blev da også især fundet på st. S 1,5, som havde bevoksninger af bl.a. Tornfrøet Hornblad.

Til gengæld var artsantallet af dansemyg gået ned fra 15 i 1997 til 9 i 1998. F.eks. blev slægten *Chironomus*, der tidligere var stærkt repræsenteret i bundfaunaen, slet ikke fundet i 1998. Årsagen til tilbagegangen af dansemyg kan være en øget prædation.

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

- klart vand, som giver et mere varieret fødeudbud på grund af vækst af epifytiske og bundlevende alger samt trådalger og evt. makrofyter
- mere udbredt bundvegetation
- mere stabile bundforhold
- bedre iltforhold i og ved bunden
- ringe prædation fra fisk. Det ser dog ud til at prædationen igen er stigende.

6.9 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 sejlads og vandfuglejagt. I nærheden af søen har et par Havørne ynglet i 1998. Dette par har søen som det primære fourageringsområde.

Fuglene i Arreskov Sø er blevet talt op regelmæssigt siden 1980, og før da findes 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 6.4 vises opgørelser fra perioden 1989-1998 over de vandfugle, hvor bestandene kan opgøres med rimelig sikkerhed.

Tabel 6.4
Oversigt over ynglefuglebestande i Arreskov Sø, 1989-1998.

"-": ingen oplysninger.
"+": sandsynligvis flere / minimum.

ART /antal par	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Toppet Lappedykker	10-14	9	6-8	15	4+	16+	29	24	25-30
Knopsvane	2	0	1	2	2	2	5	9	13-16
Grågås	40	40	-	13-15	11+	20-30	28	21	29
Gravand	4-5	5	-	6+	3	2	2	1	1
Gråand	3-4	5-6	-	5+	10-11	?	5-7	12-15	7-10
Skeand	4	3-4	-	3-5	2?	2?	-	1	1
Taffeland	2	2	-	4	5-6?	-	4-5	2-4	1
Troldand	5-7	4-5	-	6	5-6	6	11-12	5-8	10-15
Rørhøg	0	-	-	0-1	1	1-2	2	1	2
Vandrikse	4-5	4-5	-	-	1	-	1+	0	2
Grønbenet Rørhøne	2	3	-	-	-	-	-	1	0
Blishøne	4	0	6-10	-	48	11	49	35	36+
Strandskade	1	2	-	2-3	1-2	3	3	3	2
Vibe	0	1-2	-	2-3	-	3-4	-	1	2
Hættemåge	500	417	-	1-2	0	0	0	0-1	0
Fjordterne	12	12-14	-	-	0	1	0	0	0
Anslået samlet bestand (par): (Uden Hættemåge):	600 (100)	510 (93)	-	70	100	80	140	122	140

De planteædende fugle har haft betydelig fremgang de senere år. I 1998 fik 13-16 par **Knopsvane** i alt 41 unger (2,9 unger pr. par). I 1997 fik 9 par i alt 33 unger (3,7 unger pr. par) og i 1996 fik 5 par 15 unger (3 unger/pr.). I de foregående år var både antallet af Knopsvaner og ynglesuccesen meget begrænset. **Blishøne** har fortsat det samme høje bestandsniveau, som den har haft siden 1994, men nu er der desuden en meget stor tilstrømning af ikke-ynglende Blishøns i løbet af sommeren, så ynglesuccesen har været umulig at opgøre i 1998. 29 par **Grågæs** producerede 127 unger, det hidtil størst registrerede antal.

Antallet af ynglende **Toppet Lappedykker** var i 1998 på niveau med de to foregående år. Lappedykkerne havde i modsætning til 1997 en god ynglesucces, idet der blev registreret 47 unger. Yngleperioden var sen, med de første unger set den 17. juli, hvilket kan skyldes utilstrækkelige føderessourcer tidligt på sæsonen. Fra fiskeyngelundersøgelsen vides, at der var rigeligt med småfisk midt i juli.

Troldanden er afhængig af fødemuligheder i søens bundfauna (især muslinger og snegle), og en stor ynglesucces i 1998 med 10-15 ynglepar og i alt 70 unger viser, at føden har været rigelig.

Ikke-ynglende fugle

I store dele af året udnytter flokke af ikke-ynglende fugle søen som raste- og fourageringsområde. I perioden 1980-98 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 6.15).

Planteædende fugle

Antallet af **Knopsvaner** og **Blishøns** er steget meget markant i årene 1996-98, således at årsgennemsnittene i 1998 er 15-20 gange større end i perioden forud. Knopsvanerne havde en stor bestand på 100-190 fugle i vinterhalvåret 1997-98, hvilket afspejler den gunstige udvikling i søens bundvegetation. I efteråret 1998 var antallet af svaner mindre end i efteråret 1997. Dette kan hænge sammen med, at udbredelsen af de egentlige undervandsplanter var ringere i 1998 end i 1997. Knopsvanen fouragerer således næsten udelukkende på vandplanter.

Blishønsene havde i efteråret 1998 endnu større bestande end i 1997 med helt op til 6000 fugle i november. Disse fugle forsvandt først i begyndelsen af december, da der var kommet is på søen. Når blishønsene i højere grad end svanerne kunne finde føde i søen i november måned hænger det sammen med, at blishøns ud over undervandsplanter kan leve af trådalger og smådyr.

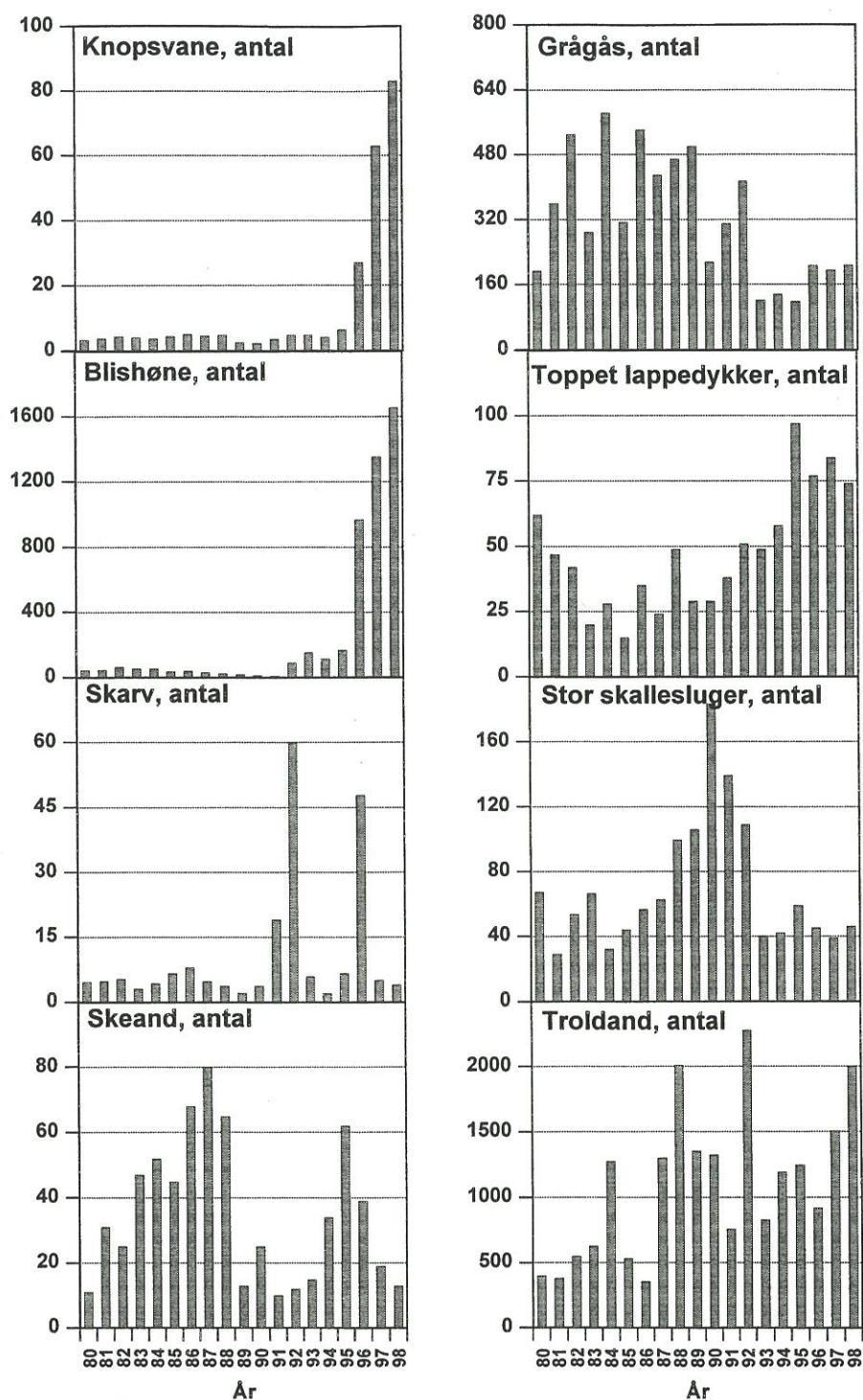
Den kraftige græsning fra planteædende fugle kan medvirke til at mindske planternes udbredelse, som det f.eks. er set i Væng Sø og Stigsholm Sø (Søndergaard m.fl., 1998).

Ud over den store ynglebestand samles normalt ret store flokke af **Grågæs** sidst på sommeren og i efteråret. Søen er af international betydning som rasteplads for arten med maksimumbestande på op til 1600 fugle i 1981 og 1984. Siden da har der ikke været så høje tal, men i de seneste år raster dog op til 800 fugle i august-september. Da Grågåsen i det væsentligste fouragerer på landplanter (græsser på enge og marker), skal årsagen til bestandssvingninger søges i søens omgivende åbne naturtyper og ikke i selve søen. 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** har vist en svagt faldende tendens siden et maksimum i 1995. Der er dog stadig væsentligt flere lappedykkere end i hele

Figur 6.15
 Årsgennemsnit af det registrerede antal af Knopsvane, Grågås, Blishøne, Toppet Lappedykker, Skarv, Stor Skallesluger, Skeand og Troldand i Arreskov Sø, 1980-1998.



perioden 1980-1994. Årsgennemsnittet for 1998 er 74 fugle med maksimum omkring 250 fugle i august. Arten æder fortrinsvis små fisk i størrelsen 3-20 cm.

Skarven sås kun i ganske små tal i søen i 1998, hvilket svarer til situationen de fleste år siden 1980 - i gennemsnit under 10 fugle. Dette på trods af et stort antal overflyvende skarver i hele yngletiden fra den nærliggende koloni i Brændegård Sø, hvor der yngler omkring 4000 par. Dette tyder på, at mængden af fisk i den

rette størrelse ikke er tilstrækkelig (danske skarver spiser ferskvandsfisk op til 30 cm, og gennemsnitslængden er ca. 14 cm (Hald-Mortensen, 1995)), eller at fiskene er utilgængelig for skarverne, således at det bedre kan "betale" sig for skarverne at flyve ud til kysten for at fouragere.

