



Arresø tilstand og udvikling 2000



VANDMILJØ
overvågning

Vandmiljøovervågning nr. 77

Løbenr.: 8

2001

Eksemplar nr.: 5/5

Titel: Arresø, tilstand og udvikling, 2000

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 77

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 2001

Sagsbehandler: Helle Utoft Rasmussen

Rapport og grafik: Helle Utoft Rasmussen

Forsidefoto: Finn Jørgensen: "Arresø Kanal"

Tryk: Frederiksborg Amt

Oplag: 150 stk.

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

Købes hos: Frederiksborg Amt. Teknik & Miljø,
Miljøafdelingen,
tlf. 48 20 57 13

Pris: 75 kr.

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-209-3

Arresø tilstand og udvikling 2000

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	5
Nøgletal for miljøtilstanden i Arresø	6
1 Indledning	9
1.1 Baggrund	9
1.2 Generel karakteristik	9
2 Klimatiske forhold	11
2.1 Lufttemperatur og globalindstråling	11
2.3 Nedbør og fordampning	11
2.4 Vind	12
2.5 Ferskvandsafstrømning	13
3 Oplandsbeskrivelse	14
3.1 Oplandskarakteristik og -beskrivelse	14
3.2 Oplandsanalyser	15
3.3 Kilder til næringsstofbelastningen	15
4 Vand- og stofbalancer	20
4.1 Vandbalance	20
4.1.1 Resultater	20
4.2 Fosforbalance	23
4.2.1 Resultater	23
4.2.2 Diskussion	23
4.3 Kvælstofbalance	24
4.3.1 Resultater	24
4.3.2 Diskussion	25
4.4 Jernbalance	26
4.4.1 Resultater	26
5 Udvikling i miljøtilstand	27
5.1 Fosfor	28
5.1.1 Resultater	28
5.2 Kvælstof	28
5.2.1 Resultater	28
5.2.2 Diskussion	29
5.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre	29
5.3.1 Resultater	29
5.4 Sigtdybde og klorofyl	32
5.4.1 Resultater	32
5.4.2 Diskussion	32
5.5 Planteplankton	33
5.5.1 Resultater	33
5.5.2 Diskussion	34
5.6 Dyreplankton	35
5.6.1 Resultater	36
5.6.2 Diskussion	37

5.7 Fiskeyngel	39
5.7.1 Resultater	39
5.7.2 Diskussion	40
5.8 Det biologiske samspil	45
5.8.1 Resultater	45
5.8.2 Diskussion	46
6 Søtilstand og målsætning	47
7 Sammenfatning og konklusioner	49
7.1 Sammenfatning	49
7.2 Konklusion	51
8 Referencer	53
Bilag	55
Bilag 1 Indledning	59
Bilag 3 Oplandsbeskrivelse	63
Bilag 4 Vand- og stofbalance	69
Bilag 5 Udvikling i miljøtilstand	83
Bilag 6 Tidligere undersøgelser og rapporter	99

Forord

NOVA - Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet /10/ - afløste fra 1998 Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Det landsdækkende overvågningsprogram er på landsplan blevet reduceret fra 37 til 27 ferskvandssøer, her iblandt Arresø og Bastrup Sø der ligger i Frederiksborg Amt. Programmet er samtidig blevet udvidet med 4 brakvandssøer.

Denne rapport beskriver resultaterne af den overvågning som Frederiksborg Amt har udført i Arresø i 2000. Der er lagt vægt på en ret kortfattet beskrivelse af undersøgelsesresultaterne, og en vurdering af udviklingstendenserne i søens miljøtilstand siden overvågningen af søen blev begyndt. Desuden vurderes søens fremtidige udviklingsmuligheder.

Nøgletal for miljøtilstanden i Arresø

Arresø 2000	Gennemsnit	Median	Minimum	Maksimum
Opholdstid (år)	2,43		1,04(jan)	6,16(jun)
Opholdstid (sommer)	4,96			
Fosforbelastning (tons/år)	8,904		0,406(jun)	1,296(jan)
(mg/m ² /dag)	0,61		0,01	0,09
P-retention (mg/m ² /dag)	-0,393		0,002(okt)	-0,001(jan)
(%)	-64		0,29	-18
Kvælstofbelastning (tons/år)	310,680		9,15(aug)	54,39(mar)
(mg/m ² /dag)	21,29		7,41	44,44
N-retention (mg/m ² /dag)	8,61		2,47(aug)	20,80(mar)
(%)	40		33	43
Sediment	Ej undersøgt	-	-	-
Ptot (mg P/l)				
år	0,194	0,157	0,099	0,359
sommer	0,151	0,142	(jul)	(feb)
Opløst fosfat (mg P/l)				
år	0,028	0,003	<0,005	0,149
sommer	0,009	0,003		(dec)
Ntot (mg N/l)				
år	2,611	2,140	1,420	4,77
sommer	1,874	1,840	(jun,jul)	(feb)
Uorganisk N (mg N/l)				
år	0,665	0,080	0,01	1,60
sommer	0,095	0,015	jul,aug,sep	dec
pH				
år	8,5	8,6	7,8	9,2
sommer	8,8	8,7	dec	jul
Sigtdybde (m)				
år	0,53	0,50	0,3	0,9
sommer	0,55	0,50	feb, mar	jun
Klorofyl (mg/l)				
år	0,125	0,132	0,035	0,240
sommer	0,109	0,082	dec	mar
Susp. stof (mg SS/l)				
år	39	30	17	97
sommer	30	24	jun	feb

Arresø 2000	Gennemsnit	Median	Minimum	Maksimum
Planteplanktonbiomasse (mm ³ /l)				
år	14,33		1,16	36,21
sommer	16,33		dec	aug
Planteplanktonbiom. sommer				
%blågrønalger	36		1(maj)	82(sep)
%kiselalger	4		0(maj)	7(sep)
%grønalger	58		10(sep)	96(maj)
Dyreplanktonbiomasse (mg vv/l)				
år	12,488		1,080(mar)	73,169(maj)
sommer	15,651		1,443(jul)	73,169(maj)
Dyreplanktonbiom. sommer				
%hjuldyr	1		0	13(jul)
%vandlopper	13		3(maj)	70(jul)
%cladoceer	81		7(jul)	97(maj)
Dyreplankton sommer				
%Daphnia af Cladoceer	94			
Middelvægt af Daphnia (mg vv/l)	11,9		0,016(jul)	66,298(maj)
Middelvægt af Cladoceer (mg vv/l)	12,65		0,101(jul)	66,933(maj)
Græsningstryk, sommer				
Pot. græsning (µg C/l/dag)	1119,95		133(sep)	3531(maj)
%af planteplanktonbiom.	62		5	985
%af planteplanktonbiom. (<50µm)	89		21	1477
Fisk	Ej undersøgt			
Undervandsplanter	do			
Fiskeyngel (træk)				
Gns. antal i pelagial (antal/m ³)	0,399			
Gns. antal i littoral (antal/m ³)	18,988			

1 Indledning

Arresø er Danmarks største sø (39,87 km²), men samtidig ret lavvandet (middeldybde 3,1 m). Arresø ligger i den nordvestlige del af Frederiksborg Amt øst for Frederiksværk (figur 1.1).

Figur 1.1
Kort med Arresøs geografiske placering i den nordvestlige del af Frederiksborg Amt.



1.1 Baggrund

Arresø indgår i det nationale overvågningsprogram NOVA 2003. Formålet med programmet er at bestemme, beskrive og forklare tilstand og udvikling i fysiske, kemiske og biologiske forhold. Overvågningsprogrammet skal kunne dokumentere og adskille, hvordan og i hvilket omfang de økologiske forhold og udviklingen heri afhænger af de naturgivne forhold og de menneskeskabte påvirkninger. Overvågningen skal kunne belyse søernes økologiske tilstand og skal kunne fremvise effekten af miljøforbedrende tiltag.

1.2 Generel karakteristik

Morfometriske data for Arresø ved vandspejlskote 3,97 m. o. DNN ses af tabel 1.2. Kort med indtegnede dybdekurver og prøvetagningsstationer findes i bilag 1.1, areal- og volumenhyposograf i bilag 1.2.

Tabel 1.2
Morfometriske data for Arresø
Iflg. T. Høy, 1995.

Overfladeareal, km ²	39,87
Gennemsnitsdybde, m	3,1
Maksimal dybde, m	5,9
Vandvolumen, mio. m ³	122,75
Oplandsareal, km ²	215

Det topografiske opland til Arresø er opgjort til 215 km². Heraf afvandes størstedelen til søen via 4 større tilløb, Ramløse Å, Pøleå, Æbelholt Å og Lyngby Å (figur 3.1). Der er opstillet målestationer til måling af vandføring og stoftransport i de 4 tilløb svarende til et målt opland på i alt 131 km². Søen har udløb til Roskilde Fjord gennem Arresø Kanal i søens nordvestlige del. Afløbet er reguleret af en sluse. Der er givet en nærmere beskrivelse af oplandet i afsnit 3.1.

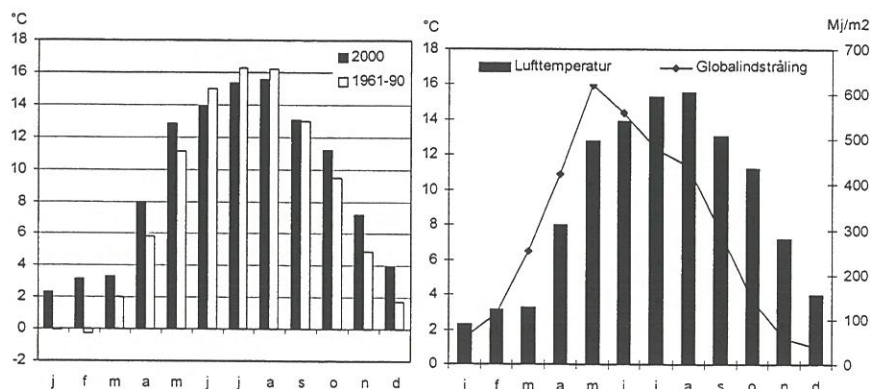
2 Klimatiske forhold

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.

2.1 Lufttemperatur og globalindstråling

Årsmiddeltemperaturen i området ved Arresø, (20 km grid), var 9,2°C i 2000, hvilket var godt 1°C højere end middeltemperaturen for normalperioden, (20 km grid), (7,9°C).

Figur 2.1
Temperatur og globalindstråling.
Månedsmiddeltemperatur 2000, Arresø 2000, samt normalværdier for perioden 1961-90, 20 km grid, (tv)
Temperatur og globalindstråling, Arresø 2000, 20 km grid, (th).



Året startede med 3 milde vintermåneder, specielt var februar meget varm i forhold til det normale for måneden. Mest markant var temperaturafvigelsen i marts, hvor månedsmiddeltemperaturen var næsten 3,5°C højere end normalen for perioden 1961-90. Et varmt forår blev efterfulgt af forholdsvis kølige sommermåneder. Hen mod efteråret var september nær normalen, mens både oktober, november og december lå et stykke over normalen for månederne, figur 2.1.

Årets højeste temperatur blev målt den 21. juni, 23,8°C. Årets laveste temperatur blev målt den 24. januar, -5,7°C.

Globalindstrålingen ved Arresø var i 2000 3487 MJ/m²/år, hvilket er 4% under normalen for sjællandsområdet (3644 MJ/m²/år) /11/.

Vandtemperaturen i Arresø fulgte den aktuelle lufttemperaturkurve.

2.3 Nedbør og fordampning

Årsnedbøren Arresø, (10 km grid), var i 2000 626 mm, hvilket er 6% mere end årsgennemsnittet for perioden 1961-90, (20 km grid),

normal findes ikke for 10km grid), (590 mm).

De mest markante afvigelser fra årsgennemsnittet var marts og september måneders nedbør, som var henholdsvis 100 og 58% over gennemsnittet, figur 2.3. Mens maj og augusts nedbør var henholdsvis 29% og 30% under gennemsnittet for perioden 1961-90.

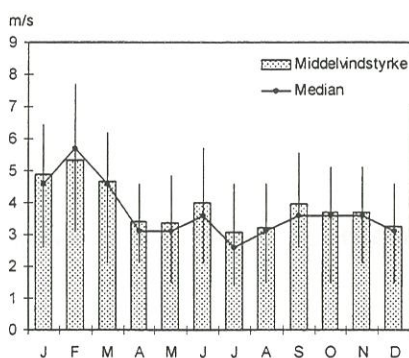
Årets laveste nedbør faldt i februar måned, 33 mm, hvilket alligevel var 5 mm over normalen for februar måned. Årets mest nedbørsrige måned blev september med en nedbør på 95 mm, hvilket var 60 mm mere end normalt.

Vedrørende fordampning se afsnit 4.1.1.

2.4 Vind

Figur 2.2 viser månedsmidler over vind målt i Værløse med 6 timers interval. Værløse målte også vind med 1 times interval. Der er nogen forskel på de beregnede månedsmidler afhængig af om man bruger timedata eller 6 timers data. Størst forskel blev der på månedsmidlen for januar 2000, som målt på timebasis var 7,77 m/s og på 6 timers basis var 4,89 m/s, det vil sige en forskel på 2,88 m/s.

*Figur 2.2
Vind i 2000 målt i Værløse. Månedsværdier, lodrette streger angiver 25 og 75% fraktiler.*

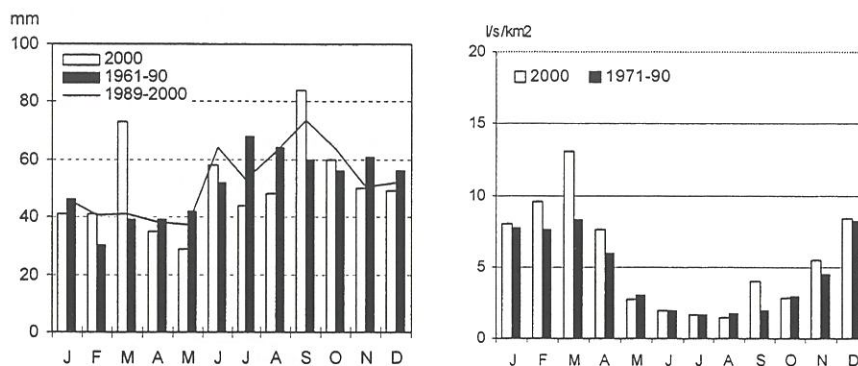


Vinden kom fortrinsvis fra en SSV-lig retning fra januar til august, mens vindretningen i årets sidste 4 måneder fortrinsvis kom fra SSØ.

2.5 Ferskvandsafstrømning

Figur 2.3

Nedbør ved Arresø. Månedsværdier for 2000 samt normalværdier for perioden 1961-90 (tv). Månedsmiddelfafstrømning i Havelse Å, 2000, samt normalværdier for perioden 1971-90 (th).



Afstrømningen ved station 52.08 Havelse Å, Strø, var ikke præget af usædvanlige afstrømningshændelser i 2000. Årsmiddelfafstrømningen lå på 5,6 l/s/km² (175 mm) mod en normal for perioden 1971-90 på 4,6 l/s/km² (145 mm), hvilket svarer til 22% mere end normalt.

2000 var et år uden ekstremt lave afstrømninger ved Havelse Å. Laveste månedsafstrømning var august med 1,5 l/s/km² (4 mm), hvilket er en smule under normalen på 1,7 l/s/km² (4,7 mm).

Marts og september skiller sig mest ud med markant større månedsafstrømninger end normalt. I marts faldt årets største månedsmiddelfafstrømning på 13,1 l/s/km² (35 mm) mod normalt 8,3 l/s/km² (22 mm). Resten af vintermånederne og hele sommerperioden lå tæt på det normale.

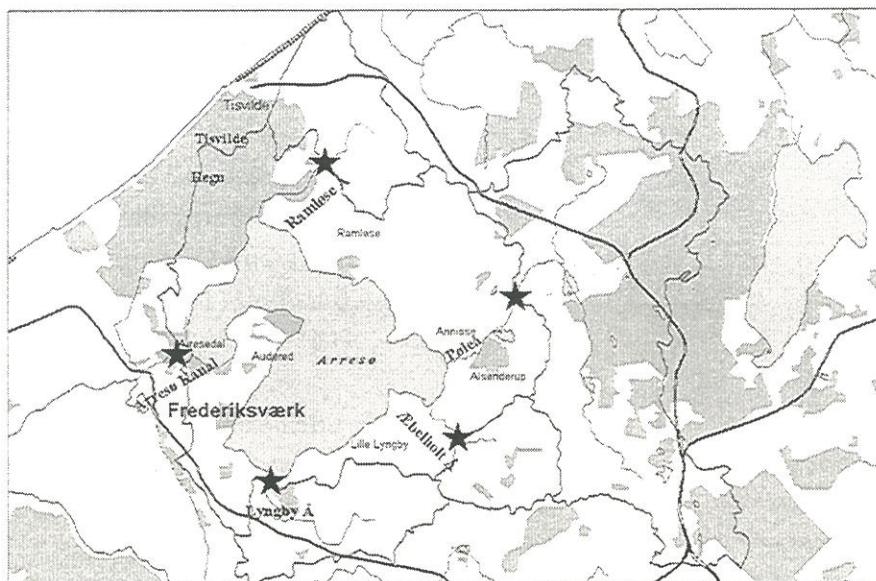
Til sammenligning med de meteorologiske data, er afstrømningens månedsmiddel i 2000 for oplandet til Havelse Å vist på figur 2.3 th sammen med den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1971-90.

3 Oplandsbeskrivelse

3.1 Oplandskarakteristik og -beskrivelse

Figur 3.1 viser oplandet til Arresø, delt op på oplandene til de 4 største tilløb, samt placeringen af amtets målestationer. Det totale opland til søen er opgjort til 255 km² inklusive et søareal på 39,9 km². Fraregnet søarealet bliver oplandets areal 215 km² (bilag 3.1).

Figur 3.1
Kort over Arresøs opland med ★-markering af vandløbsstationer.



Det topografiske opland til Arresø består hovedsagelig af landbrugsområder samt i den nordlige- og østlige del af noget skov (bilag 3.1). De største byer i oplandet er Hillerød og Helsingør. En beskrivelse af de enkelte deloplande ses i tabel 3.1.

Tabel 3.1
Beskrivelse af de målte oplande til Arresø

Vandløb	Oplands-areal til målestation	Oplandstype
Pølseå	80 km ²	Store landbrugs- og skovområder En række bysamfund
Æbelholt Å	12 km ²	Landbrugsarealer Enkelte småbebyggelser
Lyngby Å	19 km ²	Landbrugsarealer med enkelte mindre bysamfund
Ramløse Å	20 km ²	Landbrugs-, skov- og moseområder, enkelte mindre bysamfund

Oplandet til de 4 målestationer udgør i alt 131 km². De resterende 84 km² er det umålte opland nedstrøms målestationerne samt opland til mindre grøfter og vandløb, hvor der ikke er opstillet målestationer.

3.2 Oplandsanalyser

Jordbunden i de øverste 20 cm i oplandet til Arresø er beskrevet på kort fra Statens Jordbrugsforskning. Et udtræk fra kortet (bilag 3.1) og en behandling efter /2/ viser, at jordbunden i oplandet til Arresø hovedsageligt består af lerblandet sandjord, der udgør 83% af arealet. Sandblandet lerjord udgør 10% og humus 5%.

Arealanvendelse i oplandet ifølge Miljø- og Energiministeriets ArealInformationSystem (AIS) fremgår af bilag 3.1.

De geologiske forhold er tilsvarende beskrevet på kort fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). De vigtigste geologiske forekomster i oplandet til Arresø er smeltevands-sand, der udgør 33% af arealet, ferskvandstørv med 31%, smelte-vandsgrus med 15% og moræneler med 13% (bilag 3.1).

3.3 Kilder til næringsstofbelastningen

Kilder til næringsstofbelastningen af Arresø omfatter bidrag fra punktkilder, arealbidrag samt bidrag fra atmosfæren via nedbør, bilag 3.2. Ifølge den opstillede vandbalance (bilag 4.1) er der desuden i nogle måneder et grundvandstilskud til søen. Det er imidlertid vurderet, at usikkerheden på vandbalancen er betragtelig bl.a. som følge af søens størrelse (afsnit 4.1.1). Der er derfor ikke taget hensyn til evt. til- og fraførsel af næringsstoffer via grundvandet.

Fosfor

Fosfortilførslen til Arresø fordelt på belastningskilder for årene 1989-2000 er præsenteret i tabel 3.2. Udviklingen i bidraget fra spildevand og belastningskildernes relative betydning i 2000 er vist i figur 3.2.

Der er siden 1989 ofret store midler på at rense spildevand for fosfor i oplandet til Arresø. Indsatsen har betydet et fald fra 27 tons fosfor fra renseanlæg i 1989 til 2,5 tons i 2000. Bidraget fra regnvandsbetingede udledninger har derimod været på samme niveau (ca. 2 tons/år) igennem hele perioden.

Det diffuse bidrag er i de fleste år beregnet som negativt. Det kan skyldes at fosfor generelt underestimeres ved punktprøvetagning, dels at der foregår en retention af fosfor i vandløbene.

Fosfor t P/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Byspildevand	26,54	22,18	13,26	8,94	7,88	9,47	5,10	3,71	2,77	3,23	3,07	2,49
Regnvandsbet.	2,03	2,03	2,03	2,38	2,22	2,22	2,23	1,60	2,69	2,57	1,74	1,62
Spredt bebyggelse	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,97	0,97	0,23	0,23	0,23	0,80	0,77
Udledt spildevand i alt	30,02	25,66	16,74	12,77	11,55	12,66	8,30	5,54	5,68	6,03	5,61	4,89
Baggrundsbidrag							3,68	0,70	1,26	3,69	2,79	2,35
Dyrkningsbidrag							0,57	-1,34	-0,46	2,85	3,34	1,31
Diffus tilførsel i alt	-3,52	-3,48	6,23	-1,79	-1,22	6,86	4,24	-0,64	0,81	6,54	6,13	3,67
Atmosfærisk dep.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40
Andet (søretention)	0	0	0	0	0	8,97	4,59	-0,03	1,75	2,45	2,11	0,05
Total tilførsel	27,10	22,78	23,57	11,58	10,93	11,15	8,55	5,53	5,14	10,52	10,03	8,90
Indløbskonc., mg P/l	0,801	0,567	0,436	0,266	0,240	0,159	0,151	0,241	0,188	0,159	0,167	0,173
Retention i Arresø	13	4,78	-1,43	-8,22	-6,18	-20,10	-14,72	3,47	1,13	-2,59	0,94	-5,71

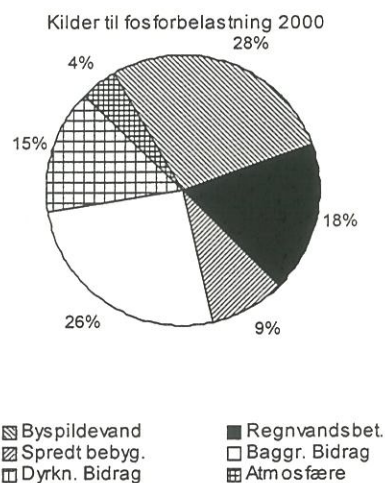
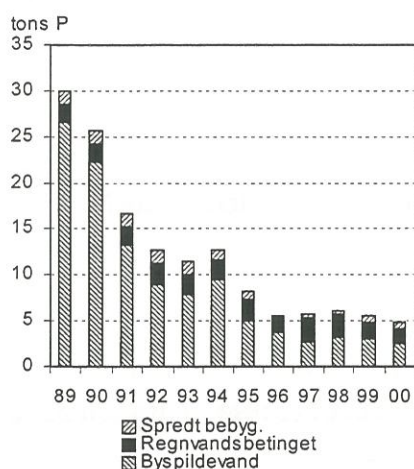
Tabel 3.2

Fosforbidraget til Arresø
1989-2000 fordelt på be-
lastningskilder.

