

Arresø
tilstand og udvikling
1999

Titel: Arresø, tilstand og udvikling, 1999

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 65

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 2000

Sagsbehandler: Helle Utoft Rasmussen

Rapport og grafik: Helle Utoft Rasmussen

Forsidefoto: Ruth Sthen Hansen: "Pøle Å's udløb i Arresø"

Tryk: Frederiksborg Amt

Oplag: 150 stk.

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

Købes hos: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø,
Miljøafdelingen,
tlf. 48 20 50 00

Pris: 75 kr.

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-187-9

Arresø
tilstand og udvikling
1999

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	5
Nøgletal for miljøtilstanden i Arresø	6
1 Indledning	9
1.1 Baggrund	9
1.2 Generel karakteristik	11
2 Klimatiske forhold	12
2.1 Lufttemperatur	12
2.2 Nedbør	12
2.3 Ferskvandsafstrømning	13
3 Oplandsbeskrivelse	15
3.1 Oplandskarakteristik og -beskrivelse	15
3.2 Oplandsanalyser	16
3.3 Kilder til næringsstofbelastningen	16
4 Vand- og stofbalancer	20
4.1 Vandbalance	20
4.2 Fosforbalance	23
4.3 Kvælstofbalance	24
4.4 Jernbalance	25
5 Udvikling i miljøtilstand	27
5.1 Fosfor	28
5.2 Kvælstof	28
5.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre	29
5.4 Sigtdybde og klorofyl	31
5.5 Plankton	32
5.5.1 Planteplankton	32
5.5.2 Dyreplankton	35
5.5.3 Samspil mellem plante- og dyreplankton	38
5.5.4 Konklusion	39
5.6 Fiskeyngel	39
6 Sammenfatning	44
7 Referencer	47
Bilag	49
Bilag 1 Indledning	53
Bilag 3 Oplandsbeskrivelse	57
Bilag 4 Vand- og stofbalance	63
Bilag 5 Udvikling i miljøtilstand	75
Bilag 6 Tidligere undersøgelser og rapporter	89

Forord

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

I denne rapport beskrives resultaterne af den overvågning som Frederiksborg Amt har udført i Arresø i 1999. 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 1999	Gennemsnit	Median	Minimum	Maksimum
Opholdstid (år)	2,3		1,01 (jan)	5,78 (jun)
Fosforbelastning (tons/år)	10,03			
(mg/m ² /dag)	0,69			
P-retention (mg/m ² /dag)	0,06			
(%)	9			
Kvælstofbelastning (tons/år)	362			
(mg/m ² /dag)	24,87			
N-retention (mg/m ² /dag)	16,05			
(%)	65			
Sediment	ej undersøgt			
Ptot (mg P/l)				
år	0,1851	0,188	0,096 (aug)	0,23 (dec)
sommer	0,1626	0,1704		
Opløst fosfat (mg P/l)				
år	0,0152	0,0025	<0,005	0,065 (dec)
sommer	0,0113	0,005		
Ntot (mg N/l)				
år	2,4422	2,48	1,37 (aug)	3,27 (dec)
sommer	1,9297	1,8993		
Uorganisk N (mg N/l)				
år	0,5353	0,1371	<0,02	1,43 (dec)
sommer	0,0603	0,0314		
pH				
år	8,5	8,5	7,1 (aug)	9,2
sommer	8,7	9,1		
Sigtdybde (m)				
år	0,44	0,42	0,3	0,6
sommer	0,36	0,36		
Klorofyl (µg/l)				
år	162	154	80 (aug)	280 (apr)
sommer	146	150		
Susp. stof (mg SS/l)				
år	43	41	31	68
sommer	47	46		

Arresø 1999	Gennemsnit	Median	Minimum	Maksimum
Planteplanktonbiomasse (mm ³ /l)				
år	14,51		6,29 (nov)	21,84 (apr)
sommer	15,89			
Planteplanktonbiom. sommer				
%blågrønalger	47		8 (jan)	77 (aug)
%kiselalger	5		2	48 (mar)
%grønalger	45		20 (aug)	77 (jun)
Dyreplanktonbiomasse (mg vv/l)				
år	10,249		1,132 (mar)	40,665 (okt)
sommer	8,646			
Dyreplanktonbiom. sommer				
%hjuldyr	4		0	35 (jul)
%vandlopper	19		1	81 (jan)
%cladoceer	77		3	98 (okt)
Dyreplankton sommer				
%Daphnia af Cladoceer	82			
Middelvægt af Daphnia (mg vv/l)	5,438			
Middelvægt af Cladoceer (mg vv/l)	6,622			
Græsningstryk, sommer				
Pot. græsning (µg C//dag)	460,54			
%af planteplanktonbiom.	26			
%af planteplanktonbiom. (<50µm)	33			
Fisk	ej undersøgt			
Undervandsplanter	do			
Fiskeyngel (træk)				
Gns. antal i pelagial (antal/m ³)	0,54			
Gns. antal i littoral (antal/m ³)	1,15			

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 er i "Vandområdeplan for Arresø og opland" /1/ målsat med en generel målsætning, tabel 1.1.

Tabel 1.1
Målsætning og kvalitetskrav for Arresø

Målsætning	Generel B
Kvalitetskrav:	
Total fosfor (årgennemsnit)	≤ 0,06 - 0,07 mg/l
Sigtdybde (sommergennemsnit, 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 renselanlæg og spredt bebyggelse og dels fra dyrkede marker ved afstrømning og erosion.

Arresø er som følge af den store næringsstoffsaltkoncentration 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 7 søer i oplandet til Arresø. Disse søer skal tilbageholde fosfor og derved medvirke til at fosforkoncentrationen i Arresø reduceres. De første 3 søer er etableret i henholdsvis 1993 (Solbjerg Eng sø) og 1996 (Strødam Eng sø) i oplandet til Pøle Å og 1999 (Holløse Bredning) i oplandet til Ramløse Å (se figur 3.1).

I forslag til Regionplantillæg nr. 5 til Regionplan 1997 /9/ om Spildevandsrensning i det åbne land 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 1½ år efter Frederiksborg Amtsråds vedtagelse af dette regionplantillæg 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.

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

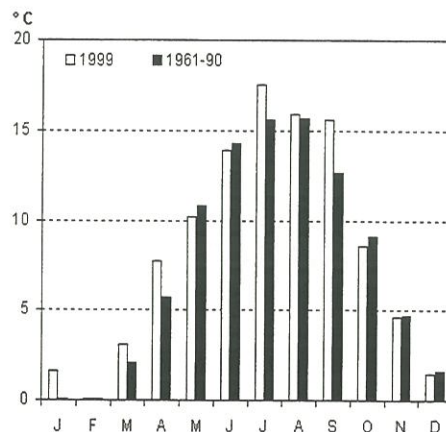
De klimatiske forhold har stor betydning for en søs miljøtilstand, idet de bl.a. er bestemmende for søens omrøringsforhold og vandtemperatur samt for ferskvandsafstrømningen og stoftilførslen til søen.

2.1 Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen ved Flyvestation Værløse var i 1999 8,4 °C, 0,7 grad højere end middeltemperaturen for normalperioden (7,7°C).

1999 startede ligesom 1998 med månedsmiddeltemperaturer over normalen i både januar, februar, marts og april. I april blev månedens højeste temperatur målt i Nordsjælland til 20°C i påsken først på måneden. Derefter fulgte maj og juni med næsten 1°C lavere månedsmiddeltemperatur end normalt. Året fortsatte med månedsmiddeltemperaturer over normalen, undtagen i oktober hvor månedsmiddeltemperaturen var 0,5°C under normalen. September var usædvanlig varm med en middeltemperatur på 15,6°C, hvilket er 2,9°C højere end normalt, (figur 2.1).

Figur 2.1
Månedsmiddeltemperatur målt ved Flyvestation Værløse. Månedsværdier for 1999 samt normalværdier for perioden 1961-90 (Danmarks Meteorologiske Institut).



2.2 Nedbør

Årsnedbøren for Østsjælland i 1999 var 701 mm, hvilket er 14% mere end årsgennemsnittet for perioden 1961-90 (613 mm).

1999 blev kendetegnet at meget afvigende månedsnedbørsmængder i forhold til normalen 1961-90. I første halvår faldt der mere nedbør end normalt i alle 6 måneder, mens der i sidste halvår faldt

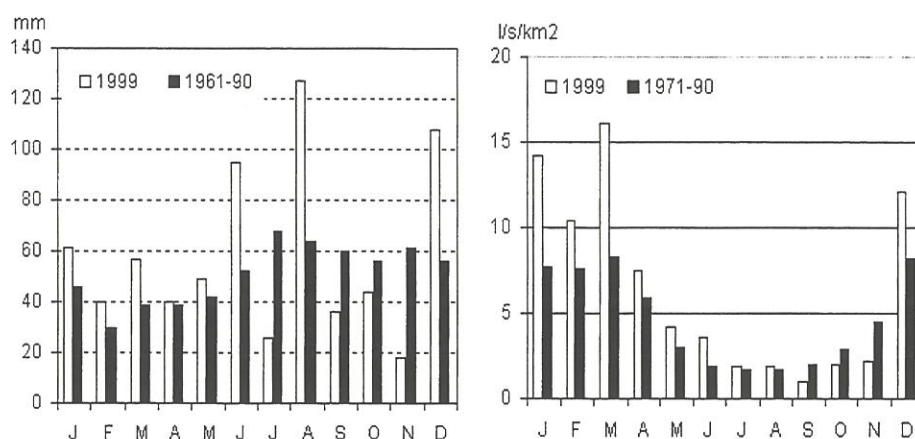
mindre nedbør end normalt i 4 af 6 måneder. I august og december ses de største afvigelser fra normalen på henholdsvis 98 og 93% mere nedbør end normalt, men juni blev også usædvanlig våd og der faldt 83% mere nedbør end normalt. Specielt i august var nedbørsvariationen over amtet meget stor. Mest nedbør faldt der lokalt i et område nær Helsingør, hvor der faldt 200 mm, hvilket er 213% mere end årsnormalen for august måned. Derimod faldt der meget mindre nedbør end normalt i specielt juli og november, hvor må-nedsnedbøren var henholdsvis 62 og 70 % mindre.

Årets laveste nedbør faldt i november måned, kun 18 mm, mens årets mest nedbørsrige måned blev august med en nedbør på 127 mm, hvilket var 63 mm mere end normalt. I 1999 faldt næsten halvdelen af årets nedbør på kun 3 måneder.

I månederne juli og september-november var nedbøren under normalen. I de øvrige måneder januar-juni, august og december var nedbørsmængden i 1999 mellem 1 og 63 mm over normalen (figur 2.2 tv).

2.3 Ferskvandsafstrømning

Figur 2.2
Nedbør i det østlige Sjælland. Månedsværdier for 1999 samt normalværdier for perioden 1961-90 (tv). Månedsmiddelafløb i Havelse Å, 1999, samt normalværdier for perioden 1971-90 (th).



I modsætning til nedbørsfordelingen over året, blev årets mest markante afstrømningsrige måneder, januar, marts og december. Det høje afstrømningsniveau i slutningen af 1998 fortsatte ind i 1999, forårsaget af den større nedbør end normalt i årets første 3 måneder.

Til sammenligning med de meteorologiske data, er afstrømningens månedsmiddel i 1999 for oplandet til Havelse Å vist på figur 2.2 th sammen med den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1971-

90.

Årsmiddelfafstrømningen ved Havelse Å var i 1999 6,4 l/s/km² (202 mm), mod en normal på 4,6 l/s/km², (145 mm) for perioden 1971-90, hvilket svarer til 40% mere end normalt. 1998 blev således efterfulgt af endnu et afstrømningsrigt år, hvor kun afstrømningen i september, oktober og november blev mindre end normalt, dog temmelig markant med afvigelser på op til over 50%.

Over halvdelen af årets afstrømning fandt sted i løbet af kun 3 måneder (januar, marts og december). Månedsmiddelfafstrømningen var markant større end normalt i januar, marts og juni hvor afstrømningen var mellem 83 og 94% større end normalt.

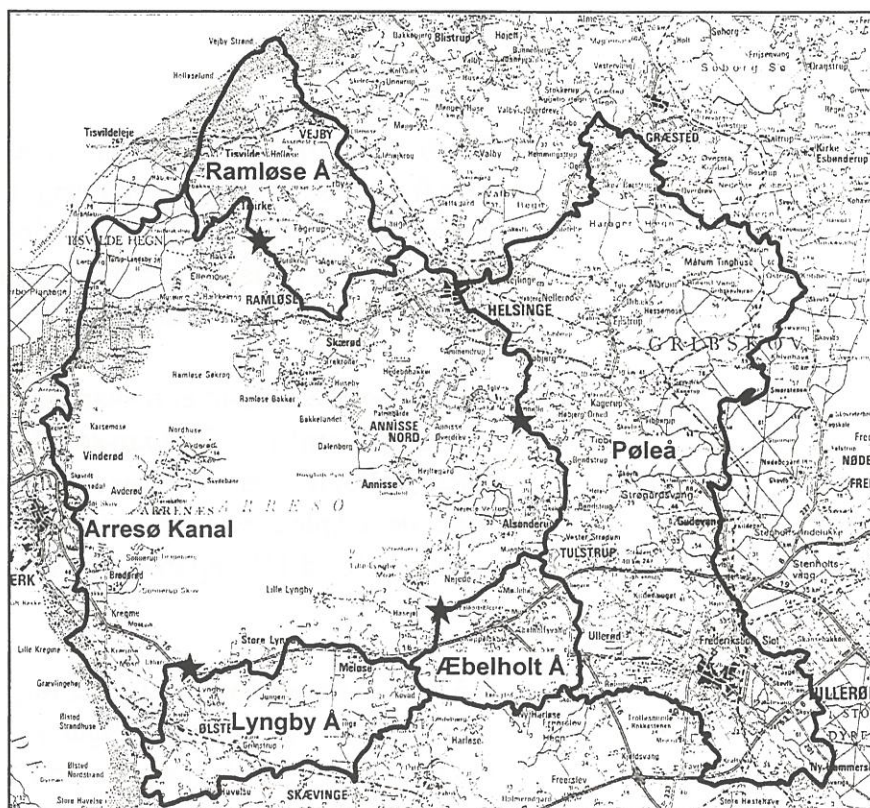
Årets laveste månedsmiddelfafstrømning fandt sted i september, hvor middelfafstrømningen kun blev 1,0 l/s/km² (2,6 mm) mod normalt 2,0 l/s/km² (5,2 mm). I marts faldt årets største månedsmiddelfafstrømning som var på 16,0 l/s/km² (43 mm) mod normalt 8,3 l/s/km² (22 mm).

3 Oplandsbeskrivelse

3.1 Oplandskarakteristik og -beskrivelse

Figur 3.1 viser oplandet til Arresø, deloplandene til de 4 største tiløb 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 Arresø 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 Helsingø. 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
Pøleå	80 km ²	Store landbrugs- og skovområder En række bysamfund
Æbelholt A	12 km ²	Landbrugsarealer Enkelte småbebyggelser
Lyngby A	19 km ²	Landbrugsarealer med enkelte mindre bysamfund
Ramløse A	20 km ²	Landbrugs-, skov- og moseområder

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.

Målinger i afløbet er foretaget i Arresø Kanal et stykke nedstrøms for udløbet. Det betyder, at der er medtaget et mindre opland efter udløbet på 0,31 km². Bidrag fra dette opland er fratrukket beregningerne for afløbet.

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%.

De geologiske forhold er tilsvarende beskrevet på kort fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). De vigtigste geologiske forekomster i oplandet til Arresø er smeltevandsand, der udgør 33% af arealet, ferskvandstørv med 31%, smeltevandsgrus 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). Der er derfor ikke taget hensyn til evt. til- og fraførsel af næringsstoffer via grundvandet.

På grund af den store afstrømning i 1999 var tilførslen af næringsstoffer til Arresø den næsthøjeste siden 1994.

Fosfor

Fosfortilførslen til Arresø fordelt på belastningskilder for årene 1989-99 er præsenteret i tabel 3.2. Udviklingen i bidraget fra spildevand og belastningskildernes relative betydning i 1999 er vist i figur 3.2.

Der er siden 1989 ofret store midler på at rense spildevand for fos-

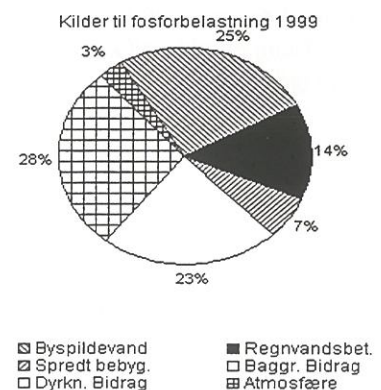
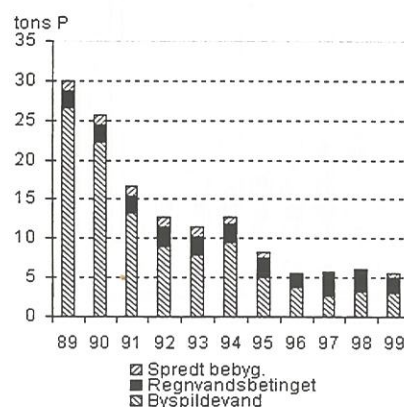
for i oplandet til Arresø. Indsatsen har betydet et fald fra 27 tons fosfor fra renseanlæg i 1989 til 3 tons i 1999. Bidraget fra regnvandsbetingede udledninger har derimod været på samme niveau (ca. 2 tons/år) igennem hele perioden.

Tabel 3.2
Fosforbidraget til Arresø
1989-99 fordelt på belastningskilder.

Fosfor t P/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Byspildevand	26,54	22,18	13,26	8,94	7,88	9,47	5,10	3,71	2,77	3,16	3,07
Regnvandsbet.	2,03	2,03	2,03	2,38	2,22	2,22	2,23	1,60	2,69	2,57	1,74
Spredd bebyggelse	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,97	0,97	0,23	0,23	0,23	0,80
Udledt spildevand i alt	30,02	25,66	16,74	12,77	11,55	12,66	8,30	5,54	5,68	5,96	5,61
Baggrundsbidrag							3,68	0,70	1,26	3,69	2,79
Dyrkningsbidrag							0,57	-1,33	-0,45	2,86	3,34
Diffus tilførsel i alt	-3,52	-3,48	6,23	-1,79	-1,22	-11,09	4,24	-0,63	0,82	6,55	6,13
Atmosfærisk dep.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40
Total tilførsel⁸⁾	27,10	22,78	23,57	11,58	10,93	11,15	8,55	5,53	5,14	10,52	10,03
Indløbskonc., mg P/l	0,801	0,567	0,436	0,266	0,240	0,159	0,151	0,241	0,188	0,159	0,148
Ret. Solbjerg Engsø						8,98	4,59	-0,02	0,18	0,43	1,03
Ret. Strødam Engsø									1,58	2,03	1,08

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. Retentionen i de opstrøms beliggende søer er i ovenstående skema tilskrevet dyrkningsbidrag og diffus tilførsel. Der er etableret to engsøer i forbindelse med Pøleå opstrøms for Arresø i 1993 og 1996. Engsøernes samlede retention har i perioden 1994-99 varieret mellem -0,02 og 8,98 tons fosfor/år (tabel 3.2).