Stor Skallesluger forekommer udelukkende i vintermånederne november til marts, hvor der efter 1992 stabilt har været 50-150 fugle. Stor Skallesluger æder udelukkende småfisk (10-20 cm), og vil være afhængig af tilgængeligheden af disse fisk. Således sås større bestande i perioden op til fiskedøden i 1992, hvor bestanden af småfisk antagelig var større. Forekomsten i søen er dog også afhængig af andre forhold, især isdække.

Omnivore fugle

Skeanden forekommer især hyppigt sensommer og efterår i Arreskov Sø, hvor trækfugle og ynglefugle fra andre danske ynglepladser opsøger søer med gode fourageringsforhold. Skeanden er alsidig i fødevalget, men er specialiseret til at filtrere vandet for dyreplankton. Årgennemsnittet har været faldende siden 1995. Bestandsudviklingen kan forklares med en forholdsvis lav dyreplanktonbiomasse om efteråret i de sidste år. I 1995 var dyreplanktonbiomassen derimod høj i efteråret.

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 bestandsstørrelsen er påvirket af føderessourcerne og forstyrrelser i fourageringsområderne i Lillebælt og Det Sydfynske Øhav.

7. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Med NOVA 2003 skal der som noget nyt måles tungmetaller og miljøfremmede stoffer i 8 danske søer, herunder Arreskov Sø.

Tungmetaller

I perioden 21. juli til 28. september er der udtaget 6 vandprøver til bestemmelse af indholdet af Kviksølv (Hg), Arsen (As), Bly (Pb), Cadmium (Cd), Krom (Cr), Kobber (Cu), Nikkel (Ni) og Zink (Zn). Resultatet fremgår af tabel 7.1, som også viser kvalitetskravene for indhold af tungmetallerne i overfladevand.

Tabel 7.1

Indhold af tungmetaller i overfladevandet i Arreskov Sø 1998. Middel, maksimum og minimum af 6 prøver. Kvalitetskravet til overfladevand er ligeledes vist, jf. Miljø- og Energiministeriet (1996). (F) angiver, at der er tale om et forslag til kvalitetskrav.

*) Resultaterne for zink er usikre på grund af metodeproblemer.

Stof	Hg µg/l	As µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Zn *) µg/l
Middel	0,0012	0,9	0,26	0,013	-	0,71	0,9	-
Max	0,0020	1,1	0,57	0,023	0,34	1,20	2,0	(38)
Min	0,0006	0,6	0,11	0,004	<0,1	0,36	0,4	(<0,5)
Kvalitetskrav	0,1000	4,0	3,2 (F)	5,0	10 (F)	12 (F)	160 (F)	110 (F)

Indholdet af alle tungmetaller ligger langt under kvalitetskravene, hvilket viser, at Arreskov Sø kan regnes som en ren sø hvad tungmetaller angår.

Miljøfremmede stoffer

Ifølge NOVA2003 skal der først måles miljøfremmede stoffer i Arreskov Sø i år 2001. For at undersøge en evt. forekomst af miljøfremmede stoffer allerede nu, har Fyns Amt i 1998 gennemført en orienterende screening for 97 pesticider eller nedbrydningsprodukter af disse i en enkelt prøve fra overfladevandet den 6. juli. Ved undersøgelsen blev der fundet spor af BAM (2,6-diklorbenzamid) og terbutylazin. Sidstnævnte er et ukrudtsmiddel godkendt til anvendelse i bl.a. majs og frugttræer. BAM er et nedbrydningsprodukt fra ukrudtsmidlet dichlobenil. Anvendelsen af dette blev forbudt pr. 1. juli 1997. Stofferne blev fundet i meget lave koncentrationer på 0,02-0,05 µg/l. Begge stoffer er (sammen med mange andre) også fundet i Odense Å og Lillebækken (Fyns Amt, 1999b). Undersøgelserne her viser, at pesticiderne især findes i vandløbene i sprøjtesæsonen (april-november) i perioder med regn og stor vandafstrømning. Fundet i Arreskov Sø viser, at stofferne også kan forekomme i søer, selvom fortyndingen her må forventes at være stor.

8. Fremtidig udvikling i miljøtilstanden

Med Arreskov Sø's dybdeforhold og aktuelle næringsniveau er der erfaringsmæssigt to tilstande, søen kan udvikle sig hen imod. Vandet kan være uklart med mange alger, men uden undervandsvegetation og med en fiskebestand, som er 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, der er set i de senere år, 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) Der skal være en stabil og udbredt bundvegetation i søen til at fastholde den klarvandede tilstand. 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 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 6.2. Ved at supplere denne model med den model for sammenhængen mellem fosforkoncentration og sigtdybde, som blev omtalt i afsnit 6.4, kan også den fremtidige sigtdybde i søen vurderes.

Disse modeller viser dog kun nogle generelle sammenhænge mellem stoftilførsel og sigtdybde, og der kan for den enkelte sø være betydelige afvigelser fra modellens forudsigelser. Modelberegningerne kan derfor ikke i sig selv bruges til at afgøre, hvad der er en acceptabel belastning, men de kan give en ide om, hvilke ændringer i sigtdybden en reduceret fosfortilførsel kan medføre.

Det vurderes, at den anvendte sigtdybdemodel forudsiger sigtdybden i en situation, hvor der er udbredt undervandsvegetation og hvor der kun forekommer en meget begrænset ophvirvling af bundmateriale. Hvis ikke dette er tilfældet, vil sigtdybden være lavere end modellen forudsiger.

Tabel 8.1

Beregnet fremtidig fosforkoncentration og sigtdybde 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 _{so} mg/l	Sigtdybde m
Status 1998 (målt)	778	0,102	0,079	2,00
Niveau 1993-1998	623	0,114	0,084	1,39
10% reduktion	594	0,108	0,080	1,43
25% reduktion	549	0,100	0,074	1,50
50% reduktion	476	0,087	0,064	1,63
Naturlig belastning	315	0,057	0,042	2,08

Tages udgangspunkt i belastningen og afstrømningsforholdene i 1993-98, beregnes en fremtidig sigtddybde på ca. 1,4 meter, når søen er i ligevægt med fosfortilførslen (tabel 8.1). Denne sigtddybde er væsentligt lavere end i 1998 (2,0 meter). Dette hænger sammen med, at sigtddybden i 1998 var unormalt høj, på grund af 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 sigtddybde på omkring to meter. Det bemærkes, at sigtddybden i 1998 var på niveau med, hvad 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 sigtddybde på omkring 1,5 meter og dermed en god miljøtilstand i søen. Dette kan antagelig opnås 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.

9. Referencer

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

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, 1999a: Vedr. NOVA 2003, søovervågning - skemaer til dataindberetning for 1998 af 2. februar 1999.

Danmarks Miljøundersøgelser, 1999b: Notat vedr. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, Vandløb: Data fra naturoplande 1998. Notat af 3. marts 1999. 8 s.

Danmarks Meteorologiske Institut, 1998: Standardværdier (1961-1990) af nedbørskorrektioner. Technical Report 98-10.

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.

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

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998b: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1998. - Notat til Fyns Amt. 24 s. + bilag.

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

Fyns Amt, 1992: Overvågning af fugle i Fyns Amt - 1989. Naturpleje/naturovervågning, 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 Vandmiljøafdelingen, 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 (Hansen, K. S.): Arreskov Sø 1997. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 104 s.

Fyns Amt, 1999a (Bendixen, I. & A. Krüger): Atmosfærisk nedfald 1998. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Miljø- og Arealafdelingen, 48 s.

Fyns Amt, 1999b: Pesticidundersøgelser i vandløb, kildevæld og dræn 1994-1997. -Notat fra Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 9s.

Fyns Amt, 1999c: Tillæg til Regionplan 1997-2009. Potentielle vådområder i relation til Vandmiljøplan II. Forslag. 4 s. + bilag.

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., 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.

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

Kristensen, P., J. P. Jensen, E. Jeppesen, & M. Erlandsen, 1991: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Ferske vandområder - søer. Faglig rapport fra DMU nr. 38, Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 104 s. + bilag.

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

Kronvang, B., M. Søndergaard, B. B. Mogensen, B. Nyeland, K. J. Andersen, R. Schwærter, P. V. Nielsen, 1998: NOVA 2003. Overvågning af miljøfremmede stoffer i ferskvand. Teknisk anvisning fra DMU nr. xx, - Danmarks Miljøundersøgelser, 26 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.

Lauridsen, T. L., J. P. Jensen, S. Berg, K. Michelsen, T. Rugaard, P. Schriver og A. C. Rasmussen, 1998: Fiskeyngelundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. xx. - Danmarks Miljøundersøgelser. 40 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.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1999: Arreskov Sø 1998, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 s. + bilag.

Miljø- og Energiministeriet, 1996: Bekendtgørelse om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer og havet. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996.

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.

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.

Prairie, Y. T., 1988: A test of the sedimentation assumptions of phosphorus input-output models. - Arch. Hydrobiol. 111. s. 321-327

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.

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., 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
- Sasserod/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 1961-98.

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 (Danmarks Meteorologiske Institut, 1998), 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 21%.

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 forskrift fra Danmarks Miljøundersøgelser (1999a).

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 i alt 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 Planteavlsforsøg, 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 forekomsten af spredtliggende ejendomme i 1998. Det er herefter antaget, at der fra hver ejendom i gennemsnit udledes spildevand fra 2,5 person-ækvivalenter.

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

For Fyns Amt er antallet af personer bosat udenfor kloakopland i 1998 opgjort af Miljøstyrelsen til 56.000. 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 0,17 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. Husdyrtætheden er opgjort i 1997 som antallet af dyreenheder 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 1997.

Fyn havde i 1997 190.248 dyreenheder og et areal (minus byer og vådområder) på 323.506 hektar, hvilket giver en husdyrtæthed på 0,59 DE/ha.

Danmark havde 2.395.837 dyreenheder og et areal (minus byer og vådområder) på 4.000.628 hektar, hvilket giver en husdyrtæthed på 0,60 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 1989-1997 henvises til tidligere års rapporter (se bilag 17).

Tabel B1.1
Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser i tilløb til og afløb fra Arreskov Sø 1998.

Sted	Vandløbsnavn	Stationsnummer SERR-nr.	Undersøgesaktivitet		Undersøgelsehyppighed		Analyseprogram
			Q/H-st.	Vandkemi-st.	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 i alt 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 i forbindelse med 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 i forbindelse med 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 koncentrationstværdier 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.

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 B1.2
Oversigt over beregningsformlen anvendt ved estimering af belastning fra tilløb 2, 6 og 7 til Arreskov Sø.

Tabel B1.3
Oversigt over vandkemiske undersøgelser i tilløb til og afløb fra Arreskov Sø, 1998. Analyserne er udført af MLK Fyn I/S, Odense.

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, 1999b), der afvander fortrinsvis ugedskede 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 landstationer.

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).