Retentionen i de opstrøms beliggende søer er i ovenstående skema tilskrevet dyrkningsbidrag og diffus tilførsel. Der er etableret 4 engsøer i oplandet til Arresø. 3 engsøer i forbindelse med Pøleå i 1993, 1996 og 2000, og 1 i forbindelse med Ramløse Å. Fosfortilbageholdelsen i oplandet inklusive engsøerne har i perioden 1994-2000 varieret mellem -0,03 og 8,97 tons fosfor/år (tabel 3.2).

Figur 3.2

Udviklingen i spildevandsbelastningen af Arresø 1989-2000 (tv) og den relative fordeling af kilder til fosforbelastningen i 2000 (th).



Spildevand fra renseanlæg (28%), regnvandsbetingede udløb (18%) og dyrkningsbidrag (15%) var i 2000 de vigtigste kulturbetingede kilder til fosforbelastning af Arresø. Baggrundsbidraget udgjorde 26%.

Kvælstof

Kvælstoftilførslen til Arresø fordelt på belastningskilder for årene 1989-2000 er præsenteret i tabel 3.3. Udviklingen i bidraget fra spildevand og diffuse kilder og belastningskildernes relative betydning i 2000 er vist i figur 3.3.

Kvælstof t N/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Byspildevand	168,0	182,0	149,0	131,0	99,0	82,5	63,3	51,5	49,2	50,8	57,1	42,1
Regnvandsbet.	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,6	8,9	6,4	10,7	10,2	6,3	6,8
Spredt bebyggelse	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	1,1	1,1	1,1	3,5	3,4
Udledt spildevand i alt	179,0	193,0	160,2	144,2	112,2	95,3	76,4	58,9	61,0	61,6	66,9	52,3
Baggrundsbidrag							75,6	14,2	36,1	116,3	62,9	53,3
Dyrkningsbidrag i alt							155,5	27,4	37,8	260,1	189,2	154,9
Diffus tilførsel	101,0	153,0	324,8	234,8	234,8	364,6	231,1	41,6	73,9	376,4	252,0	208,2
Atmosfærisk dep.	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	59,8	59,8	59,4	59,5
Andet (søretention)	0	0	0	0	0	22,9	12,1	6,6	18,7	12,8	16,5	9,3
Total tilførsel	359,0	425,0	564,0	458,0	426,0	516,0	374,5	172,9	176,0	485,4	361,9	310,7
Indløbsconc., mg N/l	8,5	8,9	9,2	9,2	8,1	6,6	5,6	4,6	4,6	6,7	5,3	5,1
Retention	261	315	494	291	280	218	169	152	131	303	234	126

Tabel 3.3
Kvælstofbidraget til Arresø 1989-2000 fordelt på belastningskilder.

Kvælstofbidraget fra renseanlæg er siden 1989 faldet til ca. en fjerdedel.

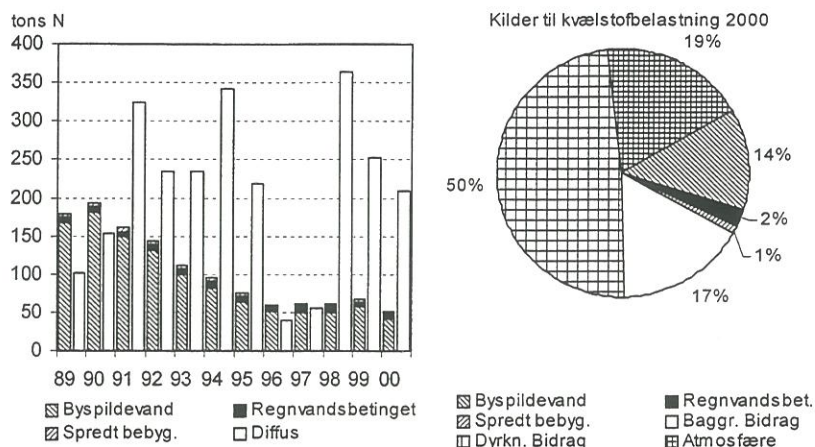
Derimod ses der ingen udviklingstendens i størrelsen af det diffuse bidrag (figur 3.3), der snarere afspejler variationer i afstrømningens størrelse.

Kvælstoftilbageholdelsen og denitrifikationen i oplandet inklusive engsøerne har i perioden 1994-2000 varieret mellem 6,6 og 22,9 tons kvælstof/år (tabel 3.3).

Det betydeligste bidrag til kvælstofbelastningen i 2000 stammede fra dyrkede arealer (50%). Udviklingen 1989-2000 i det diffuse kvælstofbidrag (baggrundsbidrag+dyrkningsbidrag) til Arresø er vist i tabel 3.3. Udviklingen er tydeligt afhængig af afstrømning og nedbør.

Figur 3.3:

Udviklingen i spildevandsbelastningen af Arresø 1989-2000 (tv) og den relative fordeling af kilder til kvælstofbelastningen i 2000 (th).



De enkelte målestationer

Næringsstofbelastningen til de enkelte vandløbsstationer i 2000 er opgjort i tabel 3.4 (tons) og tabel 3.5 (kg/ha). Oplandet til Pøleå bidrog med langt den største andel af den absolutte mængde af både kvælstof (55%) og fosfor (78%) og havde som følge af en større andel af bymæssig bebyggelse også det største arealmæssige bidrag med hensyn til fosfor. Med hensyn til kvælstof kom de største arealmæssige bidrag fra oplandene til Æbelholt Å og Lyngby Å, der begge er domineret af landbrugsarealer.

Tabel 3.4

Vandtilførsel og næringsstoftransport til de enkelte vandløbsstationer i Arresø opland, 2000.

	Q, 10 ³ m ³	N, t	P, t	PO ₄ , t
Æbelholt Å, st. 1324	2238	12,60	0,35	0,13
Lyngby Å, st. 1320	3767	33,51	0,48	0,20
Ramløse Å, st. 1358	3960	12,24	0,40	0,22
Pøleå, st. 1342	20887	69,99	4,40	1,16

Tabel 3.5

Arealbidrag for vand og næringsstoffer til de enkelte vandløbsstationer i Arresø opland, 2000.

	Q, l/s/km ²	N, kg/ha	P, kg/ha	PO ₄ , kg/ha
Æbelholt Å, st. 1324	5,90	10,50	0,29	0,11
Lyngby Å, st. 1320	6,27	17,64	0,25	0,11
Ramløse Å, st. 1358	6,26	6,12	0,20	0,11
Pøleå, st. 1342	8,26	8,75	0,55	0,15

Indsatsområder

De største belastningskilder med fosfor til Arresø er stadig spildevand fra renseanlæg og regnvandsbetingede udledninger, hvorfor en yderligere indsats bør koncentrere sig om at nedbringe disse udledninger.

Kvælstofbelastningen af Arresø stammer overvejende fra de dyrke-

de arealer i søens opland. Gennem vedtagelsen af Vandmiljøplan II vil der blive gennemført foranstaltninger, der skal reducere kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealer. Det drejer sig bl.a. om reduceret gødningsforbrug og ammoniakfordampning samt bedre udnyttelse af gødningen.

I Arresøs opland har Frederiksborg Amt udpeget godt 3.500 ha Særligt Følsomme Landbrugsområder (SFL), heraf er der i perioden 1996-2000 indgået aftaler om MiljøVenlige Jordbrugsforanstaltninger (MVJ) for 216 ha, svarende til 6% af det udpegede område.

4 Vand- og stofbalancer

Arresø blev i 2000 tilført henholdsvis 9 tons fosfor og 311 tons kvælstof. Søen aflastede samme år 5,7 tons fosfor og tilbageholdt 126 tons kvælstof..

Målinger og beregninger

Der er opstillet vand- og stofbalancer for årene 1989-2000 baseret på punktudtagning af vandprøver og kontinuerte registreringer af vandføringen i Æbelholt Å, Lyngby Å, Ramløse Å og Pøleå, der tilsammen udgør ca. 60 % af det samlede opland til Arresø (afsnit 3.1 og bilag 3.1).

Måledata er behandlet i et STOQ Windows sømodul version 4.6. Søbalancerne og kildeopsplitningen er beregnet i STOQ.

Stofbidraget til søen fra arealer nedstrøms målestationerne samt arealerne uden for de større tilløb er opgjort ved at benytte vandføringstvægtede månedsmiddelkoncentrationer fra målte oplande, som er sammenlignelige med hensyn til arealanvendelse og afstrømning, multipliceret med månedsmiddelfastrømningen for de samme oplande. For Arresøs umålte opland er benyttet værdier fra de målte oplande til Lyngby Å og Æbelholt Å. Hertil lægges bidrag fra punktkilder i det umålte opland /2/.

Til beregning af stofbidraget fra atmosfæren er benyttet værdier på 0,10 kg fosfor og 15 kg kvælstof pr. søoverflade /13/.

4.1 Vandbalance

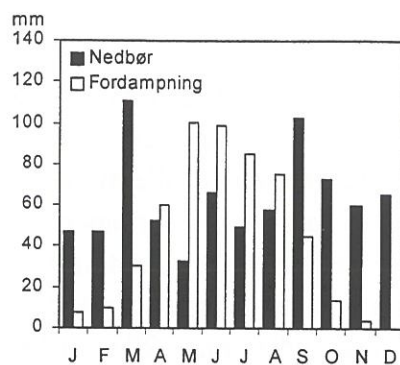
4.1.1 Resultater

Nedbør og fordampning

Den korrigerede /12/ nedbør målt på døgnbasis, (10 km grid), (Danmarks Meteorologiske Institut) blev beregnet til 765 mm på Arresø. Den korrigerede fordampning på basis af fordampningstal fra Dansk Jordbrugsforskning blev beregnet til 530 mm svarende til at der på årsbasis har været et nedbørsoverskud på 235 mm, figur 4.1; korrektionerne er foretaget ifølge /2/.

Nedbørsoverskuddet var mest markant i marts og december. I perioden april-august var fordampningen større end nedbøren.

Figur 4.1
Nedbør og fordampning i Arresø
2000

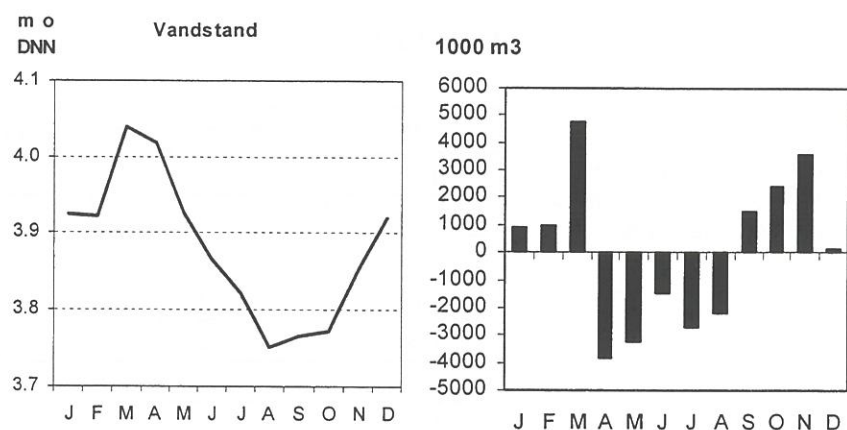


Nedbør direkte på og fordampning fra søoverfladen udgjorde hhv. 52 og 36% af den samlede til- og fraførte vandmængde.

Vandstand og volumenændringer

Vandspejlskoten i Arresø er beregnet som gennemsnit af 3 vandspejlsstationer. Koten varierede mellem 4,04 m o. DNN i marts og 3,77 m o. DNN i september-oktober, figur 4.2. Forskellen mellem vandstanden ved årets start og slutning var 10 mm og resulterede i en volumenreduktion på 398.700 m³ vand i 2000.

Figur 4.2
Årstidsvariation i vandstand (tv)
og vandvolumen (th) i Arresø 2000



På grund af søens størrelse er vandspejlsvariationerne årsag til store variationer i søens volumen, figur 4.2. Vandspejlskoten kan desuden variere en del mellem de tre målestationer som følge af vindforholdene. Derfor kan der være en betydelig usikkerhed på bestemmelsen af søens volumen.

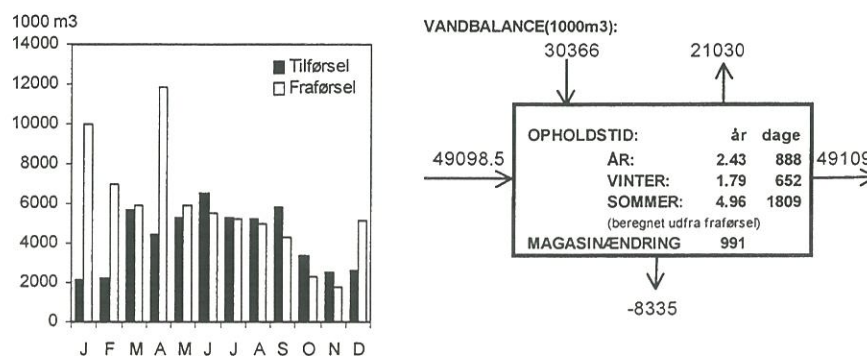
Vandbalance

Variationen i de samlede til- og fraførte vandmængder er præsenteret på månedsbasis i figur 4.3. Den meget store vandtilførsel i marts set i forhold til fraførslen er betinget af, dels den usædvanligt nedbørsrige marts, men også at udledning via sluseporten til Arresø

Kanal er fordelt over to måneder, marts og april.

Balancen (figur 4.3 th) viser, at der i 2000 netto forsvandt 8 mio. m³ vand ud af Arresø ved udsivning. Det understreges, at dette led ophober usikkerheder fra alle øvrige led i vandbalancen. Samtidig er det som ovenfor nævnt forbundet med stor usikkerhed at beregne volumen for en sø af Arresøs størrelse. I /3/ blev det vurderet, at udveksling mellem Arresø og grundvandet kun har ringe betydning. Den beregnede udsivning i 2000 tilskrives derfor usikkerhed på beregningerne.

Figur 4.3
Variation i den månedlige vandtransport til og fra Arresø i 2000 (tv) samt vandbalance og opholdstider for Arresø 2000. Tallene ved pilene samt magasinændringen angiver 1000 m³ vand.



Opholdstid

Tabel 4.1
Oversigt over opholdstider (år) i Arresø 1989-2000 beregnet ud fra fraførslen af vand via afløbet.

År	Årsgsn.	Sommergsn.	Maksimum	Minimum
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	10,3	10,6	13,4 (dec)	7,1 (jan)
1997	7,1	7,3	7,4 (mar)	6,8 (okt)
1998	2,0	3,4	7,9 (jun)	1,0 (nov)
1999	2,3	5,1	5,8 (jun)	1,0 (jan)
2000	2,4	5,0	6,2 (jun)	1,0 (jan)

Den teoretiske opholdstid baseret på fraførte vandmængder for hele 2000 var 2,43 år. Den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis for perioden 1989-2000 i Arresø er 3,8 år.

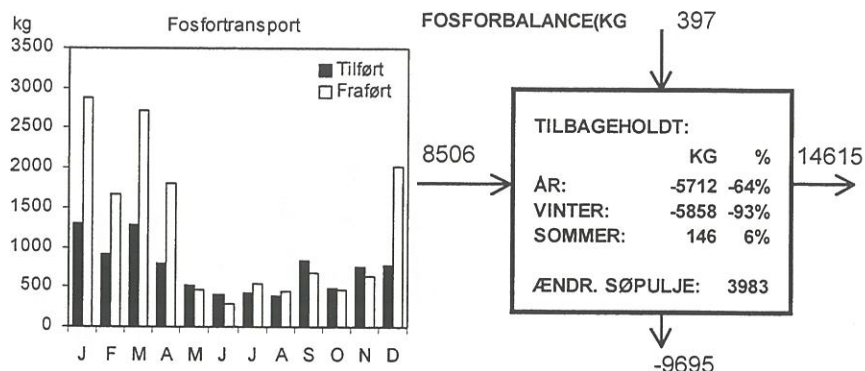
4.2 Fosforbalance

Den totale fosfortilførsel til Arresø i 2000 er præsenteret på månedsbasis i figur 4.4 tv. Tilførslerne var størst i begyndelsen af året. Arresø aflastede 5,7 tons fosfor i 2000.

4.2.1 Resultater

Figur 4.4

Til- og fraførte fosformængder (tv) og fosforbalance (th) i Arresø 2000. Alle værdier er i kg.



Figur 4.4 th viser en oversigt over Arresø's fosforbalance i 2000. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 4.1 og 4.2, og den årlige transport for samtlige tilsynsår ses i bilag 4.3. På grund af vurderingerne i /3/ er grundvandsbidraget sat til 0 (se afsnit 4.1). En beskrivelse af de enkelte kilder til fosforbelastningen ses i afsnit 3.2.

Figur 4.4 th viser, at søen via afløbet har aflastet 5,7 tons af sin interne fosforpulje. Der blev frigivet 9,7 tons fra sedimentet, heraf blev søpuljen øget med næsten 3 tons fosfor.

4.2.2 Diskussion

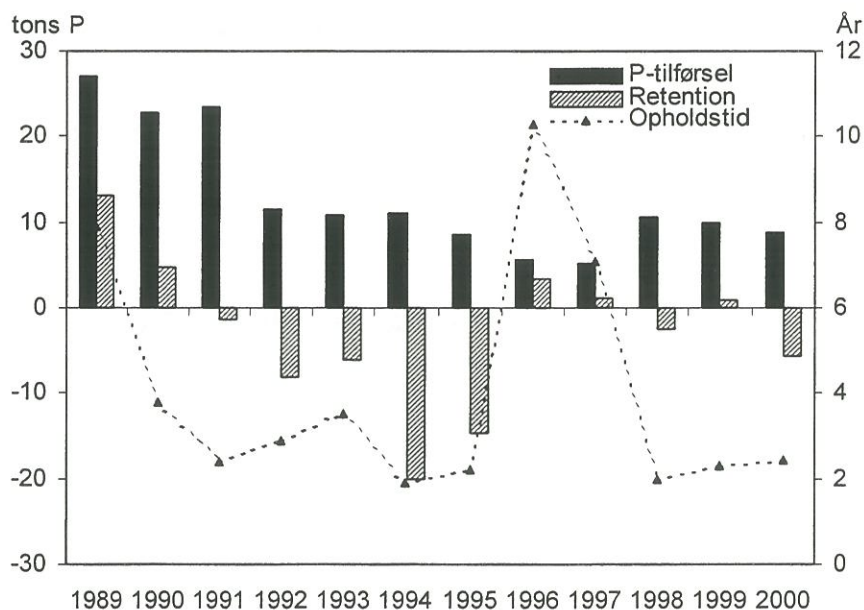
Som følge af sin forholdsvis ringe dybde og sin store åbne vandflade er Arresø præget af resuspensionshændelser. Der kræves kun ringe vind, ca. 5 m/s før sedimenteret materiale ophvirvles, hvilket betyder at der er resuspension i Arresø størstedelen af tiden, jf. afsnit 2.4. Der er stor variation i hvor stor en del af søens fosfor der på et givet tidspunkt befinder sig i vandfasen (søpuljen). Således varierede søpuljen i 2000 mellem 15 tons i januar og 0,2 tons i september.

Figur 4.5 viser udviklingen i fosfortilførsel, retention og opholdstid for perioden 1989-2000. Aflastning af fosfor fra Arresø fandt første gang sted i 1991 efter at der var sket en markant reduktion i tilførslen.

Aflastningens størrelse afhænger i høj grad af om stor vandfraførsel er sammenfaldende med resuspension, som kan bringe fosfor op i

vandfasen (søpuljen). Da der som nævnt i størstedelen af tiden sker resuspension i Arresø, er det først og fremmest vandfræfærlens størrelse, og dermed opholdstiden, der bestemmer aflastningen. Søen aflastede ikke fosfor i de 2 tørre år 1996 og 1997 hvor opholdstiden var lang. Isdække er en tredje faktor som hindrer resuspension og dermed aflastning.

Figur 4.5
Fosfortilførsel, -retention og opholdstid i Arresø 1989-2000.



4.3 Kvælstofbalance

Den totale kvælstoftilførsel til Arresø i 2000 er præsenteret på månedsbasis i figur 4.6 tv.

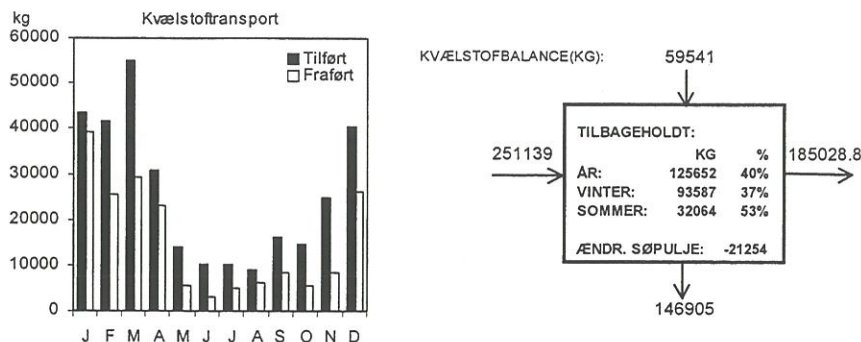
Tilførslerne var størst i begyndelsen og slutningen af året og der var i alle måneder et kvælstoftab i søen som følge af omsætning og/eller ophobning af kvælstof.

4.3.1 Resultater

En oversigt over kvælstofbalancen i Arresø i 2000 er givet i figur 4.6 th. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 4.1 og 4.2, og den årlige transport i samtlige tilsynsår ses i bilag 4.3. På grund af vurderingerne i /3/ er grundvandsbidraget sat til 0 (se afsnit 4.1.1).

Figur 4.6

Til- og fraførte kvælstofmængder (tv)
og kvælstofbalance (th) i Arresø 2000.
Alle værdier er i kg.

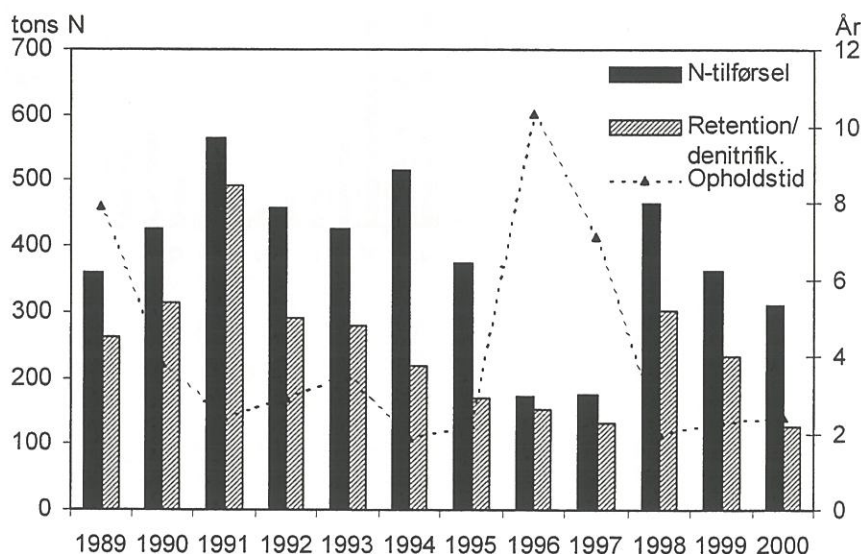


En beskrivelse af de enkelte kilder til kvælstofbelastningen ses i afsnit 3.2.

