



## Frederiksborg Slotssø 1999

Titel: Frederiksborg Slotssø, 1999

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 85

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø  
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 2001

Sagsbehandler: Helle Utoft Rasmussen

Rapport og grafik: Helle Utoft Rasmussen

Forsidefoto: Morten Jepsen: "Frederiksborg Slotssø"

Tryk: Grafisk Service/Saloprint Gruppen

Oplag: 150 stk.

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-221-2

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

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

Pris: 75 kr.



Iflg. udsendelsesliste

Miljøafdelingen  
Hillerød den 22. januar 2002  
J.nr. 8-56-31-7-99  
HUR  
Frb.Slotssøflg.br.v.2002

### Frederiksborg Slotssø 1999.

./. Hermed sendes rapporten Frederiksborg Slotssø 1999.

Frederiksborg Slotssø ligger midt i Hillerød By og har sammen med slottet stor rekreativ betydning for både Hillerødborgere og turister. Hverken borgere eller turister kan dog undgå at bemærke at vandet i Slotssøen især om sommeren kan være grønt af alger. Grunden til, at der i perioder er for mange alger i søen er, at der er for meget fosfor i søen. Fosfor stammer blandt andet fra husspildevand og er næring for alger.

Søen har i mange hundrede år modtaget spildevand fra slottet og Hillerød By. Det er nu 10 år siden det sidste spildevand blev ledt til søen, men tilstanden i søen er stadig ikke god.

I 1999 undersøgte Frederiksborg Amt Frederiksborg Slotssø. For første gang i søens historie blev der foretaget målinger til en vand- og stofbalance for søen. Disse balancer har været efterspurgt fordi de er nødvendige for at kunne bestemme vandets opholdstid i søen og kvantificere næringsforholdene. En undersøgelse af søens sediment (bundmateriale) viste, hvor meget fosfor der er bundet her og hvor meget af den der kan frigives til for eksempel algevækst.

Alle undersøgelsens resultater skal danne baggrund for beslutning om hvilke muligheder der er for at forbedre vandkvaliteten i søen.

Med venlig hilsen

Helle Utoft Rasmussen  
biolog



# Frederiksborg Slotssø 1999

DANMARKS  
MILJØUNDERSØGELSER  
BIBLIOTEKET  
Vejsøvej 25, Postboks 314  
8600 Silkeborg



# Indholdsfortegnelse

	Side
Forord .....	1
Nøgletal for miljøtilstanden i Frederiksborg Slotssø. ....	2
1 Beskrivelse af søen .....	3
1.1 Beliggenhed .....	3
1.2 Historie .....	4
1.3 Oplandskarakteristik og -beskrivelse .....	5
1.4 Grundvandsforhold .....	6
2 Klimatiske forhold .....	8
2.1 Lufttemperatur .....	8
2.2 Nedbør .....	8
2.3 Ferskvandsafstrømning .....	9
3 Vand- og stofbalancer .....	11
3.1 Vandbalance .....	12
3.2 Stofbalance .....	14
3.2.1 Fosforbalance .....	15
3.2.2 Kvælstofbalance .....	15
4 Fysiske og kemiske forhold .....	17
4.1 Ilt og temperatur .....	17
4.2 Sigt dybde og klorofyl .....	17
4.3 Fosfor .....	18
4.4 Kvælstof .....	19
4.5 Ødam og Badstuedam .....	20
4.6 Sediment .....	22
5 Biologiske forhold .....	27
5.1 Plankton .....	27
5.2 Vegetation .....	32
5.3 Fiskeundersøgelse .....	32
6 Sammenfatning .....	39
7 Indsatsområder .....	43
8 Referencer .....	44
Bilag .....	47





## Forord

Frederiksborg Amt har ifølge Miljøbeskyttelsesloven pligt til at føre tilsyn med miljøtilstanden i amtets vandløb, søer og kystnære farvande. I "Handlingsplan for søerne i Frederiksborg Amt" /1/ gennemgås de målsatte søers tilstand og udvikling. Der er opstillet et prioriteret undersøgelsesprogram for søerne. Resultaterne fra disse undersøgelser skal give en viden der er tilstrækkelig til at eventuelle indgreb og restaureringer kan gennemføres.

I 1999 blev der blandt andet ført tilsyn med Frederiksborg Slotssø. Tilsynet omfattede målinger af fysiske, kemiske og biologiske parametre 12 gange i løbet af året. Desuden blev der en enkelt gang i årets løb udført undersøgelse af søens sediment, vegetation og i 1998 af fiskebestanden. For første gang er der lavet målinger i til- og afløb i Frederiksborg Slotssø til beregning af vand- og stofbalance.

Denne rapport beskriver resultaterne af Frederiksborg Amts overvågning af Frederiksborg Slotssø i 1999. Der er lagt vægt på en beskrivelse af undersøgelsesresultaterne, og en vurdering af udviklingstendenserne i søens miljøtilstand. I den forbindelse takker Frederiksborg Amt Ole Stig Jacobsen, GEUS og Kirsten Christoffersen fra Københavns Universitets Ferskvandslaboratorium for tilladelse til at benytte datamateriale fra perioden 1976 og 1984-1994.

Vurderingen af undersøgelsesresultaterne fra denne rapport vil danne baggrund for forslag til hvilke indgreb, der kan forbedre de økologiske forhold i Frederiksborg Slotssø.

## Nøgletal for miljøtilstanden i Frederiksborg Slotssø.

Frederiksborg Slotssø	1999	
	År	Sommer
	Gsn.	
Opholdstid (år)	1,54	0,55
Kvælstofbelastning, tons/år	3,04	0,80
Kvælstofbelastning (mg pr. m <sup>2</sup> pr. dag)	37,30	9,779
Total indløbskoncentration (mg/l)	2,79	
Kvælstoftilbageholdelse (mg pr. m <sup>2</sup> pr. dag)	10,95	6,15
Kvælstoftilbageholdelse, %	29	63
Fosforbelastning, tons/år	0,08	0,02
Fosforbelastning (mg pr. m <sup>2</sup> pr. dag)	0,94	0,27
Total indløbskoncentration (mg/l)	0,09	
Fosfortilbageholdelse (mg pr. m <sup>2</sup> pr. dag)	-1,11	-0,18
Fosfortilbageholdelse, %	-118	-65
Sigt dybde, m	1,0	0,7
Klorofyl a, µg/l	51	63
Suspenderet stof, mg/l	11,3	13,8
Total kvælstof, mg/l	1,30	1,21
Uorganisk kvælstof, mg/l	0,25	0,06
Total fosfor, mg/l	0,14	0,15
Opløst fosfat-fosfor, mg/l	0,05	0,04
pH	8,4	8,5
Silikat	0,73	0,37
Planteplankton biomasse, mm <sup>3</sup> /l	8,1	11,1
% blågrønalger	62	65
% kiselalger	14	11
% gulalger	11	12
% furealger	6	7
% rekyalger	4	3
% grønalger	2	1

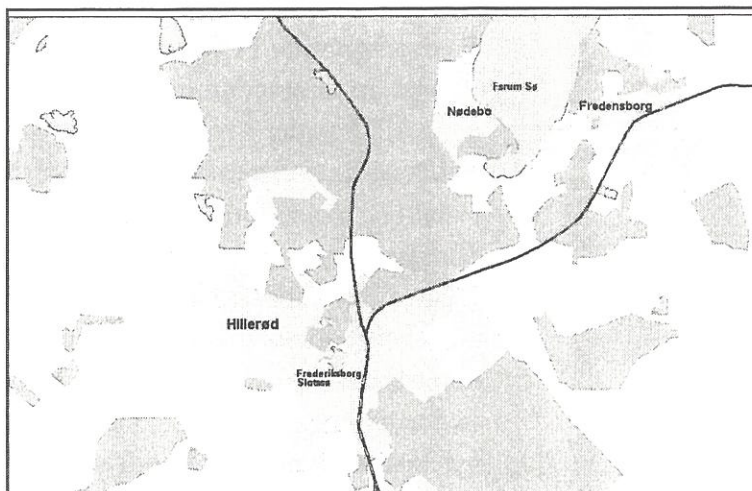
*Gennemsnit af udvalgte parametre for Frederiksborg Slotssø, 1999.*

## 1 Beskrivelse af søen

### 1.1 Beliggenhed

Frederiksborg Slotssø ligger centralt placeret midt i Hillerød by i Nordsjælland, figur 1.1.

Figur 1.1:  
Kort med Frederiksborg Slotssø  
geografiske placering i Frederiks-  
borg Amt.



Søen er på 22,3 ha /2/ inklusiv Lille Slotssø og kanalerne, men eksklusiv øerne, opmålt ved kote 26,55 m.o.DNN, figur 1.2.

Figur 1.2  
Kort over Frederiksborg Slotssø  
med dybdekurver angivet i meter  
/3/.



### 1.2 Historie

Det er ikke Frederiksborg Slot der er emnet i denne rapport, men forureningen af slotssøen stammer fra tidlig tid fra herregård/slot og Hillerød by. Derfor følger her en kort historisk gennemgang som skrevet i /3/.

På et tidspunkt i 11 eller 1200-tallet påbegyndte en stormand byggeri på en formodentlig naturlig holm i søen. Gården omtales første gang 1275 under navnet Hilderuthsholm, senere Hillerødsholm. Allerede da eksisterede der en landsby ved søen, Hilderuth (Hildes rydning), senere Hillerød. Antagelig senest samtidig med stormandsgården er der bygget vandmølle i afløbet. Efterhånden som behovet for vandkraft øgedes, har man dæmmed søen op så den til sidst havde et vandspejl ca. 2,5 m over det oprindelige. Kong Frederik II overtog i 1560 Hillerødsholm som samme år skiftede navn til Frederiksborg. Kongen indledte straks byggeaktiviteter på sin nye besiddelse, og i forbindelse hermed blev dæmningen - og dermed vandspejlet - forhøjet. Opførelsen af det nye Frederiksborg var i hovedsagen afsluttet 1611. De følgende konger brugte mest slottet i repræsentative øjemed og til lejlighedsvis sommerophold, mindre som bolig. En undtagelse danner Frederik VII, der ofte opholdt sig her, og det var under et af disse ophold at slottet brændte i 1859. Slottets ydre var genopført i 1875, mens det indre først stod færdigt ca. 10 år senere. Slottet blev nu nationalhistorisk museum med hjælp fra store donationer fra brygger J.C. Jacobsen.

Der har ligget en sø i området i vel 12.000 år. Søen har været naturligt eutrof, /4/. Den oprindelige sø, som er et dødishul, har været noget mindre og betydeligt dybere end den nuværende. Nettosedimentationen er beregnet til 0,7 mm pr. år /5/. Opstemningen har gjort den større. Det samme har muligvis udgravningerne ved slottet gjort. Der imod har en række opfyldninger dels på de muligvis naturlige øer, dels langs søens kyster virket i modsat retning.

Den naturlige interne næringsbelastning samt de store mængder af tilført fosfor til Frederiksborg Slotssø har til alle tider været ugunstig for søen, som fra tidlig tid er blevet forurennet fra herregård og by. Forureningen voksede selvfølgelig kraftigt, da konge og hof i lange perioder tog ophold ved søen. I 1720 hedder det om vandet i søen, at det ofte er urent, slimet og ildelugtende. Søen blev oprenset i 1740 og måtte gennem de følgende 100 år gang på gang tømmes og oprenses.

### 1.3 Oplandskarakteristik og -beskrivelse

Tabel 1.2

Morfometriske data for Frederiksborg Slotssø ved vandspejlskote 26,55 m.o.DNN, iflg. T. Høy, 1996

Overfladeareal, ha /2/	22,3
Gennemsnitsdybde, m /3/	3,5
Maksimal dybde, m /3/	9
Vandvolumen, m <sup>3</sup> /3/	735000
Oplandsareal, ha /2/	921

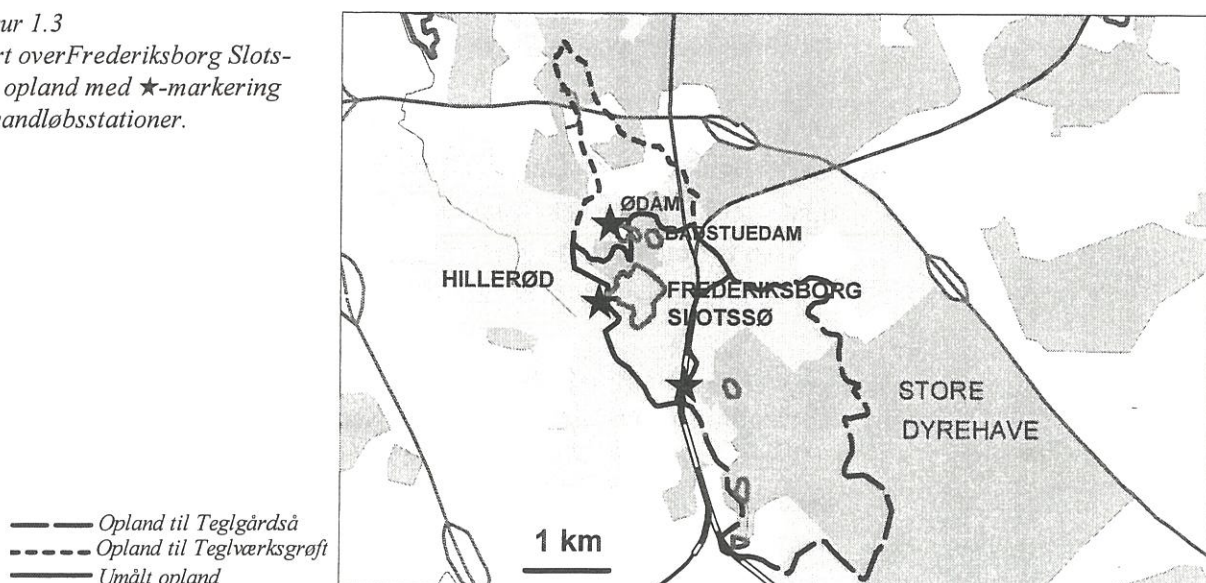
I den åbne sø er vandvolumenet 705.000 m<sup>3</sup> og middeldybden 3,5 m (maksimumdybde 9 m). Vandmængden i Lille Slotssø og kanalerne kan ansættes til ca. 30.000 m<sup>3</sup>. Tages disse dele af søen med i beregningen falder middeldybden til 3,2 m /3/, figur 1.2. Kort med indtegnede dybdekurver og prøvetagningsstationer findes sammen med en hypsograf i bilag 1.1.

Søen har tre tilløb. Det ene er Teglgårdså fra det sydøstlige afvandsområde, det andet er Teglværksgrøft som via Ødam løber til søen, det tredje tilløb kommer fra Badstuedam, de to sidste tilløb kommer fra det nordlige afstrømningsområde. Udløb til Pøleå sker via en kort grøft, Slotsmøllegrøften. Afløbet reguleres via et stigningsbord ved bredden af Lille Slotssø.

Figur 1.3 viser oplandet til Frederiksborg Slotssø samt placeringen af amtets målestationer til bestemmelse af vand- og stoftransport.

Figur 1.3

Kort over Frederiksborg Slotssø's opland med ★-markering af vandløbsstationer.



Det totale opland til søen er opgjort til 943 ha inklusive et søareal på 22,3 ha. Fraregnet søarealet bliver oplandets areal 921 ha /2/, (bilag 2.1). Heraf udgør Lille Dyrehavevang nord for søen 140 ha,

mens det syd for liggende område, som er forbundet til Frederiksborg Slotssø via Teglgårdså, udgør 563 ha.

Det topografiske opland til Frederiksborg Slotssø består af lige dele bymæssig bebyggelse og skov. Den nordlige og sydøstlige del af oplandet er mest skov /8/, (bilag 2.1).

Tabel 1.1:  
Beskrivelse af de målte oplande til Frederiksborg Slotssø

Vandløb	Oplandsareal til målestation	Oplandstype
Teglgårdså	563 ha	Bymæssig bebyggelse; løv- og blandet skov, søer
Teglværksgrøft	140 ha	Bymæssig bebyggelse; blandet landbrug/natur; skov

Oplandet til de 2 målestationer udgør i alt 703 ha. De resterende 218 ha er det umålte opland inklusive opland nedstrøms målestationerne.

Målinger i afløbet er foretaget i Slotsmøllegrøften et stykke nedstrøms for udløbet. Det betyder, at der er medtaget et mindre opland efter udløbet på 7 ha. Bidrag fra dette opland er fratrukket beregningerne for afløbet.

### Oplandsanalyser

Jordbunden i de øverste 20 cm i oplandet omkring Hillerød er beskrevet på kort fra Statens Jordbrugsforskning. Kun en lille del af oplandet til Frederiksborg Slotssø er dækket af kortlægningen. Jordbunden her består hovedsageligt af grov og fin lerblandet sandjord.

De geologiske forhold er tilsvarende beskrevet på kort fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). De vigtigste geologiske forekomster i det direkte opland til Frederiksborg Slotssø er smeltevandsgrus og ferskvandstørv, (bilag 2.1). I det sydlige opland er der store områder med moræneler.

### 1.4 Grundvandsforhold

Kontrolboringer omkring Hillerød viser at det primære grundvand i kalken ligger mellem kote 18 og 19 m o. DNN. Mindre end 1,5% af søens areal ligger under kote 19 m o. DNN, søens dybeste del er ca. 8 m, d.v.s. kote 18,5 m.o.DNN. Grundvandsindsivning anses derfor ikke for at have nogen særlig betydning for vandbalancen i Frederiksborg Slotssø.

Nitratindholdet i det primære grundvandsmagasin er mindre end fra almindelig landbrugsdrift. Betydningen af at der gødes i de private

haver og parken der ligger ned til søen, kendes ikke.

Tabel 1.3:  
Grundvandsindvindinger på vandværkerne i det direkte opland.

	Indvinding	Grundvandskoncentration	
	m <sup>3</sup> /år	mg tot-P/l	mg NH <sub>3</sub> -N/l
Nyhus Vandværk	373.912	0,02-0,03	0,4-0,8
Frederiksgade Vandværk	1.417.409	0,05	0,4-0,8

Indholdet af total-fosfor og ammonium i det primære grundvandsmagasin i det direkte opland fremgår af målinger på vandværkerne, tabel 1.3. Der indvindes drikkevand fra det primære grundvandsmagasin. Indvindingen anses ikke, med den nuværende viden, at have indflydelse på vandbalancen i Frederiksborg Slotssø. Det bør dog bemærkes, at vandindvindingen på Frederiksgade Vandværk svarer til den årlige vandtilførsel til Frederiksborg Slotssø, hvilket kunne give anledning til en mere detaljeret analyse af indvindingens betydning.

Der vil i det direkte opland til Frederiksborg Slotssø også være nogle lommer med sekundært grundvand, hvor stofkoncentrationen imidlertid ikke kendes. Dette allerøverste grundvandspejl ligger ganske nær jordoverfladen (5 cm) lige ved søbredden, bevæger man sig væk ligger vandet dybere og dybere. Det overfladenære grundvand er dannet af den nedbør, der netop er faldet. I et område, der som Hillerød for største delen er befæstet, vil typisk halvdelen af nedbøren strømme direkte af til søen.

### 1.5 Målsætning og status

Frederiksborg Slotssø er i "Vandområdeplan for Arresø og opland" /6/ målsat med en generel målsætning, tabel 1.4.

Tabel 1.4:  
Målsætning og kvalitetskrav for Frederiksborg Slotssø.

Plan: Regionplan 2001 /7/ Vandområdeplan for Arresø og opland /6/	Målsætning Generel B	
	Tilstand 1999	Kvalitetskrav
Total fosfor (årgennemsnit)	0,142 mg/l	≤ 0,1 mg/l
Sigtdybde (sommerngennemsnit)	0,7 m	≥ 1 m

Frederiksborg Slotssø opfylder ikke målsætningen. Årsagen er blandt andet, at søen i mange år har fået tilført store mængder fosfor med spildevand fra slottet og Hillerød by. Men det er ikke uvæsentligt at søen til alle tider har været lagdelt i sommerperioden og har været påvirket af frigivelse af sumpgasser. Søsedimentet er dermed meget ustabil, og de iltfrie forhold om sommeren kombineret

med gasfrigivelsen resulterer i store koncentrationer af uorganisk fosfor (orthofosfat) og kvælstof (ammoniak) i bundvandet.

Frederiksborg Slotssø er om sommeren præget af store koncentrationer af blågrønalg, søen har derfor en dårlig sigtddybde. Det uklare vand gør at søen er stort set uden undervandsvegetation.

## 2 Klimatiske forhold

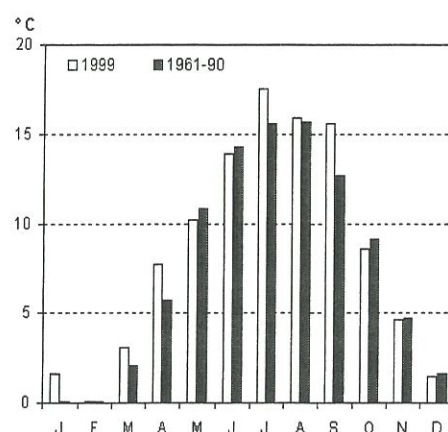
De klimatiske forhold har stor betydning for en søs miljøtilstand, idet de bl.a. er bestemmende for søens omrøringsforhold og vandtemperatur samt for ferskvandsafstrømningen og stoftilførslen til søen.

### 2.1 Lufttemperatur

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

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

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



### 2.2 Nedbør

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



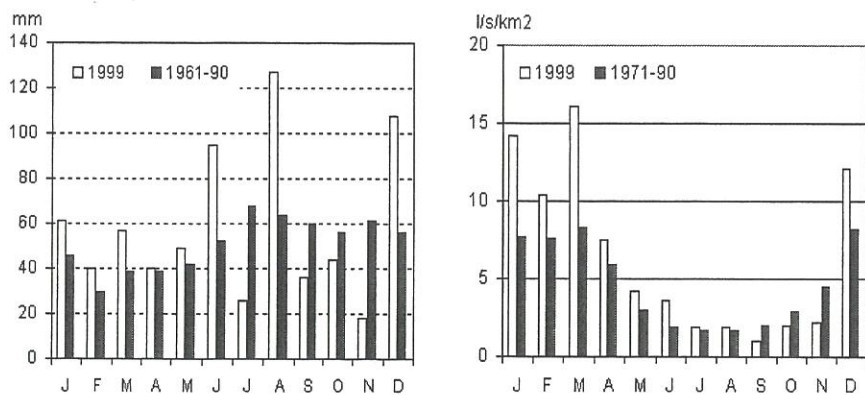
1999 blev kendetegnet af meget afvigende månedsnedbørsmængder i forhold til normalen 1961-90, figur 2.2. I første halvår faldt der mere nedbør end normalt i alle 6 måneder, mens der i sidste halvår faldt mindre nedbør end normalt i 4 af 6 måneder. I august og december ses de største afvigelser fra normalen på henholdsvis 98 og 93% mere nedbør end normalt, men juni blev også usædvanlig våd og der faldt 83% mere nedbør end normalt. Specielt i august var nedbørs-variationen over amtet meget stor. Mest nedbør faldt der lokalt i et område nær Helsingør, hvor der faldt 200 mm, hvilket er 213% mere end årsnormalen for august måned. Derimod faldt der meget mindre nedbør end normalt i specielt juli og november, hvor månedsnedbøren var henholdsvis 62 og 70 % mindre.

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

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

### 2.3 Ferskvandsafstrømning

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



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

Til sammenligning med de meteorologiske data, er afstrømningens månedsmiddel i 1999 for oplandet til Havelse Å vist på figur 2.2 th sammen med den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1971-90.

Årsmiddelaflstrømningen ved Havelse Å var i 1999 6,4 l/s/km<sup>2</sup> (202 mm), mod en normal på 4,6 l/s/km<sup>2</sup>, (145 mm) for perioden 1971-90, hvilket svarer til 40% mere end normalt. 1998 blev således efterfulgt af endnu et afstrømningsrigt år, hvor kun afstrømningen i september, oktober og november blev mindre end normalt, dog temmelig markant med afvigelser på op til over 50%.

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

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

### 3 Vand- og stofbalancer

Vandtilførslen til Frederiksborg Slotssø varierer meget i løbet af året. I 1999 blev der i sommerhalvåret (maj-september) målt en vandtilførsel på ca. 358.000 m<sup>3</sup>, den samlede årstilførsel målt til ca. 1.593.000 m<sup>3</sup>.

Kvælstof- og fosforbelastningen blev målt til henholdsvis ca. 3.036 kg total-kvælstof og ca. 77 kg total-fosfor. Søen aflastede 91 kg fosfor i 1999.

På grund af den relativt store afstrømning i 1999 var tilførslen af næringsstoffer til Frederiksborg Slotssø fra oplandet tilsvarende stor.

