NORDJYLLANDS AMT

Niels Bohrs Vej 30
9220 Aalborg Øst
Tlf. 96 35 10 00

Hornum Sø 2003

TEKNIK OG MILJØ
Juni 2004

VANDMILJØ overvågning

VANDMILJØ OVERVÅGNING 2003

HORNUM SØ

NORDJYLLANDS AMT

Registreringsblad

Titel: Hornum Sø 2003

Udgiver: Nordjyllands Amt
Teknik og Miljø
Niels Bohrsvej 30
9220 Aalborg Ø.

Udarbejdet af: Inge Christensen, tlf. 96 35 14 30, Amt.ich@nja.dk

Databearbejdning: Inge Christensen
Tom Simonsen
Sine W. B. Poulsen

Resume: Vandmiljøovervågning efter NOVA 2003 programmet har til formål at eftervise effekterne af Vandmiljøplanen for at reducere vandmiljøets belastning med næringssalte. Denne rapport beskriver resultaterne for undersøgelserne af Hornum Sø i Nordjyllands Amt 2003 og beskriver udviklingstendenserne siden overvågning af søen startede i 1989. Rapporten omfatter bl.a. opstilling af vand- og næringsstofbalancer, vandkemiske forhold i søen, mængden og sammensætningen af plante- og dyreplankton, vandplanternes udbredelse og sammensætning samt fiskeynglens antal og sammensætning.

Emneord: Vandmiljøplan, overvågning, NOVA 2003, Nordjylland, lobeliesø, miljøtilstand, vandkemiske forhold, planteplankton, dyreplankton, vegetation, fiskeyngel, sediment.

Udgivelsestidspunkt: Juni 2004

Oplagstal: 30 + pdf-format på internettet

Sideantal: 52 + Bilag

Forsidefoto: Prøvetagning i Hornum Sø under isdække, januar 2003
Torben Petersen

Tryk: Nordjyllands Amt's trykkeri

ISBN-nummer: 87-7775-567-7

Indholdsfortegnelse

Bilagsfortegnelse

Forord

Hornum Sø overvåges intensivt af Nordjyllands Amt som led i det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003, også kaldet NOVA 2003. Programmet afløser Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, som løb fra 1989 til 1997. NOVA 2003 omfatter ligesom Vandmiljøplanens overvågningsprogram både grundvandsressourcerne, de ferske vandområder, de kystnære og åbne havområder samt nedbøren og dens kvalitet.

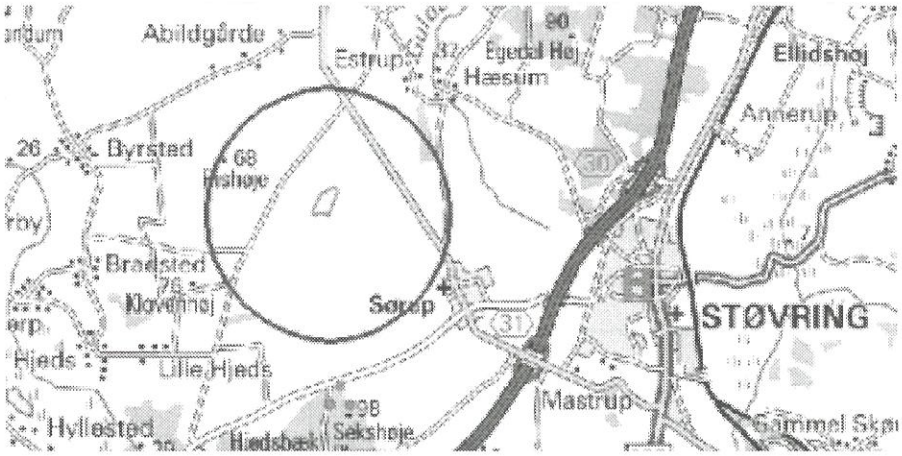
I Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for søer indgik oprindeligt 37 søer, hvoraf 2 var beliggende i Nordjyllands Amt: Hornum Sø og Madum Sø. I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet i 1997 skete der en ændring i antallet af søer, som blev reduceret til 31. For Nordjyllands Amt's vedkommende betød ændringerne, at Madum Sø udgik af overvågningsprogrammet i 1998 og at Ulvedybet, som er en brakvandssø i forbindelse med Limfjorden, blev udpeget som ny overvågningssø i Nordjyllands Amt. Ændringen blev foretaget ud fra et behov for mere viden om økologiske processer og sammenhænge i brakvandssøer. På landsplan er i alt 4 brakvandssøer med i NOVA 2003.

Denne rapport præsenterer resultaterne af overvågningen af Hornum Sø i år 2003. Rapporten beskriver fysiske og kemiske forhold i søen, og søens økologi er beskrevet udfra undersøgelser af planteplankton, dyreplankton, bundvegetation og fisk. Desuden gives en vurdering af udviklingstendenserne i søens miljøtilstand siden overvågningen af søen blev påbegyndt i 1989. Der er for den anden overvågningssø i Nordjyllands Amt, Ulvedybet, udarbejdet en tilsvarende rapport.

I 2004 er NOVA 2003 afløst af et nyt overvågningsprogram NOVANA 2009 som bl.a. inkluderer et ekstensivt søprogram udover det intensive program som NOVA 2003 kun omfattede. I NOVANA 2009 fortsætter Hornum Sø som en intensiv sø der skal overvåges hvert år, hvorimod Ulvedybet sammen med en lang række andre søer er kommet med i det ekstensive program med færre prøvetagninger og undersøgelser i forhold til det intensive program.

1 Indledning

Hornum Sø er en lobeliesø uden overfladiske tilløb og afløb. Søen ligger vest for Støvring i et åbent, landbrugspræget og kuperet terræn (Figur 1).



Figur 1. *Oversigtskort over beliggenheden af Hornum Sø.*

Ved søens sydlige del findes et mindre moseareal. Resten af søens bredareal kan karakteriseres som vedvarende græs, tilplantede arealer og en enkelt dyrket mark. Ved søens vestlige del findes nogle forholdsvis stejle skråninger ned til søen. Den nordøstlige del bliver brugt som picnic- og badeområde (Bilag 1). Søen er på 11,2 ha med en middeldybde på ca. 1,5 m (Tabel 1).

Tabel 1. *Morfometriske data for Hornum Sø ved vandstandskote: 46,43 meter.*

Middeldybde	1,46 meter
Maksimal dybde	2,6 meter
Areal	0,112 km^2
Volumen	0,164 10^6 m^3
Opholdstid	0,1 år

Tidligere undersøgelser

Der foreligger ikke tilgængelige undersøgelser for Hornum Sø før 1981. I daværende år blev der af Nordjyllands Amt foretaget vandkemiske og fysiske undersøgelser i Hornum Sø i forbindelse med 10 tilsyn fordelt hen over året.

Søen indgår i vurderingen af sure og forsuringstruede søer (Rebsdorf og Nygaard 1991). Det konkluderes heri, at Hornum Sø hører til den gruppe af søer, hvor det ikke er muligt at påvise en tendens til forsuring.

Søen er karteret af Nordjyllands Amt i 1983, hvor bundvegetationen blev bedømt langs 3 transekter. Rørsumpen var på dette tidspunkt indtil 25 m bred, og domineret af rørgræs. Undervandsvegetationen var domineret af isoetider, kildemos og *Nitella* sp., og dybdegrænsen var mellem 2,0 m og 2,3 m. Oplysninger om vegetationen på dybder over 2,3 m blev dog angivet som utilstrækkelige til at fastsætte endelige dybdegrænser. Det blev allerede dengang vurderet, at søen var under eutrofiering, idet vandkemi og planteplankton antydede en mere eutrof tilstand end bundvegetationen (Bjørnsen et al., 1983).

Målsætning i Regionplan

Hornum Sø er målsat som A2 (badevand), B (naturligt og alsidigt dyre- og planteliv) med baggrundstilstand: "Næringsfattig, sur, lobeliesø". Kravet til sommersigtdybden, som er større end 2 meter (Regionplan 2001), har kun været opfyldt i perioden 1991-1993 og så igen i 2003. Tabel 2 angiver nøgletal for Hornum Sø i overvågningsperioden.

Tabel 2. *Samleskema med nøgletal for Hornum Sø i overvågningsperioden.*
** angiver tidsvægtede sommermiddelværdier*

År	Sigtdybde (m)*	Klorofyl-a (µg/l)*	Total fosfor (µg/l)*	Total kvælstof (µg/l)*	Fytoplankton biomasse (mg/l)*	Zooplankton biomasse (µg DW/l)*	Dybdegrænse mosser (m)	Relativ Plantedækket Areal (%)
1989	1,8	23	66	944	19,9	690		
1990	1,1	50	74	1360	28,7	88		
1991	2,7	6	27	575	3,34	598		
1992	2,3	7	38	660	12,9	690		
1993	2,4	3	29	527	0,4	323	bund (>2.6)	61
1994	1,8	25	57	943	12,0	735	bund (>2.6)	40
1995	1,7	7	55	936	2,9	336	bund (>2.6)	77
1996	1,7	9	58	970	4,9	440	bund (>2.6)	64
1997	1,3	9	75	1297	16,5	510	2,0	34
1998	1,7	12	63	864	1,2	308	bund (>2.6)	40
1999	1,4	15	66	942	3,0	466	2,0	18
2000	1,2	35	77	1091	6,9	445	bund (>2.6)	41
2001	1,5	32	80	1162	4,5	760	Bund >2.6)	49
2002	0,9	77	108	1614	19,8	919	1,9	19
2003	2,9	8	40	614	3,3	132	1,9	23

2 Klimatiske forhold

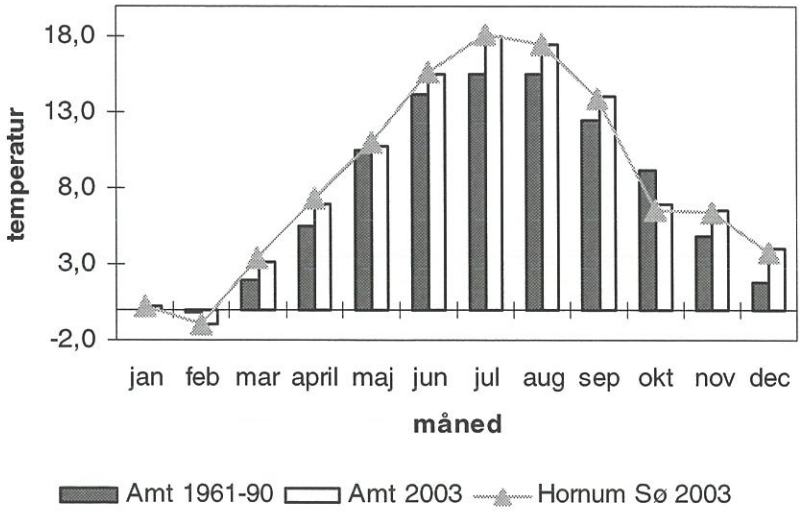
2.1 Meteorologiske data

Året 2003 var varmere end normalen og nedbørsmængden lå under normalen.

Temperatur

På figur 2 er månedsmiddelværdierne for temperaturen ved Hornum Sø og Nordjyllands Amt i 2003 sammenholdt med normalperioden 1961-1990. Året 2003 var generelt varmere end normalen, med undtagelse af månederne februar og oktober, der var koldere end normalen. Årsmiddeltemperaturen for Hornum Sø og amtet var begge 8,6 °C i 2003 (grid-data) mod en amtsnormal på 7,6 °C. Temperaturkurven for Hornum Sø 2003 følger temperaturkurven for amtet.

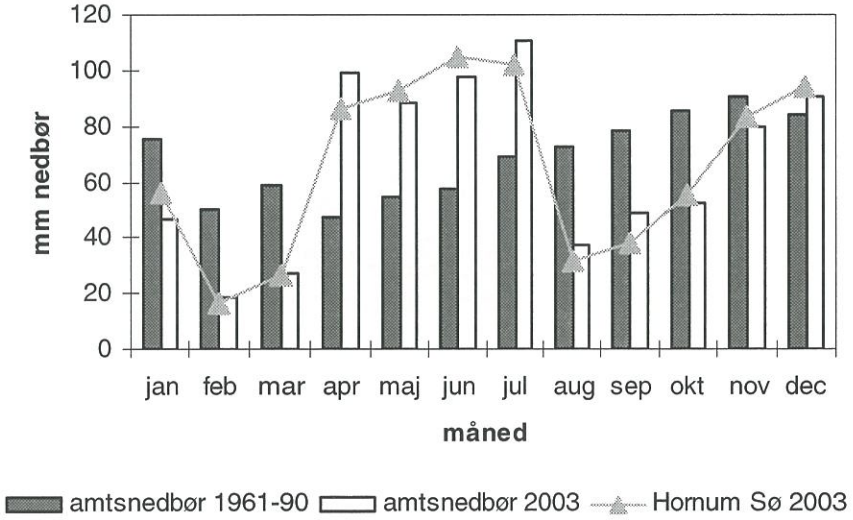
Figur 2. *Månedsmiddeltemperaturen i grader ved Hornum Sø og i Nordjyllands Amt 2003, i forhold til amtsnormalen 1961-1990.*



Nedbør

I Nordjyllands Amt lå nedbøren på 798 mm i 2003, hvilket er 3 % under normalen for 1961-1990 på 824 mm. Nedbørstallene er korrigerede. Figur 3 viser fordelingen af månedsmiddelnedbøren i 2003 for Hornum Sø samt Nordjyllands Amt (grid-data) sammenholdt med normalen.

Figur 3. *Månedsmiddelnedbør ved Hornum Sø og Nordjyllands Amt i 2003, i forhold til amtsnormalen 1961-1990.*



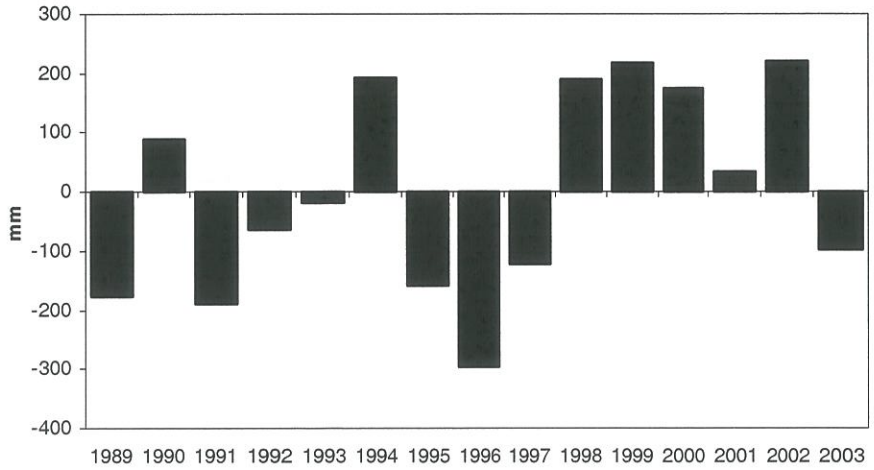
Det ses, at nedbøren opgjort for amtet lå langt over normalen i april, maj, juni og juli. I månederne januar til marts, og august til november var nedbørsmængden derimod mindre end normalen. Figuren viser desuden, at der ved Hornum Sø i 2003 regnede mindre i april, juli, august og september, men mere i de øvrige måneder, sammenlignet med amtsnedbøren i 2003.

Nettonedbør

Der var i 2003 et overskud i nettonedbøren på 164 mm for Hornum Sø og 170 mm for amtet mod en normalværdi på 363 mm for Hornum Sø og en normalværdi på 284 mm for amtet. Normalværdierne er opgjort ud fra korrigerede middelværdier for nedbør og potentiel fordampning udfra griddata i perioden 1990-2003. Der var altså i 2003 en væsentlig mindre nettonedbør end i normalperioden.

Figur 4 viser at i 1990, 1994 og 1998 til 2002 har der regnet mere end i gennemsnittet af overvågningsperioden 1989-2003. Året 2003 lå under middel for perioden.

Figur 4. *Årlig afvigelse af årsmiddelned-børen i forhold til gennemsnittet i perioden 1989-2003 for Hornum sø oplandet.*

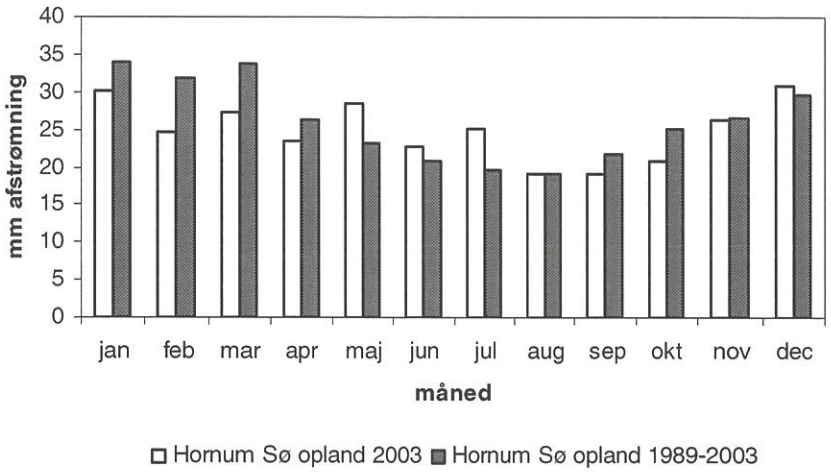


2.2 Afstrømningen

Hornum Sø er uden tilløb og afløb, derfor er der anvendt afstrømningsdata for Kærs Mølle Å, Halkær Å, Binderup Å og Lindenborg Å, til vurdering af afstrømningen i søoplandet, som må

forventes at være noget usikker.

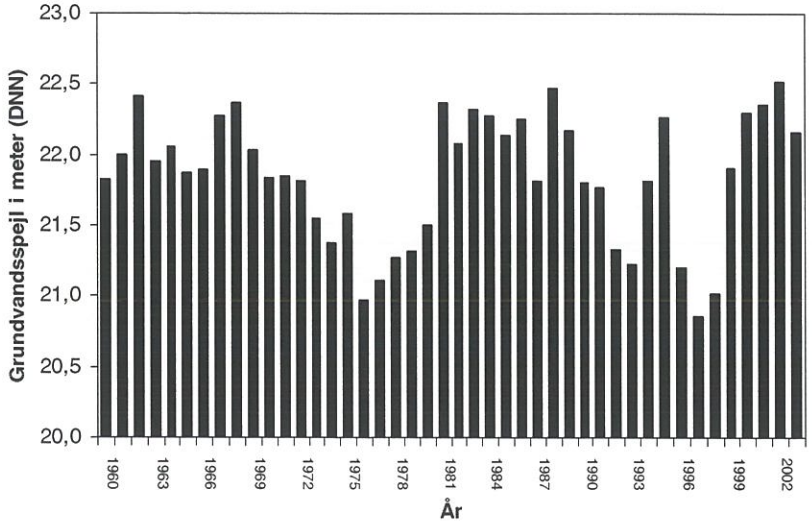
For hvert af de 4 vandløb er månedsmiddelafstrømningen for referenceperioden beregnet. På figur 5 er den gennemsnitlige månedsmiddelafstrømning i 2003 afbilledet i forhold til normalperioden, 1989-2003. Det ses at afstrømningen lå under normalen, undtaget sommermånederne maj til juli og december. Afstrømningen er 4 % under normalen og amtsnedbøren er 3 % under normalen, altså en relativ lille afstrømning i 2003.



Figur 5. *Månedsmiddel-afstrømning i 2003, i forhold til perioden 1989-2003 for Hornum Sø opland.*

Grundvandsstand

Grundvandsstanden i pejleboringen ved Hornum i Vesthimmerland er vist på figur 6. Det ses, at grundvandsstanden generelt er faldet i 1990'erne. Der er dog sket en stigning, efter de våde år 1998-2002. I 2003 er grundvandsstanden igen faldet, som følge af en lille nedbørsmængde. Pejleboringer i de 6 GRUMO områder i Nordjyllands Amt viser, at boringen ved Hornum afspejler den generelle situation i amtet.



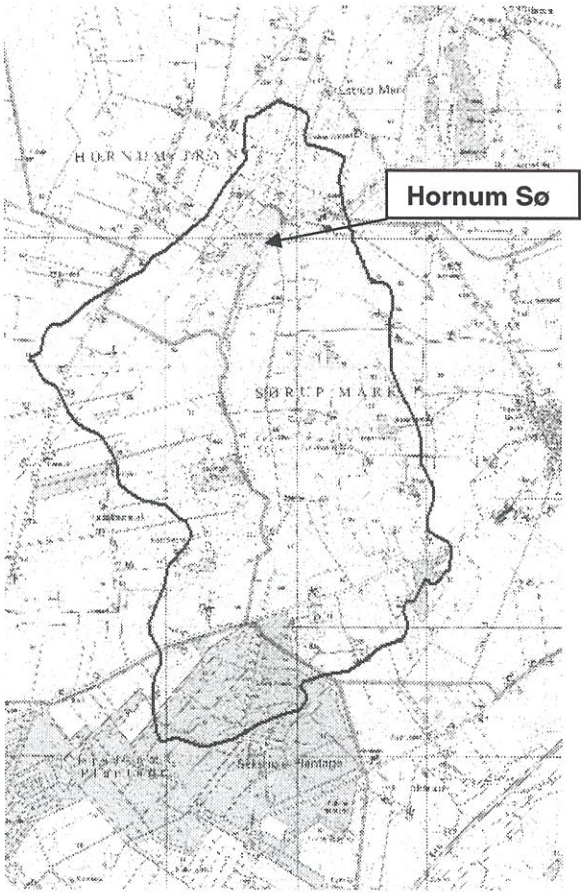
Figur 6. *Årsmiddelværdier for grundvandsstanden i perioden 1960-2003 ved Hornum i Vesthimmerland, DGU nr. 39.25.*

3 Vand- og næringsstofbalancer

3.1 Oplandsbeskrivelse

Typografisk opland

Det samlede opland til Hornum Sø er 8,87 km^2 (Figur 7). Topografisk fremstår oplandet som et bølget moræneplateau. Tidligere blev Hornum Sø afvandet gennem en grøft, der nu er blokeret og dermed uvirksom. Moræneplateauet er dannet under den sidste nedisning (Weichel). Der foreligger ingen spydkartering over området, men moræne-aflejringerne består primært af morænesand.



Figur 7. *Oplandet til Hornum Sø.*

En oversigt over arealanvendelsen udfra corine fremgår af tabel 3. Det dyrkede areal udgør hovedparten af oplandet til Hornum Sø (91 %), mens det resterende areal består af nåleskov (8 %) (Bilag 2).

Tabel 3. *Arealudnyttelse i oplandet til Hornum Sø.*

Arealtype	Areal (ha)	% af total opland
Dyrket land (ikke kunstvandet)	803,1864	90,5
Nåleskov	71,8260	8,1
Sø	12,0646	1,4
Ialt	**887,077**	**100**

Hydrologisk er oplandet til Hornum Sø en del af Kærs Mølleå-systemet. Søen ligger i et 3. ordens opland, der afstrømmer til Guldbækken, som løber videre til Kærs Mølleå.

En oversigt over jordbundsforholdene i oplandet til Hornum Sø er vist i tabel 4. Pløjelaget (de øverste 20-30 cm) består af finsandet jord (37 %), lerblandet sandjord (27 %), grovsandet jord (24 %) og 11,8 % er ikke kortlagt. Af det ikke kortlagte areal er ca. 85 % skov (Bilag 3).

Tabel 4. *Jordbundsforholdene (øverste 20-30 cm) i oplandet til Hornum Sø.*

Jordtype	Areal (ha)	% af total opland
Grovsandet jord	215,083	24,2
Findsandet jord	324,388	36,6
Lerblandet sandjord	243,045	27,4
Ikke kortlagt	104,561	11,8
Ialt	**887,077**	**100**

3.2 Vandbalance

Hornum Sø er beliggende i den øverste del af oplandet til Kærs Mølleå. Hornum Sø står ikke i direkte forbindelse til Kærs Mølleå, idet søen hverken har til- eller afløb. Det er derfor ikke muligt at opstille detaljerede vand- og næringsstofbalancer i henhold til paradigmaet.

