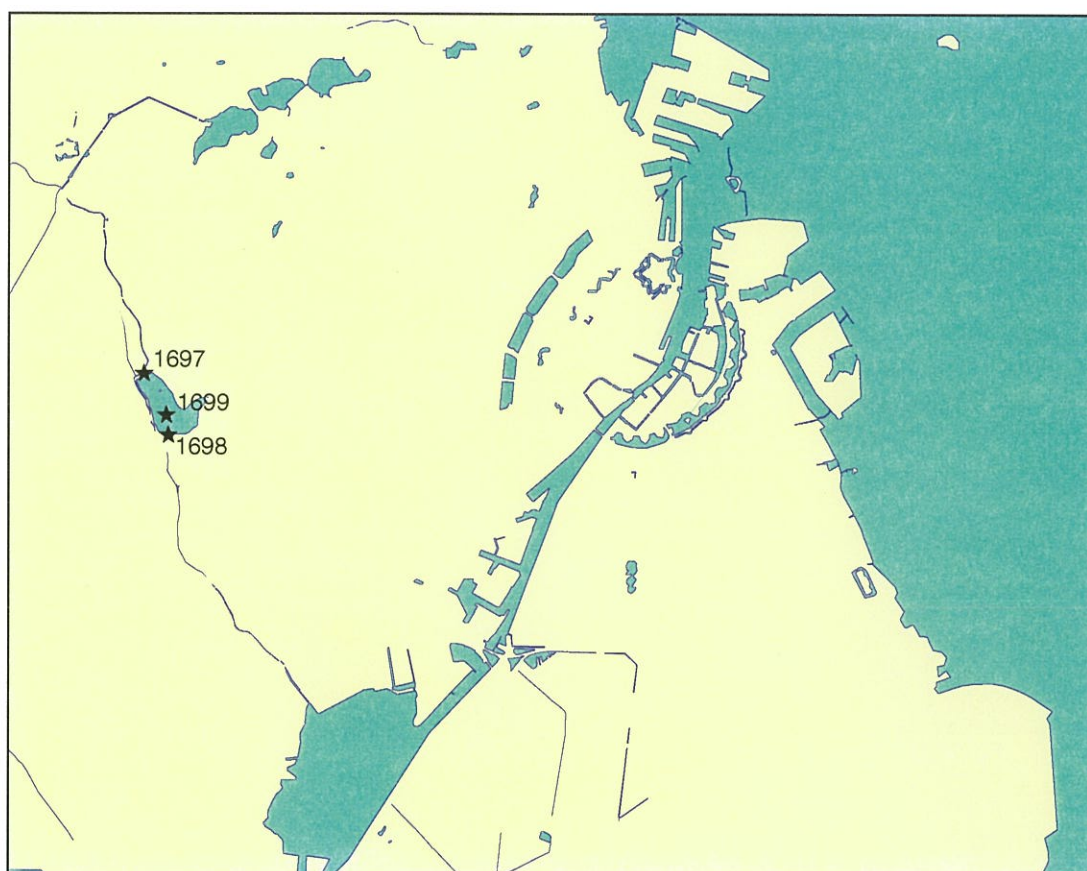


Damhussøen 1999



Københavns Kommune

Indholdsfortegnelse

Forord.....	5
1. Indledning.....	6
1.1. Generel karakteristik.....	6
1.2. Søens historie og tidligere belastningsforhold.....	7
2. Klimatiske forhold	9
2.1. Nedbør.....	9
2.2. Temperatur.....	10
2.3. Sol.....	10
2.4. Potentiel fordampning.....	11
2.5. Vind.....	12
3. Oplandsbeskrivelse	13
4. Vand- og næringsstofbalancer	16
4.1. Vand	16
4.2. Kvælstof.....	18
4.3. Fosfor.....	21
4.4. Jern.....	24
5. Vandkemiske og –fysiske parametre	26
5.1. Fosfor.....	26
5.2. Kvælstof.....	27
5.3. Klorofyl <i>a</i> og sigtddybde	28
6. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer	30
6.1. Metode.....	30
6.2. Resultater	30
6.3. Diskussion	31
7. Planteplankton	32
8. Dyreplankton.....	34
9. Undervandsplanter	38
9.1. Resultater.	38
9.2. Diskussion / Sammenligning med tidligere undersøgelser.....	38
10. Fiskeyngel	42

10.1.	<i>Introduktion.....</i>	42
10.2.	<i>Fangsternes fordeling og størrelsesstruktur</i>	43
10.3.	<i>Sammenligning med yngelundersøgelsen i 1998.....</i>	43
10.4.	<i>Den biologiske struktur og fremtidig udvikling.....</i>	44
11.	Sammenfatning og diskussion.....	45
12.	Referencer og datagrundlag.....	48
13.	Bilagsfortegnelse	51

Forord

I 1987 vedtog Folketinget Vandmiljøplanen ”*Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringssalte*”. Der blev stillet øgede krav til rensning af spildevand for kommuner og industri. Endvidere blev der 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. I forbindelse med vedtagelsen af Vandmiljøplan II blev overvågningsprogrammet revideret. Det nye overvågningsprogram betegnes ”Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003” (NOVA-2003). Det nye program ligner overordnet set det foregående, men er udvidet til også at omhandle tungmetaller og miljøfremmede stoffer.

Amterne og Københavns Kommune rapporterer overvågningsresultaterne fra de enkelte delprogrammer til hhv. Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser samt Miljøstyrelsen.

På baggrund af samtlige indrapporteringer 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 1999 udarbejdet følgende rapporter:

”*Vandløb 1999* ”

”*Damhussøen 1999* ”

”*Utterslev Mose 1999* ”

”*Punktkilder 1999* ”

”*Grundvandsovervågning 1999* ”

”*Overvågning af Øresund 1999* ”

1. Indledning

Som led i "Nationalt Program for Overvågning af Vandmiljøet" 1998-2003" (NOVA) har Københavns Kommunes Miljøafdeling i 1999 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 – 1999. 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, kun adskilt fra Rødovre Kommune af Harrestrup Å.

Morfometri

Damhussøen har et areal på ca. 50 ha og et vandvolumen på ca. 0,8 mio. m³ beregnet ved flodemål i kote 8.81 DNN. Med en middeldybde på 1,6 m og en maksimal dybde på 2,4 m ved middelvandstand hører Damhussøen til blandt de lavvandede søer. Damhussøens morfometriske data er vist i tabel 1.1. Kort over søen med indtegnede dybdekurver findes i kapitel 9 om undervandsplanter.

	Areal (ha)	Volumen (m ³)	Gennemsnitsdybde (m)	Maksimal dybde (m)
Damhussøen	49,5	800.000	1,6	2,4

Tabel 1.1: Morfometriske data for DHS.

I perioden 1990-99 har den hydrauliske opholdstid som årsgennemsnit varieret mellem 0,5 og 1,4 år og som sommergennemsnit mellem 0,4 og 0,8 år. Med undtagelse af 1992 er opholdstiden i gennemsnit kortere om sommeren end for året. I 1999 var opholdstiden i henholdsvis års- og sommergennemsnit på 0,9 og 0,7 år.

Damhussøens fraløb findes i den vestligste del af søen, hvorfra vandet via den rørlagte Grøndals Å ledes til De Indre Søer. Afløbet fra Damhussøen reguleres ved en variabel overløbskant. Denne blev hævet 9 cm i slutningen af august 1999. Maksimumkoten var derefter på 8.64 DNN resten af 1999.

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). Siden 1997 har en automatisk reguleret ventil skullet sikre, at Damhussøens tilløbsbassin kun modtager vand fra Harrestrup Å i perioder uden opstrøms aflastninger fra kloaksystemet til åen.

1.2. Søens historie og tidligere belastningsforhold.

Damhussøen er en kunstigt dannet sø, som er opstået en gang 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 etablering 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 hvilket 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 Grøndals Å rørlagt. Samtidig blev Harrestrup Å restaureret, hvorved bunden blev sænket og naturligt tilløb til Damhussøen blev umuligt. Der etableredes derfor et pumpeværk, således at vandet siden er blevet pumpet 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. Med rørskoven forsvandt også en bestand af ynglende ande- og vadefugle. Københavns Kommune reetablerede i 1995 en del af rørskovsområdet, men p.g.a. bl.a. svømmefuglenes hårdhændede behandling af de nye skud hvert år, er rørskoven ikke rigtig udvokset - endnu.

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 (internt notat, Københavns Kommune). Før 1986 er der kun sporadiske målinger af næringssalte.

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 situationer med iltsvind og fiskedød i den mellemliggende periode.

2. Klimatiske forhold

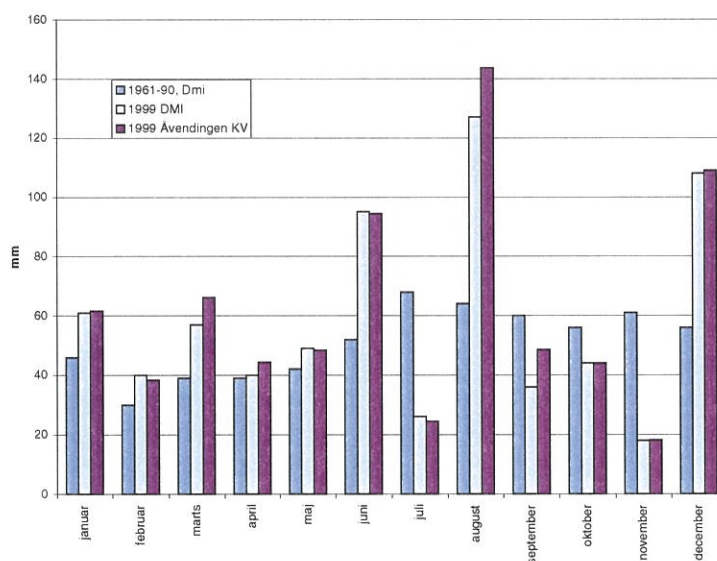
2.1. Nedbør

1999 blev lige som 1998 et nedbørsrigt år i forhold til normalen.

Der faldt 741 mm nedbør, målt lokalt ved målestation 30309, Åvendingen. Denne station, som er forsynet med en vippekarsregnmåler, er beliggende i Københavns Kommune tæt ved Damhussøen og er derfor repræsentativ for nedbørsforhold ved Damhussøen. Årsagen er, at vandtilførslen til Damhussøen ikke er afstrømningsafhængig, men udelukkende er bestemt af pumpeaktivitet. Således er det kun den nedbør som falder på selve søarealet, der har betydning for søens vandbalance. Derfor er der ikke anvendt griddata til beskrivelse af nedbørsforhold vedr. Damhussøen.

De her oplyste nedbørsmængder er ikke korrigeret for læ-virkning m.m., hvilket skulle give en underestimering af nedbørsmængden med mellem 16 og 27 % (Teknisk rapport 98-10, DMI).

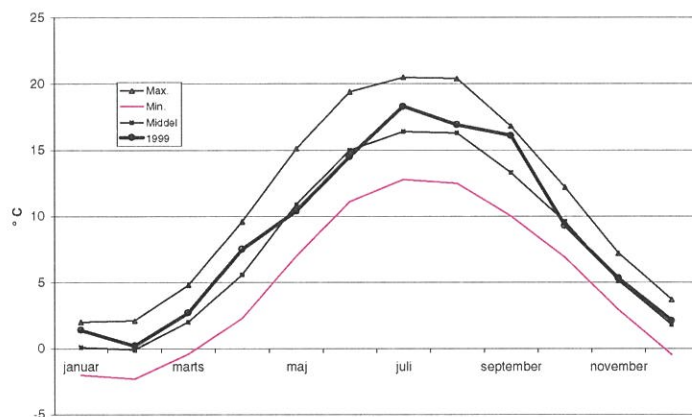
Januar, februar og marts var relativt nedbørsrige måneder, mens juni, august og december var usædvanligt nedbørsrige med kraftige nedbørshændelser. Juli og november var usædvanligt tørre.



Figur 2.1: Nedbør ved Damhussøen 1999 sammenlignet med data fra DMI's månedsrapporter 1999.

2.2. Temperatur

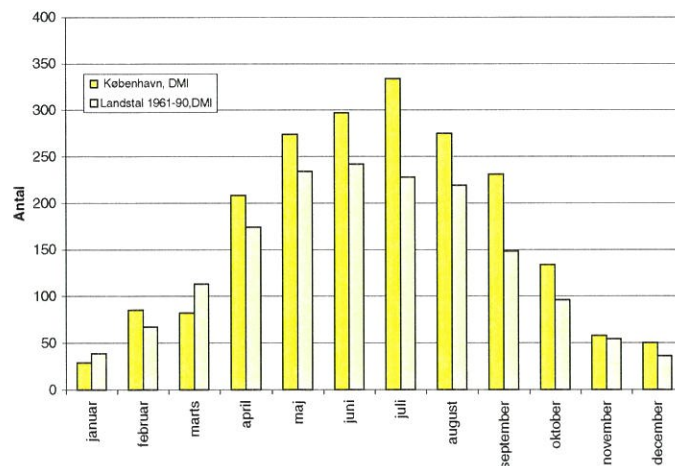
I figur 2.2 er månedstemperaturene i 1999 sammenholdt med månedsmidler samt minima og maksima ved normaltemperaturer. Marts-april og især perioden juni til oktober var varmere end normalt.



Figur 2.2: DMI's max, middel og minimum normal månedstemperatur (1961-90) sammenlignet med månedsmiddelværdier for 1999.

2.3. Sol

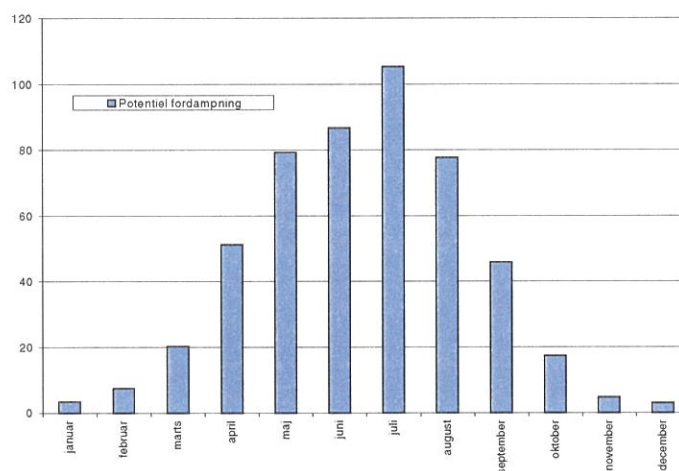
1999 var et usædvanligt solrigt år i Københavnsområdet, især var perioden fra april til oktober meget solrig. Af DMI's månedsrapporter fremgår følgende: Solen skinnede i 2057 timer i Københavnsområdet mod normalt 1650 timer. Til sammenligning kan det oplyses at rekorden på landsplan, opgivet som landstal, blev sat i 1947 og var på 2047 timer.



Figur: 2.3: Soltimer i København 1999 sammenholdt med landsnormal. Data stammer fra DMI's månedsrapporter 1999.

2.4. Potentiel fordampning

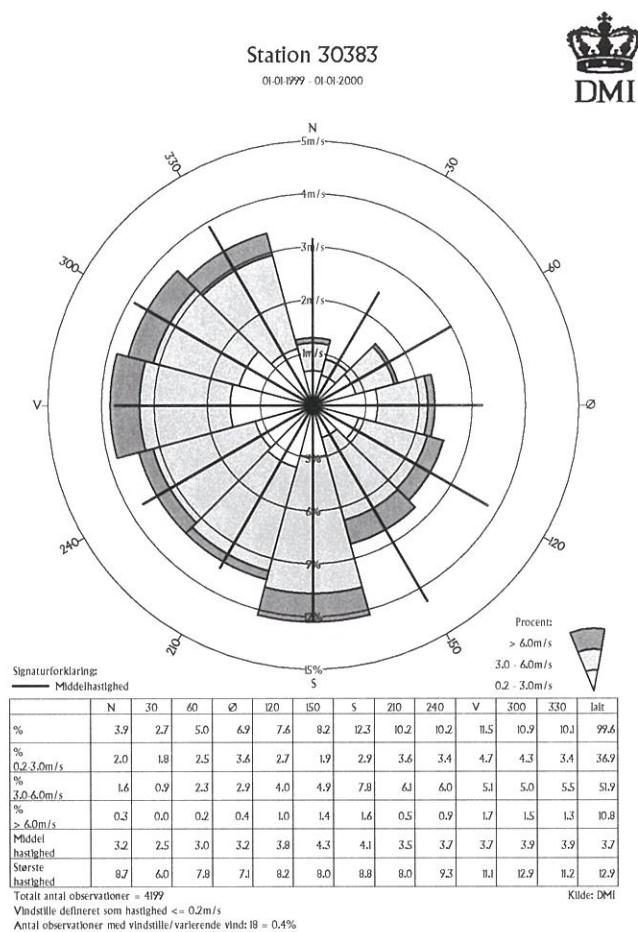
Fordampningen har været relativt høj i Københavns området i 1999, hvilket skyldes den høje temperatur, de mange soltimer, samt den megen blæst. Grid 20165 vurderes at give en repræsentativ beskrivelse af fordampningsforhold i Københavnsområdet.