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 korrigeret 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, hvor der beregnes en indsivning af grundvand, er der på basis af en analyse af grundvandstilstrømningens årstidsvariation 1990-94, benyttet empiriske forholdstal til fordeling af den årlige grundvandstilstrømning på de enkelte måneder (Fyns Amt, 1995a). I 1989 er der dog skønnet en indsivningsmængde på 1.000.000 m³. I 1998, hvor der beregnedes en samlet udsivning af grundvand, er vandudvekslingen med grundvandet beregnet ud fra vandbalancen de enkelte måneder.

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.

Belastning fra overløb fra fælleskloaksystem

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.

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. Stationerne fremgår af dybdekortet, figur 2.1, og analyseomfanget 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, dvs. i 0,2 m, sigtddybde og 2*sigtddybde (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).

Tungmetaller

Fyns Amt har i 1998 udtaget vandprøver til bestemmelse af indholdet af tungmetaller efter forskrifterne i Kronvang m.fl.(1998). Prøverne for As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni og Zn er analyseret af VKI, Agern Alle 11, 2970 Hørsholm, mens prøven for Hg er analyseret af Force Institutet med atomfluorescens.

Plankton

Der er i 1989-1997 foretaget undersøgelser af søens plante- og dyreplankton med en hyppighed på 19-20 gange/år. Fra 1998 er hyppigheden nedsat til 16 gange pr. år idet der ikke udtages prøver i januar-februar og december.

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. dybdekort 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 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 planktonet 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, 1990-1999). 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, 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 1993-1998 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). Undersøgelsen af delområderne 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 er undersøgt hvert år i perioden 1989-1998. Bundfaunaen er indsamlet ved hjælp af kajakbundhenter i april-maj.

Fiskefauna

Der er foretaget fiskeundersøgelser i august 1987, 1992 og 1994-1998. Undersøgelserne er foretaget af Fiskeøkologisk Laboratorium (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993-95 og 1997, 1998a og 1998b).

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

Fyns Amt har undersøgt bestanden af fiskeyngel den 7. juli 1998 efter retningslinierne i Lauridsen m.fl.(1998).

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 1980-98 er der således foretaget 75-226 tællinger årligt. Ved totaltællinger 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 territoriehævende fugle, redefund og observation af unger.

Beregninger

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

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

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

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

Hvis første og/eller sidste prøvetagningsdag ikke er den samme i den periode, der ønskes beregnet for, beregnes den dagsaktuelle værdi ved lineær interpolation mellem to prøvetagninger henholdsvis før og efter den ønskede dato. De to beregningsmetoder giver omtrent samme resultat. *Median- og fraktil værdier* er beregnet ud fra beregnede dagsværdier som beskrevet ovenfor. Såfremt

fraktilværdien falder mellem to dagsværdier, beregnes den som gennemsnittet af den nærmeste øvre og nedre dagsværdi.

Antalsvægtet middellængde af cladocerer er beregnet efter følgende formel:

$$\Sigma(N_i * L_i) / \Sigma N_i, \text{ hvor}$$

N_i = antal individer af en art for en prøvetagningsdag

L_i = middellængden af en art for en prøvetagningsdag

Ved beregningen af dyreplanktonets fødeoptagelse (*potentielle græsning*) 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. *Græsningsstrykket* beregnes som er den potentielle græsning delt med algebiomassen (i kulstof).

Tidsvægtet median af græsningsstryk er beregnet ud fra beregnede daglige græsningsstryk. *Middel af græsningsstryk* 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.

Tabel B1.4
Oversigt over prøvetagningsstationer i
Arreskov Sø.

Arreskov Sø SERR-nr.	Undersøgelserprogram
010 8104	Vandkemi, klorofyl, primærproduktion og planteplankton
010 8105	Sedimentkemi og dyreplankton
010 8106	Sedimentkemi og dyreplankton
010 8107	Sedimentkemi og dyreplankton

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	Analyseforskrift	Programtype	
		Sø 1	Sø 2
Ledningsevne	DS 288	+	+
pH (25°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- <i>a</i>	DS 2201	+	
Primærproduktion (planteplankton) ²⁾	DS 293	+	

Målinger ved MLK Fyn I/S:

Analysevariable	Analyseforskrift	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	DS 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

Søens opland

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	20	0,08	348	1,36
Tilløb 4	351	14	15	0,04	200	0,57
Tilløb 5	659	27	75	0,11	47	0,07
Umålt opland	1224	49	130	0,11	174	0,14
I alt	2490	100	240	0,10	769	0,31

Tabel B2.1

Areal til deloplande til Arreskov Sø, spredt bebyggelse og husdyrhold i de enkelte deloplande til Arreskov Sø samt søens samlede opland. For husdyrhold er antallet af dyreenheder beregnet pr. hektar dyrket areal.

Opland	Arealanvendelse (%)					I alt
	Landbr.	Bebyg	Skov	Natur	Ferskv.	
Tilløb 1	88	0	0	12	0	100
Tilløb 4	34	0	58	7	<1	100
Tilløb 5	58	0	30	9	3	100
Umålt opland	56	5	24	13	2	100
Opland i alt	56	3	29	11	1	100

Tabel B2.2

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

	FK1	FK2	FK3	FK4	FK5	FK6	FK7	FK8	I alt
Tilløb 1	-	-	92%	<1%	-	-	8%	-	100%
Tilløb 4	8%	-	46%	37%	-	-	9%	-	100%
Tilløb 5	-	-	84%	16%	-	-	-	-	100%
Umålt opland	-	-	71%	14%	2%	-	13%	-	100%
Opland i alt	1%	-	73%	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, 1989-1998.

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

<u>Arreskov Sø</u> Årsværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg	1998 kg
<u>Kvælstof:</u>										
Nat. basisafstrømning	4268	6640	5627	7025	7088	10421	8096	2071	2575	9353
Punktkildeafstrømning	66	96	78	78	94	107	69	56	66	97
Åben land afstrømning	14969	28481	21894	26748	28758	35085	22310	10045	8110	38618
Total afstrømning	19303	35217	27599	33851	35940	45613	30475	12172	10751	48068
Fugle	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Atmosfærisk deposition	7336	7794	6047	6791	6961	7129	5725	4798	5687	7080
Grundvand	2000	2817	1187	1648	1461	1915	575	469	506	1167
Kvælstof i alt	28681	45870	34875	42332	44404	54699	36817	17481	16986	56357
<u>Fosfor:</u>										
Nat. basisafstrømning	117	203	195	200	204	339	318	75	61	308
Punktkildeafstrømning	11	17	14	14	16	19	17	14	17	25
Åben land afstrømning	268	394	268	200	311	385	496	138	94	337
Total afstrømning	396	614	477	414	531	743	831	227	172	670
Fugle	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Atmosfærisk deposition	115	127	89	70	54	66	62	50	63	73
Grundvand	30	42	18	25	22	29	9	7	8	18
Fosfor i alt	558	801	601	526	624	856	919	301	260	778

Tabel B3.1

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø på årsbasis i perioden 1989-1998.

<u>Arreskov Sø</u> Sommerværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg	1998 kg
<u>Kvælstof:</u>										
Nat. basisafstrømning	831	1369	1213	1059	809	1789	1364	493	659	1022
Punktkildeafstrømning	28	40	33	33	39	45	29	23	28	40
Åben land afstrømning	1273	3111	2490	1571	1126	3035	2764	987	1014	2205
Total afstrømning	2132	4520	3736	2663	1974	4869	4157	1503	1701	3267
Fugle	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Atmosfærisk deposition	2803	3531	2402	2474	2894	3026	2136	2012	2561	2815
Grundvand	140	197	83	115	102	134	204	33	35	108
Kvælstof i alt	5114	8287	6260	5291	5009	8068	6536	3587	4336	6229
<u>Fosfor:</u>										
Nat. basisafstrømning	23	42	42	30	23	58	54	18	16	34
Punktkildeafstrømning	5	7	6	6	7	8	7	6	7	10
Åben land afstrømning	723	136	98	41	61	95	87	57	35	46
Total afstrømning	100	185	145	77	91	160	147	81	58	90
Fugle	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Atmosfærisk deposition	68	88	56	30	22	34	29	20	40	42
Grundvand	2	3	1	2	2	2	3	1	1	2
Fosfor i alt	186	293	219	125	131	213	196	118	114	150

Tabel B3.2

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø i sommerperioden (1.5-30.9) 1989-1998.

Bilag 4.1

Vandbalance for Arreskov Sø opgjort på månedsbasis for året, samt sommer- (1.5-30.9) og årsbasis for 1989-1998

ARRESKOV SØ : VANDBALANCE 1998

År	Måned	VAND TILFØRT/FRAFØRT				MAGASIN		GRUNDVAND		VANDSTAND
		Q tilført	Q fraført	Nedbør	Fordampning	pr. d. i.	ændring/md	beregnet	% af tilført	pr. d. i.
		m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	%	m o. DNN
1997	Dec	248046	883764	269260	8718	6456814	-322118	53058	21	32,88
1998	Jan	851347	1501806	358023	14994	6134696	-191538	115892	14	32,78
1998	Feb	479307	409230	171503	36614	5943158	384374	179408	37	32,72
1998	Mar	870570	739619	293146	108794	6327532	96907	-218395	-25	32,84
1998	Apr	887498	812416	432388	126578	6424439	227386	-153505	-17	32,87
1998	Maj	303206	571511	107821	311389	6651825	-420874	50999	17	32,94
1998	Jun	107190	10368	226252	326035	6230951	0	2960	3	32,81
1998	Jul	70352	3359	232583	292211	6230951	0	-7365	-10	32,81
1998	Aug	90390	0	197016	248274	6230951	0	-39131	-43	32,81
1998	Sep	100963	0	169249	110189	6230951	128847	-31176	-31	32,81
1998	Okt	620878	983797	569174	50562	6359798	390023	234331	38	32,85
1998	Nov	1081076	1751490	285024	4184	6749822	-647139	-257565	-24	32,97
1998	Dec	690555	189653	252322	697	6102683	647139	-105389	-15	32,77
1999	Jan					6749822				32,97
		Q tilført	Q fraført	Nedbør	Fordampning		ændring	beregnet	% af tilført	
		m3	m3	m3	m3		m3	m3	%	
Årsbalance										
1989		2667579	3156337	1911827	2118353					
1990		4149855	6001313	2918999	2124280		351748	1408487	34	
1991		3751396	5144615	2511116	1999446		-288118	593431	16	
1992		3697293	4808459	2477805	2190533		0	823895	22	
1993		4429935	4965182	2753193	1910876		1037762	730692	16	
1994		6513388	9760239	3333141	1793364		-749644	957431	15	
1995		5782712	6098539	2198015	1790923		-541776	-633040	-11	
1996		1882736	1312994	1843732	1652141		995787	234452	12	
1997		1838899	2994394	2210577	1890303		-582424	252797	14	
1998		6153331	6973250	3294502	1630521		615126	-228936	-4	
Sommerbalance 1.maj - 30.sept										
1989		519231	330275	707037	1602277		-406846	299438	58	
1990		855628	709710	1396765	1548228		191538	197082	23	
1991		808508	720949	1029901	1507081		-284558	105062	13	
1992		557595	561082	745432	1732690		-965775	24970	4	
1993		505575	396325	1143752	1410840		-224092	-66253	-13	
1994		1118164	1064576	1519784	1414327		159705	660	0	
1995		974447	1208525	747600	1433854		-1112931	-192598	-20	
1996		448096	391466	826210	1283565		-376192	24532	5	
1997		470983	94010	931042	1461402		-256827	-103440	-22	
1998		672101	585239	932921	1288098		-292027	-23713	-4	
Vinterbalance 1.dec - 31.marts										
1989		1214335	1827438	465515	180627					
1990		2017384	3116355	1043247	220378		253945	530047	26	
1991		2381334	3806856	848387	182719		-351352	408501	17	
1992		1877970	3066571	814224	178186		-190459	362104	19	
1993		2562254	3421142	808604	185160		-64351	171092	7	
1994		4045443	6655434	1327260	136342		-424181	994892	25	
1995		4583720	5982396	1357914	131111		31941	203814	4	
1996		715646	117387	334441	100426		443400	-388874	-54	
1997		1163282	1074252	648639	163540		878057	303929	26	
1998		2449269	3534419	1091932	169120		-32375	129963	5	