Der er opstillet en vandbalance på måneds- og årsbasis hvor nedbør, fordampning, vandstandsændringer samt afstrømningen fra det åbne land indgår, se bilag 4 og 5.

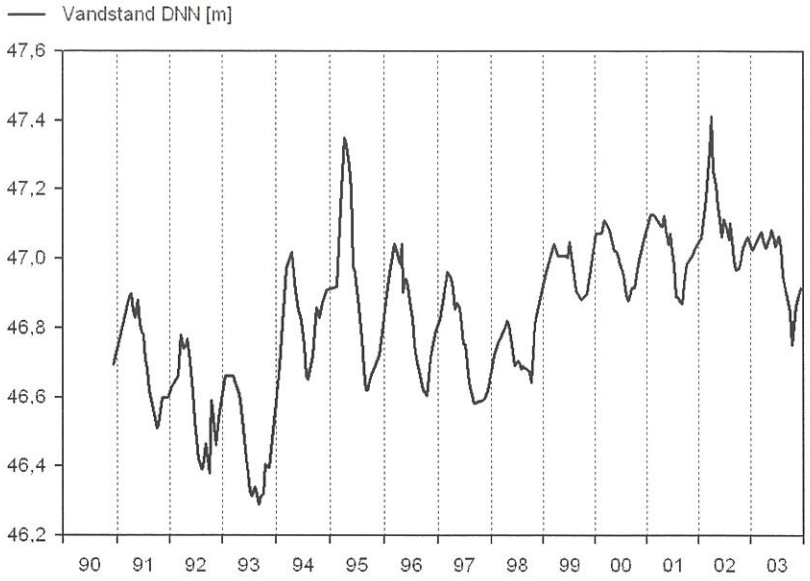
Der antages: - at være et frit grundvandsmagasin, som står i direkte kontakt til søen.
-at det topografiske opland er lig grundvandsoplandet.

Årsbalancen for søen i 2003 ses i tabel 5 samt bilag 4 og 5.

Tabel 5. *Årsbalance for søens vandbalance*

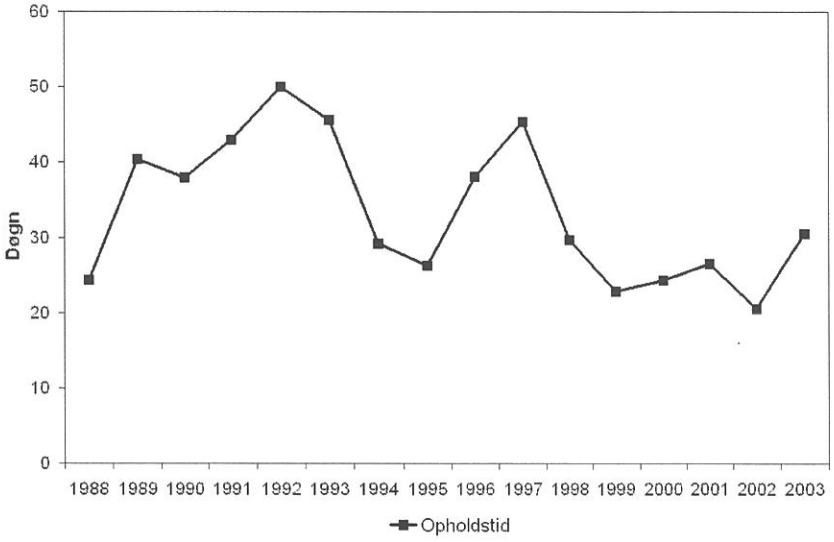
Vandbalance (10^6 m^3/år)	
Vandtilførsel	1,957
Nedbør	0,089
Total tilførsel	2,045
Vandfraførsel	1,992
Fordampning	0,070
Magasinændring	-0,017
Total fraførsel	2,063

Vandspejlet og dermed søens vandvolumen har siden 1994, som var meget nedbørsrig, ligget på et højt niveau sammenlignet med den nedbørsfattige periode 1991-1993 (Figur 8).



Figur 8. *Vandspejlskote (DNN) i Hornum sø 1990-2003*

Dette afspejles endvidere i opholdstiden, som er lav i perioder med meget nedbør (Figur 9). Figuren viser bl.a. at 1999-2002 har været meget nedbørsrige, hvorimod 2003 var et mere nedbørsfattigt år .



Figur 9. *Opholdstid i Hornum Sø 1988-2003.*

De klimatiske forhold som har betydning for vand- og næringsstofbalancen er beskrevet for Nordjyllands Amt og Hornum Sø i afsnit 2.

3.3 Kvælstof- og fosforbalance

Vand-, kvælstof- og fosfortilførsel fra det åbne land er beregnet som umålt opland med det målte opland til Kærs Mølleå som reference. Det 8,87 km^2 store opland til Hornum Sø er en del af det målte opland til Kærs Mølleå på 100,99 km^2.

I opgørelsen af kvælstof- og fosforbelastningen er der kun regnet med bidrag fra det åbne land samt atmosfærisk deposition på søen,

idet der ikke er punktkilder eller bidrag fra spredt bebyggelse i oplandet. Søen bliver brugt til badning, men der er ikke foretaget en vurdering af et evt. bidrag herfra. De anvendte værdier for atmosfærebidrag er 15,0 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ og 0,10 kg P ha^{-1} $år^{-1}$.

Belastningen med kvælstof og fosfor i 2003 ses i tabel 6.

Tabel 6. *Næringsstofbelastning med kvælstof og fosfor i 2003*

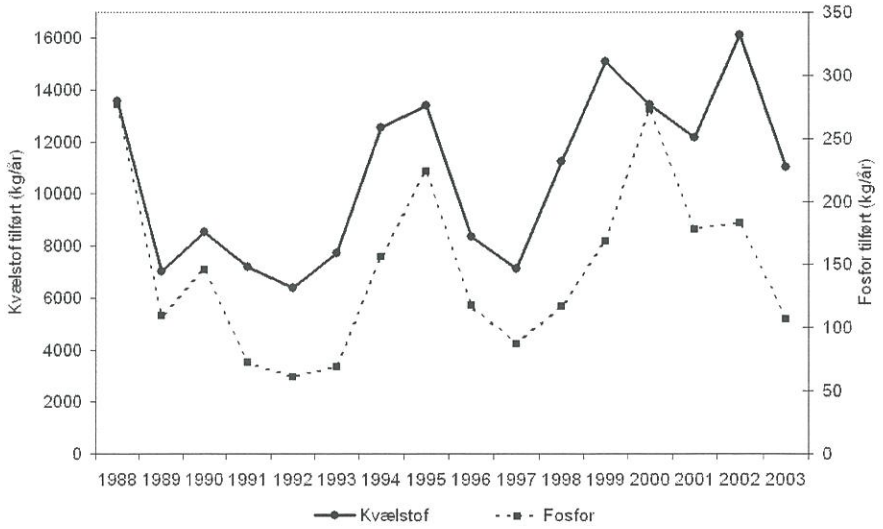
Næringsstofbelastning	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Åbne land bidrag	10861	105
Atmosfærebidrag	168	1
Total belastning	11029	107

Det åbne land bidrager med 99 % af den totale belastning med kvælstof og fosfor. Den totale belastning med kvælstof og fosfor i perioden 1988 - 2003 er beregnet i bilag 5, og ses afbildet på figur 10.

Næringsstofbelastningen af søen er i høj grad bestemt af nedbørsmængden, idet stort set hele belastningen kommer fra åbent land. Derfor følger de to kurveforløb på figur 10 for så vidt ændringerne i nedbørsmængden (Jf. figur 4). Dog er der år hvor de to kurveforløb ikke følges ad. Det kan skyldes at dyrkningspraksis i oplandet udover nedbørsforhold, influerer på tilførslen af fosfor og kvælstof til søen.

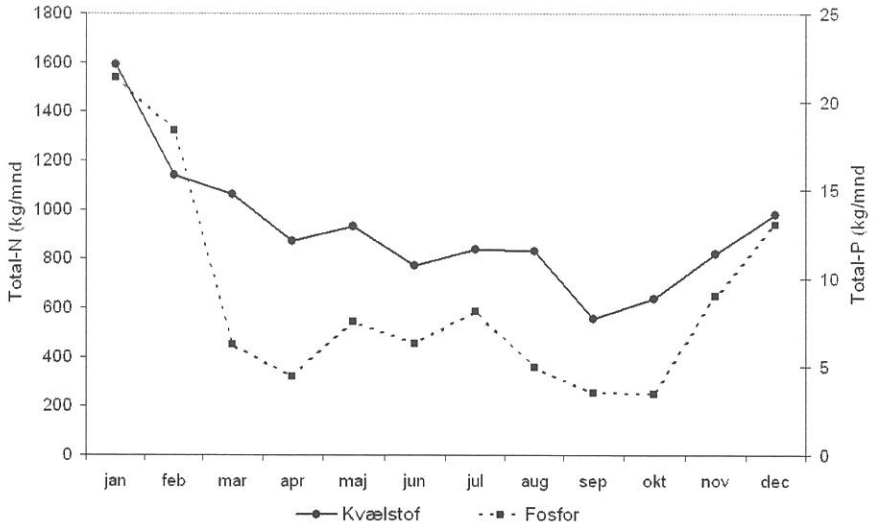
Det ses, at kvælstofbelastningen i 1998 er på et højt niveau efter to nedbørsfattige år (1996-97) med relativ lav kvælstofudvaskning. Fosforbelastningen er ikke steget tilsvarende og er på et lavere niveau end det kunne forventes ud fra nedbørsmængden. Dog er fosforbelastningen steget i år 2000, på trods af at kvælstofniveauet er reduceret som følge af en lavere nedbørsmængde i 2000 i forhold til 1999. I 2001 falder fosforniveauet igen ligesom kvælstofniveauet, men med et væsentligt større fald. I 2002 hvor nedbørsmængden var væsentligt højere end i 2001 stiger næringsstofniveauerne igen, kvælstofniveauet stiger dog mere end fosforniveauet. I 2003 hvor nedbørsmængden var lavere end i 2002 falder både kvælstof- og fosforniveauet markant pga. en mindre udvaskning af kvælstof og fosfor (Figur 10).

Figur 10. *Belastning med kvælstof og fosfor 1988-2003*



Belastningen opgjort på månedsbasis ses i bilag 6 samt på figur 11. Den største tilførsel af fosfor og kvælstof fandt sted i de første måneder af året, hvor nedbørsmængden var højest.

Figur 11.
Månedsbelastning 2003



Næste afsnit omhandler bl.a. næringsstofkoncentrationerne i søvandet i overvågningsperioden, og belastningen med fosfor og kvælstof i set i forhold til koncentrationerne i søvandet diskuteres nærmere.

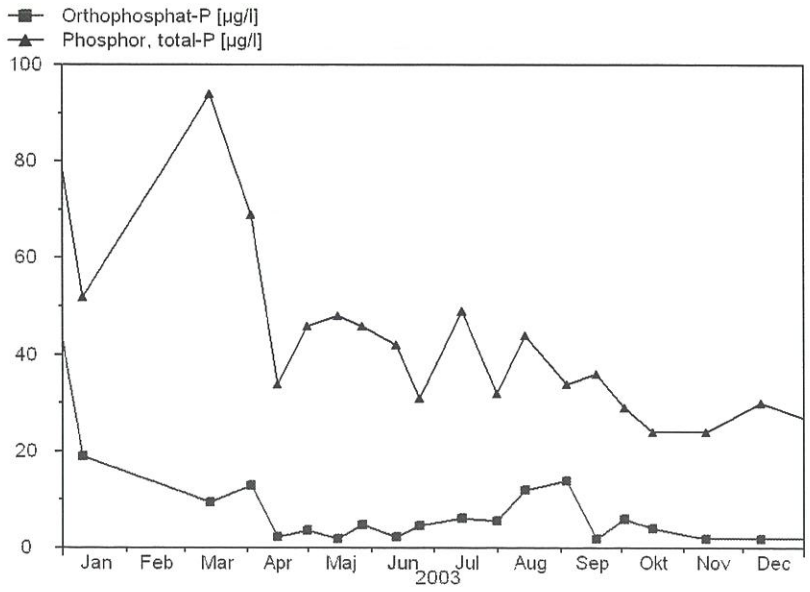
4 Udvikling i søens miljøtilstand

4.1 Fosfor

Års- og sommergennemsnitkoncentrationerne af totalfosfor i Hornum Sø var i 2003 henholdsvis 45,6 og 40,1 µg/l og er opgivet i nedenstående tabel sammen med værdierne for opløst fosfor. I bilag 7 er desuden opgivet samtlige kemi- og feltdata.

	Total-P koncentration	Ortho-P koncentration
Årsgennemsnit	45,57 µg P/l	7,54 µg P/l
Sommergennemsnit	40,08 µg P/l	6,17 µg P/l

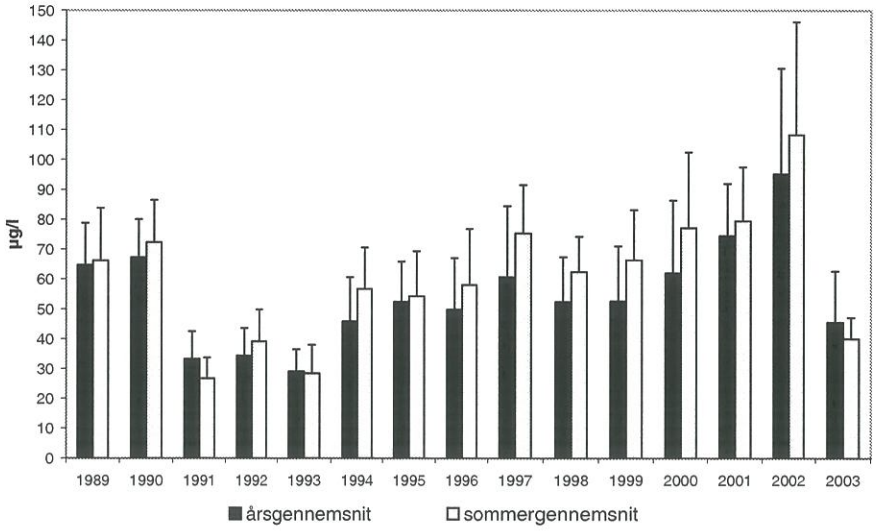
Figur 12 viser variationerne i total-fosfor (total-P) og orthofosfat (orthophosphat-P) i løbet af året. Total-fosfor koncentrationen varierede imellem 24 og 94 µg/l med den højeste værdi i marts. Resten af året lå total-fosfor koncentrationen omkring 40 µg/l. Koncentrationen af opløst fosfor var generelt meget lav, og det meste af året lå værdierne tæt på eller under detektionsgrænsen (<5 µg/l).



Figur 12. *Årsvariationen i fosforkoncentrationen i Hornum Sø 2003. En februarmåling mangler pga. is.*

På figur 13 er de tidsvægtede års- og sommergennemsnit for total-fosforkoncentrationen i overvågningsperioden afbilledet. Der er en tendens til, at total-fosforniveauet er stigende i overvågningsperioden, kun afbrudt af værdierne for de meget nedbørsfattige år i perioden 1991-1993. Det tidsvægtede års- og sommergennemsnit for total-fosforkoncentrationen i år 2003 afbryder denne stigende tendens ved at være de klart laveste værdier som er målt siden 1993.

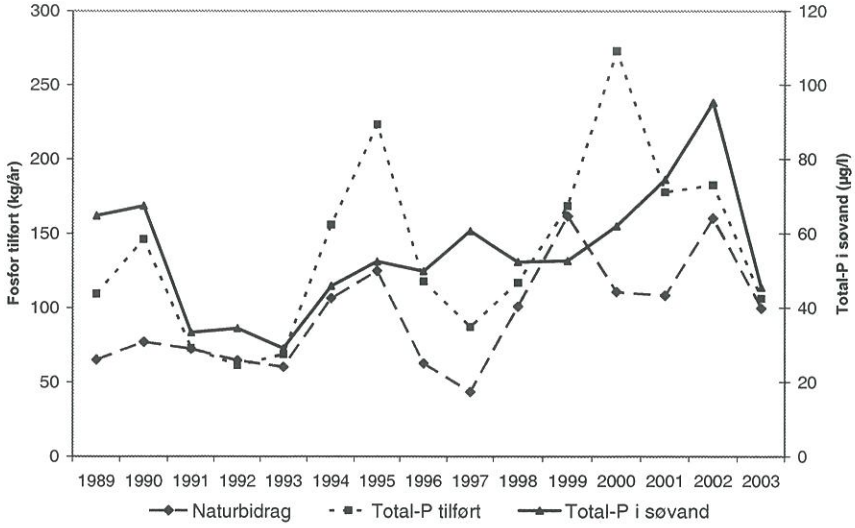
Figur 13. *De tidsvægtede års- og sommer-gennemsnit(+standard-afvigelse) for* ***total-fosforkoncentrationen*** *i overvågningsperioden 1989-2003.*



Den eksterne fosfor-belastning

Koncentrationen af fosfor i Hornum Sø følger den eksterne tilførsel med kun ringe tids forsinkelse. Udviklingen i fosforindholdet i vandet samt den beregnede tilførsel i løbet af overvågningsperioden 1989-2003 er vist på figur 14. Det skal bemærkes, at fosfortilførslen ikke er målt, da der ikke er overfladisk tilløb til søen, men beregnet som umålt opland på grundlag af målinger i Kærsmølle Å.

Figur 14. *Fosfortilførslen(Total-P + naturbidrag) sammenholdt med det tidsvægtede årsgennemsnit for total-P koncentrationen i søvandet.*



Det ses, at de nedbørsfattige år 1991-1993 resulterede i en lille udvaskning, hvilket igen afspejles i lave fosforkoncentrationer i søvandet. Sammenhængen bliver dog brudt efter 1995, hvor et beregnet fald i ekstern tilførsel fra 1995 til perioden 1996-1997 (nedbørsfattige år) ikke medførte et tilsvarende fald i søens fosforkoncentration, som har været stigende i perioden 1993-2002. I år 2001 er det desuden bemærkelsesværdigt, at den eksterne tilførsel

falder væsentligt i forhold til 2000 pga. mindre nedbør, hvorimod fosforkoncentrationen i søvandet stiger.

Denne manglende sammenhæng fra 1996 til 2002 kan hænge sammen med at den reelle tilførsel til søen er afhængig af dyrkningspraksis, især på arealerne nærmest søen. Det er således muligt at fosforkoncentrationen i Hornum Sø afhænger direkte af størrelsen af tilførslen på markerne, som vi ikke kender præcist. Det tyder således på, at den reelle tilførsel til søen har været højere i perioden end den beregnede. I de senere år er lavtliggende arealer i den sydlige ende af søen blevet braklagt, og det er sandsynligt at det er effekter af dette tiltag der har reduceret tilførslen af fosfor til søen markant i 2003.

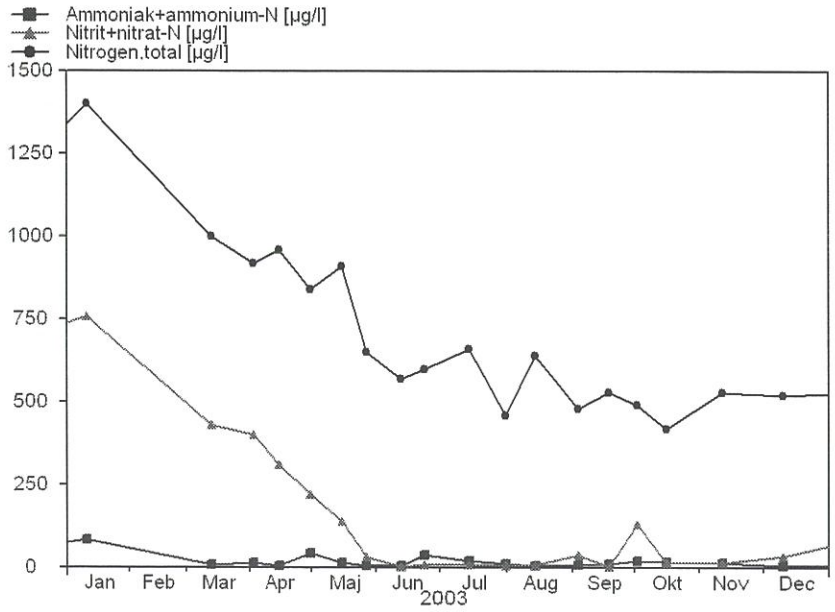
Desuden var 2003 et tørt år i forhold til perioden 1998-2002 (figur 4), hvilket har reduceret tilførslen af fosfor til søen og dermed været medvirkende til det store fald i total-P i søvandet i 2003.

4.2 Kvælstof

De tidsvægtede gennemsnit for total-kvælstofkoncentrationen i 2003 var på årsbasis 747 µg/l og i sommerperioden på 614 µg/l. Værdierne for de opløste kvælstofkoncentrationer er angivet nedenfor.

	Total-N	Nitat+nitrit	Ammonium+ ammoniak
Årsgennemsnit	746,51 µg N/l	192,29 µg N/l	21,46 µg N/l
Sommergennemsnit	613,53 µg N/l	38,21 µg N/l	15,10 µg N/l

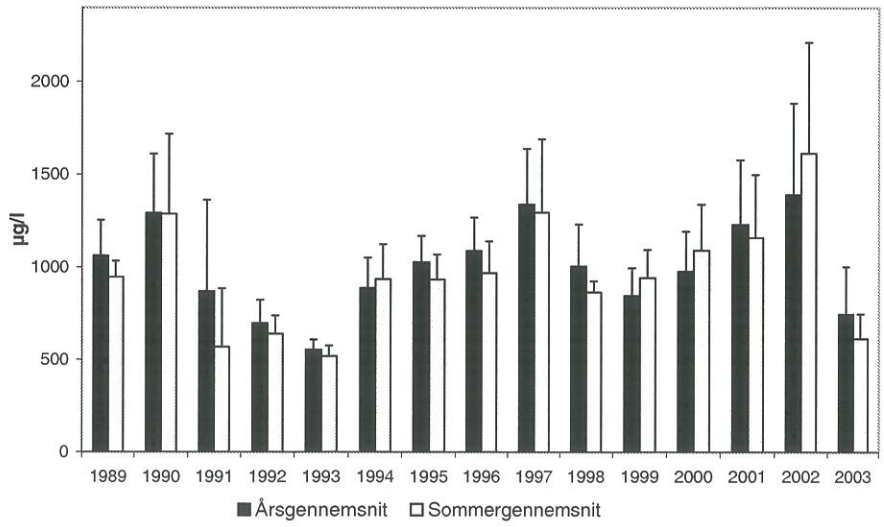
Udviklingen i søens kvælstofkoncentration i løbet af 2003 er afbilledet på figur 15. Den højeste total-kvælstofkoncentration blev fundet i januar (1400 µg/l), hvorefter kvælstofkoncentrationen faldt hen over året til et niveau omkring 500 µg/l. Den opløste N-fraktion (ammonium+ammoniak, nitrit+ nitrat) var forholdsvis lille pånær først på året.



Figur 15. *Årsvariationen i kvælstofkoncentrationen i Hornum Sø 2003. En februarmåling mangler pga. is.*

På figur 16 er de tidsvægtede års- og sommergennemsnit for total kvælstofkoncentration sammenholdt med de øvrige overvågningsår.

Udviklingen i søvandets kvælstofniveau følger for så vidt de samme tendenser som tilfældet er for fosfor, med de laveste værdier i perioden 1991-1993 og en tendens til en stigning i kvælstofniveauet i løbet af overvågningsperioden. De tidsvægtede års- og sommergennemsnit for total-kvælstofkoncentrationen i 2003 afbryder denne stigning ved at være de laveste værdier som er målt siden 1993.



