



Københavns Kommune
Stadsingeniørens Direktorat

Miljøtilstanden i Damhussøen 1995

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram

Afløbsafdelingen
Maj 1996

Indholdsfortegnelse

Forord

1 Beskrivelse af Damhussøen og søens belastningsforhold	3
1.1 Beliggenhed og morfometri	3
1.2 Målsætning	4
1.3 Damhussøens historie	4
1.4 Damhussøens miljøtilstand før 1990	5
1.5 Damhussøens miljøtilstand 1990 - 1994	6
1.6 Udvikling i belastning fra søtilløb	7
2 Vand- og næringsstofbalance	9
2.2 Vandbalance	9
2.3 Næringsstofbalance	11
3 Miljøtilstand vurderet ud fra fysisk-kemiske data	17
3.1 Feltnmålinger	17
3.2 Vandkemiske analyser	19
4 Biologiske undersøgelser	23
4.1 Metodebeskrivelser for planktonundersøgelser	23
4.2 Planteplankton	23
4.3 Dyreplankton	28
4.4 Undervandsvegetation	32
5 Vurdering af miljøtilstanden i Damhussøen	37
5.1 Miljøtilstanden i 1995	37
5.2 Sammenligning med målsætning	37
5.3 Udviklingstendenser i perioden 1990 til 1995	39
5.4 Konklusion	41
6 Referencer	43
7 Bilagsfortegnelse	45

Forord

Med vandmiljøplanen vedtog folketinget i foråret 1987 en række initiativer til reduktion af udledning af kvælstof, fosfor og organisk stof til vandmiljøet.

Vandmiljøplanens mål er en reduktion i udledning af kvælstof med 50 % og af fosfor med 80 %.

For at følge effekten af de igangsatte initiativer blev der i forbindelse med vedtagelsen af vandmiljøplanen etableret et landsdækkende overvågningsprogram. Overvågningsprogrammet indebærer en systematisk indsamling af data, som muliggør en opgørelse af mængder og oprindelse af udledninger af kvælstof, fosfor og organisk stof. Endvidere registreres de økologiske effekter af udledningen i de marine områder, søer, vandløb, kildebække og vandløb.

I forbindelse med overvågningsprogrammet for søer er der udvalgt 37 søer, hvor miljøtilstanden og udviklingen undersøges efter retningslinier udmeldt fra Danmarks Miljøundersøgelser.

Damhussøen er udvalgt som en af disse overvågningssøer. Københavns Kommune har siden 1990 foretaget intensive undersøgelser af søen. Nærværende rapport "Miljøtilstanden i Damhussøen 1995" er den 6. rapport om miljøtilstanden udarbejdet af Afløbsafdelingen, Miljøkontoret.

For hvert år fra 1993-1997 er der i overvågningsprogrammet udmeldt et tema, som, ud over normalrapporteringen, skal behandles for de for temaet relevante recipienter. Årets tema er fjorde, hvilket betyder, at denne rapport udelukkende består af en normalrapportering.

Normalrapporteringen er i henhold til paradigmaet for 1996 kortfattet og svarer til rapporten udarbejdet i 1995. Det skal i øvrigt oplyses, at der ikke er foretaget nogen form for biomanipulation i Damhussøen.

1. Beskrivelse af Damhussøen og søens belastningsforhold

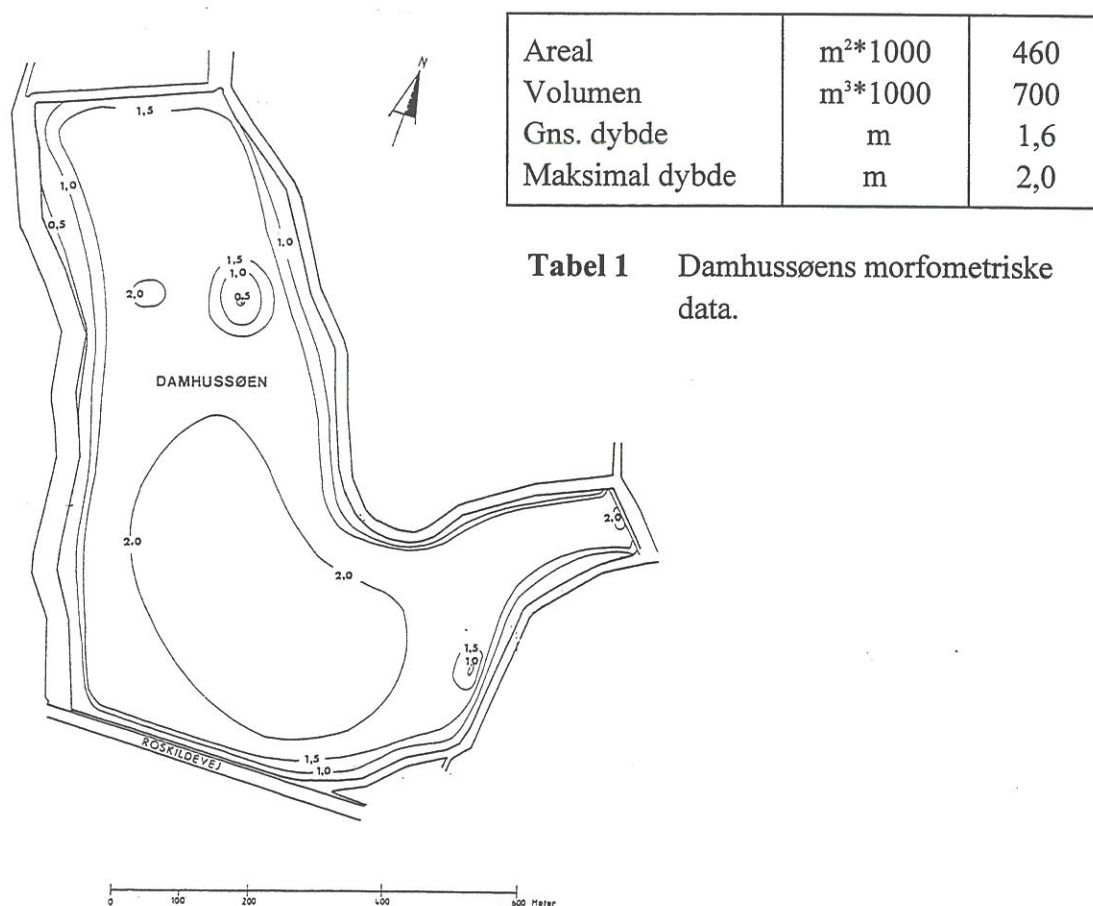
1.1 Beliggenhed og morfometri

Damhussøen ligger ca. 5 km opstrøms Harrestrups Å's udløb i Kalveboderne i den vestlige del af Københavns Kommune, kun adskilt fra Rødovre Kommune af Harrestrup Å.

Damhussøen har et vandspejlsareal på 46 ha og et vandvolumen på ca. 0,7 mio. m³ beregnet ved et vandspejl i kote 8.80 DNN.

Med en middeldybde på 1,6 m og en maksimal dybde på 2 m ved middelvandstand hører Damhussøen til blandt de lavvandede søer.

Damhussøens morfometriske data er vist i tabel 1, medens korttegning med dybdekurver er vist i figur 1.1.



Figur 1.1 Kort over Damhussøen med angivelse af dybdekurver

Damhussøens opland er på 53,90 ha. Det omfatter oplandet til Københavns Amts vandløbsstation 5340 samt oplandet nedstrøms Fæstningskanalen (530032). Kortmateriale er tidligere udleveret til DMU. På grund af de specielle tilløbsforhold er kortet ikke medtaget i nærværende rapport.

Damhussøens tilløb består af oppumpet vand fra Harrestrup Å. Oppumpningen finder sted i søens nordøstlige del. Åen modtager under regnhændelser opspædet spildevand fra fælleskloakerede områder via overløbsbygværker. Åen er udlagt med lempet målsætning (Recipientkvalitetsplan for Køge Bugt og opland, Hovedstadsrådet 1989). Nyere undersøgelser har vist, at åen ikke overholder målsætningen, heller ikke i perioder, hvor den ikke er påvirket af overløb. (Spharr, 1995).

Damhussøens afløb findes i den vestligste del af søen, hvor en manuelt betjent ventil muliggør regulering af den vandmængde, som via den rørlagte Grøndals å ledes til De Indre Søer.

1.2 Målsætning

Damhussøen er i recipientkvalitetsplanen for Køge Bugt og opland (Hovedstadsrådet 1989) udlagt med generel målsætning med følgende krav til vandkvaliteten:

- * Årgennemsnittet af total fosfor skal være < 0.07 mg/l
- * Den gennemsnitlige sommersigtdybde skal være $> 1,5$ m
- * Den hydrauliske opholdstid må maksimalt være 1 år

1.3 Damhussøens historie

Damhussøen opstod omkring 1620, da etablering af Roskilde Landevej nødvendiggjorde en opstemning af vandet i de våde og sumpede arealer for at undgå oversvømmelse af vejen. Dæmningen fik imidlertid et dobbelt formål. Foruden at fungere som kørebane skulle den holde vandet yderligere opstemmet i Damhussøen, der fra 1618 indgik i Københavns vandforsyning. Vandet løb til de indre søer gennem Grøndalsåen. Åløbet var ikke et naturligt afløb, men en gravet kanal, oprindeligt anlagt for at sikre vandtilførsel til Københavns voldgrave.

Siden etableringen har søen været oprenset flere gange, sidst i 1846.

Af frygt for krigstilstand planlagdes i 1848-49 foranstaltninger, som muliggjorde oversvømmelse af området omkring København. I den forbindelse blev søen omgivet af dosseringer og en dæmning på tværs af søen etableredes. I 1856-58 udbyggedes dæmningen, så vandstanden kunne hæves til kote 8.81, den samme kote, som er søens

nuværende flodemål. Samtidig hermed blev Harrestrup å ført uden om den sydlige del af søen, som er den del, der er bevaret som den nuværende sø.

I 1923 ophørte Damhussøens funktion som drikkevandsreservoir, og i 1938 blev Grøndalsåen rørlagt. Samtidig blev Harrestrup Å restaureret, hvorved bunden blev sænket og naturlig tilløb til Damhussøen blev umuligt. Der etableredes derfor et pumpeværk, således vandet ligesom i dag måtte pumpes fra Harrestrup Å op i Damhussøen.

Damhussøen havde tidligere et rørskovsområde i søens sydligste del. Dette blev imidlertid fjernet ved anlæggelsen af en kloakhjælpeledning i 1977 og er ikke siden genetableret. Med rørskoven forsvandt også en pæn bestand af ynglende ande- og vadefugle. Københavns Kommune har i 1995 påbegyndt en reetablering af rørskovsområdet i søens sydlige del, som forventes færdigt i løbet af foråret 1996.

1.4 Damhussøens miljøtilstand før 1990

Til trods for, at Damhussøen langt ind i 1900 tallet var Københavns vigtigste vandreservoir, foreligger der kun få og sporadiske undersøgelser fra søen før 1990.

Der er imidlertid ikke tvivl om, at søen tidligere har været en meget næringsrig og artsfattig sø. I en undersøgelse fra oktober 1951 (E.Jørgensen, 1952) rapporteres et fosfatindhold på 0,43 mg/l, store mængder af blågrønne alger samt en meget arts- og individfattig bundfauna på en bund bestående af blød gytje.

Op gennem 1970'erne er der rapporteret store forekomster af trådalger, og det er først i løbet af 1980'erne, at højere planter, hovedsagelig vandpest, begynder at indfinde sig.

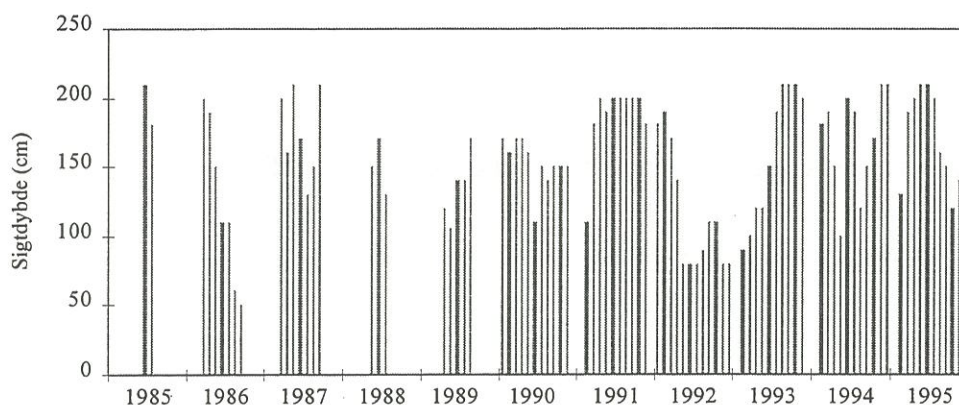
Vandkemiske målinger fra 1986 og 1989 viser et sommergennemsnit for total fosfor på hh. 100 µg/l og 170 µg/l. Før 1986 er der kun sporadiske målinger af næringssaltene.

