



Ju

Arresø tilstand og udvikling 1996



 **VANDMILJØ**
overvågning

Vandmiljøovervågning nr. 34

Løbenr.: 80

1997

Eksemplar nr.: 1/1

Titel: Arresø, - tilstand og udvikling 1996

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 34

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik og Miljø
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 1997

Rapport og grafik: Frederiksborg Amt
Hella Utoft Rasmussen
Bodil Aavad Jacobsen
Ruth Sthen Hansen

Forsidefoto: Peter B. Jørgensen.
Arresø

Tryk: Hillerød Bogtrykkeri + Offset og
Frederiksborg Amt

Oplag: 200 stk

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-129-1

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

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

Pris: 50 kr.

Arresø
tilstand og udvikling
1996

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	1
1. Sammenfatning	3
2. Arresø og det topografiske opland	5
3. Vandkvalitetsplaner	9
4. Meteorologiske og hydrologiske forhold	11
5. Tilstand og udvikling	13
5.1 Vandbalance	13
5.3 Næringsstofbalancer	17
5.4 Næringsstofbalancer 1976-1996	20
6. Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser	22
7. Biologiske undersøgelser	28
7.1 Fiskeundersøgelse	28
7.1.1 Fiskebestandens størrelse og status i Arresø 1996	30
7.1.2 Fiskebestandens udvikling i Arresø 1922-1996	32
7.2 Plankton	34
7.2.1 Planteplankton	34
7.2.2 Dyreplankton	37
8. Udvikling i Arresøs miljøtilstand	41
8.1 Udvikling 1989-96	41
8.2 Fremtidig miljøtilstand	43
Bilag	49

Forord

Frederiksborg Amt fører i henhold til Vandmiljøplanens Overvågningsprogram et intensivt tilsyn med søerne Arresø, Bastrup Sø og Fuglesø.

“Arresø 1996. Tilstand og udvikling” - er rapporteringen af resultaterne af Vandmiljøplanens overvågningsprogram i Frederiksborg Amt 1996.

Rapporten beskriver tilstanden i 1996 samt udviklingen fra da Vandmiljøplanens Overvågningsprogram trådte i kraft i 1989.

Temaet for rapporteringen af 1996 data er “Ferskvand”, hvilket skal tjene til at få et mere dækkende billede af de danske søers tilstand. I den forbindelse inddrages også måleresultater fra perioden før 1989 i en vurdering af søernes udvikling.

1	1. Sammenfatning
<i>Beliggenhed</i>	Arresø ligger i det nordvestlige hjørne af Frederiksborg Amt øst for Frederiksværk.
<i>Morfologi</i>	Søen er Danmarks største med et areal på 3987 ha (39,87 km ²) og er relativt lavvandet. Gennemsnitsdybden er 3,1 m og den maksimale dybde er 5,9 meter, beregnet ud fra vandspejl i kote 3,97 m. Søens vandvolumen er opgjort til 122,75 mio. m ³ /10/.
<i>Opland</i>	Søens topografiske opland er på 216 km ² og består overvejende af landbrugsområder.
<i>Opholdstid</i>	Baseret på målinger af de fraførte vandmængder incl. fordamning var opholdstiden 3,4 år. I sommerhalvåret (1. maj - 30. sep.) var opholdstiden en smule kortere - 2,2 år.
<i>Fosforbalance</i>	Der blev tilført ialt 5,53 ton fosfor til Arresø, mens der blev fraført 2,06 ton. Med andre ord skete der en nettotilbageholdelse i søen på 3,48 ton fosfor. Dermed brydes mønstret, hvor Arresø ellers siden 1991 har aflastet sin interne fosforpulje.
<i>Kvælstofbalance</i>	Der blev tilført ialt 173 ton kvælstof til søen, mens fraførslen var på 21 ton. Dette giver en tilbageholdelse på ca. 88 %.
<i>Temperatur og ilt</i>	I forbindelse med isdække i februar måned blev der konstateret et iltspringlag. Også i august måned er der konstateret iltspringlag nær bunden. Der er ikke på noget tidspunkt konstateret iltsvind ved bunden.
<i>Fosforkoncentration</i>	Den tidsvægtede årsmiddelkoncentration af totalfosfor var 0,21 mg P/l. Den tidsvægtede sommermiddelkoncentration var 0,2 mg P/l. Koncentrationen af uorganisk opløst fosfor ligger i hele 1996 på et meget lavt niveau.
<i>Kvælstofkoncentration</i>	Den tidsvægtede årsmiddelkoncentration af totalkvælstof var 2,26 mg N/l og i sommerhalvåret var gennemsnittet 1,96 mg N/l. Koncentrationen af opløst uorganisk kvælstof er i ligesom for opløst uorganisk fosfor, meget lav i hele 1996 på nær årets sidste måneder, hvor der igen findes organisk kvælstof i vandet.
<i>Resuspension</i>	Der opretholdes høje planteplanktonbiomasser samtidig med, at koncentrationerne af uorganisk kvælstof og fosfor til stighed ligger lavt. Dette skyldes, at der i forbindelse med resuspensionen er en stor fluks af næringsstoffer fra dødt partikulært stof til planteplanktonet. Optagelsen af de reminerali-

1. SAMMENFATNING

serede næringsstoffer er så hurtig, at remineraliseringen aldrig resulterer i forhøjede værdier af uorganisk kvælstof og fosfor i vandfasen. Det må være forklaringen på, at der kan opretholdes meget høje planteplanktonbiomasser i et miljø med vedvarende lave koncentrationer af plantetilgængelige næringsstoffer /5/.

Planteplankton

Planteplanktonet i Arresø er fattigt og domineret af arter, der er karakteristiske for næringsrige søer. Den tidsvægtede gennemsnitsbiomasse for perioden april-oktober var 12 mm³/l og for sommerperioden (maj-september) 13 mm³/l. Det tidsvægtede årsgennemsnit af koncentrationen af klorofyl a var 224 µg kl. a./l og sommergennemsnittet var 165 µg kl. a./l /1/.

Sigtdybde

Årsmiddel sigtdybden og sommermiddel sigtdybden var hhv. 0,45 m og 0,46 m.

Dyreplankton

Den gennemsnitlige tidsvægtede biomasse af dyreplankton for perioden april-oktober var 5,2 mg våd vægt/l, i sommerperioden (maj-september) var gennemsnittet 5,7 mg våd vægt/l. Det meste af året var dyreplanktonet domineret af cladocerer /1/.

Udvikling 1989-96

Der er i perioden 1985-96 sket et signifikant fald i fosforkoncentrationen i Arresø. Fosforkoncentrationen er dog stadig høj og medvirker til en kraftig algeudvikling i søen. Faldet i fosforkoncentrationen har endnu ikke resulteret i et tilsvarende fald i koncentrationen af klorofyl a og en deraf følgende øget sigtdybde.

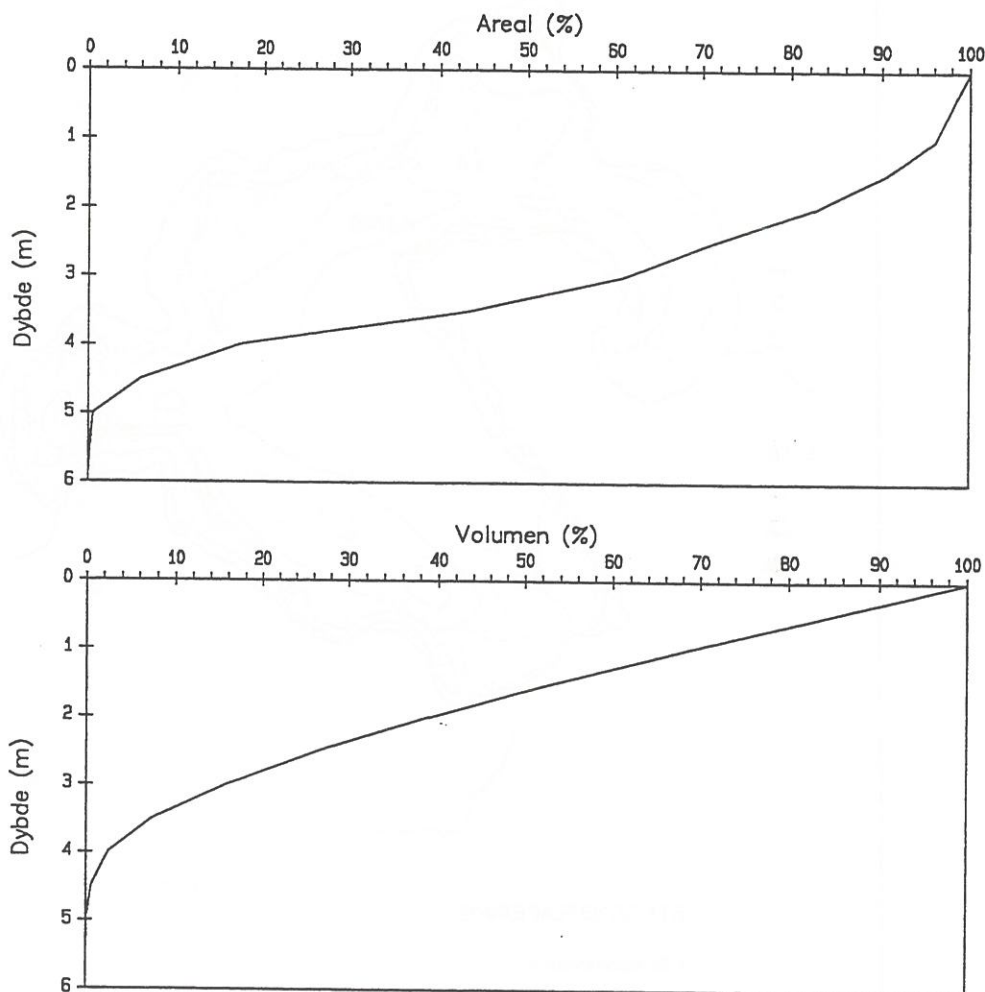
Fremtidig udvikling

Simple modelberegninger viser, at Arresø med en reduceret fosforbelastning vil kunne øge sin sigtdybde. Det vurderes imidlertid at simple modelberegninger ikke kan anvendes på Arresø. Den store lavvandede sø er i betydelig grad præget af resuspension. Dette betyder, at koncentrationen af næringssalte og klorofyl a samt sigtdybde i høj grad er afhængige af vindforholdene.

2. Arresø og det topografiske opland

Beliggenhed og morfometri

Arresø ligger i den nordvestlige del af Frederiksborg Amt øst for Frederiksværk. Søen er med et areal på 39,87 km² Danmarks største sø. Den er relativt lavvandet med en gennemsnitsdybde på 3,1 m og en maksimal dybde på 5,90 m, se dybdekort figur 2.3, side 6. Rumfanget er 122,75 mio. m³. Alle værdier er gældende ved vandspejlskote 3,97 m o. DDN /10/, bilag 2.1.

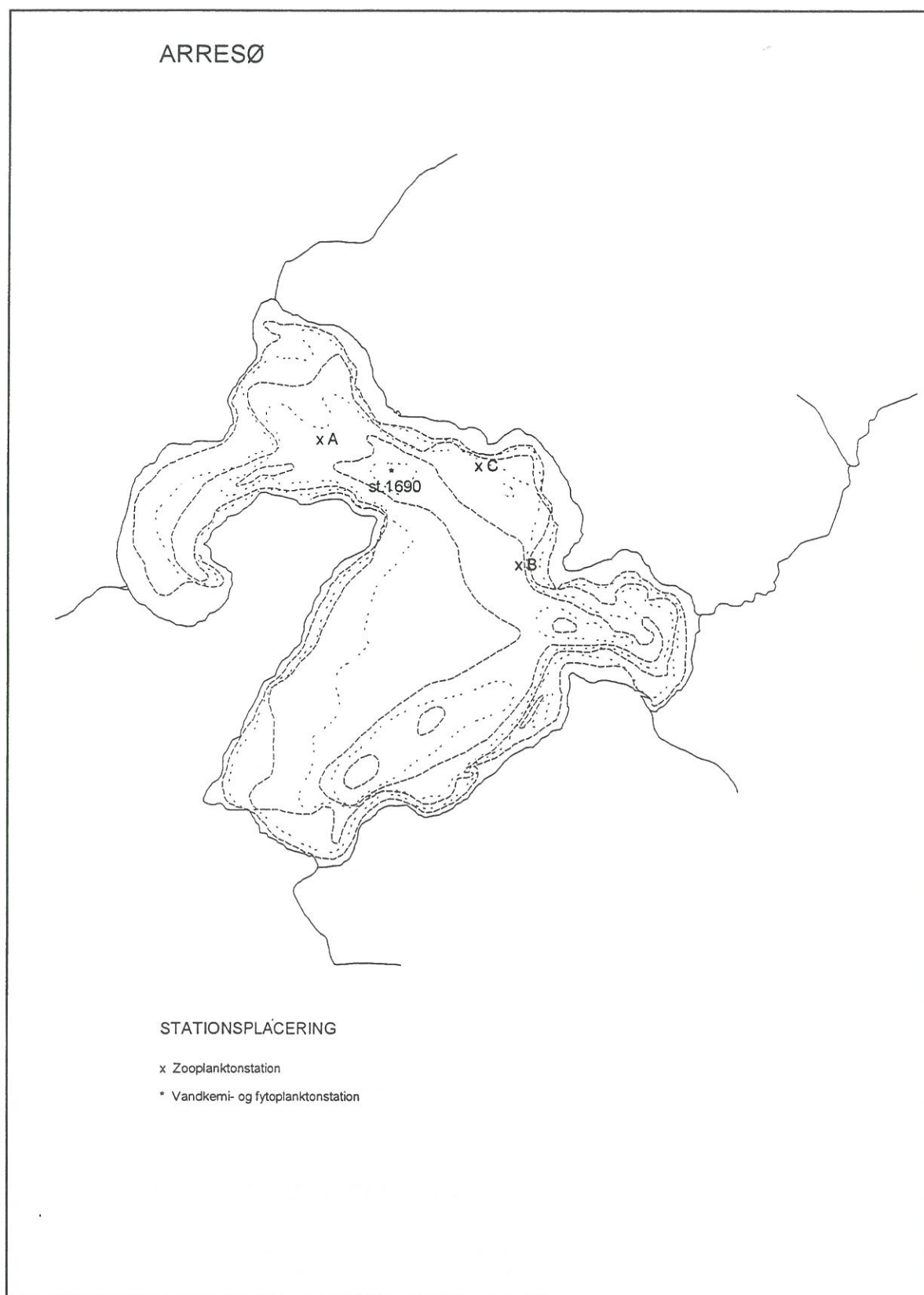
Hypsograf og volumenkurve

Figur 2.1: Areal- og volumenhyposgraf for Arresø, angivet ved vandspejlskote 3,97 m o. DNN. Data efter (Høy, 1995).

Opland

Det topografiske opland til Arresø er ialt 216 km² (excl. søen), som hovedsaglig består af landbrugsområder. De største byer i oplandet er Hillerød og Helsingø, bilag 2.2.

2. ARRESØ OG DET TOPOGRAFISKE OPLAND



Figur 2.3: Kort med angivelse af målestationer i Arresø /10/.

2. ARRESØ OG DET TOPOGRAFISKE OPLAND

Tilløb

163 km² af de ialt 216 km² opland afvandes til søen via de 4 største vandløb:

- Pøle Å (opland: 104 km²), der udover store landbrugs- og skovområder, afvander en række bysamfund, hvoriblandt særligt Hillerød og Helsingør har betydning.
- Æbelholt Å (opland: 18 km²), der afvander landbrugsarealer. I oplandet indgår enkelte småbebyggelser.
- Lyngby Å (opland: 19 km²), der afvander landbrugsarealer med enkelte mindre bysamfund. Vandet fra åen pumpes op i Arresø.
- Ramløse Å (opland: 27 km²), der afvander landbrugs-, skov- og moseområder. Afstrømningen herfra tilledes diffust eller via mindre vandløb/grøfter.

I de 4 store tilløb foretages der løbende målinger af vandføring og stoftransport. De resterende 48 km² af oplandet afvandes til søen via en række mindre vandløb og grøfter, hvori der ikke måles vandføring og stoftransport.

Afløb

Arresø har afløb til Roskilde Fjord gennem Arresø Kanal i Frederiksværk, hvori der løbende måles vandføring og stoftransport. Afløbet har i de sidste ca. 240 år været reguleret med henblik på at styre vandstanden i søen. Idag er afløbskoten for vandspejlet i søen fastsat til 3,97 m o. DNN. I tørre, nedbørsfattige somre kan vandspejlskoten dog komme langt under den fastsatte afløbskote.

2. ARRESØ OG DET TOPOGRAFISKE OPLAND

3. Vandkvalitetsplaner

Målsætning

Arresø er i "Vandområdeplan for Arresø og opland"/6/ målsat med generel målsætning. Den generelle målsætning indebærer, at fosforbelastningen skal ned på et meget lavt niveau, og at sigtddybden skal være mindst 1 m.

Kvalitetskrav

Efter reduktion af fosfor belastningen til 6 ton pr. år viser beregninger, at sigtddybden i løbet af 20 - 25 år vil stige til mere end 0,8 meter og at fosforkoncentrationen i søvandet ikke vil overstige 0,06 - 0,07 mg P/l.

Indsats: spildevand

Der skal ske en begrænsning i udledningen af fosfor. Dette sker ved at stille krav til bl.a. renseanlæg. For de 6 største anlæg opnås den bedste rensning for fosfor med kemisk fældning efterfulgt af filtrering. Dette vedrører anlæggene i Helsingø, Tisvilde, Vejby, Kagerup, Hillerød og Gadevang. Ved de mindre anlæg etableres nye mekaniske

KILDE	Forventet belastning i 1996 efter gældende plan ton P	Forventet belastning i 2000 med supplerende indgreb ton P
Renseanlæg	5,9	3,3
Regnvandsbetingede udløb	1,0	1,25
Enkeltudledere	1,45	1,0
Gårdbidrag	0,2	0,2
Bred- og brinkerrosion i vandløb	0,8	0,5
Skove etc.	0,25	0,25
Dyrkede arealer incl. vinderosion	4,9	2,0
Atmosfærisk bidrag	0,6	0,6
Tilbageholdelse i vandområder	0	-3,15
Samlet belastning	15,0	5,95

Tabel 3.1: Fosforbelastning i ton fosfor/år til Arresø før og efter de supplerende indgreb.

3. VANDKVALITETSPLANER

anlæg med fosforfældning. For to anlægs vedkommende er der tale om udbygning med biologisk rensning og etablering af biologiske sandfiltre eller andre foranstaltninger for at opnå større fosforfjernelse. I tabel 3.1 er vist status for fosforbelastningen af Arresø fra spildevand. Endvidere er vist den fosformængde, der kan udledes til søen, hvis den skal opfylde en generel målsætning.

Totalt set skal spildevandsbelastningen af Arresø nedbringes til ca. 6 tons fosfor pr. år, som er forudsætningen for at kunne opfylde den generelle målsætning.