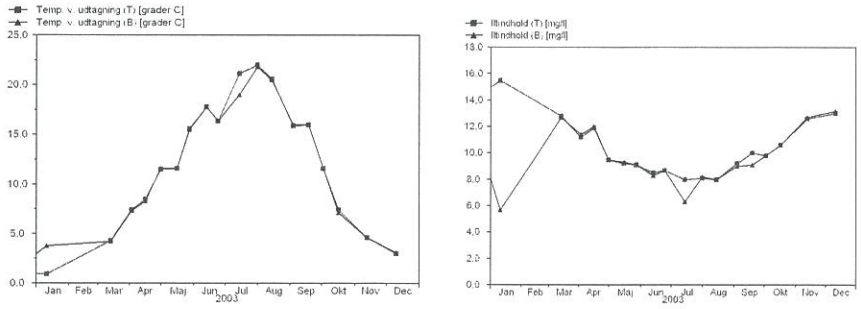
Figur 16. *De tidsvægtede års- og sommer-gennemsnit(+standard-afvigelse)* ***for total-kvælstofkoncentrationen*** *i overvågningsperioden 1989-2003.*

Dette meget markante fald i kvælstofkoncentraionen i 2003 skyldes, ligesom for fosfor, dels en lavere nedbørsmængde i 2003 i forhold til perioden 1998-2002, og dels en ændring i dyrkningspraksisen i den sydlige del af søen, som har medført en lavere udvaskning af kvælstof til søen.

4.3 Øvrige vandkemiske- og fysiske parametre

4.3.1 Temperatur og ilt

Det tidsvægtede årsgennemsnit for temperaturen i søvandet var på 10,0 grader og sommergennemsnittet på 17,1 grader. Udviklingen i vandtemperaturen hen over året er vist på figur 17 med de højeste vandtemperaturer i juli og august. Der var på et enkelt tidspunkt i juli springlagsdannelse i søen, hvor der var nævneværdig forskel på temperaturen i overfladevandet og bundvandet, og ligeledes i januar, hvor der var is på søen (figur 17).

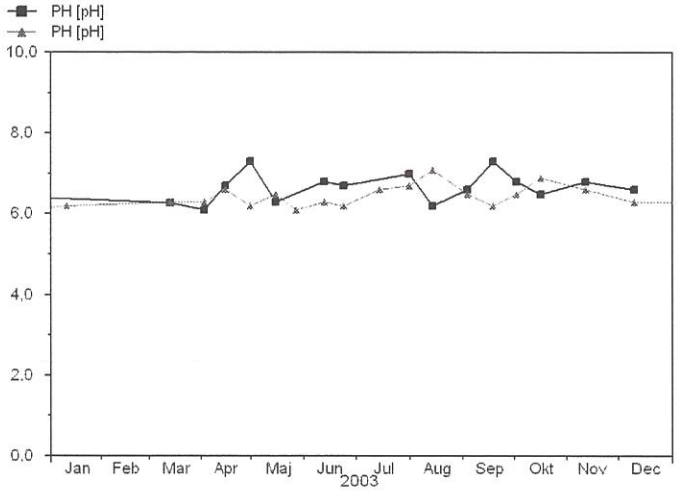


Figur 17. *Årsvariationen i temperaturudviklingen (tv) og iltindholdet (mg/l) (th) i Hornum Sø 2003. En februarmåling mangler pga. is.*

Det tidsvægtede årsgennemsnit for iltindholdet i vandet var på 11,1 mg/l og sommergennemsnittet var på 8,8 mg/l. Iltforholdene anses for at have været gode hele året på nær i januar (pga. is) og juli, hvor der var forskel på iltindhold i overfladevandet i forhold til bundvandet (Figur 17).

4.3.2 pH

Det tidsvægtede årsgennemsnit for pH var på 6,6 og sommergennemsnittet var på 6,7. Målinger af pH i Hornum Sø varierede mellem 6,1 og 7,1. På figur 18 er både feltmålinger og laboratoriemålinger afbilledet. Der er ikke nævneværdig forskel på de to typer af målinger.



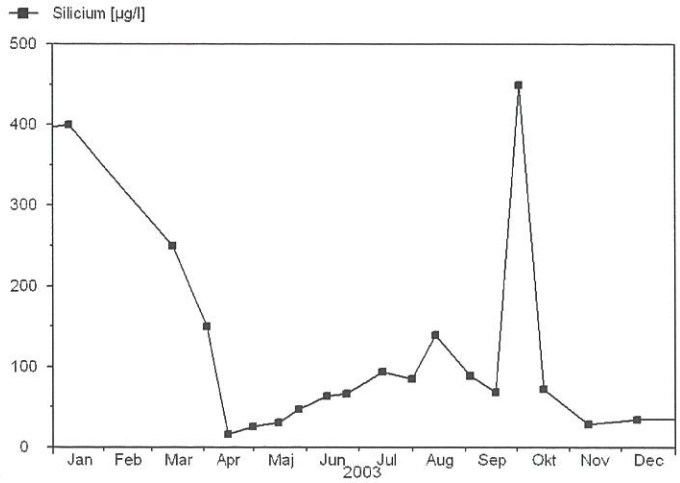
Figur 18. *Årsvariationen i pH i Hornum Sø 2003. pH (trekant) = laboratoriemåling. pH (pH firkant) = felt. En februarmåling mangler pga. is.*

Til trods for de til tider lave pH-værdier er der ingen tegn på, at søen er under forsuring, jvf. nedenstående tabel der angiver de tidsvægtede sommergennemsnit for pH i overvågningsperioden.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2002	2003
6,8	6,2	6,4	6,5	7,1	7,2	7,7	7,7	7,2	7,0	7,7	7,3	7,5	7,5	6,7

4.3.3 Silicium

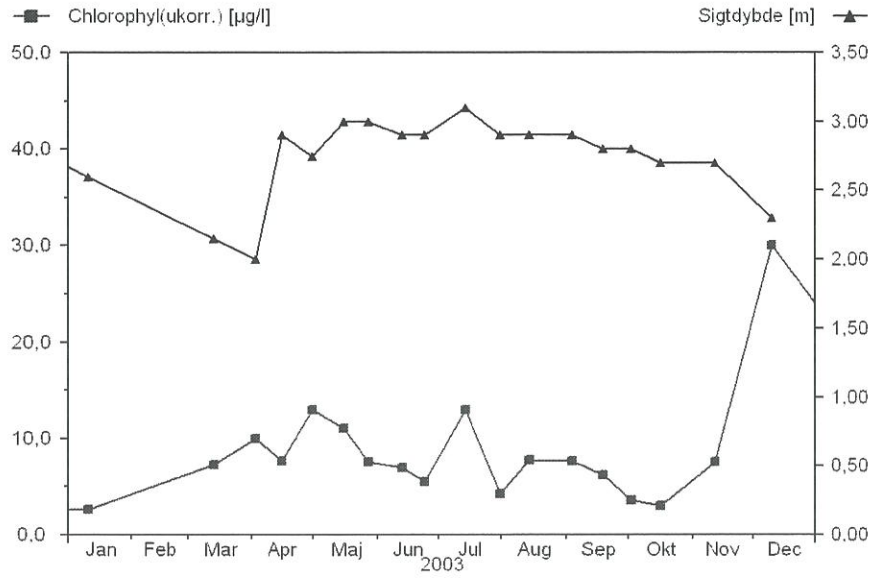
Det tidsvægtede årsgennemsnit for silicium var på 138,1 µg/l og sommergennemsnittet var på 89,9 µg/l. Forløbet i siliciumkoncentrationen hen over året er vist på figur 19. I april-juni fandtes de laveste siliciumkoncentrationer, hvorimod de højeste koncentrationer blev fundet først på året samt i oktober.



Figur 19. *Årsvariationen i siliciumkoncentrationen i Hornum Sø 2003.*

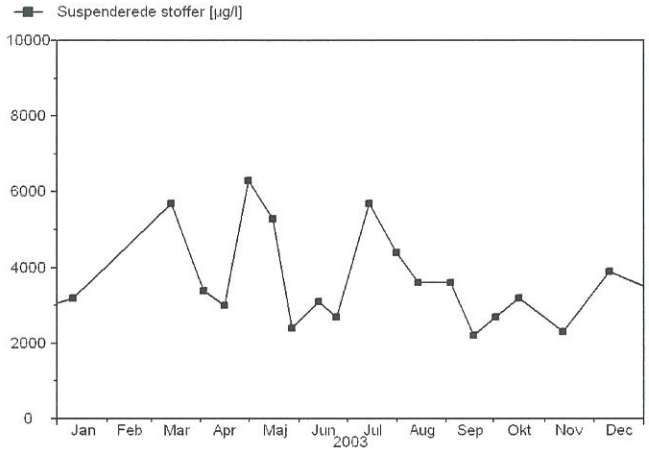
4.4 Sigtdybde, klorofyl-a og suspenderet stof

Figur 20 viser årstidsvariationen for henholdsvis sigtdybden og klorofyl-a. Sigtdybden varierede fra 2,0 til 3,1 meter. Der var sigt til bunden stort set hele året pånær i perioden marts-april samt i december. Klorofyl-a koncentrationerne varierede imellem 3 og 30 µg/l, og er et udtryk for mængden af alger i vandet. Den højeste klorofyl-a koncentration blev fundet i december. Resten af året var klorofyl-a koncentrationerne meget lave (tæt på 10 µg/l), hvilket den høje sigtbarhed i søen også indikerer.



Figur 20. *Årsvariationen i klorofyl koncentrationen og sigtdybden i Hornum Sø 2003. En februarmåling mangler pga. is.*

Koncentrationen af suspenderet stof varierede imellem 2,2 og 6,3 mg/l og der forekom ikke de store udsving (Figur 21). Mængden af suspenderet stof har sandsynligvis ikke influeret på klorofyl-a niveauet, eftersom dette var lavt hele året pånær i december.



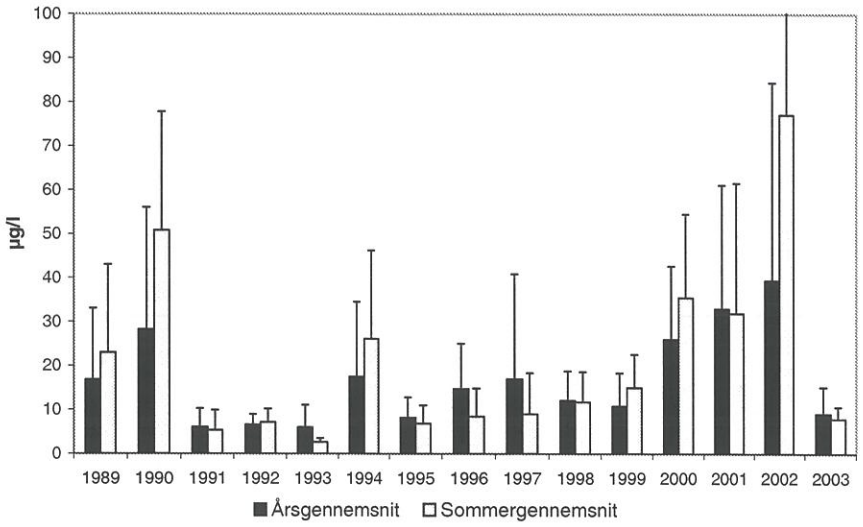
Figur 21. *Årsvariationen i suspenderet stof (µg/l) i Hornum Sø 2003.*

Nedenstående tabel angiver de tidsvægtede års- og sommergennemsnit for klorofyl-a, sigtdybde og suspenderet stof.

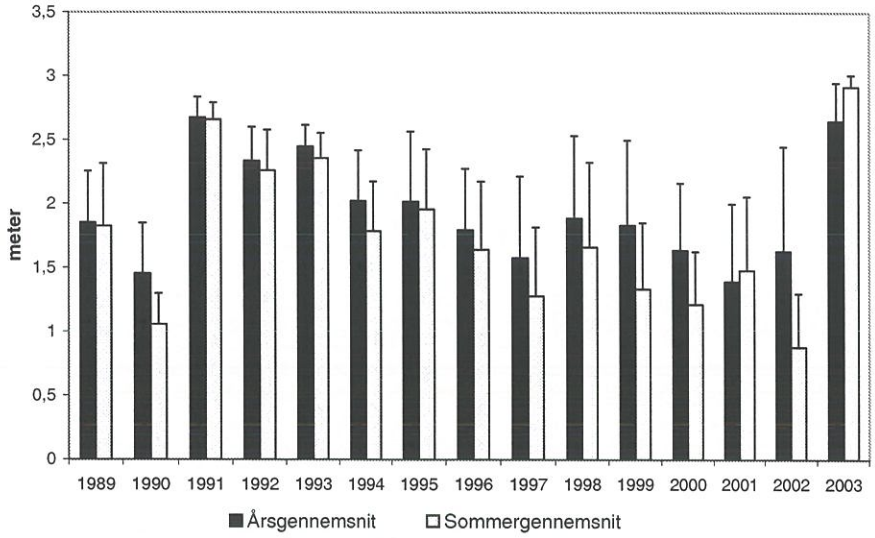
	Klorofyl-a	Sigtdybde	Suspenderet stof
Årsgennemsnit	9,05 µg/l	>2,65 m	3,77 mg/l
Sommergennemsnit	7,95 µg/l	>2,92 m	3,79 mg/l

Figur 22 og 23 viser de tidsvægtede års- og sommergennemsnit for sigtdybden og klorofyl-a koncentrationen i overvågningsperioden.

Års- og sommergennemsnittet for klorofyl-a koncentrationen var i år 2003 på henholdsvis 9,05 og 7,95 µg/l, hvilket er nogle af de laveste værdier som er målt i overvågningsperioden. De højeste års- og sommergennemsnit for klorofyl-a koncentration blev fundet i 2002. Det meget høje tidsvægtede sommergennemsnit for klorofyl-a koncentrationen i 2002, skyldes den meget store blågrønalgeforekomst i hele sommerperioden, imodsætning til f.eks. i 2001, hvor blågrønalgeforekomsten var størst i efteråret, hvilket resulterede i at årsgennemsnittet var højere end sommergennemsnittet.



Figur 22. *De tidsvægtede års- og sommer-gennemsnit(+standard-afvigelse) for* ***klorofyl-a*** *koncentrationen i overvågningsperioden 1989-2003.*



Figur 23. *De tidsvægtede års- og sommer-gennemsnit(+standard-afvigelse) for* ***sigtdybden*** *i overvågningsperioden 1989-2003.*

Års- og sommergennemsnittet for sigtdybden var i år 2003 på henholdsvis >2,7 og >2,9 meter, hvilket er de højeste værdier som er målt i overvågningsperioden. Dette skyldes imidlertid også at vandstanden i søen er steget de seneste fem år pga. en høj grundvandsstand (jvf figur 8). De tidsvægtede gennemsnit for sigtdybde i 2003 var principielt større end de angivne værdier eftersom sigten i en stor del af perioden var større end til søbunden (2,8-3,0 meter afhængig af vandstanden).

Der har været en tendens til at sigtdybden har været faldende siden 1991, men denne dårlige udvikling er heldigvis vendt i 2003. Det tidsvægtede sommergennemsnit for sigtdybden i 2002 var det laveste som er målt i overvågningsperioden, og skyldes den føromtalte store blågrønalgeforekomst hen over sommeren.

Klorofyl-a koncentrationerne er behæftet med fejl

Klorofylværdierne må tages med et vist forbehold. Et laboratorieskift i april 2002 har generelt vist at klorofylmålingerne foretaget af det gamle laboratorium igennem en 20-årig periode er behæftede med stor usikkerhed, da prøverne nogle gange har fået lov at henstå uanalyserede i op til 28 dage (gennemsnitlig 7 dage), hvormed klorofyl-a koncentrationen vil være reduceret væsentligt i forhold til hvis analyserne som foreskrevet var foretaget samme dag. Klorofyl-a koncentrationerne er derfor i perioden før april 2002 underestimerede. Klorofyl-a koncentrationerne er dog alligevel brugt i denne rapport, da udviklingstendenserne anses for overordnet at være realistiske set i forhold til de øvrige parametre som eksempelvis total-kvælstof, total-fosfor og sigtdybden som viser tilsvarende udviklingstendenser som klorofyl-a koncentrationen. Der arbejdes i øjeblikket på hvordan man evt. kan gendanne klorofyldataene og dermed få hævet klorofyl-a niveauet, som i overvågningsperioden op til 2002 givetvis har ligget på et for lavt niveau.

Vurdering af udviklingstendenserne i vandkemien

Søens miljøtilstand udtrykt ved hjælp af sigtdybde og klorofyl-a koncentration er tæt korreleret med kvælstof- og især fosforkoncentrationen (Figur 13 og 16). De tørre år fra 1991 til 1993, hvor fosfor- og kvælstofniveauet var lavt, resulterede i stor sigtdybde og lave klorofyl-a koncentrationer. I de efterfølgende år har både fosfor og kvælstofindholdet været højere, og den målsatte sigtdybde på over 2 meter (sommermiddel) har ikke været opfyldt i perioden 1994-2002. Tilsvarende var klorofylværdierne højere i perioden efter 1993, sammenlignet med 1991-1993, og forholdsvis højere i perioden 2000-2002.

I overvågningsperioden har 2002 været det hidtil værste år for Hornum Sø med de højeste sommergennemsnitværdier i total-kvælstof-, total-forsfor- og klorofyl-a koncentrationen. Ligeledes blev der i 2002 fundet den laveste sommersigtdybde på 0,9 meter. Denne dårlige udvikling er vendt i 2003, hvor søens målsætning med en sommersigtdybde på større end 2 meter, er opfyldt for første gang siden 1993. Søens markant bedre miljøtilstand i 2003 i forhold til de seneste år, skal ses i lyset af den lave nedbør i 2003 og som følge af den føromtalte ændring i dyrkningpraksisen i oplandet til Hornum Sø. Dette har medført en reducering i tilførsel af fosfor og kvælstof til søen, hvilket har resulteret i det væsentligt lavere klorofylniveau i søen og det høje sommergennemsnit for sigtdybden (>2,9 meter) i 2003.

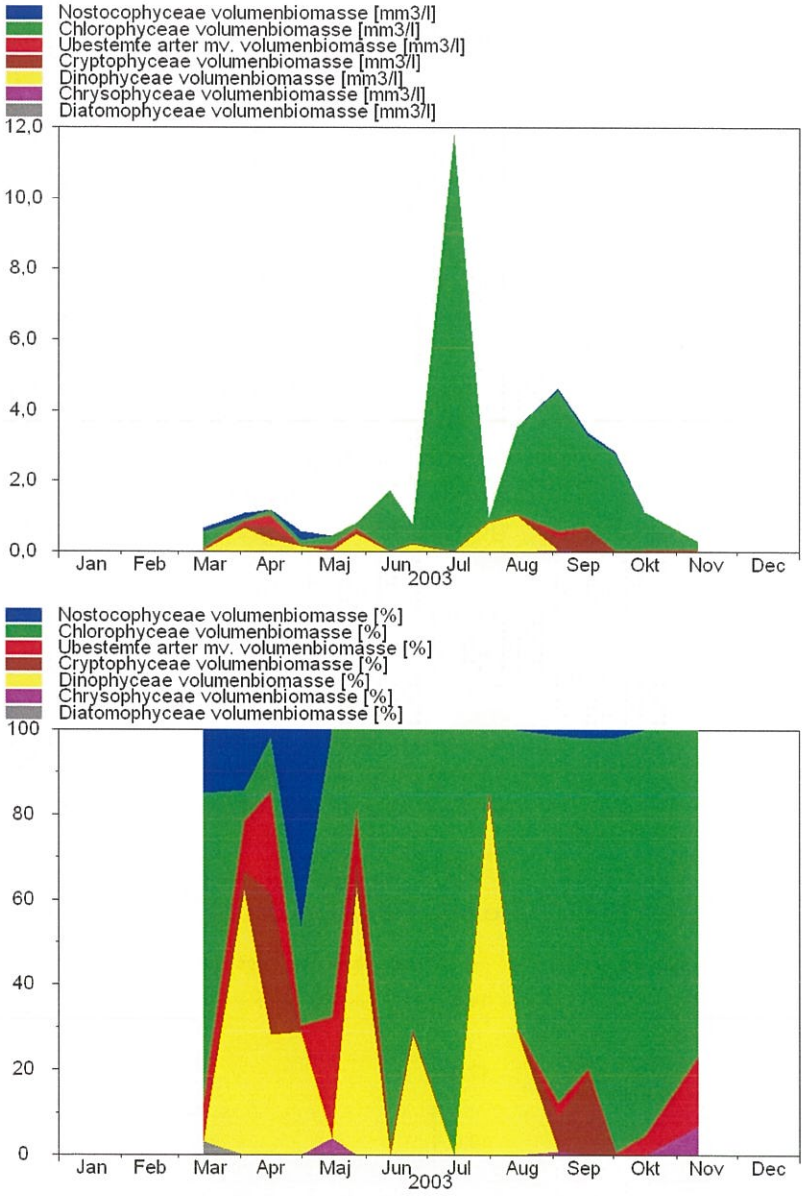
Udover vandkemiske forhold i søen, har planteplankton, dyreplankton og græsningen fra dyreplankton samt udbredelsen af undervandsplanter og sammensætningen af fiskebestanden, indflydelse på klarlæggelse af søens miljøtilstand, hvilket omtales i de følgende afsnit.

4.5 Planteplankton

4.5.1 Årstidsvariation i planteplankton

Den tidsvægtede gennemsnitlige totale planteplanktonbiomasse var i 2003 på årsbasis 1,7 mm^3l^{-1}, og på 3,3 mm^3l^{-1} i sommer-perioden.

Sæsonvariationen af planteplanktonvolumenbiomassen i 2003 fordelt på de enkelte algegrupper samt deres procentvise andel af den totale biomasse ses af figur 24 og er opgivet på artsniveau i bilag 8 og 9.



Figur 24. *Algegruppernes absolutte (øverst) og relative (nederst) biomassefordeling i 2003.*

To markante maksima

Den totale planteplanktonvolumenbiomasse varierede mellem 0,5 og 11,8 mm^3l^{-1} over året med de laveste værdier i den første halvdel af året, og de højeste værdier om sommeren. Der var et markant volumenbiomassemaksimum i midten af juli på 11,8 mm^3l^{-1} og et mindre volumenbiomassemaksimum i midten af august til starten af oktober på 2,9-4,6 mm^3l^{-1}. Resten af året var planktonbiomassen langt under 2 mm^3l^{-1} (figur 24 øverst).

Grønalger dominerede biomassen

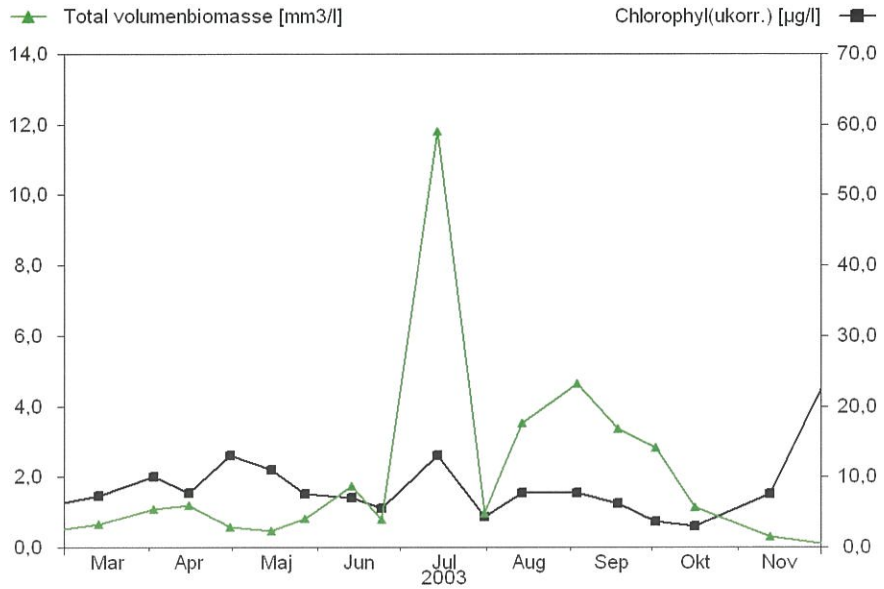
Den absolut dominerende planteplankon hovedgruppe i år 2003 var grønalger (Chlorophyceae). De udgjorde 81,0 % af den totale tidsvægtede årsgennemsnitlige planteplanktonbiomasse og 85,6 % af gennemsnittet i sommerperioden. Furealger (Dinophyceae) udgjorde henholdsvis 9,6 % og 8,4 % af det totale års- og sommergennemsnit for planteplanktonbiomassen. Rekylalgerne (Cryptophyceae) udgjorde henholdsvis 3,9 % og 3,5 % af det totale års- og sommergennemsnit for planteplanktonvolumenbiomassen. De resterende algegrupper udgjorde kun få procent af den totale biomasse og var ikke dominerende på noget tidspunkt (Figur 24).