Sigtdybden er målt rimelig regelmæssigt fra 1985. I figur 1.1 er de målte sigtddybder i sommerperioden vist.

Sigtbarheden i søvandet har varieret gennem perioden 1985-1995, men der synes ikke at være en egentlig udvikling i sigtddybden. Det skal dog bemærkes, at specielt i 1990'erne var sigtddybden ofte lig med bundddybden, hvilket betyder, at det synes sandsynligt, at sigtddybden er svagt forbedret over perioden, til trods for at de eksakte sigtddybdemålinger ikke viser en udvikling.

1992 afveg fra de øvrige år, idet sommersigtdybden var markant lavere, hvilket var forårsaget af en ekstrem tør sommer, som bevirkede, at vandstanden faldt, og der sås opblomstring af blågrønalger. I 1995 var sommeren ligeledes varm og tør, og vandstanden blev holdt lav pga. anlægsarbejdet i søens sydlige ende, men dette medførte ikke opblomstring af blågrønalger og en forringet sigtdybde. Dette indikerer, at der er sket en forbedring af den biologiske stabilitet gennem perioden.

Sommersigtdybde 1985-1995



Figur 1.2 Sommersigtdybde i cm for perioden 1985-1995.

Situationen i søens tilstand afspejles delvist i fiskebestandens sammensætning. Der er foretaget undersøgelser i 1949, 1963 og igen i 1991. Medens bestanden i 1949 domineredes af store skaller (<20 cm) og brasener, var dominansen i 1963 overtaget af mere hårdføre arter som karusser og suder, hvilket formodentlig er betinget af talrige situationer med iltsvind og fiskedød i den mellemliggende periode.

I 1991 havde fiskebestanden skiftet karakter til dominans af store aborre og suder.

1.5 Damhussøens miljøtilstand 1990-1994

Damhussøen er en klarvandet sø med undervandsplanter som den dominerende autotrofe komponent.

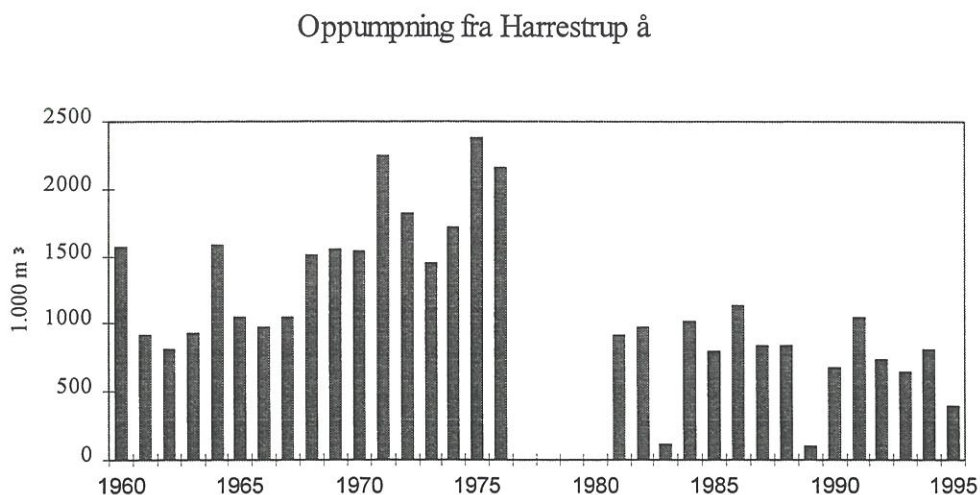
Der er i perioden 1990-1994 ikke observeret nogen klar udvikling i søens biologiske tilstand. Sigtdybden har ligget på et nogenlunde konstant niveau mellem 1,50 m og 1,85 m som sommergennemsnit bortset fra 1992, hvor ugunstige klimatiske forhold bevirkede, at den gennemsnitlige sommersigt kom ned på 1,15 m.

Inden for de vandkemiske parametre ses en tendens til fald i koncentrationen af total fosfor fra års- og sommergennemsnit i 1990 på hhv. 123 og 136 $\mu\text{g/l}$ til 54 og 56 $\mu\text{g/l}$ i 1994.

1.6 Udvikling i belastning fra søtilløb

Den del af Harrestrup Å, som ligger syd for Fæstningskanalen, har fra midten af 1960'erne og frem til 1989 haft status som åben hjælpeledning for kloaksystemet. Åens vigtigste funktion var afledning af regnvand fra befæstede arealer samt opspædet spildevand fra overløbsbygværker. Damhussøen er derfor ved oppumpning af vand fra åen blevet kraftigt belastet med næringsstoffer og organisk stof. I forbindelse med recipientkvalitetsplanen for Køge Bugt og opland blev Harrestrup Å udlagt med lempet målsætning (Hovedstadsrådet 1989).

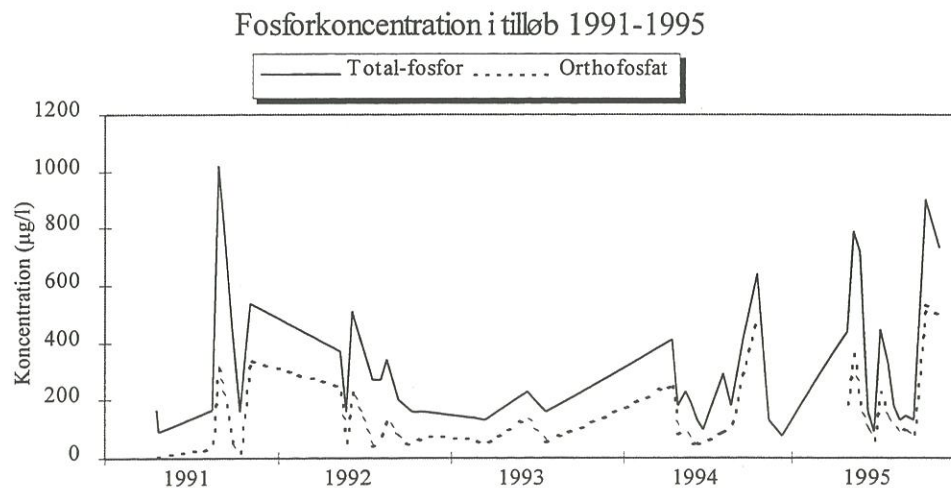
Figur 1.3 viser de årlige oppumpede vandmængder fra Harrestrup Å til Damhussøen i perioden 1960 til 1995. Der foreligger ingen tilgængelige data fra 1977 til 1979. Som det fremgår af figuren, var oppumpningen frem til 1975 en hel del større end efter 1980, hvor bevidstheden om hensynet til søens miljøtilstand efterhånden blev større.



Figur 1.3 Mængden af oppumpet vand i mio. m³ fra Harrestrup Å til Damhussøen i perioden 1960-1995.

For at bevare søen som en klarvandet sø er der igangsat et projekt med det formål at styre tilledning af vand fra Harrestrup Å. Styringen vil bestå i, at der kun pumpes vand op, når åen ikke er belastet af fortyndet spildevand fra overløbsbygværker. Tidligere blev der hovedsageligt pumpet, når der var meget vand i åen, hvilket oftest var de samme perioder, hvor der var overløb til åen. I sommerperioden er der i tørvejrssituationer oftest så lidt vand i åen, at oppumpning ikke er mulig.

Udviklingen i koncentrationen af total fosfor samt orthofosfat i oppumpningsvandet til Damhussøen er vist i figur 1.4 for perioden 1991 til 1995.



Figur 1.4 Koncentration af total- og orthofosfat i µg/l i tilløbet til Damhussøen.

Figuren viser, at koncentrationerne af total- og orthofosfat følges ad. Endvidere ses en tendens til et fald i koncentrationen fra 1991 til 1993, hvorefter der sker en stigning igen i 1994 og 1995. På baggrund af det sparsomme materiale kan stigningen skyldes tilfældigheder. Der ses ikke en tilsvarende stigning i åvandets koncentration. Indløbskoncentrationen af fosfor ligger i den høje ende sammenlignet med 25 andre overvågningssøer (J. Windolf m.fl. 1993).

Der er fra 1993-1995 foretaget en undersøgelse af Harrestrup Å og det tilstødende kloaksystem med henblik på at klarlægge de tiltag, som skal til, for at åen kan leve op til en lempet målsætning på strækningen nedstrøms Fæstningskanalen (Spharr, 1995).

2. Vand- og næringsstofbalance

2.1 Nedbør og fordampning

De anvendte nedbørstal er månedsgennemsnit fra tre DMI-stationer i hovedstadsregionen. Den potentielle fordampning er værdier opgivet af Statens Planteavlsvforsøg, beregnet for Roskildeområdet. Fordampningstallene er korrigeret med en faktor 1,1 for perioden fra april til september, begge inkl. Værdierne for nedbør og fordampning er vist i tabel 2.1.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Nedbør	88	67	39	68	71	64	22	22	110	45	32	16
Fordampn.	4	14	34	64	95	106	136	125	45	18	7	2

Tabel 2.1 Nedbør og korrigeret fordampning 1995 i mm pr. måned.

2.2 Vandbalance

Damhussøen tilføres vand fra to rimelig veldefinerede kilder: oppumpning af vand fra Harrestrup Å og nedbør.

Figur 2.1 viser den samlede vandbalance fordelt over året. Tallene findes i bilagsdelen (bilag til kapitel 2).

Vandmængden, tilført via oppumpning fra Harrestrup Å, er beregnet ud fra aflæsning af timetæller kombineret med en kendt pumpeeffekt. Totalt blev der i 1995 tilført 405.600 m³ vand ved oppumpning.

Oppumpningen varierer over året afhængig af vandstanden i søen og vandstanden i åen samt klimatiske faktorer. Der har således ikke været oppumpning i januar, februar og marts og april på grund af høj vandstand. Oppumpningen startede i maj måned og kørte med normal drift indtil sidst i september, hvorefter den praktisk taget blev indstillet resten af året pga. vandstandssænkning i forbindelse med etableringen af en kunstig rørskovsø i søens sydlige ende.

Den samlede nedbør var i 1995 644 mm. Dette betyder, at den samlede vandførsel til søen i form af nedbør udgjorde 296.000 m³.

Af den totale vandtilførsel på 701.800 m³ udgjorde oppumpet åvand 58% og regnvand 42%. Af regnmængden faldt 17% i september måned.

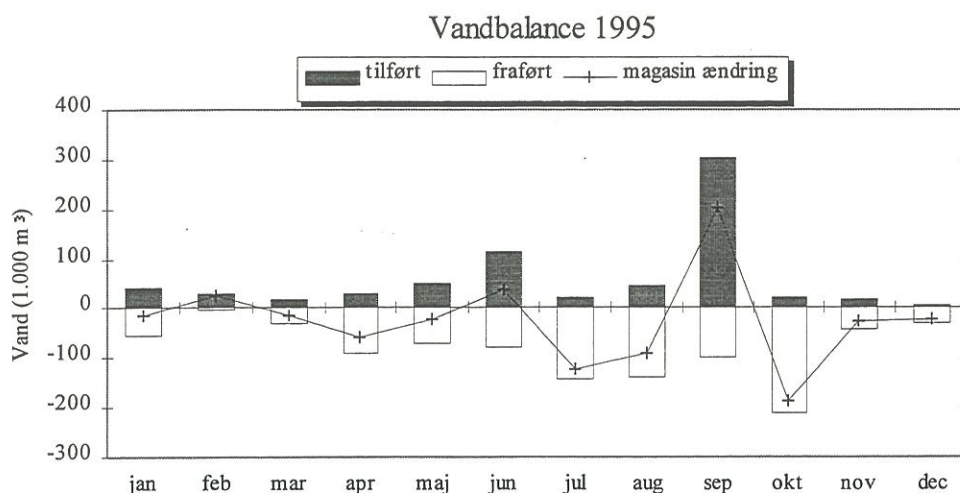
Den totale fraførsel i 1995 var 1.000.800 m³. Heraf udgør fordampningen 30%, udsivningen 51% og fraførsel via det regulerede afløb 18 %.

Ændringer i Damhussøens vandvolumen er beregnet ud fra ugentlige vandstandsaf-læsninger på en skalapæl.

Udsivningen er beregnet ud fra:

Udsivningen =

oppumpet mængde + nedbør - fordampning - fraløb +/- ændring i søvolumen



Figur 2.1 Vandbalance for Damhussøen 1995 fordelt på månedsbasis.

Udsivningen varierer mellem 0 og 7 mm/dag med et årsgennemsnit på 3,1 mm/dag, hvilket ligger på samme niveau som de foregående år.