SFL-områder

Frederiksborg Amt har udpeget en række Særligt Følsomme Landbrugsområder, SFL-områder/8/. Næringsstofbelastningen fra landbruget er især forsøgt nedbragt fra jordbrugsforanstaltninger. I oplandet til Arresø har amtet udpeget et 150 meter bredt SFL-område omkring søen samt på skrånende arealer ned til de vandløb, der løber til søen. Fra disse arealer er det vigtigt at mindske overfladeafstrømningen af fosfor, og det sker meget effektivt ved etablering af vedvarende græs. Landbrugets belastning til Arresø forventes på denne måde nedbragt til 4,9 tons fosfor pr. ha pr. år i 1991 til 2 tons fosfor pr. ha pr. år i 2000.

I 1997 vil amtet øge indsatsen for at landmændene i oplandet til Arresø informeres om støttemuligheder til vedvarende græsningsarealer, nedsat kvælstofforbrug, sprøjtefri dyrkning, etablering af våde enge m.m. Ordningerne administreres af amtet og medfinansieres af EU. Derjodover kan der opnås støtte til økologisk jordbrug. Støtten til denne driftsform administreres af staten.

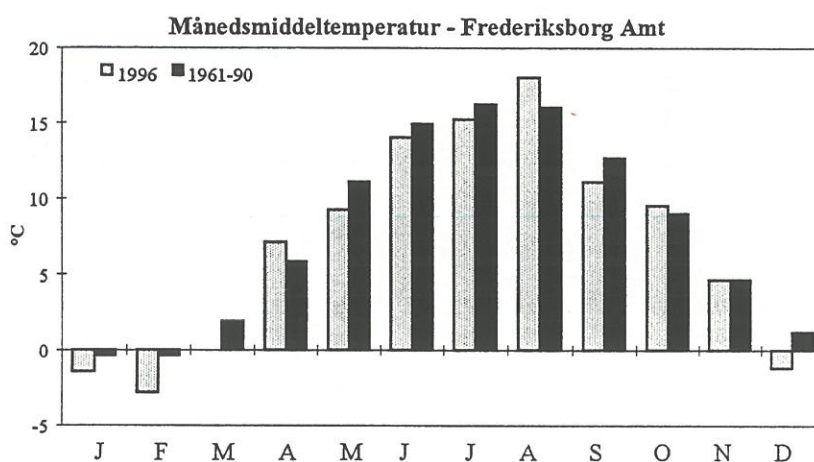
4. Meteorologiske og hydrologiske forhold

De klimatiske forhold har stor betydning for en søs miljøtilstand, idet de bl.a. er bestemmende for søens omrøringsforhold og vandtemperatur samt for ferskvandsafstrømningen og stoftilførslen til søen.

I det følgende gives en kort præsentation af temperatur- og nedbørsforhold i Frederiksborg Amt i 1996 sammenlignet med normalen for perioden 1961-90 samt af afstrømningsforholdene i et udvalgt vandløbssystem.

Lufttemperatur

Månedsmiddeltemperaturen målt ved Flyvestation Værløse er afbildet i figur 4.1 sammen med de tilsvarende værdier for perioden 1961-90.



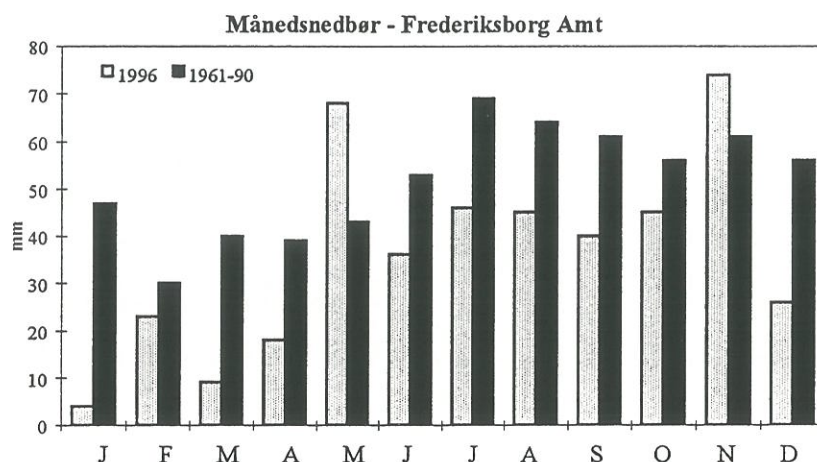
Figur 4.1 Månedsmiddeltemperatur for 1996 og 1961-90 målt ved Flyvestation Værløse.

Temperaturgennemsnittet for 1996 (6,9 °C) var over 1 grad lavere end middeltemperaturen for normalperioden (8,1 °C). 1996 adskilte sig især ved betydeligt lavere temperaturer end normalen i begyndelsen af året. Middeltemperaturen i marts var 0 °C, og kan derfor ikke ses på kurven. Temperaturudviklingen afveg fra normalen, således at det maksimale månedsgennemsnit i 1996 fandtes i august, og ikke som normalt i juli. December måned 1996 var desuden væsentlig koldere end normalt.

Nedbør

Månedsmidler for nedbøren i 1996 samt for perioden 1961-90 er afbildet i figur 4.2.

4. METEOROLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD



Figur 4.2 Nedbør i Frederiksborg Amt. Månedsværdier for 1996 samt normalværdier for perioden 1961-90 (Danmarks Meteorologiske Institut).

Årsnedbøren i 1996 var 434 mm, hvilket er 30% lavere end årsgennemsnittet for perioden 1961-90 (619 mm). Bortset fra maj og november var alle måneder i 1996 mere nedbørsfattige end i normalperioden. Specielt havde månederne januar, marts, april og december meget lidt nedbør, mere end 50% under normalen.

Ferskvandsafstrømning

Den arealspecifikke afstrømning kan for hele oplandet til Arresø beregnes til 3,00 l/s/km²/2/, hvilket svarer til 42 % af afstrømningen i 1995. Den ringe afstrømning er en afspejling af de små nedbørsmængder i 1996.

Konklusion

De klimatiske forhold var i 1996 kendetegnet ved en relativt lav gennemsnitstemperatur forårsaget af en kold vinter, samt af lave nedbørsmængder, specielt i begyndelsen af året. De lave nedbørsmængder gav sig udslag i ekstremt lave afstrømningstal på under halvdelen af normalen.

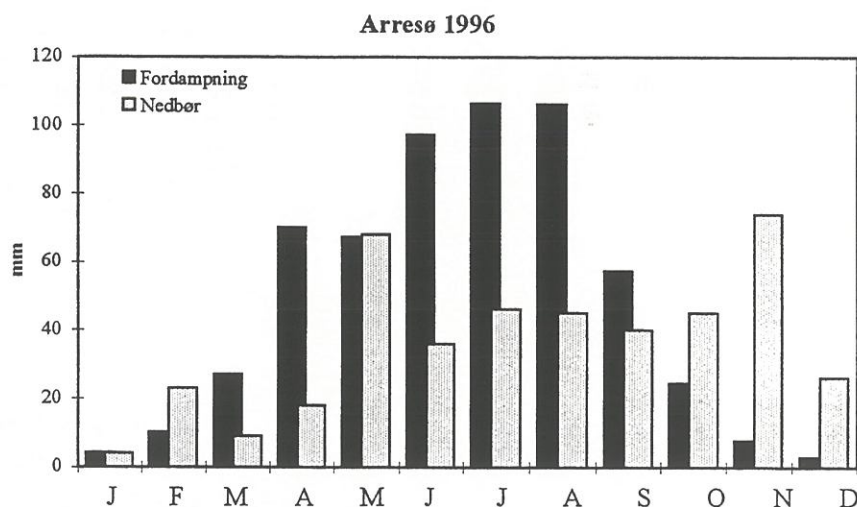
5. Tilstand og udvikling

Der er opstillet vand- og stofbalancer for årene (1976)1989-96 baseret på kontinuerlige registreringer af vandføringerne i Æbelholt Å, Lyngby Å, Ramløse Å og Pøle Å, der tilsammen udgør ca. 60 % af det samlede opland til Arresø, bilag 5.5. Stofbidraget til søen fra arealer nedstrøms målestationerne samt arealerne udenfor de større tilløb er opgjort ved at benytte vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer fra målte oplande, som er sammenlignelige med hensyn til arealanvendelse med mere, multipliceret med middelfastrømningen. Hertil lægges bidrag fra punktkilder i det umålte opland. Der henvises til: "Notat fra en arbejdsgruppe om beregning af den diffuse tilførsel af total N og total P fra umålte oplande i overvågningsprogrammet", DMU marts 1994.

Der er for 1996 benyttet vandføringsvægtede koncentrationer på 5,22 mg N/l, 0,10 mg P/l og 0,05 mg PO₄-P/l, baseret på 1996 målinger i oplandene til Æbelholt Å og Lyngby Å. Den anvendte afstrømning er sat til 2,05 l/s/km² eller 65 mm. Det umålte oplandsareal er på 85,04 km², hvilket svarer til 65 % af det målte opland.

Nedbør og fordampning

5.1 Vandbalance



Figur 5.1: Oversigt over variationen af den månedlige nedbør og fordampning ved Arresø i 1996.

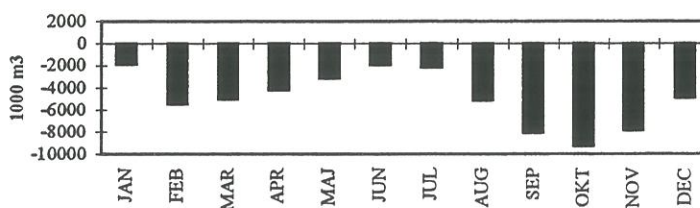
Årsnedbøren i Frederiksborg Amt var i 1996 436 mm mod 592 mm året før, mens fordampningen fra Arresø blev målt til 580 mm, svarende til at der på årsbasis har været et nedbørsunderskud på 44 mm, figur 5.1. Differencen er et udslag af den meget lille nedbørsmængde der faldt i 1996, hvor nedbørsmængden kun i månederne maj og november var over middel, figur 4.2. Middelnedbøren 1961-90 var 619 mm.

5. TILSTAND OG UDVIKLING

Vandstand og volumenændringer

Vandspejlskoten i Arresø har varieret betydeligt i 1996. Den månedlige middelvandspejlskote har varieret fra maksimum 3,94 m o.DNN i juni til minimum 3,74 m o.DNN i september og oktober. Vandspejlskoten er til en vis grad bestemt af vandindtaget på Stålvalseværket i Frederiksværk. Middelvandspejlskoten er beregnet til 3,84 m o.DNN, hvilket er hele 13 cm lavere end det fastsatte flodemål på 3,97 m o.DNN.

Vandspejlsvariationerne er årsag til store variationer i søens volumen, figur 5.2. Det bemærkes i den forbindelse, at en vandspejlsændring på 1 cm svarer til en volumenændring på ca. 400.000 m³. Det betyder, at der i en sø som Arresø, hvor vandspejlskoten kan variere meget fra sted til sted som følge af vinden, er betydelig usikkerhed på bestemmelsen af middelvandspejlskoten og dermed på søens volumen. Volumenændringen, figur 5.2, fra højeste til laveste vandspejlskote kan i 1996 beregnes til 8 mill. m³, og ved den lave sommervandstand har søens volumen været 9,2 mill. m³ mindre end ved den fastsatte kote 3,97 m.o.DDN, svarende til en volumenreduktion på knap 8 %.



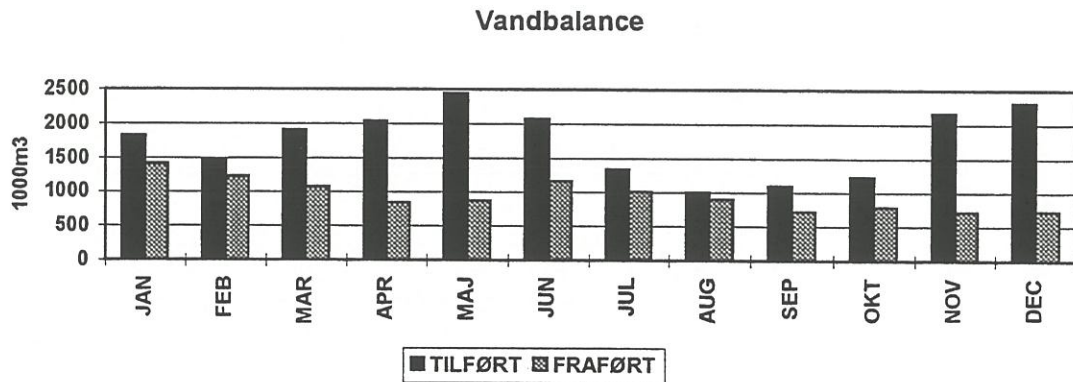
Figur 5.2: Oversigt over variation i månedlig volumenændring i Arresø 1996.

Fraløb

Arresø har afløb til Arresø Kanal, der udmunder i den nordlige del af Roskilde Fjord. Afløbet har i de sidste ca. 240 år været reguleret, og afkøbskoten er i dag fastsat til 3,97 m o.DNN. Fraførslen af vand fra Arresø blev i 1996 målt til 11.452.600 m³, mens fordampningen er beregnet til 23.140.548 m³ - ialt 34.593.148 m³.

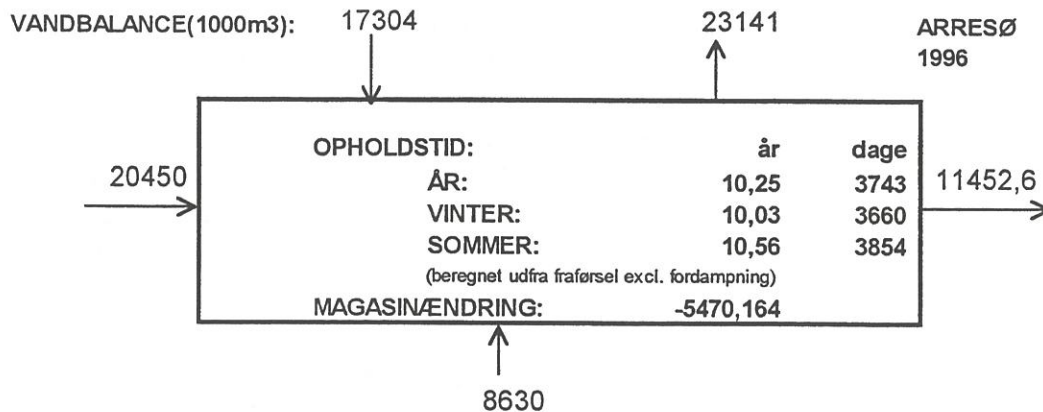
Vandbalance

Ud fra løbende målinger i tilløbene og afløbet samt løbende målinger af vandstand, nedbør og fordampning er der opstillet en detaljeret vandbalance for Arresø 1996, bilag 5.1 og 5.4.



Figur 5.3: Variation i den månedlige nettotransport af vand til og fra Arresø, 1996.

Figur 5.3 præsenterer variationen i de samlede tilførte vandmængder inklusive nedbør samt de vandmængder der forlader søen via afløbet og som fordampning på månedsbasis. Figur 5.4 viser en oversigt over vandbalance og opholdstider for Arresø 1996. En opgørelse over samtlige målte og beregnede værdier for til- og fraførsler, nedbør og fordampning på månedsbasis findes i bilag 5.1.



Figur 5.4: Vandbalance og opholdstider for Arresø, 1996. Tallene ved pilene angiver 1000 m³ vand.

I /5/ blev det vurderet, at udveksling af vand mellem Arresø og grundvandet ikke havde nogen stor betydning. De 8,6 millioner m³, der i følge beregningerne skulle sive ind fra grundvandet i 1996 må derfor til dels tilskrives usikkerhed på bestemmelsen af de øvrige til- og fraførte vandmængder.

5. TILSTAND OG UDVIKLING

Opholdstid

År	Årsgennemsnit	Sommergennemsnit	Max.	Min.
1989	4,9	6,1	7,2 (jul)	2,6 (jan)
1990	3,8	4,7	5,3 (sep)	1,7 (feb)
1991	2,4	2,4	4,5 (sep)	1,4 (jan)
1992	2,9	5,2	7,9 (okt)	1,2 (feb)
1993	3,5	8,4	9,8 (maj)	1,5 (jan)
1994	1,9	5,4	7,6 (aug)	0,8 (mar)
1995	2,2	4,8	9,6 (sep)	0,7 (feb)
1996	10,25 (3,4)	10,56 (2,2)	13,44 (dec) (11,8 (dec))	7,10 (jan) (1,9 (aug))

Tabel 5.1: *Oversigt over variationen af vandets teoretiske års- og sommermiddelopholdstid (år) i Arresø 1989-1996, beregnet på grundlag af vandtransporten ud af søen, tallene i parentes for 1996 angiver opholdstiden beregnet på grundlag af fraført vand inklusive fordampning..*

Den teoretiske opholdstid har i 1996 været 10,25 år på årsbasis, mens opholdstiden i sommerperioden (maj-september) er beregnet til 10,56 år. Tabel 5.1 indeholder en oversigt over variationen af års- og sommermiddelopholdstiden i perioden 1989-1996. Bemærk at opholdstiden i 1996 også er beregnet med fraført vand inklusive fordampning, hvor den i perioden 1989-1995 er beregnet med fraført vand eksklusiv fordampning. Opholdstiden i 1996 beregnet med fraført vand inklusive fordampning er indsat i parentes. Det ses, at beregningsresultaterne på grund af Arresø's store fordampningsareal er vidt forskellige. Desuden skal bemærkes at opholdstiden er meget følsom over for variationen i nedbør og dermed afstrømning fra oplandet.

De korteste opholdstider i perioden 1989-1995 er alle registreret i årets første to(tre) måneder. Bemærk at for beregningen, hvor der tages hensyn til fordampningen findes den korteste opholdstid i august måned, hvor fordampningen er størst, mens mængden af til- og fraført vand er næsten ens.

Når der i beregning af opholdstid ses bort fra fordampning får Arresø i 1996 en meget lang opholdstid på grund af den ringe afstrømning i 1996.

5. TILSTAND OG UDVIKLING

Der er stor spredning på tidspunktet for den længste opholdstid, som dog fortrinsvis er registreret sidst på sommeren.

5.3 Næringsstofbalancer

Oplandet

For perioden (1976)1989-1996 er der opstillet massebalancer for kvælstof og fosfor baseret på daglige registreringer af vandføringen i tilløbene og afløbet samt 26 årlige målinger af stofkoncentrationerne, bilag 5.5. Beregningerne er udført efter C-interpolationsmetoden. Bidraget fra arealer nedstrøms målestationerne samt arealer udenfor de større tilløb er opgjort ved at benytte arealkoefficienter fra målte oplande, der er sammenlignelige med hensyn til arealanvendelse.

Atmosfærisk bidrag

Det atmosfæriske bidrag på søoverfladen er anslået til 20 kg N/ha og 0,15 kg P/ha /11, 12/.

