

Afrapportering af overvågningsdata
for Hinge Sø, 2002

Udarbejdet for
Viborg Amt, Skov- og Naturcenter, 8800 Viborg

Udarbejdet af
Bioteknologisk Institut, Ewangs Vej 12-14, 8230 Århus N

Redigeret af
Kirsten Nygaard

Redigeret af
Gitte Spanggaard

Tekst:
Jens Mikkelson

20.05.2003

Udarbejdet for:
Viborg Amt, Skottenborg 26, 8800 Viborg.

Udarbejdet af:
Bio/consult, Johs. Ewalds Vej 42-44, 8230 Åbyhøj

Tekst:
Jette Mikkelsen

Redigering:
Gitte Spanggaard

Rentegning:
Kirsten Nygaard

20.05.2003

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning.....	5
Forord.....	7
1. Baggrundsmateriale.....	8
1.1. Vurdering af udviklingstendenser.....	8
2. Beskrivelse af Hinge Sø og det topografiske opland.....	9
2.1. Beskrivelse af søen.....	9
2.2. Oplandsbeskrivelse.....	10
2.3. Målsætning.....	10
3. Vindforhold, vand- og stofbalance.....	12
3.1. Vind.....	12
3.2. Nedbør og fordampning 2002.....	12
3.3. Vandbalance 2002.....	13
3.4. Vandbalance 1988-2002.....	14
3.5. Hydraulisk middellopholdstid 2002.....	14
3.6. Hydraulisk middellopholdstid 1988-2002.....	15
3.7. Afstrømningshøjde og volumenændring.....	15
3.8. Stofbelastning 2002.....	16
3.8.1. Kvælstof og fosfor.....	16
3.8.2. Jern.....	18
3.9. Stofbelastning 1988-2002.....	18
3.10. Indløbskoncentration i perioden 1988-2002.....	19
3.11. Næringsstofbelastning og oplandsudnyttelse.....	20
4. Kilder til stoftilførsel.....	22
5. De frie vandmasser – fysiske og kemiske forhold.....	23
5.1. Status 2002 og udvikling 1989-2002.....	23
5.1.1. Sigtdybde, suspenderet stof, klorofyl-a og vindforhold.....	23
5.1.2. Kvælstof.....	23
5.1.3. Fosfor.....	23
5.1.4. pH og alkalinitet.....	24
5.1.5. Silicium.....	24
5.1.6. Jern.....	24
5.1.7. Udviklingstendenser sammenfattende.....	24
6. Sediment.....	28
7. Miljøfremmede stoffer.....	29
8. Plankton.....	30
8.1. Planteplankton i 2002.....	30
8.2. Planteplankton 1988-2002.....	31
8.2.1. Artssammensætning.....	31
8.2.2. Biomasse.....	31
8.3. Dyreplankton.....	32

8.4. Dyreplankton 1990-2002	33
8.4.1. Artssammensætning	33
8.4.2. Biomasse	34
8.4.3. Græsning 2002	34
8.4.4. Græsning 1990-2002	35
8.5. Relationer mellem fysik-kemiske forhold, plante- og dyreplankton, fisk og undervandsvegetation i 1988-2002	36
9. Bundvegetation	38
9.1. Artssammensætning	38
9.2. Hyppighed og udbredelse	38
9.3. Dækningsgrader og plantefyldt volumen	40
9.4. Samlet vurdering	43
10. Fisk	44
10.1. Fiskeundersøgelse i 1988, 1992, 1997 og 2002	44
10.1.1. Skalle	44
10.1.2. Aborre	44
10.1.3. Brasen	45
10.1.4. Hork	45
10.1.5. Regnløje	45
10.1.6. Grundling	45
10.1.7. Gedde	45
10.1.8. Ål	45
10.1.9. Øvrige arter	45
10.1.10. Fiskebestandens biomasse og udvikling	46
10.1.11. Fiskebestandens karakter og regulering	46
10.1.12. Fiskebestandens stabilitet	46
10.1.13. Fiskenes betydning for vandmiljøet	46
10.1.14. Regulering af fiskebestanden	46
10.2. Yngelundersøgelse 1998-2002	47
11. Samlet vurdering	53
12. Referencer	55
12.1. Referencer	55
12.2. Rapporter mv.	55
12.2.1. Samlerapporter	55
12.2.2. Vegetation	56
12.2.3. Fisk	57
12.2.4. Plankton	57
12.2.5. Øvrige	58
Bilag	59

Sammenfatning

Med undersøgelserne i 2002 foreligger der nu 14 år lange tidsserier af en lang række variabler, som til sammen giver et detaljeret billede af den tidsmæssige udvikling i tilstanden i Hinge Sø og påvirkninger af denne med ude fra kommende næringsstoffølser.

Året 2002 lignede ikke de fleste af de forudgående år med hensyn til nedbørsmængden, der var større end i de fleste af de forudgående år, og vandtilførslerne var på niveau med tilførslerne i 1994 og 2000, men de største i perioden som helhed. Tilførslerne af både kvælstof og fosfor var højere end i 2001; men tilførslerne af kvælstof var lavere end i alle de forudgående år, undtagen i de tørre år 1996 og 1997. Tilførslerne af fosfor var på niveau med tilførslerne i 1990, 1994 og 1999.

Tilstanden i søen var hverken dårligere eller bedre end i de forudgående år. Vandet var også i 2002 meget uklart som følge af store planteplanktonbiomasser.

Undervandsvegetationens middeldækningsgrad og relative plantefyldte volumen var i 2002 markant højere end i 2001, men stadig langt fra niveauet i 1997 og 1998, der vegetationsmæssigt er de hidtil bedste år i perioden siden 1993. Med en dækningsgrad på 1% og et relativt plantefyldt volumen på 0,6% må det for søen som helhed konkluderes, at vegetationen kun har begrænset indflydelse på søens økologiske tilstand.

Planteplanktonets udvikling var i overensstemmelse med høje næringsstofkoncentrationer og stor gennemstrømning. Biomasseniveauet var noget højere end i 2001 og på niveau med biomassen i 1994. Kiselalgerne var den dominerende algeklasse som i de fleste af de tidligere år. Blågrønalgbiomassen var på et middelniveau set over perioden 1994-2002. Planteplanktonbiomassen viser ingen udviklingstendenser i perioden som helhed, hverken den totale biomasse, de enkelte planteplanktonklasser eller de enkelte størrelsesgrupper af planteplankton.

Dyreplanktonbiomassen var lidt lavere end i 2001, men på niveau med biomasserne i 1994, 1995, og 1997. De cyclopoide vandlopper dominerede med en næsten lige så stor biomasse af dafnier. Der var ingen signifikante udviklingstendenser af den totale dyreplanktonbiomasse; men dafniernes sommermiddelbiomasse viste en signifikant stigende tendens. I overensstemmelse hermed var der også en signifikant stigende tendens af dyreplanktonets fødeoptagelse; men der var ingen udvikling i dyreplanktonets græsning på planteplanktonet.

Søens fiskebestand var i 2002 som ved de foregående undersøgelser domineret af skaller og brasener, og der er kun sket mindre fluktuationer i fiskebestanden gennem overvågningsperioden. Fiskebestandens størrelse og artssammensætning er som forventet i en lavvandet middelnæringsrig sø. Søen rummer således en talrig bestand af fredfisk, og rovfisk udgør nu som tidligere kun en ringe del af fiskebestanden.

Undersøgelsen af søens fiskeyngel, hvor de dominerende arter var skaller og aborrer viser store variationer mellem årene 1998-2002, med den største fangst i 2001 og den mindste i 1999. Fangsten i 2002 var den næstmindste i perioden. Søens biomassemæssigt dominerende art, *brasen*, er ikke repræsenteret.