Der har i 1994 og 1995 været et større overfladisk afløb fra Damhussøen end i de foregående overvågningsår. Hvor afløbet tidligere lå på 3-4% af den samlede fraførsel, svarede det i 1994 til 22% og i 1995 på 17%. Det skal dog bemærkes, at usikkerheden på opgørelse af afløbsmængden tidligere har været stor med undtagelse af 1993, hvor der ikke blev fraført vand via afløbet.

Igennem overvågningsperioden har opholdstiden som årsgennemsnit varieret mellem 0,5 og 1,4 år og som sommergennemsnittet mellem 0,5 og 0,8 år. Med undtagelse af 1992 er opholdstiden kortere om sommeren end for året som gennemsnit.

Med en årsgennemsnitlig opholdstid på 0,9 år i 1995 er målsætningskravet på en maksimal opholdstid på 1 år igen opfyldt.

Tabel 2.3 viser nøgletallene for vandbalance fra 1990 til 1995.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Oppumpning	594.000	1.138.900	740.954	559.747	810.680	406.000
Nedbør	288.800	298.000	253.000	326.832	377.539	296.000
Total tilf.	882.000	1.437.000	993.954	886.579	1.188.219	702.000
Afløb	23.800	?	43.000	0	265.000	171.000
Fordampning	270.000	250.000	294.998	272.395	296.325	300.000
Udsivning	589.000	?	725.102	683.330	649.944	511.000
Total fraf.	880.000	1.400.000	1.063.100	955.725	1.211.268	1.001.000
Opholdstid:						
årsgns.	1,3 år	0,5 år	0,6 år	1,4 år	0,9 år	0,9 år
sommergns.	0,8 år	0,4 år	0,9 år	0,7 år	0,6 år	0,7 år

Tabel 2.2 Nøgletal for vandbalance i Damhussøen fra 1990 til 1995.
Hvis intet andet er nævnt er enheden m³.

2.3 Næringsstofbalance

Da usikkerheden på balancen for jern og orthofosfat vurderes at være for stor (jf. 1994), er der kun beregnet stofbalancer for total kvælstof og total fosfor.

De indpumpede stofmængder i 1995 er beregnet på basis af opgjorte månedlige tilførte vandmængder og beregnede månedlige middelkoncentrationer af kvælstof og fosfor (interpolation over 7 indløbsprøver i perioden med indpumpning)

I tabel 2.2 er de vandføringsvægtede middelkoncentrationer opgjort for tilløbsvandet til søen i perioden 1990-1995.

	1990	1991	1992+93	1994	1995
Total kvælstof, mg/l	2,10	1,92	1,96	2,05	1,52
Total fosfor, mg/l	0,36	0,37	0,29	0,24	0,23

Tabel 2.3 Vandføringsvægtede middelkoncentrationer af kvælstof og fosfor i tilløbsvandet.

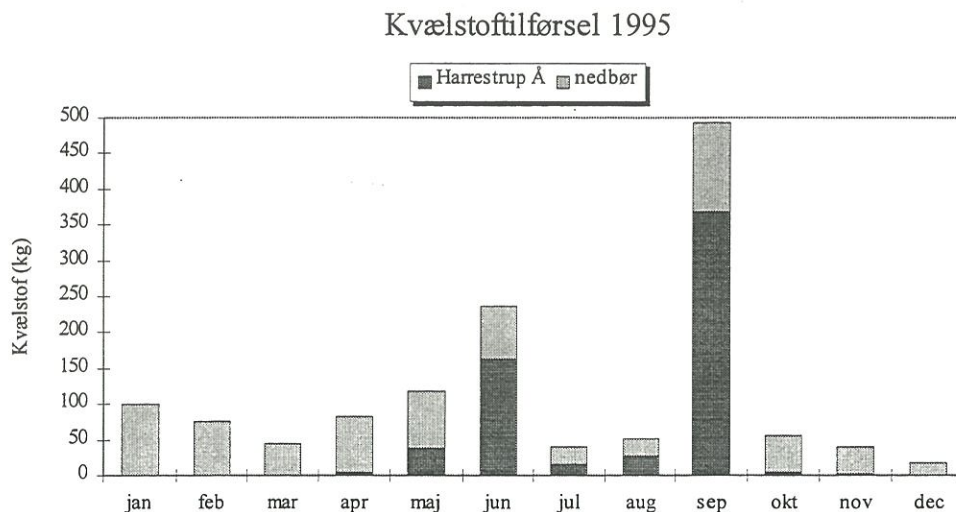
Til beregning af stoftilførsel med nedbør er anvendt DMI's nedbørstal (tabel 2.1) samt enhedsværdierne på hh. 15 kg N/ha/år og 0,15 kg P/ha/år.

Tab ved udsivning er beregnet ud fra den månedsvægtede søkoncentration x den beregnede udsivning i samme måned.

Magasinændringen er bestemt som forskellen i søvandkoncentrationen mellem den aktuelle måned og den foregående måned.

Kvælstof

Damhussøen tilføres kvælstof via tilløb (oppumpning) fra Harrestrup Å og via regnvand. Fordeling mellem disse kilder på månedsbasis fremgår af figur 2.2.



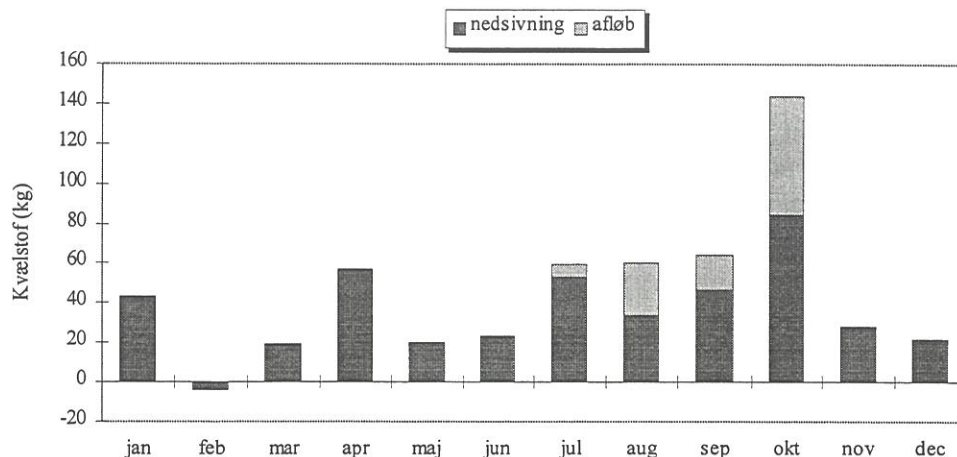
Figur 2.2 Månedsvise kvælstoftilførsel til Damhussøen i 1995 fordelt på oppumpning fra Harrestrup Å og nedbør.

I 1995 tilførtes halvt så meget kvælstof som i 1994, nemlig 1360 kg kvælstof, hvoraf ca. halvdelen (46%) tilskrives tilførsel fra Harrestrup Å og den anden halvdel fra nedbør. Tilførslen fra Harrestrup Å skete primært i perioden maj til september.

Ud over de viste kilder til kvælstof vurderes det, at der kommer et pænt, men ukendt tilskud fra de til tider ret store flokke af rastende fugle i Damhussøen.

Den største kilde til kvæstoffraførsel er udsivning. Med den anvendte beregningsmetode fraføres i alt 849 kg kvælstof, heraf 75% ved udsivning og 25% ved afløb fra søen. Fraførslen vises grafisk i figur 2.3.

Kvælstoffraførsel 1995



Figur 2.3 Månedsvise kvælstoffraførsel til Damhussøen 1995 fordelt på afløb og udsivning.

Beregningerne til kvælstofbalancen fordelt på kilder og måneder findes i bilagsdelen. (Bilag til kapitel 2).

	Kvælstofbalance for Damhussøen					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	1250	2190	1264	1097	1683	617
Tilførsel via nedbør, kg/år	900	900	690	844	945	738
Total tilførsel kg/år	2150	3090	1954	1941	2628	1354
Arealbelastning, $\text{gm}^2/\text{år}$	4,7	6,7	4,2	4,2	5,7	2,9
Gns. indløbskonc., mg/l	2,10	1,92	1,96	1,96	2,05	1,52
Gns. udløbskonc., mg/l	1,39	1,28	1,32	0,95	0,98	0,7
Fraførsel via afløb, kg/år	30	-	100	0	216	110
Udsivning, kg/år	235	180	220	716	633	427
Total fraførsel, kg/år	265	1010*	320	716	849	537
Nettotab, kg/år	1885 [#]	2090 [#]	2864 [#]	1375 [#]	2039 [#]	1041 [#]
Nettotab i % af tilførsel	88	67	89	71	78	77
Nettotab, $\text{g/m}^2/\text{år}$	4,1	4,5	5,5	3,0	4,4	2,3

Tabel 2.4 Nøgletal for kvælstofbalancen i Damhussøen i perioden 1990-1995.

* Totalmængden er korrigeret for estimat af afløb

Nettotabet er korrigeret for volumenændringer

a) Tallene for udsivningsmængden er korrigeret for 1993 i forhold til tidligere afreportering. I 1993, 1994 og 1995 er der i denne tabel benyttet værdier for totalmængder af kvælstof. I perioden 1990-1992 er der benyttet værdier for uorganisk kvælstof.

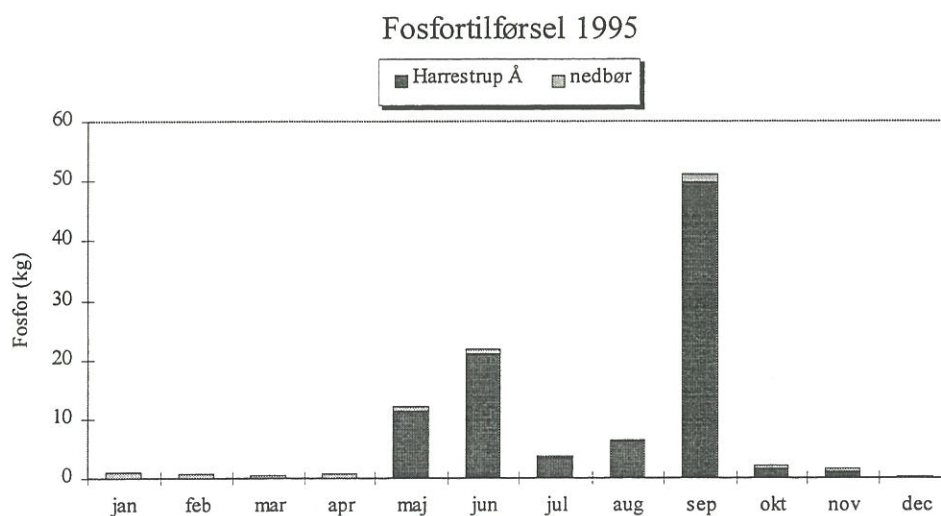
Nøgletal for kvælstofbalancen i perioden 1990-1995 er vist i tabel 2.4. Heraf fremgår det, at tilførslen i 1995 via Harrestrup Å er mindre end de foregående år, hvilket afspejler en mindre oppumpet vandmængde på grund af etablering af en kunstig ø.

Damhussøens arealbelastning med kvælstof er meget lav som følge af søens beliggenhed i bymæssig bebyggelse. Belastningen ligger således en faktor 10 under 25%-fraktilen for 25 danske overvågningssøer (Windolf et al. 1993)

Tilbageholdelsen i $\text{g/m}^2/\text{år}$ er ligeledes lav, medens nettotabet i % af tilførslen ligger lidt højere end 75%-fraktilen for de samme 25 danske overvågningssøer. Nettotabet (retentionen + denitrifikation +/- magasinændring) er lavere i perioden 1993-1995. Grundet ændring i beregningsmetoden for udsivningen kan resultaterne fra før 1993 ikke umiddelbart sammenlignes.

Fosfor

Damhussøen tilføres fosfor via oppumpningen fra Harrestrup Å og via nedbør. Fordelingen mellem disse kilder på månedsbasis fremgår af figur 2.4.



