



Ringkjøbing Amt  
Teknik og Miljø



# Vandmiljøovervågning

Ferring Sø 2003

Maj 2004

Sagsbehandlere:

Mads Nedergaard  
Karen Brink Nielsen  
Henning Fjord Aaser

Vandmiljøovervågning

Ferring Sø  
2003

## Indholdsfortegnelse

Forord	1
1. Resume	2
2. Indledning	6
3. Klimatiske forhold	7
4. Oplandsbeskrivelse	10
4.1 Beliggenhed og morfometri	10
4.2 Kilder til næringsstofbelastning	11
4.3 Målsætning og anvendelse	13
5. Vand- og næringsstofbalancer	14
5.1 Vandbalance	15
5.1.1 Vandstand og volumenændringer	15
5.2 Næringsstofbalancer	17
5.2.1 Næringsstofbelastning af Ferring Sø	20
6. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold	23
7. Plankton	35
7.1 Fytoplankton 2003	35
7.2 Zooplankton 2003	37
7.3 Fytoplanktonets egnethed som føde for zooplanktonet	38
7.3.1 Fytoplanktonets sammensætning	38
7.3.2 Zooplanktonets sammensætning	39
7.3.3 Græsning	39
7.4 Samspil mellem fyto- og zooplankton samt fysisk-kemiske faktorer	41
7.5 Fytoplankton 1987, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1997-2003	44
7.6 Zooplankton 1987, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1997-2003	45
7.7 Samspil mellem fyto- og zooplankton	47
7.7.1 Størrelsesfordeling	47
7.7.2 Græsning	47

8. Vegetation .....	54
8.1 Indledning .....	54
8.2 Vegetationen i Ferring Sø .....	54
8.2.1 Undervandsvegetation .....	54
8.2.2 Udbredelse og hyppighed .....	55
8.2.3 Dækningsgrad og plantefyldt volumen .....	59
8.2.4 Dybdeudbredelse .....	64
8.3 Flydeblsvegetation .....	65
8.4 Rørsumpvegetation .....	65
8.5 Samlet vurdering .....	69
9. Fiskeyngel .....	73
9.1 Indledning .....	73
9.2 Resultater .....	73
9.3 Diskussion .....	79
10. Fisk .....	85
10.1 Indledning .....	85
10.2 Resultater .....	85
10.3 Vurdering af fiskebestanden .....	91
11. Det biologiske sammenspil .....	97
12. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller .....	98
13. Sediment .....	99
13.1 Indledning .....	99
13.2 Sedimentundersøgelser 2003 .....	99
13.2.1 Metode og prøveudtagning .....	99
13.2.2 Resultater .....	100
13.3 Vurdering af fosforpuljen i Ferring Sø .....	101
14. Konklusion .....	102
15. Referencer .....	104



## Forord

Ringkjøbing Amt har i henhold til Miljøbeskyttelsesloven pligt til at føre tilsyn med miljøtilstanden i vandløb, søer og kystnære områder. Derudover har amtet i henhold til Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (NOVA 1998-2003) endvidere pligt til hvert år at gennemføre et intensivt tilsyn med de særligt udvalgte søer Ferring Sø og Søby Sø.

Undersøgelserne i Ferring Sø og Søby Sø afrapporteres efter de retningslinier, der er afstukket af Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser, og undersøgelsesresultater indberettes årligt til Danmarks Miljøundersøgelser, som forestår den landsdækkende afrapportering.

Denne rapport indeholder en præsentation og vurdering af undersøgelsesresultater og data indsamlet for Ferring Sø i 2003. Disse data er endvidere indføjjet i de eksisterende tidsserier, og der er foretaget en vurdering af udviklingen i søen frem til og med 2003.

Ferring Sø er i forbindelse med revisionen af Vandmiljøplanens overvågningsprogram i 1997 indgået som en ny sø i det nationale Overvågningsprogram NOVA 1998-2003.

## 1. Resume

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet i 1997 blev Ferring Sø, som følge af et ønske om at der skulle indgå flere brakvandssøer i programmet, omfattet af Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet, 1998-2003 (NOVA 2003).

Ferring Sø er beliggende nord for Ferring i Lemvig Kommune. Den ca. 317 ha store sø, er beliggende på det marine forland kun få hundrede meter fra Vesterhavet. Oplandet til søen, der udgør et areal på ca. 17 km<sup>2</sup>, består primært af intensivt dyrkede landbrugsarealer. Oplandet afvandes via 3 mindre vandløb samt nogle kanalagtige og delvis rørlagte bække. Søen har afløb til Limfjorden gennem Veserne og Hygum Nor.

I forhold til middelnedbøren for perioden 1983-1998 var nedbøren i 2003 ca. 13,9% mindre, og 2003 var således et tørt år. Vandtilførslen via overfladeafstrømning i 2003 udgjorde 3,34 mio. m<sup>3</sup>, hvilket er på niveau med tilstrømning i det tørre år 1997 og en ca. 65% mindre tilstrømning end det meget våde år 1999.

Næringsstofftilførslen til Ferring Sø er i høj grad afhængig af vandtilførslen fra oplandet til søen. Fosfortilførsel fra oplandet til Ferring Sø i 2003 er beregnet til 0,395 tons, hvilket er lavere end belastningen i 1997. Fosfortilførslen fra oplandet var 0,53 tons i det tørre år 1997. Der kan dog ikke spores nogen entydig udvikling i den samlede fosforbelastning til Ferring Sø, eller i de vandføringsvægtede koncentrationer af fosfor og kvælstof i de 3 tilløb til søen.

Kvælstofbelastningen fra oplandet er beregnet til 25,6 tons i 2003, hvilket er på niveau med kvælstofbelastningen i det meget tørre år 1997.

Det væsentligste bidrag til kvælstof- og fosforbelastningen fra oplandet til Ferring Sø kom i 2003 fra det åbne land eksklusiv spredt bebyggelse. Således udgjorde bidraget fra det åbne land 77% af fosforbelastningen og 98% af kvælstofbelastningen fra oplandet til søen i 2003.

På trods af at der ikke kan spores nogen entydig udvikling i fosforbelastningen til Ferring Sø er den gennemsnitlige fosforkoncentration på årsbasis i søvandet reduceret fra et niveau på 0,37-0,55 mg/l i perioden 1990-1994 til et niveau på ca. 0,26 mg/l i årene 1995 og

1997-2003. Faldet i fosforniveauet i søen er sammenfaldende med gennemførelsen af omfattende kloakeringer i oplandet til søen.

I modsætning til fosforkoncentrationen er kvælstofkoncentrationen ikke reduceret i Ferring Sø i perioden 1990-2003. Kvælstofkoncentrationen er fortsat på et højt niveau med en årgennemsnitlig koncentration i 2003 på 4,2 mg N/l.

Effekten af de høje næringstofkoncentrationer er høje biomasser af planteplankton, som er domineret af blågrønalger og grønalger. Planteplanktonbiomassen har i perioden 1987-1995 udvist en faldende tendens, hvilket er sammenfaldende med den reducerede fosforkoncentration i søen i samme periode. Planteplanktonbiomassen i sommerperioden er reduceret med ca. 80% i perioden 1990-2001. På trods af den kraftige reduktion er planteplanktonbiomassen i 2003 med en årgennemsnitlig biomasse på 22 mm<sup>3</sup>/l stadig på et meget højt niveau.

Dyreplanktonet var i 2003 domineret af den calanoide vandloppe *Eurytemora affinis*, der på årsbasis udgjorde 94% af den gennemsnitlige biomasse på 4,8 mm<sup>3</sup>/l. Dyreplanktonbiomassen i Ferring Sø er lav som følge af prædationstrykket fra hundestejler og mysider. Den lave dyreplanktonbiomasse medfører, at dyreplanktonet ikke er i stand til at regulere planteplanktonet.

Reduktion i planteplanktonbiomassen i perioden 1994-1998 kan spores i en øget sigtddybde. Den gennemsnitlige sigtddybde i sommerperioden er øget fra 0,22 m i 1994 til 0,4 m i 1998. I 2003 har sigtddybden i gennemsnit i sommerperioden været 0,29 m og sigtddybden i Ferring Sø er således stadig på et meget lavt niveau.

Den ringe sigtddybde er den væsentligste årsag til, at udbredelsen af undervandsvegetation i Ferring Sø er meget sparsomt. Undersøgelsen af vegetationen, i Ferring Sø i 2003 viste, at der var en moderat artsrig undervandsvegetation, idet der blev registreret 10 arter, hvilket omfattede 6 arter af blomsterplanter og 4 arter af kransnål alger. Alle arter var brakvandstålende bortset fra en enkelt, som fåtalligt blev registreret i opblandingszonen ved udmundingen af vandløb til søen.

Det samlede plantedækkede areal i Ferring Sø blev i 2003 opgjort til 204.544 m<sup>2</sup>, hvilket svarer til en gennemsnitlig dækningsgrad på 6,7%. Over 85% af søens plantedækkede areal findes på det helt lave vand (0.25-0.75 m), hvor 10 til 30% af bundarealet er plantedækket.

På dybere vand var vegetationen meget spredt og dækkede her, mindre end 5% af søbunden.

Fiskefaunaen i Ferring sø er karakteriseret ved en dominans af *aborre og smelt*. Der blev registeret 7 arter ved fiskeundersøgelsen i 2003, hvilket er et markant skift i fiskebestandens artssammensætning og biomasse. Således at søen idag har en mere alsidig artssammensætning end ved undersøgelsen tilbage til 1998.

Den totale fosforpulje i sedimentet vurderedes i 2003 til at ligge på niveau med sedimentundersøgelsen fra 1998. I 1998 vurderedes fosforpuljen at udgøre ca. 42-83 tons, og den potentielt frigivelige fosforpulje skønnes at være ca. 21 tons. Den potentielt frigivelige fosforpulje er således relativ høj, svarende til hvad der findes i andre eutrofe søer, der har været belastet med store mængder fosfor.

Ferring Sø er i Regionplanen for Ringkjøbing Amt A1/A2/B-målsat. Denne målsætning er ikke opfyldt. Ferring Sø opfylder ikke de kvalitetskrav, der er opstillet i regionplanen, hverken med hensyn til kravene om et alsidigt plante- og dyreliv eller med hensyn til kravene til sigtddybde, fosforniveau og badevandskvalitet.



<b>Nøgletal for Ferring Sø, 2003</b>		
Vandtilførsel	Opland I alt	3,34 mio. m <sup>3</sup> 8,8 mio. m <sup>3</sup>
Næringsstofbelastning (opland)	Fosfor	0,39
	Kvælstof	26 tons
Næringsstofbelastning (I alt)	Fosfor	1,17
	Kvælstof	44,1 tons
Kilder til fosforbelastning	Åbent land	0,3 tons
	Spildevand	0,091 tons
	Afløb (Veserne)	0,659 tons
Kilder til kvælstofbelast.	Åbent land	25,8 tons
	Spildevand	0,41 tons
	Afløb (Veserne)	13 tons
Søkoncentrationer, årsgns.	Total fosfor	0,26 mg/l
	Total kvælstof	4,2 mg/l
sommerngs.	Fytoplanktonbiomasse	22,3 mm <sup>3</sup> /l
	Zooplanktonbiomasse	4,5 mm <sup>3</sup> /l
Målsætning i Regionplan 2001-2005	A1/A2/B	Ikke opfyldt
	Badevandskvalitet	Ikke opfyldt
	Krav til fosforkonc.	Ikke opfyldt
	Krav til sigtddybde	Ikke opfyldt
	Alstidigt dyre- og planteliv	Ikke opfyldt



## 2. Indledning

Ferring Sø er i en årrække blevet forurenet med næringsstoffer fra oplandet til søen. Forureningen har betydet at søen fremstår som en meget næringsrig sø, med en stor fytoplanktonbiomasse og lav sigtdybde. I løbet af 1970'erne og 1980'erne reduceredes antallet af fiskearter i søen markant som følge af den forringede vandkvalitet. Den dårlige vandkvalitet og forekomsten af potentielt giftige alger har desuden medført, at der er indført badeforbud i søen.

For at forbedre miljøtilstanden i søen iværksatte Ringkjøbing Amt i samarbejde med Thyborøn-Harboøre og Lemvig kommuner i 1992 en handlingsplan til nedbringelse af fosforbelastningen fra oplandet til søen.

Som led i handlingsplanen afskar Lemvig Kommune gennem kloakering belastningen fra 4 mindre bysamfund. Derudover påbød Lemvig Kommune nedsivning og forbedret rensning ved en række private spildevandsanlæg i oplandet til søen.

Thyborøn-Harboøre Kommune har som sin del af indsatsen til nedbringelse af fosforbelastningen til Ferring Sø etableret en ny drækanal således at drænvandet fra Vejlbj Enge nord for søen i stedet ledes mod nord til Veserne.

Kommunernes samlede indsats i forbindelse med handlingsplanen afsluttedes med udgangen af 1996.

I forbindelse med udarbejdelsen og opfølgningen af handlingsplanen har Ringkjøbing Amt ført tilsyn med miljøtilstanden i Ferring Sø.

I perioden 1992-1994 er der desuden foretaget et biomanipulationsforsøg med udsætning af regnbueørred som rovfisk. Forsøget blev foretaget af Danmarks Fiskeriundersøgelser og Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med Ringkjøbing Amt.

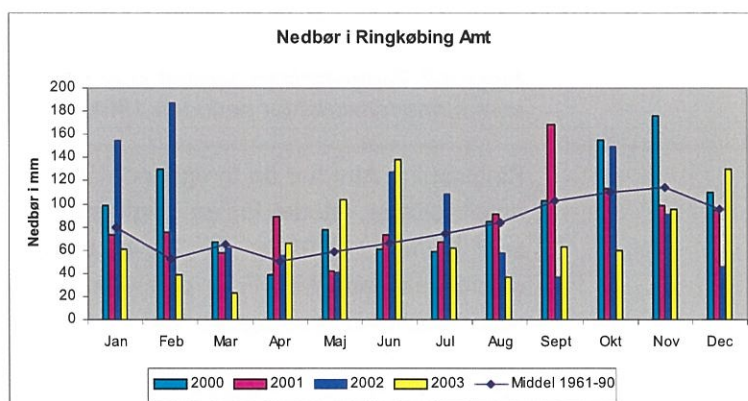
### 3. Klimatiske forhold

#### Nedbør

De klimatiske forhold kan direkte eller indirekte have indflydelse på miljøtilstanden i søer.

I følge Danmarks Metrologiske Institut faldt der som gennemsnit 728 mm (ukorrigeret) nedbør i Ringkøbing Amt i 2003. I forhold til langtidsnormalen på 820 mm for perioden 1961-1990, var 2003 et tørt år, med nedbør ca. 11,2 % mindre end langtidsnormalen. Nedbørmængden var i 2003 ca. 13,9 % mindre end middelnedbøren på 846 mm for perioden 1983-1998.

De korrigerede månedsværdier for nedbør i Ringkøbing Amt fremgår af figur 3.1. Figuren viser, at månedsmiddelnedbøren i januar, februar, marts, juli, august, september, oktober og november 2003 var lavere end gennemsnittet for perioden 1961-1990. I juni måned 2003 faldt der 138 mm nedbør i Ringkøbing Amt, det er dobbelt så meget som gennemsnittet for perioden 1961 - 1990. De resterende månedsværdier (april, maj og december) for 2003 er lidt højere end gennemsnittet for perioden 1961 - 1990.



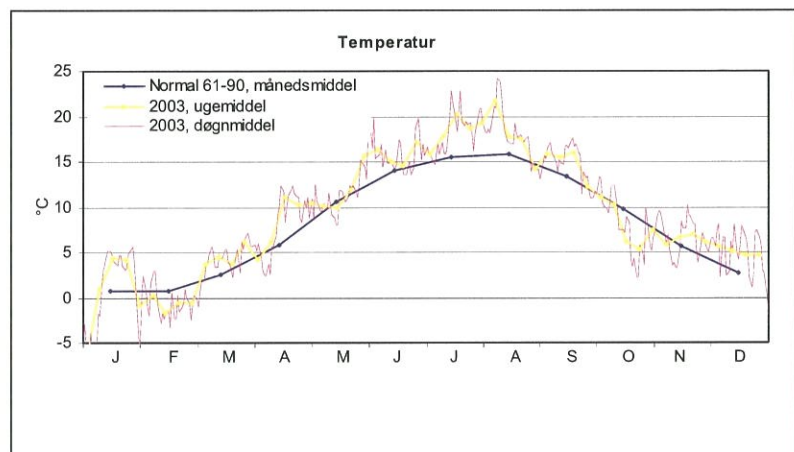
Figur 3.1: Månedslige korrigerede nedbørmængder i Ringkøbing Amt fra 2000 til 2003. Langtidsnormalen for perioden 1961-1990 er medtaget i figuren.

#### Temperatur og solindstråling

Solindstrålingen og temperaturen har betydning for hastigheden af kemiske og biologiske processer i søen.

Til beskrivelse af temperatur og solindstråling ved Ferring Sø er der i det følgende anvendt data fra klimastationen ved Hvide Sande.

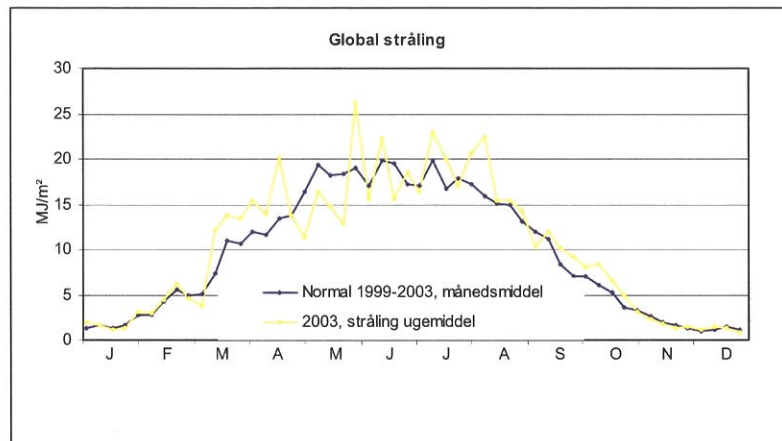
Af figur 3.2 fremgår det, at temperaturen er meget svingende fra januar til i begyndelsen af april i forhold til langtidsnormalen. Med temperaturer der ligger skiftevis over og under langtidsnormalen. Fra midt i april til oktober 2003 er temperaturen delvist højere eller på niveau med langtidsnormalen for perioden 1961-90. I oktober ligger temperaturen under langtidsnormalen, men stiger fra midt i november til december så den ligger over langtidsnormalen for perioden 1961-90.



Figur 3.2 Temperaturen angivet som døgn- og ugemiddel for 2003 og som månedsmiddel for perioden 1961-90 ved Hvide Sande.

Ringkjøbing Amt har de foregående år anvendt en langtidsnormal for antal soltimer, istedet for en langtidsnormal for solindstrålingen målt som MJ/M<sup>2</sup>. I 2003 er der blevet beregnet en langtidsnormal for solindstrålingen i MJ/M<sup>2</sup> for perioden 1999 - 2003, som den globale solindstråling sammenlignes med.

Figur 3.3 viser, at solindstrålingen i 2003 har ligget på niveau med langtidsnormalen i januar, februar og fra midt i august til december. I marts måned steg solindstrålingen til over langtidsnormalen, men faldt derefter til under langtidsnormalen fra sidst i april til sidst i maj. I slutningen af maj måned til midt i august lå solindstrålingen over langtidsnormalen, bortset fra den sidste halvdel af juni.

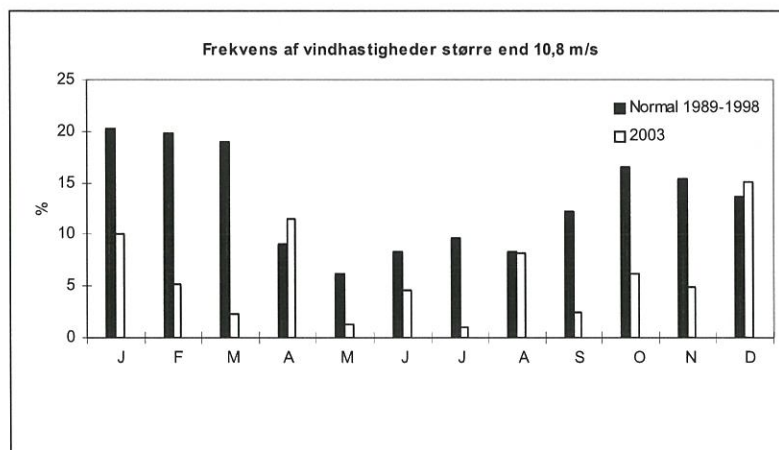


Figur 3.3 Solindstråling i 2003 (ugemiddel) og gennemsnitlig solindstråling pr. måned i perioden 1999-2003 (månedsmiddel).

## Vind

Til beskrivelse af vinden ved Ferring Sø, er der anvendt data fra klimastationen ved Hvide Sande. I lavvandede, vindeksponerede søer som Ferring Sø kan vinden forårsage resuspension og dermed have stor betydning for mængden af suspenderede stoffer i vandfasen, og dermed også på mængden af næringsstoffer og sigtgybden.

Af figur 3.4 fremgår det, at 2003 var et år med en lavere frekvens af vindhastigheder større end 10,8 m/s end i perioden 1989-1998. Bortset fra april og december måned, som havde større frekvens af vindhastigheder større end 10,8 m/s end i perioden 1989 - 1998.



Figur 3.4. Frekvens af vindhastigheder større end 10,8 m/s fordelt på årets måneder i 2003 og som gennemsnit for perioden 1989-98.



## 4. Oplandsbeskrivelse

### 4.1 Beliggenhed og morfometri

Ferring Sø er beliggende vest for Lemvig kun få hundrede meter fra Vesterhavet. Søen ligger på det marine forland, der er dannet ved landhævninger efter den sidste istid. Søen er dannet ved afsnøring fra Nordsøen som følge af sandaflejringer.

Søen afvander til Limfjorden via Veserne og Hygum Nor.

Ferring Sø er en lavvandet brakvandssø med en middeldybde på 1,4 meter og en maksimumdybde på 2,4 meter. Søen har et areal på ca. 317 ha, og et volumen på ca. 4,5 mio. m<sup>3</sup>. Søen er senest opmålt i 1989. De morfometriske data fremgår af tabel 4.1.

Overfladeareal, ha	317
Længde, km	3,6
Bredde, km	1,3
Volumen, mio. m <sup>3</sup>	4,46
Gns. dybde, m	1,4
Maks. dybde, m	2,4

Tabel 4.1. Morfometriske data for Ferring Sø ved vandspejlskote 0,21 m. o. DNN.

#### **Opland**

Ferring Sø har et topografisk opland på ca. 1700 ha. Oplandet afvandes via 3 mindre vandløb; Grydsbæk, Hestdal Bæk og Gåskærhus Grøft, samt nogle mindre kanalagtige, delvist rørlagte bække ved Gåskær, Sølyst, Nørre Bakhus og Vandborgbjerg (bilag 1). Frem til 1996 blev oplandet nord for søen afvandet via Vejlbj Enge pumpestation til Ferring Sø. Som en del af handlingsplanen til nedbringelse af fosforbelastningen fra oplandet til Ferring Sø, blev Vejlbj Enge pumpestation nedlagt, og vandet blev ledt mod nord til Veserne, gennem en delvis nygravet kanal.

#### **Jordbund**

Jordbunden i oplandet består fortrinsvis af sandede og lerede jordarter (tabel 4.2). Langt den største del af søens opland består af intensivt dyrket landbrugsjord med en del spredt bebyggelse (tabel 4.3). Kun en lille del af oplandet udgøres af naturarealer, der er omfattet af Naturbeskyttelseslovens §3. §3-områderne findes især langs selve søen, samt langs Grydsbæk, Hestdal Bæk og Gåskærhus grøft.



	ha	%
Sandblandet ler	1.231	72
Humus	22	1,3
Lerblandet sand	195	11,4
Grovsandet jord	34	2
Lerjord	136	7,9
Byzone, søer, skove mm.	4	0,2
Ikke klassificeret areal	88	5,1
Ialt	1.710	99,9

Tabel 4.2 Jordtypefordelingen i oplandet til Ferring Sø.

	ha	%
Dyrket ikke kunstvandet	1.218	71
Naturlige græsarealer	73	4
Komplekt dyrkningsmønster	419	25
Ialt	1.710	100

Tabel 4.3 Arealanvendelsen i oplandet til Ferring Sø (CORINE-kortlægning)

## 4.2 Kilder til næringsstofbelastning

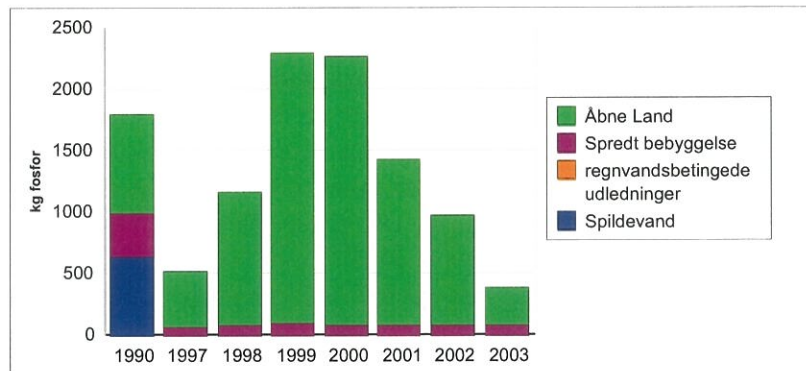
Ferring Sø er tidligere blevet belastet med næringsstoffer fra flere mindre bysamfund samt et mejeri. I dag er spildevandsbelastningen begrænset til kun at stamme fra et regnvandsbetinget udløb samt spredt bebyggelse. Den primære næringsstofbelastning fra oplandet til Ferring Sø stammede i 2003 fra det åbne land eksklusiv spredt bebyggelse. Det diffuse tab fra det åbne land udgjorde 304 kg fosfor i 2003 svarende til 77% af den samlede belastning fra oplandet. I 1990 udgjorde spildevandsbidraget en væsentlig større del af fosforbelastningen end i 2003. Spildevandsbidraget inklusiv bidraget fra den spredte bebyggelse er således reduceret fra ca. 1000 kg fosfor i 1990 til 91 kg i 2003 (figur 4.1).

Kvælstofbelastningen fra oplandet til Ferring Sø stammer næsten udelukkende fra det åbne land eksklusiv spredt bebyggelse. I 2003 udgjorde kvælstofbelastning fra det åbne land 98% af den samlede kvælstofbelastning på 25,8 tons kvælstof fra oplandet til Ferring Sø. Størrelsen af kvælstoftilfødsningen fra de enkelte kilder er ikke opgjort for 1990 (figur 4.2).

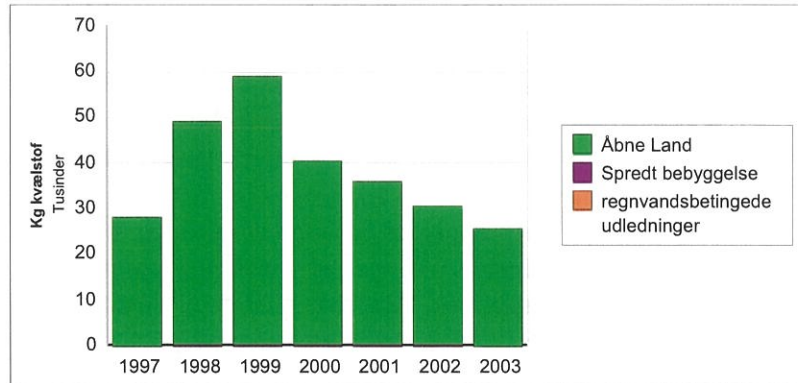
Den atmosfæriske deposition estimeres til at have bidraget med henholdsvis 32 kg fosfor og 4758 kg kvælstof i 2003.

Næringsstofbelastningen som følge af tilførsel af vand fra Vesperne gennem afløbet var forholdsvis stor i 2003. Fosforbelastningen ved tilførsel af vand fra Vesperne gennem afløbet til Ferring Sø udgjorde 659 kg fosfor i 2003 svarende til 57% af den samlede fosfortilførsel til Ferring Sø. Kvælstofbelastningen via afløbet er beregnet til 13 tons i 2003, hvilket svarer til 29% af den samlede kvælstoftilførsel.

Næringsstofftilførslen via grundvand er vurderet til at have udgjort henholdsvis 1061 og 985 kg fosfor samt 5,3 og 4,9 tons kvælstof i 1999 og 2000. I 2001, 2002 og 2003 er grundvandsbidraget beregnet til at have udgjort henholdsvis 56, 82 og 78 kg fosfor og 0,9, 0,8 og 0,75 tons kvælstof. Grundvandsbidraget i 2001, 2002 og 2003 er beregnet ud fra grundvandstilførslen baseret på den opstillede vandbalance og målinger foretaget i februar 2002 af næringsstofkoncentrationerne i det overfladenære grundvand tæt på søen. Grundvandsbidraget for 1999 og 2000 blev estimeret ud fra en skønnet grundvandstilstrømning og en skønnet næringsstofkoncentration i grundvandet og må derfor antages at være væsentlig mere upræcise end det beregnede grundvandsbidrag for 2001, 2002 og 2003.



Figur 4.1 Fosforbidraget fra oplandet til Ferring Sø fordelt på belastningskilder i årene 1990, 1997-2002 og 2003. I 1990 indgår regnvandsbetingede udledninger i spildevandsbidraget.



Figur 4.2 Kvælstofbidraget fra oplandet til Ferring Sø fordelt på belastningskilder i årene 1997-2002 og 2003.