Forekomsten af de miljøfremmede stoffer, der blev undersøgt i 2001, er i overensstemmelse med, at hovedparten af oplandet består af dyrkede arealer. Tungmetallerne blev som i de øvrige overvågningssøer, der indgik i undersøgelsen, generelt målt i lavere koncentrationer end i NOVA vandløbene, og der blev ikke som i flere af de øvrige søer fundet kviksølv. Blandt de øvrige miljøfremmede stoffer var pesticiderne AMPA og BAM de hyppigst forekommende, som i de øvrige undersøgte søer.

Set under ét har miljøtilstanden i Hinge Sø 2002 stort set været uforandret dårlig. Det skal dog nævnes, at der er signifikante faldende tendenser af flere af de målte variabler – indløbskoncentrationen af kvælstof, indløbskoncentrationen af fosfor, total-kvælstof i søvandet, uorganisk kvælstof i søvandet, og klorofyl-a i søvandet, og der er en signifikant stigende tendens af sigtddybden – der tilsammen går i retning mod en forbedring.

Søens målsætning har heller ikke i 2002 været opfyldt.

Forord

Viborg Amt har i henhold til Miljøbeskyttelsesloven pligt til at føre tilsyn med tilstanden i vandløb, søer og kystnære områder. Derudover har amtet i henhold til Vandmiljøplanens Overvågningsprogram endvidere pligt til hvert år at gennemføre et intensivt tilsyn med de særligt udvalgte søer Hinge Sø og Nors Sø.

Det intensive tilsyn med Hinge Sø og Nors Sø har fundet sted siden 1989, og i 1993 blev det eksisterende program udvidet med vegetationsundersøgelser. I 1998 blev programmet yderligere udvidet med undersøgelser af fiskeyngel og undersøgelser af vandets indhold af miljøfremmede stoffer.

Undersøgelserne er hvert år blevet afrapporteret efter de retningslinier, der er afstukket af Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser, og undersøgelsesresultater er årligt blevet indberettet til Danmarks Miljøundersøgelser, som har forestået den landsdækkende afrapportering.

Denne rapport indeholder en præsentation og vurdering af undersøgelsesresultater og data indsamlet i 2002. Disse data er endvidere indføjede i de eksisterende tidsserier, og der er foretaget en vurdering af udviklingen i søen til og med 2002. Med baggrund i Miljøstyrelsens "Basis-paradigma 1999 for rapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003" er der i 2002 foretaget en normalrapportering udvidet med vurdering af en fiskeundersøgelse. Rapporteringen er suppleret med vurderinger af udviklingstendenser på de enkelte variabler.

1. Baggrundsmateriale

Indholdet af denne rapport er baseret på følgende data og undersøgelsesresultater fra 2002:

- Klimadata (DMI)
- Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser (Viborg Amt og Steins Laboratorium)
- Vand- og stoftransport i tilløb og afløb (Viborg Amt, Hedeselskabet og Steins Laboratorium)
- Plante- og dyreplankton (Bio/consult as)
- Fiskeundersøgelse (Fiskeøkologisk Laboratorium)
- Fiskeyngel (Viborg Amt)
- Bundvegetation (Bio/consult as)

1.1. Vurdering af udviklingstendenser

Til vurdering af udviklingen i søens tilstand er der foretaget regressionsanalyse af års- og sommermiddelværdier af fysiske og kemiske variabler samt beregnede værdier i øvrigt. Signifikansniveauet er ved vurdering af udviklingen i hele perioden 1989-2002 fastlagt ved hjælp af en Kendalls Tau "seasonal trend" test. Signifikansniveauet er angivet, hvor der har været signifikante udviklingstendenser.

2. Beskrivelse af Hinge Sø og det topografiske opland

2.1. Beskrivelse af søen

Hinge Sø indgår i Gudenåens vandsystem og ligger mellem Kjellerup og Silkeborg, se kortet side 7.

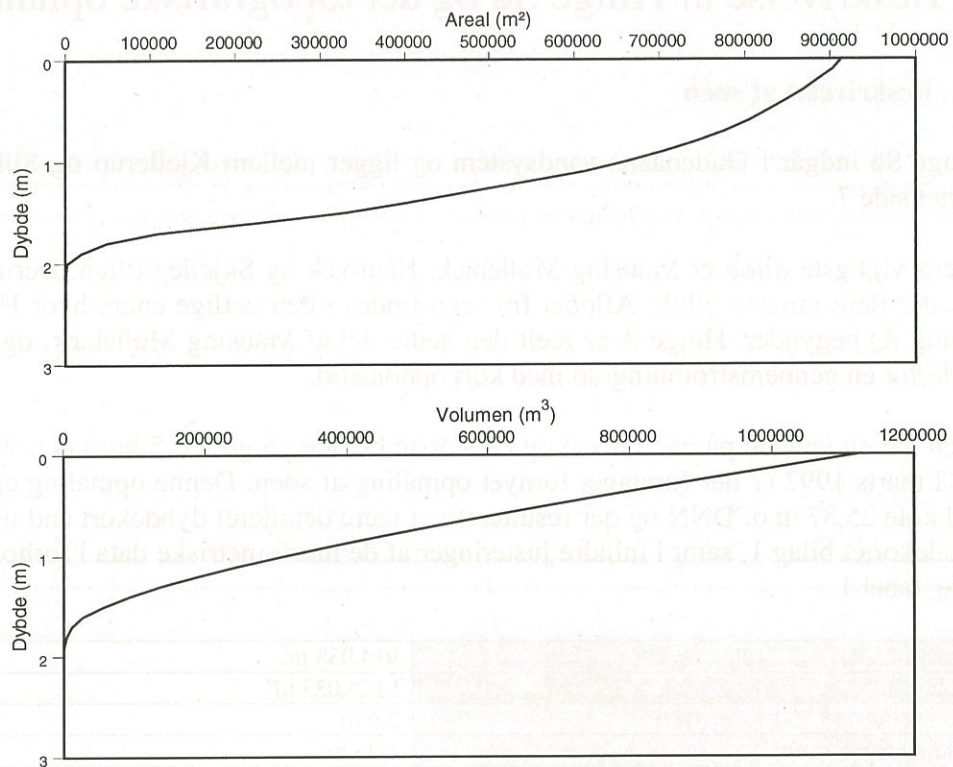
Søens vigtigste tilløb er Mausing Møllebæk, Haurbæk og Skjellegrøften. Derudover findes der flere mindre tilløb. Afløbet fra søen findes i den østlige ende, hvor Hinge Å (= Alling Å) begynder. Hinge Å er reelt den nedre del af Mausing Møllebæk, og Hinge Sø er derfor en gennemstrømningssø med kort opholdstid.

Søen har en længde på ca. 2,5 km og en største bredde på godt 0,5 km i den vestlige ende. I marts 1992 er der foretaget fornyet opmåling af søen. Denne opmåling er foretaget ved kote 25,37 m o. DNN og har resulteret i et mere detaljeret dybdekort end tidligere, se dybdekortet bilag 1, samt i mindre justeringer af de morfometriske data i forhold til tidligere, tabel 1.

Areal	914.038 m ²
Volumen	1.125.033 m ³
Største dybde	2,6 m
Middeldybde	1,23 m
Omkreds	6.000 m
Arealindeks	131,2 ha
Dybdeindeks	1,88 m

Tabel 1. Morfometriske data for Hinge Sø baseret på opmålingen i 1992 og gældende ved vandspejlskote 25,37 m o. DNN.

Hypsografen og volumenkurven er vist i figur 1.



Figur 1. Hypsograf og volumenkurve for Hinge Sø udarbejdet på grundlag af opmålingen i 1992.