Figur 2.4: Potentiel fordampning i mm for grid 20165, DMI.

2.5. Vind

Som det fremgår af nedenstående vindrose for station 30383 var 1999 et blæsende år med varierende vindretninger, især fra vest og syd.



Figur 2.5: Vindretninger i 1999.

3. Oplandsbeskrivelse

Oplandsafgrænsning

Oplandet til Damhussøen er i alt på ca. 54 km² og omfatter hele Harrestrup Å-oplandet. Omkring 44,8 km² ligger inden for Københavns Amt, mens kun godt 9 km² hører til Københavns Kommune.

Kort over oplandet er vist i bilag 1. Til afgrænsning af oplandet inddrages hele det topografiske opland til Harrestrup Å. Inden for Københavns Kommune er oplandsgrænsen tegnet som grænsen til kloakoplandet som dog i stor grad lig med det topografiske opland.

Damhussøen ligger højere i forhold til Harrestrup Å hvilket betyder at søen får tilført vand ved oppumpning. Denne 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.

Vådområder

I oplandet indgår adskillige søer, moser og vandløb. Det samlede areal af småsøer udgør ca 0,5 km² og arealet af moseområder udgør ca. 0,3 km². Den samlede længde åbne vandløb udgør omtrent 23826 m. I tabel 3.1 og tabel 3.2 findes en optegnelse over de enkelte vådområders størrelse. Kort der viser de enkelte vådområders placering findes som bilag 2.

Navn	Sø Areal m ²	Mose Areal m ²	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.

Jordbundsforhold

De geologiske forhold i oplandet til Damhussøen er kortlagt ved brug af data indhentet fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). Registreringen dækker underjorden ved omkring én meters dybde. Kort over jordbundsforhold er vedlagt som bilag 3. I tabel 3.3 ses arealfordelingen af de enkelte jordtyper. Omkring 86 % af jordbunden i oplandet består af moræner. I umiddelbar nærhed af vandområderne består jorden af ferskvands Tørv.

Der er af Danmarks Jordbrugsforskning foretaget en yderst sparsom undersøgelse af overjorden i Damhussøens opland, hvilket formodes at hænge sammen med den store grad af befæstning i oplandet. Det eneste kortlagte areal ligger perifert i oplandet primært i Albertslund Kommune ved Harrestrup Å's udspring. Kortet er ikke medtaget i denne rapport, men findes hos Danmarks Miljøundersøgelser, som har foretaget kortlægningen af overjorden i Damhussøens opland.

Jordart	Areal m ²
Moræner	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 (underjorden) i Damhussøens opland.

Arealanvendelse

Arealanvendelsen i Damhussøens opland er kortlagt efter "Corine" og fremgår af tabel 3.4. Det tilhørende kort er vedlagt som bilag 4. Godt og vel 70 % af det samlede areal indgår i forskellige typer bymæssig bebyggelse.

Kode (Corine)	Anvendelse	m ²	%
1110	Tæt bebyggelse	3735622	6,90
1120	Åben bebyggelse	32666557	60,65
1210	Industri og handel	1488902	2,76
1220	Vej og jernbane	289641	0,54
1410	Byparker	9246019	17,17
1420	Sports/fritidsanlæg	745614	1,38
2110	Dyrket (ikke kunstvandet)	1816171	3,37
2430	Blandet landbrug og natur	2676982	4,97
3110	Løvskov	665220	1,24
4120	Mose og kær	537257	1,00
5120	Søer	532015	1,00
	I alt	53862780	100

Tabel 3.4: Arealanvendelse i Damhussøens opland.

Topografi

Oplysninger om de topografiske forhold i oplandet findes indtegnet på kort som højdekurver efter Kort og Matrikelstyrelsen. Kortet er vedlagt som bilag 5.

Punktkilder:

Punktkilderne i oplandet til Damhussøen består af overløbsbygværker fra fælles kloak eller separat kloak. Kort over bygværkernes placering er vedlagt i bilag 6 og ajourført april 2000.

4. Vand- og næringsstofbalancer

4.1. Vand

Damhussøen får tilført vand fra to forholdsvis 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. Tilførslen fra Harrestrup Å opgøres ved pumpetal.

Afløbet sker til den rørlagte Grøndahl Å over en variabel overløbskant der i en periode (indtil 31. august) var placeret i kote 8.55 DNN, hvorefter kanten blev forhøjet til kote 8.81 DNN den sidste del af 1999. Afløbet registreres ved en flowmåler.

Tilførslen til Damhussøen blev i 1999 opgjort til i alt 909.000 m³ vand. Heraf stammede 545.000 m³ fra Harrestrup Å. Denne tilførsel er lidt mindre end gennemsnittet for perioden siden 1990, der har ligget på knap 700.000 m³. 35 % af tilførslen fandt sted i august måned. Nedbøren var lidt rigeligere i 1999 i forhold til et normalår.

Fraførslen via afløbet var meget lille i 1999, 14.000 m³ i august måned.

Udsivningen er beregnet på grundlag af de øvrige vandbalanceparametre. Udsivningen i 1999 var stor i lighed foregående år, den lå på gennemsnitlig 3,5 mm/d, svarende til knap 11 cm/md. Den store udsivning skyldes vandindvinding i oplandet (Kemp & Lauridsen 1996).

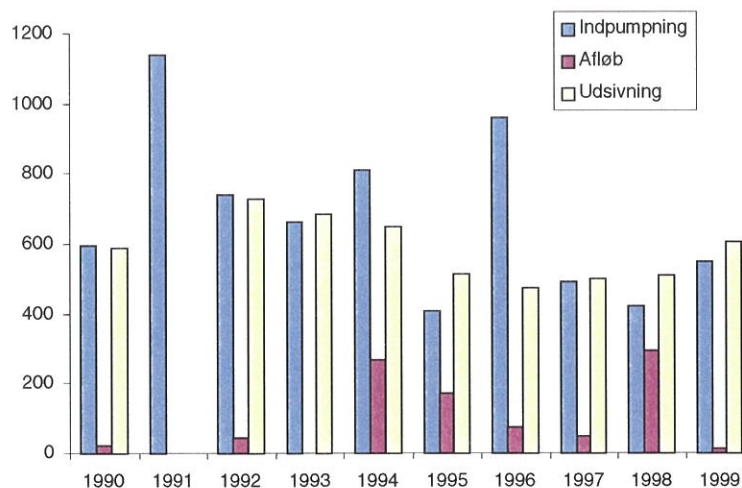
Nøgletal til vandbalance for Damhussøen 1990 - 1999 findes i nedenstående tabel 4.1

Til- og fraførsel samt beregnet udsivning 1990 - 1999 ses i figur 4.1.

Vand 1000m³

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Tilførsel										
Indpumpning	594	1139	741	660	811	406	959	492	421	545
Nedbør	289	298	253	327	377	296	212	272	382	363
Total tilførsel	883	1437	994	887	1188	702	1171	766	803	909
Fraførsel										
Afløb	24	-	43	0	265	171	76	50	294	14
Fordampning	270	250	295	272	296	300	263	280	214	246
Udsivning	589	-	725	683	650	511	473	501	507	604
Total fraførsel	880	1400	1063	958	1211	1001	812	830	1015	864
Magasinændring	3	37	-69	-71	-23	-299	359	-64	-212	45
Opholdstid, år										
årgennemsnit	1,3	0,5	0,6	1,4	0,9	0,9	0,6	0,9	0,7	0,9
sommergennemsnit	0,8	0,4	0,9	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7

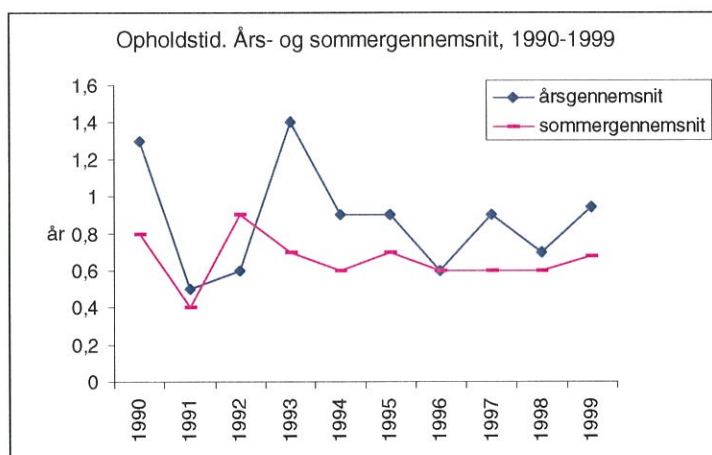
Tabel 4.1: Nøgletal til vandbalance for Damhussøen 1990 - 1999.

1000 m³

Figur 4.1: Tilførsel, afløb samt beregnet udsivning 1990-1999.

Årsgennemsnit samt sommergennemsnit for opholdstid ses i figur 4.2.

I perioden 1990-99 har den hydrauliske opholdstid som årsgennemsnit varieret mellem 0,5 og 1,4 år og som sommergennemsnit mellem 0,4 og 0,8 år. Med undtagelse af 1992 er den gennemsnitlige opholdstid kortere om sommeren end for året. I 1999 var opholdstiden som henholdsvis års- og sommergennemsnit på 0,9 og 0,7 år.



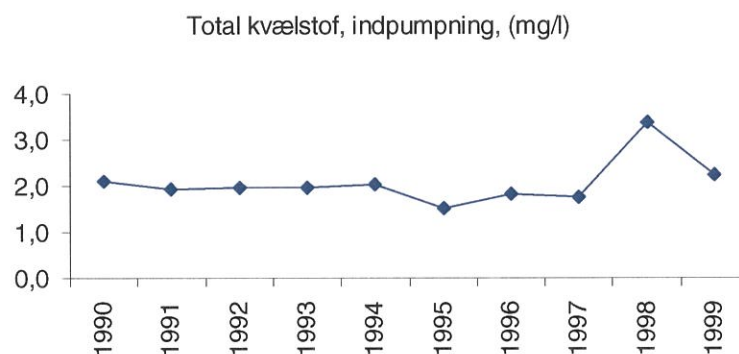
Figur 4.2. Hydraulisk opholdstid i Damhussøen. 1990-1999. Sommer- og årsgennemsnit.

Vandbalancer opgjort detaljeret på månedsbasis findes i bilag 7.

4.2. Kvælstof

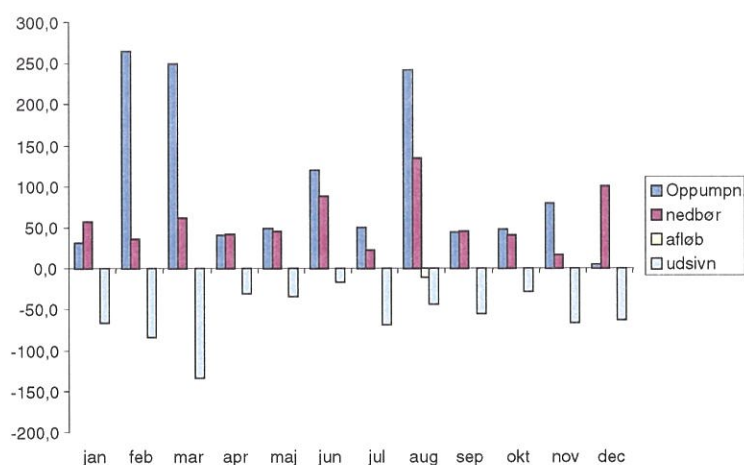
Tilførslen af total kvælstof til Damhussøen blev for 1999 opgjort til 1912 kg. En stor del af kvælstoftilførslen (20 %) fandt sted i den meget regnrige august måned, hvor tilførslen via oppumpet vand fra Damhusåen samtidig var relativ stor. Også i februar og marts var tilførslen stor, som følge af en høj koncentration af kvælstof i det indpumpede vand. Fosfor- og især jernindholdet er også stort ved prøvetagningen i februar, og kan tyde på aflastninger til Harrestrup Å.

Den gennemsnitlige vandføringsvægtede indløbskoncentration af totalkvælstof fra Harrestrup Å 1990 - 1999 ses i figur 4.3. Det fremgår, at den både i 1999 og især i 1998 lå højere end i perioden 1990-1997.



Figur 4.3: Vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration af totalkvælstof i tilførselsvand til Damhussøen fra Harrestrup Å.

Kvælstofbalancen for 1999 på månedsbasis ses på figur 4.4 og detaljeret i bilag 8.

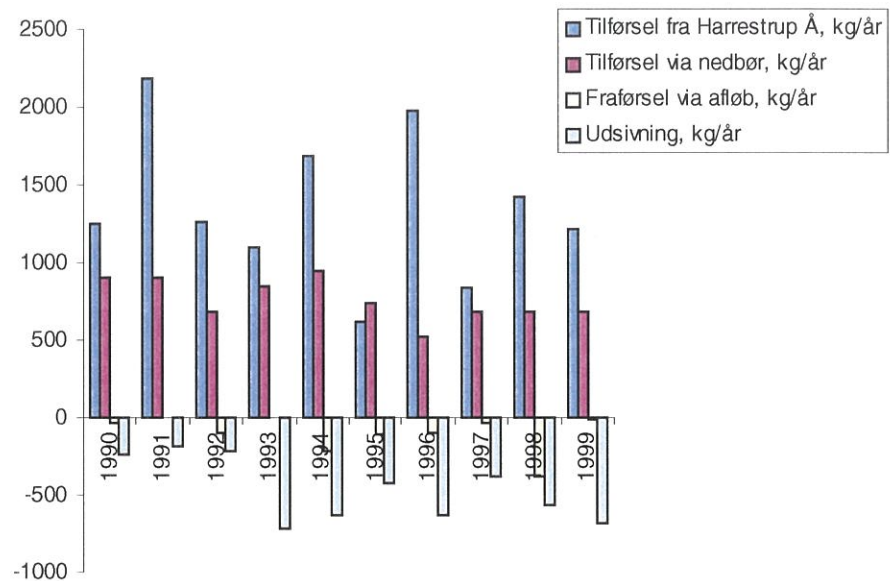


Figur 4.4: Kvælstof balance på månedsbasis, 1999.

Nøgletal for kvælstof i Damhussøen 1990 - 1999 ses i tabel 4.2. Til- og fraførslen af kvælstof til Damhussøen 1990-1999 ses grafisk på figur 4.5.

