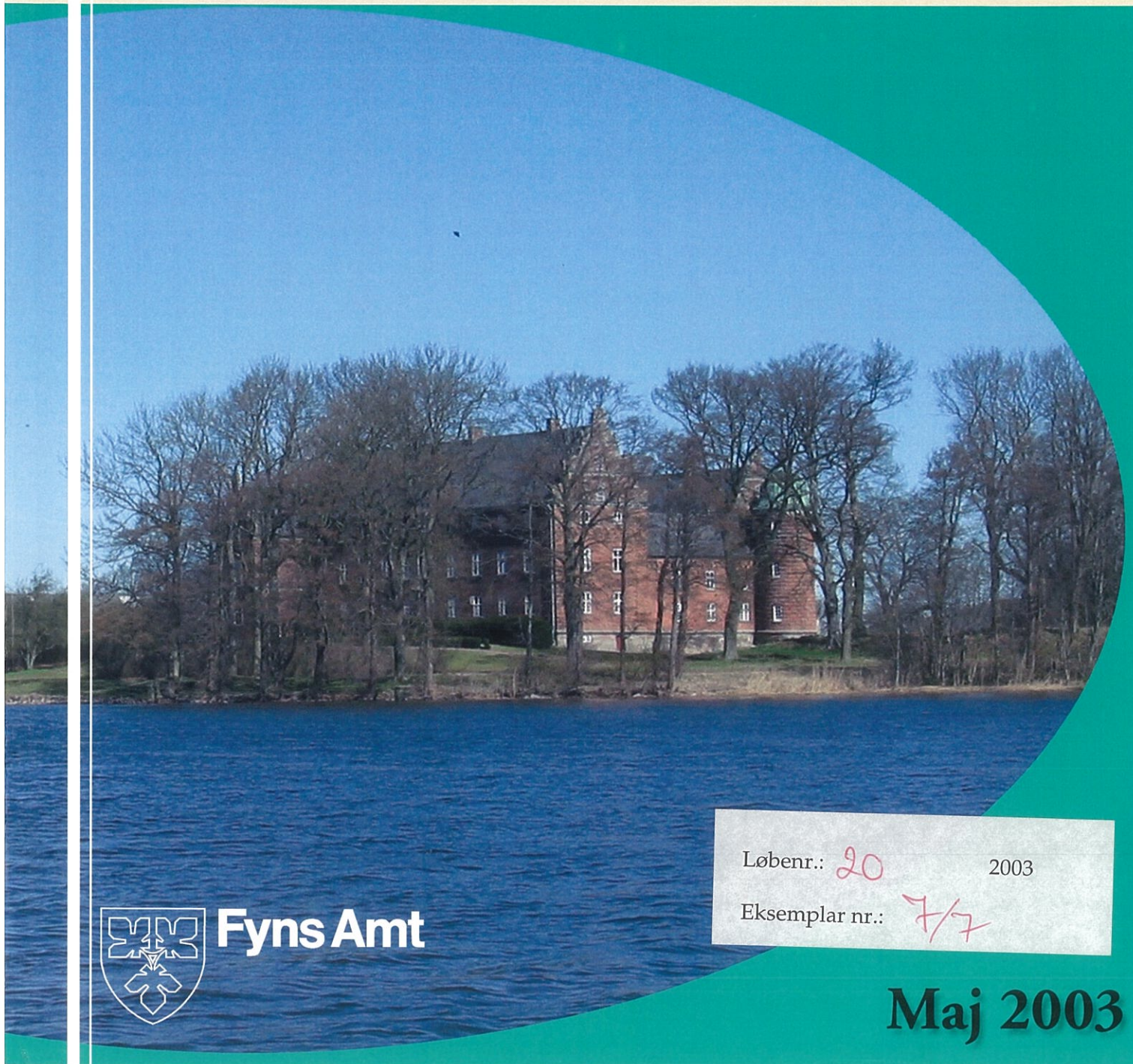




Arreskov Sø 2002

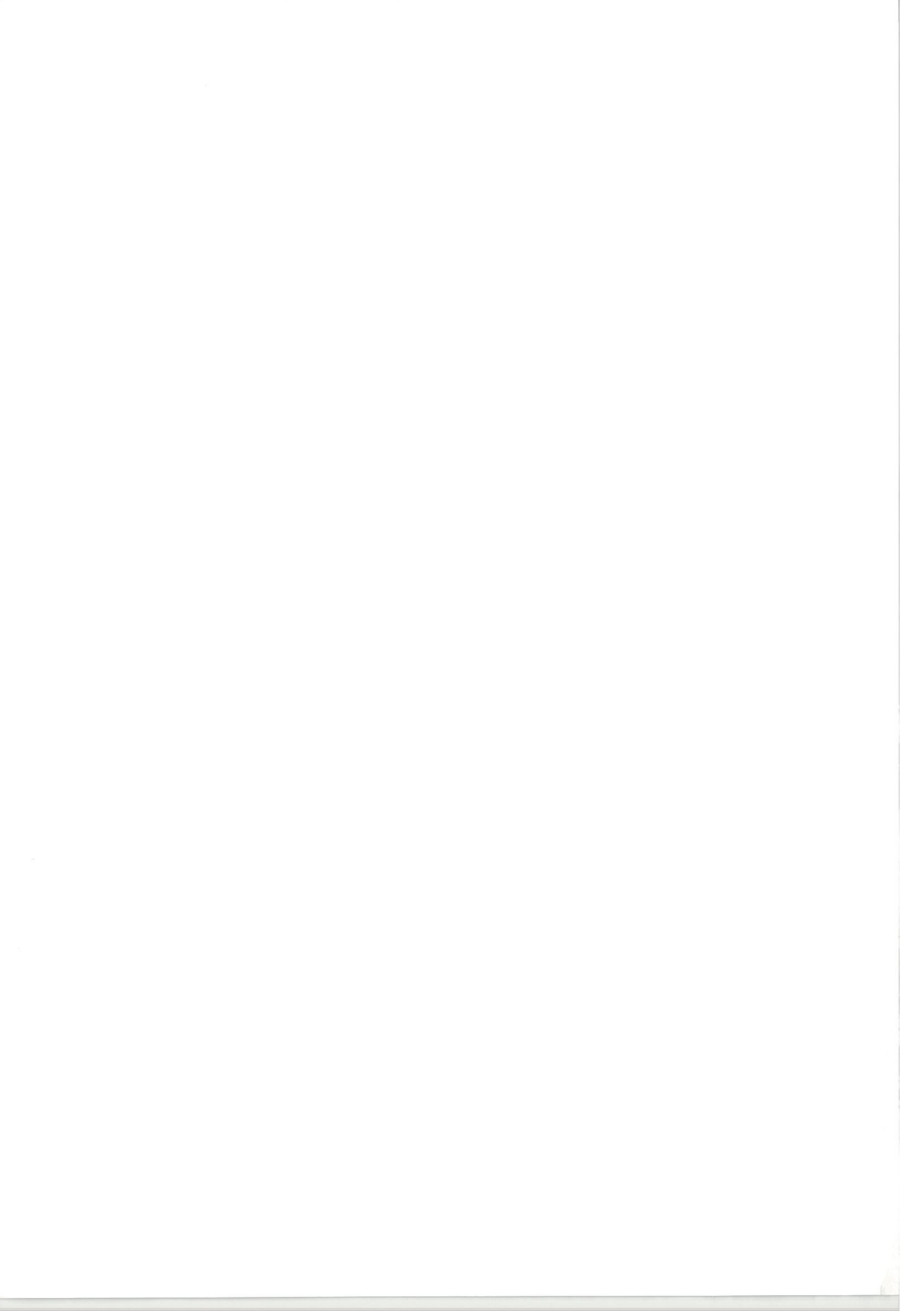


Fyns Amt

Løbenr.: 20 2003

Eksemplar nr.: 7/7

Maj 2003





Arreskov Sø 2002



Titel: Arreskov Sø 2002. VANDMILJØovervågning

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

Telefon: 6556 1000
Telefax: 6556 1505

Udgivelsesår: Maj 2003

Forfatter: Kjeld Sandby Hansen

Grafik: Lene Hildebrandt
Morten Kruse

Teknisk assistance: Hans Brendstrup
Tom Rugaard
Jette Christiansen
Lene Hildebrandt
Birgit Jacobsen
Morten Kruse
Susanne Roed

Forside: Foto: Arreskov Slot ved Arreskov Sø. Lene Hildebrandt, Fyns Amt.

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

ISBN 87-7343-527-9

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	17
4. Vand- og næringsstoftilførsel	21
4.1 Kilder til næringsstofbelastningen	21
4.2 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-2002	22
4.3 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen	23
5. Vand- og stofbalance	25
5.1 Vandbalance	25
5.2 Stofbalance	25
6. Udvikling i miljøtilstanden	29
6.1 Temperatur og ilt	29
6.2 Kvælstof	29
6.3 Fosfor	30
6.4 Algemængde og sigtdybde	32
6.5 Plante- og dyreplankton	33
6.6 Fisk	37
6.7 Bundvegetation	40
7. Fremtidig miljøtilstand og målsætning	43
8 Referencer	47
 Bilag - skilleblad	 49
Bilagsfortegnelse	51
Bilag 1 Anvendt metodik	53
Bilag 2 Søens opland	59
Bilag 3 Kildeopsplitning af den eksterne belastning af Arreskov Sø 1989-2002	60
Bilag 4.1 Vandbalance på månedsbasis for 2002. År og sommer 1989-2002	69
Bilag 4.2 Vandstande og opholdstider 1989-2002	70

	Side
Bilag 5 Stofbalance på månedsbasis, 2002, tilførsel fordelt på kilder. År og sommer 1989-2002	63
Bilag 6 Stofbalance på årsbasis 1989-2002	64
Bilag 7 Månedlig nettoudveksling af total-kvælstof via interne processer, 2002	65
Bilag 8 Månedlig nettoudveksling af total-fosfor via interne processer, 2002.....	66
Bilag 9.1 Fysisk-kemiske parametre: Sommergennemsnit 1973-2002	67
Bilag 9.2 Fysisk-kemiske parametre: Årsgennemsnit 1973-2002	68
Bilag 9.3 Fysisk-kemiske parametre: Vintergennemsnit 1973-2002	69
Bilag 10.1 Plante- og dyreplankton 1987-2002	70
Bilag 10.2 Oversigt over andre biologiske parametre 1987-2002	71
Bilag 11 Fiskeyngel	72
Bilag 12 Bundvegetation. Plantedækket areal og artsliste	73
Bilag 13 Bundvegetation. Relativt plantefyldt volumen	74
Bilag 14 Bundvegetation. Plantearternes forekomst i delområderne	75
Bilag 15 Oversigt over morfometriske data	76
Bilag 16 Oversigt over øvrige undersøgelser i søen	77

Forord

Tilbage i 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. Et fagligt oplæg til de politiske drøftelser om Vandmiljøplan III forventes at foreligge i efteråret 2003, med henblik på efterfølgende politisk drøftelse. Vandmiljøplan I, II, III samt vandmiljøovervågningen vil også medvirke til at sikre, at Danmark lever op til de internationale reduktionsmål for belastning af vandmiljøet og internationale krav om overvågning af vandmiljøet fastsat i Helsinki-konventionen, OSPAR-konventionen, og i EU's direktiver om vandmiljøforhold. I 2000 vedtog EU Vandrammedirektivet, der på en lang række områder vil indebære omlægninger af overvågning og forvaltning af vandmiljøet i Danmark. Vandrammedirektivet skal implementeres i dansk lovgivning i 2003.

Samtidig med Vandmiljøplanen blev der fra 1989 iværksat en øget overvågning af vandmiljøet med det formål at følge effekten af Vandmiljøplanen. Vandmiljøplanens overvågningsprogram blev revideret pr. 1. januar 1998, hvor et nyt nationalt overvågningsprogram for vandmiljøet trådte i kraft (NOVA 2003). Dette program vil fra og med 2004 blive afløst af et kombineret vand- og naturovervågningsprogram, NOVANA 2006. Overvågningen i NOVA 2003 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 rapport om atmosfærisk stoftilførsel via nedbør/nedfald.

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

Nærværende rapport udgør en del af Fyns Amts samlede rapportering af vandmiljøovervågningen i 2002, som omfatter følgende rapporter:

- Punktkilder 2002 (ISBN 87-7343-546-5)
- Kystvande 2002 (ISBN 87-7343-531-7)
- Grundvand 2002 (ISBN 87-7343-544-9)
- Atmosfærisk nedfald 2002 (ISBN 87-7343-542-2)
- Vandløb 2002 (ISBN 87-7343-529-5)
- Arreskov Sø 2002 (ISBN 87-7343-527-9)
- Søholm Sø 2002 (ISBN 87-7343-548-1)
- Landovervågning 2002 (ISBN 87-7343-533-3).
- Lillebælt 2002 (ISBN 87-7750-765-7)

Rapporten '>Lillebælt 2002' udgives af Lillebæltsamarbejdet, d.v.s. Vejle, Sønderjyllands og Fyns amter i fællesskab.

Rapporterne fra årene 1998-2002 kan hentes fra Fyns Amts hjemmeside på adressen <http://www.fyns-amt.dk/wm107307>.

Indledning

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er gennemført i perioden 1989-1998 i 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 blev der 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 Anormalrapportering@, hvor der er lagt vægt på en beskrivelse af udviklingen i miljøtilstanden siden 1989 kombineret med en kortfattet beskrivelse af undersøgelsesresultater fra 2002. Endvidere vurderes søens fremtidige udviklingsmuligheder.

Der henvises endvidere til amtets tidligere rapporter om Arreskov Sø (se oversigt i bilag 16).

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 (5 %) med ret få husdyr og relativt lidt spredt bebyggelse.

Målsætning

Søen er i Regionplan 2001-2013 målsat som »referenceområde for naturvidenskabelige studier«. For at opfylde denne målsætning skal søen gennem flere år have en sigtdybde på mindst 1,5-2,0 meter, et fosforindhold på højst 0,06 mg/l og et kvælstofindhold på højst 1,3 mg/l som gennemsnit for sommerperioden. Der skal være et artsrigt planteplankton uden længerevarende masseopblomstringer af blågrønalger, en udbredt rankegrøde og en artsrig smådyrsfauna, også på dybder større end 1 m. Fiskebestanden skal være præget af store, rovlevende aborrer, og i øvrigt have en størrelse, sammensætning og vækst, der svarer til det lave næringsstofindhold. Der må ikke forekomme kritisk lave iltindhold i vandet.

Denne målsætning er ikke opfyldt i dag.

Udvikling i miljøtilstand

Tabel 1.1 viser en række nøgleparametre til beskrivelse af miljøtilstanden i Arreskov Sø i 2001, og for visse af disse er udviklingen indenfor perioden 1989-2002 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 op-hobning af fosfor i søbunden, og at denne fosfor nu blev frigivet til søens vand.

I 1991-92 skete der en betydelig ændring i søens miljøforhold, idet vandet blev klarere og indholdet af næringsstoffer og alger faldt. Denne ændring i søens miljøtilstand skete, fordi en stor del af de dyreplanktonædende fisk (skal-ler, brasen og små aborrer) forsvandt, dels som følge af opfiskning, dels fordi de døde under perioder med dårlige iltforhold.

Efter fiskenes forsvinden kunne store daf-nier holde søvandet næsten fri for alger i lange perioder. Således faldt den gennemsnitlige al-gemængde i sommerperioden fra 38 mm³/l til et minimum på 1,4 mm³/l i 1996. Tilsvarende steg sigtdybden i vandet i sommerperioden fra 0,27 m i 1989 til mere end 2,4 m i 1997. Fos-for- og kvælstofindholdet faldt til et minimum i 1996/1997 på hhv. 0,058 mg P/l og 1,32 mg N/l (årsmiddelkoncentration). I perioden med klart vand bredte undervandsplanterne sig ud over det meste af søbunden og opnåede en dækningsgrad på 61% i 1997. Medvirkende til den gode til-stand i 1996/1997 var den lave afstrømning af næringsstoffer i disse år.

I sommeren 1999 fik søen et tilbageslag, idet blågrønalgen *Aphanizomenon flos-aquae* blom-strede voldsomt op. Dette medførte bl.a., at undervandsplanterne forsvandt næsten helt, og fosfor- og kvælstofindholdet steg. Billedet var nogenlunde det samme i 2000 og 2001.

I 2002 var søen relativt klarvandet gennem foråret og forsommeren, hvilket hovedsagelig skyldtes en betydelig græsning fra store clado-cerer. Væksten af alger blev således kun i ringe grad begrænset af næringsstoftilgængeligheden, da vandets indhold af næringsstoffer var for-holdsvis højt som følge af en stor afstrømning i det våde forår. I august-september forekom dog en voldsom opblomstring af blågrønalgen *Apha-nizomenon flos-aquae* i en periode med meget varmt vejr. Denne alge har en konkurrencemæs-sig fordel i søer med stor græsning, idet den kan vokse til græsningsresistent størrelse på søbun-den, før den stiger op i vandet. Den har da også været dominerende de fleste af de senere år.

Sigtdybden var 1,45 m som årsgennemsnit og 1,24 som sommergennemsnit i 2002.

Fiskebestandens samlede biomasse blev esti-meret til ca. 64 tons, eller ca. 200 kg/ha, hvilket var på niveau med de foregående 2 år, men lavt i forhold til søtypen. Aborren var ligesom de foregående år søens dominerende fiskeart, ikke mindst på grund af en stor mængde 1 års fisk, der var resultatet af en meget stor gydesucces året før. De store aborrer er rovfisk, og en stor bestand af disse fisk er nødvendig, hvis der skal være balance mellem rovfisk og dyreplankton-spisende fisk i søen. Geddebestanden var gået stærkt tilbage, men på trods af det udgjorde rovfiskene 70 % af fiskebestanden. Dette skyldes,

at de mange 1 års aborrer (på 10-15 cm) regnes med blandt de store, rovlevende aborrer, selvom de i denne størrelse lever på en blandet kost af dyreplankton, smådyr og småfisk (yngel). Bestanden af de dyreplanktonspisende fisk skaller og brasener er fortsat lille, men fiskebestandens udvikling fremover afhænger bl.a. af vandets klarhed. Især brasenyngelen vil antagelig have større chancer for at overleve, hvis vandets klarhed forringes. Den dermed forbundne øgede fødekonekurrence vil derfor mindske rekrutteringen af aborrer. Dermed kan der startes en negativ spiral i retning af flere brasener og skaller i søen og færre aborrer, hvilket igen kan føre til mere uklart vand.

Efter vegetationens store dækning (61 %) i 1997 gik den stærkt tilbage i 1999 (1,2 %), men gik i 2002 igen frem til 11 %. Det plantefyldte volumen udgjorde 3,4 % af søens volumen. Hvis planterne effektivt skal være med til at holde søen klarvand, skal det plantefyldte volumen være omkring 20 %. Der blev registreret 14 arter af undervandsplanter i 2002, hvilket er det hidtil højeste antal.

Kvælstof- og fosforbelastning

Omkring 61 % af kvælstoftilførslen og 43 % af fosfortilførslen skyldtes en kulturbetinget afstrømning fra det åbne land. For kvælstof udgør afstrømning fra dyrkede arealer stort set hele denne kulturbetingede afstrømning. For fosfors 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.

Tilførslen af kvælstof og fosfor varierer fra år til år, først og fremmest som følge af variationer i ferskvandsafstrømningen til søen. 2002 var vådere end et »normalår«, idet ferskvandsafstrømningen var 31 % højere end gennemsnittet for 1989-2001.

I 2002 tilførtes søen 37 tons kvælstof, hvilket var tæt på gennemsnittet for perioden 1989-2001. Der er dog sket et generelt og signifikant fald i kvælstoftilførslen i perioden. Den totale indløbskoncentration (total tilført kvælstof mængde divideret med den totale vandtilførsel) er således faldet ca. 28 %, og var på 4,06 mg/l i 2002. For den overfladiske afstrømning alene (der udgør ca. 80 % af den totale tilførsel) er der sket et fald i indløbskoncentrationen på ca. 33 %.

Fosfortilførslen på 0,65 tons var tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden. Indløbskoncentrationen på 0,071 mg/l var derimod lidt lavere end gennemsnittet for samme periode, og der er ikke noget signifikant fald i den samlede fosfortilførsel til søen i perioden 1989-2002. For den overfladiske tilførsel (der udgør ca. 80 % af den totale tilførsel), er indløbskoncentrationen dog faldet signifikant med ca. 22 % i forhold til niveauet i 1989-90.

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

Søen har i 1989-2001 i gennemsnit tilbageholdt/omsat ca. 62 % af de tilførte kvælstofmængder, og tilbageholdelsen i 2002 (55 %) var tæt på dette niveau. Tilbageholdelsen sker ved bundfældning af kvælstofholdigt organisk materiale, og omsætningen sker især ved denitrifikation, hvor nitrat omdannes til luftformigt kvælstof.

Med henblik på at aflaste søen for en del af det fosfor, der er ophobet i bunden, blev der i 2002 foretaget en styring af vandstanden i søen, der skulle sikre, at der kunne løbe vand ud af søen i sommermånederne, hvor fosforindholdet i søvandet er højt. Der løb da også 55 kg mere fosfor fra søen end der blev tilført. Denne nettofrigivelse skete først og fremmest i marts og juli-august, hvor der løb relativt meget vand fra søen. Styring af vandstanden medførte altså rent faktisk en betydelig fraførsel af fosfor i juli og august, svarende til 23 % af årets totale fraførsel af fosfor. Fosforindholdet i selve søvandet var 212 kg lavere ved årets slutning end i begyndelsen af året. Da kun 55 kg (netto) løb ud af søen, må resten, 157 kg være blevet bundet i sedimentet. Dette svarer til 24 % af tilførslen. Som gennemsnit for 1990-2001 har sedimentet tilbageholdt 43 kg årligt svarende til 7 % af tilførslen.

Søens fremtidige tilstand

Med Arreskov Sø's dybdeforhold og aktuelle næringsniveau er der erfaringsmæssigt to tilstande, søen kan udvikle sig hen imod. Vandet kan være klart med en udbredt undervandsvegetation og med en fiskebestand domineret af store, rovlevende aborrer og store skaller. Eller 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. Kun i det første tilfælde vil søen opfylde sin målsætning, og det kræver bl.a., at tilførslen af næringsstoffer er tilstrækkelig lav.

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

- 1) Tilførslen af fosfor og kvælstof skal reduceres yderligere.
- 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 derfor stærkt afhængig af, hvordan de biologiske forhold udvikler sig. På længere sigt er det dog tilførslen af næringsstoffer, specielt fosfor, der afgør hvordan miljøtilstanden bliver.

Det vurderes på det nuværende grundlag, at den kulturbetingede fosfortilførsel skal reduceres med 50 % for at søens målsætning kan opfyldes. Den kulturbetingede kvælstoftilførsel bør reduceres med yderligere 30 %.

Begrænsning af næringsstofftilførslen til søen

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. Ifølge Fyns Amts Regionplan 2001-2013 og Faaborg Kommunes spildevandsplan skulle en forbedret rensning være gennemført i størstedelen af oplandet inden udgangen af 2002. Der mangler dog stadig 65 ejendomme.

* Begrænsning af næringsstofftilførslen som følge af jordbrugsdrift, f.eks. ved ekstensiveret jordbrug i visse områder og etablering af vådområder i forbindelse med tilløbene til søen.

Sådanne generelle miljøtiltag i jordbruget kan dog ikke forhindre, at dyreholdet øges i oplandet til Arreskov Sø, hvilket alt andet lige vil betyde, at udvaskningen til søen forøges.

Der er derfor behov for at udarbejde en indsatsplan, hvor man samlet vurderer, hvad der er nødvendigt for at opnå den ønskede tilstand.

Endvidere vil den kommende Vandmiljøplan III bl.a. sigte mod at nedbringe fosforafstrømningen fra jordbruget samt nedbringe kvælstofafstrømningen yderligere. Og ifølge EU's Vandrammedirektiv skal alt overfladevand inden udgangen af 2015 opnå en "god økologisk tilstand". For at opnå dette skal der udarbejdes og gennemføres indsatsplaner, hvor man samlet vurderer de nødvendige tiltag og deres omkostninger.

1. Sammenfatning og konklusion

Tabel 1.1

Nogleparametre til beskrivelse af miljøtilstanden i Arreskov Sø, 2002, 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	2002		Udvikling 1989-2002	
	År	Sommer	År	Sommer
Nøgletal for miljøtilstand				
Opholdstid (år)	1,2	1,7		
Kvælstofbelastning, tons	37,2	5,4	0	0
Arealbelastning, mg N/m ² dag	32,2		0	
Total indløbskonc., mg N/l	4,06		---	
Kvælstoffraførsel, ton	13,3	3,0	0	0
Kvælstof-nettotab (korr.), mg/m ² dag	17,8		0	
Kvælstof-nettotab (korr.), %	55	45	0	0
Fosforbelastning, ton	0,65	0,17	0	0
Arealbelastning, g P/m ² dag	0,56		0	
Total indløbskoncentration, mg P/l	0,071		0	
Fosforfraførsel, tons	0,70	0,255	0	0
Fosfor-nettotab (korr.), mg/m ² dag	0,14		0	
Fosfor-nettotab (korr.), %	24	-1021	0	---
Sigtdybde, m	1,45	1,24	++	++
Klorofyl, µg/l	74	100	0	0
Suspenderet stof, mg tørstof/l	11,2	15,3	--	--
Total-kvælstof, mg/l	2,17	2,21	-	0
Opløst uorganisk kvælstof, mg/l	0,59	0,19	--	0
Total-fosfor, mg/l	0,169	0,189	0	0
Opløst uorganisk fosfor, mg/l	0,092	0,104	+	0
pH	8,43	8,66	0	0
Planteplanktonbiomasse, mm ³ /l		40,1		0
% blågrønalger		96		0
% rekylalger		1		0
% furealger		0		0
% kiselalger		0		--
% grønalger		2		-
Dyreplanktonbiomasse, mm ³ /l		7,82		0
% copepoder		17		0
% cladocerer		80		0
% rotatorier		3		0
Cladocer-indeks		94		0
Middellængde af cladocerer, µm		1,146		+++
Potentiel græsning, µg C/l dag		346		0
Græsningstryk, % af tot. algebiom.		8		0
Græsningstryk, % af alger <50 µm		220		+
Undervandsvegetation (rankegrøde):				
Maks. dybdegrænse, m		2,1		0
Total gns. dækningsgrad, %		11,4		0
Relativt plantefyldt volumen, %		3,44		0
Fisk				
CPUE, antal, <10cm		163		0
CPUE, antal, >10cm		73		0
CPUE, vægt, <10cm (g)		698		0
CPUE, vægt, >10cm (g)		4011		0
Rovfisk % (total biomasse)		70		+

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 Faaborg 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).

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, 0,30 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 2002 registreret 65 ejendomme med udledning af spildevand til grøfter, dræn eller vandløb, der fører til søen. Som følge af forbedret rensning ved mange ejendomme, er dette antal faldet fra ca. 120 i midten af 1990'erne og 88 i 2000. Tætheden af den spredte bebyggelse med udledning af spildevand er nu på 0,07 PE/ha, og er dermed kun halvt så stor som for Fyn som helhed.

I 1983 blev en udledning til søen af mekanisk rensset spildevand fra Korinth afskåret fra søen. Herved blev søens fosforbelastning reduceret til en tredjedel. Der tilføres stadig regnvand fra

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

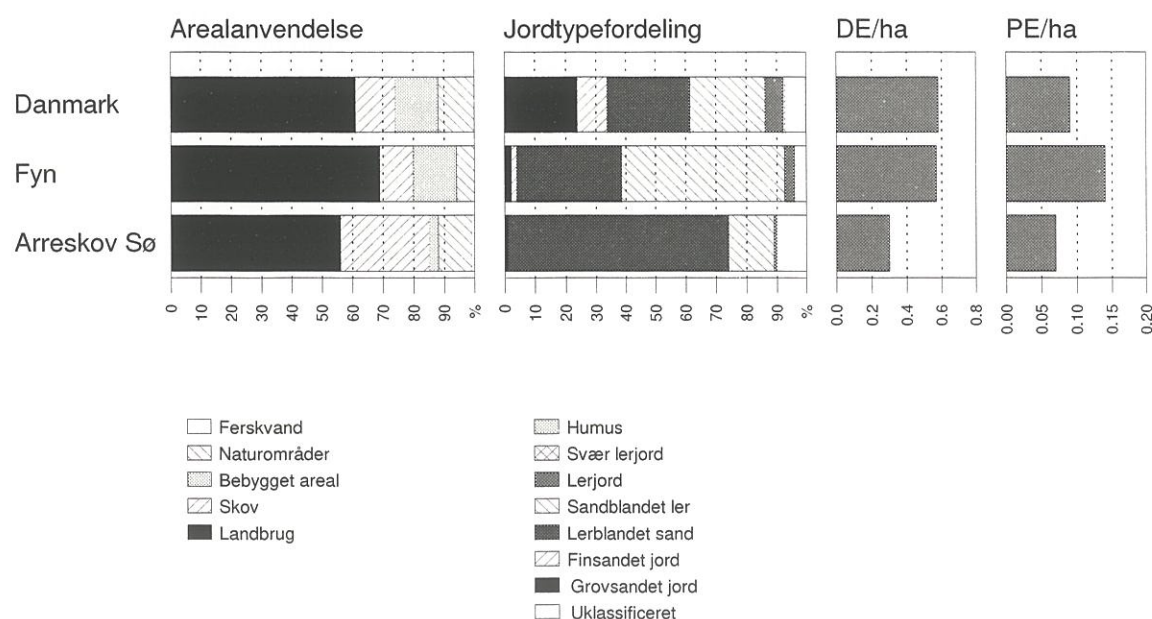
Tabel 2.1
Fysiske forhold i
Arreskov Sø.

den vestlige del af Korinth, og i forbindelse med større regnskyl tilføres der også urensset spildevand via et overfaldsbygværk.

Målsætning

Arreskov Sø og området omkring søen er et vigtigt naturområde. Søen med omgivelser er således fredet ved Naturklagenævnets afgørelse af 24. maj 1995, ligesom søen og tilgrænsende områder er EF-habitatområde. Inden for dette område må der ikke ske forringelser af naturtyperne eller af levevilkårene for de planter og dyrearter, som området er udpeget for. Endvidere er den nordlige del af søen vildtreservat med forbud mod jagt, ligesom søen og de tilgrænsende eng- og moseområder vest for søen er EF-fuglebeskyttelsesområde.

