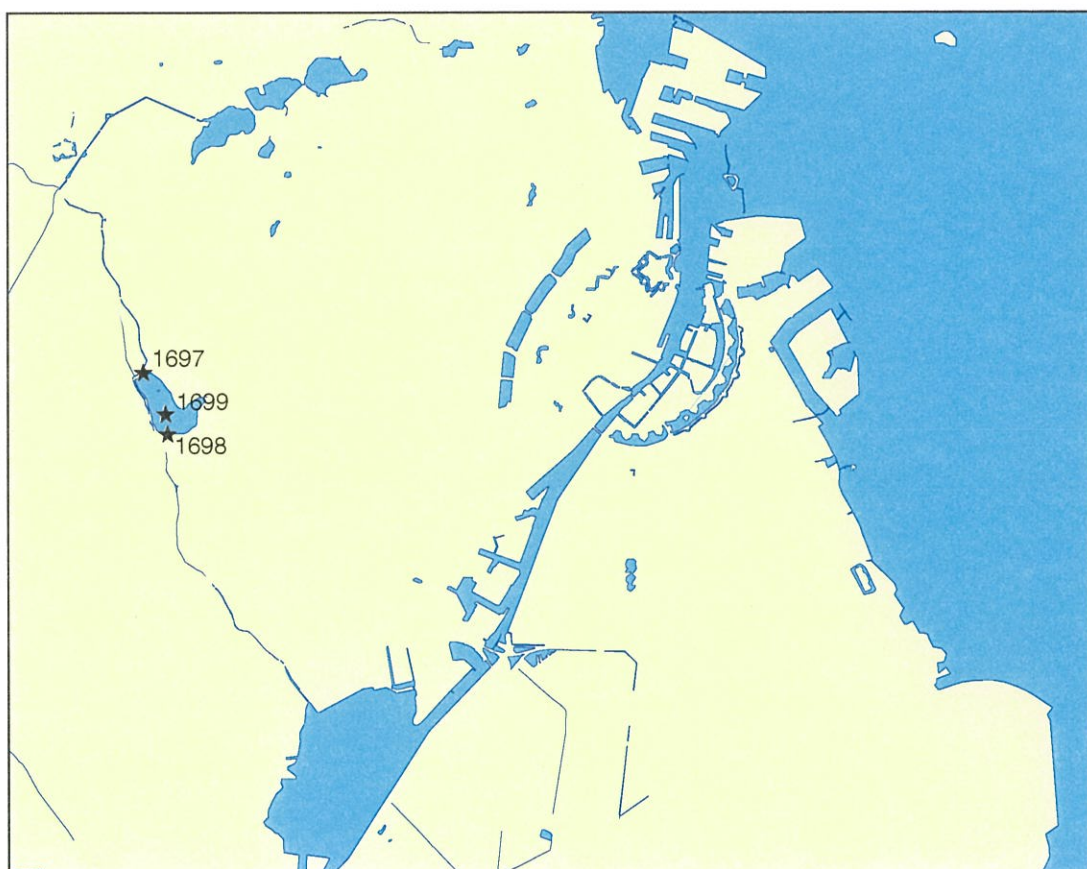


# Damhussøen 1998



# Indholdsfortegnelse

0. Forord .....	3
1. Indledning .....	4
1.1. Generel karakteristik .....	4
1.2. Søens historie og tidligere belastningsforhold .....	5
2. Klimatiske forhold .....	7
3. Oplandsbeskrivelse .....	10
4. Vand- og næringsstofbalancer .....	12
4.1. Vand .....	12
4.2. Kvælstof .....	13
4.3. Fosfor .....	15
4.4. Jern .....	17
5. Vandkemiske og –fysiske parametre .....	18
6. Planteplankton .....	26
7. Dyreplankton .....	28
8. Undervandsplanter .....	33
9. Fiskeyngel .....	37
9.1. Introduktion .....	37
9.2. Fangsternes fordeling .....	39
9.3. Størrelsesstruktur .....	41
9.4. Den biologiske struktur og fremtidig udvikling .....	42
10. Tungmetaller .....	44
11. Sammenfatning og diskussion .....	46
12. Referencer og datagrundlag .....	50
13. Bilagsfortegnelse .....	53

## 0. Forord

I 1987 vedtog Folketinget Vandmiljøplanen ”*Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte*”. Der blev stillet øgede krav til rensning af spildevand for kommuner og industri, og der blev stillet krav til landbruget om opbevaring af husdyrgødning og om en reduktion i tilførslen af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Den samlede udledning af kvælstof til overfladevand og grundvand skulle reduceres fra 290.000 til 145.000 tons pr. år og den samlede udledning af fosfor skulle reduceres fra 15.000 til 3.000 tons pr. år.

Der blev ved handlingsplanens vedtagelse iværksat et program for overvågning af vandmiljøet for at følge effekten af vandmiljøplanen. Overvågningen omfattede undersøgelser i vandløb, søer, punktkilder (renseanlæg, industriudledninger og dambrug), grundvand, kystnære havområder samt undersøgelser af udvalgte landovervågningsoplande.

I 1998 blev Vandmiljøplan II vedtaget. Denne plan indeholdt supplerende vedtagelser, der skulle sikre en reduktion af kvælstofudledning fra landbruget. Samtidig blev målet for kvælstofudledning ændret til 100.000 tons pr. år.

Det nye overvågningsprogram betegnes ”Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003” (NOVA-2003). Det nye program ligner overordnet set det foregående, men er derudover udvidet til også at omhandle tungmetaller og miljøfremmede stoffer.

Amterne og Københavns Kommune afrapporterer overvågningsresultaterne fra de enkelte delprogrammer til hhv. Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser samt Miljøstyrelsen. På baggrund af samtlige rapporter udarbejder Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøstyrelsen og Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelser hver en landsdækkende oversigt, som af Miljøstyrelsen sammenfattes til en årlig redegørelse.

Københavns Kommune har i forbindelse med NOVA-overvågningen i 1998 udarbejdet følgende rapporter:

”Vandløb 1998 ”:	Overvågning i henhold til NOVA-2003
”Damhussøen 1998 ” :	Overvågning i henhold til NOVA-2003
”Utterslev Mose 1998 ”:	Overvågning i henhold til NOVA-2003
”Punktkilder 1998 ”:	Overvågning i henhold til NOVA-2003
”Grundvandsovervågning 1998 ”:	Overvågning i henhold til NOVA-2003
”Overvågning af Øresund 1998 ”:	Overvågning i henhold til NOVA-2003

## 1. Indledning

Som led i "Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet" 1998-2003" (NOVA) har Københavns Kommune's Miljøkontor i 1998 gennemført undersøgelser og målinger i Damhussøen. Der er foretaget vandkemiske og fysiske målinger, tungmetalanalyser, planktonundersøgelser, registrering af undervandsvegetationen, samt undersøgelser af fiskeyngel.

Denne rapport præsenterer resultaterne fra "Vandmiljøplanens overvågningsprogram (VMP) og "Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet" 1998-2003" (NOVA) i perioden 1990 – 1998. Der er tale om en såkaldt normalrapportering, hvor der gives en forholdsvis kortfattet beskrivelse af undersøgelsesresultaterne.

### 1.1. Generel karakteristik

Damhussøen ligger ca. 5 km opstrøms Harrestrup Å's udløb i Kalveboderne i den vestlige del af Københavns Kommune.

#### Morfometri

Damhussøen har et areal på ca. 46 ha og et vandvolumen på ca. 0,7 mio. m<sup>3</sup> beregnet ved flodemål i kote 8.55 DNN. Med en middeldybde på 1,6 m og en maksimal dybde på 2,4 m hører Damhussøen til blandt de lavvandede søer. Damhussøens morfometriske data er vist i tabel 1.1. I perioden 1990-98 har den hydrauliske opholdstid som årgennemsnit varieret mellem 0,5 og 1,4 år og som sommergennemsnit mellem 0,4 og 0,8 år.

Damhussøens fraløb findes i den vestligste del af søen, hvorfra vandet via den rørlagte Grøndals Å ledes til De Indre Søer.

Kort over søen med indtegnede dybdekurver findes i afsnit 8 om undervandsvegetation. (Vandstandsvariationen i perioden 1990-97 er vist i "Søer i Københavns Kommune" 1997).

	Areal (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Gennemsnitsdybde (m)	Maksimal dybde (m)
Damhussøen	46	700.000	1,6	2,4

**Tabel 1.1:** Morfometriske data for Damhussøen

#### Målsætning

Damhussøen er i recipientkvalitetsplanen for Køge Bugt og opland (Hovedstadsrådet 1989) udlagt med en generel målsætning, der har været opfyldt siden 1993.

Harrestrup Å, som Damhussøen får vand fra, 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).

### **1.2. Søens historie og tidligere belastningsforhold.**

Damhussøen er en kunstigt dannet sø som er opstået i middelalderen ved opstemning af Harrestrup Å. Søen kaldtes tidligere Langvadsdam og omtales første gang i 1561, da Frederik 2 overdrog søen til universitetet. Søens nuværende afgrænsning mod syd opstod omkring 1620, da etableringen af Roskilde Landevej nødvendiggjorde en opstemning af "det lange vad", dvs. 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 Grøndals Å. 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, dvs lidt højere end idag. 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 Grøndals Å rørlagt. Samtidig blev Harrestrup Å restaureret, hvorved bunden blev sænket således at et naturligt 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 fjernet ved anlæggelsen af en kloakhjælpeledning i 1977. Med rørskoven forsvandt også en bestand af ynglende ande- og vadefugle. Københavns Kommune har i 1995 påbegyndt en reetablering af

rørskovsområder i søens sydlige del. Rørskoven er endnu ikke færdigetableret bl.a fordi svømmefuglene fouragerer hårdt ved de nye skud.

#### *Miljøtilstanden 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 blågrønalger 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 henholdsvis 100 µg/l og 170 µg/l.

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

## 2. Klimatiske forhold

### *Nedbør*

1998 var nedbørsrig i forhold til normalen. Nedbøren i Damhussøen er målt lokalt ved station Åvendingen. Månederne januar-april, juli og oktober ligger markant højere end normalen (figur 2.1). Månedsafstrømningen til Damhussøen er minimal og uden betydning for søens vandtilførsel. Dette skyldes, at Damhussøen ligger højt og at hovedparten af den diffuse afstrømning løber nedad mod Damhusåen og Damhusøen.

### *Soltimer*

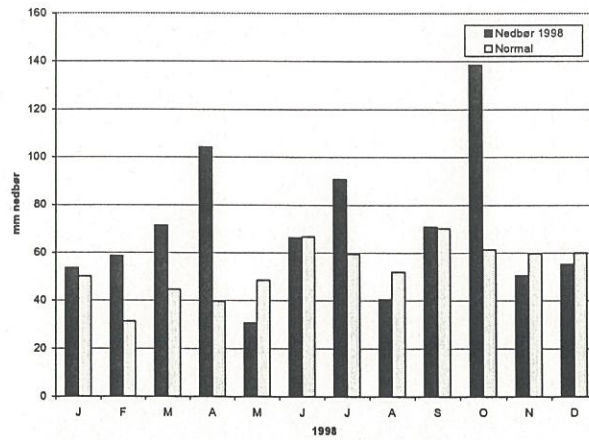
Lysindstrålingen har i 1998 varieret i forhold til normalen. Solindstrålingen har betydning for søens opvarmning og for væksten af planter. I algernes vækstsæson har antallet af soltimer (bortset fra maj) ligget under normalen (figur 2.2).

### *Lufttemperatur*

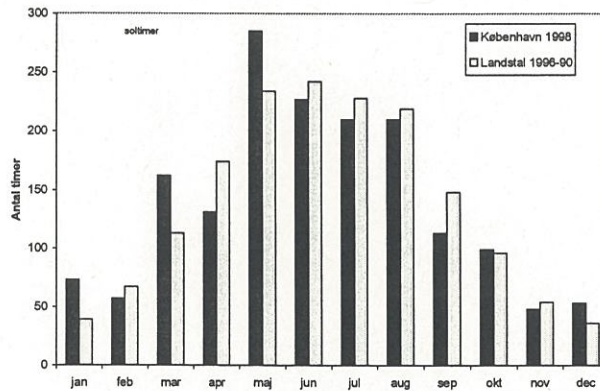
Lufttemperaturen har betydning for søens opvarmning og de biologiske og kemiske processer. I perioden januar til april har temperaturen ligget over normalen mens den resten af året har ligget under (figur 2.3).

### *Vindforhold*

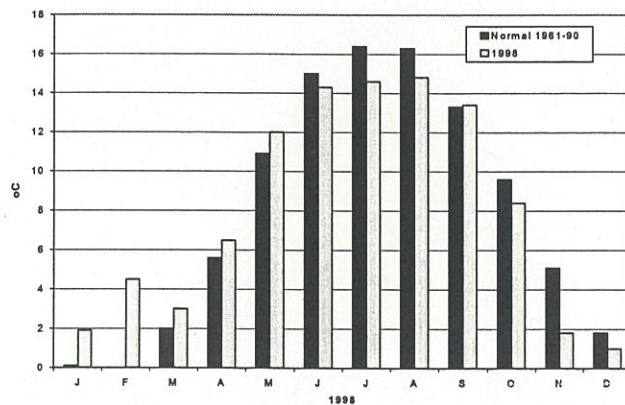
Figur 2.4 (DMI 1999) viser vindretningerne i 1998. Det fremgår, at vinden hovedsagelig har været fra vest/sydvest.