Figur 3.2
Udviklingen i spildevandsbelastningen af Arresø 1989-99 (tv) og den relative fordeling af kilder til fosforbelastningen i 1999 (th).



Spildevand fra renseanlæg (25%) og dyrkningsbidrag (28%) var i 1999 de vigtigste kulturbetingede kilder til fosforbelastning af Arresø. Baggrundsbidraget udgjorde 23%.

Kvælstof

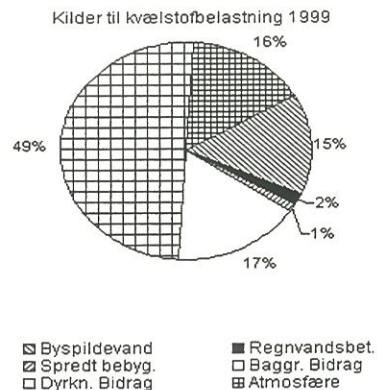
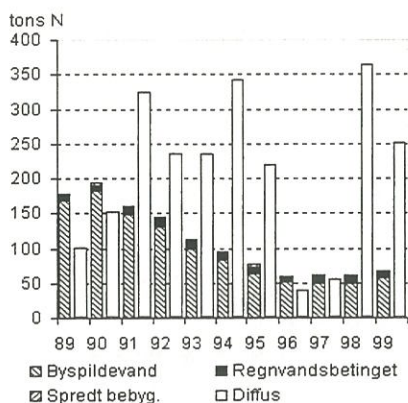
Kvælstoftilførslen til Arresø fordelt på belastningskilder for årene 1989-99 er præsenteret i tabel 3.3. Udviklingen i bidraget fra spildevand og diffuse kilder og belastningskildernes relative betydning i 1999 er vist i figur 3.3.

Tabel 3.3
Kvælstofbidraget til Arresø 1989-99 fordelt på belastningskilder.

Kvælstof t N/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Byspildevand	168,0	182,0	149,0	131,0	99,0	82,5	63,3	51,5	49,2	50,4	57,1
Regnvandsbet.	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,6	8,9	6,4	10,7	10,1	6,3
Spredt bebyggelse	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	1,1	1,1	1,1	3,5
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
Baggrundsbidrag							75,6	14,2	36,1	116,3	62,9
Dyrkningsbidrag i alt							155,5	27,4	37,8	260,1	189,2
Diffus tilførsel	101,0	153,0	324,8	234,8	234,8	364,6	231,1	41,6	73,9	376,4	252,0
Atmosfærisk dep.	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	59,8	59,8	59,8
Total tilførsel	359,0	425,0	564,0	458,0	426,0	516,0	374,5	172,9	176,0	485,4	361,9
Indløbskonc., mg N/l	8,5	8,9	9,2	9,2	8,1	6,6	5,6	4,6	4,6	6,7	4,3
Ret. Solbjerg Eng sø						22,9	12,1	6,6	5,0	1,1	6,2
Ret. Strødam Eng sø									13,7	11,7	10,3

Kvælstofbidraget fra renseanlæg er i 1999 øget med 13% i forhold til 1998. Bidraget er siden 1989 faldet til ca. en tredjedel. Derimod ses der ingen udviklingstendens i størrelsen af det diffuse bidrag (figur 3.3), der snarere afspejler variationer i afstrømningens størrelse.

Figur 3.3
Udvikling i spildevandsbelastning og arealbidrag til Arresø 1989-99 og den relative fordeling af kilder til kvælstofbelastningen i 1999.



Det betydeligste bidrag til kvælstofbelastningen i 1999 stammede fra dyrkede arealer (49%).

De enkelte målestationer

Næringsstofbelastningen til de enkelte vandløbsstationer i 1999 er opgjort i tabel 3.4 (tons) og 3.5 (kg/ha). Oplandet til Pøleå bidrog med langt den største andel af den absolutte mængde af både kvælstof (32%) og fosfor (56%) 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 Arresøs opland, 1999.

	Q, 10 ³ m ³	N, t	P, t	PO ₄ , t
Æbelholt Å, st. 1324	2694	15,77	0,41	0,12
Lyngby Å, st. 1320	4066	35,99	0,41	0,21
Ramløse Å, st. 1358	4024	12,51	0,67	0,42
Pøleå, st. 1342	26094	97,66	5,03	1,69

Tabel 3.5
Arealbidrag for vand og næringsstoffer til de enkelte vandløbsstationer i Arresøs opland, 1999.

	Q, l/s/km ²	N, kg/ha	P, kg/ha	PO ₄ , kg/ha
Æbelholt Å, st. 1324	7,1	13,1	0,35	0,10
Lyngby Å, st. 1320	6,8	18,9	0,35	0,11
Ramløse Å, st. 1358	6,4	6,3	0,34	0,21
Pøleå, st. 1342	10,3	12,2	0,63	0,21

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 dyrkede 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.

4 Vand- og stofbalancer

Afstrømningen i oplandet til Arresø var i 1999 40% større end normalt. Fosfor- og kvælstof belastningen var henholdsvis den næsthøjeste og den tredje højeste siden 1994. Søen aflastede 0,2 tons fosfor, en forholdsvis lille mængde til trods for den store afstrømning og deraf følgende korte opholdstid.

Målinger og beregninger

Der er opstillet vand- og stofbalancer for årene 1989-99 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).

Stofbidraget til søen fra arealer nedstrøms målestationerne samt arealerne uden for de større tilløb er opgjort ved at benytte vandføringsvægtede månedsmiddelkoncentrationer fra målte oplande, som er sammenlignelige med hensyn til arealanvendelse og afstrømning, multipliceret med månedsmiddelaflstrømningen 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/ha søoverflade som anbefalet af Danmarks Miljøundersøgelser.

Der er korrigeret for det for meget målte opland til afløbsstationen i Arresø Kanal jf. afsnit 3.1.

4.1 Vandbalance

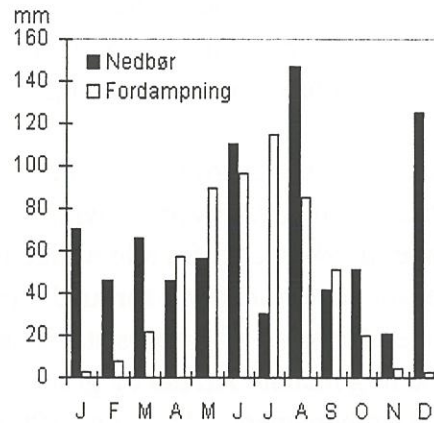
Nedbør og fordampning

Den korrigerede nedbør på basis af målt nedbør fra Danmarks Meteorologiske Institut blev beregnet til 813 mm på Arresø. Den korrigerede fordampning på basis af fordampningstal fra Dansk Jordbrugsforskning blev beregnet til 554 mm svarende til at der på årsbasis har været et nedbørsoverskud på 259 mm, figur 4.1. Korrektionerne er foretaget ifølge /2/.

Nedbørsoverskuddet var mest markant i januar-marts og oktober-

december. Kun i april-maj, juli og september var fordampningen større end nedbøren. Der var nedbørsoverskud i de to regnfulde måneder juni og august.

Figur 4.1
Nedbør og fordampning i Arresø 1999

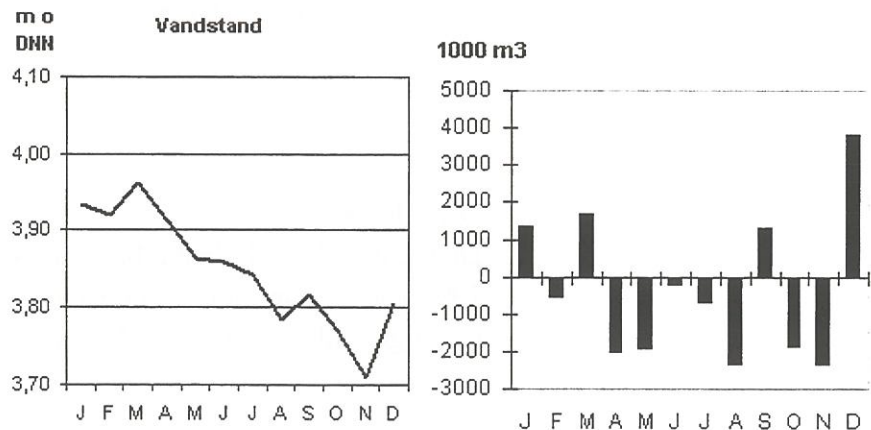


Nedbør direkte på og fordampning fra søoverfladen udgjorde hhv. 47 og 32% af den samlede til- og fraførte vandmængde.

Vandstand og volumenændringer

Vandspejlskoten i Arresø er beregnet på basis af 3 vandstandsstationer. Koten varierede mellem 3,96 m o. DNN i marts og 3,71 m o. DNN i november, figur 4.2. Forskellen mellem vandstanden ved årets start og slutning var 120 mm og resulterede i en magasinændring på -3.762.000 m³ vand i 1999.

Figur 4.2
Årstidsvariation i vandstand (tv) og vandvolumen (th) i Arresø 1999



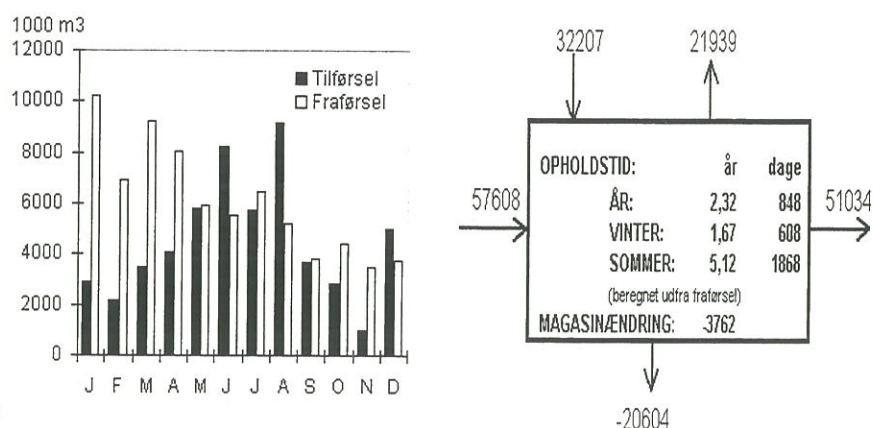
På grund af søens størrelse er vandspejlsvariationerne årsag til store variationer i søens volumen, figur 4.2. Vandspejlskoten kan desuden variere en del mellem de tre målestationer som følge af vindforholdene. Derfor kan der være en betydelig usikkerhed på bestemmelsen af søens volumen.

Vandbalance

Variationen i de samlede til- og fraførte vandmængder er præsenteret på månedsbasis i figur 4.3. Den meget store vandtilførsel i december set i forhold til fraførslen er betinget af, dels den usædvanligt nedbørsrige december, men også at der er udledt minimale vandmængder gennem sluseportene i afløbet for at stuve vand op efter den foregående nedbørsfattige måned.

Balancen (figur 4.3 th) viser, at der i 1999 netto forsvandt 21 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 1999 tilskrives derfor usikkerhed på beregningerne.

Figur 4.3
Variation i den månedlige vandtransport til og fra Arresø i 1999 (tv) samt vandbalance og opholdstider for Arresø 1999. Tallene ved pilene samt magasinændringen angiver 1000 m³ vand.



Opholdstid

Den teoretiske opholdstid baseret på fraførte vandmængder for hele 1999 var 2,32 år. Den gennemsnitlige opholdstid på årsbasis for samtlige undersøgelsesår i Arresø er 3,9 år.

Tabel 4.1

Oversigt over opholdstider (år) i Arresø 1989-99 beregnet ud fra fraførslen af vand via afløbet.

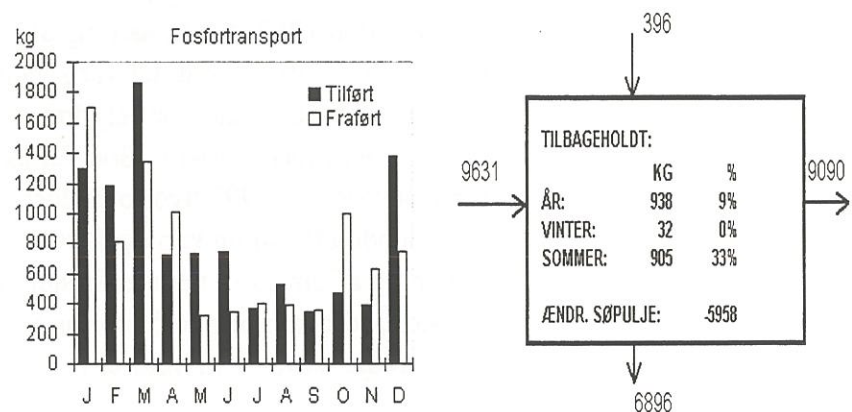
År	Årsgsn.	Sommergsn.	Maksimum	Minimum
1989	4,9	6,1	7,2 (jul)	2,6 (jan)
1990	3,8	4,7	5,3 (sep)	1,7 (feb)
1991	2,4	2,4	4,5 (sep)	1,4 (jan)
1992	2,9	5,2	7,9 (okt)	1,2 (feb)
1993	3,5	8,4	9,8 (maj)	1,5 (jan)
1994	1,9	5,4	7,6 (aug)	0,8 (mar)
1995	2,2	4,8	9,6 (sep)	0,7 (feb)
1996	10,3	10,6	13,4 (dec)	7,1 (jan)
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)

4.2 Fosforbalance

Den totale fosfortilførsel til Arresø i 1999 er præsenteret på månedsbasis i figur 4.4 tv. Tilførslerne var størst i begyndelsen og slutningen af året. Kun i januar, april, oktober og november sker der en fosforafkastning. Netto tilbageholder Arresø 938 kg fosfor i 1999.

Figur 4.4

Til- og fraførte fosformængder (tv) og fosforbalance (th) i Arresø 1999. Alle værdier er i kg.

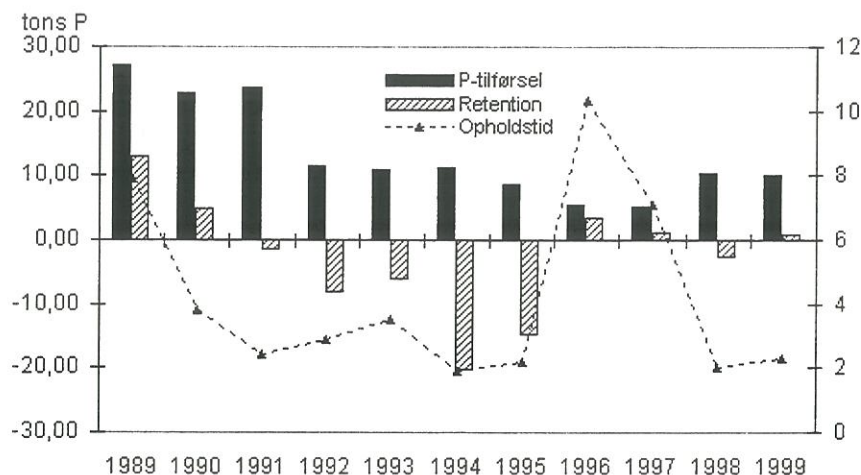


Figur 4.4 th viser en oversigt over Arresø's fosforbalance i 1999. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 4.1 og 4.2, og den årlige transport for samtlige tilsynsår ses i bilag 4.3. På grund af vurderingerne i /3/ er grundvandsbidraget sat til 0 (se afsnit 4.1). En beskrivelse af de enkelte kilder til fosforbelastningen ses i afsnit 3.2.

Figur 4.4 th viser, at søen via afløbet har tilbageholdt 0,9 tons af sin interne fosforpulje, ialt 9% af den tilførte fosformængde. Søpuljen reduceredes med næsten 6 tons fosfor. Da Arresø er præget af re-

suspensionshændelser i forbindelse med blæ-sevejr, er der en stor variation i hvor stor en del af søens fosfor der på et givet tidspunkt befinder sig i vandfasen (søpuljen). Således varierede søpuljen i 1999 mellem 31 tons i januar og 13 tons i au-gust. Aflastningens størrelse afhænger derfor i høj grad af om re-suspension er sammenfaldende med stor vandfraførsel.

Figur 4.5
Fosfortilførsel, -retention og opholdstid i Arresø 1976-99.



Figur 4.5 viser udviklingen i fosfortilførsel, retention og opholdstid for perioden 1989-99. Aflastning af fosfor fra Arresø fandt første gang sted i 1991 efter at der var sket en markant reduktion i tilførslen. Opholdstiden har stor betydning for, hvorvidt Arresø tilbageholder eller aflaster fosfor. Søen aflastede således ikke fosfor i de 2 tørre år 1996 og 1997 hvor opholdstiden var lang. En forklaring på manglende aflastning kan også være at aflastningens størrelse er afhængig af om store vandfraførsler er sammenfaldende med resuspension, som kan bringe fosfor op i vandfasen (søpuljen). Isdække er en tredje faktor som hindrer resuspension og dermed aflastning.

4.3 Kvælstofbalance

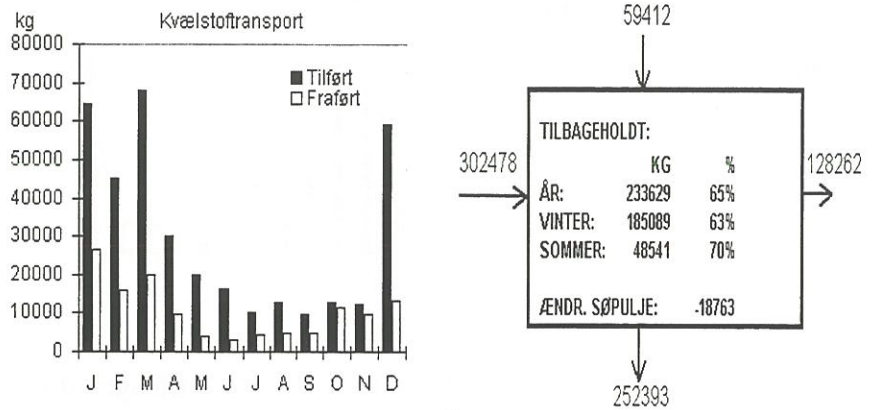
Den totale kvælstoftilførsel til Arresø i 1999 er præsenteret på månedsbasis i figur 4.6 tv.