Selve søen er i Fyns Amts Regionplan 2001-2013 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.



Figur 2.1
Arealanvendelse,
jordtypefordeling,
husdyrtæthed og
tæthed af spredt be-
byggelse i oplandet til
Arreskov Sø, Fyn og
Danmark.

På baggrund af kendskabet til de senere års udvikling i Arreskov Sø, vurderes nedenstående krav at skulle være opfyldt for at søen opfylder sin målsætning. Det tilstræbes hermed, at søen permanent opnår et næringsstofniveau og en sigtddybde, som svarer til, hvad der fandtes i 1997. Målsætningen er ikke opfyldt.

Målsætning: Søen skal gennem flere år have en gennemsnitlig sigtddybde i sommerperioden på mindst 1,5-2,0 meter, et fosforindhold på højst 0,06 mg/l og et kvælstofindhold på højst 1,3 mg/l som gennemsnit for sommerperioden. Der skal være et artsrigt planteplankton uden længerevarende masseopblomstringer af blågrønalger, en udbredt rankegrøde og en artsrig smådyrsfauna, også på dybder større end 1 m. Fiskebestanden skal være præget af store, rovlevende aborrer, og i øvrigt have en størrelse, sammensætning og vækst, der svarer til det lave næringsstofindhold. Der må ikke forekomme kritisk lave iltindhold i vandet.

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 jævnligt 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

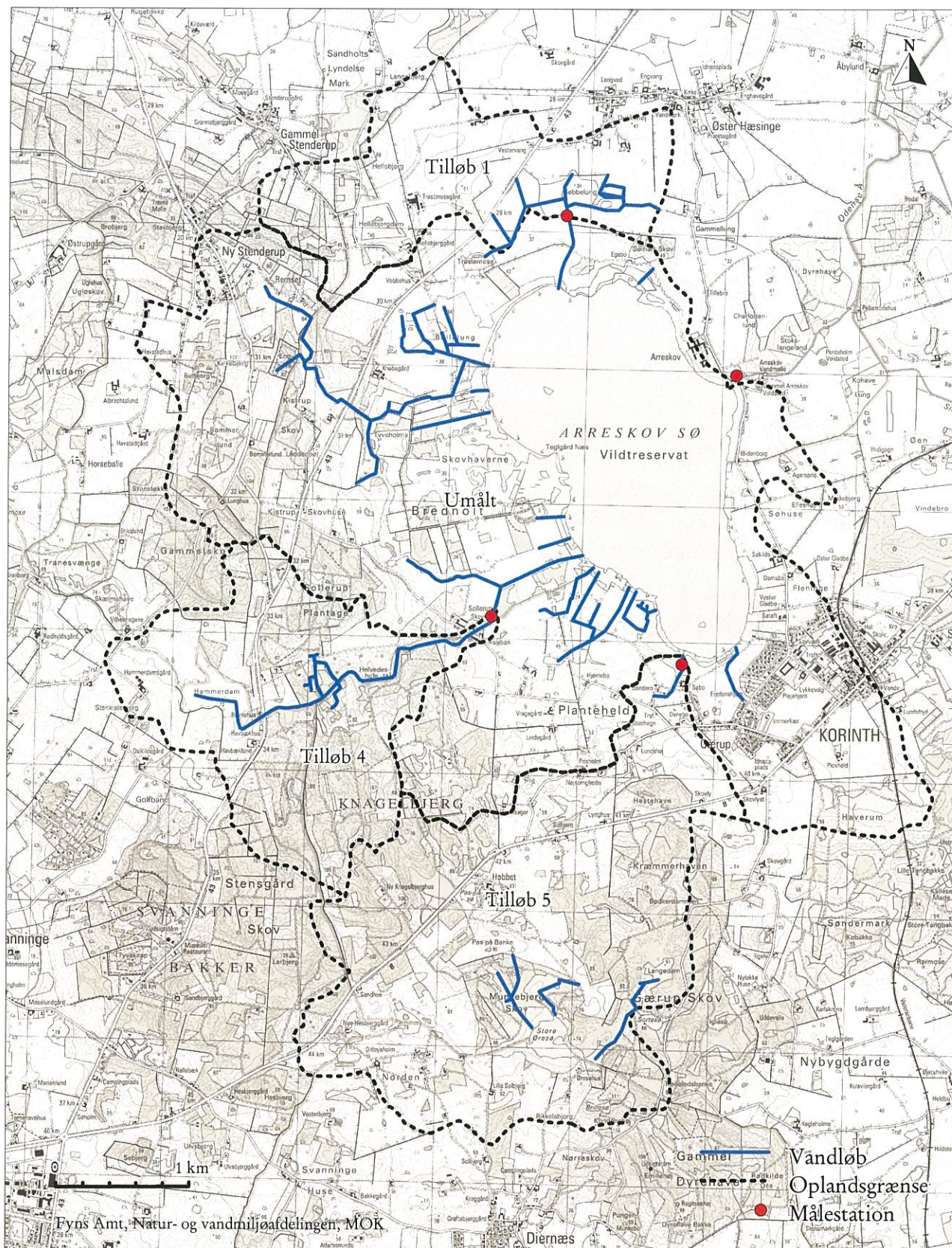
i søens tilstand. Der optrådte snarere en forværing op igennem 1980'erne, hvor søen havde meget uklart vand og stor algeproduktion. Først i 1992 skete nogle markante ændringer. Vandet blev usædvanlig klart, og indholdet af kvælstof og fosfor faldt. Årsagen var et drastisk fald i antallet af dyreplanktonædende 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 1994-1998 forblev vandet klart, men undervandsplanternes udbredelse mindskedes fra 1997 til 1998. I 1999-2001 skete der igen opblomstringer af blågrønalger om sommeren. Som følge heraf faldt sigtddybden og undervandsplanterne gik stærkt tilbage. Det vurderes, at dette tilbagefald skyldes at tilførslen af næringsstoffer til søen fortsat er for høj samtidig med, at græsningstrykket fra søens dyreplankton ikke kan holde algerne nede i samme omfang som tidligere. En medvirkende årsag hertil er, at den dominerende algeart, blågrønalgen *Aphanizomenon flos-aquae* kan vokse til græsningsresistent størrelse på søbunden før den stiger op i vandet. Herved kan den undgå at blive ædt af søens dyreplankton.



Figur 2.2
Dybdekort over Arreskov Sø med indtegnede overvågningsstationer og stationsnumre samt delområder for vegetationsundersøgelser.



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

3. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Med en årsmiddeltemperatur for Fyn på 9,6 °C blev 2002 et af de varmeste og mest solrige år i overvågningsperioden (siden 1989). Nedbøren for året var ligeledes langt over det normale, kun overgået i årene 1994 og 1999. Specielt månederne februar, juli, oktober og november var meget våde i forhold til normalt (se figur 3.1 og 3.2).

Vejrforholdene i 2002 er beskrevet lidt mere detaljeret i det følgende.

Nedbør

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

Der faldt i alt 944 mm nedbør (middel for Fyns Amt) i 2002, hvilket er 19 % mere end gennemsnittet for 1989-2002 og 28 % mere end normalen for 1961-90. Nedbørens fordeling over året afveg noget fra det normale, idet der faldt ekstremt meget nedbør i februar og juli. Nedbøren i disse to måneder var således blandt de største i dette århundrede. Nedbørmængden i september var meget lav og blandt den laveste mængde i denne måned siden 1960.

Ferskvandsafstrømning

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

I 2002 var årsafstrømningen 27 % over gennemsnittet for perioden 1989-2002 og 35 % over normalen for Fyns Amt. I februar indtraf

den største månedsafstrømning, der er registreret på Fyn i siden 1976. Specielt årets 3 første måneder samt juli og november var meget afstrømningsrige, mens de øvrige måneder lå tæt på månedsnormalen (se figur 3.1).

Lufttemperatur

Lufttemperaturen har stor betydning for søens opvarmning, herunder lagdelingen af vandmasserne, og dermed for de kemiske og biologiske processer, som foregår i søen.

I 2002 var temperaturen 9 % over gennemsnittet for overvågningsperioden og 22 % over normalen. I den første halvdel af året lå månedsmiddeltemperaturen over normalen, især var januar og februar måneder meget varme, hvorimod oktober måned var noget køligere end normalt.

Global indstråling

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

Den globale indstråling i 2002 var ca. 3 % mindre end gennemsnittet af den årlige globalstråling i overvågningsperioden. I sommerhalvåret (marts-september) afveg den månedlige globalindstråling fra gennemsnittet, idet indstrålingen i marts, juni, august og september var højere og april, maj og juli lavere. Særligt var indstrålingen i juli meget lav (9 % under normalt), mens indstrålingen i september var meget høj (26 % over normalt).

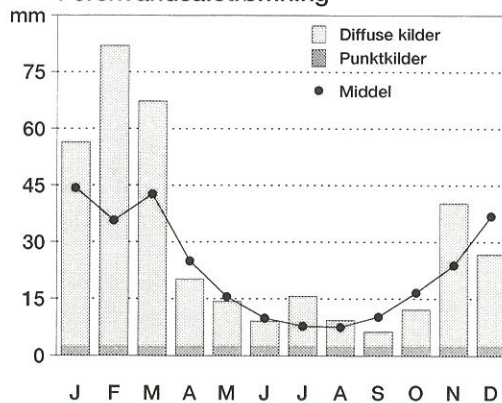
3. Meteorologiske og hydrologiske forhold

Fig 3.1

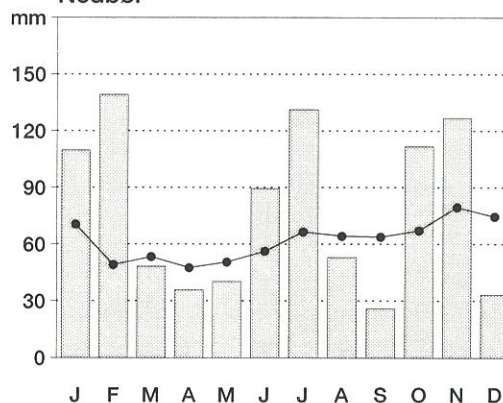
Den månedlige ferskvandsafstrømning, nedbør, mid-
deltemperatur og den globale indstråling
for Fyns Amt i 2002. Der er desuden for
de enkelte måneder angivet middelværdi
for perioden 1961-1990, for ferskvands-
afstrømningen dog 1976-2002 og den
globale indstråling for 1989-2002. Af-
strømningsdata stammer fra Fyns Amt
(fynsdata). Klima-
data er fra DMI.

Vejret 2002

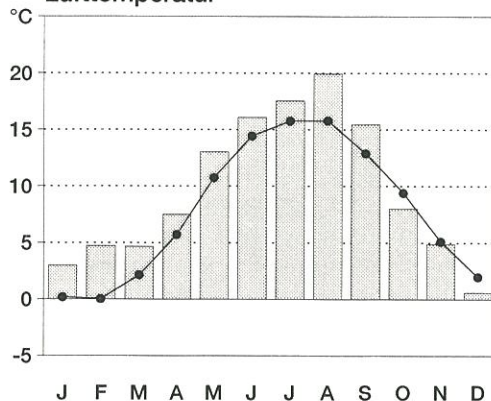
Ferskvandsafstrømning



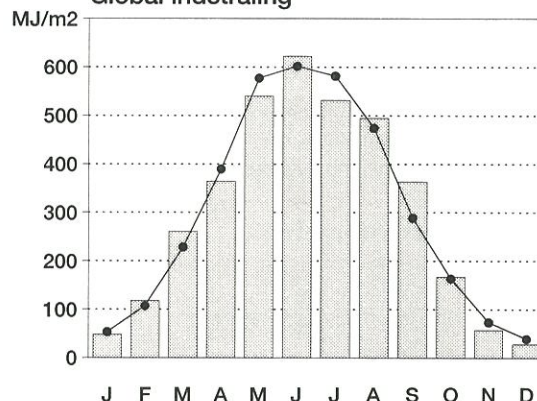
Nedbør



Lufttemperatur



Global indstråling



Ferskvandsafstrømning på kalenderår og hydrologisk år

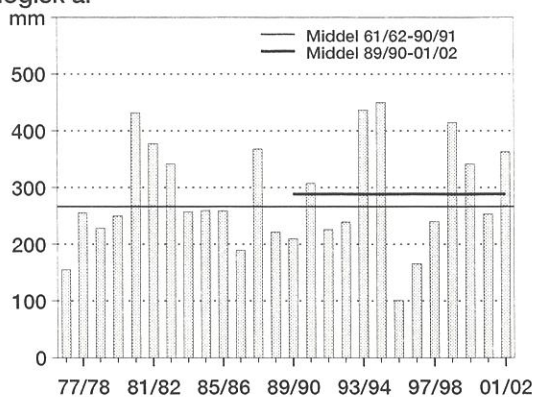
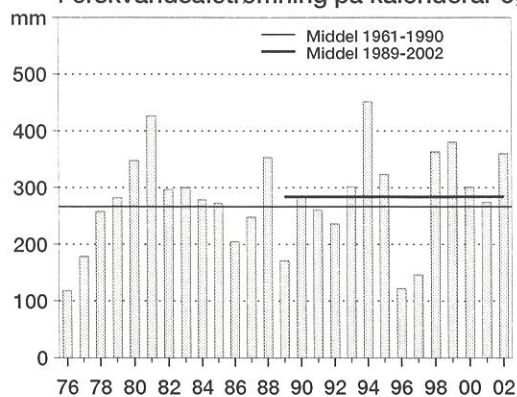
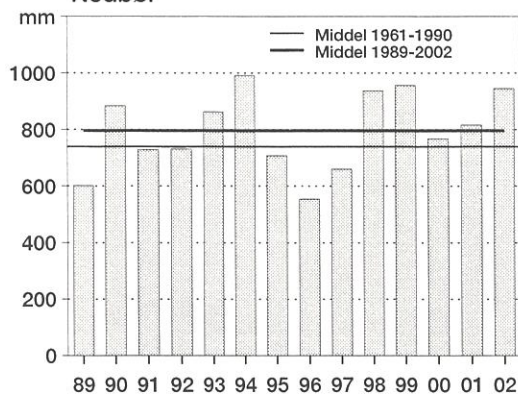
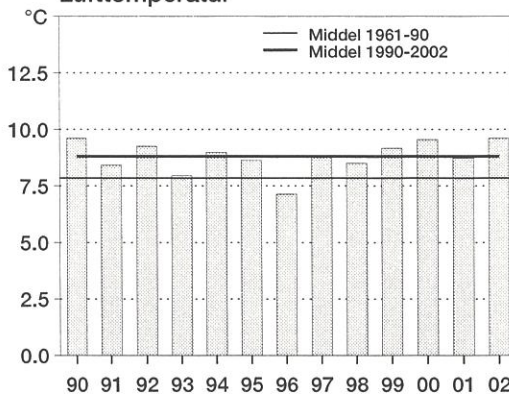


Fig 3.2
Den årlige ferskvandsafstrømning, årsnedbør, årsmiddeltemperatur samt den årlige globale indstråling i Fyns Amt 1976-2002. Ferskvandsafstrømningen er tillige angivet for det hydrologiske år (1. juni-31.maj). Middel-værdier for perioden 1961-1990 (1961/62-1990/91) er angivet som en tynd linie, mens midelværdier for overvågningsperioden, er angivet med en tyk linie. Afstrømningsdata stammer fra Fyns Amt (fynsdata). Klimadata er fra DMI.

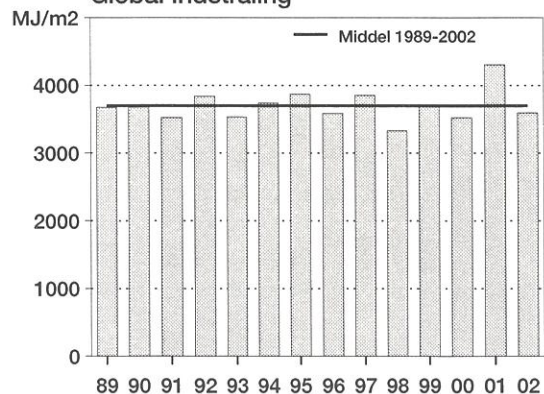
Nedbør



Lufttemperatur



Global indstråling



4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Kilder til næringsstofbelastningen

Figur 4.1 viser, hvordan kilderne til kvælstof- og fosfortilførslen til Arreskov Sø har fordelt sig som gennemsnit for de sidste 6 år. I bilag 3 er tilførslen de enkelte år angivet.

Bidraget fra **det åbne land** er det mest betydende bidrag med 61 % af kvælstoftilførslen og 43 % 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 på ca. 800 kg, og således kun ca. 3 % af det gennemsnitlige bidrag fra det åbne land på 23 tons i perioden 1997-2002. Den potentielle spildevandsbelastning omfatter spildevandsproduktionen for ejendomme med afløb til sø, vandløb eller dræn før en evt. rensning.

For fosfors vedkommende stammer en større del fra spildevand. Den potentielle spildevandsbelastning fra den spredte bebyggelse er på 180 kg fosfor, svarende til 65 % af den samlede gennemsnitlige fosfortilførsel fra det åbne land på 277 kg. På grund af manglende viden om rensegrader ved udledning fra den spredte bebyggelse, er den aktuelle fosforbelastning fra spredt bebyggelse ikke beregnet.

Det er 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. 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 3 % af fosfortilstrømningen.

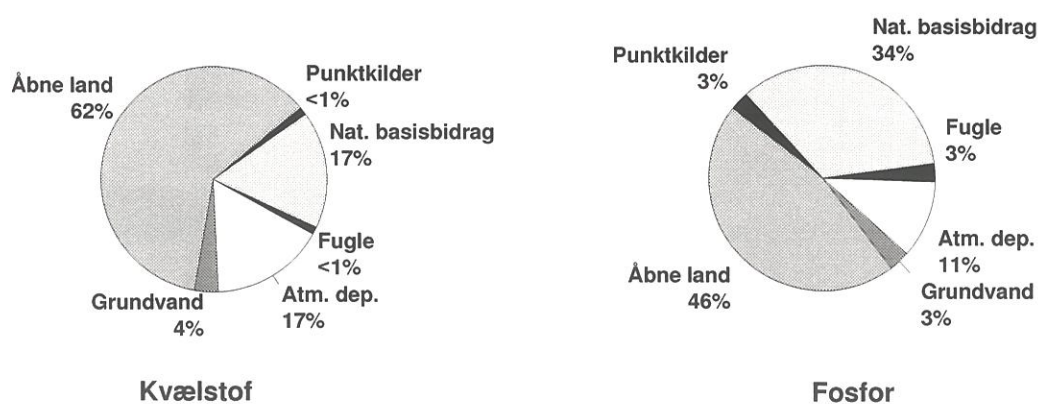
Det naturlige basisbidrag er på hhv. 17 % og 34 % af kvælstof- og fosfortilførslen. Bidraget omfatter den tilstrømning, der ville være hvis hele oplandet henlå som naturområde.

Grundvandsbidraget af både kvælstof og fosfor udgør ca. 4 % af søens samlede belastning.

Den **atmosfæriske deposition** af kvælstof og fosfor udgør som gennemsnit hhv. 18 % og 13 % af de samlede tilførsler til søen. Andelen herfra kan dog variere meget fra år til år. I det tørre år 1997 stammede hele 33 % af kvælstoftilførslen og 24 % af fosfortilførslen fra atmosfæren. I 2002 var andelen lidt under gennemsnittet (hhv. 13 % og 8 %).

Arreskov Sø er en vigtig rasteplass for **grågæs** i månederne august-september. Gæssene søger i perioden føde på tilgrænsende arealer, men tilbringer nattetimerne på søen. Herved sker der med affaldsprodukterne en tilførsel af næringsstoffer fra søens omgivelser til selve søen. Tilførslen er dog af beskeden betydning, 0,1 % for kvælstof og ca. 3 % for fosfor.

1997-2002



Figur 4.1
Kilder til kvælstof- og fosforafstrømningen til Arreskov Sø i perioden 1997-2002.

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 1997-2002 hhv. ca. 75 % og 50 %** af den samlede tilførsel til søen. Det er dog sandsynligt, at den kulturbetingede andel af fosforafstrømningen er større, fordi fosforafstrømningen i tilløbene 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 4.2). 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.

4.2 Udvikling i afstrømningen til søen 1989-2002

Omkring 80 % af både kvælstof- og fosfortilførslen til søen kommer med afstrømningen fra oplandet, dvs. via vandløb, grøfter og dræn.

Kvælstof- og fosforafstrømningen afhænger i høj grad af ferskvandsafstrømningen, som især i

vinterhalvåret er betinget af variationer i nedbøren. Store nedbørsmængder kan udløse en øget udvaskning af næringsstoffer fra de dyrkede arealer.

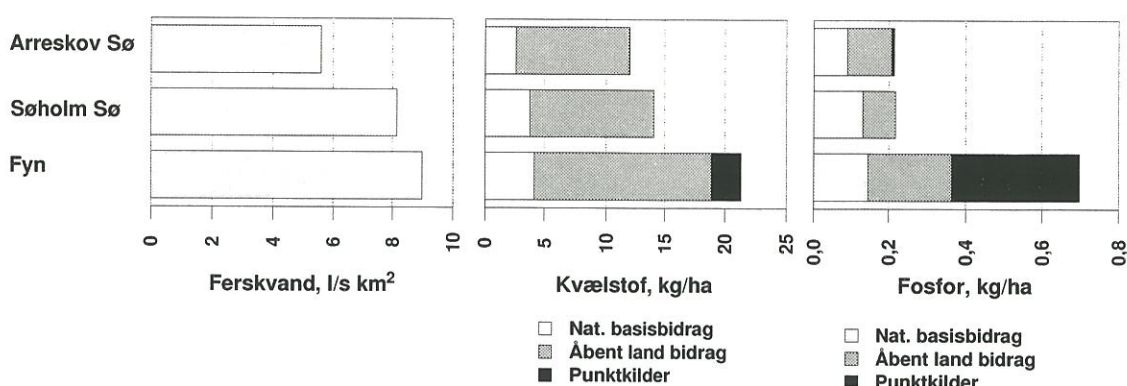
Den mængde kvælstof og fosfor, der strømmer til søen fra oplandet det enkelte år er derfor bl.a. afhængig af **ferskvandsafstrømningen**. Overvågningsperioden 1989-2002 repræsenterer to ekstremer, når man ser på ferskvandsafstrømningen i vandløbene siden 1920. I Odense Å ved Nr. Broby målttes århundredets 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. Året 2002 var regnfuldt, og ferskvandsafstrømningen til Arreskov Sø lå på årsbasis 31 % over gennemsnittet for perioden 1989-2001.

Ved at dividere de årligt tilførte stofmængder med årets samlede ferskvandsafstrømning, fås den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration i tilløbene. Ved hjælp af denne størrelse kan man vurdere udviklingen i afstrømningen af kvælstof og fosfor, idet der herved kompenseres for de år til år variationer i stoftransporten, der er betinget af variationer i ferskvandsafstrømningen.

Kvælstof

I 2002 var den vandføringsvægtede koncentration af kvælstof i søtilløbene på 5,60 mg N/l, hvilket var 19 % lavere end gennemsnittet for perioden 1989-2001 (se figur 4.3). I løbet af perioden 1989-2002 er der således sket et signifikant fald i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration (test for lineær regression på logaritmetransformerede data, $p=0,005$). På denne baggrund vurderes kvælstofafstrømningen

Figur 4.2
Sammenligning af arealafstrømning af ferskvand, kvælstof og fosfor fra forskellige oplande. Gennemsnit for 1989-2002.



gen til søen at være faldet med ca. 33 % siden 1989. Som det fremgår af figur 4.3, skete ændringen især i 1993-95. Faldet er først og fremmest sket i tilløb 1, der i starten af perioden havde meget høje kvælstofkoncentrationer (se afsnit 4.3).

Udviklingen i kvælstofkoncentrationen i søens tilløb svarer nogenlunde til udviklingen i Odense Å ved Kratholm (figur 4.3).

Fosfor

I 1989-2002 er der ligeledes sket et signifikant fald i den vandføringsvægtede fosforkoncentration i søtilløbene (test for lineær regression på logaritmetransformerede data, $p=0,03$). Faldet svarer til ca. 22 %. Som det ses på figur 4.4 er der især tale om et fald fra 1990 til 1992. Dette skyldes formentlig, at fosforudledningen med husspildevand faldt på grund af et lavere fosforindhold i vaske- og rengøringsmidler. Igennem perioden 1989-2002 er der endvidere sket afskæring eller rensning af spildevandet fra ejendomme i oplandet, samt ændret landbrugspraksis i forbindelse med braklægning og mere miljøvenlig landbrugsdrift i dele af oplandet. Dette synes dog foreløbig kun i begrænset omfang at have medført mindskede fosfortilførsler til søen.

Fosforkoncentrationen i tilløbsvandet til Arreskov Sø er generelt lavere end i Odense Å (figur 4.4).

4.3 Vurdering af belastningen fra de enkelte tilløb til søen

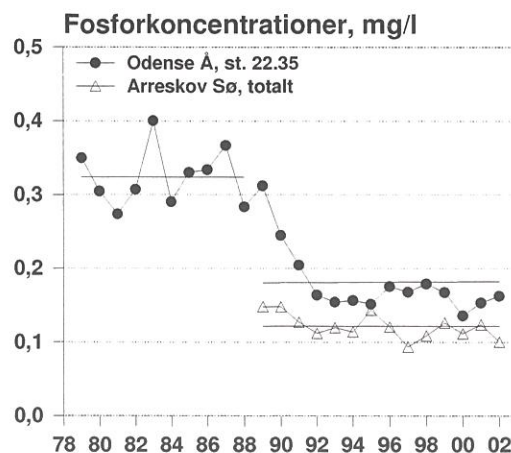
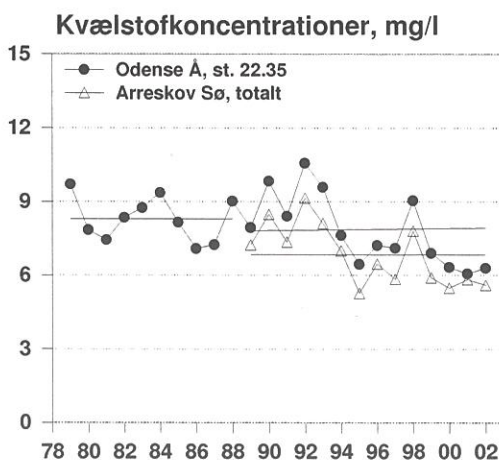
Oplandene til tilløb 1, 4 og 5 udgør henholdsvis 10 %, 14 % og 27 % af søens samlede opland (tabel 4.1). Den vandføringsvægtede middeldkoncentration i tilløbene på årsbasis fremgår af figur 4.5.

Tilløb 1 (Geddebækken)

Hovedparten af oplandet til Geddebækken anvendes til landbrug (88 %), og husdyrtætheden er meget høj (bilag 2). Udledningen af spildevand fra ejendomme uden videregående rensning er ligeledes relativt høj. Jordbunden er sandet.

Geddebækken er det betydeligste tilløb med hensyn til både kvælstof- og fosforbelastning af Arreskov Sø (se tabel 4.1).

Koncentrationsniveauet af kvælstof har i hele perioden 1989-2002 været væsentligt højere end i de øvrige tilløb, og også langt højere end koncentrationsniveauet i andre fynske vandløb. I perioden 1989-2002 er der dog sket et signifikant fald i kvælstofkoncentrationen (vandføringsvægtet) på 50 % (test for lineær regression på logaritmetransformerede data, $p<0,001$).



Figur 4.3 (til venstre) Vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i Odense Å, 1979-2002, og i den samlede afstrømning til Arreskov Sø i 1989-2002. Middelverdier for perioden 1979-1988 (kun Odense Å) og 1989-2002 er ligeledes vist.

Figur 4.4 (til højre) Vandføringsvægtede fosforkoncentrationer i Odense Å 1979-2002, og i den samlede afstrømning til Arreskov Sø i 1989-2002. Middelverdier for perioden 1979-1988 (Odense Å) og 1989-2002 er ligeledes vist.

Selvom kvælstofafstrømningen er reduceret kraftigt, er kvælstofniveauet i Geddebækken stadig meget højt, hvilket formentlig hænger sammen med, at der udspreddes store mængder husdyrgødning i oplandet.

Fosforkoncentrationen i Geddebækken var ligeledes højere end i de øvrige tilløb. Der er ikke sket nogen signifikant ændring i 1989-2002.

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 er lav. Husdyrtætheden er som gennemsnittet for Fyn. Jordbunden er mere leret end i det øvrige opland til Arreskov Sø.

Rislebækken har generelt et lavt indhold af både kvælstof og fosfor, og ydermere er både kvælstof- og fosforkoncentrationen faldet signifikant i overvågningsperioden, hhv. ca. 30 % og ca. 40 % (test for lineær regression på logaritmetransformerede data, $p < 0,03$).

Faldet i fosfortilførslen skete især fra 1990 til 1991, og medvirkende til dette fald kan være, at fosforudledningen med husspildevand faldt på grund af et lavere fosforindhold i vaske- og rengøringsmidler.

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.