**Figur 2.1:** Nedbøren ved Damhussøen 1998 sammenholdt med normalen



**Figur 2.2:** Soltimer i København 1998 sammenholdt med landsnormalen

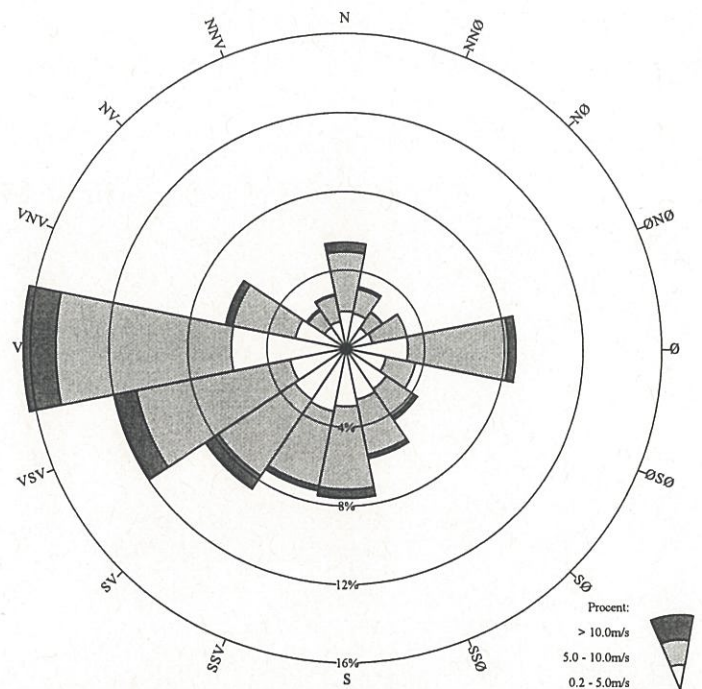


**Figur 2.3:** Lufttemperaturen i København sammenholdt med normalen



Station 06180  
KØBENHAVNS LUFTHAVN

01-01-1998 - 01-01-1999



	N	NNØ	NO	ØNØ	Ø	ØSØ	SØ	SSØ	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Ialt
%	5.4	3.2	2.3	3.2	8.6	3.6	4.3	5.7	7.6	7.4	8.6	12.0	16.3	6.2	2.4	2.8	99.5
% 0.2-5.0m/s	1.9	1.8	1.3	1.4	3.2	2.1	2.5	2.6	2.9	3.3	3.1	2.9	5.8	2.6	1.3	1.4	40.0
% 5.0-10.0m/s	3.0	1.3	1.0	1.8	5.0	1.5	1.7	2.8	4.2	3.9	4.7	7.9	8.9	3.2	1.0	1.3	53.3
% > 10.0m/s	0.5	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.4	0.2	0.8	1.1	1.6	0.4	0.1	0.1	6.3
Middel hastighed	6.1	5.1	4.6	5.4	5.9	4.9	5.1	5.3	5.8	5.5	6.2	6.7	6.3	5.7	5.2	5.2	5.8
Største hastighed	13.4	11.9	10.9	8.8	15.0	9.8	11.9	15.0	13.9	13.4	15.5	15.0	15.5	13.9	11.9	11.9	15.5

Totalt antal observationer = 2920  
Vindstille defineret som hastighed <= 0.2m/s  
Antal observationer med vindstille/varierende vind: 15 = 0.5%

Kilde: DMI

Figur 2.4: Vindretningen i 1998 (Kilde DMI)

### 3. Oplandsbeskrivelse

#### Oplandsafgrænsning

Oplandet til Damhussøen er i alt på ca. 54 km<sup>2</sup> og omfatter hele Harrestrup Å-oplandet. Omkring 44,8 km<sup>2</sup> ligger inden for Københavns Amt, mens kun godt 9 km<sup>2</sup> hører til Københavns Kommune.

Kort over oplandet er vist i bilag 1.

Damhussøen ligger højere i forhold til Harrestrup Å, hvilket betyder, at søen får tilført vand ved oppumpning som finder sted i søens nordøstlige del.

Derfor modtager Damhussøen reelt kun en mindre del af afstrømningen fra oplandet, svarende til ca 10% af vandmængden fra Harrestrup Å.

Til afgrænsning af oplandet inddrages det topografiske opland samt kloakoplandet i Københavns Kommune. Kloakoplandet er dog i stor grad lig med det topografiske opland.

#### Vådområder

I oplandet indgår adskillige søer, moser og vandløb. Det samlede areal af småsøer udgør ca. 0,5 km<sup>2</sup> og arealet af moseområder udgør ca. 0,3 km<sup>2</sup>.

Den samlede længde åbne vandløb udgør omtrent 24 km. I tabel 3.1 og tabel 3.2 findes en optegnelse over de enkelte vådområders størrelse. De enkelte vådområders placering vises i bilag 2.

#### Jordbundsforhold

De geologiske forhold i oplandet til Damhussøen er kortlagt ved brug af data indhentet fra GEUS. Registreringen dækker underjorden ved omkring én meters dybde. Der foreligger ikke nogen særskilt undersøgelse af overjorden. I tabel 3.3 ses arealfordelingen af de enkelte jordtyper. Omkring 86% af jordbunden i oplandet består af moreneler. I umiddelbar nærhed af vandområderne består jorden af ferskvandstørv. Kort over jordbundsforhold er vedlagt som bilag 3.

Navn	Sø Areal m <sup>2</sup>	Mose Areal m <sup>2</sup>	Kbh Amt (KA)/ Kbh Kommune (KK)
Damhussøen	459.000		KK
Kagsmosen		122.600	KK
Sømosen		129.631	KA
Harrestrup Mose		12.510	KA
Ejby Mose		43.348	KA
Svanesøen	42.689		KA

Tabel 3.1: Opmålte søer og moser i Damhussøens opland

Navn	Længde (meter)	Kbh Amt (KA)/ Kbh Kommune (KK)
Harrestrup å	11200	KA + KK
Åer ved Ejby Mose	726	KA
Sømose å	3.200	KA
Kagså	4.200	KA
Bymoserende	1.900	KA
Rogrøften	1.500	KA
Skelgrøft	1.100	KA

**Tabel 3.2:** Opmålte vandløb i Damhussøens opland

Jordart	Areal m <sup>2</sup>
Moreneler	38.555.538
Ferskvandstørv	6.389.111
Ferskvandsler	601.043
Smeltevandssand	465.238
Smeltevandsgrus	436.994
Ferskvandssand	465.237
Ferskvandsgytje	25.891

**Tabel 3.3:** Jordtyper i Damhussøens opland

## 4. Vand- og næringsstofbalancer

### 4.1. Vand

Damhussøen får tilført vand fra to veldefinerede kilder: Fra Harrestrup Å ved oppumpning via et mindre tilløbsbassin samt fra nedbør. Diffus afstrømning vurderes at udgøre en negligibel del. Der er ingen direkte overløb til søen.

Damhussøen fik i 1998 tilført i alt 800.000 m<sup>3</sup> vand. Heraf stammede ca. 420.000 m<sup>3</sup> fra Harrestrup Å.

1998 var et nedbørsrigt år, og nedbørsmængden dette år udgør en større del af tilførslen end normalt, næsten 50%. Den samlede tilførsel lå hermed på niveau med de foregående år. Denne tilførsel var mindre end normalt idet gennemsnitstilførslen siden 1990 har ligget på knap 700.000 m<sup>3</sup>.

Fraløbsdelen var stor i 1998, og skyldtes en usædvanlig høj vandstand ved årets start. Endvidere skulle vandstanden sænkes i årets løb, pga anlægsarbejde. Vandstanden var knap ½ meter lavere ved årets slutning end ved årets start.

Udsivningen var på gennemsnitlig 0,3 cm /døgn svarende til 9 cm/md. Den store udsivning skyldes vandindvinding i oplandet og har været i samme størrelsesorden i alle overvågningsårene.

Nøgletal til vandbalance for Damhussøen 1990 - 1998 findes i tabel 4.1

Til- og fraløb 1990 - 1998 ses i figur 4.1

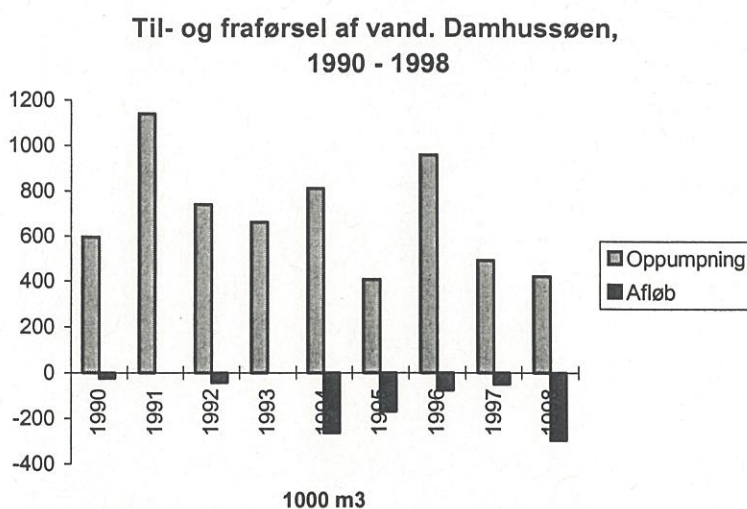
Vand- og stofbalancer opgjort på månedsbasis findes i bilagsdelen til rapporten.

10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Tilførsel</b>									
Oppumpning	594	1139	741	660	811	406	959	492	421
Nedbør	289	298	253	327	377	296	212	272	382
<b>Total tilførsel</b>	<b>883</b>	<b>1437</b>	<b>994</b>	<b>887</b>	<b>1188</b>	<b>702</b>	<b>1171</b>	<b>766</b>	<b>803</b>
<b>Fraførsel</b>									
Afløb	24	-	43	0	265	171	76	50	294
Fordampning	270	250	295	272	296	300	263	280	214
Udsivning	589	-	725	683	650	511	473	501	507
<b>Total fraførsel</b>	<b>880</b>	<b>1400</b>	<b>1063</b>	<b>958</b>	<b>1211</b>	<b>1001</b>	<b>812</b>	<b>830</b>	<b>1015</b>

Opholdstid, år									
årgennemsnit	1,3	0,5	0,6	1,4	0,9	0,9	0,6	0,9	0,7
sommergennemsnit	0,8	0,4	0,9	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6

Tabel 4.1: Vandbalance i Damhussøen 1990 - 1998



Figur 4.1 Til- og fraførsel af vand. Damhussøen 1990-98

#### 4.2. Kvælstof

Tilførslen af total kvælstof til Damhussøen blev for 1998 opgjort til 2100 kg. Den gennemsnitlige indløbskoncentration af total-kvælstof fra Harrestrup Å lå usædvanligt højt og medførte at den samlede tilførsel fra Harrestrup Å på trods af lille vandmængde lå på niveau med foregående år. Den høje koncentration må tilskrives den store afstrømning i de regnrige forårsmåneder fra de opstrøms liggende landbrugsområder, jvf Københavns Kommune "Vandløb 1998". At de forhøjede koncentrationer ikke skyldes overløb til Harrestrup Å ses af, at der ikke ses højere tilløbskoncentration af fosfor.

De gennemsnitlige indløbskoncentrationer af total-kvælstof og total-fosfor fra Harrestrup Å 1990 - 1998 ses i tabel 4.2

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total kvælstof (mg/l)	2,10	1,92	1,96	1,96	2,05	1,52	1,84	1,75	3,37
Total fosfor (mg/l)	0,36	0,37	0,29	0,29	0,24	0,23	0,22	0,34	0,24

**Tabel 4.2:** vandføringsvægtede middelkoncentrationer af kvælstof og fosfor i tilløbsvandet fra Harrestrup Å.

Damhussøens arealbelastning med kvælstof er som følge af dens bymæssige beliggenhed lav sammenlignet med de øvrige søer, der indgår i NOVA-programmet. Kvælstoftilbageholdelsen er lav, men nettotabet i procent af tilførslen er høj sammenlignet med de samme søer.

Nøgletal for kvælstof i Damhussøen 1990 - 1998 ses i tabel 4.3

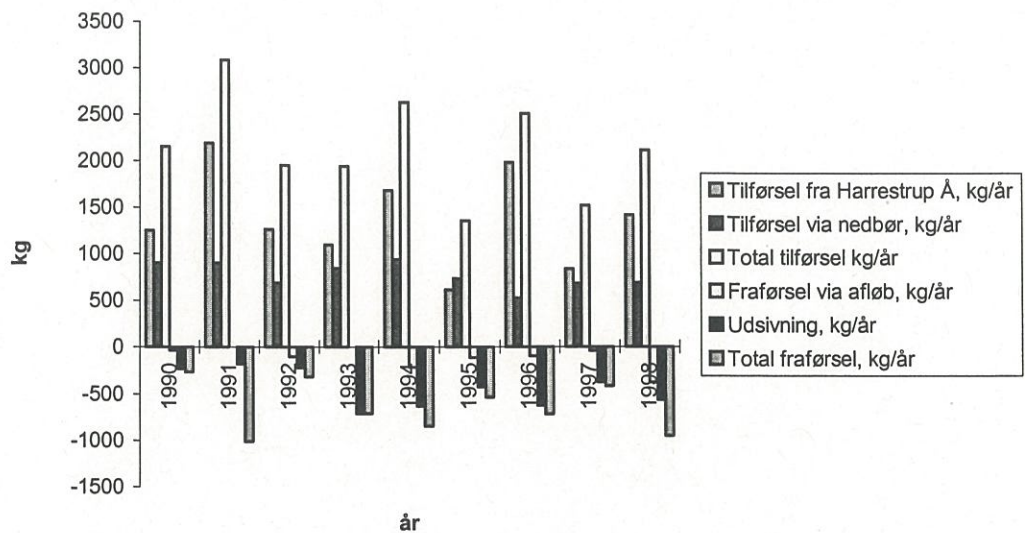
Til- og fraførslen af kvælstof til Damhussøen ses af figur 4.2

Ud over de viste kilder vurderes det, at der kommer et betydeligt, men ukendt tilskud fra de mange fugle i Damhussøen.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	1250	2190	1264	1097	1683	617	1979	838	1419
Tilførsel via nedbør, kg/år	900	900	690	844	945	738	527	682	690
<b>Total tilførsel kg/år</b>	2150	3090	1954	1941	2628	1354	2506	1520	2110
Arealbelastning, g/m <sup>2</sup> /år	4,7	6,7	4,2	4,2	5,7	2,9	5,4	3,3	4,6
Gns. Indløbskonc oppumpn mg/l	2,10	1,92	1,96	1,96	2,05	1,70	1,84	1,75	3,37
Gns. total indløbskonc., mg/l	2,43	2,15	1,97	2,19	2,21	1,93	2,14	1,98	2,63
Gns. total udløbskonc., mg/l	1,39	1,28	1,32	0,95	0,98	0,70	0,93	0,72	1,87
Fraførsel via afløb, kg/år	30	-	100	0	216	110	93	36	379
Udsivning, kg/år	235	180	220	716	633	427	629	378	568
<b>Total fraførsel, kg/år</b>	265	1010	320	716	849	537	722	414	948
Netto-tilbageholdelse, kg/år	1885	2090	2864	1375	2039	1041	1884	1171	1370
Netto-tilbageholdelse i % af tilførsel	88	67	89	71	78	77	72	77	65
Netto-tilbageholdelse g/m <sup>2</sup> /år	4,1	4,5	5,5	3	4,4	2,3	4,1	2,6	3,0

**Tabel 4.3:**Nøgletal for kvælstof 1990 -1998

## Til- og fraførsel af kvælstof. Damhussøen, 1998



Figur 4.2: Tilløb og fraløb af kvælstof i Damhussøen 1998

#### 4.3. Fosfor

Tilførslen af total fosfor til Damhussøen blev for 1998 opgjort til 100 kg. Damhussøen tilføres fosfor via oppumpningen fra Harrestrup Å og via nedbør. Da langt størstedelen af den tilførte fosfor stammer fra Harrestrup Å, og da indløbskoncentrationen ikke har ændret sig betydeligt i 1990'erne følger fosfortilførslen i store træk tilførslen af vand fra Harrestrup Å fra år til år.

Nedbøren buffer den forholdsvis høje fosforkoncentration i Harrestrup Å, således at indløbskoncentrationen reelt falder fra 0,24 til 0,13 mg P/liter.