OPHOLDSTID beregnet på basis af hhv. fraførsel og tilførsel

1998		OPHOLDSTID			
måned	antal dage	Fraførsel		Tilførsel	
		dage	år	dage	år
Jan	31	126	0,35	222	0,61
Feb	28	411	1,13	351	0,96
Mar	31	267	0,73	226	0,62
Apr	30	240	0,66	219	0,60
May	31	352	0,96	663	1,82
Jun	30	18122	49,65	1753	4,80
Jul	31	57508	157,56	2746	7,52
Aug	31	uendelig	uendelig	2137	5,85
Sep	30	uendelig	uendelig	1871	5,12
Oct	31	207	0,57	327	0,90
Nov	30	112	0,31	181	0,50
Dec	31	1040	2,85	286	0,78
Max måned		uendelig	uendelig	2746	7,5
Min måned		112	0,3	181	0,5
År	365	331	0,91	375	1,03
Sommer	153	1646	4,51	1433	3,93
vinter	121	211	0,58	305	0,83

Afstørnings højde m/år
3,16
1,97
3,23
3,41
1,13
0,41
0,26
0,34
0,39
2,31
4,15
2,56
4,15
0,26
1,94
0,21
0,77

Vandstande i Arreskov Sø 1989-1998

	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
1998	32,84	32,98	32,69	32,83	32,97	32,79
1989-1997	32,72	33,09	32,24	32,65	32,91	32,24
Hele perioden	32,74	33,09	32,24	32,67	32,97	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
1998	0,9	4,5	0,6	uendelig	0,31
1989-1997	1,6	6,9	2,5	uendelig	0,20

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 månedsvis tilførsel af nitrit-nitrat-kvælstof (NOx), ammonium-kvælstof (NHx) samt tilførsel af henholdsvis kvælstof og fosfor fordelt på overflade, atmosfære, grundvand og andet (fugle).

ARRESKOV SØ STOFBALANCE : 1998

Måned	Total kvælstof				Total fosfor				Ortofosfat-fosfor				Total jern			
	tilført kg	fracført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fracført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fracført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fracført kg	til-fra kg	til-fra % af til
Jan	10689	3395	7293	68	92	123	-31	-33	33	61	-28	-83	183	86	96	53
Feb	4836	1109	3727	77	50	32	18	36	14	4	10	73	129	56	73	56
Mar	7522	2250	5272	70	77	151	-74	-95	25	3	22	86	215	75	140	65
Apr	6592	2083	4509	68	95	35	60	63	28	3	24	89	294	42	252	86
Maj	2341	1018	1323	57	41	41	0	-1	12	7	4	37	115	116	0	0
Jun	1066	23	1043	98	21	2	19	92	5	0	5	98	49	2	47	96
Jul	839	24	815	97	23	1	22	94	5	0	5	99	48	0	47	99
Aug	983	57	926	94	31	4	27	86	7	0	7	100	55	0	55	100
Sep	999	43	955	96	34	5	29	86	8	0	8	100	65	0	65	100
Okt	6378	1977	4401	69	97	147	-49	-50	38	96	-58	-155	249	124	125	50
Nov	8786	5177	3610	41	126	281	-155	-123	52	161	-109	-211	406	151	255	63
Dec	5325	899	4426	83	89	43	45	51	35	19	16	47	325	24	301	93
År																
1989	28680	15572	13108	46	558	626	-67	-12	204	83	121	59	1950	1474	476	24
1990	45869	33714	12155	27	801	1067	-267	-33	358	192	166	46	2109	2854	-745	-35
1991	34874	19243	15631	45	601	738	-137	-23	290	112	178	61	1593	3073	-1480	-93
1992	42332	13112	29219	69	526	475	51	10	222	59	163	73	1350	1076	274	20
1993	44404	14456	29948	67	624	318	306	49	282	159	123	44	2619	620	1999	76
1994	54699	26015	28685	52	856	667	188	22	419	251	168	40	3084	1476	1608	52
1995	36817	18521	18296	50	919	602	317	34	285	137	149	52	5476	1243	4233	77
1996	17481	1475	16006	92	301	68	233	77	88	22	66	75	898	175	722	80
1997	16985	4154	12831	76	260	186	74	29	65	67	-2	-4	621	286	335	54
1998	56357	18056	38301	68	778	866	-88	-11	262	355	-94	-36	2133	677	1456	68
Sommer																
1989	5114	961	4153	81	186	75	111	60	60	7	53	88	411	163	249	60
1990	8287	2671	5616	68	293	176	116	40	118	18	101	85	764	316	447	59
1991	6260	2259	4001	64	219	144	75	34	97	23	75	77	572	242	330	58
1992	5291	1111	4180	79	125	64	61	49	39	11	28	72	469	130	339	72
1993	5009	758	4251	85	131	47	84	64	59	21	38	65	301	27	274	91
1994	8068	2044	6024	75	213	90	122	58	105	19	86	82	517	147	370	72
1995	6536	2571	3965	61	196	184	11	6	64	14	49	77	555	194	361	65
1996	3587	440	3147	88	118	26	92	78	22	7	15	69	494	65	429	87
1997	4336	91	4245	98	114	3	111	97	18	0	17	97	268	9	259	96
1998	6229	1166	5063	81	150	53	97	65	37	8	29	79	331	118	214	64

ARRESKOV SØ STOFILFØRSEL : 1998

Måned	Total kvælstof				NOx-N		NHx-N		Total fosfor			
	over- flade kg	atmos- fære kg	grund- vand kg	andet kg	kg	kg	over- flade kg	atmos- fære kg	grund- vand kg	andet kg		
Jan	9969	487	232	0,4	7041	77	85	3,5	3,5	0,2		
Feb	3923	554	359	0,4	2767	34	41	3,8	5,4	0,2		
Mar	7068	453	-522	0,4	4790	50	75	2,6	-8,7	0,2		
Apr	5746	846	-384	0,4	3757	48	90	4,8	-6,8	0,2		
May	1507	732	102	0,4	929	23	32	6,6	1,5	0,2		
Jun	498	562	6	0,4	356	5	14	6,9	0,1	0,2		
Jul	352	487	-15	0,4	231	6	12	11,6	-0,8	0,2		
Aug	420	544	-57	18,7	275	6	15	8,7	-4,5	7,9		
Sep	489	491	-43	18,7	307	6	18	8,0	-4,6	7,9		
Okt	5129	780	469	0,4	3354	92	81	9,1	7,0	0,2		
Nov	8237	549	-675	0,4	5356	160	123	3,2	-35,5	0,2		
Dec	4729	595	-320	0,4	2900	182	85	3,8	-15,4	0,2		
Året	48068	7080	-849	42	32064	689	670	73	-59	18		
Sommer	3267	2815	-7	39	2099	46	90	42	-8	16		

ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-1998	Total kvælstof										Gns. 1989- 1997	Total fosfor										Gns. 1989- 1997
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Samlet tilførsel, kg	28680	43869	34874	42332	44404	54699	36817	17481	16985	56357	35794	558	801	601	526	624	856	919	301	260	778	605
Arealtæstning, mg/m ² dag	24,79	39,64	30,14	36,59	38,38	47,27	31,82	15,11	14,68	48,71	30,94	0,48	0,69	0,52	0,45	0,54	0,74	0,79	0,26	0,23	0,67	0,52
Total indløbskonc., mg/l	5,14	5,41	5,09	6,05	5,61	5,06	4,45	4,41	4,19	5,97	5,05	0,100	0,094	0,088	0,075	0,079	0,079	0,111	0,076	0,061	0,078	0,08
Overfl. indløbskoncentration, mg/l	7,24	8,49	7,36	9,16	8,11	7,00	5,27	6,47	5,85	7,81	7,21	0,148	0,148	0,127	0,112	0,120	0,114	0,144	0,120	0,094	0,109	0,13
Udløbskoncentration, mg/l	4,93	5,62	3,74	2,73	2,91	2,67	3,04	1,12	1,39	2,59	3,13	0,198	0,178	0,143	0,099	0,064	0,068	0,099	0,052	0,062	0,124	0,11
Fraførsel, kg	15572	33714	19243	13112	14456	26015	18521	1475	4154	18056	16251	626	1067	738	475	318	667	602	68	186	866	527
Nettofab, kg	13108	12155	15631	29219	29948	28685	18296	16006	12831	38301	19542	-67	-267	-137	51	306	188	317	233	74	-88	78
Nettofab, %	46	27	45	69	67	52	50	92	76	68	55	-12	-33	-23	10	49	22	34	77	29	-11	13
Nettofab, mg/m ² dag	11,33	10,51	13,51	25,25	25,88	24,79	15,81	13,83	11,09	33,10	16,89	-0,06	-0,23	-0,12	0,04	0,26	0,16	0,27	0,20	0,06	-0,08	0,07
Sopulje d. 1. januar	32744	26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	12021	20288	16140	1086	862	473	364	431	687	395	250	529	834	499
Sopulje d. 1. januar året efter	26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	12021	20288	16140	862	473	364	431	687	395	250	529	834	529	834	499
Puljeændring, kg	-6440	-10042	3805	-1986	-2841	-7310	5285	-1194	8267	-2590	-224	-389	-109	66	257	-292	-145	279	304	-70	-70	
Nettofab incl. puljeændr., kg	18595	25672	25414	31935	31526	25606	10721	14025	30034	22937	-42	252	160	240	468	609	378	-205	-393	-165	165	
Nettofab incl. puljeændr., %	41	74	60	72	58	70	61	83	53	64	-5	42	30	38	-8	66	125	-79	-51	27	27	
Nettofab incl. puljeændr., mg/m ² dag	16,07	22,19	21,96	27,60	27,25	22,13	9,27	12,12	25,96	19,82	-0,04	0,22	0,14	0,21	-0,06	0,53	0,33	-0,18	-0,34	0,14	0,14	
ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-1998	Opl. uoerg. fosfor										Gns. 1989- 1997	Total jern										Gns. 1989- 1997
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1989		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		
Samlet tilførsel, kg	204	358	290	222	282	419	285	88	65	262	246	1950	2109	1593	1350	2619	3084	5476	898	621	2133	2189
Arealtæstning, mg/m ² dag	0,18	0,31	0,25	0,19	0,24	0,36	0,25	0,08	0,06	0,23	0,21	1,69	1,82	1,38	1,17	2,26	2,67	4,73	0,78	0,54	1,84	1,89
Overfl. indløbskoncentration, mg/l	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,73	0,51	0,42	0,37	0,59	0,47	0,95	0,48	0,34	0,35	0,54
Udløbskoncentration, mg/l	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,47	0,48	0,60	0,22	0,12	0,15	0,20	0,13	0,10	0,10	0,27
Fraførsel, kg	83	192	112	59	159	251	137	22	67	355	120	1474	2854	3073	1076	620	1476	1243	175	286	677	1364
Nettofab, kg	121	166	178	163	123	168	149	66	-2	-94	126	476	-745	-1480	274	1999	1608	4233	722	335	1456	825
Nettofab, %	59	46	61	73	44	40	52	75	-4	-36	51	24	-35	-93	20	76	52	77	80	54	68	38
Nettofab, mg/m ² dag	0,10	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,13	0,06	0,00	-0,08	0,11	0,41	-0,64	-1,28	0,24	1,73	1,39	3,66	0,62	0,29	1,26	0,71