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

En oversigt over kvælstofbalancen i Arresø i 1999 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

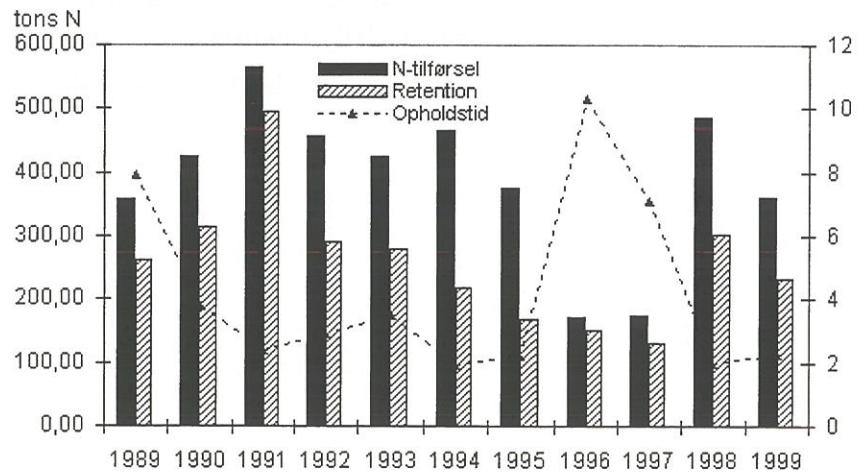
grund af vurderingerne i /3/ er grundvandsbidraget sat til 0 (se afsnit 4.1).

Figur 4.6
Til- og fraførte kvælstofmængder (tv)
og kvælstofbalance (th) i Arresø 1999.
Alle værdier er i kg.



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

Figur 4.7
Kvælstoftilførsel, -retention og op-
holdstid i Arresø 1976-99.

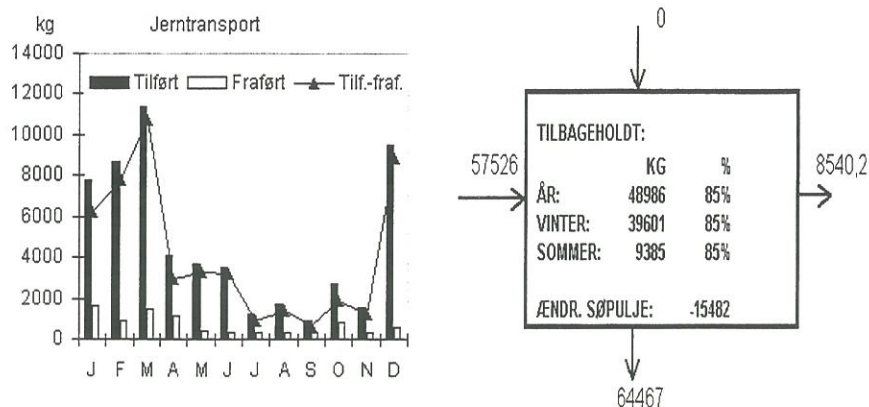


Figur 4.7 viser udviklingen i kvælstoftilførsel, retention og opholdstid i Arresø for perioden 1989-99. Der ses en tydelig sammenhæng mellem kvælstoftilførsel og vandtilførslen og dermed opholdstid. Kvælstofretentionen varierer en del, men der ses ingen tydelig sammenhæng mellem retention og opholdstid.

4.4 Jernbalance

Efter en rettelse i vejledning for prøvetagning til NOVA 2003 er der igen målt jern i Arresø 1999, figur 4.8.

Figur 4.8
 Til- og fraførte jernmængder (tv)
 og jernbalance (th) i Arresø 1999.
 Alle værdier er i kg.



85% af det tilførte jern tilbageholdes i Arresø, dertil kommer en reduktion af søpuljen på 15,5 tons (47%) som følge af vandstandsændringer og ændringer i søkoncentrationen. Resultatet bliver, at der netto sker en tilbageholdelse på 64 tons jern i 1999.

Tilbageholdelsen var størst i marts og december, bilag 4.2. I marts og december var vand- og jerntilførslen også forholdsvis stor. Der er en tydelig sammenhæng mellem vand- og jerntilførsel undtagen i januar og april måned, bilag 4.2.

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 1999.

Tabel 5.1 viser en oversigt over hvilke parametre, der har vist signifikante ændringer i perioden 1989-1999. Vurderingen er foretaget ved hjælp af lineær regression af logaritmetransformerede middell- 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 1989-1999. 0 an-
giver ingen signifikant udvikling, +/-,
++/--, +++/-- angiver hhv. 10, 5 og
1% signifikansniveau. * : årsmiddel*

Parameter	Tendens	r ²	p-værdi
Sigtedybde	0/0	0,062/0,023	0,437/0,675
Klorofyl	0/0	0,110/0,162	0,290/0,198
Total fosfor, søkconc.	--/-	0,593/0,439	0,006/0,026
Total fosfor, indløbskconc.*	---/	0,757/	0,0005/
Total kvælstof, søkconc.	0/0	0,261/0,246	0,104/0,116
Total kvælstof, indløbs-	---/	0,719/	0,0009/
pH	---/---	0,770/0,727	0,0002/0,0004
Silikat	---/0	0,642/0,284	0,003/0,041
Planteplanktonbiomasse	0/	0,247/	0,108/
Dyreplanktonbiomasse	0/	0,011/	0,773/

Der er siden overvågningsperiodens start i 1989 sket et signifikant fald ($p=0,0005$ og $0,0009$) i den gennemsnitlige indløbskoncentration af både fosfor og kvælstof. Dette har medført et tilsvarende signifikant fald i søkconcentrationen af fosfor ($p=0,006$), sommergennemsnit, men ikke af kvælstof. Faldet i søkconcentrationen af fosfor har ikke medført et tilsvarende fald i planteplanktonbiomasse og klorofylkoncentration eller en stigning i sigtedybde. Beregninger på årsgennemsnittet af klorofyl a viser dog 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 1999 er der taget vandprøver og foretaget in situ målinger 19 gange i løbet af året. På prøvedatoen den 3. marts var søen isdækket, og prøver til vandkemi blev taget i afløbet. Kort med ind-tegnede prøvestationer findes i bilag 1 og en oversigt over samtlige måleresultater i bilag 5.1 og 5.2.

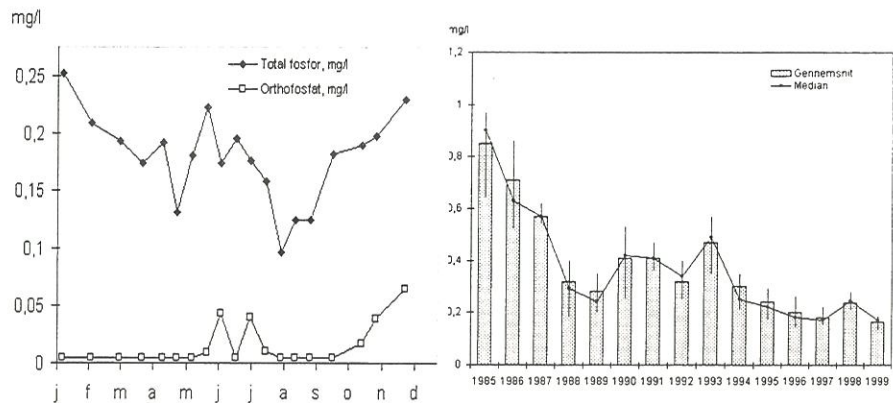
Prøvetagningsfrekvens for de biologiske undersøgelser ses i afsnit 5.6 og 5.7.

5.1 Fosfor

Årstidsvariationen i fosfor i Arresø i 1999 er vist i figur 5.1. Langt størsteparten af fosforen har været bundet til partikulært stof, hovedsageligt planktonalger, hvilket understøttes af at koncentrationen af total fosfor var højest, når klorofylværdierne var højest. Op-løst uorganisk fosfat var hele året tæt på eller under detektionsgrænsen.

Års-gennem-	0,185 mg total P/l
Sommer-gennem-	0,163 mg total P/l

Figur 5.1
Årstidsvariation i fosfor i Arresø 1999 (tv) og udvikling i sommergennemsnit af total fosfor 1985-99 (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 1989-99 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 to engsøer i Pøleå-systemet opstrøms Arresø (tabel 3.2).

5.2 Kvælstof

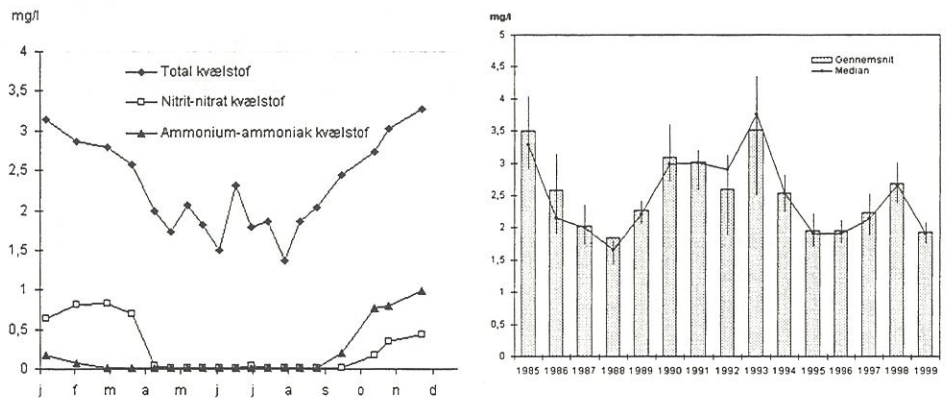
Årstidsvariationen i total og uorganisk kvælstof ses i figur 5.2. Der var en betydelig tilførsel af nitrat-nitrit kvælstof i de afstrømningsrige måneder januar-marts og december. Det betød, at årsmiddelkoncentrationen af nitrat-nitrit kvælstof ligesom i 1998 var 3 gange højere end i det tørre år 1997.

På trods af et signifikant fald i indløbskoncentrationen af total kvælstof sås der ingen signifikant udvikling i sommermiddelkoncentrationen af total kvælstof i perioden 1989-1999, tabel 5.1. Års- og sommergennemsnittet i 1999 var det laveste siden 1987/88.

Års-gennem-	2,44 mg total N/l
Sommer-gennem-	1,93 mg total N/l

Figur 5.2

Årstidsvariation i kvælstof i Arresø 1999 (tv) og udvikling i sommergennemsnit af total kvælstof 1985-99 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler.



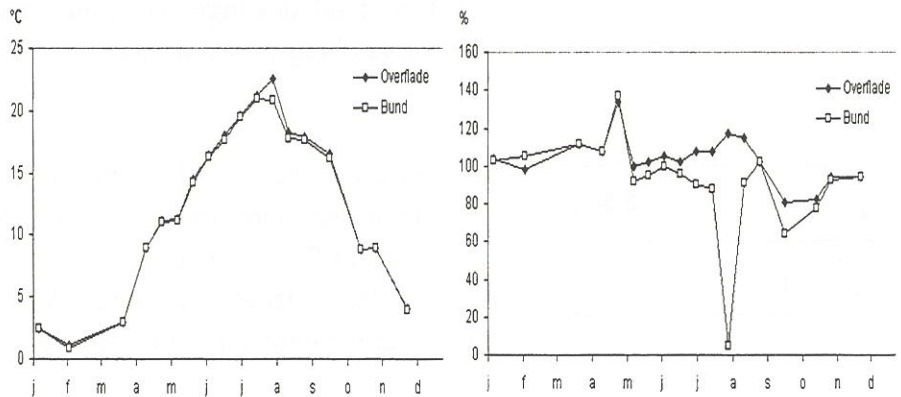
Sommergennemsnittet for nitrat-nitrit kvælstof er igen faldet efter den høje koncentration sommeren 1998 (bilag 5.3).

5.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Ilt og temperatur

Figur 5.3

Temperatur (tv) og iltprocent (th) i Arresø 1999.



Udviklingen i vandtemperatur og iltprocent i Arresø i 1999 er vist i figur 5.3. I august måned nåede vandtemperaturen op over 20 °C i overfladevandet. Iltforholdene var hele året gode. Kun på en enkelt dato i august har iltforbruget i søvandet været særligt stort, og iltprocenten faldt til 5% i de nederste 0,5 meter af vandsøjlen. Det høje iltforbrug skal måske ses i sammenhæng med en stor resuspension.

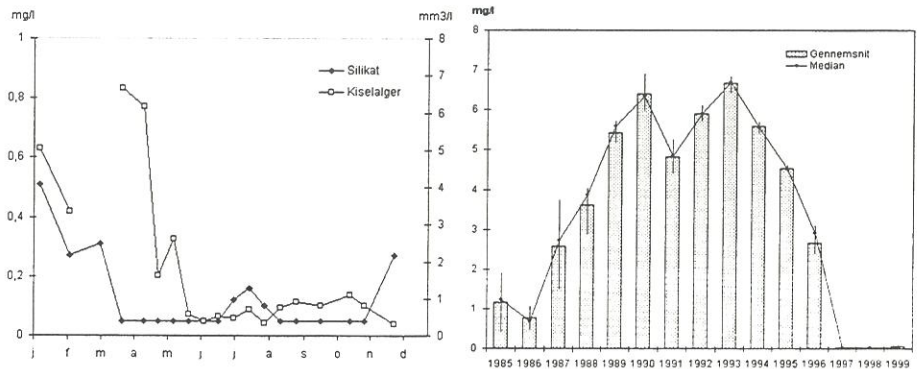
Silikat

Årstidsvariationen i silikatkoncentrationen i Arresø i 1999 ses af figur 5.4, hvor også kiselalgebiomassen er indtegnet. Silikatkoncentrationen var under detektionsgrænsen i det meste af året bortset fra

Ars-gennem-	0,15 mg Si/l
Sommer-gennem-	0,05 mg Si/l

januar, februar og december, hvor søen var isdækket og kiselalger derfor har været sedimenteret ud af vandfasen. På trods af den lave silikatkoncentration udviklede kiselalger en relativt høj biomasse i en stor del af året.

Figur 5.4
Årstidsvariation i silikat og kiselalgebiomasse i Arresø 1999 (tv) og udvikling i silikat 1985-1999 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler.



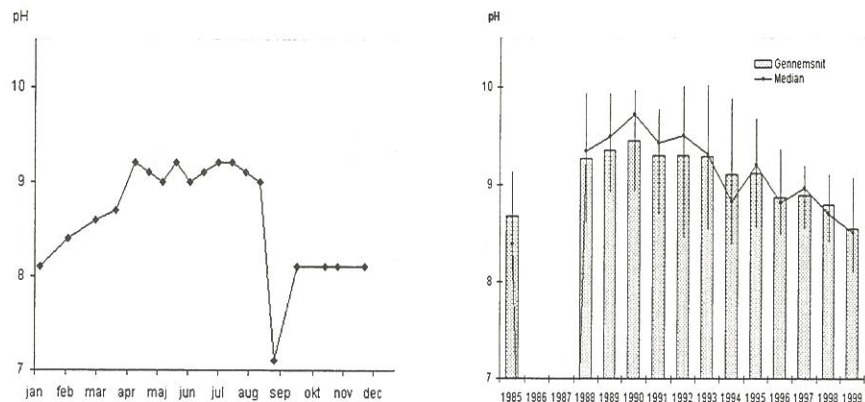
Silikatkoncentrationen i Arresø har udviklet sig fra et moderat niveau i 1985-86 over et relativt højt niveau i 1987-96 og til et meget lavt niveau i 1997-99 (figur 5.4). De lave niveauer i 1985-86 og 1997-99 var sammenfaldende med de højeste biomasser af kiselalger. Der er således ingen tvivl om, at silikatkoncentrationen i Arresø i høj grad reguleres af kiselalgernes vækst.

Års-gennem-	8,54
Sommer-gennem-	8,73

pH

pH i Arresø varierede i 1999 mellem 8,1 og 9,2, figur 5.5. Den 31. august var den laboratoriebestemte pH 7,1, hvilket afviger meget fra pH målt i felten, bilag 5.2, der er umiddelbart ingen forklaring på afvigelsen. Der er f.eks. intet zooplankton maksimum, som kan have øget mængden af CO₂ i søen og dermed bevirket et fald i pH.

Figur 5.5
Årstidsvariation i pH i Arresø 1999 (tv) og udvikling 1985-1999 (th). Lodrette streger angiver 25 og 75% fraktiler.



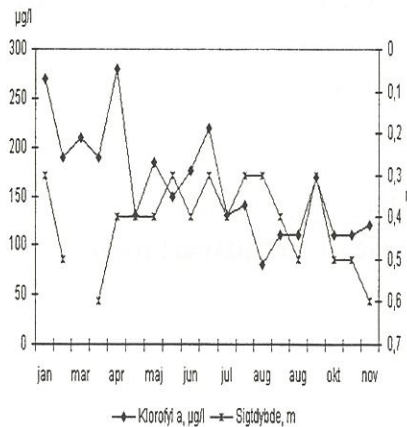
Udviklingen siden 1989 viser et signifikant fald i pH svarende til,

at der er sket et fald i algebiomassen (tabel 5.1 og afsnit 5.6), data for planteplankton skal dog udvides med data 1985-99 for at faldet i biomasse er signifikant ($p=0,004$).

5.4 Sigtdybde og klorofyl

Sigtdybden i Arresø varierede i 1999 mellem 0,3 meter og 0,6 meter, figur 5.6.

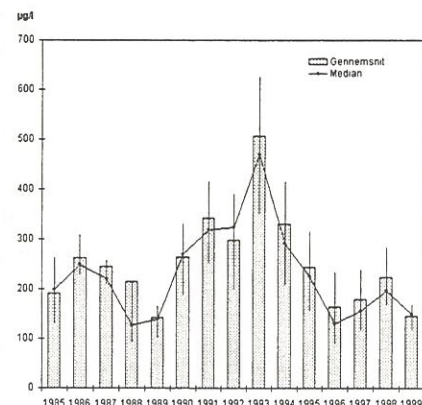
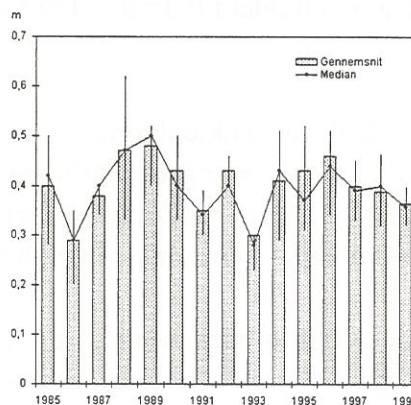
Figur 5.6
Årstidsvariation i sigtdybde og klorofyl i Arresø 1999.