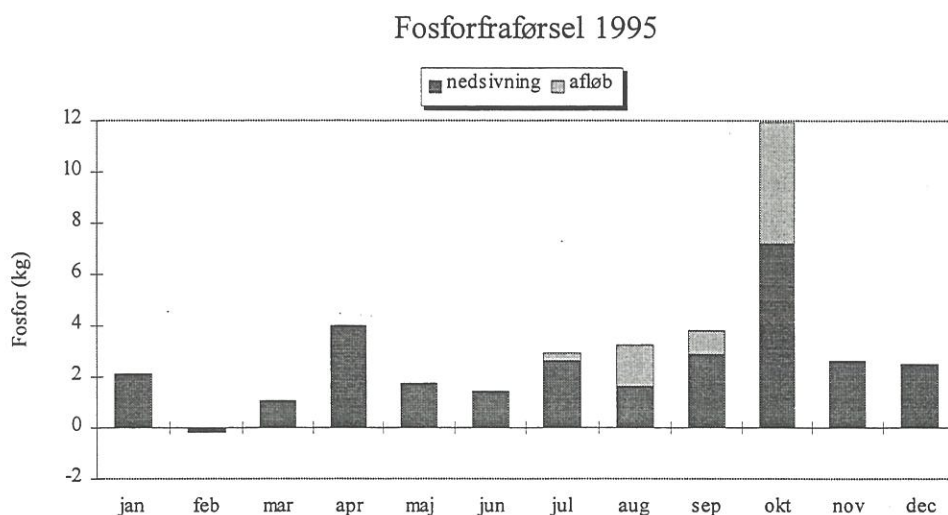
Figur 2.4 Månedsvise fosfortilførsel til Damhussøen 1995 fordelt på oppumpning fra Harrestrup Å og nedbør.

Da langt størstedelen af den tilførte fosfor stammer fra Harrestrup Å, afspejler den tidsmæssige fordeling af tilførslen i store træk den tilsvarende variation i vandop-pumpningens størrelse.

I 1995 tilførtes 102 kg fosfor, hvoraf 93% blev tilført via oppumpning fra Harrestrup Å og kun 7% via nedbør.

21% af den samlede fraførsel foregik via afløbet, medens størstedelen (79%) efter beregningerne forlod søen via udsivning.

Den månedsvise fordeling af fraførslen er vist på figur 2.5.



Figur 2.5 Fraførsel af fosfor fra Damhussøen 1995 på månedsbasis fordelt på udsivning og afløb.

Beregningerne til fosforbalancen fordelt på kilder og måneder findes i bilagsdelen. (Bilag til kapitel 2).

Tabel 2.5 viser nøgletal for fosforbalancen i perioden 1990-1995. Sammenlignet med 25 andre overvågningssøer er arealbelastningen med fosfor lille (under 25%-fraktilen). Tilbageholdelsen (nettotab) er derimod høj - højere end 75%-fraktilen af de 25 overvågningssøer.

	Fosforbalance for Damhussøen					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	210	425	201	162	203	95
Tilførsel via nedbør, kg/år	7	7	7	8	9	7,4
Total tilførsel kg/år	217	432	208	170	212	102
Arealbelastning, $\text{gm}^2/\text{år}$	0,47	0,94	0,45	0,37	0,46	0,22
Gns. indløbskonc., mg/l	0,36	0,37	0,29	0,29	0,24	0,23
Gns. udløbskonc., mg/l	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
Fraførsel via afløb, kg/år	1	-	4	0	14	8
Udsivning, kg/år	25	9	9	46	35	30
Total fraførsel, kg/år	26	68*	13	46	49	37
Nettotab, kg/år	192 [#]	380 [#]	234 [#]	137 [#]	173 [#]	82 [#]
Nettotab i % af tilførsel	89	85	95	81	82	81
Nettotab, $\text{g/m}^2/\text{år}$	0,42	0,83	0,51	0,30	0,37	0,2

Tabel 2.5 Nøgletal for fosforbalancen i perioden 1990-1995.

* Totalmængden er korrigeret for estimat af afløb

Nettotabet er korrigeret for volumenændringer

a) I 1993-1995 er der i denne tabel benyttet værdier for totalmængder af kvælstof. I perioden 1990-1992 er der benyttet værdier for uorganisk fosfor.

At tilførslen er halveret i 1995 skyldes, at oppumpningsmængden er halveret på grund af etableringen af øen.

Nettotabet (retentionen +/- magasinændring) i procent af tilførslen ligger meget konstant gennem alle overvågningsårene. Som gældende for kvælstof er beregningsmetoden for udsivning ændret, så resultaterne fra før 1993 kan ikke umiddelbart sammenlignes med de sidste års beregninger. Udsivningen har ligget på samme niveau fra 1993-1995.

3. Miljøtilstand vurderet ud fra fysisk-kemiske data

I dette kapitel beskrives de fysisk-kemiske forhold i Damhussøen. Tabel 3.1 sammenfatter data for en række af de vigtigste målte parametre for de sidste 6 års målinger i form af års- og sommergennemsnit. Skemaer med samtlige vandkemiske analyser og feltmålinger fra 1995 findes i rapportens bilagsdel.

Figureerne viser parametre, hvor der er signifikante udviklingstendenser inden for overvågningsperioden fra 1990 til 1995. Tabel 3.2 sammenfatter de statistisk fundne udviklingstendenser.

De sidste års tendenser til faldende næringsstofindhold i søvandet i vækstsæsonen fortsatte i 1995. Faldet i 1995 var dog knapt så markant som i de foregående år. Indholdet af kvælstof- og fosforsalte er så lavt i sommerperioden, at det virker begrænsende på planteplanktons vækst.

Ud fra de fysisk-kemiske data må Damhussøen karakteriseres som en forholdsvis ren og ubelastet sø sammenlignet med de søer, som indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

3.1 Feltmålinger

Vandtemperatur og iltforhold

Temperaturen ved bund og overflade var ens hele året, hvilket er ensbetydende med, at der sker en løbende opblanding af vandmassen hele året. I januar og februar var søen isdækket og prøvetagningen skete fra isen med isbor.

Iltforholdene var i lighed med tidligere år gode. Iltmætningen lå, med en enkelt undtagelse, over 100% ved målingerne, der alle blev foretaget midt på dagen. I september blev der registreret en lav iltmætning på 62%, som ikke umiddelbart er til at forklare, men kunne skyldes en begyndende nedbrydning af undervandsvegetationen. De stigende koncentrationer af opløst fosfor og kvælstof underbygger dette.

En anden forklaring kunne være, at der blev pumpet en forøget mængde biologisk nedbrydelige stoffer op i søen fra Harrestrup Å, men hverken koncentrationen af suspenderet stof eller COD tyder på dette.

Iltmætningen var ens ved overflade og bund gennem hele året, hvilket tyder på, at fotosyntensen foregik i hele vandsøjlen og ikke kun var begrænset til at ske i de øverste vandlag. I mange næringsrige søer med høj planteplanktonproduktion, som

f.eks. Utterslev Mose, finder man en overmætning af ilt i overfladen på trods af fuld opblanding af vandsøjlen.

Sigtdybde

I løbet af 1995 varierede de målte sigtdybder fra 1,0 meter til sigt til søbunden, hvilket varierede mellem 1,9 til 2,2 meter afhængig af søens vandstand. De laveste sigtdybder blev registreret uden for vækstsæsonen, hvilket svarer til, hvad der er fundet i de tidligere år. Ved halvdelen af sigtdybdemålingerne var der sigt til bunden, hvilket betyder, at den reelle sigtdybde i vækstsæsonen var større end den målte. Søens klarvandede tilstand skyldes primært lave mængder af planteplankton.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Sigtdybde (meter)						
Årsgennemsnit	1,80	1,65	1,30	1,55	1,60	1,57
Sommergennemsnit	1,50	1,85	1,15	1,70	1,70	1,72
Klorofyl a (Tg/l)						
Årsgennemsnit	24	29	27	17	15	14
Sommergennemsnit	10	12	26	14	8	5
Total fosfor (mg P/l)						
Årsgennemsnit	0,123	0,091	0,081	0,064	0,054	0,061
Sommergennemsnit	0,136	0,077	0,082	0,066	0,056	0,049
PO₄-P opløst (mg P/l)						
Årsgennemsnit	0,042	0,019	0,012	0,010	0,012	0,015
Sommergennemsnit	0,044	0,007	0,007	0,009	0,005	0,005
Total kvælstof (mg N/l)						
Årsgennemsnit	1,39	1,28	1,32	0,95	0,98	0,96
Sommergennemsnit	1,16	0,86	1,12	0,92	0,79	0,77
NO₃+NO₂-N (mg N/l)						
Årsgennemsnit	0,118	0,149	0,196	0,043	0,165	0,101
Sommergennemsnit	0,022	0,024	0,011	0,016	0,007	0,019
NH₄-N opløst (mg N/l)						
Årsgennemsnit	0,136	0,124	0,126	0,036	0,053	0,120
Sommergennemsnit	0,020	0,031	0,051	0,010	0,005	0,020
Silicium opløst (mg Si/l)						
Årsgennemsnit	0,5	0,4	0,4	0,8	0,4	0,3
Sommergennemsnit	0,9	0,5	1,1	0,5	0,6	0,5
pH						
Årsgennemsnit	8,9	8,8	8,6	8,6	8,8	8,7
Sommergennemsnit	9,3	9,1	8,8	8,9	9,3	9,3

Tabel 3.1 Års- og sommergennemsnit for fysisk-kemiske data 1990-1995.

Års- og sommergennemsnitlige sigtddybder på hhv. 1,57 og 1,72 meter svarer til, hvad der blev fundet i de foregående år bortset fra 1992, hvor sigtddybden var cirka en halv meter lavere.

De varme somre i 1994 og 1995 medførte ikke faldende sigtddybder i modsætning til sommeren 1992, som ligeledes var varme og tør. Dengang blev der registreret øget planteplanktonvækst og stigende indhold af suspenderet stof i vandet.

Figur 1.2 i kapitel 1 viser de målte sommersigtddybder for perioden 1986-1995

Parameter	r - hældning	Signifikansniveau
Total fosfor Årsgennemsnit	- 0,91	5 %
Total fosfor Sommergennemsnit	- 0,88	5 %
Total kvælstof Årsgennemsnit	- 0,89	5 %
Total kvælstof Sommergennemsnit	-0,75	10 %
Ammonium Årsgennemsnit	- 0,91	5 %

Tabel 3.2. Statisk signifikante ændringer for fysisk-kemiske parametre.

Lineær regression af tidsvægtede års- og sommergennemsnit mod årene 1990-95.

Tolkning af signifikansniveauer:

Signifikansniveau 10% - Tendens til ændring

Signifikansniveau 1-5% - Signifikante ændringer

(Tolkning af signifikansniveauer er beskrevet i Jensen et al 1994).

3.2 Vandkemiske analyser

Fosfor

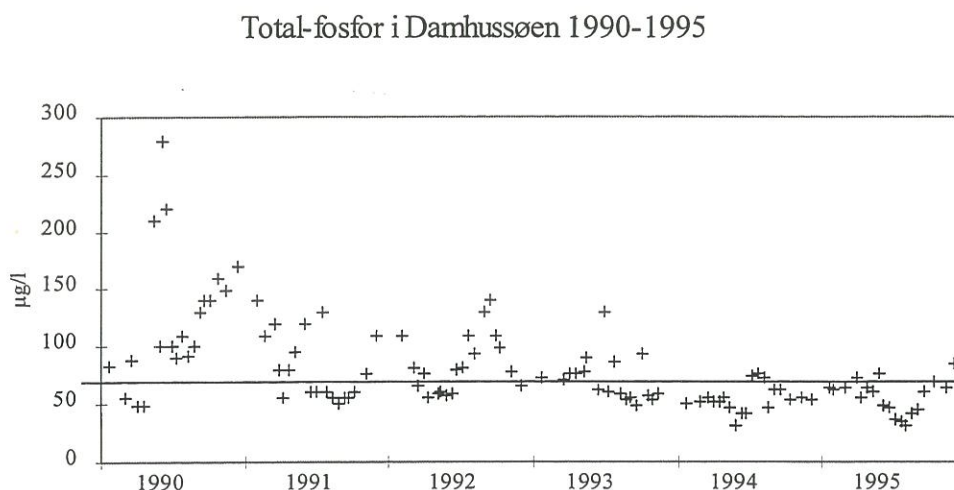
Der er sket en betydelig reduktion i koncentrationen af total fosfor i løbet af overvågningsperioden. I vækstsæsonen er gennemsnittet faldet fra 136 µg P/l i

1990 til 49 $\mu\text{g P/l}$ i 1995. Statistisk er denne reduktion udtryk for en signifikant ændring. I samme periode faldt fosforbelastningen ikke tilsvarende. På årsbasis var fosforkoncentrationen i søen steget en smule i forhold til 1994, men overordnet er der sket et signifikant fald siden 1990.

Figur 3.1 illustrerer udviklingen fra 1990 til 1995 i målte koncentrationer af total fosfor. I 1995 varierede værdierne mellem 85 og 31 $\mu\text{g P/l}$, højest uden for vækstsæsonen.

Det partikulære fosforfraktion udgjorde næsten alt fosfor (93-98%) fra slutningen af marts indtil september. De tilsvarende koncentrationer for opløst fosfat ligger og svinger omkring detektionsgrænsen på 2 $\mu\text{g/l}$, hvilket antages at være niveauet, hvor planteplanktonets vækst bliver fosforbegrænset.