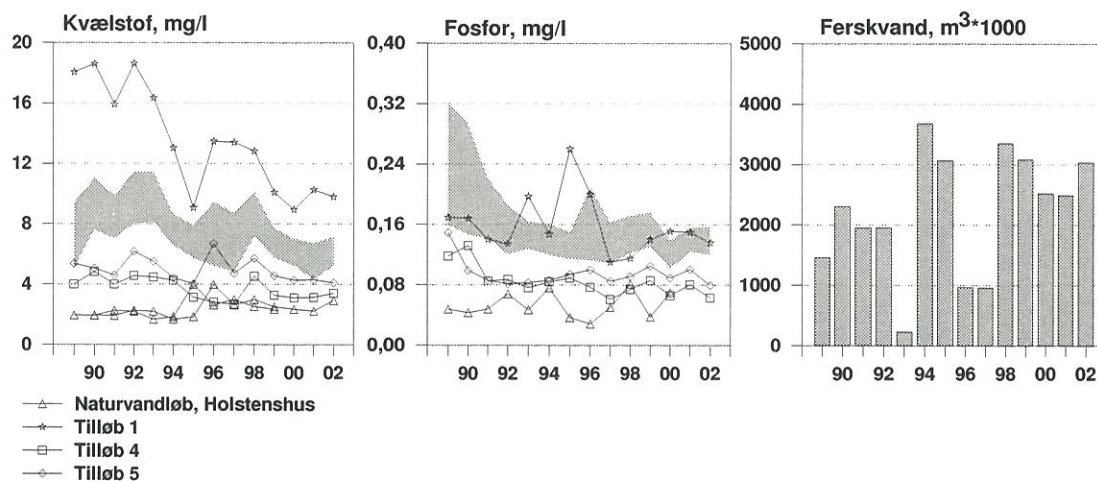
Både kvælstof- og fosforindholdet i dette søtilløb er moderat, men dog markant højere end i både Rislebækken og naturvandløb. Der er ikke nogen signifikant ændring i kvælstof- og fosforkoncentrationen gennem perioden, men dog en tendens til fald i især for kvælstofs vedkommende.

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

Tabel 4.1
Procentvis fordeling
af belastningen fra de
enkelte tilløb til Ar-
reskov Sø, 2002.

Opland	Andel af opland %	Andel af vandtransport %	Andel af kvælstoftransport %	Andel af fosfortransport %
Tilløb 1 (Geddebækken)	10	18	32	25
Tilløb 4 (Rislebæk)	14	13	8	8
Tilløb 5 (Søbo afløb)	27	22	16	17
Umålt opland	49	47	44	50

Figur 4.5
Vandføringsvægtede
årsmiddelkoncentrationer af kvælstof
og fosfor i hovedtil-
løbene til Arreskov
Sø og naturvandløbet
Holstenshus 1989-
2002. Naturvand-
løbet afstrømmer
ikke til søen. 25-
75 %'s-fraktiler for
fynske vandløb er
vist som bånd. End-
videre er vist fersk-
vandsafstrømningen
via hovedtilløbene til
søen 1989-2002.



5. Vand- og stofbalance

5.1 Vandbalance

Vandstand

Vandstanden i søen reguleres ved en opstemning af søens afløb ved Arreskov Vandmølle. 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 fastsat en minimumsvandstand til kote 32,65 over DNN.

Vandstanden var ekceptionelt høj i februar-marts, og nåede sit maksimum på 33,19 m over DNN omkring 1. marts (figur 5.1). Dette skyldtes dels den store nedbør i denne periode, dels et ønske om at holde vandstanden højt frem til sommerperioden. Formålet med dette er at sikre, at der er vand nok i søen til at sikre afløb fra søen gennem sommeren, uden at vandstanden derved kommer under minimumsvandstanden. Om sommeren er vandets fosforindhold nemlig højt, og når der er afløb fra søen i denne periode, kan søen aflastes for fosfor. Vandstanden nåede minimumskoten i slutningen af august, men på grund af fordampning i den varme og tørre september faldt vandstanden yderligere til et minimum på 32,58 m over DNN midt i september.

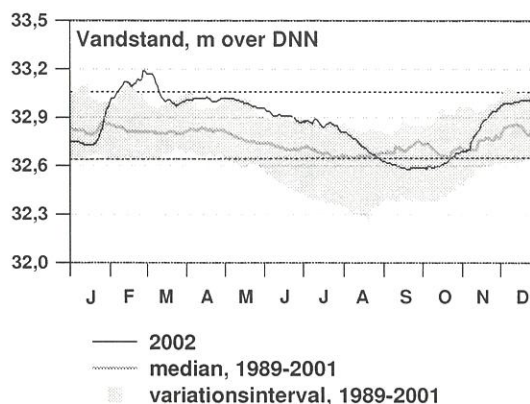
Vandbalancen

På grund af det våde forår var den overfladiske afstrømning til søen i 2002 31 % over den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1989-2001 (figur 5.2).

I overensstemmelse med ovennævnte strategi blev der lukket vand ud af søen i juli-august (figur 5.3). Resten af året var afløbet fra søen beskedent, da vandet i vidt omfang blev holdt i søen, for at vandstanden kunne stige igen. I alt var der næsten en million m³ mere vand i søen ved årets udgang end ved årets begyndelse, svarende til en vandstandsstigning på 30 cm.

Søen har en stor overflade, og derfor 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 endvidere en vis vandudveksling med grundvandet, og for 2002 blev der samlet beregnet en udsivning til grundvandet svarende til 2 % af den overfladiske afstrømning. For hele perioden 1990-2001, er der beregnet en netto indsivning på 7 %. Udvekslingen med grundvandet er således af mindre betydning for søens vandbalance.



Figur 5.1
Vandstand i Arreskov Sø, 2002, målt i meter over »Dansk Normal Nul«. Samtidig er vist medianværdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-2001, samt største og mindste tilladte vandstand, jf. tekst.

Periode	Opholdstid, år
2002	1,15
Middel 1989-2001	1,12
Maksimum 1989-2001	4,3 (i 1996)
Minimum 1989-2001	0,6 (i 1994)

Tabel 5.1
Vandets opholdstid i Arreskov Sø, beregnet ud fra afløbet fra søen.

Vandets opholdstid i søen

I 2002 var vandets opholdstid i søen 1,15 år, beregnet ud fra afløbet fra søen. På trods af den relativt store afstrømning var dette lidt over den gennemsnitlige opholdstid for perioden 1989-2001 på 1,12 år (tabel 5.1). Dette skyldes søens generelt højere vandstand og dermed større volumen i 2002.

5.2 Stofbalance

De til- og fraførte mængder af vand, kvælstof og fosfor i perioden 1989-2002 er opgjort på årsbasis i figur 5.2 og på månedsbasis i figur 5.3. Stofbalancen fremgår endvidere af bilag 5 og 6.

Kvælstof

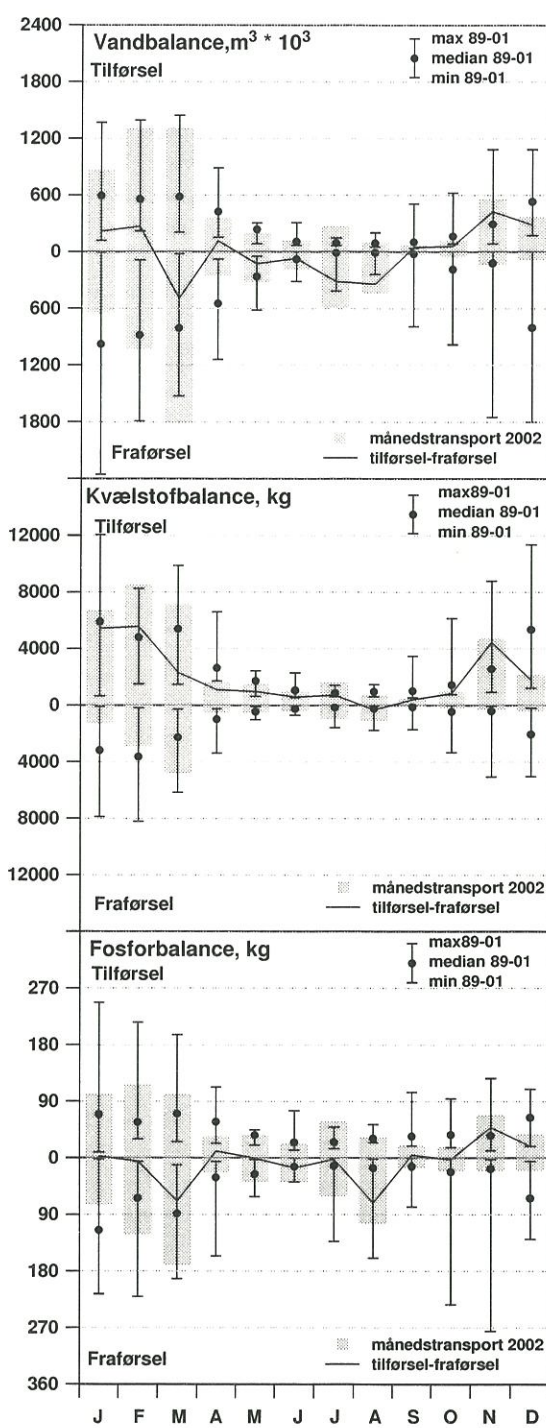
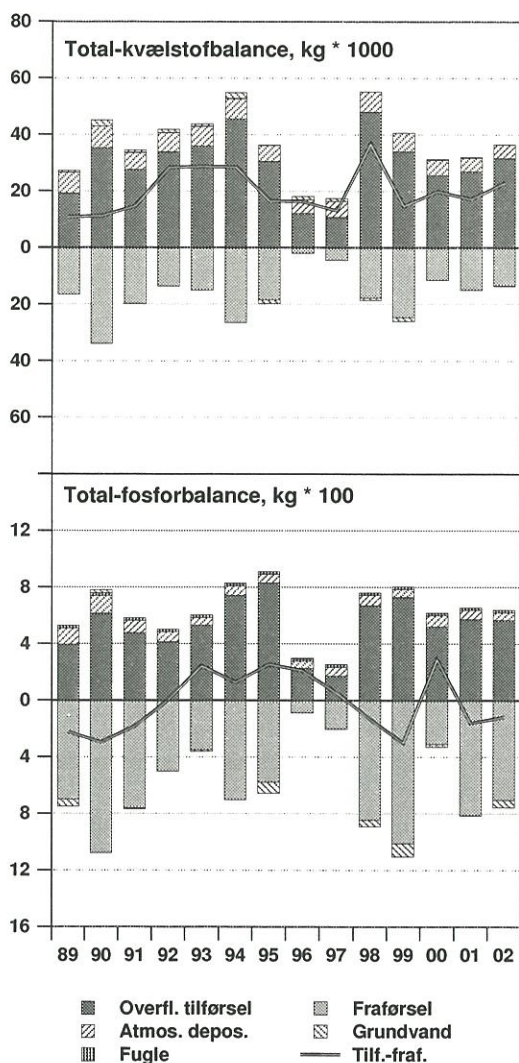
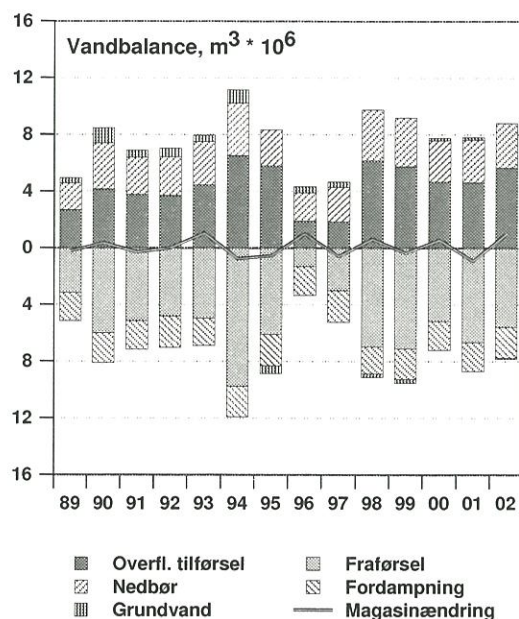
Kvælstoftilførslen på 37,2 tons i 2002 var på niveau med gennemsnittet for 1989-2001. Tilførslen forekom især i januar-marts og november (figur 5.3 og 5.4).

Den totale vandføringsvægtede indløbskoncentration (total stoftilførsel divideret med total vandtilførsel incl. nedbør og grundvand) var på 4,06 mg/l i 2002. Gennem perioden 1989-2002 er der sket et signifikant fald i middelkoncentrationen på 28 % (test for lineær regression på logaritmetransformerede data, $p=0,01$).

Figur 5.2

Tilførsel og fraførsel af vand, total kvælstof og total fosfor for Arreskov Sø, 1989-2002. Den angivne vandtilførsel er den overfladiske tilførsel fra oplandet, mens den angivne tilførsel af kvælstof og fosfor er den totale tilførsel fra samtlige kilder.

Figur 5.3 (til højre) Tilførsel og fraførsel af vand, total-kvælstof og total-fosfor for Arreskov Sø på månedsbasis, 2002. Maksimum, minimum og median for perioden 1989-2001 er ligeledes vist.



Der løb 13,3 tons kvælstof fra søen i 2002. Der blev altså omsat eller ophobet 23,9 tons kvælstof i søen, svarende til, at ca. 64 % af de tilførte mængder blev holdt tilbage i søen. Tages der hensyn til puljeændringen i søvandet, først og fremmest forårsaget af et øget søvolumen ved årets afslutning, var nettotabet af kvælstof i søen på 55 %. Dette er tæt på det gennemsnitlige kvælstoftab i søen i perioden 1990-2001 på 62 % (incl. puljeændringer).

Fosfor

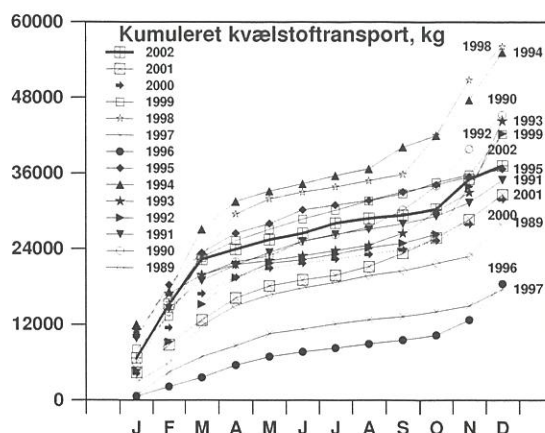
Den samlede tilførsel af fosfor var på 649 kg i 2002 og dermed få kg højere end gennemsnittet for perioden 1989-2001 (641 kg). Tilførslen forekom først og fremmest i januar-marts, juli og november, hvorimod især september og oktober havde meget lave tilførsler (figur 5.3 og 5.5).

Den totale vandføringsvægtede indløbskoncentration af fosfor (den totale fosfortilførsel divideret med den totale vandtilførsel) var 0,071 mg/l i 2001, og dermed lidt lavere end gennemsnittet for 1989-2001 (0,081 mg/l). Indløbskoncentrationen er faldet ca. 20 % siden 1989, men faldet er på grund af stor variation fra år til år ikke statistisk signifikant.

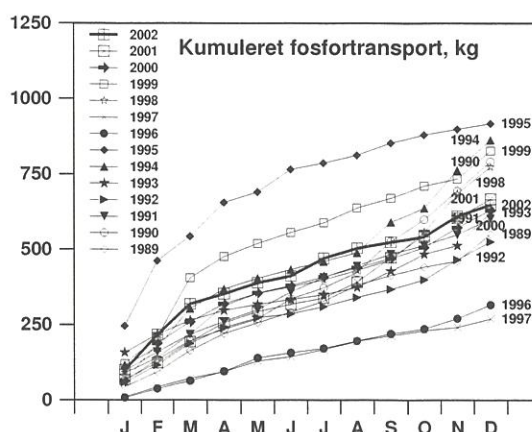
Der løb 704 kg fosfor ud af søen, dvs. at søen frigav 55 kg mere end der blev tilført. Denne nettofrigivelse skete først og fremmest i marts og juli-august, hvor der løb relativt meget vand fra søen. Den styring af vandstanden, der sikrede afløb fra søen i juli og august, medførte altså rent faktisk en betydelig fraførsel af fosfor i denne periode, svarende til 23 % af årets totale fraførsel af fosfor. Fosforpuljen i søvandet var 1147 kg ved årets begyndelse og 935 kg ved årets slutning. Indregnes denne puljeændring har sedimentet i alt tilbageholdt 157 kg, svarende til 24 % af tilførslen. Som gennemsnit for 1990-2001 har sedimentet tilbageholdt 43 kg årligt svarende til 7 % af tilførslen.

Jern

Massebalancen for jern bygger kun på den transport, der er sket med overfladiske tilløb og afløb. Jernindholdet i grundvandet er således ikke kendt. I 2002 blev der med tilløbene ført 2,05 t jern til søen samtidig med at der med afløbet fjernedes 0,8 t. Dette giver en tilbageholdelse på 61 %. For perioden 1989-2001 har tilbageholdelsen været 46 % (se bilag 5 og 6).



Figur 5.4
Kumuleret tilførsel af kvælstof til Arreskov Sø, 1989-2002.



Figur 5.5
Kumuleret tilførsel af fosfor til Arreskov Sø, 1989-2002.

Jern/fosfor forhold

Jern/fosfor forholdet er af betydning, når man skal vurdere, i hvor høj grad de tilførte jernmængder er i stand til at binde den tilførte fosfor i sedimentet. Jern/fosfor-forholdet i tilløbene har i perioden 1989-2002 svinget mellem 3,2 og 6,6 med et gennemsnit på 4,1. Jern/fosfor forholdet i sedimentet skal være over 15 hvis jern skal kunne binde fosfor i sedimentet (Jensen og Andersen, 1990). Et jern/fosfor forhold på omkring 4 er derfor for lille til, at man kan forvente, at alt det tilførte fosfor bliver tilbageholdt i søen. Dette er da heller ikke tilfældet. I perioden 1989-2001 er kun 7 % blevet tilbageholdt i sedimentet. Da en større del (46 %) af det tilførte jern bliver tilbageholdt, er jern/fosfor forholdet større i det materiale, der aflejres på bunden. Som gennemsnit for perioden 1995-2002 kan der således ud fra massebalancen beregnes et jern/fosfor forhold i det tilbageholdte materiale på 24. Hvis der derudover tilføres jern med grundvandet, vil dette give et endnu højere

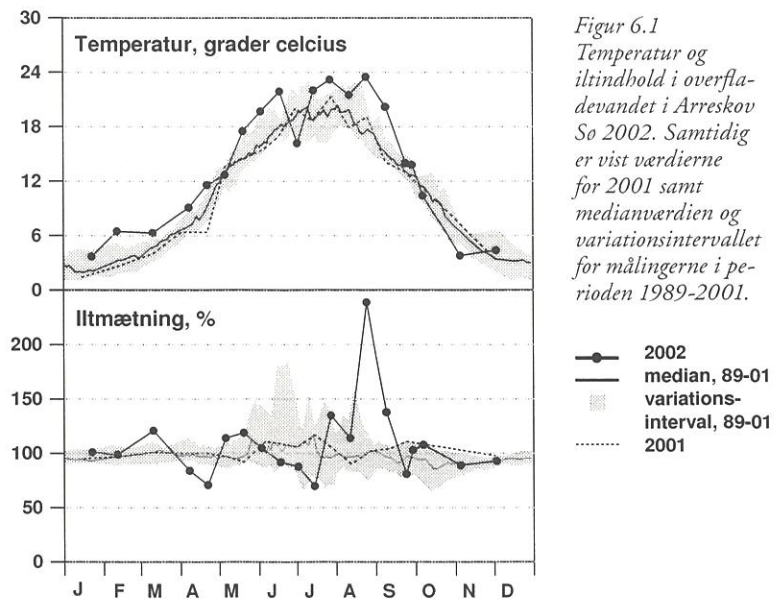
jernindhold i det nye sediment, der aflejres. I 2000 var jern/fosfor forholdet 5 i overfladesedimentet (0-2 cm). Beregningerne tyder således på, at jern/fosfor forholdet i det nye sediment, der aflejres, er højere end i det eksisterende overfladesediment. Derfor vil fosforbindingsevnen

med tiden blive bedre. Det lave jern/fosfor forhold i det eksisterende sediment kan skyldes, at fosforindholdet i sedimentoverfladen øges, fordi der sker en transport af fosfor fra de dybere dele op mod overfladen, hvor det bindes til jern på grund af de iltede forhold.

6. Udvikling i miljøtilstanden

Resultaterne af de fysisk-kemiske målinger i søens overfladevand i 2002 fremgår af figur 6.1 og 6.2. Figureerne viser endvidere værdierne fra 2001 samt medianen og variationen af målingerne fra 1989-2001.

Udviklingen i overfladevandets gennemsnitlige indhold af kvælstof, fosfor, klorofyl-a samt sigtddybden (gennemsnit for sommerperioden) fremgår af figur 6.3. 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 1989-2002 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 0,05 anses udviklingen for at være signifikant.



Figur 6.1
Temperatur og iltindhold i overfladevandet i Arreskov Sø 2002. Samtidig er vist værdierne for 2001 samt medianværdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-2001.

6.1 Temperatur og ilt

Temperatur

2002 var generelt et varmt år, og vandtemperaturen lå – bortset fra en enkelt måling i juli, hvor vejret forinden havde været koldt og solfattigt – over det normale for søen helt frem til oktober (figur 6.1). Temperaturen toppede i slutningen af august med 23,5 °C. Sommerperioden havde som helhed en middeltemperatur på 19,4 °C, hvilket var det absolut højeste i overvågningsperioden, og mere end 2 grader højere end gennemsnittet for de tidligere år på 17,0 °C.

Ilt

Iltmætningen i overfladevandet varierede gennem 2002 mellem 70 % (midt i juli) og over 200 % (i august) (figur 6.1), og lå som gennemsnit for sommerperioden over mætning (118 %). Den høje iltmætning i august hang sammen med en massiv opblomstring af blågrønalger. Ved bunden var iltforholdene dårlige midt i juli, idet iltindholdet ved denne lejlighed nåede ned på 28 %. Årsagen til disse dårlige iltforhold var en næsten total nedgræsning af planteplanktonet på dette tidspunkt. Det er første gang siden 1994 at iltindholdet i søen har været under 45 %. Ud over dette tidspunkt var iltforholdene gode, idet der ikke blev målt iltmætninger under 72 %.

6.2 Kvælstof

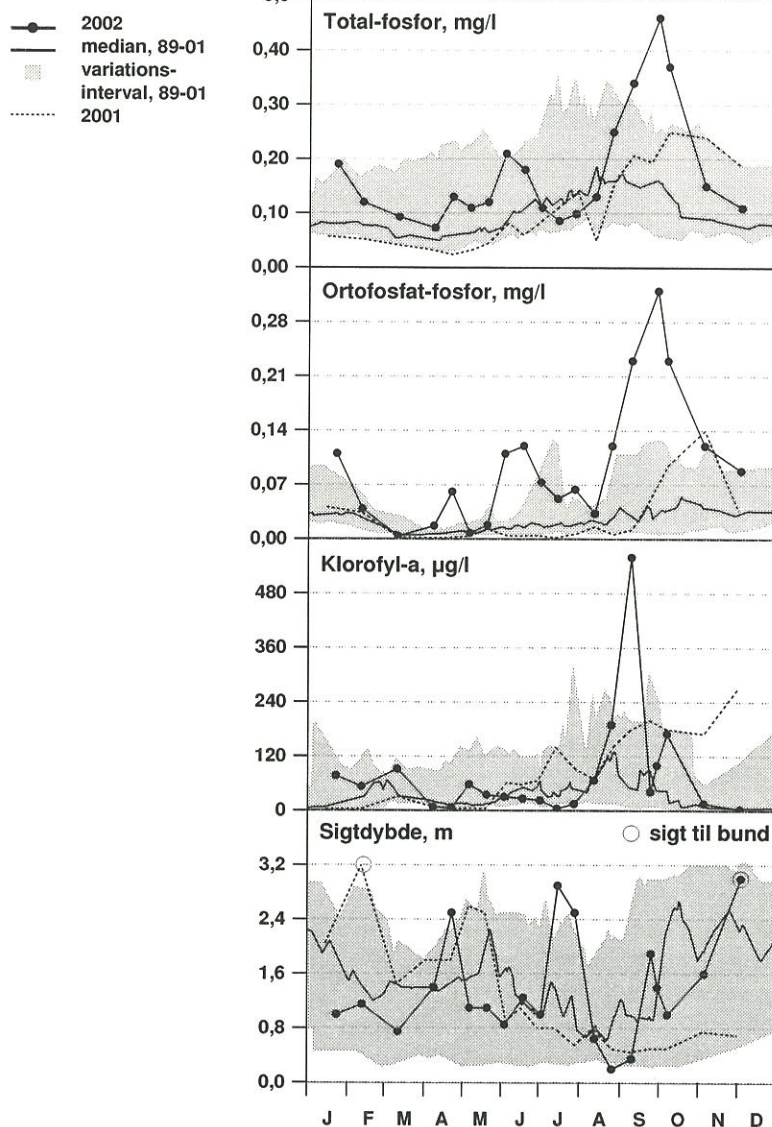
Indholdet af **total-kvælstof** i søvandet var moderat gennem 2002, bortset fra meget høje værdier i forbindelse med en massiv algeopblomstring i august-september. Sommergennemsnittet på 2,21 mg/l blev dermed lidt højere end gennemsnittet for 1989-2001 på 2,01 mg/l.

Koncentrationen af **opløst uorganisk kvælstof** svarede nogenlunde til medianen for de tidligere år, og afspejlede således ikke de generelt faldende kvælstoftilførsler til søen. Tilgængeligheden af kvælstof var kun i meget ringe grad begrænsende for algeproduktionen, eftersom koncentrationen af ammonium aldrig kom under detektionsgrænsen og koncentrationen af nitrit og nitrat kun gjorde det i forbindelse med algeopblomstringen i august. Den store tilgængelighed af kvælstof hænger sammen med, at der i 2002 blev ført meget kvælstof til søen på grund af den store afstrømning.

Udvikling

Søens kvælstofindhold (sommermiddel) aftog markant efter 1991 i forbindelse med en opklaring af vandet efter fiskedød (figur 6.3). Det laveste kvælstofindhold opnåedes i 1997, hvorefter der skete en betydelig stigning, som fortsatte frem til 2000, hvor koncentrationen var på niveau med perioden før fiskedøden. I 2001 og 2002 faldt koncentrationen igen.

Figur 6.2
Overfladevandets indhold af total-kvælstof, opløst uorganisk kvælstof, total-fosfor, ortofosfat-fosfor, klorofyl-a samt sigtdybden i Arreskov Sø, 2002. Samtidig er vist værdierne for 2001 samt medianværdien og variationsintervallet for målingerne i perioden 1989-2001. For at udelade enkelte ekstreme værdier er de største og mindste værdier udeladt fra variationsintervallet.



Selv om indløbskoncentrationen af kvælstof er faldet ca. 28 % siden 1989 (se afsnit 4), er ændringerne i søens kvælstofindhold kun i begrænset omfang forårsaget af denne ændring. Dette kan anskueliggøres ud fra generelle sammenhænge mellem kvælstoftilførslen og kvælstofkoncentrationen i søen, som den eksempelvis beskrives ved en model, der er opstillet på baggrund af data fra danske søer: $N_{ind} = 0,23 N_{so} Tw^{-0,27} z^{0,27}$ (Jensen m.fl., 1994). N_{so} og N_{ind} er årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof i henholdsvis søvandet og indløbsvandet, Tw er vandets opholdstid i søen (år) og z er søens middeldybde (m).

I figur 6.4 er den modelberegnete kvælstofkoncentration i søvandet sammenstillet med den målte. N_{ind} er beregnet som den totale kvælstoftilførsel divideret med den totale nettovandtilførsel, dvs. incl. grundvand og nedbør, fratrasket fordampning.

Sammenhængen mellem kvælstoftilførslen og kvælstofkoncentrationen i søen fordeler sig i grupper i tre perioder: Før fiskedøden i 1991/92 (1987-1991 samt 1973/74) var kvælstofkoncentrationen høj i forhold til tilførslerne. I 1992-1998 var kvælstofkoncentrationen lav og i nær overensstemmelse med de modelberegnete værdier. Denne periode var kendetegnet ved klart vand og efterhånden udbredt undervandsvegetation. I 1999-2002 var kvælstofkoncentrationen igen relativt høj samtidig med at vandets klarhed og undervandsvegetationens dækningsgrad aftog. Årsagen til dette er bl.a. at der i perioder sker en betydelig transport af kvælstof fra bunden op i vandfasen. Den stigning i kvælstofindhold, der eksempelvis skete gennem august 2002, skyldtes primært frigivelse fra bunden, idet der slet ikke i denne periode blev ført så meget kvælstof til søen udefra.

6.3 Fosfor

Koncentrationen af **total fosfor** var høj gennem hele året (figur 6.2) og toppede i slutningen af september med 0,46 mg/l, hvilket er den højst målte koncentration i hele overvågningsperioden. Den høje koncentration forekom i forbindelse med en periode med ekstrem stor opblomstring af blågrønalgen *Aphanizomenon flos-aquae*. Denne blågrønalge kan starte sin vækst på den næringsrige sedimentoverflade, hvor den optager fosfor i overskud, som den

derefter bringer med op i vandfasen (Barbiero & Welsh, 1992). Sommergennemsnit og årsgennemsnit blev derfor også høje, hhv. 0,19 mg/l og 0,17 mg/l. Det var dermed det højeste årsgennemsnit siden 1991.