Nøgletal for fosfor i Damhussøen 1990 - 1998 ses i tabel 4.4

Til - og fraførsel ses af figur 4.3

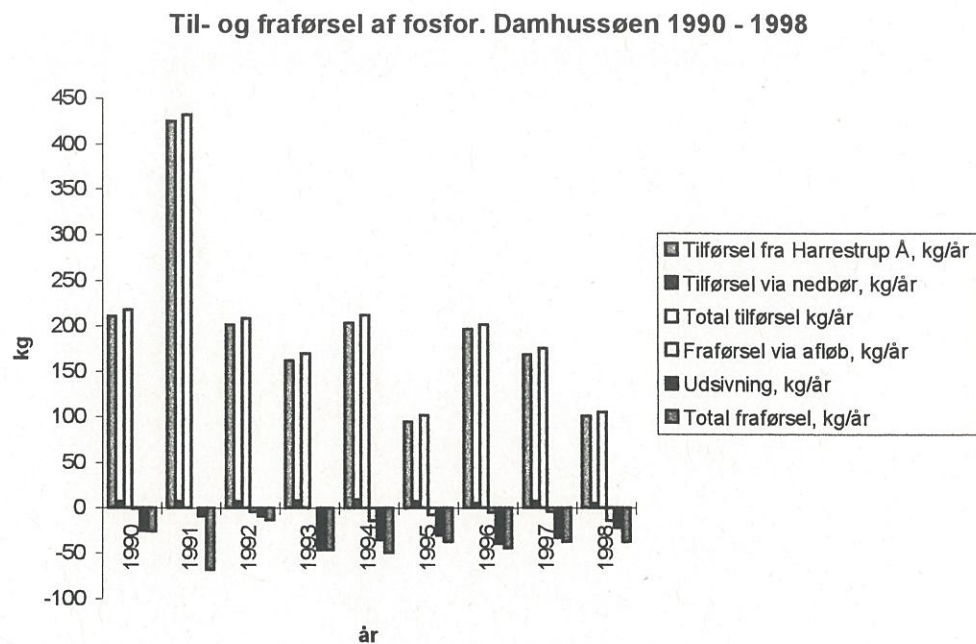
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	210	425	201	162	203	95	196	168	101
Tilførsel via nedbør, kg/år	7	7	7	8	9	7	5	7	5
<b>Total tilførsel kg/år</b>	217	432	208	170	212	102	201	175	105
Arealbelastning, g/m <sup>2</sup> /år	0,47	0,94	0,45	0,37	0,46	0,22	0,44	0,38	0,23
Gns. Indløbskonc oppumpning, mg/l	0,36	0,37	0,29	0,29	0,24	0,23	0,22	0,34	0,24
Gns. total indløbskonc., mg/l	0,25	0,3	0,21	0,19	0,17	0,14	0,19	0,22	0,13
Gns. total udløbskonc., mg/l	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,07
Fraførsel via afløb, kg/år	1	-	4	0	14	8	5	4	14
Udsivning, kg/år	25	9	9	46	35	30	39	33	22
<b>Total fraførsel, kg/år</b>	26	68	13	46	49	37	44	37	36,9
Netto-tilbageholdelse, kg/år)	192	380	234	137	173	82	177	130	77
Netto-tilbageholdelse i % af tilførsel	89	85	95	81	82	81	88	74	73
Netto-tilbageholdelse, g/m <sup>2</sup> /år	0,42	0,83	0,51	0,3	0,37	0,2	0,4	0,3	0,2

**Tabel 4.4** Nøgletal for fosfor i Damhussøen 1990-1998

Ud over de viste kilder vurderes det, at der kommer et betydeligt, men ukendt tilskud fra de mange fugle i Damhussøen.

Fosfortilbageholdelsen i Damhussøen er stor. Den bekræftes af sedimentundersøgelser fra 1991 og 1996, hvoraf det fremgår, at indholdet af fosfor i søbunden er øget i løbet af perioden mellem undersøgelserne. Et væsentligt bidrag udgøres af delvist nedbrudte planterester fra den store biomasse af undervandsvegetation i søen. Med søens nuværende struktur tilbageholdes fosfor i søbunden, men fosforophobningen kan give problemer, hvis den nuværende balance i søen brydes. Sedimentanalysernes resultater er indgående beskrevet i 1996 - rapporteringen: "Søer i Københavns Kommune."





**Figur 4.3:** Til og fraførsel af fosfor. Damhussøen 1990-98

#### 4.4. Jern

Som noget nyt er til- og fraløbets indhold af jern opgjort for 1998 og vises i nedenstående tabel 4.5. For 1998 ses en stor nettotilførsel af jern til Damhussøen, men da opgørelsen ikke er gjort tidligere år, kan det ikke fastslås at være et generelt billede.

Balancen er opgjort på månedsbasis i bilag.

#### Kg Jern

Oppumpn.	afløb	Tilførsel - fraførsel
218	12	188

**Tabel 4.5:** Jernbalance i Damhussøen 1998

## 5. Vandkemiske og –fysiske parametre

Tabel 5.1 sammenfatter data for en række af de vigtigste målte parametre for de sidste ni års målinger i form af års- og sommergennemsnit.

Der har i perioden 1990-98 været tendens til et faldende næringsstofindhold i søvandet på årsbasis og om sommeren. Indholdet af kvælstof- og fosforsalte er så lavt i sommerperioden, at det også i 1998 virker begrænsende på planteplanktons vækst.

I 1995 blev vandtilførslen og dermed belastningen halveret i forhold til perioden 1990-95. Denne markante reduktion i de tilførte mængder af næringssalte kom kun til udtryk i et mindre fald i søens næringssaltniveau i vækstsæsonen (maj-september). Dette peger på, at den eksterne belastning ikke direkte er afgørende for næringssaltkoncentrationen i søen, hvorimod søens nuværende biologiske struktur virker som buffer imod år til år udsving i næringssaltniveauet i søen. I 1996 reagerede søen således med forholdsvis beskedne stigninger i næringssaltniveauet, trods en fordobling i belastningen. I 1997 og 1998 var vandindtaget i Harrestrup Å og dermed den eksterne belastning atter på niveau med de foregående år.

Tabel 5.2 viser de fundne middelværdier for kvælstof og fosfor i Damhussøens tilløb og afløb. Skemaer med samtlige vandkemiske analyser og feltmålinger fra 1998 findes i rapportens bilagsdel. Der er i tabel 5.2 tilføjet beregnede årsværdier for søens afløb. Den egentlige afløbsstation st 1698 ligger i Ålekistebassinet, og da der i 1998 ikke har været flow ved udløbsstationen i længere perioder er næringssalte blevet opkoncentreret i Ålekistebassinet, hvilket betyder at vandkemidata derfra ikke er repræsentative værdier for søafløbet. Afløbskoncentrationer af kvælstof og fosfor er derfor beregnet ud fra søens koncentrationer og det målte flow. Der har reelt kun været flow i 5 af årets måneder.

I tabel 5.3 er udviklingstendenser for fysisk-kemiske parametre vurderet på baggrund af statistisk analyse ved lineær regression på tidsvægtede års- og sommergennemsnit, som funktion af tid for perioden 1990-1998. Det fremgår at såvel fosfor- som kvælstofniveauet har været signifikant faldende i undersøgelsesperioden.

Damhussøen	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Sigtdybde (meter)</b>									
Årsgennemsnit	1,8	1,7	1,3	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,7
Sommergennemsnit	1,5	1,9	1,2	1,7	1,7	1,7	1,5	1,7	1,7
<b>Klorofyl a (µg/l)</b>									
Årsgennemsnit	24	29	27	17	15	14	22	17	13
Sommergennemsnit	10	12	26	14	8	5	43	9	10
<b>Total fosfor (mgP/l)</b>									
Årsgennemsnit	0,123	0,091	0,081	0,064	0,054	0,061	0,069	0,055	0,043
Sommergennemsnit	0,136	0,077	0,082	0,066	0,056	0,049	0,059	0,047	0,036
<b>PO<sub>4</sub>-P opløst (mgP/l)</b>									
Årsgennemsnit	0,042	0,019	0,012	0,010	0,012	0,015	0,014	0,006	0,009
Sommergennemsnit	0,044	0,007	0,007	0,009	0,005	0,005	0,005	0,003	0,004
<b>Total kvælstof (mgN/l)</b>									
Årsgennemsnit	1,39	1,28	1,32	0,95	0,98	0,96	1,09	1,01	1,07
Sommergennemsnit	1,16	0,86	1,12	0,92	0,79	0,77	1,06	0,79	0,76
<b>NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N (mgN/l)</b>									
Årsgennemsnit	0,118	0,149	0,196	0,043	0,165	0,101	0,124	0,175	0,21
Sommergennemsnit	0,022	0,024	0,011	0,016	0,007	0,019	0,123	0,015	0,009
<b>NH<sub>4</sub>-N opløst (mgN/l)</b>									
Årsgennemsnit	0,136	0,124	0,126	0,036	0,053	0,120	0,147	0,059	0,083
Sommergennemsnit	0,020	0,031	0,051	0,010	0,005	0,020	0,049	0,010	0,01
<b>Silicium opløst (mgSi/l)</b>									
Årsgennemsnit	0,5	0,4	0,4	0,8	0,4	0,3	0,9	0,7	0,4
Sommergennemsnit	0,9	0,5	1,1	0,5	0,6	0,5	1,1	0,6	0,3
<b>pH</b>									
Årsgennemsnit	8,9	8,8	8,6	8,6	8,8	8,7	8,2	8,9	8,8
Sommergennemsnit	9,3	9,1	8,8	8,9	9,3	9,3	8,3	8,8	9,5

Tabel 5.1: Års- og sommergennemsnit for fysisk-kemiske data. Damhussøen 1990-98

1998	Tilløb St. 1697 Damhussøen	Afløb St. 1698 Damhussøen	Afløb, beregnede værdier
Total-N, mg/l			
Årsmiddel	2,98	1,57	0,82
Sommermiddel	1,80	1,30	-
Total-P, mg/l			
Årsmiddel	0,34	0,17	0,05
Sommermiddel	0,36	0,18	-

**Tabel 5.2:** Tidsvægtede middelværdier af målte og beregnede koncentrationer af total-N og Total-P i Damhusåens tilløb og afløb

	Signifikans
<b>Klorofyl a</b>	
Årsgennemsnit	--
Sommergennemsnit	
<b>Total-fosfor</b>	
Årsgennemsnit	---
Sommergennemsnit	---
<b>Total-kvælstof</b>	
Årsgennemsnit	--
Sommergennemsnit	-

**Tabel 5.3:** Signifikante ændringer for fysisk-kemiske parametre Utterslev Mose, angivet for 1990-95 og 1990-97.

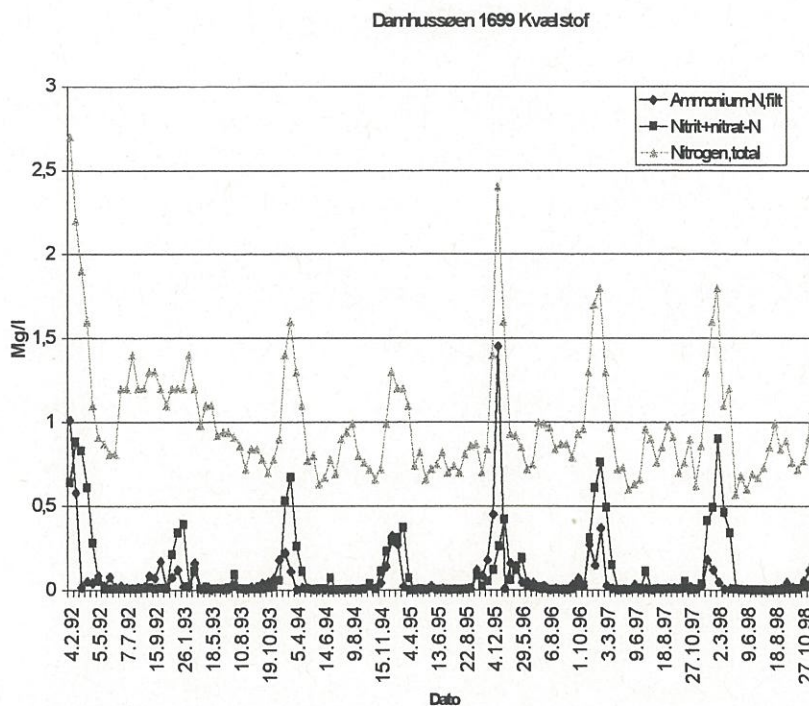
- Lineær regression af tidsvægtede års- og sommergennemsnit mod årene 1990-97. I tabellen angives reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5,1 og 0.1% signifikansniveau som: +/-, ++/--, +++/--- og ++++/---- (Jensen et. al 1994). Parametre uden signifikans er udeladt.
- Tolkning af signifikansniveauer (Jensen et. al 1994): tendens til ændring - signifikansniveau 10% (+/-) & signifikant ændring - signifikansniveau 5, 1 & 0.1% (++/--, +++/--- & ++++/----).

### Kvælstof

Koncentrationen af total kvælstof har været signifikant faldende. Fra 1990 til 1998 er årsgennemsnittet for total kvælstof faldet fra 1,4 til 1,1 mg N/l. Koncentrationerne af total-kvælstof har siden 1994 været nogenlunde stabil på ca. 1,1 og 0,8 mg N/l for hhv. års- og sommergennemsnit.

Kvælstoffraktionernes årsvariation fremgår af figur 5.1

I forårsperioderne har koncentrationerne af opløste kvælstof-salte generelt været lave, og forårsbiomasserne af planteplankton har ofte været både fosfor- og kvælstofbegrænsning. Ved de fleste målinger fra maj til september i perioden 1990-1998 ligger koncentrationerne af ammonium og/eller nitrat under 5 µg N/l. Bortset fra 1992 og 1996 har planteplanktonet i vækstsæsonen været både været fosfor- og kvælstofbegrænset. I løbet af efteråret frigøres der kvælstofsalte ved nedbrydning af undervandsvegetationen. Som følge af øget tilgængelighed af næringsalte sker der i de fleste år en opblomstring af planteplankton i efteråret.