Års-gennemsnit	0,44 m sigt
Sommer-gennemsnit	0,36 m sigt
Års-gennemsnit	162 µg klorofyl
Sommer-gennemsnit	146 µg klorofyl

Klorofylkoncentrationen og dermed algebiomassen var hele året lav (efter Arresø målestok), mellem 80 og 280 µg klorofyl/l. De laveste sigtdybder optrådte stort set samtidig med de højeste klorofylkoncentrationer, når der ses bort fra forårs- og efterårsmålingerne. Afvigelse skyldes resuspension. Variationen i klorofylkoncentration skyldes dels variation i planteplanktonvæksten dels resuspension af sedimenteret planteplankton.

Figur 5.7
Udvikling i gennemsnit og medianværdier for sommerperioden i Arresø 1985-99. Lodrette streger angiver 25 og 75% kvartiler. Tv: Sigtdybde. Th: Klorofyl.



Der ses ingen tydelig udviklingstendens i sigtdybde og klorofyl a i Arresø i perioden 1985-99 (figur 5.7). Den gennemsnitlige sigtdybde har i ingen af årene været i nærheden af kravværdien på 0,8 meter for sommerperioden. Det skal dog bemærkes at klorofylkoncen-

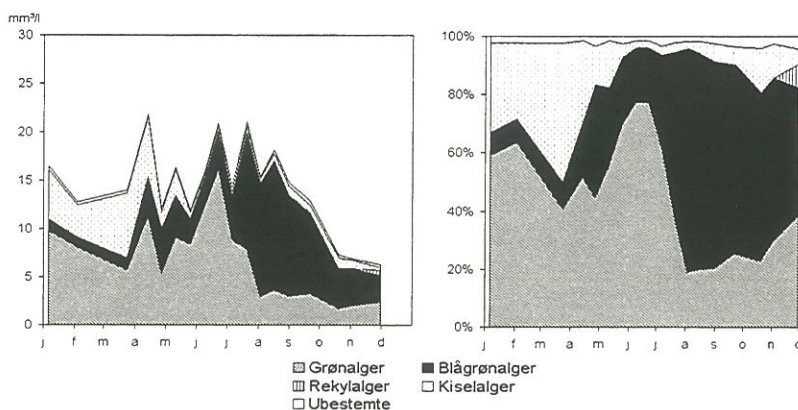
trationen er lav i en længere periode (igen Arresø målestok). I efter-året ses samtidig et fald i biomassen af planteplankton, som er usædvanlig for Arresø, se afsnit 5.5.1 og bilag 5.5.

5.5 Plankton

Der er i 1999 indsamlet og undersøgt 17 planteplankton- og 16 dyreplanktonprøver i Arresø. Resultaterne af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Dokumentation for resultaterne findes i et særskilt notat /4/.

5.5.1 Planteplankton Biomasse og årstidsvariation

Figur 5.8:
Planteplanktons biomasse (tv) og
procentvise sammensætning (th) i
Arresø 1999.



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 1999 varierede mellem 6,2 mm³/l i november og 22 mm³/l i april. Gennemsnit for perioden marts-oktober var 15 mm³/l (hvilket er forholdsvis lavt for Arresø) og for sommerperioden, maj-september, 16 mm³/l.

Som i de øvrige år uden isdækning var planteplanktons biomasseudvikling i 1999 karakteriseret ved høj biomasse i hele undersøgelsesperioden. Der fandtes markante maksima på 21-22 mm³/l i begyndelsen af april, sidst i juni samt sidst i juli. Resten af året svingede biomassen mellem 12 og 18 mm³/l undtagen i oktober-november, hvor biomassen faldt til et niveau på 6-7 mm³/l. For Arresø er det en bemærkelsesværdig med så lav en planteplankton biomasse i efteråret, tilsvarende er i forudgående år kun målt i

vinter- og den tidlige forårsperiode .

Som gennemsnit udgjorde grønalger 44%, blågrønalger 41% og kiselalger 13% af den totale biomasse i perioden marts-oktober. De tilsvarende tal for sommerperioden maj-september var blågrønalger 47%, grønalger 44% og kiselalger 5%.

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 99 arter/slægter i Arresø 1999, hvilket er det højeste registrerede artsantal. I løbet af undersøgelsesperioden er der sket en udvikling fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund til et mere diversitetsrigt samfund (55-70 arter i 1985-91 → 76-91 arter i 1992-97 → 98-99 arter i 1998-99). Det øgede artsantal er især sket inden for grupperne blågrønalger, kiselalger, chlorococcale grønalger og koblingsalger. Ligesom de foregående år tilhørte de fleste fundne arter/slægter i 1999 grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer:

Der blev optalt 28 arter/slægter/grupper. Heraf var de vigtigste den lille chlorococcale grønalge *Chlorella* spp. og småcellede blågrønalgekolonier (*Chroococcales* spp. - koloni med celler på 1-2 μm), der udgjorde henholdsvis 33% og 20% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. De næstvigtigste arter var kiselalgen *Synedra berolinensis* (11%), den trådformede blågrønalge *Limnothrix* spp. (8%) og den chlorococcale grønalge *Scenedesmus* spp. De samme fem arter var vigtigst i sommerperioden maj-september.

Grønalger dominerede planteplanktonsamfundet fra januar til midt i juli, hvor de udgjorde 41-77% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 19-38%. Den vigtigste art var den chlorococcale grønalge *Chlorella* sp. der udgjorde 28% af den samlede planteplanktonbiomasse i den produktive periode. Også den trådformede blågrønalge *Limnothrix redekei* fandtes hele året og udgjorde 20-34% af den totale biomasse i september-november.

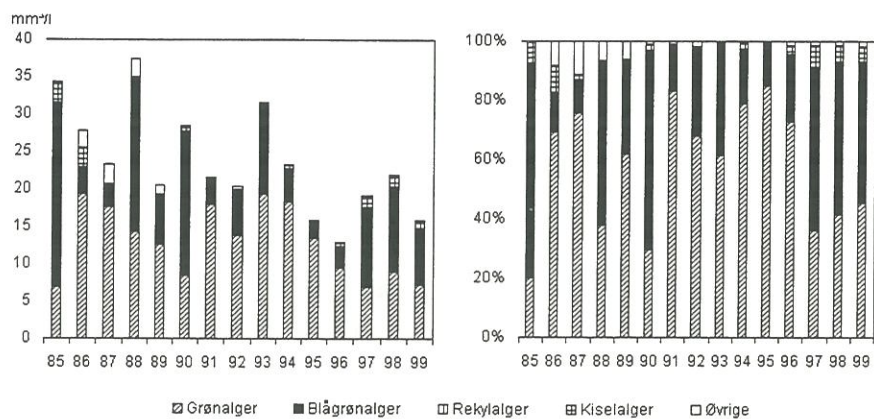
Kiselalger fandtes hele året og udgjorde 12-45% af den totale biomasse fra januar til midt i maj (især *Synedra berolinensis*) og 9-12% i oktober og begyndelsen af november.

Udvikling 1985-99

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning fra sommerperioden (maj-september) fra årene 1985-99 ses af figur 5.9 og bilag 5.6.

Figur 5.9:

Udvikling i planteplanktonets biomasse og sammensætning i Arresø 1985-99. Tidsvægtede gennemsnit for sommerperioden (maj-september).



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 biomasse fandtes i 1988 ($37 \text{ mm}^3/\text{l}$) og den laveste i 1996 ($13 \text{ mm}^3/\text{l}$). I årene 1985-94 lå den gennemsnitlige biomasse på et niveau på 20-37 mm^3/l og i 1995-99 på 13-21 mm^3/l . De højere gennemsnitlige værdier i 1997-98 skyldtes en masseopblomstring af trådformede blågrønalgler, der startede i august 1997 og holdt sig til juni 1998. Den gennemsnitlige blågrønalgbiomasse var i denne periode 15-37 mm^3/l . Blågrønalgler har ikke tidligere domineret i forårsperioden. I foråret 1999 dominerede grønalgler igen planteplanktonsamfundet (bilag 5.4).

Den højeste gennemsnitlige biomasse er fundet i år med kraftig masseopblomstring af kolonidannende blågrønalgler af slægten *Microcystis*: 1985, 1988, 1990 og 1993. I disse år var den gennemsnitlige biomasse 29-33 mm^3/l .

Blågrønalgler fandtes alle år i sommerperioden, men havde meget varierende betydning (11-71% af den gennemsnitlige biomasse). *Microcystis wesenbergii* var oftest den dominerende blågrønalge i 1985-92 og *Microcystis viridis* i 1993-95. I 1996 fandtes et mere varieret blågrønalgensamfund med både koloniformer og trådformer, men med overvægt af trådformede arter (bl.a. *Limnothrix* spp. og *Aphanizomenon* spp.). I 1997-98 udgjorde trådformede arter 82-96% af den gennemsnitlige blågrønalgbiomasse, og de vigtigste arter var *Limnothrix* spp. og *Pseudanabaena limnetica*. I 1999 var småcellede blågrønalgkolonier (*Chroococcales* spp. med celler på 1-2 μm) den vigtigste blågrønalge i sommerperioden (56% af den totale blågrønalgbiomasse)

Et gennemgående træk ved planteplanktonsamfundet i Arresø var dominans af små næringskrævende arter, især *Chlorella* spp. og *Scenedesmus* spp. Kun under masseopblomstring af blågrønalger, hvor større former dominerede, blev deres dominans brudt i en kortere eller længere periode.

I sommerperioden havde kiselalger normalt ringe kvantitativ betydning (0-3%), men i 1985-86 og i 1997-99 udgjorde kiselalger 5-9% af den gennemsnitlige biomasse. I nogle år fandtes et veludviklet forårsmaksimum af kiselalger (1985-86, 1988, 1991, 1997, 1999 samt meget kortvarigt i 1996).

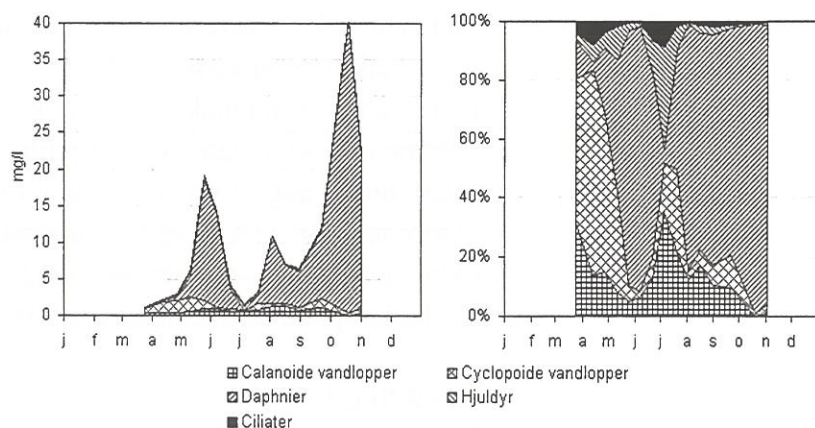
Planteplanktonsamfundet i Arresø må i hele perioden 1985-99 karakteriseres som artsfattigt og hypereutroft med kvantitativ dominans af ganske få arter. Der er dog sket en udvikling fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund i 1985-91 med 55-70 registrerede arter til et noget mere diversitært samfund i 1995-99 (76-99 arter).

5.5.2 Dyreplankton

Biomasse og årstidsvariation

Den totale dyreplanktonbiomasse, biomassen af de enkelte dyregrupper samt disses procentvise andel af den totale biomasse i Arresø 1999 fremgår af figur 5.10 samt bilag 5.8. Sæsonvariationen 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 1999.



Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse var 10 mg/l i perioden marts-oktober og 8,6 mg/l i sommerperioden (maj-september). På

de enkelte datoer varierede den mellem 1,1 mg/l i marts og 41 mg/l i oktober.

Dyreplanktonudviklingen var i 1999 karakteriseret ved en lav biomasse i marts-april domineret af dafnier (68-84 %). I løbet af maj stiger vandlopperne biomasse, og årets første dyreplankton maksimum nås i slutningen af maj, 19 mg/l. Vandlopperne dominerer i maj og juni, men fra slutningen af maj til begyndelsen af juli faldt deres biomasse.

I begyndelsen af august optræder årets andet dyreplanktonmaksimum, 11 mg/l. Efter et kortvarigt mindre fald i vandlopperne biomasse, og dermed den totale dyreplanktonbiomasse, i august, steg biomassen kraftigt, og der blev opbygget et meget stort maksimum i slutningen af oktober, 41 mg/l, domineret af vandlopper. På sidste prøvedato, i begyndelsen af november, var dyreplanktonbiomassen fortsat høj, 22 mg/l.

Artssammensætning

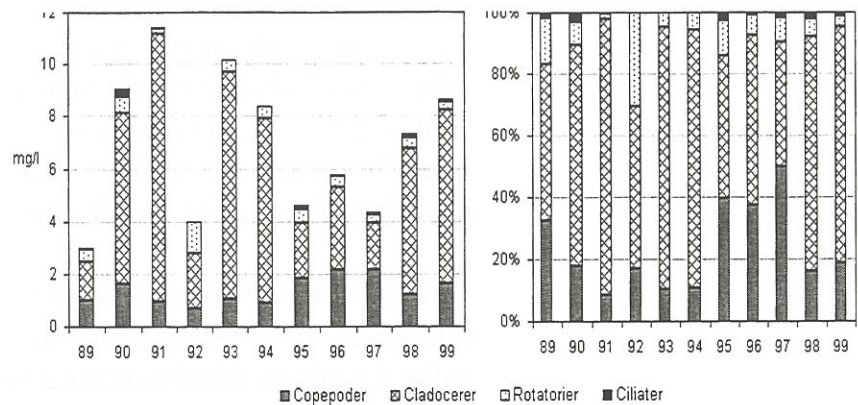
Der blev i alt fundet 45 arter/slægter af dyreplankton i Arresø i 1999 fordelt på ciliater (6), hjuldyr (19), dafnier (12), vandlopper (4). Som gennemsnit var dafnier den dominerende gruppe med en andel på 77% af biomassen i den produktive periode (marts-oktober). Vandlopper udgjorde 19%, hjuldyr 4% og ciliater 1%.

Den kvantitativt vigtigste art var dafniearten *Daphnia hyalina*. Den fandtes i alle måneder og blandt dafnierne dominerede den fra marts til juni og var subdominerende eller dominerende fra slutningen af juli til november. Arten dominerede dyreplanktonbiomassen under maksimum sidst i maj (73%) og under årets sidste maksimum i oktober (92%). Derudover dominerede arten den totale dyreplanktonbiomasse i midten af maj, i juni, midt i august og i november (31-91%). Gennemsnitligt udgjorde arten 57% af dyreplanktonbiomassen i perioden marts-oktober og 41% i sommerperioden. Vandlopperne dominerede den totale dyreplanktonbiomasse i marts og april (27-34%)

Udvikling 1989-99

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning i sommerperioden (maj-september) fra årene 1989-99 ses af figur 5.11 og bilag 5.8.

Figur 5.11
Udvikling i dyreplanktonets biomasse
og artssammensætning i Arresø 1999.



I lighed med tidligere år, bortset fra 1997, var cladocerer i 1999 den vigtigste dyregruppe. Cladoceers andel steg fra 51% af dyreplanktonbiomassen i 1989 til 89% i 1991. Bortset fra 1992, hvor de udgjorde 52%, holdt de sig på dette niveau til 1994. Herefter skete der et fald, idet de fra 1995 til 1997 udgjorde 40-55%. I 1998 og 1999 steg deres andel atter, til 76-77%. Copepoder dominerede i 1997, og var i de øvrige år, bortset fra 1992, den næstvigtigste gruppe. Deres andel varierede mellem 8% i 1991 og 50% i 1997.

Rotatorier havde størst relativ betydning i 1992, hvor de udgjorde 31% af dyreplanktonbiomassen. I de øvrige år varierede deres andel mellem 2% og 15%

Bortset fra 1989, 1995 og 1997, var dyreplanktonbiomassen i alle årene karakteriseret ved et højt maksimum af cladocerer i juni måned samt et større eller mindre maksimum i sensommeren/efteråret. De arter, der dominerede disse maksima var oftest dominerende i den samlede, gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse. I 1999 udviste *Daphnia hyalina* kraftig dominans i den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse, mest i kraft af de høje forekomster i maj-juni og oktober-november, mens *Chydorus sphaericus* var næstvigtigst. I 1998 dominerede *C. sphaericus*, mens *D. hyalina* og *Bosmina longirostris* var subdominerende. *C. sphaericus* var også blandt de vigtigste arter i 1989-90 og 1993-95. Før 1998 har *D. hyalina* ikke hørt til blandt de dominerende arter, men andre *Daphnia* arter, især *galeata*, spillede i alle år, bortset fra 1992 og 1997, en vigtig rolle i dyreplanktonbiomassen.

I 1989, 1992 og 1995-97, hvor Cladoceers gennemsnitsbiomasse var forholdsvis lav, hørte *Eudiaptomus graciloides* til blandt de dominerende arter

5.5.3 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 copepoder 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.

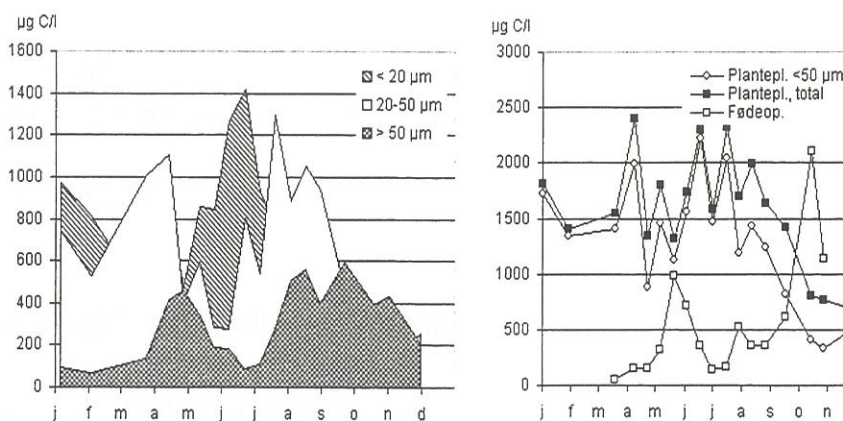
Planteplanktons størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af planteplanktonet i Arresø i løbet af 1999 er afbildet i figur 5.12.

Biomassen af planteplankton <50 µm var på intet tidspunkt så lav, at dyreplankton blev fødebegrænset. Fra januar til oktober dominerede planteplankton <50 µm.

Dyreplanktons fødeoptagelse

Figur 5.12
Årstidsvariation i planteplanktons størrelsesfordeling (tv) og i dyreplanktons fødeoptagelse i Arresø 1999 (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 på intet tidspunkt i 1999 var i stand til at regulere planteplanktonets vækst effektivt. Kun i oktober-november, hvor dafnierne havde maksimum har dyreplanktonet kunnet regulere planteplanktonarter $<50 \mu\text{m}$.