#### De enkelte målestationer

Næringsstofbelastningen til de enkelte vandløbsstationer i 1999 er opgjort i tabel 3.1 (tons) og 3.2 (kg/ha). En sammenligning af de to tilløb Teglværksgrøft og Teglværkså viser, at arealbidraget vedrørende kvælstof er betydeligt mindre for vandløbsstationen i Teglgårdså, fordi den ligger nedstrøms Teglårdssø, hvor en del af både kvælstof og fosfor bliver tilbageholdt.

Tabel 3.1  
Vandtilførsel, næringsstoftransport og indløbskoncentration fra de enkelte vandløbsstationer i Frederiksborg Slotssø's opland, 1999.

1999	Vand, 1000 m <sup>3</sup> /år	Kvælstof, tons/år	Fosfor, tons/år
Teglgårdså st. 49.22	906,9	1,108	0,051
Teglværksgrøft st. 49.23	245,6	1,064	0,016
Umålt opland	122,7	0,531	0,008
Grundvand	136,3	0	0
Atmosfære	180,9	0,334	0,002
<b>Total</b>	<b>1592,5</b>	<b>3,0362</b>	<b>0,077</b>
<b>Indløbskoncentration</b>		<b>mg N/l</b>	<b>mg P/l</b>
Teglgårdså		1,32	0,106
Teglværksgrøft		4,28	0,064

Tabel 3.2  
Arealbidrag for vand og næringsstoffer til de enkelte vandløbsstationer og det umålte opland, Frederiksborg Slotssø, 1999.

1999	Vand, l/s/km <sup>2</sup>	Kvælstof, kg/ha	Fosfor, kg/ha
Teglgårdså (563 ha)	5,108	1,97	0,09
Teglværksgrøft (140ha)	5,563	7,59	0,11
Umålt opland (240 ha)	1,621	2,21	0,03

#### Målinger og beregninger

Der er opstillet vand- og stofbalancer for 1999 baseret på punktudtagning af vandprøver og registreringer af vandføringen i Teglgårdså og Teglværksgrøft, der tilsammen udgør ca. 84 % af det samlede opland til Frederiksborg Slotssø.

Stofbidraget til søen fra arealer nedstrøms målestationerne samt arealerne udenfor de målte tilløb er opgjort ved at benytte vandføringsvægtede månedsmiddelkoncentrationer fra det målte opland til Teglværksgrøft, som er sammenlignelige med hensyn til arealanvendelse og afstrømning, multipliceret med månedsmiddelaflstrømningen for det samme opland.

Til beregning af stofbidraget fra atmosfæren er benyttet værdier på 0,10 kg fosfor og 15 kg kvælstof/ha søoverflade som anbefalet af Danmarks Miljøundersøgelser.

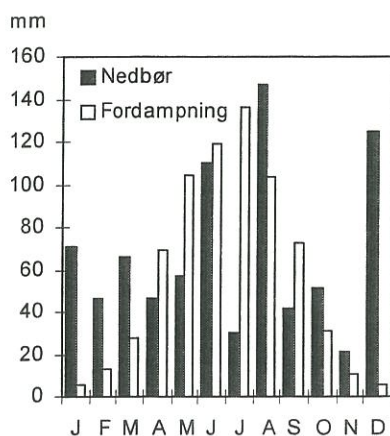
### 3.1 Vandbalance

#### Nedbør og fordampning

Den korrigerede nedbør på basis af målt nedbør fra Danmarks Meteorologiske Institut blev beregnet til 813 mm på Frederiksborg Slotssø. Den korrigerede fordampning på basis af fordampningstal fra Dansk Jordbrugsforskning blev beregnet til 697 mm svarende til at der på årsbasis har været et nedbørsoverskud på 116 mm, figur 3.1. Korrektionerne er foretaget ifølge /11/.

Nedbørsoverskuddet var markant i januar-marts og december. I april, maj, juli og september var fordampningen væsentlig større end nedbøren.

Figur 3.1  
Nedbør og fordampning, Frederiksborg Slotssø 1999.



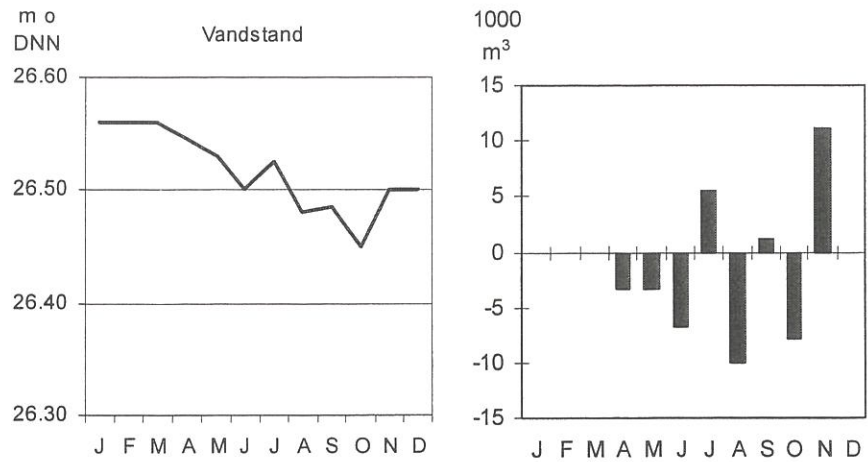
Nedbør direkte på og fordampning fra søoverfladen udgjorde hhv. 14 og 11% af den samlede til- og fraførte vandmængde.

#### Vandstand og volumenændringer

Vandspejlskoten i Frederiksborg Slotssø er beregnet på basis af automatiske vandstandsmålinger i 1999. Koten varierede mellem 26,45 m o. DNN i oktober og 26,57 m o. DNN i april, figur 3.2,

(der er ikke målt i januar, februar og december). Forskellen mellem vandstanden ved årets start og slutning var 60 mm, svarende til en magasinændring på  $-13.000 \text{ m}^3$  vand i 1999.

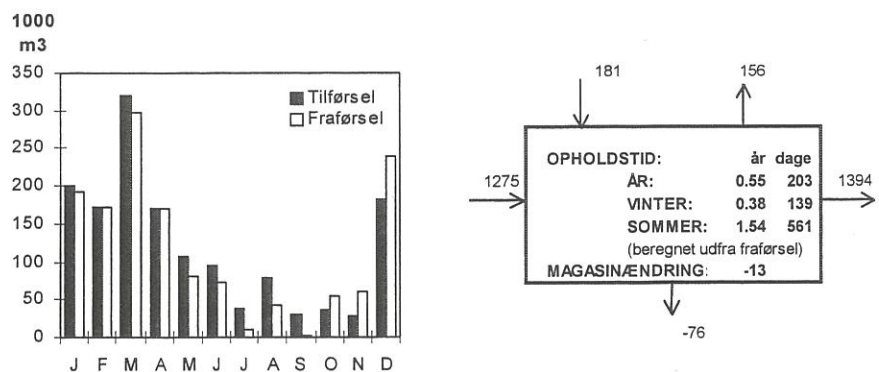
Figur 3.2  
Årstidsvariation i vandstand (tv) og vandvolumen (th) i Frederiksborg Slotssø 1999.



**Vandbalance**

Variationen i de samlede til- og fraførte vandmængder er præsenteret på månedsbasis i figur 3.3.

Figur 3.3  
Variation i den månedlige vandtransport til og fra Frederiksborg Slotssø i 1999 (tv) samt vandbalance og opholdstider for Frederiksborg Slotssø 1999. Tallene ved pilene samt magasinændringen angiver  $1000 \text{ m}^3$  vand.



**Opholdstid**

Tabel 3.1  
Oversigt over opholdstider (år) i Frederiksborg Slotssø beregnet ud fra fraførslen af vand via afløbet. \*Beregnet under antagelse af at vand fra det nordlige opland passerer vest om slot og søens hovedbassin.

År	Årsgsn.	Sommergsn.	Maksimum	Minimum
1976	18,0 /24/			
1982	4,0 /24/			
1999	0,55	1,54	44 (sep)	0,2 (mar)
1999*	0,67	2,53		

Den teoretiske opholdstid baseret på fraførte vandmængder for hele 1999 var ca. 203 dage eller 0,6 år,

Det er første gang at der er beregnet en vand- og stofbalance på Frederiksborg Slotssø. Tidligere beregninger af opholdstid er foretaget på baggrund af en skønnet vandtilførsel. Før 1977 var der næsten

udelukkende tilløb fra det nordlige opland, Lille Dyrehave, og i mindre omfang via Teglgårdså fra Store Dyrehave. Teglgårdssø med kanalsystem blev oprenset i 1976 /24/. Ved beregningen af opholdstid i 1976 og 1982 er anvendt et søvolumen på 640.000 m<sup>3</sup> /24/, som efterfølgende er korrigeret til 735.000 m<sup>3</sup> /3/.

Frederiksborg Slotssø har et stort afstrømningsområde. Mere end 3/4 af søens tilløbende vand kommer fra det sydlige opland. Det skal dog bemærkes at vand fra det sydlige afstrømningsområde i perioder med stor afstrømning ledes uden om Slotssøen. Et katastrofeoverløb i Karlssø leder overskudsvand direkte til Pøle Å. Der er ikke observeret overløb i perioden 1993-2001 /25/.

### **Beregningsusikkerheder**

Det kan diskuteres, hvor meget vandet fra Teglgårdså og Teglværksgrøft bidrager til vandudskiftningen i den centrale og dybe del af Frederiksborg Slotssø. Placeringen af tilløbet fra det nordlige afstrømningsområde gør at vandet herfra sandsynligvis ikke opblandes med vandmasserne i selve søen, men passerer fra indløb til udløb via kanalen vest for slottet. Opholdstiden er derfor også beregnet uden at medtage vandet fra det nordlige afstrømningsopland, tabel 3.1. Beregningen hvor vandet fra Teglværksgrøft udelades giver en opholdstid på 245 dage, dvs. 42 dage mere end når hele den fraførte vandmængde indgår i beregningen.

Tilløbet fra Teglgårdså anses derimod at bidrage til vandudskiftningen i Frederiksborg Slotssø. Der er foretaget 2 kontrolmålinger af vandkemi nær indløb fra Teglgårdså. Resultaterne herfra adskiller sig ikke fra målingerne på hovedstationen, bilag 4.2.

I beregningen af vandbalancen udgør grundvandsbidraget restledet. På baggrund af oplysningerne i afsnit 2.2 er det et spørgsmål om de beregnede indsivninger i oktober-december måned er reelle. Andre usikkerheder i beregningen af vandbalancen i Frederiksborg Slotssø er:

- Regnvand fra befæstede arealer, der strømmer direkte til søen.
- Grundvandsoppumpning til Badstuedam hvorfra det ledes videre til Ødam og herfra til Slotssøen, (der er givet tilladelse til indvinding af 3.000 m<sup>3</sup>/år).
- Vandværksindvinding af grundvand i det direkte opland til Frederiksborg Slotssø, tabel 1.3.
- Usikkerhed på umålt opland.

### **3.2 Stofbalance**

Tilledninger af urensset spildevand har fundet sted gennem århun-

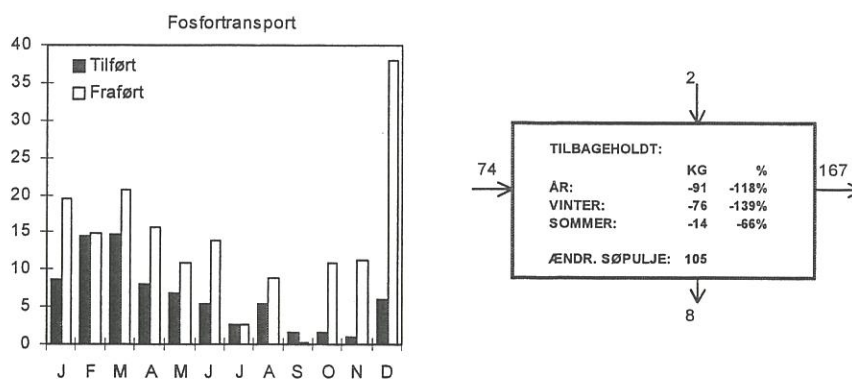
dreder /3/, /9/. Først via udsivning fra gader og torve samt fra byens åbne kloaker (inklusive bidrag fra slottets beboere, bemanning af soldater samt dyrehold) og senere udledning af spildevand og regnvandsoverløb gennem lukkede kloaker. Den nuværende interne pulje af næringsstoffer er selvsagt meget stor og frigives løbende til søens vandmasser.

Spildevandstilledningen blev afskåret i begyndelsen af 1980'erne, omend det sidste regnvandsoverløb til søen først blev fjernet i 1992 /10/. Kilder til næringsstofbelastningen af Frederiksborg Slotssø omfatter herefter kun bidrag via tilløb og bidrag fra atmosfæren via nedbør.

### 3.2.1 Fosforbalance

Den totale fosfortilførsel til Frederiksborg Slotssø i 1999 er præsenteret på månedsbasis i figur 3.4 tv. Tilførslerne var størst i begyndelsen og slutningen af året. Frederiksborg Slotssø fraførte hele året undtagen september måned mere fosfor end der blev tilført søen.

Figur 3.4  
Til- og fraførte fosformængder (tv)  
og fosforbalance (th) i Frederiksborg Slotssø 1999. Alle værdier er i kg.



Figur 3.4 th viser en oversigt over Frederiksborg Slotssø's fosforbalance i 1999. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 3.1 og 3.2. Udsivning til grundvand er restleddet/usikkerheden i beregningen af fosforbalancen og udgjorde i 1999 8 kg fosfor.

Figur 3.4 th viser, at søen via afløbet har afgivet 167 kg fosfor, svarende til at der løb 91 kg (118%) mere fosfor ud af søen end der blev tilført. Søpuljen er øget med 105 kg fosfor i løbet af prøvetagingsperioden i 1999.

### 3.2.2 Kvælstofbalance

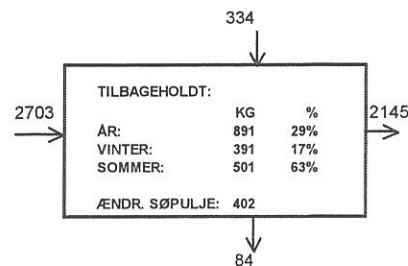
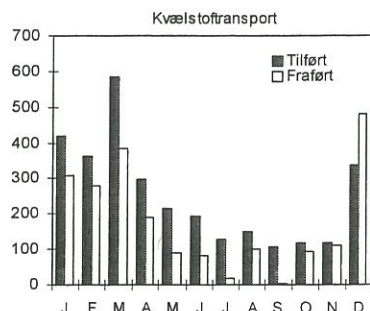
Den totale kvælstoftilførsel til Frederiksborg Slotssø i 1999 er præsenteret på månedsbasis i figur 3.6 tv. Tilførslerne var meget varierende og afhængig af vandføringen. Der var i alle måneder på nær december et kvælstof-tab i søen som følge af omsætning og/eller op-

hobning af kvælstof.

En oversigt over kvælstofbalancen i Frederiksborg Slotssø i 1999 er givet i figur 3.6 th.

Figur 3.6

Til- og fraførte kvælstofmængder (tv) og kvælstofbalance (th) i Frederiksborg Slotssø 1999. Alle værdier er i kg.



Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 3.1 og 3.2. Der er som nævnt tidligere betydelig usikkerhed omkring beregningen af grundvandsbidraget.

Tilførslen af kvælstof var høj på grund af den relativt store afstrømning i 1999, i alt godt 3 tons via indløbet og 335 kg fra nedbør og deposition. På årsbasis blev 29% af det tilførte kvælstof svarende til ca. 890 kg omsat eller tilbageholdt i Frederiksborg Slotssø.



## 4 Fysiske og kemiske forhold

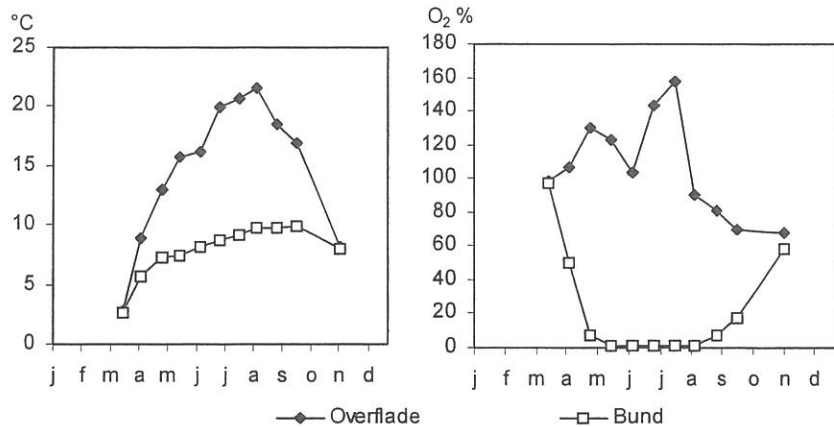
Til beskrivelse af de fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser i Frederiksborg Slotssø i 1999 (marts-november) er der taget vandprøver og foretaget *in situ* målinger 12 gange i løbet af året. Kort med indtegnede prøvestationer findes i bilag 1.1 og en oversigt over samtlige måleresultater i bilag 4.1 og 4.2.

Der blev i 1999 udtaget 12 vandprøver i Ødam, Badstuedam og Lille Slotssø, som er bassinet ved udløbet til Slotsmøllegrøften. Resultaterne fra målingerne i Ødam, Badstuedam og Lille Slotssø findes i bilag 4.2 og kommenteres i afsnit 4.6.

Den tidsmæssige udvikling i vandkemi og -fysik i Frederiksborg Slotssø er vurderet på baggrund af måledata fra 1976 og 1984-94, bilag 4.3, /20/.

### 4.1 Ilt og temperatur

Figur 4.1  
Temperatur (tv) og iltmætningsprocent (th) i Frederiksborg Slotssø 1999.



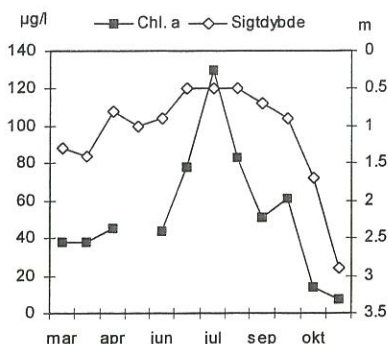
Udviklingen i vandtemperatur og iltmætningsprocent i Frederiksborg Slotssø er vist i figur 4.1.

Frederiksborg Slotssø var lagdelt i stort set hele måleperioden. Iltforholdene i overfladevandet var gode, mens der var iltfrit på bunden fra maj til og med september.

### 4.2 Sigtdybde og klorofyl

Sigtdybden i Frederiksborg Slotssø varierede i 1999 mellem 0,2 meter i juli-august og 2,9 meter i november, figur 4.2. Den høje sigtdybde i november er usædvanlig for Frederiksborg Slotssø. Klorofylkoncentrationen og dermed algebiomassen varierede mellem 7 og 130 µg klorofyl/l. De laveste sigtdybder optrådte stort set samtidig med de højeste klorofylkoncentrationer, og afspejler dermed væksten i planteplankton.

Figur 4.2  
Årstidsvariation i sigtdybde og klorofyl i Frederiksborg Slotssø 1999



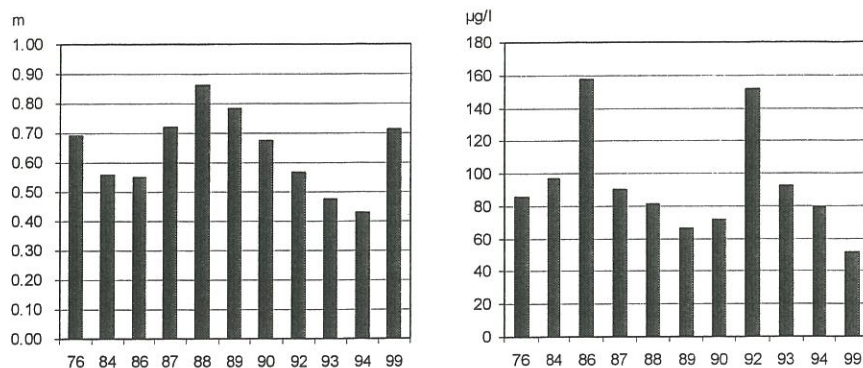
Års-gennem-	44 µg klorofyl/l
Sommer-gennem-	68 µg klorofyl/l

Års-gennem-	1,4 m sigt
Sommer-gennem-	0,7 m sigt

Den sommergennemsnitlige (maj-sep.) sigt dybde var i 1999 0,7 meter og opfyldte dermed ikke målsætningens krav om 1 meters sigt dybde.

#### Udvikling i sigt dybde og klorofylkoncentration, 1976-1999

Figur 4.3  
Udvikling i gennemsnit for sommerperioden i Frederiksborg Slotssø, 1976-1999. Tv: Sigt dybde. Th: Klorofyl.



I perioden fra april 1986 til april 1988 blev der lavet en selektiv opfiskning af skaller, brasen og karusser i Frederiksborg Slotssø /9/. Projektet havde til formål at undersøge effekterne af en reduktion af fiskebestanden på plante- og dyreplankton og på det overordnede næringsstofkredsløb. I tiden under og umiddelbart efter opfiskningen ses en forbedring i sigt dybden. Sommersigt dybden har dog i ingen af de målte perioder kunnet leve op til målsætningen, fig. 4.3, end ikke i 1988 - året efter at opfiskningen var fuldført. Der er ingen statistisk signifikant udvikling i hverken sigt dybde eller klorofylkoncentration, heller ikke hvis der ses bort fra data fra de første to år efter opfiskningen. På baggrund af sigt dybdemålingerne i 1999 er der dog grund til at undersøge om udvikling har vendt. Data fra perioden 1976-1994 kan sammen med den statistiske analyse ses i bilag 4.3.

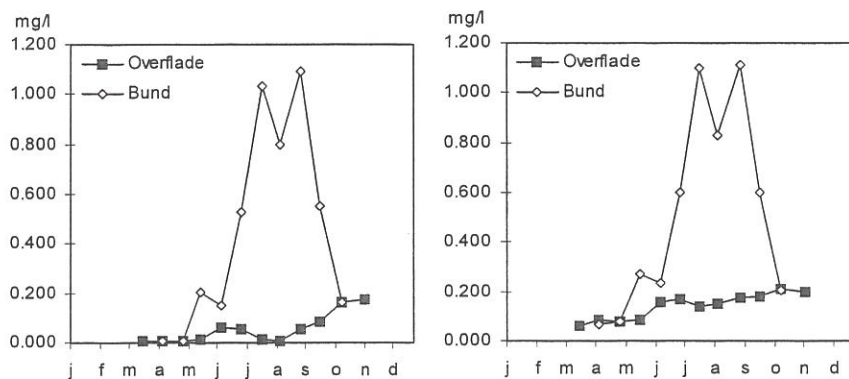
Års-gennemsnit	0,13 mg total P/l
Sommer-gennemsnit	0,15 mg total P/l

#### 4.3 Fosfor

Årstidsvariationen i fosfor i Frederiksborg Slotssø i 1999 er vist i figur 4.4. En stor del af fosforen i søvandet over springlaget har

været bundet til partikulært stof, hovedsageligt planktonalger. Det ses tydeligt, at de iltfrie, reducerede forhold under springlaget og sedimentets lave jern/fosfor forhold (afsnit 4.8) resulterede i en betydelig uorganisk fosforfrigivelse fra sedimentet. Inden springlagsdannelsen var de uorganiske fosforkoncentrationer under detektionsgrænsen. Heller ikke efter omrøringen i oktober-november sker der nogen markant ændring af fosforkoncentrationen i overfladevandet.

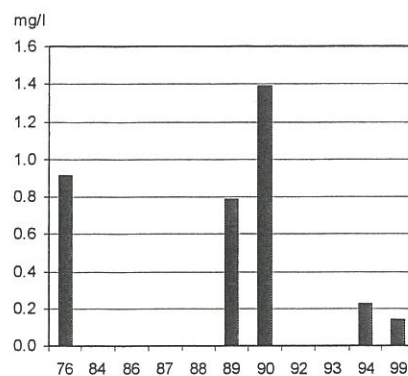
Figur 4.4:  
Årstidsvariation i uorganisk  $PO_4$ -fosfor (tv) og total-fosfor (th) i Frederiksborg Slotssø 1999.



#### Udvikling i fosforkoncentration, 1976-1999

Datagrundlaget er spinkelt, og en analyse af udviklingstendensen viser ingen signifikant udvikling i søkoncentrationen af fosfor, bilag 4.3. Umiddelbart ser det dog ud til at der er sket et betydeligt fald fra målingerne i 1976 og 1989-90 til målingerne i 1994 og -99, figur 4.5. Men der kan blandt andet være tale om belastning i forbindelse med regnoverløb i 1989-90, bilag 4.3.

Figur 4.5:  
Udvikling i sommergennemsnit af fosforkoncentration i Frederiksborg Slotssø 1976, 1989, 1990, 1994 og 1999.