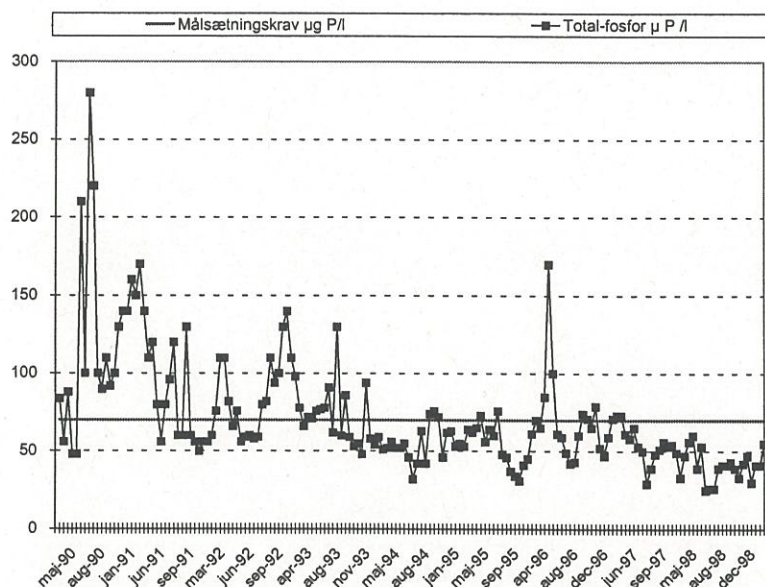


**Figur 5.1:** Kvælstoffraktioner i Damhussøen 1998

### Fosfor

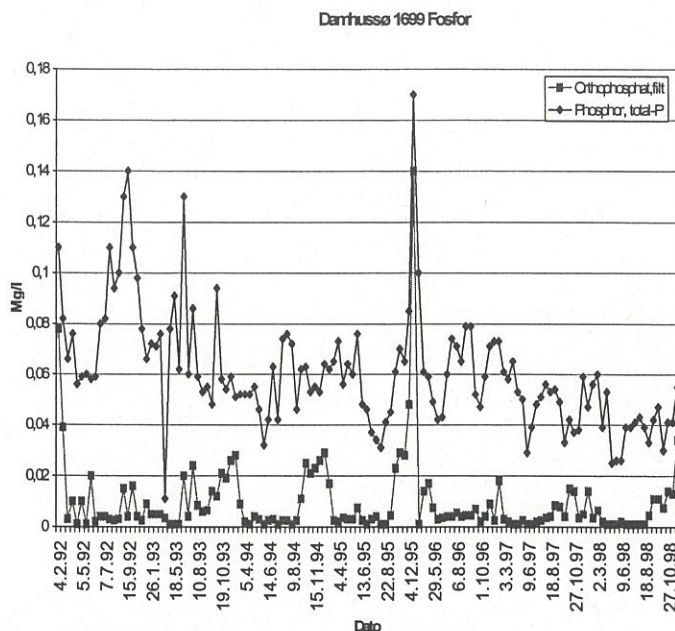
Der er sket en betydelig reduktion i koncentrationen af total fosfor i løbet af overvågningsperioden. I vækstsæsonen er middelværdien faldet fra 136 µg P/l i 1990 til omkring 36 µg P/l i 1998. Statistisk er denne reduktion udtryk for en signifikant ændring. I samme periode faldt den årlige fosforbelastning til søen ikke tilsvarende. På årsbasis er fosforkoncentrationen i søen generelt faldende. I 1998 er den tidsvægtede årsmiddelværdi på 43 µg P/l.

Figur 5.2 illustrerer udviklingen fra 1990 til 1998 i målte koncentrationer af total fosfor. Ser man bort fra et øget fosforindhold i 1996 har Damhussøen siden 1994 overholdt målsætningskravet for fosforindhold. Den øgede fosforkoncentration i 1996 er sammenfaldende med en vandstandssænkning fra sidst i 1995 og ind i 1996. Vandstandssænkningen fandt sted i forbindelse med et anlægsarbejde, og herefter varede det næsten til årets udgang før søen atter var i flodemål.



**Figur 5.2:** Årstidsvariationer af målte koncentrationer af total fosfor 1990-1998. Målsætningskrav til årsgennemsnit er markeret med vandret linje

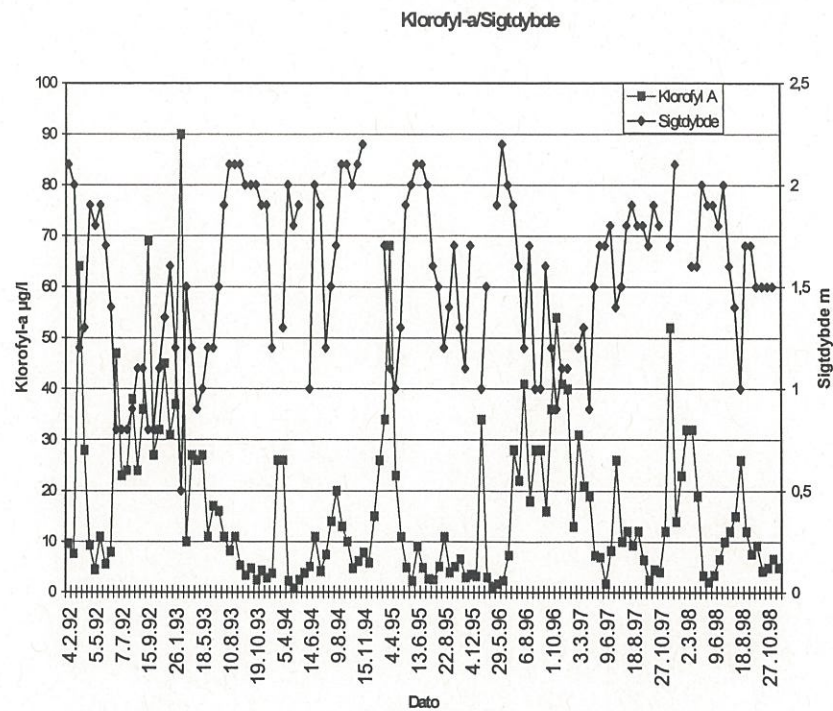
Det partikulært bundne fosfor udgør generelt for årene 1990-1998 en stor del af fosforindholdet i søvandet fra slutningen af marts indtil september. De tilsvarende koncentrationer for opløst fosfat (orthofosfat) svinger omkring 1-7 µg/l, med de laveste koncentrationer fundet i 1998. På dette niveau vil opløst fosfor virke som en begrænsende faktor for planteplanktonets vækst. Hen på efteråret når undervandsvegetationen henfalder, øges den opløste fosforfraktion.



**Figur 5.3** Fosforfraktioner i Damhussøen 1992-1998

#### *Klorofyl a og sigtddybde*

Damhussøen er en klarvandet sø og middelsigtddybden i perioden 1992-98 har været mellem 1,5 og 1,9 meter. I 1998 var middelsigtddybden 1,6 meter og ved 65% af målingerne var der sigt til bunden. De laveste sigtddybder (1,4 og 1 meter) blev observeret i august. Klorofylindholdet er generelt lavt jævnfør tabel 5.1. Året 1996 skilte sig dog ud med et relativt højt klorofyl a indhold på 43  $\mu\text{g/l}$ . Dette høje klorofyltal kan skyldes, at der i 1996 var dominans af grønalger der har et højt klorofyl-a indhold /volumen. På figur 5.4 ses at fald i sigtddybden forår og efterår falder sammen med toppene på klorofylkurven.



Figur 5.4: Årsvariationer i klorofyl a og sigtdybden 1992-1998

#### *pH og total alkalinitet*

pH-niveauet har generelt været højt om sommeren i perioden 1990-1998. De høje pH-værdier (8,8-9,3 om sommeren) viser, at undervandsvegetationen i søen udgør en stor del af primærproduktionen i søen, og at der er forholdsvis lav karbonatbufferkapacitet i søvandet. Alkaliniteten falder således fra cirka 2 til under 1 mmol/l samtidigt med pH stiger. Den lave bufferkapacitet i Damhussøen skyldes sandsynligvis, at regnvand tilført direkte til søen og via Harrestrup Å udgør en betydelig del af den samlede vandtilførsel til søen.

#### *Klorid*

Kloridindholdet i søvandet har ved punktmålinger i 1984, 1990, 1991, 1995 og 1996 ligget meget stabilt omkring 100 µg Cl/l. Fra februar til april 1996 blev koncentrationen af klorid fordoblet, hvorefter niveauet har været stabilt på godt 150 µg Cl/l. Stigningen i kloridindholdet er sammenfaldende med at vandstanden i søen steg igen efter anlæg af en fugleø med et "fundament" af havsand.



*Vandtemperatur og iltforhold*

Temperaturen ved bund og overflade var ens hele året, hvilket er ensbetydende med, at der sker en total opblanding af vandmassen hele året.

Iltforholdene var i lighed med tidligere år gode. Iltmætningen lå, hyppigst over 100% ved målingerne, der alle blev foretaget midt på dagen. Iltmætningen var ens ved overflade og bund gennem hele året, hvilket enten tyder på, at fotosyntensen foregik i hele vandsøjlen eller også at opblandingen er stor.

## 6. Planteplankton

I perioden 1990-1998 er der blevet foretaget undersøgelser af planteplankton i Damhussøen.

Der er i 1998 udtaget i alt 16 prøver til planteplanktonanalyser

Som et led i revisionen af overvågningsprogrammet udtages der fra 1998 ikke planktonprøver om vinteren, dvs. månederne december, januar og februar. Sammenligninger med tidligere års beregnede tidsvægtede, gennemsnitlige biomasser for hele året vil derfor ikke være rimelig, hvorfor disse ikke længere indgår i rapporteringen.

Tabeller med artslistes, alge-dimensioner og biomassefordeling findes i bilag.

### Biomasse

Planteplankton i Damhussøen er karakteriseret ved lave biomasser. Den udbredte undervandsvegetation virker regulerende på planteplanktons vækst, idet den optager en betydelig del af de frie næringsalte.

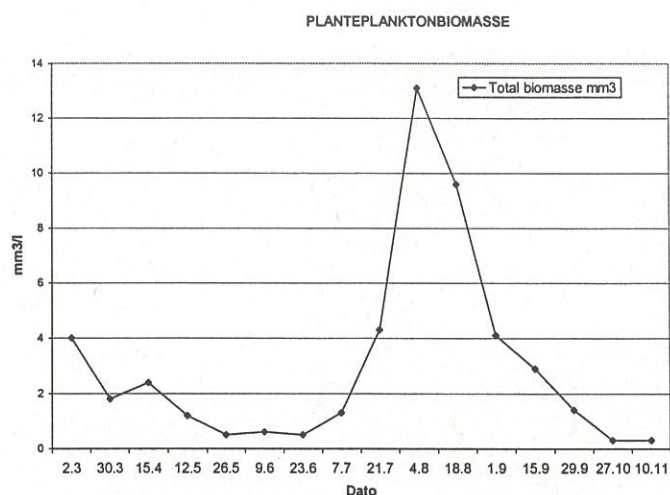
I 1998 varierede den totale fytoplanktonbiomasse fra et minimum på 0,3 mm<sup>3</sup>/l midt i november til et maksimum på 13,3 mm<sup>3</sup>/l i starten af august (figur 6.1). Årets biomassemaksimum skyldes en kortvarig opblomstring af blågrønalger.

Under blågrønalgeopblomstringen dominerer den trådformede blågrønalgeart *Planktothrix agardhii* både blågrønalgebiomassen og den samlede fytoplanktonbiomasse. Af andre blågrønalgearter, som har betydning for størrelsen af blågrønalgebiomassen, er *Limnothrix planktonica* og *Anabaena spp.*

*Planktothrix agardhii* og arter tilhørende slægterne *Anabaena* er alle rapporteret som værende potentielt toksiske.

### Sammenligninger med tidligere år

I tabel 6.1 sammenfattes udviklingen af planteplanktonbiomassen samt hvilke grupper / arter der har haft størst betydning for biomassen. Tabellen viser den gennemsnitlige tidsvægtede fytoplanktonbiomasse er på 3,6 mm<sup>3</sup>/l i vækstsæsonen (1/5-30/9). Denne for Damhussøen relativt høje værdi er ikke set siden 1990-1992 og den kan ikke umiddelbart forklares ud fra en forhøjelse af tilgængelige næringsalte. Det er muligt, at der er sket en mindre forskydning i undervandsvegetationens og planteplanktons konkurrence om fri fosfor.



**Figur 6.1:** Udviklingen af planteplanktonbiomasse i Damhussøen 1998

Års-tal	År mm <sup>3</sup> /l Gns.	Vækstsæson mm <sup>3</sup> /l		% Blågrøn-alger	Dominerende arter/grupper 1. maj - 30. september
		Gns.	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 grønalger <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
1996	2,2	1,5	4	7	Grønalger Rekylalger
1997	1,5	1,0	2,3	5	<i>Cryptomonas spp.</i> <i>Chlorococcal sp.</i>
1998	-	3,6	13,1	67	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Cryptomonas spp.</i>

**Tabel 6.1:** Planteplanktonbiomasse i Damhussøen i 1990-1998. Middelbiomassen på årsbasis og i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, blågrønalgerens andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen (1/5-30/9)

## 7. Dyreplankton

Der blev udtaget 16 dyreplanktonprøver i Damhussøen i perioden marts til november 1998.

Tabeller med artslistes, biomassefordeling og med græsningsdata findes i bilag.

### Biomasse

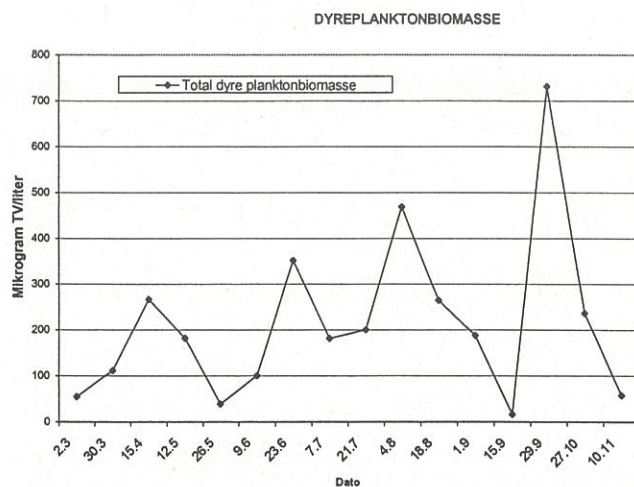
Dyreplanktonbiomassen varierede meget i løbet af prøvetagningsperioden, men kan karakteriseres ved 4 maksima og med generelt lave biomasser i perioderne mellem maksimaene (figur 7.1).

Forårsmaksimumet i april (266  $\mu\text{g}$  tørvægt/l (TV/l)) var domineret af den store cyclopoide vandloppe *Cyclops vicinus*. Sidst i juni ved det andet maksimum (352  $\mu\text{g}$  TV/l) dominerede hjuldyr hovedsageligt *Keratella quadrata*. Ved det tredje maksimum først i august (469  $\mu\text{g}$  TV/l) dominerede cyclopoide vandlopper hovedsageligt nauplii, mens efterårsmaksimumet sidst i september (731  $\mu\text{g}$  TV/l) domineredes af dafnien *Ceriodaphnia quadrangula*.

Den gennemsnitlige, tidsvægtede dyreplanktonbiomasse i vækstsæsonen (1/5-30/9) var 229  $\mu\text{g}$  TV/l.

### Artssammensætning

Der blev i 1998 fundet 38 dyreplanktonarter/-slægter i Damhussøen. Hjuldyrene var den artsrigeste gruppe med 25 arter/slægter, der var 9 dafniearter og 4 vandlopperarter. Den relativt store artsrigdom kan sandsynligvis tilskrives den udbredte undervandsvegetation, der både fungerer som skjul og substrat for flere dyreplanktonarter.



**Figur 7.1:** Udviklingen i dyreplanktonbiomassen 1998

### Sammenligning med tidligere år

Tabel 7.1 sammenfatter udviklingen i dyreplanktonbiomassen samt hvilke grupper/arter der har haft størst betydning for biomassen.

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse i vækstsæsonen er lige som den maksimale biomasse relativt lav i 1998, men på niveau med flere af de foregående år. Dyreplanktonbiomassen har generelt varieret omkring det samme niveau siden 1992.