I slutningen af september 1995 samtidig med henfald af undervandsvegetationen øgedes den opløste fosforfraktion med en faktor 5.



Figur 3.1 Målte koncentrationer af total fosfor 1990-1995. Målsætningskrav på 70 Tg P/l er markeret ved vandret linje.

Kvælstof

Koncentrationen af total kvælstof har været signifikant faldende siden 1990 både på årsbasis og i vækstsæsonen. Fra 1990 til 1995 er årsgennemsnittet for total kvælstof faldet fra 1,39 til 0,96 mg N/l. Figur 3.2 viser udviklingen i målte koncentrationer af total kvælstof.

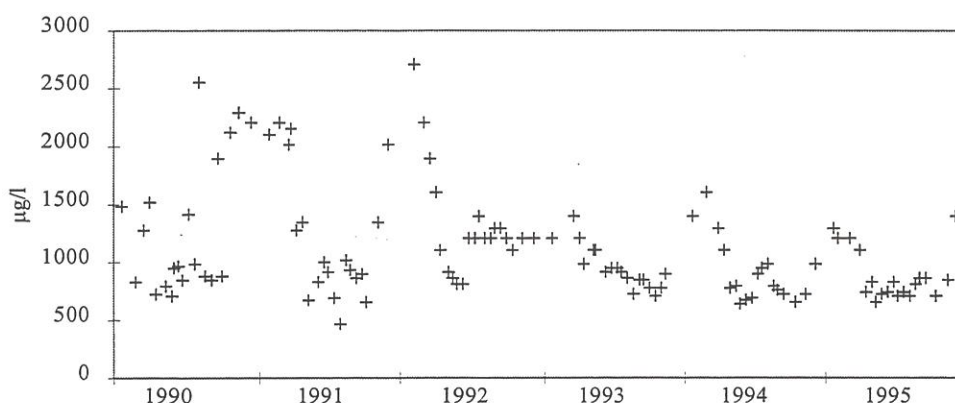
I april 1995 faldt koncentrationen af opløst kvælstof til detektionsgrænsen, og det er sandsynligt, at årets planteplanktonmaksimum i april var kvælstofbegrænset. Fra maj

til september 1995 udgjorde den partikulært bundne del 96-99% af alt kvælstof i søvandet. Ved de fleste målinger i vækstsæsonen lå koncentrationerne af ammonium og/eller nitrat under detektionsgrænserne på henholdsvis 3 og 5 $\mu\text{g N/l}$. Planteplanktonets vækst var således både fosfor- og kvælstofbegrænset. Sidst i september blev der frigjort kvælstof formodentlig ved nedbrydning af undervandsvegetationen. Som følge

af øget tilgængelighed af næringssalte skete der i de foregående år en opblomstring af planteplanktonet i efteråret, men dette var ikke tilfældet i 1995.

Ammoniumkoncentrationerne har været faldende i løbet af de seneste fem år, koncentrationen i 1995 var markant lavere end i 1994.

Total-kvælstof i Damhussøen 1990-1995



Figur 3.2 Målte koncentrationer af total kvælstof 1990-1995.

pH og total alkalinitet

pH-niveauet var højt i Damhussøen med års- og sommergennemsnit for 1995 på 8,7 og 9,3. Niveauet har ikke ændret sig inden for de seneste fem år. De høje pH-værdier viser, at der var en stor primærproduktion i søen i perioden i april og fra maj til september. Den høje værdi i april faldt samtidig med planteplanktonmaksimumet. I perioden juni til august var pH helt oppe på omkring 9,8, forårsaget af undervandsvegetationens produktion.

Alkaliniteten faldt fra 2 til under 1 mmol/l samtidigt med, at der skete en stigning i pH. Begge dele er følger af øget primærproduktion i søen, kombineret med en forholdsvis lav karbonat-bufferkapacitet. Den lave bufferkapacitet i Damhussøen skyldes sandsynligvis, at regnvand siden slutningen af 1980'erne har udgjort en betydelig del af den samlede vandtilførsel til søen.

4. Biologiske undersøgelser

I 1995 er der foretaget undersøgelser af plante- og dyreplankton med prøvetagningsintervaller svarende til de vandkemiske analyser. I sensommeren er der foretaget en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen.

Planteplanktonet i Damhussøen har været karakteriseret ved lave biomasser i perioden 1990-1995. Der har i denne periode været registreret et tydeligt fald i planteplanktonbiomassen, mest udtalt i vækstsæsonen. Den faldende planteplanktonbiomasse kan kædes sammen med et faldende næringssaltniveau i søen.

Dyreplanktonbiomassen, som domineres af herbivore arter, har ligeledes været faldende i samme periode. Dette tilskrives det gennem perioden reducerede fødegrundlag, specielt i vækstsæson.

Undervandsvegetationen dækkede i lighed med de tidligere år hovedparten af søbunden. Der kan ikke konstateres en udvikling i bundvegetationens udbredelse fra 1990-1995.

4.1 Metodebeskrivelser for planktonundersøgelser

Plante- og dyreplanktons biomasser er bestemt ud fra de samme 19 vandprøver, som er udtaget til vandkemiske analyser. Prøvetagning og prøvetagningsintervaller er fastlagt efter DMU's retningslinier.

Planteplankton er oparbejdet ifølge retningslinierne i "Planteplankton - metoder" (Miljøstyrelsen 1991), mens dyreplankton er oparbejdet ifølge retningslinierne i "Zooplankton i søer - metode og artsliste" (Miljøstyrelsen 1992).

Mere detaljerede beskrivelser af fremgangsmåder findes i bilagsdelen til kapitel 4.

4.2 Planteplankton.

Opgørelser over planteplanktons fordeling på arter, biomasser, procentvis fordeling samt tilhørende GALD-værdier i de enkelte prøver fremgår af bilagsdel 4.1, hvor der også findes beregninger over tidsvægtede gennemsnit for 1995.

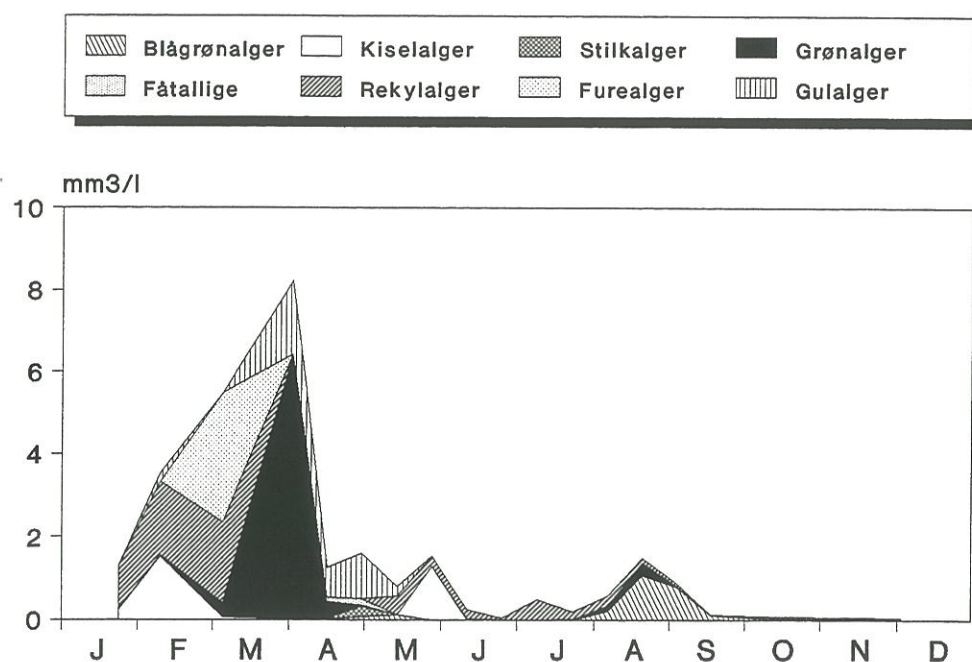
4.2.1 Biomasse og artssammensætning i 1995

I figur 4.1 ses planteplanktonbiomassens fordeling på hovedgrupper i 1995, mens figur 4.2 viser den procentvis fordeling mellem hovedgrupperne.

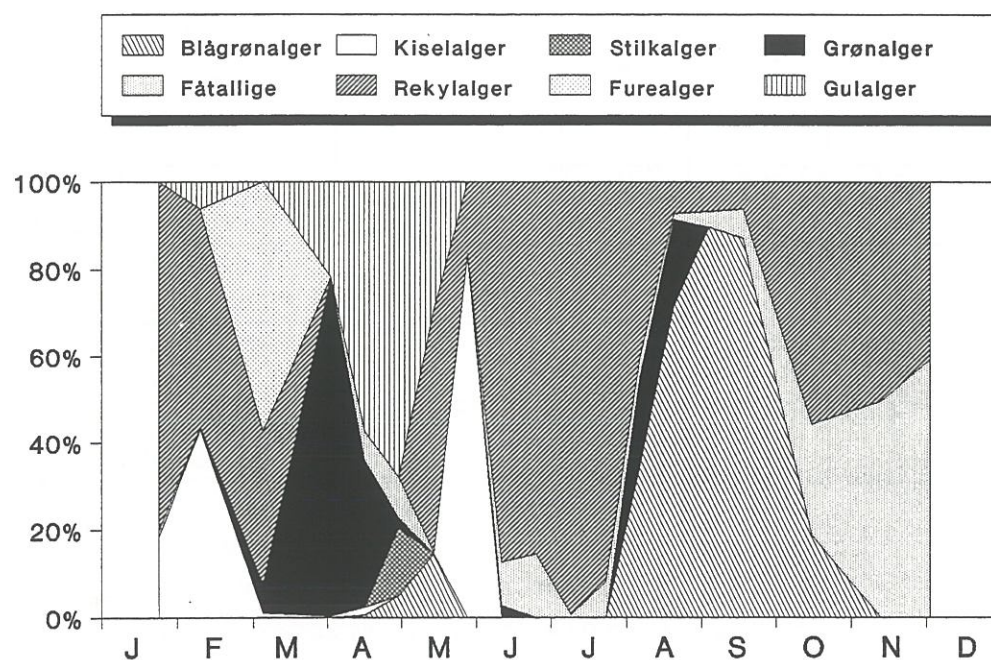
Planteplanktonbiomassen var i 1995 meget lav. Der registreredes kun et maksimum på 8 mm^3 i det tidlige forår. Resten af året var biomassen mindre eller lig med 1 mm^3 , figur 4.1.

Den gennemsnitlige tidsvægtede planteplanktonbiomasse var i 1995 2 mm^3 på årsbasis og $0,7 \text{ mm}^3$ i vækstsæsonen (maj-september).

Årets eneste maksimum, som blev registreret fra februar til april, var først domineret af rekylalger og dernæst kiselalger. I vækstsæsonen var planteplanktonbiomassen meget lav og domineret af blågrønalger, figur 4.2, som udgjorde 32% af biomassen. Blågrønalgerne var primært til stede i august og september og bestod næsten udelukkende af slægten *Microcystis*. Sidst på året, hvor planteplanktonbiomasse var ekstrem lav ($0,05\text{-}0,13 \text{ mm}^3$), dominerede de græsningsfølsomme rekylalger.



Figur 4.1 Planteplanktons biomasse fordelt på hovedgrupper 1995.



Figur 4.2 Planteplanktons procentvise fordeling 1995

4.2.2 Planteplanktons udvikling i perioden 1990-95

Planteplanktonbiomassen i Damhussøen har, sammenholdt med andre danske søer, været lav i perioden 1990-1995 (Overvågningsrapport, Søer, 1994). Ikke desto mindre har planteplanktonbiomassen været signifikant faldende (5%) i denne periode både på årsbasis og i vækstsæsonen (tabel 4.1).

Årstal	År	Sommerbiomasse		Blågrønalgernes andel i %	Dominerende arter/grupper 1. maj-30. september
	mm ³ /l Middel	mm ³ /l Middel	mm ³ /l Maks.		
1990	5,2	5,1	11	8	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> <i>Volvox aureus</i>
1991	3,4	2,2	8	5	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> <i>Volvox aureus</i>
1992	3,4	3,7	8	19	Kisel- og rekylalger <i>Botryococcus braunii</i>
1993	1,5	0,9	3	33	Rekyl- og grønalg <i>Planktolyngbya subtilis</i>
1994	1	0,5	1	40	<i>Planktolyngbya subtilis</i> Rekylalger
1995	2	0,7	2	32	<i>Microcystis sp.</i> Rekylalger

Tabel 4.1 Planteplanktonbiomasssen 1990-1995. Middelbiomassen på årsbasis og i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, blågrønalgernes andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen (1/5-30/9).