4.3.2 Diskussion

Figur 4.7

Kvælstoftilførsel, -retention og
opholdstid i Arresø 1989-2000



Figur 4.7 viser udviklingen i kvælstoftilførsel, retention og opholdstid i Arresø for perioden 1989-2000. Der ses en tydelig sammenhæng mellem kvælstoftilførsel og vandtilførslen og dermed opholdstid. Kvælstofretentionen varierer en del, men der ses ingen tydelig sammenhæng mellem retention og opholdstid.

STOQ regner atmosfærebidraget forskelligt i kildeopsplittingsmodulet og i søbalancerne indtil videre. Arresø er pga sin størrelse en sø, hvor problemet bliver tydeligt. Alligevel er afvigelsen under ½%. Ovennævnte forklarer de afvigelser der findes i bilagets skemaer med kildeopsplitning og beregning af søbalancer.

4.4 Jernbalance

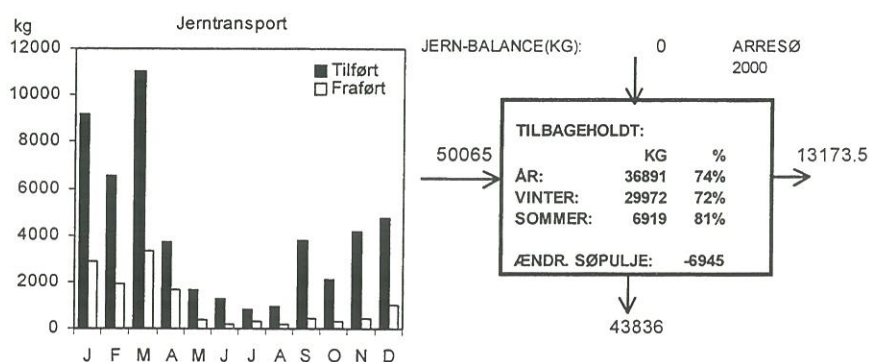
4.4.1 Resultater

74% af det tilførte jern tilbageholdes i Arresø, dertil kommer en reduktion af søpuljen på 7 tons som følge af vandstandsændringer og ændringer i søkoncentrationen. Resultatet bliver, at der netto sker en tilbageholdelse på 37 tons jern i 2000, figur 4.8.

Tilbageholdelsen var størst i januar og marts, bilag 4.2. Specielt i marts var vand- og jerntilførslen også forholdsvis stor. Der sås ikke nogen sammenhæng mellem vand- og jerntilførsel, bilag 4.2.

Figur 4.8

Til- og fraførte jernmængder (tv) og jernbalance (th) i Arresø 2000. Alle værdier er i kg.



5 Udvikling i miljøtilstand

I det følgende afsnit er udviklingen i miljøtilstanden i Arresø siden 1989 vurderet ud fra ændringer i fysiske, kemiske og biologiske variable. Afsnittet indeholder desuden en kort præsentation af de vigtigste måleresultater fra 2000.

Tabel 5.1 viser en oversigt over hvilke parametre, der har vist signifikante ændringer i perioden 1989-2000. Vurderingen er foretaget ved hjælp af lineær regression af logaritmetransformerede middel- og medianværdier for sommerperioden (1. maj-30. september). Resultater for indløbskoncentrationer er dog årsgennemsnit.

Tabel 5.1

Udviklingstendenser i logtransformerede sommermiddel og -medianværdier for udvalgte parametre i Arresø 1989-2000. 0 angiver ingen signifikant udvikling, +/-, ++/--, +++/--- angiver hhv. 10, 5 og 1% signifikansniveau. * : årsmiddel

Parameter	Tendens	r ²	p-værdi
Sigtdybde	0/0	0,02/0,01	0,673/0,734
Klorofyl	-/--	0,25/0,32	0,089/0,047
Total fosfor, søkonc.	---/---	0,67/0,56	0,001/0,006
Total fosfor, indløbskonc.*	---/	0,695/	0,0008/
Total kvælstof, søkonc.	--/--	0,359/0,339	0,038/0,045
Total kvælstof, indløbskonc.*	---/	0,680/	0,0009/
pH	---/---	0,822/0,780	0,00002/0,00007
Silikat	---/---	0,66/0,67	0,001/0,001
Planteplanktonbiomasse	-/	0,295/	0,059/
Dyreplanktonbiomasse	0/	0,109/	0,305/

Der er siden overvågningsperiodens start i 1989 sket et signifikant fald ($p=0,0008$ og $0,0009$) i den gennemsnitlige indløbskoncentration af både fosfor og kvælstof. Dette har medført et tilsvarende signifikant fald i søkoncentrationen af fosfor ($p=0,006$), sommergennemsnit, og kvælstof ($p=0,038$). Faldet i søkoncentrationen af fosfor har medført et lille fald i planteplanktonbiomasse ($p=0,059$) og klorofylkoncentration ($p=0,089$), stigningen i sigtdybde er derimod endnu ikke signifikant. Beregninger på årsgennemsnittet af klorofyl a viser også en svagt faldende tendens ($p=0,07$).

Beregningsgrundlaget og regressionsanalyserne findes i bilag 5.3 og 5.4.

Til beskrivelse af de fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser i Arresø i 2000 er der taget vandprøver og foretaget in situ målinger 19 gange i løbet af året. Kort med indtegnede prøvestationer findes i bilag 1.1 og en oversigt over samtlige måleresultater i bilag 5.1 og 5.2.

Prøvetagningsfrekvens for de biologiske undersøgelser ses i afsnit 5.6 og 5.7.

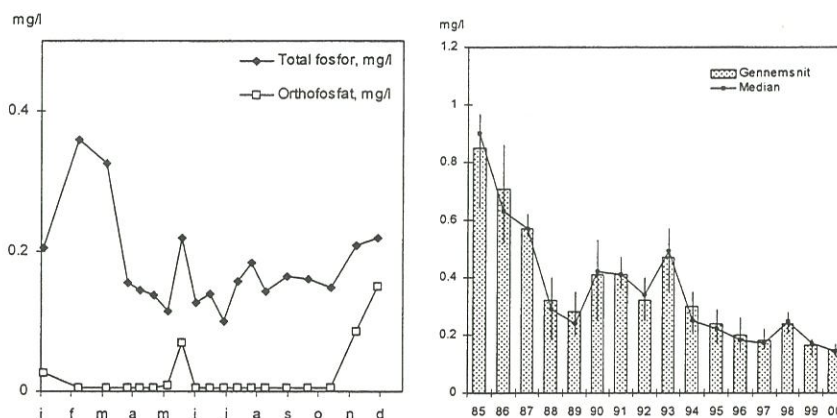
5.1 Fosfor

5.1.1 Resultater

Årstidsvariationen i fosfor i Arresø i 2000 er vist i figur 5.1. Langt størsteparten af fosforen har været bundet til partikulært stof, hovedsageligt planktonalger, hvilket understøttes af at høje klorofyllværdier følges af høje koncentrationer af total fosfor. Når der ses bort fra vintermånederne januar, november, december og en måling i slutningen af maj, var opløst uorganisk fosfat hele året på eller under detektionsgrænsen.

Figur 5.1

Årstidsvariation i fosfor i Arresø 2000 (tv) og udvikling i sommergennemsnit af total fosfor 1985-2000 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler.



Siden 1985 er der sket et signifikant fald i koncentrationen af total fosfor i søvandet i Arresø (figur 5.1). Også i overvågningsperioden fra 1989-2000 er faldet i fosforkoncentrationen signifikant (tabel 5.1). Faldet i sidste halvdel af firserne skal hovedsagelig tilskrives en forbedret rensning eller afskæring af spildevand til søen. Faldet efter 1993 er delvis betinget af anlæg af tre engsøer i Pøleå-systemet opstrøms Arresø (tabel 3.2).

5.2 Kvælstof

5.2.1 Resultater

Årstidsvariationen i total og uorganisk kvælstof ses i figur 5.2.

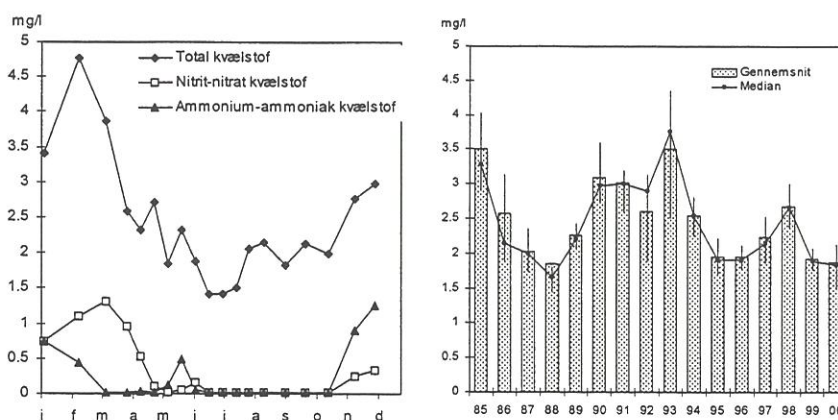
Der er sket en signifikant fald i sommermiddelkoncentrationen af total kvælstof i perioden 1989-2000, tabel 5.1. Dette som følge af at indløbskoncentrationen er faldet fra 8,46 mg total kvælstof/l i 1989 til 5,11 mg total kvælstof/l i 2000.

Års-gennem-	0,194 mg total P/l
Sommer-gennem-	0,151 mg total P/l

Års-gennem-	2,61 mg total N/l
Sommer-gennem-	1,87 mg total N/l

Figur 5.2

Årstidsvariation i kvælstof i Arresø 2000 (tv) og udvikling i sommergennemsnit af total kvælstof 1985-2000 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler.



5.2.2 Diskussion

43% af Arresøes opland er landbrug, og det betydeligste bidrag til kvælstofbelastningen i 2000 stammede herfra (50%).

Et 150 m bredt bælte omkring Arresø og skrånende arealer ned til vandløb, der løber til søen, er udpeget som Særligt Følsomt Landbrugsområde (SFL), svarende til 16% af Arresøes opland. På disse arealer kan der søges om tilskud til miljøvenlige driftsformer.

I perioden 1996-2000 er der indgået aftaler om MiljøVenligeJordbrugsforanstaltninger for 216 ha, svarende til 6% af SFL-området.

Med baggrund i Vandmiljøplan II skal der desuden gennemføres foranstaltninger, der reducerer kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealer.

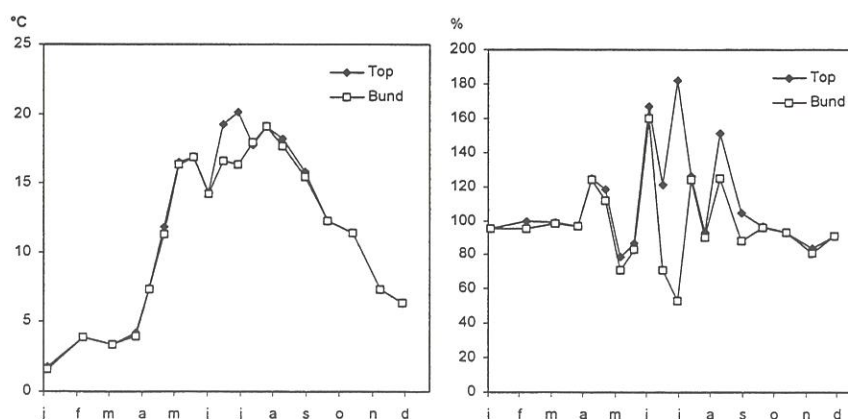
5.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

5.3.1 Resultater

Ilt og temperatur

Figur 5.3

Temperatur (tv) og iltprocent (th) i Arresø 2000.



Udviklingen i vandtemperatur og iltprocent i Arresø i 2000 er vist i figur 5.3. I juli måned nåede vandtemperaturen op over 20 °C i overfladevandet. Iltforholdene var hele året gode. Dog var der i juni springlagsdannelse i mere end 14 dage og der blev målt en lav iltprocent ved det sidste tilsyn i juni.

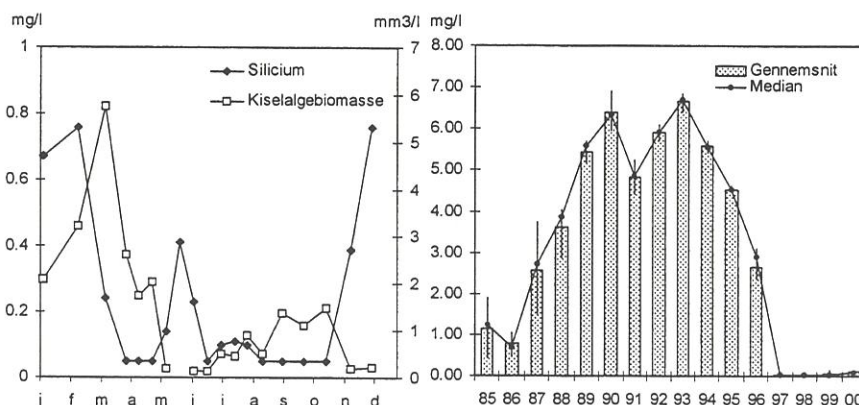
Års-gennem-	0,28 mg Si/l
Sommer-gennem-	0,11 mg Si/l

Silikat

Årstidsvariationen i silikatkoncentrationen i Arresø i 2000 ses af figur 5.4, hvor også kiselalgebiomassen er indtegnet. Det ses, at der ikke er registreret kiselalger i slutningen af maj, hvorefter silikatkoncentrationen stiger for igen at blive forbrugt ved kiselalgeproduktion.

Figur 5.4

Årstidsvariation i silikat og kiselalgebiomasse i Arresø 2000 (tv) og udvikling i silikat 1985-2000 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler.



På trods af lave silikatkoncentrationer kunne kiselalgerne udvikle en relativt høj biomasse i en stor del af året.

Silikatkoncentrationen i Arresø har udviklet sig fra et moderat niveau i 1985-86 over et relativt højt niveau i 1987-96 og til et meget lavt niveau i 1997-2000 (figur 5.4). De lave niveauer i 1985-86 og 1997-2000 var sammenfaldende med de højeste biomasser af kiselalger. Der er således ingen tvivl om, at silikatkoncentrationen i Arresø i høj grad reguleres af kiselalgenes vækst.

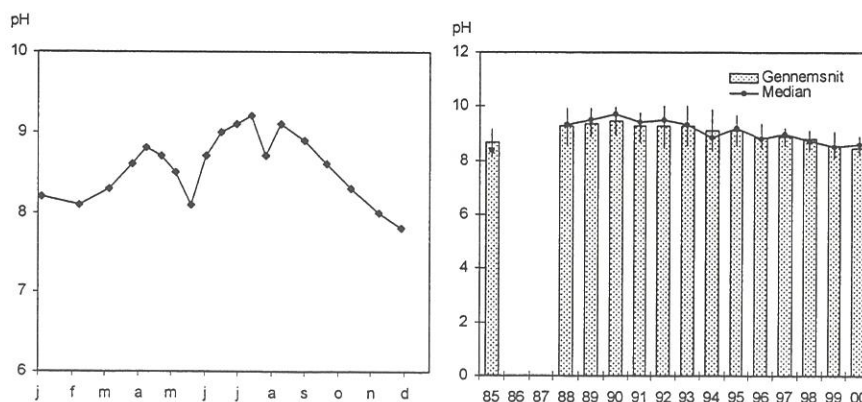
pH

pH i Arresø varierede i 2000 mellem 8,1 og 9,2, figur 5.5. I perioden 1989-2000 er der sket et signifikant fald i pH ($p=0,00002$), svarende til at der er sket et signifikant fald i planktonalgebiomassen, ($p=0,059$), tabel 5.1 og afsnit 5.6.

Års-gennemsnit	8,5
Sommer-gennemsnit	8,8

Figur 5.5

Årstidsvariation i pH i Arresø 2000 (tv) og udvikling 1985-2000 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% fraktiler.



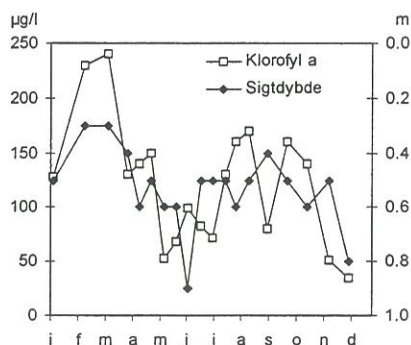
Hvis data for planteplanktons sommerbiomasse udvides med data 1985-2000 bliver faldet i biomasse også mere signifikant ($p=0,002$).

5.4 Sigtdybde og klorofyl

5.4.1 Resultater

Sigtdybden i Arresø varierede i 2000 mellem 0,3 meter og 0,9 meter, figur 5.6.

Figur 5.6
Årstidsvariation i sigtdybde og klorofyl i Arresø 2000.



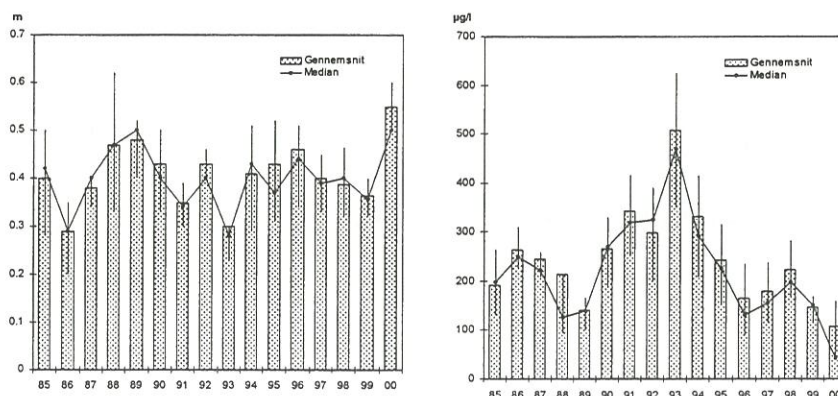
Års-gennemsnit	0,53 m sigt
Sommer-gennemsnit	0,55 m sigt
Års-gennemsnit	125 µg klorofyl
Sommer-gennemsnit	109 µg klorofyl

Klorofylkoncentrationen og dermed algebiomassen var hele året lav (efter Arresø målestok), mellem 35 og 240 µg klorofyl/l. De laveste sigtdybder optrådte stort set samtidig med de højeste klorofylkoncentrationer. Afvigelserne skyldes resuspension. Variationen i klorofylkoncentration skyldes dels variation i væksten af planteplankton, dels resuspension af sedimenteret planteplankton.

5.4.2 Diskussion

Der ses ingen signifikant udvikling i sigtdybde og mens faldet i klorofyl a i Arresø i perioden 1989-2000 er signifikant ($p=0,089$), figur 5.7.

Figur 5.7
Udvikling i gennemsnit og median-værdier for sommerperioden i Arresø 1985-2000. Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler. Tv: Sigtdybde. Th: Klorofyl.



Den gennemsnitlige sigtdybde har i ingen af årene været i nærheden

af kravværdien på 0,8 meter for sommerperioden. Men sommergennemsnittet er de seneste 4 år steget fra 0,4 meter til godt 0,5 meter. For 2000 skal det også bemærkes at klorofylkoncentrationen var under 100 µg/l fra primo maj til og med primo juli, hvilket er helt usædvanligt for Arresø. I efteråret ses ligesom i 1999 et fald i biomassen af planteplankton, som også er usædvanlig for Arresø, se afsnit 5.5.1 og bilag 5.5.

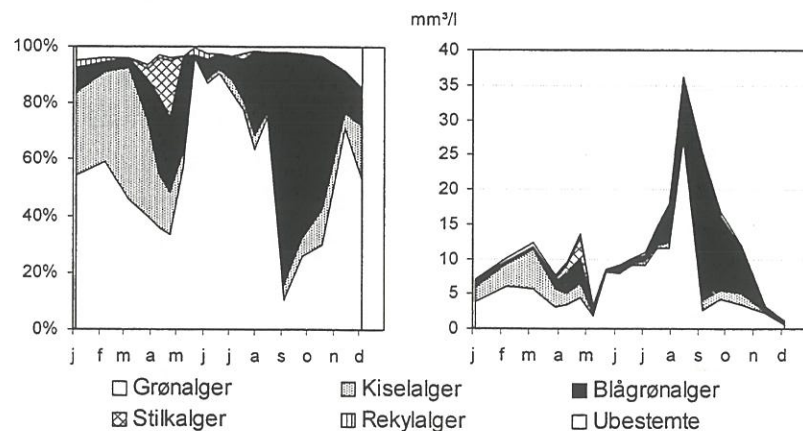
5.5 Planteplankton

Der er i 2000 indsamlet og undersøgt 19 planteplanktonprøver i Arresø. Resultaterne af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Dokumentation for resultaterne findes i et særskilt notat /4/.

5.5.1 Resultater

Biomasse og årstidsvariation

Figur 5.8:
Planteplanktons biomasse (tv) og
procentvis sammensætning (th) i
Arresø 2000.



Den totale planteplanktonbiomasse og de enkelte algegrupperes andele heraf er afbildet i figur 5.8. For yderligere detaljer henvises til bilag 5.5 og /4/.

Den totale planteplanktonbiomasse i Arresø 2000 varierede mellem 1,2 mm³/l i december og 36 mm³/l i august. Gennemsnit for perioden marts-oktober var 14 mm³/l (hvilket er forholdsvis lavt for Arresø) og for sommerperioden, maj-september, 16 mm³/l.

Planteplanktonbiomassen, figur 5.8, var høj i januar-april (7-14 mm³/l) og faldt derefter til en relativt lav værdi i begyndelsen af maj (3,3 mm³/l), hvor dafnier udviklede et maksimum af hidtil ukendt størrelse for Arresø. Fra sidst i maj steg planteplanktonbiomassen støt til biomasse-maksimum midt i august (36 mm³/l) og faldt derefter jævnt til de hidtil laveste værdier i november-december (1-3 mm³/l), hvor dafnier igen havde et relativt højt maksimum.

Under biomasse-maksimum dominerede den chlorococcale grønalg *Oocystis* spp.

I store dele af året var planteplankton samfundet domineret af grønalger, der i januar-februar udgjorde 54-59% og i november-december 53-71% af den totale biomasse. I september-oktober dominerede blågrønalger (55-82%).

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 117 arter/slægter i Arresø 2000, hvilket er det højeste registrerede artsantal. I løbet af undersøgelsesperioden er der sket en udvikling fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund til et langt mere divers samfund, (55-70 arter i 1985-91, 76-91 arter i 1992-97, 98-99 arter i 1998-99, 117 arter i 2000). Det øgede artsantal er især sket inden for grupperne blågrønalger, kiselalger, chlorococcale grønalger og koblingsalger.

Ligesom de foregående år tilhørte størstedelen af de fundne arter/slægter i år 2000 grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: Blågrønalger (32 arter), centriske kiselalger (3 arter), chlorococcale grønalger (45 arter) og øjealger (2 arter). Furealger, gulalger, gulgrønalger og koblingsalger (Zygnematales), hvis hovedudbredelse er rene til svagt næringspåvirkede søer, var kun repræsenteret med 14 arter, og af disse fandtes kun koblingsalgen *Closterium aciculare* i målelige mængder.

Der blev optalt 32 arter/slægter/grupper (11 blågrønalger, 2 rekylalger, 4 kiselalger, 1 stilkalge, 12 grønalger og 2 ubestemte grupper). Heraf var den vigtigste den chlorococcale grønalg *Oocystis* spp., der udgjorde 35% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. De næstvigtigste arter var de trådformede blågrønalger *Pseudanabaena limnetica* (11%) og *Aphanizomenon* spp. (9%). Disse tre arter var vigtigst i sommerperioden maj-september.