2.2. Oplandsbeskrivelse

Hinge Sø har et topografisk opland på 53,8 km², hvis udstrækning i forhold til søen er vist på side 11. Hovedparten af oplandet består af dyrkede arealer, og der findes kun lidt skov. Bilag 1 indeholder en oversigt over arealfordelingen og arealudnyttelsen i oplandet. Oplandet er et moræneområde, fortrinsvis med næringsrig sandblandet lerjord og lerblandet sandjord.

41,3 km² (77%) af det samlede opland på 53,8 km² afvandes af de tre største tilløb, Mausling Møllebæk, Haurbæk og Skjellegrøften, og oplandene til disse tre vandløb er i det følgende benævnt som de målte oplande. De resterende 12,5 km² (23% af det samlede opland) afvandes gennem mindre tilløb og gennem diffus udsivning, og dette areal er i det følgende benævnt som det umålte opland.

2.3. Målsætning

Hinge Sø er i recipientkvalitetsplanen for Viborg Amt målsat som **B - sø med et naturligt, alsidigt plante- og dyreliv**. Denne målsætning indebærer, at menneskelige påvirkninger i form af udledninger af forurenende stoffer og næringsstoffer mv. ikke må være væsentlige.

Det kan i dag konstateres, selv uden detaljerede undersøgelser, at målsætningen ikke er opfyldt. Det skyldes først og fremmest stor tilførsel af næringsstoffer, primært fra de om-

kringliggende landbrugsområder mv., hvilket resulterer i årligt tilbagevendende masseopblomstringer af planteplankton, uklart vand, næsten fuldstændig elimination af undervandsvegetationen og omfattende forandringer af søens fauna, ikke mindst fiskefaunaen. Hinge Sø er således en stærkt kulturpåvirket sø.



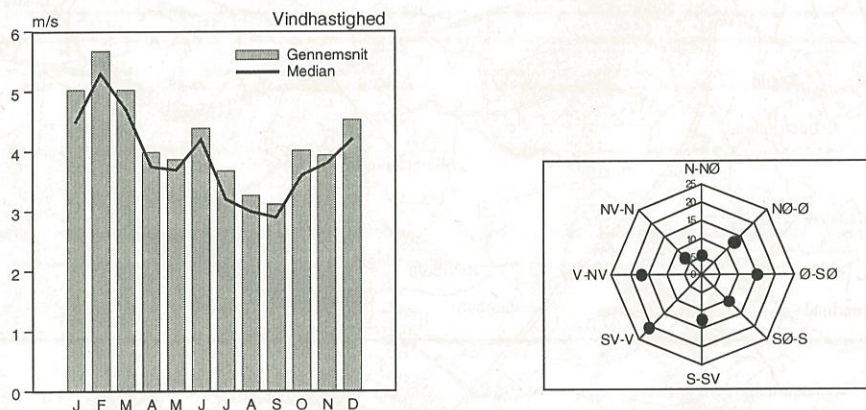
Beliggenheden af og topografisk opland til Hinge Sø.

3. Vindforhold, vand- og stofbalance

3.1. Vind

Vindforholdene er beskrevet ved målestation 6069 Foulum, hvorfra der foreligger time-målinger af vindretning og -styrke.

Den gennemsnitlige vindstyrke var på 4,2 m/s, og største vindstyrke på 17,70 m/s blev målt i januar, da vinden kom fra sydvestlig retning. Perioden januar-marts havde årets højeste middelvindstyrke fra sydvestlige retninger, men også i juni og december var der forholdsvis høje middelvindstyrker, jf. figur 2, men her fra henholdsvis sydvestlige og sydøstlige retninger. Figur 2 viser også frekvensfordelingen af de målte vindretninger. For året som helhed dominerede vindretninger omkring sydvest og nordøst og den gennemsnitlige vindretning var syd.

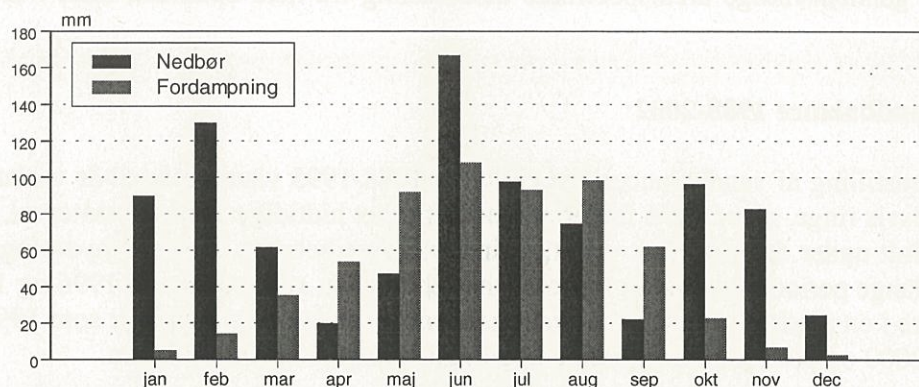


Figur 2. Oversigt over middelvindhastigheden i de enkelte måneder i 2002 og frekvensfordelingen af vindhastigheder i 2002. Målt ved Foulum.

Med sydvestlige og nordøstlige vinde som de fremherskende, efterfulgt af vestlige og østlige vinde, var Hinge Sø i en stor del af tiden udsat for vindpåvirkninger fra retninger, hvor der i forhold til søens vandspejl er et stort frit stræk, hvilket giver den største turbulens. Til gengæld var vindhastighederne moderate, idet ca. 80% af samtlige vindmålinger viste hastigheder mindre end 6 m/s.

3.2. Nedbør og fordampning 2002

Der foreligger daglige nedbørs- og fordampningsdata for 2002 fra DMI. Figur 3 indeholder en oversigt over nedbørens og fordampningens variation i 2002.



Figur 3. Oversigt over nedbørens og fordampningens variation i 2002.

Den samlede mængde nedbør i 2002 er målt til 915 mm og fordampningen til 595 mm, svarende til et nedbørsoverskud på 320 mm.

3.3. Vandbalance 2002

Ud fra vandføringsdata i tilløb og afløb samt nedbørs- og fordampningsdata er der opstillet en specificeret vandbalance for Hinge Sø i 2002, se tabel 2. Bilag 4 viser de månedlige vandbalancer.

Kilde	10 ⁶ m ³ /år	Procent af samlet tilførsel
Mausing Møllebæk	16,284	54,86
Haurbæk	3,627	12,22
Skjellegrøften	3,421	11,52
Umålt opland	7,062	23,79
Grundvand	-1,545	-5,20
Nedbør	0,836	2,82
Samlet tilførsel	29,685	100
Afløb	29,183	98,31
Fordampning	0,544	1,83
Volumenændring	-0,042	-0,14
Balancesum	29,685	100

Tabel 2. Vandbalance for Hinge Sø i 2002.

Mausing Møllebæk og Haurbæk, der begge løber til i søens vestende, bidrager med i alt ca. 67% af den samlede vandtilførsel.

Det umålte opland bidrager med ca. 24% af den samlede tilførsel. De resterende ca. 9% af vandtilførslen er fordelt på Skjellegrøften og nedbøren (se bilag 2.2. angående beregning af afstrømning fra det umålte opland og beregningen af grundvandsstilstrømningen).

Det bemærkes, at opsplitningen i det direkte grundvandsbidrag og bidraget fra det umålte opland er noget usikker, idet den arealspecifikke afstrømning fra det umålte opland ikke er kendt.

I tabel 2 er vandtilførslen fra det umålte opland beregnet under anvendelse af den arealvægtede gennemsnitsafstrømning fra de tre målte oplande, jf. tabel 10, der i øvrigt svarer

til den gennemsnitlige arealspecifikke afstrømning fra hele oplandet, målt i afløbet fra søen.