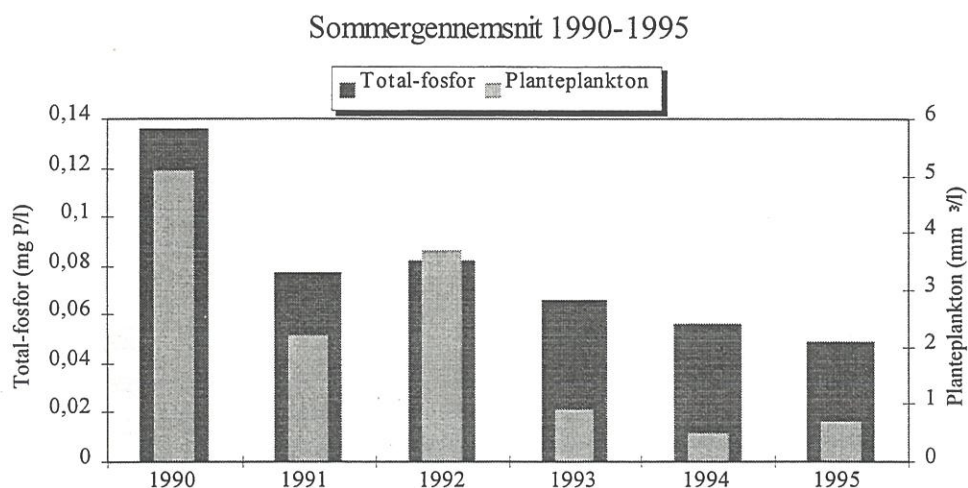
Faldet i planteplanktonbiomassen skyldes givetvis de faldende næringssaltkoncentrationer i vækstsæsonen. Figur 4.3 og 4.4 viser, at der er en sammenhæng mellem planteplanktonbiomassen og koncentrationen af næringssaltene fosfor og kvælstof.

Fra 1990 til 1994 var den eksterne næringssaltbelastning uændret, mens vandtilførslen og dermed belastningen blev halveret fra 1994-1995. Dette skyldes, at det var nødvendigt at sænke vandstanden i søen i forbindelse med etableringen af et rørskovsareal og en kunstig ø i søens sydlige del. Desforuden var sommeren 1995 både varm og tør. Det markante fald i de tilførte mængder af næringssalte kom kun til udtryk i et mindre fald i søens næringssaltkoncentration på 0,007 µg P_{tot}/l og 0,002 µg N_{tot}/l i vækstsæsonen. Dette tyder på, at den eksterne belastning kun i en vis udstrækning er afgørende for næringssaltkoncentrationen i søen, hvorimod søens biologiske struktur i høj grad er afgørende for næringssaltniveauet i søen.

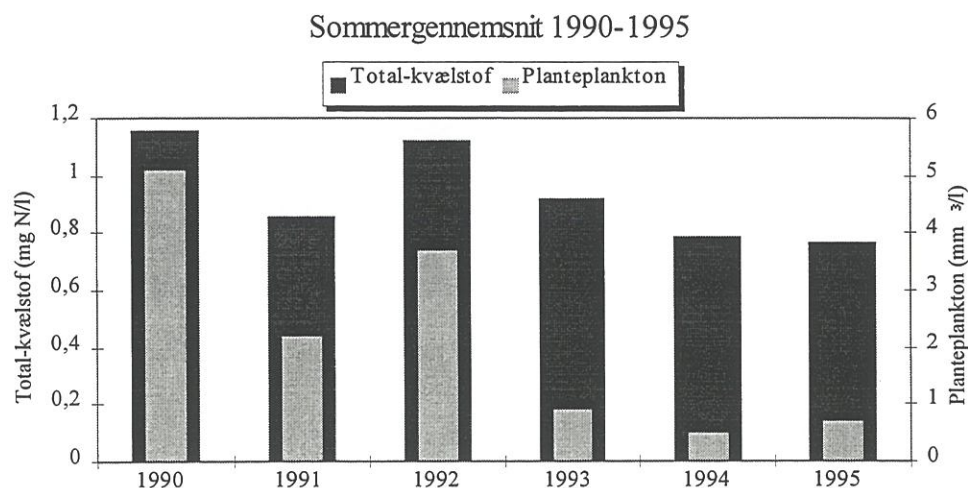
Den udbredte undervandsvegetation i perioden 1990-1995 optager en betydelig del af de frie næringssalte i vækstsæsonen, hvorved planteplanktonet bliver næringssaltbegrænset. Årets maksimale biomasse registreres således i højere og højere grad uden for vækstsæsonen i årets første måneder, hvor næringssaltkoncentrationen er størst.

Blågrønalgerne andel af planteplanktonbiomassen i vækstsæsonen er stigende fra 1990-1995 (tabel 4.1). Den gennemsnitlige biomasse af blågrønalgerne i vækstsæsonen var dog uændret og oversteg ikke 1 mm^3 , hvilket skyldes lave koncentrationer af specielt fosfor, som forhindrer masseopblomstringer af blågrønalgerne.

I de tidligere år blev der registreret opblomstringer af kolonidannende grønalger i sommerperioden, men i 1994 var disse reduceret betydeligt og i 1995 blev de slet ikke registreret i vækstsæsonen.



Figur 4.3 Tidsvægtede sommergennemsnit for totalfosfor (mg/l) og planteplanktonbiomasser (mm^3/l).



Figur 4.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for totalkvælstof (mg/l) og planteplanktonbiomasser (mm^3/l).

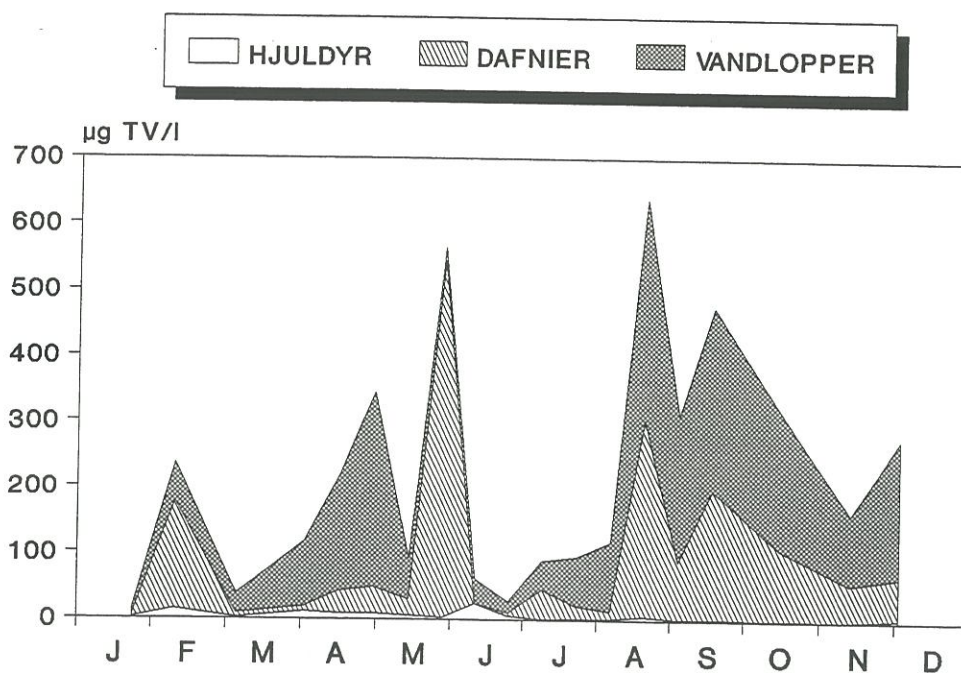
4.3 Dyreplankton

Artsliste samt antal/l samt resultaterne af biomasseopgørelsen og dyreplanktongruppernes procentvise andel af den totale biomasse fremgår af bilagsdel 4.2.

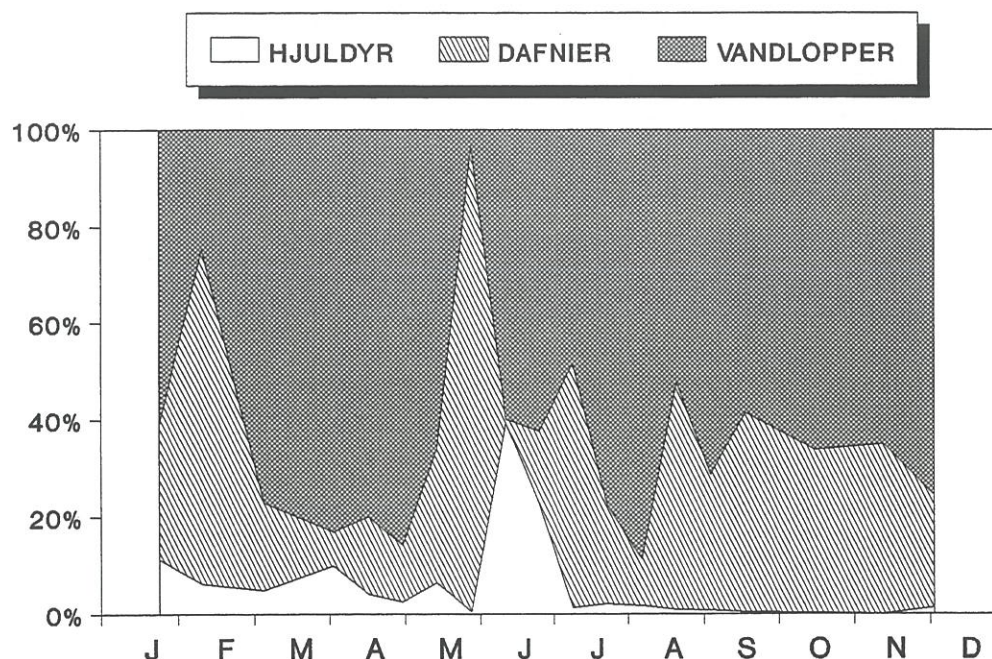
4.3.1 Biomasse og artssammensætning

Dyreplanktonbiomassen var generelt lav i 1995 og fluktuerede meget gennem året (figur 4.5). Biomassen var størst i foråret samt sidst på sommeren og mindst i juni, hvor den tilgængelige føde var lille, og den nyklækkede fiskeyngel kan yde et betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse udgjorde på årsbasis 213 $\mu\text{g TV/l}$ og 256 $\mu\text{g TV/l}$ i vækstsæsonen, hvilket er lavt sammenholdt med andre danske søer (Overvågningsrapport, Søer, 1995).



Figur 4.5 Dyreplanktonbiomasse fordelt på hovedgrupper 1995



Figur 4.6 Dyreplanktonets procentvise fordeling 1995.

Dyreplanktonet var fuldstændigt domineret af herbivore arter, der i vækstsæsonen udgjorde 95% af biomassen. Dyreplanktonets beskedne størrelse i vækstsæsonen skyldes primært fødebegrænsning som følge af de lave planteplanktonbiomasser (se afsnit 4.3.3).

Som følge af den udbredte undervandsvegetation samt Damhussøens moderate næringssaltniveau var dyreplanktonsamfundet relativt artsrigt specielt mht. dafnier og vandlopper.

Langt de fleste registrerede dafniearter er mere eller mindre knyttet til bundvegetationen, som yder en vis beskyttelse mod prædation. De øvrige arter, som lever planktonisk, udviser vertikale døgnvandring, hvorved de udnytter den udbredte bundvegetation som skjul i dagtimerne (Zooplanktons vertikale døgnvandring, 1991).

4.3.2 Dyreplanktons udvikling i perioden 1990-95

I tabel 4.2 ses udviklingen i dyreplanktonbiomassen gennem perioden 1990-1995. Det fremgår, at dyreplanktonbiomassen har udvist et signifikant fald (5%) i denne periode både på årsbasis og i vækstsæsonen.

Årstal	År	Sommer		% Dafnier	Dominerende arter/grupper 1. maj-30. september
	µg TV/l Middel	µg TV/l Middel	µg TV/l Maks.		
1990	493	535	3329	34	Nauplii <i>Daphnia cucullate</i>
1991	474	640	1070	58	<i>Daphnia galeata</i> <i>Eudiatomus gracilis</i>
1992	229	352	892	41	<i>Daphnia galeata</i> <i>Bosmina longirostris</i>
1993	236	236	700	26	<i>Cyclops vicinus</i> <i>Mesocyclops leukartii</i>
1994	165	155	936	66	<i>Daphnia galeata</i> <i>Cyclopoide nauplii</i>
1995	213	256	638	39	<i>Eudiatomus gracilis</i> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>

Tabel 4.2 Planteplanktonbiomassen 1990-1995. Middelbiomassen på årsbasis og i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, blågrønalgernes andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen (1/5-30/9).

Idet der ikke sker væsentlige ændringer i artssammesætningen i dyreplanktonsamfundet, kan et fald i dyreplanktonbiomassen sandsynligvis tilskrives enten et øget prædationstryk eller fødemangel.