5.5.2 Diskussion

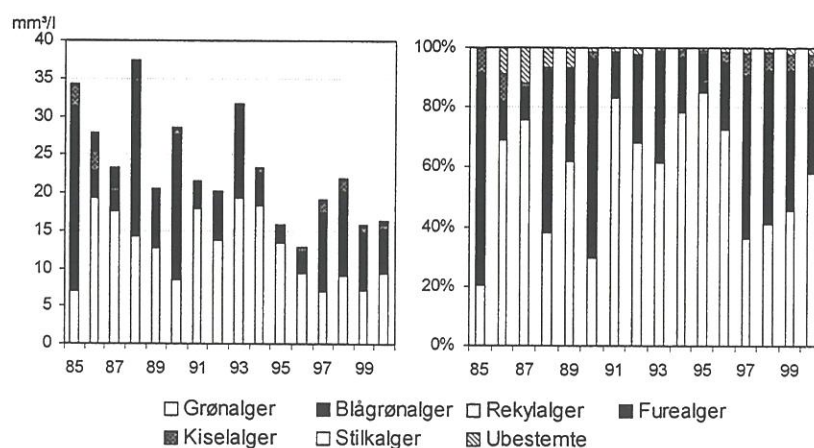
Udvikling 1985-2000

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning fra sommerperioden (maj-september) fra årene 1985-2000 ses af figur 5.9 og bilag 5.6.

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

Den højeste gennemsnitlige sommerbiomasse fandtes i 1988 (37 mm³/l) og den laveste i 1996 (13 mm³/l). I 1985-94 var den gennemsnitlige biomasse 20-37 mm³/l og i 1995-2000 var biomassen faldet til 13-22 mm³/l. De højere gennemsnitlige værdier i 1997-98 skyldtes en masseopblomstring af trådformede blågrønalger, der opstod i august 1997 og holdt sig til juni 1998. Den gennemsnitlige blågrøn-algebiomasse i denne periode var 15-37 mm³/l. Blågrønalger har ikke tidligere domineret i forårsperioden. I foråret 1999-2000 dominerede grønalger igen planteplanktonsamfundet.

Figur 5.9:
Udvikling i planteplanktonets biomasse og sammensætning i Arresø 1985-2000. Tidsvægtede gennemsnit for sommerperioden (maj-september).



Et gennemgående træk ved planteplanktonsamfundet i Arresø har været dominans af små næringskrævende grønalger. Kun under masseopblomstring af blågrønalger, hvor større former har domineret, er grønalgernes dominans blevet brudt i en kortere eller længere periode.

Planteplanktonsamfundet i Arresø har tidligere været karakteriseret som artsfattigt og hypereutroft med kvantitativ dominans af ganske få arter, men de sidste par år er der sket en mærkbar ændring. Søen har udviklet sig fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund i 1985-91 til et divers, eutroft samfund i 2000 (117 arter).

Planteplanktonets biomasse er faldet signifikant i perioden 1989-2000 ($p=0,059$), hvilket ses som en reaktion på de faldende koncentrationer af fosfor og kvælstof i Arresø.

5.6 Dyreplankton

Der er i 2000 indsamlet og undersøgt 16 dyreplanktonprøver i Arresø. Resultaterne af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Dokumentation for resultaterne findes i et særskilt notat /4/.

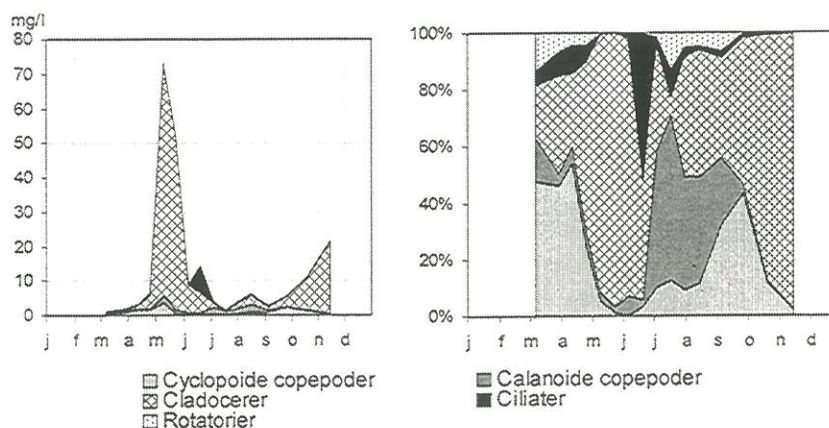
5.6.1 Resultater

Biomasse og årstidsvariation

Den totale dyreplanktonbiomasse, biomassen af de enkelte dyregrupper samt disses procentvise andel af den totale biomasse i Arresø 2000 fremgår af figur 5.10 samt bilag 5.7. Sæson variationen af biomassen for de enkelte dyreplankton grupper ses af bilag 5.7. For yderligere detaljer henvises til /4/.

Figur 5.10

Dyreplanktons biomasse (mg vådvægt) (tv) og procentvise sammensætning (th) i Arresø 2000.



Den totale dyreplanktonbiomasse varierede mellem 1,1 mg/l i begyndelsen af marts og 73 mg/l i begyndelsen af maj. Den gennemsnitlige biomasse var 12 mg/l i perioden marts-oktober og 16 mg/l i sommerperioden (maj-september).

Dyreplanktonbiomassen steg kraftigt fra prøvetagningsperiodens laveste værdi på 1,1 mg/l i begyndelsen af marts til et årsmaksimum på 73 mg/l i begyndelsen af maj. Herefter aftog biomassen til 9-14 mg/l. Fra begyndelsen af juli til slutningen af september holdt biomassen sig relativt lavt (1,4 mg/l – 5,4 mg/l), men herefter steg den til et maksimum på 22 mg/l i november.

Gennemsnitligt var dafnier den vigtigste dyregruppe, både i perioden marts-oktober (79%) og i sommerperioden (81%). Vandlopper var den næstvigtigste gruppe (henholdsvis 16% og 13% i de to perioder). Ciliater og hjuldyr udgjorde kun en lille del (henholdsvis 5% og 1% i de to perioder).

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 42 arter/slægter/grupper af dyreplankton i Arresø i 1999 fordelt på ciliater(6), hjuldyr (18), dafnier (10) og vandlopper (4).

Den kvantitativt vigtigste art var dafniearten *Daphnia hyalina*. Den fandtes fra marts til begyndelsen af juli samt fra slutningen af

september til november. Fra slutningen af april til begyndelsen af juni og i oktober-november dominerede *D. hyalina* ligeledes den totale dyreplanktonbiomasse.

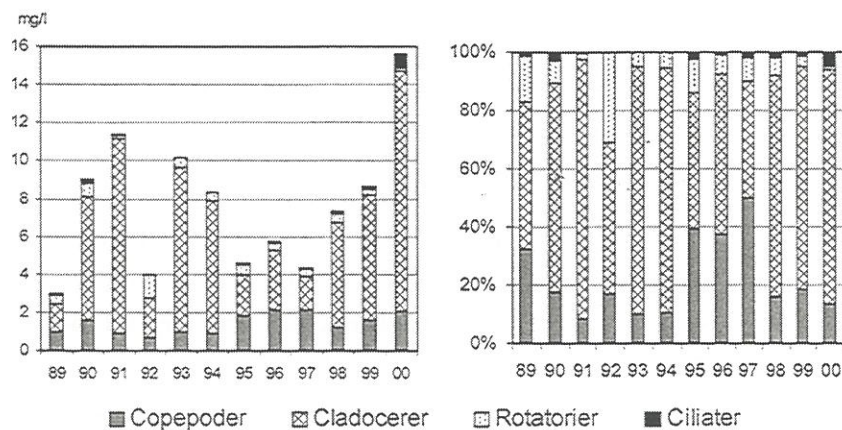
5.6.2 Diskussion

Udvikling 1989-2000

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning i sommerperioden (maj-september) fra årene 1989-2000 ses af figur 5.11 og bilag 5.8.

Figur 5.11

Udvikling i dyreplanktonets biomasse og artssammensætning i Arresø 2000.



I perioden 1989-2000 har dyreplanktons biomasse varieret en del. År med lave gennemsnitlige dyreplanktonbiomasser er 1989, 1992, 1995 og 1997, hvor biomassen var 3,0-4,6 mg/l. År med særlig høje gennemsnitlige dyreplanktonbiomasser var 1991, 1993 og 2000, hvor biomassen var henholdsvis 11, 10 og 16 mg/l.

I lighed med tidligere år, bortset fra 1997, var dafnier i 2000 den vigtigste dyregruppe.

Vandlopper dominerede i 1997, og var i de øvrige år, bortset fra 1992, den næstvigtigste gruppe.

Bortset fra 1989, 1995 og 1997, var dyreplanktonbiomassen i alle årene karakteriseret ved et højt maksimum af dafnier i forsommeren samt et større eller mindre maksimum i sensommeren/efteråret. De arter, der dominerede disse maksima dominerede ofte i den samlede, gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse.

I lighed med 1999 var *D. hyalina* den helt dominerende dyreplanktonart i 2000, mest i kraft af de høje forekomster i maj og oktober-november. I modsætning til tidligere år var *D. longispina* i 2000

den næstvigtigste art i den gennemsnitlige biomasse. Det var ligeledes på grund af en høj biomasse i maj.

Dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse var den højeste nogensinde i måleperioden (1989-2000) og varierede i 2000 mellem 110-730 mg tv/m³. Den forhøjede dyreplanktonbiomasse kan være klimatisk betinget. I Frederiksborg Amts anden overvågnings-sø under NOV Aprogrammet, Bastrup Sø, ses også en væsentlig forhøjet dyreplankton biomasse.

På baggrund af udviklingen i koncentrationerne af næringssalte og klorofyl forventes det dog at der i de kommende år vil ske en positiv udvikling også indenfor dyreplankton.

5.6.3 Samspil mellem plante- og dyreplankton

Mange dyreplanktonarter ernærer sig ved græsning, hvor føden foruden at bestå af planteplankton udgøres af bakterier og partikler af dødt, organisk stof. Planteplankton græsses af ciliater, hjuldyr, dafnier, alle stadier af calanoide vandlopper samt nauplie- og copepoditstadier af cyclopoide vandlopper.

De mest effektive græssere på planteplankton er store dafniearter (*Daphnia*), der er i stand til at græsse partikler i størrelsesintervallet 0,2-50 µm. Mindre dafniearter og vandlopper græsser mest effektivt fødepartikler på 5-20 µm. Ved lave koncentrationer af fødepartikler <50 µm reduceres dyreplanktonets fødeoptagelse. Således regnes dafnier for at være fødebegrænsede ved koncentrationer < 200 µg C/l og calanoide vandlopper ved koncentrationer <100 µg C/l af partikler <50 µm.

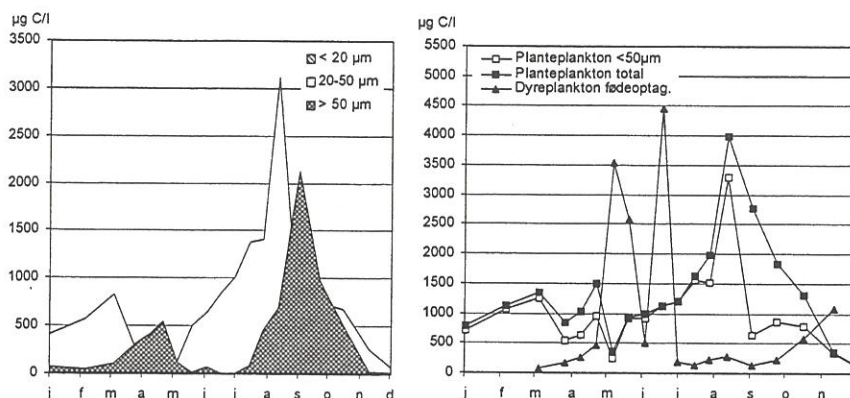
Planteplanktons størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af planteplanktonet i Arresø i løbet af 2000 er afbildet i figur 5.12.

Biomassen af planteplankton <50 µm var fra maj til og med juni og i november så lav, at dyreplankton blev fødebegrænset.

Dyreplanktons fødeoptagelse

Figur 5.12
Årstidsvariation i planteplanktons størrelsesfordeling (tv) og i dyreplanktons fødeoptagelse i Arresø 2000 (th).



Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse kan beregnes ud fra skønnede forhold mellem de forskellige dyregruppers fødeoptagelse og dyrenes biomasse /6/. I figur 5.12 th ses dyreplanktonets potentielle, daglige fødeoptagelse afbildet sammen med biomassen af planteplankton totalt og <50 µm.

Det ses af figuren, at dyreplankton fra maj til starten af juli og i november var i stand til at regulere væksten i den spiselige planteplankton < 50 µm. Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse oversteg endog mængden af planteplankton > 50 µm fra maj til starten af juli. Dyreplankton er imidlertid domineret af små dafniearter, som ikke er i stand til at regulere større arter af planteplankton.

5.7 Fiskeyngel

Fiskeynglen i Arresø blev undersøgt natten mellem den 4. og 5. juli 2000. Undersøgelsen blev udført som angivet i /7/ med yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 2 gange 6 transekter i pelagiet af ca. 1 minuts varighed. En detaljeret rapport over undersøgelsens resultater findes i /8/.

5.7.1 Resultater

Ynglens tæthed og sammensætning

Der blev konstateret yngel fra 4 arter: skalle, brasen og aborre og sandart, hvoraf kun skalle ynglen optrådte i betydelige mængder.

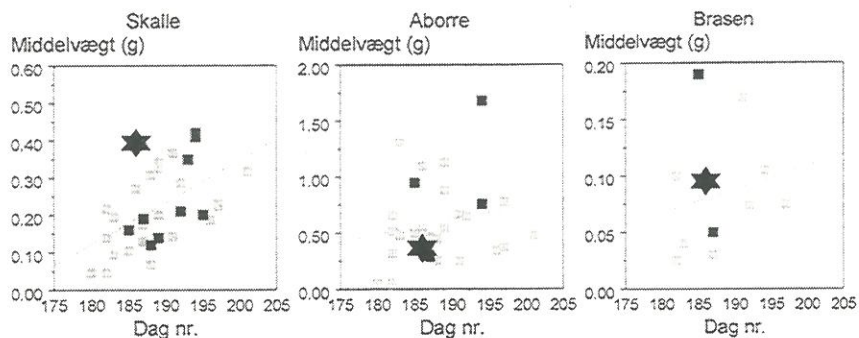
Den samlede yngeltæthed var med 18,99 pr m³ usædvanlig stor i littoralen, mens tætheden med 0,40 pr m³ i pelagiet var mere moderat. Middeltætheden i hele søen var noget større end i de foregående to år. Vægtmæssigt var tætheden 7,54 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 0,15 g pr. m³ i pelagiet, hvilket samlet for søen var markant over niveauet i 1998 og 1999.

Tabeller over de beregnede tætheder findes i bilag 5.9.1-2.

Størrelse

Figur 5.13

Middelvægten af skalle-, aborre- og brasenynglen på undersøgelsestidspunktet i Arresø juli 2000 (stjerne) sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering) og tidligere undersøgte danske søer.



Skalleynglen optrådte med en betydelig størrelse i Arresø i forhold til i de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt, hvilket antageligt skal tilskrives et tidligt gydetidspunkt. Den øvrige fiskeyngels størrelse var normal for undersøgelsestidspunktet. (figur 5.13). Længdefordelingen af fiskeynglen ses i bilag 5.10.

5.7.2 Diskussion

Sammenlignet med 11 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de tre seneste år, var tætheden af karpefiskeyngel i 2000 usædvanlig stor i littoralen og tæt på medianen i pelagiet og samlet var tætheden blandt den øverste tredjedel af søerne, figur 5.14. Aborrefiskeynglens tæthed var som i 1999 meget beskeden over hele søen.

Årgangsstyrke

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving. I 2000 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 11 søer generelt større end i 1999, men mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreynglen generelt forekom mindre talrigt end i de foregående to år. I Arresø var mængden af karpefiskeyngel øget i forhold til i 1999 og især i forhold til i 1998, mens aborrefiskeynglens tæthed generelt har været beskeden, og søen følger således kun i begrænset omfang det generelle mønster.

Fordeling

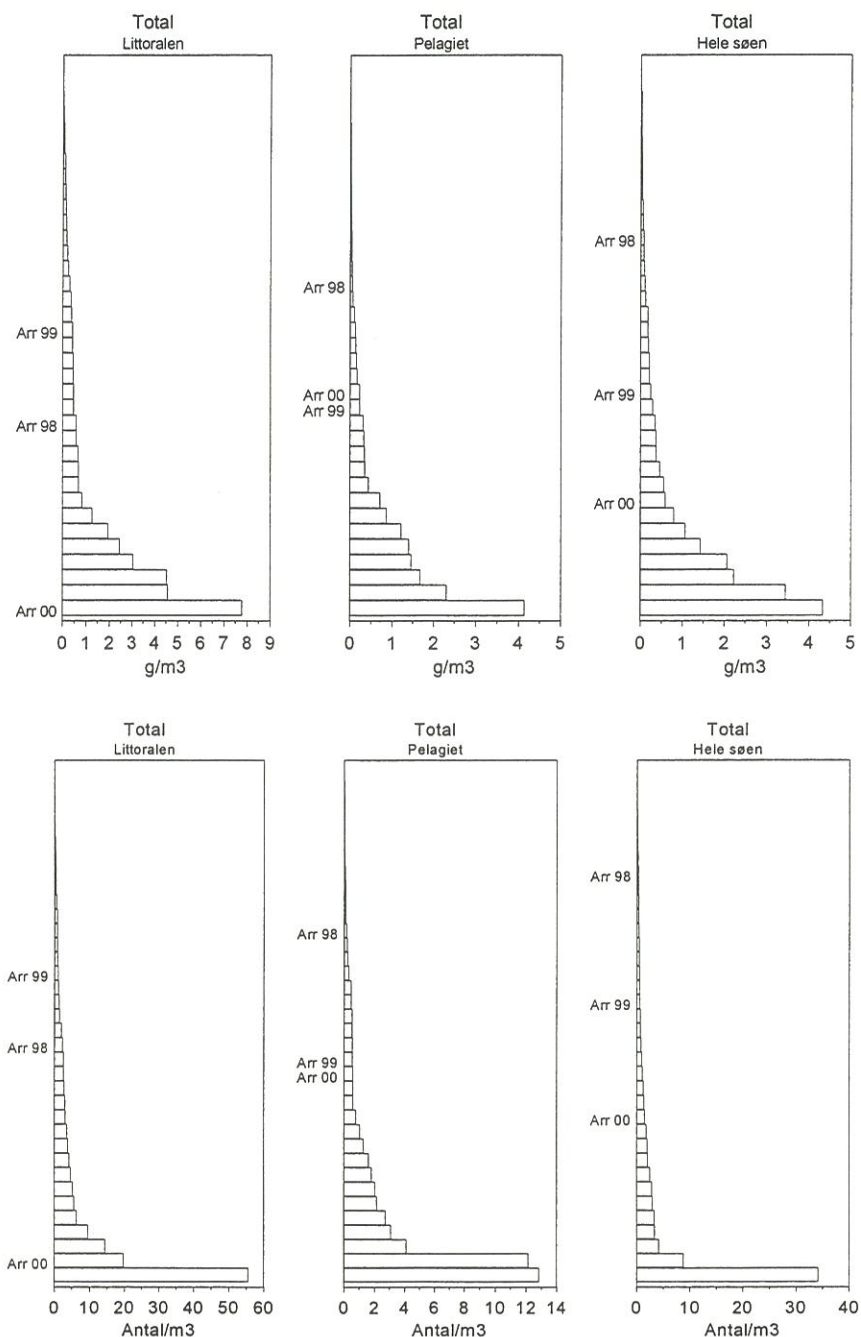
Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og

lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde.

Med langt den største tæthed af karpefisk i littoralen i Arresø er fiskeynglens tæthed og sammensætning i overensstemmelse med søens status som middeldyb, men følger ikke mønstret i uklare søer

Figur 5.14:

Biomasse g/m^3 og tæthed antal/ m^3 af fiskeyngel i Arresø i 1998, 1999 og i 2000 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.



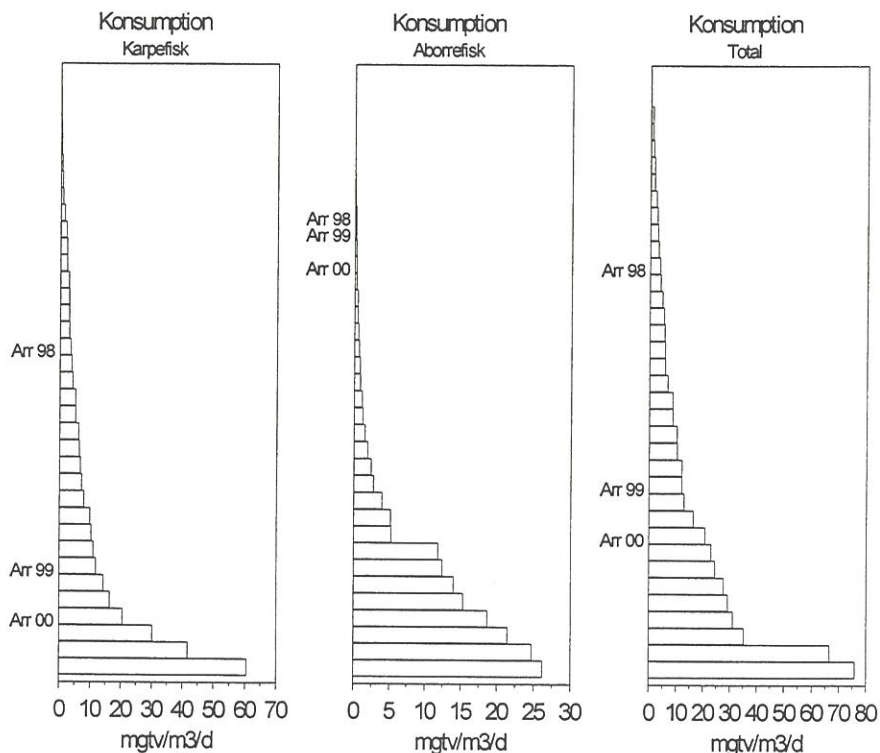
Påvirkning af dyreplanktonet

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med knap 21 mg tv/m^3 /væsentligt større end i de to foregående år, men dog omtrent som forventet i forhold til søens sigtdybde og næringsniveau, figur 5.14. Medregnes en formodentlig betydelig konsumption fra etårige og ældre fisk, har fiskeynglen antageligt været

medvirkende til et betydeligt prædationstryk på søens dyreplankton /8/.

Figur 5.15

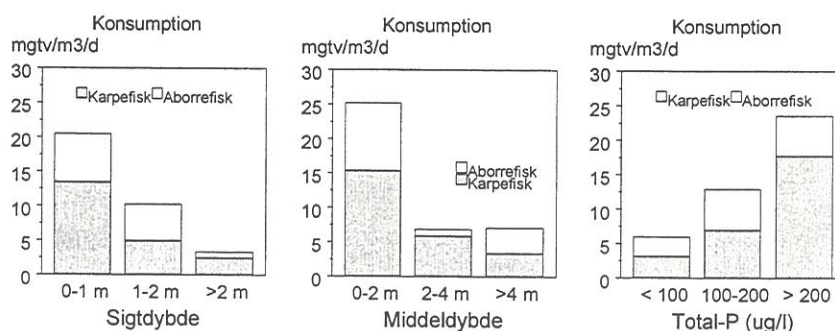
Fiskeynglens konsumptionsrate i Arresø 1998, 1999 og 2000 sammenlignet med konsumptionsraten fundet i andre danske søer.