3.4. Vandbalance 1988-2002

Sammenstilling af vandbalancen for perioden 1988-1995 viser, at år-til-år variationen er forholdsvis ringe, mens 1996 falder helt uden for det hidtidige variationsinterval, og 1997 ligger lidt under det hidtidige variationsinterval. Det betyder, at søens hydrologiske forhold i lange perioder har været forholdsvis stabile, men at tørre år som 1996 og 1997 kan resultere i en markant reduktion af vandgennemstrømningen, og våde år som 1994, 1998, 1999, 2000 og 2002 kan resultere i en øgning i vandgennemstrømningen.

Fælles for alle årene er, at grundvandsbidraget er af ringe størrelse og derfor har begrænset indflydelse på både vandbalance og næringsstofftilførsel.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Samlet målt/beregnet tilførsel	28,5	21,9	25,4	21,6	22,9	21,8	29,0	24,8
Grundvandsbidrag	0,3	0,6	0,1	0,9	0	1,8*	0,6	0,3
Samlet tilførsel	28,8	22,5	25,5	22,5	22,9	23,6	29,6	25,1
Samlet fraførsel	28,8	22,5	25,5	22,5	22,9	23,4	29,5	25,5
Volumenændring**						0,2	0,1	-0,4
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Samlet målt/beregnet tilførsel	17,0	20,0	25,9	28,7	29,4	24,4	31,2	
Grundvandsbidrag	0,8	0,8	-0,05	-0,08	-0,96	-1,07	-1,55	
Samlet tilførsel	17,8	20,8	25,8	28,6	28,4	23,3	29,7	
Samlet fraførsel	17,8	20,7	25,7	28,4	28,6	23,3	29,2	
Volumenændring**	<0,1	0,1	0,1	0,2	-0,2	<0,1	0,5	

Tabel 3. Oversigt over vandbalancen for Hinge Sø i årene 1988-2002; alle værdier er i mill. kubikmeter. *: Det bemærkes, at grundvandsbidraget i 1993 er større end i de forudgående år, fordi der ved beregningen af bidraget fra det umålte opland er anvendt et samlet oplandsareal på 53,8 km² mod 54,9 km² i de forudgående år. **: Ved beregning af vandbalancen for 1993-2002 er der taget højde for volumenændringer i søen.

Ser man nøjere på vandtilførslen fra de enkelte kilder, kan det konstateres, at vandtilførslerne fra Mausing Møllebæk og Haurbæk udgør en forholdsvis stabil procentdel af den samlede vandtilførsel, mens Skjellegrøften er mere påvirkelig af nedbørsforholdene. I 1996 og 1997 har den således kun bidraget med ca. 3% af den samlede vandtilførsel, mens bidraget i 1995, 1998, 1999, 2000 og 2002 udgjorde ca. 10%. I 2001, hvor nedbøren var mindre end i de foregående år, var bidraget fra Skjellegrøften ca. 8%.

3.5. Hydraulisk middellopholdstid 2002

Vandets hydrauliske middellopholdstid kan som gennemsnit for hele 2002 beregnes til ca. 16 døgn, mens sommergennemsnittet kan beregnes til ca. 20 døgn og vintergennemsnittet til ca. 14 døgn. Tabel 4 indeholder en oversigt over den beregnede opholdstid i de enkelte måneder i 2002.

Måned	Afstrømning (m ³ /md x 10 ⁶)	Opholdstid (døgn)
Januar	3,415	10
Februar	4,869	6
Marts	4,349	8
April	1,784	19
Maj	1,627	21
Juni	2,146	16
Juli	2,132	16
August	1,585	21
September	1,326	25
Oktober	1,688	20
November	2,194	15
December	2,068	16
Årsgennemsnit	2,432±1,148	16±6
Sommergennemsnit	1,763±0,362	20±4
Vintergennemsnit	2,910±1,300	14±5

Tabel 4. Oversigt over variationen af vandets opholdstid i Hinge Sø i de enkelte måneder i 2002, beregnet på grundlag af den månedlige afstrømning. Til sammenligning er vist den samlede afstrømning fra søen i de enkelte måneder, se også bilag 3.

I 2002 har afstrømningen været størst i januar-marts, i juni-juli og i november og december med en månedsmiddelopholdstid på 6-16 døgn, mens afstrømningen har været mindst i perioderne april-maj og august-oktober med en månedsmiddelopholdstid på 19-25 døgn.

3.6. Hydraulisk middelopholdstid 1988-2002

I tabel 5 er vist variationen af den hydrauliske middelopholdstid i perioden 1988-2002. På baggrund af de korte opholdstider kan Hinge Sø karakteriseres som en gennemstrømningsø.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Årsgennemsnit	12	18	16	18	18	17	14	19
Sommergennemsnit (maj-sept.)	21	24	24	24	26	26	24	25
Vintergennemsnit (dec.-marts)	-	14	11	15	14	12	8	9
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Årsgennemsnit	24	22	18	17	17	19	16	
Sommergennemsnit (maj-sept.)	29	24	25	23	23	24	20	
Vintergennemsnit (dec.-marts)	22	20	13	12	12	15	14	

Tabel 5. Oversigt over den hydrauliske opholdstid (døgn) i Hinge Sø i årene 1988-2002 angivet som årsgennemsnit, sommergennemsnit og vintergennemsnit.

3.7. Afstrømningshøjde og volumenændring

Afstrømningshøjden er for 2002 beregnet til 31,93 meter.

Daglige værdier for vandspejlskoten i søen er lagret i Viborg Amts database. Middelvandspejlskoten har i 2002 været 25,4 m o. DNN, hvilket er stort set den samme som søens standardvandspejlskote, der er 25,37 m o. DNN.

Tabel 6 indeholder en oversigt over vandspejlskoter ved hver måneds begyndelse og slutning samt månedlige volumenændringer i søen. Samtlige værdier er minimumsværdier, idet der ved volumenberegningerne ikke er taget højde for arealændringer som følge af vandspejlsændringerne. Værdierne er tilmed månedsnettoværdier, der ikke tager højde for højere og lavere værdier i løbet af de enkelte måneder.

Vandspejlskoten i søen var lidt højere ved årets begyndelse end ved årets slutning, og det svarer til en volumenforskel på 0,042 mill. m³, svarende til ca. 3,7 % af søens volumen. Den maksimale månedlige volumenændring har været på 0,54 mill. m³ (i marts), svarende til ca. 48% af søens volumen ved standardvandspejlskoten.

Måned	Vandspejlskote (m.o. DNN)		Δ volumen (m ³)
	Primo	Ultimo	
Januar	25,38	25,77	354.647
Februar	25,77	25,96	181.894
Marts	25,96	25,37	-540.196
April	25,37	25,34	-27.421
Maj	25,34	25,31	-27.421
Juni	25,31	25,34	28.335
Juli	25,34	25,28	-56.670
August	25,28	25,26	-17.367
September	25,26	25,25	-9.140
Oktober	25,25	25,36	95.974
November	25,36	25,53	157.215
December	25,53	25,33	-181.894
Året	25,38	25,33	42.046

Tabel 6. Oversigt over vandspejlskoter ved måneds begyndelse og slutning i Hinge Sø i 2002 samt de deraf følgende ændringer af vandvolumenet i søen.

3.8. Stofbelastning 2002

3.8.1. Kvælstof og fosfor

Tabel 7 indeholder massebalancer for kvælstof og fosfor i 2002, opstillet på grundlag af de månedlige massebalancer, se bilag 5.