Artssammensætningen

Først på året dominerede små chlorococcale grønalger (< 5 µm) ved at udgøre 68,8 % af den totale volumenbiomasse. I starten af april måned blev nøgne furealger dominerende ved at udgøre 62,1 % af den totale volumenbiomasse. Midt i april dominerede både nøgne furealger og rekylalger (*Cryptophyceae* sp.). Sidst i april dominerede blågrønalger (*Anabaena flos-aquae* og *Woronichinia* sp.) ved at udgøre 46,2 % af den totale planteplanktonbiomasse. I midten af maj var det igen de små chlorococcale grønalger (< 5 µm) der dominerede ved at udgøre 67,6 % af den totale volumenbiomasse.

Fra slutningen af maj og til oktober var artsammensætningen karakteriseret ved dominans af meget store planteplanktonarter. Således dominerede furealgen *Peridinium willei* i slutningen af maj (63,1 %), grønalgen *Spirogyra* sp i hele juni måned (60,9-70,9 %), grønalgen *Volvox globator* i biomassemaksimumet midten af juli (99,1 %) og furealgen *Ceratium hirundinella* i slutningen af juli til først i august (83,2 %). I det andet biomassemaksimum fra midten af august til midten af september dominerede store desmidiaceer, *Desmidium swartzii* og *Micrasterias apiculata* fuldstændigt biomassen. I oktober var det igen *Volvox globator* som dominerede biomassen ved at udgøre imellem 84,4-97,1 % af den totale volumenbiomasse. Endelig i november dominerede *Sphaerocystis schroeteri/Eutetramorus fottii* og små chlorococale grønalger planteplanktonbiomassen.

I 2003 var der en relativ god sammenhæng imellem den opgjorte totale planteplanktonbiomasse og klorofyl-a koncentrationen pånær at

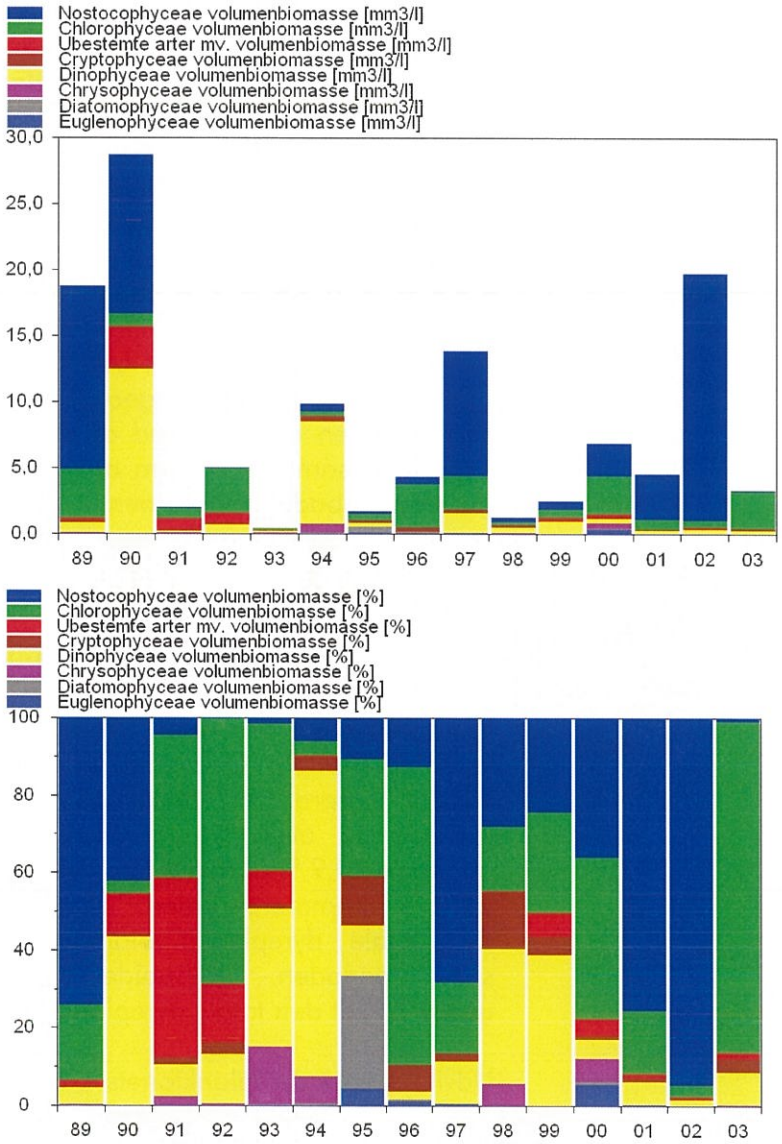


***Figur 25**. Sammenhæng imellem klorofyl-a koncentrationen og planteplankton-volumenbiomsse i 2003.*

den opgjorte volumenbiomasse i biomassemaksimumet i juli samt i efteråret sandsynligvis er overestimeret. Det skyldes dominansen af *Volvox globator* og andre meget store planteplanktonarter, hvis størrelse og form, vanskeliggør volumen opmålingen (Figur 25). Der var ingen planktonprøver i vintermånederne januar, februar og december (volumenbiomasse lig nul).

4.5.2 Udvikling i planteplankton 1989-2003

Udviklingen i planteplanktonbiomasse (tidsvægtede sommergennemsnit) og den procentvise fordeling på algegrupperne i overvågningsperioden er vist på figur 26. Der ses at volumenbiomassen af planteplankton har været stærkt svingende gennem årene.



Figur 26. *Udvikling i planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling af algegrupperne i overvågningsperioden 1989-2003 målt som tidsvægtede sommergennemsnit.*

Planteplankton-samfundet er ustabilt

Planteplanktonsamfundet i Hornum Sø må karakteriseres som ustabilt og skiftende fra år til år. Der var i 1989 og 1990 samt i perioden 1997-2002 dominans af blågrønalge-opblomstringer (*Anabaena*), således at de i disse år udgør imellem 25-95 % af den totale biomasse (figur 26 nederst). I 2002 blev der registreret den højst forekommende procentvise biomassefordeling af blågrønalger i hele overvågningsperioden (95 %). År med et lavt blågrønalge-

biomasseniveau fandtes i 1991 og perioden 1993-1996 samt i 2003. Grønalger har forekommet i hele overvågnings-perioden og udgjort imellem 20-86 % på nær i 1990 og i 2002, hvor forekomsten af grønalger var lav. Furealger har udgjort imellem 40-70 % af den totale planteplanktonbiomasse i årene 1990, 1993, 1994 og 1999. De øvrige algegrupper har forekommet sporadisk i løbet af overvågningsperioden i forholdsvis lave mængder.

Generelt dominerer grønalger typisk i mere næringsrige søer. Det kan derfor virke lidt underligt at biomassen af grønalger var specielt høj i 2003 (86 %), hvor søen var klarvandet stort set hele året og næringsstofniveauet var lavt i forhold til de seneste år. Dette kan tildels forklares ved at grønalgebiomassen i hele august og september var domineret af desmidiaceer som i princippet burde have deres egen hovegruppe, Conjugatophyceae, men som oftest er en undergruppe af Chlorophyceae. Desmidiaceerne foretrækker mere næringsfattige søer, og var således tilstede i en forholdsvis stor mængde i Hornum Sø i 2003.

Blågrønalger er til gengæld typisk tilstede i mere eller mindre næringsrige søer, og forekomsten af denne hovedgruppe var således stigende i perioden 1997-2002, hvor næringsstofniveauet i søen også var stærkt stigende.

Der har flere gange været badeforbud i søen, eksempelvis i 2002 hvor *Anabaena*-blågrønalgeopblomstringen fandt sted i starten af badesæsonen og på grund af meget høje klorofyl-a værdier, lave sigtdybder samt det faktum at *Anabaena* er potentielt toksisk, blev der udstedt badeforbud i søen.

4.6 Dyreplankton

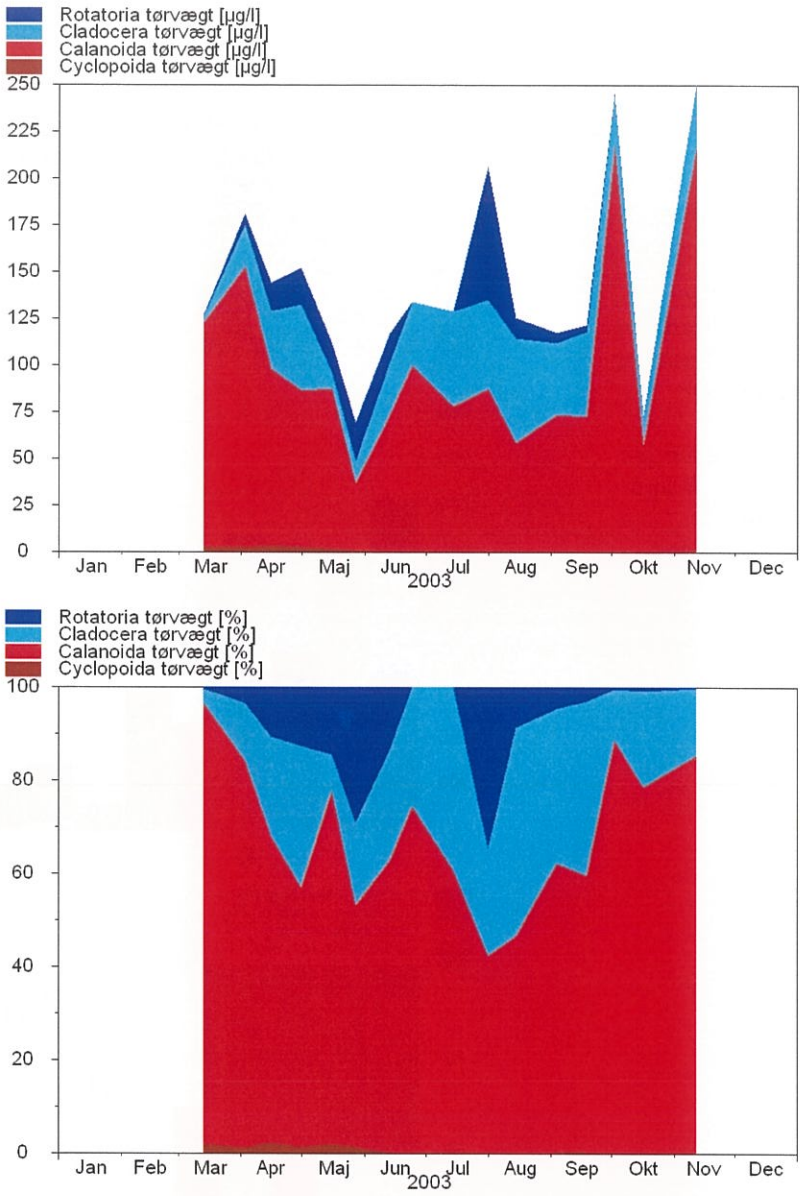
4.6.1 Årstidsvariation i dyreplankton

Den tidsvægtede gennemsnitlige totale dyreplankton-biomasse var lav i 2003, på årsbasis 108,0 µg TV/l, og på 132,4 µg TV/l i sommerperioden. Calanoide copepoder (Calanoida) dominerede ved at udgøre 71,2 % af den totale dyreplanktonbiomasse på årsbasis og 60,4 % i sommerperioden. Cladoceer (Cladocera) udgjorde 20,9 % af den totale dyreplanktonbiomasse på årsbasis og 27,9 % i sommerperioden. Hjuldyr (Rotatoria) udgjorde 7,2 % af den totale dyreplanktonbiomasse på årsbasis og 11,3 % i sommerperioden. Cyclopoide copepoder (Cyclopoida), udgjorde under 1 % af den totale dyreplanktonbiomasse.

Ingen markante maksima

Udviklingen i dyreplanktonets biomasse over året og successionen mellem de taksonomiske grupper er vist på figur 27 og er opgjort på artsniveau i bilag 10 og 11. Den totale dyreplanktonbiomasse varierede imellem 69,3 µg TV/l og 245,4 µg TV/l. Der forekom en del mindre variationer i den totale dyreplanktonbiomasse hen over året, dog var der ingen markante maksima i løbet af året (Figur 27 øverst).

Figur 27.
Dyreplanktongruppernes absolutte (øverst) og relative (nederst) biomassefordeling i 2003.



Artssammensætningen hen over året

Artssammensætningen i dyreplankton-hovedgrupperne var mere eller mindre konstant hen over året (jvf figur 27 nederst). Den calanoide copepod *Eudiaptomus graciloides* dominerede fuldstændigt artssammensætningen hele året ved at udgøre imellem 43-95 % af den totale dyreplanktonbiomasse.

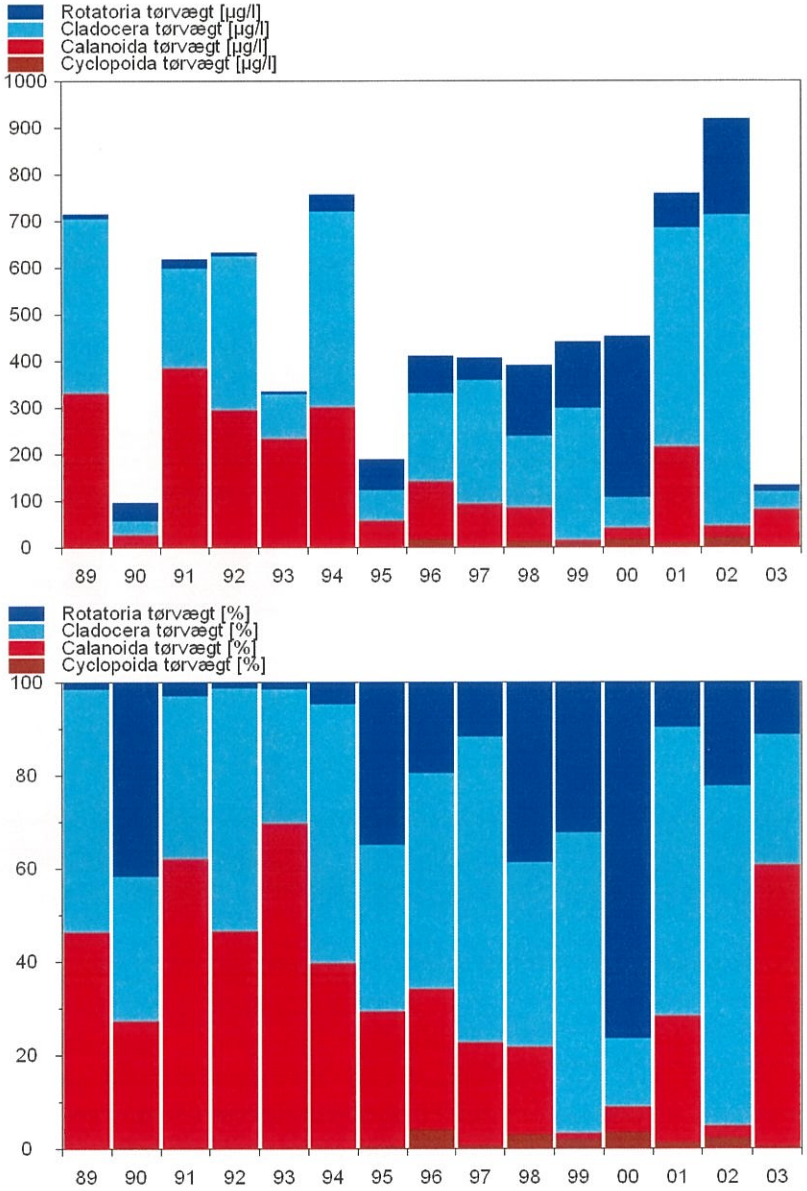
Forskellige arter af cladocceer (Cladocera) var tilstede hele året og udgjorde imellem 3-45 % af den totale dyreplanktonbiomasse og med størst forekomst hen over sommeren. I april dominerede både *Bosmina longirostris* og slægten *Ceriodaphnia* cladocera-biomassen. I juni-september dominerede *Ceriodaphnia* stort set hele cladocera-biomassen pånær i midten af juli og midten af september, hvor det var *Bosmina longirostris* som dominerede indenfor Cladocera-hovedgruppen. *Daphnia longispina* var tilstede det meste af året, men var aldrig dominerende.

Et islæt af hjuldyr (Rotatoria) blev fundet i foråret, hvor slægten *Ploesoma* og arten *Brachionus angularis* udgjorde op til 29 % af den totale dyreplanktonbiomasse. I slutningen af juli forekom desuden et mindre hjuldyrmaksimum i form af slægten *Asplanchna* og arten *Trichocerca cylindrica,* som tilsammen udgjorde 35 % af den totale

dyreplankton-biomasse. Resten af året var forekomsten af hjuldyr lav.

4.6.2 Udvikling i dyreplankton 1989-2003

Udviklingen i den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse og procentvise fordeling på de taksonomiske grupper i overvågningsperioden er vist på figur 28.



Figur 28. *Udvikling i dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling af dyreplankton-grupperne i overvågningsperioden 1989-2003 målt som tidsvægtede sommergennemsnit.*

Den totale sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse på 132 µg TV/l i år 2003 var den laveste i overvågnings-perioden pånær i 1990, hvor den totale dyreplanktonbiomasse var endnu lavere. Omvendt var den totale sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse på 919 µg TV/l i 2002, den højeste nogensinde i overvågnings-perioden. Tidligere år med høje gennemsnitlige biomasser blev fundet i 1989, 1991-1992, 1994 samt 2001, hvor den totale sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse lå imellem 600-800 µg TV/l. I perioden fra 1996-2000 har dyreplanktonbiomassen ligget på et lavere niveau på omkring 400 µg TV/l.

Ændringer i dyreplanktonsammensætningen igennem overvågningsperioden.

Der er sket et gradvis skifte i dominansen af dyreplanktongrupper i løbet af overvågningsperioden fra hovedsagligt at være domineret af calanoide copepoder (Calanoida) i form af *Eudiaptomus graciloides* til overvejende at være domineret af cladoceen *Bosmina longirostris* (Cladocera). I 2001 og 2002 har *Daphnia longispina* desuden domineret cladocera-biomassen sammen med *Bosmina longirostris*. Dette skifte i dyreplanktonsammensætningen er et typisk tegn på at søen er blevet mere næringsrig. Nogle år kan der desuden forekomme en større dominans om sommeren af hjuldyr (Rotatoria), eksempelvis i 1990 og 2000.

Der har ikke tidligere i overvågningsperioden været en dominans af dafnier, som tilfældet var i 2001 og 2002. Arten har tidligere været tilstede i Hornum Sø, men kun i forholdsvis små mængder. I næringsfattige søer er det netop typisk at *Daphnia*-arter ikke har nogen kvantitativ betydning. *Daphnia longispina* dominans i perioder af år 2001 og 2002 indikerer således at søen var mere næringsrig i den periode.

I 2003 var det imidlertid igen calanoide copepoder i form af *Eudiaptomus graciloides* som totalt dominerede dyreplankton-biomassen samtidig med at den totale dyreplanktonbiomasse var meget lav. Dette tyder stærkt på at søen er blevet mindre næringsrig i 2003, hvilket også giver sig til kende ved den meget lavere fosforkoncentration og højere sigtedybde i 2003 i forhold til 2002.

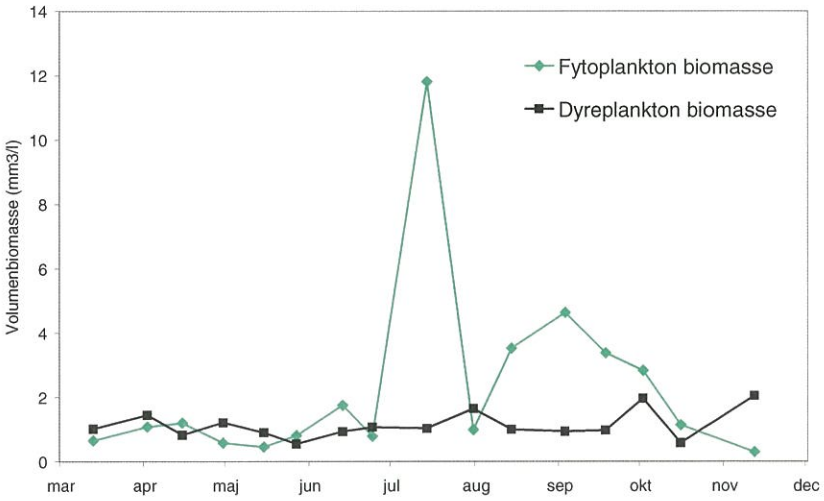
Årsagen til skiftet i strukturen af dyreplankton fra copepoder til cladocer hænger først og fremmest sammen med næringsstofniveauet i søen, da de større cladoceer typisk forekommer i mere næringsrige søer. Der kan imidlertid også være sket ændringer i fiskebestanden, som ikke er blevet undersøgt siden 1996, hvilket kan have påvirket prædationstrykket på dyreplankton. Ydermere må det tænkes at forandringen i planteplanktonets artssammensætning de seneste år til en stadig større dominans af blågrønalger har været medvirkende til at påvirke skiftet i strukturen af dyreplankton fra copepoder til cladoceer, som er bedre til at håndtere blågrønalger. I 2003, hvor blågrønalger kun var tilstede i en mindre forekomst, var det igen calanoide copepoder der dominerede.

4.6.3 Samspillet imellem dyre- og planteplankton i 2003

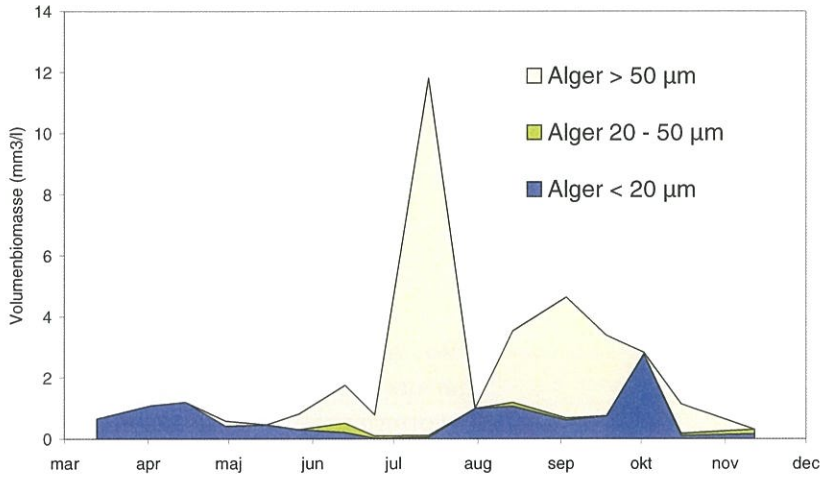
Årssuccessionen for henholdsvis plante- og dyreplanktonbiomasse i 2003 er vist på figur 29.

Både planteplankton- og dyreplanktonbiomassen var lav indtil slutningen af juni, og et egentligt forårsmaksimum af planteplankton og dyreplankton udeblev således. Planteplanktonet har sandsynligvis først på året været lys- og næringsstofbegrænset og i foråret til dels været kontrolleret af dyreplankton. Biomassen af dyreplankton falder i slutningen af maj (Figur 27), hvilket dels kan skyldes prædation fra fiskeyngel (diskuteres i næste afsnit) og/eller fødebegrænsning. Dyreplankton har sandsynligvis været fødebegrænset i perioden fra slutningen af maj til slutningen af oktober hvor planteplankton større end 50 μm dominerede (Figur 30). Generelt optager filtrerende dyreplanktonarter mest effektivt fødepartikler mindre end 50 μm.