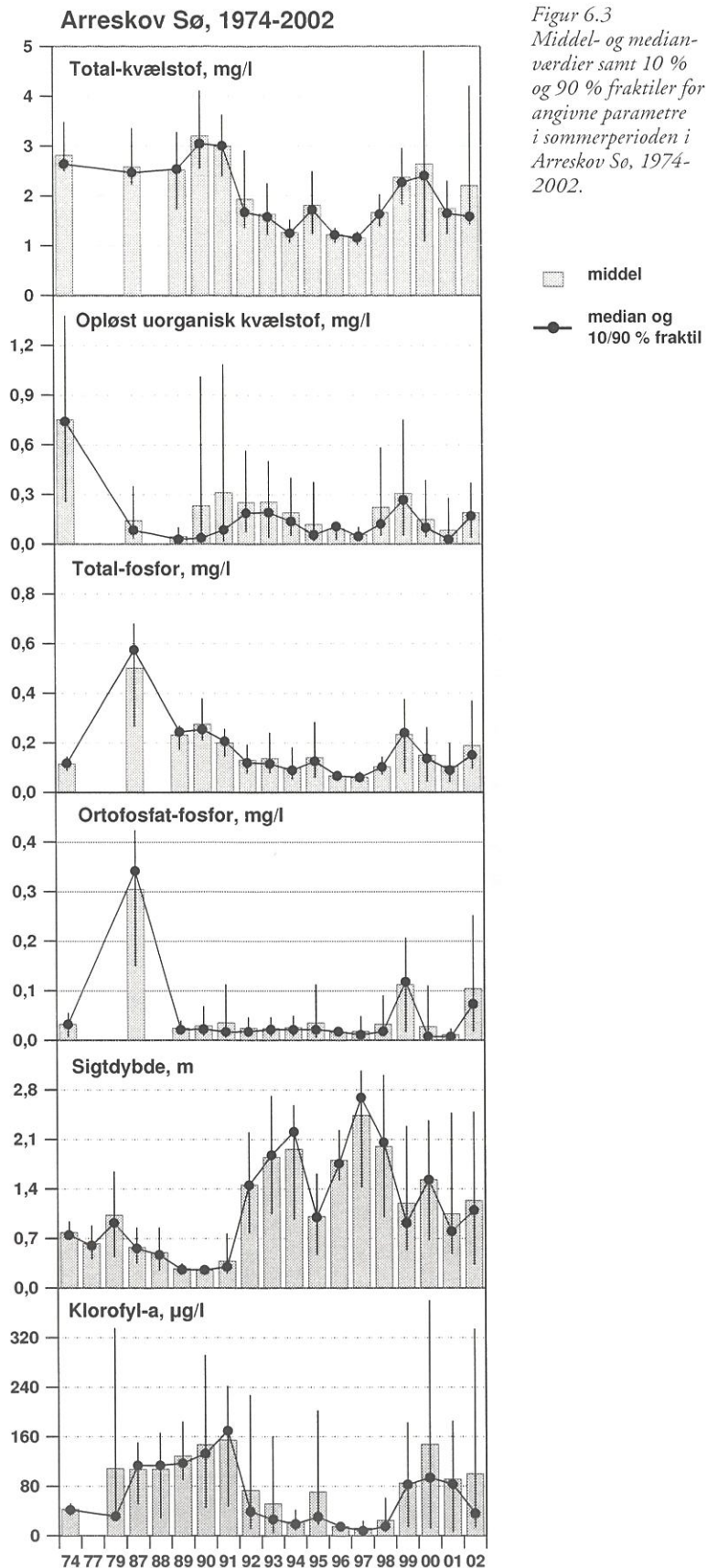
Koncentrationen af **ortofosfat-fosfor** var ligeledes høj gennem hele året, og nåede aldrig under detektionsgrænsen. Som årsgennemsnit var indholdet af ortofosfat dermed det højeste i overvågningsperioden. Dette hænger sammen med, at der blev tilført fosfat fra søens omgivelser og bunden, samtidig med, at fosfaten ikke blev optaget af alger, da algemængden blev holdt nede af græsning fra søens dyreplankton. Da denne græsningskontrol glippede i september, medførte det en eksplosionsagtig vækst af alger som følge af rigelig næringstilgængelighed.

Udvikling

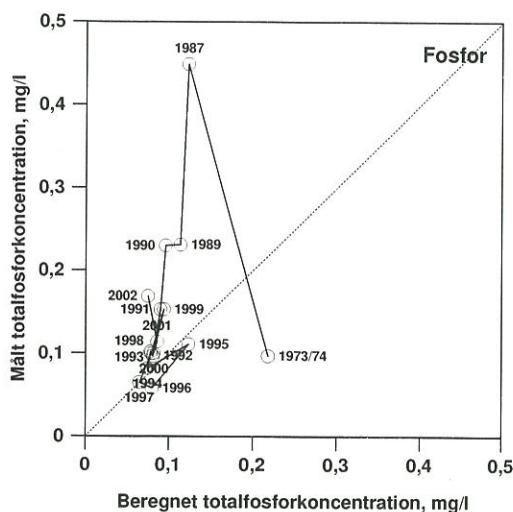
Som for kvælstof faldt sommerperiodens fosforindhold efter fiskedøden i 1991/92 og nåede et minimum på 0,06 mg/l i 1997. Herefter steg indholdet til 0,23 mg/l i 1999, men faldt igen i 2000 og 2001 på trods af store algeforekomster (figur 6.3). I 2002 toppede fosforindholdet igen.

Som tidligere nævnt (afsnit 5) er den vandførvægtede middelløbsskoncentration af fosfor faldet ca. 20 % siden 1989. De meget store ændringer i søvandets fosforindhold i 1989-2002 er dog kun delvis et resultat af ændringerne i tilførslen. Dette kan anskueliggøres ved hjælp af modeller for sammenhængen mellem tilførslen af fosfor og koncentrationen i søvandet. Fosformodellerne bygger typisk på en generel sammenhæng udtrykt ved ligningen: $P_{so} = P_{ind}(1 - R_p)$, hvor P_{so} og P_{ind} er årsmiddellkoncentrationen af total-fosfor i hhv. søvandet og indløbsvandet, og R_p er retentionskoefficienten for fosfor, dvs. den brøkdelen af fosfortilførslen, som tilbageholdes i søen. Modellerne adskiller sig i den måde, hvorpå R_p beregnes. I den model, der synes at beskrive forholdene i Arreskov Sø bedst, beregnes R_p således: $R_p = (0,11 + 0,18 Tw)/(1 + 0,18 Tw)$, hvor Tw er vandets opholdstid i søen. P_{ind} er middellkoncentrationen i den overfladiske tilførsel til søen (Prairie, 1988 i Kristensen m.fl., 1990a).

I figur 6.5 er de observerede årsmiddellkoncentrationer 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



Figur 6.5
Sammenhæng mellem sovandets målte årsmiddelkoncentration af fosfor, og den koncentration, der beregnes ud fra den årlige fosfortilførsel.



Sigtdybde

Malt sigtdybde, m

Bereget sigtdybde, m

Year	Bereget sigtdybde, m	Malt sigtdybde, m
1987	0.5	0.5
1989	0.7	0.2
1990	0.8	0.2
1991	0.9	0.3
1995	1.2	0.8
1996	1.7	1.8
1997	1.7	2.4
1998	1.3	2.0
1999	1.0	1.1
2000	1.3	1.5
2002	1.0	1.2

Modellen beregner den fosforkoncentration, man ville forvente i en ligevægtssituation, dvs. uden en intern belastning fra sedimentet. Fra 1987 til 1991 lå den observerede fosforkoncentration væsentligt højere end den beregnede. Dette skyldes en meget høj frigivelse fra sedimentet. Fra 1994 til 1997 lå det observerede fosforniveau lidt under det modelberegnete, svarende til en meget ringe frigivelse fra sedimentet i denne periode, hvor søen var klarvandet. Siden 1998 har det observerede fosforindhold været lidt over det modelberegnete, hvilket indikerer en moderat frigivelse af fosfor fra sedimentet, bortset fra i 1999 og igen i 2002, hvor der skete en voldsom frigivelse fra sedimentet.

Algemængden målt som klorofyl-a var forholdsvis høj i årets første tre måneder, hvor vejret var mildt, solrigt og vådt (figur 6.2). Også i den varme maj var algemængden forholdsvis høj. Herefter var algemængden lav frem til midt i juli, hvor den steg voldsomt og nåede sit maksimum midt i september, der ligesom august var meget varm og solrig. Algemængden holdt sig høj frem til starten af oktober, hvorefter den aftog og var lav i november-december. Års- og sommergennemsnittet af klorofyl-a var hhv. 74 og 100 µg/l, hvilket var forholdsvis højt, men ikke så højt som før fiskedøden i 1991/92.

Udvikling

Algemængden, og dermed også sigtddyden, afhænger bl.a. af tilgængeligheden af fosfor. På basis af data fra de nationale overvågnings-søer har Jensen m.fl. (1997) opstillet følgende

sammenhæng mellem søvandets indhold af total-fosfor og sommersigtdybden: **Sigtdybde (m) = $0,27 P_{so}^{-0,59} z^{0,27}$** , hvor P_{so} er søvandets årsmiddelkoncentration af total-fosfor (mg/l) og z søens middeldybde (m).

I figur 6.6 er den observerede sommersigtdybde sammenstillet med de værdier, der kan beregnes ud fra fosforkoncentrationen med ovenstående model.

Frem til 1991 var sigtdybden 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 og igen i 1997-98 var sigtdybden væsentlig højere end forventet, sammenfaldende med, at vandet var ekstraordinært klart fordi algemængden gennem det meste af sommeren blev holdt nede af græsning fra søens dyreplankton. I 1999, 2000 og 2002 var den målte sigtdybde stadig lidt højere end forventet ud fra fosforindholdet. Dette indikerer, at algemængden kun delvist er fosforbegrænset, men at algemængden fortsat er styret af græsning, hvilket bekræftes af observationer af planktonet. I 2001 var den observerede sigtdybde lavere end den beregnede, og dette hænger bl.a. sammen med, at dyreplanktonets græsningskontrol glippede i sidste halvdel af dette år.

6.5 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

Der blev i alt fundet 80 arter/samlegrupper af planktonalger i Arreskov Sø i 2002 (se Miljøbiologisk Laboratorium, 2003). Dette var et markant fald i forhold til 2001, hvor der blev fundet 105 arter. Median, maksimum og minimum for perioden 1989-2002 er hhv. 91, 110 og 59 arter. Det forholdsvis lave artsantal kan hænge sammen med det betydelige græsningstryk i søen i 2002. De fleste arter/slægter tilhørte grupper, der er karakteristiske for eutrofe, danske søer: Blågrønalger (21 arter), centriske kiselalger (5 arter) og chlorococcale grønalger (28 arter) og øjealger (4 arter). Fra »rentvandsgrupperne« fandtes 3 furealger, 1 gulalger og 1 koblingsalge. Dette var det hidtil laveste antal rentvandsarter. Det hidtil højeste antal rentvandsarter (12) blev fundet i 1998 med 4 furealger, 7 gulalger og 1 koblingsalge.

Biomassen varierede gennem året fra 0,42 mm³/l i juli til 220 mm³/l i september (figur 6.7).

Ved prøvetagningsstart i marts fandtes et maksimum af små, græsningsfølsomme pionérarter: små centriske kiselalger, *Chlamydomonas* spp. og *Rhodomonas lacustris*. De er næringskrævende og hurtigtvoksende ved lav temperatur, og kiselalgerne kræver cirkulation af vandmassen. En kombination af lav kiselkoncentration og et meget højt græsningstryk i april medførte en lav biomasse i hele april måned. I april dominerede rekyalger, der ofte findes efter sammenbrud af kiselalgemaksimum.

I maj blev der opbygget et mindre maksimum af kolonidannende grønalger, *Planktosphaeria gelatinosa* og *Oocystis* spp. De er lys- og næringskrævende og kræver cirkulation af vandmassen, da de er ubevægelige. Disse arter er større end pionérarterne i foråret, men kan græsses af større dyreplanktonarter.

Sidst i maj skete der et skift i planteplanktonsamfundet til mere specialiserede og langsomt voksende blågrønalger. Dette skift må tilskrives den højere vandtemperatur, en mere stagnerende vandmasse og næringsudtømmning i overfladevandet.

Blågrønalgebiomassen var relativ lav i juni-juli, men steg eksplosivt i slutningen af august. Fra sidst i august bestod blågrønalgebiomassen udelukkende af *Aphanizomenon flos-aquae*. Usædvanlig få arter blev registreret i august-oktober, hvilket sandsynligvis især skyldtes et meget højt græsningstryk på de mindre arter, men muligvis kan blågrønalgetoksiner hæmme væksten af andre planktonorganismer. Efter *Aphanizomenon*'s sammenbrud i oktober vendte de små pionérarter tilbage i november.

Aphanizomenon flos-aquae, der dominerede planteplanktonsamfundet fra juni til oktober, er højt specialiseret, trådformet blågrønalge. Den danner store græsningsresistente bundter, der kan blive flere mm lange og ses med det blotte øje. Miljøbiologisk Laboratorium (2003) anfører, at *Aphanizomenon flos-aquae* kan overvinde som akineter i sedimentet. Hvis der er tilstrækkeligt lys ved bunden kan der udvikles en startpopulation af større tråde, selv om der er et højt græsningstryk i de frie vandmasser. Den er fosforkrævende, men kan luksusoptage fosfor og derved opretholde en produktion ved

Tabel 6.1
Dominerende arter
af planteplankton i
Arreskov Sø, 1989-
2002.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<i>Microcystis wessenbergii</i>	x													
<i>Chroococcales</i> sp. (cel. 1-2 µm)		x					x							
<i>Anabaena circinalis</i>		x							x					
<i>Anabaena flos-aquae</i>			x				x							
<i>Anabaena spiroides</i> var. <i>Crassa</i>			x				x							
<i>Gloeotrichia echinulata</i>				x	x									
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>				x	x					x	x	x	x	x
<i>Aphanizomenon</i> spp.						x	x	x			x			
<i>Microcystis botrys</i>					x									
<i>Anabaena mendotae</i>								x						
<i>Anabaena</i> spp.													x	

efterfølgende lav fosforkoncentration. Ved at starte populationen i sedimentet kan den desuden bringe fosfor fra sedimentet til de øvre vandlag. *Aphanizomenon* kan i specielle celler (heterocyter) fikserer frit kvælstof, og har således en konkurrencemæssig fordel ved lave kvælstofkoncentrationer. Ved hjælp af luftvakuoler er den i stand til at holde sig svævende i de øvre vandlag under temperaturlagdeling og i nogen udstrækning foretage døgnvandring. Strøm og vind kan have stor betydning for *Aphanizomenon flos-aquae*'s rumlige fordeling i søen.

På grund af den meget høje blågrønalgebiomasse sensommer og efterår udgjorde blågrønalger – især *Aphanizomenon flos-aquae* – 96 % af den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden (maj-september).

Udvikling 1989-2002

Planteplanktonets biomasse faldt markant i perioden 1989-1997 (figur 6.8). I 1998-2000 skete der igen en markant stigning, og i sommerperioden 2000 nåede planteplanktonets gennemsnitlige biomasse den hidtil højeste værdi, 48,2 mm³/l. Efter et fald i 2001 var biomassen igen høj i 2002, og var som sommergennemsnit på niveau med perioden før fiskedøden og opklaringen i 1992.

Med undtagelse af 1994 var blågrønalger den vigtigste algegruppe i sommerperioden i årene 1989-2002, hvor de udgjorde 41-99 % af biomassen. De vigtigste blågrønalgearter har skiftet fra år til år, men *A. flos-aquae* eller andre ligeledes trådformede arter af *Aphanizomenon* har været dominerende i alle årene siden fiskedøden

i 1991/92, hvorimod de ikke havde kvantitativ betydning før denne (se tabel 6.1). Der har dog tidligere i 1980'erne været opblomstringer af *Aphanizomenon* i søen (Wiberg-Larsen, pers. medd.). En opblomstring af *Aphanizomenon* er også set i den nærværende liggende og lavvandede Nørresø efter biomanipulation.

Dyreplankton

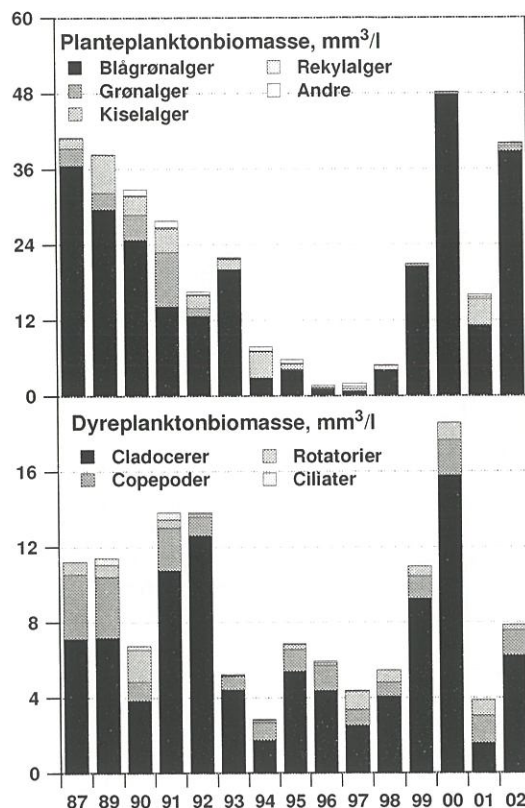
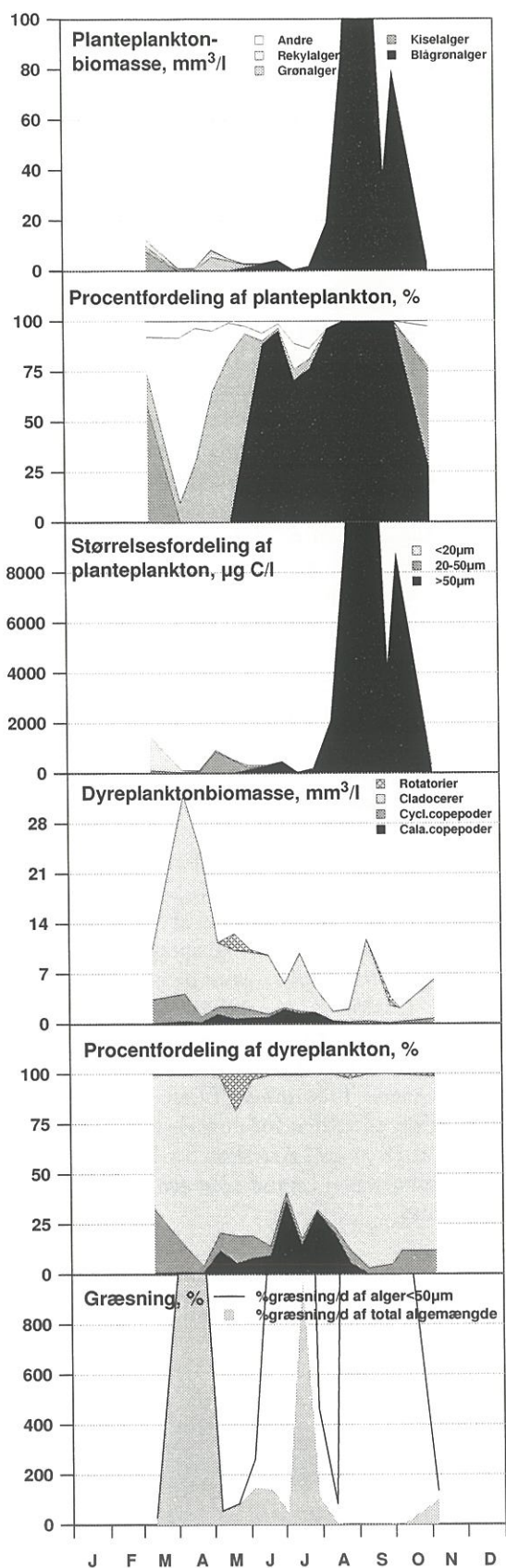
Dyreplanktonbiomassen opnåede sit maksimum på 32,0 mm³/l allerede i starten af april og lå derefter gennem sommeren på 2-12 mm³/l (figur 6.7). Som gennemsnit for sommerperioden var biomassen 7,8 mm³/l, hvilket svarer nogenlunde til gennemsnittet for alle årene 1989-2001.

Gennem hele året var dyreplanktonet domineret af store cladocerer med vekslende andele på 59-97 %. Disse er effektive græssere på planteplanktonet. I marts-april var *Daphnia hyalina* dominerende, men herefter dominerede *D. pulex* året ud bortset fra perioder i juni og juli, hvor *D. magna* havde større biomasse.

Cladocerer udgjorde samlet 83 % af den gennemsnitlige totale biomasse fra marts til november. Størst var andelen under årsmaksimum i april samt under sensommertoppen i september. De andre dyreplanktongrupper havde som følge heraf en sekundær betydning i hele perioden.

Udvikling 1989-2002

Dyreplanktonets biomasse har været stærkt svingende gennem overvågningsperioden. Den var høj i 1989-1992, lav i 1993-1998, høj i 1999-2000, lav i 2001 og middelhøj i 2002 (se figur 6.8).



Figur 6.7 (til venstre) Volumenbiomasse og procentvis sammensætning af planteplankton og dyreplankton samt størrelsesfordeling og græsning i Arreskov Sø, 2002.

Figur 6.8 (til højre) Plante- og dyreplankton i Arreskov Sø 1987-2002. Gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i sommerperioden 1. maj - 30. september.

Cladocererne har været dominerende i hele perioden, men de dominerende arter i sommerperioden er ændret. I 1989-1991 dominerede små bosminer, *Bosmina longirostris* og *B. coregoni* samt den forholdsvis lille *Daphnia galeata*. Efter fiskedøden i 1991/92 har større cladocerer, *Daphnia hyalina*, *D. magna* og *D. pulex* været de vigtigste arter. Dette skift ses tydeligt i cladocernes middellængde, figur 6.9.

Græsning

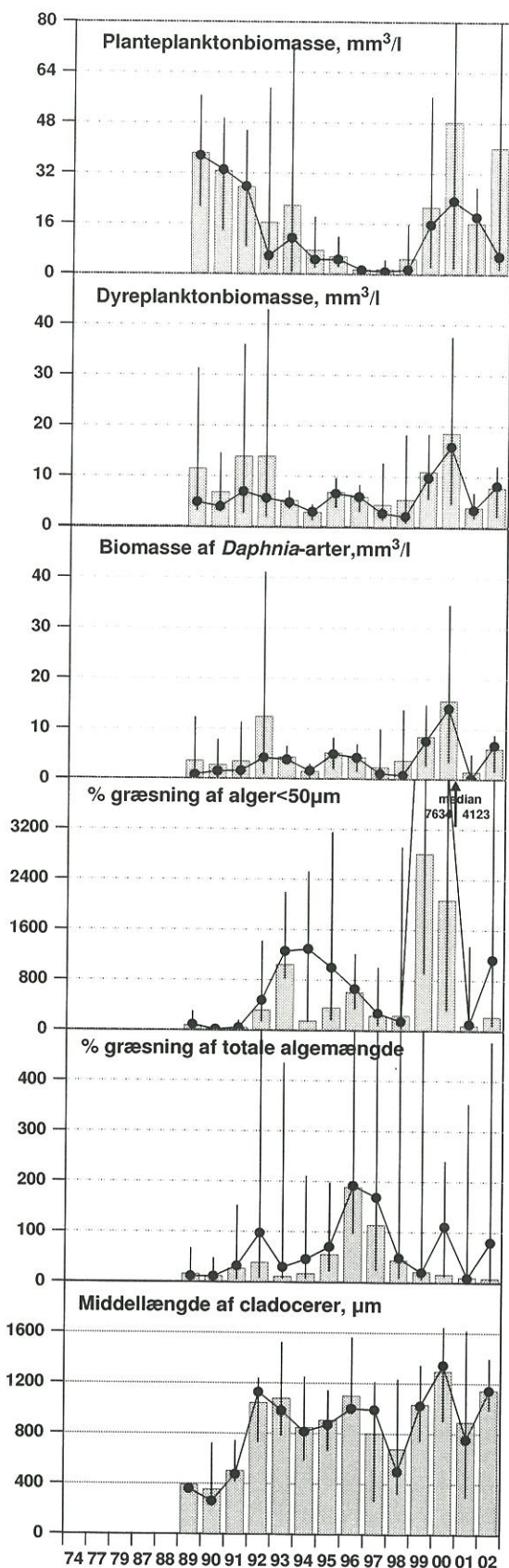
I marts havde planteplankton en tidlig forårstrop bestående af små centriske kisælalger og rekyalger. Denne store forekomst af græsningsfølsomt planteplankton (<50 µm) gav grundlag for en opblomstring af de effektive græssere *Daphnia hyalina* og *Daphnia pulex*, og dermed et meget højt græsningstryk først i april (figur 6.7).

I maj måned var græsningstrykket 55-84 %, og igen stod *Daphnia pulex* for hovedparten af dette. Mængden af græsningsfølsomt planteplankton steg igen i maj måned, hvilket forårsagede et stigende græsningstryk i den efterfølgende periode, juni-juli.

I resten af perioden frem til november, faldt planteplanktonbiomassen af små arter <50 µm

Figur 6.9
Middel- og median-
verdier samt 10 %
og 90 % fraktiler for
angivne parametre
i sommerperioden i
Arreskov Sø, 1989-
2002.

□ middel
● median og
10/90 % fraktil



Figur 6.10 (til højre)
Middellængde af
cladocerer i Arreskov
Sø, 2002. Samtidig
er vist værdierne
for 2001 samt
medianværdien og
variationsintervallet
for målingerne i pe-
rioden 1989-2001.

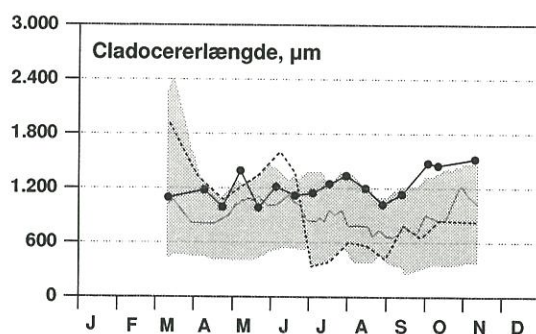
til meget små værdier, hvilket burde indikere kraftig fødebegrænsning for dyreplankton. Dyreplanktonets fødeoptagelse og græsningstryk forblev højt hen over sommeren, med græsningstryk på alger <50 µm op til knap 3400 % midt i juli.

Midt i august forekom dyreplanktonets laveste fødeoptagelse, og et græsningstryk på alger <50 µm på 83 %. Mængden af græsningsfølsomt planteplankton var lavt året ud, hvorimod større planktonarter, herunder *Aphanizomenon flos-aquae* begyndte at stige kraftigt i antal.

A. flos-aquae blev således mere og mere dominerende i planteplanktonet. Trods manglen på græsningsfølsomt planteplankton forblev dyreplanktons biomasse og fødeoptagelse dog høj.

Dette må betyde, at dyreplankton må have været fødebegrænset i lange perioder. Dette afspejler sig bl.a. i, at dyreplankton hen over sommer og især efterår udviklede sig mod en meget homogen sammensætning. De store cladocerer udkonkurrerede fuldstændigt rotatorier og calanoide copepoder i efterårsmånederne under manglen på græsningsfølsomt planteplankton <50 µm. Fra midt i juli og året ud domineredes dyreplanktonets fødeoptagelse totalt af én art, *Daphnia pulex*.

Alt dette indikerer, at dyreplankton må have benyttet alternative fødekilder, såsom ciliater, store bakterier og detritus. Undersøgelser af *Daphnia pulex* har påvist, at arten i fødeforsøg var i stand til at filtrere og optage enkelt-tråde af *Aphanizomenon flos-aquae* på op til 1-1,5 mm længde (Holm *et al.*, 1983). Overlevelses og reproduktionsraten af *D. pulex* er dog tilsyneladende nedsat på denne kost i forhold til andre mere egnede fødeemner. Dette giver dog en indikation af, at den forholdsvis konstante forekomst af *D. pulex* i Arreskov Sø, kan skyldes, at dafnien har været i stand til at ernære sig af dette fødeemne.



Endvidere viser dominansen af store cladocerer igennem hele sæsonen også, at fisketryk-
ket i søen må have været minimalt, hvorved
dyreplankton i lange perioder var i stand til at
regulere planteplankton med et meget højt græs-
ningstryk. Den store *Aphanizomenon flos-aquae*,
der dominerede det meste af sensommer og
efterår, var dyreplankton dog ikke i særlig god
grad i stand til at regulere.

Den beregnede græsning kan betragtes som
retningsgivende for, i hvilket omfang dyreplank-
tonet har mulighed for at regulere mængden af
planteplankton. Som »tommelfingerregel« kan
man regne med, at dyreplanktonet er i stand
til at regulere algemængden, når græsningen
udgør mere end 50 % af algebiomassen. Tages
græsningen på den totale algebiomasse som
udgangspunkt, var der i 2002 græsningskontrol
i ca. 63 % af sommerperioden. Dette hører til
blandt de højeste i overvågningsperioden i mod-
sætning til det foregående år, hvor det kun var
24 % (bilag 10.2).

Prædation

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

I 2002 var dyreplanktonet domineret af store
dafnier gennem hele året (figur 6.10), hvilket vi-
ser, at prædationen fra planktonspisende fisk var
lille. Dette stemmer overens med fiskeundersø-
gelsen, som også viste, at mængden af disse fisk
var lille i forhold til søens næringsniveau. Der
skete heller ikke noget fald i cladocerernes mid-
dellængde i løbet af juni/juli, hvor fiskeyngelen
begynder at spise dyreplanktonet. Dette viser, at
også mængden af fiskeyngel var beskeden.

Udvikling 1989-2002

På figur 6.9 er vist middellængden af cladoce-
rerne i perioden 1989-2002. Siden 1992 har
cladocererne været domineret af store individer,
hvilket viser, at bestanden af planktonspisende
fisk i denne periode var lille. I 2002 var præda-
tion lav gennem hele sommerperioden, hvilket
gav en stor middellængde (1146 µm) der var den
næsthøjeste i overvågningsperioden.

6.6 Fisk

Fiskeyngel

Natten mellem den 24. og 25. juni 2002 blev
der gennemført en standardiseret undersøgelse
af fiskeyngel efter retningslinierne i Lauridsen
m.fl. (1998). Der blev 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). Resultatet
fremgår af bilag 11. Tilsvarende undersøgelser er
gennemført i 1998-2001.

	Antal pr. m ³		
	Middel/(median)	Max.	Min.
Pelagial			
2002	0,05	0,13	0,0
2001	0,28	0,48	0,08
2000	0,12	0,3	0,0
1999	0,0	0,0	0,0
1998	1,2	2,7	0,3
NOVA-2001	2,3	16	0,01
1998-00	1,9	22	<0,01
Littoral			
2002	0,26	0,96	0,0
2001	2,42	8,68	0,16
2000	0,60	1,48	0,07
1999	0,72	2,03	0,15
1998	90	1826	0,3
NOVA-2001	3,2	14	0,07
1998-00	9,3	492	0,03
	Vægt, g pr. m ³		
	Middel	Max.	Min.
Pelagial			
2002	0,03	0,09	0,00
2001	0,16	0,24	0,05
2000	0,04	0,16	0,00
1999	0,00	0,00	0,00
1998	0,06	0,07	0,01
NOVA-2001	0,58	3,1	0,01
1998-00	0,45	4,4	0,00
Littoral			
2002	0,04	0,10	0,00
2001	1,83	7,48	0,08
2000	0,22	0,98	0,002
1999	0,12	0,43	0,03
1998	3,3	57	0,02
NOVA-2001	0,74	3,2	0,01
1998-00	1,02	20	0,02

Tabel 6.2
Tætheden af fiske-
yngel i Arreskov Sø
1998-2002 samt i
30 NOVA-søer (efter
Jensen m.fl., 2002).