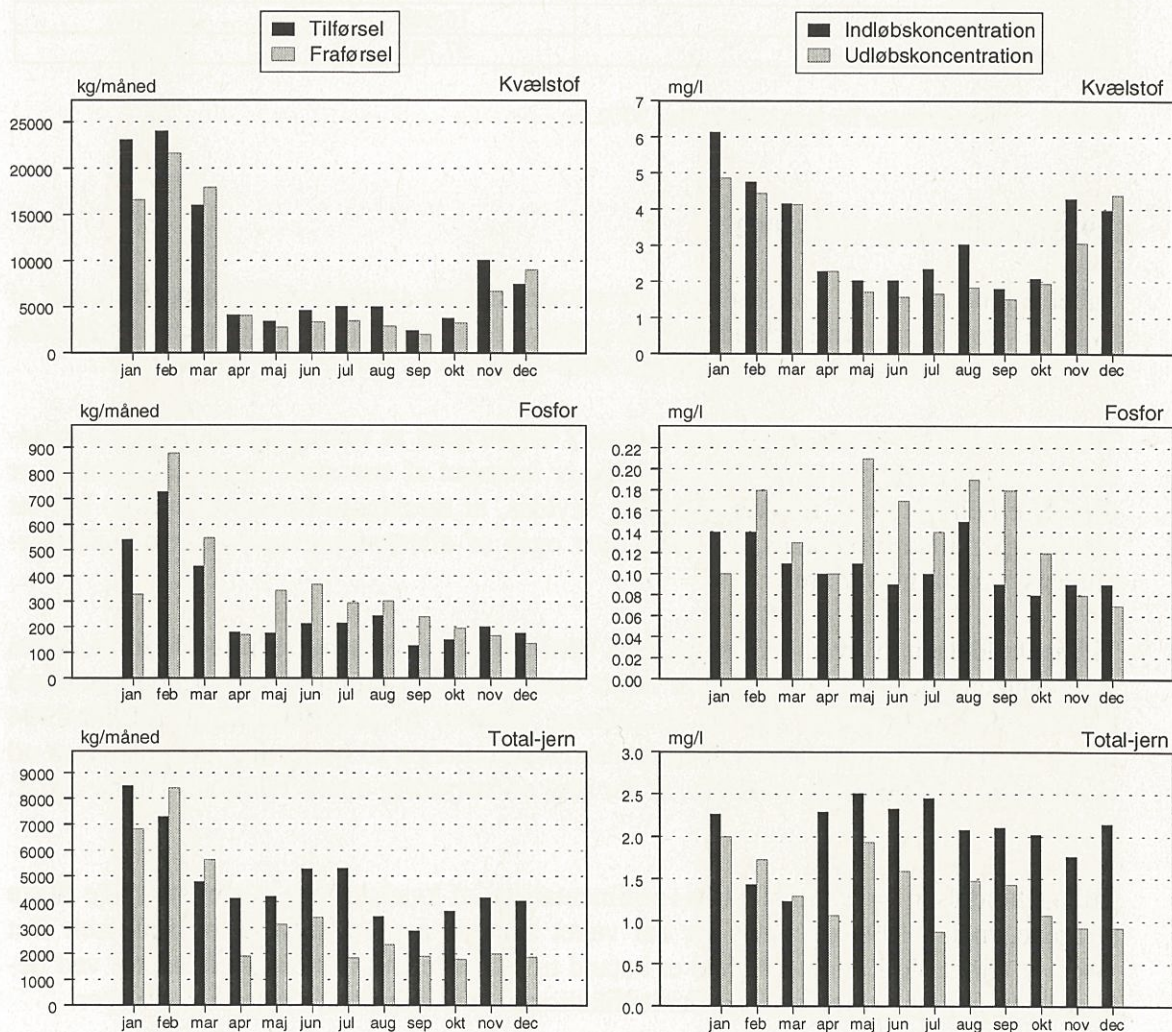
Kilde	Kvælstof (t/år)	Fosfor (t/år)
Mausing Møllebæk	61,119 (55,86%)	1,776 (52,12%)
Haurbæk	10,093 (9,22%)	0,492 (14,45%)
Skjellegrøften	18,571 (16,97%)	0,508 (14,90%)
Umålt opland	26,125 (23,88%)	0,599 (17,59%)
Atmosfæren	1,371 (1,25%)	0,009 (0,27%)
Grundvand	-8,905 (-8,14%)	0,218 (-6,39%)
Samlet tilførsel	109,423 (100%)	3,407 (100%)
Afløb	94,062 (85,96%)	3,973 (116,63%)
Magasinændring	0,999 (0,91%)	0,015 (0,44%)
Tilbageholdelse		-0,582 (-17,07%)
Tilbageholdelse + denitrifikation	14,361 (13,13%)	
Balancesum	109,423 (100%)	3,407 (100%)

Tabel 7. Massebalancer for kvælstof og fosfor i Hinge Sø i 2002.

Den månedlige transport af total-kvælstof, total-fosfor og ortofosfat i tilløbene og i afløbet er indeholdt i Viborg Amts database. Figur 4 viser variationen af den samlede månedlige tilførsel og fraførsel af henholdsvis total-kvælstof, total-fosfor og total-jern i Hinge Sø i 2002.

For både kvælstof og fosfor gælder det, at størstedelen af den samlede tilførsel fandt sted først og sidst på året, hvilket ikke helt er i overensstemmelse med nedbørsforløbet, der varierede en del gennem året.

For året som helhed har transporten af kvælstof ud af søen været mindre end transporten ind i søen som følge af især denitrifikation, der sammen med ophobning i sedimentet udgør ca. 13%. I 2002 har der været en transport af fosfor ud af søen på ca. 17%.



Figur 4. Variationen af den månedlige tilførsel og fraførsel af kvælstof, af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) af kvælstof, variationen af den månedlige tilførsel og fraførsel af fosfor, af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) af fosfor, variationen af den månedlige tilførsel og fraførsel af jern, af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) af jern i Hinge Sø i 2002.

3.8.2. Jern

Den samlede tilførsel af total-jern er for 2002 opgjort til 57,8 tons, og den samlede fraførsel er opgjort til ca. 41,2 tons, hvilket har betydet en ophobning af jern på ca. 16,6 tons. I de fleste af årets måneder skete der en betydelig sedimentation af jern i søen, undtagen i februar og marts, hvor der skete en fraførsel.

Kilde	Jern (t/år)	%
Mausing Møllebæk	32,939	(57,01%)
Haurbæk	9,615	(16,64%)
Skjellegrøften	3,390	(5,87%)
Umålt opland	13,905	(24,07%)
Grundvand	-2,068	(-3,58%)
Samlet tilførsel	57,781	(100%)
Afløb	41,178	(71,27%)
Magasinændring	0	(0%)
Tilbageholdelse	16,603	(28,73%)
Balancesum	57,781	(100%)

Tabel 8. Massebalance for jern i Hinge Sø i 2002.

3.9. Stofbelastning 1988-2002

Tabel 9 indeholder en oversigt over variationen af den samlede tilførsel og fraførsel af kvælstof, fosfor og jern i perioden 1988-2002, mens bilag 6 indeholder mere detaljerede oversigter over massebalancerne i årene 1988-2002.

Tilførslen af både kvælstof og fosfor synes i nogen grad at være proportional med vandtilstrømningen, således at stor tilstrømning er ledsaget af stor stoftransport. Forholdet er dog ikke helt entydigt, hvilket antagelig skyldes, at næringsstoftransporten ikke kun er afhængig af tilstrømningens størrelse, men også af afstrømningsmønsteret og afstrømningens fordeling over året.

Tilbageholdelsen af kvælstof i søen, incl. denitrifikation, er generelt ringe bedømt ud fra stofbalancen, men beregningerne er noget usikre bl.a. på grund af manglende kendskab til mængden af kvælstof, der fra atmosfæren fikseres af blågrønner, og i 1993-1994 tillige på grund af anvendelsen af søvandskoncentrationen til beregning af transporten ud af søen. Der er dog ingen tvivl om, at der sker en betydelig denitrifikation i Hinge Sø, jf. bilag 6.