Af tabel 7.1 fremgår endvidere, at dafniernes andel af zooplanktonbiomassen i 1998 var den laveste registrerede gennem de sidste 9 år, men dog på niveau med 1993, hvor dafnier ligeledes udgjorde omkring en fjerdedel af den samlede biomasse i vækstsæsonen. Dafniernes lave andel af biomassen skyldes bl. a. at der i 1998 ikke er fundet så mange "store" dafnier, *D. galeata*, *D. hyalina* og *D. cucullata* som i de tidligere år.

Årstal	Året	Sommer (1. maj-30. september)			Dominerende arter/grupper
	µg TV/l Middel	µg TV/l Middel	µg TV/l Maks.	% Dafnier	
1990	493	535	3.329	34	<i>Nauplii</i> <i>Daphnia cucullata</i>
1991	474	640	1.070	58	<i>Daphnia galeata</i> <i>Eudiaptomus 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 leuckarti</i>
1994	165	155	936	66	<i>Daphnia galeata</i> <i>Cyclopoide nauplii</i>
1995	213	256	638	39	<i>Eudiaptomus gracilis</i> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
1996	258	381	1.427	61	<i>Daphnia galeata</i> <i>Bosmina longirostris</i>
1997	136	237	1.201	69	<i>Daphnia pulex</i> <i>Bosmina longirostris</i>
1998	-	229	731	24	<i>Cyclopoide nauplii</i> <i>Keratella quadrata</i>

**Tabel 7.1:** Dyreplanktonbiomasse i Damhussøen i 1990-1998.

Middelbiomassen i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, dafniernes andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen

Cladocéeindekset, der er et udtryk for forholdet mellem antallet af dafnier af slægten *Daphnia* og det totale antal dafnier, var i 1998 relativt lavt (tabel 7.2). Cladocéeindekset var i 1998 på niveau med flere af de foregående.

År	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Cladocée- indeks %	8	48	8	7	25	5	9	21	7

**Tabel 7.2:** Beregnet cladocéeindeks for 1990-1998.

### Græsning

Den beregnede græsning og mængden af tilgængelig føde (fytoplankton mindre end 50 µm) er vist i figur 7.2.

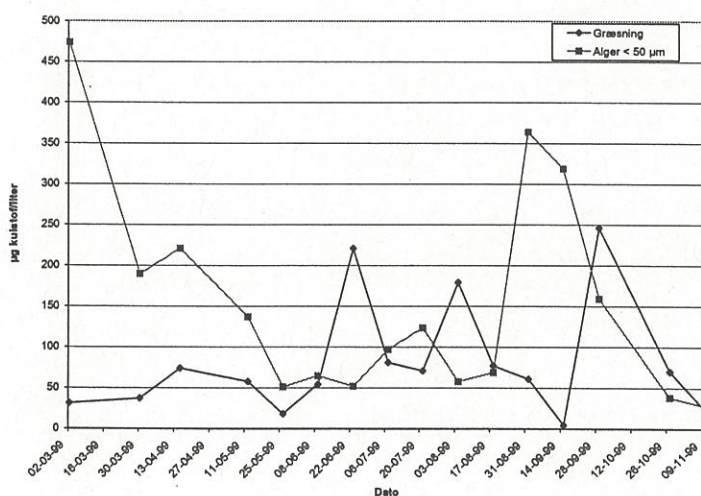
Den beregnede græsning er indebærer en vis usikkerhed. Der tages ikke hensyn til, at dyreplankton i et vist omfang kan spise detritus og bakterier, og fødevalget for copepoditer af cyclopoide vandlopper og specielt hjuldyr er usikkert.

Dafniernes græsning begrænses af mængden af tilgængelig føde, når koncentrationen er under  $200 \mu\text{g C/l}$ , mens de calanoide vandlopper først fødebegrænses ved koncentrationer under  $100 \mu\text{g C/l}$ .

Dafniernes græsning var begrænset af de små mængder tilgængelig føde i hele undersøgelsesperioden med undtagelse af først i marts, i april og første halvdel af september. De calanoide vandloppers græsning var fødebegrænset fra sidst i maj til august samt i oktober og november.

Dyreplanktons græsning var høj sidst i juni og sidst i september, græsningstrykket på den totale planteplanktonbiomasse var samtidigt meget højt (126-422%). Græsningstrykket på den tilgængelige del af planteplanktonbiomassen var generelt højt fra juni til august (57-422%), og, bortset fra første halvdel af september var det over 32% i hele vækstsæsonen.

Den ovenfor nævnte usikkerhed med hensyn til specielt hjuldyrenes fødevalg har stor betydning i Damhussøen i 1998 pga. deres store forekomst og dermed betydning for den beregnede græsning. Det høje beregnede græsningstryk på 422% sidst i juni er næppe blevet realiseret. På dette tidspunkt udgjorde hjuldyrenes græsning 95% af den totale græsning.



**Figur 7.2:** Dyreplanktons græsning og mængden af tilgængelig føde (planteplankton <50µm) i Damhussøen 1998

Den relativt lave planteplanktonbiomasse i Damhussøen i 1998 skyldes delvist de lave koncentrationer af næringsstoffer, men dyreplanktons græsning havde også en væsentlig regulerende effekt.

Dyreplanktonets græsning har sandsynligvis reguleret mængden af de mindre planteplanktonformer i Damhussøen i store dele af vækstsæsonen 1998. De store blågrønalger, der ikke er velegnet føde for dyreplankton, blev dog ikke begrænset af dyreplanktonets græsning. Især ikke da der ikke fandtes store dafniaformer.

Græsningstrykket på den totale planteplanktonbiomasse (tabel 7.3) var med 69% i 1998 stort. Det store beregnede græsningstryk i 1998 skyldes delvist den store forekomst af hjuldyr.

År	1990	1991	1995	1996	1997	1998
Græsningstryk %	24	38	28	100	47	69

**Tabel 7.3:** Beregnet græsningstryk på total planteplanktonbiomasse 1990, 1991 og 1995-1998. Tidsvægtet gennemsnit for vækstsæsonen.



## 8. Undervandsplanter

Undervandsvegetationen dækkede i 1998 størstedelen af søbunden i Damhussøen. Vegetationen var meget tæt i de dybeste dele af søen (> 2m), hvor kransnålsalger dominerede, samt i den øvrige vestlige del af søen i dybder på mellem 1 og 2 meter, hvor Børstebladet vandaks og Kredsbladet vandranunkel dannede tætte bestande i hele vandsøjlen. Langs bredderne var der praktisk taget ingen undervandsvegetation, men her var de fleste steder rigelige mængder af trådalger. I den østlige del af søen var plantedækket sparsommere end i den vestlige del, og trådalgedækket mere udpræget også på dybere områder.

Områdeinddelingen anvendt i vegetationsundersøgelsen fremgår af figur 8.1

### Resultater

Den samlede dækningsgrad blev i 1998 opgjort til 69%. Det relative plantefyldte volumen blev opgjort til 19%. Den samlede trådalgedækningsgrad var på 6%, med dækningsgrader på op til 56% i de laveste områder af søen.

I bilag findes resultatskemaer af områdeundersøgelserne samt opgørelserne over det samlede plantedække og plantefyldt volumen. I tabel 8.1 findes oversigt over registrerede arter ved undersøgelser i perioden fra 1986 – 1998.

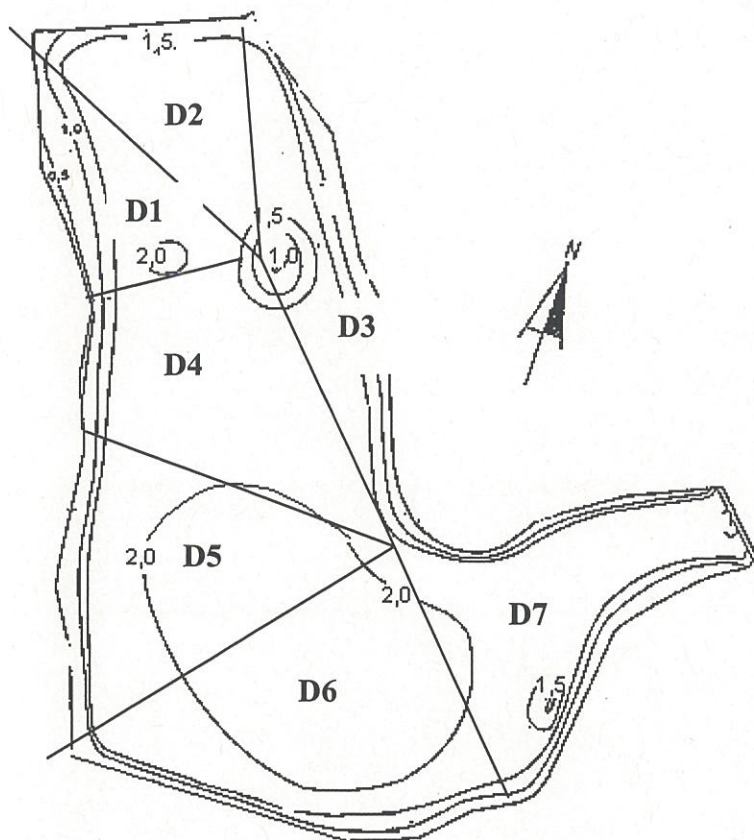
### Sammenligning med tidligere undersøgelser

Tabel 8.2 er en oversigt over resultaterne fra vegetationsundersøgelser foretaget i perioden fra 1986 til 1998. I starten af 1990'erne ændredes dominansen fra vandpest til kransnålsalger. De sidste år er vandskudsplanter blevet dominerende igen. Børstebladet vandaks og Kredsbladet vandranunkel. Efter et par år hvor dækningsgraden gik tilbage (1996 og 1997) var den i 1998 på niveau med årene før.

Trådalgen *Cladophora* var formentlig dominerende i 1980'erne. Siden 1996 er trådalger kun registreret i ubetydeligt omfang i søen som helhed. Langs bredderne har der også i disse år været et udbredt trådalgedække. I 1998 ligesom i 1995 blev der ikke fundet *Cladophora*. Derimod dominerede trådalgen *Spirogyra*.

Forholdene i Damhussøen tyder på konkurrence om næringssaltene og dermed at den store biomasse af undervandsvegetationen yder en regulerende effekt på planktonalgeproduktionen.

Som tidligere nævnt viser sedimentundersøgelser i 1991 og 1996 en stigende pulje af fosfor i sedimentet, hvoraf hovedparten er organisk bundet. Dette viser, at en stor del af planternes biomasse ikke omsættes, men ophobes ved søbunden fra år til år. Med den nuværende biologiske struktur i søen holdes fosforpuljen bundet af og i det udbredte plantedække. Men fosforophobning bundet i organisk materiale kan give anledning til et skift til planktonalge dominans, hvis den nuværende struktur brydes.



**Figur 8.1:** Områdeinddeling af Damhussøen til brug ved vegetationsanalyse

	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1986
<b>Undervandsvegetation</b>											
Børstebel.vandaks	xx	xx	xx	x	x	xx	xx	x	x	x	x
Kredsbl.vandranunkel	xx	x	x	x	x	x	x	x			
Alm.vandpest	x	x	x	x	x	x		x	xx	x	xx
Tornfrøet hornblad	x	x	x	x	x	x		x			
Tornløs hornblad								x			
Korsandemad					x						
Kransnålsalger	xx	xx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	
<b>Trådalger</b>											
Duskvandhår (Cladophora sp)		x	x		x	xx		xx			xx
Slimtråd (Spirogyra sp)	x	x		xx	x	x		x			
Vandnet (Hydrodictyon reticulatum)	x	x		x	x						
Rhizoclonium sp.	x										
Oedogonium sp.	x										
<b>Flydebladsvegetation</b>											
Vandpileurt	x	x	x	x	x	x	x	x	?	?	-
<b>Rørskovsvegetation</b>											
Tagrør	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Kogleaks	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Dunhammer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-

Tabel 8.1: Vegetationen i Damhussøen, 1986-1998

Undersøgelses tidspunkt	Undervandsvegetation. Dominerende arter (D) og andre vigtige arter	Dækningsgrad af søbunden	Undersøgelsesmetode
August 1998	Børstibl. vandaks (D) Kredsbl. vandranunkel (D) Kransnálsalger Alm.vandpest Tornfrøet hornblad Trådalger	69%  6%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1997	Børstibl. vandaks (D) Kransnálsalger Trådalger	41%  5%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1996	Børstibl. vandaks (D) Kransnálsalger Trådalger	48%  2%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1995	Kransnálsalger (D) Kredsbl. vandranunkel Trådalger	61%  22%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1994	Kransnálsalger (D) Alm.vandpest Tornfrøet hornblad	74%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1993	Børstibl. vandaks (D) Kransnálsalger (D) Alm.vandpest Trådalger	60%  40%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
1992	Børstibl. vandaks (D) Kransnálsalger (D) Alm.vandpest Trådalger	Dækkende/rigelig  Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
August 1991	Kransnálsalger (D) Alm.vandpest Børstibl. vandaks Trådalger	50-75%  ca.25%	9 transekter og oversigtlig undersøgelse
1990	Kransnálsalger (D) Alm.vandpest Børstibl. vandaks Trådalger	Dækkende/rigelig  Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
1989	Alm.vandpest Børstibl. vandaks Kransnálsalger Trådalger	-  -	Registreret ved recipienttilsyn
September 1986	Alm.vandpest (D) Børstibl. vandaks Trådalger	Dækkende/rigelig  Almindelig	Oversigtlig undersøgelse