### 4.3 Målsætning og anvendelse

Ferring Sø er i Regionplan 2001-2005 målsat A1/A2/B, dvs. som et naturvidenskabeligt interesseområde med et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv. A1-målsætningen henfører til, at der er konstateret odder i søsystemet. A2-målsætningen henfører til, at søen skal kunne anvendes til badning.

B-målsætningen indebærer at fosforindholdet i søen ikke må overstige 0,075 mg P/l som årgennemsnit, og sommersigtedybden (1. Maj - 30. september) skal mindst være 1 meter. Derudover skal søen rumme et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv.

Søen anvendes i dag rekreativt til fiskeri og jagt. Der har pga. store tætheder af potentielt giftige alger, høj pH og meget uklart vand været badeforbud i Ferring Sø siden 1982.

Som følge af forureningen med næringsstoffer fra oplandet til søen fremstår Ferring Sø som en meget næringsrig sø. Uklart vand er den mest iøjnefaldende effekt af de omfattende næringsstofftilførsler, og målsætningen kan af denne og mange andre årsager ikke betragtes som opfyldt.

## 5. Vand- og næringsstofbalancer

Ved hjælp af en opstillet Dobler vandføringsmåler, som er i stand til kontinueret at måle vandføringen i begge retninger i afløbet, er det muligt at opstille en vand- og massebalance for Ferring Sø.

Grundlaget for opstilling af vand- og stofbalancer for Ferring Sø er de løbende målinger af vandføring og stofkoncentrationer i de 3 tilløb Grydsbæk, Gåskærhus Grøft og Hestdal Bæk samt i afløb fra Ferring Sø.

Målestationerne i tilløbene dækkede i 2003 et oplandsareal på i alt 1204,4 ha, benævnt det målte opland. De resterende 502,9 ha af det samlede opland benævnes det umålte opland. Det umålte opland er i beregningerne opdelt i et dyrket opland på 455,9 ha og et naturopland på 47 ha.

Beregningerne af vand- og næringsstofftilførslen fra den dyrkede del af det umålte opland er gennemført på grundlag af målingerne i Gåskærhus grøft. Det antages i den forbindelse, at den arealspecifikke afstrømning fra det umålte opland svarer til middelfafstrømningen fra Gåskærhus grøft, og at næringsstofindholdet i det tilstrømmende vand fra det umålte opland kan beskrives ved de vandføringsvægtede gennemsnitsindhold af næringsstoffer i vandet fra Gåskærhus grøft.

Beregningerne af vand- og næringsstofftilførslen fra den udyrkede del af det umålte opland er gennemført på grundlag af målingerne i Hestbæk, som er beliggende i et naturopland i Klosterheden Plantage. Det antages, at den arealspecifikke afstrømning fra det umålte naturopland svarer til middelfafstrømningen fra Hestbæk, og at næringsstofindholdet i det tilstrømmende vand fra det umålte naturopland kan beskrives ved de vandføringsvægtede gennemsnitsindhold af næringsstoffer i vandet fra Hestbæk.

Der kan i perioder strømme vand fra Vesperne til Ferring Sø ved tilbageløb gennem afløbet. Desuden kan der forekomme ind- og udsivning af vand gennem den smalle landtange mellem Vesterhavet og søen og mellem søen og grundvandet. Med opstilling af kontinuert vandføringsmåler i afløbet, som er i stand til at registre både indstrømmende og udstrømmende vandmængder er det muligt, at fastlægge størrelsen af vandtransporten gennem afløbet, og dermed har det været muligt at estimere grundvandstilstrømningen, og opstille en vand- og



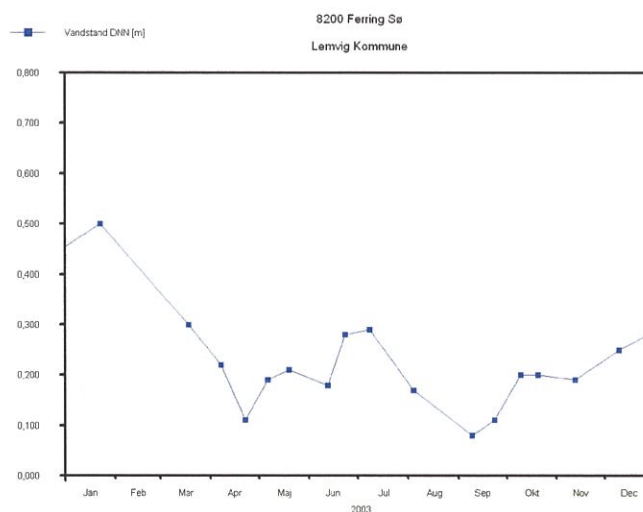
massebalance for søen. En eventuel vandudvekslingen gennem landtangen indgår i grundvandsbidraget.

Dokumentationen for vand- og massebalancen fremgår af bilag 2.

## 5.1 Vandbalance

### 5.1.1 Vandstand og volumenændringer

Vandspejlskoten i Ferring Sø varierede i 2003 mellem 0,08 og 0,50 m. o. DNN (fig. 5.1) svarende til en volumenforskel på ca. 1,35 mill. m<sup>3</sup>. Magasinændringen fra 1. Januar 2003 til 1. Januar 2004 udgjorde -0,57 mill. m<sup>3</sup>. Vandstanden blev registreret på skalapæl i forbindelse med tilsynene.

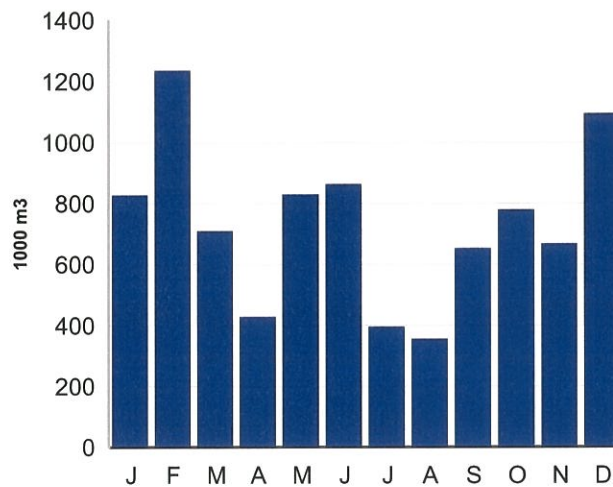


Figur 5.1 Årstidsvariation i vandstand i Ferring Sø 2003.

Variationen i de samlede tilførte vandmængder inklusiv nedbør på månedsbasis til Ferring Sø i 2003 er vist på figur 5.2.

Udvekslingen med grundvandet inklusiv udveksling over landtangen er beregnet til en nettofraførsel på 0,17 mio. m<sup>3</sup> i 2003. Den tilførte vandmængde via afløbet er beregnet til at have udgjort 2,9 mio. m<sup>3</sup>.





Figur 5.2 Variationen i den månedlige bruttotilførsel af vand til Ferring Sø inklusiv nedbør, netto grundvand og tilførsel via afløb, 2003.

I tabel 5.1 er den overfladiske tilstrømning i overvågningsperioden 1989-2003, fordelt på de enkelte tilløb angivet for de år hvor der foreligger data.

Vandtilstrømningen fra oplandet udgjorde i 2003 3,34 mio. m<sup>3</sup>, hvilket er på niveau med tilstrømningen i det meget tørre år 1997.

	Vand mio. m <sup>3</sup>									
	1989	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Grydsbæk	1,99	2,92	1,54	2,84	4,11	3,49	2,74	2,67	1,44	
Hestdal Bæk	1,2	1,01	0,59	0,87	1,58	1,38	1,27	0,8	0,56	
Gåskærhus Grøft	0,57	0,77	0,3	0,66	1,14	1,07	0,87	0,55	0,35	
Vejlby Enge		0,95								
Målt ialt	3,76	5,65	2,43	4,37	6,83	5,94	4,88	4,02	2,35	
Umålt dyrket	1,47	1,57	0,73	1,64	2,83	2,66	2,17	1,35	0,87	
Umålt natur	0,11	0,12	0,06	0,07	0,09	0,12	0,13	0,15	0,12	
Ialt	5,32	7,34	3,22	6,09	9,75	8,72	7,18	5,52	3,34	

Tabel 5.1 Overfladisk vandtilstrømning til Ferring Sø 1989-1990, og 1997-2003.

## 5.2 Næringsstofbalancer

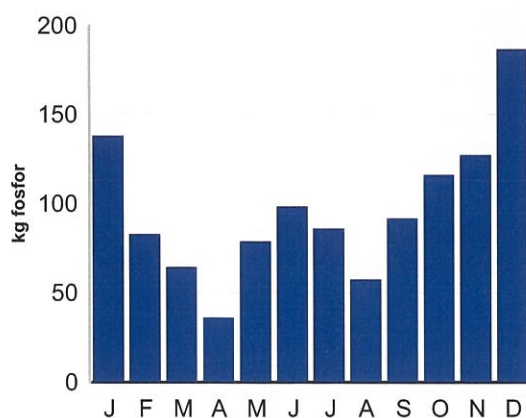
Som det fremgår af ovenstående kan der som følge af den kontinuerede registrering af vandføringen i afløbet opstilles næringsstofbalancer for Ferring Sø.

### Fosfor

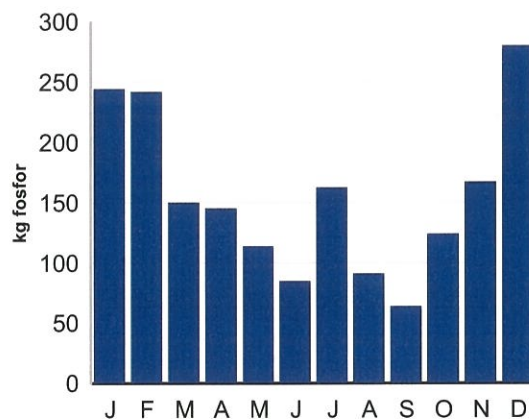
Fosfortilførslen til Ferring Sø i 2003 inklusiv bidrag fra grundvand og tilførsel gennem afløbet, præsenteret på månedsbasis, fremgår af figur 5.3. Fosfortilførslen var størst i januar, november og december, som følge af stor afstrømning fra oplandet kombineret med en stor tilførsel via afløbet. Fosfortilførslen i januar, november og december udgjorde alene 39% af den samlede fosforbelastning i 2003. I sommerperioden var fosfortilførslen, på trods af den lave afstrømning, forholdsvis stor som følge af tilførsel af næringsrigt vand via afløbet og en forholdsvis stor afstrømning fra oplandet i maj og juni.

Tilførslen via afløbet udgjorde i 2003 ca. 57% af den samlede fosfortilførsel på årsbasis og ca. 52% af tilførslen i sommerperioden (maj-sept.).

Den samlede fraførsel af fosfor var 1,87 tons fosfor i 2003. Den årlige fosfortilbageholdelse udgjorde -61% af den samlede fosfortilførsel, hvilket svarer til at fosforafkastning på ca. 844 kg fosfor (fig. 5.4). Bortset fra månederne juni og september var der en negative fosfortilbageholdelse, hvilket indikerer at søen noget atypisk også aflaster fosfor i foråret og i efterårs- og vintermånederne.



Figur 5.3 Tilførte fosformængder til Ferring Sø på månedsbasis i 2003 (inklusive atmosfærisk deposition, indsivning via landtangen og grundvand, og tilførsel via afløbet).



Figur 5.4 Totale fraførte fosformængder fra Ferring Sø på månedsbasis i 2003.

### Kvælstof

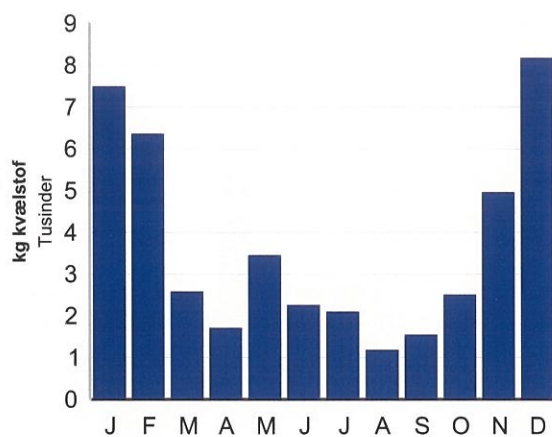
Kvælstoftilførslen til Ferring Sø var meget stor i januar, februar og december 2003 (figur 5.5). Tilførslen i de 3 måneder udgjorde alene ca. 50% af den samlede årlige kvælstoftilførsel på 44,3 tons i 2003.

Kvælstoftilførslen via afløbet udgjorde i 2003 ca. 29% på årsbasis og 40% i sommerperioden (maj-sept.).

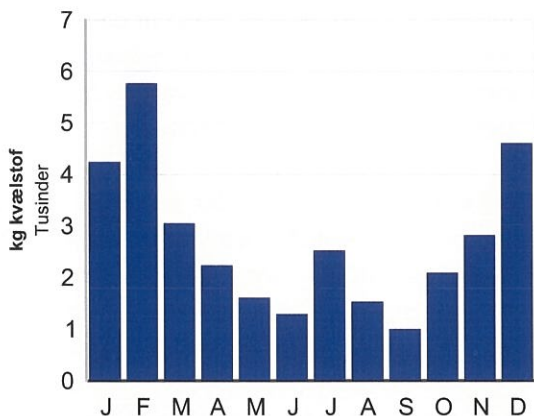
Fraførslen af kvælstof via afløbet og tab til grundvand var på 32,7 tons i 2003 hvilket svarer til en samlet kvælstoftilbageholdelse på 26% i 2003 (figur 5.6). På månedsbasis varierede kvælstoftilbageholdelse mellem 53% i maj og -30% i april.

De negative kvælstoftilbageholdelser kan ikke umiddelbart forklares. Med den anvendte metodik blev der i 2001 beregnet en fosforbalance tæt på 0 og en kvælstoftilbageholdelse på ca. 26%. I 2002 var der en beregnet negativ fosfortilbageholdelse på -25% af den samlede fosfortilførsel, og en positiv kvælstoftilbageholdelse på 28%.

I de to seneste år er der ifølge beregningerne samlet blevet fraført ca. 1,3 ton fosfor mere end der er tilført Ferring Sø.



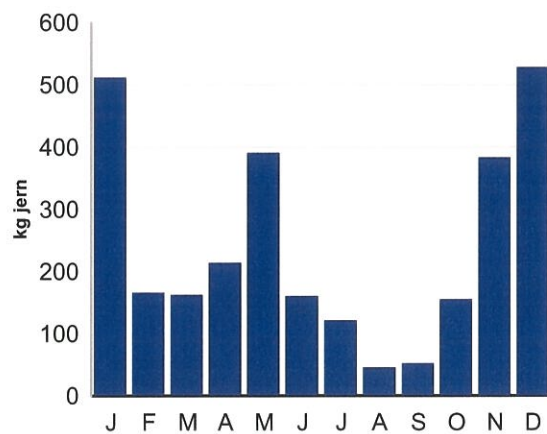
Figur 5.5 Tilførte kvælstofmængder til Ferring Sø på månedsbasis i 2003 (inklusive atmosfærisk deposition, indsivning via landtangen og grundvand, samt tilbageløb via afløb).



Figur 5.6 Totale fraførte kvælstofmængder fra Ferring Sø på månedsbasis i 2003.

**Jern**

Tilførslen af jern til Ferring Sø er i lighed med tilførslen af kvælstof og fosfor afhængig af afstrømningen. Jerntilførslen har således været størst i januar, maj, november og december i 2003 (figur 5.7).



Figur 5.7 Tilførte jernmængder til Ferring Sø på månedsbasis 2003 (eksklusiv indsvkning via landtangen, grundvand og tilbageløb via afløb).

### 5.2.1 Næringsstofbelastning af Ferring Sø

Ferring Sø er igennem mange år blevet belastet med næringsstoffer fra bymæssigt- og spredt bebyggelse, samt diffus afstrømning fra de intensivt dyrkede landbrugsarealer i oplandet. Tidligere modtog søen desuden spildevand fra et mejeri.

I Tabel 5.2 og 5.3 er der foretaget en belastningsopgørelse for fosfor- og kvælstofbelastningen i 1989, 1990, 1997-2002 og 2003, fordelt på tilløb, umålt opland, grundvand, indsvkning gennem landtangen og atmosfærisk deposition. For 1999 og 2000 er der i tabel 5.2 og 5.3 anført et modelberegnet næringsstofbidrag ved tilbageløb gennem afløbet. Størrelsen af dette bidrag, samt bidraget fra grundvand og indsvkning gennem landtangen disse år skal tages med stort forbehold.



	Fosfor ton/år								
	1989	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Grydsbæk	0,48	0,71	0,25	0,53	1,17	0,95	0,53	0,46	0,18
Hestdal Bæk	0,35	0,29	0,11	0,15	0,33	0,28	0,27	0,12	0,09
Gåskærhus grøft	0,13	0,17	0,04	0,14	0,23	0,30	0,18	0,11	0,03
Vejlby Enge		0,29							
Umålt (dyrket)	0,34	0,34	0,12	0,34	0,57	0,74	0,45	0,27	0,09
Umålt (natur)	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01
Opland i alt	1,31	1,8	0,53	1,17	2,31	2,27	1,44	0,97	0,4
Atm. deposition	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Saltvandsindtrængning	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,06	0,05	§	§	§
Grundvandstilførsel *	0,25-0,50*	0,25-0,50*	0,25-0,50*	0,25-0,50*	0,65*	0,98*	0,06	0,08	0,08
Tilførsel via afløb	?	?	?	?	1,23#	1,75#	0,99	0,68	0,66
Total tilførsel	1,6-1,8	2,1-2,3	0,8-1,0	1,4-1,7	4,27	5,08	2,52	1,76	1,17

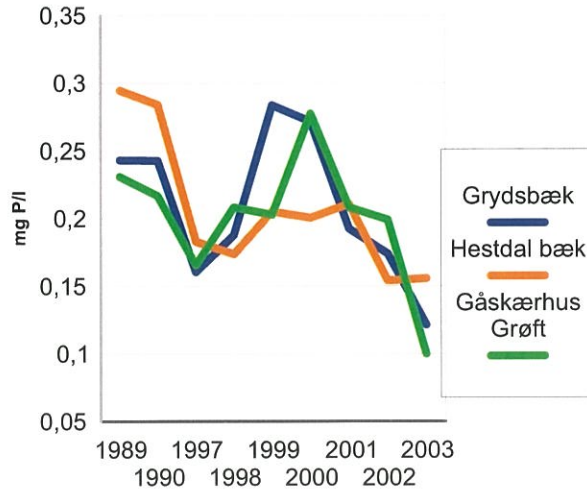
Tabel 5.2 Fosforbelastningen til Ferring Sø 1989, 1990, 1997- 2002 og 2003. (\* skønnet værdi, #modelberegning, § bidraget gennem landtangen indgår i grundvandsbidraget)

	Kvælstof ton/år								
	1989	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Grydsbæk	16,5	35,6	15,2	23,2	26,9	18,0	14,7	15,2	11,7
Hestdal Bæk	7,6	8,3	3,9	5,6	8,03	5,56	4,6	3,7	3,4
Gåskærhus Grøft	6,7	9,9	2,5	5,7	6,94	4,85	4,8	3,4	3
Vejlby Enge		2,2							
Umålt (dyrket)	17,3	20,2	6,2	14,1	17,2	12,04	11,9	8,5	7,5
Umålt (natur)	0,07	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
Opland i alt	48,2	76,2	27,8	48,7	59,1	40,5	36	30,8	25,6
Atm. deposition	3,7	3,7	3,7	3,7	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7
Saltvandsindtrængning	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,4	0,63	§	§	§
Grundvandstilførsel	7,5-15*	7,5-15*	7,5-15*	7,5-15*	3,2*	4,6*	0,5	0,8	0,8
Tilførsel via afløb	?	?	?	?	25,7#	21,1#	11,9	10	13
Total tilført	59-67	87-95	39-47	60-67	93,1	71,4	53,1	46,3	44,1

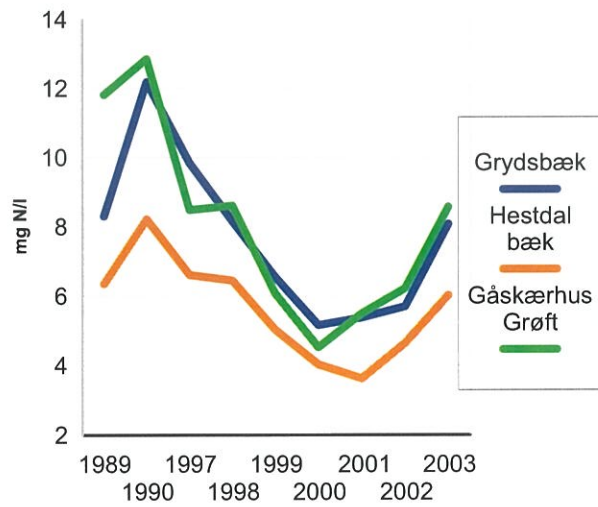
Tabel 5.3 Kvælstofbelastningen til Ferring Sø 1989, 1990, 1997-2002 og 2003 (\* skønnet værdi, #modelberegnet, § bidraget gennem landtangen indgår i grundvandsbidraget).

Næringsstofbelastningen til Ferring Sø er i høj grad styret af afstrømningsforholdene. I 1997 og 2003 hvor afstrømningen kun udgjorde omkring 60% af den normale afstrømning var belastningen af både fosfor og kvælstof således væsentlig mindre end i de øvrige år. 1989 var også et relativt tørt år men her var belastningen med både kvælstof og fosfor fra oplandet til Ferring Sø væsentligt større end i 1997 og 2003. Årsagen til at belastningen fra oplandet har været væsentlig mindre i 1997 og 2003 i forhold til 1989 kan formodentlig tilskrives reduktionen i spildevandstilledningen i perioden 1992-1996.

Der kan ikke spores nogen signifikant udvikling i de vandføringsvægtede koncentrationer af fosfor og kvælstof i de målte tilløb til Ferring Sø i perioden 1989-2003.



Figur 5.8 Udviklingen i den vandføringsvægtede fosforkoncentration i tilløbene til Ferring Sø 1989-1990 og 1997-2003.



Figur 5.9 Udviklingen i den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration i tilløbene til Ferring Sø 1989-1990 og 1997-2003.

## 6. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold

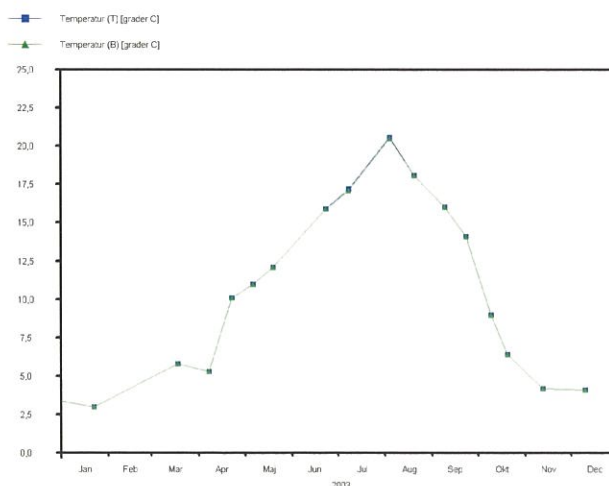
Til beskrivelse af de fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser i Ferring Sø, blev der taget vandprøver og foretaget feltmålinger 19 gange i løbet af 2003. Dog er vandprøven fra februar udtaget i afløbet fra Ferring Sø på grund af is på søen.

I det følgende er de mest betydende variabler i 2003 præsenteret grafisk og kort kommenteret, mens bilag 3 indeholder en samlet oversigt over de målte værdier i perioden 1978-2003. Til belysning af udviklingen i perioden 1990-2003 er der for de mest betydende variabler foretaget en præsentation af års- og sommerrmiddelværdierne.

Kort over Ferring Sø med indtegnede prøvetagningsstationer findes i bilag 1.

### **Temperatur og ilt**

Vandtemperaturen i Ferring Sø varierede i 2003 mellem 3,0 grader i januar og 20,6 grader i august måned. Der har været ens temperaturer i hele vandsøjlen ved alle de gennemførte tilsyn i 2003. Dette indikerer, at der ikke er forekommet temperaturlagdeling af længere varighed i 2003. Årstidsvariationen af vandtemperaturen i overfladen og ved bunden er vist i figur 6.1.

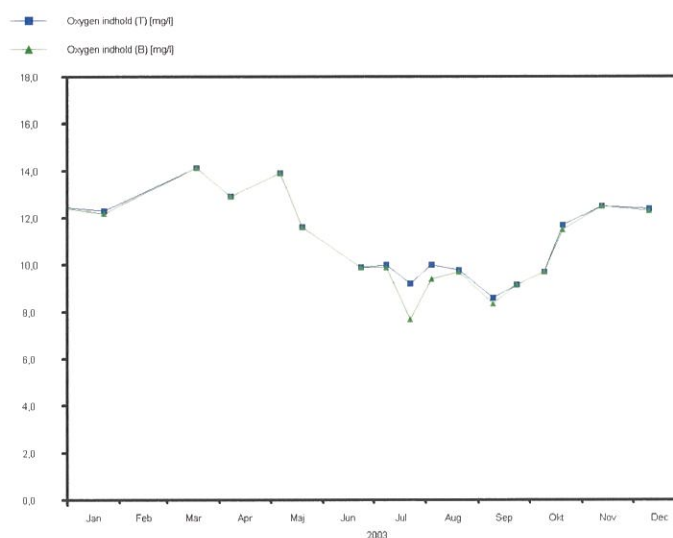


Figur 6.1 Søvandets temperatur i Ferring Sø 2003.

## ilt

Som følge af fuld opblanding af vandmassen gennem hele året har iltindholdet i bundvandet stort set fulgt iltindholdet i overfladevandet. I august måned var der en lille forskel på iltindholdet i top og bund vand, henholdsvis 9,2 mg/l i top og 7,7 mg/l i bund. Det var ligeledes i august måned, det laveste iltindhold i bundvandet blev registreret, hvor iltindholdet var 7,7 mg/l.

Årstidsvariationen af iltindholdet i overfladen og ved bunden er vist i figur 6.2.



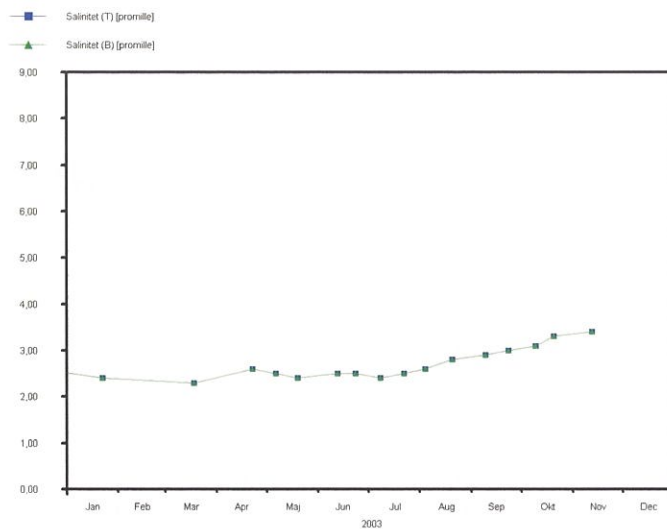
Figur 6.2 Iltkoncentrationen i søvandet i Ferring Sø 2003.

## Salinitet og Klorid

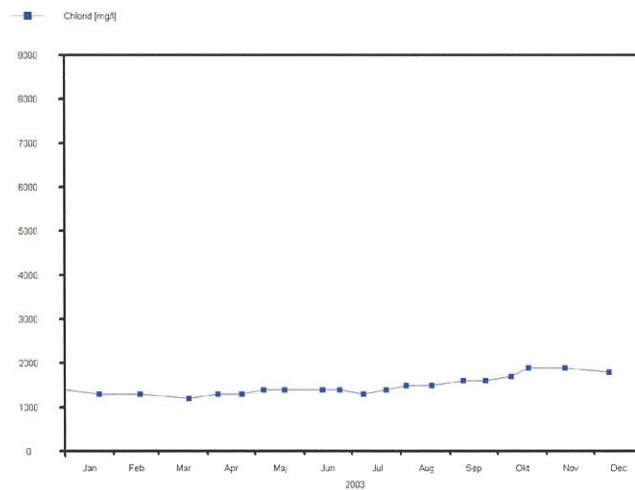
Saliniteten og kloridkoncentrationen i Ferring Sø har i 2003 ligget på et forholdsvis konstant niveau. Den tidsvægtede gennemsnits salinitet var 2,73 ‰, og den gennemsnitlige kloridkoncentration var på 1489 mg/l.

Årstidsvariationen af salinitet og klorid er vist i figur 6.3 og 6.4.





Figur 6.3 Saliniteten i søvandet i Ferring Sø 2003.



Figur 6.4 Søvandets kloridkoncentration i Ferring Sø 2003.

Den årgennemsnitlige kloridkoncentrationen var i 2003 lidt højere end koncentrationen i 2002. Gennem perioden 1990 - 2003 har der ikke været en signifikant stigende eller faldende tendens i kloridindholdet i Ferring Sø (Kendalls Tau = -0,3636).

Års- og sommergennemsnittet for klorid er vist i tabel 6.1.

Variationen over årene er forårsaget af variationen i nedbørs- og afstrømningsforholdene samt saltvandstilførslen gennem landtangen og afløbet.