Desuden var de planteplanktonarter som var til stede i Hornum Sø fra slutningen af maj og indtil slutningen af oktober voldsomt meget større end 50 µm og af en sådan karakter at de højst sandsynligt har været græsningsresistente for dyreplankton (Eksempelvis *Volvox globator, Ceratium hirundinella, Spirogyra, Micrasterias apiculata, Desmidium swartzii* m. fl.)

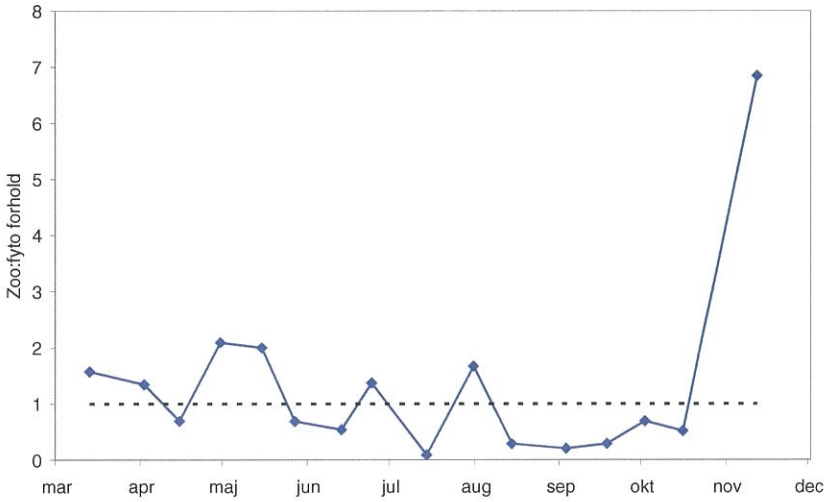


Figur 29. *Årssuccessionen i biomassen (mm3/l) af plante- og dyreplankton i 2003. (Dyreplankton-biomassen er udregnet fra tørvægtsbiomassen ved at dividere med en faktor 0,125).*



Figur 30. *Planteplankton volumenbiomasse fordelt på størrelsesgrupper i Hornum Sø 2003.*

Dyreplankton : planteplankton ratioen kan bruges som et udtryk for størrelsen af græsningstrykket på planteplankton (Figur 31).



Figur 31. *Dyreplankton/planteplankton forholdet i Hornum Sø 2003 (Det er planteplankton og dyreplankton biomasserne fra figur 29 som er divideret med hinanden)*

Denne ratio var over én indtil slutningen af maj på nær et tilsyn i april, hvilket indikerer at græsningstrykket på planteplankton var potentielt højt i denne periode (Figur 31). Det var desuden i den periode, hvor planteplanktonarter mindre end 20 µm dominerede som er dyreplanktonets fortrukne føde (Figur 30). Resten af året på nær et tilsyn i juni og et i starten af august samt i november var ratioen under én. Dette indikerer at græsningstrykket var lavt, hvilket dels skyldes at planteplanktonet i denne periode var domineret af store planteplanktonarter (> 50 µm) som kun i en vis udstrækning kan spises af dyreplankton, og dels at dyreplanktonbiomassen generelt var lav i 2003 og domineret af vandlopper og små cladoceer hvis græsningseffektivitet er væsentligt mindre end tilfældet er for de større cladoceer (dafnier).

I størstedelen af året i 2003 har dyreplanktonet således ikke været i stand til at kontrollere planteplanktonet. Det er imidlertid oftest tilfældet for en forholdsvis næringsfattig sø, at planteplanktonet primært er kontrolleret af tilgængeligheden af næringsstoffer og kun i mindre grad er top-down kontrolleret via dyreplanktongræsning.

4.7 Fisk og fiskeyngel

Fiskeundersøgelser i 1991 og 1996

Fiskeundersøgelser i Hornum Sø er foretaget i 1991 og 1996. Disse undersøgelser viste, at fiskebestanden i langt overvejende grad består af aborrer i størrelsesintervallet 10-25 cm, suppleret af små gedde- og skallebestande (Nordjyllands Amt 1997). Fraværet af store fisk skyldes til en vis grad lystfiskeri i søen.

Fiskeyngelundersøgelser startede i 1998

Siden 1998 har Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet (NOVA 2003) indbefattet årlige undersøgelser af de udvalgte søers fiskeyngel. Der er således foretaget fiskeyngel-undersøgelse i Hornum sø i perioden 1998 - 2003. Undersøgelserne er udført i henhold til DMUs Tekniske anvisning nr. 14 (1999). I 2003 blev den sidste fiskeyngelundersøgelse udført eftersom fiskeyngel ikke undersøges i det nye overvågningsprogram (NOVANA 2009) som starter i 2004.

Fiskeyngelundersøgelsen i Hornum Sø i 2003 blev udført d 28. juni mellem midnat og kl. 2.00. Vinden var jævn til svag, og der var helt skyfrit, dog ikke måneskin.

Der blev fisket i de samme sektioner som ved fiskeundersøgelserne i 1991 og 1996. Sektionsinddelingen og yngeltransekternes placering i de enkelte sektioner fremgår af bilag 12. Ti transekter blev gennemsejlet, og i alt 205 m^3 vand blev filtreret.

Der blev udelukkende fanget aborreyngel

Den eneste art, som var til stede som yngel, var ligesom alle de forrige år, Aborre (*Perca fluviatilis*). Der blev fanget i alt 31 aborrer. Total gennemsnitsfangsten var 0,16 fisk/m^3 og gennemsnits-biomassen var 0,03 g/m^3 (Tabel 7 og bilag 13). Tæthed og biomassen af fiskeyngel var ligesom de to forrige år lidt større i pelagiet end i littoralzonen (Tabel 8) .

Tabel 7. *Fiskeyngelfangster i littoralzonen og pelagiet i 2003*

	Antal/m^3			Vægt (g/m^3)		
	Middel	Min.	Max	Middel	Min.	Max.
Littoralzonen	0,11	0,00	0,31	0,02	0,00	0,05
Pelagiet	0,23	0,08	0,39	0,05	0,02	0,09

I år 2003 blev der fanget det laveste antal af aborreyngel i overvågningsperioden, og vægtmæssigt var fangsten kun lidt højere end i 1998. 2001 var det år, hvor der blev fanget flest aborreyngel, og vægtmæssigt var fangsten også væsentligt større sammenlignet med de tidligere år (Tabel 8). Nationalt blev der ligeledes fanget lidt flere fisk i 2001 sammenlignet med 1998-2000, om end tendensen ikke var statistisk signifikant (Jensen, J.P. et al,. 2002).

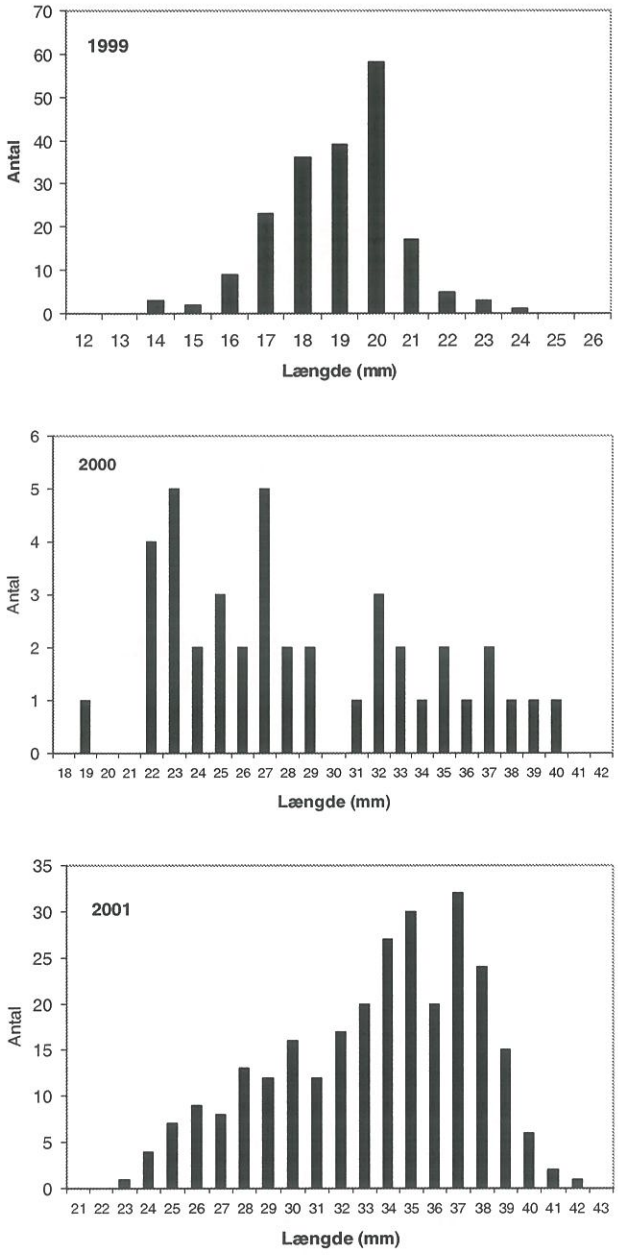
Tabel 8. *Fiskeyngelfangster (middel) i littoralzonen og pelagiet i 1998 - 2003*

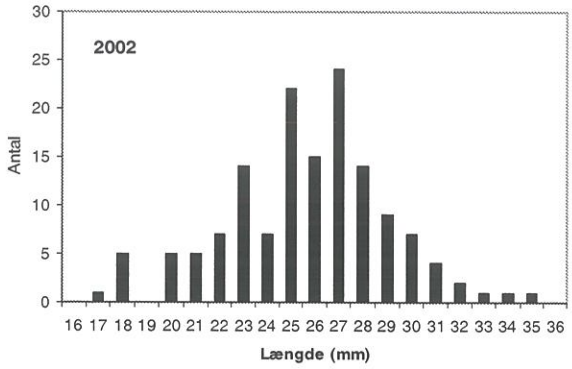
	Antal/m^3		Vægt (g/m^3)	
	Littoral	Pelagiet	Littoral	Pelagiet
1998	0,40	0,20	0,02	0,01
1999	1,69	1,45	0,09	0,08
2000	0,42	0,32	0,07	0,06
2001	1,72	2,75	0,52	0,92
2002	1,00	1,31	0,11	0,16
2003	0,11	0,23	0,02	0,05

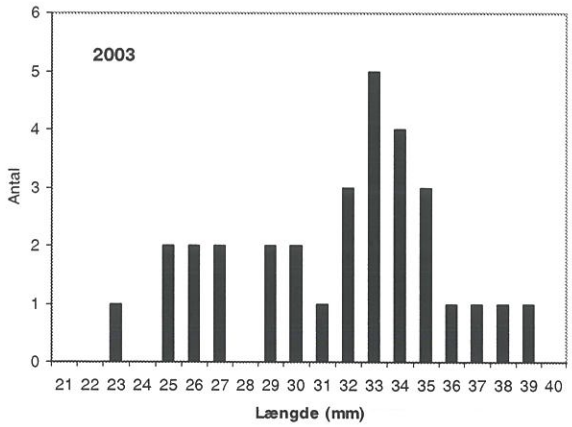
Vægtmæssigt var fangsten i 2001 meget højere end de øvrige år. Dette skyldes dels et større fangstantal og dels, at gennemsnitslængden på de fangede aborreyngelindivider var meget høj i 2001 (33 mm) i forhold til i 2002 (26 mm), 2000 (29 mm) og især 1999 (19 mm) (Figur 32). I 1998 blev der kun fanget 3 aborrer på hhv. 17, 43 og 44 mm. I 2003 blev der fanget 31 aborrer med en gennemsnitslængde på 32 mm, men der blev filtreret næsten dobbelt så meget vand som de øvrige år, derfor er fangsten væsentlig dårligere.

Den totale dominans af aborreyngel i Hornum Sø stemmer overens med fiskeundersøgelserne i 1991 og 1996, hvor der overvejende blev fanget aborrer.

Figur 32.
Længdefordeling for aborreyngel 1999-2003 fanget i hele søen (I 1998 kun 3 aborrer)







Vurdering af fiskeyngelresultaterne

Den store fangst af aborreyngel i 2001, især på størrelsen af aborreryngelindividerne, tyder på at aborrerne har haft en god gydesucces med efterfølgende gode vækstforhold for fiskeynglen. En vigtig faktor for aborres gydesucces er, at temperaturen er høj i forsommeren, da aborren er tidligt gydende (Jensen et al., 2000). Dette var gældende i både 1999, 2000 og 2002, men ikke i 2001, hvor månedsmiddeltemperaturen lå lige omkring eller lidt under normalen. En af grundene til at fiskeyngeltætheden og individstørrelsen var større i 2001 kan i stedet skyldes, at deres fødegrundlag har været bedre end de øvrige år. Dette stemmer fint overens med et stort og langvarigt forårsmaksimum af store dyreplanktonarter (*Daphnia longispina* og *Eudiaptomus gracialis*), som fandtes i 2001 i modsætning til år 2000, hvor et forårsmaksimum af dyreplankton udeblev. I 2003 var dyreplanktonbiomassen meget lav og domineret af små arter. Eftersom foråret var varmere end normalen, må mangel på føde således være den primære årsag til den ringe aborrefangst i 2003.

Fiskeynglens effekt på dyreplankton i Hornum sø.

Aborreyngel er kendt som effektive prædatorer på dyreplankton, især i littoralzonen. De store aborrer udøver imidlertid et stort prædationstryk på aborreynglen, hvilket kan begrænse rekrutteringen betragteligt via kannibalisme. Desuden er planktivore fisk (f.eks. Skalle) yderst fåtallige, og der blev ikke fanget yngel heraf. Det samlede prædationstryk på dyreplankton i Hornum Sø må derfor alt i alt forventes at være relativt lavt, eller begrænset til en kortvarig periode.

De dyreplanktonarter der primært var tilstede i Hornum Sø i 2003 (små cladoceer, vandloppper og hjuldyr) er desuden mindre følsomme overfor prædation fra fiskeyngel end de større dyreplanktonarter (eks. *Daphnia longispina*).

4.8 Undervandsplanter

Siden 1993 har Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet indbefattet årlige undersøgelser af de udvalgte søers undervandsplanter. Undersøgelserne er udført i henhold til DMUs Tekniske anvisning nr. 12 (1996).

Udførelse af vegetationsundersøgelsen

Vegetationsundersøgelsen i Hornum Sø i 2003 blev udført d 22. juli, hvor sigtdybden var 3,0 meter (bund), hvilket gjorde at vandkikkert kunne bruges til størstedelen af vegetationsundersøgelsen. På dybder over 2 meter blev der dog brugt rive. Sektionsinddelingen og dokumentation for vegetationsundersøgelsen fremgår af bilag 14, 15 og 16.

Hyppighed og udbredelse

Undervandsvegetationen i Hornum Sø var som tidligere år kraftigt domineret af grundskudsplanten Strandbo på lavt vand ud til ca 1,5 meters dybde. De andre grundskudsplanter, som blev registreret, Tvepibet Lobelie og Sortgrøn Brasenføde, var mere lokalt udbredte. Sortgrøn Brasenføde blev registreret ud til 1,75 meters dybde. Plantesamfundet med dominans af grundskudsplanter som er tilstede hele året, er karakteristisk for en næringsfattig lobeliesø (Tabel 9).

Tabel 9. *Artsliste for sump-, undervands- og flydebladsplanter registreret i 2003 samt de enkelte arters omtrentlige status.*

Artsnavn (dansk)	Videnskabeligt navn (latin)	Status i søen
Sumpplanter		
Almindelig sumpstrå	*Eleocharis palustris*	Almindelig
Bredbladet dunhammer	*Typha latifolia*	Fåtallig
Bukkeblad	*Menyanthes trifoliata*	Fåtallig
Dusk-fredløs	*Lysimachia thyrsiflora*	Spredt
Dyndpadderok	*Equisetum fluviatile*	Fåtallig
Kalmus	*Acorus calamus*	Fåtallig
Næb-star	*Carex rostrata*	Almindelig
Rørgræs	*Phalaris arundinacea*	Spredt
Flydebladsplanter		
Vand-pileurt	*Polygonum amphibium*	Spredt
Grundskudsplanter		
Liden Siv	*Juncus bulbosus*	Fåtalig
Tvepibet Lobelie	*Lobelia dortmanna*	Spredt
Strandbo	*Littorella uniflora*	Dominerende
Sortgrøn brasenføde	*Isoetes lacustris*	Spredt
Langskudsplanter		
Hår-tusindblad	*Myriophyllum alterniflorum*	Fåtallig
Mosser		
Kildemos	*Fontinalis* sp.	Almindelig
Makroalger		
Glanstråd	*Nitella* sp.	Fåtallig

Grundskudsplanterne har været tilstede i alle undersøgelsesårene på nær Sortgrøn Brasenføde, som ikke blev registreret i 1995. Forekomsten af Liden Siv var væsentligt forringet i 2002 og 2003.

I 1996 etablerede langskudsplanten Hår-tusindblad sig i søen, og de efterfølgende år har der været en tendens til en stadig større udbredelse af denne art. Indvandring af langskudsplanter til en

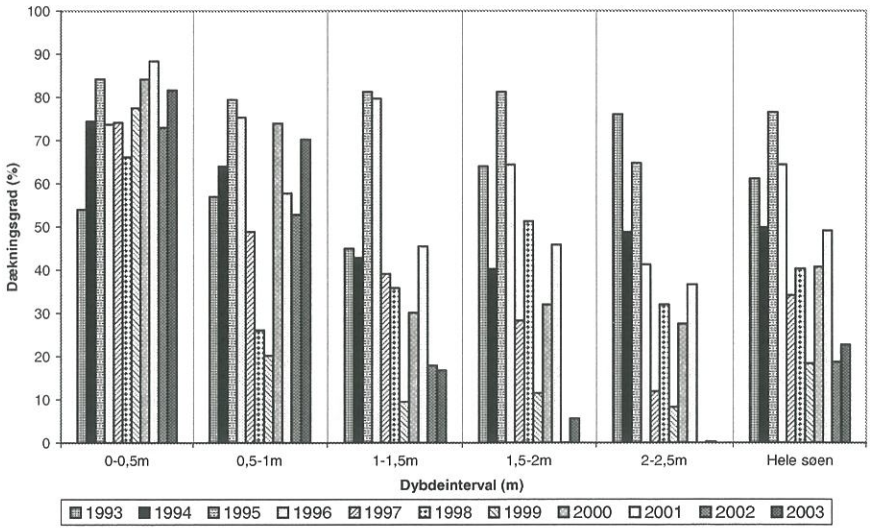
lobeliesø kan tages som udtryk for at søen er under eutrofiering. I 2002 og 2003 blev der imidlertid kun observeret en lille forekomst af Hår-tusindblad.

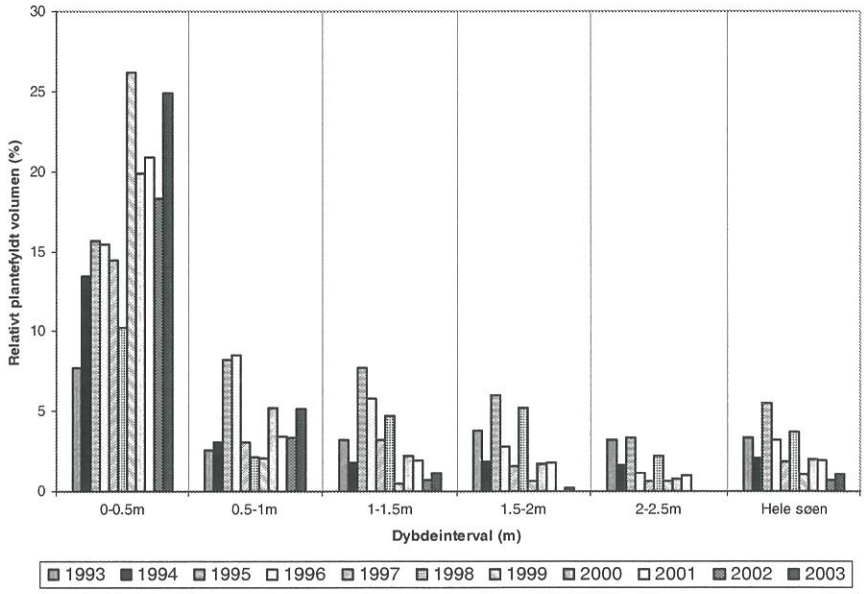
Et andet tegn på at søen er inde i et dårligt udviklingsforløb er, at makroalgen Glanstråd (*Nitella* sp.), er gået stærkt tilbage siden 1999. Tidligere var Glanstråd meget almindelig og meget udbredt i de dybere områder af søen. I 2001 og 2002 blev Glanstråd ikke registreret i søen. I 2003 blev der imidlertid observeret mange små eksemplarer af Glanstråd i dybdeintervallet 2-2,5 meter. Årsagen til genindvandringen skyldes højst sandsynligvis de gode lysforhold hele sommeren (stor sigtdybde) og forekomsten af sporer i sedimentet.

Desuden var der i 2002 og 2003 en tendens til en øget forkomst af Rørgræs, Dunhammer samt Vandpileurt (især i delområde 4), hvilket også må ses som et tegn på at søen er blevet mere næringsrig.

På figur 33 er vist undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller og totalt i søen i undersøgelsesårene 1993-2003.

Figur 33.
Undervandsvegetationens dækningsgrad (øverst) og det relative plantefyldte volumen(nederst).





Den største dækningsgrad i 2003 fandtes i dybdeintervallet 0-1 m, hvor ca. 75 % af bunden var dækket af undervandsplanter. Derefter faldt dækningsgraden stødt til ca. 20 % dækningsgrad i dybdeintervallet 1-1,5 meter. I dybder over 1,5 meter var dækningsgraden under 5 %, hvor der især blev fundet Kildemos og en mindre forekomst af Glanstråd.

Det relative plantefyldte volumen var højest i intervallet 0-0,5 m (ca. 25 %) for derefter kun at ligge imellem 0 - 5 % i de resterende dybdeintervaller. Dette hænger sammen med, at det relative plantefyldte volumen udregnes udfra planternes højde samt vanddybden. I 0-0,5 m's dybdeinterval findes både Strandbo og de højere sumpplanter som voksede ud til ca. 0,4 meters dybde. Vandstanden er øget de sidste fire år som følge af megen nedbør, hvilket har betydet at sumpplanter i dette dybdeinterval, betyder mere i det relative plantefyldte volumen end tidligere (Figur 33, nederst). Ved de resterende dybdeintervaller er de dominerende arter Strandbo og Kildemos, som er lave planter og som derfor fylder relativt lidt i det samlede vandvolumen. Hvis højere planter som Hår-tusindblad eller Glanstråd eventuelt vinder mere indpas i Hornum Sø, vil dette kunne afspejles i det relative plantefyldte volumen ved at dette øges i de mellemste dybdeintervaller.

Vurdering af resultaterne

Udviklingen i bundvegetationens dækningsgrad viser samme negative tendens som der kan spores i artssammensætningen, eftersom dækningsgraden på dybder over 1 meter de seneste år er blevet væsentligt forringet (Figur 33, øverst).

I 2003 var dækningsgraden af vandplanter totalt i søen på 23 %, hvilket var lidt bedre end i 2002, hvor der i lighed med 1999 blev observeret den hidtil ringeste dækningsgrad siden overvågningens start. Den samlede dækningsgrad af undervandsplanter var i 2002 på 19 % (18 % i 1999), hvorimod dækningsgraden var på henholdsvis 41 % og 49 % i 2000 og 2001 totalt i søen. I 1999 var dækningsgraden væsentligt forringet fra 0,5 meters dybde, hvorimod i 2002 og 2003 var dækningsgraden forringet fra 1 meters dybde. I 2002 blev der under 2 meters dybde for første gang i overvågningsperioden ikke observeret undervandsplanter og i intervallet 1,5-2 meter var der kun meget få planter. I 2003 var dækningsgraden øget væsentligt i dybdeintervallet 1,5-2 meter, hvilket skyldes genindvandringen af Glanstråd (figur 33 øverst, Bilag 16).