Tabel 8.2: Vegetationsundersøgelser i Damhussøen 1986-1998

## 9. Fiskeyngel

### 9.1. *Introduktion*

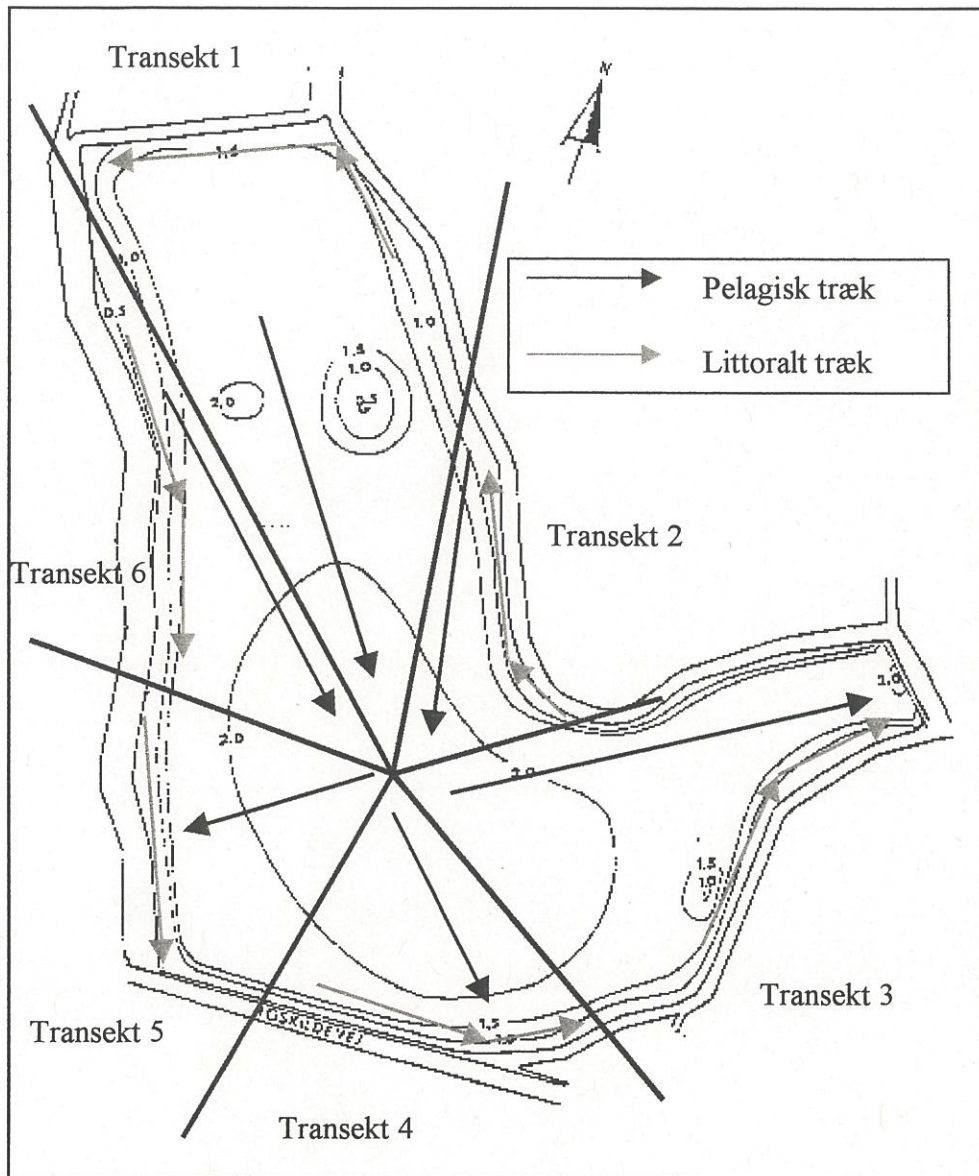
Fiskeyngelundersøgelsen i Damhussøen blev gennemført jf. den tekniske anvisning fra DMU. Søen blev inddelt i seks transekter, og hver blev gennemfisket med hhv. et littoralt og et pelagisk træk. Transekterne var i overensstemmelse med den opdeling af søen, som bliver anvendt ved overvågningsprogrammets undersøgelse af voksne fisk.

Undersøgelsen blev gennemført om natten mellem den 15. og 16. juli 1998 i tidsrummet 23:00 og 3:30. Der blev i alt filtreret 313,5 m<sup>3</sup> vand, fordelt på 144,5 i pelagiet og 169,1 m<sup>3</sup> i littoralzonen.

Fangsten blev fikseret i 96% alkohol umiddelbart efter hvert træk. Der er i de præsenterede resultater ikke foretaget nogen vægtmæssig korrektion på baggrund af fikseringen.

På grund af den meget store makrofytmængde i søen var det ikke muligt at placere flowmåleren i munden af fangstnettet på alle træk i de enkelte transekter, idet denne øjeblikkelig blev stoppet af vandplanter. I de pelagiske transekter 2-4 samt de littorale transekter 5 og 6 var det derfor nødvendigt at trække flowmåleren efter båden for at opnå et estimat af den filtrerede vandmængde. Figur 9.1 viser placeringen af de enkelte transekter.

Efterfølgende blev disse træks udstrækning opmålt på et kort, som viste en god overensstemmelse mellem den afmålte sejlafstand og den af flowmåleren estimerede. Imidlertid bevirker denne modificering af metoden en usikkerhed om den reelle filtrerede vandmængde på de nævnte stationer.



**Figur 9.1:** Kort over transekter anvendt til fiskeyngelundersøgelsen i Damhussøen 1998

## 9.2. Fangsternes fordeling

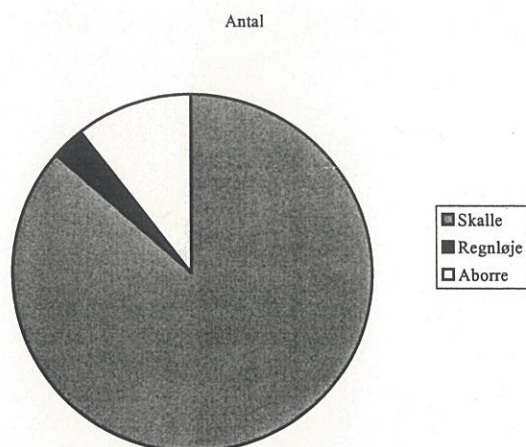
I den samlede fangst indgik årsyngel (0+) af hhv. aborre, skalle og regnløje. Regnløje er opgivet under karpefisk, *andre*.

Det totale antal fiskeyngel var 0,40 og 0,68 m<sup>-3</sup> for hhv. pelagiet og littoralen. Fangsterne af fiskeyngel var således ca. 70% højere i littoralzonen end i pelagiet. Der blev udelukkende konstateret skalle yngel i de pelagiske fangster, mens både skalle, regnløje og aborre indgik i de littorale fangster. I både pelagiet og littoralzonen udgjorde skalle ynglen den betydeligste del af den antalsmæssige andel af fangsten (tabel 9.1).

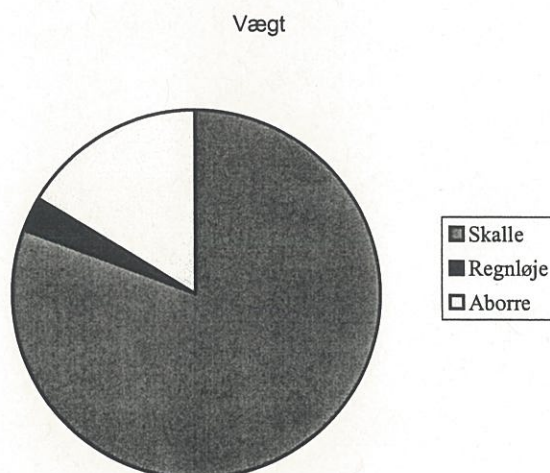
I littoralzonen udgjorde aborreynglen ca. 20% i forhold til antallet af skaller. Fangsterne vurderet på baggrund af biomasse afspejler i høj grad den ovennævnte antalsmæssige fordeling i pelagiet og littoralzonen (tabel 9.1). Aborren udgør en relativ større vægtmæssig andel end skaller i littoralzonen, hvilket kan henføres til forskelle i størrelsesfordelingen (se følgende afsnit) mellem de to arter.

Sektion		1	2	3	4	5	6	Total			
Pelagiet	Vandmængde filtreret, m <sup>3</sup>	18,5	19,4	39,2	20,6	24,3	22,5	144,5			
		Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt (g)	Antal m <sup>-3</sup>	Biomasse m <sup>-3</sup>
	<i>Skalle</i>	0	5	35	1	1	12	54	15,16	0,4	0,1
Samlet	Karpefisk	0	5	35	1	1	12	54	15,16	0,4	0,1
	Total	0	5	35	1	1	12	54	15,16	0,4	0,1
Sektion		1	2	3	4	5	6	Total			
Littoral	Vandmængde filtreret, m <sup>3</sup>	29,2	28,0	19,0	31,6	36,2	24,3	169,1			
		Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt (g)	Antal m <sup>-3</sup>	Biomasse m <sup>-3</sup>
	<i>Skalle</i>	46	18	15	0	13	1	93	30,98	0,55	0,19
	<i>Regnløje</i>	0	4	1	0	0	0	5	1,66	0,03	0,01
	<i>Aborre</i>	0	0	14	2	0	2	18	9,50	0,11	0,06
Samlet	Karpefisk	46	22	16	0	13	1	98	32,64	0,58	0,20
	Aborrefisk	0	0	14	2	0	2	18	9,50	0,11	0,06
	Total	46	22	30	2	13	3	116	42,14	0,68	0,26

**Tabel 9.1.** Fangststatistik for yngelundersøgelsen i Damhus Sø 1998 for arter, artsgrupper og totaler. Fangsterne og de filtrerede vandmængder er fordelt på de enkelte transekter (sektioner) i hhv. pelagiet og littoralzonen. Fangsternes samlede vægt og volumevægt (m<sup>-3</sup>) antal og biomasse er angivet.



**Figur 9.1:** Den relative antalsmæssige fordeling af den samlede yngelfangst i Damhussøen 1998.



**Figur 9.2:** Den relative vægtmæssige fordeling af den samlede yngelfangst i Damhussøen 1998.

En samlet vurderet af både pelagiet og littoralzonen viser klart, at karpefisk (skaller) dominerer yngelfangsterne i Damhussøen i juli 1998 både antals- og biomasse-mæssigt  $\text{m}^{-3}$ . Det samlede antal yngel var  $0,54 \text{ m}^{-3}$  og havde en biomasse på  $0,18 \text{ mg m}^{-3}$ , heraf udgjorde karpefiskene hhv. 89 og 83%. Idet regnløjer kun udgør en begrænset andel af den samlede fangst afspejler den relative fordeling (figur 9.1 & 9.2) ligeledes skallernes dominans såvel antalsmæssigt som biomasse-mæssigt.



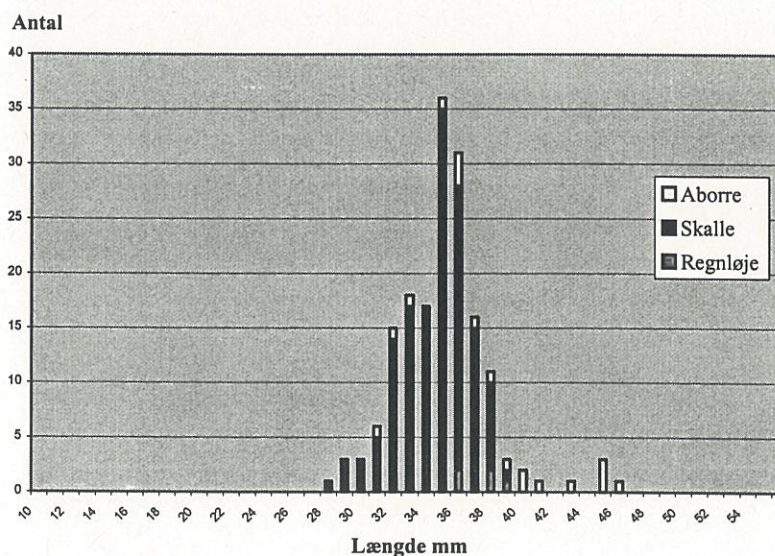
Aborrefiskene (aborre) udgør en lille del af den samlede fangst, hhv. 11% af den antalsmæssige fordeling og 17% af biomassen.

### 9.3. Størrelsesstruktur

Som det fremgår af længde frekvens diagrammet (figur 9.3), udviser skalle en næsten normalfordeling. Variationsbredden (range) er 12 mm, strækkende sig fra en længde mellem 28 og 40 mm. Fordelingen af aborre er mere diffus. Variationsbredden er større end for skallerne, 15 mm strækkende sig fra 32 til 47 mm. Fangsten af regnløje er begrænset og undtages sig således en videre analyse.

På baggrund af fordelingerne er middellængder for de tre arter beregnet til 33,5, 36,4 og 37,7 mm for hhv. skalle, regnløje og aborre. Tillige er middelvægten beregnet som gennemsnit af den samlede vægt/samlede antal for hver art. Resultaterne er angivet i tabel 9.2.

Idet undersøgelsens resultater er en punktmåling kan der ikke foretages nogle valide vurderinger af populationsdynamik og eventuelle dominansforhold i yngelbestanden, idet bl.a. gydesucces, klækningstidspunkt, fødetilgængelighed, konkurrence, predation og anden dødelighed samt fysiologiske temperaturrelationer ikke kendes. Heraf følger at de angivne middellængder og -vægte ikke kan anvendes til en direkte sammenligning af vækstforhold. De to sidstnævnte parametre er derfor opgivet som reference i forhold til de kommende års undersøgelser og i forbindelse med andre fiskeundersøgelser.



Figur 9.3. Længde-frekvens fordeling af fangsten af yngel i Damhussøen 1998

Pelagiet og littoral	total					
Vandmængde filtreret, m <sup>3</sup>	313,50	Antal	Vægt	Antal m <sup>-3</sup>	Biomasse m <sup>-3</sup>	Middelvægt g
Art	Skalle	147	46,64	0,47	0,149	0,32
	Regnløje	5	1,66	0,02	0,005	0,33
	Aborre	18	9,5	0,06	0,030	0,53
Samlet	Karpefisk	152	48,30	0,48	0,15	0,32
	Aborrefisk	18	9,50	0,06	0,03	0,53
	Total	170	57,80	0,54	0,18	0,34

**Tablet 9.2.** Den samlede fangst for yngelundersøgelsen i Damhus Sø 1998 fordelt på antal og vægt. Det samlede volumevægtede (m<sup>-3</sup>) antal og biomasse samt individmiddelvægt er angivet.

#### 9.4. Den biologiske struktur og fremtidig udvikling

Denne undersøgelse er som allerede påpeget en punktmåling og er som sådan en øjeblikkelig status for ynglens kvantitative og kvalitative fordeling i Damhussøen, juli 1998. I det følgende vil resultaterne anvendes som en retningspil for udviklingen i fiskenes betydning for søens biologiske struktur – vel og mærke under hensyntagen til de forbehold, som kan sættes på en punktmåling. Endvidere er yderligere information vedr. fiskebestandens sammensætning inddraget i diskussionen.

Som det fremgår andetsteds i denne rapport, er Damhussøenen middel eutrof med en biologisk struktur, som er domineret af et meget veludviklet makrofytsamfund og en stor aborrebestand. Plante- og dyreplanktonsamfundet i pelagiet har en mindre kvantitativ betydning for søens struktur.

Tidligere har søen fremstået langt mere eutrof, og tilbage i 1950'erne bestod fiskebestanden af bl.a. gedder, suder, karuds og brasen. Endvidere blev der tillige konstateret en betydelig fiskedød et antal gange. Ovennævnte arter er i dag langt mindre dominerende og for brasenens vedkommende, har denne art ikke været konstateret i søen gennem en lang årrække.

Da det må forventes at langt størstedelen af søen primærproduktion sker i makrofytsmassen er bærekapaciteten for yngel i søen begrænset, da disse primært er planktivorer og dermed afhængige af produktionen i plante- og dyreplankton fødekæden. Det kan derfor forventes at en stor gydesucces hos en eller flere arter resulterer i stor inter- eller intraspecifik fødekonekurrence med større dødelighed eller begrænset vækst til følge. Imidlertid er den

nuværende bestand af rovaborre i Damhussøen meget stor og predationen på årsynglen må derfor antages at være meget høj. Rovaborrernes predation kan antages at nedsætte, evt. opveje effekten af fødekongurrence mellem årsynglen.

Den store densitet af makrofytter i søen giver en øget fødekongurrencemæssig fordel til aborrenglen med stigende størrelse. Aborrenglen fouragerer mere effektivt end skallen i et heterogent miljø, samtidig kan den effektivt udnytte den zoobenthos, som er fastsiddende på makrofytterne. Aborrenglen kan således opretholde en god vækstrate med stigende størrelse, hvilket medfører, at ynglen bliver mindre sårbar overfor predation. I modsætning hertil vil skallen være afhængig af tilgængeligheden af zooplankton, som må opfattes værende en begrænset ressource i søen. Vækstrate for skalle-ynglen kan derfor ikke forventes at blive opretholdt og sårbarheden overfor predation forøges.