Fosfor

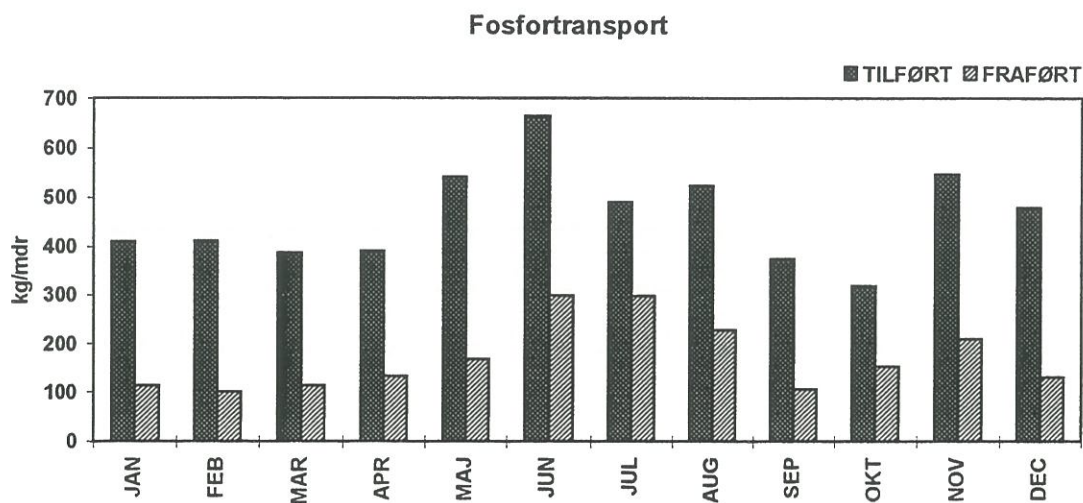
Der blev i 1996 tilført i alt 5,5 tons fosfor til Arresø, tabel 5.2, bilag 5.2 og 5.4.

Måned	Tilført (ton)	Fraført (ton)	Difference (ton)
Januar	0,4099	0,1144	0,2955
Februar	0,4108	0,1008	0,31
Marts	0,3874	0,1142	0,2732
April	0,3911	0,1341	0,257
Maj	0,5415	0,1678	0,3737
Juni	0,6642	0,2988	0,3654
Juli	0,4898	0,298	0,1918
August	0,5225	0,2274	0,2951
September	0,3723	0,1058	0,2665
Oktober	0,3182	0,1522	0,166
November	0,5467	0,2095	0,3372
December	0,4785	0,1317	0,3468
Ialt	5,5329	2,0547	3,4782

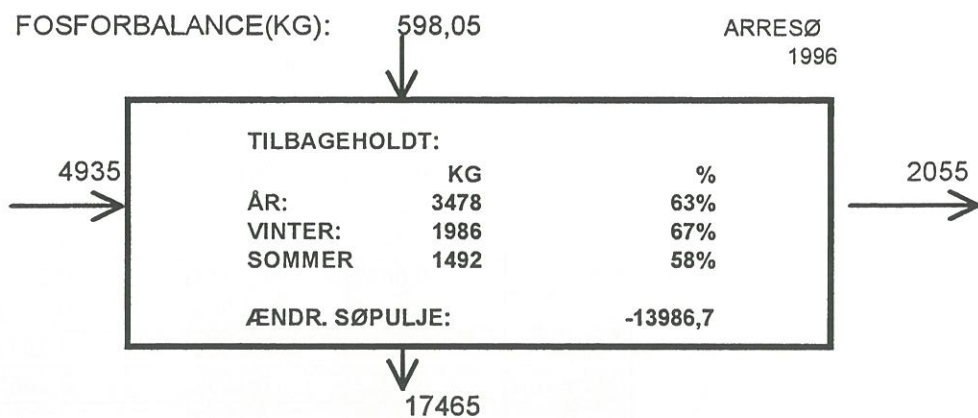
Tabel 5.2: Månedlige til- og fraførsler af fosfor i 1996, incl. atmosfærisk deposition.

Det fremgår, at den fosforafkastning der har fundet sted siden 1991, i 1996 er afløst af en tilbageholdelse på 3,5 tons

5. TILSTAND OG UDVIKLING



Figur 5.5: Til- og fraførte fosformængder, Arresø 1996.



Figur 5.6: Fosforbalance for Arresø 1996.

En oversigt over Arresøs fosforbalance i 1996 er givet i figur 5.6 og kildeopsplitningen i bilag 5.4. I bilag 5.2 findes detaljerede balancer på månedsbasis.

Der ses en sammenhæng mellem tilførslen af vand og tilførslen af fosfor. Således er månederne maj og november forholdsvis nedbørsrige med en deraf følgende øget afstrømning.

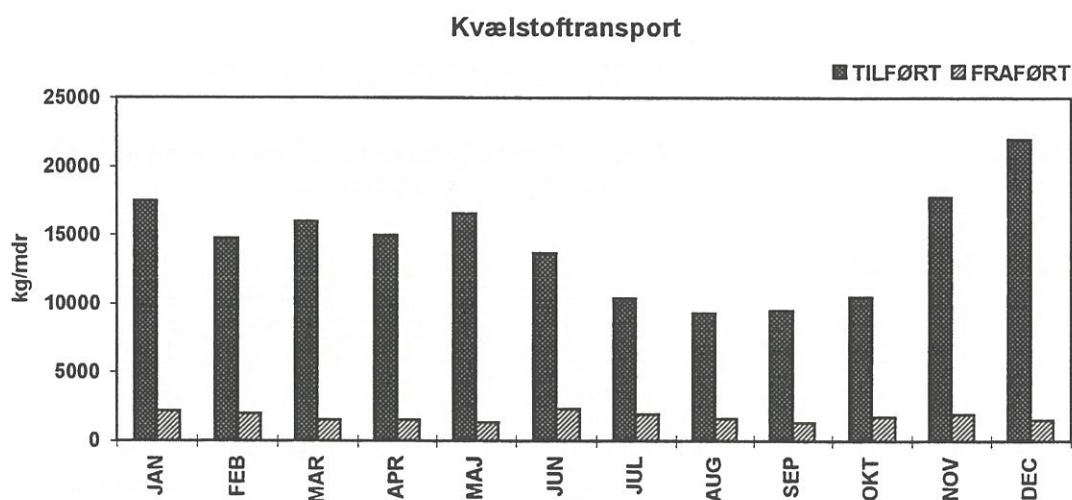
Kvælstof

Der blev i 1996 tilført i alt 173 tons kvælstof til Arresø, tabel 5.3, bilag 5.3 og 5.4.

5. TILSTAND OG UDVIKLING

Måned	Tilført (ton)	Fraført (ton)	Difference (ton)
Januar	17,488	2,167	15,321
Februar	14,727	1,997	12,73
Marts	15,999	1,516	14,483
April	14,968	1,51	13,458
Maj	16,579	1,307	15,272
Juni	13,676	2,315	11,361
Juli	10,402	1,979	8,423
August	9,32	1,583	7,737
September	9,487	1,341	8,146
Oktober	10,481	1,783	8,698
November	17,766	1,983	15,783
December	22,021	1,52	20,501
Ialt	172,914	21,001	151,913

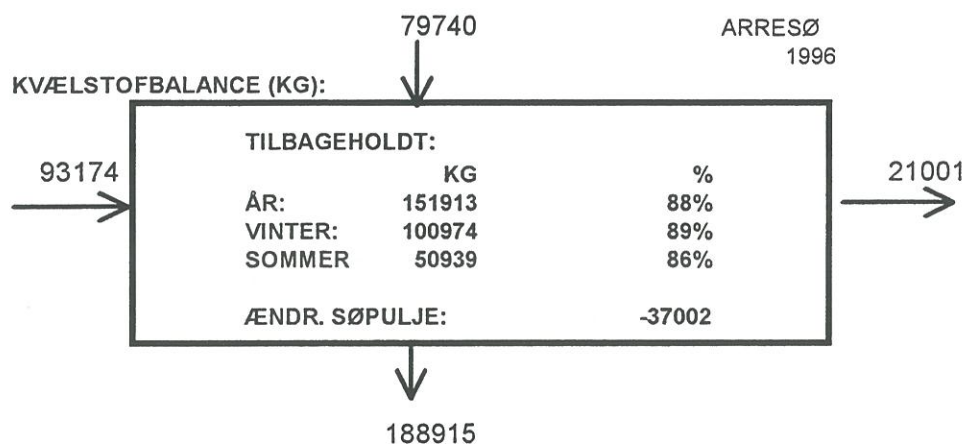
Tabel 5.3: Månedlige til- og fraførsler af kvælstof i 1996, incl. atmosfærisk deposition.



Figur 5.7: Til- og fraførte kvælstofmængder i Arresø 1996.

Af figur 5.7 fremgår det, at der er en stor tilbageholdelse af kvælstof i søen, næsten 152 tons, svarende til 88% af det tilførte. Tilbageholdelsen sker ved sedimentation og denitrifikation.

5. TILSTAND OG UDVIKLING



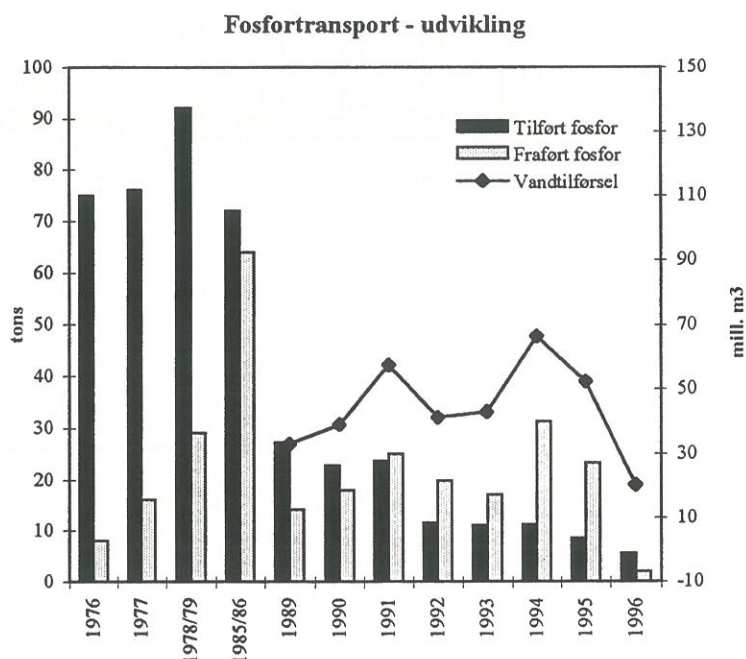
Figur 5.8: Kvælstofbalance for Arresø 1996.

En oversigt over Arresøs kvælstofbalance i 1996 er givet i figur 5.8 og kildeopsplitningen i bilag 5.4. I bilag 5.3 findes også detaljerede balancer på månedsbasis.

5.4 Næringsstofbalancer 1976-1996.

Fosfor

Figur 5.9 viser variationen af transporten af fosfor til og fra Arresø i perioden 1976-1996.



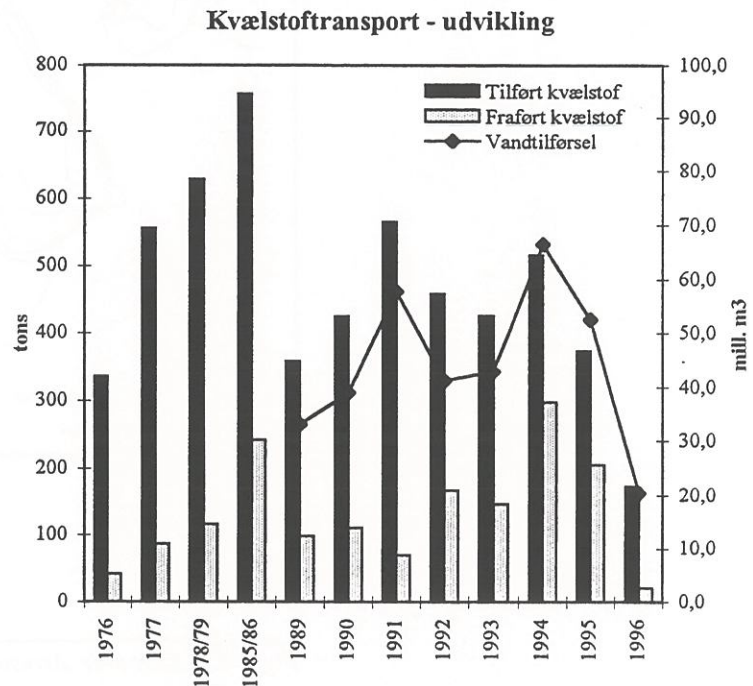
Figur 5.9: Udvikling i til- og fraførsel af fosfor samt vandtilførslen til Arresø 1976-1996.

5. TILSTAND OG UDVIKLING

Der er ofret store midler på at rense spildevandet for fosfor. Den mængde fosfor, der kommer til søen fra spildevand er reduceret med knap 23 tons siden 1989. Dette har resulteret i, at Arresø har aflastet fosfor i perioden 1991-1995. At der ikke skete fosforaflastning i 1996 kan tildels skyldes, at man søger at ophobe vand i Arresø i 1996, idet vandspejlskoten i løbet af 1995 er kommet godt under det fastsatte flodemål på 3,97 m o.DNN.

Kvælstof

For kvælstof er der sket en reduktion i tilførslen via spildevand, mens de øvrige kilder stort set er uændrede. Nedgangen i tilledningen vedrørende spredt bebyggelse vurderes ikke at være reel, men skyldes kommunernes varierende registreringspolitik, bilag 5.5. På baggrund af ovenstående vil det ikke være at forvente, at der er sket nogen udvikling i søkoncentrationen, dette også fordi der alle årene har været en betydelig retention + denitrifikation. De udsving i tilførslen, der fremgår af figur 5.10, skyldes for en stor del variationer i nedbøren mellem de enkelte år.



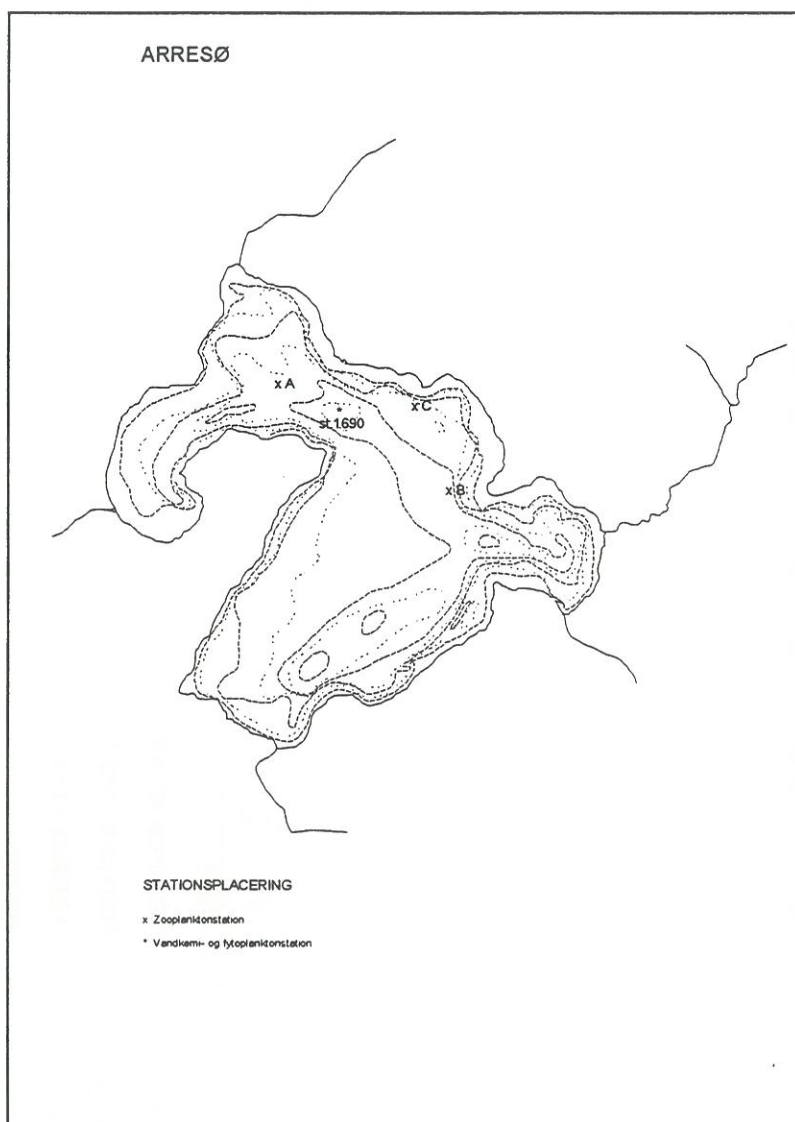
Figur 5.10: Udvikling i til- og fraførsel af kvælstof samt vandtilførsel til Arresø 1976-1996.

Konklusion

Næringssaltbelastningen er præget af at afstrømningen var meget ringe i 1996. Fosfor- og kvælstoftilførslerne var de hidtil laveste i perioden 1976-1996. Udviklingen 1991-1995 hvor Arresø aflastede fosfor blev brudt i 1996, hvor søen igen tilbageholdt fosfor.

6. Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser

De fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser er beskrevet på grundlag af 19 prøvetagningstogter. Figur 6.1 viser beliggenheden af prøvetagningsstationerne.



Figur 6.1: Kort over Arresø med indtegnede prøvetagningsstationer /10/.

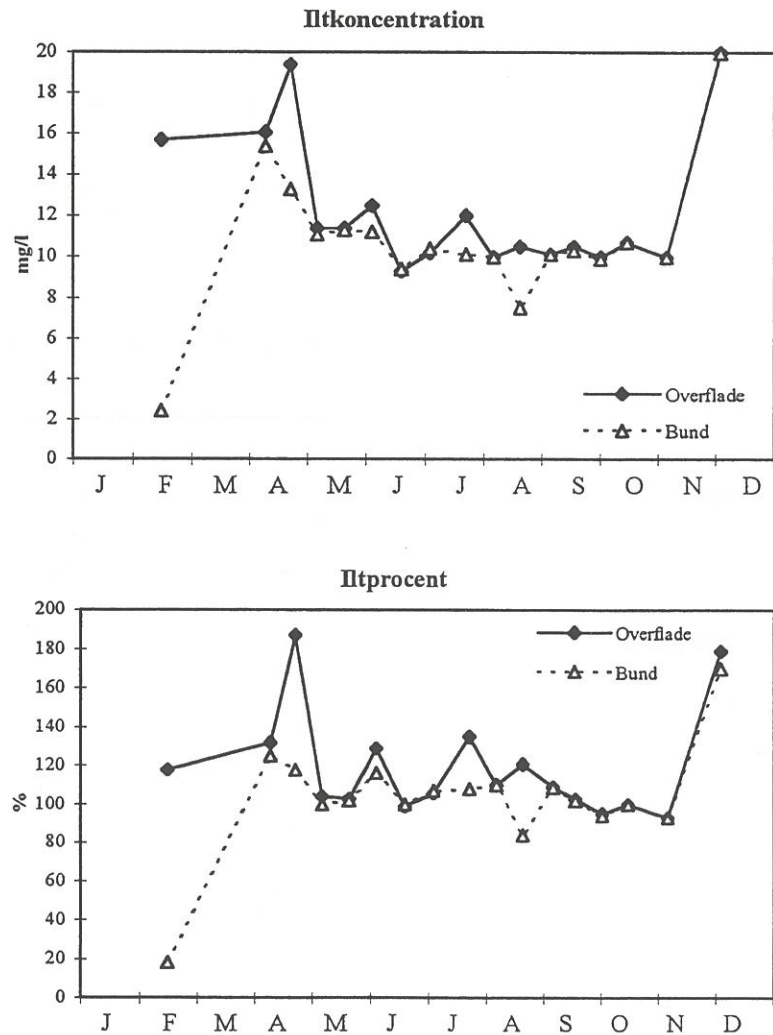
Målinger af ilt, temperatur og pH er foretaget på station 1690. Vanddybden på denne station er ca. 4,5 m. Prøverne til vandkemiske undersøgelser er udtaget på samme station. En oversigt over samtlige måleresultater findes i bilag 6.1 og 6.2.