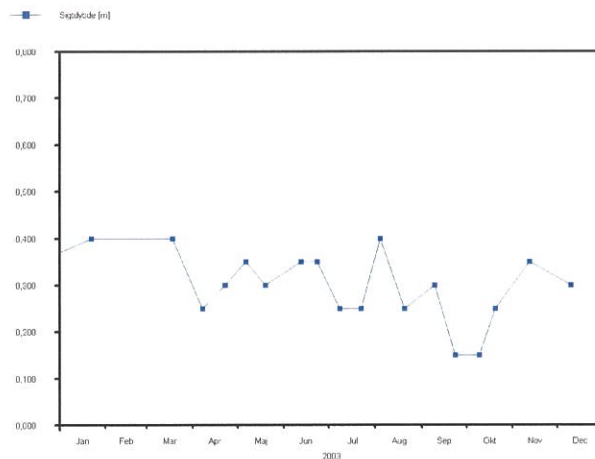
	År (mg/l)	Sommer (mg/l)
1990	2263	2498
1991	1805	1790
1992	2459	2540
1993	2734	3068
1994	1844	1867
1997	3208	3218
1998	2681	2824
1999	1358	1308
2000	1319	1546
2001	1111	1312
2002	1332	1428
2003	1489	1453

Tabel 6.1 Tidsvægtede års- og sommerrmiddel kloridkoncentrationer i Ferring Sø 1990-2003.

### Sigt dybde

Sigt dybden i Ferring Sø er lav og varierede i 2003 fra 0,15 m i september/oktober til 0,40 m i januar, marts og august. (fig. 6.5).

Årstidsvariationen i sigt dybden er vist i figur 6.5



Figur. 6.5 Årstidsvariationen i sigt dybden i Ferring Sø 2003.

De tidsvægtede års- og sommermiddelsigtdybder har varieret fra 0,14 m i 1992 til 0,43 m i 1997. I årene 1990-1994 lå den tidsvægtede gennemsnitlige sommersigtdybde i intervallet 0,14-0,24 m mens den i årene 1995-1999 var på 0,32-0,43 m.

I 2003 var den gennemsnitlige års- og sommersigtdybde på henholdsvis 0,31 m og 0,29 m, hvilket er lidt højere end niveauet i perioden 1990 - 1994. I perioden 1995 - 2003 har sigtddybden været på et konstant niveau (tabel 6.2). Gennem perioden 1990 til 2003 har der ikke været en signifikant stigende eller faldende tendens i sigtddybden (Kendalls Tau = 0,3590).

	År (m)	Sommer (m)
1990	0,23	0,22
1991	0,2	0,16
1992	0,18	0,14
1993	0,22	0,25
1994	0,22	0,24
1995	0,36	0,38
1997	0,38	0,43
1998	0,39	0,39
1999	0,29	0,32
2000	0,36	0,34
2001	0,37	0,29
2002	0,35	0,32
2003	0,31	0,29

Tabel 6.2 Tidsvægtede gennemsnitlige sigtddybder i Ferring Sø 1990-1995, 1997-2003.

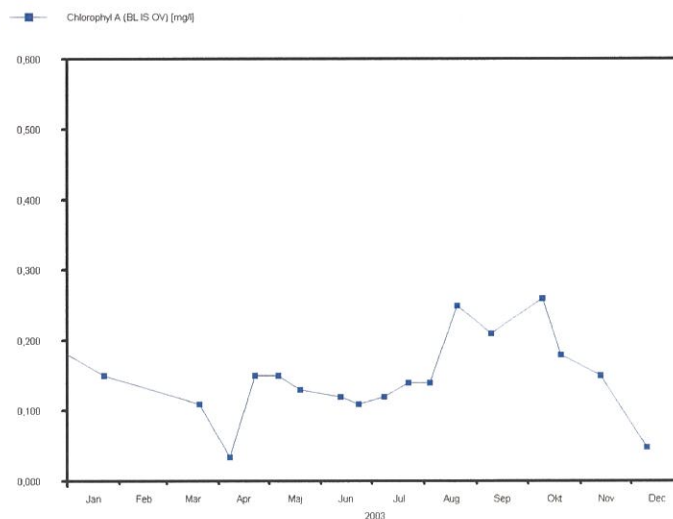
### Klorofyl-a

I 2003 har klorofyl-a koncentrationen varieret mellem 0,034 mg/l i april og 0,29 mg/l i september. I årene 1997-2003 har de gennemsnitlige års- og sommerkoncentrationer ligget i intervallerne (0,14 - 0,18 mg/l) og (0,10 - 0,17 mg/l), hvilket er et lavere niveau end i årene 1990-1995 (0,24-0,32) og (0,17-0,34 mg/l). Den årgennemsnitlige klorofyl-a koncentration i 2003 har været den hidtil laveste registrerede.

I årene 1993-2002 har den gennemsnitlige koncentration været højere på årsbasis end i sommerperioden. Bortset fra i 2001 og 2003, hvor koncentrationen i sommerperioden var højere end på årsbasis (tabel 6.3).

Det gennemsnitlige indhold af klorofyl -a har på årsbasis været signifikant faldende i perioden 1990-2003, (Kendalls Tau -0,667), fra 0,31 mg/l i 1992 til 0,14 mg/l i 2003.

Årstidsvariationen i klorofyl - a er vist i figur 6.6



Figur. 6.6 Årstidsvariation for klorofyl a koncentrationen i Ferring Sø 2003.

	År (mg/l)	Sommer (mg/l)
1990	0,24	0,25
1991	0,26	0,27
1992	0,31	0,34
1993	0,26	0,19
1994	0,32	0,26
1995	0,24	0,17
1997	0,16	0,1
1998	0,18	0,12
1999	0,18	0,15
2000	0,16	0,14
2001	0,15	0,16
2002	0,16	0,15
2003	0,14	0,17

Tabel 6.3 Tidsvægtede gennemsnitlige klorofyl a koncentrationer i Ferring Sø 1990-1995 og 1997-2003.

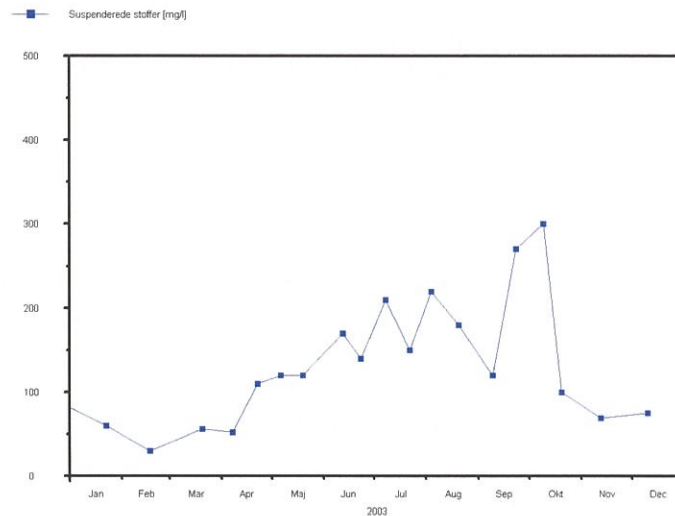


### **Suspenderet stof**

Mængden af suspenderet stof har i hele 2003 ligget på et forholdsvis højt niveau (>30 mg/l) med de største koncentrationer i september og oktober på 270 og 300 mg/l.

Det gennemsnitlige indhold af suspenderet stof har på årsbasis været signifikant faldende i perioden 1990-2003 (Kendalls Tau = -0,59) fra 229 mg/l i 1992 til 119 mg/l i 2003. I 2003 har den gennemsnitlige koncentration af suspenderet stof i sommerperioden maj-september været 169 mg/l (tabel 6.4)

Årstidsvariationen i mængden af suspenderet stof er vist i figur 6.7



*Figur 6.7 Årstidsvariationen i mængden af suspenderet stof i Ferring Sø 2003.*

	År (mg/l)	Sommer (mg/l)
1990	134	152
1991	180	244
1992	229	307
1993	183	164
1994	158	141
1995	105	104
1997	91	90
1998	126	154
1999	130	139
2000	92	220
2001	72	97
2002	71	93
2003	119	169

Tabel 6.4 Gennemsnitlige års- og sommerkoncentrationer af suspenderet stof i Ferring Sø 1990-1995 og 1997-2003.

### Kvælstof

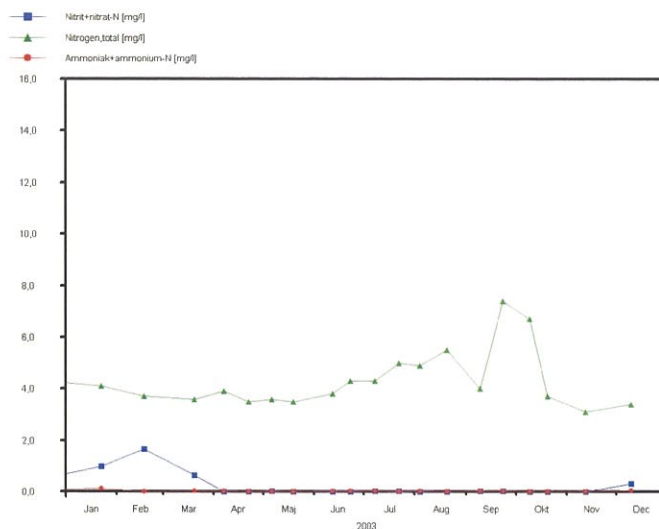
Koncentrationsniveauet for totalkvælstof er meget højt i Ferring Sø. I 2003 har koncentrationen i søvandet varieret mellem 3,1 mg/l i november og 7,4 mg/l i slutningen af september (fig. 6.8).

Koncentrationen af nitrit+nitrat-N har i 2003 ligget i intervallet 0,005 og 1,65 mg/l med den højeste koncentration i vinterhalvåret.

Den årgennemsnitlige ammonium+ammoniak-N koncentration har i 2003 ligget på 0,029 mg/l.

De tidsvægtede års- og sommermiddelkoncentrationer af total-N var i 2003 henholdsvis 4,2 og 4,6 mg/l. Værdierne for nitrit+nitrat-N var 0,3 og 0,014 mg/l (tabel 6.5).

I perioden 1990 - 2003 har der ikke været nogen signifikante udviklingstendenser i totalkvælstofkoncentrationerne (Kendalls Tau = 0,026).



Figur 6.8 Årstidsvariationen i søvandets indhold af total kvælstof, Nitrit+nitrat-N og ammonium+ammoniak-N i Ferring Sø 2003.

	Total kvælstof (mg/l)		Nitrit+nitrat-N (mg/l)	
	År	Sommer	År	Sommer
1990	3,62	2,58	1	0,04
1991	3,07	2,76	0,2	0,06
1992	4,85	3,03	0,98	0,03
1993	7,19	4,71	1,38	0,17
1994	6,04	3,5	0,55	0,12
1995	3,15	2,79	0,52	0
1997	3,5	2,38	0,87	0
1998	3,3	2,33	0,96	0
1999	2,95	2,27	0,49	0,01
2000	4,00	3,66	0,61	0,03
2001	3,4	4	0,25	0,02
2002	3,6	3,7	0,29	0,01
2003	4,2	4,6	0,3	0,01

Tabel 6.5 Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af totalkvælstof- og nitrit+nitratkoncentrationen i Ferring Sø 1990-1995 og 1997-2003.

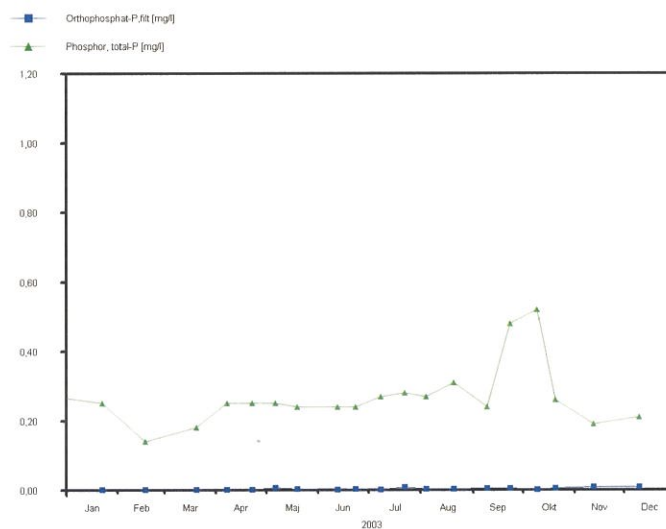
## Fosfor

Totalfosforindholdet i Ferring Sø har i 2003 ligget i intervallet 0,140-0,52 mg P/l. Mængden af orthofosfat har i 2003 ligget mellem 0,002 og 0,01 mg/l (fig. 6.9).

De tidsvægtede års- og sommermiddelmålinger af totalfosfor var i 2003 henholdsvis 0,26 og 0,28 mg/l. Værdierne for opløst fosfat var henholdsvis 0,005 og 0,004 mg/l (tabel 6.6).

Den gennemsnitlige fosforkoncentration for hele året er faldet fra et niveau på 0,37-0,55 mg/l i perioden 1990-1994 til et niveau på 0,23 - 0,26 mg/l i årene 1995 og 1997-2003. Faldet i fosforniveauet i søen er sammenfaldende med gennemførelsen af omfattende kloakeringer i oplandet til søen.

I perioden 1990 - 2003 har der ikke været nogen signifikant faldende eller stigende udviklingstendens i totalfosforkoncentrationerne (Kendalls Tau = - 0,41). Den gennemsnitlige totalfosforkoncentration har siden 1997 ligget på et konstant niveau mellem 0,23 og 0,26 mg/l.



Figur 6.9 Årstidsvariationen i koncentrationen af total fosfor og orthofosfat (filtreret) i Ferring Sø 2003.



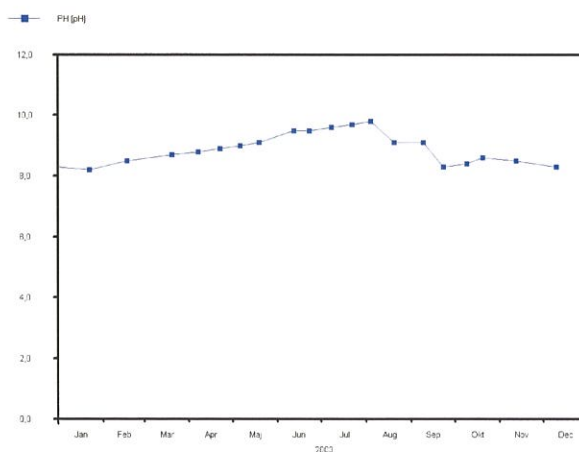
	Total fosfor (mg/l)		Orthofosfat (mg/l)	
	År	Sommer	År	Sommer
1990	0,47	0,55	0,019	0,027
1991	0,55	0,75	0,040	0,082
1992	0,47	0,58	0,005	0,003
1993	0,38	0,27	0,009	0,007
1994	0,44	0,34	0,008	0,009
1995	0,23	0,21	0,006	0,007
1997	0,24	0,2	0,005	0,006
1998	0,23	0,21	0,007	0,005
1999	0,24	0,21	0,006	0,010
2000	0,26	0,28	0,013	0,010
2001	0,24	0,28	0,008	0,005
2002	0,26	0,29	0,006	0,008
2003	0,26	0,28	0,005	0,004

Tabel 6.6 Tidsvægtede års- og sommerkoncentrationer af totalfosfor og orthofosfat (filtreret) i Ferring Sø 1990-1995 og 1997-2003.

## pH

pH-værdien er høj i Ferring Sø. I 2003 har pH-værdien således gennem hele året været mellem 8,2 og 9,8 (fig. 6.10). Værdierne i sommerperioden er så høje, at de må betragtes som et problem for vandmiljøet i Ferring Sø, idet der bl.a. kan opstå skader på fisk og deres æg (tabel 6.7).

Der har ikke været udviklingstendenser i pH-nivauet i perioden 1990-2003 (Kendalls Tau 0,077).



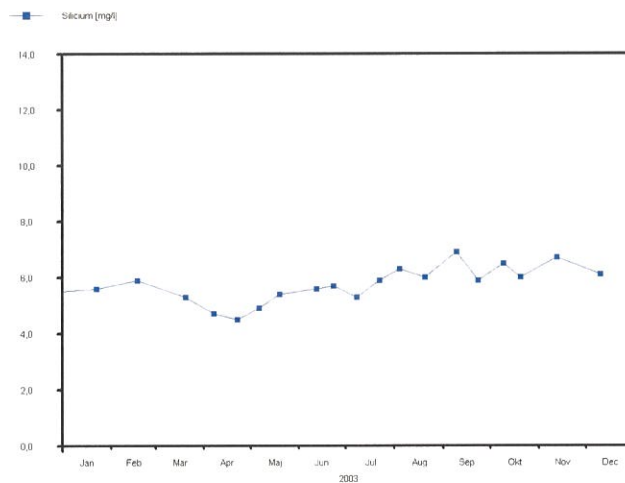
Figur 6.10 Årstidsvariationen i søvandets pH værdi i Ferring Sø 2003.

	År	Sommer
1990	8,6	9,1
1991	8,9	9,3
1992	8,9	9,5
1993	8,8	9,3
1994	8,8	9,4
1995	8,9	9,4
1997	8,9	9,1
1998	8,8	9,2
1999	9,2	9,9
2000	8,7	9,1
2001	8,8	9,1
2002	8,8	9,1
2003	8,8	9,3

Tabel 6.7 Tidsvægtede års- og sommerværdier for pH i Ferring Sø 1990-1995 og 1997-2003.

## Silicium

Koncentrationen af silicium varierede i 2003 mellem 4,5 og 6,9 mg/l, og siliciumkoncentrationen har således ikke været begrænsende for kiselalgenes vækst i 2003.



Figur 6.11. Årstidsvariationen i søvandets indhold af silicium i Ferring Sø 2003.

## 7. Plankton

## 7.1 Fytoplankton 2003

Tabel 7.2a og 7.3a viser fytoplanktonbiomassen opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i perioden maj-september og på årsbasis. Figur 7.1 viser års- og sommermiddelværdier af fytoplanktonets biomasse fra 1987 - 2003.

I 2003 var biomasserne store og varierede mellem 12,7 mm<sup>3</sup>/l midt i juni og 30,4 mm<sup>3</sup>/l i midten af maj. Den gennemsnitlige volumenbiomasse i sommerperioden (maj-september) var på 22,3 mm<sup>3</sup>/l, mens den årgennemsnitlige biomasse var på 22,0 mm<sup>3</sup>/l.

Den vigtigste fytoplanktongruppe var blågrønalgerne, der udgjorde 84% af den samlede fytoplanktonbiomasse på årsbasis og 88% af sommergennemsnittet, mens grønalgerne udgjorde 7% på årsbasis og 6% i sommerperioden. Kiselalgerne udgjorde 4% af årgennemsnittet og 3% af sommergennemsnittet, mens de øvrige gruppers andel af biomassen var forholdsvis lille.

Fytoplanktonbiomassen havde maksimum i midten af maj samt fire toppe i løbet af prøvetagningsperioden. Maksimummet i maj, der var på 30,4 mm<sup>3</sup>/l, domineredes af blågrønalger med *Aphanothece* spp. og *Cyanonephron styloides* som vigtigste arter. De øvrige biomasse-toppe, 23,7 mm<sup>3</sup>/l i april, 23,7 mm<sup>3</sup>/l i juli, 28,2 mm<sup>3</sup>/l i august og 28,2 mm<sup>3</sup>/l i oktober, domineredes ligeledes af blågrønalger med *Aphanothece* spp. og *Planktolyngbya contorta* som vigtigste arter i april og juli, *Anabaenopsis* spp., *Aphanothece* spp., *Cyanonephron styloides* og *Planktolyngbya contorta* som vigtigste arter i august og *Aphanothece* spp., *Cyanonephron styloides*, *Microcystis botrys*, *Oscillatoria* sp. og *Planktolyngbya contorta* som vigtigste arter i oktober.

Blågrønalgerne havde store biomasser på alle prøvetagningsdatoer og dominerede således fytoplanktonbiomassen gennem hele prøvetagningsperioden. De dominerende arter var de kolonidannende arter *Woronichinia/Snowella/Coelomon* spp., *Aphanothece* spp. og *Cyanonephron styloides*. Andre betydende blågrønalger var de trådformede *Anabaenopsis circularis*, *Anabaenopsis* spp. og *Planktolyngbya contorta*. De fleste af de dominerende blågrønalger er hyppige i brakvandsområder.

Af potentielt toksiske arter kan nævnes: *Woronichinia/Snowella/Coelomon* spp., *Microcystis flos-aquae*, *Oscillatoria* sp. og *Pseudoanabaena acicularis*. I øvrigt bemærkes det, at alle blågrønalger bør regnes for potentielt toksiske.

Rekylalgerne udgjorde en ubetydelig andel af den samlede fytoplanktonbiomasse og var repræsenteret af meget små populationer spredt i størstedelen af prøvetagningsperioden, hvor de vigtigste arter var ubestemte arter i størrelsesklasserne 5-10 µm og 10-20 µm samt arter af brakvandsslægten *Leucocryptos*.

Gulalgerne var repræsenteret af enkeltforekomster af *Paraphysomonas* spp. og *Apedinella/Pseudopedinella* spp.

Kiselalgerne havde størst betydning i forårs- og efterårsperioden med den pennate art *Navicula* sp. som dominerede art. Resten af prøvetagningsperioden havde kiselalgerne forholdsvis lave biomasser.

Stilkalgerne var kun betydende for den samlede fytoplanktonbiomasse i marts-april, hvor der var en mindre opblomstring af *Chrysochromulina parva*. Derudover sås enkeltobservationer af *Prymnesium parvum*. *Chrysochromulina parva* er under masseforekomst sat i forbindelse med fiskedød (Hansen et al., 1994). *Prymnesium parvum*, der er kendt for at optræde i masseforekomst i meget næringsrige brakvandsområder, er toksisk overfor fisk og bunddyr.

Grønalgerne var domineret af *Oocystis* spp., *Scenedesmus* spp., *Monoraphidium contortum* og *Chlorella* sp. og forekom i hele prøvetagningsperioden med biomasser på mellem 1 mm<sup>3</sup>/l og 3 mm<sup>3</sup>/l med de største værdier i april og september-oktober.

Der blev ikke registreret egentlige rentvandsarter.

Fytoplanktonsamfundet er karakteristisk for et næringsrigt brakvandsområde



## 7.2 Zooplankton 2003

Tabel 7.4a og 7.4b viser zooplanktonbiomassen i 2003 opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i perioden maj-september og på årsbasis. Figur 7.2 viser års- og sommermiddelværdier af zooplanktonets biomasse fra 1987 - 2003.

Zooplanktonbiomassen lå på et middelniveau gennem perioden og varierede mellem 0,5 mm<sup>3</sup>/l i oktober og 18,8 mm<sup>3</sup>/l i maj. Den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden var på 4,5 mm<sup>3</sup>/l, mens den på årsbasis var 4,8 mm<sup>3</sup>/l.

De calanoide vandlopper dominerede zooplanktonbiomassen med ca. 94% på årsbasis og 91% i sommerperioden. Næstvigtigste gruppe var hjuldyrene, der udgjorde 6% af den gennemsnitlige zooplanktonbiomasse på årsbasis og 9% i sommerperioden. De resterende grupper var ikke betydende for biomassen.

Zooplanktonbiomassen havde et meget markant biomassemaksimum og to mindre toppe i løbet af prøvetagningsperioden. Biomassemaksimummet, der var på 18,8 mm<sup>3</sup>/l i maj, og de to mindre toppe, der var på 4,2 mm<sup>3</sup>/l i september og 3,2 mm<sup>3</sup>/l i oktober, domineredes alle af den calanoide vandloppe *Eurytemora affinis* med henholdsvis 93%, 57% og 93%.

Hjuldyrene, der var den næstvigtigste zooplanktongruppe, var registreret med små biomasser gennem hele prøvetagningsperioden, med de højeste værdier i juni, juli og august. De vigtigste arter var *Filinia longiseta*, *Keratela cruciformis* og *Trichocerca pusilla*. De dominerende hjuldyr er alle almindeligt forekommende i brakvand, mens de typiske ferskvandshjuldyr var sparsomt forekommende.

Dafnierne havde meget lille betydning for den samlede zooplanktonbiomasse. Der registreredes små populationer af dafnier spredt i prøvetagningsperioden. Dafniesamfundet var sammensat af bundlevende arter (*Alonella nana* og *Chydorus sphaericus*), almindelige ferskvandsdafnier (*Bosmina coregoni*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata* og *Daphnia hyalina*) og den marine art *Evadne nordmanni*.

De calanoide vandlopper, der var den dominerende gruppe, var hele prøvetagningsperioden totalt domineret af *Eurytemora affinis*. De calanoide vandlopper havde et markant maksimum og to mindre toppe i deres biomasseforløb sammenfaldende med toppene i den totale zooplanktonbiomasses forløb. Biomassetoppene domineredes alle af *Eurytemora affinis*. *Eurytemora affinis* er en ferskvandsart, der ligeledes er almindeligt forekommende i brakvand. Spredt i løbet af

prøvetagningsperioden registreredes små populationer af den almindelige ferskvandsart *Eudiaptomus gracilis* og af den marine art *Acartia clausi*. Der registreredes forholdsvis store mængder af calanoide nauplier det meste af prøvetagningsperioden.

De cyclopoide vandlopper, der havde meget lille betydning for den totale zooplanktonbiomasse, var repræsenteret af små populationer af *Cyclops vicinus* og af *Mesocyclops leuckarti*. Begge arter er almindeligt forekommende ferskvandsarter, der ofte dominerer zooplanktonet i danske søer. Der blev registreret små mængder af cyclopoide nauplier spredt i prøvetagningsperioden.

De harpacticoide vandlopper udgjorde en ubetydelig andel af den totale biomasse og blev kun registreret med en mindre population i marts. De fleste arter af harpacticoide vandlopper er bundlevende og bliver sjældent betydende for biomassen. De ernærer sig formodentlig af detritus og vækster (alger, bakterier, svampe og lign.) på sten og vegetation.

Der blev ikke fundet egentlige rentvandsarter af zooplankton.

Zooplanktonsamfundet er karakteristisk for et næringsrigt brakvandsområde.

## **7.3 Fytoplanktonets egnethed som føde for zooplanktonet**

### **7.3.1 Fytoplanktonets sammensætning**

Fytoplanktonbiomassen var domineret af arter i størrelsesgruppen 20-50 µm det meste af prøvetagningsperioden, på nær fra midten af maj til midten af juni, hvor arter <20 µm dominerede. Arterne i størrelsesgruppen <20 µm var domineret af de kolonidannende blågrønalger *Aphanothece* spp. og *Cyanonephron styloides* samt af den kolonidannende chlorococcale grønalge *Oocystis* sp. De vigtigste arter i størrelsesgruppen 20-50 µm var de kolonidannende blågrønalger *Woronichinia/Snowella/Coelomoron* spp., *Aphanothece* spp., *Cyanonephron styloides* og den trådformede blågrønalg *Planktolingbya contorta*. Arterne i størrelsesgruppen >50 µm udgjorde en meget lille andel af den samlede fytoplanktonbiomasse og var domineret af den kolonidannende blågrønalg *Microcystis botrys* og af de trådformede blågrønalger *Anabaenopsis* sp. og *Oscillatoria* sp.

Sammenfattende var fytoplanktonet hele perioden domineret af arter, der er størrelsesmæssigt tilgængelige for de fleste

zooplanktonformer, men fødeværdien af det dominerende fytoplankton (blågrønalger) var dårlig.

### **7.3.2 Zooplanktonets sammensætning**

Zooplanktonbiomassen var domineret af calanoide vandlopper i hele prøvetagningsperioden. Hjuldyrene havde lave biomasser, mens dafnierne, de cyclopoide vandlopper og de harpacticoide vandlopper havde meget lave biomasser spredt gennem prøvetagningsperioden. Sammenfattende var zooplanktonbiomassen således domineret af arter, der vil kunne græsse på den tilgængelige fytoplanktonbiomasse.

### **7.3.3 Græsning**

Tabel 7.1 viser den tilgængelige fytoplanktonbiomasse (arter <50 µm) og beregnede zooplanktonfødeoptagelse samt græsningstider i dage og zooplanktonets beregnede potentielle græsningstryk i % i prøvetagningsperioden.

I bilag 4 er der en oversigt over hver zooplanktongruppes beregnede fødeoptagelse på de enkelte prøvetagningsdage.

Dato	Fytoplankton µg C/l B	Zooplankton µg C//d I	Græsningstid Dage B/I	Zooplankton Græsningstryk I/B x 100%
18.03.2003	1.749	46	38	3
07.04.2003	2.610	188	14	7
22.04.2003	2.185	322	7	15
06.05.2003	1.831	437	4	24
19.05.2003	3.723	205	18	6
12.06.2003	1.389	128	11	9
23.06.2003	1.861	77	24	4
08.07.2003	2.637	103	26	4
22.07.2003	2.017	56	36	3
04.08.2003	2.207	93	24	4
20.08.2003	2.233	107	21	5
09.09.2003	1.392	112	12	8
23.09.2003	1.591	17	95	1
09.10.2003	2.526	14	177	1
20.10.2003	2.382	76	31	3
12.11.2003	1.787	37	49	2

*Tabel 7.1. Tilgængelig fytoplanktonbiomasse (<50 µm) B i µg C/l og beregnet zooplanktonfødeoptagelse I i µg C//d. Tillige er angivet den beregnede græsningstid i dage og zooplanktonets græsningstryk (I/B) i procent af den græsningsfølsomme del af fytoplanktonbiomassen i Ferring Sø i 2003.*

Ud fra de observerede kulstofbiomasseniveauer (1.389 – 3.723 µg C/l) af fytoplanktonformer <50 µm, tabel 7.1, var zooplanktonet ikke fødebegrenset på noget tidspunkt i prøvetagningsperioden. Tærskelværdierne varierer fra art til art, fra stadium til stadium og gennem sæsonen. Værdier <100 µg C/l anses for begrænsende for calanoide vandlopper, mens værdier <200 µg C/l er begrænsende for dafnier.