Tilbageholdelsen (= denitrifikation+sedimentation) af kvælstof har fundet sted i de fleste af årene, men i 1994 og 1995 har der været balance mellem tilførsel og fraførsel. Det viser, at Hinge Sø i almindelighed er i stand til at fjerne en vis mængde kvælstof ved denitrifikation, men at størrelsen af denitrifikationen er mindre end i mange andre søer.

For fosfors vedkommende har der i perioder dels været år med tilbageholdelse og dels år med øget transport ud af søen som følge af frigivelse af fosfor fra sedimentet. Den stadi-ge vekslende mellem ophobning og frigivelse af fosfor tyder på, at søens kapacitet til at tilbageholde fosfor er meget ringe, og at små variationer i vejrforholdene, vandgennemstrømningen osv. kan få søen til at skifte fra tilbageholdelse til frigivelse.

Eftersom stofbelastningen i vid udstrækning er bestemt af vandtilstrømningen, og dermed af nedbøren, er der, ikke overraskende, ingen statistisk signifikant udviklingstendens for stofbelastningen, idet våde år veksler med tørre år.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Total-kvælstof							
Tilførsel (tons/år)	162	122	165	121	168	142	163,6
Fraførsel (tons/år)	145	82	135	104	136	115	161,8
Tilbageholdelse* (tons/år)	17 (10,5%)	40 (32,8%)	30 (18,2%)	17 (14,0%)	32 (19,0%)	27 (18,7%)	1,8 (1,1%)
Total-fosfor							
Tilførsel (tons/år)	4,5	2,5	3,7	2,8	2,6	2,5	3,2
Fraførsel (tons/år)	3,9	2,6	3	2,5	2,8	2,8	4,3
Tilbageholdelse (tons/år)	0,6 (13,3%)	-0,1 (4,0%)	0,7 (18,9%)	0,3 (10,7%)	-0,2 (7,7%)	-0,3 (10,5%)	-1,1 (34,8%)
Total-jern							
Tilførsel (tons/år)	53,0	54,1	53,0	40,0	52,5	51,6	57,4
Fraførsel (tons/år)	28,0	24,9	32,9	26,8	26,7	27**	46,5
Tilbageholdelse (tons/år)	25,0 (47%)	29,2 (54%)	20,1 (38%)	13,2 (33%)	25,8 (49%)	24,6**	10,9 (19,0%)
Vand							
Samlet tilførsel (mill. m ³ /år)	28,5	21,9	25,4	21,6	22,9	23,5	29,6
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total-kvælstof							
Tilførsel (tons/år)	121,3	75,9	88,9	142,1	130,3	116,0	78,3
Fraførsel (tons/år)	122,0	52,2	81,6	113,3	114,7	106,4	70,8
Tilbageholdelse* (tons/år)	-0,7 (0,6%)	20,5 (27,0%)	11,5 (13%)	26,0 (18%)	18,7 (14%)	7,4 (6%)	8,5 (11%)
Total-fosfor							
Tilførsel (tons/år)	2,4	2,3	1,9	3,0	3,4	3,1	2,8
Fraførsel (tons/år)	3,2	1,7	2,3	2,6	3,1	3,6	2,5
Tilbageholdelse (tons/år)	-0,8 (34,9%)	0,6 (27,8%)	-0,4 (21%)	0,4 (12%)	0,4 (10%)	-0,5 (14%)	0,3 (11%)
Total-jern							
Tilførsel (tons/år)	49,1	48,8	40,2	55,0	81,3	55,6	58,7
Fraførsel (tons/år)	32,0	11,4	16,8	45,0	35,1	57,2	33,5
Tilbageholdelse (tons/år)	9,1 (17,1%)	37,4 (76,6%)	23,4 (58%)	9,9 (18%)	46,2 (57%)	-1,7 (3%)	25,2 (43%)
Vand							
Samlet tilførsel (mill. m ³ /år)	25,1	17,8	20,8	25,8	28,6	28,4	23,3
	2002						
Total-kvælstof							
Tilførsel (tons/år)	109,4						
Fraførsel (tons/år)	94,1						
Tilbageholdelse* (tons/år)	14,4 (13,1%)						
Total-fosfor							
Tilførsel (tons/år)	3,4						
Fraførsel (tons/år)	4,0						
Tilbageholdelse (tons/år)	-0,6 (17,1%)						
Total-jern							
Tilførsel (tons/år)	57,8						
Fraførsel (tons/år)	41,2						
Tilbageholdelse (tons/år)	16,6 (28,7%)						
Vand							
Samlet tilførsel (mill. m ³ /år)	29,7						

Tabel 9. Oversigt over den samlede tilførsel, fraførsel og tilbageholdelse af kvælstof, fosfor og jern til Hinge Sø i perioden 1988-2002. Til sammenligning er vist den samlede vandtilførsel.
*:Tilbageholdelse = tilbageholdelse + denitrifikation. **: Skønnet værdi.

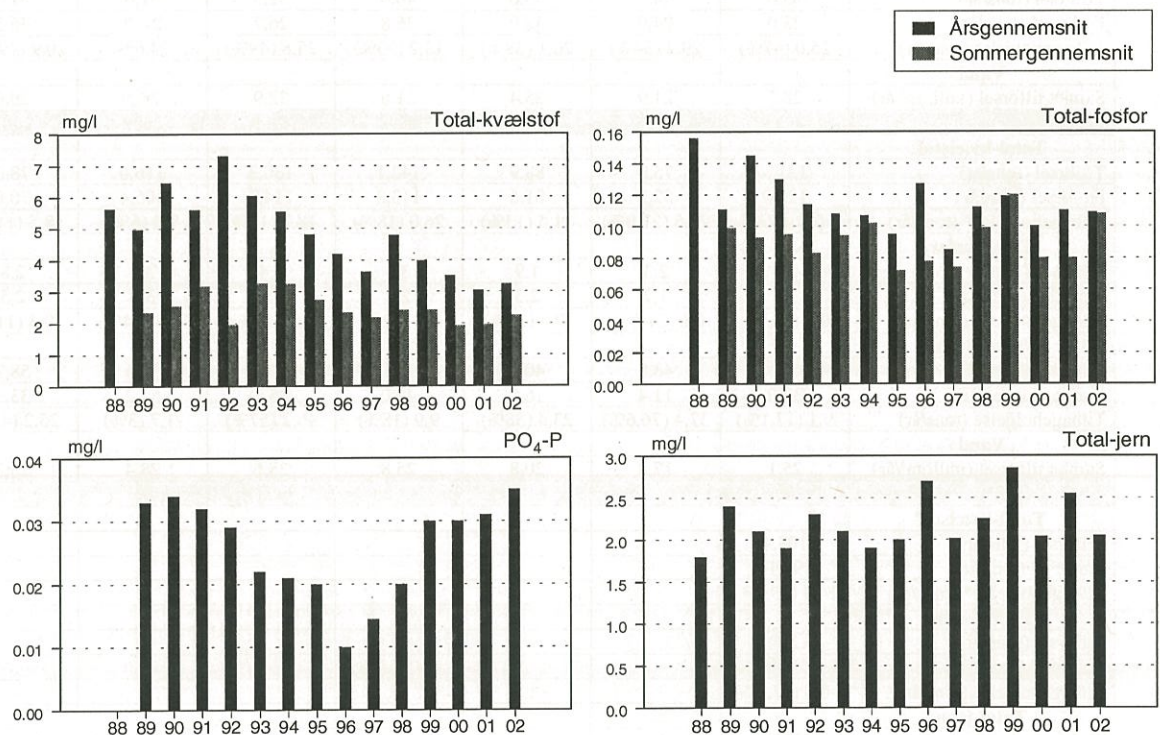
3.10. Indløbskoncentration i perioden 1988-2002

Til belysning af udviklingen af stofbelastningen er der for hvert år i perioden 1988-2002 beregnet vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af kvælstof, fosfor og jern, se figur 5. Værdierne er vist i bilag 7.