5.5.4 Konklusion

Planteplanktonsamfundet i Arresø må i hele perioden 1985-1999 karakteriseres som artsfattigt og hypereutroft med kvantitativ dominans af ganske få arter. Der er dog sket en udvikling fra et meget artsfattigt planteplanktonsamfund i 1985-91 med 55-70 registrerede arter til et noget mere diversst samfund i 1995-99 (76-99 arter).

Koncentrationen af uorganisk orthofosfat var under detektionsgrænsen det meste af året og koncentrationen af uorganisk kvælstof var under eller tæt på detektionsgrænsen i perioden maj-august (afsnit 5.3 og 5.4). Næringssaltbegrænsning af planteplanktonvæksten har dog næppe haft betydning i Arresø i 1999, da der vil være en kontinuert frigivelse af uorganiske næringsalte ved mineralisering af den konstant høje planteplanktonbiomasse samt en kontinuert tilførsel. Græsning fra dyreplankton har kun i ringe grad haft indflydelse på biomassen af planteplankton. Dyreplanktonet var domineret af små dafniearter, der har en begrænset regulerende effekt på større arter af planteplankton.

5.6 Fiskeyngel

Fiskeynglen i Arresø blev undersøgt natten mellem den 13.-14. juli 1999. Undersøgelsen blev udført som angivet i /7/ med yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 12 transekter i pelagiet af ca. 1 minuts varighed. En detaljeret rapport over undersøgelsens resultater findes i /8/.

Ynglens tæthed og sammensætning

Der blev konstateret yngel fra skalle, brasen og aborre samt yngel af ikke identificerede karpefisk, hvortil kommer etårige regnløjer. Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige regnløjer) var $1,15 \text{ pr } \text{m}^3$ i littoralen og $0,54 \text{ pr } \text{m}^3$ i pelagiet, hvilket var noget mindre i littoralen men væsentligt mere i pelagiet end i 1998.

Skalleynglen udgjorde ligesom i 1998 langt hovedparten af årsynglen både i littoralen og i især pelagiet. Vægtmæssigt var tætheden (i spritvægt) $0,43 \text{ g pr. } \text{m}^3$ i littoralen og $0,04 \text{ g pr. } \text{m}^3$ i pelagiet.

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

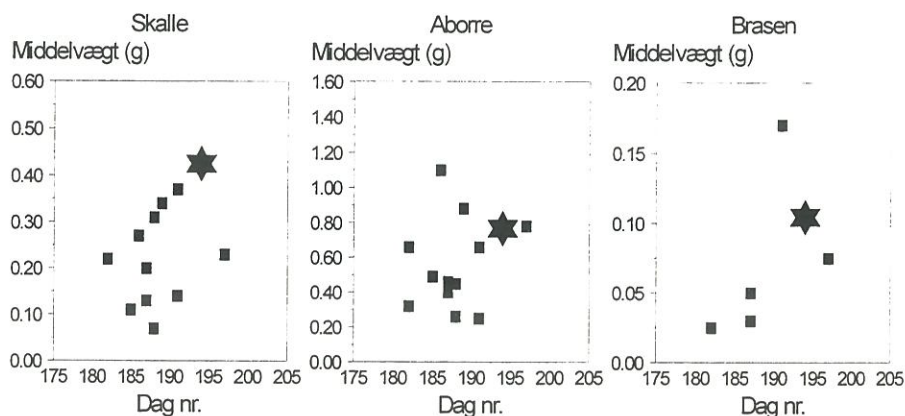
Kun brasenynglen optrådte foruden skaller i nævneværdige tætheder og kun i littoralen.

Sammenlignet med 12 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af karpefisk tæt på medianen, mens tætheden af aborrefisk generelt var ringe. Den samlede yngeltæthed var antalmæssigt noget under gennemsnittet, men vægtmæssig tæt på medianen blandt de øvrige søer.

Størrelse

Figur 5.13

Middelvægten af skalle- og aborre- og brasenynglen på undersøgelsestidspunktet i Arresø juli 1999 (stjerne) sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering) og tidligere undersøgte danske søer.



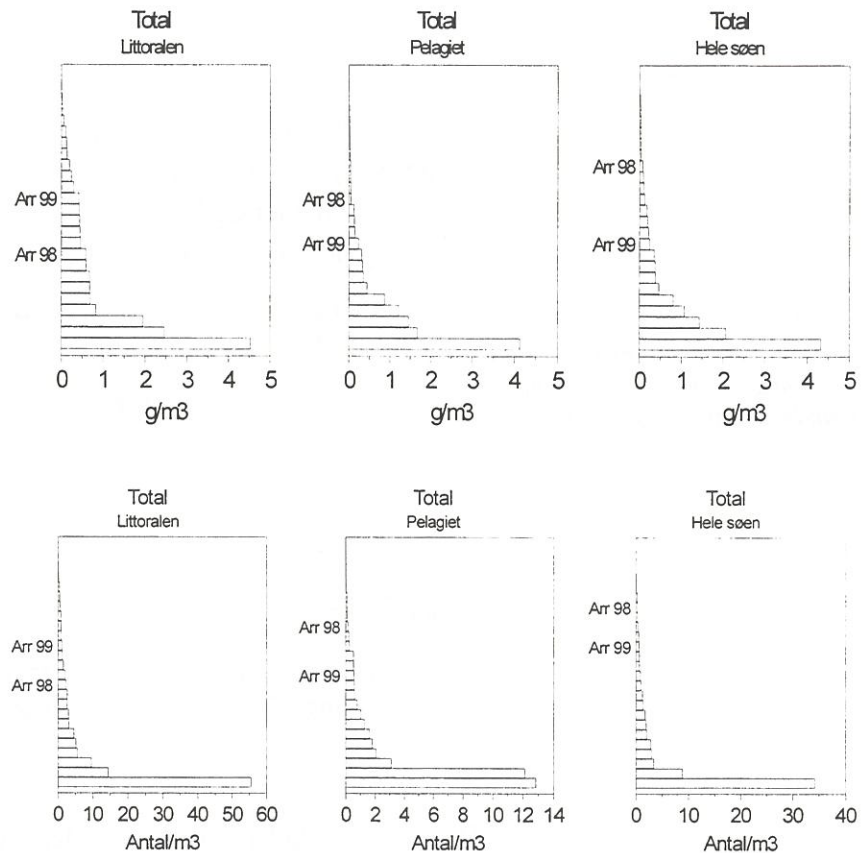
Skalle- og horkynglens middelvægt var stor i Arresø sammenlignet med middelvægten fundet i de øvrige søer som følge af et sent undersøgelsestidspunkt. Aborreynglens middelvægt var mere beskedent (figur 5.13). Længdefordelingen af fiskeynglen ses i bilag 5.10.

Årgangsstyrke

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener, karusser og sudere er følsomme for klimatiske udsving. I 1999 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 12 søer generelt mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreynglen generelt forekom mere talrigt end i 1998. Med en beskedent fremgang hos karpefiskeynglen og en tilbagegang hos aborrefiskeynglen afviger Arresø således i denne henseende noget fra det generelle mønster.

Fordeling

Figur 5.14:
Tæthed (antal/m³) og biomasse (g/m³)
af fiskeyngel i Arresø i 1998 og i
1999 littoralzonen, pelagiet og i hele
søen sammenlignet med tætheden
fundet i andre danske søer.



Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpfiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpfiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtddybde. Fiskeynglens fordeling i Arresø passer til det aktuelle billede i uklare søer med en ikke ubetydelig andel af karpfiskeynglen i pelagiet, omend aborrefiskeynglens tæthed generelt var mindre end forventet både i 1998 og i 1999.

Påvirkning af dyreplanktonet

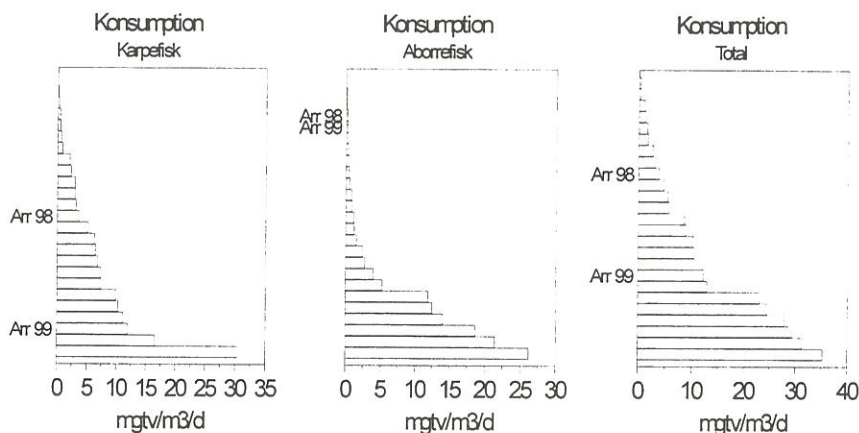
Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive bidraget fra etårige regnløjer) omkring 1. juli var med ca. 12 mg tv/m³/d omtrent tre gange større end i 1998 og betydelig sammenlignet med de øvrige undersøgte søer. Fiskeynglen har næppe alene kunnet regulere dyreplanktonet, men ved de foregående fiskeundersøgelser har søen rummet en talrig bestand af småskaller og brasener, som uden

tvivl også i 1999 har bidraget med et stort prædationstryk på dyreplanktonet /8/.

Udvikling 1998-1999

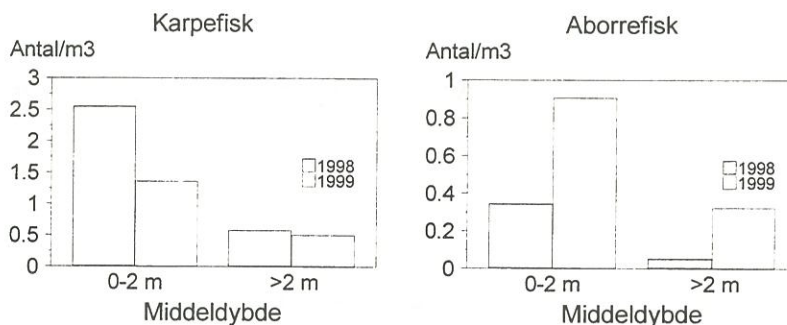
Skaller udgjorde langt hovedparten af årsynglen både i littoralen og i især pelagiet. Kun brasenynglen optrådte foruden skaller i nævneværdige tætheder og kun i littoralen. I 1998 var ynglen i omtrent samme grad domineret af skaller.

Figur 5.15
Fiskeynglens konsumptionsrate i Arresø sammenlignet med konsumptionsraten fundet i andre danske søer.



Det er bemærkelsesværdigt, at der i ingen af årene er blevet konstateret sandart yngel, på trods af den meget betydelige bestand af voksne sandart, som blev konstateret ved seneste fiskeundersøgelse.

Figur 5.16:
Fiskeynglens gennemsnitlige tæthed i 4 lavvandede (< 2 m) og 8 dybere (> 2 m) søer i 1998 og 1999.



Sammenlignes tætheden af fiskeyngel i 12 undersøgte søer i 1998 og i 1999 ses på trods af en bedre brasenrekruttering en mindre tæthed af karpesfisk i 1999 i de lavvandede søer, mens aborrefisk i både lavvandede- og dybe søer fandtes i væsentligt større tæthed (figur 5.16).

I Arresø udviste karpefiskene en beskeden fremgang, mens aborrefiskene udviste et mindre fald fra 1998 til 1999, hvilket således afviger fra den generelle tendens.

Fiskeynglens tæthed og fordeling i Arresø passer kun delvist til det aktuelle billede i danske moderat dybe, uklare søer. Karpefiskenes ikke ubetydelige tæthed i pelagiet passer med en ringe sigtdybde, men kun i mindre grad med en middeldybde på knap 3 m, og aborrefiskenes tæthed er generelt ringere end ventet /8/.

Med Arresøs status som middeldyb, uklar og middelnæringsrig er det således ikke overraskende, at især karpefiskeynglens skønnede konsumptionsrate er betydelig sammenlignet med de øvrige undersøgte søer.

I de senere år har dyreplanktonets sommergennemsnitlige biomasse varieret omkring 6 g vådvægt/m³, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på ca 60 mg tv/m³/d ved en turn-over på 5 dage. Set i lyset af søens talrige ældre dyreplanktonædende fisk kan årsynglens skønnede bidrag på ca. 12 mg tv/m³/d således være med-virkende til at fastholde et højt prædationstryk på dyreplanktonet over sommeren.

6 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 sommersigt dybde 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 regnvandsbetingede 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 i 1999 var 40% større end i normalen for perioden 1971-1990. 1998 blev således efterfulgt af endnu et afstrømningsrigt år og vandtilførslen til Arresø var dermed også større end normalt. Opholdstiden var følgelig kort, 2,32 år mod gennemsnitligt 4,1 år.

Stofbalancer

Både kvælstof og fosforbelastningen var den højeste siden 1994 med henholdsvis 10,5 tons fosfor og 485 tons kvælstof. Søen aflastede 2,6 tons fosfor, en forholdsvis lille mængde til trods for den store afstrømning og deraf følgende korte opholdstid.

<i>Ilt</i>	Iltforholdene i Arresø var gode i 1999. Kun på en enkelt dato i starten af august har iltforbruget i bundvandet været særligt stort, og iltprocenten faldt til 5% i bundvandet.
<i>Sigtddybde</i>	Middelsigtddybden var i 1999 0,44 meter og sommergennemsnittet 0,36 meter. De dårlige sigtddybdeforhold i Arresø skyldes en høj produktion af planteplankton samt hyppig resuspension af sedimenteret partikulært materiale.
<i>Fosfor</i>	Koncentrationen af total-fosfor i søvandet i Arresø har udvist et signifikant fald siden 1985. Koncentrationen var dog stadig høj i 1999 med et årgennemsnit på 0,185 mg/l.
<i>Kvælstof</i>	Middelkoncentrationen af kvælstof var i 1999 2,44 mg/l. Koncentrationen af uorganisk kvælstof var høj i de afstrømningsrige måneder i starten af året, hvor omsætningsprocesserne går stærkt på grund af lys og varme. Koncentrationerne falder til omkring detektionsgrænsen i sommerperioden, hvor det tjener som næring for planteplankton.
<i>Silikat</i>	Silikatkoncentrationen har siden 1997 været tæt på eller under detektionsgrænsen. Silikatkoncentrationen er utvivlsomt lav på grund af tilstedeværelsen af en relativt stor mængde kiselalger.
<i>Planteplankton</i>	Planteplanktonsamfundet i Arresø kan kort karakteriseres som artsfattigt og hypereutroft med dominans af få arter og en høj gennemsnitlig biomasse (15 mm ³ /l).
<i>Dyreplankton</i>	Dyreplanktonet var domineret af små dafniearter, der har en begrænset regulerende effekt på større arter af planteplankton. Den gennemsnitlige biomasse af dyreplankton var 8,6 mg våd vægt/liter i sommerperioden maj-september.
<i>Fiskeyngel</i>	Der blev konstateret yngel fra skalle, brasen og aborre samt yngel af ikke identificerede karpfisk, hvortil kommer etårige regnløjer. Skalle- og brasenyngel dominerede.
<i>Udvikling 1989-98</i>	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 (5% signifikansniveau), men ikke af kvælstof.

Faldet i søkoncentrationen af fosfor har ikke medført et tilsvarende signifikant fald i planteplanktonbiomasse og klorofylkoncentration eller en stigning i sigtddybde. Der er dog i 1997-98 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.

7 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): Oplandsanalyse 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 2000. Arresø 1999. Plante- og dyreplankton. Rapport udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /5/ Olrik, K., 1993. Planteplanktonøkologi. Miljøprojekt nr. 243. Miljøstyrelsen.
- /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. Ruggaard, 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 1999. Fiskeynglen i Arresø, juli 1999. 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.