Zooplanktonet udøvede et potentielt græsningstryk på den tilgængelige fytoplanktonbio-masse (arter <50 µm) på mellem 0,56% og 24%, tabel 7.1. De beregnede potentielle græsningstryk var meget lave det meste af perioden,



og zooplanktongræsningen havde således meget lille betydning for fytoplanktonbiomassens niveau.

Gennem det meste af prøvetagningsperioden var det beregnede fødeoptag størst blandt de calanoide vandlopper. Hjuldyrene havde forhøjede fødeoptag i juni, juli og august, mens de øvrige gruppers fødeoptag var uden betydning.

#### **Vandkemi**

Fytoplanktonbiomassen har sandsynligvis været fosforbegrænset i dele af perioden (januar-april, juni-juli og oktober), hvor koncentrationerne af uorganisk fosfor har ligget på eller nær ved 0,002 mg P/l, og periodevis kvælstofbegrænset i august, oktober og november, hvor koncentrationen af uorganisk kvælstof lå under 0,014 mg N/l. Koncentrationerne af opløst silicium var meget store i hele perioden og har ikke været begrænsende for kiselalgerens vækst.

### **7.4 Samspil mellem fyto- og zooplankton samt fysiske-kemiske faktorer**

#### **Forår**

Forårsperioden var præget af fluktuerende fytoplanktonbiomasser. Der sås således to toppe i fytoplanktonbiomassens forløb i forårsperioden i henholdsvis april og maj. Perioden domineredes af blågrønalger med subdominans af grønalger og i marts-april af stilkalger. Vigtigste blågrønalger var de kolonidannende arter *Woronichinia/Snowella/Coelomoron* spp. og *Aphanothece* spp. samt den trådformede *Planktolyngbya contorta*. Vigtigste grønalger var de kolonidannende chlorococcale arter *Oocystis* spp. og de coenobiumdannende chlorococcale arter *Scenedesmus* spp., mens vigtigste stilkalge var *Chrysochromulina parva*, der havde en opblomstring i marts-april. Desuden sås en top i kiselalgerens biomasse i april, domineret af de centriske arter *Cyclotella* spp. og de pennate arter *Navicula* sp. Alle de dominerende arter er almindelige i brakvand.

Fytoplanktonet var antageligt fosforbegrænset det meste af foråret, hvor koncentrationerne af uorganisk fosfor lå omkring det vækstbegrænsende niveau på 0,002 mg P/l. Siliciumkoncentrationerne faldt under kiselalgerens biomassetop i april, men koncentrationerne var rigelige hele foråret. Koncentrationerne af uorganisk kvælstof var ligeledes rigelige hele foråret.

Zooplanktonbiomassen, der lå på et lavt niveau i marts, steg markant i april og toppede i begyndelsen af maj. Perioden domineredes af calanoide vandlopper med op til 99,9%. De calanoide vandlopper var totalt domineret af *Eurytemora affinis*. De øvrige zooplanktongrupper havde meget lave biomasser i forårsperioden.



Zooplanktonets beregnede fødeoptag steg i løbet af foråret i forbindelse med opbygningen af *Eurytemora affinis*'s biomasse. Det beregnede potentielle græsningstryk på den græsningsfølsomme del af fytoplanktonbiomassen steg ligeledes i løbet af foråret, og nåede det højeste beregnede niveau i undersøgelsesperioden i 2003 i forbindelse med zooplanktonbiomassens maksimum i maj, tabel 7.1. Dette beregnede græsningstryk, der var 23,9%, var dog stadig forholdsvis lavt.

Fødegrundlaget for zooplanktonet har generelt været dårligt hele foråret, idet fytoplanktonbiomassen var domineret af blågrønalger, der traditionelt anses for at være dårlig føde. Den primære føde for zooplanktonet har antageligt været små grønalger og små flagellater.

Zooplanktonbiomassen i brakvand er ofte domineret af få tilpasningsdygtige arter (hjuldyr af slægterne *Synchaeta*, *Keratella* og *Brachionus* samt de calanoide vandlopper *Eurytemora affinis* og *Acartia tonsa*), og der vil således i de perioder, hvor disse arter ikke forekommer i betydelige biomasser, ofte ses meget lave zooplanktonbiomasser. Desuden er der i brakvand ofte en ikke ubetydelig prædation på zooplanktonet fra hundestejler og mysider.

## Sommer

Fytoplanktonbiomassen faldt i juni til prøvetagningsperiodens laveste niveau, blandt andet som følge af det forhøjede græsningstryk fra det herbivore zooplankton. Midt i juni steg fytoplanktonbiomassen atter og lå på et meget højt niveau sommeren igennem. Hele sommerperioden domineredes af blågrønalger med grønalger som næstvigtigste gruppe. De vigtigste arter var de kolonidannende arter *Aphanothece* spp. og *Cyanonephron styloides* samt de trådformede arter *Anabaenopsis* sp. og *Planktolyngbya contorta* blandt blågrønalgerne og *Oocystis* spp. og *Scenedesmus* spp. blandt grønalgerne.

Fytoplanktonet har muligvis været kvælstofbegrænset sidst på sommeren, hvor koncentrationerne af uorganisk kvælstof periodevis lå nær det vækstbegrænsende niveau. Resten af sommeren var der rigelige mængder af uorganisk kvælstof. Der var overskud af uorganisk fosfor det meste af sommeren på nær periodevis i juni og juli, hvor koncentrationen har været på det vækstbegrænsende niveau. Koncentrationerne af silicium var rigelige og stigende hele sommeren.

Zooplanktonbiomassen faldt fra maksimummet i maj til et forholdsvis lavt niveau midt i juni. Sommeren igennem lå zooplanktonbiomassen på samme forholdsvis lave niveau. Hele sommerperioden domineredes af calanoide vandlopper med *Eurytemora affinis* som vigtigste art, mens hjuldyrene havde forhøjede biomasser i juni, juli og august

domineret af *Filina longiseta*, *Keratella cruciformis* og *Trichocerca pusilla*.

Zooplanktonets beregnede fødeoptag faldt fra forårets forhøjede værdier til et forholdsvist lavt niveau sommeren igennem. Hele perioden domineredes af hjuldyrenes og de calanoide vandloppers fødeoptag. Det beregnede potentielle græsningstryk, det herbivore zooplankton udøvede på den græsningsfølsomme del af fytoplanktonbiomassen, var på et meget lavt niveau hele sommeren, tabel 7.1.

Fødegrundlaget for det herbivore zooplankton har primært været små grønalger, *Scenedesmus* spp. og *Chlorella* sp, og små ubestemte flagellater.

### **Efterår**

Fytoplanktonbiomassen lå på et meget højt niveau gennem efterårsperioden, med en top i begyndelsen af oktober. Perioden domineredes af blågrønalger og subdomineredes af grønalger, mens kiselalgerne havde en mindre opblomstring i september-oktober. Dominerende arter blandt blågrønalgerne var de kolonidannende arter *Aphanothece* sp. og *Cyanonephron styloides* samt de trådformede arter *Anabaenopsis* sp., *Planktolyngbya contorta* og *Oscillatoria* sp. Grønalgerne var domineret af *Oocystis* spp., mens kiselalgerne var domineret af den pennate art *Navicula* sp.

Koncentrationerne af både uorganisk kvælstof og uorganisk fosfor var periodevis på det vækstbegrænsende niveau gennem efteråret. Siliciumkoncentrationerne faldt i forbindelse med de forhøjede kiselalgebiomasser i september, men var rigelige hele efteråret.

Zooplanktonets biomasse havde to toppe i efteråret med en mellem-liggende periode med meget lave biomasser. De calanoide vandlopper, med *Eurytemora affinis* som vigtigste art, dominerede zooplanktonbiomassen med op til 98,6%, mens hjuldyrenes biomasse, der i sommerperioden havde været forhøjet, faldt til et meget lavt niveau.

Zooplanktonets beregnede fødeoptag, og det beregnede potentielle græsningstryk på fytoplanktonbiomassen, tabel 7.1, var meget lave hele efteråret.

### **Suspenderet stof**

Mængden af suspenderede stoffer, lå det meste af prøvetagningsperioden på et betydeligt højere niveau end fytoplanktonbiomassen, hvilket indikerer, at mængden af det suspenderede materiale i høj grad er betinget af resuspension som følge af vindpåvirkning.

### **Klorofyl a**

Sammenlignes klorofyl-a værdierne, med fytoplanktonbiomasserne er der en nogenlunde god korrelation. Afvigelserne kan skyldes forskelligt indhold af klorofyl-a/arealenhed i de forskellige arter og også indenfor samme art. Derudover kan de meget høje koncentrationer af suspenderede stoffer, der ikke er plankton, forstyrre klorofyl-a målingerne, da de kan indeholde plantepigmenter med samme spektralkarakteristik som klorofyl-a.

### **Sigtdybde**

Sigtdybden var meget lille i hele perioden, og afspejlede den store mængde af suspenderede stoffer, herunder de meget høje fytoplanktonbiomasser.

## **7.5 Fytoplankton 1987, 1990-1995 og 1997-2003**

I 1994 havde fytoplanktonbiomassen ét markant sommermaksimum, mens de øvrige år var karakteriseret ved at have flere biomassetoppe i prøvetagningsperioden. Årene 1995, 1997 og 1998 karakteriseredes ved at have forholdsvis lave fytoplanktonbiomasser i sommerperioden, mens de i 1994 var meget høje og i 1999, 2000, 2001, 2002 og 2003 var noget forhøjede.

De gennemsnitlige fytoplanktonbiomasser faldt både for sommerperioden og på årsniveau markant fra et meget højt niveau i 1987, figur 7.1, til et forholdsvis lavt niveau i årene 1995, 1997 og 1998. I årene 1999-2001 lå biomasserne på et lidt højere og forholdsvis konstant niveau, mens de i 2002 steg yderligere, men var dog stadig på et forholdsvis lavt niveau i forhold til niveauet fra 1987. I 2003 faldt biomasserne igen til niveauet fra 1999-2001. De forholdsvis lave biomasser i årene 1995, 1997 og 1998 er, sammenlignet med andre danske søer, meget høje.

De maksimale biomasser faldt ligeledes fra den største værdi i 1987 til et noget lavere niveau de andre år med den laveste i 1998.

Fytoplanktonbiomassen var alle årene domineret af blågrøn alger og subdomineret af grøn alger og i 2000 og 2001 også af kiselalger. Reduktionen i fytoplanktonbiomassen gennem årene skyldes primært en reduktion i blågrøn algerne biomasse. Grøn algerne biomasse fik således i 1994-1997 og i 2002 en forholdsvis større betydning, på grund af faldende blågrøn algebiomasser, mens betydningen i 1999, 2000 og 2001 var mindre til fordel for blågrøn alger og i 2000 og 2001 også kiselalger.

De vigtigste blågrøn alger har gennem årene især været kolonidannende slægter *Aphanothece*, *Cyanonephron*, *Anabaenopsis*,



*Lemmermanniella*, *Microcystis* og arter tilhørende *Gomphosphaeria*-komplekset. Blandt de trådformede arter har de vigtigste været *Planktolyngbya contorta*, *Nodularia spumigena* og *Oscillatoria* sp.

Furealgerne udgjorde alle år på nær 1997 en meget lille andel af den samlede biomasse. I 1997 udgjorde furealgerne 5%, hvor ubestemte thekate former og de marine arter, *Prorocentrum minimum* og *Gymnodinium sanguineum*, var de vigtigste.

Kiselalgerens andel var de fleste år ubetydelig. Kun i 1993, 1997, 2000 og 2001 havde kiselalgerne betydning, hvor de udgjorde henholdsvis 15%, 8%, 14% og 8%. Disse store andele skyldes primært den marine art *Entomoneis* sp.

Stikalgerne var de fleste år ubetydelige, undtagen i 1997, 1998 og 2000, hvor de udgjorde henholdsvis 10%, 7% og 4%. I 1997 og 1998 dominerede *Prymnesium parvum*, mens *Chrysochromulina parva* var den vigtige i 2000.

Grønalgerens biomasse var indtil 1997 på et nogenlunde konstant niveau, mens de derefter faldt gennem årene 1998-2001 for atter at stige en anelse i 2002. I 2003 faldt grønalgernes biomasse atter til niveauet fra 2001. De dominerende arter var *Chlorella* sp., *Scenedesmus* spp. og *Oocystis* spp.

De øvrige fytoplanktongrupper udgjorde gennem årene en meget lille andel af den totale fytoplanktonbiomasse.

## 7.6 Zooplankton 1987, 1990-1995 og 1997-2003

Den gennemsnitlige zooplanktonbiomasse varierede gennem årene 1987 til 2003 mellem 0,96 mm<sup>3</sup>/l og 5,66 mm<sup>3</sup>/l på årsbasis med den laveste værdi i 1990 og den højeste i 2002, figur 7.2. Biomassen var de fleste af årene forholdsvis lav.

Zooplanktonsamfundene var alle årene artsfattige og domineret af calanoide vandlopper og hjuldyr. Biomassen var således domineret af hjuldyr i 1992, 1993 og 1997, mens de calanoide vandlopper dominerede de øvrige år.

De calanoide vandlopper var alle årene domineret af *Eurytemora affinis*. I 1994, 1997, 1998 og 1999 forekom også *Eudiaptomus graciloides* sporadisk. I 1999, 2000, 2001, 2002 og 2003 registreredes

enkeltforekomster af *Eudiaptomus gracilis*. I 1997, 1998, 1999 og 2001 forekom endvidere den marine art *Acartia tonsa* i sommer-/efterårsperioden, mens der i 2003 registreredes enkeltforekomst af den marine art *Acartia clausi* i juni. I år med dominans af calanoide vandlopper udgjorde de fra 72% til 99% af den totale zooplanktonbiomasse. I 1992, 1993 og 1997, hvor der var dominans af hjuldyr, udgjorde de henholdsvis 27%, 21% og 33%.

I de år, hvor de calanoide vandlopper dominerede, subdominerede hjuldyrene, mens der i 1992, 1993 og 1997 var dominans af hjuldyr med subdominans af calanoide vandlopper. De vigtigste hjuldyrslægter var *Proalides*, *Brachionus*, *Keratella*, *Trichocerca*, *Notholca*, *Filinia* og *Synchaeta*. De vigtigste arter under hjuldyrdominansen i 1992 var *Trichocerca stylata* og *Proalides* sp. og i 1993 og 1997 *Brachionus*-arterne *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus calyciflorus* og *Brachionus urceolaris*.

Dafnier, cyclopoide vandlopper og harpacticoide vandlopper forekom kun fåtalligt og havde ikke nævneværdig betydning for zooplanktonbiomasse.

Da der alle årene har været rigelige mængder af tilgængelig føde for zooplanktonet, antages det, at variationerne i zooplanktonbiomassen primært skyldes variationer i prædatorernes (*Neomysis integer* og fisk, primært trepigget hundestejle) biomasse og sekundært variationer i den tilgængelige fytoplanktonbiomasse. Med dominansen af blågrønalger antages fytoplanktonet generelt at være dårlig føde for det græssende zooplankton, hvilket kan have betydning for zooplanktonets udvikling.



## **7.7 Samspil mellem fyto- og zooplankton**

### **7.7.1 Størrelsesfordeling**

Tabel 7.2b og 7.3b viser henholdsvis sommer- og årgennemsnit af fytoplanktonbiomassen opdelt på størrelsesgrupper i årene 1994, 1995 og 1997-2003.

I årene 1995 og 1997-2003 var fytoplanktonbiomassen domineret af arter i størrelsesfraktionen <50 µm, der er direkte tilgængelig for de fleste zooplanktonformer. Kun i 1994 var der dominans af arter >50 µm, der er vanskeligt tilgængelige for de fleste arter.

### **7.7.2 Græsning**

Ud fra de observerede kulstofbiomasser af tilgængelige fytoplanktonformer (arter <50 µm), der har varieret mellem 173 og 4.495 µg C/l, har zooplanktonet ikke på noget tidspunkt været fødebegrænset i årene 1994, 1995 og 1997-2003.

Det beregnede græsningstryk, det herbivore zooplankton har kunnet udøve på den tilgængelige fytoplanktonbiomasse, har alle årene ligget på et meget lavt niveau. Kun i to perioder, henholdsvis i juni 1997 og i juni 1998, har det beregnede græsningstryk været >100%. Zooplanktonet har således kun ved disse to lejligheder potentielt været i stand til at nedgræsse den tilgængelige fytoplanktonbiomasse i løbet af de ni år.

Maj-september	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Blågrønalger	mm <sup>3</sup> /l	40,22	9,69	7,04	8,49	21,16	17,27	19,94	24,99	19,56
Rekylalger	mm <sup>3</sup> /l	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,04	0,10	0,18	0,09
Furealger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	0,54	0,10	-	0,06	<0,01	<0,01	0,05
Gulalger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	0,03	-	-	0,09	0,04	-	-
Skælbærende gulalger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiselalger	mm <sup>3</sup> /l	0,27	0,13	0,38	0,25	0,29	2,05	1,07	1,14	0,61
Stilkalger	mm <sup>3</sup> /l	-	0,05	1,27	1,66	0,01	0,66	0,08	0,31	0,03
Grønalger	mm <sup>3</sup> /l	7,69	9,17	6,37	3,45	1,88	1,36	1,67	2,78	1,41
Ubestemte	mm <sup>3</sup> /l	1,04	0,80	0,39	0,65	0,47	0,90	1,09	1,33	0,58
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	49,27	19,86	16,07	14,61	23,83	22,42	23,99	30,70	22,33
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	76,87	37,72	29,33	24,39	39,38	39,93	33,61	39,84	30,42
Blågrønalger	%	82	49	44	58	89	77	83	81	88
Rekylalger	%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Furealger	%	-	-	3	<1	-	<1	<1	<1	<1
Gulalger	%	-	-	-	-	-	<1	<1	-	-
Skælbærende gulalger	%	-	-	<1	-	-	-	-	-	-
Kiselalger	%	<1	<1	2	2	1	9	4	4	3
Stilkalger	%	-	<1	8	11	<1	3	<1	1	<1
Grønalger	%	16	46	40	24	8	6	7	9	6
Ubestemte	%	2	4	2	5	2	4	5	4	3
Total biomasse	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 7.2a. Fytoplanktonbiomassen opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse, maksimal biomasse og procentvis sammensætning i perioden maj-september i 1994, 1995, 1997-2003 i Ferring Sø.

Størrelsesgruppe	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<20 µm	mm <sup>3</sup> /l	4,39	2,68	3,38	4,32	1,77	4,86	3,47	12,51	5,92
20-50-µm	mm <sup>3</sup> /l	14,13	16,27	7,17	6,99	12,3	12,55	17,62	17,94	12,68
>50 µm	mm <sup>3</sup> /l	30,75	0,94	5,53	3,57	9,78	5,12	2,90	0,25	3,72
<20 µm	%	9	13	21	29	7	22	15	41	27
20-50-µm	%	29	82	45	47	52	56	73	58	57
>50 µm	%	62	5	34	24	41	23	12	1	17

Tabel 7.2b. Fytoplanktonbiomassen opdelt i størrelsesgrupper, gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i perioden maj-september i 1994, 1995, og 1997-2003 i Ferring Sø

Hele perioden	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Blågrønalger	mm <sup>3</sup> /l	26,53	9,17	6,00	9,31	18,82	15,53	16,48	21,87	18,51
Rekylalger	mm <sup>3</sup> /l	0,03	0,03	0,04	<0,01	0,01	0,06	0,26	0,18	0,09
Furealger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	0,87	0,15	-	0,06	0,09	0,05	0,03
Gulalger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	0,02	-	-	0,06	0,02	-	-
Skælbærende gulalger	mm <sup>3</sup> /l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiselalger	mm <sup>3</sup> /l	0,90	0,65	1,39	0,05	0,78	3,11	1,78	1,16	0,79
Stilkalger	mm <sup>3</sup> /l	-	0,07	1,75	1,04	0,03	0,83	0,08	0,33	0,45
Grønalger	mm <sup>3</sup> /l	8,89	8,11	6,53	3,50	2,11	1,45	1,69	2,70	1,53
Ubestemte	mm <sup>3</sup> /l	1,12	1,19	0,72	0,74	0,41	0,79	1,00	1,40	0,57
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	37,47	19,22	17,32	14,79	22,16	21,88	21,40	27,69	21,97
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	76,87	37,72	29,33	24,39	39,38	39,93	33,61	39,84	30,42
Blågrønalger	%	71	48	35	63	85	71	77	79	84
Rekylalger	%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1	<1
Furealger	%	-	-	5	1	-	<1	<1	<1	<1
Gulalger	%	-	-	<1	-	-	<1	<1	-	-
Skælbærende gulalger	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiselalger	%	2	3	8	<1	4	14	8	4	4
Stilkalger	%	-	<1	10	7	<1	4	<1	1	2
Grønalger	%	24	42	38	24	10	7	8	10	7
Ubestemte	%	3	6	4	5	1	4	5	5	3
Total biomasse	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 7.3a. Fytoplanktonbiomassen opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse, maksimal biomasse og procentvis sammensætning i perioden januar-december i 1994, 1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.

Størrelsesgruppe	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<20 µm	mm <sup>3</sup> /l	3,88	4,54	4,67	4,63	1,65	4,67	3,86	10,81	5,62
20-50-µm	mm <sup>3</sup> /l	14,53	13,80	8,75	6,52	12,51	13,21	14,65	16,66	13,34
>50 µm	mm <sup>3</sup> /l	19,06	0,78	3,94	3,45	8,02	4,10	2,58	0,23	3,01
<20 µm	%	10	24	27	32	7	21	18	39	26
20-50-µm	%	39	72	50	45	56	60	69	60	61
>50 µm	%	51	4	23	23	36	18	12	1	14

Tabel 7.3b. Fytoplanktonbiomassen opdelt i størrelsesgrupper, gennemsnitlig biomasse og procentvis sammensætning i perioden januar-december i 1994, 1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.

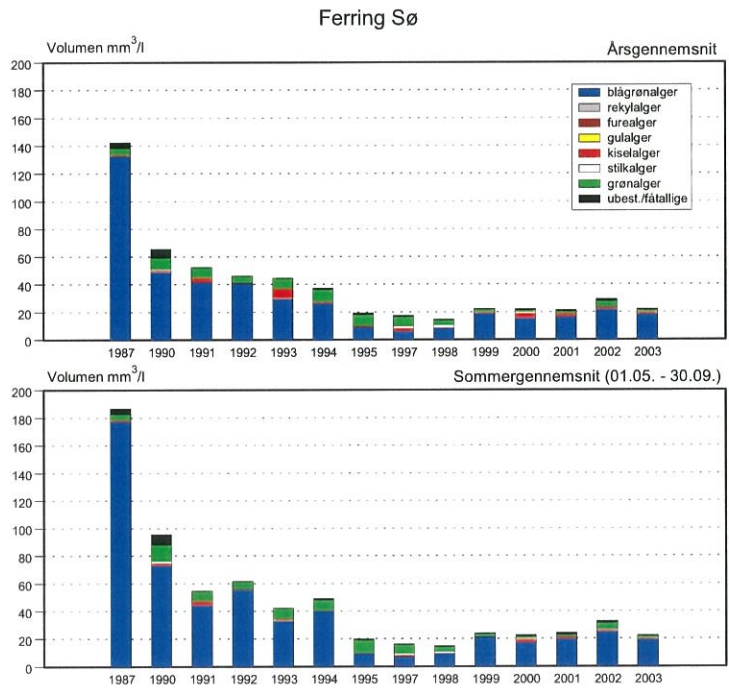
Maj-september	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hjuldyr	mm <sup>3</sup> /l	1,10	0,10	3,78	1,51	0,50	0,66	0,82	0,22	0,39
Dafnier	mm <sup>3</sup> /l	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
Calanoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	3,01	3,75	1,86	6,62	0,91	3,19	4,09	7,14	4,10
Cyclopoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Harpacticoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	0,09	<0,01	0,02	<0,01	<0,10	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	4,22	3,86	5,66	8,13	1,41	3,89	4,92	7,41	4,53
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	7,30	5,06	13,66	25,54	2,35	7,71	10,63	17,83	18,83
Hjuldyr	%	26	3	67	19	35	17	17	3	9
Dafnier	%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Calanoide vandlopper	%	71	97	33	81	65	82	83	96	91
Cyclopoide vandlopper	%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Harpacticoide vandlopper	%	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Total biomasse	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*Tabel 7.4a. Zooplanktonbiomassen opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse, maksimal biomasse og procentvis sammensætning i perioden maj-september i 1994, 1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.*

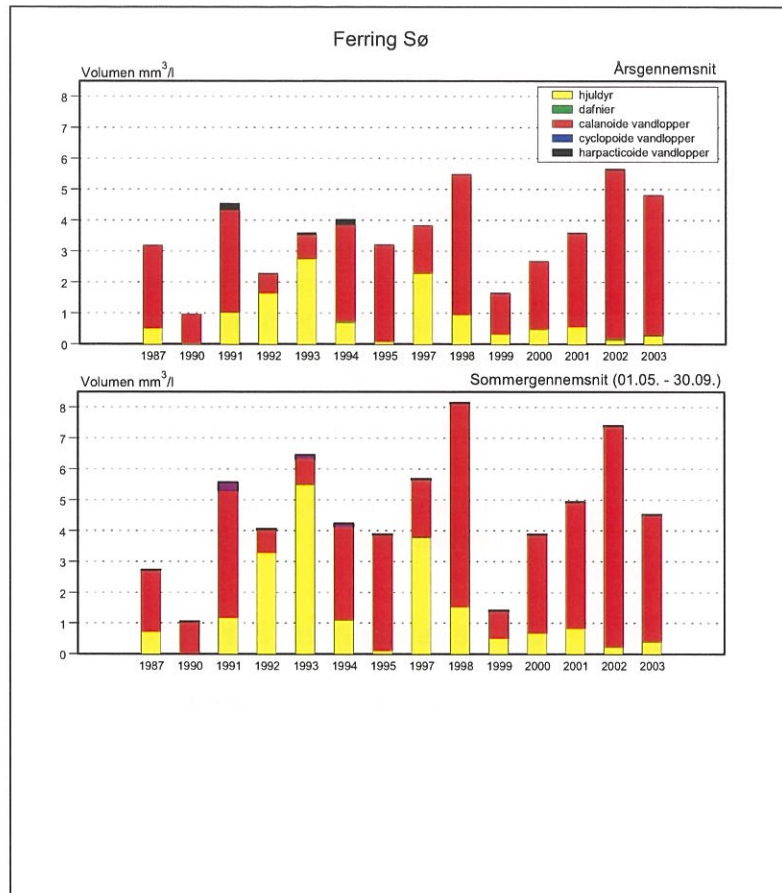
Hele perioden	Enhed	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hjuldyr	mm <sup>3</sup> /l	0,68	0,07	2,29	0,94	0,31	0,46	0,55	0,14	0,28
Dafnier	mm <sup>3</sup> /l	0,05	0,02	<0,0	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,03	0,02
Calanoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	3,13	3,11	1,52	4,54	1,31	2,19	3,02	5,46	4,52
Cyclopoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,0	<0,01	0,02	<0,01
Harpacticoide vandlopper	mm <sup>3</sup> /l	0,17	<0,01	<0,0	<0,01	0,01	<0,0	<0,01	0,01	<0,01
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	4,04	3,20	3,82	5,48	1,65	2,68	3,57	5,66	4,82
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	7,30	5,06	13,66	25,54	3,23	7,71	10,63	17,83	18,83
Hjuldyr	%	17	2	60	17	19	17	15	3	6
Dafnier	%	1	1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Calanoide vandlopper	%	77	97	40	83	79	82	84	97	94
Cyclopoide vandlopper	%	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1
Harpacticoide vandlopper	%	4	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1
Total biomasse	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 7.4b. Zooplanktonbiomassen opdelt i hovedgrupper, gennemsnitlig biomasse, maksimal biomasse og procentvis sammensætning i perioden januar-december i 1994, 1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.





Figur 7.1. Års- og sommermiddelværdier af fytoplanktonets biomasse ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) i 1987, 1990-1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.



Figur 7.2. Års- og sommermiddelværdier af zooplanktonets biomasse ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) i 1987, 1990-1995, og 1997-2003 i Ferring Sø.

## 8. Vegetation

### 8.1 Indledning

I sommeren 2003 blev der gennemført en detaljeret undersøgelse af vegetationen i Ferring Sø efter anvisningerne fra Danmarks Miljøundersøgelser om vegetationsundersøgelser i søer (Moeslund et al., 1996). Der blev gennemført et basisprogram bestående af en områdeundersøgelse af undervands- og flydebladsvegetationen med hensyn til arter, dækningsgrad og planternes højde. Desuden blev den ydre del af rørsumpen undersøgt med hensyn til udbredelse.

Resultaterne af vegetationsundersøgelsen i 2003 er beskrevet i nedenstående afsnit, samt sammenlignet med resultaterne fra 1998.

### 8.2 Vegetationen i Ferring Sø

#### 8.2.1 Undervandsvegetationen

I 2003 blev der registreret 10 arter af undervandsplanter, omfattende 6 arter af blomsterplanter og 4 arter af kransnålalger.