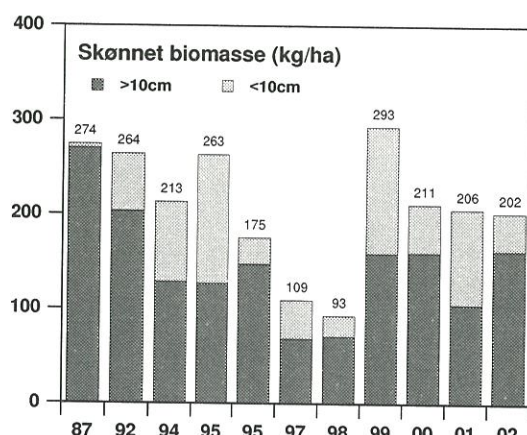
Tabel 6.3
Antal fiskeyngel
pr. m³ i Arreskov
Sø sammenlignet
med medianen for
NOVA-søerne i 1998
og 1999 (efter Jensen
m.fl., 2000).

	Aborre	Brasen	Skalle
Pelagial			
2002	0,02	0,00	0,00
2001	0,25	0,03	0,00
2000	0,03	0,08	0,00
1999	0,00	0,00	0,00
NOVA-1998/99	0,050	0,00	0,072
Littoral			
2002	0,02	0,10	0,00
2001	2,31	0,10	0,00
2000	0,15	0,40	0,04
1999	0,10	0,61	0,01
NOVA-1998/99	0,095	0,00	0,46

Tabel 6.4
Længde af fiskeyngel
i Arreskov Sø i 1998-
2002 og i 30 NOVA-
søer i 1998 (efter
Jensen m.fl. 1999).

Art	Gns.	Median	Min.	Max.
Brasen				
2002	26	26	21	30
2001	17	16	13	25
2000	15	14	10	23
1999	20	21	14	24
1998	19	19	11	29
NOVA-søer 1998	22	21	16	31
Aborre				
2002	47	50	37	53
2001	39	39	31	47
2000	48	45	36	67
1999	43	43	35	48
1998	-	-	-	-
NOVA-søer 1998	33	33	19	48

Figur 6.11
Skønnet total bio-
masse af fisk i Arre-
skov Sø, 1987-2002.



Der blev konstateret yngel af brasen, hork, sandart og aborre. Tætheden af yngel var 0,05 stk/m³ i pelagiet og 0,26 stk/m³ i littoralen (tabel 6.2). Dette var en meget ringe tæthed, både i forhold til tidligere år i søen og til, hvad der blev fanget i mange af de øvrige NOVA-søer i 1998-2001. Undersøgelsen tyder altså på, at fiskenes gydesucces var ringe i 2002. Dette stemmer overens med de ovenfor omtalte observationer af dyreplanktonet.

I littoralen dominerede yngel af karpefisk, især brasen, men i pelagiet var der ligelig fordeling mellem aborre- og karpefisk (bilag 11). Fangsten af skalle-yngel har i alle årene været meget lav, og der blev da heller ikke i 2002 fanget skalle-yngel. Aborrerne havde en middellængde på 47 mm, hvilket var nogenlunde som de tidligere år, og større end i andre NOVA søer (tabel 6.4). Brasenyngelen var stor (middellængde 26 mm) i forhold til de tidligere år, hvilket kunne tyde på en tidlig gydning og/eller gode vækstforhold for brasernes vedkommende.

Fiskebestand

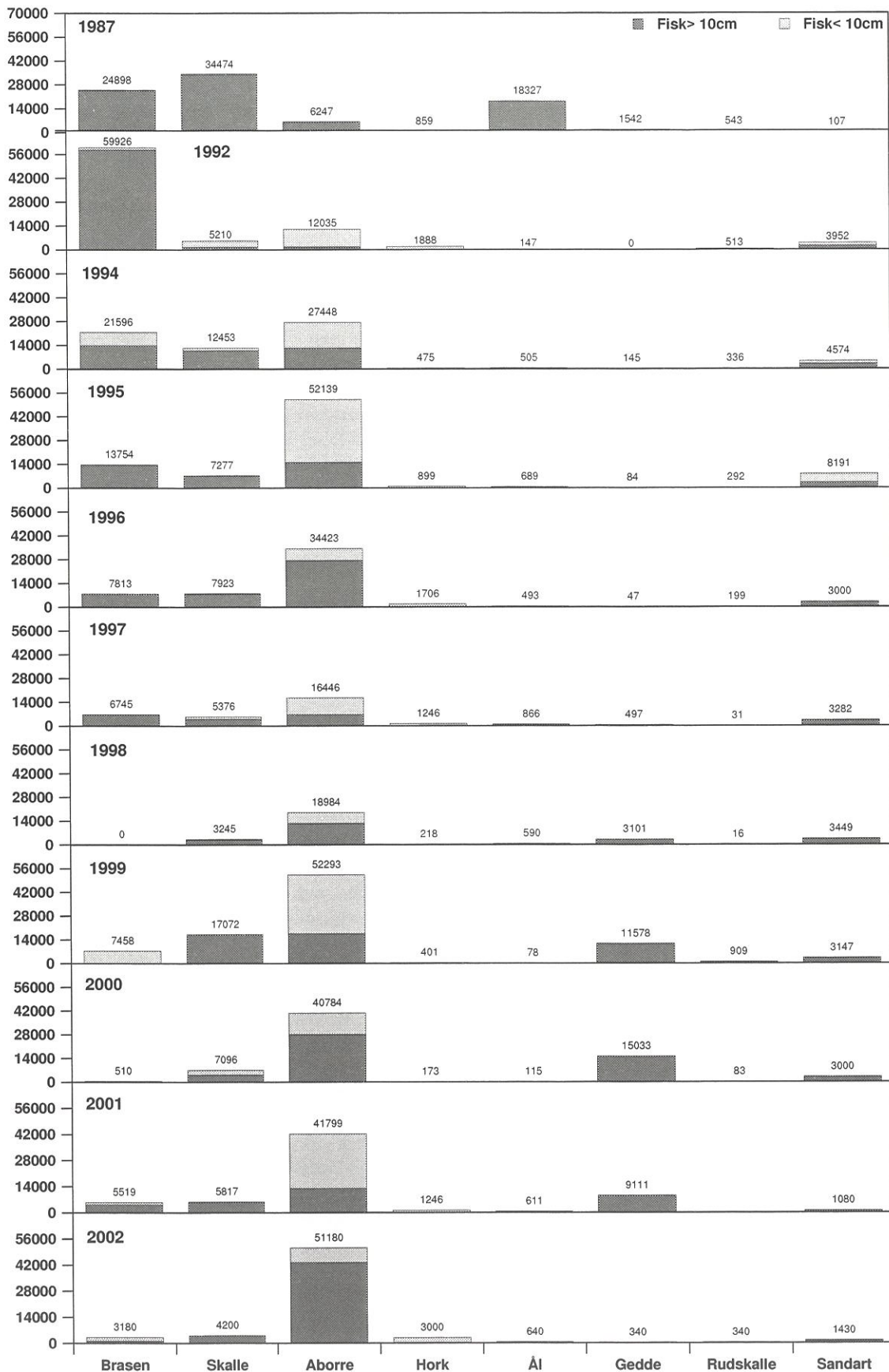
I august 2002 blev der gennemført en fiskeundersøgelse efter »normalprogrammet« (Fiskeøko-logisk Laboratorium, 2003). Resultaterne fra denne undersøgelse er i figur 6.11 og 6.12 sammenstillet med resultaterne fra tilsvarende undersøgelser i 1987, 1992 og 1994-2001.

Med en skønnet biomasse på 64 tons eller ca. 200 kg/ha var fiskebestanden af samme størrelse som de foregående to år, og i forhold til søens næringsstofniveau fortsat lav. Aborrerne dominerede fangsten, idet de vægtmæssigt udgjorde 81 %. Der var især mange 1 års aborrer (10-15 cm lange), stammende fra en ekstremt stor gydesucces året før. Aborrer > 10 cm regnes til rovfisk, og dermed udgjorde rovfiskene 70 % af biomassen.

De enkelte arter:

Brasenbestanden er stadig lille, og overlevelsen af brasenyngelen lille. Ud over yngel blev der kun fanget enkelte et- og toårige brasener. Yngelen har dårlige vækstvilkår, hvilket giver sig udslag i en dårlig kondition (vægt i forhold til længde). Derimod har de store brasener en god kondition.

Fangsten af **skaller** var den mindste siden 1992 og lå fortsat væsentligt under det forventede for søtypen. Skallerne havde en god vækst og kondition.



Figur 6.12
Skønnet biomasse af
de enkelte fiskearter
i Arreskov Sø, 1987-
2002.

Aborren var ligesom de foregående 8 år søens dominerende fiskeart, og aborrefangsten var vægtmæssigt den hidtil største. Konditionen var god for både små, mellemstore og store aborrer.

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. Ved elektrofiskeriet blev der fanget ni ål i størrelser mellem 20 og 60 cm og konditionen var for de fleste under middel.

Fyns Amt udsatte i perioden 1994 til 1997 i alt 145.000 stk. **gedde**yngel i søen med det formål at begrænse opvæksten af dyreplanktonnædende småfisk. I 2002 var fangsten af gedder for første gang siden 1997 meget beskeden, idet der kun blev fanget 2 gedder af årets yngel og 2 etårs gedder. Den estimerede biomasse er dermed faldet fra 15 tons i 2000 til 9 tons i 2001 og kun 0,3 tons i 2002. Bestanden er dog antagelig større, idet gedderne fra den store årgang 1997 nu er så store, at garnene ikke længere kan tilbageholde dem. De to små gedder havde en meget dårlig kondition, men de to etårsgedder havde en bedre kondition end gedder fra samme størrelsesklasse i mange af de tidligere år.

Af **sandart** blev der kun fanget yngel. Bestanden af sandart er således fortsat meget beskeden.

6.7 Bundvegetation

Undervandsvegetationen i Arreskov Sø blev undersøgt ved en såkaldt områdeundersøgelse i perioden 22.–29. juli 2002. Der er gennemført tilsvarende undersøgelser siden 1993. Formålet med undersøgelsen var at kortlægge undervandsvegetationens generelle udbredelse.

Rørsumpen blev undersøgt i 1994 (Fyns Amt, 1995a) og i 1999. 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*. På syd- og østsiden af søens sydlige ø, Rørholm, var en tidligere forholdsvis udbredt vegetation af *Tagrør* forsvundet i 2000. Dette skyldes formentlig græsning fra Grågæs og/eller Knopsvaner, som det også er set f.eks. omkring øer i Hvidkilde Sø.

Sigtdybden i Arreskov Sø var i 1992-1998 fra 1,5 m til over 2,5 m som årsgennemsnit. De gode lysforhold i søen gav undervandsvegetatio-

nen gode udviklingsmuligheder i denne periode. I 1999 var en voldsom opblomstring af blågrøn-alger årsag til, at undervandsvegetationen gik stærkt tilbage for derefter at gå lidt frem igen i 2000 og 2001. Nedenfor omtales resultaterne af undersøgelsen i 2002, idet også vegetationens udvikling kommenteres.

Flydebladsvegetation

Der er ikke nogen egentlig flydebladszone i Arreskov Sø. Af flydebladsplanter blev *Liden Andemad* registreret et enkelt sted ved kanten af rørsumpen. *Vandnavle*, som blev registreret i den sydvestlige del af søen i 2000 blev ikke set.

Undervandsvegetation

I forbindelse med undersøgelsen af undervandsvegetationen er søen opdelt i en række delområder. Disse fremgår af figur 2.2.

De registrerede arter ved undersøgelserne i 1993-2002 og arternes dybdegrænse (hvor den er registreret) fremgår af tabel 6.5.

Arter

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

Samlet set havde vegetationen større udbredelse end de foregående tre år, og udbredelsen svarede til forholdene i 1996, hvor vandet var meget klart.

I 2002 var *Spinkel Vandaks* - ligesom i 1996 og 1999-2001 - den dominerende plante, og voksede i næsten alle delområder.

Børstebladet Vandaks havde fortsat sin hovedudbredelse ved engen nord for Arreskov, hvor den især voksede i et bælte omkring 1,5 m vanddybde. Derudover voksede den sparsomt i den nordlige del af søen og ved engen i den sydøstlige del af søen.

Kruset Vandaks voksede spredt over det meste af søen i 2002, men med en meget ringe dækning. Den etablerede sig i søen i 1996, havde bredt sig over størstedelen af søen i 1997, men gik stærkt tilbage i 1999, hvor den kun blev fundet i enkelte eksemplarer i et enkelt delområde.

Stilket Vandkrans voksede i 2002 i det meste af søen og visse steder med betydelig tæthed. Den var mest udbredt på lavere vand. Planten var den første til at etablere sig i søen efter opklaringen i 1992, men havde en betydelig tilbagegang i 1997-1998, hvor den tilsyneladende blev fortrængt af større planter og trådgrønalger. Herefter er den dog igen gået frem.

Registrerede arter	Dybdegrænse, m									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Stilket Vandkrans	1,5	1,65	1,70	2,0	2,50	1,00	1,65	2,10	1,80	2,00
Børstebadet Vandaks	0,2	1,05	1,50	1,8	2,55	2,10	1,70	2,00	2,00	2,00
Spinkel Vandaks		1,05	1,90	2,1	2,75	2,50	1,85	2,20	1,90	2,00
Kruset Vandaks				2,1	2,75	1,50	1,70	2,20	1,60	2,00
Tråd-Vandaks					0,50					
Art(er) af Kransnål	x	1,0	1,50	1,5	2,25	2,50	1,85	2,20	1,50	2,00
<i>Chara globularis</i> v. <i>globularis</i>	x	1,0	x	x	2,25	x	x	x	x	1,80
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>vulgaris</i>		x	x	x	2,25	x		x	x	1,80
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>hispidula</i>										x
<i>Chara aspera</i>			x	x	x				x	
Tornfrøet Hornblad		0,55	1,25	1,5	2,90	2,70	1,6	2,10	1,80	2,10
Aks-tusindblad										1,60
Vandstjerne sp.										1,00
Kors-Andemad					x	x				0,60
Art af Rørhinde	1,2	x	x	1,9	x	x	x	x	1,0	1,80
Art af Vandhår		x		x	0,50	2,70	2,00	x	1,0	2,00
Art af Slimtråd		x	x	x	x		1,50	2,0	x	2,00
Samlet artsantal	4	9	9	11	13	10	9	10	11	14
Total dybdegrænse, m	1,5	1,65	1,9	2,1	2,9	2,7	1,85	2,2	2,0	2,1
Dækningsgrad, %	0,8	0,6	5	12	61	30	1,2	8,1	7,3	11
Relativt plantefyldt volumen, %	0,02	0,02	0,41	3,6	15	5	0,05	0,8	0,9	3,4

Tabel 6.5
Registrerede arter af undervandsplanter i Arreskov Sø ved vegetationsundersøgelser i 1993-2002. x angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt. Desuden er angivet planternes samlede dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen.

Tornfrøet Hornblad voksede spredt i søen, men havde ringe kvantitativ betydning. Denne plante var dominerende i 1997 og 1998.

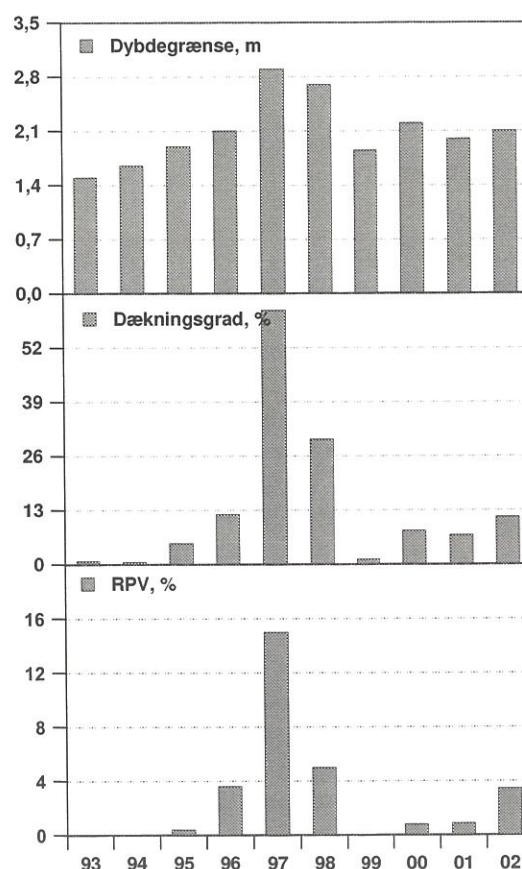
Der blev registreret to nye undervandsplanter i 2002. Enkelte eksemplarer af *Aks-Tusindblad* blev fundet i den sydvestlige del af søen. Desuden voksede enkelte puder af *Vandstjerne* sp. i den sydlige del.

Kransnålalger var almindelige og dannede forholdsvis tætte bestande søens nordlige del i 2002. Udbredelsen var dog ringe i forhold til i 1997-98, hvor de var dominerende i flere områder. De gik således stærkt tilbage i 1999, men har herefter igen haft fremgang.

I de fleste tilfælde blev kransnålalgerne blot registreret som *Chara* spp., men de eksemplarer, der blev bestemt, var næsten alle *Stor Kransnål* (*Chara vulgaris* var. *vulgaris*) eller *Skør Kransnål* (*Chara globularis* var. *globularis*). Som ny for søen blev *Chara vulgaris* var. *hispidula* registreret.

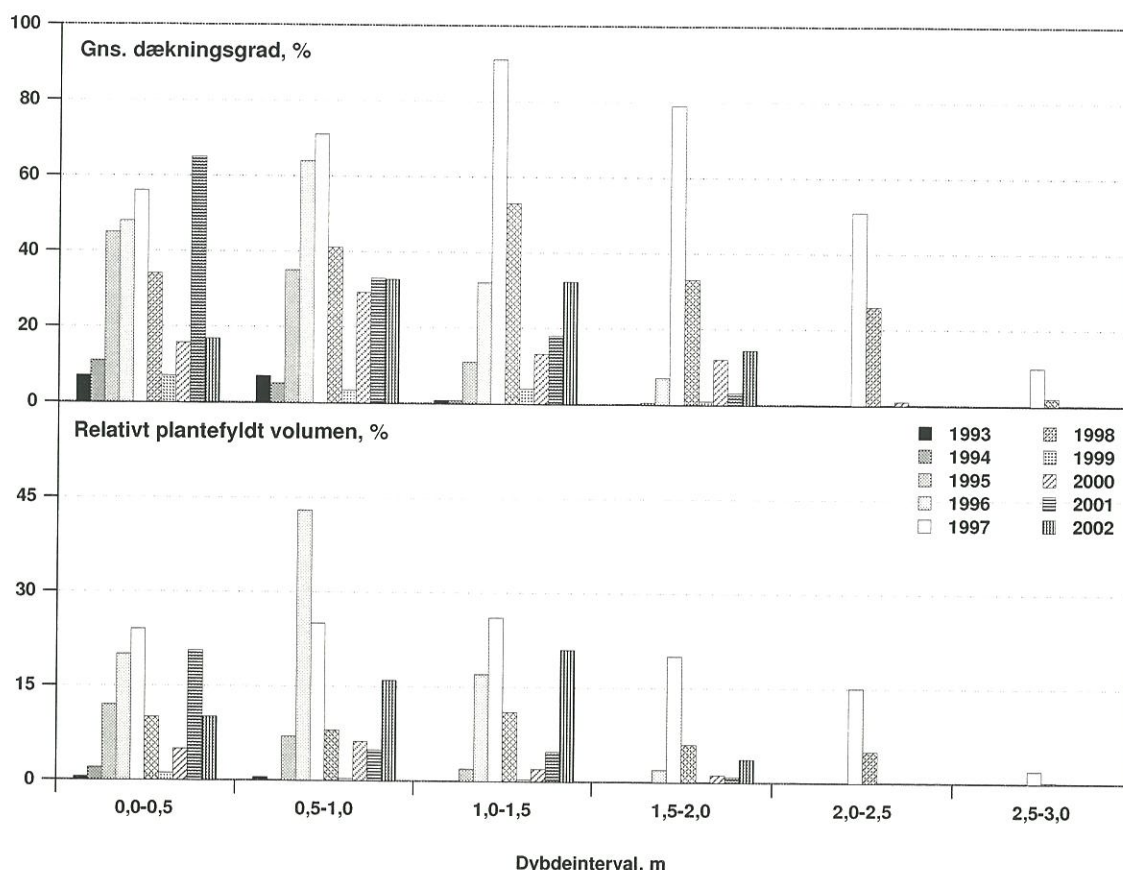
Trådalger, især *Cladophora* sp. og *Spirogyra* sp. samt *Enteromorpha* sp., havde en betydelig udbredelse over hele søen. Samlet set var *Cladophora* sp. den mest udbredte undervandsplante.

Epifyter. Planterne var kun i ringe omfang bevoget med epifytiske kiselalger.



Figur 6.13
Undervandsvegetationens dækningsgrad, det relative plantefyldte volumen samt vegetationens dybdegrænse i Arreskov Sø, 1993-2002.

Figur 6.14
Undervandsplan-
ternes dækningsgrad
og det relative plan-
tefyldte volumen i
dybdeintervaller i
Arreskov Sø, 1993-
2002.



Med 14 registrerede arter af undervandsplanter i 2002 var det det hidtil højest registrerede artsantal i søen.

Udbredelse

Undervandsplanternes dybdeudbredelse, den samlede dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i årene 1993-2002 fremgår af tabel 6.5 og figur 6.13. I figur 6.14 er dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen vist i de enkelte dybdeintervaller. I bilag 12-14 er resultaterne fra undersøgelsen i 2002 anført.

Vegetationens dybdegrænse steg fra 1,5 m i 1993 til 2,9 m i 1997 hvorefter den faldt til 1,85 i 1999. I 2002 var dybdegrænsen 2,1 m.

Planternes totale dækningsgrad steg ligeledes meget betydeligt fra 0,8 % i 1993 til 61 % i 1997, og aftog lige så brat til 1,2 % i 1999. Tilsvarende toppede det plantefyldte volumen med 15 % i 1997, hvorefter det aftog til 0,05 % i 1999. I 2002 var dækningsgraden 11 % og det plantefyldte volumen på 3,4 %, hvilket var væsentligt større end de foregående to år og tæt på værdierne i 1996.

Tilstedeværelse 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. Udbredelsen af undervandsvegetationen skal altså være mindst som i 1997, hvis dette niveau skal nås.

Vegetationens udbredelse, herunder dybdegrænsen, hænger sammen med vandets klarhed. På baggrund af undersøgelser i 15 nationale overvågningssøer med undervandsvegetation har Jensen m. fl. (1996) opstillet følgende sammenhæng mellem sigtddyben i sommerperioden og vegetationens dybdegrænse: **Dybdegrænsen (m) = 0,07 + 1,83*sigtddyben (m)**. Ifølge denne model vil man med en sigtddybe på 1,24 m som observeret i 2002 opnå en dybdegrænse for vegetationen på 2,3 m, hvilket er lidt mere end den observerede grænse på 2,1 m. Yderligere udbredelse af undervandsplanterne vil altså forudsætte noget klarere vand. Hvis der skal være undervandsvegetation ud til ca. 3 m dybde, skal sigtddyben ligge stabilt over 1,5 m gennem sommeren.

7. Fremtidig miljøtilstand og målsætning

Med Arreskov Sø's dybdeforhold og aktuelle tilstand er der erfaringsmæssigt to retninger, søen kan udvikle sig i. Vandet kan være klart med en udbredt undervandsvegetation og med en fiskebestand domineret af store, rovlevende aborrer og store skaller. Eller vandet kan være uklart med mange alger, uden undervandsvegetation og med en fiskebestand, som er domineret af skaller og brasener og med få store aborrer. Kun i det første tilfælde vil søen opfylde sin målsætning, og det kræver bl.a., at tilførslen af næringsstoffer er tilstrækkelig lav.

Efter afskæringen af spildevandet i 1983 har udviklingen siden starten af 1990'erne vist mange skridt i den rigtige retning. Fiskebestanden er nu domineret af aborrer – og i 2002 især større aborrer, og bestanden af brasen er meget lille. De mange store aborrer sammen med bestanden af gedde og sandart betyder, at rovfiskene udgør en betydelig andel af fiskebestanden (70 %), og dermed har mulighed for at begrænse antallet af planktonædende brasen og skaller. Vandet har siden 1993 været klart i forårsperioden, hvilket har givet undervandsplanterne gode vækstvilkår i forsommeren. Desværre er der de sidste 4 år sket en voldsom opblomstring af blågrønalger i sommerperioden. Disse alger nyder godt af et meget næringsrigt sediment, hvor de kan vokse til græsningsresistent størrelse, før de bevæger sig op i vandet. Hvis fosfortilførslen til søen holdes tilstrækkeligt lav, forventes det, at disse

opblomstringer vil aftage på længere sigt.

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

- 1) Tilførslen af fosfor og kvælstof skal reduceres yderligere.
- 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.

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 sigtddybe, som blev omtalt i afsnit 6.4, kan også den fremtidige sigtddybe i søen vurderes.

Disse modeller viser dog kun nogle erfaringsmæssige sammenhænge mellem stoftilførsel og sigtddybe i søer, og der kan for den enkelte sø være betydelige afvigelser fra modellens resultater. Modellerne er dog afprøvet på Arreskov Sø gennem så mange år, at de danner et godt grundlag for at vurdere, hvilke ændringer i fosforindhold og sigtddybe en reduceret fosfortilførsel kan medføre.

Belastning	Fosfortilførsel kg/år	P _{ind} mg/l	P _{so} mg/l	Sigtddybe m	Vegetationens dybdegrænse m
Målt:					
Status 2002	649	0,099	0,169	1,24	2,1
Niveau 1997-2002	637	0,110	0,117	1,58	2,3
Model: (1997-2002)					
0% reduktion	637	0,110	0,082	1,43	2,7
25% reduktion	563	0,097	0,072	1,53	2,9
50% reduktion	490	0,085	0,063	1,67	3,1
Naturlig belastning	340	0,059	0,044	2,07	3,9

Tabel 7.1
Beregnet fremtidig fosforkoncentration og sigtddybe i Arreskov Sø ved det nuværende belastningsniveau og ved forskellige reduktioner af den kulturbetingede fosforafstrømning til søen.

Ved beregningen tages udgangspunkt i belastningen og afstrømningsforholdene i de seneste seks år. Den gennemsnitlige årlige fosfortilførsel til Arreskov Sø var i denne periode på 637 kg. Heraf udgjorde den kulturbetingede tilførsel 297 kg/år, og omfattede fosforafstrømning fra spredt bebyggelse, landbrugsjord og regnvandstilstrømning fra Korinth. Dette var næsten lige så meget som den naturlige tilførsel på 340 kg (basisbelastning incl. bidrag fra atmosfære, fugle og grundvand).

Med dette udgangspunkt beregnes en fremtidig sigtddybde på ca. 1,4 meter, når søen er i ligevægt med fosfortilførslen (tabel 7.1). Denne sigtddybde er noget højere, end der blev målt i 2002 (1,24 m). Dette skyldes dels, at fosfortilførslen i 2002 var forholdsvis høj, dels at den store algemængde i 2002 i betydeligt omfang var betinget af fosfortilførsel fra sedimentet.

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 godt to meter.

Det er næppe muligt at eliminere de kulturbetingede tilførsler helt. En reduktion af disse på 50 % forventes at kunne sikre en sigtddybde på 1,5-2,0 meter. Dette vurderes at være tilstrækkeligt til at søen opfylder sin målsætning. Ud fra generelle sammenhænge mellem sigtddybden og vegetationens dybdegrænse (Jensen m.fl., 1996) vurderes det, at der derved vil kunne vokse planter ud til ca. 3 m's dybde (dybdegrænse = $0,07 + 1,83 \cdot \text{sigtddybde}$).

En sådan reduktion af fosforbelastningen kan antagelig opnås ved at gennemføre rensning af spildevandet fra enkeltliggende ejendomme suppleret med foranstaltninger til nedbringelse af fosforafstrømningen fra jordbruget (se nedenfor).

En reduktion af kvælstoftilførslen vil ligeledes kunne forbedre miljøtilstanden i søen, hvis kvælstof kan bringes til at blive begrænsende for algevæksten i sommerperioden. Erfaringerne fra bl.a. nogle midtjyske søer viser, at ved et indhold i sommerperioden under 1,3-1,4 mg/l kan kvælstof være begrænsende for algernes vækst, forudsat at fosforniveauet er lavt (Erik Jeppesen, DMU, pers. medd.). Dette stemmer overens

med erfaringen fra Arreskov Sø i 1996/1997, hvor tilstanden var god og kvælstofindholdet netop var på dette niveau.

Ud fra modeller for sammenhængen mellem kvælstoftilførslen og kvælstofkoncentrationen i søen vurderes det, at en reduktion af den kulturbetingede kvælstoftilførsel på yderligere ca. 30 % i forhold til niveauet i 1999-2001, vil være tilstrækkeligt til at kvælstofkoncentrationen i søen vil blive under 1,3 mg/l, som er kravet i målsætningen. Dette svarer til en reduktion på ca. 7 tons kvælstof om året. Ved en sådan reduktion i den kulturbetingede kvælstoftilførsel vil den samlede kvælstofafstrømning blive næsten halveret i forhold til niveauet i 1989-1990.

Søens målsætning som naturvidenskabeligt interesseområde understreger, at naturforholdene i søen har højeste prioritet. Søens tilstand i 1996-98 viste, at søen har potentiale til at blive et meget værdifuldt naturområde med udbredt undervandsvegetation og et rigt smådyrs- og fugleliv. Det tilbagefald, der er sket siden da, viser at tilførslerne af næringsstoffer fortsat er for høje. Tilførslen af kvælstof med overfladevandet er faldet ca. 30 % i perioden 1989-2001, og fosfortilførslen er faldet ca. 20 %. Opfyldelse af målsætningen forudsætter dog, at der gøres en målrettet indsats for yderligere at nedbringe tilførslen af næringsstoffer, specielt fosfor.

Muligheder for at nedbringe belastningen

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

- Bedre rensning af spildevandet fra den spredte bebyggelse.
- Begrænsning af næringsstoftabene som følge af jordbrugsdrift.