Der blev i både 2002 og 2003 observeret en masse dødt Kildemos (brunt) på dybder over 1,5 meter. At dækningsgraden var væsentligt forbedret i dybdeintervallerne 1,5-2 meter og 2-2,5 meter i 2000 og 2001 kan være overestimeret i og med at en stor del af Kildemoset i disse 2 år sandsynligvis også har været dødt. Dog blev der disse 2 år registreret enkelte friske grønne skud, hvormed Kildemos generelt er blevet medregnet, men det er ikke utænkeligt at dækningsgraden af vandplanter i dybdeintervallet 1,5-2,5 meter i 2000-2001 burde ligge på et niveau svarende til ca 10 % dækning som i 1999 istedet for 30-40 % dækning.

En dårlig sigtdybde er generelt lig med en dårlig dækningsgrad på de større dybder pga. planternes afhængighed af lys. Der fandtes i 2002

en ringe sigtdybde i hele sommerperioden, hvilket har resulteret i meget dårlige lys- og vækstbetingelser for undervandsvegetationen. Det tidsvægtede sommer-gennemsnit for sigtdybden på 0,9 meter er klart den laveste i hele overvågningsperioden og må således tilskrives at være den væsentligste grund til den forringede dækningsgrad på alle dybder over 1 meter i 2002 og mangel på undervandsvegetation i dybder over 1,5 meters dybde. I 2003 var søen derimod klarvandet hele sommeren, hvilket har givet gode vækstbetingelser for planterne og sandsynligvis resulteret i en lidt større dækningsgrad i forhold til 2002.

Grønne trådalger

En anden årsag til den lave dækningsgrad af undervandsplanter i 1999, 2002 og 2003, kan skyldes en stor forkomst af epifyter (trådalger) der kan have forringet lysbetingelserne for undervandsplanterne. Den samlede epifytdækningsgrad var reduceret fra 17 % i 1999 til under 2 % i 2000 og 2001, for i 2002 at være forøget til 11 % og i 2003 til 31 % (Bilag 16). At epifytiske grønne alger i stor grad kan være ansvarlig for nedgangen af undervandsplanter er bl.a. dokumenteret af Philips et al. (1978) og Sand-Jensen & Borum (1984).

Grund til optimisme...

Der findes i Hornum Sø stadig en stor forekomst af Strandbo ud til ca 1,5 meters dybde samt forekomst af andre grundskudsplanter, men søen er de senere år indtil 2002 blevet væsentlig mere næringsrig med hyppigere forekomster af blågrønalger, en lavere gennemsigtighed af vandet og indvandring af langskudsplanter. Disse faktorer er en trussel imod forekomsten af grundskudsplanter, der karakteriserer Hornum Sø som en lobeliesø. Imidlertid var 2003 et generelt meget godt år for Hornum Sø med lave næringstofkoncentrationer og sigt til bunden stort set hele året. Hvis denne tendens fortsætter i fremtiden, er det ikke utænkelig at dækningsgraden af vandplanter kan øges til et niveau svarende til før 1997, hvor Glanstråd sammen med Kildemos havde en dækningsgrad på ca 60 % i dybdeintervallet 1,5-2,5 pga søens klarvandede tilstand. Under forskellige tilsyn i 2004 er der allerede observeret en øget forekomst af Glanstråd i forhold til 2003, så der er god grund til optimisme.

4.9 Sediment

Sedimentundersøgelser er foretaget i 1989, 1994 og 2002

Sedimentet i Hornum Sø er undersøgt i 1989, 1994 og 2002. Sedimentprøverne blev udtaget på dyreplanktonstationerne på ca. 2,0 meters dybde i november jf. vejledningen (Kristensen m.fl., 1990).

En lav fosforpulje i sedimentet

Sedimentundersøgelserne i 2002 viste bl.a. at på trods af stigningen i forsforkoncentrationen i søvandet i overvågningsperioden, er fosforkoncentrationen i sedimentet uændret lav. Der blev i 2002 rapporteret (Nordjyllands Amt, 2003), at dette må betyde, at der vil kunne forventes en hurtig respons på en nedgang i belastningen af søen, da den interne belastning af søen er lav. Denne teori er blevet bekræftet ud fra 2003-data, hvor en reduceret tilførsel af fosfor til søen i 2003, resulterede i en halvering af total-fosforkoncentration i søvandet og en klarvandet sø (Figur 14).

5 Søtilstand og målsætning

Målsætning i Regionplan

Hornum sø er målsat som A2 (badevand), B (naturligt og alsidigt dyre- og planteliv) med baggrundstilstand: "Næringsfattig, sur, lobeliesø". Målsætningen indebærer, at menneskelig påvirkning ikke eller kun svagt må påvirke det naturlige og alsidige dyre- og planteliv.
Kravet til sommersigtdybden, som er større end 2 meter ('Kvalitetsplan for vandløb og søer, 1995' og 'Regionplan 2001'), har kun været opfyldt i perioden 1991-1993 samt i 2003.

Hvis søen mere konsekvent skal leve op til recipientmålsætningen, er det nødvendigt at reducere arealbidraget af kvælstof og især fosfor i oplandet. Målsætningen har kun været opfyldt i de nedbørsfattige år i perioden 1991-1993 samt i 2003, hvor afstrømningen af næringsstoffer til søen var lav.

Hornum Sø's tilstand var væsentligt forbedret i 2003.

Hornum Sø har været inde i et dårligt udviklingsforløb som kulminerede i 2002, hvor der blev registreret de hidtil højeste total-fosforkoncentrationer, total-kvælstof-koncentrationer samt klorofyl-a koncentrationer, og den laveste sigtdybde i overvågningsperioden. Dette dårlige udviklingsforløb vendte i 2003, hvor søen var klarvandet i størstedelen af året, og hvor total-fosforkoncentrationerne, total-kvælstof-koncentrationerne samt klorofyl-a koncentrationerne var reduceret markant. Ligeledes kunne der i de biologiske parametre spores en markant fremgang i søen ved en øget dækningsgrad af undervandsplanter, genindvandring af Glanstråd på de største dybder af søen, ingen blågrønalgeopblomsting samt dominans af calanoide copepoder i søen.

Årsager til forbedringen

Da søen ingen tilløb har, skal den negative udvikling frem til 2002, højst sandsynligt ses i lyset af de meget våde år i forhold til normalen i perioden 1998-2002, som har medført en øget tilførsel af næringssalte til søen. 2003 var derimod et tørt år i forhold til normalen, hvilket har reduceret tilførslen af fosfor og kvælstof til søen. Desuden er de lavtliggende arealer i den sydlige ende af søen blevet braklagt inden for de seneste par år, og det er sandsynligt at det er effekter af dette tiltag der ydermere har reduceret tilførslen af fosfor til søen markant i 2003.

Ændret arealanvendelse i oplandet har givetvis medført en hurtig forbedring i søens tilstand, da vandets opholdstid i søen er kort og fosforpuljen i sedimentet er lav, hvilket gør, at den interne fosforbelastning er lille og søen derfor hurtig kan reagere på ændringer i den eksterne belastning.

Oplandet er udpeget som SFL-område.

Det umiddelbare opland til søen blev i 1995 udpeget som Særligt Følsomt Landbrugsområde (SFL-område). I 1997 påbegyndte Nordjyllands Amt et Større Natur Genopretnings projekt (SNG) omkring søen med henblik på en ekstensivering af landbrugsdriften.

Fremtidige tiltag.

Ved udvidelser af husdyrproduktionen skal det med baggrund i VVM-reglerne vurderes, om udvidelsen har så stor påvirkning af miljøet at der skal udarbejdes en VVM-redegørelse, hvor alle miljøforhold vurderes. Som udgangspunkt vil det blive krævet, at der på marker i oplandet til Hornum Sø ikke tilføres mere fosfor med gødning end der fraføres med afgrøderne, hvis udvidelsen ikke skal medføre at der skal udarbejdes en VVM-redegørelse. Der har imidlertid endnu ikke været udvidelser i oplandet efter VVM-reglernes ikrafttræden.

6 Sammenfatning

Søtype

Hornum Sø har været med i det nationale overvågningsprogram siden 1989. Det er en lobeliesø på 11,3 ha som hverken har tilløb eller afløb.

Vandkemiske forhold

Tilstanden i Hornum Sø var meget forbedret i 2003 i forhold til 2002, hvor miljøtilstanden var den hidtil værste i overvågningsperioden. Den sommergennemsnitlige total-fosforkoncentration faldt fra 108 µg P/l i 2002 til 40,1 µg P/l i 2003. Ligeledes faldt den sommergennemsnitlige total-kvælstofkoncentration fra 1614 µg N/l i 2002 til 613,5 µg N/l i 2003, og den sommergennemsnitlige klorofyl-a koncentration faldt fra 77,2 µg/l i 2002 til 8,0 µg/l i 2003. Den sommergennemsnitlige sigtdybde på 0,9 meter i 2002 steg til >2,9 meter i 2003. Hornum Sø var således klarvandet stort set hele året i 2003 med sigt til bunden.

Planteplankton

Den totale sommergennemsnitlige planteplanktonbiomasse var på 3,3 mm^3/l i 2003. I modsætning til de seneste år, hvor blågrønalger har været dominerende, var grønalger den dominerende planteplanktongruppe i 2003 ved at udgøre 86 % af den totale tidsvægtede sommergennemsnitlige planteplanktonbiomasse. Artssammensætningen var meget diverst og domineret af store planteplanktonarter.

Dyreplankton

Den totale sommergennemsnitlige dyreplanktonbiomasse på 132 µg TV/l var den anden laveste i overvågningsperioden. Calanoide copepoder var den dominerende dyreplanktongruppe i 2003 i modsætning til de seneste år hvor cladoceer har været dominerende. Dyreplanktonets græsningstryk på planteplankton var lavt i 2003 på nær i forårsperioden, hvilket skyldes en dominans af store planteplanktonarter større end 50 µm, en lav dyreplanktonbiomasse samt en dominans af calanooide copepoder med ringere græsningseffektivitet.

Fiskeyngel

Ligesom de øvrige år blev der kun fanget aborreyngel i Hornum Sø. Gennemsnitsfangsten af aborreyngel var i 2003 på 0,16 fisk/m^3 og gennemsnitsvægten var på 0,03 g/m^3, hvilket svarer til den laveste

fangst i overvågningsperioden. Mangel på føde (dyreplankton) kan være årsag til den ringe aborrefangst i 2003.

Undervandsplanter

I 2003 var dækningsgraden af undervandsplanter en smule forbedret i forhold til 2002, hvor der blev registreret den hidtil dårligste dækningsgrad i overvågningsperioden. Den samlede dækningsgrad i søen var i 2003 på 23 % og grundskudsplanten, Strandbo, dominerede ud til 1,5 meters dybde, hvorefter dækningsgraden af planter var minimal. Tidligere var søen dækket af Kildemos og Glanstråd på de største dybder af søen, men forekomsten af disse planter er blevet væsentligt forringet de seneste år. Glanstråd var dog genindvandret til søen i 2003 efter at have været forsvundet fra søen siden 2001. Langskudsplanter (Hår-tusindblad) er registreret i søen hvert år siden 1996, men forekomsten af Hår-tusindblad var meget lav i 2003.

Vurdering af udviklingstendenserne

Hornum Sø har været inde i et dårligt udviklingsforløb som kulminerede i 2002, hvor der blev registreret de hidtil højeste total-fosforkoncentrationer, total-kvælstof-koncentrationer samt klorofyl-a koncentrationer, og den laveste sigtdybde i overvågningsperioden. I de biologiske parametre kunne der ligeledes spores en stigende eutrofiering af søen op til 2002 i kraft af en stor reduktion i dækningsgraden af undervandsplanter, invasion af langskudsplanter, hyppigere forekomster af blågrønalgeopblomstringer samt begyndende dominans af *Daphnia*-arter.

Denne udvikling var vendt i 2003, hvor søen var klarvandet i størstedelen af året, og hvor total-fosforkoncentrationerne, total-kvælstof-koncentrationerne samt klorofyl-a koncentrationerne var reduceret markant. Ligeledes kunne der i de biologiske parametre spores en markant fremgang i søen ved en øget dækningsgrad af undervandsplanter, genindvandring af Glanstråd på de største dybder af søen, ingen blågrønalgeopblomsting samt dominans af calanoide copepoder i søen.

Årsager til fremgangen i miljøtilstanden i Hornum Sø i 2003

Årsager til fremgangen i miljøtilstanden i Hornum Sø i 2003, hænger givetvis sammen med at flere marker i søens nære opland ikke længere dyrkes intensivt. Her til kommer at nedbørsmængden var væsentlig mindre i 2003 i forhold til de seneste 5 år, hvilket har reduceret tilførslen af kvælstof og fosfor til søen. Desuden er vandets opholdstid i søen kort og en sedimentundersøgelse i 2002 har vist at kun lidt fosfor er ophobet i sedimentet, hvilket gør, at den interne fosforbelastning er lille og søen derfor hurtigt kan reagere på ændringer i den eksterne belastning.

Målsætningen var opfyldt i 2003

Hvis søen mere konsekvent skal leve op til recipientmålsætningen, som kræver en sommersigtdybde på over 2 meter, er en reduktion i arealbidraget af fosfor i oplandet en fortsat nødvendighed. Målsætningen har kun været opfyldt i de nedbørsfattige år i perioden 1991-1993 samt i 2003.

Referencer

Bidstrup, J. 1993: Fiskene i Madum og Hornum sø 1991, Nordjyllands amt, Miljøkontoret, intern rapport, 24 s + bilag.

Bio/consult. 1996: Fiskeundersøgelse i Hornum Sø 1996. Datarapport, 18 s.

Bjørnsen, P. K., J. Windolf-Nielsen og P. Nielsen 1983: Søkartering III: Vegetationsbeskrivelse af 6 søer: Råbjerg sø, Råbjerg Mile søer, Nørlev sø, Poulstrup sø, Hornum sø og Lille sø samt vegetationskort af brakvandsområder, Lund fjord og Halkær bredning. Udarbejdet for Nordjyllands amtskommune, amtsvandvæsenet i serien Miljøprojekter.

Hansen, A-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen 1992: Zooplankton i søer-Metoder og artsliste. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af zooplankton i søer. Miljøprojekt nr. 205. Miljøstyrelsen.

Hovmand, F., L. Gundahl, E.H. Runge, K. Kemp og W. Aistrup 1993: Atmosfærisk deposition af kvælstof og fosfor. Faglig rapport fra DMU nr. 91, 1993.

Jensen, J.P, M. Søndergaard, E. Jeppesen, Olsen, R.B., T.L. Lauridsen og L. Sortkjær 2001: Søer 2000. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig Rapport nr. 377.

Jensen, J.P, M. Søndergaard,, Olsen, R.B., T.L. Lauridsen, E. Jeppesen og L. Sortkjær 2002: Søer 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig Rapport nr. xxx.

Jensen, H.S. og F.Ø. Andersen 1990: Fosforbelastning i lavvandede søer.Miljøstyrelsen. NPo-forskning, nr. C4.

Jeppesen, E. 1998: The Ecology of Shallow Lakes. Doctor's Dissertation. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk Rapport nr. 247.

Kaas, H., Moestrup, Ø., Larsen, J. og Henriksen, P 1999. Giftige alger og algeopblomstringer. Tema-rapport fra DMU, nr. 27.

Kristensen, P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., & Rebsdorff, Aa. 1990: Prøvetagning og analysemetoder i søer - teknisk anvisning. Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. 27 s.

Larsen, J. B., Å. Andersen og M. Sørensen 1980: Søkartering II: vegetationsbeskrivelse af 6 nordjyske søer: Store økssø, Madum sø, Øje sø, Navn sø, Sjørup sø og Farsø sø. Udarbejdet for Nordjyllands amtskommune, amtsvandvæsenet i serien Miljøprojekter.

Lauridsen, T.L., J.P. Jensen, S. Berg, K. Michelsen, T. Rugaard, P. Schriver og A.C.

Rasmussen 1999: Fiskeyngelsundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU, nr.14.

Miljøstyrelsen, 1993: Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-1997. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2 1993.

Moeslund, B., P. Hald Møller, J. Windolf og P. Schriver 1993: Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 45 s.-Teknisk anvisning fra DMU nr. 6.

Moeslund, B., P. Hald Møller, P. Schriver, T. Lauridsen og J. Windolf 1996: Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udg. 44 s.-Teknisk anvisning fra DMU nr. 12.

Nordjyllands Amt 1990: Vandmiljø overvågning. Søer. Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret. Upubliceret.

Nordjyllands Amt 1993: Vandmiljø overvågning. Søer. Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret. Upubliceret.

Nordjyllands Amt 1994: Vandmiljø overvågning. Søer. Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret. Upubliceret.

Nordjyllands Amt 1995: Vandmiljø overvågning. Søer 1994. Forvaltningen for teknik og miljø, Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 1995: Kvalitetsplan for vandløb og søer.

Nordjyllands Amt 1996: Vandmiljø overvågning. Søer 1995. Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 1997: Vandmiljø overvågning. Søer 1996. Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 1998: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø og Madum Sø 1997. Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 1999: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø og Ulvedybet 1998. Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 2000: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø og Ulvedybet 1999. Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 2001: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø og Ulvedybet 2000. Natur- og Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 2002: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø 2001. Natur- og Miljøkontoret.

Nordjyllands Amt 2003: Vandmiljø overvågning. Hornum Sø 2002. Natur- og Miljøkontoret.

Nordjyllands Amtsråd 2001: Regionplan 2001.

Olrik, K. 1991: Planteplankton - Metoder. Miljøprojekt 187. Miljøstyrelsen.

Olrik, K. 1993: Planteplankton-økologi. Miljøprojekt nr. 243. Miljøstyrelsen.

Phillips, G.I, Eminson, D. og Moss, B. 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freswaters. Aquatic Botany 4: 103-126.

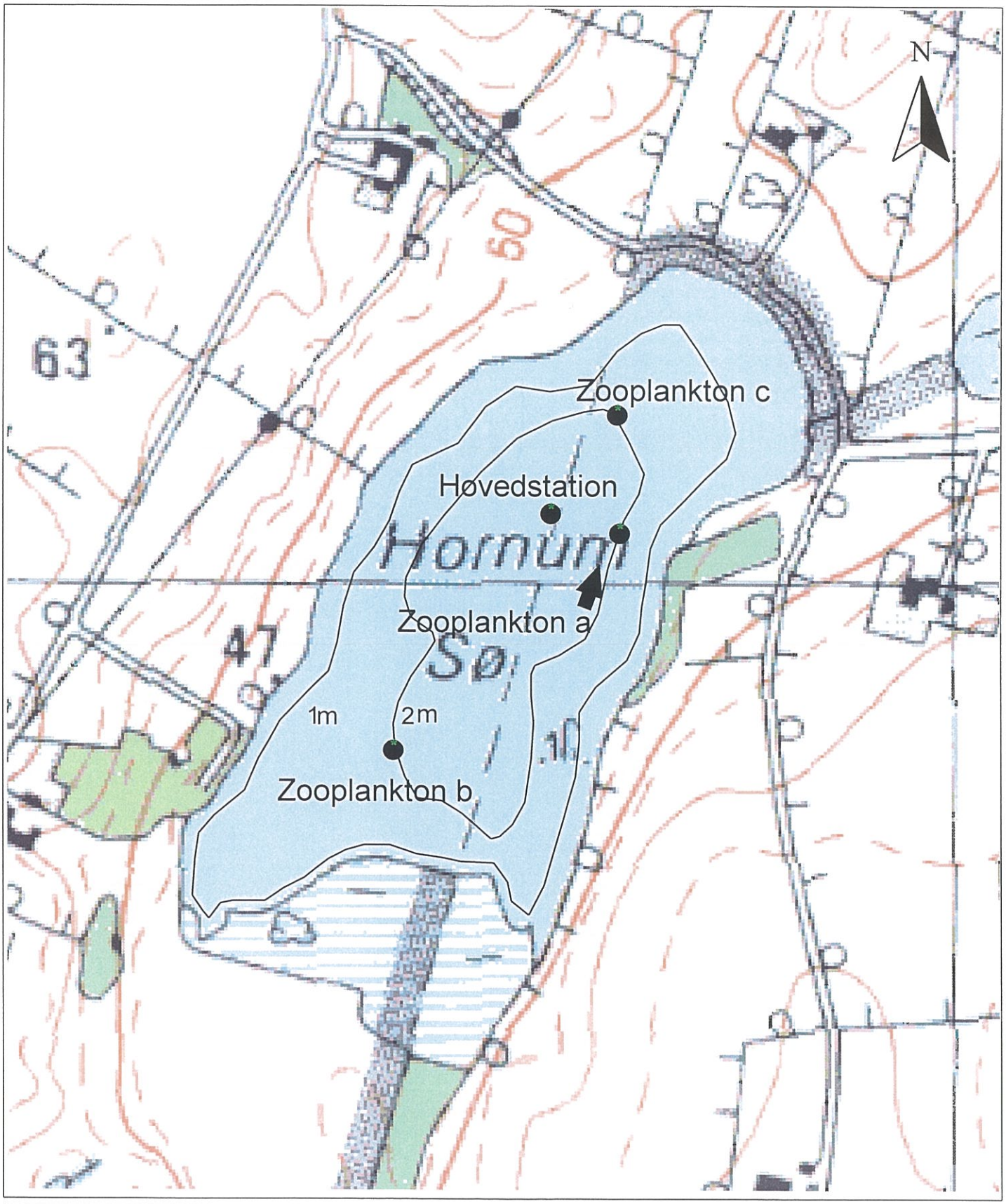
Rebsdorf, Aa. og E. Nygaard 1991: Danske sure og forsuringstruede søer. - Status og udviklingstendenser. Miljøprojekt nr. 184. Miljøstyrelsen.

Sand-Jensen, K. og Borum, J. 1984. Epiphyte shading and its effect on diel metabolism og Lobelia dortmann during the springbloom in a Danish lake. Aquatic Botany 20.109-119.

Sandgren., C. D.1988: Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University press.