I Arresø var fiskeynglens samlede prædationstryk 20,9 mg tv/m³/d, hvoraf skalleynglen med 20,5 mg tv/m³/d stod for langt hovedparten. Aborrefiskeynglens prædation var som i de foregående år næsten uden betydning, og det samlede prædationstryk var øget i forhold til i 1999. Sammenlignet med andre søer var fiskeynglens konsumtion betydelig.

Figur 5.16:

Fiskeynglens konsumptionsrate i littoralen og i pelagiet i søer med forskellig sigtddybe, middeldybde og tot-P koncentration over sommeren (1/5-30/9).



Med Arresø's status som uklar og næringsrig er høje konsumptionsrater over 20 mg tv/m³/d hos fiskeynglen ikke uventede, omend de højeste konsumptionsrater er fundet i mere lavvandede søer, figur 5.16.

Dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse var den højeste nogensinde i måleperioden (1989-2000) og varierede i 2000 mellem 110-730 mg tv/m³, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på 22-146 mg tv/m³/d ved en turn-over på 5 dage. Som nævnt har dyreplankton formodentlig været udsat for et meget højt prædationstryk fra fiskeyngel og etårige og ældre fredfisk i søen.

Udvikling 1998-2000

Selvom søers fiskebestande oftest udviser variationer som kan relateres til søernes morfologi og næringsniveau, er forholdene vedrørende årsynglen mere komplekse. Der vil således i alle søer og hos de fleste arter forekomme meget betydelige år til år variationer i ynglens mængde, idet de klimatiske forhold om foråret og gennem forsommeren påvirker henholdsvis gydetidspunkt og vækst og overlevelse hos den spæde yngel.

Der er især hos brasener en negativ sammenhæng mellem et varmt forår efterfulgt af en kold sommer og årgangsstyrken i de respektive år. Generelt er der især hos de relativt sent gydende arter herunder brasen, rudskalle, suder og karusse ofte meget store variationer i ynglens mængde i sensommeren, antageligt bl.a. på grund af afhængigheden af en korrekt timing mellem ynglens fremkomst og et rimeligt fødegrundlag. Dette synes især at være gældende i klarvandede søer, hvor årsynglen ligeledes er udsat for rov fra aborrer, og hvor svigtende rekruttering er regelen mere end undtagelsen hos de nævnte arter.

I de seneste tre år har foråret været forholdsvis varmt, men kun i 1999 var sommeren tilsvarende varm, hvilket antageligt kan forklare den ringe gennemsnitlige rekruttering hos brasener i årene 1998 og 2000 og den gode rekruttering i 1999. Omvendt har skallerne haft den ringeste middelrekruttering i 1999, mens 1998 og 2000 har været normale eller gode rekrutteringsår, mens aborrernes middelrekruttering var bedst i 1999.

Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 12 undersøgte søer i årene 1998-2000 ses en stor tæthed af karpefisk i 1998, en mindre tæthed

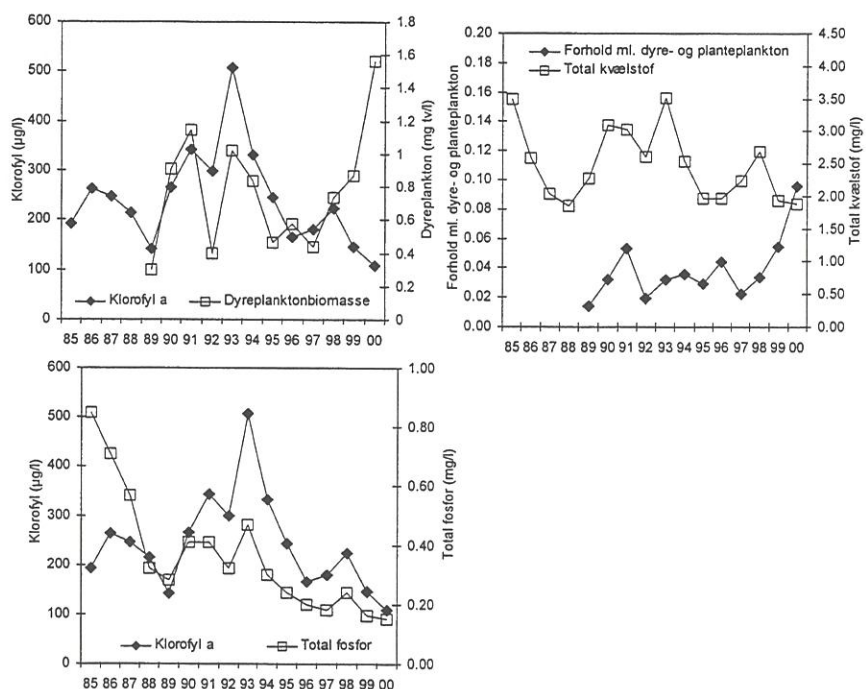
i 1999 især i de lavvandede søer og en middelstor tæthed i 2000, mens tætheden af aborrefisk faldt i 2000 både i lavvandede- og dybe søer, hvor aborre ynglen kun i 1999 fandtes i væsentlig tæthed.

Arresø følger kun delvist mønsteret fra de øvrige søer. 1998 var et generelt ringe rekrutteringsår i Arresø, men som i de øvrige søer er skalleynglen mere talrig og brasenynglen mindre talrig end i 1999, mens aborrefiskeynglens tæthed generelt har været beskeden gennem alle tre år.

5.8 Det biologiske samspil

5.8.1 Resultater

Figur 5.17:
Udvikling i sommergnsn. 1987-2000. Ø.tv. Klorofyl og dyreplanktonbiomasse. Ø.th. Total kvælstof og forholdet mellem dyre- og planteplankton. N.tv. Klorofyl og total fosfor.



Der er sket tydelige ændringer i de biologiske forhold i Arresø de seneste 3 år. Klorofylkoncentrationen er faldet mærkbart, sammen med koncentrationen af totalfosfor og totalkvælstof. Forholdet mellem dyre- og planteplankton viser, at dyreplanktons biomasse er øget på bekostning af planteplankton, (figur 5.17 øverst til højre). Regressionsanalyse af udviklingen i sigtddybde i overvågningsperioden 1989-2000 viser endnu ingen signifikant bedring af forholdene i Arresø, hvor imod klorofyl er faldet signifikant ($p=0,089$). Fosfor-koncentrationen har været faldende gennem hele overvågningsperioden ($p=0,001$). Også kvælstofkoncentrationen i Arresø er faldet signifikant ($p=0,038$).

Fiskeynglens samlede prædationstryk var 20,9 mg tv/m³/d, og der har formodentlig også været et meget betydeligt prædationstryk fra etårige og ældre fredfisk i søen /8/. Dyreplanktonproduktionen er alligevel 2-3 dobbelt i forhold til de foregående år, bilag 5.8.

5.8.2 Diskussion

Resultaterne skal ses i lyset af at indløbskoncentrationen af fosfor i løbet af overvågningsperioden 1989-2000 er reduceret fra 0,8 til 0,2 mg fosfor/l, som følge af udbygning af renseanlæggene i søens opland. Den totale fosfortilførsel er reduceret fra knap 30 tons fosfor/år til knap 10 tons fosfor/år.

Dyreplankton var i 2000 i stand til at regulere planteplankton under 50 µm fra maj til slutningen af juni og i november. De seneste års ændringer i planktonsammensætningen har betydet at sigtddybden i løbet af de seneste år er øget med godt 10 cm, bilag 5.3.

Biomassen af dyreplankton er øget betragtelig i 2000, 81% af biomassen består af cladoceer og hermed dafnier. Dette sidste til trods for, at fiskeynglens konsumptionsrate i 2000 var væsentlig større end de foregående år og prædationstrykket fra ældre fredfisk formodentlig også har været betydelig.

Faldet i klorofylkoncentrationen har også været tydelig de seneste 3 år, (figur 5.17 øverst tv).

Udviklingen har betydet, at Frederiksborg Amt foretager en fiskeundersøgelse i 2001 for at få opdateret viden om fiskenes betydning for søens tilstand.

6 Søtilstand og målsætning

Arresø er i "Regionplan 1997" /14/ målsat med en generel målsætning.

Målsætning	Generel B
Kvalitetskrav:	
Total fosfor (årgennemsnit)	≤ 0,06 - 0,07 mg/l
Sigtdybde (sommern gennemsnit, maj-oktober)	≥ 0,8 m

Arresø opfylder ikke målsætningen. Årsagen er at søen i mange år har fået tilført store mængder fosfor, dels med spildevand fra renseanlæg og spredt bebyggelse og dels fra dyrkede marker ved afstrømning og erosion.

Arresø er som følge af den store næringssaltkoncentration i søvandet karakteriseret ved en stor planteplanktonbiomasse og en heraf følgende ringe sigtdybde. Det uklare vand bevirker at Arresø er uden væsentlig undervandsvegetation.

Ud over en række direkte indgreb overfor kilderne til fosforbelastningen af Arresø, skal der etableres 5 søer i oplandet til Arresø. Disse søer skal tilbageholde fosfor og derved medvirke til at fosforkoncentrationen i Arresø reduceres. De første 4 søer er etableret i henholdsvis 1993 (Solbjerg Engsø) og 1996 (Strødam Engsø) i oplandet til Pøle Å, 1999 (Holløse Bredning) i oplandet til Ramløse Å og i 2000 (Alsønderup Engsø) i oplandet til Pøleå.

I Regionplantillæg nr. 5 til Regionplan 1997 /9/ om Spildevandsrensning i det åbne land og i Forslag til Regionplan 2001 /5/ udpeges forureningsfølsomme søer og vandløb. Dette sker som en konsekvens af at Folketinget i 1997 vedtog en ændring af miljøbeskyttelsesloven med det formål at styrke indsatsen for at opnå en forbedring af afløbsforholdene i det åbne land. Lovændringen skal i sidste ende føre til en forbedret vandkvalitet i søer og vandløb.

Hele oplandet til Arresø er udpeget i /9/. Første prioritet har oplandet til Æbelholt Å, hvor spildevandsbelastningen fra ejendomme i det åbne land hurtigst muligt skal reduceres så Æbelholt Å kan opfylde sin målsætning.

Spildevandet fra ejendomme under 30 personækvivalenter der bidrager til forureningen af Æbelholt Å og dermed også Arresø skal

som minimum renses svarende til skærpet krav om reduktion af organisk stof (95%) og reduktion af ammoniak og fosfor (90%). Samme renskrav stilles til oplandene til Lyngby Å, Ramløse Å og vandløbet ved Annisse. I oplandet til Pøle Å og det direkte opland til Arresø stilles krav om reduktion af organisk stof (90%) og reduktion af fosfor (90%). Kommunerne skal senest 31. december 2001 have revideret den kommunale spildevandsplan i overensstemmelse med amtets udpegninger og spildevandsplanens tiltag skal tidssættes.

Næringssaltbelastningen fra landbruget forsøges især nedbragt ved frivillige jordbrugsforanstaltninger. Omkring Arresø har amtet udpeget et 150 meter bredt bælte som SFL-område (Særligt Følsomme Landbrugsområder). Også skrånende arealer ned til de vandløb, der løber til søen er udpeget. På disse arealer kan der søges om tilskud til miljøvenlige driftsformer, se afsnit 7.2.

7 Sammenfatning og konklusioner

7.1 Sammenfatning

Beliggenhed og morfometri

Arresø ligger i den nordvestlige del af Frederiksborg Amt øst for Frederiksværk. Arresø er Danmarks største sø (39,87 km²), men samtidig ret lavvandet (middeldybde 3,1 m). Den maksimale dybde er 5,9 meter og søens vandvolumen er opgjort til 123 mio. m³.

Opland

Det topografiske opland til Arresø er beregnet til 215 km². Heraf afvandes størstedelen til søen via 4 større tilløb, Ramløse Å, Pøleå, Æbelholt Å og Lyngby Å.

Målsætning og kvalitetskrav

Arresø er målsat med en generel målsætning med krav om en gennemsnitlig fosforkoncentration på $\leq 0,06-0,07$ mg/l og en sommersigtedybde på $\geq 0,8$ meter.

Arresø opfylder ikke målsætningen. Årsagen er at søen i mange år har fået tilført store mængder fosfor, dels med spildevand fra renseanlæg og spredt bebyggelse og dels fra dyrkede marker ved afstrømning og erosion.

Belastningskilder og indsatsmuligheder

De største belastningskilder med fosfor til Arresø er spildevand fra renseanlæg og regnbetingede udledninger. En yderligere indsats mod at reducere fosforbelastningen bør derfor koncentrere sig om at nedbringe disse udledninger.

Kvælstofbelastningen af Arresø stammer overvejende fra de dyrkede arealer i søens opland. Gennem vedtagelsen af Vandmiljøplan II vil der blive gennemført foranstaltninger, der skal reducere kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealer i fremtiden.

Vandbalance

Afstrømningen var i 2000 ikke præget af usædvanlige afstrømningshændelser. Årsmiddelastrømningen var 5,6 l/s/km², (normal 1971-90 er 4,6 l/s/km²), svarende til 20% mere end normalt. Opholdstiden var 2,43 år. Den gennemsnitlige opholdstid for perioden 1989-2000 i Arresø er 3,8 år.

Stofbalancer

Kvælstof og fosforbelastningen i 2000 var henholdsvis 311 og 8,9 tons. Heraf tilbageholdt Arresø 37 tons kvælstof og aflastede netto 5,7 tons fosfor.

Ilt

Iltforholdene i Arresø var hele 2000 gode. Der blev dog i 2000 for første gang observeret et længerevarende springlag, i den forbindelse blev der målt en lav iltprocent under springlaget i slutningen af juni.

Sigtdybde

Sigtdybden i Arresø varierede i 2000 mellem 0,3 og 0,9 meter.

Fosfor

Koncentrationen af total-fosfor i søvandet i Arresø har udvist et signifikant fald siden 1985 ($p=0,001$). Koncentrationen var dog stadig høj i 2000 med et årsgennemsnit på 0,194 mg total P/l.

Kvælstof

Middelkoncentrationen af kvælstof var i 2000 2,611 mg total N/l. Koncentrationerne af uorganisk opløst fosfor falder til omkring detektionsgrænsen i sommerperioden, som følge af planteplanktons næringsoptagelse.

Silikat

Silikatkoncentrationen har siden 1997 været tæt på eller under detektionsgrænsen. Silikatkoncentrationen er utvivlsomt lav på grund af tilstedeværelsen af en relativt stor mængde kiselalger.

Planteplankton

Planteplanktonsamfundet i Arresø har tidligere været karakteriseret som artsfattigt og hypereutroft med kvantitativ dominans af ganske få arter, men de sidste par år er der sket en mærkbar ændring. Søen har udviklet sig fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund med 55-70 arter til et divers, eutroft samfund i 2000 med 117 arter. Antallet af kvantitativt vigtige grupper er ligeledes steget lidt, fra 28 i 1999 til 32 i 2000.

Dyreplankton

Biomassen af dyreplankton i Arresø er øget dramatisk fra 1999 til 2000 fra 8,7 til 15,7 mg vv/l (sommergennemsnit), hvilket er godt 2 gange mere end gennemsnittet for undersøgelsesperioden 1989-

1999 (6,97 mg vv/l). Dyreplanktonet var domineret af små dafniearter, der har en begrænset regulerende effekt på større arter af planteplankton, men var i stand til at regulere planteplankton <50 µm i flere perioder i 2000.

Fiskeyngel

Der blev konstateret yngel fra skalle, brasen, aborre og sandart, hvoraf kun skalleynghen optrådte i betydelige mængder.

Fiskeynglens konsumptionsrate i 2000 var væsentlig større end de foregående år.

Udvikling 1989-2000

Der er siden overvågningsperiodens start i 1989 sket et signifikant fald på 1% signifikansniveau i den gennemsnitlige indløbskoncentration af både fosfor og kvælstof i Arresø. Dette har medført et tilsvarende signifikant fald i søkoncentrationen af fosfor (1% signifikansniveau). Også Arresøes kvælstofkoncentration er faldende men kun på signifikansniveau 5% ($p=0,038$).

Faldet i søkoncentrationen af fosfor har medført et tilsvarende lille fald i planteplanktonbiomasse (signifikansniveau 10%) og klorofylkoncentration (signifikansniveau 10%) men ikke en øget sigtdybde. Der er i perioden 1997-2000 sket et markant skift i sammensætningen af de mest betydende arter af planteplankton, idet der ses en stigende mængde af trådformede blågrønalger og af kiselalger. Dette kan være en følge af den lavere fosforkoncentration i søen. Søen har udviklet sig fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund med 55-70 arter til et divers, eutroft samfund i 2000 med 117 arter. Antallet af kvantitativt vigtige grupper er ligeledes steget lidt, fra 28 i 1999 til 32 i 2000.

Sigtdybden er i perioden 1997-2000 øget med 10 cm fra ca. 0,4 meter til ca. 0,5 meter, klorofylkoncentrationen er i samme periode faldet fra knap 250 µg/l til 125 µg/l.

7.2 Konklusion

Målsætningen skal opfyldes ved hjælp af de krav til bl.a. renseanlæg, regnbetingede udløb og supplerende indgreb overfor en række kilder til fosforbelastningen af Arresø, som er angivet i /1/.

Modelberegninger viser at målsætningens tilstand vil blive nået 8-10 år efter en belastningsreduktion til ca. 6 tons fosfor pr. år.

Med udgangspunkt i de seneste års målinger i Arresø, er der god grund til at tro, at Arresø nu for alvor er begyndt at reagere biologisk på den reducerede fosforbelastning.

16% af Arresøs opland er af Frederiksborg Amt udpeget som Særligt Følsomt Landbrugsområde (SFL). I perioden 1996-2000 er der indgået aftaler om MiljøVenlige Jordbrugsforanstaltninger (MVJ) for 216 ha, svarende til 6% af det udpegede område. Frederiksborg Amt har planlagt at kontakte hver enkelt af de berørte lodsejere i SFLområderne for at få så mange som muligt til at indgå en frivillig aftale om at dyrke jorden med nedsat brug af sprøjtemidler og kvælstof. Også Nordsjællands Landboforening vil indkalde lodsejerne til orienterende møder vedrørende SFL og MVJ.

8 Referencer

- /1/ Frederiksborg Amt 1993. Vandområdeplan for Arresø og opland, Planlægningsdokument nr. 2.
- /2/ Kronvang, B., Jensen, JP., Pedersen, ML., Larsen, SE., Müller-Wohlfeil, D.-I., Wiggers, L., Kronquist, H., Tornbjerg, H. og Ringsborg, O. (1999): Oplands-analyse af vandløbs- og søoplande 1998-2003. Vandløb og søer. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser - Teknisk anvisning fra DMU, nr. 15.
- /3/ Frederiksborg Amt 1995. Arresø, tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 21.
- /4/ Frederiksborg Amt 2001. Arresø 2000. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Frederiksborg Amt af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /5/ Hovedstadens Udviklingsråd 2000. Forslag til Regionplan 2001 for Frederiksborg Amt.
- /6/ Hansen, A., Jeppesen, E., Bosselmann, S. og Andersen, P. 1992. Zooplankton i søer. Metoder og artsliste. Miljøprojekt nr. 205. Miljøstyrelsen.
- /7/ Lauridsen, TL., Jensen, JP., Berg, S., Michelsen, K. Rugaard, T., Schriver, P. og Rasmussen, Anders Chr. (1998): Fiskeyngelundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 14.
- /8/ Frederiksborg Amt 2000. Fiskeynglen i Arresø, juli 2000. Rapport udført af Fiskeøkologisk Laboratorium.
- /9/ Frederiksborg Amt 2000. Spildevandsrensning i det åbne land. Udpegning af forureningsfølsomme recipienter. Forslag til Regionplantillæg nr. 5 til Regionplan 1997.

- /10/ Miljø- og Energiministeriet. Miljøstyrelsen, 2000. NOVA-2003. Programbeskrivelse for det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1
- /11/ Jensen, JP., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Bjerring Olsen, R., Landkildehus, F., Lauridsen, T.L., Sortkjær, L. & Poulsen, A.M. 2000: Søer 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser 108 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 335.
- /12/ Scharling, M. & Kern-Hansen, C. 2000. Klimagrid - Danmark. Praktisk anvendelse af nedbørskorrektion på gridværdier. - Danmarks Meteorologiske Institut. Teknisk rapport nr. 00-21.
- /13/ Hovmand, M.F., Kemp, K., Aistrup, W. 1993. Atmosfærisk deposition af kvælstof og fosfor. - Miljøministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU nr. 91.
- /14/ Frederiksborg Amt 1998. Regionplan 1997 for Frederiksborg Amt. - Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø.