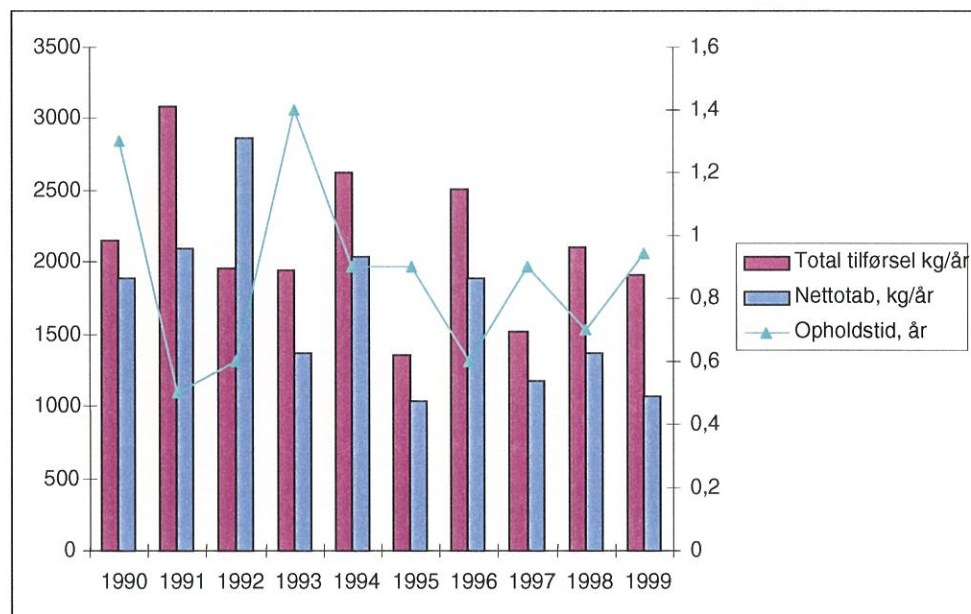
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	1250	2190	1264	1097	1683	617	1779	838	1419	1222
Tilførsel via nedbør, kg/år	900	900	690	844	945	738	527	682	690	690
Total tilførsel kg/år	2150	3090	1954	1941	2628	1354	2506	1520	2110	1912
Arealbelastning, g/m ² /år	4,7	6,7	4,2	4,2	5,7	2,9	5,4	3,3	4,6	3,9
Gns. Indløbskonc oppumpn mg/l	2,10	1,92	1,96	1,96	2,05	1,70	1,84	1,75	3,37	2,24
Gns. Total tilførselskonc., mg/l	2,43	2,15	1,97	2,19	2,21	1,93	2,14	1,98	2,33	2,10
Gns. udløbskonc., mg/l	1,39	1,28	1,32	0,95	0,98	0,70	0,93	0,72	1,87	1,22
Fraførsel via afløb, kg/år	30	-	100	0	216	110	93	36	379	10
Udsivning, kg/år	235	180	220	716	633	427	629	378	568	690
Total fraførsel, kg/år	265	1010	320	716	849	537	722	414	948	700
Nettotab, kg/år (inkl. magasinændring)	1885	2090	2864	1375	2039	1041	1884	1171	1370	1065
Nettotab i % af tilførsel	88	67	89	71	78	77	72	77	65	56
Nettotab, g/m ² /år	4,1	4,5	5,5	3	4,4	2,3	4,1	2,6	3,0	2,3

Tabel. 4.2: Nøgletal for kvælstof i Damhussøen.



Figur 4.5: Til- og fraførslen af kvælstof til Damhussøen 1990-1999.

Ud over de viste kilder kommer der et tilskud af kvælstof fra de mange fugle i Damhussøen. Hovedvægten udgøres af svaner, som fouragerer i selve søen. Der har i 1999 lige som i flere af de øvrige overvågningsår været en lille fraførsel af kvælstof via afløb (figur 4.5).



Figur 4.6: Kvælstof, kg, tilførsel og tilbageholdelse (nettotab), 1990-1999 sammenholdt med årsgennemsnitlig opholdstid.

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.

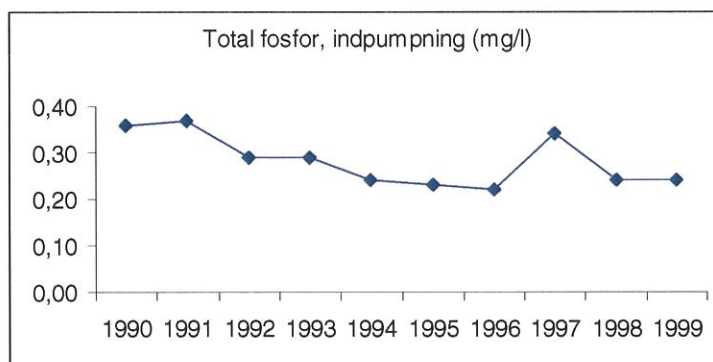
Af figur 4.6 ses den årlige tilbageholdelse af totalkvælstof sammenholdt med tilførslen og opholdstiden. Der ses ingen sammenhæng mellem tilbageholdelse af kvælstof og opholdstiden. Tilbageholdelsen i procent af tilførslen lå lidt lavere i 1998 og 1999 end de foregående år, hvor den har ligget mellem 70 og 90 %.

Den arealmæssige tilbageholdelse er lille sammenholdt med gennemsnittet af NOVA-søerne, mens den procentvise tilbageholdelse af tilførsel er meget stor (Faglig Rapport fra DMU 1997).

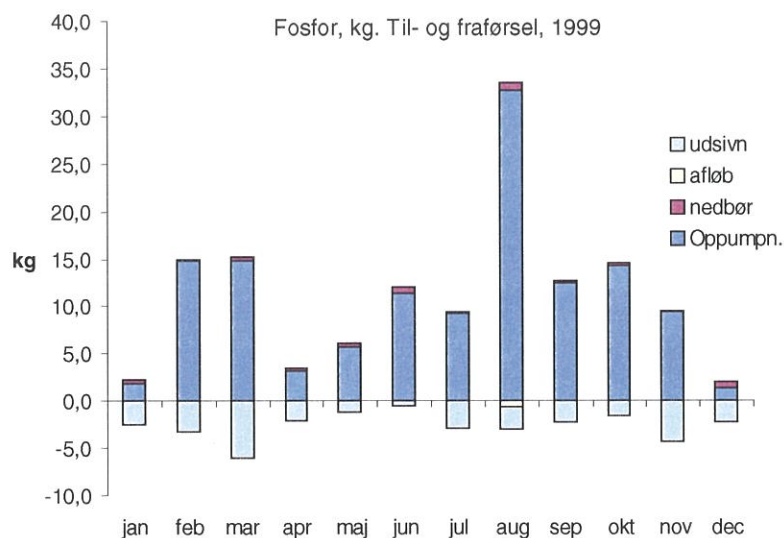
4.3. Fosfor

Tilførslen af total fosfor til Damhussøen blev for 1999 opgjort til 131 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. Figur 4.7 viser de vandføringsvægtede gennemsnitlige koncentrationer af totalfosfor i tilførselsvandet fra Harrestrup Å.

Der er ingen betydelig ændring i koncentrationen i perioden 1990-1999.



Figur 4.7: Vandføringsvægtede gennemsnitskoncentrationer af totalfosfor i tilførselsvandet til Damhussøen fra Harrestrup Å.



Figur 4.8: Fosforbalance på månedsbasis, 1999.

Fosforbalance 1999 opgjort måned for måned ses af figur 4.8. Den store tilførsel via indpumpning i august måned skyldes en meget stor mængde indpumpet vand. De lidt forhøjede tilførsler i februar og marts skyldes høje koncentrationer i indløbsvandet.

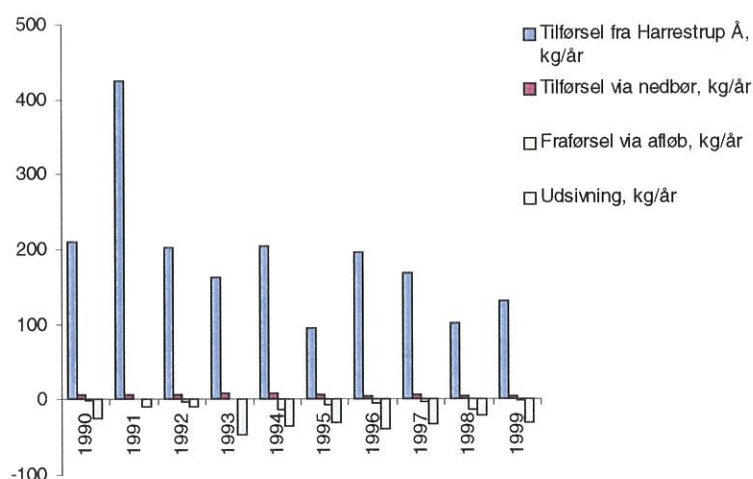
Ud over de viste kilder er der et ukendt tilskud af fosfor fra de mange fugle i Damhussøen, der fortrinsvis er svaner, der fouragerer og mest opholder sig i selve søen.

Nøgletal for fosfor i Damhussøen 1990 - 1999 ses i tabel 4.3.

Til - og fraførsel af fosfor 1990- 1999 ses grafisk på figur 4.9.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Tilførsel fra Harrestrup Å, kg/år	210	425	201	162	203	95	196	168	101	131
Tilførsel via nedbør, kg/år	7	7	7	8	9	7	5	7	5	5
Total tilførsel kg/år	217	432	208	170	212	102	201	175	106	136
Arealbelastning, g/m ² /år	0,47	0,94	0,45	0,37	0,46	0,22	0,44	0,38	0,23	0,28
Gns. Indløbskonc op-pumpning, mg/l	0,36	0,37	0,29	0,29	0,24	0,23	0,22	0,34	0,24	0,24
Gns. total tilførselskonc., mg/l	0,25	0,3	0,21	0,19	0,17	0,14	0,19	0,22	0,13	0,15
Gns. udløbskonc., mg/l	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,07	0,04
Fraførsel via afløb, kg/år	1	-	4	0	14	8	5	4	14	0,6
Udsivning, kg/år	25	9	9	46	35	30	39	33	22	31
Total fraførsel, kg/år	26	68	13	46	49	37	44	37	36,9	32
Nettotab, kg/år (inklusive magasinændring)	192	380	234	137	173	82	177	130	77	99
Nettotilbageholdelsei % af tilførsel	89	85	95	81	82	81	88	74	73	73
Nettotab, g/m ² /år	0,42	0,83	0,51	0,30	0,38	0,18	0,38	0,28	0,17	0,22

Tabel 4.3: Nøgletal for fosfor i Damhussøen 1990 – 1999.

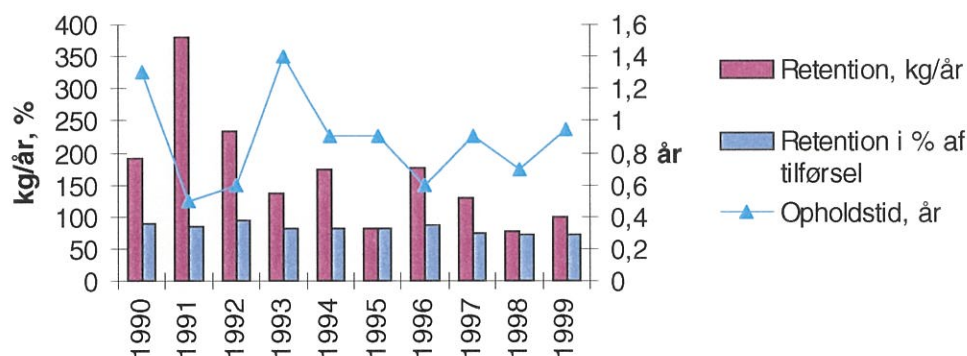


Figur 4.9: Tilførsel og fraførsel af fosfor 1990-1999 i kg/år.

Fosfortilbageholdelsen i Damhussøen er stor. Den bekræftes af sedimentundersøgelser fra 1991 og 1996 foretaget af Københavns Kommune, hvoraf det fremgår, at indholdet af fosfor i søbunden er øget i løbet af perioden mellem undersøgelserne. Størstedelen af bundet fosfor findes bundet til calcium. Den organisk bundne del er på samme niveau, og det vurderes, at en væsentlig del af denne 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.

Mængden af fosfor ophobet i sedimentet ligger dog på mindre end halvdelen af gennemsnittet af danske søer, der indgår i NOVA-programmet (faglig rapport fra DMU, nr. 211, 1997).

Tilbageholdelsen opgjort ud fra fosforbalanceberegningerne sammenholdt med opholdstid for perioden 1990 - 1999 fremgår af figur 4.10.



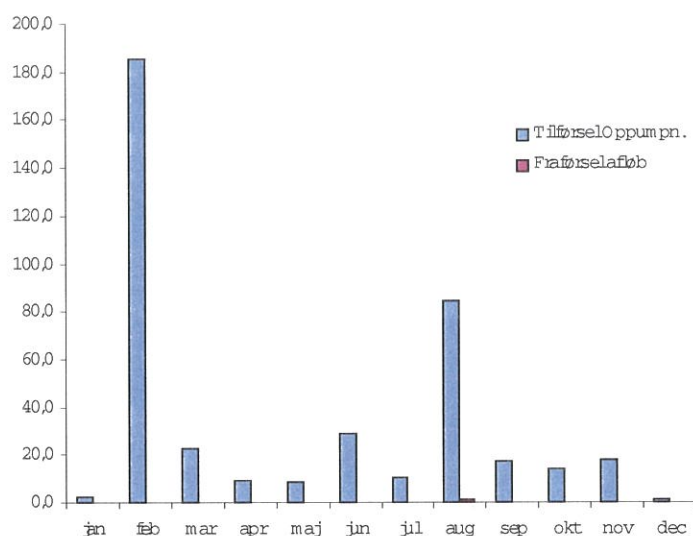
Figur 4.10: Fosfortilbageholdelse i Damhussøen 1990-1999, opgjort udfra fosforbalanceberegninger sammenholdt med opholdstid.

4.4. Jern

Tilførslen af jern til Damhussøen er for 1999 opgjort til 402 kg. Kun tilførsel via oppumpning fra Harrestrup Å indgår, da andre kilder formentlig er neglignable. Tilførsel og fraførsel på månedsbasis ses af figur 4.11. Fraførslen ses dårligt, da den er meget lille.

Den meget store tilførsel i februar måned skyldes en meget høj indløbskoncentration. Det samme forhold ses for både fosfor og kvælstof. Den store mængde tilført i august, skyldes en stor vandtilførsel fra Harrestrup Å.

Nøgletal for jernbalancen ses af tabel 4.4.



Figur 4.11: Til- og fraførsel af kg jern til Damhussøen på månedsbasis, 1999.

	1998	1999
Oppumpn., kg	217,6	401,8
Afløb, kg	11,7	1,1
Indløbskoncentration, (Harrestrup Å), mg/l		0,84
Udløbskoncentration, (søvandskoncentration), mg/l		0,08
Puljeændring, kg		47,4
Tilførsel – fraførsel, kg	187,7	400,7
Tilførsel-fraførsel-magasinændring, kg		353,3
gns indløbskonc., mg/l	0,52	0,74
gns udløbskonc., mg/l	0,04	0,08
Arealbelastningiltførsel mg/m ² /d		2,22
Tilbageholdelse mg/m ² /d		1,96
Tilbageholdelse i % af tilførsel		88%

Tabel 4.4: Jernbalance 1998-1999.

Arealmæssig tilbageholdelse ligger langt lavere end gennemsnittet af 16 overvågningssøer (Faglig rapport fra DMU, nr. 211, 1997). Tilbageholdelse i procent af tilførslen er derimod meget høj for Damhussøen, sammenlignet med de samme søer.

5. Vandkemiske og –fysiske parametre

I det efterfølgende præsenteres vandkemiske data for 1999 og for hele overvågningsperioden. Hovedvægten er lagt på kvælstof og fosfor. Desuden er søens klorofylindhold og sigtdybde behandlet.

Der inddrages vandkemiske målinger for søens tilløbsbassin. Derimod er der ikke data for søens afløb i 1999. Dette hænger sammen med at der (bortset fra en uge i august) ikke har været flow ud af søen (se vandbalancen i kapitel 4).

Som bilag 11 findes måleresultater for vandkemi 1999 og i bilag 12 findes tabeller over udviklingen af de fysiske- og kemiske parametre for sommerperioden og på årsbasis.