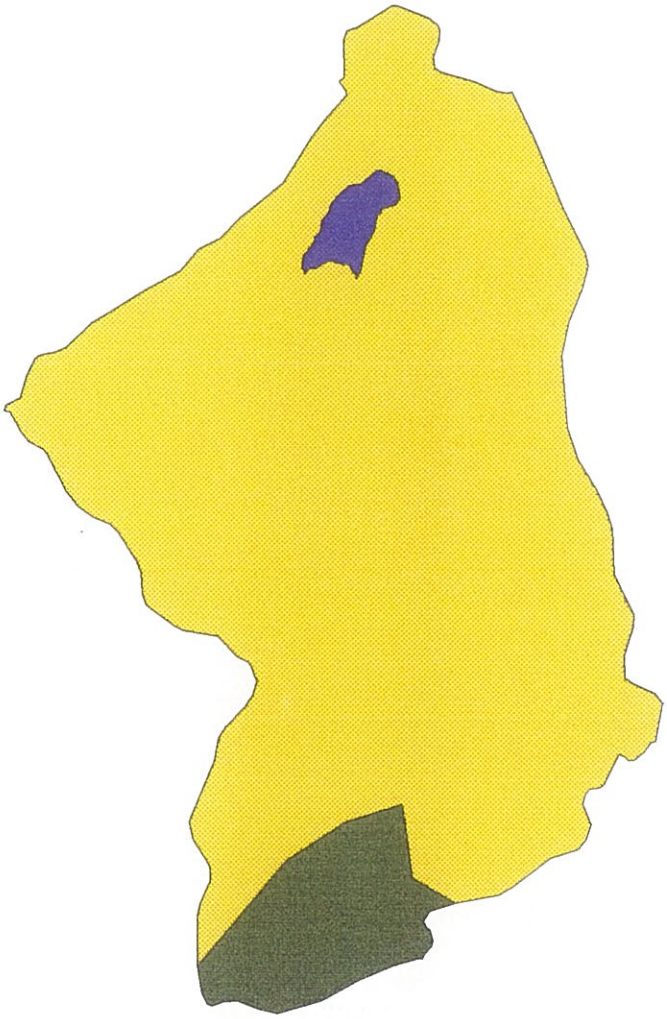
Bilag 1

Hornum Sø
Prøvetagningsstationer



100 0 100 200 300 400 Meters

Arealanvendelse ud fra Corine - Hornum Sø



500 0 500 1000 1500 Meters

Hornum sø.shp

Dyrket ikke kunstvandet

Nåleskov

Corinareal	Sum_Hectares	% af areal
Dyrket ikke kunstvandet	803.1864	90.5
Nåleskov	71.8260	8.1
Søer	12.0646	1.4
Ialt	887.0770	100.0

Jordklasse for oplandet til Hornum Sø

Ikke kortlagt
Grovsandet jorde
Finsandet jorde
Lerblandet sandjord

Jordklasse	Sum_Hectares	% af areal
Ikke kortlagt	104.5610	11.8
Grovsandet jorde	215.0830	24.2
Finsandet jorde	324.3880	36.6
Lerblandet sandjorde	243.0450	27.4
Ialt	887.0770	100.0

Vandbalance Hornum Sø 2003

Dato	måned	Vandspejl kote DNN (m)	Vandsp.ændr. i mm	nedbør korr. mm	fordampn. korr. mm	til-/afstr. korr. mm	areal m2	Q-nedbør korr. m3	Q-til/fra korr. m3	Q-til/fra korr. l/s	Q-åbne m3
01/01/03		47,04									
01/02/03	januar	47,04	8,6	56	6	-42	112592	6350	-4704	-1,8	233188
01/03/03	februar	47,07	25,3	16	14	23	112592	1823	2579	1,0	161105
01/04/03	marts	47,05	-22,4	26	39	-10	112592	2979	-1089	-0,4	178703
01/05/03	april	47,05	3,9	87	69	-14	112592	9745	-1524	-0,6	163266
01/06/03	maj	47,08	25,5	93	80	13	112592	10420	1482	0,6	180842
01/07/03	juni	47,05	-30,7	105	104	-32	112592	11848	-3558	-1,3	154153
01/08/03	juli	47,03	-18,1	102	112	-8	112592	11493	-929	-0,3	185540
01/09/03	august	46,91	-121,9	31	103	-50	112592	3542	-5662	-2,1	129624
01/10/03	september	46,85	-58,4	38	54	-42	112592	4262	-4719	-1,8	121349
01/11/03	oktober	46,82	-29,0	56	30	-55	112592	6249	-6147	-2,3	123431
01/12/03	november	46,90	80,8	84	8	5	112592	9423	550	0,2	150091
01/01/04	december	46,88	-15,4	94	5	-105	112592	10623	-11845	-4,4	175379
			-151,7	788	624	-316	112592	88757	-35567	-1,1	1956671,6

	Vandtilførsel (=Q-åbne) m3	Nedbør m3	Total tilførsel m3	Vandfra-førsel m3	Fordamp-ning m3	Magasin-ændring m3	Total fraførsel m3	Netto til/fra m3
januar	233188	6350	239538	237892	676	971	238567	4704
februar	161105	1823	162928	158527	1554	2847	160080	-2579
marts	178703	2979	181682	179792	4414	-2523	184206	1089
april	163266	9745	173011	164790	7780	441	172570	1524
maj	180842	10420	191262	179360	9030	2872	188390	-1482
juni	154153	11848	166001	157711	11743	-3454	169455	3558
juli	185540	11493	197033	186469	12599	-2035	199068	929
august	129624	3542	133166	135286	11608	-13728	146895	5662
september	121349	4262	125611	126068	6114	-6571	132182	4719
oktober	123431	6249	129680	129578	3367	-3265	132944	6147
november	150091	9423	159515	149541	878	9095	150419	-550
december	175379	10623	186002	187224	507	-1729	187731	11845
Total for året	**1956672**	**88757**	**2045429**	**1992238**	**70269**	**-17078**	**2062507**	**35567**

Til SØSKEMA 1, 2003:	(mio.m3)		
Åbne land / indsivn.	1,957	Årsmiddel N (myg N/l)	746,51
Nedbør	0,089	Magasinændr. N (tons)	-0,013
Total tilførsel	2,045	Årsmiddel P (myg P/l)	45,57
Vandfraførsel / udsivn.	1,992	Magasinændr. P (tons)	-0,001
Fordamp	0,070		
Magasinændr.	-0,017		
Total fraførsel, brutto	2,063		
Netto til / fraførsel	0,036		

Bilag 4

Hornum Sø, belastning, 1988 - 2003:

Kærs Mølleå 1988 - 2003

År	Opland (km2)	N-åbne (tons)	N-spredt (tons)	N, åbne-spredt (tons)	P-åbne (tons)	P-spredt (tons)	P, åbne-spredt (tons)	Q-åbne (l/s/km2)
1988	128,40	194,6	0,4	194,2	4,13	0,14	3,99	8,80
1989	128,40	99,7	0,4	99,3	1,71	0,14	1,57	5,30
1990	128,40	121,5	0,4	121,1	2,24	0,14	2,10	5,63
1991	128,40	102,3	0,4	101,9	1,18	0,14	1,04	4,98
1992	128,40	90,4	0,4	90,0	1,01	0,14	0,87	4,28
1993	128,40	109,6	0,4	109,2	1,12	0,14	0,98	4,69
1994	128,40	179,9	0,4	179,5	2,33	0,09	2,24	7,32
1995	100,99	151,2	0,4	150,8	2,62	0,09	2,53	8,13
1996	100,99	93,6	0,4	93,2	1,42	0,09	1,33	5,61
1997	100,99	79,7	0,4	79,3	1,07	0,09	0,98	4,71
1998	100,99	126,6	0,4	126,2	1,41	0,09	1,32	7,22
1999	100,99	170,2	0,4	169,8	2,00	0,09	1,91	9,33
2000	100,99	151,4	0,4	151,1	3,19	0,09	3,10	8,81
2001	100,99	137,2	0,4	136,8	2,11	0,09	2,01	8,07
2002	100,99	182,1	0,4	181,7	2,16	0,09	2,07	10,42
2003	100,99	124,1	0,4	123,7	1,29	0,09	1,20	7,00

Hornum Sø 1988 - 2003

År	Opland (km2)	N-åbne (kg/ha/år)	P-åbne (kg/ha/år)	Q-åbne (l/s/km2)	N-åbne (kg/år)	P-åbne (kg/år)	Q-åbne (l/s)	Q-åbne (m3)	N, natur (mg/l)	P, natur (mg/l)	N, natur (kg/år)	P, natur (kg/år)	N-atm. (kg/år)	P-atm. (kg/år)	N-Totalbelast. (kg/år)	P-Totalbelast. (kg/år)
1988	8,87	15,12	0,31	8,80	13416	276	78,06	2461574					168	1	13584	277
1989	8,87	7,73	0,12	5,30	6860	108	47,01	1482539	1,60	0,044	2372	65	168	1	7028	110
1990	8,87	9,43	0,16	5,63	8366	145	49,94	1574848	1,60	0,049	2520	77	168	1	8534	146
1991	8,87	7,94	0,08	4,98	7039	72	44,17	1393027	1,50	0,052	2090	72	168	1	7207	73
1992	8,87	7,01	0,07	4,28	6217	60	37,96	1197220	1,90	0,054	2275	65	168	1	6385	61
1993	8,87	8,50	0,08	4,69	7544	68	41,60	1311907	1,60	0,046	2099	60	168	1	7712	69
1994	8,87	13,98	0,17	7,32	12400	155	64,93	2047582	1,60	0,052	3276	106	168	1	12568	156
1995	8,87	14,93	0,25	8,13	13245	222	72,11	2274159	1,40	0,055	3184	125	168	1	13413	223
1996	8,87	9,23	0,13	5,61	8186	117	49,76	1569253	1,10	0,040	1726	63	168	1	8354	118
1997	8,87	7,85	0,10	4,71	6965	86	41,78	1317502	1,40	0,033	1845	43	168	1	7133	87
1998	8,87	12,50	0,13	7,22	11084	116	64,04	2019610	1,52	0,050	3070	101	168	1	11252	117
1999	8,87	16,81	0,19	9,33	14914	167	82,76	2609828	1,23	0,062	3210	162	168	1	15082	169
2000	8,87	14,96	0,31	8,81	13267	272	78,14	2464371	1,24	0,045	3056	111	168	1	13435	273
2001	8,87	13,54	0,20	8,07	12014	177	71,58	2257375	1,30	0,048	2935	108	168	1	12182	178
2002	8,87	17,99	0,20	10,42	15960	182	92,43	2914727	1,35	0,055	3935	160	168	1	16128	183
2003	8,87	12,25	0,12	7,00	10861	105	62,05	1956672	1,19	0,051	2328	100	168	1	11029	107

Bilag 5

Hornum Sø, månedsfordeling 2003

Kærs Mølleå, beregnet månedsbelastning fra målt opland, 2003:

	Q-målt l/s	Q-målt 1000m3	N-målt kg	P-målt kg	Q % af total	N % af total	P % af total
År, total	741,8	23392	131486	2627	100,0%	100,0%	100,0%
jan	1040,8	2788	19099	530	11,9%	14,5%	20,2%
feb	796,1	1926	13631	456	8,2%	10,4%	17,3%
mar	797,6	2136	12699	154	9,1%	9,7%	5,9%
apr	753,0	1952	10373	109	8,3%	7,9%	4,1%
maj	807,2	2162	11093	187	9,2%	8,4%	7,1%
jun	711,0	1843	9158	155	7,9%	7,0%	5,9%
jul	828,2	2218	9987	200	9,5%	7,6%	7,6%
aug	578,6	1550	9900	122	6,6%	7,5%	4,6%
sep	559,7	1451	6554	85	6,2%	5,0%	3,2%
okt	550,9	1476	7552	85	6,3%	5,7%	3,2%
nov	692,3	1794	9756	223	7,7%	7,4%	8,5%
dec	782,8	2097	11683	323	9,0%	8,9%	12,3%
					100,0%	100,0%	100,0%

Hornum Sø belastning, månedsfordeling beregnet ud fra Kærs Mølleå's fordeling, 2003:

	Q-åbne m3	N-åbne kg	P-åbne kg	N-atm. kg	P-atm. kg	N-tot kg	P-tot kg
År, total	1956672	10861	105	168	1,1	11029	107
jan	233188	1578	21	14	0,1	1592	21
feb	161105	1126	18	14	0,1	1140	18
mar	178703	1049	6	14	0,1	1063	6
apr	163266	857	4	14	0,1	871	4
maj	180842	916	7	14	0,1	930	8
jun	154153	756	6	14	0,1	770	6
jul	185540	825	8	14	0,1	839	8
aug	129624	818	5	14	0,1	832	5
sep	121349	541	3	14	0,1	555	4
okt	123431	624	3	14	0,1	638	3
nov	150091	806	9	14	0,1	820	9
dec	175379	965	13	14	0,1	979	13

Bilag 6

Hornum sø - Kemidata 2003

Dato	PH	Susp. Stof	Glødetab	Alkalinitet	Ammonium	Nitrit+nitrat	Total-N	Ortho-P	Total-P	Jern	Silicium	Chlorophyl
	pH	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
10-01-2003	6,2	3200	2100	0,11	84	760	1400	19	52	97	400	2,6
13-03-2003	6,3	5700	3700	0,09	7,3	430	1000	9,5	94	65	250	7,3
02-04-2003	6,3	3400	2700	0,078	15	400	920	13	69	52	150	10
15-04-2003	6,6	3000	3300	0,098	5,6	310	960	2,3	34	37	16	7,7
30-04-2003	6,2	6300	3800	0,08	45	220	840	3,6	46	39	26	13
15-05-2003	6,5	5300	4300	0,093	15	140	910	2	48	33	31	11
27-05-2003	6,1	2400		0,068	4,5	31	650	4,8	46	55	47	7,6
13-06-2003	6,3	3100		0,087	6,6	2	570	2,4	42	540	64	7
24-06-2003	6,2	2700	2600	0,069	39	7,8	600	4,7	31	87	67	5,5
14-07-2003	6,6	5700	4100	0,096	19	8,6	660	6,2	49	71	94	13
31-07-2003	6,7	4400	4100	0,12	11	5,6	460	5,7	32	110	85	4,3
14-08-2003	7,1	3600	2900	0,13	4,4	8,1	640	12	44	170	140	7,8
03-09-2003	6,5	3600	2500	0,11	8,2	39	480	14	34	110	89	7,7
18-09-2003	6,2	2200	2200	0,087	12	2	530	2	36	100	69	6,2
02-10-2003	6,5	2700	1400	0,071	21	130	490	6	29	68	450	3,6
16-10-2003	6,9	3200	2200	0,14	18	14	420	4,1	24	47	73	3
12-11-2003	6,6	2300	2800	0,085	13,1	14	530	2	24	39	29	7,6
10-12-2003	6,3	3900	3600	0,095	7,2	35	520	2	30	63	35	30

Hornum sø - Feltdata 2003

Dato	PH	Sigtdybde	Vandstand	Temp. Top	Temp. Bund	Iltindhold Top	Iltindhold Bund
	pH	m	m	grader C	grader C	mg/l	mg/l
10-01-2003		2,6	47,024	0,9	3,8	15,5	5,7
13-03-2003	6,27	2,15	47,08	4,3	4,2	12,8	12,7
02-04-2003	6,1	2	47,045	7,4	7,3	11,2	11,4
15-04-2003	6,7	2,9	47,03	8,5	8,3	11,9	12
30-04-2003	7,3	2,75	47,05	11,5	11,6	9,5	9,5
15-05-2003	6,3	3	47,06	11,6	11,6	9,2	9,3
27-05-2003		3	47,085	15,6	15,5	9,1	9,1
13-06-2003	6,8	2,9	47,055	17,8	17,8	8,5	8,3
24-06-2003	6,7	2,9	47,035	16,4	16,4	8,7	8,7
14-07-2003		3,1	47,065	21,1	19	8	6,3
31-07-2003	7	2,9	47,033	22	21,8	8,1	8,2
14-08-2003	6,2	2,9	46,955	20,6	20,5	8	8
03-09-2003	6,6	2,9	46,9	15,9	16	9,2	9
18-09-2003	7,3	2,8	46,875	16	16	10	9,1
02-10-2003	6,8	2,8	46,845	11,6	11,6	9,8	9,8
16-10-2003	6,5	2,7	46,75	7,4	7,1	10,6	10,6
12-11-2003	6,8	2,7	46,865	4,6	4,6	12,6	12,7
10-12-2003	6,6	2,3	46,915	3	3,1	13	13,2

Bilag 7

Hornum Sø

Planteplankton Antal/ml

	13-03-2003	02-04-2003	15-04-2003	30-04-2003	15-05-2003	27-05-2003	13-06-2003	24-06-2003	14-07-2003	31-07-2003	14-08-2003	03-09-2003	18-09-2003	02-10-2003	16-10-2003	12-11-2003
NOSTOCOPHYCEAE	25729,644	32876,767	5768,75	25372,288								783,631	982,729	1162,258		
Blågrønalgeceller, stavformede	25729,644	32876,767	5768,75	20011,945	+	+	+	+	+			+			+	
Blågrønalge sp. Filamenter	+	+			+	+	+			+		+	+			
Aphanothece sp.					+											
Woronichinia spp.		+		5360,342												
Woronichinia naegeliana		+	+	+	+	+	+	+								
Anabaena sp.										+	+	+				+
Anabaena circinalis										+	+	+				
Anabaena flos-aquae										+	+	783,631	982,729	1162,258	+	+
EUGLENOPHYCEAE																
Euglena sp.						+										
Eutreptiella spp.			+	+							+					
CHLOROPHYCEAE	769770,703	60648,446	12252,211	270161,26	436995,538	112015,842	130956,809	3123,004	1979,171	14708,61	12115,321	1491,469	559,707	434,932	34148,434	83468,19
Chlorococcale grønalger spp	2578,069															
Chlorococcale grønalger spp < 5		+	+	+	+	+										
Chlorococcale grønalger spp, ovale < 3	764946,395	56155,969		270161,26	436995,538	102510,168	102408,067	+	+	+	+	+	+	+	32213,106	79945,679
Chloroccocale grønalger spp. kolonidannende					+	+	+									
Chlamydomonas spp.	+	+	+					+	+	+	+					
Pandorina morum									+							
Volvox globator								+	1,8	+	0,7		+	1	0,5	
Ankistrodesmus fusiformis											+					
Ankyra judayi								207,607	796,394	1143,54	+	+				
Ankyra lanceolata								+								
Botryococcus braunii									+		+					
Crucigenia quadrata								+								
Dictyosphaerium spp.								+			+	+		+		
Dictyosphaerium ehrenbergia									+							
Kirchneriella obesa										+	+	+				
Monoraphidium, kirchneriella, selenastrum	+	+	+	+	+	9189,159	16132,078	+				+	+	+	+	+
Monoraphidium contortum	+			+	+	316,515	4206,593	262,061	+	+		+	+		+	
Monoraphidium komarkovae								+								
Oocystis sp.			+	+	+	+	+					+	+			
Oocystis spp.										+						
Pediastrum duplex						+				+	+					
Scenedesmus spp., Armati gruppen					+		+					+	+			
Scenedesmus spp., Scenedesmus grup.	+				+	+	+		+	+		+	+	+	+	

Bilag 8

Sphaerocystis schroeteri/Eutetramorus fottii					+	+	8198,771	2644,436	990,387	13358,314	11639,601	1473,669	559,007	433,932	1934,828	3522,511
Gloeotila spiralis							+									
Koliella sp	2246,239	4492,477	12252,211													
Elakatothrix spp.								+	190,59	206,756	472,221					
Closterium sp.				+			+					+				
Closterium acutum var. variable								+	+		+	+	+	+		+
Closterium ehrenbergii				+			+						+			
Cosmarium spp.									+	+	+					
Desmidium swartzii											2,8	5,7	+			
Micrasterias apiculata											+	0,2	0,7	+		
Staurastrum spp.										+	+	+	+	+		
Staurastrum muticum						+				+	+	+	+			
Staurodesmus spp.										+		11,9	+			
Staurodesmus triangularis											+	+				
Teilingia granulata				+												
Spirogyra sp.					+	+	11,3	8,9	+		+					
UBESTEMTE ARTER MV.	423,722	10516,481	19246,182	134,434	3839,026	3726,714	714,712			227,176	195,695	5564,546	2297,29	643,241	2960,951	5105,088
Ubestemte flagellater (A)	423,722									227,176						
Ubestemte flagellater (A) 5 op til 10 µm		+	+	134,434	495,194	+	+	+	+		195,695	+	+	+	+	+
Ubestemte flagellater (A) < 5	+	10516,481	19246,182	+	3343,833	3726,714	714,712	+	+	+	+	5564,546	2297,29	643,241	2960,951	5105,088
CRYPTOPHYCEAE		112,312	1138,435			627,926	500,299	241,641	285,885	94,444	124,224	8014,988	12456,415	122,522		
Cryptophyceae spp.													12456,415			
Cryptophyceae spp. 5 op til 10 µm				+	+	627,926	500,299	241,641	285,885	94,444	124,224	8014,988		122,522	+	+
Cryptophyceae spp. 20 op til 30 µm			+	+												
Cryptophyceae spp. 10-20 µm	+	112,312	1138,435	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+
Cryptomonas sp. 20 op til 30 µm			+													
Cryptomonas spp 20 op til 30 µm											+	+				
DINOPHYCEAE		7504,479	2414,707	2,1		5		3		20,6	25,6					
Nøgne furealger 10-20 µm		+	321,621													
Nøgne furealger < 10		7504,479	2093,086													
Thekate furealger 10-20 µm	+	+	+									+				
Ceratium furcoides										+						
Ceratium hirundinella							+	+	+	20,6	25,6		+			
Ceratium hirundinella (cyste)										+	+	+				
Peridinium willei	+	+	+	2,1	+	5	+	3	+		+	+				+
CHRYSOPHYCEAE					66,366						86,786	553,902				42,117
Mallomonas sp.			+	+	66,366			+	+	+		38,288				42,117
Mallomonas akrokosmos					+	+			+	+	86,786	515,614	+			+
DIATOMOPHYCEAE	188,888															
Centriske kiselalger spp. < 10	188,888															
Pennate kiselalger spp. 20 op til 30 µm	+		+		+					+		+				

Pennate kiselalger spp. 10-20 µm	+			+	+	+										
Pennate kiselalger spp. 30-50 µm						+				+						
Nitzschia sp.						+		+			+	+			+	+
Nitzschia clost./long.	+	+					+									
Tabellaria fluccolosa			+													
NOSTOCOPHYCEAE	25729,644	32876,767	5768,75	25372,288								783,631	982,729	1162,258		
EUGLENOPHYCEAE																
CHLOROPHYCEAE	769770,703	60648,446	12252,211	270161,26	436995,538	112015,842	130956,809	3123,004	1979,171	14708,61	12115,321	1491,469	559,707	434,932	34148,434	83468,19
UBESTEMTE ARTER MV.	423,722	10516,481	19246,182	134,434	3839,026	3726,714	714,712			227,176	195,695	5564,546	2297,29	643,241	2960,951	5105,088
CRYPTOPHYCEAE		112,312	1138,435			627,926	500,299	241,641	285,885	94,444	124,224	8014,988	12456,415	122,522		
DINOPHYCEAE		7504,479	2414,707	2,1		5		3		20,6	25,6					
CHRYSOPHYCEAE					66,366						86,786	553,902				42,117
DIATOMOPHYCEAE	188,888															
GRAND TOTAL	796112,958	111658,486	40820,284	295670,082	440900,93	116375,482	132171,82	3367,645	2265,056	15050,83	12547,627	16408,536	16296,141	2362,954	37109,385	88615,395

Hornum Sø

Planteplankton Volumenbiomasse i mm3/l

	13-03-2003	02-04-2003	16-04-2003	30-04-2003	15-05-2003	27-05-2003	13-06-2003	24-06-2003	14-07-2003	31-07-2003	14-08-2003	03-09-2003	18-09-2003	02-10-2003	16-10-2003	12-11-2003
NOSTOCOPHYCEAE	0,098	0,155	0,024	0,268								0,063	0,063	0,051		
Blågrønalgeceller, stavformede	0,098	0,155	0,024	0,084												
Woronichinia spp.				0,184												
Anabaena flos-aquae												0,063	0,063	0,051		
CHLOROPHYCEAE	0,473	0,079	0,152	0,135	0,306	0,155	1,718	0,554	11,793	0,15	2,482	3,994	2,63	2,76	1,08	0,229
Chlorococcale grønalger spp	0,065															
Chlorococcale grønalger spp, ovale	0,382	0,034		0,135	0,306	0,051	0,082								0,045	0,088
Volvox globator									11,7		0,929			2,746	0,956	
Ankyra judayi								0,008	0,042	0,01						
Monoraphidium, kirchneriella, selenastrum						0,099	0,065									
Monoraphidium contortum						0,004	0,028	0,002								
Sphaerocystis schroeteri/Eutetramorus fottii							0,303	0,066	0,02	0,116	0,121	0,034	0,008	0,014	0,079	0,141
Koliella sp	0,025	0,045	0,152													
Elakatothrix spp.									0,031	0,024	0,025					
Desmidium swartzii											1,407	2,855				
Micrasterias apiculata												1,089	2,621			
Staurodesmus spp.												0,006				
Spirogyra sp.							1,24	0,478								
UBESTEMTE ARTER MV.	0,06	0,126	0,289	0,01	0,128	0,088	0,009			0,012	0,014	0,15	0,05	0,01	0,054	0,05
Ubestemte flagellater (A)	0,06	0,126	0,289	0,01	0,128	0,088	0,009			0,012	0,014	0,15	0,05	0,01	0,054	0,05
CRYPTOPHYCEAE		0,05	0,399			0,057	0,022	0,011	0,014	0,004	0,005	0,385	0,633	0,007		
Cryptophyceae spp.		0,05	0,399			0,057	0,022	0,011	0,014	0,004	0,005	0,385	0,633	0,007		
DINOPHYCEAE		0,672	0,338	0,167		0,512		0,219		0,824	1,024					
Nøgne furealger		0,672	0,338													
Ceratium hirundinella										0,824	1,024					
Peridinium willei				0,167		0,512		0,219								
CHRYSOPHYCEAE					0,018						0,003	0,04				0,02
Mallomonas sp.					0,018							0,012				0,02
Mallomonas akrokosmos											0,003	0,028				
DIATOMOPHYCEAE	0,02															
Centriske kiselalger spp.	0,02															
NOSTOCOPHYCEAE	0,098	0,155	0,024	0,268								0,063	0,063	0,051		
CHLOROPHYCEAE	0,473	0,079	0,152	0,135	0,306	0,155	1,718	0,554	11,793	0,15	2,482	3,994	2,63	2,76	1,08	0,229
UBESTEMTE ARTER MV.	0,06	0,126	0,289	0,01	0,128	0,088	0,009			0,012	0,014	0,15	0,05	0,01	0,054	0,05
CRYPTOPHYCEAE		0,05	0,399			0,057	0,022	0,011	0,014	0,004	0,005	0,385	0,633	0,007		
DINOPHYCEAE		0,672	0,338	0,167		0,512		0,219		0,824	1,024					
CHRYSOPHYCEAE					0,018						0,003	0,04				0,02
DIATOMOPHYCEAE	0,02															
GRAND TOTAL	0,651	1,081	1,201	0,581	0,452	0,811	1,749	0,784	11,807	0,99	3,529	4,632	3,376	2,829	1,133	0,299