Arresø
Tilstand og udvikling
1999
Bilag

Bilag	Side
1 Indledning	53
1.1 Dybdekort med målestationer	55
1.2 Hypsograf	55
3 Oplandsbeskrivelse	57
3.1 Oplandsstørrelse, arealanvendelse, jordtype og geologiske forhold	59
3.2 Kildeopsplitning. Tilførsel fra opland og opstrøms oplande	61
4 Vand- og stofbalancer	63
4.1 Balancer på månedsbasis	65
4.2 Dokumentation for beregninger	69
4.3 Årsbalancer for Arresø 1989-1999(Søskema 1)	73
5 Udvikling i miljøtilstand	75
5.1 Temperatur- og iltprofiler 1999	77
5.2 Sigtdybde, pH og vandkemi 1999	78
5.3 Gennemsnit for nøgleparametre 1985-1999	79
5.4 Regressionsanalyser 1989-1999	80
5.5 Planteplankton biomasse 1999	83
5.6 Planteplankton biomasse 1989-99	84
5.7 Dyreplankton biomasse 1999	85
5.8 Dyreplankton biomasse 1989-99	86
5.9 Tæthed og biomasse af fiskeyngel	87
5.10 Længdefordeling af fiskeyngel	88
6 Tidligere undersøgelser og rapporter	89
6.1 Undersøgelser i Arresø 1976-99	91
6.2 Rapporter om undersøgelser foretaget i Arresø	92

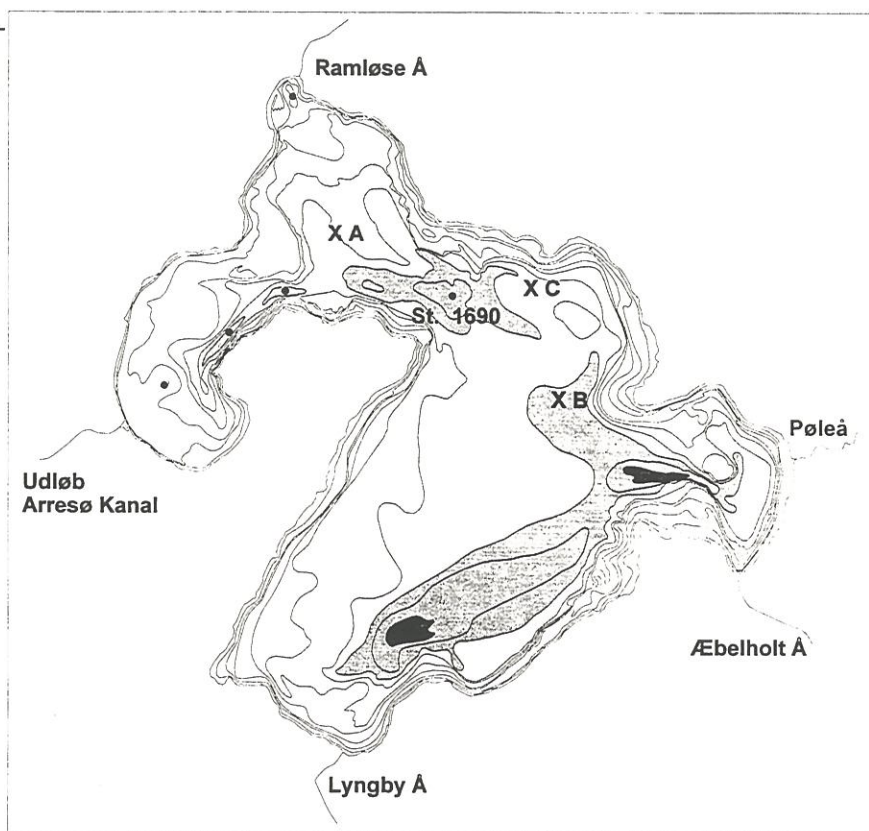
Bilag 1 Indledning

1.1 Dybdekort med målestationer

1.2 Hypsograf

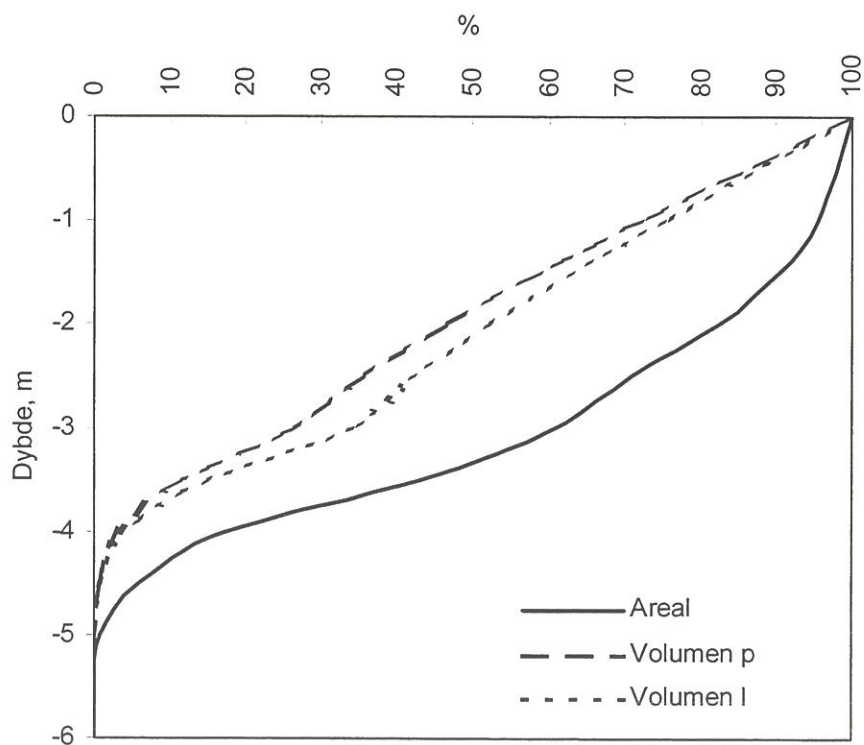
Bilag 1.1

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

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. CORINE

Arresø 1999			Oplandsareal : 21.600 ha
Oplandstype	Areal, ha	%	
Ferske enge	55,7	0,26	
Blandet krat/skov/sommerhuse	464,9	2,15	
Naturligt græs	90,4	0,42	
Søer	3.899,4	18,05	
Tæt bebyggelse	73,3	0,34	
Åben bebyggelse - sommerhuse	458,6	2,12	
Løvskov	558,8	2,59	
Blandet krat/skov	298,1	1,38	
Blandet landbrug/natur	1.959,2	9,07	
Åben bebyggelse	1.616,3	7,48	
Nåleskov	1.162,8	5,38	
Dyrket land	9.603,0	44,46	
Komplekst dyrkningsmønster	1.973,0	9,13	
Mose og kær	169,4	0,78	
Byparker	293,7	1,36	
I alt	21600	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

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 1999 - 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	5295	5700	9977	6396	4140	3342	3202	2918	3491	5378	4150	3133	17093	57122
Regnvandsbetingede udløb	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	2633	6319
Spredt bebyggelse	293	293	293	293	293	293	293	293	293	293	293	293	1465	3516
Atm. deposition	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	24919	59805
Natur	10942	7906	12324	5833	3882	3484	1112	2464	1017	1808	1609	10496	11959	62876
Landbrug	41995	25592	39443	13622	8220	6368	2098	4148	1763	1593	1967	42267	22669	189155
Retention - engsøerne	-378	-241	-578	1424	1954	2526	1848	2371	2104	1872	1101	2437	10871	16509
Samlet tilførsel	64414	45243	68126	30231	20092	16472	10368	12963	9971	12711	12429	59263	69867	362284

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	210	274	497	287	189	170	168	233	232	297	252	262	993	3073
Regnvandsbetingede udløb	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	725	1739
Spredt bebyggelse	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	334	803
Atm. deposition	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	166	399
Natur	490	354	552	261	174	156	50	110	45	81	72	471	536	2817
Landbrug	485	507	696	75	252	386	-77	252	-7	150	-78	677	763	3313
Retention - engsøerne	133	201	129	141	121	210	22	311	167	298	104	278	790	2114
Samlet tilførsel	1297	1179	1861	727	739	747	364	529	348	475	387	1377	2727	10030

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	909	872	1402	1011	732	738	764	591	564	800	615	936	3390	9934
Regnvandsbetingede udløb	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	811	1946
Natur	7958	5749	8963	4242	2823	2534	809	1792	740	1315	1170	7633	8698	45728
Samlet tilførsel	9029	6784	10527	5415	3717	3434	1735	2546	1466	2277	1948	8731	12898	57608

Bilag 4 Vand- og stofbalance

4.1 Balancer på månedsbasis

4.2 Dokumentation for beregninger

4.3 Årsbalancer for Arresø 1989-1999

Arresø 1999

VANDBALANCE

Alle værdier i 1000 m³

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	724	528	785	364	241	184	114	133	104	134	138	619	776	4066
Tilløb 1324	456	305	528	244	168	160	75	113	57	101	78	411	572	2694
Tilløb 1342	3870	3077	4682	2601	1734	1659	755	1183	507	1021	865	4140	5839	26094
Tilløb 1358	585	426	701	334	235	209	119	283	178	181	125	648	1024	4024
Umålt opland	3394	2448	3832	1872	1340	1221	672	835	620	841	742	2914	4687	20729
Tilførsel i alt	9029	6784	10527	5415	3717	3434	1735	2545	1466	2277	1948	8731	12898	57608
Nedbør	2818	1845	2638	1845	2253	4370	1196	5810	1650	2011	822	4952	15279	32207
Ialt	11847	8628	13165	7260	5970	7804	2931	8356	3116	4288	2770	13683	28177	89816

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	10094	6592	8343	5747	2365	1691	1902	1883	1775	3654	3332	3656	9616	51034
Fordampning	109	302	878	2270	3542	3839	4557	3357	2033	793	173	87	17328	21940
Grundvand	1648	1925	3527	1321	1439	756	231	723	1393	1802	1239	1433	4543	17437
Ialt	11852	8818	12748	9338	7347	6286	6690	5963	5201	6249	4745	5176	31487	90411

Magasinering	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
	0	-166	398	-2086	-1387	1487	-3760	2373	-2077	-1972	-1967	8495	-3365	-663

Opholdstid - dage	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
	372	516	454	636	1572	2110	1930	1925	1968	985	1027	973	1868	848

Bilag 4.1

Arresø 1999

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	71	49	74	32	33	22	12	15	12	14	12	67	94	413
Tilløb 1324	68	48	104	26	14	15	6	7	5	25	21	66	46	405
Tilløb 1342	599	666	960	346	423	454	156	203	107	193	151	752	1342	5029
Tilløb 1358	64	46	73	52	34	41	58	122	60	39	23	54	315	667
Umålt opland	462	336	597	238	201	181	100	149	132	171	146	406	763	3117
Tilførsel i alt	1264	1145	1828	694	706	713	331	495	315	442	353	1344	2561	9631
Atm. deposit	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	165	396
lalt	1297	1179	1861	727	739	746	364	528	348	475	386	1377	2726	10027

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	1700	814	1349	1016	319	343	406	395	357	1006	631	753	1821	9090
Grundvand	390	390	639	239	282	141	38	89	230	340	265	313	780	3355
lalt	2090	1204	1988	1255	602	483	444	484	587	1346	896	1065	2600	12444

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasiner	-1748	-2241	-1560	-4757	6378	-1553	-9078	1934	6514	1065	3213	-799	4195	-2633
Retention	956	2221	1429	4228	-6243	1810	8998	-1893	-6752	-1939	-3720	1109	-4079	205
lalt	-792	-20	-131	-530	135	257	-80	41	-238	-873	-508	309	116	-2428

Arresø 1999

STOFBALANCE

Nitrogen, total

Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	7506	4953	7516	3031	1895	1230	762	933	696	823	845	5801	5516	35991
Tilløb 1324	3374	1924	3484	1337	767	620	258	407	188	338	271	2800	2241	15768
Tilløb 1342	17235	13356	19864	7883	4396	3806	1288	2405	1014	2677	2712	21025	12909	97662
Tilløb 1358	2318	1810	3073	1199	665	380	160	388	172	130	157	2060	1765	12512
Umålt opland	28997	18216	29206	11798	7385	5452	2917	3846	2917	3759	3460	22593	22518	140546
Tilførsel i alt	59430	40259	63142	25247	15108	11488	5385	7979	4988	7727	7445	54279	44948	302479
Atrn. deposit	4975	4969	4988	4969	4957	4957	4949	4931	4934	4929	4915	4940	24728	59412
Ialt	64405	45228	68130	30216	20066	16446	10334	12910	9921	12656	12360	59219	69676	361891

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	26652	16049	20085	9906	3827	3313	4269	5009	4717	11496	9785	13154	21135	128262
Grundvand	5016	5460	9380	2566	2850	1466	424	1323	3246	4848	3899	4772	9310	45251
Ialt	31668	21509	29465	12472	6677	4780	4694	6332	7963	16344	13684	17926	30445	173512

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinerings	-7686	-12089	-51599	-68983	-19607	40526	-63319	67387	51469	47020	24623	41547	76456	49289
Retention	40439	35878	90213	86711	32975	-28921	68957	-60846	-49491	-50737	-25921	-292	-37326	138964
Ialt	32754	23789	38614	17728	13368	11605	5638	6541	1978	-3718	-1298	41254	39130	188253

Bilag 4.1

Arresø 1999

STOFBALANCE

Jern

Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 1320	462	364	474	225	179	114	57	33	50	67	50	414	433	2488
Tilløb 1324	470	548	787	199	118	114	34	45	18	258	133	656	328	3379
Tilløb 1342	3786	4728	6637	2210	2351	2452	693	912	561	1208	708	4868	6970	31113
Tilløb 1358	451	390	495	314	234	228	220	505	109	101	62	394	1294	3501
Urmålt opland	2623	2678	3739	1177	795	640	240	227	171	1032	566	3157	2073	17044
Ialt	7791	8708	12132	4125	3675	3547	1243	1722	909	2665	1518	9489	11097	57526

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 1696	1608	921	1433	1147	374	337	361	352	289	789	316	613	1713	8540
Grundvand	408	399	723	227	251	177	32	52	178	207	186	214	690	3054
Ialt	2016	1320	2156	1374	624	514	394	404	466	996	502	828	2402	11594

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinering	-6567	-669	-2022	-6286	5657	1327	-14804	2762	3216	3410	-3948	5340	-1841	-12581
Retention	12341	8056	11998	9037	-2606	1705	15653	-1444	-2773	-1741	4964	3321	10536	58513
Ialt	5775	7388	9976	2751	3051	3033	850	1319	443	1669	1016	8662	8695	45932

VAND- OG STOFBALANCER:

SØNAVN: ARRESØ	ÅR:	1999
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	

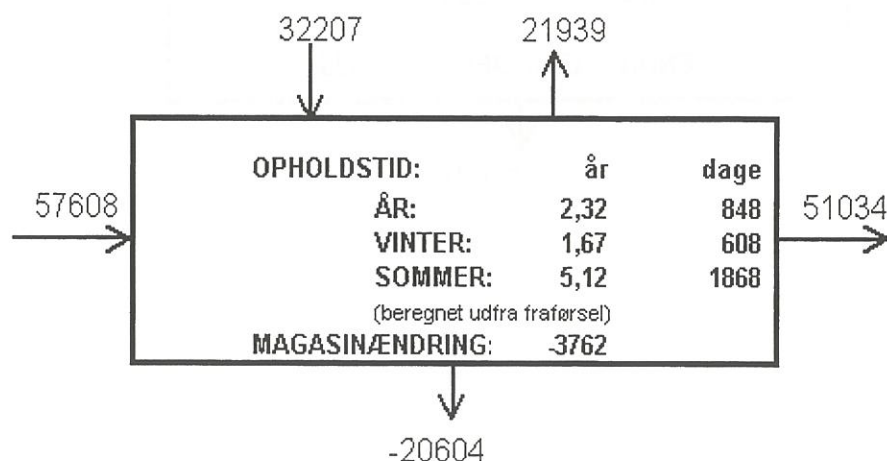
VANDBALANCE(1000m3):

	TILLØB	NEDBØR	TILFØRT	FORDAMP	AFLØB	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN ÆNDRING	DIFF. INCL. MAGASIN ÆNDRING
JAN	9029	2818	11846	109	10094	10204	1643	1358,1523	284
FEB	6784	1845	8628	302	6592	6894	1734	-533,6976	2268
MAR	10527	2638	13165	878	8343	9221	3944	1689,9276	2254
APR	5415	1845	7260	2270	5747	8017	-757	-2022,652	1266
MAJ	3717	2253	5970	3542	2365	5908	62	-1900,041	1962
JUN	3434	4370	7804	3839	1691	5530	2275	-199,7787	2474
JUL	1735	1196	2931	4557	1902	6459	-3529	-700,5116	-2828
AUG	2545	5810	8356	3357	1883	5240	3116	-2327,894	5444
SEP	1466	1650	3116	2033	1775	3808	-692	1300,7052	-1993
OKT	2277	2011	4288	793	3654	4447	-159	-1873,033	1714
NOV	1948	822	2770	173	3332	3505	-736	-2353,187	1617
DEC	8731	4952	13683	87	3656	3743	9940	3800,0826	6140
SUM	57608	32207	89815	21939	51034	72974	16842	-3761,927	20604

VANDBALANCE(1000m3):

ARRESØ

1999

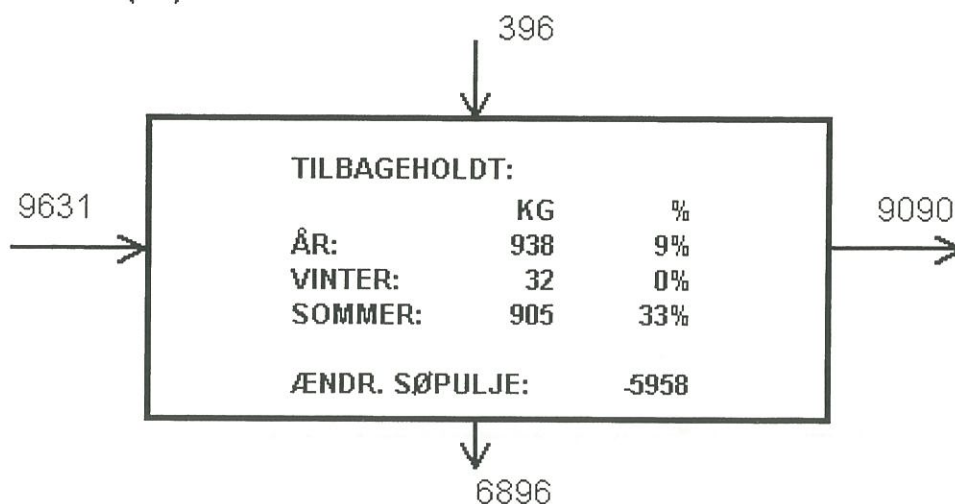


Bilag 4.2

FOSFORBALANCE(KG): ARRESØ
1999

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	1264	33,2	1297,2	1700	-403	30514
FEB	1145	33,1	1178,5	814	364	25393
MAR	1828	33,3	1861,3	1349	512	22401
APR	694	33,1	726,8	1016	-289	19689
MAJ	706	33,0	738,7	319	419	24230
JUN	713	33,0	746,3	343	404	21996
JUL	331	33,0	364,3	406	-42	19899
AUG	495	32,9	528,3	395	133	12921
SEP	315	32,9	348,1	357	-9	21189
OKT	442	32,9	474,7	1006	-531	22066
NOV	353	32,8	386,2	631	-245	24401
DEC	1344	32,9	1376,9	753	624	24556
SUM	9631	396,1	10027,3	9090	938	

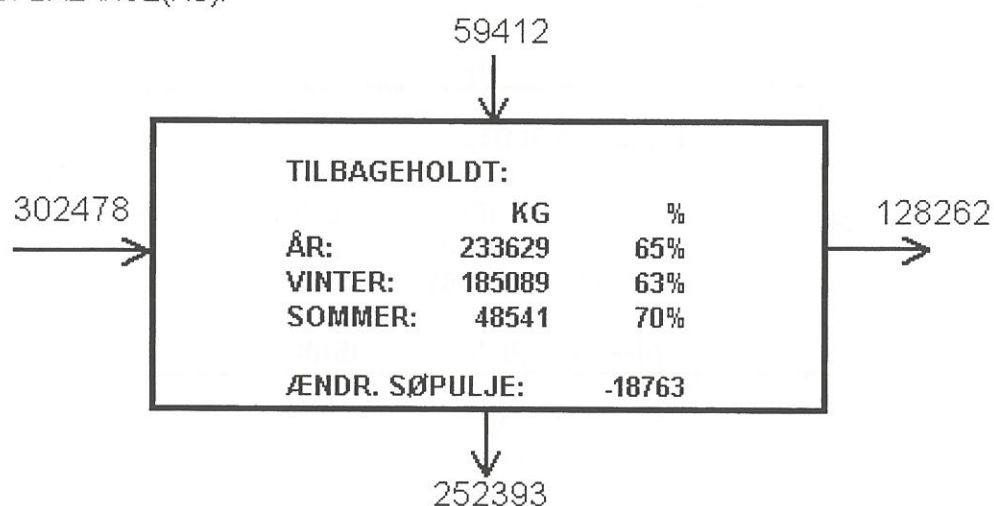
FOSFORBALANCE(KG):
ARRESØ
1999



KVÆLSTOFBALANCE(KG): ARRESØ
1999

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	59430	4975	64405	26652	37753	380212
FEB	40259	4969	45228	16049	29179	348701
MAR	63142	4988	68130	20085	48045	327776
APR	25247	4969	30216	9906	20310	226753
MAJ	15108	4957	20065	3827	16238	233301
JUN	11488	4957	16445	3313	13132	226503
JUL	5385	4949	10334	4269	6065	216170
AUG	7979	4931	12910	5009	7901	205416
SEP	4988	4934	9922	4717	5205	285232
OKT	7727	4929	12657	11496	1161	317049
NOV	7445	4915	12360	9785	2575	359169
DEC	54279	4940	59219	13154	46065	361448
SUM	302478,4	59412	361890,7	128262	233629	