ARRESKOV SØ STOFBAL. I SOMMERPERIODEN 1989-1998	Total kvælstof										Gns. 1989- 1997	Total fosfor										Gns. 1989- 1997
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 <th>1989</th> <th>1990</th> <th>1991</th> <th>1992</th> <th>1993</th> <th>1994</th> <th>1995</th> <th>1996</th> <th>1997</th> <th>1998 </th>		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Tilført, kg	5114	8287	6260	5291	5009	8068	6536	3587	4336	6229	5832	186	293	219	125	131	213	196	118	114	150	177
Fraført, kg	961	2671	2259	1111	758	2044	2571	440	91	1166	1434	75	176	144	64	47	90	184	26	3	53	90
Nettofab, kg	4153	5616	4001	4180	4251	6024	3965	3147	4245	5063	4398	111	116	75	61	84	122	11	92	111	97	87
Nettofab, %	81	68	64	79	85	75	61	88	98	81	75	60	40	34	49	64	58	6	78	97	65	49
Sopulje d. 1. maj	18412	15096	23778	14331	11257	7655	11283	5737	6333	14095	12653	1401	1325	1198	721	418	221	405	337	226	445	445
Sopulje d. 1. oktober	13160	21441	15638	6387	9514	8094	11574	5799	6600	9489	10912	1185	1546	901	278	527	595	1217	214	467	972	972
Puljeændring, kg	-5252	6345	-8139	-7944	-1743	439	291	63	267	-4606	-1742	-216	221	-297	-443	109	374	813	-123	241	527	75
Nettofab incl. puljeændr., kg	9405	-729	12140	12124	5994	5585	3674	3085	3978	9669	6140	327	-105	372	505	-26	-252	-801	216	-130	-430	12
Nettofab incl. puljeændr., %	184	-9	194	229	120	69	56	86	92	155	105	175	-36	170	403	-19	-118	-410	183	-113	-286	7

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, 1998. Beregnet tilførsel, fraførsel magasinændring og nettostofudveksling med sediment/atmosfære for total kvælstof (kg) på månedsbasis. Års- og sommermiddelværdier er ligeledes angivet.

ARRESKOV SØ, 1998: 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	6134696	1959	12021	2445	10689	3395	7293
2	28	5943158	2434	14465	1272	4836	1109	3727
3	31	6327532	2487	15737	-4	7522	2250	5272
4	30	6424439	2449	15733	-1638	6592	2083	4509
5	31	6651825	2119	14095	-4258	2341	1018	1323
6	30	6230951	1579	9837	2838	1066	23	1043
7	31	6230951	2034	12675	-2543	839	24	815
8	31	6230951	1626	10132	-1306	983	57	926
9	30	6230951	1416	8826	663	999	43	955
10	31	6359798	1492	9489	4615	6378	1977	4401
11	30	6749822	2089	14104	2618	8786	5177	3610
12	31	6102683	2740	16721	3567	5325	899	4426
1		6749822	3006	20288				
max			2740	16721	4615	10689	5177	7293
sommermiddel sum, sommer		6322571	1755	10842	-921	1246	233	1013
årsmiddel sum, år		6335968	2110	13394	689	4696	1505	3192
					8267	56357	18056	38301

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	-4848	-1529	-156,40	-49,34
2	-2455	-774	-87,68	-27,66
3	-5277	-1665	-170,21	-53,70
4	-6147	-1939	-204,90	-64,64
5	-5581	-1761	-180,04	-56,80
6	1795	566	59,83	18,87
7	-3358	-1059	-108,33	-34,17
8	-2232	-704	-72,01	-22,71
9	-292	-92	-9,74	-3,07
10	214	67	6,90	2,18
11	-992	-313	-33,07	-10,43
12	-859	-271	-27,72	-8,74
max	1795	566	59,83	18,87
sommermiddel Fri/bund. sommer, kg	-1934	-610	-62,06	-19,58
årsmiddel Ialt fri/bundet år, kg	-2503	-790	-81,95	-25,85
	-30034			

Bilag 8

Beregning af fosforudveksling via interne processer i Arreskov Sø, 1998. Beregnet tilførsel, fraførsel magasinændring og nettostofudveksling med sediment for total fosfor (kg) på månedsbasis. Års- og sommermiddelværdier er ligeledes angivet.

ARRESKOV SØ, 1998: BEREGNING AF FOSFORUDVEKSLING MED SEDIMENTET

Måned	antal dage	Søvolumen pr.d.1. m ³	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	6134696	86	529	-60	92	123	-31
2	28	5943158	79	469	-82	50	32	18
3	31	6327532	61	387	-116	77	151	-74
4	30	6424439	42	271	174	95	35	60
5	31	6651825	67	445	25	41	41	0
6	30	6230951	75	469	214	21	2	19
7	31	6230951	110	684	-67	23	1	22
8	31	6230951	99	617	228	31	4	27
9	30	6230951	136	845	127	34	5	29
10	31	6359798	153	972	51	97	147	-49
11	30	6749822	151	1022	-208	126	281	-155
12	31	6102683	134	815	19	89	43	45
1		6749822	124	834				
max					228	126	281	60
sommermiddel		6322571	97	672	105	30	11	19
sum, sommer			153		527	150	53	97
årsmiddel		6335968	101	643	25	65	72	-7
sum, år					304	778	866	-88

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

Måned	Areal af sø, m ² 3170000			
	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	-30	-9	-0,95	-0,30
2	-100	-32	-3,58	-1,13
3	-42	-13	-1,37	-0,43
4	114	36	3,81	1,20
5	25	8	0,80	0,25
6	195	62	6,51	2,05
7	-89	-28	-2,86	-0,90
8	201	63	6,48	2,04
9	98	31	3,26	1,03
10	100	31	3,22	1,01
11	-53	-17	-1,76	-0,55
12	-26	-8	-0,85	-0,27
max	201	63	7	2
sommermiddel	86	27	2,84	0,89
Fri/bund. sommer, kg	430			
årsmiddel	33	10	1,06	0,33
Ialt fri/bundet år, kg	393			

Bilag 9.1

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-1998.

SOMMERPERIODEN (1.5 - 30.9)		1973	1974	1977	1978	1979	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
		2)	2)	4)	4)	2)	1)	1)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	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	>2,00
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	2,06
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	>3,20
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	0,90
Total-kvælstof, gns.	µg/l	-	2821	-	-	-	2580	-	2526	3205	3000	1933	1630	1273	1815	1220	1156	1661
Total-kvælstof, 50% frakt.	µg/l	-	2637	-	-	-	2467	-	2534	3033	3007	1672	1578	1250	1721	1217	1161	1632
Total-kvælstof, maks.	µg/l	-	3790	-	-	-	3420	-	3420	4411	4022	4232	2310	1670	2740	1400	1420	2192
Total-kvælstof, min.	µg/l	-	2500	-	-	-	2097	-	1094	2420	2059	1290	903	900	1070	1035	903	1370
Opl. uorg. kvælstof, gns.	µg/l	-	751	391	418	235	103	-	45	231	311	250	254	189	119	92	<57	<222
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt.	µg/l	-	741	144	337	176	32	-	28	36	85	187	190	137	56	107	47	122
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt.	µg/l	-	441	53	136	71	30	-	23	28	31	113	91	70	29	55	31	62
Opl. uorg. kvælstof, maks.	µg/l	-	1562	1581	1011	783	592	-	201	1667	1588	880	779	665	687	150	167	711
Opl. uorg. kvælstof, min.	µg/l	-	119	21	7	3	27	-	16	21	15	15	32	18	<15	19	<15	<15
Total-fosfor, gns.	µg/l	-	114	-	-	-	519	-	231	275	199	130	138	98	140	67	61	103
Total-fosfor, 50% frakt.	µg/l	-	117	-	-	-	575	-	243	253	206	120	115	89	126	67	62	102
Total-fosfor, maks.	µg/l	-	150	-	-	-	782	-	294	394	323	230	361	302	319	91	93	150
Total-fosfor, min.	µg/l	-	79	-	-	-	194	-	142	196	129	58	62	36	51	52	38	53
Orto-fosfat, gns.	µg/l	-	33	13	10	40	334	-	24	29	35	24	24	25	35	16	<18	<32
Orto-fosfat, 50% frakt.	µg/l	-	32	10	7	41	380	-	21	22	17	17	22	21	21	17	11	18
Orto-fosfat, 25% frakt.	µg/l	-	8	8	5	<5	241	-	16	11	7	11	16	13	6	11	6	12
Orto-fosfat, maks.	µg/l	-	71	34	25	137	484	-	51	75	208	72	56	55	128	27	55	91
Orto-fosfat, min.	µg/l	-	5	<5	<5	<5	54	-	8	7	<5	<5	5	<5	5	8	<5	<5
Part. fosfor, gns.	µg/l	-	82	-	-	-	185	-	207	246	164	106	114	73	105	51	44	71
Part. fosfor, 50%	µg/l	-	82	-	-	-	179	-	207	235	151	99	92	60	95	51	43	70
Part. fosfor, 25%	µg/l	-	70	-	-	-	125	-	180	198	137	81	61	48	59	48	35	59
Part. fosfor, maks.	µg/l	-	107	-	-	-	342	-	277	357	235	225	353	260	236	64	64	118
Part. fosfor, min.	µg/l	-	65	-	-	-	105	-	131	176	115	48	35	31	45	44	24	44
Part N/Part P, gns.	-	-	26	-	-	-	15	-	13	12	17	17	17	19	19	23	27	21
Part N/Part P, 50% frakt.	-	-	26	-	-	-	13	-	12	13	16	17	14	19	18	22	26	21
Part N/Part P, maks.	-	-	34	-	-	-	23	-	22	17	25	22	33	30	35	28	56	26
Part N/Part P, min.	-	-	19	-	-	-	10	-	4	4	9	9	6	5	11	18	19	15
Klorofyl-a, gns.	µg/l	-	42	-	-	108	107	108	129	147	155	74	52	23	71	15	12	25
Klorofyl-a, 50% frakt.	µg/l	-	41	-	-	32	114	113	117	132	167	39	26	19	31	15	8	15
Klorofyl-a, 75% frakt.	µg/l	-	46	-	-	150	137	160	156	143	200	56	48	32	113	17	20	37
Klorofyl-a, max.	µg/l	-	57	-	-	526	160	170	210	245	280	460	340	49	220	22	30	86
Klorofyl-a, min.	µg/l	-	29	-	-	25	37	18	81	27	28	4	4	3	9	10	3	4
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	µg/l	-	380	196	189	98	51	-	15	204	200	142	135	118	57	64	29	166
Ammonium-kvælstof, gns.	µg/l	-	373	195	230	137	51	-	30	27	111	108	119	71	61	28	28	57
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	8,5
Ledningsevne, gns.	µS/cm	-	425	432	498	479	350	-	320	327	325	447	485	453	382	407	434	361
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	1,8
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	1,8
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	0,5
Tørstof (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	33	-	60	66	40	17	13	8	16	7,6	5,9	6,5
Glødetab (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	24	-	40	44	26	11	9	5	11	4,4	3,3	4,4
Primærprod., gns.	mg C/m	-	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 1973-1998.