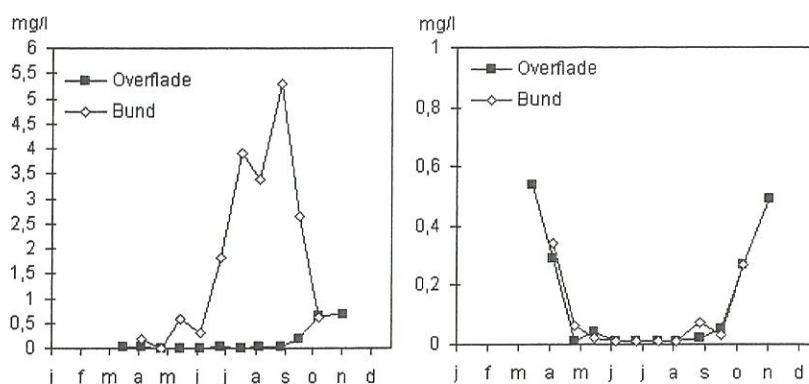


#### 4.4 Kvælstof

Årstidsvariationen i uorganisk kvælstof ses i figur 4.6. Der var en betydelig ophobning af ammonium-ammoniak kvælstof under springlaget på grund af nedbrydning af det organiske stof. Der sker ingen ophobning af nitrat under iltfrie forhold, fordi ammonium så ikke mere kan omdannes til nitrat. Koncentrationen af nitrit-nitrat kvælstof lå omkring detektionsgrænsen både over og under springlaget hele sommerperioden.

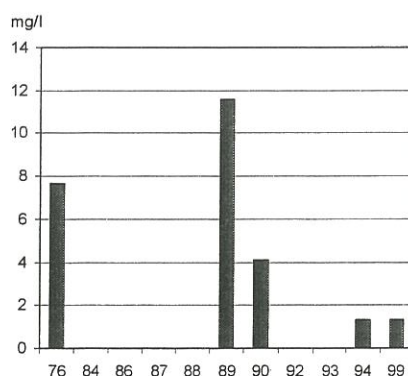
Års-gennemsnit	1,40 mg total N/l
Sommer-gennemsnit	1,21 mg total N/l

Figur 4.6  
Årstidsvariation i  $\text{NH}_x$ -kvælstof (tv) og  $\text{NO}_x$ -kvælstof (th) i Frederiksborg Slotssø 1999.



Figur 4.7:  
Udvikling i sommergennemsnit af kvælstofkoncentration i Frederiksborg Slotssø 1976, 1989, 1990, 1994 og 1999.

### Udvikling i kvælstofkoncentration, 1976-1999



Datagrundlaget er spinkelt. En analyse af udviklingen i søkoncentrationen af kvælstof viser ingen signifikant udvikling. Som det også var tilfældet for fosforkoncentrationen, ser det ud til, at der er sket et betydeligt fald fra målingerne i 1976 og 1989-90, bilag 4.3 /20/ til målingerne i 1994 og -99, figur 4.7. I maj 1986 blev der oprettet en vandspærre, så vandet fra Teglværksgrøft ledtes ud i selve Slotssøen /26/. Det kan forklare de meget høje kvælstofkoncentrationer der blev målt i 1989. Vandspærren eksisterer ikke længere.

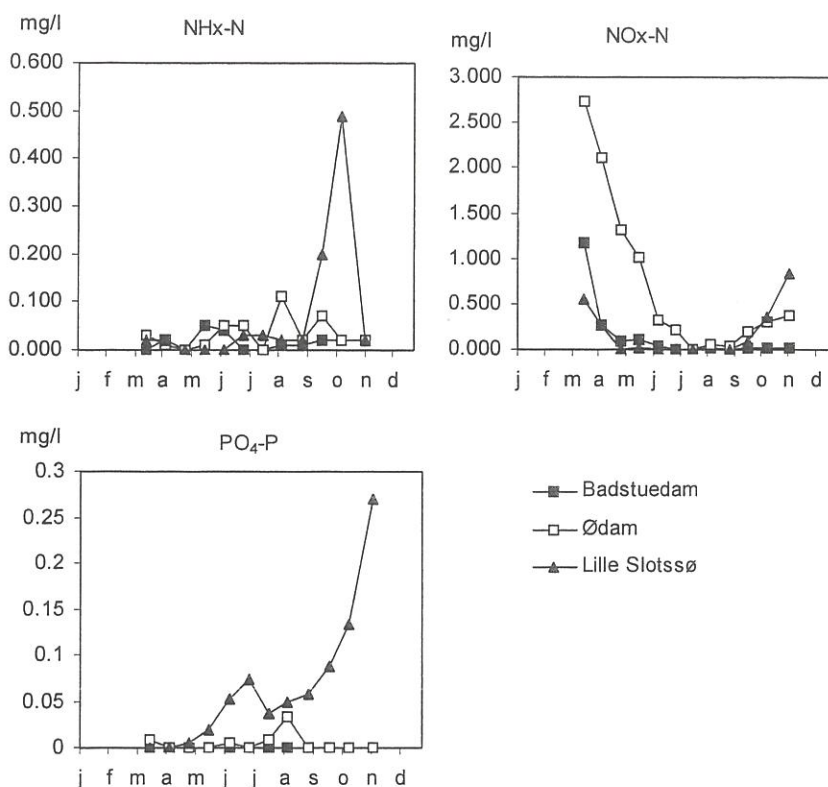
### 4.5 Ødam og Badstuedam

Tilløbet fra Teglværksgrøft til Frederiksborg Slotssø passerer igennem Ødam. Frederiksborg Slotssø har desuden tilløb fra Badstuedam. Der blev i 1999 udtaget 12 vandprøver i Ødam og Badstuedam. Næringssaltkoncentrationerne, (figur 4.8 og bilag 4.2), var lave og det vurderes at de ikke har betydning for Slotssøens tilstand.

Lille Slotssø, som er bassinet ved udløbet til Slotsmøllegrøften, blev undersøgt med 12 vandprøver i 1999. Resultaterne af de vandkemiske analyser ses i figur 4.8 og bilag 4.2.

Lille Slotssø er præget af høje koncentrationer af uorganisk fosfor og kvælstof. I sommerperioden giver det sig udslag i en kraftig opblomstring af blågrønne alger.

Figur 4.8:  
Uorganisk kvælstof og fosfor i  
Ødam, Badstuedam og Lille Slots-  
sø 1999.

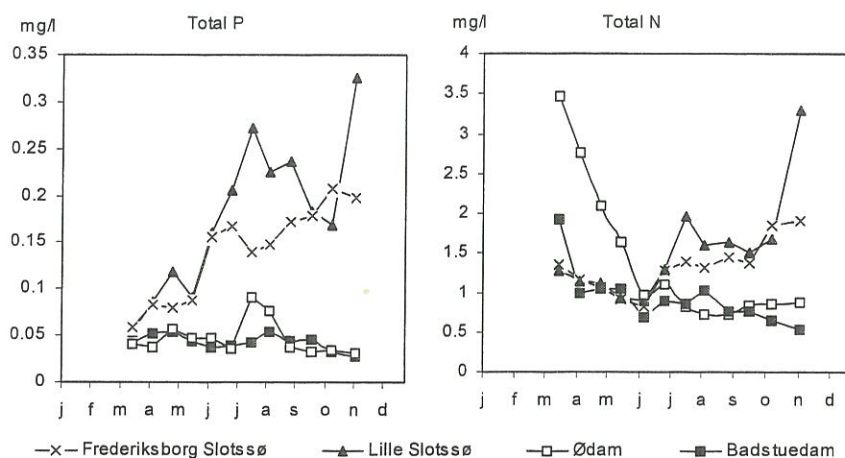


De høje fosforkoncentrationer skyldes, som det fremgår, ikke tilløbet fra Ødam og Badstuedam, men nærmere en intern belastning og formodede fosforpuljer i de stillestående kanalsystemer der leder vand til søen. Nitrit-nitrat kvælstof koncentrationerne i Badstuedam er høje, som følge af høje koncentrationer i indløbet fra Teglværksgrøft, hvor årsmiddelkoncentrationen for nitrit-nitrat kvælstof var 3,8 mg N/l i 1999.

I foråret inden planktonalgevæksten i de ovenfor liggende damme kommer igang strømmer der en del uorganisk kvælstof til Frederiksborg Slotssø.

Sammenligning af målinger på total fosfor og total kvælstof, viser at der heller ikke tilføres Frederiksborg Slotssø og Lille Slotssø partikelbundne næringsstoffer af betydning fra de ovenfor liggende Ødam og Badstuedam, figur 4.9.

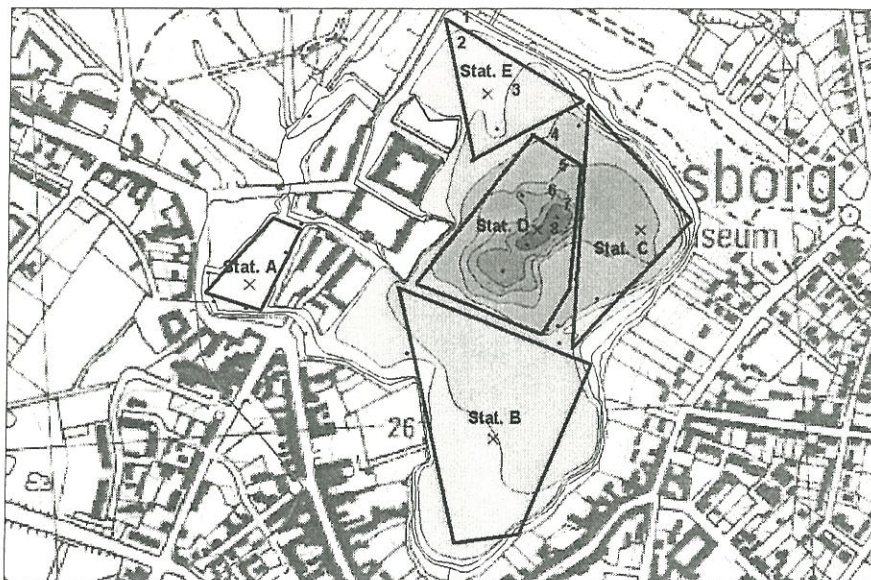
Figur 4.9:  
Total fosfor og kvælstof. Frederiksborg Slotssø, Lille Slotssø, Ødam og Badstuedam 1999.



### 4.6 Sediment

Der er lavet sedimentundersøgelse i Frederiksborg Slotssø d. 8. november 1999 /16/.

Figur 4.10:  
Sedimentundersøgelser i Frederiksborg Slotssø, stationsplacering.



### Metode

Der blev udtaget i alt 15 sedimentsøjler med en kajak-bundhenter fordelt på 5 stationer, figur 4.10 og ifølge retningslinier i /17/.

På hver station blev søjlerne inddelt i 5-7 dybdeintervaller, som blev puljet for hver station, efter anvisning i /17/. Kun på station A, B, C og D var det muligt at inddele sedimentsøjlen i de anviste 7 dybdeintervaller. Søjlerne blev beskrevet visuelt, bilag 4.4.

## Resultater

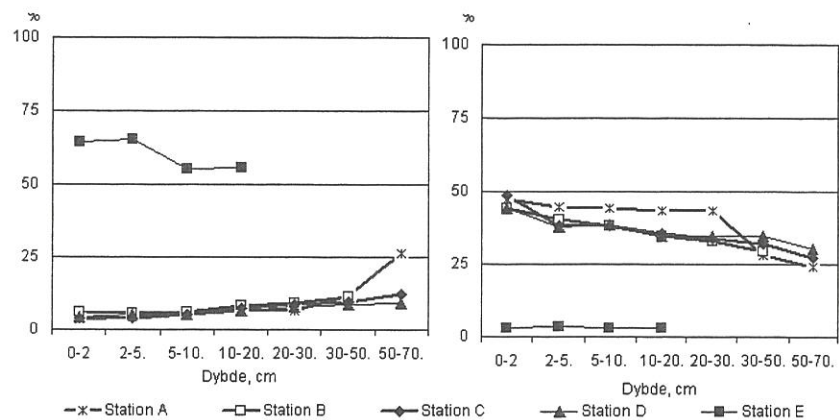
Sedimentet blev analyseret for tørvægt, glødetab, total kvælstof, total fosfor, jern og calcium, bilag 4.4.

Stationerne A, B, C og D var meget ens og bestod af sort slam, mens station E indeholdt meget sand og småsten. På station A, B, C og D var søjlerne 49-57 cm lange. Sedimentet var ensartet sort mudder. I Frederiksborg Slotssø centrale del har tidligere sedimentundersøgelser i 1976-77 /4, 5/ vist at sedimentationslaget er over 8 m tykt. Ovennævnte undersøgelser viste også, at der kun er permanent sedimentation under 3,5 meters dybde /5/. Strøm, bølgepåvirkning og andet, gør at sedimentet transporteres til den midterste og dybe del af søen.

## Tørstof og glødetab

Tørstofindholdet i sedimentet var lavt på stationerne A, B, C og D 5-7 % af vådvægt i overfladesedimentet og 8-16 % af vådvægt i sedimentet dybere end 20 cm. På den sandede og stenede station E var sedimentsøjlerne kun 20 cm lange. Tørstoffet var mellem 65 % af vådvægt i overfladen og 55-56 % af vådvægt i 5-20 cm, figur 4.11 tv.

Figur 4.11:  
Sedimentets tørstofindhold i % af vådvægt (tv) og glødetab i % af tørstof (th), Frederiksborg Slotssø 1999



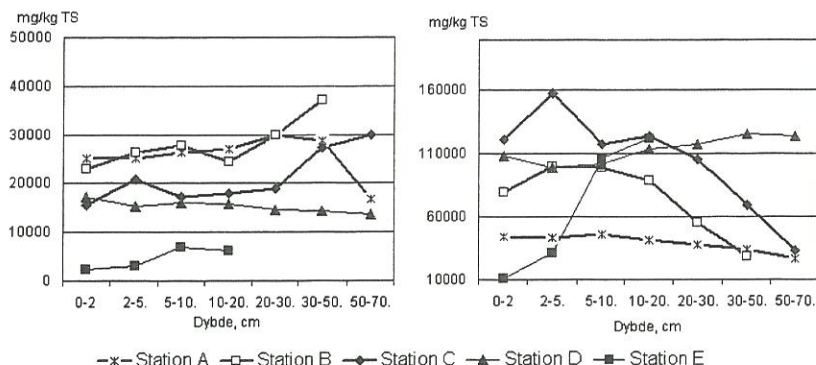
Sedimentet på station A, B, C og D er karakteriseret ved at være vandholdigt og have et stort indhold af organisk stof i de øverste lag 37-46 % af tørstof og 27-36% af tørstof i dybere liggende sedimentlag. Dette var naturligvis ikke tilfældet på station E, hvor glødetabet var 3-4 % af tørstof, figur 4.11 th.

## Jern og calcium

Sedimentet på stationerne A, B, C og D har et forholdsvis lavt jernindhold /21/, figur 4.12. Jern har betydning for hvor store fosformængder der kan ophobes i sedimentet. For at kunne kontrollere

fosforfrigivelsen fra sedimentet er det nødvendigt med et jern/-fosfor forhold over ca. 15. I Frederiksborg Slotssø er jern/fosfor forholdet 7 i de øverste 2 cm af sedimentet.

Figur 4.12:  
Sedimentets jernindhold (tv) og calciumindhold (th), Frederiksborg Slotssø 1999.



**Total fosfor**

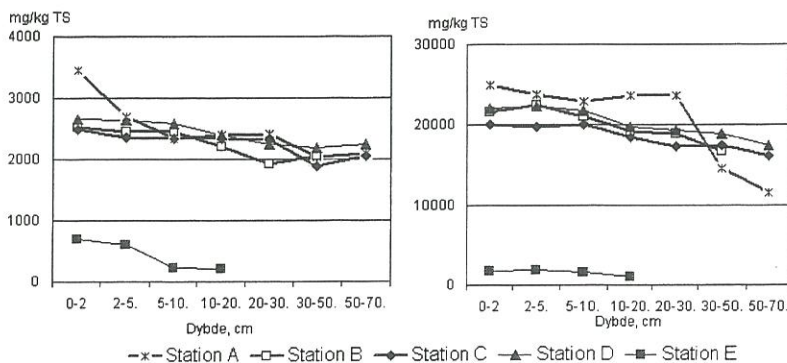
Fosforindholdet var forholdsvis højt i overfladesedimentet i Frederiksborg Slotssø, 2,5-3,4 mg P/g TS. Til sammenligning viser målinger i over 200 danske søer et gennemsnitligt fosforindhold i overfladesedimentet på 2,05 mg P/g TS /22/.

Indholdet af total fosfor i de dybere liggende sedimentlag var også højt, 1,9-2,4 mg P/g TS, på stationerne A og B, C og D, bilag 4.4. Til sammenligning viser målinger i 75 danske søer /22/ et gennemsnitlig fosforindhold på 1,47 mg P/g TS i de dybere liggende sedimentlag (≥20 cm).

Station A adskiller sig ved i overfladesedimentet at have et markant højere fosforindhold, 3,5 mg P/ g TS og det laveste tørstofindhold målt i søen.

På station E var fosforindholdet der imod meget lavere end på de øvrige stationer, 0,7 mg P/g TS i de øverste 2 cm og 0,2 mg P/g TS i 20 cm dybde.

Figur 4.13:  
Sedimentets indhold af total fosfor (tv) og total kvælstof (th), Frederiksborg Slotssø 1999.

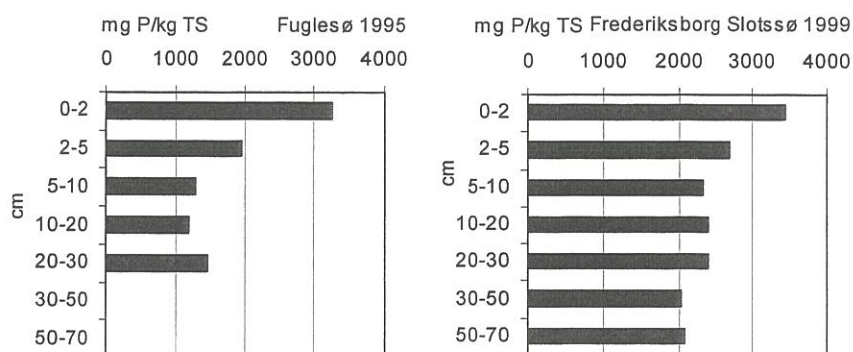


Der er specielt to forhold /18/ der er vigtige for overfladesedimen-



tets indhold af total fosfor. Det ene er størrelsen af den eksterne fosfortilførsel, og det andet er sedimentets indhold af jern, (som også afhænger af den eksterne jerntilførsel). I danske søer ses det almindeligvis at søer med et højt tørstofindhold (25-40%) og lavt glødetab (10-15%) i overfladesedimentet også har et lavt fosforindhold. Dette stemmer godt overens med det relativt høje fosforindhold, der er i sedimentet i Frederiksborg Slotssø.

Figur 4.14:  
Total fosforprofiler fra søsedimenter i Fuglesø (tv.) og Frederiksborg Slotssø (th.).



I overfladen sedimenteres organisk materiale rigt på fosfor, hvorfor fosforindholdet her er størst. Dybere i sedimentet er fosforindholdet mindre, fordi en del fosfor med tiden frigives på grund af nedbrydning og frigivelse til det vand der også er i sedimentet. Samtidig relaterer dybereliggende sediment tidsmæssigt til perioder, hvor kulturpåvirkningen og dermed tilførslen af næringsstoffer har været minimal.

Fosforprofilet ser imidlertid ikke sådan ud i Frederiksborg Slotssø, figur 4.14 sammenligner den ligeledes internt belastede Fuglesø med Frederiksborg Slotssø. I Frederiksborg Slotssø er fosforkoncentrationen næsten konstant med dybden. Dette skyldes formodentlig, at sedimentsøjlen er opblandet fordi der sker en gasdannelse i sedimentet /24/. Sumpgasbobler kan konstateres helt ned til 30 cm dybde i optagne bundprøver. En udvaskning af den "typiske" fosforprofil vil derfor være konsekvensen, når boblerne søger op mod overfladen /24/.

Selv i 30 cm dybde er vi i tid kun tilbage i år ca. 1860 /27/, altså på et tidspunkt, hvor søen må formodes at have modtaget en kulturpåvirkning fra by og slot i måske 200 år. Et "naturligt" fosforbaggrundsniveau kan derfor ikke forventes i denne dybde.

I bilag 4.5 er der beregnet hvor meget tilgængeligt fosfor der er i henholdsvis de øverste 30 og 70 cm af sedimentet. Fra 0-30 cm er der 1,7 tons tilgængeligt fosfor, med den nuværende vandgennemstrømning vil det tage omkring 20 år at skylle den overskydende fosfor ud af søen. Laves den samme beregning på de øverste 0-70 cm er der 2,6 tons tilgængeligt fosfor, som det vil tage knap 30 år at skylle ud.

### Total kvælstof

Indholdet af kvælstof er tæt og positivt relateret til glødetabsprocenten, svarende til, at kvælstof i høj grad findes bundet i organiske forbindelser. Kvælstofindholdet i sedimentet i Frederiksborg Slotsø er følgelig højt både i det øverste sedimentlag, >22 mg N/g TS og i de dybere liggende ( $\geq 20$  cm) lag, 15-20 mg N/g TS. Ved undersøgelser i 204 danske søer er der fundet et gennemsnitligt kvælstofindhold i det øverst sedimentlag på 14,8 mg N/g TS mens der i 69 danske søer er målt et gennemsnitligt indhold i dybere liggende sedimentlag på 11,8 mg N/g TS /22/.

## 5 Biologiske forhold

### 5.1 Plankton

Der er i Frederiksborg Slotssø 1999 indsamlet og undersøgt 12 plante- og 12 dyreplanktonprøver (dog kun 11 sedimenterede), der er oparbejdet til artsliste, antal, biomasse ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ,  $\text{mg}$  våd vægt/ $\text{l}$ ) samt kulstofbiomasse ( $\mu\text{g}$  C/ $\text{l}$ ).

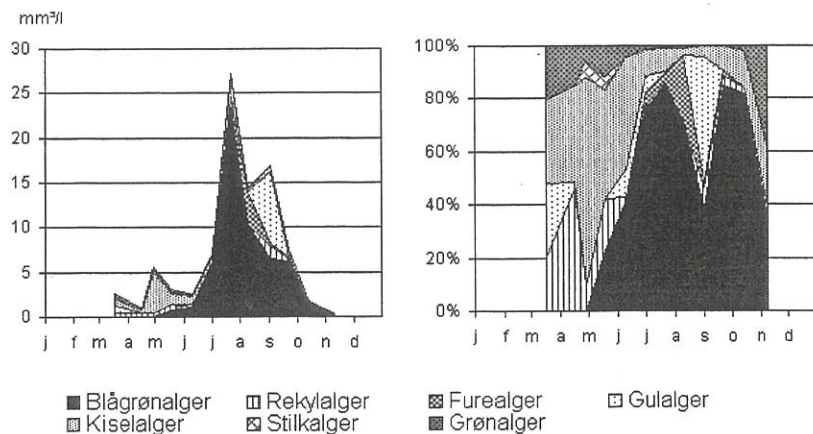
Resultaterne af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Dokumentation for resultaterne findes i et særskilt notat /12/.

### Planteplankton

#### Biomasse og årstidsvariation

Den totale planteplanktonbiomasse og de enkelte algegrupperes andele heraf er afbildet i figur 5.1. For yderligere detaljer henvises til bilag 5.1, 5.2 og /12/.

Figur 5.1  
Planteplanktons biomasse (tv) og  
procentvise sammensætning (th) i Fre-  
deriksborg Slotssø 1999.



Planteplanktonbiomassen varierede mellem  $0,33 \text{ mm}^3/\text{l}$  i november og  $27 \text{ mm}^3/\text{l}$  sidst i juli. Den gennemsnitlige biomasse var  $11 \text{ mm}^3/\text{l}$  i sommerperioden (maj-september) og  $8,1 \text{ mm}^3/\text{l}$  fra marts-oktober.

Planteplankton havde 3 biomassemaksima,  $5,5 \text{ mm}^3/\text{l}$  sidst i april,  $27 \text{ mm}^3/\text{l}$  sidst i juli og  $17 \text{ mm}^3/\text{l}$  tidligt i september.

Planteplankton minima fandtes midt i april ( $0,88 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) og i november ( $0,33 \text{ mm}^3/\text{l}$ ). I juni forekom et dyk i biomassen, der dog ikke var så stort, at det kunne kaldes en egentlig klarvandsfase ( $2,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ ).