Ovenstående antagelser understreger rovaborrernes og makrofytternes betydning som strukturerende element i Damhussøenens økosystem. Et forhold som også er kendt fra andre søer i Danmark. Det er ikke muligt at udtale sig om, hvorvidt systemet kan opfattes som stabilt i tilfælde af, at enten makrofyt-samfundet ændres såvel kvalitativt som kvantitativt, eller hvis rekrutteringen af aborre til den voksne bestand svigter i en årrække. Det er imidlertid sikkert at belastningsforholdene til søen ikke må forøges, således at den pelagiske del af primærproduktion får en større betydning for søens biologiske struktur. En udvikling der ville ændre søens struktur mod et bottom-up reguleret system.

## 10. Tungmetaller

Analysen for tungmetaller og miljøfremmede stoffer skal indgå i Nova-afrapporteringen i perioden 1998-2003 for udvalgte søer og vandløb. I Københavns Kommune er der i 1998 blevet analyseret for tungmetaller i Damhussøen og nedstrøms denne på station 5308 i Damhusåen. (Resultater for Damhusåen findes i en særskilt rapport udgivet af Københavns Kommune "Vandløb 1998", men inddrages dog i et vist omfang til nærværende afrapportering.

I 1998 er der i perioden juni - september taget månedlige stikprøver og analyseret for arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, zink og kviksølv i søvandet. De enkelte metaller bindes i forskellig grad til partiklerne i vandet. Derfor er der både analyseret for tungmetaller opløst i vand og for tungmetaller bundet til partikler adskilt ved filtrering. Dog er kviksølv analyseret samlet som total-kviksølv.

Resultaterne er vist i tabel 10.1 og det fremgår at arsen, chrom, kobber og nikkel findes i de højeste koncentrationer opløst i vand og at zink og bly fordeler sig mere mellem opløst- og partikelbundet form. Det har ikke været muligt at kvantificere kviksølv, idet eventuelle koncentrationer af dette stof ligger under detektionsgrænsen på 0,2 µg/l.

Stof µg/l	23.06	07.07	21.07	18.08	15.09
<b>Arsen</b>					
opløst	1,7	1,7	1,7	1,9	2,2
partikelbundet	0,005	0,04	0,067	<0,05	<0,04
<b>Bly</b>					
opløst	0,22	0,15	0,19	0,15	0,26
partikelbundet	0,13	0,71	0,12	0,08	0,11
<b>Cadmium</b>					
opløst	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
partikelbundet	<0,004	0,0057	0,0053	<0,0073	<0,004
<b>Chrom</b>					
opløst	0,36	0,29	0,39	0,5	0,76
partikelbundet	<0,08	<0,08	<0,1	<0,1	<0,08
<b>Kobber</b>					
opløst	2,0	2,6	2,2	1,8	1,8
partikelbundet	0,083	0,075	0,085	0,069	0,06
<b>Nikkel</b>					
Opløst	2,4	0,84	2,6	1,9	2,1
Partikelbundet	0,12	0,21	0,085	0,099	0,019
<b>Zink</b>					
Opløst	0,67	2,1	2,1	1,1	1,7
Partikelbundet	0,41	1,4	1,4	0,26	0,67
<b>Kviksølv total</b>	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Tabel 10.1: Målte koncentrationer af tungmetaller i Damhussøen 1998

< = under "detektionsgrænsen" som kan variere i forhold til analysetype og mængde analysemateriale.

Der foreligger kun få undersøgelser af de enkelte tungmetallers effekt på det akvatiske økosystem og tabel 15.2 viser effektkoncentrationer på ferskvandsorganismer for de enkelte metaller. De fundne koncentrationer i Damhussøen ligger under effektkoncentrationerne, men i Damhusåen som søen får oppumpet vand fra er koncentrationerne generelt højere, og der findes bly i koncentrationer der kan medføre kroniske effekter på fisk. Det må antages at tungmetallerne i søen ophobes i sedimentet og at det derfor vil være nødvendigt at undersøge både vandfase og sediment, for at få et billede af søens reelle tungmetalbelastning.

	Organisme	Akut effekt (LC/EC 50)	Kronisk effekt NOEC
Arsen (mg/l)	Krebsdyr	-2,9	0,52
	Fisk	-40,5	10
	Snegl	24,5	
Bly (mg/l)	Alger	-0,25	
	Krebsdyr	0,016-0,55	
	Fisk	-26,0	0,004
Cadmium (mg/l)	Alger	0,00015-0,008	
	Krebsdyr	0,0000002-0,27	0,001
	Fisk	0,0026-0,27	0,001
	Bløddyr	0,87	
Chrom (mg/l)	Krebsdyr	-0,11	0,043
	Fisk	0,02-0,2	0,029
Kobber (mg/l)	Alger	0,1-0,2	0,009
	Krebsdyr	0,0075-0,32	0,041
	Fisk	0,024-21,0	0,004
	Insekt	0,3	
	Ciliat	0,034	
Nikkel (mg/l)	Alger	0,1-0,18	
	Krebsdyr	100-330	
	Fisk	4-20	0,38
Zink (mg/l)	Alger	0,065	
	Krebsdyr	0,03-330	0,1
	Fisk	0,12-0,24	0,026
Kviksølv (mg/l)	Alger	0,015-10	
	Krebsdyr	0,0014-10	
	Fisk	0,0040-0,42	
	Snegl	0,36	
	Ciliat	0,023	

**Table 10.2:** Effektkoncentrationer af tungmetaller (Miljøstyrelsen 1999)

## 11. Sammenfatning og diskussion

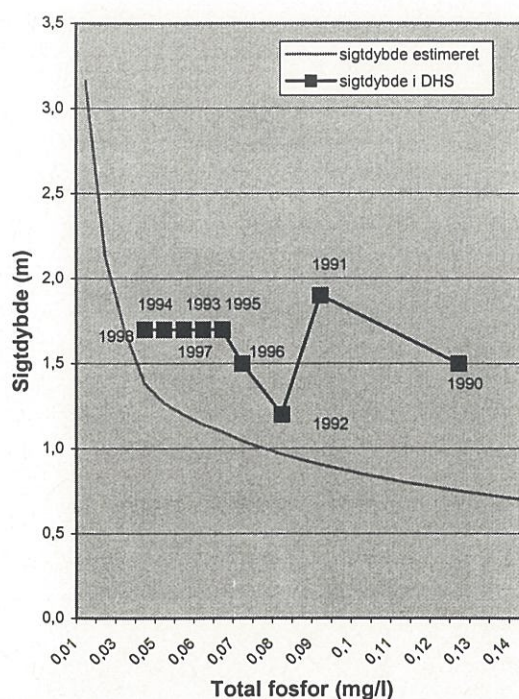
Damhussøen fremstår med en lav eutroficeringsgrad og har en stabil biologisk struktur. Søen har et lavt næringsstofindhold, en lille mængde planteplankton og dermed en høj sigtddybde.

Et særkende for søen er den betydelige udbredelse af makrofytter samt fiskebestandens sammensætning, der primært udgøres af aborrer.

Begge forhold danner baggrunden for et søsystem med stor stabilitet og derved en høj bufferkapacitet til at modvirke ændringer i intern og ekstern belastning.

Overvågningsresultaterne peger på, at makrofytbiomassen gennem dennes produktion er i stand til at optage så store mængder næringsstoffer, at planteplanktonet i lange perioder er næringssaltsbegrænset. Endvidere betyder fiskebestandens sammensætning – mange rovaborre og dermed få planktivorer småfisk – at dyreplanktonet gennem deres græsning kan begrænse planteplanktonet i de frie vandmasser. Planteplanktonet i Damhussøen kan således både være næringsstofbegrænset og græsningsbegrænset.

Den biologiske struktur synes også at være årsagen til, at den observerede sigtddybde i søen har været højere end forventet på baggrund af fosforkoncentrationen gennem alle årene, hvor søen har indgået i overvågningsprogrammet (figur 11.1).



**Figur 11.1:** Sigtdybde som funktion af fosforkoncentrationen – generelt og i Damhussøen

Den eksterne fosforbelastning af søen må siges at være relativ høj i forhold til de observerede søvandskoncentrationer af fosfor. I tabel 11.2 ses den teoretiske ligevægtskoncentration ( $P_{sø}$ ) for Damhussøen (Vollenweider 1976, 1988) beregnet på baggrund af fosforbelastningen og søens hydrauliske regime i 1998.

$$P_{sø} = P_{ind} / (1 + (tw)^{1/2})$$

hvor  $P_{sø}$  og  $P_{ind}$  er hhv. den gennemsnitlige sø- og indløbskoncentration og  $tw$  er opholdstiden. Til beregning af  $P_{ind}$  og  $tw$  kan enten anvendes den tilførte vandmængde eller den fraførte vandmængde. Det er primært vandbalancen, der bestemmer hvilken vandmængde som skal anvendes. Vollenweider (1988) anbefaler, at i tilfælde af at magasinbassinet varierer betydeligt og vandgennemstrømningen ikke er kontinuerlig, kan en anvendelse af den fraførte vandmængde til parameterestimer give det mest valide resultat.

Som det fremgår af afsnittet vedrørende vandbalancer er søens hydrauliske forhold meget variable, og dermed er ligevægtsberegninger også behæftet med stor usikkerhed.

Imidlertid kan det uddrages af tabellen at ligevægtskoncentrationen i søen skulle befinde sig i intervallet 0,05 til 0,18 mg P/l, hvor værdierne 0,05 og 0,14 mg P/l synes at være mest valide, søens hydrauliske belastning taget i betragtning. Disse værdier er alle højere end den observerede koncentration (0,043 mg P/l) i søen.

Psø:

	Pind(Qind)	Pind(Qud)
Twud	0,05	0,14
Twind	0,07	0,18

**Tabel 11.1** Fosforkoncentrationer (Psø) i Damhussøen ved ligevægt. Beregnet efter Vollenveider (1988)

Retentionen af fosfor i søen er meget høj. Beregnet på baggrund af formlen  $R = 1 - Psø/Pind$  er retentionen 67% i 1998. En forklaring på ovenstående forhold må søges i den måde, hvorved fosforet antages at akkumulere i søen.

Den største del af den tilførte fosformængde optages af makrofytbiomassen. Makrofytternes vækst har indtil videre være tilstrækkelig til at kompensere for den tilførte fosformængde. Desuden kan den meget store udsivning være medvirkende til at en betragtelig del af den tilførte fosfor fjernes fra søen i forbindelse med det udsivende vand. Sidstnævnte forklaring kan ikke verificeres på baggrund af nuværende viden: Det kan ikke afgøres, hvorvidt fosforet i udsivningsvandet deponeres i sedimentoverfladen, hvor det er til rådighed for den biologiske struktur eller trækkes dybere ned i sedimentet og funktionelt fjernes fra systemet.

Sedimentundersøgelsen fra Damhussøen (beskrevet i "Søer i Københavns Kommune", Afløbsafdelingen 1997) viser imidlertid, at der sker en stadig større akkumulering af fosfor i sediment og størstedelen af sedimentets fosforpulje er bundet til organiske stof – primært plantemateriale – og ikke til reducerende ækvivalenter som f.eks. jern.

Dette medfører, at der til stadighed sker en deponering af fosfor, som ikke er immobil, men løbende kan frigives under organisk nedbrydning. Frigørelsesraten synes indtil videre ikke at være højere end at denne kan kompenseres af makrofytternes optagelse.

Der er imidlertid den potentielle mulighed for, at der på længere sigt sker en så stor deponering af organisk bundet fosfor, at frigivelsen fra denne ikke længere kan kompenseres af makrofytternes optagelse. I en sådan situation vil der sker en forøgelse af planteplanktonets produktion.



Hvorvidt dette scenarie vil ændre søens nuværende tilstand er uvist, idet en forøgelse af produktiviteten i planteplanktonet vil kompenseres af et øget græsningstryk fra dyreplanktonet. Dette vil imidlertid kun ske i tilfælde af, at fiskebestanden nuværende sammensætning opretholdes.

Damhussøens store og veludviklede makrofytsamfund og dennes produktion synes at være det centrale biologiske forhold, der stabiliserer søens miljømæssige tilstand. Det må imidlertid anbefales at den eksterne belastning yderligere begrænses, således at deponeringen af organisk bundet fosfor i sedimentet reduceres.

Dette er især vigtigt, da den tilførte mængde af bindingsækvivalenter (total-jern) til søen ikke er høj nok (Total jern/ Total fosfor forholdet er ca. 2) til at sikre, at der sker en tilstrækkelig effektiv kemisk binding af fosfor i sedimentet.

## 12. Referencer og datagrundlag

Brodersen, K. 1997 (unpubl.) Oplysninger vedrørende subfossile dansemygge hovedkapsler fra Damhussøen og Utterslev Mose.

Carl Bro as 1999 Fyto-og zooplankton i Damhussøen. Udarbejdet for Afløbsafdelingens Miljøkontor, Københavns Kommune (I trykken)

COWIconsult 1991. Kvalitetsforbedring af det oppumpede vand til Damhussøen.

Rapport udarbejdet for Afløbsafdelingens Miljøkontor, Københavns Kommune

Fiskeøkologisk Laboratorium 1996. Fiskebestanden i Damhussøen 1995. Rapport udarbejdet for Afløbsafdelingens Miljøkontor, Københavns Kommune

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 1994. Faglig rapport fra DMU nr. 139.

Jensen, J.P. et al, 1996  
Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995. Rapport fra DMU nr 147.

Jørgensen & Wollenveider 1988: Principles of lake management. Guidelines of lake management vol 1.

Kemp & Lauridsen 1996. Vandbalance for Københavns Kommune og Harrestrup Å oplandet Udarbejdet for Københavns Kommune Afløbsafdelingens Miljøkontor.

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

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

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

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

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

Københavns Kommune, 1995b  
Spildevandsplan 1995. Spildevandsplan for Københavns Kommune  
Afløbsafdelingen, Stadsingeniørens Direktorat.

Københavns Kommune 1996. Afløbsafd. Miljøkontor.  
Miljøtilstanden i Utterslev Mose 1995. Rapport til Danmarks  
miljøundersøgelser.

Københavns Kommune 1997. Afløbsafd. Miljøkontor.  
Søer i Københavns Kommune 1996. Rapport til Danmarks  
miljøundersøgelser.

Københavns Kommune 1998.  
Søer i Københavns Kommune 1997. Rapport til Danmarks  
miljøundersøgelser

Københavns Kommune 1998. Københavns Kommune  
"Vandløb 1998". Rapport til Danmarks miljøundersøgelser.

Københavns Kommune, 1997b. Noter vedr. *Leptocerus tiniformis* i  
Damhussøen.

Københavns Magistrat 1992. Kapitalbevilling til forbedring af  
vandkvaliteten i Damhussøen.