Forbedret spildevandsrensning ved spredte bebyggelser

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

Ifølge Fyns Amts Regionplan 2001-2013 skal en forbedret rensning være gennemført inden udgangen af 2002. Faaborg Kommunes spildevandsplan indeholder krav og tidsfrister til for-

bedret spildevandsrensning i det åbne land, som er i overensstemmelse hermed. Der er dog stadig 65 ejendomme i oplandet, hvor den forbedrede spildevandsrensning endnu ikke er gennemført.

Begrænsning af næringsstoffabene fra dyrkningsjorden

De foranstaltninger, der er iværksat med henblik på opfyldelse af Vandmiljøplanens mål for reduktion af udledning af næringsstoffer, forventes ad åre at reducere kvælstofafstrømningen fra landbrugsarealer, mens der ikke umiddelbart kan forventes en reduktion i fosforafstrømningen fra disse. Der er dog mulighed for at opnå betydelige reduktioner i næringsstoffertilførslen til søen gennem en række frivillige ordninger.

Hele oplandet til Arreskov Sø er således udpeget som særligt miljøfølsomt område, og dette giver særlige muligheder for EU-tilskud til miljøvenlig landbrugsdrift.

Der kan således gives tilskud til følgende foranstaltninger:

1. etablering af vådområder (søer eller våde enge) med henblik på at fjerne/omsætte kvælstof og fosfor i tilløbene før udløbet i søen.
2. permanent braklægning og anden ekstensiveret landbrugsdrift
3. etablering af permanent plantedækkede brømmer langs tilløb til søen med henblik på tilbageholdelse af fosfor, der ved jorderosion afstrømmer overfladisk fra dyrkede arealer.

Endvidere kan næringsstoffafstrømningen mindskes ved at gennemføre skovrejsning på landbrugsarealer.

Da det vurderes, at de kulturbetingede tilførsler af fosfor og kvælstof skal reduceres med yderligere hhv. ca. 50 % og 30 % for at søen kan opfylde sin målsætning, vil det være nødvendigt med en kombination af flere forskellige tiltag for at begrænse næringsstoffertilførslerne til søen tilstrækkeligt.

Sådanne generelle miljøtiltag i jordbruget kan dog ikke forhindre, at der i oplandet til søen kan

ske f.eks. en forøgelse af dyreholdet, hvilket alt andet lige vil betyde at udvaskningen til søen forøges. Således viser resultater fra vandmiljøovervågningen, at landbrugets bidrag til fosforbelastningen af overfladevand er betydelig, og at der er sammenhæng mellem tætheden af husdyr i oplandene til vandområderne og tabet af fosfor fra landbrugsarealerne (Fyns Amt, 1997 og Pedersen, 2000).

Statistiske oplysninger fra landbruget sandsynliggør, at der i en række oplande til sårbare vandområder sker en betydelig ophobning af overskydende fosforgødning på landbrugsjorden. Det er for Fyn beregnet, at der i dag i gennemsnit tilføres et fosforoverskud til landbrugsarealerne på i størrelsesordenen 10 kg P/ha/år og i områder med stor husdyrtæthed endda 20 kg P/ha/år (Pedersen, 2000). Denne fosforophobning på landbrugsjorden er en trussel mod miljøtilstanden i vandområderne. Der bør derfor opnås fosforbalance på udsprængningsarealerne, således at fosfortilførslen med gødning ikke overstiger den mængde fosfor, der fjernes med afgrøderne.

Jordbrugets fosfortab er et område, der i langt højere grad bør fokuseres på. Derved kan man regulere og nedbringe belastningen herfra på lige fod med den indsats, som amter og kommuner gør for at nedbringe belastningen fra spredte bebyggelser. Mange års overforbrug af fosforgødning på de husdyrgødede marker udgør en fare for, at fosforbelastningen til vandmiljøet en dag igen øges. Denne situation kan begrænse og sine steder måske "nulstille" effekten af store investeringer i spildevandsrensning. Hvornår og i hvilket omfang fosforpuljen udløses afhænger af, hvornår og i hvilket omfang man sætter ind herimod.

Den kommende Vandmiljøplan III vil sigte mod at nedbringe fosforafstrømningen fra jordbruget samt nedbringe kvælstofafstrømningen yderligere. Og ifølge EU's Vandrammedirektiv skal alt overfladevand inden udgangen af 2015 opnå en "god økologisk tilstand". Med henblik på dette skal der udarbejdes indsatsplaner, hvor man samlet vurderer, hvilke tiltag, der er nødvendigt for at opnå dette, samt hvad de koster.

8. Referencer

- Barbiero, R. P. & E. B. Welsh, 1992:** Contribution of benthic blue-green algal recruitment to lake populations and phosphorous translocation. – *Freshwater Biology* 27, s. 249-260.
- Birnø, K. E., 1967:** Brev fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser Forskningslaboratorium til Fiskeriforeningen for Arreskov Sø.
- 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, 2003:** Notat vedr. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, Vandløb: Data fra naturoplande 2002.
- Fiskeøkologisk Laboratorium, 2003:** Fiskebestanden i Arreskov Sø 2002. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen. – Rapport fra Fiskeøkologisk Laboratorium til Fyns Amt. 57 s. + bilag.
- 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, 1997 (Wiberg-Larsen, P., S. E. Pedersen, N. H. Tornbjerg, A. Sode, K. Muus & M. Wehrs):** De fynske vandløb. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 210 s + bilag.
- Fyns Amt, 2001 (Bendixen, I. & A. Krüger):** Atmosfærisk nedfald 2000. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen. 39s.
- Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann & P. Andersen, 1992:** Zooplankton i søer - metoder og artsliste. Miljøprojekt nr. 205, Miljøstyrelsen, 114 s.
- Holm, N. P., G. G. Ganf, & J. Shapiro, 1983:** Feeding and assimilation rates of *Daphnia pulex* fed *Aphanizomenon flos-aquae*. *Limnol. Oceanogr.* 28 (4) 1983, s. 677-687.
- Håkanson, L., 1981:** A manual of lake morphometry. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 78 s.
- Jensen, H. J. & F. Ø. Andersen, 1990:** Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen. Nr. C4. - Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, 94 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., T. L. Lauridsen, M. Søndergaard, E. Jeppesen, E. Agerbo & L. Sortkjær, 1996:** Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Faglig rapport fra DMU nr. 176. Danmarks Miljøundersøgelser. 95 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.
- Jensen, J. P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, T. L. Lauridsen & L. Sortkjær, 1999:** Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1998. Faglig rapport fra DMU nr. 291. Danmarks Miljøundersøgelser. 104 s.
- Jensen, J. P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, R. B. Olsen, F. Landkildehus, T. L. Lauridsen, L. Sortkjær og A. M. Poulsen, 2000:** Søer 1999. NOVA 2003. - Faglig rapport fra DMU nr. 335. Danmarks Miljøundersøgelser, 108 s.
- Jensen, J. P., M. Søndergaard, R. Bjerring T. L. Lauridsen E. Jeppesen, A. M. Poulsen, L. Sortkjær og 2002:** Søer 2001. NOVA 2003. - Faglig rapport fra DMU nr. 421. Danmarks Miljøundersøgelser, 106 s. Kun internetudgave: <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.

- Kristensen, P., J. P. Jensen, E. Jeppesen, 1990a:** Eutrofieringsmodeller for søer. - NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. C9. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøstyrelsen, 120 s.
- Kristensen, P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, E. Mortensen & Aa. Rebsdorf, 1990b:** 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.
- 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. 14. - Danmarks Miljøundersøgelser, 40 s.
- Miljøbiologisk Laboratorium, 2003:** Arreskov Sø 2002, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 25 s. + bilag.
- Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium, 1988:** Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988, teknisk rapport nr. 21, 59 s.
- Moeslund, B., B. Løjtnant, H. Mathiesen, L. Mathiesen, A. Pedersen og N. Thyssen, 1990:** Danske vandplanter. Vejledning i bestemmelse af planter i søer og vandløb. Miljønyt nr. 2 1990. Miljøstyrelsen, 192 s.
- Moeslund, B., P. H. Møller, J. Windolf og P. Schriver, 1993:** Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. - Teknisk Anvisning fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 6, 45 s.
- Moeslund, B., P. H. Møller, P. Schriver, T. Lauridsen og J. Windolf, 1996:** Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udgave. - Teknisk Anvisning fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 12, 44 s.
- Mortensen, E., H. J. Jensen, J. P. Müller & M. Timmermann, 1990:** Fiskeundersøgelser i søer: Overvågningsprogram. Undersøgelsesprogram, fiskeredskaber og metoder. - Danmarks Miljøundersøgelser, teknisk anvisning nr. 3, 60 s.
- Olrik, K., 1991:** Planteplankton - metoder. Miljøprojekt nr. 187. Miljøstyrelsen, 108 s.
- Pedersen, S. E., 2000:** Regulering af fosfor i oplande. - Artikel i DJF-rapport Markbrug nr. 34: Tab af fosfor fra landbrugsjord til vandmiljøet, Danmarks Jordbrugsforskning, oktober 2000.
- 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.

Bilagsfortegnelse

	Side
Bilag 1 Anvendt metodik	53
Bilag 2 Søens opland	59
Bilag 3 Kildeopsplitning af den eksterne belastning af Arreskov Sø 1989-2002	60
Bilag 4.1 Vandbalance på månedsbasis for 2002. År og sommer 1989-2002	61
Bilag 4.2 Vandstande og opholdstider 1989-2002	62
Bilag 5 Stofbalance på månedsbasis, 2002, tilførsel fordelt på kilder. År og sommer 1989-2002	63
Bilag 6 Stofbalance på årsbasis 1989-2002	64
Bilag 7 Månedlig nettoudveksling af total-kvælstof via interne processer, 2002	65
Bilag 8 Månedlig nettoudveksling af total-fosfor via interne processer, 2002.....	66
Bilag 9.1 Fysisk-kemiske parametre: Sommergennemsnit 1973-2002	67
Bilag 9.2 Fysisk-kemiske parametre: Årgennemsnit 1973-2002	68
Bilag 9.3 Fysisk-kemiske parametre: Vintergennemsnit 1973-2002	69
Bilag 10.1 Plante- og dyreplankton 1987-2002	70
Bilag 10.2 Oversigt over andre biologiske parametre 1987-2002	71
Bilag 11 Fiskeyngel	72
Bilag 12 Bundvegetation. Plantedækket areal og artsliste	73
Bilag 13 Bundvegetation. Relativt plantefyldt volumen	74
Bilag 14 Bundvegetation. Plantearternes forekomst i delområderne	75
Bilag 15 Oversigt over morfometriske data	76
Bilag 16 Oversigt over øvrige undersøgelser i søen	77

Metodik anvendt ved undersøgelser af Arreskov Sø og dens opland

Meteorologi

Nedbør

Til beskrivelse af nedbøren på Fyn er anvendt en middelværdi fra 66 10x10km gridceller, som dækker Fyns Amt og er beregnet af Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) ud fra det faste stationsnet i Fyns Amt.

Data leveres ukorrigeret fra DMI, som anbefaler at standardkorrektur for vindeffekt og wetting-tab for stationer med moderate læforhold benyttes. På årsbasis korrigeres nedbøren med +21% ifølge >DMI 00-21 »Klimagrid - Danmark, praktisk anvendelse af nedbørkorrektur på gridværdier«.

Normalværdier (middelværdier fra perioden 1961-1990) leveres af DMI.

Til brug for nedbør på Arreskov Sø er benyttet gridværdier fra gridcelle nr. 10381.

Fordampning og lufttemperatur

Til beskrivelse af fordampnings- og temperaturforholdene på Fyn er anvendt en middelværdi fra 18 20x20km gridceller dækkende Fyns Amt. Normalværdier (middelværdier fra perioden 1961-1990) leveres af DMI.

Til brug for fordampning fra Arreskov Sø er benyttet gridværdier fra gridcelle nr. 20112.

Global indstråling

Oplysninger om den globale indstråling er indhentet fra Årslev (DMI st. nr. 28280). 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.

Arealanvendelse

Arealanvendelsen er fundet på baggrund af CORINE (opgjort af Statens Planteavlsvforsøg, 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.

Spredt bebyggelse

Tætheden af den spredte bebyggelse i oplandet til søerne er baseret på oplysninger fra kommunerne om forekomsten af spredtliggende ejendomme i 2002. Det er herefter antaget, at der fra hver ejendom i gennemsnit udledes spildevand fra 2,5 person-ækvivalenter. For sommerhuse regnes dog med 0,5 PE/ejendom, idet de kun regnes som værende i brug 3 mdr./år. For virksomheder skoler og lign. regnes med 20 PE/ejendom.

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

For Fyns Amt er spildevandsbelastningen uden for kloakopland i 2002 opgjort af kommunerne til i alt 48.487 PE. Fyns Amts areal er ifølge Danmarks Statistik 348.584 ha, svarende til en tæthed på 0,14 PE/ha.

For Danmark som helhed har Miljøstyrelsen i 2001 opgjort belastningen fra spredtliggende ejendomme til 376.242 PE. Danmarks areal er ifølge Danmarks Statistik 4.309.439 ha, svarende til en tæthed i det åbne land på 0,09 PE/ha. I opgørelsen er kun medtaget ejendomme, som har mekanisk anlæg med direkte udledning til recipient eller markdræn.

Husdyrhold

Oplysninger om husdyrhold i oplandet i 2002 er indhentet hos Det Centrale Husdyr Register (CHR), som fører tilsyn med antallet af husdyr hos de enkelte husdyrejere. Husdyrtætheden er opgjort som antallet af dyreenheder pr. totalt oplandsareal.

Oplysninger om husdyrtætheden for Danmark og Fyn er hentet hos Danmarks Statistik.

Husdyrtætheden er her beregnet til 0,58 DE/ha for Danmark og 0,57 DE/ha for Fyn på baggrund af de totale arealer.

Ferskvandsafstrømning

Til beskrivelse af ferskvandsafstrømningen på Fyn er benyttet 15 målestationer, hvoraf de fleste har været i drift siden slutningen af 1970'erne.

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 afstrømningsmønsteret i en del af det umålte opland.

Normalværdier er beregnet på baggrund af en målestation i Odense Å ved Nr. Broby, der har været i drift siden 1918.

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 til Arreskov Sø.

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 B1.2. For fysisk-kemiske undersøgelser 1989-2000 henvises til tidligere års rapporter (se bilag 18).

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

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

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 medianferskvandsafstrømning 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 middelaftstrømning af total-N henholdsvis total-P i perioden 1989-93 til beregning af korrektionsfaktoren.

I tabel B1.3 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 koncentrationsværdier bestemt fra hele det »målte« opland (dvs. baseret på 6 tilløbsstationer).

Før 1995 blev der kun målt nitrit-nitrat-kvælstof og ortofosfat-fosfor på 3 af de 6 tilløb. I de 3 umålte tilløb er nitrit-nitrat-kvælstof henholdsvis ortofosfat-fosfor estimeret ud fra kendskabet til koncentrationerne af total-kvælstof og total-fosfor. Denne estimering er også anvendt efter 1994 for at kunne sammenligne belastningsberegningerne igennem hele perioden.

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, der fortrinsvis afvander ugødskede skov-/naturområder (Danmarks Miljøundersøgelser, 2003). For 2002 er benyttet en mediankoncentration for kvælstof på 1,35 mg/l og for fosfor på 0,055 mg/l.

Sted	Vandløbsnavn	Stations-nummer SERR-nr.	Undersøgelsesaktivitet		Undersøgelseshyppighed		Analyseprogram
			Q/H-st.	Vandkemi-st.	Vandførings-måling	Vandkemi-prøve	
Tillob 1	Geddebækken	0107110	-	+	26/år	26/år	4.a + total-Fe
Tillob 4	Rislebæk	0107140	+	+	26/år	26/år	4.a + total-Fe
Tillob 5	Søbo Aflob	0107160	+	+	26/år	26/år	4.a + total-Fe
Aflob	Odense Å	0105350	+	+	26/år	26/år	4.d + total-Fe

Tabel B1.1
Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser i tillob til og aflob fra Arreskov Sø 2002.

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

Atmosfærisk deposition

Fyns Amt har etableret 4 stationer til måling af atmosfærisk deposition (Årslev, Oure, Langesø Plantage og Højstene Løb). De 3 førstnævnte er landstationer, medens den sidst-nævnte er en kyststation. Ved beregning af den atmosfæriske deposition på søen er alene anvendt resultater fra de 2 førstnævnte landstationer.

Depositionen opsamles ved hjælp af en såkaldt bulksampler. Den tragtformede opsamlingsenhed er placeret i 1,5 m's højde og er forbundet med en nedgravet opsamlingsbeholder.

Ved benyttelse af en bulksampler måles først og fremmest den stoftilførsel, som finder sted med nedbøren. I tørvejrssituationer opsamles endvidere større partikler og i mindre omfang luftformige forbindelser. De således indsamlede stofmængder benævnes våddeposition.

Til beregning af våddepositionen er benyttet 15,2 kg kvælstof/ha og 0,17 kg fosfor/ha.

Mens bulksamplerne er anvendt til måling af stofindholdet i den opsamlede nedbør, er oplys-

ninger om nedbørsmængden i stedet indhentet fra DMI's målestationer i Årslev og Gudbjerg. Ved beregningerne er anvendt resultater, som ikke er korrigeret for vindpåvirkning m.v. (se afsnittet om nedbør i dette bilag).

Tørdepositionen af kvælstof er beregnet til 8 kg/ha år som middelværdi for perioden 1989-1995 som angivet i Skov m.fl. (1996). For fosfor findes der ingen opgørelse over tørdepositionens størrelse, men denne er antaget at være lig 0 (Fyns Amt, 2001).

Grundvand

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

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.

Analysevariabel	Analyseforskrift	Program-type	
		4.a	4.b
pH (25 °C)	DS 287	+	+
Suspenderet stof	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		+

Ubekendt	Beregningsformel
Q _{tillob 2}	0.40*Q _{tillob 5}
N _{tillob 2}	0.39*N _{tillob 5}
P _{tillob 2}	0.55*P _{tillob 5}
Q _{tillob 6}	0.72*Q _{tillob 4}
N _{tillob 6}	0.84*N _{tillob 4}
P _{tillob 6}	0.95*P _{tillob 4}
Q _{tillob 7}	0.37*Q _{tillob 5}
N _{tillob 7}	0.68*N _{tillob 5}
P _{tillob 7}	0.71*P _{tillob 5}

Tabel B1.2 (til venstre)
Oversigt over vandkemiske undersøgelser i tillob til og aflob fra Arreskov Sø, 2002. Analyserne er udført af Eurofins A/S (tidl. Miljø-Kemi, Dansk Miljø Center A/S), Viborg.

Tabel B1.3 (til højre)
Oversigt over beregningsformlen anvendt ved estimering af belastning fra tillob 2, 6 og 7 til Arreskov Sø.

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 nedbørmængden 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, sigtdybde og 2*sigtdybde (før marts 1992 blev der dog anvendt en hjerteklapvandhenter). Delprøverne er herefter blandet til én prøve (betegnes blandingsprøve). Disse prøver er analyseret efter programtype 5a (jf. tabel B1.5). Prøvetagning er i øvrigt foretaget som foreskrevet af Kristensen m.fl. (1990b).

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. (1990b).

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. Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som foreskrevet i Olrik (1991) og Hansen m.fl. (1992).

Bundvegetation

Fyns Amt har i juli/august 1993-2002 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 og 1999 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.

Fiskefauna

Der er foretaget fiskeundersøgelser i august 1987, 1992 og 1994-2002. Undersøgelserne er foretaget af Fiskeøkologisk Laboratorium efter

retningslinierne i Mortensen m.fl. (1990).

Desuden har Fyns Amt hvert år siden 1998 undersøgt bestanden af fiskeyngel i starten af juli måned efter retningslinierne i Lauridsen m.fl. (1998).

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):

$$((T_i - T_{i-1}) * (X_i + X_{i-1})/2)/\text{antal dage i alt, hvor}$$

$T_i - T_{i-1}$ = antal dage mellem to prøvetagninger
 $X_i + X_{i-1}$ = værdi mellem de to prøvetagningsdage

Antal dage = antal dage mellem første og sidste prøvetagningsdag.

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. De forskellige beregningsmetoder er anvendt dels for direkte at kunne sammenligne med data modtaget fra konsulent (metode 2), dels bedre at kunne sammenligne middelværdien med medianværdien (metode 1).

Median- og 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.

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

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

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

$N_j - N_{u_j}$ = Forskellen i næringsstofpuljen i søvandet mellem de to datoer.

Arreskov Sø SERR-nr.	Undersøgelelsesprogram
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 2.2 angivet numre på prøvetagningsstationer, hvor der tidligere er udført undersøgelser.

Tabel B1.4
Oversigt over prøvetagningsstationer i Arreskov Sø.

Feltmålinger:

Vandstand	Lufttemperatur
Sigtdybde	Vandtemperatur(profil)
Total vanddybde	O ₂ (profil)

Målinger i Natur- og Vandmiljøafdelingens laboratorium:

Analysevariable	Analyseforskrift	Programtype	
		5.a	5.d
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-a	DS 2201	+	

Målinger ved Eurofins, tidl. Miljø-Kemi, Dansk Miljø Center A/S ²⁾

Analysevariable	Analyseforskrift	Programtype	
		5.a	5.d
Total-N	DS 221	+	+
(NH ₃ +NH ₄)-N	DS 224	+	+
(NO ₂ +NO ₃)-N (F)	DS 223	+	+
Total-P	DS 292	+	+
PO ₄ -P = Orto-P (F)	DS 291	+	+
Silikat-Si	LM ¹⁾	+	
Total-jern	SM3500D		

Bemærkninger:

¹⁾ Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium (1977).

²⁾ Før 1. januar 1999 blev analyserne udført af MLK-Fyn I/S, Odense.

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

5.a Udføres på blandingsprøve fra 0,2 m sigtdybde og 2 x sigtdybde.

5.d Udføres på vandprøve under springlag.

Tabel B1.5
Oversigt over fysisk-kemiske undersøgelser samt undersøgelser af klorofylindhold i vandfasen i Arreskov Sø.

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

Antalsvægtet middellængde af cladocerer er beregnet efter følgende formel:

$(N_i * L_i) / N_i$, hvor

N_i = antal individer af en art for en prøvetagningsdag

L_i = middellængden af en art for en prøvetagningsdag

Dyreplanktonets fødeoptagelse (potentielle græsning) er beregnet på baggrund af et skønnet forhold mellem den daglige fødeoptagelse og

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

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

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	40	0,16	336	1,31
Tilløb 4	351	14	10	0,03	195	0,56
Tilløb 5	659	27	52	0,08	48	0,07
Umålt opland	1224	49	78	0,06	170	0,14
I alt	2490	100	180	0,07	749	0,30

*Tabel B2.1
Areal af deloplande til Arreskov Sø, spredt bebyggelse og husdyrhold i de enkelte deloplande samt søens samlede opland.*

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 deloplande til Arreskov Sø samt i 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 %

*Tabel B2.3
Jordtyper i landbrugsområderne i de enkelte deloplande til Arreskov Sø samt i søens samlede opland. Fordelingen er angivet i procent.*

FK1: Grovsandet jord
 FK2: Finsandet jord
 FK3: Lerblandet sand
 FK4: Sandblandet ler
 FK5: Lerjord
 FK6: Svær lerjord
 FK7: Humus
 FK8: Speciel jordtype

Kildeopsplitning af den eksterne belastning af Arreskov Sø, 1989-2002.

Beregningsmetoden fremgår af bilag 1. Bidrag fra spredt bebyggelse er inkluderet i åbent land afstrømningen.

Arreskov Sø Årsværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg	1998 kg	1999 kg	2000 kg	2001 kg	2002 kg
Kvælstof:														
Nat. basisafstrømning	4268	6640	5627	7025	7088	10 421	8096	1996	2574	9353	7082	5786	6003	7629
Punktkildeafstrømning	66	96	78	78	94	107	69	56	66	97	98	78	83	94
Åbent land afstrømning	14 969	28 480	21 893	26 748	28 758	35 086	22 310	10 120	8111	38 618	26 811	19 712	20 848	23 927
Total afstrømning	19 303	35 217	27 599	33 851	35 940	45 613	30 475	12 172	10 751	48 068	33 991	25 576	26 934	31 650
Fugle	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Atmosfærisk deposition	7336	7794	6047	6791	6961	7129	5725	4798	5687	7080	6595	5391	4796	4803
Grundvand	1504	2197	1297	1613	1381	2402	471	1472	1142	932	1545	890	869	739
Kvælstof i alt	28 184	45 250	34 984	42297	44 324	55 186	36 712	18 484	17 621	56 121	41 172	31 899	32 641	37 234
Fosfor:														
Nat. basisafstrømning	117	203	195	200	204	339	318	75	61	308	357	210	222	311
Punktkildeafstrømning	11	17	14	14	16	19	17	14	17	25	25	20	21	24
Åbent land afstrømning	266	394	268	200	311	385	496	138	94	337	346	292	330	233
Total afstrømning	396	614	477	414	531	743	831	227	172	670	728	521	573	568
Fugle	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Atmosfærisk deposition	115	127	88	70	54	66	62	50	63	73	58	79	65	52
Grundvand	23	33	19	24	21	36	7	22	17	14	23	13	13	11
Fosfor i alt	551	791	603	526	623	863	918	316	270	774	827	631	668	648

Tabel B3.1

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø på årsbasis i perioden 1989-2002.

Arreskov Sø Sommerværdier	1989 kg	1990 kg	1991 kg	1992 kg	1993 kg	1994 kg	1995 kg	1996 kg	1997 kg	1998 kg	1999 kg	2000 kg	2001 kg	2002 kg
Kvælstof:														
Nat. basisafstrømning	831	1369	1213	1059	809	1789	1364	475	659	1022	1045	676	1161	1025
Punktkildeafstrømning	28	40	33	33	39	45	29	23	28	40	41	33	35	39
Åben land afstrømning	1273	3111	2490	1571	1126	3035	2764	1005	1014	2205	2811	1566	3147	1848
Total afstrømning	2132	4520	3736	2663	1974	4869	4157	1503	1701	3267	3897	2274	4342	2913
Fugle	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Atmosfærisk deposition	2804	3531	2402	2474	2894	3026	2136	2013	2561	2815	2857	1973	2408	2043
Grundvand	575	199	392	336	65	720	261	440	362	216	708	108	336	398
Kvælstof i alt	5549	8289	6569	5512	4972	8654	6592	3994	4663	6336	7501	4393	7126	5392
Fosfor:														
Nat. basisafstrømning	23	42	42	30	23	58	54	18	16	34	53	25	43	42
Punktkildeafstrømning	5	7	6	6	7	8	7	6	7	10	10	8	9	10
Åben land afstrømning	72	136	97	41	61	94	86	57	35	46	70	59	104	68
Total afstrømning	100	185	145	77	91	160	147	81	58	90	133	92	155	120
Fugle	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Atmosfærisk deposition	68	88	56	30	22	35	30	20	40	42	34	41	40	28
Grundvand	9	3	6	5	1	11	4	7	5	3	11	2	5	6
Fosfor i alt	193	293	224	129	131	222	197	124	119	152	194	151	217	171

Tabel B3.2

Den totale eksterne belastning af Arreskov Sø i sommerperioden (1.5-30.9) i perioden 1989-2002.