HELE ÅRET		1973/74	1977	1978	1979	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
		2), 5)	4)	4)	2)	1)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	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	>2,06
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	2,05
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	>3,30
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	0,85
Total-kvælstof, gns.	(µg N/l)	3778	-	-	-	2860	3178	4077	3264	2184	2152	1790	2031	1325	1322	2083
Total-kvælstof, 50% frakt.	(µg N/l)	3363	-	-	-	2691	3180	3829	3077	2190	1889	1428	1851	1294	1200	2097
Total-kvælstof, maks.	(µg N/l)	9300	-	-	-	3880	5510	6400	4625	4232	3495	3480	3190	1760	2070	2620
Total-kvælstof, min.	(µg N/l)	2500	-	-	-	1545	1094	2420	2059	1290	903	900	1070	999	903	1370
Opl. uorg. kvælstof, gns.	(µg N/l)	1635	1259	834	-	709	808	1616	1052	752	986	806	693	311	<324	<805
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt.	(µg N/l)	1465	989	940	-	237	481	1236	880	722	666	403	360	125	150	919
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt.	(µg N/l)	687	186	467	-	37	31	47	94	208	289	120	67	76	56	170
Opl. uorg. kvælstof, maks.	(µg N/l)	3640	3862	2158	3570	2111	3660	5186	2641	2097	2498	2500	2240	1201	1320	1460
Opl. uorg. kvælstof, min.	(µg N/l)	119	21	7	3	27	16	21	15	15	32	18	<15	17	<15	<15
Total-fosfor, gns.	(µg P/l)	97	-	-	-	449	232	225	153	97	102	82	111	58	65	100
Total-fosfor, 50% frakt.	(µg P/l)	90	-	-	-	530	236	212	141	81	83	76	82	58	65	94
Total-fosfor, maks.	(µg P/l)	160	-	-	-	782	316	394	323	230	361	302	319	91	95	164
Total-fosfor, min.	(µg P/l)	53	-	-	-	118	142	119	61	47	28	36	48	32	32	40
Orto-fosfat, gns.	(µg P/l)	48	42	23	-	305	42	32	21	19	28	23	35	<17	<25	<42
Orto-fosfat, 50% frakt.	(µg P/l)	49	20	27	-	349	22	23	11	16	27	20	25	17	13	25
Orto-fosfat, 25% frakt.	(µg P/l)	39	9	7	-	150	14	12	7	11	20	9	8	9	5	10
Orto-fosfat, maks.	(µg P/l)	110	170	56	137	523	166	105	208	10	56	55	129	34	68	96
Orto-fosfat, min.	(µg P/l)	5	<5	<5	<5	13	8	<5	<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	58
Part. fosfor, 50% frakt.	(µg P/l)	58	-	-	-	133	190	184	124	67	53	54	60	45	37	57
Part. fosfor, 25% frakt.	(µg P/l)	51	-	-	-	97	164	141	90	47	29	40	50	29	32	43
Part. fosfor, maks.	(µg P/l)	107	-	-	-	342	277	357	282	225	353	260	236	69	79	118
Part. fosfor, min.	(µg P/l)	45	-	-	-	39	70	49	53	32	20	25	40	18	12	35
Part. N/Part. P, gns.		38	-	-	-	20	14	14	18	21	24	20	20	28	30	24
Part. N/Part. P, 50% frakt.		38	-	-	-	15	13	13	18	21	23	19	19	26	27	23
Part. N/Part. P, maks.		110	-	-	-	56	33	39	27	33	45	35	35	54	63	30
Part. N/Part. P, min.		19	-	-	-	10	4	4	9	9	6	5	11	17	13	15
Klorofyl-a, gns.	(µg/l)	42	-	-	87	78	132	146	116	48	24	20	39	13	12	28
Klorofyl-a, 50% frakt.	(µg/l)	40	-	-	38	73	125	116	99	33	5	17	21	12	8	15
Klorofyl-a, 75% frakt.	(µg/l)	49	-	-	106	123	180	141	169	55	16	28	31	17	17	35
Klorofyl-a, max.	(µg/l)	92	-	-	526	220	280	1000	280	460	340	49	220	52	41	140
Klorofyl-a, min.	(µg/l)	24	-	-	17	5	20	27	28	4	1	3	3	1,2	2,7	3,1
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	(µg N/l)	990	896	532	437	287	303	975	805	583	838	721	592	196	263	740
Ammonium-kvælstof, gns.	(µg N/l)	645	363	302	327	423	505	640	247	169	148	85	101	115	61	64
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	8,1	8,4	8,4
Ledningsevne, gns.	(µg)	400	444	507	524	370	352	346	353	442	479	448	391	443	437	376
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	2,0
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	2,0
Silikat-Si, gns.	(mg Si/l)	-	-	-	6,1	6,5	4,4	4,4	1,1	4,1	3,5	3,4	5,7	4,1	1,9	0,6
Tørstof (part.), gns.	(mg/l)	-	-	-	-	22	51	52	30	13	8,0	9,0	11	6,1	4,9	5,6
Glødetab (part.), gns.	(mg/l)	-	-	-	-	15	31	33	19	8,0	5,0	5,0	7,1	3,5	2,6	3,4
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

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-1998.

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	1997/98
		2)	1)	1), 5)	3), 5)	3)	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	2107
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	(µg N/l)	2546	827	-	767	1857	1821	842	1903	1878	1339	352	884	918
Ammonium-kvælstof, gns.	(µg N/l)	990	326	-	94	2095	381	380	222	87	205	172	205	89
Total-fosfor, gns.	µg/l	88	231	-	204	205	116	78	83	59	94	65	51	83
Orto-fosfat, gns.	µg/l	41	158	-	16	83	12	17	28	26	37	29	18	37
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	8,37
Ledningsevne, gns.	(µS/cm)	412	596	-	410	354	391	390	493	444	417	526	479	402
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	1,9
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	1,9
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	0,5
Tørstof (part.), gns.	(mg/l)	-	14,9	-	48	25	30	12	5,5	6,9	7,2	3,3	4,1	5,5
Glødetab (part.), gns.	(mg/l)	-	8,2	-	26	16	16	8	2,5	2,9	3,8	2,0	2,1	3,2

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, 1987-1998.

PLANTE- OG DYREPLANKTON

SOMMERGENNEMSNI (1.5 - 30.9)

Planteplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	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	%	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	3,95	81
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	0,64	13
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	0,09	2
Gulalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,24	4	0,00	0	0,01	1	0,00	0	0
Stilkalger	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0,05	3	0,00	0	0
Gulgrønalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	6	0,16	3	0	0	0,00	0	0,00	0	0
Øjealger	0	0	0	0	0	0,01	0	0,00	0	0,01	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0
Furealger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	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	0,09	2
Ubestemte arter	0	0	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	0,04	1
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	4,88	100
Min. biomasse	18,6		20,23		10,08		2,54		0,23		0,35		0,17		1,28		0,26		0,24		0,23	
Max. biomasse	84,4		63,90		63,30		61,08		121,26		155,39		39,28		14,35		2,9		6,0		24,9	

Dyreplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	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	%	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	0,73	13
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	4,06	75
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	0,66	12
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	5,44	100
Min. biomasse	2,33		1,94		2,57		2,12		0,33		2,58		0,86		3,77		2,20		1,11		0,41	
Max. biomasse	36,6		42,8		13,9		38,8		57,6		8,84		6,18		12,45		12,3		14,9		27,4	

GENNEMSNI FOR DEN PRODUKTIVE PERIODE (1.3 - 31.10)

Planteplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	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	%	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	2,46	66
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	0,46	12
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	0,07	2
Gulalger			0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,12	2	0,17	4	0,00	0	0,01	1	0,35	9
Stilkalger			0	0	0,01	0	0	0	0,42	4	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0,03	2	0,00	0
Gulgrønalger			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	4	0,10	2	0	0	0,00	0	0,00	0
Øjealger			0	0	0	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	0
Furealger			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	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	0,18	5
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	0,21	6
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	3,73	100
Min. biomasse			9,42		10,08		2,54		0,23		0,11		0,17		1,28		0,26		0,24		0,22	
Max. biomasse			63,9		63,30		61,08		121,26		155,39		39,28		14,35		2,90		5,95		24,91	

Dyreplankton- biomasse	1987		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	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	%	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	0,61	12
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	3,81	76
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	0,60	12
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	5,02	100
Min. biomasse			1,9		2,6		1,8		0,33		0,87		0,86		2,53		1,93		0,91		0,41	
Max. biomasse			42,8		28,5		44,5		57,6		8,8		6,4		12,5		12,30		14,90		27,40	

Bilag 10.2

Oversigt over biologiske parametre i Arreskov Sø, 1987-1998.