KVÆLSTOFBALANCE(KG):
ARRESØ
1999

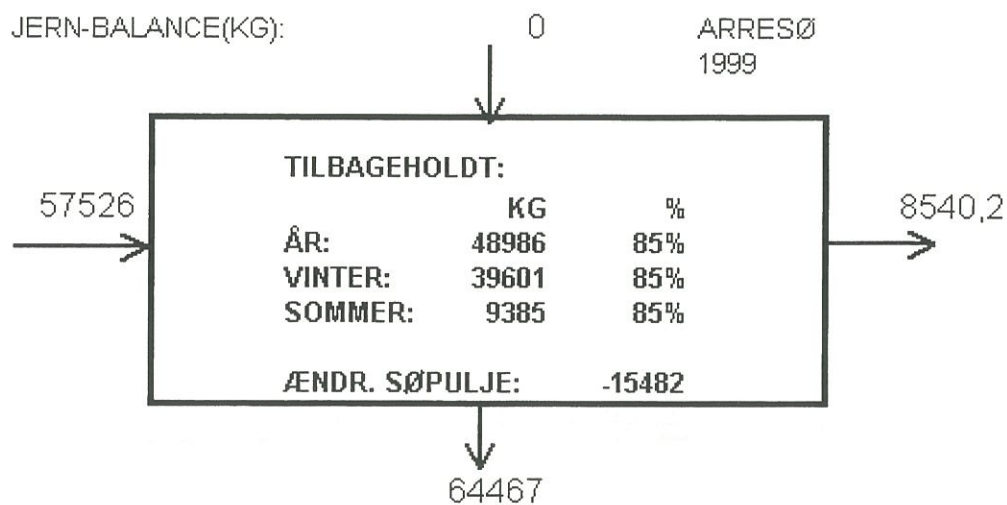


Bilag 4.2

JERN-BALANCE(KG):

ARRESØ
1999

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	7791	0,00	7791	1608	6183	32693
FEB	8708	0,00	8708	921	7787	25515
MAR	12132	0,00	12132	1433	10699	25026
APR	4125	0,00	4125	1147	2978	18896
MAJ	3675	0,00	3675	374	3302	20391
JUN	3547	0,00	3547	337	3210	26752
JUL	1243	0,00	1243	361	882	18360
AUG	1722	0,00	1722	352	1371	8185
SEP	909	0,00	909	289	620	21189
OKT	2665	0,00	2665	789	1877	22066
NOV	1518	0,00	1518	316	1202	17103
DEC	9489	0,00	9489	613	8876	17212
SUM	57526	0	57526	8540	48986	



SØSKEMA 1, 1999 - 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
Vandtilførsel ¹⁾	33,10	39,10	52,70	41,30	43,00	66,50	52,50	20,45	25,26	63,57	57,61
Nedbør ^{1a)}	0	0	0	0	0	30,95	23,30	17,30	23,20	35,52	32,21
Total tilførsel	33,10	39,10	52,70	41,30	43,00	97,45	75,80	37,75	48,47	99,09	89,82
Vandfraførsel ²⁾	39,90	50,70	74,40	48,30	44,00	64,50	57,00	11,45	16,97	61,25	51,03
Fordampning ^{2a)}	0	0	0	0	0	25,64	24,90	23,14	25,03	23,49	21,94
Total fraførsel	39,90	50,70	74,40	48,30	44,00	90,14	81,90	34,59	42,00	84,73	72,97
Udsivning	-6,80	-11,60	-21,70	-7,00	-1,00	12,35	0,50	8,63	7,99	13,66	17,51
Magasinændring ³⁾	0	0	0	0	0	-5,04	-6,60	-5,47	-1,53	0,70	-0,66
Fosfor t P/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
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
- b) Regnvandsbetinget	2,03	2,03	2,03	2,38	2,22	2,22	2,23	1,60	2,69	2,57	1,74
- c) Industri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- d) Dambrug	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
Baggrundsbidrag ^{5a)}							3,68	0,70	1,26	3,69	2,79
Dyrkningsbidrag ^{5b)}							0,57	-1,33	-0,45	2,86	3,34
Diffus tilførsel ^{5c)}	-3,52	-3,48	6,23	-1,79	-1,22	-11,09	4,24	-0,63	0,82	6,55	6,13
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
Andet ⁷⁾ (søretention)	0	0	0	0	0	8,98	4,59	-0,02	1,76	2,46	2,11
Total tilførsel⁸⁾	27,10	22,78	23,57	11,58	10,93	11,15	8,55	5,53	5,14	10,52	10,03
Magasinændring ³⁾	13,10	4,78	-1,43	-8,22	-6,18	-20,10	-14,72	3,47	1,13	-2,59	0,94
Total fraførsel⁹⁾	14,00	18,00	25,00	19,80	17,11	31,25	23,27	2,06	4,01	13,11	9,09
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
Retention	13	4,78	-1,43	-8,22	-6,18	-20,10	-14,72	3,47	1,13	-2,59	0,94
Retention - procent	48	21	-6	-71	-57	-180	-172	63	22	-25	9
Kvælstof t N/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
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
- b) Regnvandsbetinget	7	7	7	9	9	8,6	8,9	6,36	10,726	10,172	6,32
- c) Industri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- d) Dambrug	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
Baggrundsbidrag ^{5a)}							75,60	14,20	36,12	116,34	62,88
Dyrkningsbidrag ^{5b)}							155,54	27,38	37,82	260,05	189,15
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
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
Andet ⁷⁾ (søretention)	0	0		0	0	22,9	12,1	6,6	18,7	12,8	16,51
Total tilførsel⁸⁾	359,00	425,00	564,00	458,00	426,00	516,00	374,48	172,92	176,01	485,44	361,89
Magasinændring ³⁾	261,00	315,00	494,00	291,00	280,00	217,80	169,48	151,92	131,08	302,65	233,63
Total fraførsel⁹⁾	98,00	110,00	70,00	167,00	146,00	298,20	205,00	21,00	44,94	182,79	128,26
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
Retention	261	315	494	291	280	218	169	152	131	303	234
Retention - procent	73	74	88	64	66	42	45	88	74	62	65
Naturlig baggrundsconcentration ¹¹⁾ :											
Total-N mg N/l							1,44	0,69	1,43	1,83	1,38
Total-P mg P/l							0,07	0,03	0,05	0,06	0,06

Bilag 4.3

Anvendte normtal pr. PE for kvælstof: 4.4 kg N/år Fosfor: 1 kg P/år.

Før 1994 satte vi nedbør = fordampning, vi kan derfor ikke gøre rede for de tal der er skrevet der.

1) og 2): For at lette overskueligheden har vi skilt den beregnede ind/udsivning ud fra til- og fraførslen

Forklaringer til SKEMA 1

- 1) Vandtilførsel fra målt opland+umålt opland. Excl. nedbør og indsivning.
- 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. baggrundsbelastning.
- 6) 15 kg N/ha/år og 0,10 kg P/ha/år (jf. DMU's vejledning til Vandløbsskema 1)
- 7) Evt. bidrag fra fugle, løvfald o.l. Nettotabet i Solbjerg og Strødam Engsøer indsat fra 1999.
- 8) Summen af 4-7
- 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 5 Udvikling i miljøtilstand

- 5.1 Temperatur og iltprofiler 1999
- 5.2 Sigtdybde, pH og vandkemi 1999
- 5.3 Gennemsnit for nøgleparametre 1985-1999
- 5.4 Regressionsanalyser 1989-1999
- 5.5 Planteplankton biomasse 1999
- 5.6 Planteplankton biomasse 1989-99
- 5.7 Dyreplankton biomasse 1999
- 5.8 Dyreplankton biomasse 1989-99
- 5.9 Tæthed og biomasse af fiskeyngel
- 5.10 Længdefordeling af fiskeyngel

TEMPERATUR, °C		Dato																	
Dybde, m		06-01-1999	03-02-1999	24-03-1999	13-04-1999	27-04-1999	11-05-1999	25-05-1999	08-06-1999	22-06-1999	06-07-1999	20-07-1999	03-08-1999	17-08-1999	31-08-1999	22-09-1999	20-10-1999	02-11-1999	30-11-1999
Overflade		2,5	1,1	2,9	9	11,1	11,3	14,5	16,4	18	19,6	21,2	22,6	18,3	17,9	16,5	8,8	9	4
1		2,5	1	2,9	9	11	11,3	14,4	16,4	18	19,6	21,2	22,6	18,2	17,9	16,4	8,8	9	4
2		2,5	1	2,9	8,9	11	11,3	14,3	16,4	18	19,6	21,1	22,5	18	17,9	16,3	8,8	9	4
3		2,5	0,9	2,9	8,9	11	11,3	14,3	16,4	18	19,6	21	22,4	17,9	17,9	16,3	8,8	9	4
4		2,5	0,9	2,9	8,9	11	11,3	14,2	16,4	17,8	19,6	21	21,3	17,9	17,8	16,2	8,8	9	3,9
Bund		2,5	0,9	2,9	8,9	11	11,2	14,2	16,3	17,7	19,5	21	20,8	17,8	17,7	16,2	8,8	9	3,9

Bilag 5.1 Arresø 1999. Temperaturprofiler

ILTKONC., mg/l		Dato																		
Dybde, m		06-01-1999	03-02-1999	24-03-1999	13-04-1999	27-04-1999	11-05-1999	25-05-1999	08-06-1999	22-06-1999	06-07-1999	20-07-1999	03-08-1999	17-08-1999	31-08-1999	22-09-1999	20-10-1999	02-11-1999	30-11-1999	
Overflade		13,8	13,5	14,9	12,1	14,8	11,2	10,3	10,2	9,6	9,8	9,6	10,2	10,6	10,6	9,6	7,7	9,6	10,8	12,3
1		13,9	14,4	14,9	12,1	15,1	10,9	10,3	10,4	9,6	9,7	9,6	10,3	10,4	10,4	9,6	7,5	9,5	10,8	12,3
2		13,8	14,8	14,9	12,1	15,1	10,7	10	10,3	9,6	9,7	9,3	10,3	9,4	9,4	9,6	7	9,4	10,6	12,3
3		13,9	15	14,9	12,1	15,2	10,7	9,8	10,3	9,5	9,7	9,1	10,2	8,9	9,5	9,5	6,8	9,4	10,6	12,3
4		13,8	15	14,9	12,2	15,1	10,6	9,8	10,4	9,2	9,7	9,1	5,2	8,5	9,7	6,6	9,4	10,6	12,3	
Bund		13,9	15	14,8	12,1	15,1	9,9	9,7	10,1	9	7	8,7	0,5	8,4	9,2	6,2	9,2	10,6	12,3	

ILTPROC., %		Dato																	
Dybde, m		06-01-1999	03-02-1999	24-03-1999	13-04-1999	27-04-1999	11-05-1999	25-05-1999	08-06-1999	22-06-1999	06-07-1999	20-07-1999	03-08-1999	17-08-1999	31-08-1999	22-09-1999	20-10-1999	02-11-1999	30-11-1999
Overflade		104	98	112	108	134	100	102	105	102	108	108	117	115	102	81	82	94	94
1		103	102	112	108	136	99	101	106	102	107	108	117	113	102	78	81	94	94
2		103	104	112	108	136	99	99	105	101	107	108	118	103	102	73	81	93	94
3		103	105	112	108	137	99	97	106	101	108	102	116	95	101	71	81	93	94
4		103	105	112	108	137	98	97	106	97	108	103	56	91	102	67	81	93	94
Bund		103	105	112	108	137	92	95	100	96	90	88	5	91	102	64	78	93	94

Bilag 5.1 Arresø 1999. Iltoprofiler

Bilag 5.2

ARRESØ 1999. Sigtedybde, pH og vandkemi.

VANDKEMI, blandingsprøve PARAMETER	Dato																			
	06-01-1999	03-02-1999	03-03-1999	24-03-1999	13-04-1999	27-04-1999	11-05-1999	25-05-1999	08-06-1999	22-06-1999	06-07-1999	20-07-1999	03-08-1999	17-08-1999	31-08-1999	22-09-1999	20-10-1999	02-11-1999	30-11-1999	
Sigtedybde, m	0,3	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5	0,6
pH (lab)	8,1	8,4	8,6	8,7	9,2	9,1	9	9,2	9,2	9	9,1	9,2	9,2	9,1	9	7,1	8,1	8,1	8,1	8,1
pH (felt)		8,6	9,1	9,1	9,3	9,3	9,5	9,2	9,2	9,2	9,1	9,3	9,2	8,9	9,1	9,2	8,2	8,5	8,4	7,8
Total alkalinitet, mmol/l	2,5	2,56	2,66	2,71	2,54	2,02	1,73	1,71	1,85	1,92	1,81	1,63	1,51	1,51	1,69	1,81	2,19	2,64	2,77	2,86
Total fosfor, mg/l	0,252	0,209	0,193	0,174	0,192	0,131	0,181	0,223	0,174	0,196	0,177	0,159	0,096	0,125	0,124	0,182	0,19	0,198	0,198	0,23
Orthofosfat mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	0,043	0,005	0,04	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,017	0,038	0,065	0,065
Total kvælstof, mg/l	3,14	2,87	2,79	2,58	1,99	1,73	2,07	1,82	1,5	2,31	1,79	1,86	1,37	1,86	2,04	2,45	2,73	3,03	3,03	3,27
Nitrit-nitrat kvælstof, mg/l	0,64	0,81	0,83	0,7	0,05	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,18	0,35	0,44	0,44
Ammoniak-ammonium kvælstof, mg/l	0,17	0,08	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,2	0,77	0,8	0,99	0,99
N/P forhold (total)	12	14	14	14	10	13	11	8	9	12	10	12	14	15	16	13	14	15	15	14
N/P forhold (opløst)	162	178	168	142	14	6	4	2	1	8	2	3	6	8	4	44	56	30	22	22
Klorofyl a, µg/l	270	190	210	190	280	130	185	150	176	220	130	140	80	110	110	170	110	111	111	120
GT, Susp. stof, mg/l	48	29	33	25	42	28	40	39	39	43	41	40	22	28	31	28	22	26	26	27
Suspenderet stof, mg/l	58	39	47	33	51	41	57	45	52	68	60	44	31	40	43	38	31	38	38	39
Ledningsevne, mS/m	53,9	54,5	54,5	55	50,8	47,4	45,3	45	46,3	46,5	46,2	45	44,5	46	47,2	50,5	55	57	57	56
Silikat, mg/l	0,51	0,27	0,31	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	0,16	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,27
Jern, mg/l	0,27	0,21	0,21	0,2	0,18	0,13	0,18	0,16	0,23	0,22	0,19	0,12	0,07	0,07	0,1	0,14	0,11	0,17	0,17	0,13

Bilag 5.2
Vandkemiske og fysiske data for Arresø 1999

Årstal		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sigt dybde	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
	Median	0,3	0,3	0,36	0,36	0,4	0,33	0,37	0,4	0,25	0,31	0,31	0,44	0,39	0,47	0,42
Sigt dybde (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,4	0,29	0,38	0,47	0,48	0,43	0,35	0,43	0,3	0,41	0,43	0,46	0,4	0,39	0,36
	75% fraktil	0,5	0,35	0,4	0,62	0,52	0,5	0,39	0,46	0,3	0,51	0,52	0,51	0,45	0,46	0,40
	25% fraktil	0,28	0,2	0,34	0,33	0,4	0,33	0,3	0,4	0,23	0,29	0,31	0,34	0,33	0,32	0,32
	Median	0,42	0,29	0,4	0,47	0,5	0,4	0,34	0,4	0,28	0,43	0,37	0,44	0,39	0,40	0,36
Klorofyl	Gennemsnit	216	240	207	274	256	345	336	393	552	413	438	224	245	201	162
	Median	241	246	207	254	255	340	327	380	566	372	402	230	218	188	154
Klorofyl (1/5-1/10)	Gennemsnit	192	263	246	215	142	265	343	298	507	331	244	165	180	224	146
	75% fraktil	263	309	258	213	166	330	416	390	625	415	315	234	239	282	168
	25% fraktil	131	227	209	94	101	186	251	199	350	208	154	90	116	167	115
	Median	198	249	221	127	139	270	319	324	469	292	225	130	156	197	150
Silikat	Gennemsnit	1,25	0,78	2,29	4,13	5,42	6,18	5,25	5,82	6,51	5,7	4,78	2,61	0,06	0,08	0,15
	Median	1,3	0,76	2,33	4,44	5,33	6,24	5,39	5,77	6,55	5,61	4,6	3	0,03	0,03	0,05
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
	75% fraktil	1,9	1,05	3,75	4,04	5,71	6,9	5,26	6,1	6,84	5,7	4,61	3,1	0,03	0,03	0,08
	25% fraktil	0,41	0,46	1,5	2,86	5,17	5,94	4,4	5,72	6,39	5,39	4,47	2,36	0,03	0,03	0,03
	Median	1,23	0,69	2,72	3,86	5,58	6,33	4,85	5,91	6,7	5,56	4,52	2,91	0,03	0,03	0,03
NH4-H	Gennemsnit	0,24	0,04	0,1	0,15	0,07	0,03	0,11	0,05	0,06	0,03	0,02	0,04	0,11	0,14	0,24
	Median	0,15	0,02	0,01	0,1	0,06	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,02
NH4-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	0,04
	Median	0,3	0,01	0,01	0,06	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
NO2-N	Gennemsnit	0,88	0,6	0,07	0,52	0,2	0,21	0,23	0,3	0,49	0,42	0,24	0,06	0,11	0,34	0,30
	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	0,12
NO2-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	0,02
	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	0,02
TOT-N	Gennemsnit	4,28	3,24	2,25	3,04	3	3,5	2,99	3,72	4,63	3,61	3,38	2,5	2,66	2,84	2,44
	Median	4,46	3,21	2,14	3,13	3,01	3,58	2,91	3,24	4,8	3,22	2,76	2,46	2,71	2,79	2,48
TOT-N (1/5-1/10)	Gennemsnit	3,5	2,58	2,03	1,85	2,27	3,09	3,02	2,6	3,51	2,54	1,96	1,96	2,24	2,68	1,93
	75% fraktil	4,03	3,14	2,35	1,8	2,42	3,6	3,2	3,13	4,35	2,81	2,22	2,11	2,53	3,00	2,08
	25% fraktil	2,9	1,9	1,73	1,43	2,05	2,72	2,59	1,89	2,5	2,25	1,7	1,76	1,87	2,37	1,76
	Median	3,28	2,15	2	1,66	2,21	2,98	3,01	2,9	3,76	2,54	1,91	1,91	2,14	2,66	1,90
pH	Gennemsnit	8,68	-	-	9,26	9,35	9,45	9,3	9,3	9,29	9,1	9,11	8,87	8,89	8,79	8,54
	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
	25% fraktil	8,1			8,6	8,91	8,93	8,69	8,45	8,53	8,39	8,56	8,48	8,53	8,40	8,10
	Median	8,38	-	-	9,34	9,49	9,72	9,43	9,5	9,31	8,83	9,2	8,81	8,97	8,70	8,51
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
	Median	9,1	-	-	9,94	9,97	9,98	9,81	10,05	10,16	9,95	9,8	9,4	9,27	9,22	9,06
PO4-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	0,02
	Median	0,71	0,47	0,33	0,27	0,1	0,15	0,12	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,003	0,00
PO4-P (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,53	0,24	0,2	0,07	0,03	0,09	0,07	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,01
	Median	0,59	0,23	0,19	0,04	0,03	0,09	0,08	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,01
TOT-P	Gennemsnit	1	0,91	0,65	0,55	0,46	0,51	0,41	0,43	0,55	0,41	0,4	0,24	0,23	0,21	0,19
	Median	1	0,93	0,61	0,61	0,51	0,57	0,43	0,41	0,58	0,36	0,35	0,24	0,19	0,21	0,19
TOT-P (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,85	0,71	0,57	0,32	0,28	0,41	0,41	0,32	0,47	0,3	0,24	0,2	0,18	0,24	0,16
	75% fraktil	0,97	0,86	0,62	0,4	0,35	0,53	0,47	0,4	0,57	0,35	0,29	0,26	0,22	0,28	0,18
	25% fraktil	0,64	0,52	0,54	0,18	0,2	0,25	0,36	0,25	0,35	0,21	0,17	0,14	0,15	0,21	0,13
	Median	0,9	0,63	0,57	0,29	0,24	0,42	0,41	0,34	0,49	0,25	0,22	0,18	0,17	0,25	0,17
COD partik.	Gennemsnit	-	-	-	61	65	87	88	99	149	115	119	64	62	-	-
	Median	-	-	-	59	65	85	85	94	156	95	110	65	53	-	-
COD partik. (1/5-1/10)	Gennemsnit	-	-	-	46	54	70	74	82	144	94	79	56	53	-	-
	Median	-	-	-	30	52	72	69	82	145	80	71	49	50	-	-