Undervandsart	Latinsk navn	Status i søen	Rødliste
<b>Blomsterplanter:</b>			
Lav kogleaks	Scirpus parvulus	Enkelte	Sårbar
Stor vandkrans	Zannichellia major	Meget fåtallig	
Almindelig havgræs	Ruppia maritima	Fåtallig	
Langstilket havgræs	Ruppia cirrhosa	Meget fåtallig	
Børstebladet vandaks	Potamogeton pectinatus	Almindelig	
Fladfrugtet vandstjerne	Callitriche platycarpa	Enkelte	
<b>Kransnålalger:</b>			
Almindelig kransnål	Chara vulgaris var. vulgaris	Meget fåtallig	
Baltisk kransnål	Chara baltica	Ret almindelig	
Varietet af skør kransnål	Chara globularis var. virgata	Fåtallig	
Ru kransnål	Chara aspera var. aspera	Hyppig	

Tabel 8.1 Oversigt over registrerede undervandsarter i Ferring Sø, 25.-26. august 2003, og de enkelte arters status i søen som helhed. Desuden er anført arternes status i den danske rødliste (Miljø- og Energiministeriet, 1998).

Lav kogleaks er en meget sjælden vandplante her i landet og er på den danske rødliste som "sårbar" (Miljø- og Energiministeriet, 1998). Arten kendes i dag kun fra enkelte vestjyske fjorde (Miljøstyrelsen, 1990; Schou, 1993) og er i nyere tid ikke tidligere registreret i Ferring Sø. Arten vokser kun i brakvandsfjorde på sandet eller dyndet

sandbund. I Ferring Sø blev den fundet med enkelte planter på sandbund på lavt vand i den nord- og nordvestligste del af søen (delområde 1 og 6), hvor der fandtes enkelte planter på undervands- og sumpform.

Udbredelsen af kransnålalger i Danmark er ikke særlig godt kendt, men *baltisk kransnål* (*Chara baltica*) er ualmindelig i Vestjylland, og den vokser udelukkende i brakvand. I Ferring Sø var den spredt forekommende over det meste af søen på lavt vand, og var ret almindelig i den nordlige del af søen. Desuden er *ru kransnål* (*Chara aspera* var. *aspera*), der både vokser i ferskvand og brakvand, forholdsvis ualmindelig herhjemme. Den var almindelig til meget hyppig på lavt og mellemdyb vand i det meste af Ferring Sø.

Det er karakteristisk for alle de registrerede arter i Ferring Sø, at de næsten udelukkende vokser i brakvand. Det er kun *fladfrugtet vandstjerne*, som ikke tåler brakvand. Ved undersøgelsen blev der kun fundet nogle få planter af disse arter i den sydlige del af søen, hvor der udmunder mindre vandløb, og hvorfra arten var driftet ud i dette område med ferskvandsopblandet brakvand. Desuden vokser *børstebladet vandaks* også i ferskvand, men er den ferskvandsart, der tåler den højeste salinitet, og den findes således i en stor del af de danske fjorde.

Undervandsvegetationen i Ferring Sø i 2003 var mere artsrig i forhold til undersøgelsen i 1998, hvor der blev registreret blomsterplanterne *børstebladet vandaks* (spredt), *langstillet havgræs* (fåtallig), *stor vandkrans* (enkelte), *fladfrugtet vandstjerne* (enkelte) og kransnålalgen *baltisk kransnål* (almindelig). Af nye arter i 2003 blev der således registreret blomsterplanterne *almindelig havgræs* og *lav kogleaks* samt kransnålalgerne *almindelig kransnål* (*Chara vulgaris* var. *vulgaris*), *busket kransnål* (*Chara globularis* var. *virgata*) og *ru kransnål* (*Chara aspera* var. *aspera*). Den sidstnævnte var muligvis også tilstede i 1998, idet den var meget hyppig i 2003.

Der blev ikke foretaget nogen nærmere undersøgelse og artsbestemmelse af trådalger, der var spredt forekommende i Ferring Sø i 2003. Trådalgerne bestod tilsyneladende af arter af *vandhår* (*Cladophora* sp.). Desuden registreredes fåtalligt *rørhinde* (*Enteromorpha* sp.). Der var i øvrigt en del påvækstalger (epifytter) på planterne af *børstebladet vandaks*, mens der ikke var epifytter på kransnålalgerne.

### 8.2.2 Udbredelse og hyppighed

Undervandsvegetationen i Ferring Sø havde i 2003 en uensartet udbredelse og hyppighed, figur 8.1 Den var kun udbredt og hyppig på



de lavvandede bundflader i den nordlige del af søen (delområde 1, 2 og den nordligste del af 4), hvor der fandtes store sammenhængende bevoksninger af kransnålalger. I den sydlige del af søen (delområde 10, 11 og 12) var undervandsvegetationen spredt til almindelig forekommende og havde en del steder sammenhængende bevoksninger af kransnålalger og *børsteblandet vandaks*.

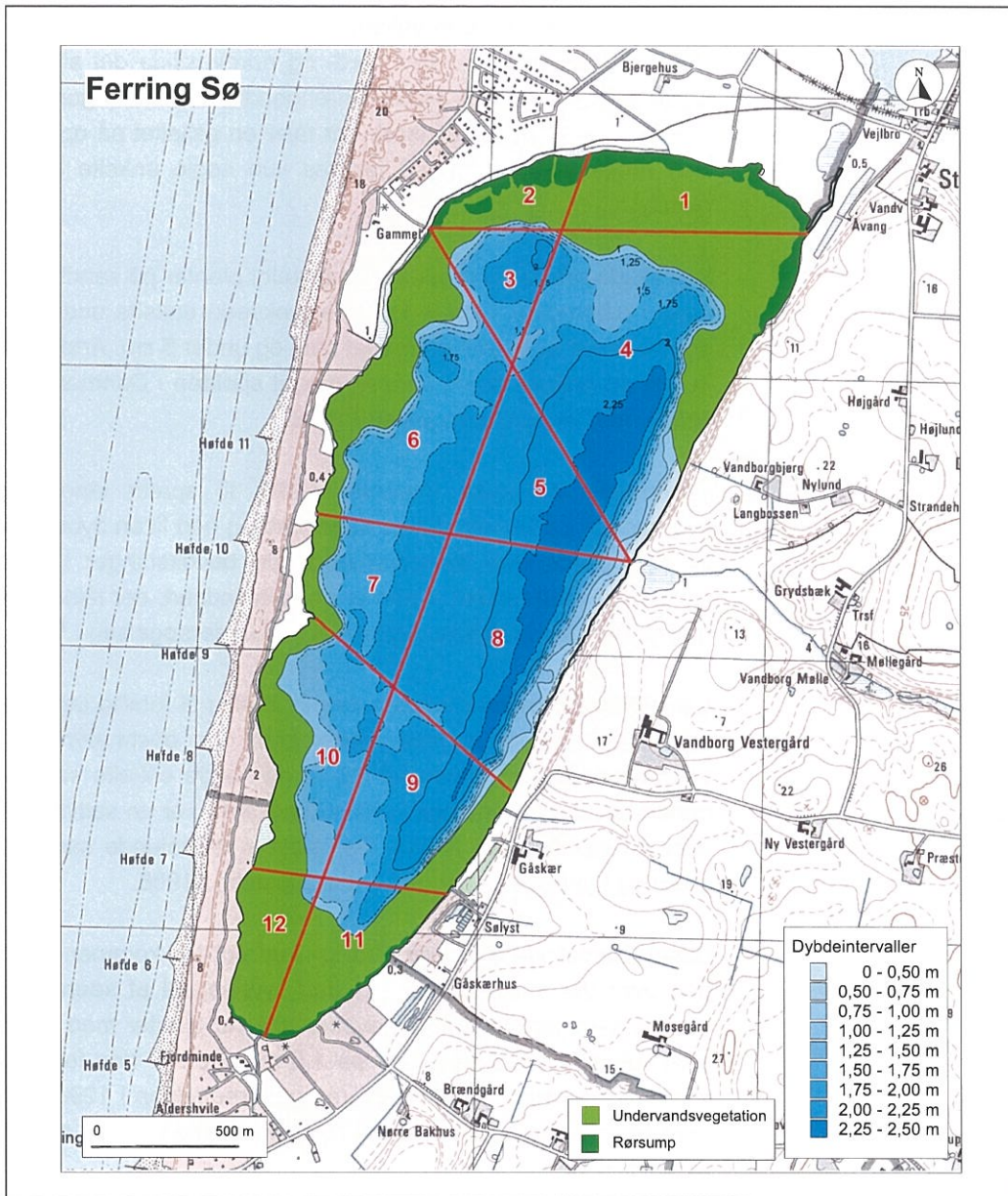
Langs hovedparten af vestbredden (delområde 3, 6 og 7) fandtes undervandsvegetationen generelt spredt, og der var kun stedvis sammenhængende bevoksninger i beskyttede vige af havgræs og kransnålalger. Langs østbredden (delområde 8, 9 og sydligste del af 4) var undervandsvegetationen fåtallig og meget spredt forekommende, og den manglede helt på en lang strækning, hvor der er stenet bund i bredzonen, og som er stærkt vind- og bølgeeksponeret.

Undervandsvegetationen havde generelt en dybdeudbredelse ud til 0,8-0,9 m i størstedelen af søen, og det var kun i den sydligste del af søen (delområde 11 og 12), at undervandsplanterne fandtes ud til en største dybde på 1,4 m. Her voksede langskudsarten *børsteblandet vandaks* ud til denne dybdegrænse med skud, der nåede næsten op til vandoverfladen. Arten voksede desuden ud til en dybde på 1,2 m i den sydvestlige del af søen (delområde 10).

Ud over vandets sigtdybde er fordelingen af undervandsvegetationen i Ferring Sø især bestemt af, at søen er meget vindeksponeret langs øst- og vestbredden. Især er østbredden vind- og bølgeeksponeret, da vesten- og nordvestenvinden er mest fremherskende. Da bredzonen har en stenet bund, er vækstbetingelserne ikke særlig gode langs størstedelen af østbredden. Langs vestbredden findes enkelte smalle vige, hvor der er noget læ for vestenvinden, og samtidig er bunden fortrinsvis sandet, hvilket giver bedre vækstbetingelser for undervandsplanterne end langs østbredden.

Langs nordbredden er der langt mindre vindeksponeret end langs øst- og vestbredden, og da der samtidig er en fast sandbund, har især kransnålalgerne gode vækstbetingelser på de udstrakte og lavvandede bundflader. Langs sydbredden er der noget mere vindeksponeret, og her er der dynd- og slambund flere steder, hvilket ikke giver undervandsplanterne så stabilt et rodfæste som sandbunden i den nordlige del af søen.





Figur 8.1. Udbredelsen af undervandsvegetationen i Ferring Sø, 25.-26. august 2003.

I det følgende er kort omtalt de enkelte undervandsarteres udbredelse og hyppighed, idet arterne er omtalt i den rækkefølge, som de er opført i tabel 8.1.

**Stor vandkrans** fandtes meget fåtalligt og spredt i bredzonen i en stor del af søen, og den voksede ned til en største dybde på 0,6 m. Den var mest hyppig i den nord- og nordvestlige del af søen, men havde ingen steder sammenhængende bevoksninger. Arten er udelukkende en brakvandsart, der tåler en salinitet på op til 12-15‰. Ved undersøgelsen i 1998 fandtes kun nogle enkelte løstdrivende planter.

**Lav kogleaks** registreredes med enkelte planter på sandbund på lavt vand i delområde 1 og 6, hvor der voksede enkelte undervands- og sumpplanter, som alle var meget små og under 5 cm. Arten er udelukkende en brakvandsart, som er meget sjælden i Danmark. Den blev ikke fundet ved undersøgelsen i 1998.

**Almindelig havgræs** forekom fåtallig til spredt langs vest- og sydbredden på lavt vand med sandbund og ned til en dybde på 0,5 m. Stedvis havde den sammenhængende bevoksninger i beskyttede vige langs vestbredden. Arten er en saltvandsart, der tåler en salinitet ned til 3‰. Den blev ikke registreret ved undersøgelsen i 1998.

**Langstillet havgræs** fandtes meget fåtallig til fåtallig langs vest- og sydbredden på de samme steder som den ovennævnte art. Den voksede ned til en dybde på 0,5 m og havde enkelte sammenhængende bevoksninger langs vestbredden. Arten er en saltvandsart som tåler en salinitet ned til 3‰. Den havde nogenlunde samme udbredelse og hyppighed som ved undersøgelsen i 1998.

**Børstebladet vandaks** var fåtallig til spredt forekommende i bredzonen over det meste af søen. I den sydlige del af søen havde den stedvis sammenhængende bevoksninger af planter med lange skud, som voksede ud til en dybde på 1,5 m. Arten er den ferskvandsart, som vokser i mest brakt vand. Ved undersøgelsen i 1998 havde den stort set samme udbredelse og hyppighed, men havde en lidt større dybdegrænse.

**Fladfrugtet vandstjerne** registreredes med nogle få planter på lavt vand i den sydligste del af søen, hvor der er udløb af nogle mindre vandløb, og hvor der således sker en opblanding af brakvandet med ferskvand. Arten er således udelukkende en ferskvandsart og var driftet ud i søen fra tilløbene. Ved undersøgelsen i 1998 fandtes den også med enkelte planter i sydenden af søen.

**Almindelig kransnål** (*Chara vulgaris* var. *vulgaris*) registreredes meget fåtalligt til fåtalligt i den nordligste og sydligste del af søen ned til en største dybde på 0,8 m. Den var mest hyppig nær udmundingen



af vandløb i den sydlige del af søen. Arten findes både i ferskvand og brakvand. Den blev ikke registreret ved undersøgelsen i 1998.

**Baltisk kransnål** (*Chara baltica*) fandtes spredt i bredzonen i det meste af søen, og den havde sammenhængende bevoksninger i den nordlige del af søen, hvor den stedvis var almindelig. Den voksede ned til en største dybde på 0,8 m. Arten er udelukkende en brakvandsart. Ved undersøgelsen i 1998 var den lidt mere hyppig.

**Busket kransnål** (*Chara globularis* var. *virgata*), der er en varietet af *skør kransnål* (*Chara globularis*) forekom meget fåtallig til fåtallig i den nordlige og sydlige del af søen ned til en dybde på 0,8 m, og den havde sammenhængende bevoksninger nogle få steder. Arten findes både i ferskvand og brakvand. Den blev ikke registreret ved undersøgelsen i 1998.

**Ru kransnål** (*Chara aspera* var. *aspera*) var den hyppigste undervandsplante, idet den var almindelig til hyppig, og i den nordlige del af søen havde den meget store og sammenhængende bevoksninger. Den voksede ned til en største dybde på 1,0 m i den sydligste del af søen, men havde ellers en dybdeudbredelse indtil 0,8 m i den øvrige del af søen. Arten findes både i ferskvand og brakvand. Den blev ikke registreret ved undersøgelsen i 1998, men har formentlig været tilstede.

I forhold til den seneste undersøgelse i 1998 var de væsentligste ændringer i undervandsplanternes hyppighed, at *ru kransnål* var blevet meget hyppig og den dominerende art i søen, mens *baltisk kransnål* var blevet noget mindre hyppig. For de øvrige tre registrerede arter i 1998 var der ikke sket større ændringer. Desuden var der sket den artsmæssige ændring, at der blev registreret 5 nye arter i 2003 i forhold til 1998.

### 8.2.3 Dækningsgrad og plantefyldt volumen

De beregnede middeldækningsgrader samt det plantedækkede areal og plantefyldte volumen for undervandsvegetationen i de enkelte delområder fremgår af bilag 7. I bilag 7 findes tabeller med de samlede værdier for plantedækket areal og plantefyldt volumen.

På figur 8.2 og 8.3 er vist undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad for de enkelte delområder og dybdeintervaller i 2003, mens der på figur 8.4 og 8.5 er vist undervandsvegetationens gennemsnitlige relative plantefyldte volumen for de enkelte

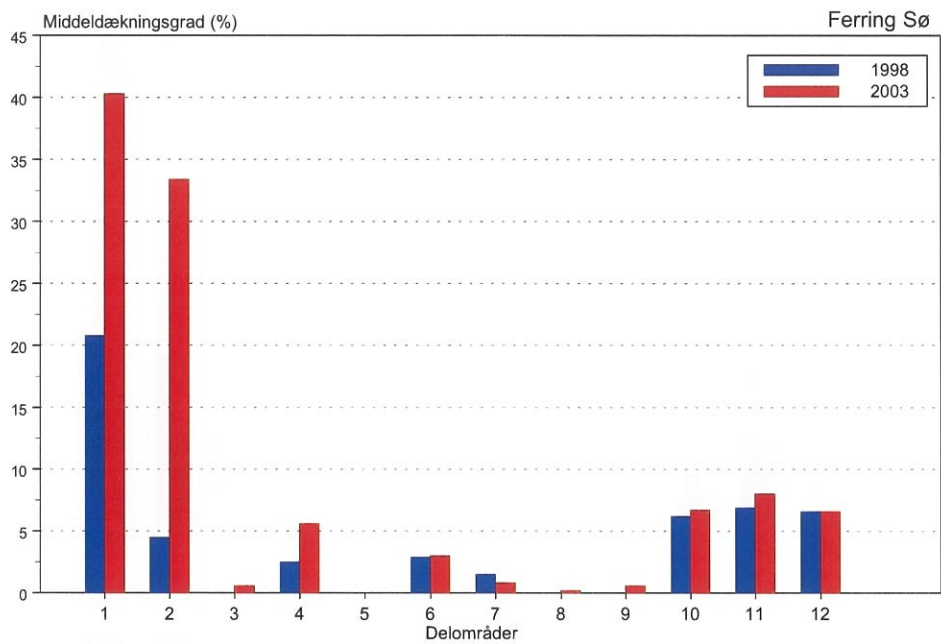
delområder og dybdeintervaller i 2003. Til sammenligning er vist værdierne for 1998.

Ligesom i 1998 var der i 2003 en stor variation i undervandsvegetationens middeldækningsgrad i de 12 delområder, idet variationen var fra 0 til 40,3%. Der var langt den største dækningsgrad i den nordlige del af søen i delområderne 1 og 2, hvor den gennemsnitlige dækningsgrad var på henholdsvis 40,3 og 33,4%. De høje dækningsgrader skyldtes udbredte og tætte bevoksninger af kransnålalger på de store lavvandede bundflader, der udgør hovedparten af disse to delområder.

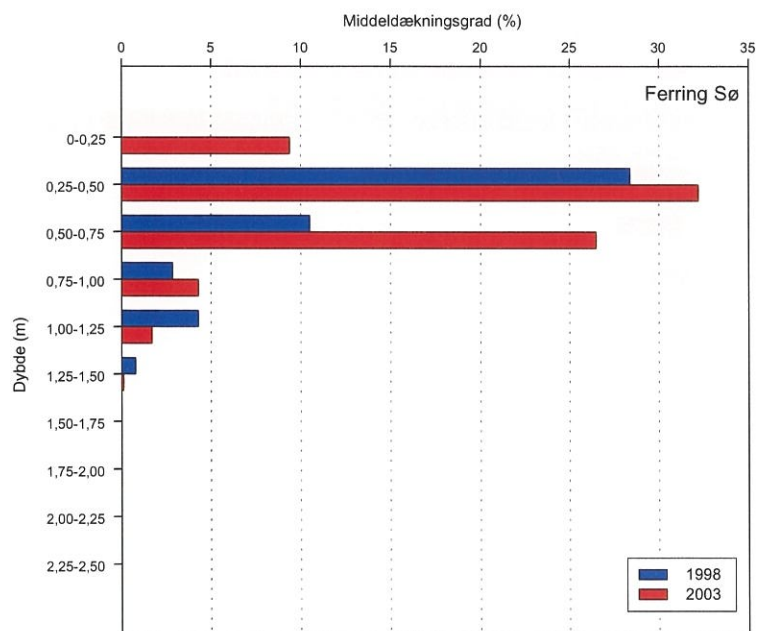
I de øvrige delområder var middeldækningsgraden langt mindre, idet den var fra 6,6 til 8,0% i de sydlige delområder 10, 11 og 12 som følge af en del bevoksninger af kransnålalger og *børsteblandet vandaks*, mens den kun var fra 0,8 til 3,0% i delområde 6 og 7 langs vestbredden samt kun på 0,2 og 0,6% i henholdsvis delområde 8 og 9 langs østbredden. I den nordligste del af delområde 4 var der en del bevoksninger af kransnålalger på de lavvandede områder, men da disse kun udgjorde en mindre del af det samlede areal i delområdet, var middeldækningsgraden kun på 5,6%.

I forhold til 1998 var der en stor stigning i den gennemsnitlige dækningsgrad i delområde 1 og 2 i den nordlige del af søen samt en del stigning i delområde 4 langs nordøstbredden. Disse stigninger skyldtes først og fremmest en stor forøgelse i mængden af *ru kransnål*. I de øvrige delområder var der ikke større ændringer i dækningsgraderne. Den store fremgang i dækningsgraden i den nordlige del af søen bevirkede, at undervandsvegetationens samlet mængdemæssigt gik frem fra 1998 til 2003.

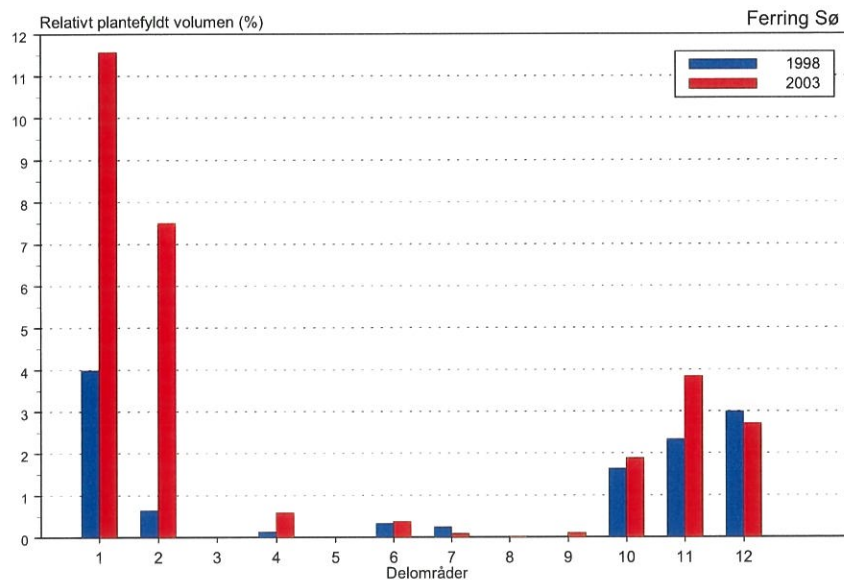




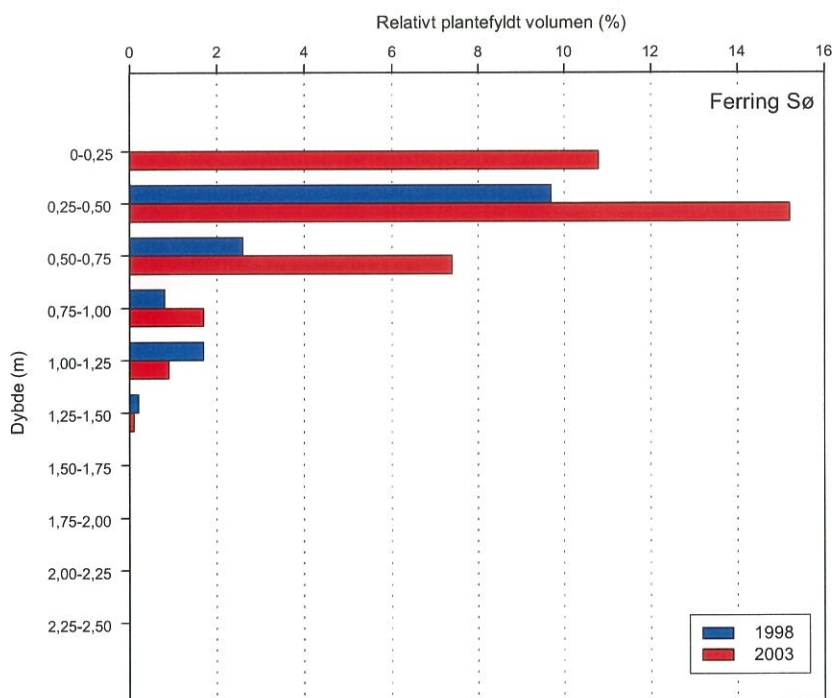
Figur 8.2 Den gennemsnitlige dækningsgrad af undervandsvegetationen i de 12 delområder i Ferring Sø, 1998 og 2003.



Figur 8.3 Den gennemsnitlige dækningsgrad af undervandsvegetationen i dybdeintervaller i Ferring Sø, 1998 og 2003.



Figur 8.4 Det relative plantefyldte volumen af undervandsvegetationen i de 12 delområder i Ferring Sø, 1998 og 2003.



Figur 8.5 Det relative plantefyldte volumen af undervandsvegetationen i dybdeintervaller i Ferring Sø, 1998 og 2003.

Med hensyn til undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad i dybdeintervallerne fremgår det af figur 8.3, at der i 2003 var den højeste dækningsgrad i dybdeintervallerne 0,25-0,50 og 0,50-0,75 m, hvor dækningsgraderne lå på 32,2 og 26,5%, mens dækningsgraden i dybdeintervallet 0-0,25 m lå på 9,4%. På de største dybder var dækningsgraden ikke særlig høj, således 4,3% fra 0,75-1,00 m, 1,7% fra 1,00-1,25 m og 0,1% fra 1,25-1,50 m. Undervandsvegetationen i 2003 fandtes således især i bredzonen på dybderne fra 0,25 til 0,75 m, hvor der var sammenhængende bevoksninger, mens de var spredte og isolerede på dybderne fra 0,75 til 1,50 m.

I forhold til 1998 var der en stor fremgang i dækningsgraden i dybdeintervallet 0-0,25 m fra 0 til 9,4%, hvilket var en følge af en 27 cm højere vandstand i 2003, idet der ikke blev registreret undervandsplanter i dybdeintervallet i 1998 som følge af den ringe vanddybde og tørlægning. Desuden var der en stor fremgang i dybdeintervallet 0,50-0,75 m fra 10,5 til 26,5%, mens der var en mindre stigning i dybdeintervallet 0,25-0,50 m fra 28,4 til 32,2% og i dybdeintervallet 0,75-1,00 m fra 2,9 til 4,3%. På de større dybder var der i dybdeintervallet 1,00-1,25 m et fald fra 4,3 til 1,7% og i dybdeintervallet 1,25-1,50 m fra 0,8 til 0,1%. Undervandsvegetationen havde således generelt fået en højere dækningsgrad på de lave dybder fra 0 til 1 meter, mens dækningsgraden var blevet lavere på de større dybder fra 1 til 1,5 meter.

Ligesom for dækningsgraden var der i 2003 en stor variation i undervandsvegetationens plantefyldte volumen i de 12 delområder, idet variationen var fra 0 til 11,6%, figur 8.4. Der var det største relative plantefyldte volumen i den nordlige del af søen i delområderne 1 og 2, hvor det relative plantefyldte volumen var på henholdsvis 11,6 og 7,5%, mens den var lavere i de øvrige delområder og kun havde en vis størrelse i delområderne 9-11 med værdier fra 1,9 til 3,8%. I de resterende delområder var det relative plantefyldte volumen under 0,6%. I forhold til undersøgelsen i 1998 var der en stor stigning i det plantefyldte volumen i delområderne 1 og 2 samt en vis stigning i delområde 4 og 11, mens der ikke var større ændringer i de andre delområder. Fremgangen i delområde 1 og 2 bevirkede, at undervandsvegetationens samlede plantefyldte volumen gik frem fra 1998 til 2003.

Med hensyn til undervandsvegetationens plantefyldte volumen i dybdeintervallerne fremgår det af figur 8.5, at der i 2003 var den højeste værdi i dybdeintervallet 0,25-0,50 m med 15,2%, mens værdierne i intervallerne 0-0,25 og 0,50-75 m var på henholdsvis

10,8 og 7,4 %. På de dybere bundflader fra 0,75 til 1,5 m var det plantefyldte volumen ikke særlig højt, således fra 1,7% og ned til 0,1%. I forhold til 1998 var der en stor fremgang i det plantefyldte volumen i dybdeintervallerne fra 0 til 1 m, mens der var et mindre fald i dybdeintervallerne fra 1 til 1,5 m.

Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden blev for 2003 opgjort til 204.544 m<sup>2</sup>, svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 6,7% beregnet uden fradrag af arealet af rørsumpen. Det samlede areal af rørsumpen er af Ringkjøbing Amt opgjort til ca. 93.259 m<sup>2</sup> i 1998, og fraregnes dette areal, kan middeldækningsgraden for undervandsvegetationen beregnes til 6,9%. Undervandsvegetationens samlede plantedækkede areal (uden fradrag for rørsumpen) ved referencevandstanden var 3,7% i 1998, og dækningsgraden i 2003 var således næsten dobbelt så stor.

Det samlede plantefyldte volumen ved referencevandstanden blev for 2003 opgjort til 39.073 m<sup>3</sup>, svarende til et relativt plantefyldt volumen på 0,93% i forhold til søens volumen (beregnet uden fradrag af volumenet af rørsumpen). Det samlede volumen af rørsumpen var i 1998 på ca. 20.983 m<sup>3</sup>, og fraregnes dette volumen, kan det relative plantefyldte volumen for undervandsvegetationen beregnes til 0,94%. Undervandsvegetationens relative plantefyldte volumen (uden fradrag for rørsumpen) ved referencevandstanden var på 0,47% i 1998, og det plantefyldte volumen var således dobbelt så stort i 2003. Dette var en følge af, at undervandsplanternes dækningsgrad i 2003 var næsten dobbelt så stor som i 1998.