5.1. Fosfor

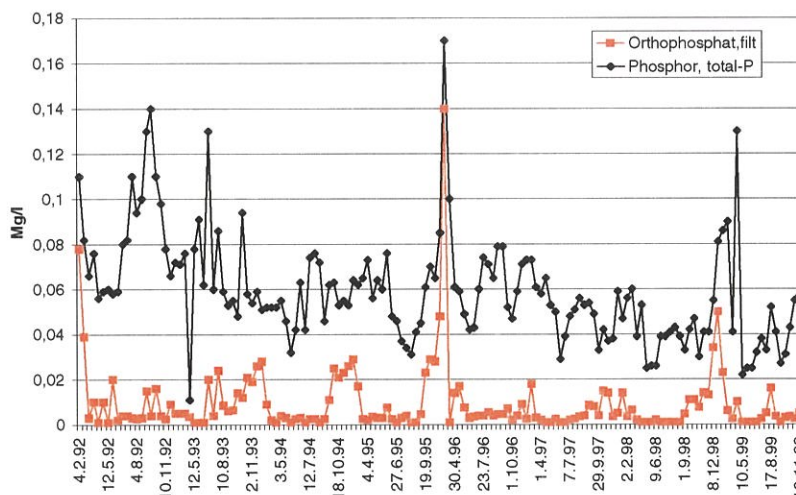
Årstidsvariationen af målte værdier af fosfor i Damhussøen er vist for hele overvågningsperioden i figur 5.1. Det partikulært bundne fosfor udgør generelt for årene 1990-1999 en stor del af fosforindholdet i søvandet fra slutningen af marts indtil september. De tilsvarende koncentrationer for opløst 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.

Ser man bort fra et øget fosforindhold i første periode af både 1996 og 1999 har Damhussøen siden 1994 overholdt målsætningskravet angående fosforindhold som er på 70 µg/liter. 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. I 1999 skyldes det forhøjede fosforniveau først på året en fosfortilførsel fra eksterne kilder på et tidspunkt hvor der ikke er biologisk aktivitet til at binde fosforen. Det øgede fosforniveau svarer stort set til hvad der tilføres med de indpumpede mængder vand fra Harrestrup Å årets første måneder.

Samlet er der i overvågningsperioden sket en signifikant reduktion af fosfor på 0,1 % for såvel sommerperioden som for hele året (bilag 12).

Af tabel 5.1 fremgår at der i 1999 i Damhussøens tilløbsbassin er målt et fosforniveau der er betydeligt højere i forhold til fosforniveauet i søen. Dette hænger sammen med at det tilførte vand fra Harrestrup Å er stærkt spilde-

vandsbelastet. Fra foråret 2000 er der foretaget yderligere ændringer af det styresystem der regulerer vandtilførslen til søens indløbsbassin fra Harrestrup Å, således at der fremover lukkes af for vandtilførslen når der aflastes fra bestemte større overløbsbygværker i Københavns Kommune.



Figur 5.1: Årstidsvariation af fosfor i Damhussøen 1992-1999.

1999	Tilløb Damhussøen	Damhussøen
Total fosfor (mg/l)		
Sommermiddel	0,28	0,03
Årsmiddel	0,33	0,05

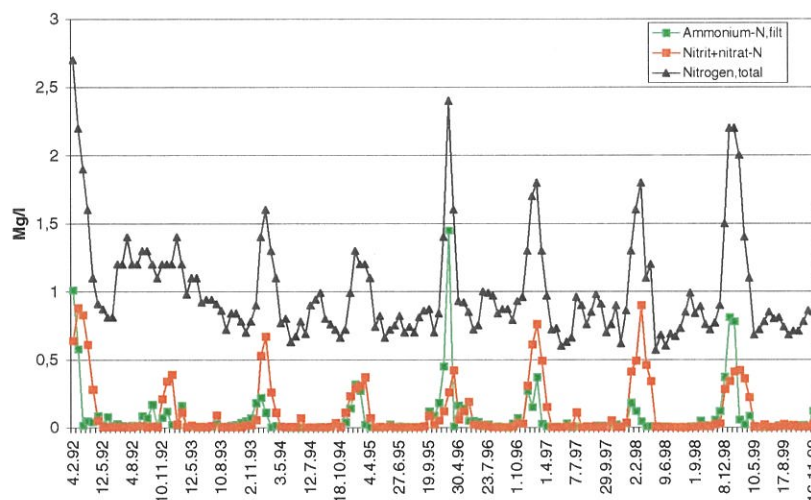
Tabel 5.1: Tidsvægtede middelværdier af målte koncentrationer af total-fosfor i Damhussøens og dens tilløb i 1999.

5.2. Kvælstof

Kvælstoffets årsvariation fremgår af figur 5.2.

I forårsperioderne har koncentrationerne af opløste kvælstof-salte generelt været lave, og forårsbiomasserne af planteplankton har ofte været underlagt både fosfor- og kvælstofbegrænsning. Ved de fleste målinger i planteplanktons vækstsæson (fra maj til september) ligger koncentrationerne af ammonium og/eller nitrat under 0,5 µg N/l. I løbet af efteråret frigøres der kvælstofsalte ved nedbrydning af undervandsvegetationen. Som følge af øget tilgængelighed af næringssalte sker der i de fleste år en opblomstring af planteplankton om efteråret.

Koncentrationen af total kvælstof har været signifikant faldende gennem overvågningsperioden. De tidsvægtede årsmidler for total kvælstof er reduceret med 5 % og sommermidlen er reduceret med 1 %. Koncentrationerne af total-kvælstof har siden 1994 ligget på 0,9-1,5 og 0,7 –1,2 mg N/l for hhv. års- og sommergennemsnit.



Figur 5.2: Årstidsvariation af kvælstof i Damhussøen 1992-1999.

1999	Tilløb Damhussøen	Damhussøen
Total kvælstof (mg/l)		
Sommermiddel	1,71	0,74
Årsmiddel	2,72	1,20

Tabel 5.2: Tidsvægtede middelværdier af målte koncentrationer af total-kvælstof i Damhussøens og i dens tilløb i 1999.

5.3. Klorofyl a og sigtddybde

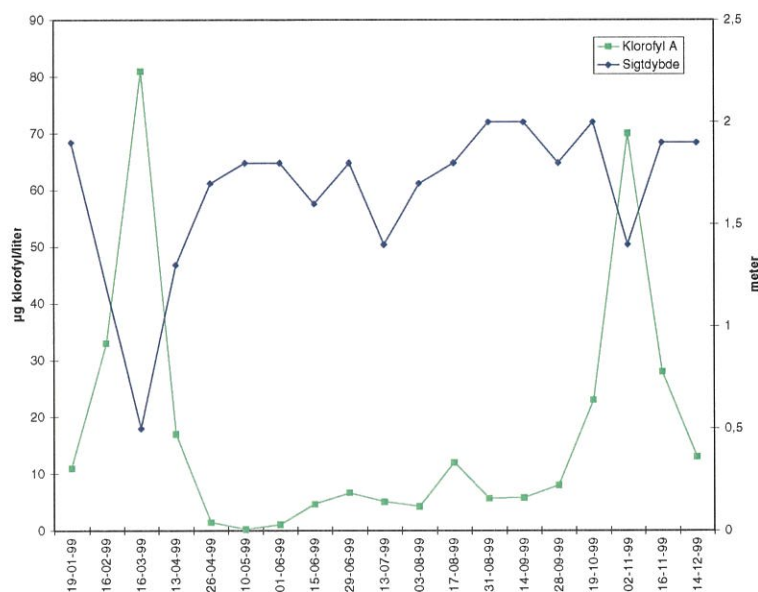
Damhussøen er en klarvandet sø og den tidsvægtede middelsigtddybde har i perioden 1992-99 været mellem 1,2 og 1,8 meter i sommerperioden og mellem 1,4 og 1,7 på årsbasis (bilag 12).

Der er i undersøgelsesperioden sket en signifikant reduktion af klorofyl på 1 % i såvel sommerperioden som på årsbasis og sigtddybden er øget med 1 % i sommerperioden (bilag 12).

Da Damhussøen er både lavvandet og klarvandet kan man ikke altid regne med sigtddybden som en afspejling af søvandets klorofylindhold, idet sigtddybden i de perioder hvor der er sigt til bunden eventuelt kunne være større hvis altså vandsøjlen var dybere.

I 1999 var den tidsvægtede årsmiddel af sigtddybden 1,8 meter og ved 80 % af målingerne var der sigt til bunden. Den laveste sigtddybde i 1999 på 0,5 m blev observeret i midt i marts (figur 5.3) og den falder sammen med et øget indhold af klorofyl-a og med en fordobling af mængden af suspenderet stof.

Klorofylindholdet er generelt lavt jævnfør bilag 12. I 1999 korresponderer de to klorofyltoppe på henholdsvis godt 80 $\mu\text{g/l}$ og knap 70 $\mu\text{g/l}$ med et fald i sigtddybden. I begge tilfælde fandtes planteplanktonmaksima af rekylalger.



Figur 5.3: Målte værdier af klorofyl samt sigtddybde i Damhussøen 1999.

6. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Analysen for tungmetaller og miljøfremmede stoffer skal indgå i Overvågningsprogrammet i perioden 1998-2003 for udvalgte vandkemistationer. I Københavns Kommune skal der analyseres for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i Damhussøen og på station 5308 i Damhusåen.

Resultaterne for undersøgelserne i Damhusåen behandles særskilt i "*Vandløb 1999*" udgivet af Københavns Kommune.

6.1. Metode

I 1999 blev der i perioden juni til september taget månedlige stikprøver af søvandet (i alt 6 prøver) som blev analyseret for arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, zink og kviksølv.

Desuden blev der på samme tidspunkter udtaget stikprøver til analyser for følgende organiske miljøfremmede stoffer: 1,2-dichlorethan, 1,2-dichlorpropan, 1,3-dichlorpropen, trichlorethylen, trichlormethan, hexachlorbenzen, naphthalen, pentachlorphenol og linære alkylbenzensulfonater.

6.2. Resultater

Resultaterne af tungmetalanalyserne præsenteres som gennemsnitsværdier af 6 punktmålinger og som minimums- og maksimumsværdier i tabel 6.1.

Af tabellen fremgår det at der er en høj gennemsnitsværdi på zink hvilket skyldes at der i én af punktmålingerne blev målt 190 µg zink/l. Værdien blev fundet i august hvor der blev pumpet relativt store mængder vand fra Harrestrup Å til søen. Det er derfor ikke usandsynligt at prøvetagningen har fundet sted efter en aflastning til Harrestrup Å fra en eller flere punktkilder og dette passer med at andre parametre (bly og kobber) også fandtes i forhøjede koncentrationer på samme tidspunkt. Dette siger noget om usikkerheden ved udtagning af stikprøver til registrering af tungmetalforekomster, idet man få dage tidligere muligvis ikke havde fået denne aflastning registreret.

Af de undersøgte organiske miljøfremmede stoffer blev der ikke fundet positive resultater over detektionsgrænsen.

	Arsen	Bly	Cad- mium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Kvik sølv
1998 årsgns.µg/l min/maks	1,86 1,71/2,2	0,42 0,23/0,86	<0,02	0,46 0,29/0,76	2,15 1,86/2,68	2,07 1,05/2,67	2,36 1,08/3,50	< 0,2
1999 årsgns.µg/l Min/maks	2,25 1,98/2,56	1,97 0,23/9,80	0,10 <0,02/ 0,57	0,18 <0,5/ 1,07	3,02 0,77/8,79	1,70 1,10/2,07	33,00 0,85/190	< 0,2

Tabel 6.1: Gennemsnitlige koncentrationer samt minimum og maksimumværdier målt i 1998 og 1999

6.3. Diskussion

De beregnede gennemsnitskoncentrationer for de enkelte tungmetaller i Damhussøen ligger på samme niveau som de koncentrationer der blev registreret i Damhusåen samme år.

I tabel 6.2 vises kvalitetskravene til overfladevand jævnfør Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996. Værdierne markeret med * er forslag. Sammenholdes kvalitetskravene med de målte værdier i tabel 6.1 fremgår det at niveauet af bly og zink i perioder har ligget over de foreslåede kvalitetskrav. Men ser man på gennemsnitsværdierne ligger disse under kvalitetskravene for alle stoffer.

Arsen	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Kviksølv
4,0	3,2*	5,0	10*	12*	160*	110*	0,1000

Tabel 6.2: Kvalitetskrav for vandområder jævnfør bekendtgørelse 921 (mem).

Som nævnt tidligere er de få punktmålinger i søvandet behæftet med nogen usikkerhed. En yderligere usikkerhed i forbindelse med tungmetalmålingerne er at disse jævnfør NOVA-programmet udelukkende skal foretages i søvandet. Da tungmetallerne i søen sedimenterer vil undersøgelser af tungmetalindholdet i sedimentet kunne give yderligere informationer om søens tungmetalbelastning. Den eneste undersøgelse af tungmetalindholdet i Damhussøens sediment stammer fra 1983 og måleresultaterne derfra fremgår af tabel 6.3. Da tungmetallerne alle ophobes i sedimentet må det forventes at der i dag findes tungmetalkoncentrationer der er højere end de i tabel 6.3 viste.

	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Kviksølv
mg/kg tørstof	400	4,9	56	240	45	2400	2,4

Tabel 6.3: Tungmetalundersøgelse af Damhussøens sediment 1983.

7. Planteplankton

I perioden 1990-1999 er der foretaget undersøgelser af planteplankton i Damhussøen.

Som et led i revisionen af overvågningsprogrammet udtages der ikke længere 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.

En særskilt rapport over resultaterne for planktonundersøgelserne 1999 i Damhussøen er vedlagt denne rapport som bilag.

Biomasse

Mængden af planteplankton opgøres som biomasse. Biomassen er den opmålte algevolumen målt som mm^3 pr liter søvand.

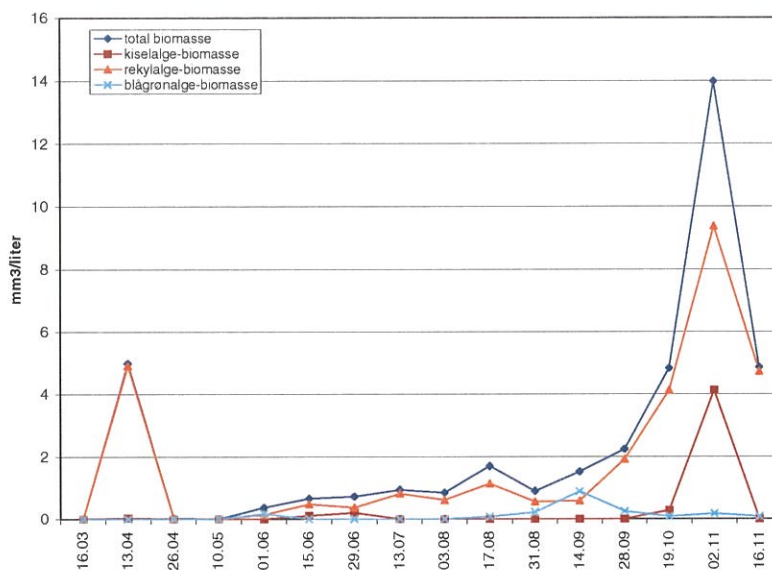
Planteplankton i Damhussøen er karakteriseret ved lave biomasser. Den udbredte undervandsvegetation virker regulerende på planteplanktons vækst, idet den optager en betydelig del af de frit tilgængelige næringssalte.

Af figur 7.1 fremgår, at udviklingen i den totale planteplanktonbiomasse i 1999 havde et noget atypisk forløb. I starten af april, registreredes et mindre biomassemaksimum på $5 \text{ mm}^3/\text{l}$, mens årets største biomasse på $14 \text{ mm}^3/\text{l}$ først blev registreret et godt stykke henne i efteråret, i starten af november. Sidstnævnte er ikke helt sædvanligt. I perioden mellem de 2 maksima var planteplanktonbiomassen generelt ret lav og oftest under eller omkring $1 \text{ mm}^3/\text{l}$. Det fremgår ligeledes af figur 7.1 at planteplanktonbiomassen var domineret af rekylalger. Den lidt usædvanlige høje biomasse i efteråret var primært forårsaget af en "opblomstring" af rekylalger af slægten *Cryptomonas*.

Udvikling

I tabel 7.1 sammenfattes udviklingen af planteplanktonbiomassen samt hvilke grupper / arter der har haft størst betydning for biomassen. Det fremgår, at den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse har været mindre end $5 \text{ mm}^3/\text{l}$ i alle årene i perioden 1990-1999. I halvdelen af årene har den endda været mindre end $1 \text{ mm}^3/\text{l}$, hvilket den også var i 1999.

Der kan ikke spores nogle entydige udviklingstendenser i hverken biomassens størrelse eller i artssammensætningen af planteplankton.