Bilag 9

Hornum Sø

Dyreplankton Antal/l

	13-03-2003	02-04-2003	15-04-2003	30-04-2003	15-05-2003	27-05-2003	13-06-2003	24-06-2003	14-07-2003	31-07-2003	14-08-2003	03-09-2003	18-09-2003	02-10-2003	16-10-2003	12-11-2003
ROTATORIA	18,396	76,066	308,655	610,851	333,939	347,312	121,613			1720,994	342,762	393,684	496,289	172,698	121,989	56,615
Brachionus angularis Blandede voksne				46,277	172,727	245,161	56,129							+		
Keratella cochlearis Blandede voksne										599,89	20,773	196,842	427,835	172,698	121,989	56,615
Keratella quadrata Blandede voksne			+													
Trichocerca similis Blandede voksne				+		+			+	413,039	124,641	115,789	51,34			
Trichocerca cylindrica Blandede voksne				+						639,227	197,348	81,053	17,113			
Ploesoma sp. Blandede voksne				18,511	23,03	40,86	65,484		+							
Polyarthra remata Blandede voksne	18,396		117,076	527,553	115,152	61,29										
Synchaeta spp. Blandede voksne	+	76,066	191,579	18,511	23,03	+										
Asplanchna sp. Blandede voksne										68,84	+					
CLADOCERA	4,889	19,111	36,667	33,333	8	9,778	35,778	32,222	63,333	27,778	22,667	34	52,889	22,444	10	20
Diaphanosoma brachyurum Blandede voksne				+			4,444	6,222	5,778	19,778	19,556	14	0,889	1,111	0,667	
Ceriodaphnia sp. Blandede voksne		4,444	5,556	10	3,556	2,667	24,444	22,222	13,556	4,444	1,778	7,556	9,556	6,444	3,333	3,556
Daphnia longispina Blandede voksne		0,444	0,444	+		0,667	1,111	2,222	1,333	0,444		0,889	1,556	1,778	2,222	4,222
Bosmina longirostris Blandede voksne	4,889	14,222	30,667	23,333	4,444	6,444	4,444	1,556	42,667	3,111	1,333	11,556	40,889	13,111	3,778	12,222
Chydorus sp. Blandede voksne							1,333									
CALANOIDA	29,333	82,889	45,556	31,333	24	8,444	44,444	46	24	32,667	27,556	25,111	37,111	58,889	21,111	62,667
Eudiaptomus graciloides Hun med/uden	6	8,222		3,333	1,778	0,889	3,333	4	4,222	1,778	1,556	1,778	2,444	6,444	1,111	9,111
Eudiaptomus graciloides Han	5,333	10	6,222	1,778	2,444	1,333	4	5,556	2,444	0,889	1,111	1,111	1,778	8,444	1,778	13,556
Eudiaptomus graciloides Copepoditer - a	5,778	3,333	7,778	23,111	18	3,778	10,889	15,778	12,444	26	14,889	16	14,444	38,222	16	38,667
Eudiaptomus graciloides Nauplier	12,222	61,333	31,556	3,111	1,778	2,444	26,222	20,667	4,889	4	10	6,222	18,444	5,778	2,222	1,333
CYCLOPOIDA	9,333	8,889	4,222	1,333	1,111	1,556	0,889		0,889			0,667	0,889			
Cyclopoidae spp. Nauplier	9,333															
Cyclops spp. Hun med/uden alm. æg		+	+	+			+		+							
Cyclops spp. Copepoditer - alle størrelser			2,222	1,333	0,667	0,667						+				
Cyclops spp. Nauplier		8,889	2		0,444	0,889	0,889		0,889			0,667	0,889			
ROTATORIA	18,396	76,066	308,655	610,851	333,939	347,312	121,613			1720,994	342,762	393,684	496,289	172,698	121,989	56,615
CLADOCERA	4,889	19,111	36,667	33,333	8	9,778	35,778	32,222	63,333	27,778	22,667	34	52,889	22,444	10	20
CALANOIDA	29,333	82,889	45,556	31,333	24	8,444	44,444	46	24	32,667	27,556	25,111	37,111	58,889	21,111	62,667
CYCLOPOIDA	9,333	8,889	4,222	1,333	1,111	1,556	0,889		0,889			0,667	0,889			
GRAND TOTAL	61,951	186,954	395,099	676,851	367,051	367,09	202,724	78,222	88,222	1781,439	392,985	453,462	587,178	254,032	153,1	139,282

Bilag 10

Hornum Sø

Dyreplankton tørvægt i µg/l

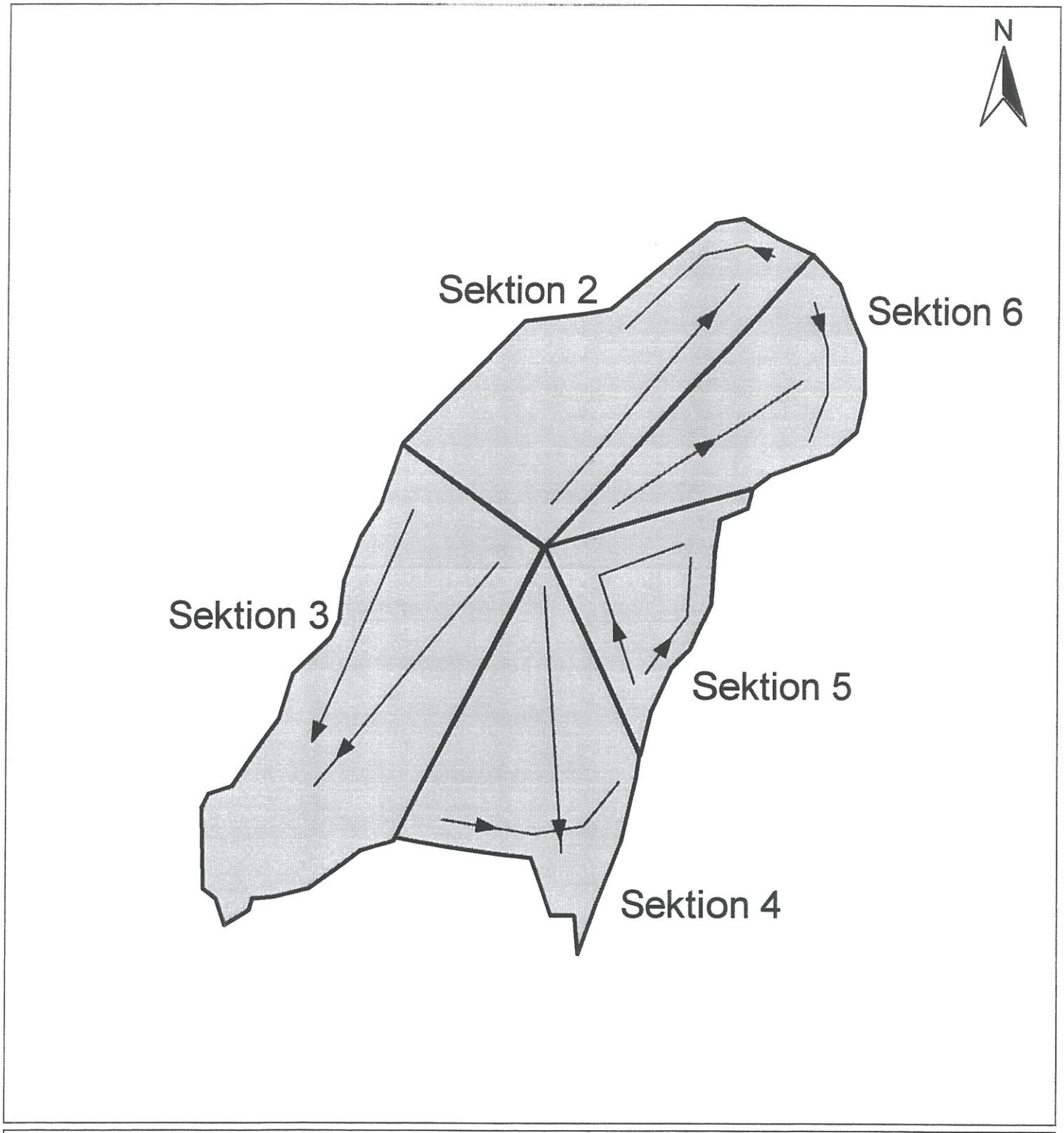
	13-03-2003	02-04-2003	15-04-2003	30-04-2003	15-05-2003	27-05-2003	13-06-2003	24-06-2003	14-07-2003	31-07-2003	14-08-2003	03-09-2003	18-09-2003	02-10-2003	16-10-2003	12-11-2003
ROTATORIA	0,589	6,04	15,19	19,252	16,17	20,033	15,808			71,38	10,909	5,445	3,557	0,796	0,553	0,29
Brachionus angularis				1,419	7,488	11,095	2,505									
Keratella cochlearis										2,517	0,073	0,78	1,907	0,796	0,553	0,29
Keratella quadrata																
Trichocerca similis										7,523	2,503	1,814	0,926			
Trichocerca cylindrica										27,486	8,333	2,85	0,724			
Ploesoma sp.				2,845	4,631	7,162	13,303									
Polyarthra remata	0,589		4,859	14,444	3,216	1,776										
Synchaeta spp.		6,04	10,331	0,544	0,835											
Asplanchna sp.										33,853						
CLADOCERA	3,945	22,648	30,842	45,953	9,057	12,334	27,861	34,2	51,069	47,394	56,178	38,934	45,54	27,052	15,055	36,953
Diaphanosoma brachyurum							1,764	9,694	7,835	41,573	53,797	23,408	2,543	2,249	1,275	
Ceriodaphnia sp.		1,956	4,928	20,17	4,11	3,16	21,487	19,867	9,245	3,742	1,5	6,211	8,715	11,336	6,49	7,94
Daphnia longispina		2,46	0,368			4,451	2,463	3,884	1,776	0,337		3,376	5,742	2,468	4,184	14,347
Bosmina longirostris	3,945	18,233	25,545	25,783	4,947	4,724	2,147	0,754	32,213	1,742	0,88	5,94	28,54	11	3,105	14,667
Chydorus sp.																
CALANOIDA	120,754	150,17	54,133	84,383	85,302	35,967	73,231	99,904	77,92	87,711	58,496	73,106	72,286	217,497	57,342	218,437
Eudiaptomus graciloides	120,754	150,17	54,133	84,383	85,302	35,967	73,231	99,904	77,92	87,711	58,496	73,106	72,286	217,497	57,342	218,437
CYCLOPOIDA	2,427	2,311	3,593	2,273	2,204	0,939	0,231		0,231			0,173	0,231			
Cyclopoidae spp.	2,427															
Cyclops spp.		2,311	3,593	2,273	2,204	0,939	0,231		0,231			0,173	0,231			
ROTATORIA	0,589	6,04	15,19	19,252	16,17	20,033	15,808			71,38	10,909	5,445	3,557	0,796	0,553	0,29
CLADOCERA	3,945	22,648	30,842	45,953	9,057	12,334	27,861	34,2	51,069	47,394	56,178	38,934	45,54	27,052	15,055	36,953
CALANOIDA	120,754	150,17	54,133	84,383	85,302	35,967	73,231	99,904	77,92	87,711	58,496	73,106	72,286	217,497	57,342	218,437
CYCLOPOIDA	2,427	2,311	3,593	2,273	2,204	0,939	0,231		0,231			0,173	0,231			
GRAND TOTAL	127,714	181,17	103,759	151,862	112,733	69,274	117,131	134,104	129,22	206,485	125,583	117,659	121,614	245,345	72,95	255,68

Bilag 11

Hornum Sø
Områder og transekter for fiskeyngelundersøgelser

2003

Bilag 12



Transekter

100 0 100 200 300 400 Meters

Hornum sø

- Fiskeyngelundersøgelser 2003

Område	2	3	4	5	6	
	littoralt	**littoralt**	**littoralt**	**littoralt**	**littoralt**	gennemsnit
m/s (gennemsnit)	1,30	1,43	1,42	1,48	1,56	
m3 filtreret	9,75	21,45	21,30	22,20	23,40	
antal fisk	3,00	3,00	0,00	1,00	1,00	
fisk/m^3	0,31	0,14	0,00	0,05	0,04	0,11
vægt fisk (g)	0,45	0,81	0,00	0,29	0,26	
vægt fisk/m^3	0,05	0,04	0,00	0,01	0,01	0,02

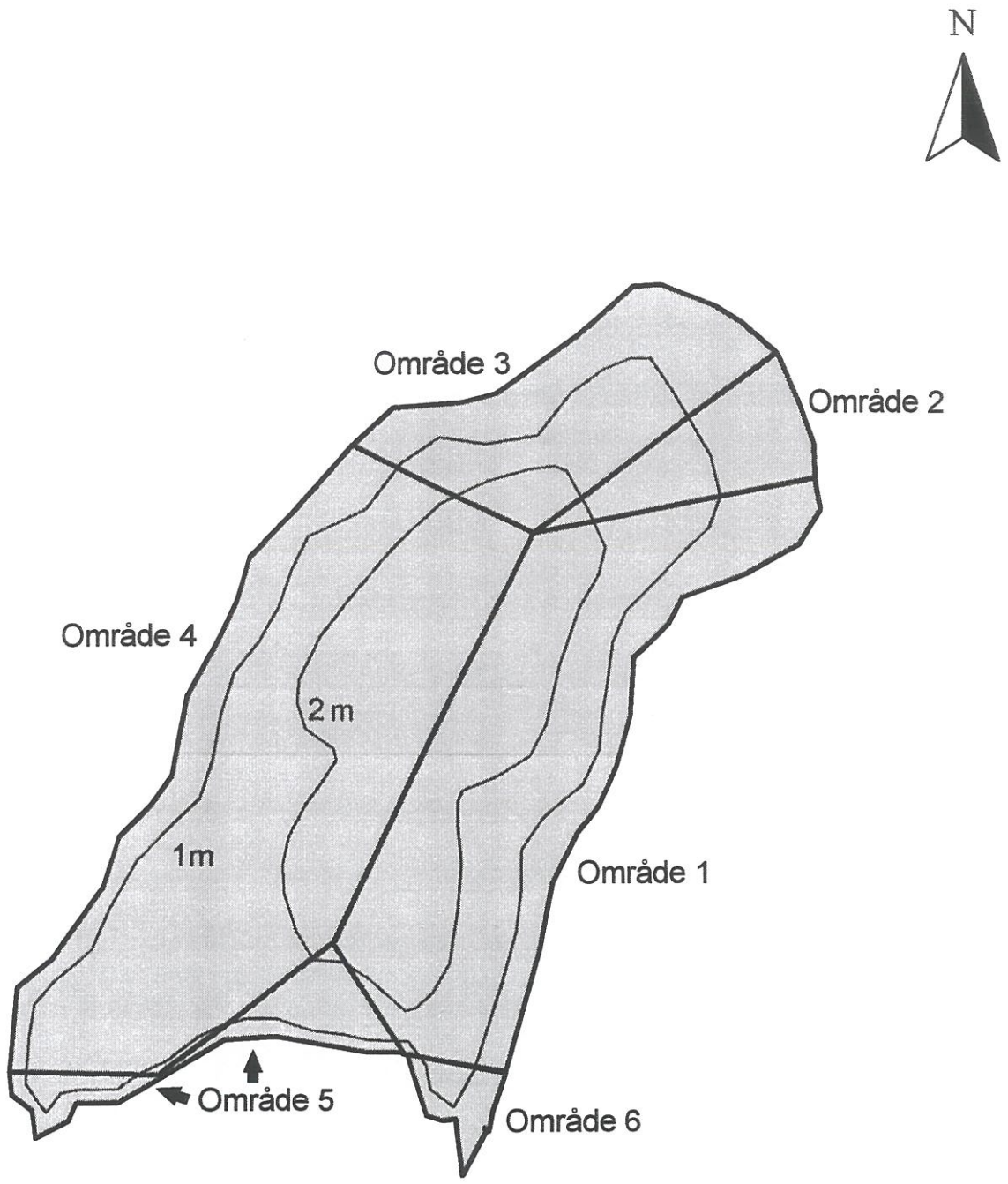
Område	2	3	4	5	6	
	pelagisk	**pelagisk**	**pelagisk**	**pelagisk**	**pelagisk**	gennemsnit
m/s (gennemsnit)	1,69	1,68	1,44	1,59	1,60	
m3 filtreret	12,68	25,20	21,60	23,85	24,00	
antal fisk	5,00	2,00	4,00	6,00	6,00	
fisk/m^3	0,39	0,08	0,19	0,25	0,25	0,23
vægt fisk (g)	1,17	0,59	0,88	1,29	1,47	
vægt fisk/m^3	0,09	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05

samlet

m3 filtreret	22,43	46,65	42,90	46,05	47,40	205,425
antal fisk	8,00	5,00	4,00	7,00	7,00	
vægt fisk	1,62	1,40	0,88	1,58	1,73	

Bilag 14

Hornum Sø
Områder for vegetationsundersøgelser
2003



100 0 100 200 300 400 Meters

Vegetationsundersøgelser i Hornum Sø 1993-2003

Dækningsgrad (%):

	0-0,5m	0,5-1m	1-1,5m	1,5-2m	2-2,5m	Hele søen
1993	54,00	57,00	45,00	64,00	76,00	61,10
1994	74,46	63,99	42,80	40,24	48,77	49,88
1995	84,25	79,46	81,28	81,26	64,76	76,53
1996	73,74	75,36	79,71	64,35	41,29	64,41
1997	74,13	48,92	39,15	28,28	11,94	34,13
1998	66,15	26,10	35,88	51,29	32,03	40,32
1999	77,54	20,22	9,55	11,53	8,30	18,38
2000	84,20	73,98	30,14	32,02	27,59	40,75
2001	88,37	57,76	45,52	45,85	36,65	49,13
2002	73,00	52,86	17,97	0,05	0,00	18,77
2003	81,67	70,24	16,83	5,66	0,34	22,76

Epifyt dækningsgrad (%):

	0-0.5m	0.5-1m	1-1.5m	1.5-2m	2-2.5m	Hele søen
1993						
1994	47,976	36,246	11,335	0,566	0,000	12,459
1995	85,143	74,940	68,526	36,553	1,590	44,283
1996	47,901	28,675	14,809	1,600	0,000	13,056
1997	52,469	23,025	0,360	0,308	0,099	8,636
1998	6,866	0,740	0,644	1,466	0,000	0,400
1999	65,050	44,170	4,920	1,022	12,150	17,270
2000	5,180	4,130	1,810	0,000	0,000	1,550
2001	5,240	0,000	0,000	0,000	0,000	1,470
2002	47,357	31,806	6,342	0,000	0,000	10,640
2003	67,830	73,820	31,620	23,120	2,910	30,504

Relativt Plantefyldt Volumen (%):

	0-0.5m	0.5-1m	1-1.5m	1.5-2m	2-2.5m	Hele søen
1993	7,70	2,60	3,20	3,80	3,20	3,40
1994	13,49	3,10	1,78	1,85	1,67	2,04
1995	15,70	8,24	7,74	6,00	3,38	5,52
1996	15,44	8,53	5,82	2,77	1,14	3,26
1997	14,47	3,08	3,21	1,56	0,67	1,84
1998	10,27	2,16	4,70	5,24	2,24	3,72
1999	26,19	2,09	0,53	0,63	0,63	1,05
2000	19,89	5,25	2,24	1,75	0,77	1,97
2001	20,91	3,44	1,94	1,80	1,01	1,94
2002	18,36	3,35	0,72	0,00	0,00	0,70
2003	24,91	5,16	1,15	0,24	0,01	1,07

Dybdegrænser (m):

	Littorella	Lobelia	Isoetes	Mosser	Nitella
1993			1,8	Bund	Bund
1994	1,8			Bund	Bund
1995	>1	>1	Ikke fundet	Bund	Bund
1996	>1	>1	>1	Bund	Bund
1997	1	Fåtallig	Fåtallig	2	Fåtallig
1998	2	Fåtallig	Fåtallig	Bund	Bund
1999	1	Fåtallig	Ikke fundet	2	Fåtallig
2000	1,8	Fåtallig	Fåtallig	bund	Fåtallig
2001	1,7	Fåtallig	Fåtallig	Bund	Ikke fundet
2002	1,6	Fåtallig	Fåtallig	1,9	Ikke fundet
2003	1,6	Fåtallig (1,55)	1,75	1,9	Fåtallig (2,4)

SAMLESKEMA FOR PLANTEDÆKKET AREAL

Projekt : 03501 Hornum s¢ 2003
DMU-station : 130002 Hornum S¢
Periode : 22/07/03 - 22/07/03

	Normaliseret vanddybde-interval (m)														
	0,00 - 0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 1,50	1,50 - 2,00	2,00 - 2,60	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99
Delområdenr.	Plantedækket areal fra delområder (1000m²)														
1	2,778	2,461	2,885	1,009		9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999
2	1,272	0,859			0,005										
3	3,407	3,699	0,646	0,233	0,071										
4	1,982	1,581	1,304	0,177	0,035										
5	0,547	0,159	0,066	0,001											
6	0,230	0,238													
Sum	10,216	8,997	4,901	1,420	0,111										
Bundareal(1000m²)	12,509	12,809	29,124	25,084	33,165										
Dækningsgrad (%)	81,669	70,240	16,828	5,661	0,335										

Bilag 16

SAMLESKEMA FOR PLANTEFYLDT VOLUMEN

Projekt : 03501 Hornum s¢ 2003
DMU-station : 130002 Hornum S¢
Periode : 22/07/03 - 22/07/03

	Normaliseret vanddybde-interval (m)														
	0,00 - 0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 1,50	1,50 - 2,00	2,00 - 2,60	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99	999,99 - 999,99
Delområdenr.	Plantefyldt volumen fra delområder (1000m3)														
1	0,167	0,098	0,260	0,081		9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999
2	0,089	0,043													
3	0,273	0,185	0,039	0,014	0,006										
4	0,198	0,126	0,117	0,009	0,002										
5	0,027	0,011	0,003												
6	0,025	0,033													
Sum	0,779	0,496	0,419	0,104	0,008										
Vandvol. (1000m3)	3,127	9,607	36,405	43,897	76,280										
Rel. plantefyldt Volumen (%)	24,910	5,163	1,151	0,237	0,010										