Ilt

Iltkoncentrationen på station 1690 var høj i 1996, i overfladen såvel som ved bunden, figur 6.1-6.2. Kun ved målingen under

6. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD I DE FRIE VANDMASSER

isen i februar måned er der konstateret tendens til iltsvind ved bunden. I overfladen varierede iltmætningen hele året mellem 93% og 179 % i overfladen og (18%) 84% og 170 % ved bunden. I april og august indtræffer den største forskel i iltkoncentration mellem top og bund når der ses bort fra is-



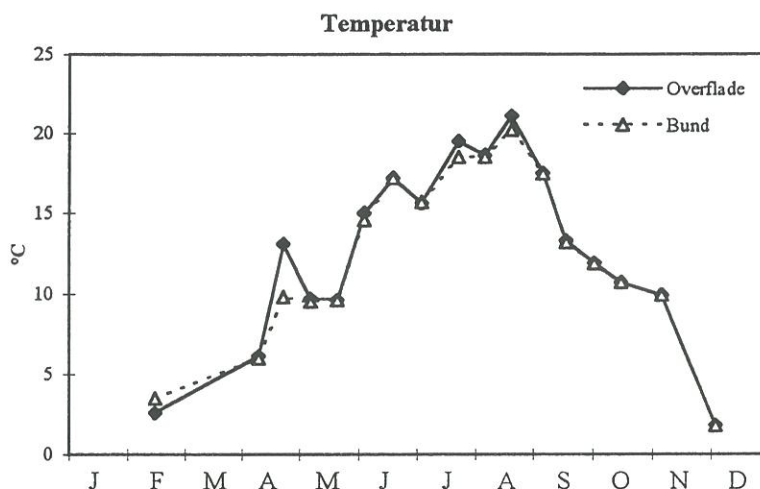
Figur 6.2: Iltmålinger i Arresø, 1996.

dækningshændelsen. På disse tidspunkter var iltkoncentrationen i overfladen henholdsvis 19,4 mg/l og 10,5 mg/l, mens den var 12,9 mg/l og 7,5 mg/l i bundvandet, figur 6.2.

Arresøs størrelse og høje grad af vindeksponering bevirker, at søens vand altid er fuldt opblandet. Sommerens opvarmning af vandmasserne giver aldrig anledning til lagdeling. Der er af den grund aldrig observeret iltsvind i de bundnære vandmasser, bilag 6.1.

6. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD I DE FRIE VANDMASSER

Temperatur



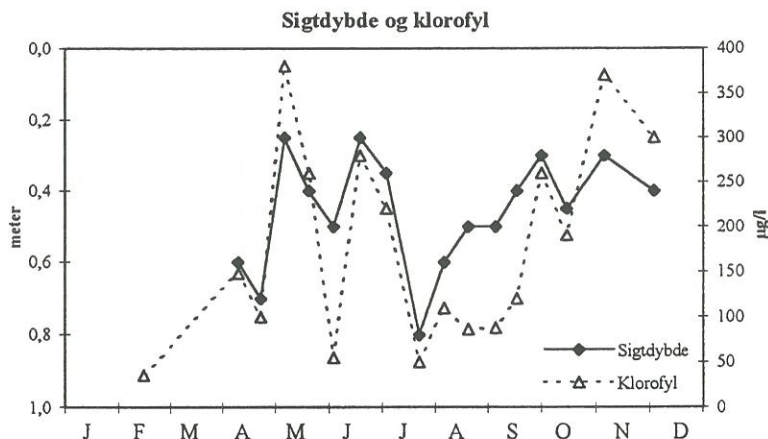
Figur 6.3: Variation i temperatur i Arresø, 1996.

Bortset fra en måling i april måned, var temperaturforskellen mellem overfladen og bunden under 1 grad, figur 6.3. I april var forskellen 3,6 grader.

pH

Der blev i 1996 målt pH-værdier i overfladen mellem 8,4 og 9,6. Maksimum på pH 9,6 blev målt i juli måned mens minimum pH 8,2 blev målt i november, se bilag 6.2.

Sigtdybde



Figur 6.4: Variationen af sigtdybde og klorofyl a i Arresø, 1996.

Arresø er karakteriseret ved sit uklare vand. I forhold til tidligere år i perioden 1989-1995 er gennemsnitssigtdybden forbedret således, at den nu er >0,45 m. I 1996 er der en periode fra sidst i juli til begyndelsen af september hvor sigtdybden er 0,5 meter eller mere.

Årsmiddelsigtdybden er 0,45 m og sommermiddelsigtdybden er 0,46 m. At årsmidlen ikke er bedre end sommermidlen skyldes at resuspension er størst i årets første og sidste måneder.

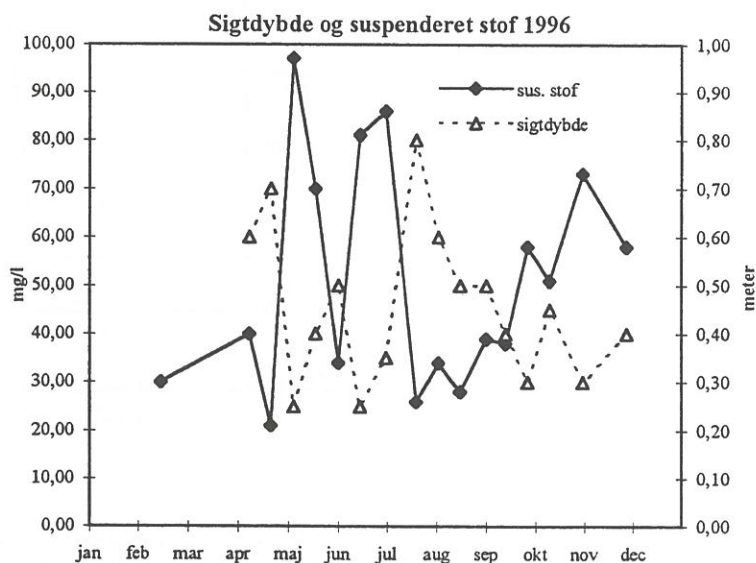
6. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD I DE FRIE VANDMASSER

På trods af denne øgning i sigtddyden, hører Arresø med til de mest uklare søer i vandmiljøplanens overvågningsprogram og lever ikke op til målsætningens krav om mindst 1 meters sigtddybe, /6/.

Figur 6.4 viser en vis sammenhæng mellem klorofyl- og sigtddydemålingerne. Afvigelse i august og september måned skyldes resuspension.

Der kan forventes en effekt på sigtddyde og klorofyl-a indhold når fosforkoncentrationen er faldet til en årsgennemsnitlig værdi på ca. 100 $\mu\text{g/l}$ eller der under. Med hensyn til fosfor sås et fald i koncentrationen i Arresø. På trods af det tydelige fald i fosforkoncentrationen i Arresø sås en markant stigning i søens klorofylindhold i den samme periode som følge af resuspension.

Suspenderet stof



Figur 6.5: Sigtddyden som funktion af koncentrationen af suspenderet stof i Arresø, 1996.

Resuspension af sediment i forbindelse med blæsevejr er årsag til periodevis høje værdier af suspenderet stof i vandfasen.

Års- og sommermiddelkoncentrationen af suspenderet stof er beregnet til henholdsvis 51,96 mg/l og 53,0 mg/l. Begge disse værdier er meget høje og er med til at understrege Arresøs status som en stor, lavvandet sø med en betydelig resuspension af sediment.

Af figur 6.5 ses det, at det især er koncentrationen af suspenderet stof og dermed andre partikler end levende plankton, der gør vandet uklart i Arresø.

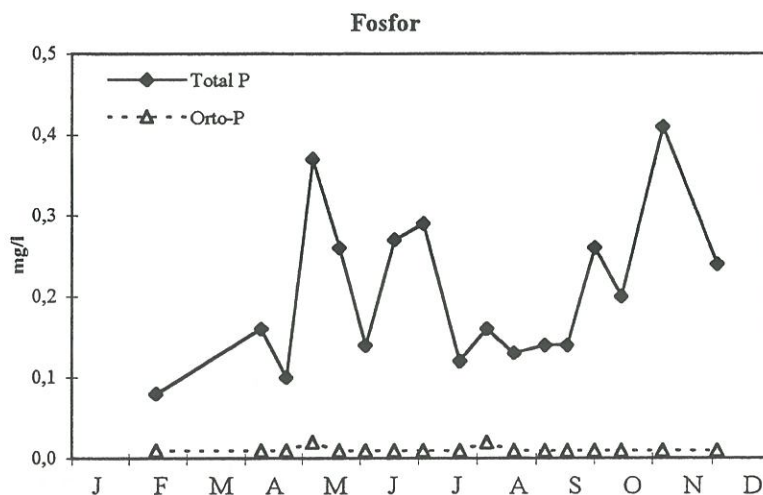
6. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD I DE FRIE VANDMASSER

Klorofyl a

Vandets indhold af klorofyl a har i 1996 været mindre end de tidligere år. Års- og sommermiddelkoncentrationen er beregnet til henholdsvis 188 $\mu\text{g/l}$ og 165 $\mu\text{g/l}$. Den gennemsnitlige klorofyl-koncentration i Arresø er dog stadig væsentlig højere end i de øvrige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram/4/, hvor den gennemsnitlige 75%-fraktile for års- og sommergennemsnittet i perioden 1989-1995 kan beregnes til henholdsvis 82 $\mu\text{g/l}$ og 124 $\mu\text{g/l}$.

Fosforkoncentration

Års- og sommermiddelkoncentrationen af total-fosfor er beregnet til henholdsvis 0,24 $\mu\text{g/l}$ og 0,2 $\mu\text{g/l}$.



Figur 6.6: Oversigt over variationen af vandets indhold af fosfor i Arresø 1996.

I 1996 var fosforkoncentrationen højest i maj og november måned, figur 6.6, tabel 6.1 og bilag 6.2. Der ses en sammenhæng mellem tilførslen af vand og tilførslen af fosfor. Således er månederne maj og november forholdsvis nedbørsrige med en deraf følgende øget afstrømning.

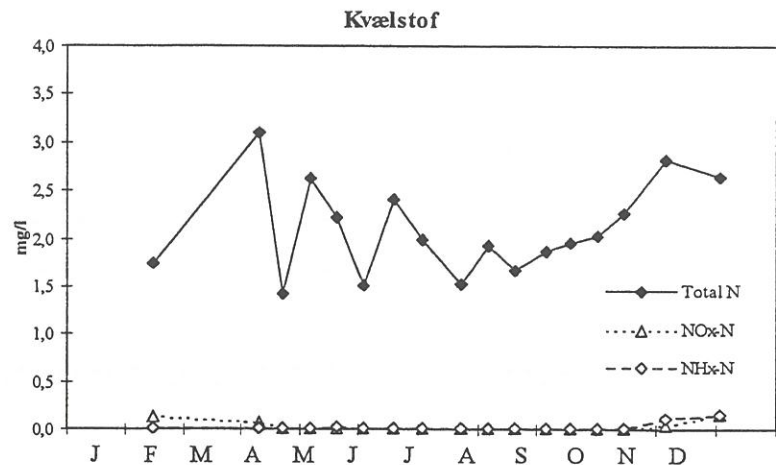
Kvælstofkoncentration

Variationen af vandets indhold af kvælstof i Arresø er vist i figur 6.7 og bilag 6.2.

Års- og sommermiddelkoncentrationen af total-kvælstof er beregnet til henholdsvis 2,26 mg/l og 1,96 mg/l.

Kvælstofkoncentrationerne varierer fra 1,42 mg N/l til 3,1 mg N/l.

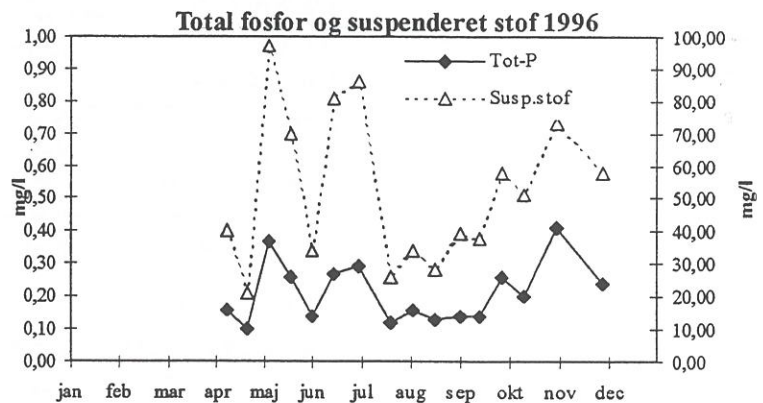
6. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD I DE FRIE VANDMASSER



Figur 6.7: Oversigt over variationen af vandets indhold af kvælstof i Arresø 1996.

Konklusion

Der ses en sammenhæng mellem tilførslen af vand og tilførslen af fosfor. Således er månederne maj og november forholdsvis nedbørsrige med en deraf følgende øget afstrømning, figur 6.8.



Figur 6.8: Sammenhæng mellem koncentration af total fosfor og suspenderet stof i Arresø 1996.

Der er ikke så stor spredning på kvælstofkoncentrationerne i 1996 som i de foregående år, hvilket må tilskrives den ekstremt lille nedbørsmængde og deraf følgende ringe afstrømning. Den højeste koncentration måles i april efter at isen er brudt op. Kvæstoffraktionerne $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NO}_2\text{-N}$ ligger under eller lige omkring detektionsgrænsen hele året. Se iøvrigt bilag 6.2.

7. Biologiske undersøgelser

7.1 Fiskeundersøgelse

Fiskeundersøgelse

Arresøs fiskebestand er undersøgt i dagene fra den 12.-19. august 1996. Resultaterne er præsenteret og vurderet i en særskilt rapport "Fiskebestanden i Arresø, august 1996"/3/. I dette afsnit er de vigtigste resultater af fiskeundersøgelsen præsenteret.

Artssammensætning

Fiskefaunaen i Arresø udgøres af ca. 10 arter og en krydsning, se tabel 7.1

Art	Antal	Vægt (kg)
Skalle	5.544	126.275
Aborre	395	29.946
Brasen	2.812	169.773
Hork	420	2.810
Rudskalle	49	2.643
Regnløje	13	55
Løje	411	4.129
Ål	48	4.188
Karusse	1	290
Sandart	820	50.329
Brasenskalle	3	247
Sum	10.517	490.684

Tabel 7.1: Oversigt over fiskefaunaens artssammensætning i Arresø 1996. Desuden er vist de enkelte arters antalsmæssige og vægtmæssige repræsentation i den samlede fangst.

Gedden er ikke repræsenteret i undersøgelsen, men findes dog stadig i søen, idet den har optrådt i erhvervsfiskerens bundgarn i 1996. Det er heller ikke utænkeligt, at en eller flere af arterne grundling, suder, karpe, flire, skrubbe og ørred - som tidligere er fanget i søen - stadig er repræsenteret i søen. Det faktiske artsantal i søen er således givetvis større end de 10 der er fanget i 1996. Med 10 arter er artsantallet dog alligevel større end det gennemsnitlige niveau for danske søer. Hvilket set i forhold til søens størrelse er forventeligt.

Catch Per Unit Effort (CPUE)

CPUE, beregnet på grundlag af fangsterne i garn og ved elfiskeri, er det standardiserede og sammenlignelige udtryk for fiskefaunaens og de enkelte arters biomasse. Tabel 7.2 viser $CPUE_{\text{antal}}$ og $CPUE_{\text{vægt}}$.

7. BIOLOGISKE UNDERSØGELSER

Art	Garn-CPUE _{Antal}				Garn-CPUE _{Vægt}			
	1991		1996		1991		1996	
	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm
Skalle	8,4	66,5	22,9 ⁺⁺	60,4	87	3412	220 ⁺	2082 ⁻
Aborre	2,4	1,6	1,6	5,2 ⁺⁺	10	107	18	524 ⁺⁺
Brasen	0,6	75,6	0,4	51,4 ⁻	6	9064	3	4951 ⁻
Regnløje	0,3	0	0,2	0	1	0	1	0
Hork	6,3	0,9	7,4	0,2	65	17	47	4
Rudskalle	0	0,5	0	0,7	1	30	0	47
Løje	0,2	0,9	2,8	4	1	17	20	57
Sandart	0,1	0,1	10,1 ⁺⁺	5,1 ⁺⁺	0	21	72 ⁺⁺	860 ⁺⁺
Gedde								
Sum	18,3	146,1	45,4	127	171	12668	381	8524

Art	Elfiskeri-CPUE _{Antal}				Elfiskeri-CPUE _{Vægt}			
	1991		1996		1991		1996	
	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm	<10 cm	>10 cm
Skalle	4,9	1,2	83,6	3,3	8,2	97,3	50,4	115
Aborre	2,9	5,6	0,6	2 ⁻	8,3	203	6,6	45,8 ⁻
Brasen	5	1,8	0	1,1	1,5	425	0	185
Regnløje	9,4	0	0	0	3,3	0	0	0
Hork	0	0,1	0,7 ⁺	0	0	1,6	4,2	0
Rudskalle	11,8	0,5	1	0	7,1	21,2	9,9	0
Løje	82,4	0	3,7	0	9,6	0	0,5	0
Sandart	0	0	0,2	0	0	0	1,4	0
Ål	0	6,2	0	3,8	0	589	0	330
Sum	116,4	14,4	89,8	10,2	38	1337,1	73	675,8

Tabel 7.2: Oversigt over CPUE_{Antal} og CPUE_{Vægt} for fisk <10 cm og fisk >10 cm fanget ved garn- og elfiskeri i Arresø 1996. +/- og +/- svarer til stigninger/reduktioner i garn- og elfangsten på hhv. 5% og 1% signifikansniveau.

Med en fangst på 10 arter var artsantallet ved denne undersøgelse større end det gennemsnitlige niveau for danske søer, hvilket er forventeligt i betragtning af søens størrelse. Det faktiske antal fiskearter i søen er dog større, idet f.eks. *gedden*, som blev fanget i enkelte eksemplarer ved undersøgelsen i 1991, stadig optræder i erhvervsfiskerens redskaber. Herudover må det formodes at en række af de tidligere fangne arter stadig findes i søen omend i små bestande.