For kvælstofs vedkommende er der for perioden som helhed en signifikant faldende tendens (99% signifikansniveau) på årsmiddelværdierne, men ingen signifikant tendens på sommermiddelværdierne.

For total-fosfors vedkommende er der en signifikant faldende tendens (95% signifikansniveau) på årsmiddelværdierne, men ingen signifikant tendens på sommermiddelværdierne.

For jerns vedkommende er der en signifikant faldende tendens (95% signifikansniveau) på årsmiddelværdierne af indløbskoncentrationen.



Figur 5. Oversigt over variationen af den vandføringsvægtede indløbskoncentration af total-kvælstof og total-fosfor (års- og sommergennemsnit) samt ortofosfat og jern (årgennemsnit) i perioden 1988-2002 i Hinge Sø.

3.11. Næringsstofbelastning og oplandsudnyttelse

Ud fra den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor fra de målte oplande, jf. tabel 7, kan den gennemsnitlige arealspecifikke afstrømning fra oplandet beregnes til 21,544 kg total-kvælstof/ha/år og 0,627 kg total-fosfor/ha/år. Både kvælstof- og fosforværdierne ligger over arealkoefficienterne for landbrug og punktkilder i 2001, der var henholdsvis 16,6 kg N/ha/år og 0,50 kg P/ha/år, jf. Bøgestrand (2002).

Tabel 10 viser den arealspecifikke næringsstof- og vandafstrømning fra de tre målte oplande - Mausing Møllebæk, Haurbæk og Skjellegrøften - til Hinge Sø i 2002.

Opland	Areal ha	Total-kvælstof		Total fosfor		Vand l/s/ha
		kg/ha/år	mg/l	kg/ha/år	mg/l	
Mausing Møllebæk	2.760	22,14	3,753	0,643	0,109	0,187
Haurbæk	310	32,56	2,783	1,588	0,136	0,371
Skjellegrøften	1.060	17,52	5,429	0,479	0,148	0,102
Arealvægtet gennemsnit		21,74				0,179
Vandføringsvgt. gennemsnit			3,848	0,672	0,119	

Tabel 10. Oversigt over den arealspecifikke afstrømning af næringsstoffer samt den gennemsnitlige næringsstofkoncentration i vandet fra oplandene til de tre største tilløb til Hinge Sø beregnet på grundlag af den målte/beregnete stoftransport i 2002 samt de topografiske oplandsarealer.

De arealspecifikke næringsstofværdier er så forskellige, at der kan være grund til at antage, at de topografiske oplande ikke svarer til afstrømningsoplandene. Det har især været Skjellegrøften og Haurbæk, der har ligget langt fra gennemsnittet. Problemstillingen har været underkastet en nøjere vurdering (Viborg Amt, 1996), hvilket har sandsynliggjort, at afstrømningsoplandet til Skjellegrøften kun er 626 ha, mens oplandet til Haurbæk er 620 ha.

De vandføringsvægtede koncentrationer for kvælstof (3,25 mg total-N/l) er lavere end gennemsnittet (5,34 mg total-N/l (Bøgestrand, 2002)) for landbrug og punktkilder i 2001, og det samme er fosfor (0,109 mg total-P/l) lidt lavere end gennemsnittet (0,16 mg total-P/l (Bøgestrand, 2002)) for landbrug og punktkilder i 2001.

4. Kilder til stoftilførsel

Der er for 2002 foretaget en kildeopsplitning for oplandet til Hinge Sø, se tabel 11.

	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Åbent land incl. spredte bebyggelser	107.924 (98,6%)	3.366,1 (98,8%)
Heraf naturbidrag* og	38.945 (35,6%)	1.586,7 (46,6%)
Spredte bebyggelser og	922 (0,8%)	209,1 (6,1%)
dyrkningsbidrag	68.057 (62,2%)	1.570,3 (46,1%)
Punktkilder	128 (0,1%)	31,7 (0,9%)
Dambrug	0	0
Atmosfærisk nedfald	1.371 (1,3%)	9,1 (0,3%)
Samlet tilførsel	109.423 (100%)	3.406,9

Tabel 11. Kildeopsplitning for Hinge Sø 2002. *) naturbidraget er beregnet under anvendelse af værdier fra DMU: 1,35 mg/l total-kvælstof og 0,055 mg/l total-fosfor.

Det bemærkes, at dyrkningsbidraget+bidraget fra spredte bebyggelser svarer til ca. 2,39 mg N/l i det indstrømmende vand, hvilket er væsentligt lavere end gennemsnittet af de vandføringsvægtede årsmiddelværdier (5,34 mg/l) for landbrug og punktkilder i 2001, jf. Bøgestrand (2002).

For fosfors vedkommende svarer dyrkningsbidraget+bidraget fra spredte bebyggelser til ca. 0,062 mg P/l i det indstrømmende vand, hvilket er væsentligt lavere end gennemsnittet af de vandføringsvægtede årsmiddelværdier (0,16 mg/l) for landbrug og punktkilder i 2001, jf. Bøgestrand (2002).

Ved øget afstrømning sker der som regel også en stigning i både kvælstof- og fosforkoncentrationerne, og sideløbende med en øget fosfortransport sker en øget jerntransport; men i 2002 havde dyrkningsbidraget+bidraget fra spredte bebyggelser af fosfor en lavere indløbskoncentration end i 2001, til trods for at afstrømningen var meget større.

Øget fosfortransport ved høj vandføring kan antagelig i nogen grad tilskrives overfladeafstrømning. Den store jerntransport og den synlige okkerbelastning, især i Mausing Møllebæk, er tydelige indikatorer for et højt jernindhold i oplandsarealernes jorder, og det er nærliggende at antage, at betydelige mængder fosfor kan være bundet til eller knyttet til forekomsterne af jern.

Ifølge statusrapporten for 1996 (Viborg Amt, 1997) adskiller oplandet til Hinge Sø sig antagelig væsentligt fra gennemsnittet af oplande i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, og det er derfor efter alt at dømme ikke muligt at beskrive naturbidragene af kvælstof og fosfor ud fra erfaringstallene fra oplandene i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Kildeopsplitningen i tabel 11 skal derfor tages med forbehold.

5. De frie vandmasser – fysiske og kemiske forhold

Bilag 8 indeholder en oversigt over de målte variabler i 2002, mens bilag 9 indeholder en oversigt over beregnede måneds-, års- og sommermiddelværdier af de målte variabler i perioden 1989-2002.

5.1. Status 2002 og udvikling 1989-2002

Variationen af de vandkemiske variabler for 2002 er vist i figur 6, og variationen af de vandkemiske variabler for perioden 1989-2002 er vist i figur 7 og 8.

5.1.1. Sigtdybde, suspenderet stof, klorofyl-a og vindforhold

Sigtdybden er stort set helt styret af vandets indhold af suspenderet stof bestående af både levende planteplankton og døde partikler (detritus mv.). Mængden af suspenderet stof er generelt høj og korreleret til opblomstringen af planteplankton i størstedelen af perioden, jf. figur 9 og 10 i afsnit 8, men det er til stadighed kun en mindre del af den samlede mængde suspenderet stof, der er levende alger, og hovedparten er døde alger, ophvirvlet slam fra bunden samt tilførsler via afstrømningshændelser. Der er en nogenlunde god korrelationen mellem både sigtdybde, suspenderet stof, klorofyl-a og planteplankton i 2002. Stigninger i vindstyrken, der er størst i årets første måneder samt i juni og december, afspejles ikke direkte i koncentrationerne af suspenderet stof.