Arresø
Tilstand og udvikling
2000

Bilag

Bilag

	Side
1 Indledning	59
1.1 Dybdekort med målestationer	61
1.2 Hypsograf	61
3 Oplandsbeskrivelse	63
3.1 Oplandsstørrelse, arealanvendelse, jordtype og geologiske forhold	65
3.2 Kildeopsplitning. Tilførsel fra opland og opstrøms oplande	67
4 Vand- og stofbalancer	69
4.1 Balancer på månedsbasis	71
4.2 Dokumentation for beregninger	76
4.3 Årsbalancer for Arresø 1989-2000 (Søskema 1)	80
5 Udvikling i miljøtilstand	83
5.1 Temperatur- og iltprofiler 2000	85
5.2 Sigtdybde, pH og vandkemi 2000	87
5.3 Gennemsnit for nøgleparametre 1985-2000	88
5.4 Regressionsanalyse nøgleparametre 1985-2000	89
5.5 Planteplankton biomasse 2000	93
5.6 Planteplankton biomasse 1989-2000	94
5.7 Dyreplankton biomasse 2000	95
5.8 Dyreplankton biomasse 1989-2000	96
5.9 Tæthed og biomasse af fiskeyngel	97
5.10 Længdefordeling af fiskeyngel	98
6 Tidligere undersøgelser og rapporter	99
6.1 Undersøgelser i Arresø 1976-2000	101
6.2 Rapporter	102

Bilag 1 Indledning

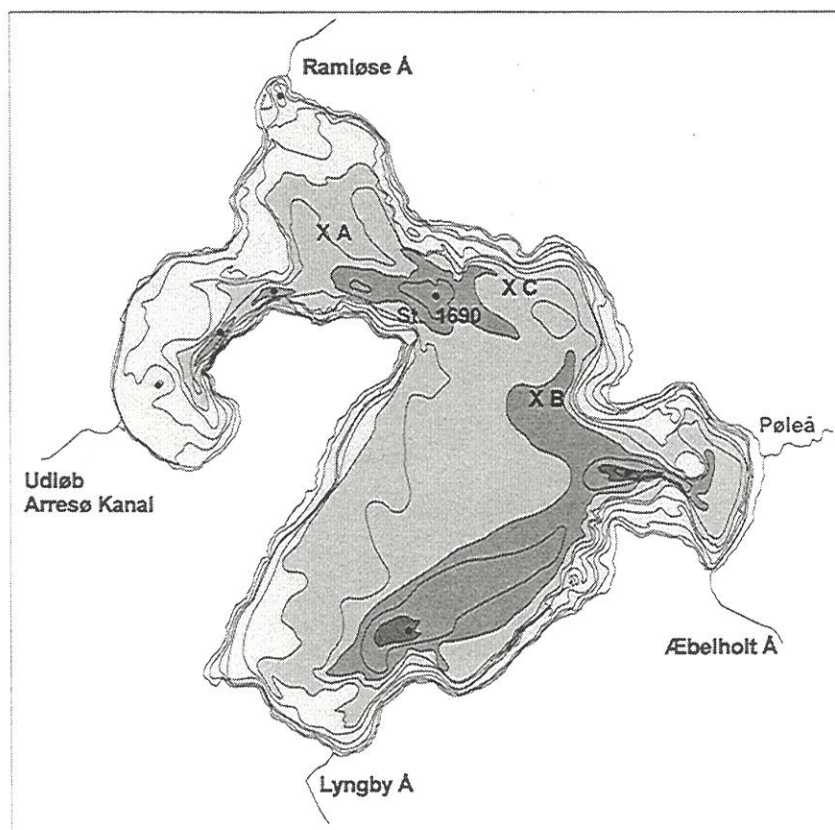
1.1 Dybdekort med målestationer

1.2 Hypsograf

Bilag 1

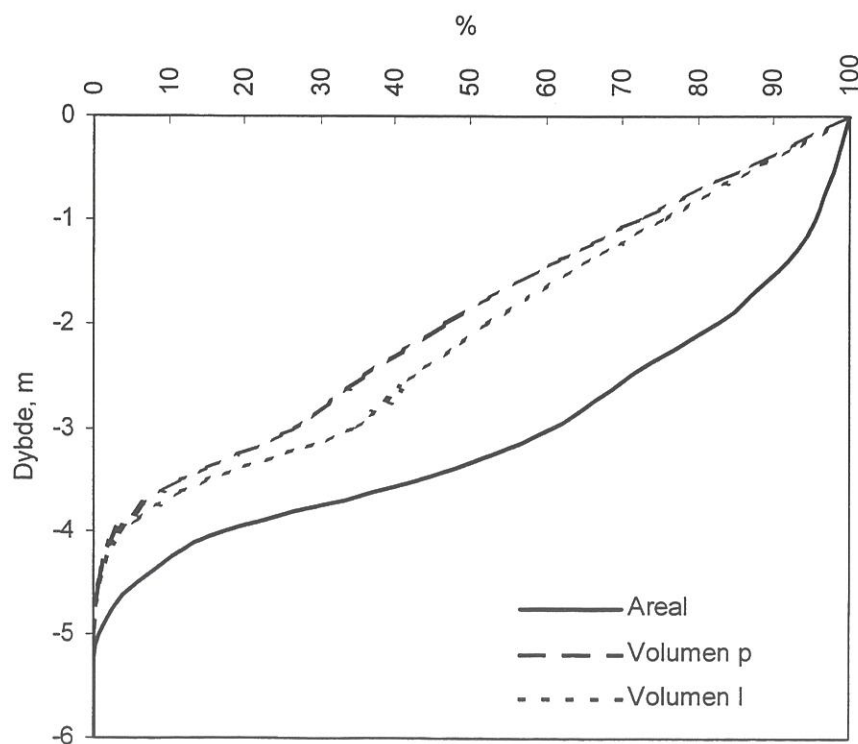
Bilag 1.1

Kort over Arresø med indtegnede dybdekurver og målestationer. Afstanden mellem kurverne er 0,5 meter. Station 1690: Vandkemi- og planteplanktonstation. A, B og C: Dyreplanktonstationer.



Bilag 1.2

Areal- og volumenhyposograf for Arresø angivet ved Vandspejlskote 3,97 m o. DNN. Volumen p = parabelberegning, volumen l = lineær beregning.



Bilag 3 Oplandsbeskrivelse

- 3.1 Oplandsstørrelse, arealanvendelse, jordtype og geologiske forhold
- 3.2 Kildeopsplitning. Tilførsel fra opland og opstrøms oplande

Oplandsbeskrivelse

Oplandsstørrelser iflg. topografisk oplandsregistrering fra Hedeselskabet 1998.

Delopland	ha
Æbelholt Å	1179
Ramløse Å	2026
Lyngby Å	1925
Pøleå	7964
Arresø Kanal (for meget målt)	31
Direkte opland	8413
Opland i alt	21507

Arealanvendelse i oplandet til Arresø iflg. AIS.

Arresø 1999			Oplandsareal : 21.600 ha
Oplandstype	Areal, ha	%	
Landbrug	10995	43	
Skov	4612	18	
Sø	4285	17	
Bebyggelse	3635	14	
Natur	1393	5	
Andet	522	2	
Uklassificeret	60	0	
I alt incl. Arresø	25502	100	

Jordtyper i oplandet til Arresø iflg. Statens Jordbrugsforskning

Jordtype	ha	%
Grov og fin lerblandet sandjord	18026	83,37
Grov og fin sandblandet lerjord	2231	10,32
Humus	1132	5,24
Svær, meget svær lerjord, silt	94	0,43
Grovsandet jord	59	0,27
Lerjord	55	0,25
Finsandet jord	25	0,12
I alt	21622	100

Bilag 3.1 Oplandsbeskrivelse

Geologiske forhold i oplandet til Arresø iflg. GEUS

Type	ha	%
Smeltevandssand	6986	32,47
Ferskvandstørv	6602	30,69
Smeltevandsgrus	3251	15,11
Moræneler	2966	13,79
Flyvesand	715	3,32
Smeltevandsler	415	1,93
Ferskvandsler	111	0,52
Ferskvandssand	99	0,46
Ferskvand ekskl. Arresø	83	0,39
Saltvandsgrus	77	0,36
Ferskvandsgytje	62	0,29
Ikke karteret, ukendt	55	0,26
Ferskvandsgrus	39	0,18
By	17	0,08
Okker og myremalm	16	0,07
Saltvandssand	13	0,06
Smeltevandssilt	6	0,03
I alt	21513	100

Arresø 2000 - KILDEOPSPLITNING

Tilførsel fra opland og opstrøms oplande Nitrogen, total - kg

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Septemb	Oktober	November	December	Sommer	Året
Renseanlæg	4912	4143	3775	3075	3171	3162	2713	4201	3209	4070	3079	2598	16456	42107
Regnvandsbetingede udløb	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	2840	6816
Spredt bebyggelse	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	1409	3382
Atm. deposition	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	24919	59805
Natur	6880	6815	10962	6477	2032	1110	1144	922	2571	2516	4845	6973	7778	53246
Landbrug	25964	24861	34332	16238	2999	268	736	-1745	4679	2188	11046	25020	6938	145588
Retention - engsøerne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet tilførsel	43589	41653	54903	30624	14036	10373	10427	9211	16293	14607	24803	40425	60340	310944

Tilførsel fra opland og opstrøms oplande Phosphor, total-P - kg

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Septemb	Oktober	November	December	Sommer	Året
Renseanlæg	261	225	228	317	269	214	138	232	128	172	156	151	981	2490
Regnvandsbetingede udløb	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	677	1624
Spredt bebyggelse	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	322	772
Atm. deposition	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	166	399
Natur	304	302	486	287	90	49	50	40	114	111	214	308	343	2354
Landbrug	498	156	340	-41	-69	-89	1	-114	358	-25	157	94	87	1266
Retention - engsøerne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet tilførsel	1296	915	1286	796	523	406	422	391	833	491	760	786	2575	8905

Tilførsel fra opland og opstrøms oplande Vandføring - 1000 m3

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Septemb	Oktober	November	December	Sommer	Året
Renseanlæg	782	881	833	761	678	671	513	656	627	616	584	749	3145	8351
Regnvandsbetingede udløb	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	762	1829
Natur	5028	4980	8007	4733	1486	813	837	675	1879	1841	3542	5097	5691	38918
Samlet tilførsel	5962	6014	8993	5646	2316	1637	1503	1483	2659	2609	4279	5998	9598	49099

Bilag 4 Vand- og stofbalancer

4.1 Balancer på månedsbasis

4.2 Dokumentation for beregninger

4.3 Årsbalancer for Arresø 1989-2000

Bilag 4.1 Vand- og stofbalancer

Arresø 2000

VANDBALANCE Alle værdier i 1000 m3

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	479	476	635	430	168	111	94	83	183	236	383	488	640	3767
Tilløb 1324	264	260	449	256	99	73	73	64	110	104	199	287	420	2238
Tilløb 1342	2487	2603	3758	2374	1024	743	674	726	1319	1112	1656	2412	4486	20887
Tilløb 1358	512	486	975	533	142	72	69	39	117	117	325	574	439	3960
Umålt opland	2220	2190	3176	2053	884	637	593	570	930	1040	1716	2237	3614	18247
Tilførsel i alt	5962	6014	8993	5646	2317	1637	1503	1483	2659	2609	4279	5998	9598	49099
Nedbør	1863	1861	4456	2088	1299	2620	1962	2275	4067	2874	2388	2615	12222	30366
Grundvand	3099	151	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3540
Ialt	10925	8026	13448	8023	3616	4256	3465	3758	6725	5483	6667	8612	21820	83005

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	9692	6635	4728	9478	1883	1604	1868	2036	2571	1795	1652	5167	9961	49109
Fordampning	293	385	1213	2387	4008	3912	3378	2978	1772	543	152	9	16048	21030
Grundvand	0	0	2713	0	943	205	941	937	868	739	1254	3275	3894	11875
Ialt	9985	7020	8654	11866	6833	5721	6187	5951	5211	3076	3059	8451	29903	82014

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinerings	940	1006	4794	-3842	-3218	-1465	-2722	-2193	1514	2407	3608	161	-8083	991

Opholdstid - dage	366	515	459	655	1616	2134	1926	1908	1940	977	1053	1016	1809	888
-------------------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-----

Bilag 4.1
Vand- og stofbalancer på månedsbasis,
Arresø 2000.

Bilag 4.1 Vand- og stofbalancer

Arresø 2000

STOFBALANCE

Phosphor, total-P

Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	67	58	54	36	11	8	24	9	73	28	58	53	125	478
Tilløb 1324	52	44	78	33	20	5	4	3	22	14	37	38	55	350
Tilløb 1342	734	435	633	379	249	255	226	224	396	233	299	338	1350	4400
Tilløb 1358	31	19	56	51	45	24	25	14	29	31	34	45	136	403
Umålt opland	379	327	432	264	165	81	109	108	280	152	298	279	743	2874
Tilførsel i alt	1263	882	1253	763	490	373	389	358	800	458	727	753	2409	8506
Atm. deposit	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	165	397
Ialt	1296	915	1286	796	523	406	422	391	832	490	760	786	2574	8903

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	2879	1676	2026	1799	308	268	404	315	534	354	373	1274	1829	12210
Grundvand	0	0	691	0	157	27	140	134	141	111	263	742	599	2405
Ialt	2879	1676	2717	1799	465	295	544	449	675	465	636	2016	2429	14615

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinerings	14490	1132	-21039	-3543	3667	-6589	8121	-2991	223	2590	5251	2671	2431	3983
Retention	-16072	-1893	19609	2540	-3609	6700	-8243	2932	-66	-2564	-5128	-3901	-2286	-9695
Ialt	-1583	-761	-1431	-1003	58	111	-122	-59	157	26	124	-1230	145	-5712

Bilag 4.1
Vand- og stofbalancer på månedsbasis,
Arresø 2000.

Bilag 4.1 Vand- og stofbalancer

Arresø 2000

STOFBALANCE

Nitrogen,total

Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	4923	4846	6301	3601	1254	717	844	495	1457	1496	2851	4727	4766	33511
Tilløb 1324	1848	1888	2882	1441	488	242	216	170	436	342	838	1814	1552	12604
Tilløb 1342	11337	10246	13184	6131	2364	1652	1401	1407	4173	2607	5525	9960	10997	69985
Tilløb 1358	2542	1781	3061	1086	185	86	79	51	208	244	823	2092	609	12238
Umålt opland	17955	17909	24491	13382	4761	2693	2903	2105	5036	4936	9782	16849	17498	122801
Tilførsel i alt	38606	36669	49919	25640	9052	5389	5443	4228	11309	9624	19819	35441	35421	251139
Atm. deposit	4973	4970	5013	4996	4972	4956	4947	4925	4935	4933	4949	4973	24735	59541
Ialt	43578	41639	54931	30636	14024	10346	10391	9153	16244	14557	24768	40414	60157	310680

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	39267	25384	20172	23145	3552	2808	3445	4103	6794	4061	4895	15955	20702	153581
Grundvand	0	0	9052	0	1962	326	1401	1991	1711	1476	3495	10035	7391	31448
Ialt	39267	25384	29224	23145	5514	3134	4846	6094	8505	5537	8390	25990	28093	185029

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasineri	133755	-44974	-172562	-29886	-45472	-75749	67368	-22998	26081	36275	77040	29868	-50769	-21254
Retention	-129443	61229	198269	37377	53981	82961	-61824	26057	-18342	-27255	-60661	-15444	82833	146905
Ialt	4311	16255	25708	7491	8510	7212	5545	3059	7739	9020	16378	14424	32064	125651

Bilag 4.1
Vand- og stofbalancer på månedsbasis,
Arresø 2000.

Bilag 4.1 Vand- og stofbalancer

Arresø 2000

STOFBALANCE

Jern

Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	290	370	272	188	49	26	26	16	422	152	338	344	539	2494
Tilløb 1324	490	492	541	326	87	31	11	12	80	58	172	301	221	2601
Tilløb 1342	5945	3091	7477	1502	1037	1042	628	803	1995	1264	2174	2158	5505	29117
Tilløb 1358	158	100	267	205	101	51	62	32	97	81	139	176	343	1469
Umålt opland	2316	2498	2453	1532	404	163	95	76	1200	532	1331	1785	1938	14385
Ialt	9199	6551	11010	3753	1677	1313	822	939	3795	2088	4154	4764	8546	50065

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	2868	1909	2528	1684	256	211	231	160	342	242	250	742	1200	11424
Grundvand	0	0	780	0	113	13	112	59	130	82	181	279	427	1750
Ialt	2868	1909	3309	1684	369	224	343	218	473	325	431	1021	1627	13173

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinering	29826	-1874	-27826	-6960	-2745	-3991	23941	-18938	8395	-5142	-4005	2374	6661	-6945
Retention	-23494	6516	35527	9028	4053	5080	-23461	19659	-5072	6905	7727	1369	258	43836
Ialt	6331	4642	7702	2069	1308	1089	480	721	3323	1763	3722	3743	6919	36891

Bilag 4.1
Vand- og stofbalancer på månedsbasis,
Arresø 2000.

Bilag 4.1 Vand- og stoffbalancer

Retention i engsøerne

N - kg	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	Året
Ind - Strødam	4761	4146	5421	3808	2998	2541	2465	3375	2932	3302	2962	4354	14311	43064
Ud - Strødam	4832	4181	4662	3474	1914	1164	1143	1612	1551	1963	2652	4094	7385	33244
Retention - Strødam	-71	-35	759	333	1085	1377	1321	1762	1381	1338	309	261	6925	9820
Ind - Solbjerg	6857	6079	7296	4193	1702	1053	957	1283	1889	2349	3657	5823	6887	43138
Ud - Solbjerg	7227	6504	7731	4617	1682	1357	971	1330	2003	1988	3124	5113	7343	43647
Retention - Solbjerg	-370	-425	-435	-424	19	-304	-13	-47	-114	361	533	710	-456	-509
N-retention i alt	-441	-459	324	-90	1104	1072	1308	1716	1266	1699	842	971	6469	9311

P - kg	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	Året
Ind - Strødam	292	282	506	356	206	165	166	183	249	254	212	252	968	3122
Ud - Strødam	252	194	248	322	192	134	179	177	158	139	161	173	840	2331
Retention - Strødam	40	87	258	34	14	30	-13	6	91	115	51	79	128	792
Ind - Solbjerg	367	275	452	306	196	145	135	163	190	201	305	322	829	3057
Ud - Solbjerg	333	450	637	362	287	269	170	285	318	219	208	264	1328	3801
Retention - Solbjerg	34	-175	-184	-57	-91	-124	-35	-122	-128	-18	96	59	-499	-744
P-retention i alt	74	-87	73	-23	-77	-94	-48	-115	-36	97	147	138	-371	48

Bilag 4.2 Dokumentation for beregninger

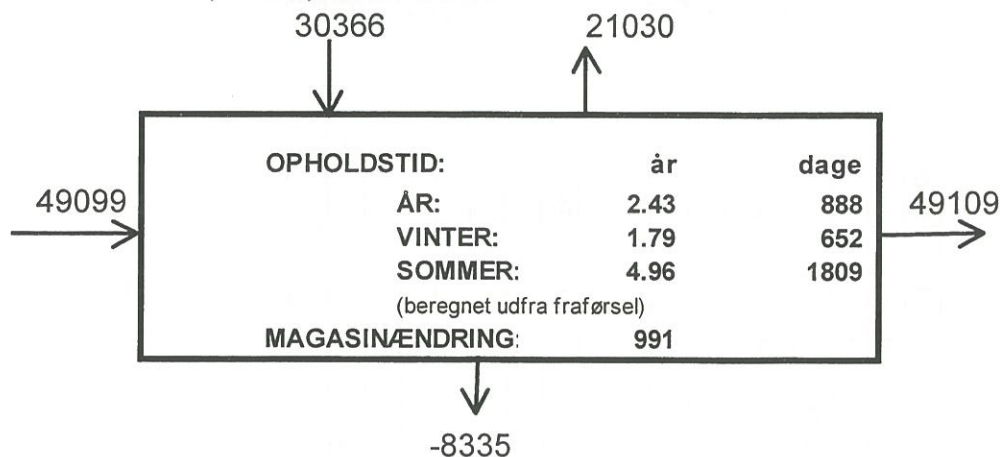
VAND- OG STOFBALANCER:

SØNAVN: ARRESØ ÅR: 2000
 FL.MÅL. 3.81 m (DNN)
 AREAL 3987 ha VOL. 116819 *1000m3
 MID.DYB. 2.93 m
 FOSFORDEPOSITION: 0.1 kg/ha
 KVÆLSTOFDEPOSITION: 15 kg/ha
 COD-DEPOSITION: kg/ha
VANDBALANCE(1000m3):

	TILLØB	NEDBØR	FORDAMP	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN ÆNDRING	DIFF. INCL. MAGASIN ÆNDRING
JAN	5962	1863	293	7532	9692	-2160	940	-3099
FEB	6014	1861	385	7491	6635	856	1006	-151
MAR	8993	4456	1213	12235	4728	7507	4794	2713
APR	5646	2088	2387	5346	9478	-4132	-3842	-290
MAJ	2317	1299	4008	-392	1883	-2275	-3218	943
JUN	1637	2620	3912	344	1604	-1260	-1465	205
JUL	1503	1962	3378	87	1868	-1781	-2722	941
AUG	1483	2275	2978	780	2036	-1255	-2193	937
SEP	2659	4067	1772	4954	2571	2382	1514	868
OKT	2609	2874	543	4940	1795	3145	2407	738
NOV	4279	2388	152	6515	1652	4863	3608	1254
DEC	5998	2615	9	8604	5167	3436	161	3275
SUM	49099	30366	21030	58435	49109	9326	991.2	8335

ARRESØ

2000 VANDBALANCE(1000m3):



Bilag 4.2 Dokumentation for beregninger

FOSFORBALANCE(KG):

ARRESØ
2000

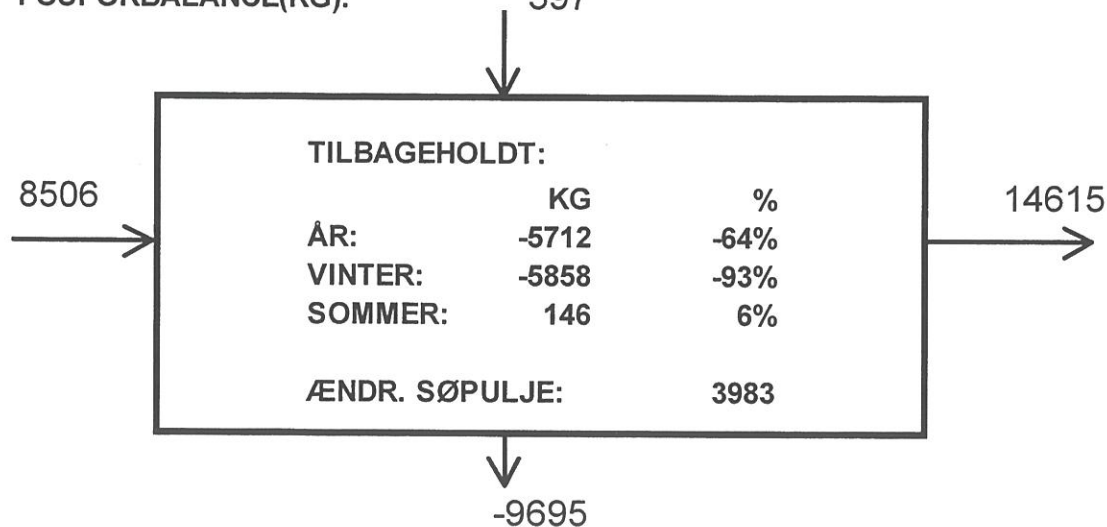
	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN.
JAN	1263	33.1	1296.3	2879	-1583	14490
FEB	882	33.1	914.9	1676	-761	1132
MAR	1253	33.1	1286.1	2717	-1431	-21039
APR	763	33.1	795.7	1799	-1003	-3543
MAJ	490	33.1	522.8	465	58	3667
JUN	373	33.1	405.9	295	111	-6589
JUL	389	33.1	422.2	544	-122	8121
AUG	358	33.1	390.9	449	-58	-2991
SEP	800	33.1	832.6	675	158	223
OKT	458	33.1	490.7	465	26	2590
NOV	727	33.1	759.6	636	124	5251
DEC	753	33.1	785.8	2016	-1230	2671
SUM	8506	397.2	8903.5	14615	-5712	3983

ARRESØ

2000

FOSFORBALANCE(KG):

397



Bilag 4.2

Dokumentation for beregning af fosforbalancer for Arresø 2000.

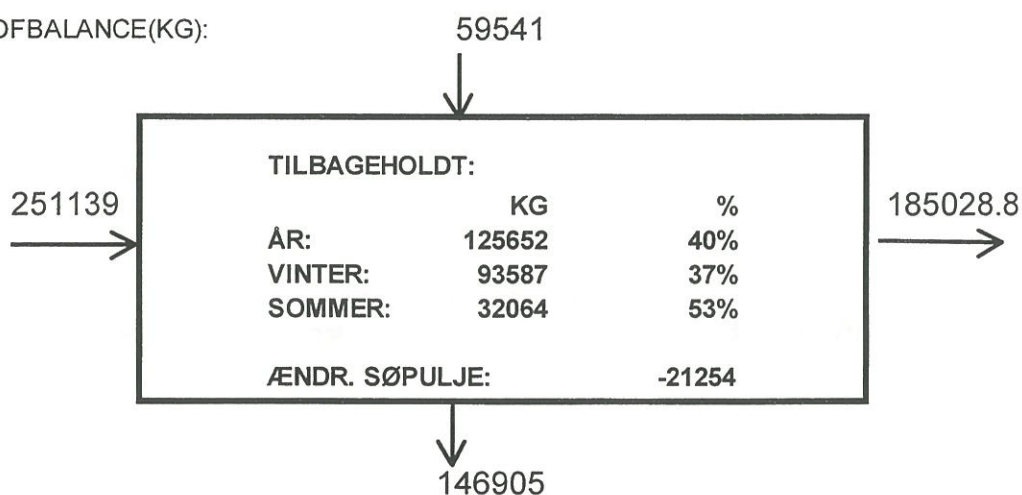
Bilag 4.2 Dokumentation for beregninger

KVÆLSTOFBALANCE(KG): ARRESØ
2000

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN.
JAN	38606	4973	43578	39267	4311	133755
FEB	36669	4970	41639	25384	16255	-44974
MAR	49919	5013	54931	29224	25708	-172562
APR	25640	4996	30636	23145	7491	-29886
MAJ	9052	4972	14024	5514	8510	-45472
JUN	5389	4956	10346	3134	7212	-75749
JUL	5443	4947	10391	4846	5545	67368
AUG	4228	4925	9153	6094	3059	-22998
SEP	11309	4935	16244	8505	7739	26081
OKT	9624	4933	14557	5537	9020	36275
NOV	19819	4949	24768	8390	16378	77040
DEC	35441	4973	40414	25990	14424	29868
SUM	251139.3	59541	310680.3	185029	125652	-21254

ARRESØ

2000 KVÆLSTOFBALANCE(KG):



Bilag 4.2

Dokumentation for beregning af kvælstofbalancer i Arresø 2000.