Cladocerindeks, %	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Sommerrmiddel	91	47	14	30	72	98	60	85	96	51	33	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Produktive periode (1. marts-31. okt.)		37	14	25	80	96	61	85	97	53	31	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Middellængde af cladocerer, µm	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Sommerrmiddel		392	352	501	1042	1079	850	909	1091	808	678	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Produktive periode (1. marts-31. okt.)		423	384	476	984	1107	648	918	1138	816	685	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Græsning i sommerperioden	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Total algebiomasse, µgC/l	4511	4215	3594	3038	1808	2404	844	622	158	174	537	Tidsvægtet
Alger < 50µ, µgC/l		925	2846	2105	222	26	95	95	50	85	99	Tidsvægtet
Pot. græsning, µgC/l*dag	509	680	414	834	712	266	140	340	299	199	234	Tidsvægtet
Græsningstryk, total, %	11	16	12	27	39	11	17	55	189	114	44	Middel efter /2/
Græsningstryk, <50µ, %		73	15	40	320	1040	147	358	603	235	237	Middel efter /2/
Græsningstryk, total, %		12	11	32	98	30	46	71	192	169	49	Tidsvægtet median
Græsningstryk, <50µ, %		89	14	44	479	1258	1296	999	660	276	147	Tidsvægtet median
Flask	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Garnfangster												
CPUE, antal, <10cm	16				254		279	461	126	118	61	
CPUE, antal, >10cm	46				9		20	24	42	9	15	
Småfisk i %	26				97		93	95	75	93	80	
CPUE, vægt, <10cm (g)	64				757		1092	1784	528	634	344	
CPUE, vægt, >10cm (g)	5205				3087		3632	2883	3743	3048	2119	
Småfisk i %	1				20		23	38	12	17	14	
Fiskeindex	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Antal skidtfisk (>10cm)/ Antal skidtfisk + aborre (>10cm)	0,86				0,61		0,54	0,30	0,18	0,41	0,16	Efter /1/
Fredfisk/ Fredfisk+rovfisk (antal)	0,86				0,96		0,93	0,88	0,80	0,94	0,82	Efter /2/
Fredfisk/ Fredfisk+rovfisk (vægt)	0,82				0,97		0,64	0,60	0,40	0,48	0,33	Efter /2/
Dybdegrænse for vegetation	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Dybdegrænse i meter		0,6			1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,9	2,7	
Relativ dækningsgrad	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
Relativ dækningsgrad i %						0,8	0,6	5	12	61	30	
Relativt plantefyldt volumen	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Bemærkninger/referencer
RPV i %						0,02	0,02	0,4	3,6	15	5	

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.

Oversigt over resultater af fiskeyngelundersøgelsen i Arreskov Sø, 1998.

Sø:	Arreskov Sø
Undersøgelsesdato	19980707
Udført af:	Kjeld Sandby Hansen
Amt:	Fyns amt
Klokke (tmm) :	2330
Måneskin (ja/nej) :	j
Skydække (0-6/6) :	4
Vindretning (grader) :	270
Vindstyrke (m/sek) :	6

Pelagiet	Sektions nr.	Total						Total
		1	2	3	4	5	6	
	Sejlid, s	60	60	120	130	60	75	
	hastighed, m/s	1,55	1,54	1,42	1,51	1,58	1,22	
	Vandmængde filtreret, m3	11	11	20	23	11	11	86
	Sektions nr.	1	2	3	4	5	6	Total
	Fiskeart	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal
	Karpefisk	4	2	17	36	30	11	1,16
	Aborrefisk							
	Total	4	2	17	36	30	11	1,16
		Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g
		0,2	0,15	0,920	1,53	1,78	0,850	0,06
		0,2	0,15	0,92	1,53	1,78	0,85	0,06
		Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g
		13,050	0,160	1,630	63,380	36,600	30,250	3,284
		13,05	0,16	1,63	63,38	36,60	30,25	3,28
		Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g
		13,050	0,160	1,630	63,380	36,600	30,250	3,284
		13,05	0,16	1,63	63,38	36,60	30,25	3,28

Littoralen	Sektions nr.	Total						Total
		1	2	3	4	5	6	
	Sejlid, s	60	60	120	130	60	75	
	hastighed, m/s	0,14	1,28	1,52	0,07	1,62	0,08	
	Vandmængde filtreret, m3	1	9	21	1	11	1	44
	Sektions nr.	1	2	3	4	5	6	Total
	Fiskeart	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal
	Karpefisk	349	3	12	2045	1156	428	90,37
	Aborrefisk						1	0,02
	Total	349	3	12	2045	1156	429	90,40
		Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g	Vægt,g
		13,050	0,160	1,630	63,380	36,600	30,250	3,284
		13,05	0,16	1,63	63,38	36,60	30,25	3,28

Bilag 12

Resultater fra områdeundersøgelse i Arreskov Sø, 15. juli - 6. august 1998

Dækningsgrad

Delområde	Normaliseret dybdeinterval								Plantedæk. areal i delområde	Areal af delområde	Dækn.grad
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0			
	Plantedækket areal i delområde, 1000 m ²								1000 m ²	%	
1	0,95	1,87	20,17	2,34	0	0	0	0	25	36	70
2	0	6,50	36,36	11,48	0	0	0	0	54	86	63
3	0	18,00	42,19	36,12	0	0	0	0	96	180	53
4	4,75	10,96	17,09	2,30	0	0	0	0	35	89	39
5	6,72	9,40	5,91	25,44	10,15	0	0	0	58	170	34
6	0,91	3,11	2,90	5,92	42,16	5,35	0	0	60	143	42
7+8	0	0	0,81	0,64	0,16	0	0	0	2	239	1
9	0	0,01	0,20	0,89	28,76	0	0	0	30	291	10
10	0,55	0,23	0,43	10,14	1,65	0	0	0	13	142	9
11abc	0,01	0,52	19,24	13,00	3,81	0	0	0	37	197	19
11d	0,01	3,94	9,80	0	0	0	0	0	14	32	42
12	0	34,78	8,37	0,03	0,16	0	0	0	43	96	45
13	0,08	3,73	20,53	53,97	34,62	0	0	0	113	207	55
14	0	6,58	42,81	66,24	13,25	0	0	0	129	256	50
15	0	0,37	3,37	18,60	94,13	0	0	0	116	429	27
16	0	1,76	4,02	17,34	53,95	2,17	0	0	79	377	21
17	0	0,03	0,08	0	0	0	0	0	0	12	1
18	0	0,05	0,14	22,89	0	0	0	0	23	145	16
Totalt plante- dækket areal	14,0	101,9	234,4	287,3	282,8	7,5	0,0	0,0	928		
Totalt bundareal	41,6	247,4	439,4	873,8	1104,6	372,9	44,8	1,2		3126	
Gns. total dæk- ningsgrad, %	34	41	53	33	26	2	0	0			30

Totalt plantedækket areal, 1000 m ² :	928
Søens overfladeareal (excl. rørskov), 1000	3126
Total gns. dækningsgrad, %:	30

Totalt areal af delområder med vegetation, 1000m ²	2775
% af søens areal med bevoksning	89

Artsliste:

ID-kode	Art	Dansk navn
	<i>Zannichellia pedunculata</i> *)	Stilket Vandkrans
POTA PECB4	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Børstebledet Vandaks
POTA PUSB4	<i>Potamogeton pusillus</i>	Spinkel Vandaks
POTA CRIB4	<i>Potamogeton crispus</i>	Kruset Vandaks
CH GL; GL P4	<i>Chara globularis</i> v. <i>globularis</i>	Skør Kransnål
CHAR VULP4	<i>Chara vulgaris</i> v. <i>vulgaris</i>	Stor Kransnål
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 13

Resultater fra områdeundersøgelse i Arreskov Sø, 15. juli - 6. august 1998

Plantefyldt volumen

Delområde	Normaliseret dybdeinterval								Plantefyldt volumen i delområde 1000 m ³	Vandvolumen i delområde 1000 m ³	Relativt plantefyldt volumen %
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0			
	Plantefyldt volumen i delområdets dybdeintervaller, 1000 m ³										
1	0,0947	0,3745	6,0520	0,1638	0	0	0	0	6,69	46,5	14
2	0	0,3252	6,9081	2,8695	0	0	0	0	10,10	100,0	10
3	0	0,9000	10,1250	13,0039	0	0	0	0	24,03	221,7	11
4	0,3325	1,5347	5,9804	0,1836	0	0	0	0	8,03	103,6	8
5	0,6045	0,7521	0,5320	6,6145	6,4940	0	0	0	15,00	259,6	6
6	0,0546	0,2175	0,4059	1,1255	22,3432	1,3918	0	0	25,54	294,3	9
7+8	0	0	0,0407	0,0322	0,0081	0	0	0	0,08	579,9	0
9	0	0,0004	0,0101	0,0445	6,0400	0	0	0	6,10	665,4	1
10	0,0442	0,0159	0,0391	3,6499	0,6440	0	0	0	4,39	262,3	2
11abc	0,0005	0,0312	4,6166	4,5510	2,0189	0	0	0	11,22	336,3	3
11d	0,0005	1,3017	3,7224	0	0	0	0	0	5,02	43,6	12
12	0	9,0441	1,7578	0,0083	0,0436	0	0	0	10,85	103,0	11
13	0,0041	0,8207	9,4445	22,6673	22,5009	0	0	0	55,44	388,1	14
14	0	1,5140	11,1310	29,1478	3,4460	0	0	0	45,24	444,7	10
15	0	0,0297	0,5722	2,4174	49,8881	0	0	0	52,91	1017,2	5
16	0	0,0879	0,2009	5,2026	16,1836	0,6521	0	0	22,33	815,6	3
17	0	0,0016	0,0039	0	0	0	0	0	0,01	15,5	0
18	0	0,0027	0,0068	3,8912	0	0	0	0	3,90	254,7	2
Totalt plante- fyldt volumen, 1000 m³	1,1	17,0	61,5	95,6	129,6	2,0	0,0	0,0	306,87		
Vandvolumen, 1000 m³	11,7	199,8	545,7	1540,8	2444,4	988,0	139,8	4,1		5952	
Relativt plante- fyldt volumen, %	10	8	11	6	5	0	0	0			5

Totalt plantefyldt volumen i sø, 1000 m ³ :	306,9
Søvolumen (ekskl. rørskov), 1000 m ³ :	5866
Relativt plantefyldt volumen, %:	5

Bilag 14

ARRESKOV SØ: Plantearternes forekomst i delområderne, 1998

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.	Median
Trådalger																						
Art af Rørhinde (<i>Enteromorpha</i> sp.)									x										x			
Art af Slimtråd (<i>Spirogyra</i> sp.)																		0				
Art af Vandhår (<i>Cladophora</i> sp.)	x	xx	xx!	xx!	xx	xx			x!	xxx	xxx!	xx	xx!	xx!	xx!	xxx!	xxx!	xx	x	1,7	2,7	2,3
Grøn trådalge sp.					0																	
Rankegrøde																						
Stilket Vandkrans	0	0	x	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0	1,0
Børstebladet Vandaks	x	x	x	x	x	x	x			x	x		0	0	0	0	x		x	0,5	2,1	1,5
Spinkel Vandaks	0	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x	x	x	0	x	1,5	2,5	1,6
Kruset Vandaks	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	1,0	1,5	1,3
Trådvandaks																						
Art(er) af Kransnål (<i>Chara</i> sp.)	x	xxx	xxx	xxx	xx	xx	0	0	x	x	xx	xx	xx	xx	xxx	xx	x	xx	x	1,5	2,5	1,7
Skør Kransnål (<i>Chara globularis</i>)	0	x	x	x	x					x	x		x			x						
Stor Kransnål (<i>Chara vulgaris</i>)	0	0	x	x	x	x					x											
<i>Chara aspera</i>																						
Tornfrøet Hornblad	xx	x	x	xx	xx	xx	x	x	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	1,5	2,7	2,2
Flydebladsplanter																						
Liden andemad														0						0,5	2,5	1,5
Kors-andemad													x	0						1,7	2,7	2,2