#### **8.2.4 Dybdeudbredelse**

I 2003 voksede der ved aktuel vandstand undervandsplanter ned til en dybde på 1,50 m, svarende til 1,38 m ved referencevandstanden 0,21 m over DNN. Det var således hovedparten af søens bundareal, som var uden undervandsplanter. I 1998 voksede der undervandsplanter ned til en dybde på 1,65 m ved referencevandstanden, og undervandsvegetationens dybdegrænse i 2003 var således 0,27 m mindre end i 1998. Dette skyldtes især en forringelse af vandets klarhed, idet den gennemsnitlige sigtdybde var 0,40 m i 1998 og 0,28 m i 2003, dvs. et fald på 0,12 m i sigtdybden.

De enkelte undervandsarters største dybdegrænse i Ferring Sø ved undersøgelsen i 2003 er vist i tabel 8.2.



Undervandsart	Dybdegrænse (m)	Undervandsart	Dybdegrænse (m)
Børstebladet vandaks	1,50	Stor vandkrans	0,60
Ru kransnål	1,00	Almindelig havgræs	0,50
Almindelig kransnål	0,75	Langstilket havgræs	0,50
Baltisk kransnål	0,75	Fladfrugtet vandstjerne	0,25
Busket kransnål	0,75	Lav kogleaks	0,10

Tabel 8.2 Oversigt over undervandsarternes største dybdegrænse ved aktuel vandstand 0,33 m over DNN i Ferring Sø, 25.-26. august 2003. Dybdegrænsen ved referencekoten 0,21 m over DNN fås ved at trække 0,12 m fra tabellens værdier.

Ved aktuel vandstand havde *børstebladet vandaks* den største dybdegrænse med 1,50 m, hvorefter fulgte *ru kransnål* med 1,0 m. Dernæst fulgte tre arter med dybdegrænser på 0,75 m, *almindelig kransnål*, *baltisk kransnål* og *busket kransnål* samt *stor vandkrans* med 0,60 m. De øvrige fire arter havde en dybdegrænse på 0,50 m og lavere dybder.

### 8.3 Flydebladsvegetation

Der blev meget fåtalligt registreret *liden andemad* på lavt vand i rørsumpen i den sydligste del af Ferring Sø (delområde 11 og 12), hvor der er udløb fra en række mindre vandløb, så vandet lokalt ikke er så brakt. Arten kunne ikke klare sig i den øvrige del af søen på grund af den høje salinitet.

### 8.4 Rørsumpvegetation

Ferring Sø havde en veludviklet rørsump langs nordbredden, hvor den dannede et sammenhængende bælte på op til næsten 100 meters bredde, figur 2. Desuden var der en veludviklet rørsump langs hele sydbredden, hvor den dog kun dannede et bælte på op til 30 meters bredde. Langs vestbredden fandtes der strækningsvis smalle bælte af rørsump, som stedvis i beskyttede vige havde en bredde på op til 10 m. Langs den nordlige del af østbredden var der kun spredte forekomster af rørsump, mens der langs den sydlige del af østbredden var et sammenhængende bælte af en forholdsvis smal rørsump, som nogle steder havde en største bredde på op til knap 10 m. Rørsumpvegetationens forekomst langs øst- og vestbredden var begrænset af den stærke vind- og bølgeeksponering. Den relativt ringe forekomst langs østbredden skyldtes desuden, at bredzonen er stenet.

Rørsumpen havde en største dybdegrænse på 0,7 m i den nordlige og sydlige del af søen, mens rørsumpens største dybdegrænse kun var 0,4 m langs øst- og vestbredden. Den gennemsnitlige

dybdegrænse for rørsumpen var 0,47 m ved referencevandstanden, og der synes således ikke at være sket større ændringer i dybdeudbredelsen i forhold til undersøgelsen i 1998, hvor den gennemsnitlige dybdegrænse var på 0,45 m. Den lidt større dybdegrænse i 2003 ligger inden for usikkerheden ved målingerne og den naturlige år-til-år variation. I forhold til 1989, jf. figur 3, har rørsumpen dog bredt sig en del længere ud i søen, især langs vest-, syd- og sydøstbredden.

Langt hovedparten af rørsumpen bestod af *tagrør*, der havde store sammenhængende bevoksninger langs størstedelen af bredden. Tagrørsbevoksningerne havde en stor tæthed i den nordlige, sydlige og sydøstlige del af søen, mens bevoksningerne ikke var særlig tætte langs vest- og nordøstbredden. Desuden var *strand-kogleaks* ret hyppig og havde sammenhængende bevoksninger i den nordlige og sydlige del af søen, mens den voksede spredt langs vest- og østbredden, hvor den kun stedvis havde sammenhængende småbevoksninger. I den nordlige del af søen fandtes desuden en del bevoksninger af *blågrøn kogleaks*, mens den kun fandtes spredt og fåtallig i den øvrige del af søen. Desuden havde *almindelig sumpstrå* sammenhængende bevoksninger på strækninger langs østbredden. De øvrige registrerede arter i den ydre del af rørsumpen var fåtallige eller meget fåtallige og var mængdemæssigt uden betydning for den ydre del af rørsumpen.

Der blev ikke registreret nogen sjældne rørsumparter bortset fra *lav kogleaks*, der havde enkelte sumpplanter på lavt vand i den nordlige og vestlige del af søen. Arten er meget sjælden her i landet og på den danske rødliste som "sårbar". Den er nærmere omtalt under beskrivelsen af undervandsvegetationens arter i afsnit 8.1. Af karakteristiske sumparter for brakvand registreredes ud over *strand-kogleaks* og *blågrøn kogleaks* spredte bevoksninger af *ensskættet sumpstrå*.





Østbredden af Ferring Sø er stærkt vind- og bølgeeksponeret, og da søbredden samtidig er stenet, havde rørsumpen en begrænset udbredelse. Den kraftige vindpåvirkning og stenbund i bredzonen bevirkede også, at der var en ringe mængde undervandsvegetation. Foto: 25. august 2003.



Vestbredden af Ferring Sø er også ret stærkt vind- og bølgepåvirket, så rørsumpen generelt kun findes som et smalt og ikke særlig tæt bælte langs bredden. Undervandsvegetationen er ikke særlig hyppig langs vestbredden, men i nogle af de mere vindbeskyttede vige fandtes dog en del undervandsplanter. Foto: 26. august 2003.



Den helt dominerende rørsumpart i Ferring Sø var *tagrør*, der havde store sammenhængende bevoksninger langs en stor del af søbredden. Desuden var *strand-kogleaks* (forrest) ret hyppig og havde en del steder sammenhængende bevoksninger. Her er det i den nordlige del af søen, hvor rørsumpvegetationen var tæt. Foto: 25. august 2003.



I den nordlige del af Ferring Sø fandtes en del bevoksninger af *blågrøn kogleaks* (forrest), mens den var mere spredt forekommende i den øvrige del af søen. I søens nordende var rørsumpen udbredt og tæt af tagrørsbevoksninger. Foto: 25. august 2003.



## 8.5 Samlet vurdering

### Undervandsvegetationens artssammensætning

Undersøgelsen i 2003 af vegetationen i Ferring Sø viste, at der var en moderat artsrig undervandsvegetation, idet der blev registreret 10 arter af undervandsplanter. Dette omfattede 6 arter af blomsterplanter og 4 arter af kransnålalger. Der blev meget fåtalligt registreret den her i landet meget sjældne *lav kogleaks*, der kun kendes fra enkelte vestjyske fjorde, og som er på den danske rødliste som "sårbar". Der blev kun fundet enkelte planter af denne art på lavt vand i den nordlige og vestlige del af Ferring Sø. Desuden blev der registreret kransnålalgen *baltisk kransnål (Chara baltica)*, der er ualmindelig i Vestjylland. Arten fandtes spredt til almindelig i bredzonen i Ferring Sø.

Alle de registrerede arter var typiske for brakvand, idet Ferring Sø i sommeren 2003 havde en salinitet på omkring 5‰. Det er kun *fladfrugt vandstjerne*, som ikke er en brakvandsart, og den blev kun fundet med nogle enkelte planter langs sydbredden, hvor en række små vandløb udmunder i søen, og her opblandes brakvandet med ferskvand i et mindre område langs bredden. *Lav kogleaks*, *stor vandkrans* og *baltisk kransnål (Chara baltica)* er således udelukkende brakvandsarter, der tåler en ret høj salinitet, mens *almindelig havgræs* og *langstillet havgræs* er marine arter, der tåler en salinitet ned til 3‰ (Miljøstyrelsen, 1990). *Almindelig kransnål (Chara vulgaris var. vulgaris)*, *busket kransnål (Chara globularis var. virgata)*, *ru kransnål (Chara aspera var. aspera)* og *børsteblandet vandaks* vokser både i ferskvand og brakvand. *Børsteblandet vandaks* er herhjemme den ferskvandsplante, der tåler den højeste salinitet.

I forhold til den seneste undersøgelse i 1998 er undervandsvegetationen blevet mere artsrig, idet der som nye arter i 2003 blev registreret blomsterplanterne *lav kogleaks* og *almindelig havgræs* samt kransnålalgerne *almindelig kransnål (Chara vulgaris var. vulgaris)*, *busket kransnål (Chara globularis var. virgata)* og *ru kransnål (Chara aspera var. aspera)*. Af disse var *ru kransnål* muligvis også tilstede i 1998, idet den var hyppig i 2003. Undervandsvegetationen i Ferring Sø har ikke været detaljeret undersøgt før 1998, og den tidligere artssammensætning kendes derfor ikke. Da der er sket en markant ændring i søens miljøtilstand i nyere tid mod en mere næringsrig og uklar brakvandssø på grund af en øget tilførsel af næringsstoffer fra spildevand og drænvand fra landbrugsarealer, har søen måske tidligere været mere artsrig. På den anden side betyder den moderat høje salinitet i Ferring Sø, at der kun kan være få ferskvandsarter og

kun få marine arter. Den høje salinitet i sommeren 2003 betød således, at det for ferskvandsarternes vedkommende kun var muligt for *børsteblandet vandaks* at vokse i søen.

### **Undervandsvegetationens udbredelse og hyppighed**

Som følge af at Ferring Sø er blevet mere næringsrig, er vandet også blevet langt mere uklart, og i sommeren 2003 var den gennemsnitlige sommersigdybde så lav som 0,28 m. Dette skyldtes dels en høj produktion af planteplankton og dels ophvirvlet bundmateriale (resuspension) af henfaldent plankton og slampartikler fra søbunden. Søen ligger således meget åbent i landskabet, så vind og bølger har store muligheder for at lave resuspension og dermed nedsætte vandets klarhed. Den kraftige vind- og bølgeeksponering af øst- og vestbredden er også med til at reducere undervandsplanternes muligheder for at vokse langs disse bredder. Desuden er den lavvandede del af bredzonen langs østbredden stenet, hvilket også er med til at begrænse undervandsplanternes forekomst på lange strækninger. Ud over vandets klarhed er undervandsvegetationens udbredelse og hyppighed i Ferring Sø således især bestemt af graden af vind- og bølgeeksponering samt bundforholdene i bredzonen.

Undersøgelsen i 2003 viste da også, at undervandsvegetationens udbredelse og hyppighed var ret uensartet. Vegetationen var kun hyppig på de store lavvandede sandflader i den nordlige del af søen, som ligger mest i læ, og her fandtes store sammenhængende bevoksninger af kransnålalger. I den sydlige del af søen, som er mere vindpåvirket, var undervandsvegetationen spredt til almindeligt forekommende, mens den kun var fåtallig og spredt langs de stærkt vindeksponerede øst- og vestbredder, hvor der kun stedvis var sammenhængende småbevoksninger. På grund af den stenede bund langs østbredden var der her en lang strækning, som var helt uden planter.

Det uklare vand bevirkede, at undervandsplanterne generelt kun voksede i bredzonen og ned til en dybde på 0,7-0,8 m i det meste af søen. Dette vegetationsbælte fandtes hele vejen rundt langs søbredden bortset fra en lang strækning langs østbredden. I den sydlige del af søen voksede *børsteblandet vandaks* ud til en dybde på 1,5 m, idet den havde lange skud, som næsten nåede op til vandoverfladen. Skuddannelsen hos denne art sker i det sene forår ved hjælp af jordstænglernes oplagsnæring uafhængig af lysforholdene, og den kan således sende skud højere op i vandsøjlen, hvor der er mere lys. Dette betyder, at den kan vokse på forholdsvis store dybder i



uklare søer, hvis de overvintrende rodknolde er tilstrækkelig næringsrige. Kransnålgjerne voksede ikke på større dybder end 1 m, selv om de i nogen grad er tilpasset lave lysforhold.

På grund af det uklare vand og de øvrige ovennævnte begrænsende forhold dækkede undervandsvegetationen i 2003 kun 6,7% af søbunden i Ferring Sø, og undervandsplanternes volumen udgjorde kun 0,93% af søens volumen, da vegetationen var domineret af lave kransnålgjerne. Undervandsvegetationen havde den største dækningsgrad på dybder fra 0,25 til 0,75 m, hvor der områdevis var sammenhængende bevoksninger af især kransnålgjerne. Dækningsgraden var meget lavere på større dybder, og her var der næsten kun tale om spredte bevoksninger af *børstebladet vandaks*. Den hyppigste art var *ru kransnål*, der især havde store sammenhængende bevoksninger i den nordlige del af søen, mens *baltisk kransnål* kun var spredt forekommende over det meste af søen. Desuden var *børstebladet vandaks* generelt spredt forekommende, og havde i den sydlige del af søen en del sammenhængende bevoksninger. De øvrige arter var fåtallige, men havde dog stedvis sammenhængende småbevoksninger, især *almindelig havgræs*.

Undervandsvegetationens samlede dækningsgrad af søbunden (uden fradrag af rørsumpen) steg fra 3,7% i 1998 til 6,7% i 2003, hvilket især var en følge af en øget dækningsgrad i den nordlige del af søen. Dette skyldtes først og fremmest, at *ru kransnål* var blevet meget hyppig i løbet af perioden. En anden stærkt medvirkende årsag var, at vandstanden i 2003 var 0,27 m højere end ved undersøgelsen i 1998, så der var indvandret og voksede undervandsplanter på mange af de steder, som var mere eller mindre tørlagte i 1998. Som følge af stigningen i dækningsgraden var der også en stigning i det relative plantefyldte volumen (uden fradrag af rørsumpen) fra 0,47% i 1998 til 0,93% i 2003. Med hensyn til undervandsvegetationens dybdeudbredelse var der ved referencevandstanden et fald i den største dybdegrænse fra 1,65 m i 1998 til 1,38 m i 2003, dvs. en tilbagegang på 0,27 m, hvilket var en følge af en lavere dybdegrænse for *børstebladet vandaks*. Dette skyldes bl.a. den forringelse, der har været i vandets klarhed, idet den gennemsnitlige sommersigtedybde faldt fra 0,40 m i 1998 til 0,28 m i 2003, dvs. et fald på 0,12 m i sigtddybden.

Desuden viste undersøgelsen i 2003, at der var en bred og tæt rørsump i den nordlige og mest vindbeskyttede del af søen samt en forholdsvis bred og tæt rørsump i den sydlige del af søen, hvor der også er nogen læ. Da øst- og vestbredden er stærkt vind- og bølgepåvirket var rørsumpen her generelt ikke ret bred og tæt. Især havde

rørsumpen en begrænset forekomst langs en stor del af østbredden på grund af stenbunden i bredzonen. Rørsumpen var stærkt domineret af *tagrør*, som det ofte er tilfældet for brakvandsøer. Desuden var *strand-kogleaks* hyppig og stedvis *blågrøn kogleaks*. I forhold til 1998 syntes der ikke at være sket større ændringer i rørsumpens dybdeudbredelse eller i de dominerende arters hyppigheder. Derimod har der været en del forøgelse i rørsumpens udbredelse i forhold til 1989, hvor søen blev opmålt. I øvrigt var der ingen flydebladsvegetation, som det også er typisk for brakvandssøer.



## 9. Fiskeyngel

### 9.1 Indledning

Der er foretaget fiskeyngelundersøgelser i Ferring Sø hvert år fra 1998 til 2003, og undersøgelserne er udført i henhold til den tekniske anvisning fra DMU, nr. 14, 1998. En fravigelse fra den tekniske anvisning forekom i 2003, da kun halvdelen af sektionerne i littoralzonen blev befisket pga. af udstyrsdefekt.

Fiskeyngelundersøgelsen i Ferring Sø 2003 blev udført den 1. juli mellem midnat og klokken ca. 4 om morgenen. Vindstyrken var jævn, ca. 7 m/sek, fra N og der var stort set skyfrit. Der blev fisket i de samme sektioner som ved de generelle fiskeundersøgelser. Sektionsinddelingen og yngeltransekternes placering i de enkelte sektioner fremgår af bilag 6.

Ved fiskeyngelundersøgelsen blev der fanget andre zooplanktonædende organismer udover fiskeyngel, primært mysider. Mysidernes antal blev opgjort kvantitativt.

### 9.2 Resultater

Fangsten af fiskeyngel i år 2003 er væsentlig anderledes mht. artssammensætningen sammenlignet med de tidligere undersøgelser tilbage til 1998. Fangsterne i 2003 domineredes antalsmæssigt af kutlinger og smelt med henholdsvis 68% og 17% af de samlede fangster.

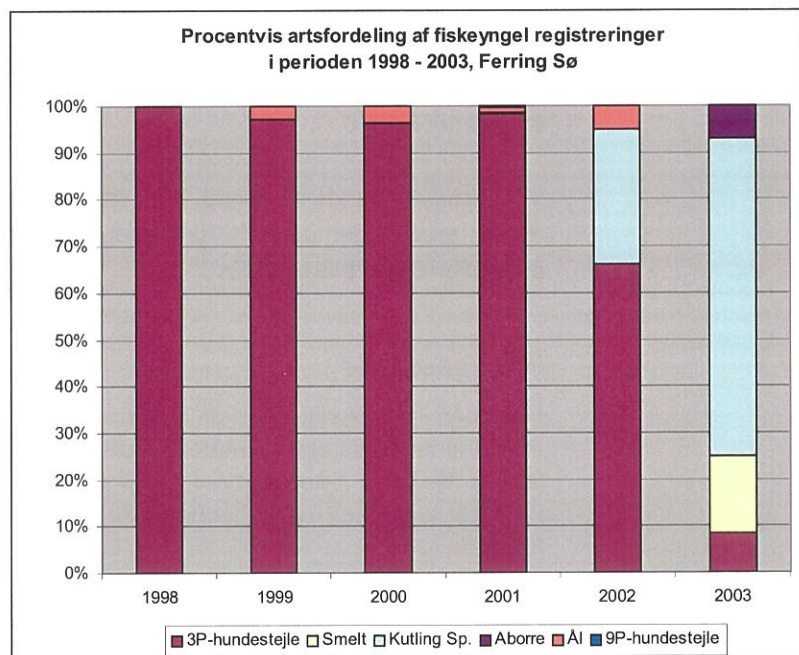
Trepigget hundestejle udgjorde i 2003 <10% af den samlede fangst ved undersøgelsen, hvor arten tidligere har udgjort op til 60% af fangsten.

Fangsten af kutling sp. varierede mellem 0,04 og 1,17 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen og mellem 0 og 0,08 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet. Bilag 6 viser fangsten i de enkelte sektioner og yngeltrawltræk.

Fangsten af smelt var 0 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen og mellem 0 og 0,11 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet, mens fangsten af trepiggede hundestejler varierede mellem 0 og 0,10 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen og mellem 0 og 0,04 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet.

Område	Littoralen		Pelagiet	
Filtreret vandvolumen	74,70 m <sup>3</sup>		325,42 m <sup>3</sup>	
Arter	Antal/m <sup>3</sup>	Vægt g/m <sup>3</sup>	Antal pr. m <sup>3</sup>	Vægt g/m <sup>3</sup>
Hundestejle 3-P	0,03	0,03	0,02	0,03
Kutling. Sp	0,54	0,02	0,03	<0,01
Aborre	0,00	-	0,02	<0,01
Smelt	0,00	-	0,04	0,04
Mysider	576,00	-	620,00	-

Tabel 9.1: Nøgletal for fiskeyngelundersøgelsen i Ferring Sø 2003.



Figur 9.1 Artsfordelingen af fiskeyngelregistreringerne i perioden 1998-2003.

### Trepigget hundestejle

Der blev i alt fanget 6 trepigget hundestejler ved undersøgelsen i 2003, hvilket var det mindste antal registreret i hele undersøgelsesperioden. Den gennemsnitlige fangst af trepigget hundestejle i Ferring Sø var hhv. 0,03 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen svarende til 0,03 g pr. m<sup>3</sup> og 0,02 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet svarende til 0,03 g pr. m<sup>3</sup>. I littoral zonen blev der i 2003 kun filtreret 74,7 m<sup>3</sup> vand mod normalt det dobbelte, da der kun blev foretaget trawltræk på 3 stationer.

Fangsten af hundestejler var således stort set antalsmæssigt ligeligt fordelt mellem littoralzonen (60%) og pelagiet (40%), hvilket er en mindre afvigelse fra de foregående år. Afvigelsen kan begrundes med

de lave antal fangede trepigget hundestejler samt den lavere filtrerede vandvolumen. Den registrerede tæthed af hundestejler ved yngelundersøgelsen i 2003 er det laveste i hele undersøgelsesperioden. Således er der siden 2001 observeret et markant fald i fangsten af hundestejler i yngelundersøgelserne, jf. tabel 9.2 samt figur 9.1. Tætheden er på et lavere niveau end ved undersøgelserne i 1998, hvor der også blev fundet meget lave tætheder af trepigget hundestejler.

Ferring Sø	Hundestejler 3P (antal/M <sup>3</sup> )	
	Littoral	Pelagiet
2003*	0,03	0,02
2002	0,15	0,14
2001	0,62	0,68
2000	0,16	0,19
1999	0,24	0,29
1998	0,06	0,05

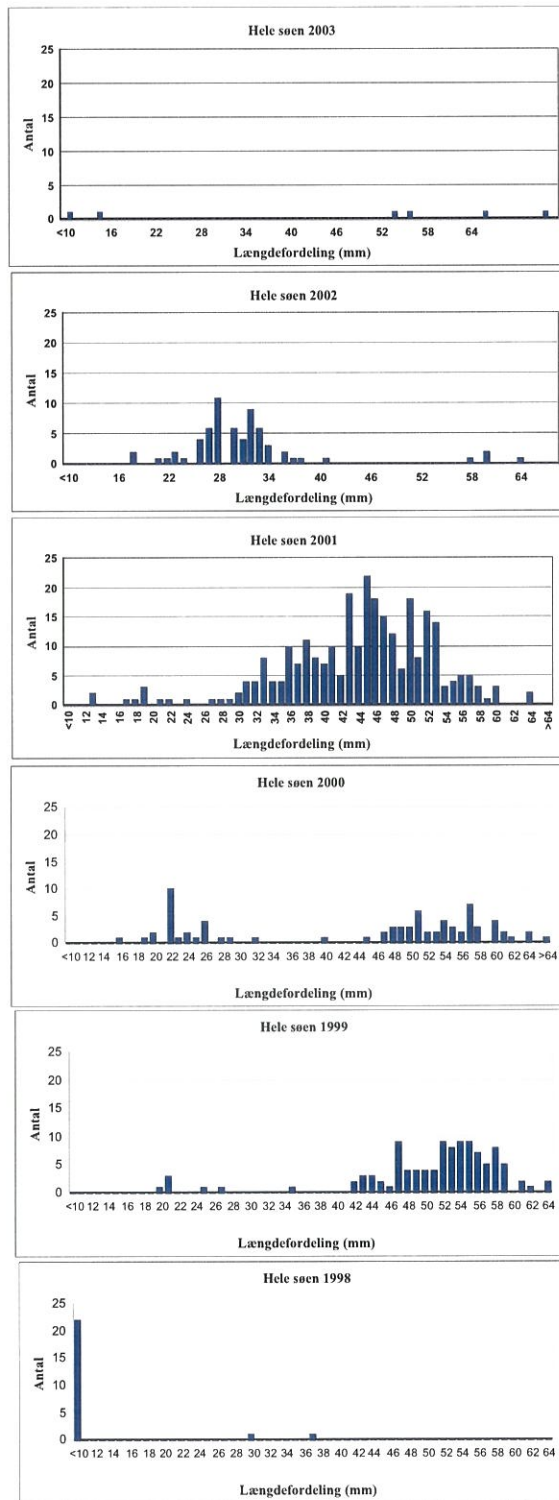
*Tabel 9.2: Antal hundestejler pr. m<sup>3</sup> for henholdsvis littoralzone og pelagiet i Ferring Sø 1998 - 2003. Bemærk at der i 2003 kun er filtreret 74,7 m<sup>3</sup> vand mod normalt det dobbelte i littoral zonen der der kun er fisket 3 stationer.*

#### Størrelsesfordeling

Antallet af trepigget hundestejler registreret i 2003 fordeler sig i 2 størrelses grupper <16 mm og >52 mm som udgøres af henholdsvis yngel og 2-3 årrige individer.

Størrelsesfordelingen i 2003 er atypisk da der ikke findes en størrelsestop omkring 18-24 mm, som det er set i både 1999, 2000, 2001 og 2002 jf. Figur 9.2.

Hundestejleynglen blev ligesom de foregående år fanget i både pelagiet og littoralzonen. Længdefordelingskema for trepigget hundestejle, er vist i bilag 6.



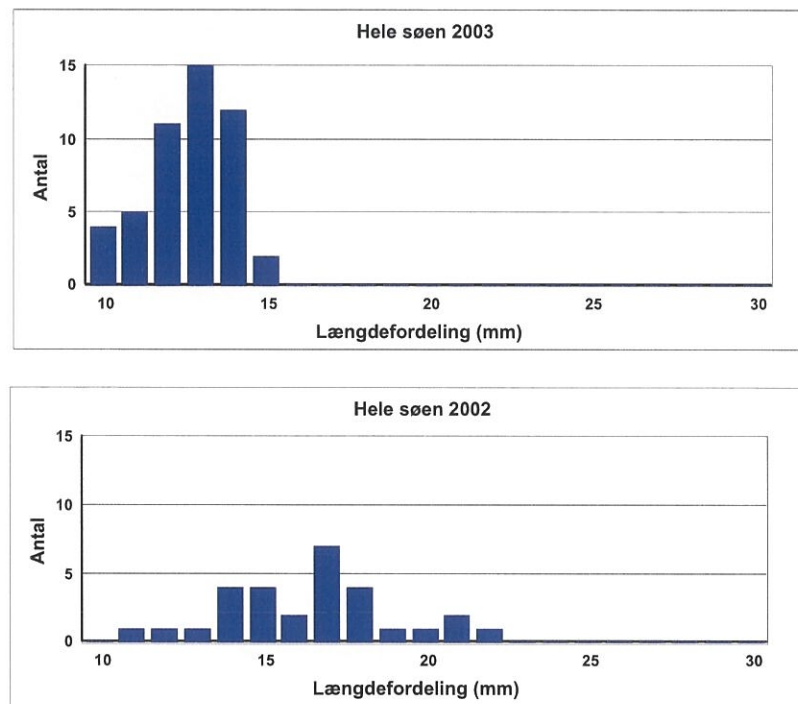
Figur 9.2: Længdefordeling for trepigget hundestejle i Ferring Sø 1998 - 2003.



## Kutling

Der blev under fiskeriet fanget ialt 49 kutling sp. Kutlingeynglen blev fanget i både pelagiet og littoralzonen med det største forekomster i littoral zonen. Kutlingeyngel var den dominerende art ved undersøgelsen i 2003, jf. figur 9.1. Kutling blev første registreret i Ferring Sø ved yngelundersøgelserne i 2002.

Den gennemsnitlige fangst af kutlinger i Ferring Sø var hhv. 0,54 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen svarende til 0,02 g pr. m<sup>3</sup> og 0,03 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet svarende til < 0,01 g pr. m<sup>3</sup>.



Figur 9.3: Længdefordeling for Kutling i Ferring Sø 2002 - 2003.

## Størrelsesfordeling

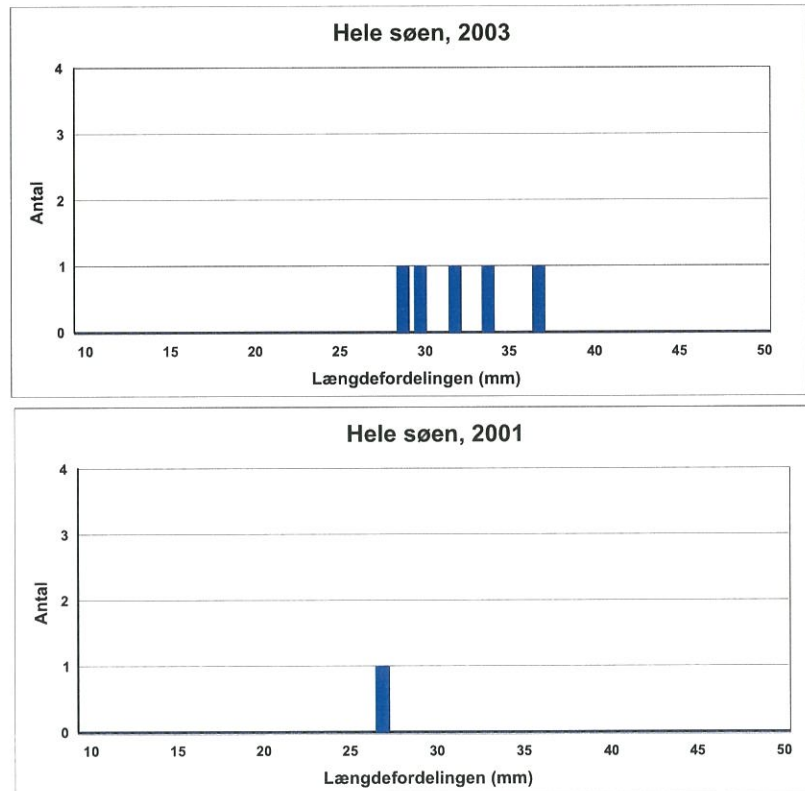
Størrelsesfordelingen af de registrerede kutlinger i Ferring Sø i 2003 var alle fisk < 16 mm, og må formodes at være årsyngel.