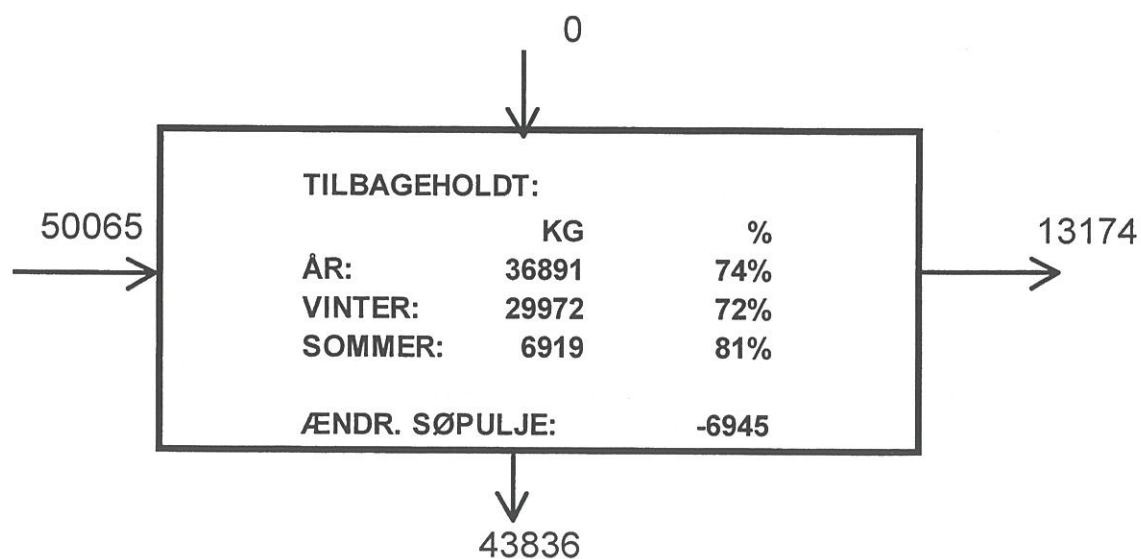
JERN-BALANCE(KG):

ARRESØ
2000

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN.
JAN	9199	0.00	9198.8	2868	6331.2	29826
FEB	6551	0.00	6551	1909	4641.6	-1874
MAR	11010	0.00	11010	3309	7701.5	-27826
APR	3753	0.00	3752.9	1684	2068.8	-6960
MAJ	1677	0.00	1677.3	369	1308.1	-2745
JUN	1313	0.00	1312.9	224	1088.8	-3991
JUL	822	0.00	822.2	343	479.6	23941
AUG	939	0.00	938.7	218	720.4	-18938
SEP	3795	0.00	3795.3	473	3322.5	8395
OKT	2088	0.00	2087.9	325	1763.4	-5142
NOV	4154	0.00	4153.5	431	3722.5	-4005
DEC	4764	0.00	4764.2	1021	3742.8	2374
SUM	50064.7	0	50064.7	13173.5	36891.2	-6945.1

ARRESØ
2000

JERN-BALANCE(KG):



Bilag 4.3 Søkema

SØSKEMA 1, 2000 - VAND- OG STOFBALANCER

Sønavn: Arresø

Amt: Frederiksborg

Hydrologisk reference: 3221s4900000001970

Vandbalance 10 ⁶ m ³ * år ⁻¹	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Vandtilførsel ¹⁾	33.10	39.10	52.70	41.30	43.00	66.50	52.50	20.45	25.26	63.57	57.61	49.10
Nedbør ^{1a)}	0	0	0	0	0	30.95	23.30	17.30	23.20	35.52	32.21	30.37
Total tilførsel	33.10	39.10	52.70	41.30	43.00	97.45	75.80	37.75	48.47	99.09	89.82	79.47
Vandfræførsel ²⁾	39.90	50.70	74.40	48.30	44.00	64.50	57.00	11.45	16.97	61.25	51.03	49.11
Fordampning ^{2a)}	0	0	0	0	0	25.64	24.90	23.14	25.03	23.49	21.94	21.03
Total fræførsel	39.90	50.70	74.40	48.30	44.00	90.14	81.90	34.59	42.00	84.73	72.97	70.14
Udsivning	-6.80	-11.60	-21.70	-7.00	-1.00	12.35	0.50	8.63	7.99	13.66	17.51	8.33
Magasinændring ³⁾	0	0	0	0	0	-5.04	-6.60	-5.47	-1.53	0.70	-0.66	0.99
Fosfor t P/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Udledt spildevand i alt ⁴⁾	30.02	25.66	16.74	12.77	11.55	12.66	8.30	5.54	5.68	6.03	5.62	4.89
heraf:												
- a) Byspildevand	26.54	22.18	13.26	8.94	7.88	9.47	5.10	3.71	2.77	3.23	3.07	2.49
- b) Regnvandsbetinget	2.03	2.03	2.03	2.38	2.22	2.22	2.23	1.60	2.69	2.57	1.74	1.62
- c) Industri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- d) Dambrug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- e) Spredt bebyggelse	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0.97	0.97	0.23	0.23	0.23	0.80	0.77
Baggrundsbidrag ^{5a)}							3.68	0.70	1.26	3.69	2.79	2.35
Dyrkningsbidrag ^{5b)}							0.57	-1.34	-0.46	2.85	3.34	1.31
Diffus tilførsel ^{5c)}	-3.52	-3.48	6.23	-1.79	-1.22	6.86	4.24	-0.64	0.81	6.54	6.13	3.67
Atmosfærisk deposition ⁶⁾	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.40	0.40	0.40	0.40
Andet ⁷⁾ (søretention)	0	0	0	0	0	8.97	4.59	-0.03	1.75	2.45	2.11	0.05
Total tilførsel⁸⁾	27.10	22.78	23.57	11.58	10.93	11.15	8.55	5.53	5.14	10.52	10.03	8.90
Magasinændring ³⁾	13.10	4.78	-1.43	-8.22	-6.18	-20.10	-14.72	3.47	1.13	-2.59	0.94	-5.71
Total fræførsel⁹⁾	14.00	18.00	25.00	19.80	17.11	31.25	23.27	2.06	4.01	13.11	9.09	14.62
Indløbskoncentration, mg P/l ¹⁰⁾	0.801	0.567	0.436	0.266	0.240	0.159	0.151	0.241	0.188	0.159	0.167	0.173
Retention	13	4.78	-1.43	-8.22	-6.18	-20.10	-14.72	3.47	1.13	-2.59	0.94	-5.71
Retention - procent	48	21	-6	-71	-57	-180	-172	63	22	-25	9	-64
Kvælstof t N/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Udledt spildevand i alt ⁴⁾	179.00	193.00	160.20	144.20	112.20	95.30	76.44	58.94	60.97	62.04	66.96	52.31
heraf:												
- a) Byspildevand	168.00	182.00	149.00	131.00	99.00	82.50	63.34	51.52	49.18	50.81	57.12	42.11
- b) Regnvandsbetinget	7	7	7	9	9	8.6	8.9	6.36	10.726	10.172	6.32	6.82
- c) Industri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- d) Dambrug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- e) Spredt bebyggelse	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	1.06	1.06	1.06	3.52	3.38
Baggrundsbidrag ^{5a)}							75.60	14.20	36.12	116.34	62.88	53.25
Dyrkningsbidrag ^{5b)}							155.54	27.38	37.82	260.05	189.15	154.90
Diffus tilførsel ^{5c)}	101.00	153.00	324.80	234.80	234.80	364.60	231.14	41.58	73.94	376.39	252.03	208.15
Atmosfærisk deposition ⁶⁾	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	59.81	59.81	59.41	59.54
Andet ⁷⁾ (søretention)	0	0	0	0	0	22.9	12.1	6.6	18.7	12.8	16.51	9.31
Total tilførsel⁸⁾	359.00	425.00	564.00	458.00	426.00	516.00	374.48	172.92	176.01	485.44	361.89	310.68
Magasinændring ³⁾	261.00	315.00	494.00	291.00	280.00	217.80	169.48	151.92	131.08	302.65	233.63	125.65
Total fræførsel⁹⁾	98.00	110.00	70.00	167.00	146.00	298.20	205.00	21.00	44.94	182.79	128.26	185.03
Indløbskoncentration, mg N/l ¹⁰⁾	8.46	8.85	9.20	9.18	8.07	6.57	5.63	4.59	4.60	6.70	5.25	5.11
Retention	261	315	494	291	280	218	169	152	131	303	234	126
Retention - procent	73	74	88	64	66	42	45	88	74	62	65	40
Naturlig baggrundskoncentration ¹¹⁾ :												
Total-N mg N/l							1.44	0.69	1.43	1.83	1.38	1.33
Total-P mg P/l							0.07	0.03	0.05	0.06	0.06	0.05

Forklaringer til SKEMA 1

■ = indtastede tal ■ = beregnede tal

- 1) Vandtilførsel fra målt opland+umålt opland. Excl. nedbør og indsviining.
 - 1a) Målt nedbør (fra DMI, gsn. for Frederiksborg Amt)
 - 2) Vandfraførsel i afløb. Excl. fordampning og udsivning.
 - 2a) Potentiel fordampning (fra Dansk Jordbrugsforskning)
 - 3) Magasinændring
 - 4) Summen af a-e
 - 5a) Baggrundsbidrag beregnet på basis af vandføringsvægtede middelkoncentrationer i Fønstrup Bæk
 - 5b) Dyrkningsbidrag beregnet som diffus belastning - baggrundskoncentration
 - 5c) Differencen mellem total tilførsel og tilførslen fra spildevand og atmosfære. (Inkl. Baggrundsbbidrag^{5a)} og Andet⁷⁾ (retention)).
 - 6) 15 kg N/ha/år og 0,10 kg P/ha/år (jf. Hovmand et al. 1993 /13/)
 - 7) Evt. bidrag fra fugle, løvfald o.l. Nettotabet i Solbjerg og Strødam Engsøer indsat fra 1999.
 - 8) Summen af Udledt spildevand i alt, Diffus tilførsel og Atmosfærisk deposition
 - 9) Sum af fraførsel i afløb, udpumpning og udsivning
 - 10) Total stoftilførsel incl. atmosfærebidrag divideret med total vandtilførsel incl. nedbør
 - 11) Naturlig baggrundskonc. i tilløb excl. nedbør
- Ind- og udsivning af stof fra og til grundvand er ikke beregnet

Bilag 4.3

Gennemsnit for vand- og stofbalancer i Arresø 1989-2000

Bilag 5 Udvikling i miljøtilstand

- 5.1 Temperatur- og iltprofiler 2000
- 5.2 Sigtdybde, pH og vandkemi 2000
- 5.3 Gennemsnit for nøgleparametre 1985-2000
- 5.4 Regressionsanalyser for nøgleparametre 1985-2000
- 5.5 Planteplankton biomasse 2000
- 5.6 Planteplankton biomasse 1989-2000
- 5.7 Dyreplankton biomasse 2000
- 5.8 Dyreplankton biomasse 1989-2000
- 5.9 Tæthed og biomasse af fiskeyngel 2000
- 5.10 Længdefordeling af fiskeyngel 2000

Vertikalprofil for st. 1690 Arresø

Temperatur, °C

Dybde, cm	Dato																		
	00-01-04	00-02-08	00-03-07	00-03-29	00-04-11	00-04-25	00-05-09	00-05-23	00-06-06	00-06-20	00-07-04	00-07-18	00-07-31	00-08-15	00-09-05	00-09-26	00-10-19	00-11-14	00-12-05
0	1.8	3.9	3.4	4.2	7.4	11.8	16.5	16.9	14.3	19.3	20.1	17.8	19.1	18.2	15.8	12.3	11.4	7.3	6.4
100	1.7	3.9	3.4	4.1	7.3	11.8	16.5	16.9	14.3	18.3	18.4	17.9	19.1	18	15.7	12.3	11.4	7.3	6.4
200	1.6	3.9	3.4	4.1	7.3	11.8	16.5	17	14.3	17.3	17.9	17.9	19.1	18	15.5	12.3	11.4	7.3	6.4
300	1.6	3.9	3.4	4.1	7.3	11.6	16.5	16.9	14.3	17.2	17	17.9	19.1	17.8	15.5	12.3	11.4	7.3	6.4
400	1.6	3.9	3.4	4	7.3	11.3	16.4	16.9	14.3	16.7	16.3	17.9	19.1	17.7	15.5	12.3	11.4	7.3	6.4
450		3.9		4				16.9	14.2	16.6			19.1		15.5	12.3	11.4	7.3	6.4
470						11.3	16.3												
480			3.4																
490					7.3														
500	1.6																		

Vertikalprofil for st. 1690 Arresø

Iltindhold, mg/l

Dybde, cm	Dato															
	00-01-04	00-02-08	00-03-07	00-03-29	00-04-11	00-04-25	00-05-09	00-05-23	00-06-06	00-06-20	00-07-04	00-07-18	00-07-31	00-08-15	00-09-05	00-09-26
0	13.2	12.7	12.9	12.9	14	12.7	7.8	8.5	17.4	11.1	16.1	11.9	8.5	14.3	10.7	10.2
100	13.2	12.7	12.9	12.9	14.8	12.6	7.7	8.4	17.1	12.6	16	11.8	8.4	13.6	9.7	10.2
200	13.3	12.7	12.8	12.9	14.8	12.6	7.7	8.4	17.2	12.6	12.9	11.8	8.4	12.6	9.2	10.4
300	13.2	12.7	12.8	12.9	14.8	12.5	7.4	8.2	17.1	12.7	7.4	11.8	8.3	12.2	9	10.4
400	13.3	12.6	12.8	12.8	14.8	12.2	7.4	8.2	17	9.2	4.6	11.7	8.3	11.9	8.9	10.3
450		12.3		12.8				8.1	16.8	7.1			8.2		8.7	10.2
470						12.2	7									
480			12.8													
490					14.8											
500	13.2															

Iltmætning, %

Dybde, cm	Dato															
	00-01-04	00-02-08	00-03-07	00-03-29	00-04-11	00-04-25	00-05-09	00-05-23	00-06-06	00-06-20	00-07-04	00-07-18	00-07-31	00-08-15	00-09-05	00-09-26
0	95	100	99	97	125	118	79	87	167	121	182	126	93	151	105	97
100	96	100	99	98	125	118	78	87	165	135	173	125	92	144	99	97
200	96	100	98	98	126	117	78	87	166	129	153	125	92	131	92	97
300	95	100	98	98	125	115	76	86	166	132	87	125	91	129	90	97
400	95	99	98	97	125	112	75	84	162	95	53	124	91	125	89	97
450		95		97				83	160	71			90		88	96
470						112	71									
480			98													
490					124											
500	95															

Bilag 5.2 Sigtdybde, pH og vandkemi

VANDKEMI, bland.prøve	Dato																			
PARAMETER	04.01.00	08.02.00	07.03.00	29.03.00	11.04.00	25.04.00	09.05.00	23.05.00	06.06.00	20.06.00	04.07.00	18.07.00	31.07.00	15.08.00	05.09.00	26.09.00	19.10.00	14.11.00	05.12.00	
Sigdybde, m	0.5	0.3	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.9	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.8	
Chlorophyll A, µg/l	128	230	240	130	140	150	53	68	99	82	72	130	160	170	80	160	140	51	35	
pH (lab.)	8.2	8.1	8.3	8.6	8.8	8.7	8.5	8.1	8.7	9	9.1	9.2	8.7	9.1	8.9	8.6	8.3	8	7.8	
pH (felt)																				
Total alkalinitet, mmol/l	2.84	2.51	3.24	3.02	2.94	2.54	2.45	2.69	2.68	2	2	1.81	1.76	1.88	2.02	2.34	2.6	2.91	3	
Ledningsevne, mS/m	56.5	58.1	58	57	56	53.3	53	55	54	47.7	47.7	47.5	47	48	50	52	55.5	58	58	
Ammoniak+ammonium-N	0.740	0.450	0.010	0.020	0.030	<0.010	0.120	0.500	0.050	0.020	<0.010	0.020	0.010	0.010	<0.010	0.010	0.020	0.900	1.260	
Nitrit+nitrat-N	0.740	1.100	1.310	0.950	0.530	0.115	0.023	0.060	0.151	<0.010	<0.010	0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.020	0.240	0.340	
Nitrogen, total	3.400	4.770	3.860	2.590	2.320	2.720	1.840	2.320	1.880	1.420	1.420	1.500	2.050	2.140	1.820	2.120	1.980	2.770	2.980	
Orthophosphat-P, filt	0.026	<0.005	<0.005	0.005	0.005	<0.005	0.009	0.07	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.085	0.149	
Phosphor, total-P	0.204	0.359	0.325	0.154	0.145	0.137	0.114	0.218	0.127	0.139	0.099	0.157	0.183	0.142	0.163	0.161	0.148	0.209	0.218	
Jern	0.170	0.480	0.370	0.170	0.110	0.090	0.130	0.110	0.070	0.060	0.050	0.130	0.270	0.060	0.110	0.190	0.100	0.150	0.070	
Silicium	0.670	0.760	0.240	<0.050	<0.050	<0.050	0.140	0.410	0.230	<0.050	0.100	0.110	0.100	<0.05	<0.050	<0.050	<0.050	0.390	0.760	
Susp. stoffer, mg/l	34	97	74	38	39	40	22	24	17	23	24	43	43	30	28	44	27	27	20	
Glødetab, susp.stof	22	67	51	27	27	22	15	17	13	17	18	22	28	28	22	34	21	17	14	

Bilag 5.2
Vandkemiske og fysiske data for Arresø 2000.

Bilag 5.3 Nøgleparametre

Gennemsnits-, fraktil- og medianværdier for sigtddybe, vandkemi og plankton 1985-2000

Arresø 1985-2000

Årstal		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Sigtddybe	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	0.38	0.45	0.44	0.53
	Median	0.30	0.30	0.36	0.36	0.40	0.33	0.37	0.40	0.25	0.31	0.31	0.44	0.39	0.47	0.42	0.50
Sigtddybe (1/5-1/10)	Gennemsnit	0.40	0.29	0.38	0.47	0.48	0.43	0.35	0.43	0.30	0.41	0.43	0.46	0.40	0.39	0.36	0.55
	75% fraktil	0.50	0.35	0.40	0.62	0.52	0.50	0.39	0.46	0.30	0.51	0.52	0.51	0.45	0.46	0.40	0.60
	25% fraktil	0.28	0.20	0.34	0.33	0.40	0.33	0.30	0.40	0.23	0.29	0.31	0.34	0.33	0.32	0.32	0.50
	Median	0.42	0.29	0.40	0.47	0.50	0.40	0.34	0.40	0.28	0.43	0.37	0.44	0.39	0.40	0.36	0.50
Klorofyl	Gennemsnit	216	240	207	274	256	345	336	393	552	413	438	224	245	201	162	125
	Median	241	246	207	254	255	340	327	380	566	372	402	230	218	188	154	132
Klorofyl (1/5-1/10)	Gennemsnit	192	263	246	215	142	265	343	298	507	331	244	165	180	224	146	109
	75% fraktil	263	309	258	213	166	330	416	390	625	415	315	234	239	282	168	160
	25% fraktil	131	227	209	94	101	186	251	199	350	208	154	90	116	167	115	71
	Median	198	249	221	127	139	270	319	324	469	292	225	130	156	197	150	82
Silikat	Gennemsnit	1.25	0.78	2.29	4.13	5.42	6.18	5.25	5.82	6.51	5.70	4.78	2.61	0.06	0.08	0.15	0.281
	Median	1.30	0.76	2.33	4.44	5.33	6.24	5.39	5.77	6.55	5.61	4.60	3.00	0.03	0.03	0.05	0.100
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	0.03	0.03	0.05	0.110
	75% fraktil	1.90	1.05	3.75	4.04	5.71	6.90	5.26	6.10	6.84	5.70	4.61	3.10	0.03	0.03	0.16	0.162
	25% fraktil	0.41	0.46	1.50	2.86	5.17	5.94	4.40	5.72	6.39	5.39	4.47	2.36	0.03	0.03	0.03	0.025
	Median	1.23	0.69	2.72	3.86	5.58	6.33	4.85	5.91	6.70	5.56	4.52	2.91	0.03	0.03	0.03	0.100
NH _x -H	Gennemsnit	0.24	0.04	0.10	0.15	0.07	0.03	0.11	0.05	0.06	0.03	0.02	0.04	0.11	0.14	0.237	0.302
	Median	0.15	0.02	0.01	0.10	0.06	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.08	0.020	0.020
NH _x -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	0.01	0.06	0.040	0.068
	Median	0.30	0.01	0.01	0.06	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.011	0.010
NO _x -N	Gennemsnit	0.88	0.60	0.07	0.52	0.20	0.21	0.23	0.30	0.49	0.42	0.24	0.06	0.11	0.34	0.299	0.363
	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	0.04	0.23	0.117	0.060
NO _x -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	0.02	0.06	0.020	0.027
	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	0.01	0.03	0.020	0.005
TOT-N	Gennemsnit	4.28	3.24	2.25	3.04	3.00	3.50	2.99	3.72	4.63	3.61	3.38	2.50	2.66	2.84	2.44	2.611
	Median	4.46	3.21	2.14	3.13	3.01	3.58	2.91	3.24	4.80	3.22	2.76	2.46	2.71	2.79	2.48	2.140
TOT-N (1/5-1/10)	Gennemsnit	3.50	2.58	2.03	1.85	2.27	3.09	3.02	2.60	3.51	2.54	1.96	1.96	2.24	2.68	1.93	1.874
	75% fraktil	4.03	3.14	2.35	1.80	2.42	3.60	3.20	3.13	4.35	2.81	2.22	2.11	2.53	3.00	2.08	2.125
	25% fraktil	2.90	1.90	1.73	1.43	2.05	2.72	2.59	1.89	2.50	2.25	1.70	1.76	1.87	2.37	1.76	1.480
	Median	3.28	2.15	2.00	1.66	2.21	2.98	3.01	2.90	3.76	2.54	1.91	1.91	2.14	2.66	1.90	1.840
pH	Gennemsnit	8.68	-	-	9.26	9.35	9.45	9.30	9.30	9.29	9.10	9.11	8.87	8.89	8.79	8.54	8.48
	75% fraktil	9.13			9.93	9.93	9.96	9.77	10.01	10.02	9.88	9.67	9.36	9.19	9.10	9.07	8.90
	25% fraktil	8.10			8.60	8.91	8.93	8.69	8.45	8.53	8.39	8.56	8.48	8.53	8.40	8.10	8.20
	Median	8.38	-	-	9.34	9.49	9.72	9.43	9.50	9.31	8.83	9.20	8.81	8.97	8.70	8.51	8.60
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	9.22	9.18	8.73	8.80
	Median	9.10	-	-	9.94	9.97	9.98	9.81	10.05	10.16	9.95	9.80	9.40	9.27	9.22	9.06	8.70
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	0.01	0.004	0.015	0.028
	Median	0.71	0.47	0.33	0.27	0.10	0.15	0.12	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.003	0.003	0.003
PO ₄ -P (1/5-1/10)	Gennemsnit	0.53	0.24	0.20	0.07	0.03	0.09	0.07	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.004	0.011	0.009
	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	0.01	0.004	0.003	0.003
TOT-P	Gennemsnit	1.00	0.91	0.65	0.55	0.46	0.51	0.41	0.43	0.55	0.41	0.40	0.24	0.23	0.208	0.185	0.194
	Median	1.00	0.93	0.61	0.61	0.51	0.57	0.43	0.41	0.58	0.36	0.35	0.24	0.19	0.209	0.188	0.157
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	0.30	0.24	0.20	0.18	0.239	0.163	0.151
	75% fraktil	0.97	0.86	0.62	0.40	0.35	0.53	0.47	0.40	0.57	0.35	0.29	0.26	0.22	0.278	0.185	0.168
	25% fraktil	0.64	0.52	0.54	0.18	0.20	0.25	0.36	0.25	0.35	0.21	0.17	0.14	0.15	0.207	0.130	0.124
	Median	0.90	0.63	0.57	0.29	0.24	0.42	0.41	0.34	0.49	0.25	0.22	0.18	0.17	0.246	0.170	0.142

Planktonbiomasse (sommerngsn.)