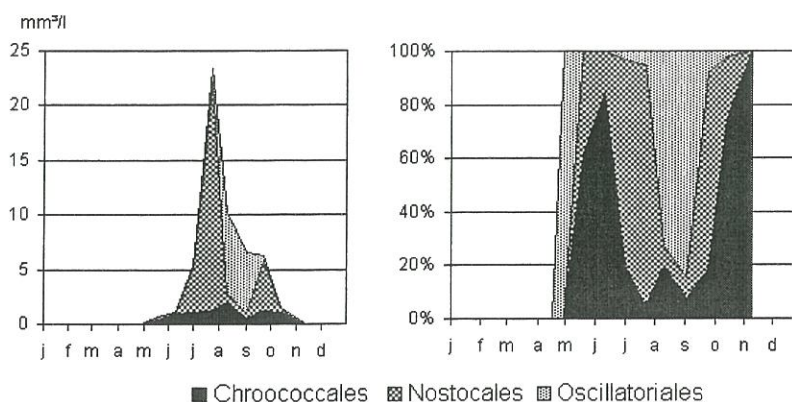
### Artssammensætning

Der blev i alt fundet 117 arter/slægter i Frederiksborg Slotssø i 1999, hvoraf 49 er kvantitativt opgjort. Af de fundne arter er de 71 karakteristiske for næringsrige søer (31 blågrønalger, 7 centriske kiselalger, 32 chlorococcale grønalger og 1 øjealge). Der blev fundet 30 arter, hvis hovedudbredelse er renere danske søer (6 furealger, 11 gulalger, 1 centrisk rentvandskiselalge, 6 pennate kiselalger og 6 desmidiaceer). En samlet oversigt over de fundne arter ses af bilag 5.2.

Som gennemsnit udgjorde blågrønalger 62%, kiselalger 14% og gulalger 11% af den totale biomasse i perioden marts-oktober. Planteplanktonsamfundet var domineret af blågrønalger i juli-august og sidst i september-midt i oktober (71-86%). De havde maksimum sidst i juli (23 mm<sup>3</sup>/l), hvor de udgjorde 86% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 31 arter/identifikationsgrupper af blågrønalger, de fleste i maj-september. Figur 5.2 viser blågrønalgebiomassen opdelt i encellede, kolonidannende *Chroococcales*, kvælstoffikserende, tråd- eller garnnøgleformede *Nostocales* og slanke, trådformede *Oscillatoriales*.

Figur 5.2:  
Frederiksborg Slotssø 1999.  
Biomasse af blågrønalger (mm<sup>3</sup>/l)  
opdelt i *Chroococcales*,  
*Nostocales* og *Oscillatoriales*.



De vigtigste *Chroococcales*-arter var *Microcystis wesenbergii*, *M. viridis* og den giftige *M. botrys*.

*Nostocales* var vigtigst i juli og sidst i september. Årsmaksimum sidst i juli var domineret af den meget store *Anabaena spiroides f. crassa*. *Anabaena planctonica*, *A. mendotae* og *A. flos-aquae* var ligeledes af kvantitativ betydning.

*Oscillatoriales* (især *Planktothrix agardhii*) var kvantitativt vigtigst

i august – begyndelsen af september.

Der blev i alt fundet 8 centriske og 6 pennate kiselalgearter/identifikationsgrupper. *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, centriske kiselalger (15-20 mm) og (20-30 mm) var de kvantitativt vigtigste. Den førstnævnte fandtes i alle prøver undtagen maj-juni. Den havde maksimum i september, hvor den udgjorde 9% af biomassen. Centriske kiselalger (15-20 mm) og (20-30 mm) havde maksimum samtidig sidst i april, hvor de tilsammen udgjorde 74% af den totale biomasse. Disse to størrelsesgrupper dækker bl.a. over arterne *Stephanodiscus dubius* og *Cyclotella* spp.

Rentvandsarten *Rhizosolenia longiseta* optrådte sporadisk tidligt i juli.

Af pennate kiselalger var *Asterionella formosa* og *Synedra acus* var. *angustissima* de kvantitativt vigtigste.

Der blev i alt fundet 11 arter/identifikationsgrupper af gulalger, de fleste i marts-april. En stor mixotrof (dvs. den har kloroplaster og kan samtidig udnytte organisk stof) *Ochromonas* sp. (15-20 mm) var den dominerende gulalge og udgjorde hovedparten af de to gulalgemaksima.

### Giftige blågrønalger

I 1997 indgik Frederiksborg Slotssø i en undersøgelse af danske søer for algetoxiner. Prøverne viste forekomst af algegiftstoffet microcystin RR. Microcystin er den mest almindeligt forekommende gift af alle blågrønalgegifte, både i Danmark og i resten af verden. Ved forgiftning med microcystin ses det, at mus bliver apatiske og får verjtrækningsproblemer. Det menes, at gentagen indtagelse af drikkevand indeholdende microcystin er årsagen til de signifikant flere tilfælde af leverkræft i visse områder af verden /23/.

### Dyreplankton

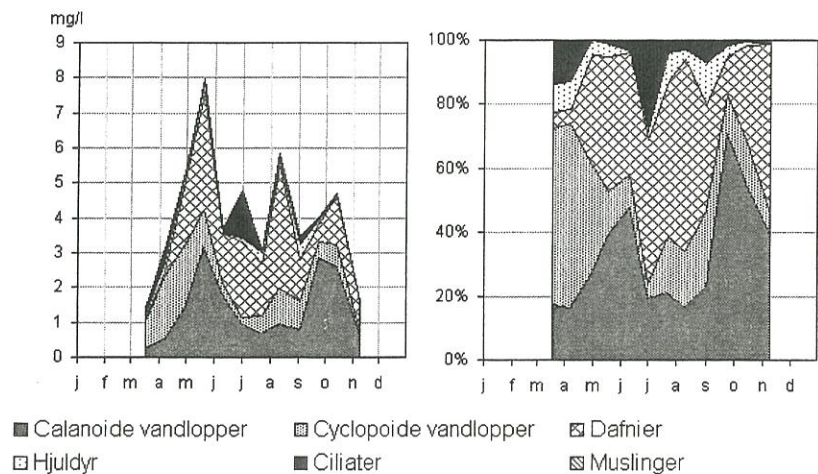
#### Biomasse og årstidsvariation

Den samlede dyreplanktonbiomasse, biomassen af de enkelte dyregrupper samt disses procentvise andele af den totale biomasse i Frederiksborg Slotssø 1999 fremgår af figur 5.3. For yderligere detaljer henvises til bilag 5.3 og /12/.

Den samlede dyreplanktonbiomasse varierede mellem 1,4 mg/l i starten af marts og 8,0 mg/l i maj. Den gennemsnitlige biomasse

var 4,4 mg/l i den produktive periode (marts-oktober) og 4,8 mg/l i sommerperioden (maj-september).

Figur 5.3  
Dyreplanktons biomasse (tv) og procentvise sammensætning (th) i Frederiksborg Slotssø 1999.



Dyreplankton bestod hovedsagelig af vandlopper og dafnier. Vandlopper dominerede fra marts til begyndelsen af juli, hvor dafnier overtog dominansen indtil begyndelsen af september, hvor vandlopper atter dominerede. Undersøgelserne sluttede med dominans af dafnier i november.

#### Artssammensætning

Der blev i alt fundet 55 arter/slægter af dyreplankton i Frederiksborg Slotssø i 1999 fordelt på ciliater, hjuldyr, krebsdyr og muslinger, bilag 5.4. Som gennemsnit var vandlopper den dominerende gruppe med en andel på 54% af biomassen i hele perioden (marts-oktober) og 48% i sommerperioden (maj-september). Dafnier udgjorde 36% i hele perioden, hjuldyr 5% og ciliater 6%.

#### Samspil mellem plante- og dyreplankton

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

De mest effektive græssere på planteplankton var ciliater. Som et gennemsnit for hele prøveperioden stod de for 50% af fødeoptagelsen. Dafniearter (*Daphnia*) stod for 28% af græsningen. Store dafniearter er i stand til at græsse partikler i størrelsesintervallet 0,2-50 µm, mindre dafniearter og vandlopper græsser mest effektivt føde-

partikler på 5-20  $\mu\text{m}$ . Ved lave koncentrationer af fødepartikler  $<50$   $\mu\text{m}$  reduceres dyreplanktonets fødeoptagelse. Således regnes dafnier for at være fødebegrænsede ved koncentrationer  $<200$   $\mu\text{g C/l}$  og calanoide vandlopper ved koncentrationer  $<100$   $\mu\text{g C/l}$  af partikler  $<50$   $\mu\text{m}$ .

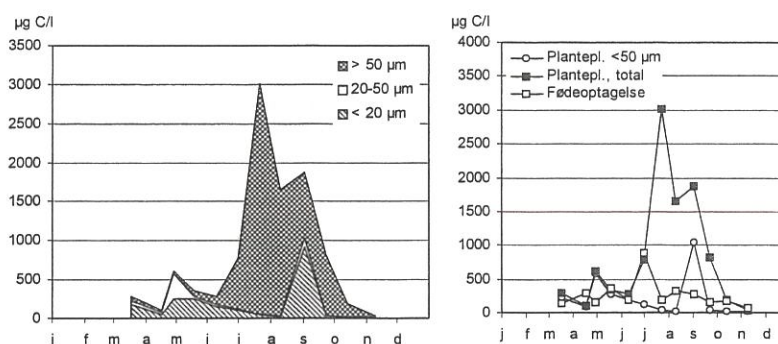
### Planteplanktons størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af planteplanktonet i Frederiksborg Slotssø i løbet af 1999 er afbildet i figur 5.4.

### Dyreplanktons fødeoptagelse

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse, bilag 5.5, kan beregnes ud fra skønnede forhold mellem de forskellige dyregruppers fødeoptagelse og dyrenes biomasse /12/. I figur 5.4 th ses dyreplanktonets potentielle, daglige fødeoptagelse afbildet sammen med biomassen af planteplankton totalt og  $<50$   $\mu\text{m}$ .

Figur 5.4  
Årstidsvariation i planteplanktons størrelsesfordeling (tv) og i dyreplanktons fødeoptagelse i Frederiksborg Slotssø 1999 (th).



Det ses af figuren, at dyreplankton i stort set hele den undersøgte periode var i stand til at regulere planteplanktonets vækst, for så vidt angår arter mindre end 50  $\mu\text{m}$ , når der ses bort fra *Ochromonas* opblomstringen i starten af september. Ciliater og dafnier udgør de mest effektive græssere. Der imod kunne dyreplankton ikke kontrollere væksten af de store trådformede blågrønalger, *Anabaena*, *Planktothrix* og furealgen *Ceratium*.

### Konklusion

Planteplanktonsamfundet i Frederiksborg Slotssø består for størstedelen af arter der er karakteristiske for næringsrige søer en fjerdedel af arterne var dog arter hvis hovedudbredelse er renere danske søer. Blågrønalger var den dominerende planteplanktongruppe.

Fra slutningen af maj til begyndelsen af oktober er planteplankton kvælstofbegrænset, det uorganiske N/P forhold er  $<5-6$ , sammenfaldende med at der måles meget lave koncentrationer af uorganisk kvælstof /13/.

Næringssaltbegrænsning af planteplanktonvæksten har dog næppe haft betydning fra slutningen af juli til begyndelsen af september, da der vil være en løbende frigivelse af uorganiske næringssalte ved nedbrydning af den høje blågrønalgebiomasse.

Frederiksborg Slotssø er som følge af kvælstofbegrænsning af algevæksten i sommerperioden domineret af blågrønaler, der er i stand til at udnytte luftens frie kvælstof. N:P-forholdet var 0-7 fra slutningen af april til starten af november 1999 og koncentrationerne af uorganisk kvælstof i vandet over springlaget var under eller tæt på detektionsgrænsen.

### 5.2 Vegetation

Frederiksborg Slotssøes vegetation blev undersøgt i august 1999 /14/.

#### Resultater

Søen ligger midt i Hillerød by og rørsumpen er derfor begrænset af haver, park eller befæstede arealer.

Den nordlige bred var domineret af tagrør. I resten af søen bestod rørsumpen, når den ikke var skygget væk af pil, el og ask, fortrinsvis af kalmus, høj sødgræs og lodden dueurt. På slottets østside var en stor bevoksning af vandpileurt som stod på 0,5 meter vand.

Der blev fundet kruset vandaks i området lige syd for den sydlige bro til slotsarealerne. Planterne stod spredt, på ca. 1 meter vand.

#### Udvikling 1982-1999

Der er stort set ikke sket nogen forandring af rørsumpen i forhold til undersøgelsen i 1982, men i 1982 blev der ikke fundet undervands-vegetation. Sidst der blev registeret undervands-vegetation var i 1951, da blev der fundet kruset vandaks og akstusindblad.

Den store planteplanktonbiomasse bevirker at Frederiksborg Slotssø har en ringe sigtdybde. Det uklare vand gør at søen er stort set uden undervandsvegetation.

### 5.3 Fiskeundersøgelse

Frederiksborg Slotssøes fiskebestand blev undersøgt i september 1998 /15/. Hensigten med undersøgelsen var at bestemme fiskebestandens nuværende sammensætning, størrelse og tilstand samt udvikling siden 1986-87, hvor der i forbindelse med et forskningsprojekt blev gennemført en biomanipulation i søen.



Ved fiskeundersøgelsen blev der registreret 10 arter: Skalle, brasen, sandart, hork, karusse, aborre, gedde, rudskalle, regnløje og suder.

### Skalle

Som det er set i en række andre biomanipulationssøer har søens skaller hurtigt formået at kompensere for opfiskningen i 1986-87, idet skallefangsten allerede i 1989 var mere end dobbelt så stor som umiddelbart efter biomanipulationens afslutning i sensommeren 1987. I 1998 var fangsten dog på ny overraskende moderat og kun lidt større end i 1987. På trods af en langt mindre fangst minder bestandens størrelsesstruktur i 1998 dog i forbløffende grad om forholdene i 1989 og 1990, med to tydeligt adskilte årgange mindre end 10 cm, to grupperinger af fisk i størrelsen 10 til 20 cm, og endelig meget få skaller større end 20 cm. Skallernes kondition var på undersøgelsestidspunktet i normalområdet og dermed væsentligt bedre end i årene inden fiskefjernelsen.

### Brasen

Fangsten af brasener var både antals- og vægtmæssigt mindre end umiddelbart efter opfiskningen i 1987, og dermed bemærkelsesværdig beskeden set i lyset af søens tidligere store brasenbestand. I 1989 og 1990 var fangsten af småbrasener stor, men rekrutteringen og/eller overlevelsen har tilsyneladende været relativt ringe i de senere år, hvor der ved denne undersøgelse optrådte meget få store brasener. Konditionen var i 1998 væsentligt bedre end i 1987, hvor bestanden var i en usædvanlig dårlig stand.

### Aborre

Bortset fra en relativt stor fangst af aborrer i 1987, hvor hovedparten formodentlig bestod af udsatte aborrer fra foråret inden undersøgelsen, har aborrebestanden i Frederiksborg Slotssø både før og efter biomanipulationen været lille. Bedømt ud fra forskydningen i årgangstoppene har vækstforholdene dog været relativt gode i årene efter 1987, men aborrerne har øjensynlig ikke, som i andre biomanipulationssøer, kunnet etablere nogen bestand af betydning. Som i andre søer med en stor bestand af sandart er aborrerne endvidere overvejende tilknyttet bredzonen. Konditionen var i 1998 ringe blandt de mellemstore aborrer, men normal eller over middel blandt småaborrerne og de store aborrer.

### Hork

Søens aktuelle bestand af hork er relativt betydelig, hvilket ligeledes var tilfældet i 1987, men både i 1989 og i 1990 var bestanden beskeden sammenlignet med forholdene i andre danske søer. Som

det normalt er tilfældet bestod fangsten i alle årene af to størrelsesgrupperinger af hork. Konditionen var normal i forhold til horks kondition i andre danske søer på denne årstid.

### **Sandart**

Som ved de tidligere undersøgelser var sandartfangsten meget stor og sandarterne udgjorde med 20 % en betragtelig andel af den samlede garnfangst. Sandarterne fordelte sig overvejende i to størrelser bestående af årsynglen samt af individer på 50-60 cm, som det også var tilfældet i 1989. I 1987, hvor fangsten endog var meget betydelig, rummede fangsten tillige et stort antal mellemstore sandarter, som der kun blev fanget ganske få af i 1998. Konditionen på fangsttidspunktet var særdeles god blandt de store sandarter og i normalområdet for årsynglens vedkommende.

### **Gedde**

Der optrådte i alt 3 gedder i garnene, og garnfangsten var dermed ligeså minimal som i 1987 og 1989. I 1990 rummede garnene en del flere gedder, og elfangsten har i nogle af årene tillige været relativt betydelig. Dette vidner om at søens moderate geddebestand fortrinsvist er tilknyttet søens bredzone. Konditionen var normal på undersøgelsestidspunktet i 1998.

### **Karusse**

Fangsten af karusser var vægtmæssigt relativt betydelig og som forventet væsentlig større end i 1987, hvor en stor del af bestanden blev opfisket i forbindelse med biomanipulationen. Den nuværende bestand er dog langt fra så stor som inden opfiskningen, hvor de i 1986 var tredje mest betydende art efter skalle og brasen. Som i de fleste andre danske søer bestod fangsten af relativt store karusser i størrelsen 25-35 cm, som havde en kondition noget over middel.

### **Rudskalle**

Som i 1990 var rudskallefangsten beskeden, og dermed en del mindre end i 1987 og 1989, hvor fangsten især i 1989 var relativt stor. Bestanden har igennem årene været præget af en ujævn rekruttering, hvilket dog snarere er reglen end undtagelsen i de danske søer, hvor de som i Frederiksborg Slotssø sjældent spiller nogen større rolle.

### **Regnløje**

Søens regnløjebestand er stadig marginal, som den har været det i årene både før og efter biomanipulationen. At dømme udfra fangsten ved elektrobefiskningen har rekrutteringen i 1998 endog været

meget ringe i forhold til tidligere.

### **Suder**

Som i de tidligere år er suderbestanden ligeledes meget beskeden. Både i garnene og ved elbefiskningerne er der ved samtlige undersøgelser kun blevet fanget enkelte eksemplarer.

### **Den samlede fangst**

Den samlede fangst af småfisk var som i 1990 relativt stor og væsentlig større end umiddelbart efter opfiskningen i 1987. Fangsten af fisk større end 10 cm var derimod lille og tilmed mindre end i 1987. Den samlede vægtmæssige fangst var tilsvarende lav og i en størrelse mere karakteristisk for den klare end for den uklare sø, hvor dog småfiskene udgjorde en klart større andel end normalt for disse søer.

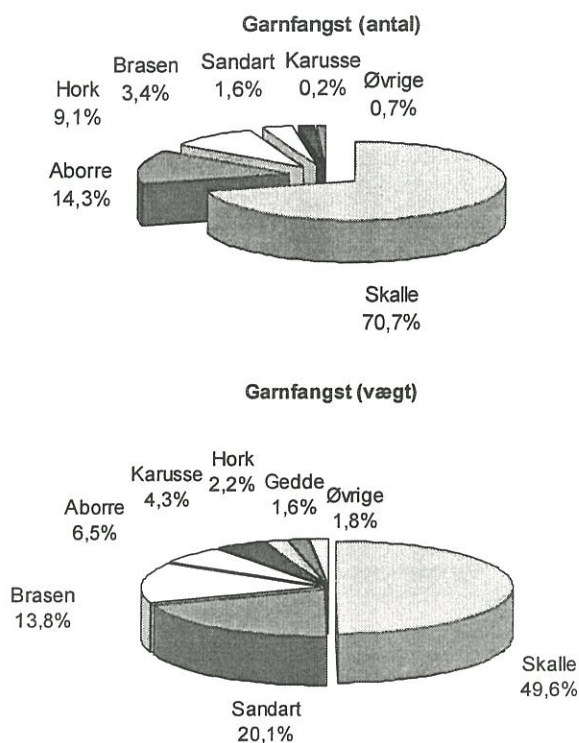
Fiskebestandens samlede biomasse var i 1998 med skønsvist 322 kg/ha den mindste i alle årene 1984-1998.

Skaller var antalsmæssigt helt dominerende i garnfangsten med aborrer og brasener som næsthyppigste arter, figur 5.6. Vægtmæssigt var skaller med knap halvdelen af fangsten ligeledes mest betydende, mens sandarter og brasener udgjorde hovedparten af den resterende fangst i vægt, figur 5.6. Elfangsten bestod antalsmæssigt hovedsageligt af skaller og aborrer og vægtmæssigt af karusser, skaller, gedder og aborrer, figur 5.7.

## Biologiske forhold

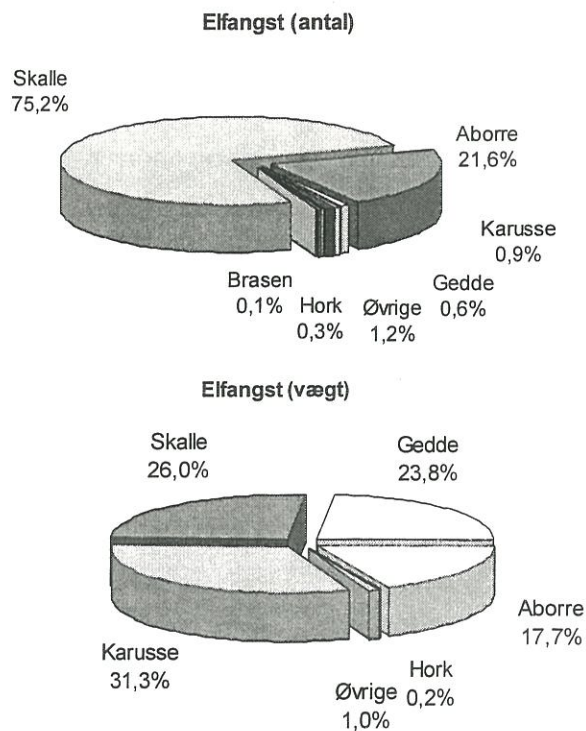
Figur 5.6:

Den procentuelle fordeling af CPUE-værdierne for de enkelte arter i antal og vægt i garnfangst i Frederiksborg Slotssø 1998.



Figur 5.7:

Den procentuelle fordeling af CPUE-værdierne for de enkelte arter i antal og vægt i elfangst i Frederiksborg Slotssø 1998.



### **Fiskebestandens udvikling og nuværende karakter**

Med overraskende små bestande af skaller og brasener og en stor sandartbestand har Frederiksborg Slotssøs aktuelle fiskebestand forbløffende mange ligheder med bestanden umiddelbart efter biomani- pulationen i sensommeren 1987. Eftersom brasenen tidligere var søens klart dominerende fiskeart havde det været forventeligt med en reetablering af bestanden, men tværtimod var brasenernes tæthed i søen i 1998 mindre end i 1987. Og selv om søens nuvæ- rende skallebestand ligeledes er markant mindre end i 1989, hvor skallen havde mere end fordoblet bestandsstørrelsen efter opfisk- ningen, er skallen fortsat søens dominerende fiskeart. I lyset af sø- ens store sandartbestand er dette så meget desto mere bemærkelses- værdigt, idet en dominans af sandarter blandt rovfiskene normalt betinger en dominans af brasener fremfor skaller blandt fredfiskene. Fiskebestandens nuværende karakter er således usædvanlig for en næringsrig sø.

Der kan peges på to mulige årsager til brasenbestandens nuværende beskedne størrelse:

- brasenernes tæthed har i den mellemliggende tiårsperiode været større, men bestanden har været udsat for en ny fiskedød inden nærværende undersøgelse, som tilfældet var det umiddelbart før biomani- pulationen, hvor bestanden halveredes fra 1984 til 1986.
- søens dårlige vandkvalitet bevirker en vedvarende ringe rekrut- tering eller overdødelighed i bestanden, hvor brasenen ofte klarer sig dårligere end skallen i de ekstremt næringsrige søer.

At den nuværende tæthed af skaller ligeledes er moderat skyldes formodentlig et stort prædationstryk fra søens imponerende sand- artbestand, hvor introduktionen af sandart til søen tidligere har vist at denne rovfisk, som i mange andre danske søer, formår at begræn- se skallebestandens vækst.

Søens nuværende relativt lille fiskebestand er givetvis ansvarlig for at fiskenes trivsel i søen stadig er betydeligt bedre end før bioma- nipulationen, hvor næsten samtlige af søens fredfisk var i usædvanlig dårlig stand. For nærværende er fiskenes kondition således tæt på det normale for denne årstid.

### **Fiskebestandens stabilitet**

I betragtning af fiskebestandens atypiske sammensætning er fiske- bestanden næppe stabil, og med mindre en dårlig vandkvalitet til stadighed forhindrer en vækst i brasenbestanden, er det forventeligt

at bestanden udvikler sig i retning af forholdene før biomanipulationen, med en langt større bestand af brasen og en forringelse i fiskenes trivsel som følge af en forøget fødekoneurrence. Biomanipulationen har givetvis haft markante effekter på fiskebestanden, men det er reglen mere end undtagelsen at fiskebestandene i de ekstremt næringsrige søer er præget af ustabilitet, idet de primært vil være reguleret af svingende ynglesucces og jævnlige tilfælde af fiskedød.