Figur 7.1: Udviklingen af planteplanktonbiomasse i Damhussøen 1999.

	År mm ³ /l Gns.	Vækstsæson mm ³ /l		% Blågrøn- alger	Dominerende ar- ter/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</i> sp. Rekylalger
1996	2,2	1,5	4	7	Grønalger Rekylalger
1997	1,5	1,0	2,3	5	<i>Cryptomonas</i> spp. <i>Chlorococcal</i> sp.
1998	-	3,6	13,1	67	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Cryptomonas</i> spp.
1999	-	0,9	2,3	17	<i>Cryptomonas</i> spp. <i>Chroococcales</i> spp.

Tabel 7.1: Planteplanktonbiomasse i Damhussøen i 1990-1999. Middelbiomassen på årsbasis og i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, blågrønalgernes andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen (1/5-30/9).

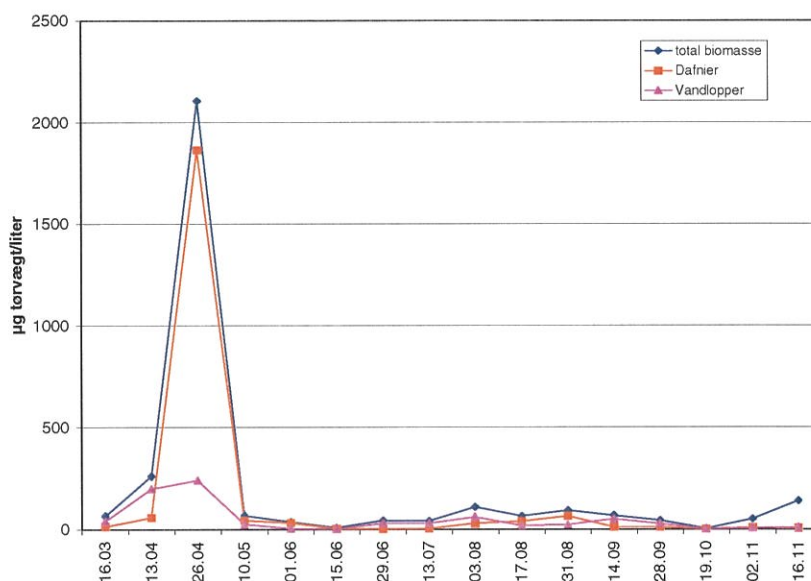
8. Dyreplankton

I perioden 1990 – 1999 er der foretaget undersøgelser af dyreplankton i Damhussøen.

En særskilt rapport over resultaterne for planktonundersøgelserne 1999 i Damhussøen er vedlagt denne rapport som bilag.

Dyreplanktonets sammensætning er af stor betydning for en sø, idet det regulerer størrelsen af planteplanktonbiomassen via deres fødeoptagelse (græsning). Det er især de store dafniaslægter der har betydning for græsningstrykket. Dyreplankton har også betydning som fødegrundlag for primært fiskeyngel, men også for planktivore fisk.

Biomasse



Figur 8.1: Dyreplanktonbiomassen i Damhussøen 1999.

Dyreplanktonets biomasse udregnes som µg tørvægt pr liter.

Dyreplanktonbiomassen i Damhussøen kan i 1999 karakteriseres ved et stort forårsmaksimum, mens biomassen i resten af undersøgelsesperioden generelt var lav (figur 8.1).

Forårsmaksimum i april (2106 µg tørvægt/l (TV/l)) var domineret af den lille snabeldafnie *Bosmina longirostris*. Bortset fra april var dyreplanktonbiomassen som nævnt lav, og kun først i august og midt i november var biomassen over 100 µg TV/l. På disse tidspunkter var biomassen domineret af henholdsvis cyclopoide nauplier og hjuldyret *Asplanchna priodonta*. Den sam-

lede dyreplanktonbiomasse var meget lav midt i juni og i oktober, hvor den var under 10 µg TV/l. Den gennemsnitlige, tidsvægtede dyreplanktonbiomasse i vækstsæsonen (1/5-30/9) var 101 µg TV/l.

Udvikling

Tabel 8.1 sammenfatter udviklingen i dyreplanktonbiomassen samt hvilke grupper/arter af dyreplankton der har haft størst betydning for biomassen i overvågningsperioden.

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse var i vækstsæsonen 1999 den laveste, der er registreret i overvågningsperioden. Biomassen var faldende i de første år i 90'erne, men har siden 1993 varieret omkring det samme niveau.

Dafniernes andel af dyreplanktons biomasse var høj og på niveau med flere af de foregående år, hvor dafnier ligeledes udgjorde omkring en 2/3 af den samlede biomasse i vækstsæsonen. Det høje antal dafnier i 1999 skyldes en relativ lav biomasse af fiskeyngel samme 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	Nauplii <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> Cyclopoide nauplii
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	Cyclopoide nauplii <i>Keratella quadrata</i>
1999	-	101	108 (2106)	62	<i>Bosmina longirostris</i> Cyclopoide nauplii

Tabel 8.1: Dyreplanktonbiomasse i Damhussøen i 1990-1999. Middelbiomassen i vækstsæsonen samt den maksimale biomasse, dafniernes andel af biomassen og de dominerende arter i vækstsæsonen (1/5-30/9).

Cladocéeindeks

Cladocéeindekset, der er et udtryk for forholdet mellem antallet af dafnier af slægten *Daphnia* og det totale antal dafnier, var i 1999 relativt højt (tabel 8.2). Det relativt høje cladocéeindeks i 1999 skyldes en generel lav forekomst af dafnier, idet antallet af dafnier af slægten *Daphnia* var moderat. Cladocéeindekset var i 1999 på niveau med enkelte af de foregående år.

År	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Cladocée-indeks %	8	48	8	7	25	5	9	21	7	28

Tabel 8.2: Beregnet cladocéeindeks for 1990-1999.

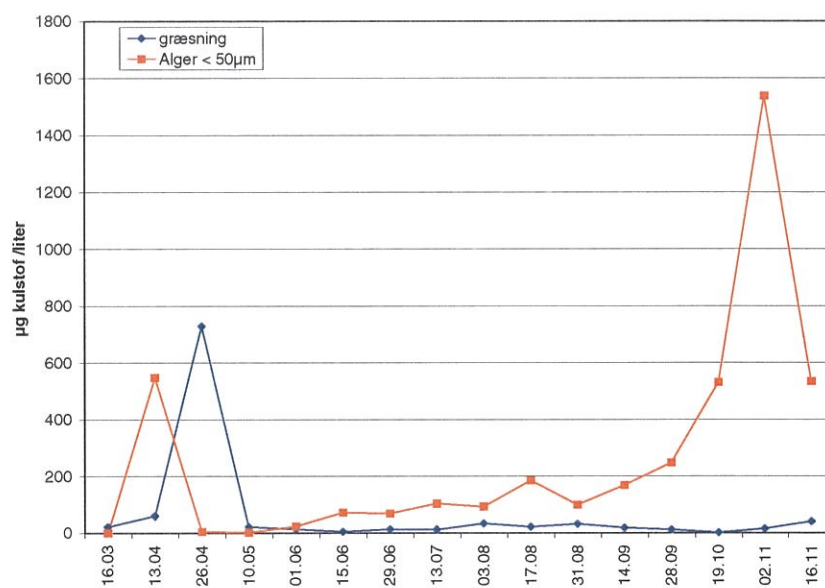
Græsning

De store dafniearter (slægten *Daphnia*) er de mest effektive græssere og de indtager hovedsageligt partikler i størrelsesintervallet 0,2-50 µm. Små dafnier og copepoder græsser primært partikler mellem 5 og 20 µm.

Græsningen havde væsentlig betydning i april og maj 1999. Dette ses på figur 7.2 som viser dyreplanktonets potentielle daglige græsning sammenholdt med planteplankton < 50 µm. I resten af vækstsæsonen var græsningen begrænset af den ringe forekomst af egnet føde. Det tidsvægtede, gennemsnitlige græsningstryk på den totale fytoplanktonbiomasse (tabel 8.3) var med 39 % i 1999 relativt lav.

År	1990	1991	1995	1996	1997	1998	1999
Græsningstryk %	24	38	28	100	47	69	39

Tabel 8.3: Beregnet græsningstryk på total fytoplanktonbiomasse 1990, 1991 og 1995-1999. Tidsvægtet gennemsnit for vækstsæsonen.



Figur 8.2: Dyreplanktons potentielle græsning på planteplankton <50µm.

9. Undervandsplanter

Undervandsvegetationen i Damhussøen blev i 1999 som i de foregående år undersøgt i august måned. Områdeinddelingen anvendt til vegetationsundersøgelsen fremgår af figur 9.1.

Undervandsvegetationen dækkede i 1999 godt halvdelen af søbunden i Damhussøen. Vegetationen var som foregående år meget tæt i de dybeste dele af søen (> 2m), hvor kransnålsalger dominerede. I den vestlige del af søen i dybder på mellem 1 og 2 meter dominerede Børstebladet vandaks og Kredsbladet vandranunkel. Disse arter var dog ved at henfalde, og observeredes derfor ikke i så tætte bestande som foregående år, hvor de fyldte hele vandsøjlen ud i store områder. 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 mere sparsomt end i den vestlige del, og trådalgedækket mere udpræget også på dybere områder.

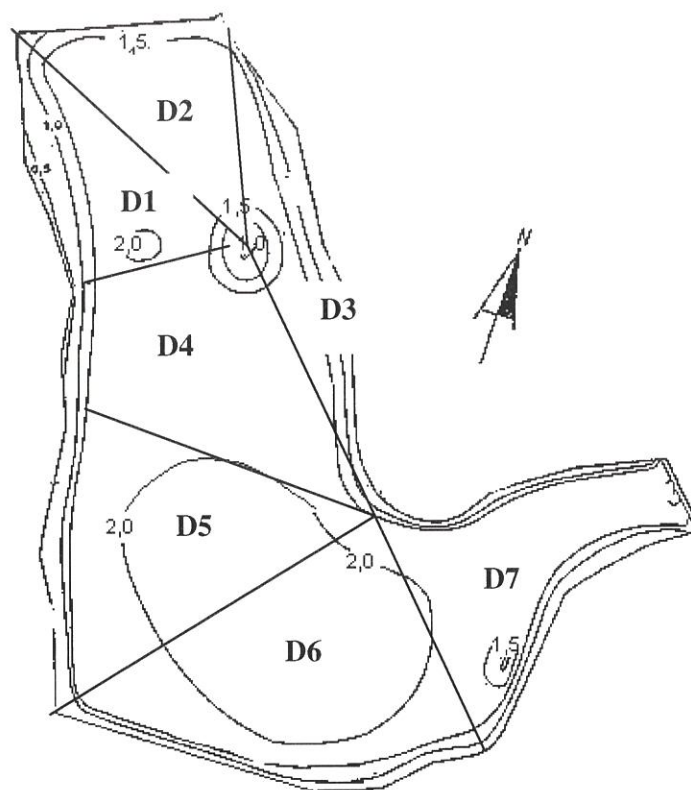
9.1. Resultater.

Den samlede dækningsgrad blev i 1999 opgjort til 56 % mod 69 % i 1998. Det relative plantefyldte volumen blev opgjort til 14 % mod 19 % i 1998. Det mindre plantedække samt volumen skyldes formentlig, at Børstebladet vandaks til forskel fra foregående år var delvist nedbrudt i år. Den samlede trådalgedækningsgrad blev opgjort til 8 %, med dækningsgrader på op til 90 % i de laveste områder af søen. I tabel 9.1 findes oversigt over registrerede arter ved undersøgelser i perioden fra 1986 – 1999. I tabel 9.2 er en oversigt over resultaterne fra vegetationsundersøgelser foretaget i perioden fra 1986 til 1999.

9.2. Diskussion / Sammenligning med tidligere undersøgelser.

I starten af 1990'erne ændredes dominansen fra vandpest til kransnålsalger. De sidste år er vandskudsplanter blevet dominerende i dybder mellem 1-2 m, mens kransnålsalger danner tætte bestande på over 2 meters dybde. Vandskudsplanterne udgøres af Børstebladet vandaks og Kredsbladet vandranunkel (tabel 9.2).

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 alle årene været et udbredt trådalgedække, domineret af *Cladophora* og *Spirogyra*.



Figur 9.1: Områdeinddeling af Damhussøen til brug ved vegetationsundersøgelser.

	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1986
<u>Undervands Vegetation</u>												
Børstebl.vandaks	xx	Xx	xx	xx	x	x	xx	xx	x	x	x	x
Kredsbl.vandranun- kel	xx	Xx	x	x	x	x	x	x	x			
Alm.vandpest	x	X	x	x	x	x	x		x	xx	x	xx
Tomfrøet hornblad	x	X	x	x	x	x	x		x			
Tomløs hornblad									x			
Korsandemad						x						
Kransnålsalger	xx	Xx	xx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	
Duskvandhår	x		x	x		x	xx		xx			xx
Slimtråd	x	X	x		xx	x	x		x			
Vandnet	x	X	x		x	x						
Rhizoclonium sp. Oedogonium sp.		X X										
<u>Flydeblads Vegetation</u>												
Vandpileurt	x	X	x	x	x	x	x	x	x	?	?	-
<u>Rørskovs Vegetation</u>												
Tagrør	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Kogleaks	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Dunhammer	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-

Tabel 9.1: Vegetationen i Damhussøen, 1986 – 1999.

Undersøgelses Tidspunkt	Undervandsvegetation Dominerende art (D) Og andre vigtige arter	Dækningsgrad af søbunden	Undersøgelsesmetode
August 1999	Kransnálsalger (D) Børstebl. vandaks (D) Kredsbl. vandranunkel (D) Tornfrøet hornblad Alm. vandpest Trådalger	56 % 8%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1998	Børstebl. vandaks (D) Kredsbl. vandranunkel (D) Kransnálsalger Alm. vandpest Tornfrøet hornblad Trådalger	69% 6%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1997	Børstebl. vandaks (D) Kransnálsalger Trådalger	41% 5%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
August 1996	Børstebl. 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	Børstebl. vandaks (D) Kransnálsalger (D) Alm. vandpest Trådalger	60% 40%	Områdeundersøgelse efter DMU's anvisning
1992	Børstebl. vandaks (D) Kransnálsalger (D) Alm. vandpest Trådalger	Dækkende/rigelig Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
August 1991	Kransnálsalger (D) Alm. vandpest Børstebl. vandaks Trådalger	50-75% ca.25%	9 transekter og oversigtlig undersøgelse
1990	Kransnálsalger (D) Alm. vandpest Børstebl. vandaks Trådalger	Dækkende/rigelig Almindelig	Registreret ved recipienttilsyn
1989	Alm. vandpest Børstebl. vandaks Kransnálsalger Trådalger	- -	Registreret ved recipienttilsyn
September 1986	Alm. vandpest (D) Børstebl. Vandaks Trådalger	Dækkende/rigelig Almindelig	Oversigtlig undersøgelse

Tabel 9.2: Vegetationsundersøgelser i Damhussøen 1986-1999.

10. Fiskeyngel

10.1. Introduktion

Fiskeyngelundersøgelsen i Damhussøen blev gennemført jf. den tekniske anvisning fra DMU. Søen blev inddelt i de samme seks transekter, som blev anvendt ved yngelundersøgelsen i 1998, og hver blev gennemfisket med hhv. et littoralt og et pelagisk træk. Transekterne er i overensstemmelse med den opdeling af søen, som anvendes ved overvågningsprogrammets undersøgelse af voksne fisk. Undersøgelsen blev gennemført om natten mellem den 15. og 16. juli 1999 i tidsrummet 23:30 og 3:30. Der blev i alt filtreret 347,5 m³ vand, fordelt på 161,4 i pelagiet og 186,0 m³ i littoralzonen (tabel 10.1). 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 i forbindelse med trækkene, idet denne øjeblikkelig blev stoppet af vandplanter. Det har derfor været nødvendig at trække flowmåleren efter båden for at opnå et estimat af den filtrerede vandmængde. Efterfølgende blev disse træks udstrækning opmålt på et kort, som viste en god overensstemmelse mellem den afmålte sejlfstand og den af flowmåleren estimerede. Imidlertid bevirker denne modificering af metoden en usikkerhed om den reelle filtrerede vandmængde på transekterne.