Kiselalger, mm3/l	2.67	2.60	0.31	0.31	0.08	0.60	0.16	0.07	0.01	0.58	0.11	0.42	1.49	1.33	0.83	0.59
Grønalger, mm3/l	6.90	19.24	17.64	14.23	12.64	8.47	17.91	13.78	19.38	18.32	13.45	9.41	6.92	9.01	7.21	9.44
Blågrønalger, mm3/l	24.43	3.48	2.60	20.33	6.39	19.11	3.11	6.00	11.97	4.24	2.13	2.91	10.43	11.10	7.50	5.82
Pl.plankton, somgsn. mm ³ /l	34.24	27.82	23.35	37.45	20.45	28.52	21.55	20.26	31.59	23.33	15.86	12.93	19.15	21.91	15.89	16.33
Dyrepl.somgsn. mg vv/l					2.97	9.05	11.42	3.99	10.19	8.37	4.6	5.74	4.34	7.35	8.65	15.65
Dyrepl.somgsn. mg tv/l					0.297	0.905	1.142	0.399	1.019	0.837	0.46	0.574	0.434	0.735	0.865	1.565
dyre-/plante pl.					0.015	0.032	0.053	0.02	0.032	0.036	0.029	0.044	0.023	0.034	0.054	0.096
År	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00

Bilag 5.4 Regressionsanalyse nøgleparametre

Logtransf. Sommergnsn. Chl. A 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.495702763
R-kvadreret	0.245721229
Justeret R-kvadreret	0.170293352
Standardfejl	0.175674243
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.100537243	0.100537243	3.257697794	0.101239133
Residual	10	0.308614395	0.030861439		
I alt	11	0.409151638			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	55.23641551	29.30048182	1.885170894	0.08876507	-10.04913772	120.5219687	-10.04913772	120.5219687
X-variabel 1	-0.026515234	0.014690618	-1.804909359	0.101239133	-0.059247977	0.006217509	-0.059247977	0.006217509

Logtransf. Sommergnsn. Sigtdybde 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.126037068
R-kvadreret	0.015885343
Justeret R-kvadreret	-0.082526123
Standardfejl	0.071373453
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.000822289	0.000822289	0.1614176	0.696306966
Residual	10	0.050941697	0.00509417		
I alt	11	0.051763986			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	-5.168974184	11.9042867	-0.434211164	0.673354249	-31.69338247	21.3554341	-31.69338247	21.3554341
X-variabel 1	0.002397972	0.005968548	0.401768092	0.696306966	-0.010900784	0.015696728	-0.010900784	0.015696728

Bilag 5.4 Regressionsanalyse nøgleparametre

Logtransf. sommergnsn. - total-P 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.819497652
R-kvadreret	0.671576401
Justeret R-kvadreret	0.638734041
Standardfejl	0.098407932
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.198025573	0.198025573	20.4484819	0.001104934
Residual	10	0.09684121	0.009684121		
I alt	11	0.294866783			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	73.64055812	16.41333283	4.486630404	0.001166983	37.06936721	110.211749	37.06936721	110.211749
X-variabel 1	-0.037212823	0.008229285	-4.521999767	0.001104934	-0.055548815	-0.018876831	-0.055548815	-0.018876831

Logtransf. Årsgnsn. - Total fosfor, indløbskonc. 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.833886768
R-kvadreret	0.695367142
Justeret R-kvadreret	0.664903856
Standardfejl	0.139443613
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.44384842	0.444	22.8264	0.00074832
Residual	10	0.19444521	0.019		
I alt	11	0.63829363			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	110.5177727	23.2576216	4.752	0.00078	58.6965534	162.33899	58.69655345	162.338992
X-variabel 1	-0.05571207	0.01166086	-4.78	0.00075	-0.0816941	-0.02973	-0.081694094	-0.02973005

Bilag 5.4 Regressionsanalyse nøgleparametre

Logtransf. sommergnsn. - Total kvælstof 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.599049896
R-kvadreret	0.358860778
Justeret R-kvadreret	0.294746856
Standardfejl	0.076228243
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.032524114	0.032524114	5.597236393	0.039556555
Residual	10	0.05810745	0.005810745		
I alt	11	0.090631564			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	30.46374015	12.71401099	2.396076279	0.037566642	2.135153394	58.79232691	2.135153394	58.79232691
X-variabel 1	-0.015081159	0.006374526	-2.365847923	0.039556555	-0.02928449	-0.00087783	-0.02928449	-0.00087783

Logtransf. Årsgnsn. - Total kvælstof, indløbskonc. 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.824395763
R-kvadreret	0.679628374
Justeret R-kvadreret	0.647591212
Standardfejl	0.0700566
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.10411554	0.104	21.2138	0.0009714
Residual	10	0.04907927	0.005		
I alt	11	0.15319481			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	54.63877821	11.6846505	4.676	0.00087	28.60375	80.673806	28.60375002	80.6738064
X-variabel 1	-0.02698297	0.00585843	-4.61	0.00097	-0.0400364	-0.01393	-0.040036362	-0.01392958

Bilag 5.4 Regressionsanalyse nøgleparametre

Logtransf. Sommergnsn. - Planteplanktonbiomasse 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.543260404
R-kvadreret	0.295131867
Justeret R-kvadreret	0.224645053
Standardfejl	0.097370849
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0.03969777	0.04	4.18705	0.06793578
Residual	10	0.09481082	0.009		
I alt	11	0.1345086			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	34.53327945	16.2403592	2.126	0.05938	-1.6525021	70.719061	-1.652502085	70.719061
X-variabel 1	-0.01666154	0.00814256	-2.05	0.06794	-0.0348043	0.0014812	-0.034804293	0.00148122

Logtransf. Sommergnsn. - Silikat 1989-2000

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.814823705
R-kvadreret	0.663937671
Justeret R-kvadreret	0.630331438
Standardfejl	0.62412892
Observationer	12

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	7.695841077	7.695841077	19.75638483	0.001245131
Residual	10	3.895369089	0.389536909		
I alt	11	11.59121017			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	462.7161396	104.0976629	4.445019482	0.001244737	230.7720524	694.6602268	230.7720524	694.6602268
X-variabel 1	-0.231985065	0.052192282	-4.4448155	0.001245131	-0.348276737	-0.115693393	-0.348276737	-0.115693393

Bilag 5.5 Planteplankton biomasse

Sag: Arresø 2000		Vægtet Vægtet																					
Station: 1690		gns. gns.																					
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS		01-maj 01-maj																					
Dybde: Blanding		31-okt 30-sep																					
Erne: Planteplankton volumenbiomasse, mm ³ /l																							
Dato:		04-jan	08-feb	07-mar	29-mar	11-apr	25-apr	09-maj	23-maj	06-jun	20-jun	04-jul	18-jul	31-jul	15-aug	05-sep	26-sep	19-okt	14-nov	05-dec	31-okt	30-sep	
mm ³ /l																							
BLÅGRØNALGER		0.64	0.37	0.43	1.13	2.66	3.67	1.09	0.06	0.64	0.57	0.94	2.21	5.35	7.75	20.60	10.79	6.48	0.47	0.16	4.96	5.82	
REKYLALGER		0.21	0.14		0.12	0.09	0.09	0.23	0.17											0.04	0.04		
KISELALGER		2.07	3.21	5.76	2.62	1.75	2.03	0.19		0.12	0.14	0.49	0.44	0.90	0.51	1.36	1.12	1.48	0.18	0.22	1.31	0.59	
STILKALGER					0.27	1.23	2.73						0.31								0.26	0.07	
GRØNALGER		3.88	6.05	5.63	3.07	3.38	4.49	1.87	8.16	7.87	9.16	9.11	11.42	11.43	27.21	2.59	4.31	3.52	2.28	0.62	7.36	9.44	
UBESTEMTE OG FÅTALLIGEARTER		0.34	0.42	0.48	0.48	0.29	0.56	0.12	0.03	0.22	0.26	0.38	0.37	0.30	0.74	0.56	0.45	0.39	0.28	0.17	0.39	0.37	
TOTAL		7.14	10.20	12.29	7.70	9.41	13.57	3.26	8.48	9.04	10.13	10.91	14.76	17.98	36.21	25.11	16.67	11.88	3.21	1.16	14.33	16.33	
procent																							
BLÅGRØNALGER		9	4	3	15	28	27	33	1	7	6	9	15	30	21	82	65	55	15	14	35	36	
REKYLALGER		3	1	0	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
KISELALGER		29	31	47	34	19	15	6	0	1	1	4	3	5	1	5	7	12	6	19	9	4	
STILKALGER		0	0	0	3	13	20	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
GRØNALGER		54	59	46	40	36	33	57	96	87	90	83	77	64	75	10	26	30	71	53	51	58	
UBESTEMTE OG FÅTALLIGEARTER		5	4	4	6	3	4	4	0	2	3	3	3	2	2	2	3	3	9	15	3	2	
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Bilag 5.6 Planteplankton biomasse

SØ: ARRESØ 1985-2000 STATION: 1690 KONSULENT: Miljøbiologisk Laboratorium ApS DYBDE: Blandingsprøver EMNE: Planteplankton biomasse gennemsnit og procentvis sammensætning i sommerperioden (1.5-30.9)																
AR	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gennemsnit																
mm ³ /l																
BLÅGRØNALGER	24.29	3.48	2.47	15.72	5.69	15.11	1.13	3.54	9.46	3.16	1.19	0.96	0.39	2.05	4.55	0.92
Kolonidannende				2.91	0.26	1.04	0.91	1.24	0.05	0.60	0.27	0.72	3.02	1.01	0.84	2.70
Trådformer m. heterocyst	0.14		0.14	1.70	0.44	2.95	1.07	1.22	2.45	0.48	0.66	1.23	7.03	8.04	2.12	2.19
Trådformer u. heterocyst	24.43	3.48	2.60	20.33	6.39	19.11	3.11	6.00	11.97	4.24	2.13	2.91	10.43	11.10	7.50	5.82
BLÅGRØNALGER ialt	0.04	0.06		0.04			0.06			0.01				0.11	0.00	0.04
REKYLALGER									0.03							
FUREALGER									0.01							
KISELALGER	2.67	2.60	0.31	0.31	0.08	0.60	0.16	0.07	0.01	0.58	0.11	0.42	1.49	1.33	0.83	0.59
STILKALGER			0.05								0.02	0.01		0.05		0.07
GRØNALGER	6.90	19.24	17.64	14.23	12.64	8.47	17.91	13.78	19.38	18.32	13.45	9.41	6.92	9.01	7.21	9.44
UBESTEMTE ARTER	0.21	2.44	2.74	2.54	1.33	0.35	0.31	0.41	0.21	0.18	0.15	0.19	0.31	0.30	0.35	0.37
TOTAL	34.24	27.82	23.35	37.45	20.45	28.52	21.55	20.26	31.59	23.33	15.86	12.93	19.15	21.91	15.89	16.33
ÅRSMAKSIMUM																
Måned	66 aug-sep	57 aug	30 maj+sep	63 sep	34 okt	81 sep	44 maj	45 dec	54 jul	45 sep	39 feb	24 maj+nov	35 sep+dec	37 maj	22 apr+jul	36 aug
procent																
BLÅGRØNALGER	71	13	11	54	31	67	14	30	38	18	13	23	54	51	47	36
REKYLALGER	0	0		0			0		0		0	0		1	0	0
FUREALGER		0							0		0	0				
KISELALGER	8	9	1	1	0	2	1	0	0	2	1	3	8	6	5	4
STILKALGER			0								0	0				0
GRØNALGER	20	69	76	38	62	30	84	68	61	79	85	73	36	41	46	58
UBESTEMTE ARTER	1	9	12	7	7	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2

Bilag 5.7 Dyreplankton biomasse

Sag: Arresø 2000 Station: 490063 Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS Dybde: Blanding Emne: Dyreplankton biomasse, mg våd vægt/liter																		
Dato:	07-mar	29-mar	11-apr	25-apr	09-maj	23-maj	06-jun	20-jun	04-jul	18-jul	31-jul	15-aug	05-sep	26-sep	19-okt	14-nov	Vægtlet gns. 07-mar	Vægtlet gns. 01-maj 30-sep
mg våd vægt/liter																		
CILIATER	0.059	0.170	0.321	0.386	0.014	0.024	0.134	7.497	0.112	0.139	0.142	0.094	0.072	0.076	0.087	0.056	0.559	0.776
ROTATORIER	0.143	0.132	0.131	0.277	0.358	0.009	0.017	0.038	0.057	0.187	0.201	0.294	0.166	0.019	0.009	0.021	0.130	0.140
CLADOCERER	0.198	0.688	0.811	3.771	66.933	50.494	8.231	5.989	1.434	0.101	1.667	2.816	0.912	2.783	9.927	20.866	9.918	12.652
CALANOIDE COPEPODER	0.167	0.083	0.186	0.385	2.181	1.216	0.613	0.339	1.840	0.839	1.608	2.366	0.616	0.190	0.113	0.122	0.815	1.163
CYCLOPOIDE COPEPODER	0.514	0.913	1.706	1.601	3.683	0.442	0.013	0.462	0.385	0.176	0.355	0.730	0.832	2.312	1.286	0.437	1.065	0.920
TOTAL	1.080	1.986	3.155	6.419	73.169	52.186	9.008	14.325	3.828	1.443	3.973	6.300	2.599	5.379	11.423	21.502	12.488	15.651
procent																		
CILIATER	5	9	10	6	0	0	1	52	3	10	4	1	3	1	1	0	4	5
ROTATORIER	13	7	4	4	0	0	0	0	1	13	5	5	6	0	0	0	1	1
CLADOCERER	18	35	26	59	91	97	91	42	37	7	42	45	35	52	87	97	79	81
CALANOIDE COPEPODER	15	4	6	6	3	2	7	2	48	58	40	38	24	4	1	1	7	7
CYCLOPOIDE COPEPODER	48	46	54	25	5	1	0	3	10	12	9	12	32	43	11	2	9	6
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bilag 5.8 Dyreplankton biomasse

SØ: ARRESØ 1989-2000 STATION: Dyreplankton KONSULENT: Miljøbiologisk Laboratorium ApS DYBDE: Blandingsprøver fra 3 stationer EMNE: Dyreplankton biomassegennemsnit og procentvis sammensætning i sommerperioden (1.5-30.9)												
ÅR	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gennemsnit												
mg våd vægt/liter												
CILIA TER	0.05	0.28	0.06	-	-	-	0.12	0.05	0.08	0.15	0.12	0.78
ROTATORIER	0.45	0.67	0.21	1.23	0.52	0.47	0.53	0.38	0.35	0.43	0.31	0.14
CLADOCERER	1.50	6.50	10.20	2.08	8.64	7.01	2.13	3.17	1.74	5.58	6.62	12.65
COPEPODER	0.97	1.60	0.95	0.68	1.03	0.88	1.81	2.14	2.17	1.19	1.60	2.08
TOTAL DYREPLANKTONBIOMASSE	2.97	9.05	11.42	3.99	10.19	8.37	4.60	5.74	4.34	7.35	8.65	15.65
MAKSIMAL BIOMASSE	5.60	15.40	55.10	9.50	24.10	19.81	11.88	18.14	5.73	25.34	40.67	73.17
måned	okt	aug	jun	jun	jun	jun	okt	jun	aug	jun	okt	maj
Procent												
CILIA TER	2	3	1	-	-	-	3	1	2	2	1	5
ROTATORIER	15	7	2	31	5	6	12	7	8	6	4	1
CLADOCERER	51	72	89	52	85	84	46	55	40	76	77	81
COPEPODER	33	18	8	17	10	11	39	37	50	16	19	13

Bilag 5.9 Tæthed og biomasse af fiskeyngel

Bilag 5.9.1

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Arresø juli 2000.

Antal/m ³			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littora-	Pelagiet
Skalle 0+	18,940	0,375	100	94
Brasen 0+	0,037	0,006	0	2
Aborre 0+		0,018	0	5
Sandart 0+	0,012	0,000	0	0

Bilag 5.9.2

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Arresø juli 2000.

Antal/m ³			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littora-	Pelagiet
Karpefisk	18,976	0,381	100	95
Aborrefisk	0,012	0,018	0	5
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	18,988	0,399	100	100

Bilag 5.9.3

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Arresø juli 2000.

Vådvægt/m ³ (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littora-	Pelagiet
Skalle 0+	7,526	0,146	100	95
Brasen 0+	0,002	0,001	0	0
Aborre 0+		0,007	0	4
Sandart 0+	0,011	0,000	0	0

Bilag 5.9.4

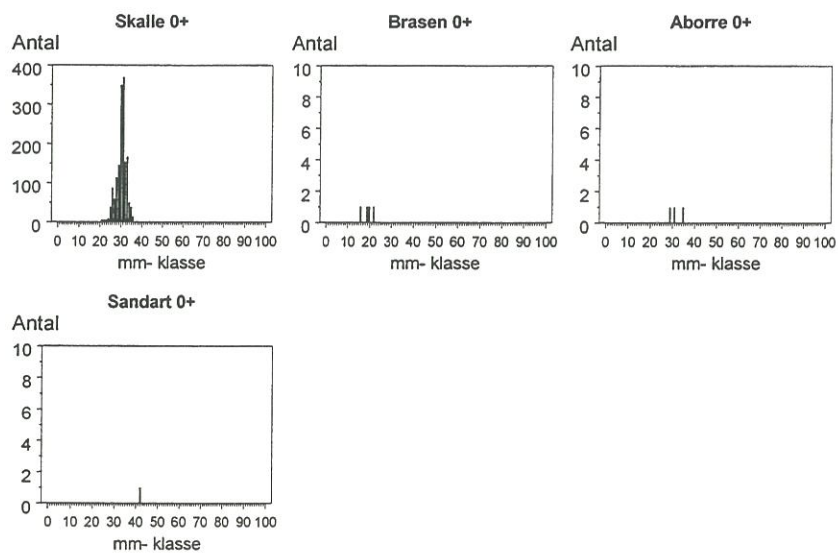
Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Arresø juli 2000.

Vådvægt/m ³ (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littora-	Pelagiet
Karpefisk	7,528	0,147	100	96
Aborrefisk	0,011	0,007	0	4
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	7,539	0,154	100	100

Bilag 5.10 Længdefordeling af fiskeyngel

Bilag 5.10.1:

Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Arresø juli 2000.



Bilag 6 Tidligere undersøgelser og rapporter

6.1 Undersøgelser i Arresø 1976-2000

6.2 Rapporter

Bilag 6.1 Undersøgelser i Arresø

Bilag 6.1

Oversigt over undersøgelser foretaget i Arresø 1976-2000.

VMPB=Vandmiljøplanens Basisprogram 1989-98. NOVA=Det reviderede nationale program til overvågning af vandmiljøet 1998-2003.

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/
1980-1982	Dyreplankton n=9	ref. /1/
	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/
1997	VMPB + Sediment + Plankton	ref. /44, 43, 42, 45/
1998	NOVA	ref /46, 47, 48, 49/
1999	NOVA	ref /50, 51, 52, 53/
2000	NOVA	ref /54, 55, 56, 57/

Rapporter om undersøgelser foretaget i Arresø

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

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

- /33/ Frederiksborg Amt 1995. Afstrømningsmålinger 1994. Rapport udarbejdet af Det Danske Hedeselskab.
- /34/ Frederiksborg Amt 1995. Arresø - Tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 21.
- /35/ Frederiksborg Amt 1996. Arresø 1995. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /36/ Frederiksborg Amt 1996. Afstrømningsmålinger 1995. Rapport udarbejdet af Det Danske Hedeselskab.
- /37/ Frederiksborg Amt 1996. Arresø - Tilstand og udvikling 1995. Vandmiljøovervågning nr. 25.
- /38/ Frederiksborg Amt 1997. Arresø 1996. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /39/ Frederiksborg Amt 1997. Afstrømningsmålinger 1996. Rapport udarbejdet af Det Danske Hedeselskab.
- /40/ Frederiksborg Amt 1997. Fiskeundersøgelse i Arresø 1996. Udført og rapporteret af Fiskeøkologisk Laboratorium.
- /41/ Frederiksborg Amt 1997. Arresø - Tilstand og udvikling 1996. Vandmiljøovervågning nr. 34.
- /42/ Frederiksborg Amt, 1998. Arresø 1997. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /43/ Frederiksborg Amt 1998. Sedimentundersøgelse i Arresø. 0Profilmåling og fosforfraktionering. - Notat udarbejdet af VKI.
- /44/ Frederiksborg Amt 1998. Arresø - Tilstand og udvikling 1997. Vandmiljøovervågning nr. 48.
- /45/ Frederiksborg Amt, 1998. Afstrømningsmålinger 1997. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab.
- /46/ Frederiksborg Amt 1999. Arresø - Tilstand og udvikling 1998. Vandmiljøovervågning nr. 56.
- /47/ Frederiksborg Amt, 1999. Arresø 1998. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /48/ Frederiksborg Amt 1999. Fiskeynglen i Arresø, juli 1998. Rapport udført af Fiskeøkologisk Laboratorium.

- /49/ Frederiksborg Amt, 1999. Afstrømningsmålinger 1998. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab.

- /50/ Frederiksborg Amt 2000. Arresø - Tilstand og udvikling 1999. Vandmiljøovervågning nr. 65

- /51/ Frederiksborg Amt, 2000. Arresø 1999. Plante- og dyreplankton. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.

- /52/ Frederiksborg Amt 1999. Fiskeynglen i Arresø, juli 1999. Rapport udført af Fiskeøkologisk Laboratorium.

- /53/ Frederiksborg Amt, 2000. Afstrømningsmålinger 1999. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab.

- /54/ Frederiksborg Amt 2001. Arresø - Tilstand og udvikling 2000. Vandmiljøovervågning nr. 77.

- /55/ Frederiksborg Amt, 2001. Arresø. Plante- og dyreplankton 2000. Notat udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.

- /56/ Frederiksborg Amt 2000. Fiskeynglen i Arresø, juli 2000. Rapport udført af Fiskeøkologisk Laboratorium.

- /57/ Frederiksborg Amt, 2001. Afstrømningsmålinger 2000. Rapport udarbejdet for Frederiksborg Amt af Det Danske Hedeselskab.