### **Fiskenes betydning for vandmiljøet**

Reguleringen af fiskebestanden i 1986/87 gav kun kortvarige forbedringer af vandkvaliteten i søen, men opfiskningen af de i alt 5,6 tons fisk har formodentlig ikke været omfangsrig nok til at kunne formidle større effekter. Fredfiskebestanden blev således kun reduceret med 56 %. Fredfiskebiomassen efter opfiskningen var 281 kg/ha, hvilket ligger væsentlig over grænsen på 100 kg fredfisk/ha, der som et groft skøn erfaringsmæssigt er nødvendigt for en succesfuld biomanipulation.

Hvorvidt en mere omfattende reduktion i bestanden vil kunne føre til en permanent forbedring af søens tilstand er imidlertid stadig tvivlsomt i betragtning af søens meget store interne næringsbelastning. Såfremt denne nedbringes vil en regulering af fiskebestanden antagelig være en forudsætning for en forbedret vandkvalitet, idet fiskebestandene sjældent ad naturlig vej indstiller sig i en ny ligevægt tilpasset det lavere næringsniveau.

## 6 Sammenfatning

### Opland

Det topografiske opland til Frederiksborg Slotssø er beregnet til 921 ha. Heraf afvandes størstedelen til søen via Teglgårdså og Teglværksgrøft.

### Målsætning og kvalitetskrav

Frederiksborg Slotssø er målsat med en generel målsætning med krav om en gennemsnitlig fosforkoncentration på  $\leq 0,1$  mg P/l og en sommersigt dybde på  $\geq 1,0$  meter /6, 7/.

Slotssøen opfylder ikke målsætningen. Årsagen er den store interne fosforbelastning efter at søen i flere hundrede år har fået tilført store mængder fosfor, dels ved direkte udledning dels med kloakvand og regnvandsoverløb.

### Belastningskilder og indsatsmuligheder

I og med at al spildevand er afskåret fra søen er den nuværende kilde til fosforbelastning udelukkende den interne fosforpulje og det atmosfæriske bidrag. Indsatsen skal derfor koncentreres om at kontrollere den mængde næring der frigives fra søens sediment.

### Vandbalance

Vandtilførslen til Frederiksborg Slotssø blev i 1999 målt til 1,6 mill. m<sup>3</sup>. Der var dermed en langt større vandgennemstrømning end tidligere anslået /5, 19, 24/. Opholdstiden var følgelig kort, 0,6 år.

### Stofbalancer

Der er ingen spildevandsbelastning af Frederiksborg Slotssø. I 1999 blev der via tilstrømning og atmosfærisk deposition tilført henholdsvis 77 kg fosfor og 3 tons kvælstof. Søen aflastede 91 kg fosfor.

### Ilt

Der var springlag i Frederiksborg Slotssø fra først i april til oktober-november og iltfrie forhold i de underliggende vandmasser i tiden fra medio maj til medio august.

### Sigt dybde

Middelsigt dybden var i 1999 1,4 meter og sommergennemsnittet 0,7 meter. De dårlige sigt dybdeforhold i Frederiksborg Slotssø skyldes en høj produktion af planteplankton. Det er dog værd at bemærke, at der i november 1999 blev målt en sigt dybde på 2,9

meter, under en klarvandsfase hvor planteplankton mængden var ringe, afsnit 5.1. Det er meget usædvanligt for Frederiksborg Slotssø med så stor en sigtdybde.

### Fosfor

Koncentrationen af totalfosfor i søvandet i Frederiksborg Slotssø er på niveau med andre danske næringsrige søer /18/. Middelkoncentrationen var i 1999 0,13 mg total P/l.

### Kvælstof

Middelkoncentrationen af total kvælstof var i 1999 1,40 mg/l, hvilket er væsentligt lavere end for de danske søer refereret i /18/. I de iltfrie vandmasser under sommerens springlag sker der derimod en betydelig frigivelse af ammoniak-ammonium kvælstof i forbindelse med nedbrydning af organiske stof. Sommergennemsnittet for ammoniak-ammonium under springlaget er 2,41 mg/l

### Udvikling 1976-1999. Fosfor og kvælstof.

Diskussionen om udviklingen i vandkvaliteten i Frederiksborg Slotssø sker på baggrund af målinger foretaget af Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium i form af Ole Stig Jacobsens målinger fra 1976, bilag 4.3, Kirsten Christoffersens målinger fra 1984, 1986-90, 1992-1994, bilag 4.3 og Frederiksborg Amts målinger fra 1999, bilag 4.1-4.2. For at kunne vurdere udviklingen i måledata har det været nødvendigt at gøre det på baggrund af sommergennemsnit. Bemærk at kun Frederiksborg Amts data fra 1999 er tidsvægtede.

For total klorofyl vurderes udviklingen på data fra 1976, 1987-1990 og 1999. For sigtdybden sker vurderingen på data fra 1976, 1984-90, 1992-1994 og 1999. For total fosfor og total kvælstof på data fra 1976, 1989-1990, 1994 og 1999.

Tabel 6.1 viser en oversigt over de ovenfor nævnte parametre. For at vurdere om der er sket en tidlig udvikling er data analyseret ved hjælp af lineær regression på middelværdierne for sommerperioden (1. maj-30. september).

*Tabel 6.1  
Udviklingstendenser i sommermiddelværdier (maj-sep.) for udvalgte parametre i Frederiksborg Slotssø 1976-1999. 0 angiver ingen signifikant udvikling.*

Parameter	Udvikling	r <sup>2</sup>	p-værdi
Sigt dybde	0	0.04	0.43
Klorofyl	0	0.11	0.26
Total fosfor	0	0.32	0.32
Total kvælstof	0	0.36	0.28



Der er i løbet af perioden 1976-1999 ikke sket nogen tidsmæssig udvikling der kan eftervises statistisk. Beregningsgrundlaget og regressionsanalyserne findes i bilag 4.3.

### **Sediment**

Sedimentets indhold af fosfor i hovedbassinet i Frederiksborg Slotssø var højt. Indholdet ændrede sig kun lidt ned gennem sedimentsøjlen. Det kom ikke som nogen overraskelse, at det forholdt sig sådan. Der er gennem tiderne udledt meget spildevand til Frederiksborg Slotssø. Men også analyser af længere sedimentsøjler viser et uændret næringsniveau i dybere liggende sediment /5, 24/.

Jernindholdet i sedimentet var for lavt til at kunne kontrollere fosforfrigivelsen fra sedimentet.

Det fremgår af afsnit 3 om stofbalancer at Frederiksborg Slotssø i 1999 aflastede ca. 90 kg fosfor. På baggrund af sedimentundersøgelserne i 1999 er det løseligt anslået, at der i de øverste 0-30 cm sediment er knap 2 tons fosfor i søen som er tilgængelig, bilag 4.5. Forudsat en opholdstid på 0,6 år vil det tage omkring 20 år at skylle den tilgængelige fosfor ud af søen.

### **Planteplankton**

Planteplanktonsamfundet i Frederiksborg Slotssø bestod af 117 arter. Af de fundne arter er 71 karakteristiske for næringsrige søer. der blev fundet 30 arter hvis hovedudbredelse er renere danske søer. Den årgennemsnitlige biomasse var 8,1 mm<sup>3</sup>/l, sommergennemsnittet var 11 mm<sup>3</sup>/l.

De meget lave koncentrationer af uorganisk kvælstof i de øvre vandmasser bevirkede, at planteplankton var kvælstofbegrænset en stor del af vækstsæsonen. Blågrønalger er imidlertid i stand til at optage kvælstof fra luften og var derfor ikke påvirkede af næringsbegrænsningen.

### **Dyreplankton**

Dyreplanktonet var domineret af vandlopper, mens dafniearter var næstvigtigst. Den årgennemsnitlige biomasse af dyreplankton var 4,4 mg våd vægt/liter. Ciliater stod for den største del af den samlede gennemsnitlige fødeoptagelse, dafnier var de næstvigtigste græsere på planteplankton..

### **Fisk**

Der blev fanget skalle, brasen, sandart, hork, karusse, aborre, gedde, rudskalle, regnløje og suder.

Der var overraskende små bestande af skaller og brasener og en stor

sandartbestand. En dominans af sandart betinger normalt en dominans af brasen fremfor skaller blandt fredfiskene. Der gættes på to årsager: Enten har brasenbestanden været udsat for fiskedød eller også er søens vandkvalitet så dårlig, at der er en vedvarende dårlig rekruttering og overdødelighed i bestanden.

### Udvikling 1976-99

Spildevandstilledningen blev afskåret i begyndelsen af 1980'erne. I 1992 blev kloaksystemets sidste regnvandsoverløb til Frederiksborg Slotssø lukket.

Der er tidligere kun foretaget sporadiske målinger af fosfor- og kvælstofkoncentrationerne i indløbene til Frederiksborg Slotssø.

Fra målinger i søen er sommergennemsnit for total-fosfor og total-kvælstof i 1976 henholdsvis 0,91 mg P/l og 7,64 mg N/l, bilag 4.3. De høje kvælstofkoncentrationer i 1976, 1989 og 1990 skyldes formentlig den interne belastning og tilløb fra Teglværksgrøft. I 1994 målt et sommergennemsnit på henholdsvis 1,30 mg N/l og 0,22 mg P/l

I 1999 var sommergennemsnittene 1,21 mg tot-N/l og 0,15 mg tot-P/l.

En statistisk test af 4 års målinger er tvivlsom, men umiddelbart ser det ud til at der er en stor intern fosfor- og kvælstoffrigørelse og der har også været spildevandsudledning i årene 1976 og 1989 og regnvandudledning i 1990, figur 6.1 og 6.2. Fosfor- og kvælstofkoncentrationerne målt i 1994 og 1999 er tydeligt lavere end i de forudgående måleår, bilag 4.3. Det er imidlertid ikke muligt statistisk at vise en virkning af at spildevandsudledningen til Frederiksborg Slotssø er hørt op.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde steg fra 0,6 m i 1984-86 til 0,8 m i 1987-89 efter fiskefjernelsen, men faldt igen i 1990-93 til niveauet før biomanipulationen. I 1999 var sommersigtdybden 0,7 m. Den forbedrede sigtdybde skyldes især en vinter-/forårsopklaring som holder til hen imod 1. juli. De varmeste sommermåneder er stadig præget af masseopblomstring af blågrønalger.

Der er ingen signifikant udvikling i sommergennemsnittene på hverken sigtdybde eller klorofylkoncentration i Frederiksborg Slotssø.

## 7 Indsatsområder

Det nuværende interne pulje af næringsstoffer er meget stor og frigives løbende til søens vandmasser. Søen er præget af kraftig algevækst som sammen med en langvarig lagdeling af søens vandmasser giver problemer med iltfattigt bundvand, opvækst af skidtfisk og ugunstige forhold for dyreplanktonet.

Af undersøgelserne i 1976-77 /4, 5/ fremgår det at sedimenteringen sker i områderne under 3,5 meters dybde. Arealet under 3,5 meter kurven udgør mellem 27-53% af søens totale areal svarende til 6-12 ha.

I forbindelse med en eventuel behandling af sedimentet vil en nøjere bestemmelse af sedimentforholdene i Frederiksborg Slotssø være nødvendig. Der skal tages stilling til om søen efter sin dannelse for omkring 6000 år siden /5/ var naturligt eutrof, eller om forureningen udelukkende er menneskeskabt.

En fjernelse af fosforholdigt sediment vil være problematisk al den stund at det må formodes at koncentrationerne ikke ændrer sig i det dybere liggende sediment /4, 5/.

Jern/fosfor forholdet i sedimentet er lavt og der er derfor en begrænset fosforbindingskapacitet i Frederiksborg Slotssø. Forsøg med iltning af bundvandet vil af den grund have begrænset effekt på fosforfrigivelsen fra sedimentet.

### 8 Referencer

- /1/ Frederiksborg Amt 1999. Handlingsplan for søerne i Frederiksborg Amt.
- /2/ Det Danske Hedeselskab 1999. Vandskel og søoplande (MapInfo), iflg. vandskelsdatabase.
- /3/ Thorkild Høy og Jørgen Dahl, 1996. Danmarks søer, bd. 4 Søerne i Frederiksborg Amt.
- /4/ Andersen, J.M., Jacobsen, O.S. et al. 1979. Production and decomposition of organic matter in eutrophic Frederiksborg Slotssø, Denmark. - Arch. Hydrobiol. vol. 85, nr. 4, pp. 511-542.
- /5/ O. S. Jacobsen, Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). Personlig kommentar.
- /6/ Frederiksborg Amt 1993. Vandområdeplan for Arresø og opland, Planlægningsdokument nr. 2.
- /7/ Frederiksborg Amt 2000. Forslag til Regionplan 2001.
- /8/ Arealanvendelse ifølge CORINE
- /9/ Søndergaard, M., Jeppesen, I., Jensen, J.P., Müller, J.P., Jensen, H.J., Berg, S., Lauridsen, T.L. & Hvidt, C. 1998. Sørestaurering i Danmark. Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen. Miljønyt nr. 28
- /10/ Hillerød Kommune, personlig kommentar Per Sulsbrück.
- /11/ Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Windolf, J., Lauridsen, T.L. og Sortkjær, L. 1995. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmark Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU nr. 139.

- /12/ Frederiksborg Amt 2000. Frederiksborg Slotssø. Plante- og dyreplankton. Rapport udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /13/ Olrik, K. 1993. Planteplankton - økologi. Økologiske faktorer for planteplankton i søer og marine områder. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 243
- /14/ Frederiksborg Amt 1999. Vegetationsundersøgelse i Frederiksborg Slotssø den 17. august 1999 (internt notat)
- /15/ Frederiksborg Amt 1999. Fiskebestanden i Frederiksborg Slotssø 1998. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium.
- /16/ Frederiksborg Amt 1999. Sedimentundersøgelser i Frederiksborg Slotssø 1999. (ikke publiceret)
- /17/ Kristensen, P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Mortensen, E. og Rebsdorf, Aa. 1990. Prøvetagning og analysemetoder i søer: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser - Teknisk anvisning fra DMU nr. 1.
- /18/ Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. 1999. Søer 1998. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU nr. 291.
- /19/ Hovedstadsrådet 1986. Frederiksborg Slotssø 1986. (Arbejdsdokument).
- /20/ Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium. Vandkemiske data 1976 og 1984-1994 fra Frederiksborg Slotssø.
- /21/ Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. 1995. Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 139.

## Referencer

---

- /22/ Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. 1997. Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 211.
- /23/ Damsø, L. 1996. Undersøgelser af toksiske blågrønalger i danske drikkevandssøer og vandværker samt et litteraturstudie. Specialerapport, Botanisk Institut, afd. for alger og svampe, Københavns Universitet.
- /24/ Rasmussen, E.K. 1983. Rapport til kaskadeudvalget.
- /25/ Skovfoged Uffe Bromose, Store Dyrehave Skovpart. (Personlig kommentar)
- /26/ Jeppesen, E., Søndergaard, M & Rossen, H. 1989. Restaurering af søer ved indgreb i fiskebestanden. Status for igangværende undersøgelser. Del 2: Undersøgelser i Frederiksborg Slotssø, Væng Sø og Søbygård Sø. - Danmarks Miljøundersøgelser.
- /27/ Jacobsen, O. S. 1982. Early biochemical diagenesis of eutrophic tripton and sediment. PROC. 10 th Nordic symposium on sediment. Finland.

# Frederiksborg Slotssø

1999

Bilag





## Bilag

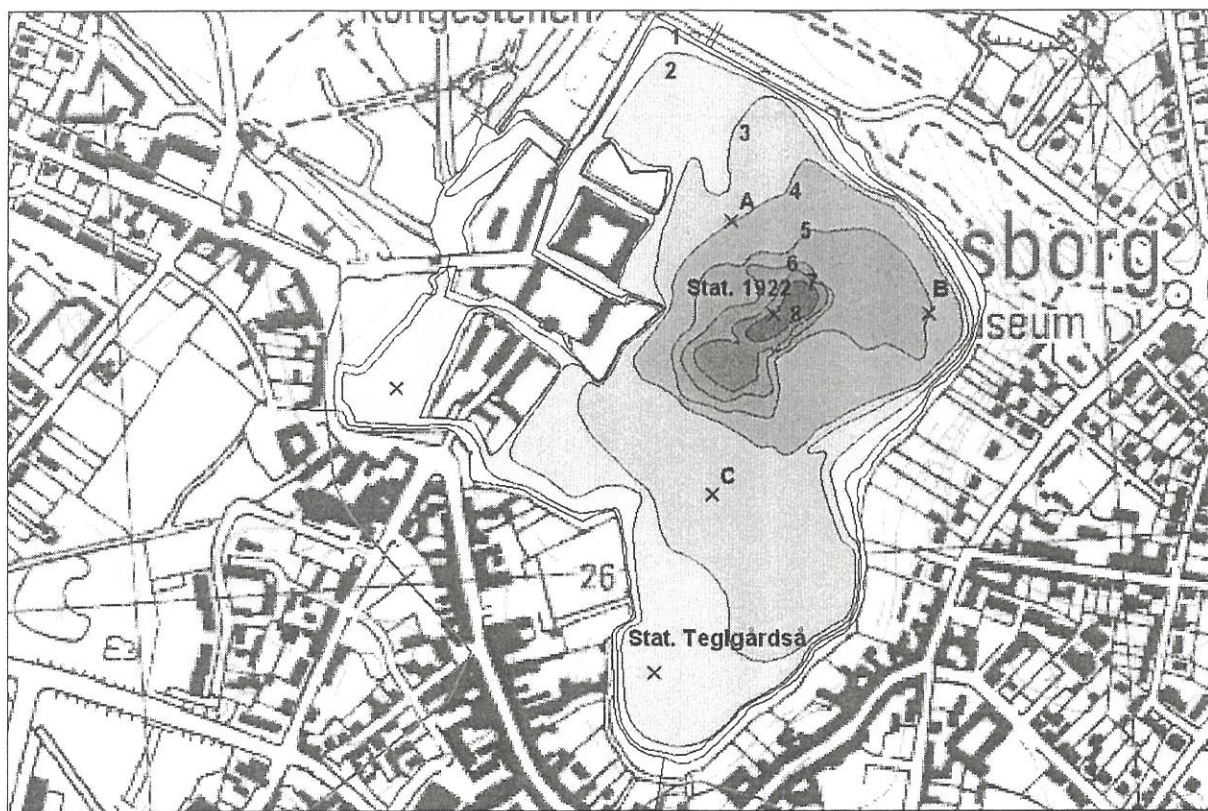
Indholdsfortegnelse	Side
Bilag 1 Målestationer og hypsograf .....	51
Bilag 2 Oplandsbeskrivelse .....	55
Bilag 3 Vand- og stofbalancer .....	59
Bilag 4 Udvikling i miljøtilstand	
Vandkemi og -fysik & sedimentundersøgelser .....	67
Bilag 5 Biologiske forhold	
Biologiske undersøgelser .....	83



## **Bilag 1 Målestationer og hypsograf**

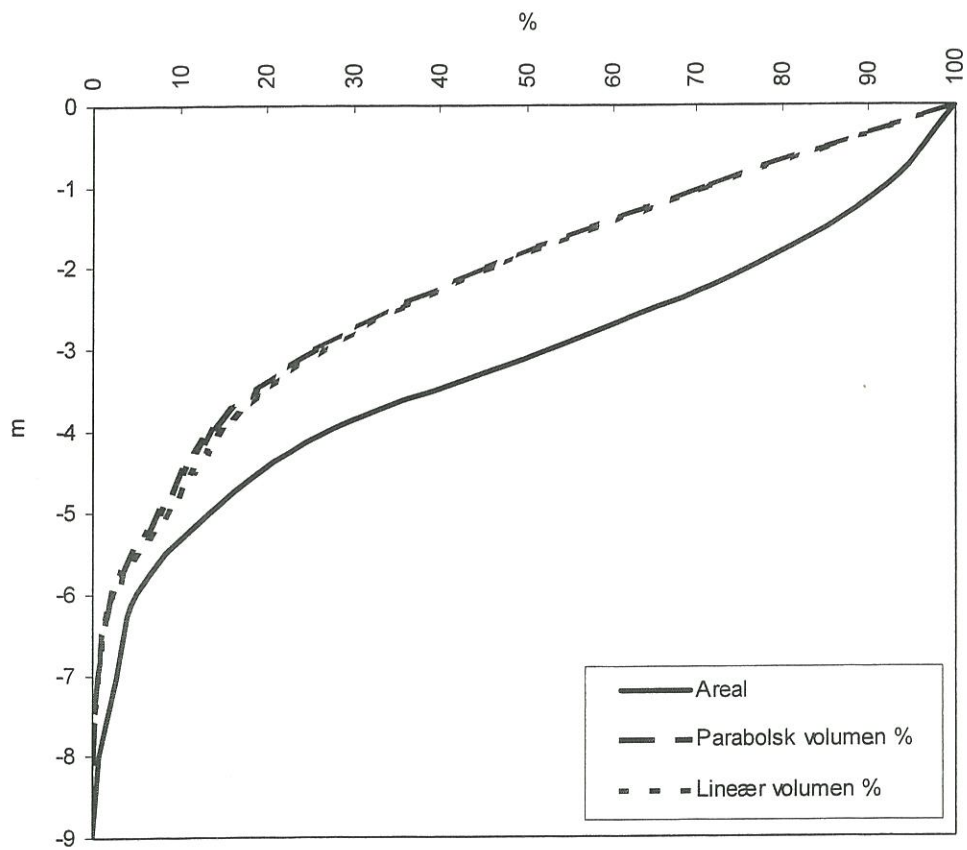
1.1 Målestationer og hypsograf .....	53
--------------------------------------	----





Vandkemi og zooplankton stationer (A, B og C), Frederiksborg Slotssø 1999

## Bilag 1.1



Frederiksborg Slotssø, hypsograf.

## **Bilag 2 Oplandsbeskrivelse**

2.1	Oplandsstørrelse, geologiske forhold og arealanvendelse. ....	53
-----	---	----





Oplandsareal iflg. topografiske oplandsregistrering fra Hedeselskabet 1998.

Delopland	ha
St. 49.22 Teglgårdså	562.62
St. 49.23 Teglværksgrøft	140.00
Umålt opland	239.97
<b>Opland i alt</b>	<b>942.59</b>

Geologiske jordtyper i Frederiksborg Slotssøes opland, iflg. GEUS.

Jordtyper/geologisk struktur	Areal, ha	%
Smeltevandsgrus	360.71	39
Moræneler	222.12	24
Ferskvandstørv	188.22	20
Smeltevandssand	67.88	7
Sø excl. Slotssøen	32.24	4
BY	17.15	2
Ferskvandsgytje	11.24	1
Ferskvandsler	6.14	1
Smeltevandsler	8.98	1
Ikke karteret, ukendt	5.62	1
Sø	54.54	
<b>I alt</b>	<b>920.29</b>	<b>100</b>

Arealanvendelse i oplandet til Frederiksborg Slotssø, iflg. AIS.