Tabel 7.2 og bilag 7.1 viser, at som følge af en betydelig større fangst af småskaller og sandartyngel ved denne undersøgelse, var garnfangsten af småfisk i såvel antal som vægt signifikant større end i 1991. Den vægtmæssige fangst af småfisk var dog stadig under gennemsnittet for lignende næringsrige danske søer. Garnfangsten af fisk større end 10 cm var derimod vægtmæssigt signifikant mindre end i 1991, hvilket primært skyldtes færre *brasener* i garnene. *Brasen* og *skalle*, som ved undersøgelsen i 1991 tilsammen udgjorde 91,8 % af garnfangsten i antal, udgjorde i 1996 kun 78,3 %. Faldet skyldtes, foruden en tilbagegang for *brasenen*, tillige signifikant større fangster af både *aborre* og *sandart*. Ved elektrofiskeriet dominerede *løjerne* antalsmæssigt i 1991, hvorimod *skallerne* klart var mest betydende i 1996. Vægtmæssigt var *ålen* stadig betydeligste art i elfangsten.

Både *brasener* og *skaller* større end 10 cm var generelt jævnt fordelt i alle garntyper, mens *skaller* mindre end 10 cm optrådte i størst mængde i de brednære garn. *Aborren* var ligeledes hyppigst i de brednære garn samt i skræntgarnene, mens *sandarten* overvejende sås i garnene på åbent vand, hvor også *løjen* hovedsagelig blev fanget i de flydende garn.

7.1.1 Fiskebestandens størrelse og status i Arresø 1996

Fiskebestandens biomasse kan groft skønnes ud fra erfaringstal for omregningsfaktorer for de respektive arter mellem CPUE-værdier og biomassetætheder. Beregningerne bygger dog stadig på et usikkert grundlag, og værdierne skal derfor betragtes som grove skøn snarere end eksakte værdier.

Biomasse

Fiskebestandens samlede biomasse i 1996 er skønsvist 764 kg/ha, hvoraf de 31 kg/ha er småfisk. Dette svarer til en totalbiomasse på ca. 3.200 tons i søen, hvilket er en del mindre end i 1991, hvor biomassen skønsmæssigt var 1.230 kg/ha eller 5.165 tons i hele søen.

De enkelte arters skønnede biomasse i 1991 og i 1996 er vist i tabel 7.3.

	1991	1996
Skalle	939	528,2
Aborre	17	64,7
Brasen	4127	2127,2
Hork	42,6	27,4
Rudskalle	3,6	1,3
Regnløje	0,6	0,2
Løje	10,8	26,8
Ål	11,8	6,6
Gedde	0,5	
Sandart	11,4	420,9
Brasenskalle	0,7	1,9

Tabel 7.3: De skønnede biomasser for de enkelte fiskearter i Arresø 1991 og 1996 angivet i tons.

Begge år var fiskebiomassen helt domineret af *brasener*, men en næsten halvering af bestanden fra 1991 til 1996 er den primære årsag til den aktuelle fiskebestands langt lavere biomasse. Biomassen af *skaller* er dog også blevet reduceret betydeligt fra 939 ton til 528 ton, hvorimod især *sandartbestanden* men også *aborre-* og *løjebestandene* er øget markant siden 1991. Blandt de resterende arter er *hork*, *rudskalle* og *ål* gået tilbage, hvilket tillige er tilfældet for *gedde*, som ikke optrådte ved denne undersøgelse.

Der er ofte en sammenhæng mellem søers produktivitet og fiskebestandens biomasse. Vurderes fiskebiomassen ud fra den gennemsnitlige vægtede garnfangst ses at fiskebiomassen i Arresø er faldet fra en af de højst registrerede til et niveau som er sammenligneligt med flertallet af søer med totalfosforkoncentrationer omkring 200 µg/l. Sammenfaldende hermed er rovfiskenes andel af fiskebiomassen øget fra mindre end 1 % til hele 17,5 %.

Rovfisk

For at forstå baggrunden for fiskebestandens aktuelle størrelse og artssammensætning er det nødvendigt at fokusere på rovfiskebestandens karakter.

Sandartsø

Søer hvor *sandarten*, som i Arresø, er den dominerende rovfisk med mere end 50 % af rovfiskebiomassen og med en biomasse større end 10 kg/ha, benævnes sandartsøer. Søerne er oftest

middeldybe til dybe, næringsrige, sommeruklare søer uden betydelig undervandsvegetation. Fredfiskebestanden er oftest knap så talrig som i *geddesøerne* og *sandartsøerne* må formodes at være stabile, som følge af en række selvforstærkende reguleringsmekanismer, som beror på fiskenes konkurrence- og prædationsmønstre. Jo mere udpræget *aborrernes*, *geddernes* eller *sandarternes* dominans er, jo mere stabil og upåvirkelig vil fiskebestanden antagelig være.

7.1.2 Fiskebestandens udvikling i Arresø 1922-1996

Foruden fiskeundersøgelsen i 1991 har den samlede fiskebestand tidligere været genstand for undersøgelser i 1922 af Otterstrøm og igen i 1984 af Mohr-Markmann, bilag 7.1. Derudover foreligger undersøgelser om brasenbestandens biomasse og vækstforhold samt fødeundersøgelser hos *brasen*, *sandart* og *ål*.

Allerede i 1922 var *brasen*bestanden særdeles talrig og stærkt domineret af dårligtvoksende *brasener*, og det vurderedes at bestanden kunne drives langt mere hensigtsmæssigt med henblik på at øge forholdet mellem søens konsumfisk, specielt *åle*bestanden, og søens værdiløse fiskearter. Foruden bekæmpelsesfiskeri efter *brasener* anbefalede Otterstrøm således at udsætte *sandart* i søen, hvilket blev gjort efterfølgende i årene 1924, 1927 og 1928.

Sandart

Sandarten slog godt an, og siden 1932 er der bedrevet et givtigt erhvervsmæssigt fiskeri af *sandart* i søen. Vurderet ud fra erhvervsfiskeriets indberetninger har *sandart*bestanden dog fluktueret betydeligt igennem årene, hvilket dog synes at være reglen snarere end undtagelsen i de danske søer. Samstemmende med undersøgelsens beskedne resultater i 1991 var erhvervsfiskerens *sandart*udbytte i 1991 meget sparsom, men i de seneste to år er fangsten på ny tiltaget markant fra mindre end 100 kg i begyndelsen af halvfemserne til 9,7 ton i 1996.

Brasen og skalle

I erhvervsfiskerens fangststatistikker er der ikke skelnet mellem *skaller* og *brasener*, men fangsten af skidtfisk har periodevist været meget stor, i særdeleshed i slutningen af halvtredserne, hvor der i samarbejde med Danmarks Fiskeri & Havundersøgelser blev gennemført et intensivt fiskeri efter *brasener* med det formål, at nedbringe bestanden til gavn for *ålefiskeriet* i søen. Trods en meget stor indsats havde nedfiskningen dog øjensynlig ringe effekt på *brasen*bestandens størrelse, idet *brasener* stadig optrådte i de efterfølgende år i meget store mængder i erhvervsfiskerens redskaber. Derimod har *Skalle*bestanden antageligt været kraftigt påvirket af den periodevist store *sandart*bestand, idet der ved de respektive undersøgelser, bl.a. i 1984, er regi-

streret meget få *skaller* sammenfaldende med store fangster af *sandarter*.

Gedde og ål

Erhvervsfiskerudbyttet af *gedde* har i lighed med *sandartfangsten* fluktueret betydeligt i de forløbne år, men i en væsentligt mindre størrelsesorden med mindre end 0,5 ton/år i gennemsnit i perioden fra 1953-1996. *Ålefiskeriet* har derimod været relativt rentabelt efter danske forhold med et gennemsnitligt hektarudbytte på ca. 4 kg/år i perioden 1983-1990. I de senere år har *ålefangsten* dog været knap så god i søen.

7.2 Plankton

Der er i 1996 foretaget undersøgelser af plante- og dyreplanktonet i Arresø. De vigtigste resultater af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Resultaterne er iøvrigt præsenteret og vurderet i en særskilt rapport, "Arresø 1996, Plante- og dyreplankton", /1/.

7.2.1 Planteplankton

1996, artssammensætning og biomasse

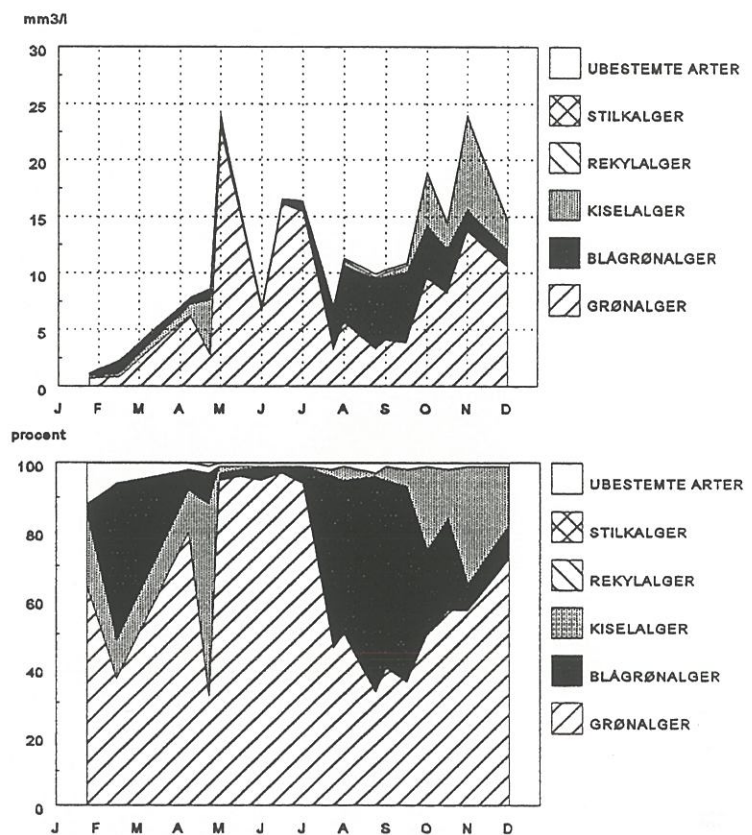
Der er i 1996 registreret 86 arter/identifikationstyper, hvilket er en del flere end i 1995 (75 arter/identifikationstyper) og 1994 (81 arter/identifikationstyper). Men planteplanktonsamfundet må fortsat betragtes som artsfattigt sammenlignet med mange andre danske næringsrige søer. Ligesom de foregående år var langt den overvejende del arter/slægter, der er karakteristiske for næringsrige søer:

-	Blågrønalger	27
-	Centriske kiselalger	4
-	Chlorococcale grønalger	30

Furealger, gulalger, gulgrønalger og koblingsalger, hvis hovedudbredelse er rene til svagt næringspåvirkede søer, var kun repræsenteret med 9 arter/slægter.

Biomasse og årstidsvariation

Små hurtigtvoksende chlorococcale grønalger dominerede planteplanktonsamfundet det meste af året, og udgjorde 66 % af det totale planteplanktonsamfunds biomasse i perioden marts-oktober. De næstvigtigste arter var pennate kiselalger og blågrønalger, der udgjorde 3-5 % af den totale gennemsnitlige biomasse. Den totale planteplanktonbiomasse i Arresø 1996 varierede mellem 1,1 mm³/l i januar og 24 mm³/l i begyndelsen af maj samt i november. Gennemsnit for perioden marts-oktober var 12 mm³/l og for sommerperioden, maj-september, 13 mm³/l. Der fandtes 4 markante maksima i løbet af året: i begyndelsen af maj (24 mm³/l), i juni-jul (16-17 mm³/l), i begyndelsen af oktober (19 mm³/l) samt i begyndelsen af november (24 mm³/l), figur 7.1.



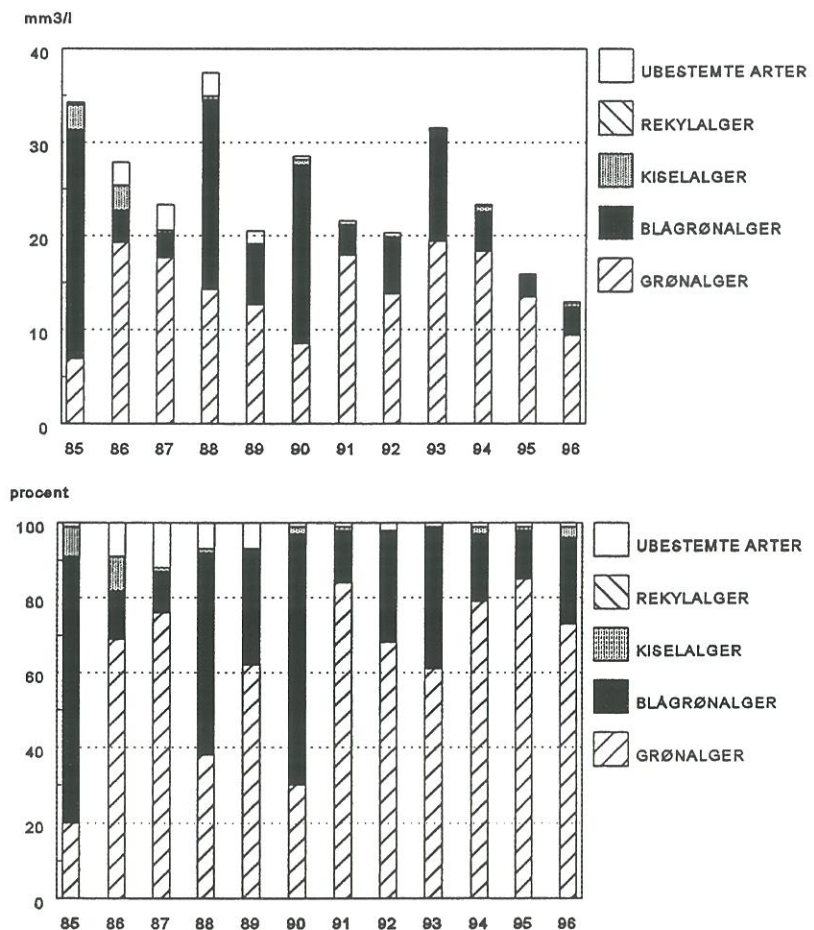
Figur 7.1: Arresø 1996. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Planteplanktonsamfundet 1985-96

For at kunne sammenligne med de tidligste undersøgelsesår, er de gennemsnitsværdier, der refereres til i det følgende, udelukkende fra sommerperioden, maj-september, bilag 7.2.

Både den maksimale biomasse og den gennemsnitlige biomasse var i 1996 den hidtil laveste, der er registreret i årene 1985-96. Det fald i gennemsnitlig sommerbiomasse der fandt sted fra 1993-1995, fortsatte således i 1996. I 1996 var gennemsnittet 2-3 gange lavere end i de år, der havde de højeste gennemsnit (1985, 1988, 1990 og 1993).

7. BIOLOGISKE UNDERSØGELSER



Figur 7.2: Arresø 1996. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling hovedgrupper 1985-1996.

Sandsynligvis som følge af en lang periode med isdækning adskilte planteplanktons biomasseudvikling sig i 1996 væsentligt fra de øvrige år ved at have biomasseminimum i januar og relativt lave biomasseværdier i det tidlige forår. I de foregående år fandtes en meget høj biomasse, og i 1995 endog årsmaksimum, i perioden januar-marts.

Den højeste gennemsnitlige og maksimale biomasse fandtes i år med kraftig masseopblomstring af kolonidannende blågrønalger: 1985, 1988, 1990 og 1993.

Blågrønalger fandtes alle år i sommerperioden, men havde meget varierende betydning (11-71 % af den gennemsnitlige biomasse). Blågrønalgesamfundet var i 1996 mere varieret end de forudgående år med overvægt af trådformede arter. Små næringskrævende arter af planktonalger (*Chlorella sp.* og *Scenedesmus spp.*) dominerede samfundet udenfor perioderne med masseopblomstring af blågrønalger.

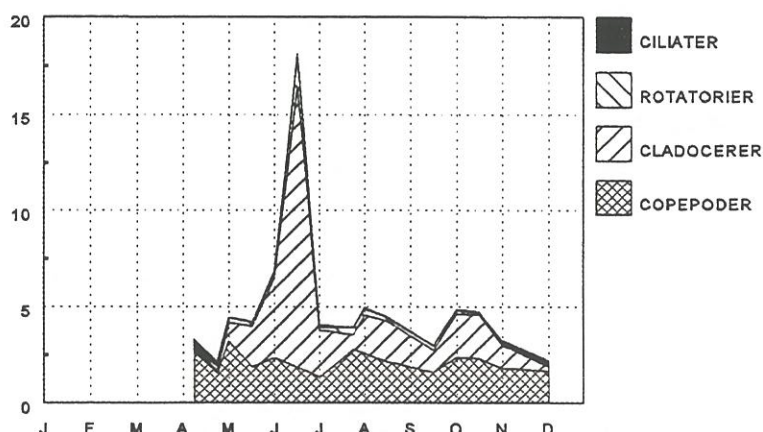
Planteplanktonsamfundet i Arresø må i hele perioden 1985-96 karakteriseres som artsfattigt og hypereutroft med kvantitativ dominans af ganske få arter.

Biomasse og årstidsvariation

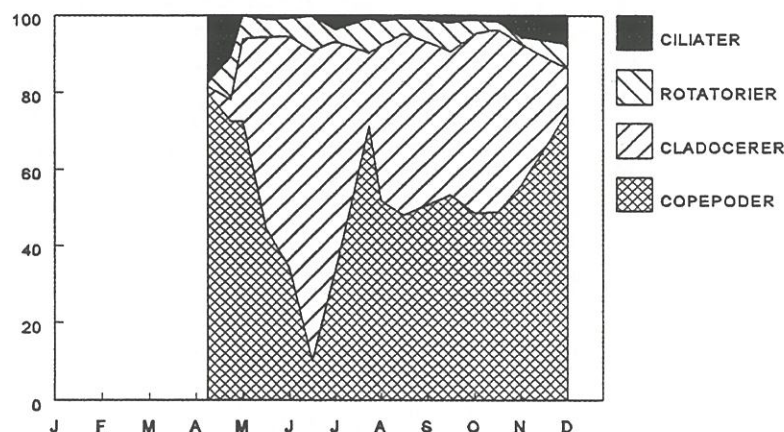
7.2.2 Dyreplankton

I 1996 er der grundet isdække kun udtaget dyreplanktonprøver i perioden april-december.

mg våd vægt/l



procent



Figur 7.3: Arresø 1996. Dyreplanktonbiomasse (mg vådvægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Biomassen varierer mellem 2,1 mg/l sidst i april og 18 mg/l midt i juni. Gennemsnit for perioden april-oktober var 5,2 mg/l og for sommerperioden (maj-september) 5,7 mg/l.

Det første (og største) maksimum blev opbygget i løbet af juni måned, hvor biomassen steg fra 6,8 mg/l til 18 mg/l. Herefter faldt biomassen drastisk og var 4,2 mg/l i starten af juli. Der var to mindre maksima i starten af august og i oktober på henholdsvis 5,0 og 4,7-4,9 mg/l. Udenfor de nævnte maksima varierede biomassen kun lidt (2,1-4,5 mg/l)

7. BIOLOGISKE UNDERSØGELSER

Art/slægt	april-oktober	maj-september
Cladocerer	51%	55%
Copepoder	41%	37%
Rotatorier	6-7%	
Ciliater	1-2%	

Tabel 7.4: Dyreplanktongruppernes %-vise andel af den totale biomasse.