Vandbalance for Arreskov Sø opgjort på månedsbasis for 2002
og på års-, sommer- og vinterbasis for 1989-2002

ARRESKOV SØ : VANDBALANCE 2002

År	Måned	VAND TILFORT/FRAFORT				MAGASIN		GRUNDVAND		VANDSTAND
		Q tilfort	Q frafort	Nedbor	Fordampning	pr. d. 1.	ændring/md	beregnet	% af tilfort	pr. d. 1.
		m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	%	m o. DNN
2001	Dec	542690	803096	297923	16389	5911361	127404	106276	20	32,71
2002	Jan	867912	650390	466637	20573	6038765	809382	145797	17	32,75
2002	Feb	1303478	1035711	513160	54049	6848147	596873	-130006	-10	33,00
2002	Mar	1314038	1807207	205844	127276	7445019	-596873	-182272	-14	33,18
2002	Apr	364519	250769	141116	187949	6848147	65733	-1184	0	33,00
2002	Maj	196966	322600	117851	321850	6913879	-196760	132874	67	33,02
2002	Jun	122305	191062	230827	391241	6717120	-292681	-63509	-52	32,96
2002	Jul	272642	587320	427855	348351	6424439	-193488	41686	15	32,87
2002	Aug	94582	436644	88570	343470	6230951	-572674	24287	26	32,81
2002	Sep	72526	26432	62281	229445	5658277	-125683	-4613	-6	32,63
2002	Okt	115579	56495	358850	84037	5532594	315280	-18617	-16	32,59
2002	Nov	555472	129668	444497	26153	5847875	869245	25096	5	32,69
2002	Dec	371430	86241	102927	13251	6717120	295633	-79232	-21	32,96
2003	Jan					7012752				33,05
		Q tilfort	Q frafort	Nedbor	Fordampning		ændring	beregnet	% af tilfort	
		m3	m3	m3	m3		m3	m3	%	
Årsbalance										
1989		2667579	3156337	1911827	1999097					
1990		4149855	6001313	3246210	2103707		351748	1060703	26	
1991		3751396	5144615	2627502	2012348		-288118	489946	13	
1992		3697293	4808459	2715812	2214942		0	610297	17	
1993		4429935	4965182	3059018	1927614		1037762	441604	10	
1994		6513388	9760239	3713363	2145202		-749644	929046	14	
1995		5782712	6098539	2537255	2218081		-541776	-545124	-9	
1996		1882736	1312994	2019328	2013743		995787	420459	22	
1997		1838899	2994394	2428470	2241444		-582424	386045	21	
1998		6153331	6973250	3589898	1910876		615126	-243978	-4	
1999		5757855	7098218	3421197	2157058		-357721	-281497	-5	
2000		4665812	5166866	2913262	2030829		554700	173320	4	
2001		4618012	6654265	3001549	2059771		-908036	186439	4	
2002		5651447	5580540	3160414	2147643		973988	-109691	-2	
1.maj - 30.sept										
1989		519231	330275	707037	1517891		-406846	215053	41	
1990		855628	709710	1518043	1533931		191538	61508	7	
1991		808508	720949	1096690	1506035		-284558	37228	5	
1992		557595	561082	764373	1742803		-965775	16142	3	
1993		505575	396325	1195800	1415373		-224092	-113768	-23	
1994		1118164	1064576	1551547	1622850		159705	177420	16	
1995		974447	1208525	816544	1678293		-1112931	-17104	-2	
1996		448096	391466	874464	1475698		-376192	168412	38	
1997		470983	94010	965997	1705143		-256827	105346	22	
1998		672101	585239	1019824	1445362		-292027	46648	7	
1999		849665	1139665	1320004	1635752		-322842	282906	33	
2000		544882	606582	917797	1497667		-668500	-26930	-5	
2001		892999	1324834	1369741	1564617		-488348	138363	15	
2002		759020	1564058	927384	1634357		-1381285	130726	17	
1.dec - 31.marts										
1989		1214335	1827438	465515	167027					
1990		2017384	3116355	1127816	213404		253945	438504	22	
1991		2381334	3806856	916983	190042		-351352	347228	15	
1992		1877970	3066571	877821	183765		-190459	304087	16	
1993		2562254	3421142	894523	195272		-64351	95285	4	
1994		4045443	6655434	1675405	179581		-424181	689986	17	
1995		4583720	5982396	1711638	201897		31941	-79124	-2	
1996		715646	117387	409380	175396		443400	-388843	-54	
1997		1163282	1074252	684235	221076		878057	325868	28	
1998		2449269	3534419	1234430	213753		-32375	32099	1	
1999		3821969	4324178	1319868	172258		128269	-517131	-14	
2000		3363343	4695862	1552175	200503		64423	45270	1	
2001		2311010	3003310	934098	201200		-32447	-73045	-3	
2002		4028118	4296405	1483563	218286		936786	-60205	-1	

Bilag 4.2 - Vandstande og opholdstider

VANDSTAND i Arreskov Sø 1989-2002

	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
1999	32,85	33,10	32,75	32,84	32,92	32,75
2000	32,76	33,04	32,57	32,67	32,83	32,57
2001	32,85	33,12	32,68	32,81	33,03	32,69
2002	32,87	33,19	32,58	32,82	33,02	32,58
1989-2001	32,76	33,12	32,24	32,70	33,03	32,24
Hele perioden	32,77	33,19	32,24	32,71	33,03	32,24

OPHOLDSTID beregnet på basis af hhv. fraførsel og tilførsel

2002		OPHOLDSTID				Afstrømnings højde m/år
måned	antal dage	Fraførsel		Tilførsel		
		dage	år	dage	år	
Jan	31	292	0,80	219	0,60	3,22
Feb	28	193	0,53	153	0,42	5,36
Mar	31	120	0,33	165	0,45	4,88
Apr	30	823	2,26	566	1,55	1,40
May	31	655	1,79	1073	2,94	0,73
Jun	30	1029	2,82	1608	4,40	0,47
Jul	31	337	0,92	727	1,99	1,01
Aug	31	422	1,16	1948	5,34	0,35
Sep	30	6315	17,30	2302	6,31	0,28
Oct	31	3088	8,46	1509	4,13	0,43
Nov	30	1449	3,97	338	0,93	2,13
Dec	31	2462	6,74	572	1,57	1,38
Max måned		6315	17,30	2302	6,31	5,36
Min måned		120	0,33	153	0,42	0,28
År	365	420	1,15	415	1,14	1,78
Sommer	153	613	1,68	1262	3,46	0,24
vinter	121	185	0,51	197	0,54	1,27

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	0,8	58	0,66
1990	1,0	3,5	0,7	7,3	0,44
1991	1,2	3,4	0,5	4,5	0,40
1992	1,1	3,8	0,6	uendelig	0,45
1993	1,2	6,3	0,6	219	0,33
1994	0,6	2,3	0,3	uendelig	0,20
1995	1,0	2,0	0,4	uendelig	0,28
1996	4,3	5,7	16	uendelig	0,73
1997	2,2	28	2,1	uendelig	0,57
1998	0,91	4,5	0,6	uendelig	0,31
1999	0,90	2,3	0,5	6,8	0,34
2000	1,2	4,0	0,4	uendelig	0,33
2001	0,96	2,0	0,8	6,4	0,56
2002	1,151	1,7	0,5	17,3	0,33
1989-2001	1,12	5,8	1,9	uendelig	0,20

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 : 2002

Måned	Total kvælstof				Total fosfor				Ortofosfat-fosfor				Total jern			
	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til	tilført kg	fratført kg	til-fra kg	til-fra % af til
Jan	6705	1264	5441	81	101	74	27	26	55	32	23	41	354	59	295	83
Feb	8499	2929	5570	66	116	121	-5	-4	66	23	43	65	454	191	263	58
Mar	7116	4793	2322	33	102	170	-68	-67	53	14	38	73	422	273	150	35
Apr	1642	541	1100	67	34	23	11	32	15	8	7	44	130	28	102	78
Maj	1520	537	983	65	37	37	0	0	16	10	6	36	89	56	33	37
Jun	995	388	607	61	23	38	-16	-69	11	18	-7	-62	48	26	22	45
Jul	1627	902	724	45	58	60	-2	-3	32	35	-3	-11	175	57	118	68
Aug	739	1041	-302	-41	33	104	-71	-215	11	30	-19	-173	50	77	-27	-55
Sep	511	102	409	80	20	16	5	22	6	6	-1	-15	46	4	42	91
Okt	1003	154	849	85	18	21	-2	-13	8	10	-2	-21	43	7	36	83
Nov	4728	270	4457	94	68	20	48	71	45	14	32	70	149	12	137	92
Dec	2150	373	1777	83	38	19	19	49	26	8	18	69	91	8	83	92
År																
1989	28184	16479	11705	42	551	699	-148	-27	204	83	121	59	1950	1474	476	24
1990	45250	33867	11383	25	791	1077	-286	-36	358	192	166	46	2109	2854	-745	-35
1991	34984	19751	15234	44	603	761	-159	-26	290	112	178	61	1593	3073	-1480	-93
1992	42297	13539	28758	68	526	500	26	5	222	59	163	73	1350	1076	274	20
1993	44324	15054	29270	66	623	349	273	44	282	159	123	44	2619	620	1999	76
1994	55186	26365	28822	52	863	702	161	19	419	251	168	40	3084	1476	1608	52
1995	36712	18405	18308	50	918	577	340	37	393	137	257	65	5476	1243	4233	77
1996	18484	1878	16606	90	316	87	229	72	132	22	110	83	898	175	722	80
1997	17621	4361	13260	75	270	201	69	25	100	67	32	32	621	286	335	54
1998	56121	17732	38389	68	774	847	-73	-9	371	355	16	4	2133	677	1456	68
1999	42172	24620	17552	42	827	1011	-184	-22	406	385	21	5	2612	943	1670	64
2000	31899	11414	20484	64	631	309	323	51	330	85	245	74	1883	784	1098	58
2001	32641	14925	17716	54	668	811	-143	-21	330	300	30	9	2018	735	1282	64
2002	37234	13297	23938	64	649	704	-55	-8	343	210	134	39	2052	798	1254	61
Sommer																
1989	5549	1604	3945	71	193	138	54	28	60	7	53	88	411	163	249	60
1990	8289	2823	5465	66	293	186	107	36	118	18	101	85	764	316	447	59
1991	6569	2766	3803	58	224	168	56	25	97	23	75	77	572	242	330	58
1992	5512	1437	4075	74	129	85	43	34	39	11	28	72	469	130	339	72
1993	4972	1017	3955	80	131	70	60	46	59	21	38	65	301	27	274	91
1994	8654	2287	6367	74	222	117	105	47	105	19	86	82	517	147	370	72
1995	6592	2302	4290	65	197	165	32	16	88	14	73	83	555	194	361	65
1996	3994	506	3489	87	124	29	95	76	35	7	28	81	494	65	429	87
1997	4663	180	4482	96	119	9	111	93	30	0	29	98	268	9	259	96
1998	6336	1161	5175	82	152	50	102	67	53	8	45	86	331	118	214	64
1999	7501	4684	2817	38	194	410	-216	-111	81	129	-48	-59	484	258	225	47
2000	4393	1645	2748	63	151	74	77	51	61	9	52	85	306	93	214	70
2001	7126	2347	4779	67	217	146	71	33	85	18	67	79	511	210	300	59
2002	5392	2971	2421	45	171	255	-84	-49	75	100	-25	-33	408	220	188	46

ARRESKOV SØ STOFILFØRSEL : 2002

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	5997	416	292	0,4	4700	123	92	4,6	4,4	0,2
Feb	8036	463	-286	0,4	7187	110	114	2,1	-15,6	0,2
Mar	6699	417	-437	0,4	5505	103	98	3,6	-17,0	0,2
Apr	1520	122	-3	0,4	1103	22	34	0,2	-0,1	0,2
Maj	763	491	266	0,4	580	9	26	6,4	4,0	0,2
Jun	500	495	-102	0,4	440	16	18	4,9	-12,4	0,2
Jul	962	581	83	0,4	652	19	47	10,1	1,3	0,2
Aug	384	288	49	18,7	308	5	20	4,7	0,7	7,9
Sep	305	188	-19	18,7	269	3	10	2,3	-1,8	7,9
Okt	517	-485	-37	0,4	439	9	13	5,3	-6,9	0,2
Nov	4030	647	50	0,4	3421	40	61	6,4	0,8	0,2
Dec	1939	210	-174	0,4	1543	57	36	1,7	-8,7	0,2
Året	31650	4803	-319	42	26147	517	568	52	-51	18
Sommer	2913	2043	277	39	2249	52	120	28	-8	16

6. Stofbalance på årsbasis

ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-2001	Total kvælstof													Gns. 1989- 2001	Total fosfor													Gns. 1989- 2001		
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001				
Samlet tilførsel, kg	28184	45250	34984	42297	44324	55186	36712	18484	17621	56121	42172	31899	32641	37234	37375	551	791	603	526	623	863	918	316	270	774	827	631	668	649	643
Areabelastning, mg/m²dag	24,36	39,11	30,24	36,56	38,31	47,70	31,73	15,98	15,23	48,50	36,45	27,57	28,21	32,18	32,30	0,48	0,68	0,52	0,45	0,54	0,75	0,79	0,27	0,23	0,67	0,71	0,55	0,58	0,56	0,56
Total indløbskonc., mg/l	5,29	5,33	4,98	5,86	5,42	4,83	4,29	3,99	3,64	5,50	4,24	3,98	4,05	4,06	4,72	0,103	0,093	0,086	0,073	0,076	0,076	0,107	0,068	0,056	0,076	0,083	0,079	0,083	0,071	0,081
Overfl. indløbskoncentration, mg/l	7,24	8,49	7,36	9,16	8,11	7,00	5,27	6,47	5,85	7,81	5,90	5,48	5,83	5,60	6,92	0,148	0,148	0,127	0,112	0,120	0,114	0,144	0,120	0,094	0,109	0,126	0,112	0,124	0,100	0,123
Udløbskoncentration, mg/l	5,22	5,64	3,84	2,82	3,03	2,70	3,02	1,43	1,46	2,54	3,47	2,21	2,24	2,38	3,05	0,221	0,179	0,148	0,104	0,070	0,072	0,095	0,067	0,067	0,121	0,142	0,060	0,122	0,126	0,113
Frøforse, kg	16479	33867	19751	13539	15054	26365	18405	1878	4361	17732	24620	11414	14925	13297	16799	699	1077	761	500	349	702	577	87	201	847	1011	309	811	704	610
Nettota, kg	11705	11383	15234	28758	29270	28822	18308	16606	13260	38389	17552	20484	17716	23938	20576	-148	-286	-159	26	273	161	340	229	69	-73	-184	323	-143	-55	33
Nettota, %	42	25	44	68	66	52	50	90	75	68	42	64	54	64	55	-27	-36	-26	5	44	19	37	72	25	-9	-22	51	-21	-8	5
Nettota, mg/m²dag	10,12	9,84	13,17	24,85	25,30	24,91	15,82	14,35	11,46	33,18	15,17	17,70	15,31	20,69	17,78	-0,13	-0,25	-0,14	0,02	0,24	0,14	0,29	0,20	0,06	-0,06	-0,16	0,28	-0,12	-0,05	0
Sopulje d. 1. januar	32744	26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	12021	20288	13825	13651	12516	17469	17469	1086	862	473	364	431	687	395	250	529	834	446	430	1147	566	571
Sopulje d. 1. januar året efter	26305	16263	20068	18081	15240	7930	13215	12021	20288	13825	13651	12516	15837	15784	15784	862	473	364	431	687	395	250	529	834	446	430	1147	935	571	571
Puljeændring, kg	-6440	-10042	3805	-1986	-2841	-7310	5285	-1194	8267	-6463	-174	-1136	3321	-1886	-1886	-224	-389	-109	66	257	-292	-145	279	304	-388	-16	717	-212	5	5
Nettota incl. puljeændr., kg	17823	25276	24953	31256	31663	25618	11321	14454	30122	24015	20658	18851	20616	23001	23001	-61	230	135	207	-95	633	374	-210	-377	204	339	-861	157	43	43
Nettota incl. puljeændr., %	39	72	59	71	57	70	61	82	54	57	65	58	55	62	62	-8	38	26	33	-11	69	118	-78	-49	25	54	-129	24	7	7
Nettota incl. puljeændr., mg/m²dag	15,40	21,84	21,57	27,01	27,37	22,14	9,78	12,49	26,03	20,76	17,85	16,29	17,82	19,88	19,88	-0,05	0,20	0,12	0,18	-0,08	0,55	0,32	-0,18	-0,33	0,18	0,29	-0,74	0,14	0,04	0,04
ARRESKOV SØ STOFBALANCE PÅ ÅRSBASIS 1989-2001	Opt. uorg. fosfor													Gns. 1989- 2001	Total jern													1989- 2001		
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001				
Samlet tilførsel, kg	204	358	290	222	282	419	393	132	100	371	406	330	343	295	1950	2109	1593	1350	2619	3084	5476	898	621	2133	2612	1883	2018	2052	2180	
Areabelastning, mg/m²dag	0,18	0,31	0,25	0,19	0,24	0,36	0,34	0,11	0,09	0,32	0,35	0,28	0,29	0,30	0,26	1,69	1,82	1,38	1,17	2,26	2,67	4,73	0,78	0,54	1,84	2,26	1,63	1,74	1,77	1,88
Overfl. indløbskoncentration, mg/l	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,73	0,51	0,42	0,37	0,59	0,47	0,95	0,48	0,34	0,35	0,45	0,40	0,44	0,36	0,50
Udløbskoncentration, mg/l	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,02	0,05	0,04	0,03	0,47	0,48	0,60	0,22	0,12	0,15	0,20	0,13	0,10	0,10	0,13	0,15	0,11	0,14	0,23
Frøforse, kg	83	192	112	59	159	251	137	22	67	355	385	85	300	210	170	1474	2854	3073	1076	620	1476	1243	175	286	677	943	784	735	798	1186
Nettota, kg	121	166	178	163	123	168	257	110	32	16	21	245	30	134	125	476	-745	-1480	274	1999	1608	4233	722	335	1456	1670	1098	1282	1254	995
Nettota, %	59	46	61	73	44	40	65	83	32	4	5	74	9	39	42	24	-35	-93	20	76	52	77	80	54	68	64	58	64	61	46
Nettota, mg/m²dag	0,10	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,22	0,09	0,03	0,01	0,02	0,21	0,03	0,12	0,11	0,41	-0,64	-1,28	0,24	1,73	1,39	3,66	0,62	0,29	1,26	1,44	0,95	1,11	1,08	0,86
ARRESKOV SØ STOFBAL. I SOMMERPERIODEN 1989-2001	Total kvælstof													Gns. 1989- 2001	Total fosfor													1989- 2001		
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001				
Tilførsel, kg	5549	8289	6569	5512	4972	8654	6592	3994	4663	6336	7501	4393	7126	5392	6165	193	293	224	129	131	222	197	124	119	152	194	151	217	171	180
Frøforse, kg	1604	2823	2756	1437	1017	2287	2302	506	180	1161	4684	1645	2347	2971	1905	138	186	168	85	70	117	165	29	9	50	410	74	146	255	127
Nettota, kg	3945	5465	3803	4075	3955	6367	4290	3489	4482	5175	2817	2748	4779	2421	4261	54	107	56	43	60	105	32	95	111	102	-216	77	71	-84	54
Nettota, %	71	66	58	74	80	74	65	87	96	82	38	63	67	45	69	28	36	25	34	46	47	16	76	93	67	-111	51	33	-49	30
Sopulje d. 1. maj	18	15	24	14	11	8	11	6	6	14	19	6	8	16	12	1401	1325	1198	721	418	221	405	337	226	445	371	238	192	820	577
Sopulje d. 1. oktober	13	21	16	6	10	8	12	6	7	9	12	13	15	17	11	1185	1546	901	278	527	595	1217	214	467	972	1789	1145	1388	2483	940
Puljeændring, kg	-5	6	-8	-8	-2	0	0	0	0	-5	-6	7	7	1	-1	-216	221	-297	-443	109	374	813	-123	241	527	1418	906	1196	1663	364
Nettota incl. puljeændr., kg	3951	5459	3811	4083	3957	6367	4290	3489	4482	5160	2824	2741	4772	2420	4262	270	-115	353	487	-49	-270	-781	218	-130	-425	-1634	-830	-1125	-1747	-310
Nettota incl. puljeændr., %	71	66	58	74	80	74	65	87	96	82	38	62	67	45	69	140	-39	158	379	-37	-122	-397	176	-109	-280	-841	-551	-519	-1021	-172

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

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

ARRESKOV SØ, 2002: BEREGNING AF KVÆLSTOFFRIGIVELSE/TAB.

Måned	antal dage	Søvolumen pr.d.1. m ³	Tot-N konc. pr.d.1. mg/l	N-pulje pr.d.1. kg	Stign./md kg	Tot-N til kg	Tot-N fra kg	N-tilbageholdt kg
1	31	6038765	2,073	12516	1420	6705	1264	5441
2	28	6848147	2,035	13936	3347	8499	2929	5570
3	31	7445019	2,321	17283	-3293	7116	4793	2322
4	30	6848147	2,043	13990	1715	1642	541	1100
5	31	6913879	2,271	15704	-4861	1520	537	983
6	30	6717120	1,614	10843	-656	995	388	607
7	31	6424439	1,586	10187	-966	1627	902	724
8	31	6230951	1,480	9222	12166	739	1041	-302
9	30	5658277	3,780	21388	-4514	511	102	409
10	31	5532594	3,050	16874	-5663	1003	154	849
11	30	5847875	1,917	11212	3350	4728	270	4457
12	31	6717120	2,168	14562	1275	2150	373	1777
1		7012752	2,258	15837				
max			3,780	21388	12166	8499	4793	5570
sommermiddel		6246210	2,146	14037	234	1078	594	484
sum, sommer					1170	5392	2971	2421
årsmiddel		6479622	2,200	14120	277	3103	1108	1995
sum, år					3321	37234	13297	23938

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

Måned	Areal af sø, m ² 3170000			
	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	-4021	-1269	-129,71	-40,92
2	-2223	-701	-79,38	-25,04
3	-5615	-1771	-181,14	-57,14
4	614	194	20,48	6,46
5	-5844	-1843	-188,51	-59,47
6	-1263	-398	-42,09	-13,28
7	-1690	-533	-54,51	-17,20
8	12469	3933	402,22	126,88
9	-4923	-1553	-164,10	-51,77
10	-6512	-2054	-210,06	-66,27
11	-1107	-349	-36,92	-11,65
12	-502	-158	-16,18	-5,10
max	12469	3933	402,22	126,88
sommermiddel	-250	-79	-9,40	-2,97
Fri/bund. sommer, kg	-1251			
årsmiddel	-1718	-542	-56,66	-17,87
alt fri/bundet år, kg	-20616			

Bilag 8 - Stofbalance på årsbasis

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

ARRESKOV SØ, 2002: BEREGNING AF FOSFORUDVEKSLING MED SEDIMENTET

Måned	antal dage	Søvolumen pr.d.1. m ³	Tot-P konc. pr.d.1. mg/l	P-pulje pr.d.1. kg	Stign./md kg	Tot-P til kg	Tot-P fra kg	P-tilbageholdt kg
1	31	6038765	0,190	1147	-62	101	74	27
2	28	6848147	0,158	1085	-314	116	121	-5
3	31	7445019	0,104	771	-232	102	170	-68
4	30	6848147	0,079	539	281	34	23	11
5	31	6913879	0,119	820	461	37	37	0
6	30	6717120	0,191	1281	-510	23	38	-16
7	31	6424439	0,120	771	-115	58	60	-2
8	31	6230951	0,105	655	963	33	104	-71
9	30	5658277	0,286	1618	864	20	16	5
10	31	5532594	0,449	2483	-1384	18	21	-2
11	30	5847875	0,188	1099	-331	68	20	48
12	31	6717120	0,114	768	167	38	19	19
1		7012752	0,133	935				
max					963	116	170	48
sommermiddel		6246210	0,164	1271	333	34	51	-17
sum, sommer			0,449		1663	171	255	-84
årsmiddel		6479622	0,172	1075	-18	54	59	-5
sum, år					-212	649	704	-55

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

Areal af sø, m² 3170000

Måned	Fri/bundet P hele søen kg P/måned	Fri/bundet P pr.søoverfl. mgP/m ² /måned	Fri/bundet P hele søen kg P/dag	Fri/bundet P pr.søoverfl. mg P/m ² /dag
1	-89	-28	-2,86	-0,90
2	-309	-98	-11,05	-3,48
3	-164	-52	-5,29	-1,67
4	270	85	9,00	2,84
5	461	146	14,88	4,70
6	-495	-156	-16,48	-5,20
7	-113	-36	-3,66	-1,15
8	1034	326	33,35	10,52
9	860	271	28,66	9,04
10	-1381	-436	-44,56	-14,06
11	-380	-120	-12,66	-3,99
12	149	47	4,79	1,51
max	1034	326	33	11
sommermiddel	349	110	11,35	3,58
Fri/bund. sommer, kg	1747			
årsmiddel	-13	-4	-0,49	-0,15
lalt fri/bundet år, kg	-157			

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-2002.

SOMMERPERIODEN (1.5 - 30.9)		1973	1974	1977	1978	1979	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
		2)	2)	4)	4)	2)	1)	1)	3)	3)	3)	3)	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	>1,20	1,54	1,05	1,24
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	0,92	1,53	0,80	1,10
Sigtdybde, maks.	m	0,86	1	1,1	-	3,3	0,9	0,9	0,45	0,35	0,9	2,75	3,00	2,95	2,10	2,50	>3,25	>3,20	>3,20	2,70	2,60	2,90
Sigtdybde, min.	m	0,3	0,7	0,30	-	0,31	0,40	0,25	0,21	0,15	0,20	0,30	0,60	0,90	0,42	1,25	1,10	0,90	0,50	0,25	0,45	0,20
Total-kvælstof, gns.	mg/l	-	2,82	-	-	-	2,58	-	2,53	3,21	3,00	1,93	1,63	1,27	1,81	1,22	1,16	1,66	2,38	2,64	1,74	2,21
Total-kvælstof, 50% frakt.	mg/l	-	2,64	-	-	-	2,47	-	2,53	3,03	3,01	1,67	1,58	1,25	1,72	1,22	1,16	1,63	2,27	2,40	1,64	1,59
Total-kvælstof, maks.	mg/l	-	3,79	-	-	-	3,42	-	3,42	4,41	4,02	4,23	2,31	1,67	2,74	1,40	1,42	2,19	3,50	6,90	2,35	5,10
Total-kvælstof, min.	mg/l	-	2,50	-	-	-	2,10	-	1,09	2,42	2,06	1,29	0,90	0,90	1,07	1,04	0,90	1,37	1,80	0,93	1,10	1,30
Opl. uorg. kvælstof, gns.	mg/l	-	0,75	0,39	0,42	0,24	0,10	-	0,05	0,23	0,31	0,25	0,25	0,19	0,12	0,09	0,06	0,22	0,31	0,15	0,08	0,19
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt.	mg/l	-	0,74	0,14	0,34	0,18	0,03	-	0,03	0,04	0,09	0,19	0,19	0,14	0,06	0,11	0,05	0,12	0,27	0,10	0,03	0,17
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt.	mg/l	-	0,44	0,05	0,14	0,07	0,03	-	0,02	0,03	0,03	0,11	0,09	0,07	0,03	0,05	0,03	0,06	0,10	0,06	0,02	0,07
Opl. uorg. kvælstof, maks.	mg/l	-	1,56	1,58	1,01	0,78	0,59	-	0,20	1,67	1,59	0,88	0,78	0,67	0,69	0,15	0,17	0,71	0,78	0,80	0,29	0,55
Opl. uorg. kvælstof, min.	mg/l	-	0,12	0,02	0,01	0,00	0,03	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	<0,015	0,02	<0,015	<0,015	0,02	0,02	0,01	0,01
Total-fosfor, gns.	mg/l	-	0,11	-	-	-	0,52	-	0,23	0,28	0,20	0,13	0,14	0,10	0,14	0,07	0,06	0,10	0,23	0,15	0,11	0,19
Total-fosfor, 50% frakt.	mg/l	-	0,12	-	-	-	0,58	-	0,24	0,25	0,21	0,12	0,12	0,09	0,13	0,07	0,06	0,10	0,24	0,14	0,09	0,15
Total-fosfor, maks.	mg/l	-	0,15	-	-	-	0,78	-	0,29	0,39	0,32	0,23	0,36	0,30	0,32	0,09	0,09	0,15	0,40	0,32	0,21	0,46
Total-fosfor, min.	mg/l	-	0,08	-	-	-	0,19	-	0,14	0,20	0,13	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,09
Orto-fosfat, gns.	mg/l	-	0,033	0,013	0,010	0,040	0,334	-	0,024	0,029	0,035	0,024	0,024	0,025	0,035	0,016	0,018	0,032	0,112	0,028	0,011	0,104
Orto-fosfat, 50% frakt.	mg/l	-	0,032	0,010	0,007	0,041	0,380	-	0,021	0,022	0,017	0,017	0,022	0,021	0,021	0,017	0,011	0,018	0,118	0,008	0,007	0,073
Orto-fosfat, 25% frakt.	mg/l	-	0,008	0,008	0,005	<5	0,241	-	0,016	0,011	0,007	0,011	0,016	0,013	0,006	0,011	0,006	0,012	0,044	0,005	0,004	0,052
Orto-fosfat, maks.	mg/l	-	0,071	0,034	0,025	0,137	0,484	-	0,051	0,075	0,208	0,072	0,056	0,055	0,128	0,027	0,055	0,091	0,230	0,110	0,052	0,320
Orto-fosfat, min.	mg/l	-	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,054	-	0,008	0,007	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,005	0,008	<0,005	<0,005	0,002	0,002	0,002	0,008
Part. fosfor, gns.	mg/l	-	0,08	-	-	-	0,19	-	0,21	0,25	0,16	0,11	0,11	0,07	0,10	0,05	0,04	0,07	0,12	0,12	0,09	0,09
Part. fosfor, 50%	mg/l	-	0,08	-	-	-	0,18	-	0,21	0,24	0,15	0,10	0,09	0,06	0,09	0,05	0,04	0,07	0,12	0,11	0,08	0,10
Part. fosfor, 25%	mg/l	-	0,07	-	-	-	0,13	-	0,18	0,20	0,14	0,08	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05
Part. fosfor, maks.	mg/l	-	0,11	-	-	-	0,34	-	0,28	0,36	0,24	0,23	0,35	0,26	0,24	0,06	0,06	0,12	0,24	0,31	0,19	0,14
Part. fosfor, min.	mg/l	-	0,07	-	-	-	0,11	-	0,13	0,18	0,12	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03
Part N/Part P, gns.		-	26	-	-	-	15	-	13	12	17	17	17	19	19	23	27	21	25	22	22	25
Part N/Part P, 50% frakt.		-	26	-	-	-	13	-	12	13	16	17	14	19	18	22	26	21	18	22	21	24
Part N/Part P, maks.		-	34	-	-	-	23	-	22	17	25	22	33	30	35	28	56	26	89	36	44	46
Part N/Part P, min.		-	19	-	-	-	10	-	4	4	9	9	6	5	11	18	19	15	10	10	11	12
Klorofyl-a, gns.	µg/l	-	42	-	-	108	107	108	129	147	155	74	52	23	71	15	12	25	85	148	91	100
Klorofyl-a, 50% frakt.	µg/l	-	41	-	-	32	114	113	117	132	167	39	26	19	31	15	8	15	83	94	83	36
Klorofyl-a, 75% frakt.	µg/l	-	46	-	-	150	137	160	156	143	200	56	48	32	113	17	20	37	126	264	134	100
Klorofyl-a, max.	µg/l	-	57	-	-	526	160	170	210	245	280	460	340	49	220	22	30	86	340	530	200	560
Klorofyl-a, min.	µg/l	-	29	-	-	25	37	18	81	27	28	4	4	3	9	10	3	4	2	9	5	5
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns.	mg/l	-	0,38	0,20	0,19	0,10	0,05	-	0,02	0,20	0,20	0,14	0,14	0,12	0,06	0,06	0,03	0,17	0,16	0,06	0,06	0,10
Ammonium-kvælstof, gns.	mg/l	-	0,37	0,20	0,23	0,14	0,05	-	0,03	0,03	0,11	0,11	0,12	0,07	0,06	0,03	0,03	0,06	0,15	0,09	0,03	0,09
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	8,8	8,6	8,7	8,7
Ledningsevne, gns.	mS/m	-	43	43	50	48	35	-	32	33	33	45	49	45	38	41	43	36	37	40	37	38
Total-alkalinitet, gns.	meq/l	-	2,44	-	-	1,90	-	-	2,18	1,87	1,97	2,98	2,75	2,69	2,44	2,53	2,02	1,83	2,62	2,63	2,29	2,71
Total-kuldioxid, gns.	mmol/l	-	-	-	-	-	2,38	-	2,10	1,76	1,89	3,01	2,77	2,70	2,38	2,55	1,98	1,82	2,53	2,56	2,21	2,65
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	7,6	7,2	5,5	9,7
Tørstof (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	33	-	60	66	40	17	13	8	16	7,6	5,9	6,5	15	18	14	15
Glødetab (part.), gns.	mg/l	-	-	-	-	-	24	-	40	44	26	11	9	5	11	4,4	3,3	4,4	11	16	10	12
Primærprod., gns.	mg C/m ² d	-	791	-	-	-	1657	-	1527	1672	1674	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primærprod., 50% frakt.	mg C/m ² d	-	744	-	-	-	1329	-	1259	1587	1469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primærprod., 75%	mg C/m ² d	-	992	-	-	-	2101	-	1751	1885	1848	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primærprod., max.	mg C/m ² d	-	1472	-	-	-	3334	-	3261	2524	3398	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primærprod., min.	mg C/m ² d	-	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.