Frederiksborg Slotssø		Oplandsareal: 943 ha	
Oplandstype	Areal, ha	%	
Skov	341.46	36	
Landbrug	69.00	7	
Bebyggelse	286.56	30	
Natur	118.37	13	
Sø	63.93	7	
Trafikanlæg	51.59	5	
Andet	11.67	1	
<b>I alt</b>	<b>942.59</b>	<b>100</b>	



**Bilag 3 Vand- og stofbalancer**

3.1 Balancer på månedsbasis .....	53
3.2 Dokumentation for beregninger .....	53



VANDBALANCE  
Frederiksborg Slotssø 1999

FL.MÅL.  
AREAL 26.55 m (DNN)  
23.14 ha  
MID.DYB. 3.5 m

Vand - 1000 m<sup>3</sup>

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb Teglgårds Å	142.9	125.5	261.1	123.7	64.0	43.3	10.3	22.7	0.1	0.1	0.0	113.1	140.5	906.9
Tilløb Teglværksgrøften	27.3	24.5	28.8	23.6	20.0	18.7	13.7	16.0	13.4	16.4	15.9	27.3	81.8	245.6
Umålt opland	13.6	12.3	14.4	11.8	10.0	9.4	6.9	8.0	6.7	8.2	7.9	13.6	40.9	122.7
Nedbør	15.8	10.4	14.8	10.3	12.6	24.6	6.7	32.7	9.3	11.3	4.6	27.8	85.9	180.9
Grundvand	0.0	1.3	0.0	7.8	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	20.0	45.7	52.3	9.2	136.3
I alt	199.6	174.0	319.1	177.2	106.6	105.2	37.6	79.4	29.5	56.1	74.2	234.2	358.3	1592.5

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb Slotsmøllegroften	191.9	171.0	298.3	170.6	80.2	73.6	11.1	42.8	1.4	54.3	60.7	238.2	209.1	1394.1
Fordampning	1.2	2.9	6.1	15.4	23.3	26.5	30.3	22.9	16.1	6.8	2.4	1.2	119.1	155.1
Grundvand	6.5	0.0	15.6	0.0	5.1	0.0	2.5	16.8	14.2	0.0	0.0	0.0	38.6	60.7
I alt	199.6	173.9	320.0	186.0	108.5	100.1	43.9	82.5	31.6	61.1	63.1	239.4	366.6	1609.7
I alt - Teglv.grøft	164.6	146.5	269.5	147.0	60.2	54.9	-2.6	26.8	-12.0	37.9	44.8	210.9	127.3	1148.5

Magasinering	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinering	0.0	0.0	-1.0	-8.8	-1.9	5.1	-6.2	-3.2	-2.2	-5.0	11.1	-5.2	-8.4	-17.4

Bilag 3.1

STOFBALANCE

Frederiksborg Slotssø 1999

Total fosfor - kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb Teglgårds A	6.1	10.7	11.4	5.9	5.0	3.7	1.1	3.2	0	0	0	3.7	13.1	50.8
Tilløb Teglværksgrøften	1.6	2.5	2.1	1.4	1.1	1.0	0.9	1.3	1.0	0.9	0.7	1.3	5.3	15.8
Umålt opland	0.8	1.2	1.0	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.7	2.7	7.9
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atm. deposit	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.9	2.2
Ialt	8.6	14.6	14.7	8.2	6.8	5.4	2.7	5.4	1.7	1.6	1.2	5.9	22.0	76.8

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb Slotsmøllegrøften	19.5	14.8	20.7	15.7	10.8	13.9	2.6	8.9	0.2	10.9	11.3	38.0	36.5	167.3
Grundvand	0.4	0	0.9	0	0.6	0	0.5	3.1	2.6	0	0	0	6.7	8
Ialt	19.9	14.8	21.6	15.7	11.4	13.9	3.1	12.0	2.9	10.9	11.3	38.0	43.2	175.3

Magasiner og retention	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasiner	0	0	11.3	4.5	42.3	41.1	-13.0	3.6	2.9	5.0	-0.2	-1.0	76.8	96.5
Retention	-11.2	-0.2	-18.3	-12.0	-46.8	-49.6	12.6	-10.2	-4.0	-14.3	-9.9	-31.1	-98.0	-194.9
Ialt	-11.2	-0.2	-6.9	-7.5	-4.5	-8.5	-0.4	-6.6	-1.1	-9.2	-10.1	-32.1	-21.2	-98.5

STOFBALANCE  
Frederiksborg Slotssø 1999

Total kvælstof - kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb Teglgårds Å	196.2	185.7	353.9	122.8	62.2	46.8	12.1	24.4	0.1	0.2	0	103.5	145.6	1107.9
Tilløb Teglværksgrøften	131.3	99.5	135.2	97.5	83.4	78.3	60.5	65.4	53.5	60.9	61.1	136.9	341.1	1063.5
Umålt opland	65.6	49.7	67.6	48.7	41.7	39.1	30.2	32.7	26.7	30.4	30.5	68.4	170.4	531.3
Tilført	393.1	334.9	556.7	269.0	187.3	164.2	102.8	122.5	80.3	91.5	91.6	308.8	926.1	2702.7
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atm. deposit	27.9	27.9	27.9	27.8	27.8	27.9	27.8	27.7	27.7	27.6	27.7	27.8	138.9	333.5
Ialt	421.0	362.8	584.6	296.8	215.1	192.1	130.6	150.2	108.0	119.1	119.3	336.6	796	3036.2

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb Slotsmøllegrøften	310.0	280.2	384.8	191.3	88.1	84.2	18.9	101.7	2.5	91.6	112.1	479.4	295.4	2144.8
Grundvand	8.8	0	21.1	0	5.2	0	3.7	24.9	20.3	0	0	0	54.1	84.0
Ialt	318.7	280.2	405.9	191.3	93.3	84.2	22.5	126.5	22.8	91.6	112.1	479.4	349.3	2228.5

Magasiner og retention	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasiner	0	0	-93.5	-134.6	-101.5	322.0	101.3	-0.3	25.5	223.2	37.1	-10.0	347.0	369.2
Retention	102.2	82.7	272.3	240.1	223.2	-214.1	6.8	24.1	59.7	-195.7	-29.9	-132.9	99.7	438.5
Ialt	102.2	82.7	178.8	105.5	121.7	107.9	108.1	23.8	85.2	27.5	7.2	-142.9	446.7	807.7

Bilag 3.2

**VAND- OG STOFBALANCER:**

SØNAVN: FREDERIKSBORG SLOTSSØ

ÅR: 1999

FL.MÅL: 26.6 m (DNN)

AREAL: 22.3 ha

VOL: 781 \*1000 m<sup>3</sup>

MID.DYB: 3.5 m

FOSFORDEPOSITION: 0.1 kg/ha

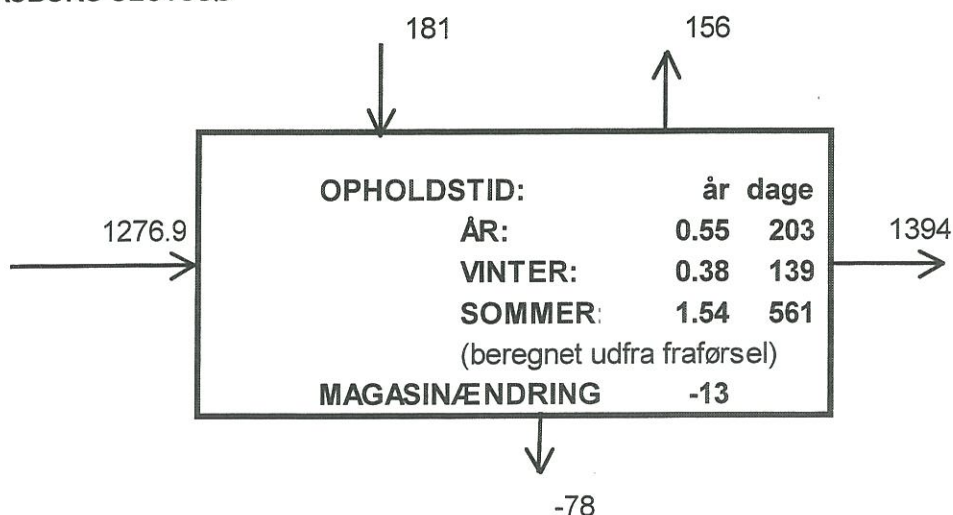
KVÆLSTOFDEPOSITION: 15 kg/ha

COD-DEPOSITION: kg/ha

**VANDBALANCE(1000m3):**

	TILLØB	NEDBØR	FORDAMP	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	MAGASIN ÆNDRING	MAGASIN ÆNDRING	DIFF. INCL.
JAN	184	16	1	200	191.9	8	0	8	
FEB	162.4	10	3	173	171	2	0	2	
MAR	304.5	15	6	319	298.3	21	0	21	
APR	159.3	10	15	170	170.6	-1	-3.34	2	
MAJ	94.1	13	23	107	80.2	27	-3.35	30	
JUN	71.5	25	26	96	73.6	22	-6.69	29	
JUL	31	7	30	38	11.1	27	5.57	21	
AUG	46.8	33	23	80	42.8	37	-10.03	47	
SEP	20.3	9	16	30	1.4	28	1.11	27	
OKT	24.8	11	7	36	54.3	-18	-7.81	-10	
NOV	24	5	2	29	60.7	-32	11.15	-43	
DEC	154.2	28	1	182	238.2	-56	0	-56	
SUM	1277	181	156	1458	1394	64	-13.38	78	

**VANDBALANCE(1000m3):**  
**FREDERIKSBORG SLOTSSØ**  
 1999





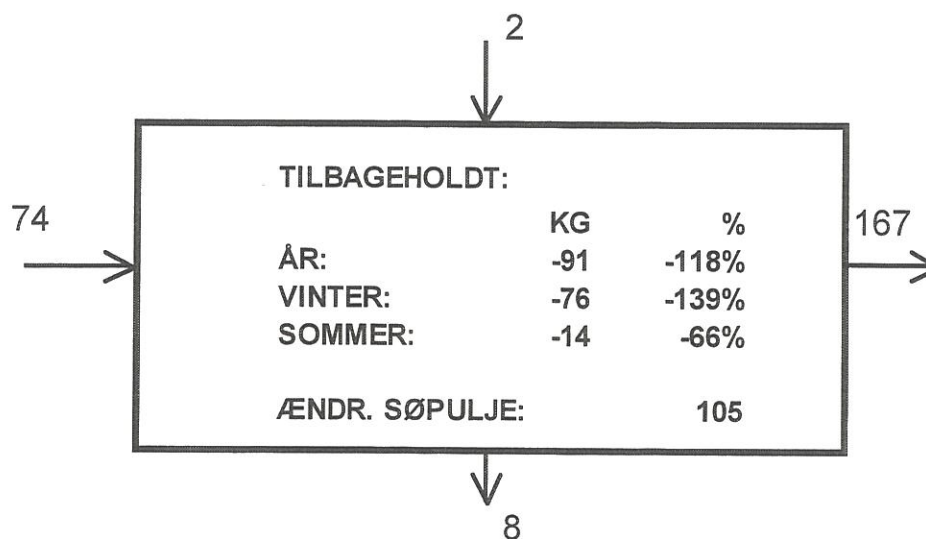
**FOSFORBALANCE(KG):**FREDERIKSBORG SLOTSSØ  
1999

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	8.5	0.2	8.6940514	19.5	-11	0
FEB	14.4	0.1	14.527247	14.8	0	0
MAR	14.5	0.2	14.681327	20.7	-6	45
APR	8	0.1	8.1272468	15.7	-8	63
MAJ	6.6	0.2	6.7558773	10.8	-4	68
JUN	5.2	0.3	5.5022111	13.9	-8	121
JUL	2.5	0.1	2.5827104	2.6	0	118
AUG	5.1	0.4	5.5040086	8.9	-3	114
SEP	1.5	0.1	1.6145221	0.2	1	134
OKT	1.4	0.1	1.5399715	10.9	-9	159
NOV	1	0.1	1.0572611	11.3	-10	150
DEC	5.7	0.3	6.0435663	38	-32	0
SUM	74.4	2.2	76.63	167	-90.7	

**FOSFORBALANCE(KG):**

FREDERIKSBORG SLOTSSØ

1999



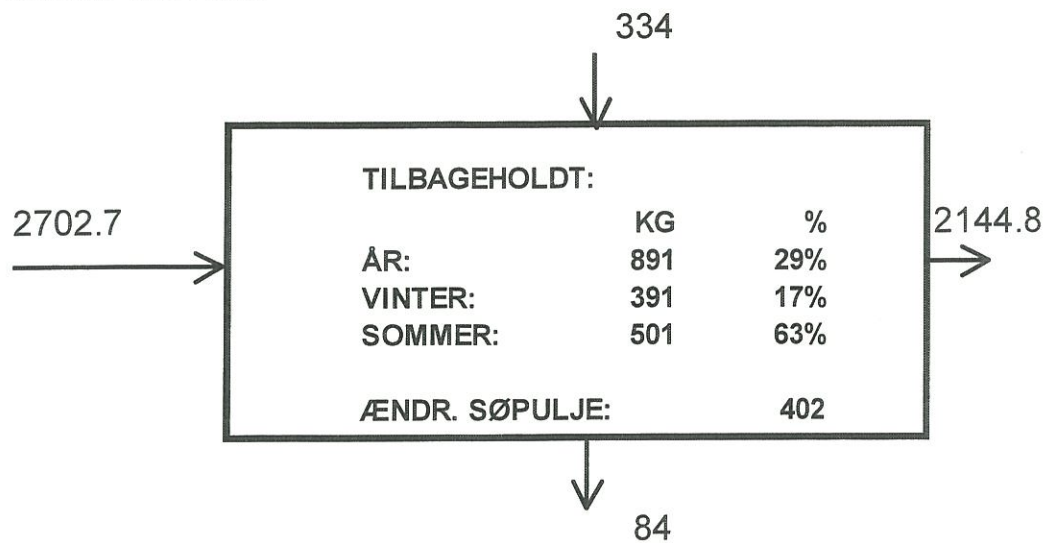
Bilag 3.2

KVÆLSTOFBALANCE(KG):

FREDERIKSBORG SLOTSSØ  
1999

	TILFØRT	ATMOS:	TILFØRT	FRAFØRT	DIFF.:	SØPULJE
JAN	393.1	28	421	310	111	0
FEB	334.9	28	363	280.2	83	0
MAR	556.7	28	585	384.8	200	1057
APR	269	28	297	191.3	106	871
MAJ	187.3	28	215	88.1	127	708
JUN	164.2	28	192	84.2	108	634
JUL	102.8	28	131	18.9	112	1027
AUG	122.5	28	150	101.7	49	1016
SEP	80.3	28	108	2.5	106	1075
OKT	91.5	28	119	91.6	28	1402
NOV	91.6	28	119	112.1	7	1459
DEC	308.8	28	337	479.4	-143	0
SUM	2702.7	334	3036.2	2145	891	

KVÆLSTOFBALANCE(KG):  
FREDERIKSBORG SLOTSSØ  
1999



## **Bilag 4 Udvikling i miljøtilstand**

### **Vandkemi og -fysik & sedimentundersøgelse**

4.1 Ilt og temperatur, 1999 .....	69
4.2 Vandkemi: Frederiksborg Slotssø, Torvet, Badstuedam, Ødam og Lille Slotssø, 1999 .	70
4.3 Eksterne data 1976-1994 .....	73
4.4 Statistisk analyse af måledata 1976-1999 .....	75
4.5 Sedimentundersøgelser, 1999 .....	77
4.6 Beregninger vedr. sedimentundersøgelser .....	82



## Bilag 4.1

### Frederiksborg Slotssø 1999

Ittkonc. mg/l	Dato											
Dybde, m	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-10-14	1999-09-23	1999-11-09
Overflade	13.2	11.9	13.6	12.3	10.1	12.8	13.7	7.8	7.7	ll/temp	6.7	7.6
1	13.2	11.9	13.6	11.7	10.1	13.1	13.7	7.2	7.3	måler	6.6	7.6
2	13.3	11.9	13.5	8.7	10	11.4	13.7	6.4	6.2	virker	6.2	7.6
3	13.3	11.9	8	6.8	9.9	6.5	13.2	4.7	3.6	ikke	4.7	7.6
4	13.3	11.9	6.3	4.6	7.7	1	0.3	0.1	0.7		4.2	7.5
5	13.3	11.8	4.6	1.3	0.2	0.1	0.1	0.1			1.6	7.3
6	13.4	7.8	3.5	0.2	0.1		0.1	0.1				7.1
7	13.4	6.7	2.6	0.1	0.1		0.1	0.1				7
8	13.4	6.2	2	0.1				0.1				7
Bund	13.2	6.1	0.5	0.1				0.1				7

Ittproc. %	Dato											
Dybde, m	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-10-14	1999-09-23	1999-11-09
Overflade	98	106	130	123	103	143	158	90	81	ll/temp	70	67
1	98	105	130	114	103	146	158	80	78	måler	70	67
2	98	105	128	76	102	125	152	73	66	virker	66	67
3	98	104	67	61	101	70	147	49	38	ikke	49	64
4	98	104	53	43	86	10	3	2	7		44	63
5	98	103	36	13	2	1	1	1			17	61
6	98	63	32	2	1		1	1				60
7	98	55	22	1	1		1	1				58
8	98	51	17	1				1				58
Bund	97	50	7	1				1				58

Temp. °C	Dato											
Dybde, m	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-10-14	1999-09-23	1999-11-09
0	2.7	8.8	12.9	15.7	16.2	19.9	20.7	21.5	18.4	ll/temp	16.9	8.2
1	2.7	8.8	12.8	14.9	16.2	19.8	20.7	21.2	18.2	måler	16.9	8.1
2	2.6	8.8	12.7	12.7	16.2	19.6	20.6	21.2	18.1	virker	16.8	8.1
3	2.6	8.8	8.4	11.1	16.2	18.4	20.6	21	17.8	ikke	16.8	8
4	2.6	8.7	7.8	10.7	16	16.4	16.6	17.8	17.5		16.7	8
5	2.6	8.6	7.5	10.4	10.3	12.2	13.5	13.8	16		16.5	8
6	2.6	5.8	7.4	8.5	9.2	10	11	11.7	12.8		13	8
7	2.6	5.7	7.4	7.6	8.6	9	9.8	10.5	11.1		11.4	8
8	2.6	5.7	7.3	7.5	8.4	8.8	9.5	9.9	10		10.1	8
8.2											9.9	
8.5	2.6	5.7	7.3	7.4	8.2	8.7		9.7	9.7			8
9							9.2					

Bilag 4.2

Frederiksborg Slotssø 1999. Sigtdybde, pH og vandkemiske målinger, station 1922.

VANDKEMI, blandingspr. PARAMETER	Dybde	Dato												sommer gnsn	års gnsn
		1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-09-23	1999-10-14	1999-11-09		
Sigtdybde, m		1.3	1.4	0.8	1	0.9	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.7	2.9	0.7	1.4
pH <sub>i</sub> in situ	Bp		8.5	9.2	8.5	8.5	9	9.4	9.2	8.1	8	7.3	8		
pH <sub>i</sub> lab.	Bp	8.2	8.4	9	8.2	8.3	8.9	8.9	9	8.2	7.9	7.9	8	8.5	8.3
NH <sub>4</sub> -N, mg/l	Bp	0.020	0.020	<0.010	<0.010	0.010	0.020	<0.010	0.020	0.020	0.190	0.650	0.690	0.038	0.199
	Bund	0.170	0.170	0.010	0.590	0.300	1.810	3.900	3.400	5.300	2.650	0.620		2.405	1.239
NO <sub>x</sub> -N, mg/l	Bp	0.540	0.290	<0.010	0.040	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.020	0.050	0.270	0.490	0.020	0.258
	Bund	0.340	0.340	0.060	0.020	0.010	0.010	<0.010	0.010	0.070	0.030	0.270		0.026	0.175
Total-kvælstof, mg/l	Bp	1.350	1.160	1.070	0.910	0.820	1.270	1.390	1.320	1.440	1.370	1.840	1.910	1.210	1.401
	Bund		1.180	1.010	1.500	1.080	2.530	4.970	4.410	5.800	3.880	1.830		3.289	2.246
Orthophosphat, mg/l	Bp	<0.005	<0.005	<0.005	0.015	0.057	0.055	0.011	0.007	0.055	0.085	0.161	0.174	0.039	0.059
	Bund		<0.005	<0.005	0.204	0.148	0.530	1.030	0.800	1.090	0.550	0.160		0.584	0.291
Total-fosfor, mg/l	Bp	0.058	0.082	0.079	0.087	0.156	0.167	0.139	0.148	0.171	0.179	0.208	0.197	0.146	0.132
	Bund	0.063	0.063	0.076	0.270	0.234	0.600	1.100	0.830	1.110	0.599	0.202		0.641	0.345
Chlorofyl a, µg/l	Bp	38	38	45		44	78	130	83	51	61	14	7	68	44
GT susp.stof, mg/l	Bp	<2	5	8.2	2	8	15	16	13	10	7.6	3.3	2	10.9	5.9
Susp. stof, mg/l	Bp	3.3	8.1	13	11	12	16	20	16	11	9.6	5.4	2.1	13.8	8.3
Jern, mg/l	Bp	0.09	0.23	0.08	0.07	0.07	0.08	0.4	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.020	0.115
	Bund				0.12									0.102	0.088
Ledningsevne, mS/m	Bp	49.5	57.7	49	101	49.8	51	43.6	42	43.3	44.8	45.5	47.2	46.5	47.7
Siilikat, mg/l	Bp	2.1	2.5	0.05	0.05	0.2	0.79	0.3	0.46	0.7	0.11	0.92	1.7	0.365	1.157
	Bund		2.6	1.1	2	0.74	2.4	3.9	3.2	3.7	1.6	0.92		2.432	2.062

Bp= Blandingsprøve over springlaget

Bund= Prøve under springlaget

Bilag 4.2

Frederiksborg Slotssø 1999

St. 6150 Ødam, st. 6151 Badstuedam og st. 6154 Lille Slotssø Vandkemiske målinger

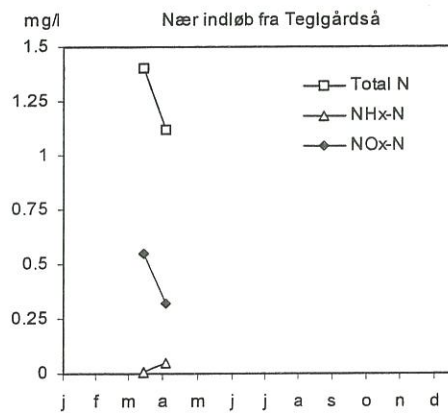
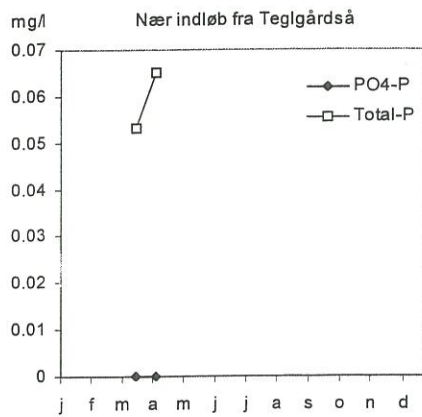
	1999											sommer års		
	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-09-23	1999-10-14	1999-11-09	gnsn	gnsn
Ødam st. 6150														
NHx-N	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.05	0.05	<0.01	0.11	0.02	0.07	0.02	0.02	0.042	0.031
NOx-N	2.73	2.11	1.31	1.02	0.32	0.22	<0.01	0.05	0.04	0.19	0.31	0.37	0.325	1.037
Total N, mg/l	3.46	2.76	2.09	1.63	0.97	1.11	0.82	0.72	0.73	0.84	0.86	0.87	1.039	1.704
PO <sub>4</sub> -P, mg/l	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	0.009	0.034	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	0.006
Total P, mg/l	0.04	0.037	0.056	0.047	0.047	0.036	0.091	0.076	0.038	0.033	0.034	0.03	0.053	0.048
Chlorofyl a, µg/l	11	20	23	13	22	18	58	15	24	17	14	13	24	21
pH	8.1	8.4	8.5	8	8.1	8.1	8.6	8.2	8.2	8	8.1	8.1	8.191	8.168

	1999											sommer års		
	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-09-23	1999-10-14	1999-11-09	gnsn	gnsn
Badstue st. 6151														
NHx-N	<0.010	0.020	<0.010	0.050	0.040	<0.010	<0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.016
NOx-N	1.180	0.260	0.080	0.110	0.040	<0.010	<0.010	0.020	<0.010	0.020	0.020	0.010	0.032	0.314
Total N, mg/l	1.930	1.000	1.050	1.040	0.690	0.890	0.860	1.020	0.760	0.760	0.640	0.540	0.870	1.061
PO <sub>4</sub> -P, mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Total P, mg/l	0.041	0.052	0.054	0.043	0.038	0.039	0.042	0.054	0.044	0.046	0.032	0.027	0.040	0.044
Chl. A, µg/l	14	31	32	11	10	15	10	14	10	12	6	10	13	14
pH	8.3	8.4	8.6	7.7	8.2	8.2	8.3	8.2	8.2	8.2	8.4	8.4	8.2	8.3

	1999											sommer års		
	1999-03-18	1999-04-07	1999-04-29	1999-05-19	1999-06-10	1999-07-01	1999-07-22	1999-08-10	1999-09-02	1999-09-23	1999-10-14	1999-11-09	gnsn	gnsn
Lille Slotssø st. 6154														
NHx-N	0.020	0.020	<0.010	<0.010	<0.010	0.030	0.030	0.020	0.020	0.200	0.490	0.020	0.042	0.057
NOx-N	0.550	0.260	<0.010	0.010	<0.010	<0.010	<0.010	1.600	<0.010	0.080	0.350	0.840	0.017	0.250
Total N, mg/l	1.270	1.150	1.120	0.940	0.890	1.300	1.970	1.600	1.640	1.500	1.670	3.300	1.386	1.402
PO <sub>4</sub> -P, mg/l	<0.005	<0.005	0.006	0.019	0.052	0.073	0.037	0.050	0.058	0.087	0.134	0.270	0.051	0.056
Total P, mg/l	0.054	0.086	0.118	0.091	0.161	0.206	0.272	0.226	0.236	0.183	0.168	0.326	0.192	0.144
Chlorofyl a, µg/l	30	42	56	27	51	70	210	110	84	66	9	10	85	49
pH	8.2	8.3	8.8	8.1	8.2	8.8	8.9	8.7	8	7.8	7.8	8	8.386	8.239

## Bilag 4.2

Indløb Teglgårdså	1999-03-18	1999-04-07
NHx-N	0.01	0.05
NOx-N	0.55	0.32
Total N, mg/l	1.4	1.12
PO <sub>4</sub> -P, mg/l	<0.005	<0.005
Total P, mg/l	0.053	0.065
Chlorofyl a, µg/l	36	36
pH	8.2	8.3