Artssammensætning

Der blev ialt registreret 35 arter/slægter af ciliater, rotatorier og krebsdyr i Arresø 1996:

-	Cilater	8
-	Rotatorier	14
-	Cladocerer	8
-	Copepoder	5

Dyreplanktons fødeoptagelse/græsning

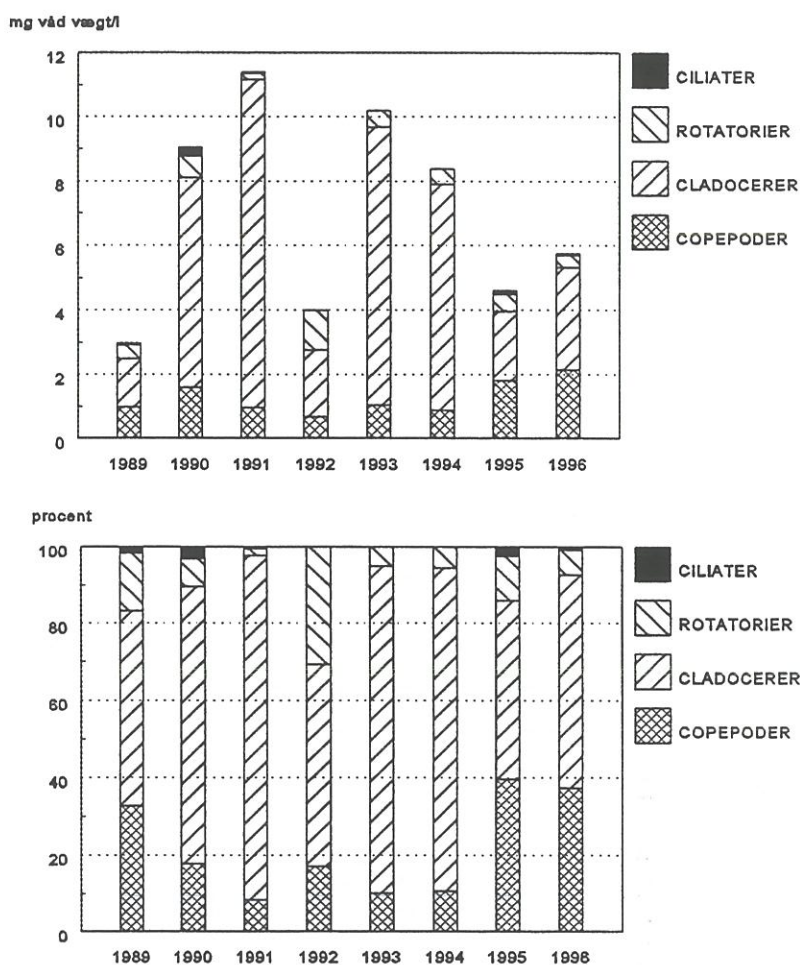
Potentiel fødeoptagelse		
	Periode	
	april - oktober	maj-september
Gennemsnitlig fødeoptagelse	253 Fg/l/d	263 Fg/l/d

Tabel 7.5: Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse.

Den gennemsnitlige fødeoptagelse var domineret af cladocerer. De stod for 53 % af fødeoptagelsen i april-oktober og 60 % i sommerperioden. Copepoderne stod gennemsnitlig for 18-19 % af fødeoptagelsen. Ciliater havde stor betydning for fødeoptagelsen i april og november-december, hvor de dominerede fødeoptagelsen med 48-87 %. Deres gennemsnitlige andel var 19 % i perioden april-oktober og 11% i sommerperioden.

Dyreplanktonsamfundet, 1989-85

Dyreplanktonbiomassen havde i 1989 periodens laveste værdi (3 mg/l). Biomassen steg derefter frem til 1991, hvor biomassen havde den højeste værdi i perioden (11,4 mg/l). Herefter skete et kraftigt fald til 1992 (4 mg/l). I 1993 var biomassen 10 mg/l. Biomassen faldt frem til 1995 (4,6 mg/l), men var i 1996 steget til 5,7 mg/l, bilag 7.2 og figur 7.4.



Figur 7.4: Arresø 1996. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-1996.

Cladocerer var i alle årene den vigtigste dyregruppe, deres biomasse udgjorde 46-89 % af den totale biomasse. Copepoder, som var den næstvigtigste dyregruppe, udgjorde en større andel af biomassen i årene 1989 og 1995-96 (33-40 %) end i de øvrige år (8-18 %). Rotatorier havde størst betydning i 1992, hvor de udgjorde 31 % af den samlede biomasse, i de øvrige år var deres andel 1,8-15%. Ciliater havde kun mindre betydning for den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden. De blev oparbejdet i 1989-91 og 1995-96 og udgjorde her 0,5-3% af biomassen.

8. Udvikling i Arresøs miljøtilstand

I det følgende afsnit gives en vurdering af, hvorledes miljøtilstanden i Arresø har udviklet sig siden overvågningsprogrammets start i 1985 og frem til i dag (1996). Der er endvidere ved hjælp af simple sømodeller opstillet scenarier til belysning af søens fremtidige tilstand ved den nuværende belastning samt efter reduktion af fosforbelastningen ved forskellige indgreb.

8.1 Udvikling 1985-96

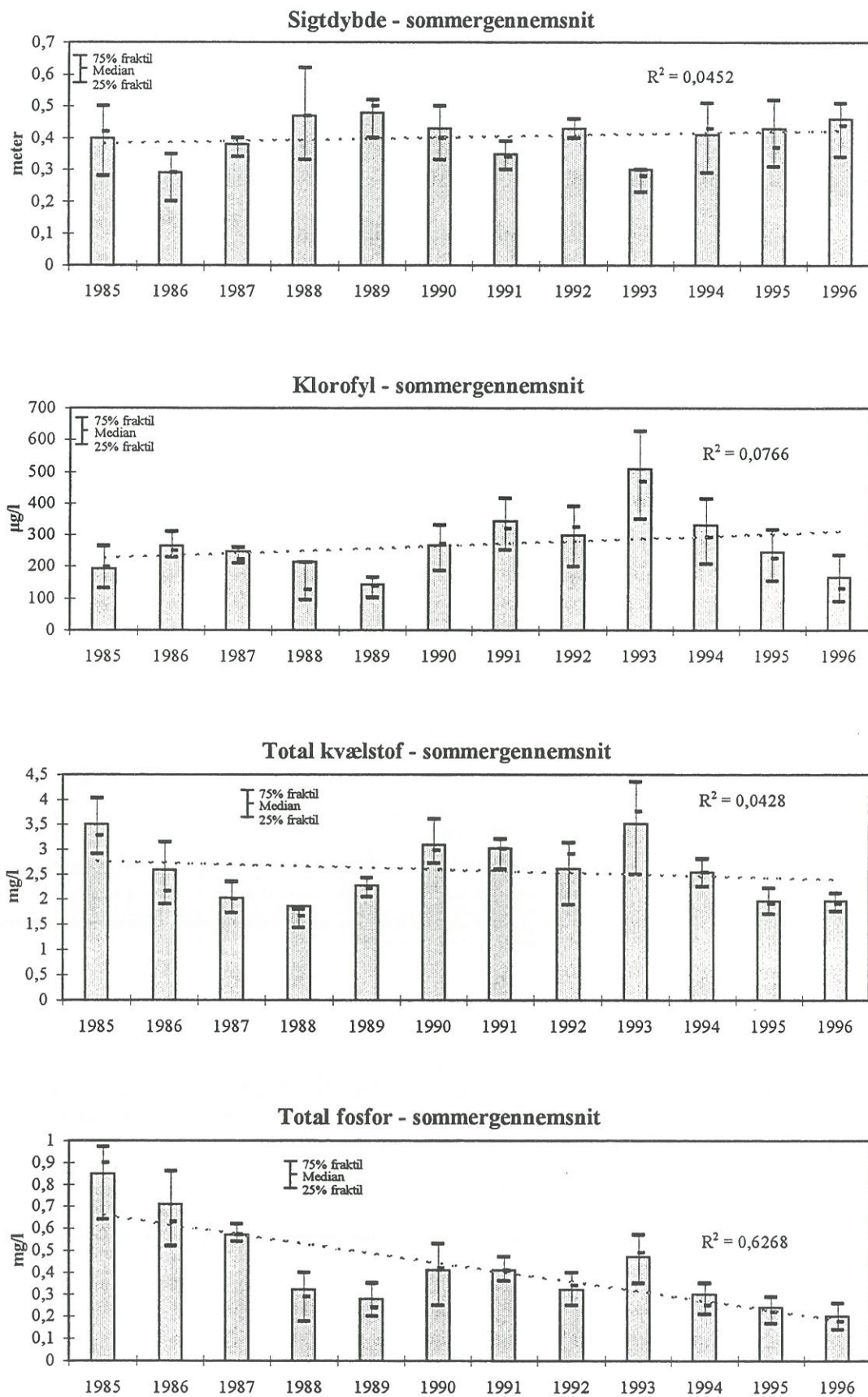
Den tidsmæssige variation i års- og sommergennemsnit af en række vigtige tilstandsvariable er præsenteret i bilag 8.1. Figur 8.1 viser udviklingen i tidsvægtede sommergennemsnit, median- og kvartilværdier for 4 udvalgte nøgleparametre, sigtddybde, klorofyl-a, kvælstof og fosfor.

Til en vurdering af, hvorvidt der er sket signifikante ændringer i de valgte parametre i løbet af overvågningsperioden, er der udført lineær regression på gennemsnit og medianværdier. Resultaterne af analysen ses i tabel 8.1 og i bilag 8.1.

Parameter	Kvadreret r-værdi	p-værdi	Tendens
Sigtddybde			
middel	0,045	0,530	i.u.
median	0,000	0,925	i.u.
Klorofyl-a			
middel	0,077	0,384	i.u.
median	0,056	0,458	i.u.
Total kvælstof			
middel	0,043	0,519	i.u.
median	0,000	0,960	i.u.
Total fosfor			
middel	0,627	0,002	↓↓
median	0,570	0,004	↓↓

Tabel 8.1: Beregnede udviklingstendenser i sommergennemsnit og medianværdier for udvalgte parametre i Arresø 1985-1996. Et signifikant fald på 1% signifikansniveau er betegnet med ↓, en tilsvarende stigning med ↑, i.u. angiver ingen udvikling.

8. UDVIKLING I ARRESØS MILJØTILSTAND



Figur 8.1: Udvikling i sommergennemsnit (søjler) af udvalgte nøgleparametre i Arresø 1985-96. Den stiplede linie er regressionslinien for gennemsnitsværdierne

8. UDVIKLING I ARRESØS MILJØTILSTAND

Analysen viser, at der er sket et signifikant (1%-niveau) fald i koncentrationen af total fosfor i Arresø fra 1985-1996, hvori- mod total kvælstof, klorofyl-a der er et mål for algebiomassen og sigtddybden er omtrent uændret.

8.2 Fremtidig miljøtilstand

I "Vandområdeplan for Arresø og opland" /6/ er der for Arresø stillet krav om en fosforkoncentration på højst 60-70 $\mu\text{g/l}$ (årgennemsnit) og en sigtdybde på mindst 0,8 m (sommergennemsnit). I 1996 var årgennemsnittet af total fosfor 190 $\mu\text{g/l}$, og sommergennemsnittet af sigtddybden 0,5 m. Søen opfyldte følgende ikke sin målsætning i 1996. Det forventes, at der vil gå op mod 25 år inden søen når sin målsætning /7/.

Til vurdering af, hvorvidt Arresø i ligevægtstilstanden vil opfylde sin målsætning ved den nuværende og ved en reduceret ekstern fosfortilførsel, er der i det følgende anvendt simple ligevægtsmodeller som anbefalet af Danmarks Miljøundersøgelser (tabel 8.2).

Model 4 og 6 inddrager søens dybdeforhold, hvilket især er en fordel ved beskrivelse af dybe, lagdelte søer, der ofte har lavere klorofylkoncentrationer og større sigtddybder end lavvandede søer med samme eksterne belastning.

Parameter	Model nr.	Model	Reference
Fosfor	Model 1	$[P]_{so} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w})$	Vollenweider 1976 /13/
Kvælstof	Model 2	$[N]_{so} = [N]_i * t_w^{-0,14}$	Jensen et al. 1994 /14/
Sigtddybde	Model 3	$\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{so}^{-0,56}$	Jensen, unpubl. Modeller udviklet på grundlag af data fra overvågningssøerne
	Model 4	$\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{so}^{-0,57} * Z^{0,27}$	
Klorofyl	Model 5	$\text{Chl} = 319 * [P]_{so}^{0,67}$	
	Model 6	$\text{Chl} = 365 * [P]_{so}^{0,59} * Z^{-0,35}$	

Tabel 8.2 Oversigt over de anvendte modelværktøjer. $[P]$ el. $[N]_{so}$ = søvandets koncentration af fosfor eller kvælstof. $[P]$ el. $[N]_i$ = indløbskoncentrationen af fosfor eller kvælstof. t_w = den hydrauliske opholdstid. Z = middeldybden.

Der er opstillet 3 scenarier til beskrivelse af den fremtidige udvikling i Arresø (tabel 8.3). I scenario 1 er søens tilstand i ligevægtssituationen beregnet på baggrund af resultaterne fra 1996. I scenario 2 er tilstanden beregnet ved en ekstern belastning svarende til beregningerne i vandområdeplanen for Arresø /6/ med de seneste korrektioner og med opholdstid og vandtilførsel som i 1996. Da 1996 har været et ekstremt tørt

8. UDVIKLING I ARRESØS MILJØTILSTAND

år med meget lav afstrømning, er der desuden opstillet et scenario 3 med samme belastningstal som i scenario 2 men med vandtilførsel og opholdstid som gennemsnit for perioden 1989-96.

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

Tabel 8.3 Scenarier for Arresø

Beregningsresultaterne for de valgte scenarier er præsenteret i tabel 8.4, og beregningsforudsætningerne er vist i bilag 6.x.

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

Tabel 8.4 Sigtdybde samt koncentrationer af næringssalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenario-forudsætninger for Arresø.

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

Reduceres den eksterne fosfortilførsel, således som det forventes i følge Arresøplanen (scenario 2) vil den fremtidige fosforkoncentration i søen være lidt højere end ved anvendelse af forudsætningerne fra det tørre år 1996. Både i scenario

8. UDVIKLING I ARRESØS MILJØTILSTAND

2 og scenario 3, hvor opholdstiden er forudsat kortere end i 1996, beregnes den fremtidige fosforkoncentration dog til betydeligt lavere værdier end i dag, og den gennemsnitlige sommersigt dybde beregnes i alle tre scenarier til over 2 meter.

De specielle forhold, der knytter sig til Arresøs størrelse og beliggenhed betyder imidlertid, at søen i betydelig grad er præget af resuspension, hvorved sedimenteret materiale føres tilbage til vandfasen. Det betyder, at koncentrationen af næringssalte og klorofyl samt sigt dybden i høj grad er afhængig af vindforholdene. Simple sømodeller som de her anvendte vurderes derfor ikke som de mest velegnede til at beskrive Arresøs fremtidige miljøtilstand.

Ved anvendelse af modeller, der inddrager de specielle forhold omkring sedimentudveksling i Arresø, er der beregnet et fosforindhold på 0,05-0,07 mg/l og en sigt dybde på 0,8-0,9 meter efter en belastningsreduktion til 6 tons fosfor pr. år /7/. I samme rapport vurderes indsvingningstiden til denne tilstand til 20-25 år efter belastningsreduktionen.

8. UDVIKLING I ARRESØS MILJØTILSTAND

- ref. /1/ Arresø 1996. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1997
- ref. /2/ Afstrømningsmålinger 1996. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab. Frederiksborg Amt, 1997
- ref. /3/ Fiskebestanden i Arresø, august 1996. Udført og rapporteret for Frederiksborg Amt af Fiskeøkologisk Laboratorium. Frederiksborg Amt, 1997
- ref. /4/ Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Ferske vandområder - Søer. Faglig rapport fra DMU, nr. 176. Miljø- og energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 1996
- ref. /5/ Arresø, tilstand og udvikling, 1995. Vandmiljøovervågning nr. 25. Rapport udført af Bio/consult for Frederiksborg Amt, 1996.
- ref. /6/ Vandområdeplan for Arresø og opland, Planlægningsdokument nr. 2, Frederiksborg Amt, 1993
- ref. /7/ Oplandsanalyse. Reduktion af Arresøens belastning. Skov- og Naturstyrelsen & Frederiksborg Amt, Teknisk Forvaltning, 1991
- ref. /8/ Frederiksborg Amt 1996. Forslag til regionplan 1997 for Frederiksborg Amt.
- ref. /9/ Frederiksborg Amt 1994. Arbejds katalog for søer og vandløb - oplandet til Roskilde Fjord. Udført af Carl Bro Miljø as.
- ref. /10/ Høy, T. & J. Dahl, 1996. Danmarks søer. Søerne i Frederiksborg Amt. Strandbergs Forlag.
- ref. /11/ Arresøarbejdsgruppen, 1989. Restaurering og fremtidig tilstand af Arresø.
- ref. /12/ Atmosfærens nedfald af kvælstofforbindelser. - Faglig rapport fra DMU, nr. 36, 198?

- ref. /13/ Vollenweider, R.A. 1976. Advances in Defining Critical Loading Levels for Phosphorus in Lake Eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53-84.
- ref. /14/ Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Faglig rapport fra DMU, nr. 121. Danmarks Miljøundersøgelser 1994.