Fiskebestanden i Damhussøen er sidst undersøgt i 1991. Undersøgelsen viste, at bestanden var domineret af Aborre og Suder. Aborrene kan kontrollere de øvrige småfisk i søen, hvorved prædationstrykket på dyreplanktonet kun vil være af væsentlig betydning umiddelbart efter, at årsynglen klækkes i forsommeren. Fiskenes ynglesucces er bl.a. styret af vandtemperaturen i forår og forsommer. De fysiske og biologiske forhold i Damhussøen gør det rimeligt at antage, at fiskebestanden ikke er ændret væsentligt fra 1991 til i dag.

År	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Cladocée-indeks %	8	48	8	7	25	5

Tabel 4.3 Beregnet cladocée-indeks fra 1990 til 1995

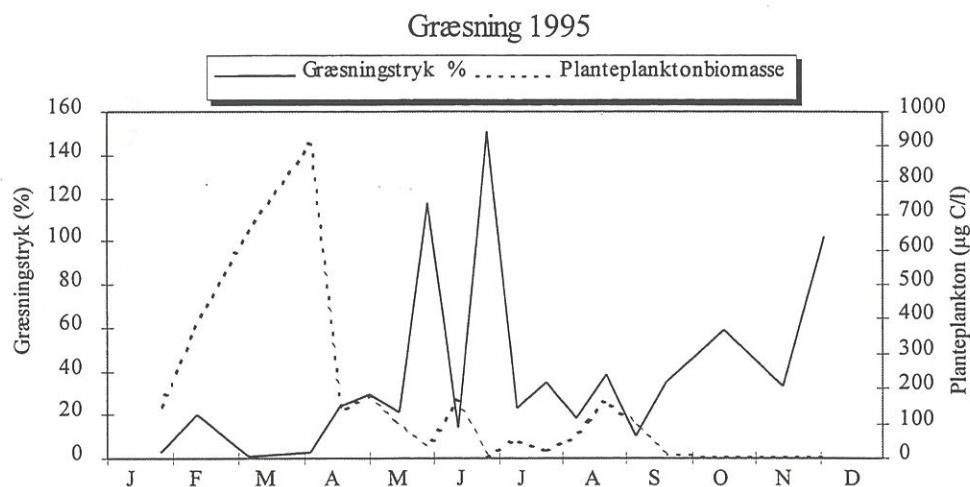
Cladocée-indekset er et mål for fiskenes prædation på dyreplankton. Cladocée-indekset er den procentdel, som slægten *Daphnia* udgør af det samlede antal dafnier i en sø. Det fremgår af tabel 4.3, at der ikke er nogen udvikling i cladocée-indekset gennem perioden 1990-1995. To år, 1991 og 1994, afveg fra de øvrige år og havde

det til fælles, at april kvartal var koldere end i de øvrige år. (Overvågning 1994, Kilder og vandløb). I disse to år har der formodentlig været en ringere ynglesucces hos fiskene, hvilket har medført et lavere prædationstryk på dyreplankton og dermed et højere cladocée-indeks.

Da dyreplanktonet som helhed kun i mindre udstrækning er styret af prædation, må den faldende dyreplanktonbiomasse i perioden 1990 til 1995 tilskrives det faldende fødeudbud.

4.3.3 Græsningsestimater

I 1995 var planteplanktonbiomassen, som langt overvejende bestod af små spiselige algeformer, meget lav gennem hele vækstsæsonen, 4.7. Dette betød, at dyreplanktonet var fødebegrænset i stort set hele denne periode.



Figur 4.7 Dyreplanktonets græsningstryk % samt planteplanktonbiomassen $\mu\text{C/l}$.

Dyreplanktonets græsningstryk på planteplanktonet var således relativt stort i vækstsæsonen, hvor det varierede mellem 14%-151% figur, 4.7. Dette betyder, at dyreplanktonet tilsyneladende havde en betydelig regulerende effekt på planteplanktonbiomassen. Det er dog væsentligt at holde sig for øje, at det lave næringssalt-niveau medfører, at planteplanktonet også var næringssaltbegrænset.

Planteplanktonet var i 1995 således reguleret både nede fra (næringssalte) og oven fra (græsning).

Dyreplanktonets græsning på planteplanktonet er tidligere blevet beregnet i 1990 og 1991 (Damhussøen, 1991).

År	1990	1991	1995
Græsningstryk %	24	38	28

Tabel 4.4 Beregnet græsningstryk på planteplankton 1990, 1991 og 1995.

Det ses af tabel 4.4, at der ikke synes at være nogen udvikling i dyreplanktonets græsningstryk i de 3 år. 1991 adskiller sig fra de to øvrige år, ved at græsningstrykket var noget større end i 1990 og 1995. Det skyldes sandsynligvis, at der i vækstsæsonen 1991 var flere store dafnier til stede i dyreplanktonsamfundet som følge af et lavt prædationstryk fra fisk (se ovenfor).

Selvom både planteplanktonbiomassen og dyreplanktonbiomassen har været faldende fra 1990-1995 som følge af et faldende næringssaltniveau i søen, synes balancen mellem dyre- og planteplankton ikke at være ændret.

4.4 Undervandsvegetation

I august 1995 undersøgtes undervandsvegetationen i Damhussøen efter DMU's retningslinier (Moeslund, B. et al 1993). Undersøgelsen er en områdeundersøgelse, der består af stikprøver inden for syv delområder, der hver er underinddelt for hver halve meter. I bilagsdel 4.3 findes der data fra 1995-undersøgelsen, samlet i form af del- og samleskemaer med beregnede dækningsgrader og plantefyldte volumener, artsliste med ID-koder samt figur over Damhussøen med indtegning af de syv delområder og dybdekurver. Dybdeforholdene på kortet svarer til den fastlagte referencevandstand. Den er sat efter middelvandstanden i 1991, der anses for repræsentativ for Damhussøens middelvandstand i "almindelige" somre.

4.4.1 Resultater af områdeundersøgelsen i 1994

I 1995 var langt den overvejende del af søbunden dækket med bundvegetation, og der fandtes kun nogle få bare pletter i den midterste del af søen. Bundvegetationens dækningsgrad var mindst (9%) på lavt vand og steg udefter og havde den største udbredelse (70%) i 1,5-2 m's dybde. Den gennemsnitlige dækningsgrad for hele søen var 60,5%, mens det relative plantefyldt volumen er beregnet til 9,5%.

Bundvegetationen var domineret af kransnålalger, som var almindelige i hele søen. Kredsbladet vandranunkel blev ligeledes registreret i hele søen, men fandtes kun i mere spredte bestande. Børstebladet vandaks, som var mere eller mindre henfaldende på undersøgelsestidspunktet, blev kun fundet i spredte bestande i søens nordlige ende. Desuden blev der fundet få eksemplarer af Almindelig vandpest og Tornfrøet hornblad. Bundvegetationen er relativt artsfattig i Damhussøen. Dette kan

hænge sammen de mere eller mindre tætte bestande af kransnålalger, som synes at have en tendens til at udelukke anden bundvegetation.

Der blev fundet store kalkudfældninger på kransnålalgerne, hvilket antages at være et udtryk for en høj primær produktion.

Trådalgen *Cladophora*, som tidligere har dækket en betydelig del af bundvegetationen, blev overhovedet ikke fundet i 1995. Derimod dominerede trådalgen *Spirogyra*, som først blev set i søens nordlige del få uger før vegetationsundersøgelsen i begyndelsen af august. Trådalgenes dækningsgrad blev beregnet til 22% i 1995.

4.4.2 Sammenligning med tidligere undersøgelser

I 1986 blev der foretaget en oversigtlig undersøgelse af undervandsvegetationen. I perioden med vandmiljøplanovervågning er der foruden i 1995 også blevet udført undersøgelser i 1991, 1993 og 1994. Tabel 4.5 giver en samlet oversigt over kendskabet til undervandsvegetationens sammensætning og udbredelse i perioden 1986-95. De forskellige undersøgelser fra 1986 til 1995 kan ikke dokumentere en ændring i undervandsvegetationens kvantitative betydning i form af større dækningsgrader eller plantefyldt volumen.

Undervandsvegetationen har ved alle undersøgelserne været domineret af vandskudsformer. På artsniveau er der sket et skift fra vandpest til kransnålalger. Tidligere, dvs. i 1980'erne, har trådalgen *Cladophora* formentligt domineret uden tilstedeværelse af egentlig undervandsvegetation. Trådalger har udgjort et væsentligt autotrof element i 1991 og 1993, hvor en yderligere fremgang kunne true lystilgængeligheden for undervandsvegetationen (Københavns Kommune 1993). Ved undersøgelsen i 1994 blev trådalger for første gang registreret i ubetydeligt omfang, men i 1995 dækkede trådalger atter en del af bundvegetationen, svarende til niveauet i 1991. *Cladophora* var dog erstattet af *Spirogyra* i 1995.

Udviklingen i de seneste år peger på en øget konkurrence om næringssaltene i vandfasen og dermed også næringssaltregulering af planteplanktons vækst. Undervandsvegetationen har en fordel af kontakten til sedimentet, hvorfra der sandsynligvis kan optages fosfor i vækstsæsonen. Den udbredte undervandsvegetation giver en stor produktion af biomasse hvert år, hvoraf en stor del ikke omsættes, men ophobes ved søbunden eller bliver stående fra år til år.

Undersøgelses tidspunkt	Undervandsvegetation Dominerende arter (D) & andre vigtige arter	Dæknings- grad af søbunden	Undersøgelses- metode
August 1995	Kransnålalger (D) Kredsbladet vandranunkel Trådalger	61 % 22%	Områdeunder- søgelse efter DMU's anvisning
August 1994	Kransnålalger (D) Almindelig vandpest Tornfrøet hornblad	74 %	Områdeunder- søgelse efter DMU's anvisning
August 1993	Børstebl. vandaks (D) Kransnålalger (D) Almindelig vandpest Trådalger (D)	60% 40%	Områdeunder- søgelse efter DMU's anvisning
1992	Børstebl. vandaks (D) Kransnålalger (D) Almindelig vandpest Trådalger (D)	Dækkende /rigelig Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
August 1991	Kransnålalger (D) Almindelig vandpest Børstebladet vandaks Trådalger (D)	50-75% ca. 25%	9 transekter & oversigtlig undersøgelse
1990	Kransnålalger (D) Alm. vandpest (D) Børstebladet vandaks Trådalger	Dækkende /rigelig Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
1989	Almindelig vandpest Børstebladet vandaks Kransnålalger Trådalger	- -	Registreret ved recipienttilsyn
September 1986	Alm. vandpest (D) Børstebladet vandaks Trådalger	Dækkende/ rigelig Almindelig	Oversigtlig undersøgelse

Tabel 4.5

Oversigt over undervandsvegetationens sammensætning og udbredelse i Damhussøen 1986-1995.

Vegetationen i Damhussøen	1995	1994	1993	1991	1986
Undervandsvegetation:					
Børstebladet vandaks	x	x	xx	x	x
Kredsbladet vandranunkel	x	x	x	x	
Almindelig vandpest	x	x	x	x	xx
Tornfrøet hornblad	x	x	x	x	
Tornløs hornblad				x	
Kors-andemad		x			
Kransnålalger	xx	xx	xx	xx	
Trådalger:					
Dusk-vandhår (<i>Cladophora</i> sp.)		x	xx	xx	xx
Slimtråd (<i>Spirogyra</i> spp.)	xx	x	x	x	
Vandnet (<i>Hydrodictyon reticulatum</i>)	x	x			
Flydebladsvegetation:					
Vand-pileurt	x	x	x	x	-
Rørskovsvegetation:					
Tagrør	x	x	x	x	-
Kogleaks	x	x	x	x	-
Dunhammer	x	x	x	x	-

Tabel 4.6. Registrerede undervands- og flydebladsarter samt dominerende arter fra rørskov ved vegetationsundersøgelser i Damhussøen (kun undervandsvegetation i 1986). Dominerende arter er fremhævet med dobbeltkryds.

5. Vurdering af miljøtilstanden i Damhussøen

5.1 Miljøtilstanden i 1995

Miljøtilstanden i Damhussøen 1995 kan betegnes som værende god. Søen var karakteriseret ved klart vand, lav planteplanktonbiomasse og en udbredt undervandsvegetation, domineret af kransnålalger. Sigtdybden var i den varme og solrige sommerperiode generelt stor i modsætning til den tilsvarende sommer i 1992.

Dyreplanktonbiomassen var lille, men ikke desto mindre var dyreplanktonets græsning på planteplanktonet relativt højt. Den lave planteplanktonbiomasse, som primært må tilskrives næringssaltbegrænsning, betød dog, at dyreplanktonet var fødebegrænset næsten hele vækstsæsonen.