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 15

Bundfauna i Arreskov Sø, 1989-1998 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.
	Vandybde, m		1,9	1,5	2,8	2,1	1,9	1,6	2,2	1,9	1,5	2,8	2,1	1,9	1,5	2,8	2,1	1,9	1,5	2,8	2,1	2,4
	TS %																					7
	GT af TS %																					35
	Antal arter		5	7	5	12	5	6	4	9	6	8	6	11	7	5	5	9	9	10	9	14
Gruppe	Slægtsnavn	Artsnavn																				
Biller	Hydrophilidae larver																					
Biller Sum																						
Børsteorm	Naididae	(blank)					48				16											
	Oligochaet indet.										95				32							
	Potamotrix	hammoniensis	857	524		460		95	286	127	476	1000	238	571	2095	1381	857	1444	10381	10667	9286	10111
	Tubificidae																					
	Uncinatis	(blank)					476				159											
	Stylaria	uncinata																				
		lacustris																				
Børsteorm Sum			857	524	476	619	95	333	143	476	1000	333	603	2143	1381	857	1460	10381	10667	9286	10111	
Dansemyg	Ablabesmyia	monilis	190	238	143	190	48	48	143	79	238	95	95	143	143	619	333	365	619	524	1524	889
	Chironomus	plumosus gr. puppe																				
		semireductus gr. puppe																				
		semireductus gr. puppe																				
	Cladopelma	sp.																				
	Cladotanytarsus	manicus gr. (blank)					48				16								1619			
		sp.																				
	Corynoneura	intersectus gr.	95			32		48		16		95		32								48
	Cricotopus	sylvestris gr.																				
	Cryptochironomus	sp.																				
	Dicrotendipes	modestus																				
	Einfeldia	insolita gr. sp.									286				714				333			
		sp.																				
	Endochironomus	albipennis																				
	Glyptotendipes	sp. gr. A					48				16											
	Microchironomus	tener	48	95			48	95	48	905	1238	95	746	48	1238	143	476	48				16
	Parachironomus	arcuatus gr.																				
	Pogonocladius	consobrinus																				
	Polypedium	nubeculosum gr. sordens gr. bicrenatum																				
		sp.																				
	Procladius	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.																				
	Tanytarsus	sp. puppe																				
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																				
	Cloeon	sp.																				
Dognfluer Sum																						
Fimreorm	Dugesia/Planaria	sp.																				
Fimreorm Sum																						
Glasmyg	Chaoborus	sp.	48			16				48			16									
Glasmyg Sum			48			16				48			16									
Hårorme	Mermithidae																					
Hårorme Sum																						
Igler	Erpobdella	sp. octoculata																				
	Glossiphonia	heteroclitia																				
	Helobdella	stagnalis									48				16							
	Piscicola	geometra																				
Igler Sum																						
Krebsdyr	Asellus	aquaticus																				
	Ostracoda																					
Krebsdyr Sum																						
Mitter	Heleinae		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				16				16								
Snegle	Anisus	vortex																				
	Bithynia	tentaculata																				
	Hydrobiidae																					
	Lymnaea	peregra																				
	Potamopyrgus	antipodarum																				
	Valvata	macrostoma	48			16																
		piscinalis	95			32		48		16												
	Physa	fontinalis																				
Snegle Sum			143			48		48		16												
Vandmider	Hydracarina																					
Vandmider Sum																						
Vårfluer	Molana	angustata																				
	Mystacides	sp.																				
Vårfluer Sum																						
Guldsmede	Zygoptera																					
Guldsmede Sum																						
I alt			1667	1143	762	1190	238	476	524	413	3619	4952	1952	3508	3571	6905	2619	4365	22952	43952	24810	30571

Bilag 15

Bundfauna i Arreskov Sø, 1989-1998

Individantal pr. m²

		18-04-94				03-05-95				13-05-96				01-04-97				17-03 og 26-03-1998							
		S	V	Ø	Gns.	S	V	Ø	Gns.	S	V	Ø	Gns.	S	V	Ø	Gns.	S	V	Ø	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	1,7	1,7	3,2	2,2				
	TS %	7	8	6	7	6	8	6	7	6	8	5	6	64	10	8	27	4	7	6	6				
	GT af TS %	34	32	36	34	28	27	32	29	32	32	37	34	2	33	36	24	33	30	37	33				
	Antal arter	13	11	10	15	10	12	8	17	8	11	7	16	21	19	13	30	22	11	13	30				
Gruppe	Slægtsnavn	Artsnavn																							
Biller	Hydrophilidae larver																								
Biller Sum																									
Børsteorm	Naididae (blank)																								
	Oligochaeta indet.																								
	Potamotrix hammoniensis	13238	16762	37143	22381	714	143	476	444	190	48	762	333	238	1000	1810	1016	95	429		175				
	Tubificidae (blank)																								
	Uncinails uncinata																								
	Stylaria lacustris																								
Børsteorm Sum		13238	16762	37143	22381	714	143	476	444	190	48	762	333	286	1048	1810	1048	286	619	429	444				
Dansemyg	Ablabesmyia monilis																								
	Chironomus plumosus gr. puppe	95	95	429	206																				
	semireductus gr. puppe	429	1143	1048	873	381	286	222	95	143	571	270	810	476	429										
	Cladopelma sp. mancus gr. (blank)	95	95	48	79	190	143	381	238			476		48	16	159									
	Corynoneura sp. intersectus gr. sylvestris gr.	95		143	79			95				95		32	48		48				16				
	Cryptochironomus sp. modestus	48	95	95	79	143	95	79					381	95	159		714				143	48			
	Dicrotendipes sp. insolita gr.	1857	524	1905	1429																				
	Endochironomus albipennis sp. gr. A	95		48	48					95	48	48		48	16										
	Microchironomus arcuatus gr. consobrinus nubeculosum gr. sordens gr. bicrenatum sp. puppe	143		143	95	48		16					95	333	143										
	Procladius sp. puppe	6000	2667	5381	4683	4762	5143	5571	5159	4286	7429	8143	6619	2857	5048	3810	3905	238	190	1000	476	32			
	Psectrocladius limbatellus gr./sordidellus gr. sp. puppe	143	48		63	286	524	143	317	333	48	48	143	95	1619	95	556	476				159			
	Tanytarsus sp. puppe									48		16										63			
Dansemyg Sum		9000	4714	9238	7651	5286	6333	6524	6048	4905	7714	8857	7159	6476	9714	4714	6968	2000	381	2762	1714				
Døgnfluer	Caenis horaria luctuosa robusta																								
	Cloeon sp.																								
Døgnfluer Sum																									
Fimreorm	Dugesia/Planaria sp.																								
Fimreorm Sum																									
Glasmyg	Chaoborus sp.																								
Glasmyg Sum																									
Hårorme	Mermithidae																								
Hårorme Sum																									
Igler	Erpobdella sp. octoculata heteroclitia stagnalis geometra	48			16																				
	Glossiphonia Helobdella Piscicola																								
Igler Sum		48			16																				
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	619	48	2429	1032					
Muslinger Sum		48	95	48	143	619	333	365	1190	905	1095	1063	714	1048	4000	1921	619	48	2429	1032					
Polypdyr	Hydra sp.																								
Polypdyr Sum																									
Rundorm	Nematoda Nematomorpha																								
Rundorm Sum																									
Snegle	Anisus vortex tentaculata																								
	Bithynia Hydrobiidae																								
	Lymnaea peregra antipodarum macrostoma piscinalis sp.	48			16	48		16	48		16	95		32	95	333		95	333		143				
	Valvata physa fontinalis					905	429	190	508	762	1000	95	619	476	381	286	381				571	190			
Snegle Sum		48			16	1000	571	190	587	810	1048	95	651	667	381	286	444	333	333	571	413				
Vandmidler	Hydracarina																								
Vandmidler Sum																									
Vårfluer	Molanna Mystacides angustata sp.																								
Vårfluer Sum																									
Guldsmede	Zygoptera																								
Guldsmede Sum																									
I alt		22333	21619	46381	30111	7238	7762	7524	7508	7190	9952	10810	9317	13667	12810	10905	12460	6095	1762	6429	4762				

Bilag 16

Oversigt over morfometriske grunddata i Arreskov Sø

Arreskov Sø, opmålt 1989 af Thorkild Høy

Dybde m	Kumuleret dybde m	Areal m ²	Kumuleret areal m ²	Kumuleret areal %	Volumen m ³	Kumuleret volumen m ³	Kumuleret volumen %
0,0	0	349016	3174307	100	2999800	5879598	100
1,0	27	442024	2825291	89	1302140	2879798	49
1,5	41	876715	2383267	75	972455	1577658	27
2,0	54	1096412	1506552	47	479173	605203	10
2,5	68	364412	410140	13	113967	126030	2
3,0	81	43926	45728	1	11883	12063	0,2
3,5	95	1802	1802	0	180	180	0,003
3,7	100	0	0	0	0	0	0,000

Kystlinielængde: 8,50 km

	Areal ha	Volumen m ³
Geografisk areal incl. øer	317,9	
Areal af øer	0,4	
Sø incl. del af rørskov	317,4	5879599
Rørskov "indenfor vandflade"	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 17

Oversigt over undersøgelser i Arreskov Sø

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

Andersen, F. Ø., unpubl.: 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 havundersøgelse, 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, 1998a: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram: Fiskebestanden i Arreskov Sø, 1987-1997. - Rapport til Fyns Amt, 66 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1998b: Notat vedrørende fiskebestandens udvikling i Arreskov Sø, 1998. - Notat til Fyns Amt. 24 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.

Fyns Amt, 1998 (Hansen, K. S.): Arreskov Sø 1997. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 104 s.

Hansen, S. M. B. og T. L. Lauridsen, 1988: Projekt rapport 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, chemical 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.

Miljøbiologisk Laboratorium, 1999: Arreskov Sø 1998, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 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.

Fyns største sø, Arreskov Sø, er den ene af to fynske søer, der indgår i det nationale overvågningsprogram, NOVA 2003, som i alt omfatter 31 søer i Danmark. Rapporten indeholder en status for søens miljøtilstand i 1998 og en beskrivelse af dens udvikling siden 1989, hvor overvågningsprogrammet startede. Endvidere vurderes søens fremtidige udviklingsmuligheder.

I Vandmiljøplanen, der blev vedtaget af Folketinget i 1987, blev der fastlagt nationale mål for nedbringelse af næringsstofbelastningen af vandmiljøet, og indgået en aftale mellem stat og amter om en landsdækkende overvågning af vandmiljøet. Fra 1998 blev iværksat et nyt nationalt overvågningsprogram, NOVA 2003, med større vægt på overvågning af bl.a. miljøfremmede stoffer. Hvert år udarbejder amterne rapporter over resultaterne af overvågningen. Samtidig hermed er amterne efter lovgivningen myndighed for miljøovervågning og -planlægning. Amterne udarbejder regionplaner, hvor målsætninger for vandmiljøets kvalitet fastsættes, og gennemfører en regional overvågning for at kunne vurdere om de fastlagte målsætninger bliver opfyldt.