Indholdsfortegnelse

	Side
2 Arresø og det topografiske opland	
2.1 Morfometriske data. Oplandsstørrelse og arealanvendelse	51
2.2 Kort over topografisk opland til sø- og vandløbsstationer	52
5 Tilstand og udvikling	
5.1 Vandbalance	53
5.2 Fosforbalance	54
5.3 Kvælstofbalance	55
5.4 Kildeopsplitning på massebalance for vand, fosfor og kvælstof	56
5.5 Vand- og næringsstofbalancer for Arresø, 1976-1996	57
6 Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser	
6.1 Temperatur og iltprofiler	58
6.2 Vandkemi og sigtddybde	59
7 Biologiske undersøgelser	
7.1 Fiskeundersøgelse	60
7.2 Arresø 1985-1996, plante- og dyreplankton	61
8 Udvikling i Arresøs miljøtilstand	
8.1 Gennemsnit- og medianværdier for sigtddybde og vandkemi, 1985-1996	62
8.2 Regressionsstatistik: Sigtddybde, klorofyl a, fosfor og kvælstof	63
9 Udførte undersøgelser i Arresø	
9.1 Udførte undersøgelser i Arresø	67
9.2 Tidligere undersøgelser og rapporter	68

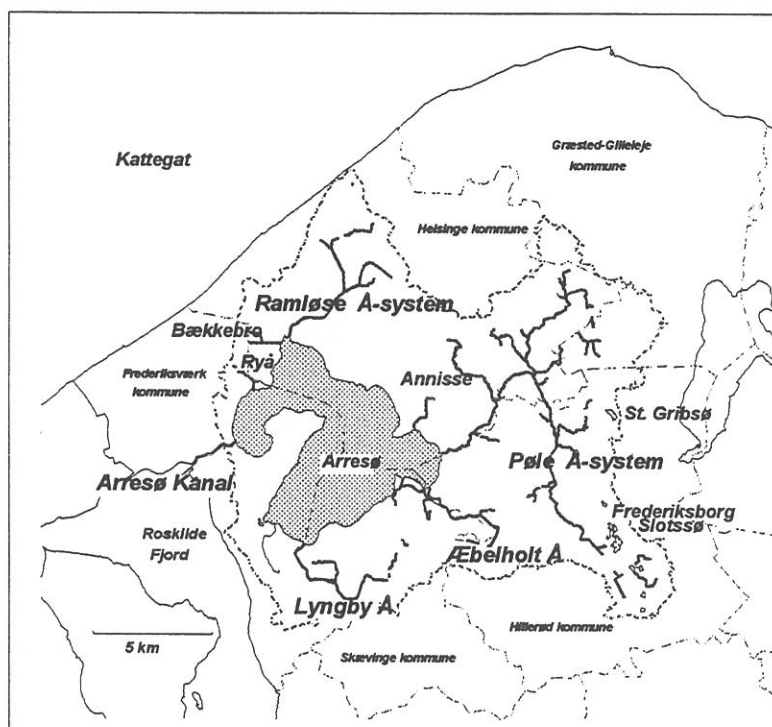
Morfometriske data

Arresø	
Vandspejlskote (m)	3,97
Største dybde (m)	5,90
Middeldybde (m)	3,10
Areal (ha)	3.987
Volumen (1000 m ³)	122.750

Oplandsstørrelse og arealanvendelse

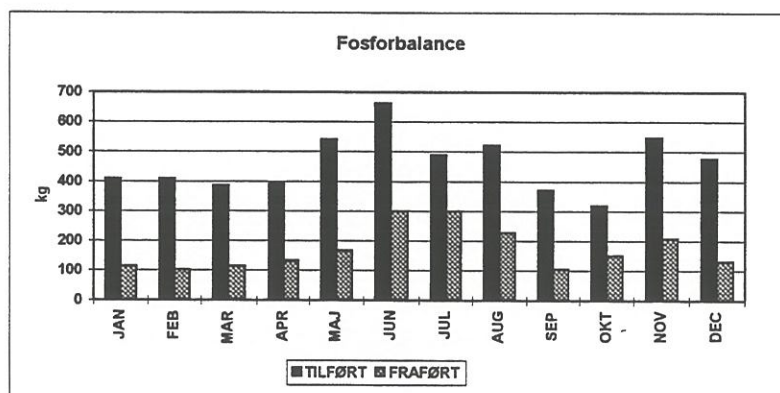
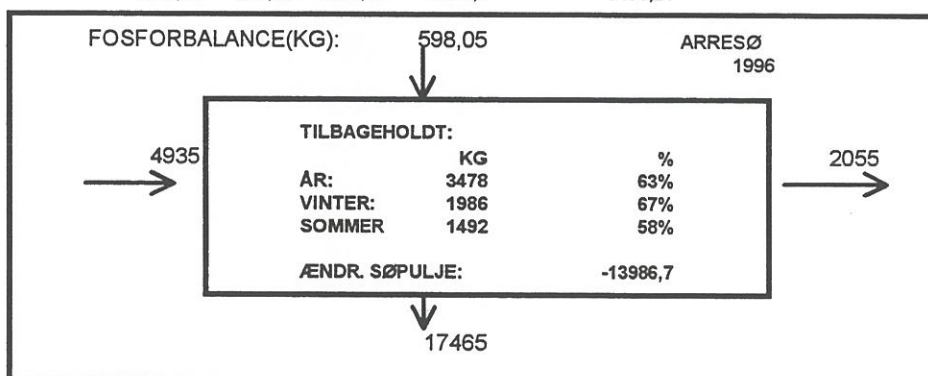
Arresø, 1997 Oplandsareal: 21.600 ha	
Oplandstype	Areal andel
Åbent land (landbrug)	70 %
Skov/plantage	19 %
Eng/mose/vådområder	2 %
Byzone	9 %

Kort over topografisk opland til sø- og vandløbsstationer



Fosforbalance for Arresø 1996

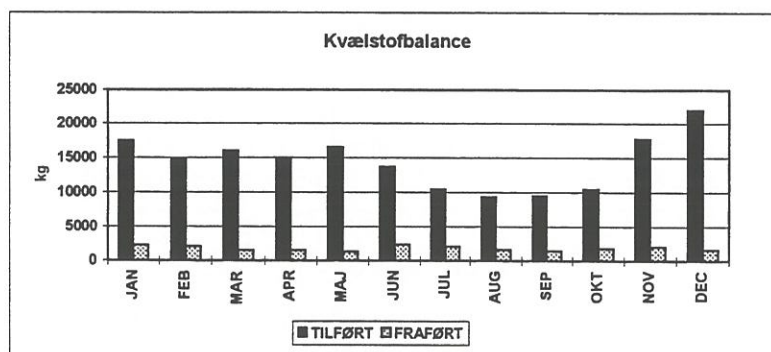
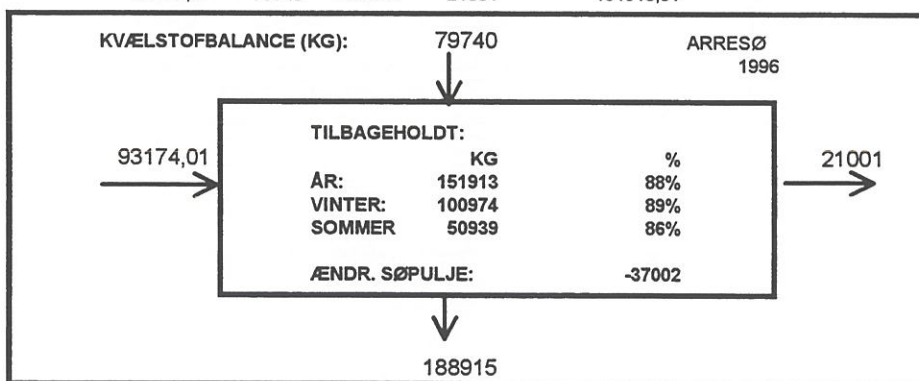
FOSFORBALANCE(KG):		ARRESØ 1996				
	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	404,39	5,51	409,902	114,4	295,50198	42173,99
FEB	379,11	31,69	410,8039	100,8	310,00389	28051,42
MAR	375	12,40	387,402	114,2	273,20196	21122,17
APR	366,30	24,80	391,1039	134,1	257,00392	15357,78
MAJ	447,80	93,70	541,5037	167,8	373,70369	38150,81
JUN	614,59	49,61	664,1978	298,8	365,39783	25300,62
JUL	426,41	63,39	489,7978	298	191,79779	25242,43
AUG	460,49	62,01	522,4998	227,4	295,09979	17591,34
SEP	317,18	55,12	372,2998	105,8	266,49982	15994,09
OKT	256,19	62,01	318,1998	152,2	165,99979	26010,99
NOV	444,73	101,97	546,7017	209,5	337,20166	46959,98
DEC	442,67	35,83	478,4979	131,7	346,79788	28187,29
SUM	4934,86	598,05	5532,91	2054,7	3478,21	



Kvælstofbalance for Arresø 1996

KVÆLSTOFBALANCE (KG):

	ARRESØ 1996					
	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	16753,07	734,93	17488	2167	15321,001	348237
FEB	10501,15	4225,85	14727	1997	12730,003	299215
MAR	14345,41	1653,59	15999	1516	14483,004	282802
APR	11660,81	3307,19	14968	1510	13457,999	266989
MAJ	4085,18	12493,82	16579	1307	15272,005	290900
JUN	7061,62	6614,38	13676	2315	11360,998	237344
JUL	1950,29	8451,71	10402	1979	8423	212758
AUG	1052,03	8267,97	9320	1583	7737	204060
SEP	2137,69	7349,31	9487	1341	8146	220490
OKT	2213,03	8267,97	10481	1783	8698	243146
NOV	4169,78	13596,22	17766	1983	15783,001	322993
DEC	17243,95	4777,05	22021	1520	20501,001	311235
SUM	93174,01	79740	172914	21001	151913,01	



Kildeopsplitning på massebalance for vand, fosfor og kvælstof i Arresø 1996.

	Vandmængde (1000 m ³ /år)	%
Æbelholt Å	757	5
Lyngby Å	1312	9
Ramløse Å	1444	10
Pøle Å	9953	68
Umålt opland	5498	38
Punktkilder i umålt opland	1455	10
Nedbør	17304	119
Fordampning	-23141	-159
Øvrige *)	30	0,2
Samlet tilførsel (incl. fordampning)	14582	100
Samlet fraførsel	11465	79
Volumenændring	3160	22

	Fosfor (kg/år)	%		Kvælstof (kg/år)	%
Æbelholt Å	135	2,4	Æbelholt Å	3.071	1,8
Lyngby Å	167	3	Lyngby Å	8.980	5,2
Ramløse Å	409	7,4	Ramløse Å	6.331	3,7
Pøle Å	3.062	55,3	Pøle Å	42.227	24,4
Umålt opland	550	9,9	Umålt opland	28.700	16,6
Punktkilder i umålt opland	610	11	Punktkilder i umålt opland	4.609	2,7
Atmosfæren	600	10,8	Atmosfæren	79.000	45,7
Samlet tilførsel	5.533	100	Samlet tilførsel	172.918	100
Samlet fraførsel	2.055	37,1	Samlet fraførsel	21.002	12,1
Tilbageholdelse	3.478	62,9	Tilbageholdelse + denitrifikation	151.918	87,9

Omtrentlige massebalancer for vand, fosfor og kvælstof i Arresø 1996.

*) Øvrige dækker primært over usikkerhed, der er på vandspejlskoten samt evt. udveksling med grundvandsmagasinerne.

Vand- og næringsstofbalancer for Arresø, (1976)1989-1996

Vandbalance	1976	1977	1978/79	1985/86	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Vandtilførsel 1)					33,10	39,10	52,70	41,30	43,00	66,50	52,50	20,45
Nedbør					27,70	32,40	35,60	30,40	27,60	0,00	23,60	10,37
Samlet tilførsel					60,80	71,50	93,30	71,10	70,60	66,50	76,10	30,82
Vandfraførsel 2)					39,90	50,70	74,40	48,30	-	64,50	57,00	11,45
Fordampning					20,90	20,80	18,90	22,80	-	0,00	24,90	23,14
Samlet fraførsel					60,80	71,50	93,30	71,10	70,60	64,50	81,90	34,59
Fosforbalance	1976	1977	1978/79	1985/86	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Udledt spildevand i alt 3) som fordeler sig på					30,02	25,66	16,74	12,77	11,55	12,66	8,30	5,54
a) byspildevand					26,54	22,18	13,26	8,94	7,88	9,47	5,10	3,71
b) regnvandsbetingede udlob					2,03	2,03	2,03	2,38	2,22	2,22	2,23	1,60
c) industri					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
d) spredt bebyggelse					1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,97	0,97	0,23
Diffus tilførsel					-3,70	-3,48	6,23	-1,79	-1,22	-2,11	-0,35	-0,04
Atmosfærisk deposition					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Øvrige 4)					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,57
Samlet tilførsel	75	76	92	72	27,10	22,78	23,57	11,58	10,93	11,15	8,55	5,53
Samlet fraførsel	8	16	29	64	14,00	18,00	25,00	19,80	17,11	31,25	23,27	2,06
Differens	67,00	60,00	63,00	8,00	13,10	4,78	-1,43	-8,22	-6,18	-20,10	-14,72	3,47
Kvælstofbalance	1976	1977	1978/79	1985/86	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Udledt spildevand ialt 3) som fordeler sig på					179,00	193,00	160,00	144,00	112,00	95,30	76,49	58,94
a) byspildevand					168,00	182,00	149,00	131,00	99,00	82,50	63,34	51,52
b) regnvandsbetingede udlob					7,00	7,00	7,00	9,00	9,00	8,60	8,90	6,36
c) industri					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
d) spredt bebyggelse					4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	1,06
Diffus tilførsel					101,00	153,00	325,00	235,00	235,00	341,70	218,30	40,08
Atmosfærisk deposition					79,00	79,00	79,00	79,00	79,00	79,00	79,70	79,00
Øvrige 4)					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,10
Samlet tilførsel	336	555	628	756	359,00	425,00	564,00	458,00	426,00	516,00	374,48	172,92
Samlet fraførsel	42	86	116	241	98,00	110,00	70,00	167,00	146,00	298,20	205,00	21,00
Differens	294,0	469,0	512,0	515,0	261	315	494	291	280	217,8	169,48	151,92

Vandbalance: alle værdier er i mill. kubikmeter

Fosfor- og kvælstofbalance: alle værdier er i tons.

1) Alle kilder excl. nedbør

2) Alle tab excl. fordampning

3) Opgjort efter retningslinierne for punktkilder

4) Beregnet som forskel mellem samlet tilførsel og kendte kilder

Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser

BILAG 6.1

Arresø 1996. Temperaturprofiler.

TEMPERATUR, °C	DATO																
DYBDE	15-02-96	10-04-96	23-04-96	07-05-96	21-05-96	04-06-96	19-06-96	04-07-96	23-07-96	06-08-96	20-08-96	05-09-96	17-09-96	01-10-96	15-10-96	05-11-96	03-12-96
Overflade	2,6	6,1	13,1	9,7	9,6	15,0	17,2	15,6	19,5	18,6	21,1	17,5	13,3	11,9	10,7	9,9	1,8
Bund	3,5	6,0	9,8	9,5	9,6	14,6	17,2	15,7	18,5	18,5	20,2	17,5	13,2	11,9	10,7	9,9	1,8

Arresø 1996. Iltprofiler.

ILTKONC., mg/l	DATO																
DYBDE, meter	15-02-96	10-04-96	23-04-96	07-05-96	21-05-96	04-06-96	19-06-96	04-07-96	23-07-96	06-08-96	20-08-96	05-09-96	17-09-96	01-10-96	15-10-96	05-11-96	03-12-96
Overflade	15,7	16,1	19,4	11,4	11,4	12,5	9,3	10,2	12,0	10,0	10,5	10,1	10,5	10,0	10,7	10,0	20,0
Bund	2,4	15,4	13,3	11,1	11,3	11,2	9,4	10,4	10,1	10,0	7,5	10,1	10,3	9,9	10,7	10,0	20,0

ILT-PROCENT, %	DATO																
DYBDE, meter	15-02-96	10-04-96	23-04-96	07-05-96	21-05-96	04-06-96	19-06-96	04-07-96	23-07-96	06-08-96	20-08-96	05-09-96	17-09-96	01-10-96	15-10-96	05-11-96	03-12-96
Overflade	118	132	187	104	103	129	99	106	135	110	121	109	103	95	100	93	179
Bund	18	125	118	100	102	116	100	107	108	110	84	109	102	94	100	93	170

Arresø 1996. Vandkemi og sigtddybde.

VANDKEMI, blandingspr. PARAMETER	DATO	Års gsn.												Som. gsn				
		15-02-96	10-04-96	23-04-96	07-05-96	21-05-96	04-06-96	18-06-96	04-07-96	23-07-96	06-08-96	20-08-96	05-09-96		17-09-96	01-10-96	15-10-96	05-11-96
Sigtddybde, m		0,6	0,7	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,46
pH (felt)			9,4		9,3	9,6	9,4	9,6	9,7	9,7	9,5	9,5	9,5	8,9	8,9	8,1	8,4	
pH (lab.)	8,2	8,7	9,1	9,0	9,1	9,4	9,3	9,6	9,6	9,4	9,4	9,5	9,3	8,7	9,0	8,4	8,6	9,34
Total alkalinitet, mmol/l	2,47	2,47	2,24	2,06	1,97	1,76	1,94	1,98	1,65	1,70	1,57	1,69	1,76	1,64	1,86	2,00	2,11	1,80
Total fosfor, mg/l	0,08	0,16	0,10	0,37	0,26	0,14	0,27	0,29	0,12	0,16	0,13	0,14	0,14	0,26	0,20	0,41	0,24	0,20
Ortofosfat fosfor, mg/l	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total kvælstof, mg/l	1,74	3,10	1,42	2,64	2,23	1,52	2,41	2,00	1,53	1,94	1,67	1,88	1,97	2,03	2,27	2,82	2,65	1,96
Nitrat-nitrit kvælstof, mg/l	0,13	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,16	0,01
Ammonium-ammoniak kvælstof, mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,12	0,16	0,01
N/P forhold (total)	22	19	14	7	9	11	9	7	13	12	13	13	14	8	11	7	11	10
N/P forhold (opløst)	14	8	2	1	5	2	3	2	2	1	2	3	2	2	3	17	32	2
Klorofyl a, µg/l	35	148	100	380	260	55	280	220	50	110	86	88	120	260	190	370	300	165,00
COD-Susp. stof, mg/l	25,0	45,0	42,0	110,0	70,0	39,0	75,0	90,0	28,0	44,0	31,0	37,0	41,0	65,0	55,0	85,0	70,0	56,32
Suspenderet stof, mg/l	30,0	40,0	21,0	97,0	70,0	34,0	81,0	86,0	26,0	34,0	28,0	39,0	38,0	58,0	51,0	73,0	58,0	53,01
Jern, mg/l	0,08	0,11	0,06	0,32	0,24	0,17	0,24	0,26	0,09	0,13	0,08	0,10	0,09	0,18	0,15	0,26	0,17	0,17
Ledningsevne, mS/m	57,0	54,5	50,0	51,0	48,4	46,3	46,2	46,2	45,0	47,5	45,0	47,9	49,6	49,6	51,0	51,8	53,0	47,28
Stiikat, mg/l	5,1	4,4	3,5	3,0	2,8	2,9	3,1	3,1	3,1	3,0	2,5	1,9	1,6	1,2	0,5	0,1	0,1	2,66

Fiskeundersøgelse

ART	1984			1991			1996		
	Antal	Vægt	%- vægt	Antal	Vægt	%- vægt	Antal	Vægt	%- vægt
Skalle	6	0,5	0,4	3591	184,3	26,9	60	2082	24,4
Brasen	583	99,3	76,9	4082	489,4	71,5	51	4951	58,0
Aborre	3	0,7	0,5	88	5,8	0,8	5	524	6,1
Hork	4	0,1	<0,1	49	0,9	0,1	0	4	0,05
Sandart	16	24,4	18,9	3	1,1	0,2	5	860	10,08
Gedde	-			-(*)			0	0	0
Ål	16	2,5	1,9	3	0,8	0,1	-(*)	4	0,05
Rudskalle	2	0,3	0,2	34	1,6	0,2	1	47	0,55
Løje	-(*)			48	0,9	0,1	4	56	0,7
Regnløje	-(*)			-(*)			0	0	
Suder	-(*)			-			0	0	
Flire	7	1,3	1,0	-			0	0	
9-p-hunde- stejle	-			-(*)			0	0	
Brasenskalle	0	0	0	0	0	0	0	5	0,06
Total:	636	129,1	100	7893	684,9	100	127	8534	100

Sammensætningen af fisk større end 10 cm i garnfangsterne ved fiskeundersøgelserne i 1984, 1991 og 1996. I tabellen er angivet antallet af de enkelte arter, vægten i kg samt artens procentuelle vægtandel af fangsten. (*) markerer, at arten kun er fanget ved elbefiskningen.