9.2 - Årsgennemsnit

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-2002.

HELE ÅRET	1973/74	1977	1978	1979	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	2), 5)	4)	4)	2)	1)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
Sigt dybde, 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	>1,66	>1,85	>1,41	1,45	
Sigt dybde, 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	1,61	1,93	0,85	1,14	
Sigt dybde, 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	>3,20	>3,40	>3,20	3,00	
Sigt dybde, 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	0,50	0,25	0,45	0,20	
Total-kvælstof, gns. (mgN/l)	3,78	-	-	2,86	3,18	4,08	3,26	2,18	2,15	1,79	2,03	1,32	1,32	2,08	2,38	2,20	2,00	2,17	
Total-kvælstof, 50% frakt. (mgN/l)	3,36	-	-	2,69	3,18	3,83	3,08	2,19	1,89	1,43	1,85	1,29	1,20	2,10	2,36	1,93	2,00	2,04	
Total-kvælstof, maks. (mgN/l)	9,30	-	-	3,88	5,51	6,40	4,63	4,23	3,50	3,48	3,19	1,76	2,07	2,62	3,50	6,9	3,6	5,1	
Total-kvælstof, min. (mgN/l)	2,50	-	-	1,55	1,09	2,42	2,06	1,29	0,90	0,90	1,07	1,00	0,90	1,37	1,40	0,93	1,1	1,3	
Opl. uorg. kvælstof, gns. (mgN/l)	1,64	1,26	0,83	-	0,71	0,81	1,62	1,05	0,75	0,99	0,81	0,69	0,31	0,32	0,80	0,89	0,52	0,38	0,59
Opl. uorg. kvælstof, 50% frakt. (mgN/l)	1,47	0,99	0,94	-	0,24	0,48	1,24	0,88	0,72	0,67	0,40	0,36	0,13	0,15	0,92	0,51	0,50	0,14	0,49
Opl. uorg. kvælstof, 25% frakt. (mgN/l)	0,69	0,19	0,47	-	0,04	0,03	0,05	0,09	0,21	0,29	0,12	0,07	0,08	0,06	0,17	0,26	0,11	0,03	0,18
Opl. uorg. kvælstof, maks. (mgN/l)	3,64	3,86	2,16	3,57	2,11	3,66	5,19	2,64	2,10	2,50	2,50	2,24	1,20	1,32	1,46	2,52	1,37	1,23	1,85
Opl. uorg. kvælstof, min. (mgN/l)	0,12	0,02	0,01	0,003	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	<0,015	0,02	<0,015	0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,01
Total-fosfor, gns. (mgP/l)	0,097	-	-	0,449	0,232	0,225	0,153	0,097	0,102	0,082	0,111	0,058	0,065	0,100	0,153	0,100	0,114	0,169	
Total-fosfor, 50% frakt. (mgP/l)	0,090	-	-	0,530	0,236	0,212	0,141	0,081	0,083	0,076	0,082	0,058	0,065	0,094	0,096	0,077	0,078	0,130	
Total-fosfor, maks. (mgP/l)	0,160	-	-	0,782	0,316	0,394	0,323	0,230	0,361	0,302	0,319	0,091	0,095	0,164	0,400	0,320	0,250	0,460	
Total-fosfor, min. (mgP/l)	0,053	-	-	0,118	0,142	0,119	0,061	0,047	0,028	0,036	0,048	0,032	0,032	0,040	0,042	0,030	0,024	0,073	
Orto-fosfat, gns. (mgP/l)	0,048	0,042	0,023	-	0,305	0,042	0,032	0,021	0,019	0,028	0,023	0,035	0,017	<0,025	0,042	0,072	0,030	0,033	0,092
Orto-fosfat, 50% frakt. (mgP/l)	0,049	0,020	0,027	-	0,349	0,022	0,023	0,011	0,016	0,027	0,020	0,025	0,017	0,013	0,025	0,050	0,019	0,013	0,087
Orto-fosfat, 25% frakt. (mgP/l)	0,039	0,009	0,007	-	0,150	0,014	0,012	0,007	0,011	0,020	0,009	0,008	0,009	0,005	0,010	0,023	0,006	0,004	0,039
Orto-fosfat, maks. (mgP/l)	0,110	0,170	0,056	0,137	0,523	0,166	0,105	0,208	0,010	0,056	0,055	0,129	0,034	0,068	0,096	0,230	0,110	0,140	0,320
Orto-fosfat, min. (mgP/l)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,002	0,002	<0,002	<0,004
Part. fosfor, gns. (mgP/l)	0,065	-	-	0,144	0,189	0,193	0,132	0,078	0,073	0,059	0,076	0,041	0,040	0,058	0,081	0,070	0,081	0,076	
Part. fosfor, 50% frakt. (mgP/l)	0,058	-	-	0,133	0,190	0,184	0,124	0,067	0,053	0,054	0,060	0,045	0,037	0,057	0,064	0,040	0,072	0,081	
Part. fosfor, 25% frakt. (mgP/l)	0,051	-	-	0,097	0,164	0,141	0,090	0,047	0,029	0,040	0,050	0,029	0,032	0,043	0,040	0,026	0,029	0,044	
Part. fosfor, maks. (mgP/l)	0,107	-	-	0,342	0,277	0,357	0,282	0,225	0,353	0,260	0,236	0,069	0,079	0,118	0,240	0,315	0,195	0,140	
Part. fosfor, min. (mgP/l)	0,045	-	-	0,039	0,070	0,049	0,053	0,032	0,020	0,025	0,040	0,018	0,012	0,035	0,015	0,012	0,016	0,022	
Part. N/Part. P, gns.	38	-	-	20	14	14	18	21	24	20	20	28	30	24	26	36	33	24	
Part. N/Part. P, 50% frakt.	38	-	-	15	13	13	18	21	23	19	19	26	27	23	20	32	23	21	
Part. N/Part. P, maks.	110	-	-	56	33	39	27	33	45	35	35	54	63	30	89	90	132	46	
Part. N/Part. P, min.	19	-	-	10	4	4	9	9	6	5	11	17	13	15	8	10	11	4	
Klorofyl-a, gns. (µg/l)	42	-	-	87	78	132	146	116	48	24	20	39	13	12	28	55	78	93	74
Klorofyl-a, 50% frakt. (µg/l)	40	-	-	38	73	125	116	99	33	5	17	21	12	8	15	27	17	66	45
Klorofyl-a, 75% frakt. (µg/l)	49	-	-	106	123	180	141	169	55	16	28	31	17	17	35	92	99	176	86
Klorofyl-a, max. (µg/l)	92	-	-	526	220	280	1000	280	460	340	49	220	52	41	140	340	530	270	560
Klorofyl-a, min. (µg/l)	24	-	-	17	5	20	27	28	4	1	3	3	1,2	2,7	3,1	2,4	1,7	3,6	3,3
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns. (mgN/l)	0,990	0,896	0,532	0,437	0,287	0,303	0,975	0,805	0,583	0,838	0,721	0,592	0,196	0,263	0,740	0,774	0,399	0,331	0,437
Ammonium-kvælstof, gns. (mgN/l)	0,645	0,363	0,302	0,327	0,423	0,505	0,640	0,247	0,169	0,148	0,085	0,101	0,115	0,061	0,064	0,111	0,117	0,047	0,153
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	8,3	8,6	8,4	
Ledningsevne, gns. (mS/m)	40,0	44,4	50,7	52,4	37,0	35,2	34,6	35,3	44,2	47,9	44,8	39,1	44,3	43,7	37,6	37,9	40,6	37,8	37,1
Total-alkalinitet, gns. (meq/l)	1,94	-	-	1,98	-	2,50	2,17	2,24	2,82	2,67	2,63	2,48	2,54	2,10	1,96	2,59	2,68	2,41	2,65
Total-kuldioxid, gns. (mmol/l)	-	-	-	-	2,63	2,48	2,14	2,22	2,85	2,70	2,64	2,47	2,58	2,09	1,95	2,53	2,67	2,37	2,62
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	6,1	8,4	6,7	8,2
Tørstof (part.), gns. (mg/l)	-	-	-	-	22	51	52	30	13	8,0	9,0	11	6,1	4,9	5,6	10,2	11,6	11,8	11,2
Glødetab (part.), gns. (mg/l)	-	-	-	-	15	31	33	19	8,0	5,0	5,0	7,1	3,5	2,6	3,4	6,9	8,6	7,6	8,2
Årsprimærprod., gns. (mg C/m² 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.

Oversigt over fysisk-kemiske forhold i Arreskov Sø, st. 108101 - 108122, i perioden 1973-2002.

VINTERPERIODEN (1.12-31.3)	1973/74	1986/87	1988	1989	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
	2)	1)	1), 5)	3), 5)	2)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	3)
Total-kvælstof, gns. (mgN/l)	6041	2921	-	3,303	5,347	4,095	2,563	3,236	2,822	2,726	1,434	1,725	2,186	3,060	2,093	2,317	2,162
(Nitrit+nitrat)-kvælstof, gns (mgN/l)	2546	827	-	0,767	1,857	1,821	0,859	1,903	1,878	1,469	0,300	0,763	1,035	1,944	0,852	0,919	0,691
Ammonium-kvælstof, gns. (mgN/l)	990	326	-	0,094	2,095	0,381	0,290	0,222	0,087	0,162	0,155	0,164	0,069	0,063	0,071	0,125	0,103
Total-fosfor, gns. (mgP/l)	88	231	-	0,204	0,205	0,116	0,076	0,083	0,059	0,084	0,062	0,051	0,074	0,106	0,055	0,054	0,148
Orto-fosfat, gns. (mgP/l)	41	158	-	0,016	0,083	0,012	0,014	0,028	0,026	0,030	0,024	0,014	0,029	0,060	0,018	0,033	0,050
pH, gns.	7,9	8,3	8,0	8,2	8,1	8,1	8,2	8,1	8,2	8,2	8,0	8,2	8,4	8,3	8,1	8,1	8,4
Ledningsevne, gns. (mS/m)	41,2	59,6	-	41,0	35,4	39,1	39,5	49,3	44,4	41,1	49,1	47,7	40,4	37,1	42,0	42,1	34,5
Total-alkalinitet, gns. (meq/l)	2,10	-	-	2,95	2,64	2,48	2,6	2,58	2,54	2,56	2,65	2,56	1,98	2,24	2,85	2,68	2,54
Total-kuldioxid, gns. (mmol/l)	-	2,90	-	2,98	2,67	2,51	2,66	2,62	2,56	2,58	2,72	2,58	1,97	2,25	2,88	2,71	2,53
Silikat, gns. (mg Si/l)	-	7,9	-	3,4	6,7	0,23	2,8	2,6	4,7	2,9	7,3	2,2	0,4	1,3	8,9	10,4	2,4
Tørstof (part.), gns. (mg/l)	-	14,9	-	48	25	30	13,2	5,5	6,9	7,8	4,5	4,5	5,5	6,2	9,1	2,5	12,2
Glødetab (part.), gns. (mg/l)	-	8,2	-	26	16	16	8,3	2,5	2,9	4,0	2,7	2,4	3,3	3,2	4,2	1,5	7,4

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.

Oversigt over biologiske parametre i Arreskov Sø, 1987-2002.

PLANTE- OG DYREPLANKTON

SOMMERGENNEMSNIT (1.5 - 30.9)																															
Planteplankton- biomasse	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002																
	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 %	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	20,78	97	47,8	99	11,0	68	38,7	96	
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	0,04	0	0,25	1	0,4	3	0,32	1	
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	0,41	2	0,07	0	4,1	26	0	0	
Gulalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,24	4	0,00	0	0,01	1	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	
Silkalger	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,05	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gulgrønalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	6	0,16	3	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Øjealger	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,00	0	0,01	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0,06	0	0,01	0	0,17	1	0,96	2	0
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	0,03	0	0,11	0	0,32	2	0,15	0	0
Total biomasse	41,00	100	38,32	100	32,7	100	27,6	100	16,4	100	21,9	100	7,67	100	5,64	100	1,44	100	1,58	100	4,88	100	21,3	100	48,2	100	16,1	100	40	100	0
Min. biomasse	18,6		20,23		10,1		2,54		0,23		0,35		0,17		1,28		0,26		0,24		0,23		0,14		1,88		0,43		0,42		0
Max. biomasse	84,4		63,90		63,3		61,1		121		155		39,3		14,4		2,90		5,95		24,9		109		201		31,9		224		0

DYREPLANKTON																															
Dyreplankton- biomasse	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002																
	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 %	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	1,20	11	1,87	10	1,47	38	1,34	17	
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	9,25	84	15,78	85	1,57	40	6,22	80	
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	0,51	5	0,92	5	0,83	21	0,26	3	
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	13,8	100	13,8	100	5,24	100	2,85	100	6,87	100	5,92	100	4,38	100	5,44	100	11,0	100	18,6	100	3,87	100	7,82	100	0
Min. biomasse	2,33		1,94		2,57		2,12		0,33		2,58		0,86		3,77		2,20		1,11		0,41		2,03		0,24		1,36		1,71		0
Max. biomasse	36,6		42,8		13,9		38,8		57,6		8,84		6,18		12,5		12,3		14,9		27,4		30,8		51,1		6,88		12,6		0

Oversigt over biologiske parametre i Arreskov Sø, 1987-2002.

Cladocerindeks, %	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Sommermiddel	91	47	14	30	72	98	60	85	96	51	33	77	93	45	94	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Produktive periode (1. marts-31. okt.)		37	14	25	80	96	61	85	97	53	31	83	95	61	94	Tidsvægtet, dog ikke 1987
Middellængde af cladocerer, µm	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Sommermiddel		392	352	501	1042	1079	850	909	1091	808	678	1033	1294	889	1146	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Produktive periode (1.marts-31.okt.)		423	384	476	984	1107	648	918	1138	816	685	1037	1297	956	1122	Antalsvægtet, ikke tidsvægtet
Græsning i sommerperioden	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Total algebiomasse, µgC/l	4511	4215	3594	3038	1808	2404	844	622	158	174	537	2344	5302	1766	4415	Tidsvægtet
Alger < 50µ, µgC/l		925	2846	2105	222	26	95	95	50	85	99	18	41	212	157	Tidsvægtet
Pot. græsning, µgC/l* dag	509	680	414	834	712	266	140	340	299	199	234	501	841	168	346	Tidsvægtet
Græsningstryk, total, %	11	16	12	27	39	11	17	55	189	114	44	21	16	10	8	Middel efter /2/
Græsningstryk, <50µ, %		73	15	40	320	1040	147	358	603	235	237	2811	2074	79	220	Middel efter /2/
Græsningstryk, total, %		12	11	32	98	30	46	71	192	169	49	20	111	9	80	Tidsvægtet median
Græsningstryk, <50µ, %		89	14	44	479	1258	1296	999	660	276	147	7634	4123	101	1128	Tidsvægtet median
Andel af sommerperioden med totalt græsningstryk > 50%		16	5	37	59	44	49	65	100	84	50	38	71	24	63	
Fisk	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Garnfangster																
CPUE, antal, <10cm	16				254		279	461	126	118	61	407	180	480	163	
CPUE, antal, >10cm	46				9		20	24	42	9	15	40	37	22	73	
Småfisk i %	26				97		93	95	75	93	80	91	83	96	69	
CPUE, vægt, <10cm (g)	64				757		1092	1784	528	634	344	1771	597	1380	698	
CPUE, vægt, >10cm (g)	5205				3087		3632	2883	3743	3048	2119	4198	4153	2657	4011	
Småfisk i %	1				20		23	38	12	17	14	30	13	34	15	
Fiskeindex	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Antal skidtfisk (>10cm)/ Antal skidtfisk + aborre (>10cm)	0,86				0,61		0,54	0,30	0,18	0,41	0,16	0,48	0,11	0,31	0,08	Efter /1/
Rovfisk % (CPUE, vægt)	18				4		36	40	60	52	67	45	75	46	75	
Rovfisk % (CPUE, antal)	14				17		7	12	20	6	18	5	15	3	29	
Rovfisk % (total biomasse)	9				7		25	28	55	30	65	35	69	35	70	
Dybdegrænse for vegetation	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Dybdegrænse i meter		0,6			1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,9	2,7	1,9	2,2	2,0	2,1	
Relativ dækningsgrad	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Relativ dækningsgrad i %						0,8	0,6	5	12	61	30	1,2	8,1	7,0	11	
Relativt plantefyldt volumen	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
RPV i %						0,02	0,02	0,4	3,6	15	5	0,05	0,79	0,87	3,4	
Bundfauna	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Bemærkninger/referencer
Gns. tæthed af individer, antal/m²		1190	413	3508	4365	30571	30111	7508	9317	12460	4762	3127	7079	15778		
Antal taxa		12	9	11	9	14	15	17	16	30	30	23	19	23		

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.

Arreskov Sø	
So:	Undersøgelsesdato
25-06-2002	Udført af :
TRU/KSH	Ant :
Fyns Amt	Starttid
00:15	Sluttid
02:55	Måneskin (ja/nej) :
ja	Skydekke:
7/8 af himlen dækket af skyer	Vindretning :
NV	Vindstyrke (m/sek) :
3	

Littoralen									
Sektionsnr.		1	2	3	4	5	6	Total	
Sejltid, s		60	60	60	60	60	60		
Hastighed, m/s		12,7	23,7	43,6	54,2	65,1	73,4		
Vandmængde filtreret, m3		12,5	12,5	15,6	14,8	14,3	13,5	83,2	
Sektions nr.		1	2	3	4	5	6	Total	
Fiskeart	antal	antal	antal	antal	antal	antal	antal	antal	Total
Karpefisk	9						1	10	
Brasen	1				3	3	1	8	
Skalle									
Aborre	1						1	2	
Hork	1							1	
Sandart					1			1	
Total	12				4	3	3	22	
Antal/vægt pr. m3	0,96	0,00	0,00	0,00	0,27	0,21	0,22		
		Total		Total		Total		Total	
		antal		Vægt, g		Vægt, g		Vægt, g	
		pr. m3		Vægt, g		Vægt, g		pr. m3	
		0,80		0,136		0,16		0,002	
		0,10		0,173		0,580		0,017	
		0,02		0,616				0,019	
		0,01		0,326				0,004	
		0,01				0,011		0,000	
								1,57	
								0,33	
								0,01	
								3,50	
								0,095	
								0,159	

Resultater fra områdeundersøgelse af bundvegetation i Arreskov Sø, 22-07 til 29-07 2002
Dækningsgrad af rankegrøde

Plantedækket areal, 1000 m ²		Dybdeinterval, m						Totalt plantedækket areal	Areal af delområde, 1000 m ²	Dækningsgrad, %
Delområde		0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3			
810		0,81	1,56	13,51	1,39	0		17,3	36	48
820			11,10	23,28	6,42			40,8	86	47
830			20,55	42,00	21,87			84,4	180	47
840		0,25	4,18	2,91	2,30			9,6	89	11
850		3,02	6,28	3,47	6,94	0		19,7	170	12
860		0,85	1,36	1,41	5,23	0		8,8	143	6
870				0,04	0,00	0		0,0	239	0
880			0,00	0,00	0,02	0		0,0	291	0
890	1,14		0,89	0,73	12,54	0		15,3	142	11
900			1,66	17,62	11,37	0		30,7	197	16
910	0,00		1,06	2,71	0,00			3,8	32	12
920			23,60	1,12	0,00			24,7	96	26
930			1,68	7,07	4,41	0		13,2	207	6
940			4,33	17,49	15,47	0		37,3	256	15
950			0,10	0,46	0,00	0		0,6	429	0
960			0,62	4,02	9,39	0		14,0	377	4
970	0,15		0,97	0,92	0,00	0		2,0	12	17
980	0,75		1,03	3,34	28,78			33,9	145	23
Totalt plantedækket areal		6,97	80,97	142,06	126,11	0,00		356,11	3127	11,4
Totalt bundareal, 1000 m ²		41,6	247,4	439,4	873,8	1104,6	372,9	3126		
Gns. total dækningsgrad %		16,8	32,7	32,3	14,4	0,0	0,0	11,4		

Totalt plantedækket areal, 1000 m ²	356
Søens overfladeareal (ex. rørskov), 1000 m ²	3126
Total gns. dækningsgrad, %	11,4

Artsliste og dybdegrænser for vandplanter i Arreskov Sø 2002

ID-kode	Artsnavn	Min. dybde	Max. dybde
POTA CRIB4	Kruset Vandaks	ikke målt	2,00
POTA PECB4	Børstebladet Vandaks	0,30	2,00
POTA PUSB4	Spinkel Vandaks	0,30	2,00
ZA PA.PEB4	Stilket Vandkrans	0,30	2,00
CERA DEMB4	Tornfrøet Hornblad	0,50	2,10
CHARA ZP4	Kransnål sp.	0,50	2,00
CH GL:GLP4	Skør Kransnål	ikke målt	1,80
CHAR VULP4	Stor Kransnål	ikke målt	1,80
LEMN MINB4	Liden Andemad	ikke målt	1,50
LEMN TRIB4	Kors-andemad	ikke målt	0,60
CLADOPHZP4	Art af vandhår	0,30	2,00
ENTEROMZP4	Art af rørhinde	0,30	1,80
SPIROGYZP4	Art af slimtråd	ikke målt	2,00
CH VU:HIXX	Chara vulgaris var. hispida	ikke målt	ikke målt
CALLITRZB4	Vandstjerne sp.	ikke målt	1,00
MYRI SPIB4	Aks-tusindblad	ikke målt	1,60
Total min/max dybde		0,30	2,10

Bemærkning:

Stilket Vandkrans er bestemt som *Zannichellia pedunculata* Reichenb. efter Moeslund m.fl. (1990).

Bilag 13 - Plantefyldt volumen

Resultater fra områdeundersøgelse af bundvegetation i Arreskov Sø, 22-07 til 29-07 2002
Plantefyldt volumen

Plantefyldt volumen, 1000 m ³		Dybdeinterval, m						Volumen af delområde 1000m ³	Relativt plantefyldt volumen, %
Delområde		0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3		
810	0,2182	0,9810	16,6158	0,5964				18,41	46,5
820		3,8850	21,8818	5,7112	0			31,48	39,6
830		6,7824	46,6159	14,6551				100,0	31,5
840	0,0125	1,0861	0,4070	0,2295				68,05	221,7
850	0,5138	1,5078	0,7279	1,1795	0			1,74	103,6
860	0,1192	0,2985	0,8617	4,3905	0			3,93	259,6
870			0,0035	0,0000	0			5,67	294,3
880		0,0000	0,0000	0,0024	0			0,00	579,9
890	0,1708	0,2394	0,0727	1,6303	0			0,00	665,4
900		0,0997	2,4670	1,1369	0			2,11	262,3
910	0,0000	0,3067	1,1914	0,0000				3,70	336,3
920		12,5102	0,6250	0,0000				1,50	43,6
930		0,9601	5,5821	0,6168	0			13,14	103,0
940		2,2098	11,0164	8,0452	0			7,16	388,1
950		0,0511	0,1368	0,0000	0			21,27	444,7
960		0,1845	2,1294	4,0356	0			0,19	1017,2
970	0,0177	0,4056	0,5129	0,0000	0			6,35	815,6
980	0,1280	0,4118	3,3072	15,2509				0,94	15,5
Totalt plantefyldt volumen		1,18	31,92	114,15	57,48	0,00		204,73	5952
Vandvolumen, 1000 m ³		11,7	199,8	545,7	1540,8	2444,4	988,0	5952	
Relativt plantefyldt volumen, %		10,1	16,0	20,9	3,73	0,00	0,0	3,44	

Totalt plantefyldt volumen, 1000 m ³	205
Søvolumen (excl. rørskov), 1000 m ³	5952
Relativt plantefyldt volumen, %	3,44

Resultater fra områdeundersøgelse af bundvegetation i Arreskov Sø 22-07 til 29-07 2002
Vegetationens forekomst i delområderne

Forekomst i delområder	Delområde																		
Artsnavn	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900	910	920	930	940	950	960	970	980	
Børstebladet Vandaks	ej obs	1	3	1	4	7	ej obs	ej obs	5	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	0	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Kruset Vandaks	ej obs	1	3	1	ej obs	1	ej obs	ej obs	1	1	ej obs	1	3	3	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Spinkel Vandaks	7	7	7	6	5	3	ej obs	1	5	7	7	6	6	7	3	7	7	7	
Stikket Vandkrans	3	3	3	4	4	4	1	1	3	4	4	4	5	3	3	3	3	3	
Torntrøet hornblad	ej obs	0	1	1	1	1	1	1	ej obs	ej obs	1	1	3	4	3	ej obs	1	1	
Kors-andemad	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	1	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Kransnål sp.	4	3	3	4	3	3	1	ej obs	3	3	3	3	3	4	3	1	3	3	
Stor Kransnål	ej obs	0	0	0	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	0	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Skor Kransnål	ej obs	0	0	0	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	0	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Liden Andemad	ej obs	ej obs	3	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	3	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	1	
Art af vandhår	6	4	1	6	6	7	2	3	6	6	6	6	6	6	3	6	6	7	
Art af rørhinde	1	5	4	0	3	0	1	1	3	3	ej obs	4	0	3	3	3	ej obs	3	
Art af slimtråd	0	6	6	5	ej obs	1	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	4	4	5	ej obs	4	3	4	
Chara vulgaris var. hispida	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	
Vandstjerne sp.	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	3	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	1	ej obs	
Aks-tusindblad	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	1	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	ej obs	

Forekomst:	
0	Ej oplyst
1	Enkelte
2	Sparsom
3	Spredt
4	Jævnlig
5	Almindelig
6	Rigelig
7	Dominerende

Bilag 15 - Morfometriske data

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	

Oversigt over undersøgelser i Arreskov Sø

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

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

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

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

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

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

Andersen, F. Ø. & P. Ring, 1999: Comparison of phosphorus release from littoral and profundal sediments in a shallow, eutrophic lake. - *Hydrobiologia* 408/409: 175-183

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

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

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

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1993: Fiskebestanden i Arreskov Sø, august 1992. - Rapport 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.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 1999: Vedrørende fiskeundersøgelsen i Arreskov Sø 1999. Brev af 15. september 1999 til Fyns Amt, 5 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 2000: Vedrørende fiskeundersøgelsen i Arreskov Sø 2000. - Brev af 2. november 2000 til Fyns Amt, 5 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 2001: Vedrørende fiskeundersøgelsen i Arreskov Sø 2001. - Brev af 30. oktober 2001 til Fyns Amt, 5 s. + bilag.

Fiskeøkologisk Laboratorium, 2003: VANDMILJØovervågning: Fiskebestanden i Arreskov Sø, 2002. - Rapport til Fyns Amt, 55 s. + bilag.

- Fjerdingstad, 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. & 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 affuglelokaliteter i Fyns Amt - 1989. - Rapport, 143 s.
- Fyns Amt, 1993:** VANDMILJØovervågning: Arreskov Sø, 1992. - Rapport, 99 s.
- Fyns Amt, 1994a:** VANDMILJØovervågning: Arreskov Sø, 1993. - Rapport, 111 s.
- Fyns Amt, 1994b:** 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.
- Fyns Amt, 1999 (Hansen, K. S.):** Arreskov Sø 1998. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 102 s.
- Fyns Amt, 2000 (Hansen, K. S.):** Arreskov Sø 1999. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 86 s.
- Fyns Amt, 2001 (Hansen, K. S.):** Arreskov Sø 2000. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 91 s.
- Fyns Amt, 2002 (Hansen, K. S.):** Arreskov Sø 2001. VANDMILJØovervågning. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, 93 s.
- Hansen, S. M. B. og T. L. Lauridsen, 1988:** Projektrapport om fyto- og zooplanktonets årstidsvariation i to lavvandede søer, Kvind Sø og Arreskov Sø. Biologisk Institut, Odense Universitet.
- Jacobsen, B. A., 1994:** Bloom formation of *Gloeotrichia echinulata* and *Aphanizomenon flos-aquae* in a shallow, eutrophic, Danish lake. - Hydrobiologia 289, s. 193-197.
- Jensen, H. S. & 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. & F. Ø. Andersen, 1990: Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. - NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. C4, Miljøstyrelsen, 94 s. + databilag.

Jensen, H. S. & 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, 1999a: Arreskov Sø 1998, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 17 s. + bilag.

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

Miljøbiologisk Laboratorium, 2000: Arreskov Sø 2000, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 19 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 2002a: Arreskov Sø 2001, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 23 s. + bilag.

Miljøbiologisk Laboratorium, 2002b: Arreskov Sø 2002, Plante- og dyreplankton. Notat til Fyns Amt, 25 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. Projekttrapport. 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. Rap-
porten indeholder en status for søens miljøtilstand i
2002 og en beskrivelse af dens udvikling siden 1989,
hvor overvågningsprogrammet startede. Endvidere
vurderes søens fremtidige udviklings-
muligheder.

I Vandmiljøplanen, der blev vedtaget af Folketin-
get i 1987, blev der fastlagt nationale mål for
nedbringelse af næringsstofbelastnin-
gen af vandmiljøet, og indgået en
aftale mellem stat og amter om
en landsdækkende overvåg-
ning af vandmiljøet. Fra
1998 blev iværksat et nyt
nationalt overvågnings-
program, NOVA 2003,
med større vægt på
overvågning af bl.a.
miljøfremmede stof-
fer. Hvert år udarbej-
der amterne rappor-
ter over resultaterne
af overvågningen.
Samtidig hermed er
amterne efter lovgiv-
ningen myndighed for
miljøovervågning og -plan-
lægning. Amterne udarbejder
regionplaner, hvor målsætninger
for vandmiljøets kvalitet fastsættes,
og gennemfører en regional overvågning
for at kunne vurdere om de fastlagte målsæt-
ninger bliver opfyldt.