Fra april til sidst på efteråret udgjorde undervandsvegetationen det afgørende autotrofe element. Trådalgerne, som var helt fraværende i 1994, vendte i 1995 tilbage i sommerens sidste halvdel, dog var dækningsgraden halveret sammenlignet med tidligere.

Tabel 5.1 indeholder nøgletal for Damhussøens tilstand i 1995.

5.2 Sammenligning med målsætning

I 1995 indfrie vandkvaliteten i Damhussøen kravene i recipientkvalitetsplanen for Køge Bugt og opland (Hovedstadsrådet 1989).

- * *Årsgennemsnit af total fosfor skal være $< 0,07$ mg/l*
Det tidsvægtede årsgennemsnit for total fosfor var 0,061 mg/l.
- * *Den gennemsnitlige sommersigtdybde skal være $> 1,5$ m*
Den tidsvægtede sommergennemsnit for sigtdybden var 1,7 m.
- * *Den hydrauliske opholdstid må maksimalt være 1 år*
De hydrauliske opholdstider for hele året og perioden 1. maj-30. september var henholdsvis 0,9 og 0,7 år.

	1995	Markante ændringer fra 1990 til 1995	
Årlige tilførsler:			
Vand	702 000 m ³	-	
Fosfor	102 kg P	-	
Kvælstof	1.354 kg N	-	
Indløbskoncentrationer:			
Total fosfor ^{**})	0,23 mg P/l	Signifikant reduktion (1%)	
Total kvælstof ^{**})	1,52 mg N/l	-	
Arealbelastning:			
Fosfor	0,22 g P m ² /år	-	
Kvælstof	2,90 g N m ² /år	-	
Nettotab:			
(nettotilbageholdelse)			
Fosfor	81%	-	
Kvælstof	77%	-	
Hydraulisk opholdstid:			
Hele året	0,9 år	-	
1. maj-30. september	0,7 år	-	
Søkoncentrationer ^{*)} :			
Total fosfor, hele året	0,061 mg P/l	Signifikant reduktion (5%)	
Total fosfor, sommer	0,049 mg P/l	Signifikant reduktion (5%)	
Fosfat-fosfor, hele året	0,015 mg P/l	-	
Total kvælstof, hele året	0,960 mg N/l	Signifikant reduktion (5%)	
Sigtdybde ^{*)} :			
Årsgennemsnit	1,6 meter	-	
1. maj-30. september	1,7 meter	-	
Planteplankton ^{*)} :			
Årsgennemsnit	2,0 mm ³ /l	Signifikant reduktion (5%)	
1. maj-30. september	0,7 mm ³ /l	Signifikant reduktion (5%)	
Dyreplankton ^{*)} :			
Årsgennemsnit	213 µg TV/l	Signifikant reduktion (5%)	
1. maj-30. september	256 µg TV/l	Signifikant reduktion (5%)	
Undervandsvegetation:		1994:	1993:
Dækningsgrad	61%	74%	60%
Plantefyldt volumen	10%	13%	13%
Trådalgedækning	22%	0%	40%

*) Tidsvægtede gennemsnit

**) Vandføringsvægtede gennemsnit

Tabel 5.1 Nøgletal for miljøtilstanden i 1995 og udviklingstendenser 1990-95.

5.3 Udviklingstendenser i perioden 1990 til 1995

Tabel 5.1 sammenfatter udviklingen i Damhussøens belastning, kemisk-fysiske og biologiske forhold for årrækken 1990-95, hvor søen har indgået i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. De statistisk signifikante ændringer i tabel 5.1 er beregnet ved lineær regression af tidsvægtede års- og sommergennemsnit mod årene 1990-95. I bilagsdelen til kapitel 5 findes der en tabel med de beregnede hældningskoefficienter (r) for alle parametrene i tabel 5.1.

Tolkning af signifikansniveauer:

Signifikansniveau 10% - Tendens til ændring.

Signifikansniveau 1-5% - signifikant ændring.

Tolkninger af signifikansniveauer er beskrevet i Jensen et al (1994).

Tilførsel af vand og næringsstoffer

Tilførslen af vand har varieret betydeligt fra år til år, men der kan ikke konstateres en egentlig udvikling fra 1990 til 1995.

I 1995 blev vandstanden i Damhussøen holdt lav i efteråret pga. anlægsarbejdet i søens sydlige del i forbindelse med reetableringen af rørskovsområdet samt en kunstig ø. Vandtilførslen var således mindre i 1995 end i de tidligere år.

Stofbelastningens størrelse afhænger primært af mængderne af oppumpet vand fra Harrestrup Å. For såvel fosfor som kvælstof er der meget svage tendenser til faldende belastning siden 1990, som dog ikke er signifikante.

Der er et tydeligt fald i den vandføringsvægtede middelkoncentration af fosfor i tilløbsvandet, mens der ikke kan konstateres et fald for kvælstofs vedkommende. Indløbskoncentrationen afhænger dels af koncentrationen i Harrestrup Å og dels af opholdstiden i pumpebassinet.

Arealbelastningen med kvælstof er meget lav som følge af Damhussøens beliggenhed i bymæssig bebyggelse. Belastningen med kvælstof er en faktor 10 under 25% fraktilen for 25 andre danske søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Tilbageholdelsen (nettotabet) af kvælstof er højt, idet der ikke er beregnet på tab ved denitrifikation. Arealbelastningen med fosfor er lav i sammenligning med andre danske søer. Den reelle tilbageholdelse af fosfor er derimod høj - højere end 75% fraktilen for 25 andre danske søer (Windolf et al. 1993).

Med henblik på at reducere koncentrationen af næringssalte i tilløbsvandet har en elektronisk styring af vandindtaget fra Harrestrup Å været under indkøring i flere år. Denne styring fungerer dog stadig ikke, og de faldende koncentrationer af fosfor i tilløbsvandet skal sandsynligvis tilskrives sedimentation samt jævnlige oprensninger af pumpebassinet.

Kemisk-fysiske forhold i Damhussøen

Sigtdybdeforholdene i Damhussøen har varieret fra år til år, uden at der kan erkendes en egentlig udvikling. Generelt har sigtdybden opfyldt kvalitetskravet på større end 1,5 m undtagen i 1992, hvor sommeren var meget varm og tør, hvilket medførte blågrønalgopblomstringer og nedsat sigtdybde.

Der er sket en reduktion af de totale fosfor- og kvælstofkoncentrationer i søen både på årsbasis og i vækstsæsonen i perioden 1990-1995. Reduktionen kan ikke relateres til et tilsvarende fald i den eksterne belastning og må derfor forklares ud fra et stigende bindingspotentiale af næringssalte i søen, sandsynligvis i bundvegetationen.

Orthofosfat er ikke faldet, men har siden 1991 generelt været meget lav og i højere og højere grad været begrænsende for planteplanktonets vækst i vækstsæsonen.

Biologiske forhold i Damhussøen

Den i forvejen lave plante- og dyreplanktonbiomasse har været jævnt faldende fra 1990 til 1995, mens der ikke kan konstateres en egentlig udvikling i bundvegetationen i denne periode.

Først i 1990'erne var planteplanktonet styret af dels dyreplanktonets græsning og dels næringssaltbegrænsning, men et fald i de frie næringssalte i vækstsæsonen har betydet, at næringssaltbegrænsningen har fået en stadig større betydning.

Dyreplanktonet, som langt overvejende består af herbivore arter, har som følge af den faldende planteplanktonbiomasse været underlagt fødebegrænsning i en stadig større del af året og er således primært styret af den tilgængelige føde.

Bundvegetationen har været udbredt til langt den overvejende del af søbunden gennem hele perioden. Den lave planktonbiomasse har betydet, at bundvegetationen har været den vigtigste autotrofe komponent i søen. Den tætte og udbredte bundvegetation fungerer som skjul for dyreplankton og fisk.

5.4 Konklusion

Faldet i de stående biomasser i planktonsamfundet kan relateres til et faldende næringssaltniveau i søen. Planteplanktonet har i højere og højere grad været udsat for næringssaltbegrænsning i vækstsæsonen, som har betydet at planteplanktonbiomassen er faldet fra år til år, mest markant i vækstsæsonen. Dyreplanktonet har i lighed med planteplanktonet i højere og højere grad været fødebegrænset i vækstsæsonen, hvilket har medført et generelt fald i dyreplanktonbiomassen.

Det faldende næringssaltniveau i søen kan ikke tilskrives ændringer i den eksterne belastning, og må derfor tilskrives et voksende bindings potentiale i søen. En plausibel forklaring er at bundvegetationen har optaget en stadig større del af de frie næringssalte og dermed næsten har udkonkurreret planteplanktonet, til trods for at der ikke kan registreres ændringer i bundvegetationens udbredelse og plantefyldvolumen.

Dette underbygges af, at der er et sammenfald mellem undervandsvegetationens vækstperioder og lave koncentrationer af næringssalte samt at de større opblomstringer af planteplankton ses udenfor undervandsvegetationens vækstperioder.

Udviklingen fra 1990 til 1995 er koblet til søens biologiske struktur, hvor især den udbredte undervandsvegetation er en afgørende og stabiliserende faktor.

6. Referencer

Hovedstadsområdet 1989.

Recipientkvalitetsplan for Køge Bugt og opland.

Jensen, J.P. et al. 1994.

Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Faglig rapport fra DMU nr. 121.

Jensen, J.P. et al. 1995.

Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Faglig rapport fra DMU nr. 139.

Jørgensen, E. 1952. Kvartalsrapport for oktober kvartal 1951.

Københavns Kommune 1991. Afløbsafdelingens Miljøkontor.
Miljøtilstanden i Damhussøen 1990.

Københavns Kommune 1992. Afløbsafdelingens Miljøkontor.
Miljøtilstanden i Damhussøen 1991.

Københavns Kommune 1993. Afløbsafdelingens Miljøkontor.
Miljøtilstanden i Damhussøen 1992. Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser.

Københavns Kommune 1994. Afløbsafdelingens Miljøkontor.
Miljøtilstanden i Damhussøen 1993. Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser.

Københavns Kommune 1993b. Afløbsafdelingens Miljøkontoret. Zooplanktons vertikale døgn vandringer i Damhussøen.

Københavns Kommune 1995. Afløbsafdelingens Miljøkontor.
Miljøtilstanden i Damhussøen 1994. Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser

Miljøstyrelsen 1991.

Planteplankton - metoder. Miljøprojekt nr. 187.

Miljøstyrelsen 1992.

Zooplankton i søer - metode og artsliste. Miljøprojekt nr. 205.

Miljøstyrelsen 1996.

Paradigma for rapportering af vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995.

Moeslund, B; et al, 1993. Vegetationsundersøgelser i søer. Teknisk anvisnings rapport fra DMU, nr. 6.

SPHARR, 1995. Rapport udarbejdet af PH-Consult og Krüger, "Fælleskommunal spildevandsplanlægning for oplandet til Harrestrup Å".

Windolf, J. et al. 1993. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992, Ferske vandområder. Faglig rapport fra DMU, nr.90.

7. Bilagsfortegnelse til kapitel 2 - 5

Bilag til kapitel 2:

Vandbalance for Damhussøen 1995, fordelt på måneder

Stofbalance for Damhussøen 1995, fordelt på måneder

Bilag til kapitel 3:

Feltnmålinger

Vandkemi i Damhussøens tilløb

Vandkemi i Damhussøens afløb

Bilag til kapitel 4 :

Metodebeskrivelse til plante- og dyreplanktonberegningerne

Planteplankton	- artsliste samt antal/ml
Planteplankton	- gennemsnitsdimensioner og beregnet biomasse
Planteplankton	- Biomasse fordelt på arter samt totale biomasser
Planteplankton	- Biomassens fordeling i absolutte samt relative tal
Dyreplankton	- Artsliste samt antal /l
Dyreplankton	- Gennemsnitslængde samt den beregnede biomasse af de hyppigst forekommende arter
Dyreplankton	- Biomassen fordelt på arter samt total biomasse
Dyreplankton	- Biomassens fordeling i absolutte tal og i procent mellem de enkelt dyreplanktongrupper
Dyreplankton	- Den gennemsnitlige biomasse samt biomassens fordeling på de enkelte dyreplanktongrupper i absolutte og relative tal, 1990-1995
Græsning	- Græsnings estimater fordelt på hovedgrupper samt græsningstryk på planteplankton
Undervandsvegetation	- Del- og samleskemaer for dækningsgrader og plantefyldt volumen
	- Artsliste med ID koder
	- Korttegning over Damhussøen med indtegning af delområder og dybdekurver

Bilag til kapitel 5:

Beregnete hældningskoefficienter og signifikansniveauer for alle parametre

Bilag kan rekvireres hos Københavns Kommune, tlf. nr. 31 16 33 11.