Arresø 1985-1996, plante- og dyreplankton

Biomasse gennemsnit og procentvis sammensætning i sommerperioden (1.5-30.9)

	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		
	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	mm3/l	%	
Blågrønalger	24,43	71	3,48	13	2,6	11	20,33	54	6,39	31	19,11	67	3,11	14	6	30	11,97	38	4,24	18	2,13	13	2,913	23	
Rekylalger	0,04	0	0,06	0			0,04	0					0,06	0				0	0,01					0	
Furealger			0	0													0,03	0						0	
Kiselalger	2,67	9	2,6	9	0,31	1	0,31	1	0,08	0	0,6	2	0,16	1	0,07	0	0,01	0	0,58	2	0,11	1	0,42	3	
Stiklalger					0,05	0																0,02	0	0,007	0
Grønalger	6,9	20	19,24	69	17,64	76	14,23	38	12,64	62	8,47	30	17,91	84	13,78	68	19,38	61	18,32	79	13,45	85	9,405	73	
Ubestemte arter	0,21	1	2,44	9	2,74	12	2,54	7	1,33	7	0,35	1	0,31	1	0,41	2	0,21	1	0,18	1	0,15	1	0,189	1	
Total biomasse	34,24		27,82		23,35		37,45		20,45		28,52		21,55		20,26		31,59		23,33		15,86		12,934		
Max. biomasse	66		57		30		63		34		81		44		45		54		45		39		24,11		
Måned	aug.-sep.		aug.		maj+sep		sep.		okt.		sep.		maj		dec.		jul.		sep.		feb.		maj+nov.		

	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996	
	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%	mg vv./l	%
Ciliater									0,05	1,7	0,28	3,1	0,06	0,5							0,12	2,5	0,05	0,9
Rotatorier								0,45	15,2	0,67	7,4	0,21	1,8	1,23	30,8	0,52	5,1	0,47	5,6	0,53	11,8	0,38	6,6	
Cladocerer							1,5	50,5	6,5	71,8	10,2	89,3	2,08	52,1	8,64	84,8	7,01	83,8	7,01	83,8	2,13	46,4	3,17	55,2
Copepoder							0,97	32,7	1,6	17,7	0,95	8,3	0,68	17	1,03	10,1	0,88	10,6	0,88	10,6	1,81	39,5	2,14	37,3
Total biomasse								2,97		9,05		11,42		3,99		10,19		8,37		4,6		5,74		
Max. biomasse								5,6		15,4		55,1		9,5		24,1		19,81		11,88		18,14		
Måned								okt.		aug.		jun.		jun.		jun.		jun.		jun.		okt.		jun.

Gennemsnit- og medianværdier for sigtddybde og vandkemi, 1985-1996

Arresø 1985-1996

Årstal		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Sigtddybde	Gennemsnit	0,35	0,36	0,35	0,39	0,43	0,35	0,37	0,41	0,28	0,35	0,35	0,45
	Median	0,3	0,3	0,36	0,36	0,4	0,33	0,37	0,4	0,25	0,31	0,31	0,44
Sigtddybde (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,4	0,29	0,38	0,47	0,48	0,43	0,35	0,43	0,3	0,41	0,43	0,46
	Median	0,42	0,29	0,4	0,47	0,5	0,4	0,34	0,4	0,28	0,43	0,37	0,44
Klorofyl	Gennemsnit	216	240	207	274	256	345	336	393	552	413	438	188
	Median	241	246	207	254	255	340	327	380	566	372	402	166
Klorofyl (1/5-1/10)	Gennemsnit	192	263	246	215	142	265	343	298	507	331	244	165
	Median	198	249	221	127	139	270	319	324	469	292	225	130
Silikat	Gennemsnit	1,25	0,78	2,29	4,13	5,42	6,18	5,25	5,82	6,51	5,7	4,78	2,7
	Median	1,3	0,76	2,33	4,44	5,33	6,24	5,39	5,77	6,55	5,61	4,6	3
Silikat (1/5-1/10)	Gennemsnit	1,16	0,77	2,57	3,61	5,43	6,39	4,83	5,91	6,66	5,59	4,53	2,66
	Median	1,23	0,69	2,72	3,86	5,58	6,33	4,85	5,91	6,7	5,56	4,52	2,91
NH ₄ -H	Gennemsnit	0,24	0,04	0,1	0,15	0,07	0,03	0,11	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04
	Median	0,15	0,02	0,01	0,1	0,06	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
NH ₄ -H (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,31	0,01	0,01	0,08	0,05	0,01	0,04	0,02	0,08	0,05	0,01	0,01
	Median	0,3	0,01	0,01	0,06	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
NO ₂ -N	Gennemsnit	0,88	0,6	0,07	0,52	0,2	0,21	0,23	0,3	0,49	0,42	0,24	0,05
	Median	0,81	0,09	0,01	0,18	0,01	0,01	0,03	0,07	0,34	0,26	0,04	0,02
NO ₂ -N (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,34	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
	Median	0,16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
TOT-N	Gennemsnit	4,28	3,24	2,25	3,04	3	3,5	2,99	3,72	4,63	3,61	3,38	2,26
	Median	4,46	3,21	2,14	3,13	3,01	3,58	2,91	3,24	4,8	3,22	2,76	2,2
TOT-N (1/5-1/10)	Gennemsnit	3,5	2,58	2,03	1,85	2,27	3,09	3,02	2,6	3,51	2,54	1,96	1,96
	Median	3,28	2,15	2	1,66	2,21	2,98	3,01	2,9	3,76	2,54	1,91	1,91
pH	Gennemsnit	8,68	-	-	9,26	9,35	9,45	9,3	9,3	9,29	9,1	9,11	8,87
	Median	8,38	-	-	9,34	9,49	9,72	9,43	9,5	9,31	8,83	9,2	8,81
pH (1/5-1/10)	Gennemsnit	9,17	-	-	9,89	9,93	9,96	9,78	10,04	10,02	9,83	9,69	9,34
	Median	9,1	-	-	9,94	9,97	9,98	9,81	10,05	10,16	9,95	9,8	9,4
PO ₄ -P	Gennemsnit	0,65	0,45	0,32	0,23	0,13	0,14	0,11	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01
	Median	0,71	0,47	0,33	0,27	0,1	0,15	0,12	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01
PO ₄ -P (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,53	0,24	0,2	0,07	0,03	0,09	0,07	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01
	Median	0,59	0,23	0,19	0,04	0,03	0,09	0,08	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01
TOT-P	Gennemsnit	1	0,91	0,65	0,55	0,46	0,51	0,41	0,43	0,55	0,41	0,4	0,21
	Median	1	0,93	0,61	0,61	0,51	0,57	0,43	0,41	0,58	0,36	0,35	0,2
TOT-P (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,85	0,71	0,57	0,32	0,28	0,41	0,41	0,32	0,47	0,3	0,24	0,2
	Median	0,9	0,63	0,57	0,29	0,24	0,42	0,41	0,34	0,49	0,25	0,22	0,18
COD partik.	Gennemsnit	-	-	-	61	65	87	88	99	149	115	119	57
	Median	-	-	-	59	65	85	85	94	156	95	110	55
COD partik. (1/5-1/10)	Gennemsnit	-	-	-	46	54	70	74	82	144	94	79	56
	Median	-	-	-	30	52	72	69	82	145	80	71	49

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,212646916
R-kvadreret	0,045218711
Justeret R-kvadreret	-0,050259418
Standardfejl	0,063794633
Observationer	12

SIGTDYBDE - SOMMERMIDDEL

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,001927448	0,001927448	0,473602818	0,506983851
Residual	10	0,040697552	0,004069755		
I alt	11	0,042625			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	-6,90527972	10,61888609	-0,65028287	0,530164904	-30,56563647	16,75507703	-30,56563647	16,75507703
X-variabel 1	0,003671329	0,005334775	0,688188069	0,506983851	-0,008215293	0,015557951	-0,008215293	0,015557951

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,030377435
R-kvadreret	0,000922789
Justeret R-kvadreret	-0,098984933
Standardfejl	0,069609802
Observationer	12

SIGTDYBDE - SOMMERMEDIAN

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	4,47552E-05	4,47552E-05	0,009236409	0,925334935
Residual	10	0,048455245	0,004845524		
I alt	11	0,0485			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	1,508566434	11,58684539	0,130196476	0,898992758	-24,30853843	27,32567129	-24,30853843	27,32567129
X-variabel 1	-0,000559441	0,005821064	-0,09610624	0,925334935	-0,013529582	0,012410701	-0,013529582	0,012410701

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,276848681
R-kvadreret	0,076645192
Justeret R-kvadreret	-0,015690288
Standardfejl	97,88917965
Observationer	12

KLOROFYL - SOMMERMIDDEL

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	7954,001748	7954,001748	0,830073032	0,38368782
Residual	10	95822,91492	9582,291492		
I alt	11	103776,9167			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	-14577,64918	16294,06728	-0,894659936	0,391993615	-50883,09983	21727,80146	-50883,09983	21727,80146
X-variabel 1	7,458041958	8,185904435	0,911083438	0,38368782	-10,78129291	25,69737682	-10,78129291	25,69737682

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,236900378
R-kvadreret	0,056121789
Justeret R-kvadreret	-0,038266032
Standardfejl	100,1523414
Observationer	12

KLOROFYL - SOMMER MEDIAN

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	5964,001748	5964,001748	0,59458719	0,458482847
Residual	10	100304,9149	10030,49149		
I alt	11	106268,9167			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	-12607,81585	16670,78011	-0,756282295	0,466922602	-49752,63514	24537,00344	-49752,63514	24537,00344
X-variabel 1	6,458041958	8,37515953	0,771094799	0,458482847	-12,20297961	25,11906353	-12,20297961	25,11906353

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,206881946
R-kvadreret	0,04280014
Justeret R-kvadreret	-0,052919847
Standardfejl	0,608406082
Observationer	12

TOTAL KVÆLSTOF - SOMMERMIDDEL

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,165512063	0,165512063	0,447139007	0,518833993
Residual	10	3,701579604	0,37015796		
I alt	11	3,867091667			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	70,29459208	101,2717613	0,694118392	0,503413445	-155,3529928	295,942177	-155,3529928	295,942177
X-variabel 1	-0,034020979	0,050877472	-0,668684535	0,518833993	-0,147383072	0,079341114	-0,147383072	0,079341114

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,016396142
R-kvadreret	0,000268833
Justeret R-kvadreret	-0,099704283
Standardfejl	0,685363302
Observationer	12

TOTAL KVÆLSTOF - SOMMER MEDIAN

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,001263112	0,001263112	0,002689058	0,959664578
Residual	10	4,697228555	0,469722855		
I alt	11	4,698491667			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	8,441655012	114,0816155	0,073996629	0,942472327	-245,7480687	262,6313787	-245,7480687	262,6313787
X-variabel 1	-0,002972028	0,057312959	-0,051856126	0,959664578	-0,13067328	0,124729224	-0,13067328	0,124729224

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,791703427
R-kvadreret	0,626794316
Justeret R-kvadreret	0,589473747
Standardfejl	0,126513034
Observationer	12

TOTAL FOSFOR - SOMMERMIDDEL

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,268811189	0,268811189	16,7948759	0,002150918
Residual	10	0,160055478	0,016005548		
I alt	11	0,428866667			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	86,72473194	21,05862871	4,118251627	0,002082901	39,80317502	133,6462889	39,80317502	133,6462889
X-variabel 1	-0,043356643	0,010579551	-4,098155183	0,002150918	-0,066929357	-0,01978393	-0,066929357	-0,01978393

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,75535877
R-kvadreret	0,570566872
Justeret R-kvadreret	0,527623559
Standardfejl	0,144074168
Observationer	12

TOTAL FOSFOR - SOMMER MEDIAN

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,275793007	0,275793007	13,28651272	0,004498886
Residual	10	0,20757366	0,020757366		
I alt	11	0,483366667			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	87,8266317	23,98175365	3,662227249	0,004372949	34,39194541	141,261318	34,39194541	141,261318
X-variabel 1	-0,043916084	0,012048087	-3,645066902	0,004498886	-0,0707609	-0,01707127	-0,0707609	-0,01707127

Udførte undersøgelser i Arresø

Årstal for tilsyn	Omfang af tilsyn	Status for rapportering
1976	Vandkemi	ref. /1/
	Bakterier	ref. /1/
1977	Vandkemi	ref. /1/
	Bakterier	ref. /1/
1978	Vandkemi	ref. /1/
	Bakterier	ref. /1/
	Planteplankton n=14	ref. /1/
	Vegetation	ref. /1/
	Dyreplankton	ref. /1/
	Bunddyr	ref. /1/
1979	Vandkemi	ref. /1/
	Bakterier	ref. /1/
	Planteplankton n=15	ref. /1/
	Dyreplankton n=9	ref. /1/
1980-1982	Vandbalance	ref. /5/
1984	Fisk	ref. /6/
1985	Vandkemi n=10	ref. /8/
	Planteplankton	ref. /4/
1986	Vandkemi n=12	ref. /8/
	Sediment	ref. /8/
	Planteplankton	ref. /7/
1987	Vandkemi n=11	ref. /8/
	Sediment	ref. /8/
	Vegetation	ref. /16/
1988	Vandkemi n=14	ref. /8/
	Sediment	ref. /10, 16/
1989	VMPB + Plankton	ref. /9, 14/
1990	VMPB + Plankton	ref. /12, 21/
1991	VMPB	ref. /16/
	Vegetation	ref. /16/
	Fisk	ref. /16, 17/
1992	VMPB + Plankton	ref. /20, 22/
1993	Sediment	
	VMPB + Plankton	ref. /23, 24/
1994	VMPB + Plankton	ref. /32, 34/
1995	VMPB + Plankton	ref. /37, 38/
1996	VMPB + Fisk + Plankton	ref. /38, 40, 41/

Tabel 2. Oversigt over undersøgelser foretaget i Arresø, 1974-1996 /9/ (VMPB = Vandmiljøplanens basisprogram).

Tidligere undersøgelser og rapporter

- /1/ Recipientundersøgelser af Arresø 1976-1981, Hovedstadsrådet, Arbejdsdokument, Vandkvalitetsinstituttet og COWIconsult, 1982
- /2/ Forslag til Recipientkvalitetsplan for Roskilde Fjord og opland, Planlægningsdokument 421, Hovedstadsrådet, 1984
- /3/ Recipientkvalitetsplan for Roskilde Fjord og opland, Planlægningsdokument 421, Hovedstadsrådet, 1986
- /4/ Phytoplankton i Arresø 1985. Hovedstadsrådet, recipientovervågning nr. 25, Miljøbiologisk Laboratorium, 1986
- /5/ Arresøs vandbalance 1980, 1981 og 1982. Hovedstadsrådet, Recipientovervågning nr. 27, Hedeselskabet, 1987
- /6/ Fiskene i Arresø, Hovedstadsrådet, recipientovervågning nr. 26, 1987
- /7/ Phytoplankton i Arresø 1986. Hovedstadsrådet, recipientovervågning nr. 34, Marinbiologisk Laboratorium, 1988
- /8/ Arresø 1985-1988, Tilsynsdata. Hovedstadsrådet, recipientovervågning nr. 45, COWIconsult, 1989
- /9/ Resultaterne af vandmiljøplanens overvågning 1989.
- /10/ Restaurering og fremtidig tilstand af Arresø. Arresøarbejdsgruppen 1989
- /11/ Tilførsel af næringsstoffer fra enkeltudledere og gårde i oplandet til Arresø. Frederiksborg Amt, Teknisk Forvaltning, 1989
- /12/ Arresø, Tilstand og udvikling 1990, Frederiksborg Amt, recipientovervågning nr. 10, 1991
- /13/ Arresø 1987 og 1988. Phytoplankton. Vandmiljøundersøgelser nr. 7. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1991.
- /14/ Arresø 1989. Phyto- og zooplankton. Vandmiljøundersøgelser nr. 8. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1991.
- /15/ Oplandsanalyse. Reduktion af Arresøens belastning. Skov- og Naturstyrelsen & Frederiksborg Amt, Teknisk Forvaltning, 1991
- /16/ Arresø, Tilstand og udvikling 1991. Frederiksborg Amt, vandmiljøovervågning nr. 3. Frederiksborg Amt og Waterconsult, 1992

- /17/ Fiskebestanden i Arresø, august 1991. Vandmiljøundersøgelser nr. 18. Udført og rapporteret for Frederiksborg Amt af Fiskeøkologisk Laboratorium. Frederiksborg Amt, 1993
- /18/ Vandområdeplan for Arresø og opland, Planlægningsdokument nr. 2, Frederiksborg Amt, 1993
- /19/ Vandløb og kilder, tilstand og udvikling 1992, Vandmiljøovervågning nr. 10, Frederiksborg Amt, 1991
- /20/ Arresø, Tilstand 1992, Vandmiljøovervågning nr. 7, Frederiksborg Amt, 1993.
- /21/ Arresø 1985-1991. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1992
- /22/ Arresø 1992. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1993
- /23/ Overvågningssøer 1993. Tilstand og udvikling. Vandmiljøplanovervågning nr. 11, Frederiksborg Amt, 1994.
- /24/ Arresø 1993. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Frederiksborg Amt, 1994
- /25/ Resultater af fosforfraktionering på sedimenter fra Arresø 1993. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Vandkvalitetsinstituttet. Frederiksborg Amt, 1994
- /26/ Afstrømningsmålinger 1993. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab. Frederiksborg Amt, 1994
- /27/ Redegørelse for de tekniske, lovmæssige, administrative og økonomiske forhold ved frilæggelse af rørlagte vandløbsstrækninger i oplandet til Arresø. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af N&R Consult a/s. Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, 1994
- /28/ Forundersøgelser af mulige søprojekter i Arresøplanen. Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, 1994
- /29/ Søprojekter i Arresøens opland. Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, 1994
- /30/ Vandløb og kilder, tilstand og udvikling 1994, Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, vandmiljøovervågning nr. 2, 1995
- /31/ Solbjerg Eng sø, en del af Arresøplanen. Etablering og udvikling 1993/94. Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, 1995
- /32/ Arresø 1994. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS, Frederiksborg Amt, 1995

- /34/ Arresø - Tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 21, Frederiksborg Amt 1995
- /35/ Arresø 1995. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS, Frederiksborg Amt, 1996
- /36/ Afstrømningsmålinger 1995. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab. Frederiksborg Amt, 1996
- /37/ Arresø - Tilstand og udvikling 1995. Vandmiljøovervågning nr. 25, Frederiksborg Amt 1996
- /38/ Arresø 1996. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS, Frederiksborg Amt, 1997
- /39/ Afstrømningsmålinger 1996. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab. Frederiksborg Amt, 1997
- /40/ Fiskeundersøgelse i Arresø 1996. Udført og rapporteret for Frederiksborg Amt af Fiskeøkologisk Laboratorium. Frederiksborg Amt, 1997
- /41/ Arresø - Tilstand og udvikling 1996. Vandmiljøovervågning nr. 34, Frederiksborg Amt 1997.