Miljøstyrelsen, 1990. Bestemmelse af belastning fra regnvandsbetingede  
udløb, Spildevandsforskning. Rapport nr. 4.

Miljøstyrelsen 1991. Planteplanktonmetoder. Miljøprojekt nr. 187.

Miljøstyrelsen 1992. Zooplankton i søer - metode og artsliste. Miljøprojekt nr. 205.

Miljøstyrelsen 1999. Paradigma for rapportering af NOVA 2003 i 1998.

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

Rambøll og Hanneman 1996. Kort og artikel vedr. vandudsivning fra spildevandssystemet..

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

Svendsen og Rebsdorf (1994): Kvalitetssikring af overvågningsdata Teknisk anvisning, DMU nr.7

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

Vollenweider 1996 i Jensen J.P 1997: Modelværktøjer, der kan anvendes til scenarieberegninger ved temarapportering.

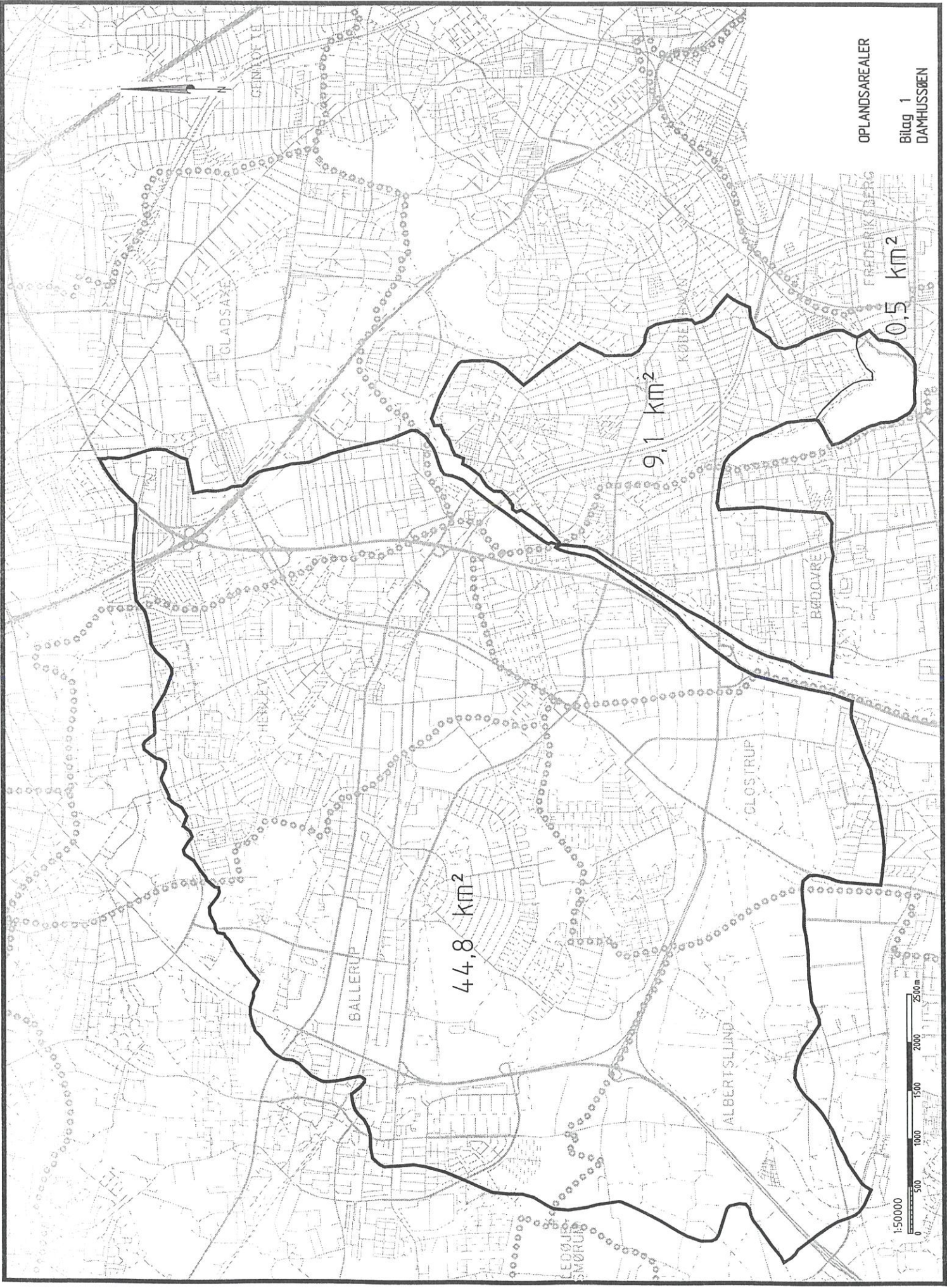
### 13. Bilagsfortegnelse

*Bilag 1-3 er indsat i rapportem*

*Bilag 4-16 findes i en særlig bilagsdel, som kan rekvireres hos Københavns Kommune*

Bilag 1	Kort over Damhussøens oplandsgrænse
Bilag 2	Kort over vådområder Damhussøens opland
Bilag 3	Kort over jordbundstyper i Damhussøen opland
Bilag 4A	Vandbalance for Damhussøen 1998, fordelt på måneder
Bilag 4B	Kvælstofbalancer for Damhussøen 1998, fordelt på måneder
Bilag 4C	Fosforbalancer for Damhussøen 1998, fordelt på måneder
Bilag 5A	Feltnålinger og vandkemi fra Damhussøen 1998
Bilag 5B	Feltnålinger og vandkemi fra Damhussøens tilløb 1998
Bilag 5C	Feltnålinger og vandkemi fra Damhussøens afløb 1998
Bilag 6	Metodebeskrivelse til planktonberegningerne
Bilag 7	Planteplankton, Artsliste samt antal/ml
Bilag 8	Planteplankton, gennemsnitsdimensioner og biomasse
Bilag 9	Planteplankton. Biomasse fordelt på arter samt totale biomasser
Bilag 10	Planteplankton. Biomassens fordeling i absolutte samt relative tal
Bilag 11	Dyreplankton. Artsliste samt antal /l

- |          |   |
|----------|---|
| Bilag 12 | Dyreplankton. Gennemsnitslængde samt den beregnede biomasse af de hyppigst forekommende arter   |
| Bilag 13 | Dyreplankton . Biomassen fordelt på arter samt total biomasse   |
| Bilag 14 | Dyreplankton. Biomassens fordeling i absolutte tal og i procent mellem de enkelt dyreplanktongrupper  |
| Bilag 15 | Dyreplankton.-Den gennemsnitlige biomasse samt biomassens fordeling på de enkelte dyreplanktongrupper i absolutte & relative tal, 1990-1996 |
| Bilag 16 | Græsning . Græsnings estimater fordelt på hovedgrupper samt græsningstryk på planteplankton   |



OPLANDSAREALER

Bilag 1  
DAMHUSBÆN

44,8 km<sup>2</sup>

9,1 km<sup>2</sup>

0,5 km<sup>2</sup>



STENDELT

GLADSAVE

CHESLEV

BALLERUP

ALBERTSLUND

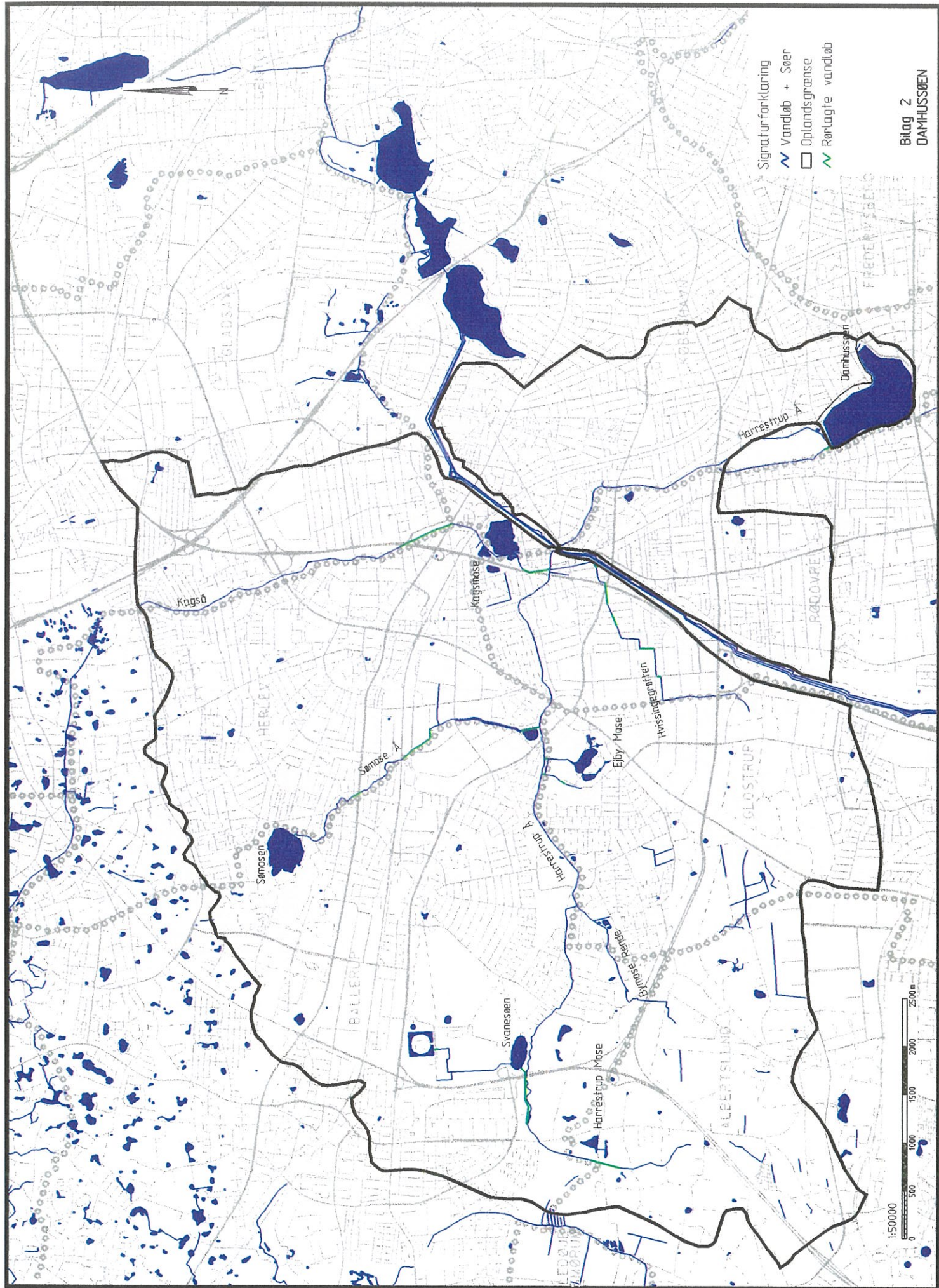
CLOSTRUP




RØDOVRE

KØBE

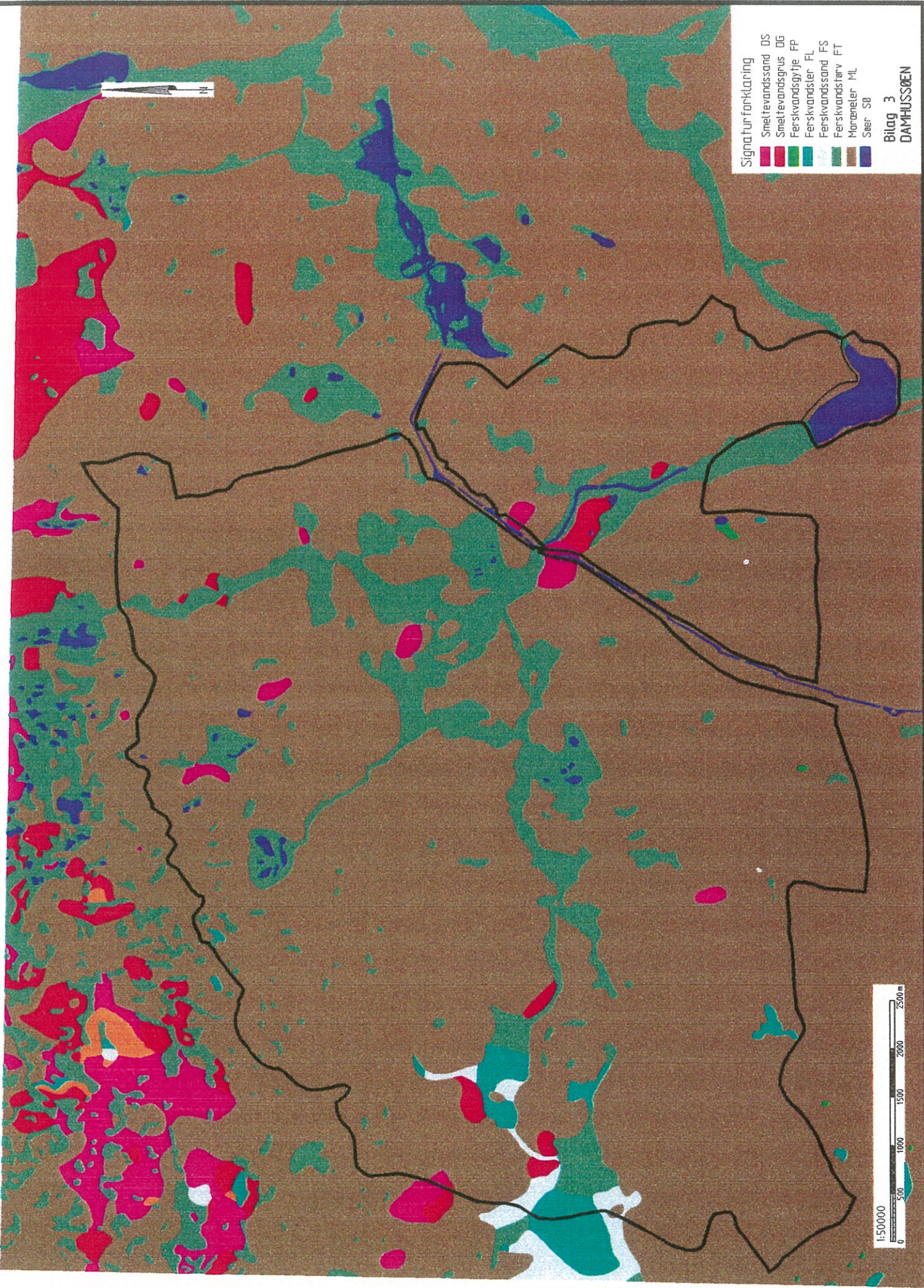
FRÆDEKBERG

LEDØJ  
SMØRUM



- Signaturforklaring
-  Vandløb + Søer
  -  Oplandsgrænse
  -  Rørlagte vandløb





- Signaturforklaring
- Smeltevandsand DS
  - Smeltevandsgrus DG
  - Ferskvandsgytje FP
  - Ferskvandsler FL
  - Ferskvandsand FS
  - Ferskvandsler FT
  - Marneleir ML
  - Smer SB
- Bilag 3  
DAMHUSØEN

1:50000  
0 500 1000 1500 2000 2500m