Bilag 5.3 Gennemsnits- og fraktilværdier for udvalgte parametre i Arresø 1985-1999.

Bilag 5.4

Logtransformeret sommergnsn. - sigtddybde 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,249842758
R-kvadreret	0,062421404
Justeret R-kvadreret	-0,041754
Standardfejl	0,052964873
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,00168091	0,0016809	0,59919524	0,45873577
Residual	9	0,0252475	0,0028053		
I alt	10	0,02692841			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	8,198136363	10,0697176	0,8141377	0,436576444	-14,5811649	30,977438	-14,5811649	30,9774376
X-variabel 1	-0,00390909	0,00505	-0,774077	0,45873577	-0,015332999	0,0075148	-0,015332999	0,00751482

Logtransformeret sommergnsn. - klorofyl a 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,330971
R-kvadreret	0,109541
Justeret R-kvadreret	0,010602
Standardfejl	0,172672
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,03301	0,03301	1,107153	0,320131318
Residual	9	0,268339	0,029815		
I alt	10	0,301349			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	36,92283	32,82843	1,124721	0,289808	-37,34030618	111,186	-37,3403	111,186
X-variabel 1	-0,01732	0,016464	-1,05221	0,320131	-0,054566452	0,01992	-0,05457	0,01992

Logtransformeret sommergnsn. - planteplanktonbiomasse 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,496983427
R-kvadreret	0,246992527
Justeret R-kvadreret	0,16332503
Standardfejl	0,102631954
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,03109512	0,031	2,95207	0,11989085
Residual	9	0,09479986	0,011		
I alt	10	0,12589498			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	34,83539668	19,5124568	1,785	0,10787	-9,304880965	78,975674	-9,304880965	78,9756743
X-variabel 1	-0,01681318	0,00978557	-1,72	0,11989	-0,038949697	0,0053233	-0,038949697	0,00532334

Logtransformeret sommergnsn. - total-N 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,510793834
R-kvadreret	0,260910341
Justeret R-kvadreret	0,178789267
Standardfejl	0,079542547
Observationer	11

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,02010183	0,02	3,17714	0,10835543
Residual	9	0,05694315	0,006		
I alt	10	0,07704498			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	27,34996763	15,1226831	1,809	0,10398	-6,8599444	61,55988	-6,859944379	61,5598796
X-variabel 1	-0,01351828	0,00758408	-1,78	0,10836	-0,0306747	0,0036381	-0,030674685	0,00363812

Logtransformeret årsgnsn. - Total-N, indløbskonc. 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,848184525
R-kvadreret	0,719416988
Justeret R-kvadreret	0,688241098
Standardfejl	0,072156034
Observationer	11

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,1201454	0,12	23,0761	0,000968637
Residual	9	0,04685844	0,005		
I alt	10	0,16700384			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	66,72278928	13,7183543	4,864	0,00089	35,68969219	97,755886	35,68969219	97,7558864
X-variabel 1	-0,03304892	0,00687981	-4,8	0,00097	-0,048612135	-0,017486	-0,048612135	-0,0174857

Logtransformeret sommergnsn. - silikat 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,801398971
R-kvadreret	0,64224031
Justeret R-kvadreret	0,602489233
Standardfejl	0,647356227
Observationer	11

ANOVA

	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	6,77072734	6,771	16,1566	0,003020238
Residual	9	3,77163076	0,419		
I alt	10	10,5423581			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	494,8162647	123,075806	4,02	0,00302	216,399237	773,23329	216,399237	773,233292
X-variabel 1	-0,24809689	0,06172299	-4,02	0,00302	-0,38772411	-0,10847	-0,38772411	-0,10846967

Bilag 5.4

Logtransformeret sommergnsn. - tot-P 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,769864788
R-kvadreret	0,592691791
Justeret R-kvadreret	0,547435324
Standardfejl	0,103230879
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,13956211	0,14	13,0963	0,005581493
Residual	9	0,09590953	0,011		
I alt	10	0,23547163			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	70,46593845	19,6263249	3,59	0,00584	26,06807318	114,8638	26,06807318	114,863804
X-variabel 1	-0,03561947	0,00984268	-3,62	0,00558	-0,057885169	-0,013354	-0,057885169	-0,01335376

Logtransformeret årgnsn. - Total-P, indløbskoncentration 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,870164429
R-kvadreret	0,757186134
Justeret R-kvadreret	0,730206816
Standardfejl	0,130611695
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,47877979	0,479	28,0654	0,000495373
Residual	9	0,15353473	0,017		
I alt	10	0,63231452			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	130,9617774	24,8319842	5,274	0,00051	74,78788372	187,13567	74,78788372	187,135671
X-variabel 1	-0,06597381	0,01245334	-5,3	0,0005	-0,094145235	-0,037802	-0,094145235	-0,03780238

Logtransformeret sommergnsn. - pH 1989-99

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,877244578
R-kvadreret	0,76955805
Justeret R-kvadreret	0,743953389
Standardfejl	0,010008639
Observationer	11

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,00301073	0,003	30,0554	0,000389013
Residual	9	0,00090156	1E-04		
I alt	10	0,00391229			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	11,41429867	1,90284928	5,999	0,0002	7,109751257	15,718846	7,109751257	15,7188461
X-variabel 1	-0,00523166	0,00095429	-5,48	0,00039	-0,007390412	-0,003073	-0,007390412	-0,00307292

Sag: Arrisø 1999		Station: 1690												Vægtet Vægtet							
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS		Dybde: Blanding												gns. gns.							
Emne: Planterplancton volumensbiomasse, mm^3/l		06-jan 03-feb 24-mar 13-apr 27-apr 11-maj 25-maj 08-jun 22-jun 06-jul 20-jul 03-aug 17-aug 31-aug 22-sep 20-okt 02-nov 30-nov 30-sep												01-mar 01-maj							
Dato:																					
mm^3/l		1,287	1,034	1,249	4,070	4,744	4,403	2,726	2,971	3,926	4,591	12,072	11,843	13,384	10,549	8,320	4,260	3,914	2,760	5,891	7,504
BLÅGRØNALGER				0,066	0,066														0,523	0,012	0,000
REKYLALGER		5,051	3,339	6,675	6,170	1,619	2,612	0,576	0,386	0,523	0,470	0,705	0,348	0,763	0,918	0,816	1,092	0,811	0,309	1,886	0,829
KISELALGER		9,746	8,097	5,699	11,214	5,405	9,071	8,353	12,175	16,182	8,858	7,850	2,925	3,630	3,005	3,268	1,657	2,036	2,419	6,392	7,205
GRØNALGER		0,397	0,281	0,314	0,322	0,409	0,259	0,292	0,236	0,296	0,462	0,453	0,272	0,342	0,384	0,449	0,307	0,183	0,281	0,331	0,350
UBESTEMTE OG FÅTALLIGE ARTER		16,482	12,751	14,004	21,842	12,178	16,346	11,946	15,768	20,927	14,381	21,079	15,388	18,119	14,856	12,853	7,317	6,943	6,292	14,514	15,887
TOTAL		8	8	9	19	39	27	23	19	19	32	57	77	74	71	65	58	56	44	41	47
procent		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
BLÅGRØNALGER		31	26	48	28	13	16	5	2	2	3	3	2	4	6	6	15	12	5	13	5
REKYLALGER		59	64	41	51	44	55	70	77	77	62	37	19	20	20	25	23	29	38	44	45
KISELALGER		2	2	2	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	3	4	3	4	2	2
GRØNALGER		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
UBESTEMTE OG FÅTALLIGE ARTER																					
TOTAL																					

Bilag 5.6

SØ: ARRESØ 1985-1999															
STATION: 1690															
KONSULENT: Miljøbiologisk Laboratorium ApS															
DYBDE: Blandingsprøver															
EMNE: Planteplankton biomassegennemsnit og procentvis sammensætning i sommerperioden (1.5.-30.9)															
ÅR	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
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
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
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
BLÅGRØNALGER ialt	0,04	0,06		0,04			0,06			0,01				0,11	0,00
REKYLALGER									0,03						
FUREALGER		0,00			0,08	0,60	0,16	0,07	0,01	0,58	0,11	0,42	1,49	1,33	0,83
KISELALGER	2,67	2,60	0,31	0,31							0,02	0,01		0,05	
STILKALGER			0,05								13,45	9,41	6,92	9,01	7,21
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
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
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
ÅRSMAKSIMUM	66	57	30	63	34	81	44	45	54	45	39	24	35	37	22
Måned	aug-sep	aug	maj+sep	sep	okt	sep	maj	dec	jul	sep	feb	maj+nov	sep+dec	maj	apr+jul
procent															
BLÅGRØNALGER	71	13	11	54	31	67	14	30	38	18	13	23	54	51	47
REKYLALGER	0	0		0			0		0		0	0		1	0
FUREALGER		0							0		0	0			
KISELALGER	8	9	1	1	0	2	1	0	0	2	1	3	8	6	5
STILKALGER			0								0	0			
GRØNALGER	20	69	76	38	62	30	84	68	61	79	85	73	36	41	46
UBESTEMTE ARTER	1	9	12	7	7	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2

Sag: Arresø 1999														Vægtet gns.	Vægtet gns.			
Station:														24-mar	31-okt			
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS																		
Dybde: Blanding																		
Emne: Dyreplankton biomasse, mg våd væggtfliter																		
Dato:		24-mar	13-apr	27-apr	11-maj	25-maj	08-jun	22-jun	06-jul	20-jul	03-aug	17-aug	31-aug	22-sep	20-okt	02-nov	31-okt	30-sep
mg våd væggtfliter																		
CILIATER		0,047	0,184	0,122	0,109	0,100	0,064	0,293	0,125	0,065	0,032	0,081	0,117	0,163	0,147	0,079	0,121	0,117
ROTATORIER		0,030	0,125	0,149	0,714	0,503	0,221	0,465	0,508	0,254	0,050	0,222	0,183	0,106	0,142	0,183	0,246	0,306
CLADOCERER		0,143	0,062	0,661	2,793	16,580	12,643	2,704	0,069	1,328	9,143	5,183	4,961	9,219	39,957	20,948	8,374	6,622
CALANOIDE COPEPODER		0,357	0,317	0,437	0,525	0,967	0,876	0,544	0,507	0,717	1,324	1,217	0,664	1,122	0,087	0,250	0,680	0,834
CYCLOPOIDE COPEPODER		0,555	1,598	1,569	2,111	1,067	0,299	0,290	0,236	0,927	0,365	0,367	0,454	1,361	0,332	0,631	0,828	0,767
TOTAL		1,132	2,286	2,939	6,252	19,216	14,103	4,296	1,445	3,291	10,915	7,070	6,379	11,971	40,665	22,092	10,249	8,646
procent																		
CILIATER		4	8	4	2	1	0	7	9	2	0	1	2	1	0	0	1	1
ROTATORIER		3	5	5	11	3	2	11	35	8	0	3	3	1	0	1	2	4
CLADOCERER		13	3	23	45	86	90	63	5	40	84	73	78	77	98	95	82	77
CALANOIDE COPEPODER		32	14	15	8	5	6	13	35	22	12	17	10	9	0	1	7	10
CYCLOPOIDE COPEPODER		49	70	53	34	6	2	7	16	28	3	5	7	11	1	3	8	9
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bilag 5.8

SØ: ARRESØ 1989-1999											
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
Gennemsnit											
mg våd vægt/liter											
CILIATER	0,05	0,28	0,06	-	-	-	0,12	0,05	0,08	0,15	0,12
ROTATORIER	0,45	0,67	0,21	1,23	0,52	0,47	0,53	0,38	0,35	0,43	0,31
CLADOCERER	1,50	6,50	10,20	2,08	8,64	7,01	2,13	3,17	1,74	5,58	6,62
COPEPODER	0,97	1,60	0,95	0,68	1,03	0,88	1,81	2,14	2,17	1,19	1,60
TOTAL DYREPLANKTONBIOMASSE	2,97	9,05	11,42	3,99	10,19	8,37	4,60	5,74	4,34	7,35	8,65
MAKSIMAL BIOMASSE	5,60	15,40	55,10	9,50	24,10	19,81	11,88	18,14	5,73	25,34	40,67
måned	okt	aug	jun	jun	jun	jun	okt	jun	aug	jun	okt
Procent											
CILIATER	2	3	1	-	-	-	3	1	2	2	1
ROTATORIER	15	7	2	31	5	6	12	7	8	6	4
CLADOCERER	51	72	89	52	85	84	46	55	40	76	77
COPEPODER	33	18	8	17	10	11	39	37	50	16	19

Bilag 5.9.1

Den beregnede tæthed af fiskeyng-
len hos de respektive arter i lit-
toralzonen og i pelagiet i Arresø
juli 1999.

	Antal/m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle	0,779	0,507	68	94
Brasen	0,288	0,021	25	4
Ubestemt karpesfisk	0,017	0,004	1	1
Regnløje 1+	0,034	0,000	3	0
Aborre	0,034	0,004	3	1

Bilag 5.9.2

Den beregnede tæthed af fiskeyng-
len hos de respektive grupper i
littoralzonen og i pelagiet i Arresø
juli 1999.

	Antal/m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpesfisk	1,117	0,532	97	99
Aborrefisk	0,034	0,004	3	1
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	1,151	0,536	100	100

Bilag 5.9.3

Den beregnede biomassetæthed af
fiskeynglen hos de respektive arter
i littoralzonen og i pelagiet i Ar-
resø juli 1999.

	Spritvægt/m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle	0,265	0,172	76	97
Brasen	0,024	0,002	7	1
Ubestemte karpesfisk	0,000	0,000	0	0
Regnløje 1+	0,039	0,000	11	0
Aborre	0,021	0,003	6	1

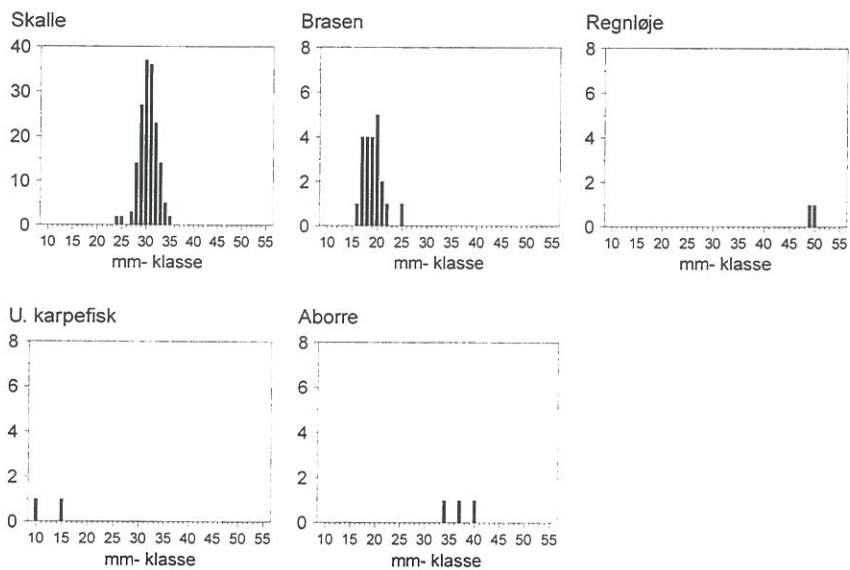
Bilag 5.9.4

Den beregnede biomassetæthed af
fiskeynglen hos de respektive grup-
per i littoralzonen og i pelagiet i
Arresø juli 1999.

	Spritvægt/m ³		Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpesfisk	0,328	0,174	94	99
Aborrefisk	0,021	0,003	6	1
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	0,349	0,177	100	100

Bilag 5.10

*Bilag 5.10
Længdefordelingen af de respektive arter i fangsten i Arresø juli 1999.*



Bilag 6 Tidligere undersøgelser og rapporter

6.1 Undersøgelser i Arresø 1976-99

6.2 Rapporter

Bilag 6.1

Oversigt over undersøgelser foretaget i Arresø 1976-1999.

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/

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. Vandmiljøundersøgelser 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. Overvågningsløb 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 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.?
- /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.