Sektion		1	2	3	4	5	6	Total			
Pelagiet	Vandmængde Filtreret, m ³	20,5	21,8	41,8	24,5	26,3	26,5	161,4			
		Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt (g)	Antal m ⁻³	Biomasse m ⁻³
	Aborre		1				1	2	1,89	0,01	0,01
Samlet	Aborrefisk		1				1	2	1,89	0,01	0,01
	Total	0	1	0	0	0	1	2	1,89	0,01	0,01
Sektion		1	2	3	4	5	6	Total			
Littoral	Vandmængde Filtreret, m ³	32,8	30,7	23,3	33,4	40,2	25,6	186,0			
		Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt (g)	Antal m ⁻³	Biomasse m ⁻³
	Aborre				1		1	2	1,85	0,01	0,01
Samlet	Aborrefisk				1		1	2	1,85	0,01	0,01
	Total	0	0	0	1	0	1	2	1,85	0,01	0,01

Tabel 10.1: Fangststatistik for yngelundersøgelsen i Damhussøen 1999 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 volumevægtet (m⁻³) antal og biomasse er angivet.

10.2. Fangsternes fordeling og størrelsesstruktur

I den samlede fangst indgik udelukkende årsyngel (0+) af aborre. Den samlede fangst var minimal. Der blev i alt fanget to aborrrer i pelagiet og to aborrrer i littoralzonen, hvilket giver en samlet antalsmæssig gennemsnitlig fangst per. m³ på 0,01 med en samlet gennemsnitlig biomasse på 0,01 g per. m³. Den fangne aborre yngel havde en gennemsnitslængde på 44,8 mm og en middelvægt på 0,94 g (tabel 10.2).

Pelagiet og littoral	Total	Antal		Vægt (g)		Antal m ⁻³		Biomasse m ⁻³		Middelvægt (g)		Middellængde (mm)	
		1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Art	Skalle	147	0	46,64	0,00	0,47	0,00	0,149	0,00	0,32	0,00	33,5	0,00
	Regnløje	5	0	1,66	0,00	0,02	0,00	0,005	0,00	0,33	0,00	36,4	0,00
	Aborre	18	4	9,5	3,74	0,06	0,01	0,030	0,01	0,53	0,94	37,7	44,8
Samlet	Karpefisk	152	0	48,30	0,00	0,48	0,00	0,15	0,00	0,32	0,00	-	-
	Aborre fisk	18	4	9,50	3,74	0,06	0,01	0,03	0,01	0,53	0,94	37,7	44,8
	Total	170	4	57,80	3,74	0,54	0,01	0,18	0,01	0,34	0,94		-

Tabel 10.2: Den samlede fangst for yngelundersøgelsen i Damhussøen 1998 og 1999 fordelt på antal og vægt. Det samlede volumevægtede (m³) antal og biomasse samt individ middelvægt er angivet.

10.3. Sammenligning med yngelundersøgelsen i 1998

I 1998 blev yngelfangsterne udgjort af skalle, regnløje og aborre. I 1999 blev fangsten udelukkende udgjort af aborre, og endda meget færre end året før (tabel 10.2).

På baggrund af resultaterne i 1999 må det konstateres, at der ikke blev etableret en særlig stor population af yngelfisk i Damhussøen dette år.

Det er imidlertid væsentlig at påpege, at umiddelbart efter befiskningen blev stenkanten, der omkranser søen, undersøgt med lygte. Det viste sig, at der stod relativt store mængder aborre yngel presset ind mod stensætningen på 10-30 cm vand, ligesom der blev observeret et større antal voksne aborre samme steds. Sådanne observationer blev ikke gjort i 1998.

Der kan ikke være tvivl om at bestanden af aborre yngel har været lav i 1999, men det kan ikke afgøres, om og i hvilken grad den nuværende fangstprocedure underestimerer bestandsstørrelsen på grund af fiskenes aktivitetsniveau og vandringer, som er betinget af række fysisk/kemiske og biologiske forhold.

En plausibel forklaringsmodel mellem resultaterne og de ovennævnte observationer kan søges i ændrede iltforhold mellem dag og nat i søen: I Damhussøen var vandstanden lavere i 1999 end i 1998. Dette resulterede i, at den tætte bevoksning af vandplanter, som dækkede størstedelen af søen, i juli måned nåede overfladen overalt i søen.

På grund af vandplanternes mængde og tæthed er der mulighed for store variationer i iltindholdet i hele vandfasen mellem dag og nat, især i forholdsvis vindstille perioder på grund af planternes respiration. Det er sandsynligt at ved varierende og faldende iltindhold i vandet, søger ynglen mod områder med få undervandsplanter (mod land) eller bliver inaktiv og bundsøgende. Hvis dette er tilfælde, vil den anvendte metode underestimere yngelantallet, da den er baseret på en hypotese om, at ynglen fordeler sig jævnt i vandfasen om natten. Imidlertid vil hypotesens rigtighed ikke røkke ved den overordnede konklusion, at yngelmængden i Damhussøen må antages at være lav.

10.4. Den biologiske struktur og fremtidig udvikling

I Damhussøen sker langt størstedelen søens primærproduktion i makrofyt-biomassen. Søens bærekapaciteten for yngel er derfor begrænset, da ynglen primært er planktivor og dermed afhængig af produktionen i plante- og dyreplankton fødekæden. Det kan derfor forventes at en stor inter- eller intraspecifik fødekonekurrence mellem en eller flere arter afhængig af den enkelte arts gydesucces. Fødekonekurrencen mellem ynglen resulterer i større dødelighed eller en evt. begrænsning af væksten. Imidlertid er den nuværende bestand af rovbørre i Damhussøen meget stor og den potentielle predationen på årsynglen må antages at være meget høj. Predationen på ynglen kan nedsætte, evt. opveje effekten af fødekonekurrencen mellem årsynglen.

Den store densitet af makrofytter i søen giver en fødekonekurrencemæssig fordel til aborren – både som yngel og voksen – i forhold til de fleste karpefisk, da aborren fouragerer mere effektivt i et heterogent miljø end f.eks. skalle og regnløje. Endvidere er aborren bedre til at udnytte de nymfer, larver og pupper, som sidder på makrofytterne. Tilgængeligheden af disse smådyr bevirker, at aborreynglen kan opretholde en god vækstrate med stigende størrelse, således at ynglen hurtig bliver mindre sårbar overfor predation. I modsætning hertil vil ynglen af karpefisk være afhængig af tilgængeligheden af dyreplankton, som i Damhussøen må opfattes som en yderst begrænset ressource. Vækstraten for ynglen af karpefisk må derfor være mindre end for aborreynglen og disse er derfor mere sårbare overfor predation i længere tid.

Ovenstående peger på rovbørrenes og makrofytterne betydning som strukturerende element i Damhussøens økosystem, hvilket også er kendt for andre søer i Danmark.

11. Sammenfatning og diskussion

Biologisk struktur

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

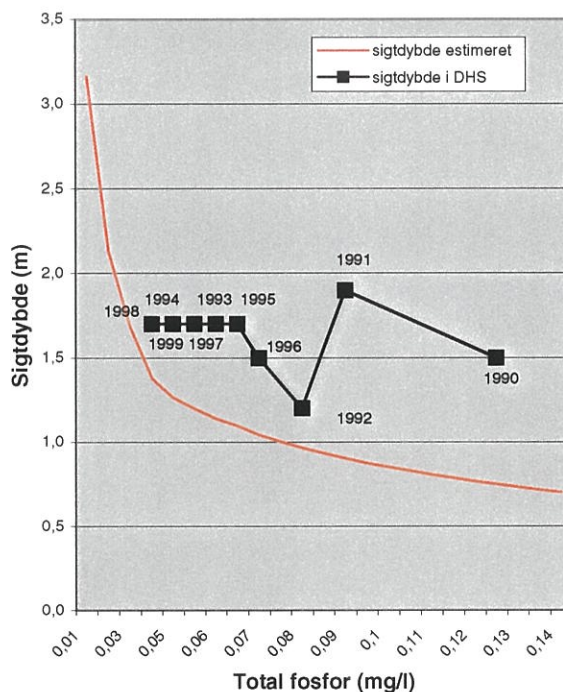
Et særkende for søen er den betydelige udbredelse af makrofytter samt fiskebestandens sammensætning, der primært udgøres af aborrer.

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 rovaborrer og dermed få planktivore småfisk – at dyreplanktonet gennem deres græsning kan begrænse planteplanktonet i de frie vandmasser. Planteplanktonet i Damhussøen kan således både være næringsstoffbegrænset og græsningsbegrænset.

I 1999 var der i foråret en tydelig regulering af planteplankton via græsning. Derimod var det ikke muligt for dyreplankton at regulere planteplanktonbiomassen om efteråret.

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 ud fra 37 overvågningssøer (Npo-forskning fra Miljøstyrelsen Nr.C9) og i Damhussøen

Næringsstoffer

Den eksterne belastning af både fosfor og kvælstof må siges at være relativ høj i forhold til de målte søvandskoncentrationer. Primærkilden til både kvælstof- og fosforbelastningen er de vandmængder der oppumpes fra Damhussåen og som er nødvendige for at holde en tilstrækkelig høj vandstand i søen. Målinger har vist at de tilledte koncentrationer af begge stoffer ligger omkring en faktor ti højere i forhold til søvandskoncentrationerne. Københavns kommune arbejder på at forbedre styresystemet der regulerer Damhussøens tilførsel af vand fra Damhusåen, således at der ikke pumpes vand ind i søens indløbsbassin, når der aflastes fra større bygværker beliggende inden for kommunen. Det kan ikke siges med sikkerhed om denne regulering vil være tilstrækkelig til at reducere næringsstoffbelastningen, idet Damhusåen generelt er kraftigt belastet og er udlagt med en lempet målsætning.

Stofbalancen for fosfor viser at nettotilbageholdelsen i overvågningsperioden har ligget på mellem 73 % og 95 % i forhold til stoftilførslen. Den største del af den tilførte fosformængde optages af makrofytbiomassen. Makrofytternes vækst har indtil videre været tilstrækkelig til at kompensere for den tilførte fosformængde. Desuden kan den meget store udsivning eventuelt som følge af grundvandsindvinding i oplandet 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. Omkring 44% af sedimentets fosforpulje er bundet calcium. Til organiske stof – primært plantemateriale er der bundet ca. 42%. Der er således ikke bundet meget fosfor til reducerende ækvivalenter som f.eks. jern.

Den andel af fosfor der i sedimentet er bundet til organisk stof kan løbende frigives under organisk nedbrydning. Frigørelsesraten synes indtil videre ikke at være højere end at denne kan kompenseres af makrofytternes optagelse.

Målsætning

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

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 med dominans af aborre oprettholdes.

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 organiskbundet fosfor i sedimentet reduceres.

Dette er især vigtigt, da den tilførte mængde af bindingsækvivalenter (totaljern) 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

Carl Bro as 2000. Fyto- og zooplankton i Damhussøen 1999. Udarbejdet for Vandmiljøsektionen, Københavns Kommune.

COWI consult 1991. Kvalitetsforbedring af det oppumpede vand til Damhussøen. Rapport udarbejdet for Afløbsafdelingens Miljøkontor, Københavns Kommune.

Danmarks Meteorologisk Institut. Teknisk Rapport 98-10.

Danmarks Meteorologiske Institut. Månedssrapporter 1999 for soltimer, nedbør og temperatur.

Danmarks Meteorologiske Institut. Griddata for potentiel fordampning og vindforhold 1999.

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

Afløbsafdelingens Miljøkontor, Københavns Kommune. Internt notat om recipientundersøgelser i Damhussøen før 1990.

Hovedstadsrådet 1989.

Recipientkvalitetsplan for Køge Bugt og opland.

Jensen, J.P. et al, 1997

Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996 Rapport fra DMU nr 211.

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

Kristensen P. et al 1990. "Eutrofieringsmodeller for søer", Npo-forskning fra Miljøstyrelsen Nr. C9.

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

Københavns Kommune 1992. Afløbsafdelingens Miljøkontor.

Miljøtilstanden i Damhussøen 1991. Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser.

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 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 Damhussøen 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 1999.
Søer i Københavns Kommune 1998. Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser.

Københavns Kommune 2000. Københavns Kommune
"Vandløb 1999". Rapport til Danmarks Miljøundersøgelser.

Lauridsen T. L et al 1999. Fiskeyngelundersøgelser i søer. Teknisk Anvisning nr. 14, Danmarks Miljøundersøgelser.

Miljø- og Energiministeriet 1996. Bekendtgørelse nr.921 af 8. oktober 1996 om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet.

Miljøstyrelsen 1991. Planteplanktonmetoder. Miljøprojekt nr. 187.

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

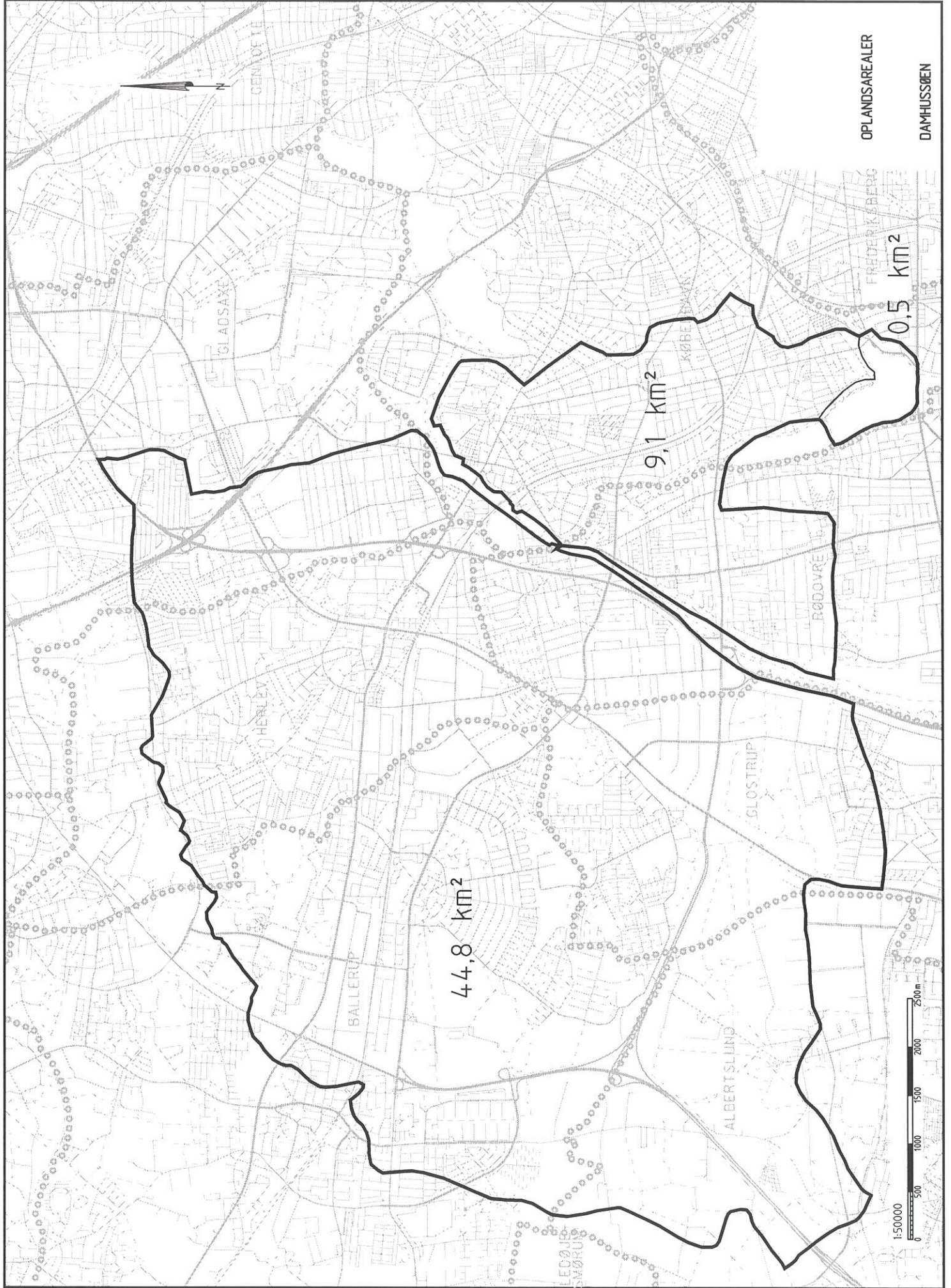
Moeslund, B. et al, 1993. Vegetationsundersøgelser i søer. Teknisk anvisnings rapport fra DMU, nr. 6.