Sammenlignes resultaterne med 2002, ses det af figur 9.2 at kutlingeyngel i 2002 var domineret af individer mellem 13 og 22 mm. Denne forskel i størrelsesfordelingen kan forklares delvist ved at undersøgelsen i 2002 blev foretaget 14 dage senere end i 2003.

## Aborre

Der blev under fiskeriet fanget ialt 5 aborre. Aborreyngelen blev kun fanget i pelagiet. Aborreyngel udgjorde den mindste andel af den samlede fangst - jf. fig. 9.1. Aborreyngel blev første gang registreret i Ferring Sø ved yngelundersøgelserne i 2001, mens der i 2002 ikke blev fanget nogle individer, jf. Fig. 9.4.

Den gennemsnitlige fangst af aborre i Ferring Sø var hhv. 0 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen og 0,02 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet svarende til < 0,01 g pr. m<sup>3</sup>.



Figur 9.4: Længdefordeling for aborre i Ferring Sø 2001 - 2003.

#### Størrelsesfordeling

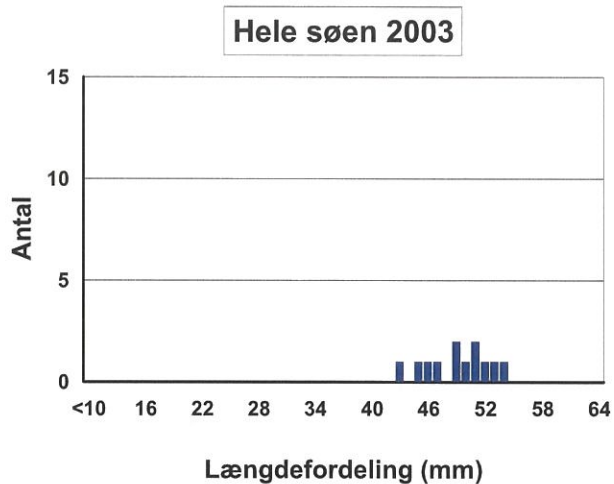
Størrelsesfordelingen af de registrerede aborre i Ferring Sø i 2003 var alle fisk mellem 29 - 37 mm, hvilket er årsyngel. I 2001 blev kun et individ registreret på 27 mm.

#### Smelt

Der blev under fiskeriet fanget ialt 12 Smelt. Smelt blev kun fanget i pelagiet. Smelt var den næsthøypigeste fiskeart ved undersøgelsen - jf. fig. 9.1.

Smelt er ikke tidligere blevet registreret ved yngelundersøgelserne i Ferring Sø.

Den gennemsnitlige fangst af smelt i Ferring Sø var hhv. 0 fisk pr. m<sup>3</sup> i littoralzonen og 0,04 fisk pr. m<sup>3</sup> i pelagiet svarende til 0,04 g pr. m<sup>3</sup>.



Figur 9.4: Længdefordeling for aborre i Ferring Sø 2003.

#### Størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af de registrerede smelt i Ferring Sø i 2003 var alle fisk mellem 46 - 57 mm, hvilket formodes at være årsyngel.

#### Mysider

Vurderet ud fra fangsten i yngeltrawltrækkene var mysidtætheden forholdsvis lav i Ferring Sø i 2003 (609 mysider pr. m<sup>3</sup>), hvilket er på 2002 niveau. Tidligere har tæthederne været meget høje, med 2132 mysider pr. m<sup>3</sup> i 1999 og 3374 mysider pr. m<sup>3</sup> i 2000. I 1998 var tætheden ekstrem lav med <10 mysider pr. m<sup>3</sup>.

Fangsterne af mysider i perioderne 1998 til 2003 kan være underestimeret, pga. større maskevidde i yngelnettet (1 mm) end i de almindeligt brugte mysidnet (0,5 mm), hvilket betyder, at kun de større mysider bliver fanget.

I modsætning til 1998, hvor mysidtætheden i littoralzonen var større end i pelagiet om sommeren, hvilket også er vist i andre brakvandsøer (Pedersen, 1994), var der ikke nogen nævneværdig tæthedsforskel i 2003 (littoralzone: 576 mysider pr. m<sup>3</sup> og pelagiet: 620 mysider pr. m<sup>3</sup>). Mysidtæthederne i 2003 på sammen niveau som i 2002. I 1999 og 2000 blev mysidtætheden kun opgjort for pelagiet.

### 9.3 Diskussion

Fangsten af fisk ved yngelundersøgelserne i Ferring Sø i 1998 - 2003 viser at søens fiskebestandssammensætning ændres fra en total

dominans af trepigget hundestejle i 1998-2002 til dominans af arter som kutling og smelt.

Tætheden af trepigget hundestejle faldt allerede i Ferring Sø i 2002 til ca. en fjerdedel af tætheden i 2001, og er yderligere faldet i 2003. Vandvolumen filteret i littoralzonen i 2003 var dog halveret grundet manglende trawltræk i 3 sektioner. Sammenlignes de befiskede stationer med de tidligere undersøgelser ligger niveauet nede på samme niveau som i 1998.

Fangsterne i 2003 er de absolut laveste i hele perioden mht. trepigget hundestejler men på et samlet niveau svarende til 1998. Der forekommer rimelige store år-til-år svingninger i tætheden af hundestejler i Ferring Sø jf. tabel 9.3, hvilket man også har set i andre brakvandssøer, som f.eks. Kilen (Ringkjøbing Amt, 1996). Trepigget hundestejle har netop en kort levealder, tidlig kønsmodning og stort reproduktionspotentiale, som kan skabe disse betydelige år-til-år variationer.

Vejrmæssige forskelle på undersøgelsestidspunktet kan også være en del af forklaringen på noget lavere fangst i 1998 og 2003 (blæste henholdsvis 8 og 7 m/sek) i forhold til de andre år, hvor der kun har været op 4 m/sek. Fiskene vil formodentlig opholde sig primært i læsiden af søen og bevæge sig tættere på bunden fremfor i de turbulente vandmasser, når det blæser 7-8 m/sek, og hundestejlebestanden vil således blive underestimeret ved den anvendte metode (fisker i ca. 30 til 70 cm dybde).

En evt. underestimering af hundestejlebestanden ved yngelundersøgelsen i 1998 underbygges af hundestejletætheden ved fiskeundersøgelsen i august 1998, hvor tætheden af hundestejler i Ferring Sø var høj, jf. afsnit 10. Dette var dog ikke tilfældet ved undersøgelsen i 2003, hvor meget få trepigget hundestejler blev registreret i forbindelse med fiskeundersøgelsen, hvilket taler for at bestanden af trepigget hundestejle i 2003 var meget lav.

Sammelningsgrundlaget for fangsten af hundestejleyngel i Ferring Sø med andre danske søer er meget begrænset. Dels pga. få undersøgelser og dels pga. undersøgelsestidspunktet i forhold til hundestejleynglens lidne størrelse og adfærd i den første levetid.

Ved fiskeyngleundersøgelser i en anden brakvandssø, Ulvedybet i 1999, 2000 og 2002 fangede man ligeledes ingen hundestejleyngel, på trods af, at hundestejlen er almindeligt forekommende i søen. Der



blev også her fanget en del voksne hundestejler (>40 mm) i yngeltrawltræk (Nordjyllands Amt, 1999, 2000 og 2002).

Undersøgelse af fiskeyngel i Ringkøbing Fjord i 1997 blev foretaget næsten to måneder senere, og her var hundestejleynglen fint repræsenteret i fangsten fra yngeltrawlet (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1997a).

Det må således formodes, at årsagen til den yderst beskedne fangst af hundestejleyngel i Ferring Sø, og i andre brakvandssøer, sandsynligvis skal findes i tidspunktet for undersøgelsens udførelse. Hundestejleynglen er simpelthen for spinkel på undersøgelsestidspunktet til at blive fanget i yngeltrawlet. De opholder sig primært i nærheden af gydeområderne på lavt vand i den første levetid, og først senere bevæger de sig ud i de frie vandmasser, hvor det så bliver muligt at fange dem med yngeltrawlet.

### **Kutlinger**

I 2003 fortsatte fremgangen i bestanden af kutlinger i forhold til 2002. Således var kutling sp. den dominerede fiskeart ved undersøgelsen med et niveau som svarer til det set for trepigget hundestejle i 2002. I de tidligere år er der ikke blevet fanget kutlinger sp. På trods af, at de forekom ved fiskeundersøgelsen i søen i august 1998.

Yngelundersøgelser fra Ulvedybet (samme undersøgelsestidspunkt) og Ringkøbing Fjord (senere undersøgelsestidspunkt) viser en god fangbarhed af kutlinger med yngeltrawlet (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1997a og Nordjyllands Amt 1998, 1999, 2000 og 2002), så man må formode at kutlingebestanden i Ferring Sø i 1998 og til 2001 har været yderst beskeden. Men yngelfangsten i 2002 og 2003 stemmer overens med fangster i andre brakvandssøer, så man må formode at kutlingebestanden i Ferring Sø er på vej frem, og at det var bestandenes beskedne størrelse, der gjorde at kutlingeyngel ikke tidligere er blevet fanget ved yngelundersøgelserne.

### **Smelt**

Der blev fanget en del smelt i 2003. I de tidligere år er der ikke blevet fanget smelt, på trods af, at de forekom ved fiskeundersøgelser i søen i perioden 1991 - 1996 før yngelundersøgelsernes start i 1998. De tidligere fiskeundersøgelser har vist at der er store variationer i smeltbestandens forekomster.

I modsætning til denne undersøgelse, hvor smelt kun blev registreret med fangster i pelagiet, er smelt registreret, både i littoralzonen og pelagiet i 3 andre NOVA søer (Jensen, J.P. *et al.*, 2002). En forklaring på denne afvigelse kan være den reducerede indsats i littoralzonen i 2003.

**Aborre**

Aborre blev i 2003 registreret med få individer ved yngelundersøgelsen. Ved den senere fiskeundersøgelse i august 2003 blev der dokumenteret en god bestand af aborre i alle størrelsesklasser, jf. afsnit 10.

**Mysider**

Mysidtætheden var atter steget i 2003 (620 mysider pr. m<sup>3</sup>) i forhold til 2002 (396 pr. m<sup>3</sup>), men antallet ligger som i 2002 på et moderat niveau. I modsætning til de foregående år er mysidtætheden i Ferring Sø moderat i 2003 og 2002. I 1999 og 2000 var tætheden af mysider i søen nemlig meget høj (2.132 - 3.374 pr. m<sup>3</sup>) sammenlignet med tidligere undersøgelser i søen, og undersøgelser i andre eutrofierede brakvandssøer. Fra 1991 til 1993 blev der i Ferring Sø registreret mysidtætheder på samme prøvetagningstidspunkt fra <100 til 1000 individer pr. m<sup>3</sup> (Søndergaard og Jeppesen, 1994). I Ørslev Kloster Sø blev der fundet over 2000 individer pr. m<sup>3</sup> i 1994 på samme prøvetagningstidspunkt (Pedersen 1994). Prøverne er på begge lokaliteter taget som vertikaltræk om dagen med mysidnet (0,5 mm).

**Fiskeyngel + mysiders  
effekt på zooplankton  
i Ferring Sø**

Bestanden af søens fiskeyngel kan sammen med mysiderne udøve et kraftigt prædationstryk på zooplanktonet i Ferring Sø gennem hele året. Dette har resulteret i, at zooplanktonbiomassen i søen, ligesom de tidligere år, har ligget på et meget lavt niveau i 2003 (kapitel 7).

Zooplanktonbiomassen i Ferring Sø i 2003 har ikke på noget tidspunkt i løbet af året været fødebegrænset (kapitel 7), og prædationen fra fiskeyngel og mysider har således haft afgørende betydning for zooplanktonbiomassens niveau og sæsonsvingninger.

Dataene fra 2003 indikerer at mysiderne har en stor indvirkning på søens zooplanktonbiomasse, da fiskeyngelbestanden af planktivore arter generelt var lav ved undersøgelsen i 2003 (0,11 individer/m<sup>3</sup>). Ændringen i fiskebestanden jf. kap. 10 med større individer af planktivore fiskearter, samt en meget stor smeltbestand der ikke blev registreret ved yngelundersøgelsen vil også bidrage med en regulerende rolle for zooplanktonbiomasseniveauet.

De manglende fangster af aborre- og smeltyngel ved yngelundersøgelsen sammenlignet med fiskeundersøgelsen i august 2003 kan delvis forklares ved at kun 3 trawltræk i littoralzonen blev udført samt at vindstyrken på undersøgelsestidspunktet var på 7 m/s.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Hundestejler (antal/m<sup>3</sup>) Pelagiet</b>	0,05	0,29	0,19	0,68	0,14	0,02
<b>Mysider (antal/m<sup>3</sup>) Pelagiet</b>	< 10	2.132	3.374	838	390	620
<b>Zooplankton biomasse (mm<sup>3</sup>/l). Maj-sept.</b>	8,13	1,41	3,89	4,92	7,41	4,5

*Tabel 9.3: Tætheden af hundestejler og mysider (antal/m<sup>3</sup>) i Ferring Sø sammenholdt med zooplanktonbiomassen i søen (mm<sup>3</sup>/l) fra maj til september i 1998-2003*

Sammenligning af tætheden af mysider og hundestejler i forhold til zooplanktonbiomassen viser, at i 1998, hvor tætheden af hundestejler var lav og tætheden af mysider ekstrem lav, forekom den højeste gennemsnitlige zooplanktonbiomasse (maj til sept.), jf. tab. 9.3. I 1999 og 2000, hvor både tætheden af hundestejler og mysider var høj, og i 2001, hvor tætheden af mysider var moderat men tætheden af hundestejler meget høj, var den gennemsnitlige zooplanktonbiomassen ekstrem lav (< 5 mm<sup>3</sup>/l) i perioden maj til september.

I 2003 var zooplanktonbiomassen på niveau med 2001 dataene, hvor et fald i mysidertætheden blev registreret efter høje mysidertætheder i 1999 og 2000. Endvidere er der sket en mindre stigning i mysidertætheden i 2003 sammenlignet med sidste års data (2002), hvor zooplanktonbiomassen i sommerperioden lå højere. I undersøgelsesperioden 1998 - 2003 er der endvidere i de 2 seneste år sket en ændring i fiskebestandens struktur således at smelt, større individer af skaller og små aborrer i dag er de væsentlige predatorer på søens zooplankton, hvor det tidligere har været hundestjle der totalt dominerede, jf. fig. 9.1 og kap. 10.

Zooplanktonbiomassens kurveforløb i kapitel 7 viser endvidere, at det især er i perioden juni til september, at zooplanktonbiomassen hvert år er nedadgående og ender på et meget lav niveau (< 5 mm<sup>3</sup>/l) i Ferring Sø. Dette stemmer meget godt overens med perioden, hvor

tætheden af planktonædende fiskearter og mysider er størst i søen pga. årets yngel, og derved udøver det største prædationstryk på zooplanktonet.



## 10. Fisk

### 10.1 Indledning

Fiskebestanden i Ferring Sø blev undersøgt for første gang i 1971, senere i 1980 og 1989, og fra 1991 og frem til 1998 er der gennemført fiskeundersøgelse hvert år i Ferring Sø i samarbejde med DFU og DMU i Silkeborg.

Fiskebestanden blev undersøgt i perioden den 17. - 20. august 2003 som beskrevet i vejledningen for fiskeundersøgelser fra DMU (Mortensen *et al.* 1990) idet standardruser dog blev anvendt i stedet for elektrofiskeri. Søen blev inddelt i 6 sektioner, der hver især blev befisket med 4 biologiske oversigtsgarn svarende til program C i vejledningen.

### 10.2 Resultater

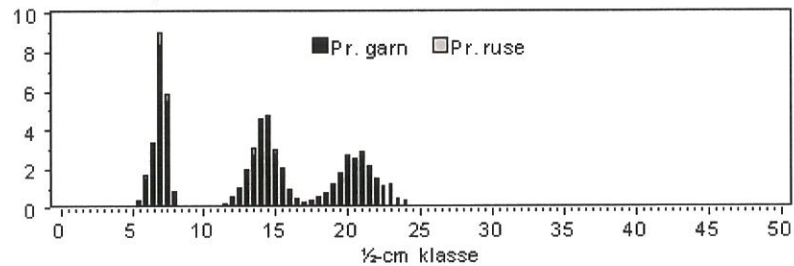
Antal	Aborre	Skalle	Smelt	Helt	Trepigget hundestejle	Ål
CPUE garn < 10 cm	19.9	2.9	60.8			
CPUE garn > 10 cm	41.8	10.0	7.7			
CPUE garn sum	61.8	12.9	68.5	1.6	0.3	
% af totalfangst	42.6	8.9	47.2	1.1	0.2	
Middellængde >10 cm	18.1	18.3	14.4	21.5	(5.8)	21.4
CPUE ruse	3.6	0.3	1.7	0	2.2	9.2
Vægt (gram)						
CPUE garn < 10 cm	103	5	245			
CPUE garn > 10 cm	3980	1237	218			
CPUE garn sum	4082	1242	463	342	0.7	
% af totalfangst	66.6	20.3	7.6	5.6	<0.1	
Middellængde >10 cm	101	142	37.6	256	(2.0)	18.5
CPUE ruse	137	5	4	0	2.0	171

Tabel 10.1 Nøgletal for den samlede fiskefangst i Ferring Sø, 2003.

#### Aborre

Fangsten af aborrer var med 62 stk. og 4 kg pr. garn meget betydelig, hvilket står i skarp kontrast til den enlige aborre der optrådte ved undersøgelsen i 1998 (Ringkjøbing Amt, 1999). Vægtmæssigt hører fangsten tilmed blandt de største i de hidtil undersøgte danske søer, og med 67 % af den samlede fangst er aborren søens nuværende klart dominerende fisk.

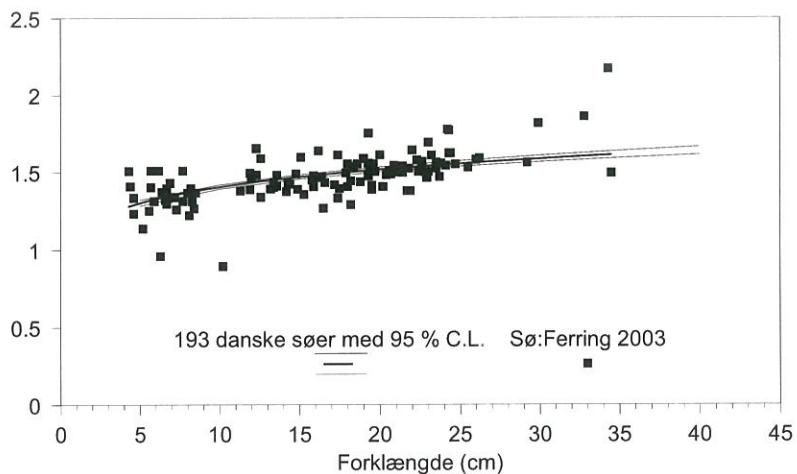
Antal aborrrer, 2003



Figur 10.1 Længdehyppighed af aborrrer i Ferring Sø 2003

Aborrrerne var overvejende fordelt i tre størrelsesgrupper som var grupperet omkring henholdsvis 7-8 cm, 14-15 cm og 21-22 cm (fig. 10.1) Der er med stor sandsynlighed tale om de tre yngste årgange, svarende til årsyngel, et- og toårige. Derudover forekom der enkelte større aborrrer i garnene, der med længder omkring 26 cm, 29 cm og 34 cm meget vel kan repræsentere de tre- til femårige aborrrer. Længdeforskydningen mellem årgangene mere end antyder en markant bedre vækst end normalt i danske søer.

Konditionsfaktor for aborrrer



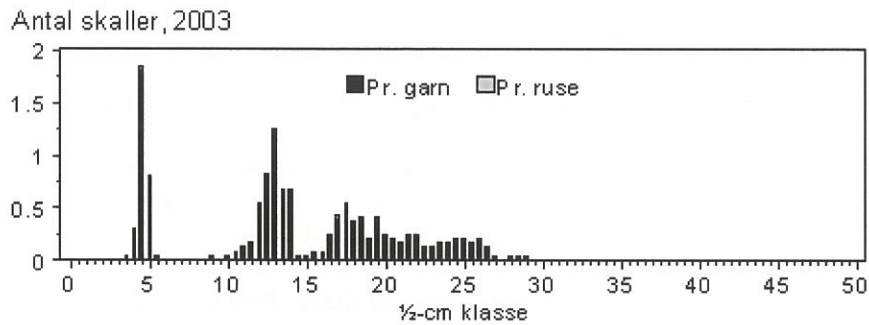
Figur 10.2. Kondition af aborrrer i Ferring Sø 2003 i forhold til den gennemsnitlige kondition af aborrrer i en række danske søer med 95 % C.L.

Aborrrernes kondition var på undersøgelsestidspunktet ikke bedre end

middelkonditionen i andre danske søer (fig. 10.2). Flertallet af de mellemstore aborner i størrelser mellem 10 cm og 20 cm havde endog en kondition lidt under middel.

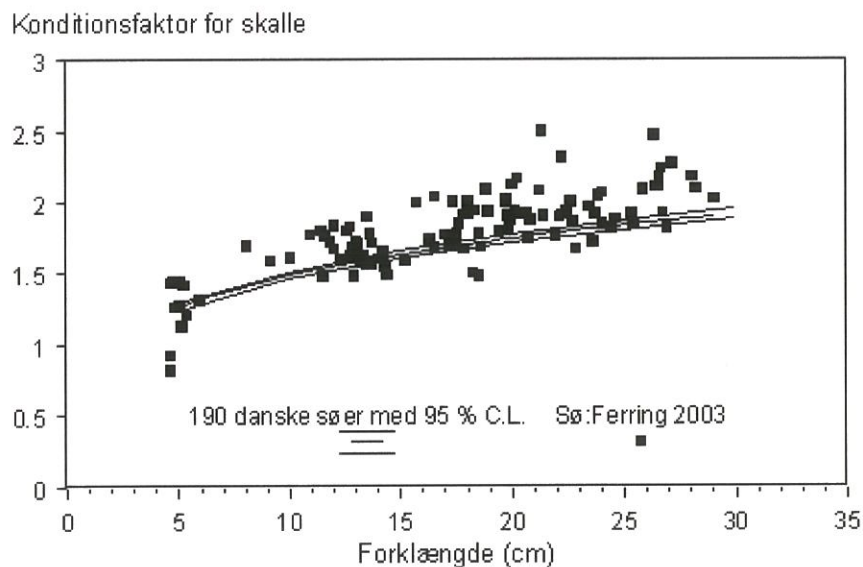
## Skaller

Skaller, som ikke blev fanget i 1989, 1991, 1992, 1996 og 1998, var med 13 stk. pr. garn forholdsvis fåtalligt repræsenteret, men med en klar overvægt af større skaller var fangsten vægtmæssigt med 1242 g pr. garn ganske betydelig (tab. 10.1). Med 20 % af garnfangsten var skallen således mest betydende fisk efter aborren.



Figur 10.3. Længdehyppighed af skalle i Ferring Sø 2003

Som det fremgår af figur 10.3, som viser skallerne længdefordeling ved den seneste undersøgelse, var skallerne forbløffende store i betragtning af at søen ikke husede skaller i 1998. Der var således skaller i alle størrelser mellem 10 cm og 30 cm, men derimod kun få skaller mindre end 10 cm. Med længder mellem 3,5-5,5 cm er sidstnævnte givetvis årsyngel, hvorimod den tydelige årgangstop omkring 13-14 cm enten er etårige med en usædvanlig god vækst eller to-årige med en mere moderat vækst.



Figur 10.4. Kondition af skalle i Ferring Sø 2003 i forhold til den gennemsnitlige kondition af skalle i en række danske søer med 95 % C.L.

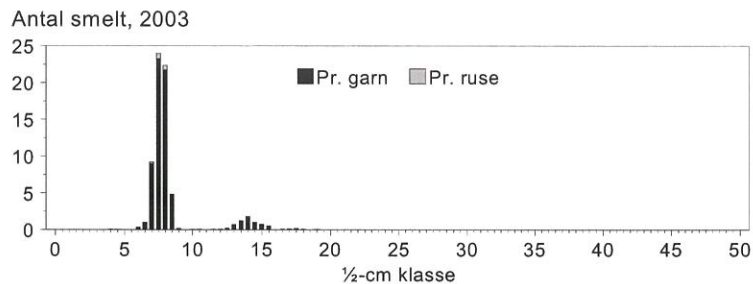
En kondition langt over middel hos de fleste skaller større end 10 cm (fig. 10.4) antyder en overordentlig god trivsel, og der kan således være tale om ekstraordinære gode vækstforhold. I overensstemmelse med ynglens forholdsvise beskedne størrelse på undersøgelsestidspunktet var ynglens kondition dog kun lige omkring middel.

## Smelt

Smelt forekom også i klart større antal i garnene i 2003 end ved undersøgelserne i 1989 og 1998, men smelt er tidligere fanget i betydelige mængder i søen ved undersøgelserne i 1994-1996. Tætheden af smelt varierer ofte markant i vore søer, men med 47 % i antal udgjorde de en sjældent set stor andel i garnene ved denne undersøgelse. På grund af deres lille størrelse stod smelten dog vægtmæssigt for en væsentligt mere moderat andel.

Hovedparten af smeltene var grupperet omkring 7-8 cm men der forekom også en del smelt i størrelser omkring 14-15 cm (fig.10.5). De to størrelser repræsenterer antagelig henholdsvis et- og toårige smelt.



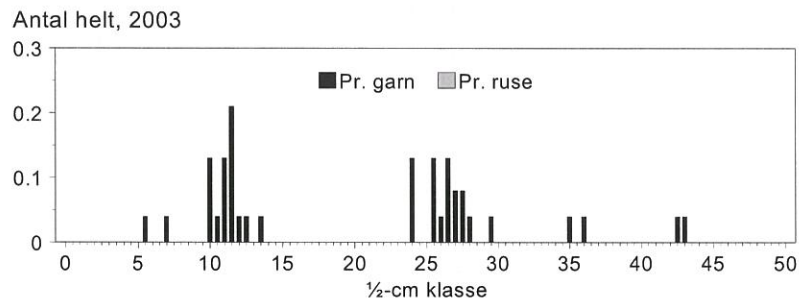


Figur 10.5 Længdehyppighed af smelt i Ferring Sø 2003.

## Helt

Der blev i alt fanget 37 helt i garnene svarende til 1,6 stk. pr. garn, og vægtmæssigt var fangsten med 342 g pr. garn ikke ubetydelig (tab.10.1). Der optrådte ikke helt i garnene i perioden 1989 - 1998, og ved tidligere fiskeundersøgelser er helt kun blevet registreret i 1971.

Heltene var i størrelser mellem 5 cm og 43 cm, hvoraf hovedparten fordelte sig omkring henholdsvis 11-12 cm og 26-27 cm (fig. 10.6). Disse to størrelser repræsenterer antagelig yngel og etårige, svarende til normale vækstforhold. Alternativt er der tale om et- og toårige og relativt dårlige vækstforhold



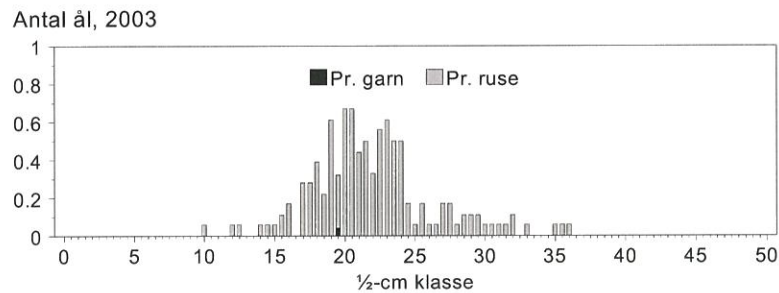
Figur 10.6. Længdehyppighed af helt i Ferring Sø 2003.

## Ål

Ålene var i størrelser fra 10 cm op til 36 cm, hvoraf hovedparten var mellem 20 cm og 25 cm (fig. 10.7). Ålene var således generelt meget små, hvilket også var tilfældet i 1998, hvor de i alt to ål kun var 31,5 cm hver.

Med fangster svarende til 9,2 stk. pr. ruse var fangsten af ål ikke ubetydelig i dette redskab, og ål stod både antals- og vægtmæssigt

for lidt over halvdelen af rusefangsten (tabel 10.1). Fangsten var klart større end i 1998, hvor samme ruser blev anvendt, og sammenlignet med andre søer var fangsten tilsvarende over middel.

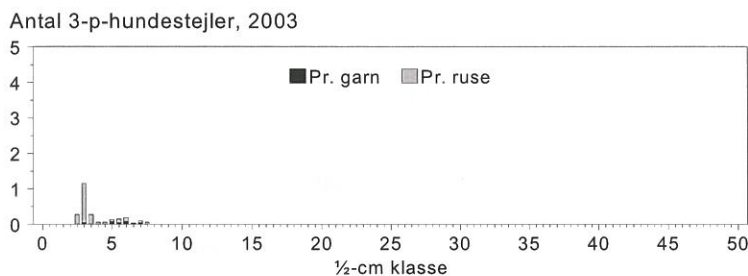
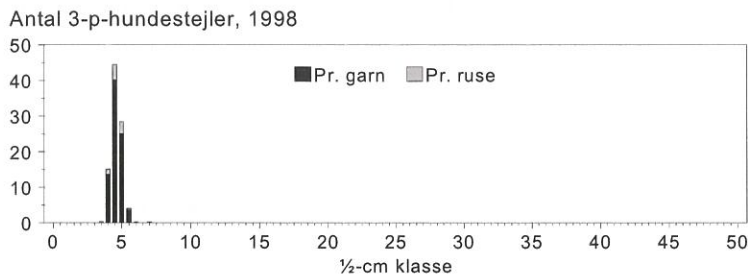


Figur 10.7. Længdehyppighed af ål i Ferring Sø 2003.