Eksterne data: Ole Stig Jacobsen (1976), Kirsten Christoffersen (1984-1994)  
Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Dato	1976-05-04	1976-05-12	1976-05-31	1976-06-08	1976-06-21	1976-07-05	1976-07-14	1976-07-27	1976-08-16	1976-08-30	1976-09-14	1976-09-29	Mean	SD
Chl-tot, µg/l	68.0	36.3	18.9	17.3	49.3	32.7	68.3	130.3	86.5	88.3	175.0	149.3	76.7	49.5
Sigt, cm	100	100	95	95	100	50	45	45	50	45	35	40	67	27
Total fosfor, mg/l	0.50	0.75	1.20	1.20		0.70	0.50	0.90	0.80	1.00	1.20	1.30	0.91	0.27
Total kvælstof, mg/l	6.00	6.00	5.00	5.50		2.50	7.00	10.00	9.00	10.00	12.00	11.00	7.64	2.81

Dato	1984-05-08	1984-05-22	1984-06-05	1984-06-19	1984-07-03	1984-07-17	1984-07-31	1984-08-14	1984-08-28	1984-09-11	1984-09-25	Middell	SD
Sigt, cm	80	94				52	46	31	43	45	74	58	20

Dato	1986-05-12	1986-05-28	1986-06-06	1986-06-25	1986-07-08	1986-07-22	1986-08-06	1986-08-20	1986-09-03	1986-09-17	1986-10-01	Middell	SD
Sigt, cm	113	98	75	55	42	35	41	36	27	30	50	55	27

Dato	1987-05-05	1987-05-20	1987-06-01	1987-06-08	1987-06-15	1987-06-29	1987-07-13	1987-07-27	1987-08-10	1987-08-24	1987-09-07	1987-09-21	Middell	SD
Chl-tot, µg/l	48.3	28.5	23.3	45.5	59.4	120.4	56.9	56.5	66.4	125.3	164.5	34.0	69.1	42.1
Sigt, cm	93	100	102	83	83	64	83	57	45	31	50	106	75	24
pH	8.80	8.00			8.60	9.00	8.40	8.00	8.70	8.60	8.80	8.00	8.49	0.35

Dato	1988-05-02	1988-05-16	1988-05-30	1988-06-13	1988-06-27	1988-07-11	1988-07-25	1988-08-08	1988-08-15	1988-08-22	1988-08-29	1988-09-05	1988-09-12	1988-09-26	Middell	SD
Chl-tot, µg/l	69.9	16.6	42.3	27.2	30.4	53.2	106.2	56.3	91.9	114.9	50.6	23.6	44.1	57.0	56.0	29.2
Sigt, cm	85	187	140	125	78	43	35	29	55	60	80	103	103	97	87	42
pH	8.94	8.29	8.68	8.76	8.34	8.93	9.22	9.21	9.00	8.77	8.40	8.34	8.26	8.13	8.66	0.35

### Bilag 4.3

#### Eksterne data (fortsat)

Dato	1989-05-09	1989-05-23	1989-06-06	1989-06-20	1989-07-04	1989-07-18	1989-07-31	1989-08-15	1989-08-29	1989-09-12	Middel	SD
Chl-tot, µg/l	50.1	54.7	39.7	26.2	48.6	58.9	75.4	42.9	76.00	30.50	50.3	15.9
Sigt, cm	110	75	110	98	66	67	54	70	55	57	76	21
Total fosfor, mg/l	0.42	0.38	0.52	0.69	0.70	0.59	1.74	1.34	0.77		0.79	0.43
Total kvælstof, mg/l	6.42	7.33	5.03	6.97	14.15	13.73	13.44	24.35	13.00		11.60	5.66
pH	8.35	8.88	8.35	8.68	8.80	8.60	9.31	9.04	9.16	9.05	8.82	0.31

Dato	1990-05-03	1990-05-16	1990-05-30	1990-06-13	1990-06-27	1990-07-11	1990-07-25	1990-08-08	1990-08-22	1990-09-12	Middel	SD
Chl-tot, µg/l	13.8	25.4	45.3	34.2	60.3	60.9	102.9	106.8	39.2	98.1	58.7	31.8
Sigt, cm	120	78	73	82	68	60	43	45	37	40	65	24
Total fosfor, mg/l	0.76	1.06	1.16	1.33	1.35	1.51	1.77	1.84	1.08	2.08	1.39	0.39
Total kvælstof, mg/l	5.84	6.79	1.43	0.82	0.48	5.34	5.81	4.45	4.89	4.96	4.08	2.17
pH	8.10	8.50	9.15	8.95	8.70	9.65	9.90	9.10	8.95		9.00	0.52

Dato	1992-05-05	1992-05-13	1992-05-26	1992-06-02	1992-06-21	1992-07-01	1992-07-15	1992-08-13	1992-08-20	1992-08-27	1992-09-03	1992-09-10	1992-09-17	1992-09-24	Middel	SD
Sigt, cm	50	100	100					69	28	40	40	40	44	58	56.9	24.0
pH	8.50	8.50	8.50					9.35	10.04	9.42	9.19	9.36	8.46	8.63	9.00	0.52

Dato	1993-06-08	1993-06-24	1993-07-06	1993-07-20	1993-07-27	1993-08-02	1993-08-09	1993-08-16	1993-08-23	1993-08-30	1993-09-07	1993-09-17	Middel	SD	
Sigt, cm	80	64	58	50	36	42	38	38	38	38	38	50	48	13	
pH	8.70	8.90	9.00	9.00	9.10	9.90	9.60	9.50	9.10	9.10	8.80	8.60	8.40	9.05	0.40

Dato	1994-07-19	1994-07-31	1994-08-18	1994-09-01	1994-09-16	1994-09-29	Middel	SD
Sigt, cm	43	56	37	40	38	41	42.50	6.34
Total fosfor, mg/l	0.16	0.14	0.27	0.25	0.27	0.25	0.22	0.05
Total kvælstof, mg/l	0.88	0.84	1.34	1.50	1.71	1.53	1.30	0.33

År	Sigtdybde, m Sommgn. sn.	Klorofyl, µg/l Sommgn. sn.	TOT-N, mg/l Sommgn. sn.	TOT-P, mg/l Sommgn. sn.
1976	66.67	88.37	7.64	0.91
1984	58.13	98.69		
1986	54.73	150.99		
1987	74.75	86.54		
1988	87.14	79.88		
1989	76.20	62.94	11.60	0.79
1990	64.60	75.83	4.08	1.39
1992	56.90	146.52		
1993	47.54	91.53		
1994	42.50	80.49	1.30	0.22
1999	71.43	51.33	1.32	0.14

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.18
R-kvadreret	0.03
Justeret R-kv	-0.08
Standardfejl	13.78
Observatione	11.00

Sommergennemsnit - sigtdybde 1976-1999

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1.00	56.33	56.33	0.30	0.60
Residual	9.00	1709.40	189.93		
I alt	10.00	1765.73			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	851.63	1446.85	0.59	0.57	-2421.38	4124.64	-2421.38	4124.64
X-variabel 1	-0.40	0.73	-0.54	0.60	-2.04	1.25	-2.04	1.25

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.25
R-kvadreret	0.06
Justeret R-kv	-0.04
Standardfejl	31.61
Observatione	11.00

Sommergennemsnit - chlorofyl 1976-1999

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1.00	586.38	586.38	0.59	0.46
Residual	9.00	8993.32	999.26		
I alt	10.00	9579.70			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	2634.31	3318.66	0.79	0.45	-4873.04	10141.65	-4873.04	10141.65
X-variabel 1	-1.28	1.67	-0.77	0.46	-5.05	2.50	-5.05	2.50

## Bilag 4.4

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.56
R-kvadreret	0.32
Justeret R-kvadreret	0.09
Standardfejl	0.49
Observationer	5.00

Sommergennemsnit - total fosfor 1976, 1989-1990, 1994 og 1999

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1.00	0.34	0.34	1.40	0.32
Residual	3.00	0.73	0.24		
I alt	4.00	1.07			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	68.62	57.32	1.20	0.32	-113.80	251.03	-113.80	251.03
X-variabel 1	-0.03	0.03	-1.19	0.32	-0.13	0.06	-0.13	0.06

Regressionsstatistik	
Multipel R	0.60
R-kvadreret	0.36
Justeret R-kvadreret	0.15
Standardfejl	4.09
Observationer	5.00

Sommergennemsnit - total kvælstof 1976, 1989-1990, 1994 og 1999

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1.00	28.43	28.43	1.70	0.28
Residual	3.00	50.16	16.72		
I alt	4.00	78.59			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95.0%	Øvre 95.0%
Skæring	624.67	475.13	1.31	0.28	-887.40	2136.75	-887.40	2136.75
X-variabel 1	-0.31	0.24	-1.30	0.28	-1.07	0.45	-1.07	0.45

Beskrivelse af sedimentsøjler udtaget d. 8. november 1999 fra Frederiksborg Slotssø

Søjle A Søjle nr.	Dybde, cm	Bestanddele
1	0-54	Sort/brunt slam
2	0-60	Sort/brunt slam
3	0-57	Sort/brunt slam

Søjle B Søjle nr.	Dybde, cm	Bestanddele
1	0-52	Sort/brunt slam
2	0-44	Sort/brunt slam
3	0-51	Sort/brunt slam

Søjle C Søjle nr.	Dybde, cm	Bestanddele
1	0-55	Sort/brunt slam
2	0-55	Sort/brunt slam
3	0-49	Sort/brunt slam

Søjle D Søjle nr.	Dybde, cm	Bestanddele
1	0-64	Sort/brunt slam
2	0-53	Sort/brunt slam
3	0-52	Sort/brunt slam

Søjle E Søjle nr.	Dybde, cm	Bestanddele
1	0-3 4-11	Mørkegråt sand Grønligt ler
2	0-5 6-12	Mørkegråt sand Grønligt ler
3	0-6 7-17	Mørkegråt sand Grønligt ler

## Bilag 4.5

### Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment

Station	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Dybde	Tørstof, %					Glødetab af TS					Calcium, mg/kg TS				
0-2	3.65	5.94	3.95	4.35	64.5	47.4	44.5	48.5	44.1	2.87	43800	79000	121000	108000	10800
2-5	4.44	5.78	3.98	5.33	65.2	44.6	40.3	38.3	37.6	3.72	43500	99400	158000	98700	31100
5-10	5.11	5.99	5.44	5.22	55.2	44.3	38	38	38.6	3.05	45700	98700	117000	101000	106000
10-20	6.41	8.54	7.51	6.73	55.6	43.6	34.7	35.7	34.6	3.24	41800	88700	123000	113000	122000
20-30	6.68	9.4	8.67	7.82		43.6	32.8	33.6	34.5		37400	55600	105000	117000	
30-50	11.7	11.3	9.82	8.71		27.9	29.3	31.8	34.7		34400	28200	69400	125000	
50-70	26.1		12.5	9.23		24.3		27.4	30.2		27000		32700	123000	

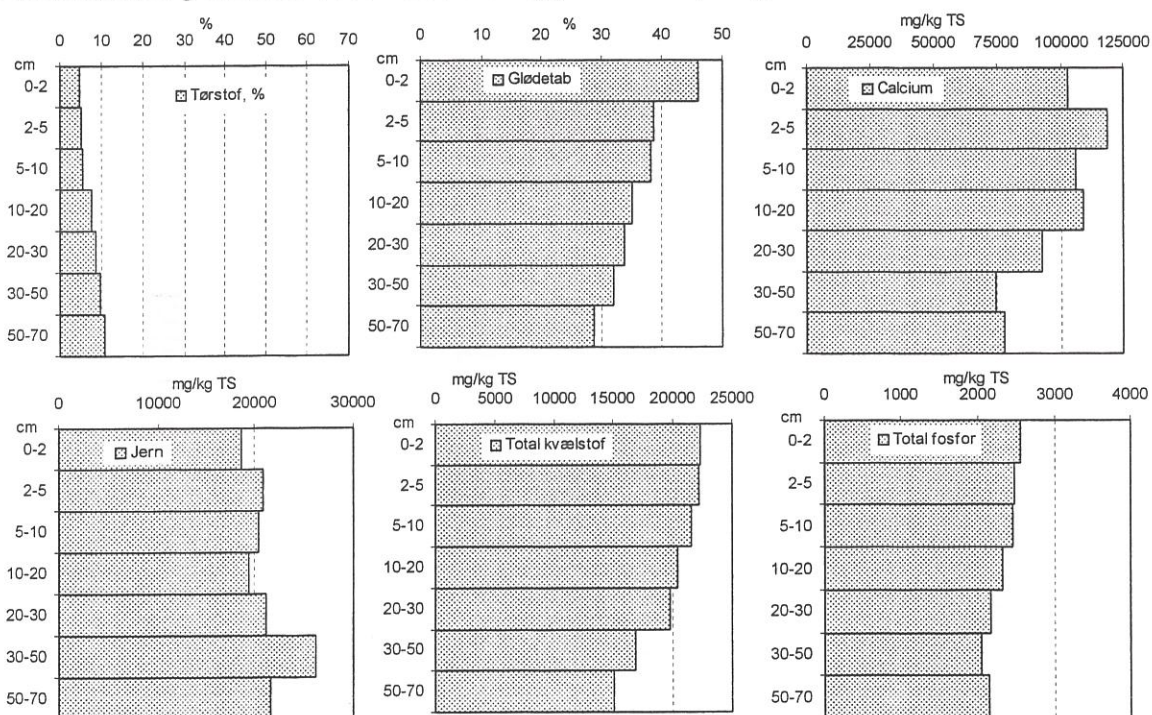
Station	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Dybde	Jern, mg/kg TS					Total N, mg/kg TS					Total P, mg/kg TS				
0-2	25100	23000	15500	17300	2440	25000	21700	20100	22000	1730	3450	2520	2490	2660	701
2-5	25100	26400	20900	15400	3100	23800	22500	19700	22300	1940	2700	2460	2360	2640	608
5-10	26200	27800	17300	16000	6850	23000	21100	20000	21800	1570	2340	2450	2340	2580	231
10-20	27100	24300	17900	15700	6310	23700	19200	18500	19800	1080	2390	2210	2340	2400	203
20-30	29800	29800	18900	14600		23600	18900	17300	19300		2410	1930	2320	2240	
30-50	28800	37000	27300	14300		14500	16700	17400	18900		2030	2050	1890	2180	
50-70	16800		29800	13600		11500		16100	17500		2090		2050	2250	

Sediment Frederiksborg Slotssø 1999

Gennemsnit station B, C og D

Dybde, cm	Tørstof, %	Glødetab af TS, %	Calcium, mg/kg TS	Jern, mg/kg TS	Total N, mg/kg TS	Total P, mg/kg TS	Fe/P
0-2	4.7	45.7	102667	18600	21267	2557	7.3
2-5	5.0	38.7	118700	20900	21500	2487	8.4
5-10	5.6	38.2	105567	20367	20967	2457	8.3
10-20	7.6	35.0	108233	19300	19167	2317	8.3
20-30	8.6	33.6	92533	21100	18500	2163	9.8
30-50	9.9	31.9	74200	26200	17667	2040	12.8
50-70	10.9	28.8	77850	21700	16800	2150	10.1

Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment, gnsn. St. B, C og D

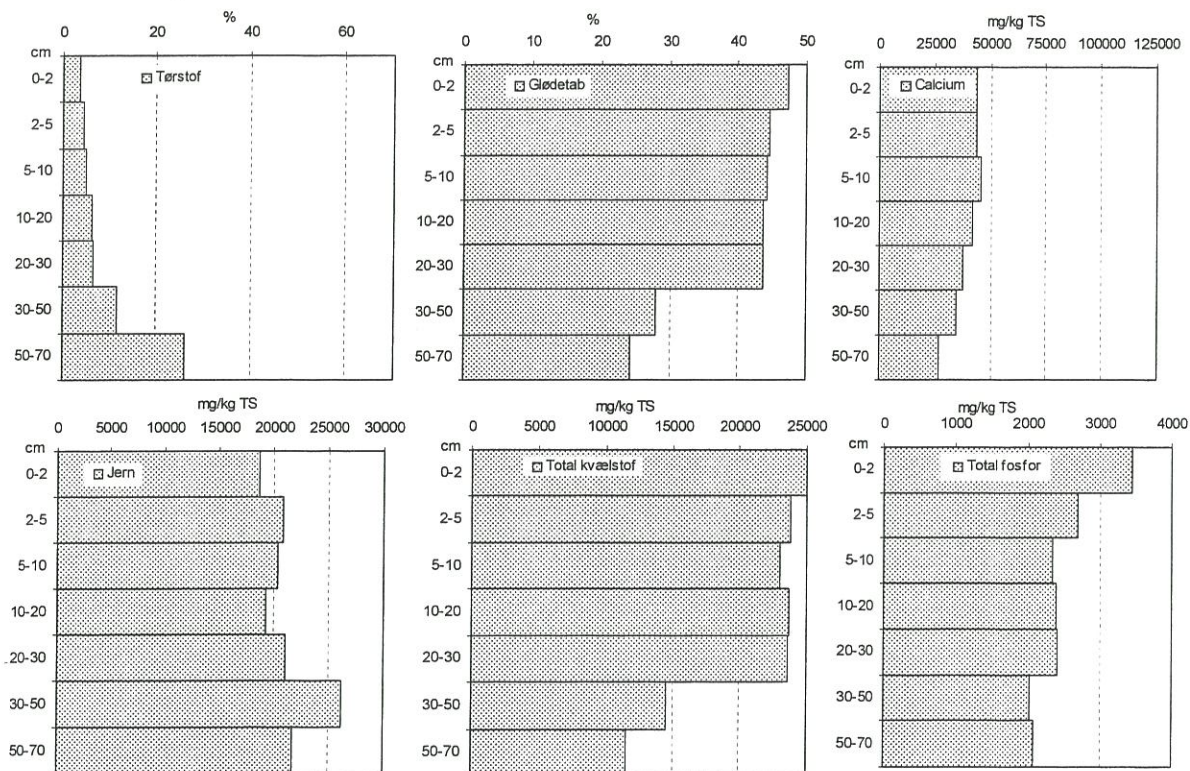


## Bilag 4.5

### Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment

Station	A	A	A	A	A	A	
Dybde, cm	Tørstof, %	Glødetab af TS, %	Calcium, mg/kg TS	Jern, mg/kg TS	Total N, mg/kg TS	Total P, mg/kg TS	Fe/P
0-2	3.65	47.4	43800	25100	25000	3450	7
2-5	4.44	44.6	43500	19-sep	23800	2700	9
5-10	5.11	44.3	45700	26200	23000	2340	11
10-20	6.41	43.6	41800	27100	23700	2390	11
20-30	6.68	43.6	37400	29800	23600	2410	12
30-50	11.7	27.9	34400	28800	14500	2030	14
50-70	26.1	24.3	27000	16800	11500	2090	8

### Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment. Station A

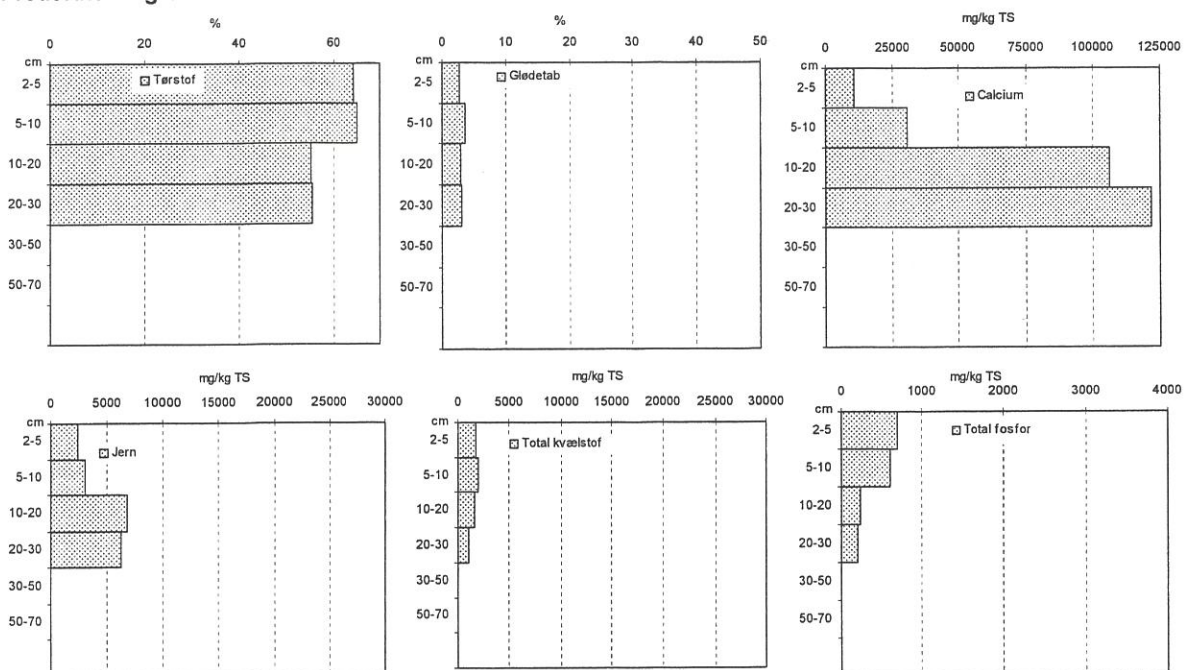




### Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment

	E	E	E	E	E	E
Dybde, cm	Tørstof %	Glødetab af TS	Calcium, mg/kg TS	Jern, mg/kg TS	Total N, mg/kg TS	Total P, mg/kg TS
0-2	64.5	2.87	10800	2440	1730	701
2-5	65.2	3.72	31100	3100	1940	608
5-10	55.2	3.05	106000	6850	1570	231
10-20	55.6	3.24	122000	6310	1080	203
20-30						
30-50						
50-70						

#### Frederiksborg Slotssø 1999 - sediment. Station E



## Bilag 4.6

### Udvekslelig fosforpulje i Frederiksborg Slotssø

SEDIMENT	Rumvægt g/cm <sup>3</sup>	Volumen cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Totalvægt		Tørstof	
			pr. areal g/m <sup>2</sup>	pr. areal kg TS/m <sup>2</sup>	pr. areal kg TS/m <sup>2</sup>	Vægtfylde
Dybde, cm						
0-2	1.042	20000	20846	0.990	Org. stof	1.05
2-5	1.050	30000	31508	1.585	Uorg. stof	2.60
5-10	1.056	50000	52797	2.930	vand	1.00
10-20	1.080	100000	108030	8.203		
20-30	1.093	100000	109309	9.433		
30-50	1.110	200000	221975	22.072		
50-70	1.125	200000	225068	24.454		

FOSFOR	Målt indhold	Stabilt bundet	Udveksleligt	
	Total P mg/kg TS	Total P mg/kg TS	Total P mg/kg TS	g/m <sup>2</sup>
Dybde, cm				
0-2	2780	2000	780	0.77
2-5	2540	2000	540	0.86
5-10	2428	2000	428	1.25
10-20	2335	2000	335	2.75
20-30	2225	2000	225	2.12
30-50	2038	2000	38	0.83
50-70	2130	2000	130	3.18
I alt 0-70 cm			11.76	
I alt 0-30 cm			7.75	
Tons udveksleligt P v. 22 ha søareal			2.586655	1.70519

I alt i 0-30 cm's dybde

**1,7 tons P**

I alt i 0-70 cm's dybde

**2,6 tons P**

Dybde, cm	Tørstof, %	Glødetab af TS, %	Calcium, mg/kg TS	Jern, mg/kg TS	Total N, mg/kg TS	Total P, mg/kg TS	Fe/P
0-2	4.7	45.7	102667	18600	21267	2557	7
2-5	5.0	38.7	118700	20900	21500	2487	9
5-10	5.6	38.2	105567	20367	20967	2457	9
10-20	7.6	35.0	108233	19300	19167	2317	9
20-30	8.6	33.6	92533	21100	18500	2163	10
30-50	9.9	31.9	74200	26200	17667	2040	13
50-70	10.9	28.8	77850	21700	16800	2150	9

## **Bilag 5 Biologiske forhold**

### **Biologiske undersøgelser**

5.1 Planteplankton biomasse 1999 .....	85
5.2 Planteplankton, antal arter 1999 .....	86
5.3 Dyreplankton biomasse 1999 .....	90
5.4 Dyreplankton antal og arter 1999 .....	91
5.5 Dyreplankton potentiel fødeoptagelse 1999 .....	94
5.6 Fiskeundersøgelse, 1998 .....	95