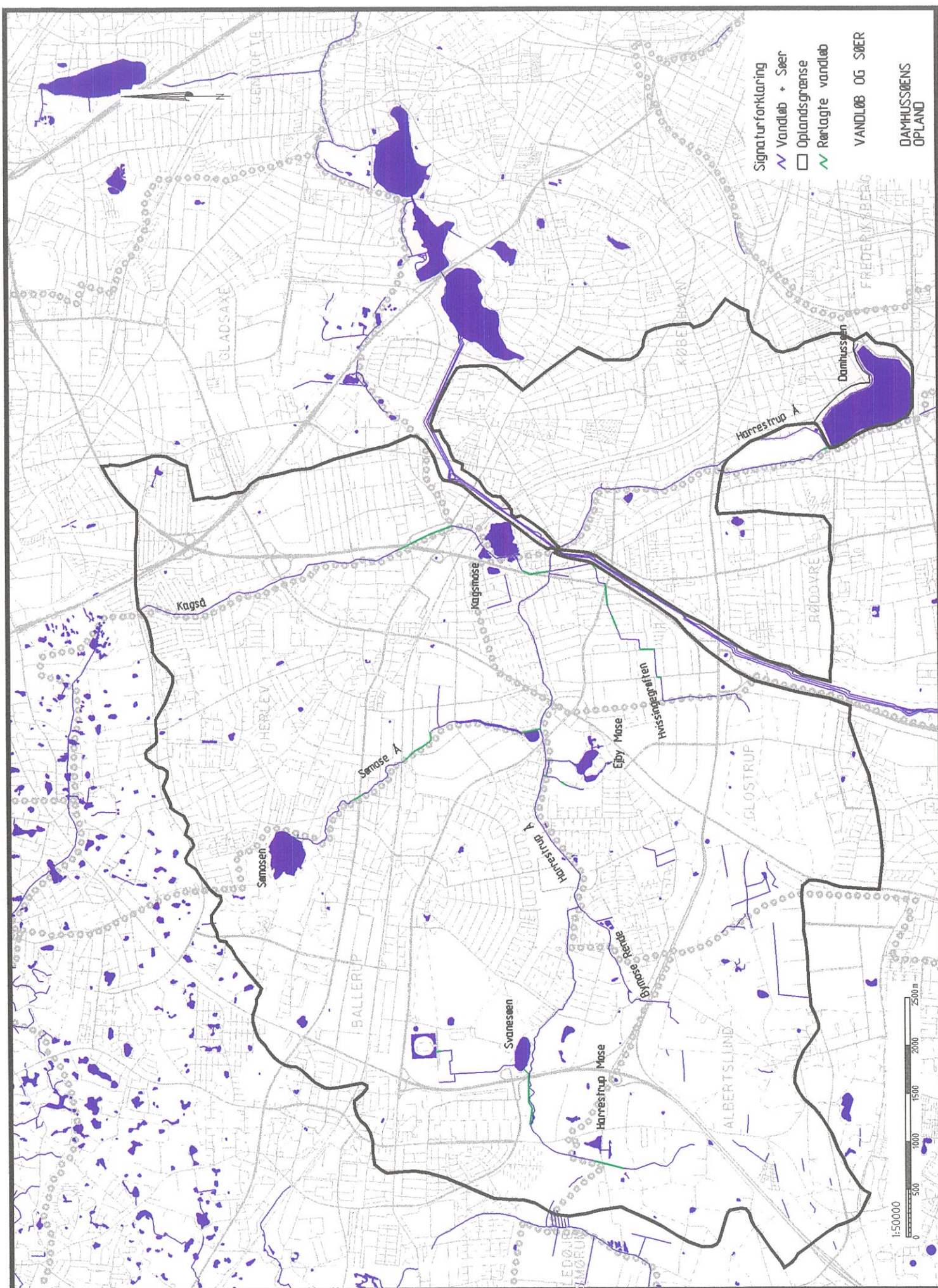
Svendsen og Rebsdorf (1994). Kvalitetssikring af overvågningsdata. Teknisk anvisning, DMU nr.7.

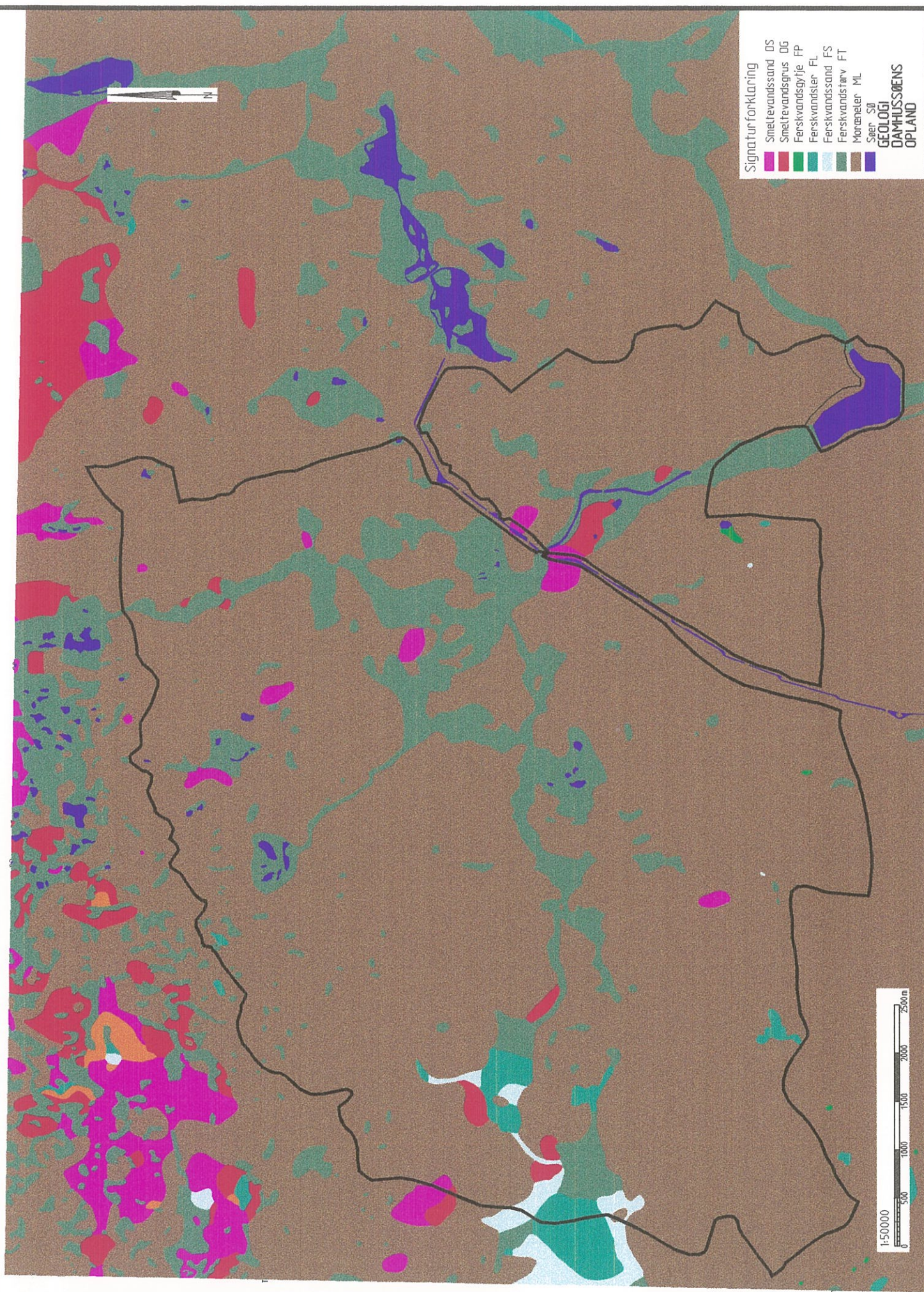
13. Bilagsfortegnelse

Bilag 1	Kort over Damhussøens oplandsgrænser
Bilag 2	Kort over vådområder Damhussøens opland
Bilag 3	Kort over jordbund (Geologi)
Bilag 4	Arealanvendelse
Bilag 5	Højdekort
Bilag 6	Kort over punktkilder (regnvandsbetingede overløb)
Bilag 7	Vandbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder
Bilag 8	Kvælstofbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder
Bilag 9	Fosforbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder
Bilag 10	Jernbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder
Bilag 11	Feltnmålinger og vandkemi fra Damhussøen 1999
Bilag 12	Års- og sommergennemsnit for fysiske og kemiske data for Damhussøen i perioden 1990 – 1999.

Desuden findes som bilag en særlig rapport over planktonundersøgelserne i Damhussøen 1999 udarbejdet for af Carl Bro as. Denne kan rekvireres hos Københavns Kommune.







- Signaturforklaring
- Smeltevandssand DS
 - Smeltevandsgrus DG
 - Smeltevandsgylje FP
 - Ferskvandster FL
 - Ferskvandssand FS
 - Ferskvandster FT
 - Moræner ML
 - Søer SJ
- GEOLOGI**
DAMHUSMØENS
OPLAND



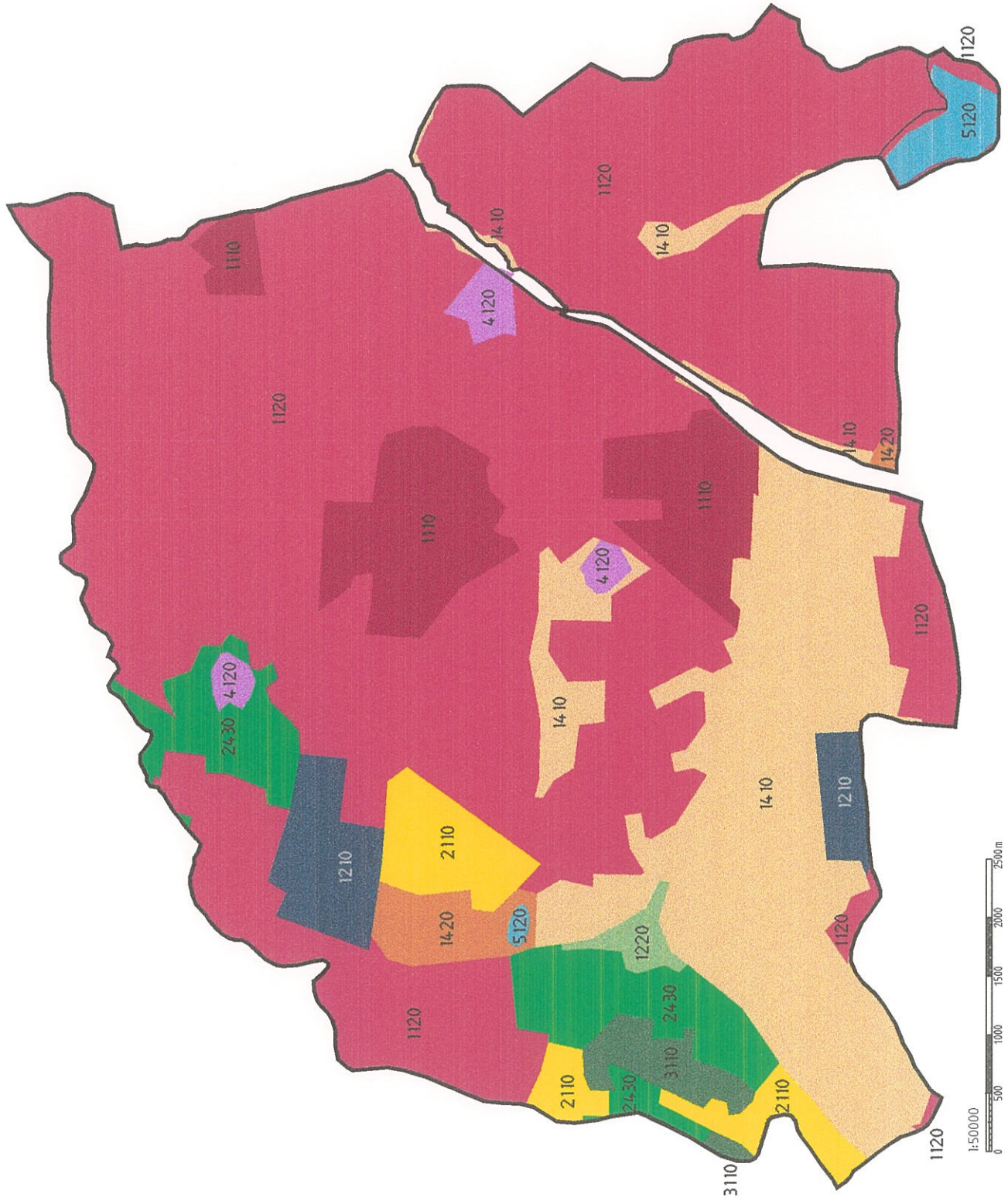


Signaturforklaring

1110	Tæt bebyggelse
1120	Åben bebyggelse
1210	Industri og handel
1220	Vej og jernbane
1410	Byarker
1420	Sports/fritidsanlæg
2110	Dyrket ikke kunstvandet
2430	Blandet landbrug og natur
3110	Løvskov
4120	Mose og kær
5120	Søer