#### Trepigget hundestejle

Trepigget hundestejle dominerede fangsten totalt i 1989 og 1998 men optrådte kun med enkelte eksemplarer i garnene ved nærværende undersøgelse. Tilsvarende er den trepiggede hundestejles vægtandel i garnene reduceret dramatisk fra 96 % i 1998 til mindre end 0,1 % i 2003. Med 2,2 stk. pr. ruse var hundestejlerne lidt bedre repræsenteret i dette redskab, men også her var fangsten væsentligt mindre end i 1998.

Hundestejlerne var i størrelser mellem 2,5 cm og 7,5 cm med en tendens til en gruppering omkring henholdsvis 3 cm og 6 cm, antagelig bestående af yngel og etårige fisk (fig. 10.8). I 1998 var langt hovedparten af de talrige hundestejler mellem 4 cm og 6 cm.



Figur 10.8. Længdehyppighed af trepigget hundestejle i Ferring Sø 1998 og 2003.

#### Kutling

Kun meget få kutlinger blev registreret ved undersøgelsen i 2003 i forbindelse med fiskeundersøgelsen, hvorimod kutling dominerede fangsterne ved fiskeyngelundersøgelsen i juli måned jf. kap. 9.

### 10.3 Vurdering af fiskebestanden

#### Den samlede fiskebestand

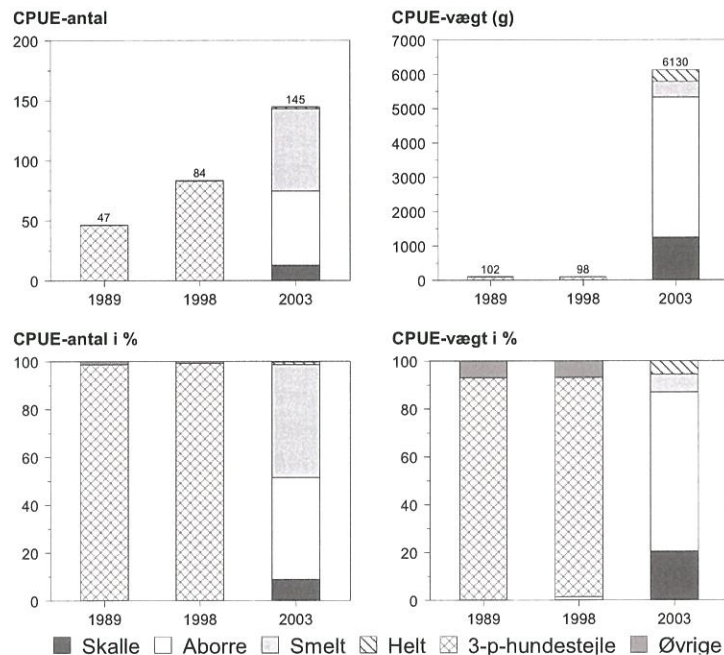
Fiskebestanden var i 2003 i Ferring Sø typisk for en lavvandet og meget eutrof brakvandssø. Sammenlignet med de tidligere undersøgelser tilbage til 1989 blev der ved undersøgelsen i 2003 registreret et markant skifte i fiskebestandens artssammensætning og biomasse - jf. fig. 10.9. Således har søen i dag en mere alsidig artssammensætning end ved undersøgelserne tilbage til 1989.

I modsætning til de tidligere undersøgelser tilbage til 1989 hvor trepigget hundestejle total dominerede, var det i 2003 smelt (47 %) og aborre (43 %) der antalmæssigt var de dominerede arter, mens aborre (67 %) og skalle (20 %) var biomasse-mæssigt dominerende jf. fig. 10.9.

En del flere ål blev også fanget undersøgelsen i 2003 sammenlignet med den seneste undersøgelse tilbage til 1998. Antalmæssigt var der tale om en væsentlig bestand sammenlignet med en række andre danske søer, mens biomassenniveauet var moderat.

Der blev registreret 7 arter ved fiskeundersøgelsen i Ferring Sø i 2003, hvilket er en fremgang i forhold til undersøgelsen fra 1998 hvor

der registreredes 5 arter. Sammenlignes resultaterne med 7 andre brakvandssøer i Ringkjøbing Amt ligger Ferring Sø i den lavere ende mht. Artsdiversitet. I ferskvandssøer findes der normalt mellem 7 og 14 fiskearter.



Figur 10.9 Garnfangsten fordelt på de enkelte arter i antal og vægt i Ferring Sø 1989, 1998 og 2003.

### Aborre

Aborrebestandens meget hurtige opbygning skyldes givetvis manglen på konkurrerende fisk, hvor den aktuelle størrelsesfordeling vidner om usædvanlige gode vækstforhold. Lignende positive udviklinger i aborrebestande er set i forbindelse med biomanipulationsprojekter.

Efter al sandsynlighed er bestanden således meget ung, hovedsageligt bestående af 0 - 2-årige fisk, hvor middellængden hos de tre årgange er væsentligt større end normalt.

### Smelt

Smelten er aktuelt søens talrigeste fisk, men i de størrelsesklasser bestanden er repræsenteret med, spiller smelten næppe nogen større rolle som predator på de øvrige fiskearter. Smeltbestanden var stor i forhold til tidligere undersøgte smeltbestande, kun overgået af bestanden i den noget saltere Kilen ved Struer (Fiskeøkologisk Lab., 1997b)

Ved undersøgelsen i 1998 blev der ikke registreret smelt, men tilbage i midten af halvfemserne var smelt talrig i søen. Søens



saltpåvirkethed fremmer givetvis smelten, idet 6 o/oo nævnes som den saltholdighed, ved hvilken de trives bedst (Larsen, K., 1978 ).

Som en række andre arter tilpasset brakvand har smelten et stort reproduktionspotentiale, kønsmodnes i en tidlig alder, men lever kun i få år, hvilket giver mulighed for store udsving i smeltbestandens størrelse indenfor en kort årrække. Smeltens fremgang kan sandsynligvis tilskrives hundestejlebestandens markante tilbagegang i de seneste år. Søens mange nuværende rovaborrer har ikke begrænset mængden af små smelt i 2003.

## Skalle

Skallen var fangstens tredjemest betydende art, men bestanden er lille sammenlignet med de fleste andre danske søer. Med størrelser jævnt spredt helt op til 30 cm har skallen formodentlig ret hurtigt etableret en bestand siden 1998, hvor rekrutteringen herefter har været nogenlunde stabil.

De lidt større skaller havde på undersøgelsestidspunktet en usædvanlige gode kondition, hvilket vidner om en god vækst. Antallet af skalle ynglen var relativt lille og havde en normal kondition. Både antals- og størrelsesmæssigt er den aktuelle skallebestand således sammenlignelig med forholdene i andre aborresøer, hvor aborrernes rov på småskallerne både begrænser skallerne antal og formidler en god vækst blandt de resterende skaller.

## Fiskebestanden fra 1971 til 2003.

Arts sammensætningen og arternes relative dominans har således ændret sig markant fra 1971 til 2003 i Ferring Sø (Tabel 10.2). I 1971 fandtes en divers fiskefauna i Ferring Sø med i alt 11 arter. I 1980 var artsantallet reduceret til 7 arter og i 1989 var der kun 3 fiskearter tilbage i Fer ring Sø, hvilket var den laveste registrerede artsdiversitet i en dansk sø på daværende tidspunkt (Wegner & Dieperink, 1989).

Art	1971	1980	1989	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	2003
3-pigget hundestejle	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
9-pigget hundestejle	?	?	++	+	++	+	-	-	-	+	-
Kutling sp.	?	?	?	++	++	+	-	+	-	+	+
Karuds	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aborre	++	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+++
Gedde	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strømskalle	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skalle	++	+	-	-	-	+	+	+	-	-	++
Rudskalle	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hørk	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regnbueørred	++	-	-	-	++	++	++	+	-	-	-
Smelt	+++	+	-	+	+	+	++	+++	+++	-	+++
Helt	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++
Skrubbe	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ål	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++

Tabel 10.2. Forekomsten af fiskearter i Ferring Sø fra 1971 til 2003 (

- fraværende + tilstede ++ almindelig +++ meget almindelig).

I denne periode er fiskesamfundet kraftigt ændret fra at være domineret af flere arter som *aborre*, *skalle*, *smelt* og *hundestejle* til et samfund hvor kun én enkelt art er totalt dominerende. I 1995 og 1996 har smelt været dominerende, antals- og vægtmæssigt, mens der i de resterende undersøgelsesår fra 1989 til 1998 har været en totaldominans af *trepigget hundestejle* (CPUE-antal +/- 95% C.L. for alle arter fra fiskeundersøgelser i Ferring Sø fra 1989 -2003 foreligger i bilag 6).

I 2003 er strukturen i fiskebestanden blevet ændret kraftig, sammenlignet med de seneste fiskeundersøgelser. Fiskebestanden i 2003 har en artssammensætning der svarer til perioden 1971 til 1980. Aborrebestandsstørrelsen har således i 2003 været på det højeste niveau, som hidtidigt er fundet i Ferring Sø. Fiskenes bestandsstruktur ved undersøgelsen i 2003 er således ændret med antalsmæssig dominans af aborre og smelt og dominans mht. biomasse af aborre og skalle.

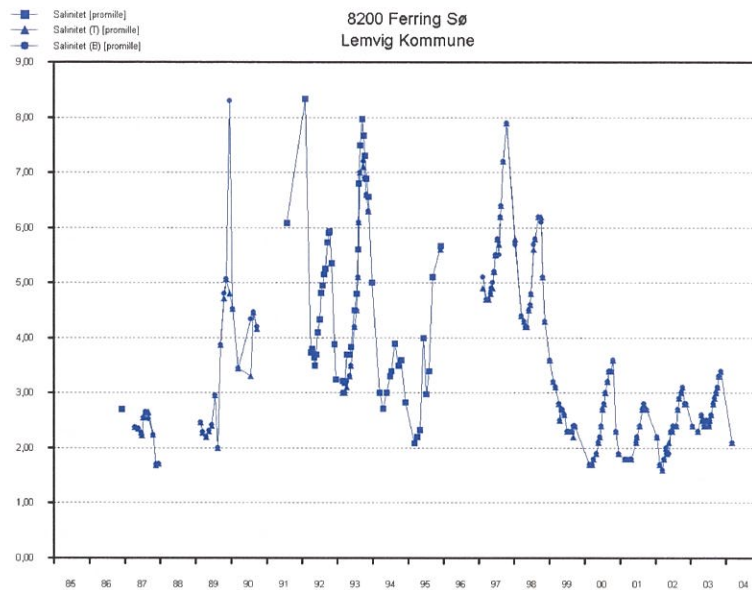
#### **Årsagssammenhænge for fiskebestanden**

Næringsstofbelastningen til Ferring Sø er reduceret siden 1990 (kapitel 5), og mængden af alger er som følge heraf også reduceret (kapitel 7). På trods af næringsstoffreduktionen må Ferring Sø stadig betragtes som en meget eutrofiert sø med ringe sigtdybde og deraf følgende dårlig udbredelse af undervandsvegetationen, som spiller en stor rolle for de fleste fiskearter.

Eutrofieringen indebærer også en stor produktion af planktonalger med meget høje PH-værdier til følge. Høje pH-værdier (pH > 8 - 9) er direkte skadelig for nogle fiskearter, og det formodes at mange fiskearters formering er stærkt påvirket af høje PH-værdier (Wegner & Dieperink, 1989; Fiskehelse, 1990). PH-værdier op til 9,8, jf. kap 6 vil have en negativ effekt på arter som aborre, der ikke trives ved pH-værdier over 9,0 ved længere tids udsættelse. Ved værdier over 10,5 vil aborren dø. De fleste fiskearter foretrækker pH-værdier mellem 6 – 8,5.

Saltpåvirkning kan desuden for nogle fiskearter betyde, at effekten af stresspåvirkninger, fremkaldt af eutrofiering, øges. Skiftet i fiskebestanden kan på baggrund af længdefordelingen af aborre- og skallebestanden vurderes til at være startet 3 - 4 år tilbage. En forklarende parameter på skiftet kan være et fald i saltholdigheden til under 3 promille i perioden for gydning og klækning af fiskelarverne begyndende tilbage i 1999 jf. fig. 10.10. Faldet har formodentlig betydet at aborrrer og måske skaller har haft succesfulde gydninger i selve søen og ikke som tidligere kun succesfulde gydninger i søens små tilløb eller områder med tilførsel af ferskvand i selve søen. Senest er der

observeret aborregydning i tilløbene i 2004 i forbindelse med amtets vandføringsmålinger (K.B. Nielsen pers. medd.).



Figur 10.10 Saliniteten i Ferring Sø i perioden 1987 - 2003

Der har med jævne mellemrum været opblomstringer af den fisketoksiske alge *Prymnesium parvum* i Ferring Sø, i nogle tilfælde med fiskedød til følge. Og siden juni 1997 har den forekommet konstant i forskellige koncentrationer i søen, hvilket må formodes at være kraftigt medvirkende til fiskebestandens sammenbrud tidligere samt det lave artsantal. Tilstedeværelsen af *Prymnesium parvum* i 2003 viser, at der forsat vil kunne forekomme effekter på fiskebestanden ved fremtidige opblomstringer.

I forbindelse med undersøgelsen blev der kun registreret 2 ål større end det tilladte mindste mål på 35,5 cm. Et lignende billede blev set ved fiskeundersøgelserne i 2001 i de nedstrømsbeliggende Vesper (Ringkjøbing Amt 2001), hvor ingen af de registrerede ål var større end 35 cm. Dette indikere at fiskeritrykket i området er af en væsentlig karakter.

### **Fiskebestandens betydning for vandmiljøet**

Aborrerne i Ferring Sø har kun i de seneste par år haft betydning som rovfisk, og søen er langt fra en stabil aborresø. Selvom aborrerne måske har medvirket til at begrænse skallernes rekruttering, og ikke mindst hundestejlernes, i de senere år har de øjensynlig ikke formået at begrænse smelt, som også æder dyreplankton.

Den aktuelle smeltbestand er betydelig, og det må formodes at



smeltene udøver et ikke uvæsentligt prædationstryk på dyreplanktonet. En stor smeltbestand kan endvidere have betydning for mængden af mysider i søen.

Smelten udnytter gerne vandlopper især i de unge år som føde, mens mysiderne ofte udgør det primære fødegrundlag for de mellemstore smelt. Dette bevirker, at mysider erfaringsmæssigt kun findes i moderate mængder i brakvandssøer med betydelige bestande af smelt (Jeppesen et al. 1994), hvilket er sammenstemt med mysiddataene fra 2003 - jf. kap. 9.

Hvorvidt miljøtilstanden i søen vil kunne forbedres som følge af en yderligere positiv udvikling i fiskebestanden, herunder i særdeleshed en reduktion i smeltbestanden, er derimod ikke sikkert i betragtning af søens fortsat meget høje næringsniveau.

De ringe sigtdybder skyldes i nogen grad vindbetinget resuspension af sedimentet samt algebiomassen, men såfremt vandplanter i søen vil kunne få en større udbredelse, hvis den nuværende udvikling i vegetationen og dens udbredelse fortsætter, vil dette kunne dæmpe ophvirvlingen. En positiv udvikling i mængden af vandplanter vil også kunne danne grundlag for en forsat god udvikling i fiskebestanden.



## 11. Det biologiske sammenspil

Det biologiske sammenspil er kortfattet beskrevet i nedenstående. En mere detaljeret beskrivelse af sammenspillet findes i ovenstående kapitler omhandlende de enkelte biologiske parametre.

Det høje næringsniveau i søen bevirker, at der forekommer store fytoplanktontætheder i søen.

Dyreplanktonets artssammensætning og biomasse medfører, at dyreplanktonet i søen ikke er i stand til at kontrollere fytoplanktonet.

Dyreplanktonets artssammensætning, og størrelsen af dyreplanktonbiomasse er dels styret af salinitetsniveauet, og dels af prædation fra fisk og mysider.

Kun ganske få dyreplanktonarter er tilpasset til at leve ved saliniteter på 1-6 promille, som findes i Ferring Sø.

Fiskebestanden i Ferring Sø er i 2003 domineret af *aborre* og *smelt*, som forekommer i store tætheder. Den aktuelle bestand af smelt er betydelig, og det må formodes af smeltene udøver et ikke uvæsentligt prædationstryk på dyreplanktonet.

De store fytoplanktontætheder kombineret med store mængder suspenderet stof bevirker, at sigtddybden i søen er meget lav. Den lave sigtddybde kombineret med salinitetsniveauet i søen medfører, at artsantallet og udbredelsen af undervandsvegetationen i Ferring Sø er ringe.

## **12. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller**

Der er ikke i 2003 eller tidligere foretaget undersøgelser af forekomsten af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i Ferring Sø.

## 13. Sediment

### 13.1 Indledning

Sedimentets sammensætning blev undersøgt i 1990 (Søndergaard & Kristensen, 1992), 1998 (Ringkjøbing Amt, 1999) og i 2003 (Ringkjøbing Amt, 2004).

I forbindelse med sedimentundersøgelsen i 1990 blev der udtaget sedimentsøjler på 10 stationer fordelt på hele søen. Ved undersøgelsen i 1998 og 2003 er der udtaget sediment søjler på tre stationer svarende til zooplankton stationerne, det vil sige, stationer der ligger syd, midt og nord på søen.

I 1990 og 1998 blev der udtaget prøver til visuel beskrivelse af sedimentets mægtighed og struktur. I 2003 er der ikke udtaget prøver til visuel beskrivelse.

En sammenligning af sedimentmægtigheder bestemt i 1990 og 1998 viser generelt god overensstemmelse. Der var dog en tendens til lidt lavere sedimentmægtigheder i den lavvandede vestlige del i 1998 sammenlignet med undersøgelserne i 1990.

I 1990 og 1998 var det kulturpåvirkede sedimentlag i den nordøstlige del af Ferring Sø sparsomt eller manglende. Denne del af søen må betragtes som erosionsområde.

I resten af søen, som generelt kan karakteriseres som akkumuleringsområde, fandtes kulturpåvirkede sedimentlag ned til 7 - 28 cm dybde. De største mægtigheder af kulturpåvirket sediment fandtes på vanddybder mellem 1,5 og 2 meter, mens det kulturpåvirkede sedimentlag ikke oversteg 10 cm på lavere vanddybder og i den østlige dybe del af søen.

### 13.2 Sedimentundersøgelser 2003

#### 13.2.1 Metode og prøveudtagning

Den 12. december 2003 blev der udtaget sedimentprøver på tre stationer til kemisk analyse med Kajak-bundhenter.

Prøveudtagningen til kemisk analyser blev foretaget efter angivelser i overvågningsprogrammet, hvilket vil sige, at der på hver station blev udtaget 3 prøver. Sedimentsøjlerne blev opskåret i dybdeintervallerne

0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm og 10-20 cm. På stationen midt på søen var det dog også muligt at opskære sedimentsøjlen i 20-24 cm. Sedimentet fra samme dybdeinterval fra de tre søjler på samme station blev efterfølgende puljet og analyseret som én prøve.

### 13.2.2 Resultater

Ved sammenligning af resultaterne fra sedimentundersøgelsen i 2003 med tre tilsvarende stationer fra 1990 og 1998 ses det, at der ikke er tale om de store ændringer i sedimentets indhold af tørstof, gløderest, total P og total Fe. Sedimentprøverne er ikke blevet analyseret for Total N i 1990 og 1998.

	Fraktion	Tørvægt, %			Gløderest, % af tv			Total – P, mg/g tv			Total – N, mg/g tv			Total – Fe, mg/g tv		
		1990			1990			1990			1990			1990		
Station syd	0,2 – 2 cm	6,24	2,8	6,0	67,9	60,7	63,4	1,9	1,8	1,66			18,0	26,4	21,0	24,4
	2 – 5 cm	8,14	6,3	8,1	66,9	61,7	66,7	2,07	1,9	2,73			17,1	27,45	22,0	25,5
	5 – 10 cm	11,04	9,2	11,7	73,4	65,6	70,3	1,56	1,7	1,58			15,6	25,85	22,0	27,9
	10 – 20 cm	12,33	12,7	13,0	72,85	68,8	70,3	1,57	1,6	1,63			16,0	27,5	24,0	28,5
Station midt	0,2 – 2 cm	7,58	5,9	7,7	73,0	56,5	76,9	1,51	1,6	1,15			12,5	22,4	19,0	21,3
	2 – 5 cm	10,12	9,9	15,4	72,55	71,7	84,0	1,54	1,4	0,72			7,8	22,45	19,0	19,7
	5 – 10 cm	12,40	16,6	25,3	75,25	81,8	89,9	1,22	0,9	0,5			4,5	23,8	16,0	22,8
	10 – 20 cm	21,08	30,0	46,2	86,25	91,5	95,1	0,62	0,5	0,39			1,9	18,15	11,0	15,0
	20 – 24 cm			55,3			96,5			0,33			1,5			12,3
Station nord	0,2 – 2 cm	21,83	68,6	37,1	92,25	98,5	97,1	0,52	0,2	0,19			1,1	8,57	1,5	2,6
	2 – 5 cm	75,29	78,2	69,5	99,25	99,2	98,7	0,1	0,1	0,12			0,7	1,37	1,6	1,8
	5 – 10 cm	81,93		78,2	99,6		99,0	0,075		0,1			0,3	1,4		3,0
	10 – 20 cm	82,31		76,4	99,5		98,9	0,065		0,13			0,4	1,57		5,0

Tabel 13.1 Resultater fra sedimentundersøgelserne fra 1990, 1998 og 2003.



### 13.3 Vurdering af fosforpuljen i Ferring Sø

Den potentielt mobile fosforpulje pr. volumen- og arealenhed i Ferring Sø er relativt høj og svarende til, hvad der findes i andre eutrofe søer, der har været belastet med væsentlige mængder fosfor.

Den potentielle mobile fosforpulje for de øverste 20 cm af sedimentet vurderes i 2003 til at ligge på niveau med beregningen fra 1990.

Den totale fosforpulje i Ferring Sø er i 1990 vurderet til at udgøre 54 og 112 tons for henholdsvis de øverste 10 og 20 cm af sedimentet (Søndergaard og Kristensen 1992), hvilket er ca. 12 og 29 tons højere end beregnet i 1998 for henholdsvis de øverste 10 og 20 cm af sedimentet. Denne forskel kan tilskrives metodeusikkerheder samt at der ved undersøgelsen i 1998 generelt blev fundet et lavere tørstofindhold i sedimentet end i 1990 og 2003.

Det vurderes, at fosforfrigivelse fra sedimentet i Ferring Sø kan forekomme fra de øverste 10 cm af sedimentet, og at den jernbundne fosfor indgår i den potentielt mobile pulje. Den potentielt mobile fosforpulje beregnet ud fra disse forudsætninger var i 1998 21,7 tons fosfor.

## 14. Konklusion

Ferring Sø er gennem en lang årrække blevet forurenede med næringsstoffer fra oplandet. Dette har medført, at søen i dag fremstår som en meget næringsrig sø, hvor miljøtilstanden er kraftigt påvirket af store fytoplanktontætheder. Søen kan således ikke leve op til amtets målsætning som en sø hvor man skal kunne bade og som rummer et alsidigt dyre- og planteliv.

Såfremt miljøtilstanden i Ferring Sø skal forbedres, skal søvandets fosforindhold reduceres. I 1992 udarbejdede Ringkjøbing Amt i samarbejde med Lemvig og Thyborøn-Harboøre kommuner en handlingsplan til forbedring af miljøtilstanden i Ferring Sø. Handlingsplanen indebar, at fosfortilførslen fra oplandet til søen skulle reduceres til 1,2 tons pr. år. I 1997 og 1998 var dette mål opfyldt, idet den samlede årlige fosfortilførsel fra oplandet til Ferring Sø var nedbragt til ca. 1 tons, men i 1999 medførte de store afstrømninger en fosforbelastning på ca. 2,7 tons pr. år, hvilket er den hidtil højeste registrerede årlige fosforbelastning af søen. I 2003 udgjorde fosforbelastningen fra oplandet som følge af en meget lav afstrømning kun 0,4 tons og den samlede fosforbelastning 1,17 tons.

På baggrund af modelberegninger vurderes det, at målsætningen for Ferring Sø ikke bliver opfyldt, med mindre den samlede fosfortilførsel reduceres til under 1 ton pr. år (VKI 1999). Skal der være god sikkerhed for, at søen i fremtiden får en sigtddybde på 1 meter eller mere, skal tilførslen reduceres til ca. 850 kg pr. år. Søvandets fosforindhold vil i en ligevægtssituation da reduceres til 0,065 mg pr. liter mod nu ca. 0,2 mg pr. liter. Som led i at nå dette mål undersøger Ringkjøbing Amt muligheden for at reducere næringsstofbelastningen til søen ved etablering af forsøer/vådområder ved de største tilløb til søen, ændret arealanvendelse i oplandet og etablering af en kontraklap i afløbet fra søen .

Når fosfortilførslen til Ferring Sø er reduceret til et tilstrækkeligt lavt niveau, kan det ikke udelukkes, at der kan gå yderligere 20-30 år, før tilstanden i søen lever op til målsætningen. Det skyldes, de store fosformængder, der er ophobet i sedimentet og som kun langsomt frigives.

Tidligere har søen rummet store bestande af hundestejler og mysider, som prædatorer på dyreplanktonet og dermed bidrager til at fastholde søen i en dårlig tilstand. De lavere saltholdigheder i

Ferring Sø i de senere år har bevirket at smelt og aborre nu er de dominerende fiskearter i søen. Hvis saliniteten kan fastholdes på et forholdsvist lavt niveau (<3 promille), tyder de seneste års ændring af fiskesammensætningen på, at søen vil kunne rumme en stor bestand af rovlevende aborre, som vil kunne begrænse mængden af planktivore fisk og mysider.

## 15. Referencer

- Fiskehelse. Sygdomme, behandling og forebyggelse. John Grieg Forlag AS, 1990.
- Fiskeøkologisk Lab. Fiskebestanden i Ringkøbing Fjord 1997. Rapport til Ringkøbing Amt.
- Hansen, L.R., J. Kristensen & J.V. Rasmussen 1994: Potential toxicity of the freshwater *Chrysochromulina* species *C. Parva*. *Hydrobiologia* 287: 157-159.
- Jensen, J.P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, T.L. Lauridsen & L. Sortkjær. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996: Ferske vandområder, Søer. Faglig rapport, DMU, Nr. 211.
- Jensen, J.P., Søndergaard, M., Bjerring, R., Lauridsen, T.L., Jeppesen, E, Poulsen A.M., & Sortkjær, L.: Søer 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 80 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 421. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.
- Jeppesen et al. 1994. Does the impact of nutrients on the biological structure and function of brackish and freshwater lakes differ? *Hydrobiologia* 75/276:15-30.
- Middelboe, A.L. og S. Markager. 1997. Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. *Freshw. Biol.* 37: 553-568.
- Moeslund, B., P.H. Møller, J. Windolf og P. Schriver. 1996. Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udg. Danmarks Miljøundersøgelser. 44 s. Teknisk anvisning fra DMU nr. 12.
- Muus og Dahlstrøm 1990: Ferskvandsfisk. G.E.C. Gads forlag, København.
- Nordjyllands Amt 1999, 2000 og 2002. Fiskeyngedata pers. med.
- Pedersen, Birgitte 1994. *Neomysis Integers* økologiske rolle i en lavvandet eutrof brakvandssø. Specialrapport, DMU og Århus Universitet.
- Ringkøbing Amt. 1996. Fiskebestanden i Kilen 1996. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium.
- Ringkøbing Amt. 1997. Bundvegetation, Ringkøbing Fjord 1997. Udarbejdet af Bio/consult.
- Ringkøbing Amt. 1997. Regionplanen 2001.
- Ringkøbing Amt 1999. Ferring Sø 1998. Sedimentundersøgelser.
- Søndergaard, M, E., Jeppesen, H., Aaser, P., Kristensen, S., Berg & M., Bregnholt, 1992: Biological structure of shallow, brackish and hypertrophic lake Ferring, Denmark: The importance of sticklebacks and mysis. Report from an international conference on



“Nutrient dynamics and biological structure in shallow freshwater and brackish lakes”. Silkeborg, Denmark.

Søndergaard, M. og P. Kristensen, 1992: Ferring Sø 1990: Sedimentkarakteristik, sedimentophvirvling og fremtidig vandkvalitet. M.

Søndergaard, M. & E., Jeppesen, 1994: Plankton i Ferring Sø. Notat til Ringkjøbing Amtskommune. DMU, Afdeling for Ferskvandsøkologi, Silkeborg.

VKI 1999. Ferring Sø 1999. Belastningsreduktion, restaurering og fremtidig tilstand. Rapport til Ringkjøbing Amt.

Wegner, N. & C. Dieperink 1989. Stubbergård Sø og Ferring Sø 1989, Fiskeundersøgelse. Rapport til Ringkjøbing Amt.

Wootton, R. J. 1984 A functional biology of sticklebacks. Croom Helm Ltd. Academic Press, London.