### Frederiksborg Slotssø 1999

Planteplankton. Biomasse og procentvis sammensætning

	Sag: Frederiksborg Slotssø 1999											Vægtet gns. 18-mar 01-maj		
	18-mar	17-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt		09-nov	31-okt
Station: 1922														
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS														
Dybde: Blanding														
Emne: Planteplankton volumenbiomasse, mm <sup>3</sup> /l														
Dato:														
mm <sup>3</sup> /l														
BLÅGRØNALGER			0.004	0.720	1.035	5.401	23.337	10.298	6.546	6.244	1.451	0.116	5.029	7.115
REKYLALGER	0.523	0.403	0.517	0.609	0.029	0.109	0.031	0.016	1.343	0.250	0.042	0.014	0.339	0.358
FUREALGER					0.313	1.076	3.585		0.301	0.171			0.500	0.742
GULALGER	0.717	0.023			0.259	0.435	0.063		8.030				0.898	1.267
KISELALGER	0.822	0.313	4.361	1.312	1.056	0.704	2.504	0.376	0.710	0.684	0.243	0.071	1.090	1.219
STILKALGER			0.339	0.152			0.035						0.041	0.044
GRØNALGER	0.518	0.137	0.321	0.371	0.118	0.125	0.209	0.159		0.004	0.040	0.132	0.167	0.152
UBESTEMTE OG FÅTALLIGE ARTER								0.033					0.003	0.005
TOTAL	2.579	0.876	5.543	3.165	2.498	7.087	27.254	14.434	16.962	7.353	1.776	0.333	8.068	10.902
procent														
BLÅGRØNALGER	0	0	0	23	41	76	86	71	39	85	82	35	62	65
REKYLALGER	20	46	9	19	1	2	0	0	8	3	2	4	4	3
FUREALGER	0	0	0	0	0	4	4	25	2	2	0	0	6	7
GULALGER	28	3	0	0	10	6	0	0	47	0	0	0	11	12
KISELALGER	32	36	79	41	42	10	9	3	4	9	14	21	14	11
STILKALGER	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GRØNALGER	20	16	6	12	5	2	1	1	0	0	2	40	2	1
UBESTEMTE OG FÅTALLIGE ARTER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Bilag 5.2

Sag: Frederiksborg Slotssø 1999												
Station: 1922												
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS												
Dybde: Blanding												
Emne: Planteplankton artsliste og antal/ml												
Dato:	18-mar	17-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER												
Chroococcales spp. (celler <2 µm)				X								
Aphanocapsa spp. (kolonier)					X							X
Aphanothece minutissima (kolonier)		X		X	X							
Aphanothece minutissima (celler)				49145.3								
Coelomonon pusillum (kolonier)					X	30.7	100.6	X	X			
Cyanodictyon imperfectum (kolonier)			X	X	X	X	X	X			X	
Cyanodictyon imperfectum (celler)				69230.8		27592.6	5740.7	28205.1				
Cyanodictyon planctonicum (kolonier)			X	X		X	X	X			X	
Cyanodictyon planctonicum (celler)					11604.9							
Merismopedia tenuissima (celler)					X		X					
Microcystis spp. 5-6 µm				2029.9	5961.5	9252.1	11004.3	17393.2	4487.2	10170.9	9423.1	1025.6
Microcystis aeruginosa + spp. (kolonier)				X			X	X				
Microcystis botrys (kolonier)	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Microcystis flos-aquae (kolonier)							X	X				
Microcystis incerta (kolonier)						X	X					
Microcystis viridis (kolonier)		X				X	X	X		X	X	X
Microcystis wesenbergii (	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X
Radiocystis geminata (celler)					X	X	X	X				
Romeria spp. (tråde)			X	X	X							
Snow ellsa lacustris (celler)							X					
Snow ellsa litoralis (kolonier)		X										
Woronichinia compacta (celler)					X	X	X	X	X	X	641.0	X
Woronichinia naegeliana (delkolonier)			X	X	X	X	X		X	X		
Woronichinia naegeliana (celler)					8034.2							
Anabaena flos-aquae (celler)				X	X	11837.6	X	2564.1	4487.2	630.3		
Anabaena mendotae (celler)				6047.0	2756.4	66239.3						
Anabaena mendotae (skruer)		X	X				X				X	X
Anabaena planctonica (tråde)							93.8	44.8	X	213.1	11.4	
Anabaena spiroides f. crassa (skruer)							1756.0					
Anabaena spiroides f. crassa (celler)						X				X		
Aphanizomenon gracile (tråde)								X	X	181.1	X	
Aphanizomenon issatschenkoi (tråde)								X	X	X		
Aphanizomenon klebahnii (tråde)						45.5	63.9	62.9	X	X	53.4	
Limnothrix spp. (tråde)			X		X	X	93.8	53.3	187.0		5.7	
Planktolyngbya spp. (tråde)										84.2		
Planktolyngbya limnetica (f	X	X	19.2		X	139.2	X			X		

## Bilag 5.2

Dato:	18-mar	17-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER, forts.												
Frankothrix agardhii (tråde)		X	X		X	35.5	481.6	1549.1	1613.2	111.9	5.7	
Pseudanabaena limnetica (tråde)						X						
Pseudanabaena mucicola (tråde)				X								
CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER												
Cryptomonas spp. (15-20 µm)		X	X						X			
Cryptomonas spp. (20-30)	175.6	130.7	209.1	73.5	X	X	X	X	688.8	38.6	6.4	X
Cryptomonas spp. (>30 µm)	80.1	60.2	63.6						X			
Katablepharis ovalis		X	X		X	X	X	X	X	106.8	106.8	X
Rhodomonas lacustris	180.7	1645.3	2136.8	7051.3	448.7	886.5	251.1	173.9	2692.3	1741.5	242.2	134.1
DINOPHYCEAE - FUREALGER												
Ceratium hirundinella						6.4	25.8	86.0	6.0	3.4		
Ceratium hirundinella f. gracile						X						
Ceratium rhomvoides			X		X							
Gymnodinium spp.	X	X										
Peridiniopsis polonicum								X	X			
Peridinium aciculiferum	X											
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER												
Chrysolykos planctonicus		X										
Dinobryon bavaricum (celler)		X										
Dinobryon crenulatum (celler)		X	X									
Dinobryon cylindricum v. ε	146.9	32.7										
Dinobryon divergens (celler)		X	X	X	X							
Dinobryon sociale (celler)					X	X						
Mallomonas spp.	X	X				X			X			
Mallomonas akrokomos	X											
Ochromonas spp. (15-20)	214.8	X	X		X	X	X	X	2591.4			
Uroglena spp. (celler)		X			1527.8	2564.1	368.6				X	
Uroglena volvox (celler)	X	7.8										
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER												
Centriske kiselalger spp. (	2051.3	X		X								
Centriske kiselalger spp. (10-15 µm)			X	521.7	961.5	354.6	X	X	X	X	10.7	15.6
Centriske kiselalger spp. (20-30 µm)		X	606.9									

## Bilag 5.2

Dato:	18-mar	17-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER, forts.												
Centriske kiselalger spp. (	61.4	69.3	961.5	456.9	279.6	X						
Aulacoseira granulata (tråde)		X	X									
Aulacoseira granulata v. ε	26.4	36.2	27.7		X	72.5	549.8	91.6	112.2	179.0	46.6	11.3
Melosira varians (tråde)		X						X				
Rhizosolenia longiseta						X						
Asterionella formosa	726.5	81.0	149.2	X		284.1	X		X	X	180.1	X
Diatoma elongatum		X										
Fragilaria capucina		X										
Synedra spp.	X											
Synedra acus v. angustis	X	27.7	240.8	X			X	X				X
Synedra berolinensis		X				X						
PRYMNESIOPHYCEAE - STILKALGER												
Chrysochromulina parva		X	8440.2	2692.3		X	395.3		X			
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER												
Chlorococcales spp. (<5 µ	17735.0											
Chlorococcales spp (5-10 µm)												X
Chlorococcales spp. (5-10 µm)				3696.6						106.8	690.9	
Ankistrodesmus spp.		X	X									
Botryococcus spp. (kolonier)			X	X	X	X	X	X		X		
Chlorella sp./Dict. subsoliti	X	X	X	5210.0	2469.1	854.7					X	22435.9
Coelastrum cambricum						X	X					
Coelastrum microporum			X	X	X	X	X				X	
Crucigeniella apiculata				X		X	X	X				
Dichotomococcus curvatu	X	1901.7										
Dictyosphaerium spp. (cel	X	427.4		634.2		X					X	
Didymocystis bicellularis	X	X										
Kirchneriella contorta		X		X	X						X	X
Lagerheimia genevensis		X	X	X								
Micractinium pusillum		X										
Monoraphidium contortum	66.1	X	X	X			X					
Monoraphidium minutum	X	X										
Oocystis spp. (5-10 µm)		X					641.0	327.3	X	X	X	X
Oocystis spp. (10-15 µm)				259.1	534.2	654.7						
Pediastrum biradiatum				X								



## Bilag 5.2

Dato:	18-mar	17-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER, forts.												
Pediastrum boryanum		X						X				
Pediastrum duplex		X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Pediastrum tetras			X	X								
Quadrigula spp.								X				
Scenedesmus opoliensis/l	X	X						X		X	X	
Scenedesmus disciformis								X				
Scenedesmus incrassatulus										X	X	
Sphaerocystis schroeteri			X									
Tetraedron caudatum				X								
Tetraedron minimum				X			X	X				
Tetraedron trigonum								X	X			
Tetrastrum elegans		X										
Tetrastrum komarekii					X	X						
Tetrastrum staurogeniaefr	54.6	341.9	X	X	X	X						
Treubaria triappendiculata		X	X	X				X				
Volvocales spp.	X	X	X				309.8	409.2	X			
Eudorina spp. (celler)								X	X			
Pandorina morum (celler)					X	X	X	X	X	X	42.6	
Elakatothrix gelatinosa				X								
Elakatothrix genevensis	X	X		X		X						
Koliella longiseta	149.2	242.9	X									
Planktonema lauterbornii (celler)		X	44.8									
Paulschulzia tenera (celler)												
Pseudosphaerocystis lacustris (celler)		192.3	2414.1					X				
Closterium aciculare					X							
Closterium acutum v. variabile					X	X		X			X	X
Closterium parvulum											X	X
Staurastrum chaetoceras						X		X		X	X	
Staurastrum planctonicum				X	X			X				
Staurastrum tetracerum							X	X				
EUGLENOPHYCEAE - ØJELGER												
Colacium simplex						X	X	X				
UBESTEMTE OG FÅTALLIGE ARTER												
Ubestemte og fåtallige arter (5-10 µm)									705.1			

### Bilag 5.3

Sag: Frederiksborg Slotssø 1999														
Station:														
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS														
Dybde: Blanding														
Emne: Dyreplankton biomasse, mg våd vægt/liter														
Dato:	18-mar	07-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov	Vægtet gns. 18-mar 31-okt	Vægtet gns. 01-maj 30-sep
mg våd vægt/liter														
CILIATER	0,198	0,399		0,110	0,124	1,344	0,115	0,180	0,250	0,073	0,027	0,019	0,252	0,303
ROTA TORIER	0,118	0,275	0,246	0,310	0,018	0,141	0,279	0,165	0,456	0,138	0,050	0,004	0,198	0,218
CLADOCERER	0,077	0,133	1,802	3,329	1,393	2,161	1,505	3,510	1,160	0,487	1,388	0,851	1,571	1,963
CALANOIDE COPEODER	0,246	0,510	1,429	3,153	1,760	0,930	0,661	0,951	0,798	2,853	2,598	0,635	1,473	1,547
CYCLOPOIDE COPEODER	0,775	1,801	1,819	1,086	0,386	0,215	0,537	1,028	0,827	0,474	0,637	0,117	0,854	0,719
MUSLINGER						0,002			0,002				0,000	0,001
TOTAL	1,413	3,118	5,296	7,989	3,680	4,794	3,097	5,834	3,493	4,024	4,699	1,625	4,349	4,751
procent														
CILIATER	14	13	0	1	3	28	4	3	7	2	1	1	6	6
ROTA TORIER	8	9	5	4	0	3	9	3	13	3	1	0	5	5
CLADOCERER	5	4	34	42	38	45	49	60	33	12	30	52	36	41
CALANOIDE COPEODER	17	16	27	39	48	19	21	16	23	71	55	39	34	33
CYCLOPOIDE COPEODER	55	58	34	14	10	4	17	18	24	12	14	7	20	15
MUSLINGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Sag: Frederiksborg Slotssø 1999		18-mar	07-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
Station: Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS Dybde: Blanding Emne: Dyreplankton artsliste og antal/liter													
Dato:													
CILIATA - CILIATER													
Epistylis spp.	X				X	X							X
Strombidium/Strombidium spp.	551.7	2869.0		1103.5	441.4	183.9	551.7			3310.4	183.9	413.8	137.9
Tontonia/Lohmanniella spp.	551.7	441.4		110.3	551.7	183.9	367.8			4689.7	1471.3	48.0	137.9
Tintinnider spp.	7117.4	14786.4		110.3	772.4	1103.5	8459.9	2482.8				183.9	
Tintinnopsis spp.	220.7	3420.7		220.7	1103.5			137.9		551.7			
Ciliater <20 µm	51642.2	49324.9		2979.4	19641.7	15080.7	18758.9	10345.0	80277.2	9195.6	3678.2	524.1	717.3
Ciliater 20-100 µm	551.7	993.1		827.6	1103.5	919.6	183.9	551.7	3310.4	2023.0	505.8		
Ciliater <20 µm ellipse		220.7		110.3		367.8		275.9	275.9	92.0			
Ciliater 20-100 µm ellipse	331.0	551.7				551.7	183.9	7172.5	551.7	827.6			
Ciliater >100 µm ellipse	3.3			17.8		667.9	11.1	167.0					
Coleps spp.	110.3	331.0		165.5	551.7	1839.1	735.6	2069.0	551.7	459.8	46.0		
Trichodina spp.							367.8		551.7	183.9	92.0	27.6	27.6
Vorticella spp.		331.0		55.2	110.3	367.8	1103.5	275.9	551.7	643.7	46.0	27.6	27.6
Askenasia spp.	110.3					183.9			551.7	367.8			
Didinium spp.	110.3								551.7	183.9	46.0		
ROTATORIA - HJULDYR													
Rotatorier spp. (ubestemte)								5.6	81.6	5.6			
Brachionus angularis	8.3	46.8				204.1	133.6	16.7	14.8	16.7	3.7	2.2	
Brachionus calyciflorus	0.2		3.7										
Brachionus quadridentatus									7.4				
Keratella cochlearis	81.8	160.3		264.9	55.1	341.4	1502.8	3562.2	1150.3	1218.9	413.7	20.0	
Keratella cochlearis hispida											9.3	1.1	
Keratella cochlearis tecta											24.1	1.1	
Keratella quadrata	111.9	178.1		311.7		7.4	378.5	2515.8	586.3	395.2	33.4		
Anuraeopsis fissa						44.5	55.7	22.3	341.4	5.6			
Kellicottia longispina						14.8	44.5	267.2	912.8	5.6			
Notholca squamula		6.7		180.3	15.0	48.2	22.3		14.8	11.1	27.8	2.2	
Notholca squamula		6.7											
Euchlanis dilatata								5.6	7.4				
Lepadella spp.													
Colurella spp.		2.2					66.8						
Trichocerca birostris						1.7	11.1	55.7	50.1	22.3	5.6	1.9	
Trichocerca capucina													
Trichocerca insignis													
Trichocerca pusilla						3.7	4241.2	445.3	690.2	11.1			

## Bilag 5.4

Dato:	18-mar	07-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
ROTA TORIA - HJULDYR, forts.												
<i>Polyarthra remata</i>						14.8	11.1					
<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	45.1	180.3		100.2		18.6	11.1	5.6			11.1	
<i>Synchaeta</i> spp.	13.4	8.9		2.2								
<i>Synchaeta</i> spp. (lille)		95.7	8.9									
<i>Asplanchna priodonta</i>	0.2			4.7								
<i>Porpholyx sulcata</i>				15.6	91.8	445.3	612.2	256.0	1402.6	111.3	57.5	2.2
<i>Filinia longiseta</i>	3.3	8.9		22.3		3.7	11.1	22.3	378.5	456.4	7.4	
<i>Conochilus natans</i>	33.4	60.1										
<i>Conochilus unicornis</i>		2.2		33.4	36.7	141.0				5.6		12.2
<i>Collotheca</i> spp.				6.7		11.1	22.3		81.6	77.9	3.7	
CLADOCERA - CLADOCERER												
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>					0.5	5.9	15.1	9.5	5.8	0.9		0.2
<i>Ceriodaphnia puichella</i>								1.2				
<i>Daphnia</i> spp. hun			0.4	3.6								
<i>Daphnia</i> spp. han												
<i>Daphnia cucullata</i>			0.4	19.0	83.1	159.7	37.8	185.2	14.2	6.2	38.7	17.1
<i>Daphnia galeata</i>			0.4	3.6				0.6		0.4	0.9	
<i>Daphnia hyalina</i>				3.6							1.3	0.7
<i>Bosmina</i> spp. han				1.2								
<i>Bosmina coregoni</i>			3.0	4.7	2.1	11.3	8.9	8.3	40.1	24.5	41.0	28.9
<i>Bosmina longirostris</i>			129.5	239.9						0.4		
<i>Alona quadrangularis</i>	5.1	10.5	0.4	1.2								
<i>Alona rectangularis</i>												
<i>Chydorus sphaericus</i>			0.7	7.1	45.7	49.3	41.0	97.4	94.0	28.1	1.8	1.3
<i>Leptodora kindtii</i>									X			
COPEPODA - COPEPODER												
<i>Calanoida nauplier</i>	13.4	35.6		269.4	15.0	11.1	22.3	16.7	51.9	239.3	24.1	2.2
<i>Calanoida copepoditer</i>	2.7	13.4	15.2	98.6	71.2	20.8	8.5	8.3	29.4	19.6	48.5	4.0
<i>Eudiaptomus graciloides</i> hun	1.8	4.5	7.8	14.2	2.1	4.7	4.5	5.3	2.7	12.5	10.2	
<i>Eudiaptomus graciloides</i> han	2.2	1.1	11.1	7.1	1.6	4.2	5.8	10.7	2.2	23.2	13.8	11.1
<i>Cyclopoide nauplier</i>	25.0	191.5		180.3	65.1	66.8	44.5	116.9	66.8	11.1	9.3	8.9
<i>Cyclopoide copepoditer</i>	5.3	8.5	28.2	15.4	0.5			0.6	0.9	0.9	7.1	1.3
<i>Cyclops</i> spp. han	5.1	4.7	1.1								0.9	0.2
<i>Cyclops vicinus</i> hun	3.3	4.0	1.1								0.4	0.2

Dato:	18-mar	07-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt	09-nov
COPEPODA - COPEPODER, forts.												
Mesocyclops /Thermo. copepodifer		15.8	1.1	55.8	6.8	16.6	14.7	48.1	107.8	33.8	26.3	1.1
Mesocyclops leuckarti hun		7.1	13.7	2.4	6.2	0.6	10.2	11.9	4.5	1.3	1.3	
Mesocyclops /Thermo. han		17.1	6.7		4.2	3.6	8.9	16.6	5.3			
BIVALVIA - MUSLINGER												
Dreissena polymorpha						0.6			14.8			

## Bilag 5.5

Sag: Frederiksborg Slotssø 1999														
Station:														
Konsulent: Miljøbiologisk Laboratorium ApS														
Dybde: Blanding														
Emne: Dyrplankton potentiel fødeoptagelse ( $\mu\text{g C/l/døgn}$ )														
	Dato:											Vægtet gns. 01-maj		
	18-mar	07-apr	29-apr	19-maj	10-jun	01-jul	22-jul	10-aug	02-sep	23-sep	14-okt		09-nov	
$\mu\text{g C/l/døgn}$														
CILIATER	108.73	219.39		60.70	68.25	739.43	63.42	98.84	137.34	40.15	14.83	10.33	138.76	166.47
ROTATORIER	10.66	27.48	1.42	24.19	1.82	14.05	27.86	16.49	45.54	13.77	4.98	0.36	17.00	19.65
CLADOCERER	3.84	6.67	90.09	166.47	69.63	108.07	75.25	175.50	57.99	24.37	69.38	42.53	78.56	98.16
CALANOIDE COPEPODER	6.14	12.74	35.72	78.83	43.99	23.26	16.51	23.78	19.95	71.32	64.95	15.88	36.83	38.69
CYCLOPOIDE COPEPODER	5.50	15.89	26.93	25.25	3.52	3.64	4.45	13.19	16.23	10.93	12.58	2.09	12.62	11.94
MUSLINGER						0.47			0.48				0.09	0.14
TOTAL	134.87	282.16	154.16	355.45	187.21	888.93	187.49	327.80	277.53	160.53	166.71	71.18	283.86	335.04
procent														
CILIATER	81	78	0	17	36	83	34	30	49	25	9	15	49	50
ROTATORIER	8	10	1	7	1	2	15	5	16	9	3	1	6	6
CLADOCERER	3	2	58	47	37	12	40	54	21	15	42	60	28	29
CALANOIDE COPEPODER	5	5	23	22	23	3	9	7	7	44	39	22	13	12
CYCLOPOIDE COPEPODER	4	6	17	7	2	0	2	4	6	7	8	3	4	4
MUSLINGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Antal < 10 cm	Garn	Min.	Max.	EI	Min.	Max.
Brasen	1.4	1.2	1.6	0.2	0.1	0.2
Skalle	77.2	50.7	117.6	73.8	28.5	191.6
Aborre	18.2	10.1	32.7	13.8	7.4	25.9
Sandart	1.9	1.3	3.0	0.0	0.0	0.0
Hork	12.5	7.3	21.3	0.3	0.2	0.5
Gedde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Regnløje	0.4	0.2	0.6	1.0	0.5	1.9
Rudskalle	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Suder	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2
Karusse	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brxsk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum	111.6	80.5	154.8	89.3	40.2	198.7

*Beregnete CPUE-værdier i antal for fisk < 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Frederiksborg Slotssø 1998 med angivelse af 95% konfidensgrænser.*

Antal > 10 cm	Garn	Min.	Max.	EI	Min.	Max.
Brasen	3.8	2.8	5.2	0.0	0.0	0.0
Skalle	29.7	20.5	42.9	11.8	4.3	32.4
Aborre	3.4	2.1	5.6	10.7	6.2	18.2
Sandart	0.5	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0
Hork	1.2	0.8	1.8	0.0	0.0	0.0
Gedde	0.1	0.1	0.1	0.7	0.5	1.0
Regnløje	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rudskalle	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2
Suder	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Karusse	0.2	0.2	0.3	1.0	0.5	2.2
Brxsk	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Sum	39.4	28.9	53.6	24.3	12.3	48.0

*Beregnete CPUE-værdier i antal for fisk > 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Frederiksborg Slotssø 1998 med angivelse af 95% konfidensgrænser.*

## Bilag 5.6

Vægt < 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	EI	Min.	Max.
Brasen	11.5	7.7	17.0	0.2	0.2	0.3
Skalle	585.3	367.5	932.0	237.2	93.2	603.9
Aborre	61.7	31.0	122.9	95.6	46.1	198.3
Sandart	6.3	3.4	11.5	0.0	0.0	0.0
Hork	82.6	46.9	145.7	3.7	1.0	14.3
Gedde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Regnløje	0.9	0.4	2.0	1.0	0.5	2.0
Rudskalle	0.8	0.4	1.7	0.0	0.0	0.0
Suder	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	2.4
Karusse	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brxsk	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
Sum	749.4	513.2	1094.1	338.7	149.9	765.4

Beregnete CPUE-værdier i vægt for fisk < 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Frederiksborg Slotssø 1998 med angivelse af 95% konfidensgrænser.

Vægt > 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	EI	Min.	Max.
Brasen	629.4	328.5	1205.9	0.0	0.0	0.0
Skalle	1726.3	1193.9	2496.0	355.5	105.7	1195.4
Aborre	240.8	126.6	458.1	306.8	131.9	713.7
Sandart	932.3	46.4	18722.7	0.0	0.0	0.0
Hork	20.2	4.9	82.5	0.0	0.0	0.0
Gedde	75.4	4.7	1214.4	542.2	14.8	19865.3
Regnløje	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rudskalle	15.6	2.4	102.5	20.6	2.6	163.4
Suder	53.2	3.5	813.8	0.0	0.0	0.0
Karusse	202.1	9.3	4413.8	712.1	12.9	39349.7
Brxsk	13.7	1.9	100.7	0.0	0.0	0.0
Sum	3908.9	3340.2	4574.4	1937.2	694.9	5399.8

Beregnete CPUE-værdier i vægt for fisk > 10 cm ved garn- og elfiskeriet i Frederiksborg Slotssø 1998 med angivelse af 95% konfidensgrænser.



0206513

DANMARKS  
MILJØUNDERSØGELSEH  
BIBLIOTEKET  
Vejsøvej 25, Postboks 314  
8600 Silkeborg

Fre-lokalitet

Danmarks Miljøundersøgelser - BIBLIOTEKET  
Vejsøvej 25, DK-8600 Silkeborg



3437079292