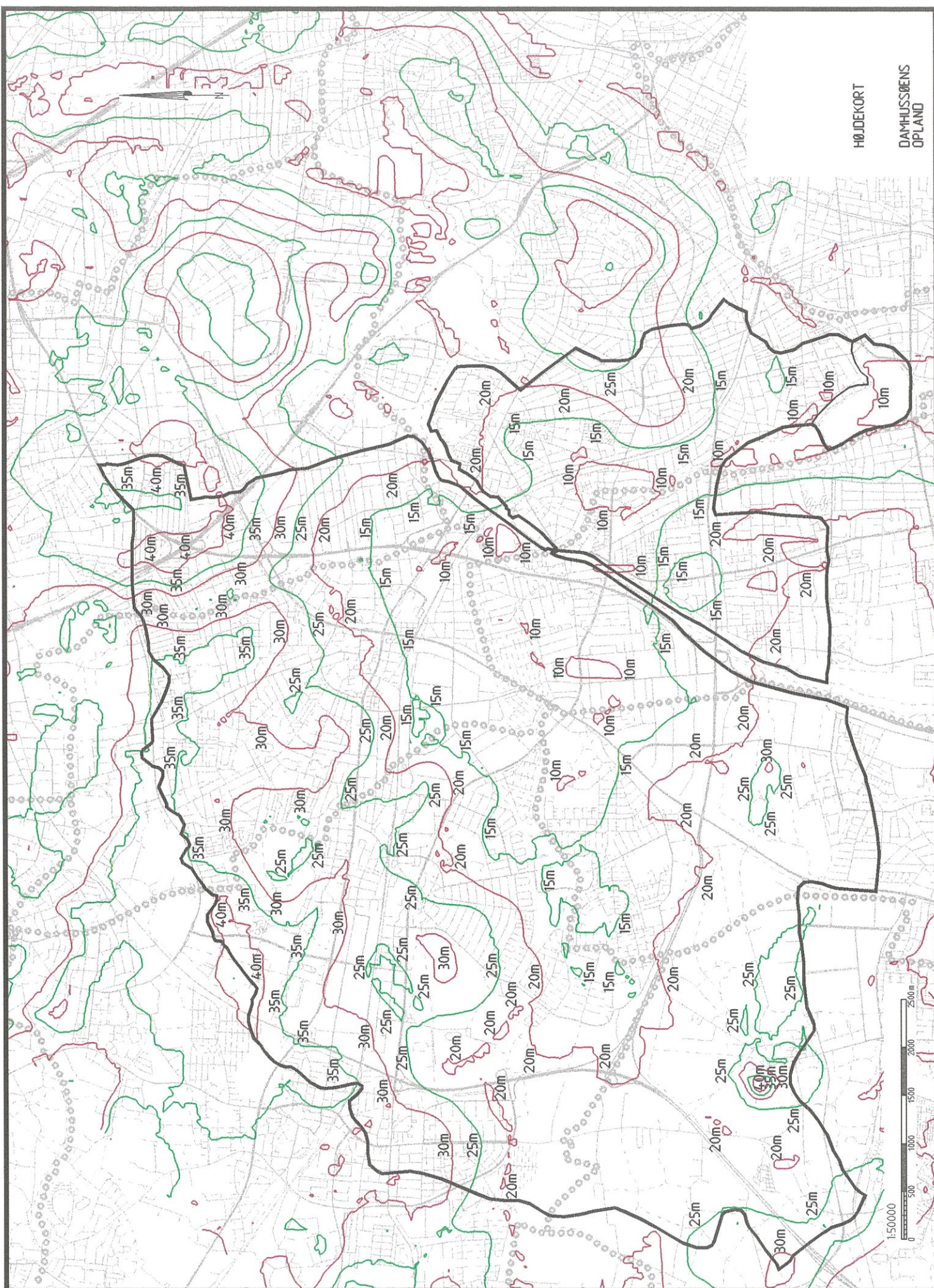
AREALANVENDELSE

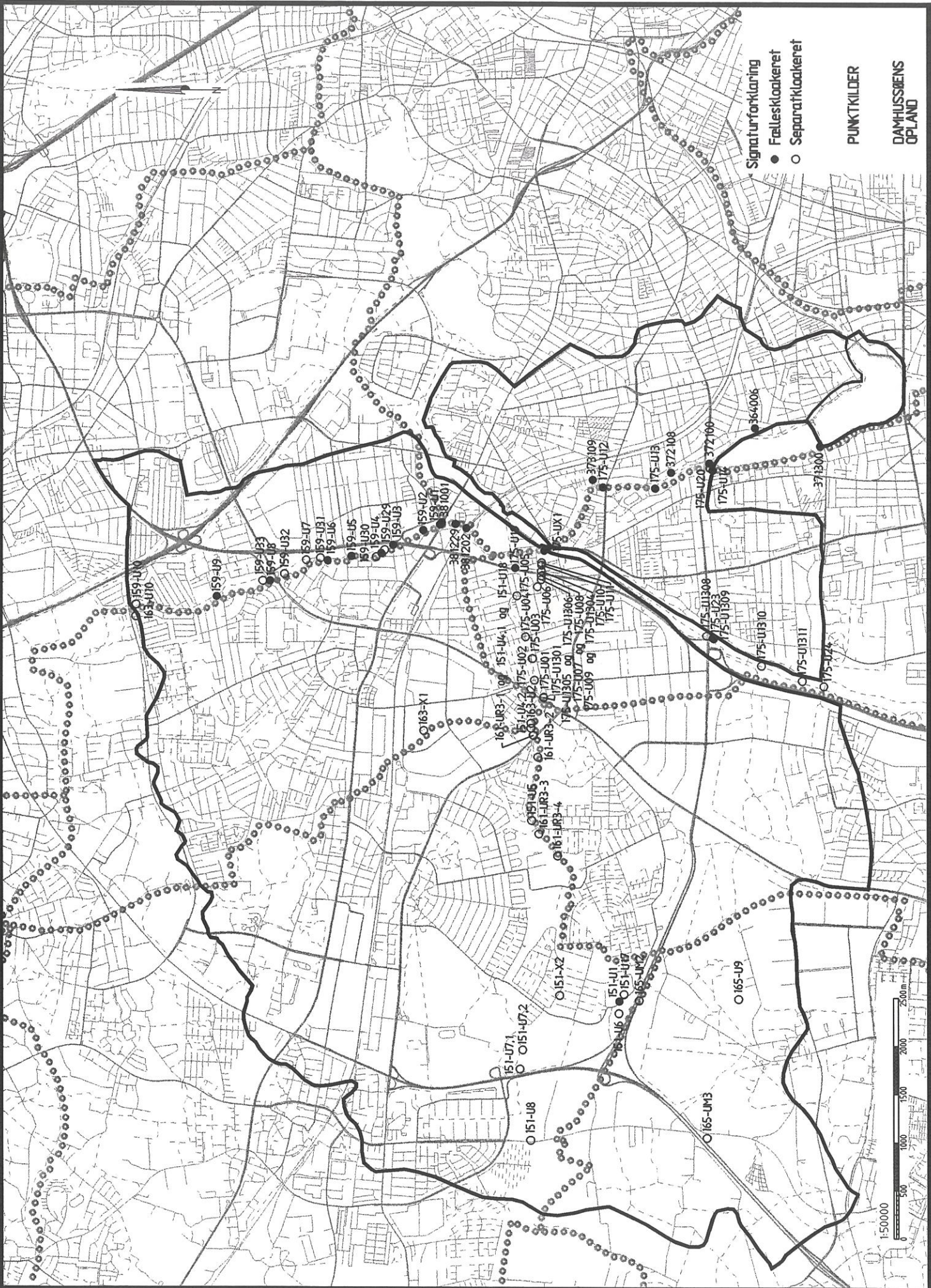
DAMHUSØENS
OPLAND



HØJDEKORT

DAMHUSØENS
OPLAND





- Signaturforklaring
- Fælleskloakeret
 - Separatkloakeret

PUNKTKILDER

DAMHUSBÆNS
OPLAND



BILAG 7

Vandbalance Damhussøen 1999 fordelt på måneder

m3	Tilførsel			Fraførsel				Magasin ændring		Udsivn.
1999	Oppumpn.	Nedbør	Tilløb tot	Fraløb	Fordampn	Udsivn	Fraførsel total	Pulje	Dmaga	cm/d
jan	6771	30184	36955	0	1715	30290	32005	758550	4950	0,2
feb	37823	18816	56639	0	3675	38114	41789	773400	14850	0,3
mar	59313	32438	91751	0	9947	66954	76901	788250	14850	0,5
apr	17765	21756	39521	0	25137	24284	49421	778350	-9900	0,2
maj	21231	23716	44947	0	38906	50591	89497	733800	-44550	0,4
jun	58146	46256	104402	0	42483	22319	64802	773400	39600	0,2
jul	58146	11956	70102	0	51646	82806	134452	709050	-64350	0,6
aug	188659	70462	259121	14010	38073	58538	110621	857550	148500	0,4
sep	21604	23814	45418	0	22491	77377	99868	803100	-54450	0,6
okt	22694	21560	44254	0	8526	35728	44254	803100	0	0,3
nov	51069	8869	59938	0	2352	77386	79738	783300	-19800	0,6
dec	2138	53459	55597	0	1470	39277	40747	798150	14850	0,3
	545359	363286	908645	14010	246421	603664	864095	780000	44550	0,4
%	60%	40%		2%	29%	70%				10,9 cm/md

BILAG 8

Kvælstofbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder

kg

1999	Tilførsel			Fraførsel			Puljeændr	Denitrifikat
	Oppumpn.	Nedbør	Total, ind	afløb	udsivn	Fraførsel tot	Puljeændr	Denitrifikat
jan	30,5	57,3	87,8	0,0	66,6	66,6	538,4	-517,2
feb	264,8	35,7	300,5	0,0	83,9	83,9	32,7	184,0
mar	249,1	61,6	310,7	0,0	133,9	133,9	-125,0	301,8
apr	40,9	41,3	82,2	0	30,4	30,4	-603,6	655,4
maj	48,8	45,0	93,9	0	34,4	34,4	-474,0	533,4
jun	120,2	87,9	208,0	0	16,7	16,7	81,1	110,2
jul	49,4	22,7	72,1	0,0	68,3	68,3	4,9	-1,1
aug	241	133,8	375,3	10,4	43,5	53,9	52,5	268,9
sep	44	45,2	89,5	0,0	54,9	54,9	-67,2	101,8
okt	48	40,9	88,6	0	27,9	27,9	56,2	4,5
nov	79	16,8	96,0	0	66,2	66,2	43,3	-13,5
dec	5,3	101,5	106,9	0	62,8	62,8	607,3	-563,3
sum	1221,6	690,0	1911,6	10,4	689,5	699,9	146,6	1065,0
%	64%	36%		1%	99%		Denitrifikation	
								56%

BILAG 9

Fosforbalance for Damhussøen 1999, fordelt på måneder

kg

	Tilførsel			Fraførsel			Puljeændr	Retention
1999	Oppumpn.	nedbør	Total, ind	afløb	udsivn	Fraførsel tot	Puljeændr	P tilbageh
jan	1,9	0,4	2,3	0,0	2,5	2,5	20,0	-20,2
feb	14,8	0,2	15,0	0,0	3,3	3,3	5,1	6,6
mar	14,8	0,4	15,2	0,0	6,0	6,0	4,4	4,8
apr	3,2	0,3	3,5	0,0	2,1	2,1	-4,4	5,8
maj	5,7	0,3	6,0	0,0	1,1	1,1	-50,4	55,3
jun	11,4	0,6	12,0	0,0	0,6	0,6	3,2	8,3
jul	9,3	0,2	9,5	0,0	2,9	2,9	5,5	1,1
aug	32,7	0,9	33,6	0,6	2,5	3,0	11,2	19,3
sep	12,4	0,3	12,7	0,0	2,2	2,2	-12,7	23,2
okt	14,3	0,3	14,6	0,0	1,5	1,5	11,2	1,8
nov	9,4	0,1	9,6	0,0	4,3	4,3	9,3	-4,1
dec	1,4	0,7	2,0	0,0	2,3	2,3	2,4	-2,7
sum	131,4	4,6	136,0	0,59	31,3	31,8	46,3	99,3
%	97%	3%		2%	98%		retention	73%

BILAG 11

Feltmålinger og vandkemi fra Damhussøen 1999

Dato	Alkali-nitet	NH4+	Klorofyl	Gl.tab, s.stof	Jern	NO2+ NO3	N-total	Ortho-P	lt	pH	Total-P	Sigt	Si	Susp stof	Temp.	Salinitet
19-01-99	2	0,81	11	2,5	0,09	0,34	2,2	0,05	13	8	0,081	1,9	0,7	2,5	1,5	
16-02-99	2,2	0,78	33	2,5	0,11	0,41	2,2	0,023	14	8,4	0,086		0,42	2,5	2,3	
16-03-99	1,9	0,057	81	8,2	0,1	0,42	2	0,006	13,5	8,6	0,09	0,5	0,011	9,1	1,5	0,5
13-04-99	2,1	0,021	17	2,5	0,09	0,36	1,4	0,0025	9,6	8,4	0,041	1,3	0,2	2,5	8,4	1,5
26-04-99	2	0,084	1,5	8	0,18	0,22	1,1	0,01	10,4	8,3	0,13	1,7	0,2	11	10,5	0,5
10-05-99	0,9	0,009	0,25	2,5	0,06	0,005	0,68	0,001	11,4	9,4	0,022	1,8	0,35	2,5	12,3	0,3
01-06-99	1	0,0015	1,1	2,5	0,08	0,004	0,72	0,001	14	10,2	0,025	1,8	1	2,5	17	0,3
15-06-99	1,2	0,0015	4,7	2,5	0,11	0,019	0,78	0,001	14,5	9,5	0,025	1,6	1,8	2,5	19,3	0,3
29-06-99	1,1	0,0015	6,7	2,5	0,01	0,002	0,85	0,001	11,2	9,2	0,032	1,8	2,2	2,5	18,4	0,3
13-07-99	8,6	0,003	5,1	2,5	0,05	0,002	0,8	0,0025	14,4	9,7	0,038	1,4	2,4	2,5	24,1	0,3
03-08-99	0,73	0,012	4,3	2,5	0,01	0,007	0,81	0,005	12,4	9,6	0,033	1,7	1,9	2,5	24,1	0,3
17-08-99	1	0,008	12	2,5	0,12	0,022	0,74	0,016	10,2	8,9	0,052	1,8	1,4	2,5	18,6	0,1
31-08-99	1,1	0,012	5,7	2,5	0,1	0,007	0,68	0,0035	11	8,7	0,041	2	0,31	2,5	16,4	0,3
14-09-99	1	0,008	5,8	2,5	0,064	0,018	0,71	0,001	8,8	9	0,027	2	0,32	2,5	18,2	0,3
28-09-99	1,2	0,015	8	2,5	0,054	0,003	0,71	0,003	7,9	8,5	0,031	1,8	0,22	2,5	16	0,3
19-10-99	1,4	0,016	23	2,5	0,057	0,007	0,78	0,0035	13,4	9,1	0,043	2	0,075	2,5	8,1	0,27
02-11-99	1,6	0,006	70	5,2	0,075	0,002	0,86	0,0025	11,8	9,1	0,055	1,4	0,029	7,1	10,1	0,3
16-11-99	1,8	0,12	28	2,5	0,055	0,023	0,85	0,005	12,1	8,5	0,057	1,9	0,21	2,5	3,2	0,3
14-12-99	2	0,67	13	2,5	0,083	0,15	1,6	0,021	10,9	8	0,058	1,9	0,55	2,5	4,3	1,5

BILAG 12

Års- og sommergennemsnit for fysiske og kemiske data for Damhussøen i perioden 1990 – 1999.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sigtdybde (meter)										
Sommergennemsnit	1,5	1,8	1,2	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
Årgennemsnit	1,5	1,7	1,4	1,5	1,7	1,5	1,4	1,6	1,7	1,7
Klorofyl A (µg/l)										
Sommergennemsnit	10	14	26	14	8	6	17	9	10	5
Årgennemsnit	23	29	26	22	10	13	20	16	13	20
Total fosfor (mg/l)										
Sommergennemsnit	0,14	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03
Årgennemsnit	0,12	0,09	0,08	0,07	0,05	0,06	0,09	0,05	0,04	0,05
PO ₄ -P (mg/l)										
Sommergennemsnit	0,043	0,007	0,007	0,009	0,005	0,005	0,006	0,003	0,003	0,003
Årgennemsnit	0,043	0,016	0,018	0,011	0,013	0,015	0,039	0,006	0,008	0,011
Total kvælstof (mg/l)										
Sommergennemsnit	1,16	0,81	1,12	0,92	0,79	0,77	0,87	0,79	0,75	0,74
Årgennemsnit	1,40	1,29	1,45	0,99	0,92	0,94	1,40	0,97	1,03	1,20
NO ₂ +NO ₃ -N (mg/l)										
Sommergennemsnit	0,023	0,040	0,014	0,019	0,008	0,012	0,039	0,015	0,004	0,009
Årgennemsnit	0,139	0,166	0,249	0,087	0,152	0,101	0,180	0,168	0,181	0,134
NH ₄ ⁺ -N (mg/l)										
Sommergennemsnit	0,020	0,029	0,051	0,010	0,006	0,017	0,036	0,010	0,010	0,007
Årgennemsnit	0,215	0,169	0,214	0,041	0,056	0,114	0,424	0,057	0,073	0,199
Silicium opløst (mg/l)										
Sommergennemsnit	0,94	0,47	1,12	0,50	0,60	0,45	1,24	0,63	0,30	1,11
Årgennemsnit	0,50	0,39	0,73	0,31	0,39	0,27	0,82	0,67	0,38	0,66
pH										
Sommergennemsnit	9,3	9,1	8,8	8,9	9,3	9,3	8,7	8,8	9,5	9,3
Årgennemsnit	8,8	8,7	8,5	8,5	8,8	8,8	8,3	8,6	8,8	8,8

Stof	Tid	Signifikans
total-fosfor	År	- - - -
	Sommer	- - - -
total kvælstof	År	- - -
	Sommer	- - - -
klorofyl-a	År	- - -
	Sommer	- - -
sigtdybde	År	
	Sommer	+ + +
suspenderet stof	År	- - - -
	Sommer	- - - -

Signifikante ændringer for fysisk-kemiske parametre i Damhussøen, angivet for 1990-1999. Lineær regression af tidsvægtede års- og sommergennemsnit mod årene 1990-99. I tabellen angives reduktion/forøgelse på henholdsvis 10, 5, 1 og 0.1 % signifikansniveau som: +/-, ++/--, +++/--- og ++++/---- (Jensen et. al 1994).