Der er en signifikant stigende tendens af sigtdybdens års- og sommermiddelværdier, henholdsvis 95% og 90% signifikansniveau, og samtidig en signifikant faldende tendens af årsmiddelværdierne af klorofyl-a, men ingen udviklingstendenser i koncentrationen af suspenderet stof.

5.1.2. Kvælstof

Koncentrationerne af kvælstof er i almindelighed meget høj i årets første og sidste måneder, hvor tilstrømningen fra oplandet er størst, og lave i sommermånederne, hvor tilstrømningen er mindst, samtidig med, at betydelige mængder kvælstof denitrificeres. I 2002 var variationsmønsteret som for de fleste af de tidligere år.

Der er en signifikant faldende tendens af årsmiddelværdierne (99% signifikansniveau) og sommermiddelværdierne (95% signifikansniveau) af total-kvælstof. For $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ er der en signifikant faldende tendens af årsmiddelværdierne (95% signifikansniveau) og sommermiddelværdierne (90% signifikansniveau) og for $\text{NH}_3+\text{NH}_4\text{-N}$ er der en faldende tendens (90% signifikansniveau) af sommermiddelværdierne.

5.1.3. Fosfor

I 2002 var koncentrationerne af total-fosfor som i de tidligere år lavest i vintermånederne og højest i sommermånederne. Dette variationsmønster skyldes dels en betydelig frigivelse af fosfor fra søbunden i sommerperioden og dels en ophobning af partikelbundet fosfor i vandfasen, jf. udviklingen af suspenderet stof.

Der er ikke signifikante udviklingstendenser i total-fosfor koncentrationerne, men der er en signifikant faldende tendens (99% signifikansniveau) af sommermiddelværdierne af orthofosfat.

5.1.4. pH og alkalinitet

Søvandets pH-værdier har i perioden (1989-2002) varieret indenfor intervallet 6,5-9,5 med de højeste værdier i forbindelse med planteplanktonets forårs- og sommermaksima og de laveste værdier i forbindelse med stor vandtilstrømning i vinterhalvåret.

Der er ingen udviklingstendenser af pH gennem perioden.

Alkaliniteten har i perioden 1989-2002 varieret indenfor intervallet 0,95-2,5 mmol/l med de højeste værdier i sommerperioden de fleste af årene, således også i 2002.

Der er ingen udviklingstendenser af alkaliniteten gennem perioden.

5.1.5. Silicium

Vandets indhold af opløst silicium varierer i nogen grad med koncentrationen af kiselalger. Således falder vandets indhold af silicium under opbygning af kiselalgebiomasse og stiger igen ved faldende kiselalgebiomasser, hvor stigningen både skyldes manglende indbygning i kiselalgebiomasse og øgede frigivelser fra bunden under nedbrydning af sedimenterede kiselalger.

Der er ingen udviklingstendenser af siliciumkoncentrationen gennem perioden.

5.1.6. Jern

Søvandets jernindhold er antagelig i et betydeligt omfang styret af tilstrømningerne af jern med tilløbene. Målingerne viser tilbagevendende høje koncentrationer i sommerperioderne, således også i 2002. De høje koncentrationer i sommerperioderne kan formodentlig relateres til iltsvindsbetinget opløsning af jern-fosfor-forbindelser i sedimentet og deraf følgende frigivelse af jern og fosfor til vandet. Høje koncentrationer i vintermånederne skyldes formodentlig primært tilstrømning af jern med tilløbene.

Der er en signifikant stigende tendens af årsmiddelværdien af søvandets jernindhold gennem perioden.

5.1.7. Udviklingstendenser sammenfattende

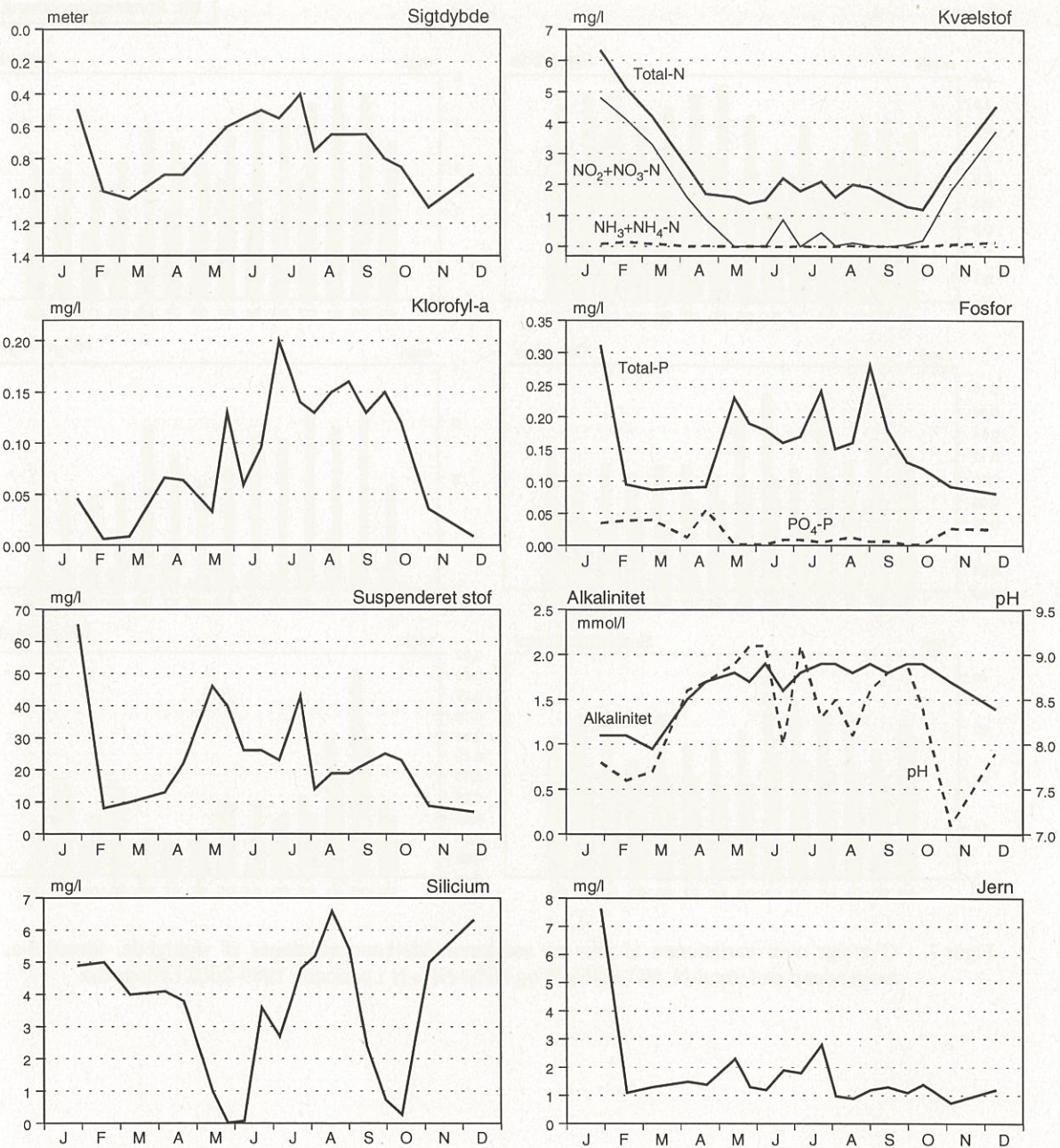
Sammenfattende kan det konstateres, at der er signifikant faldende tendens af koncentrationerne af total-kvælstof og $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ af både års- og sommermiddelværdierne, og der er en signifikant faldende tendens af sommermiddelværdien af $\text{NH}_3+\text{NH}_4\text{-N}$.

Der er ikke udviklingstendenser af koncentrationerne af total-fosfor, men for orthofosfat er der en signifikant faldende tendens af sommermiddelværdierne.

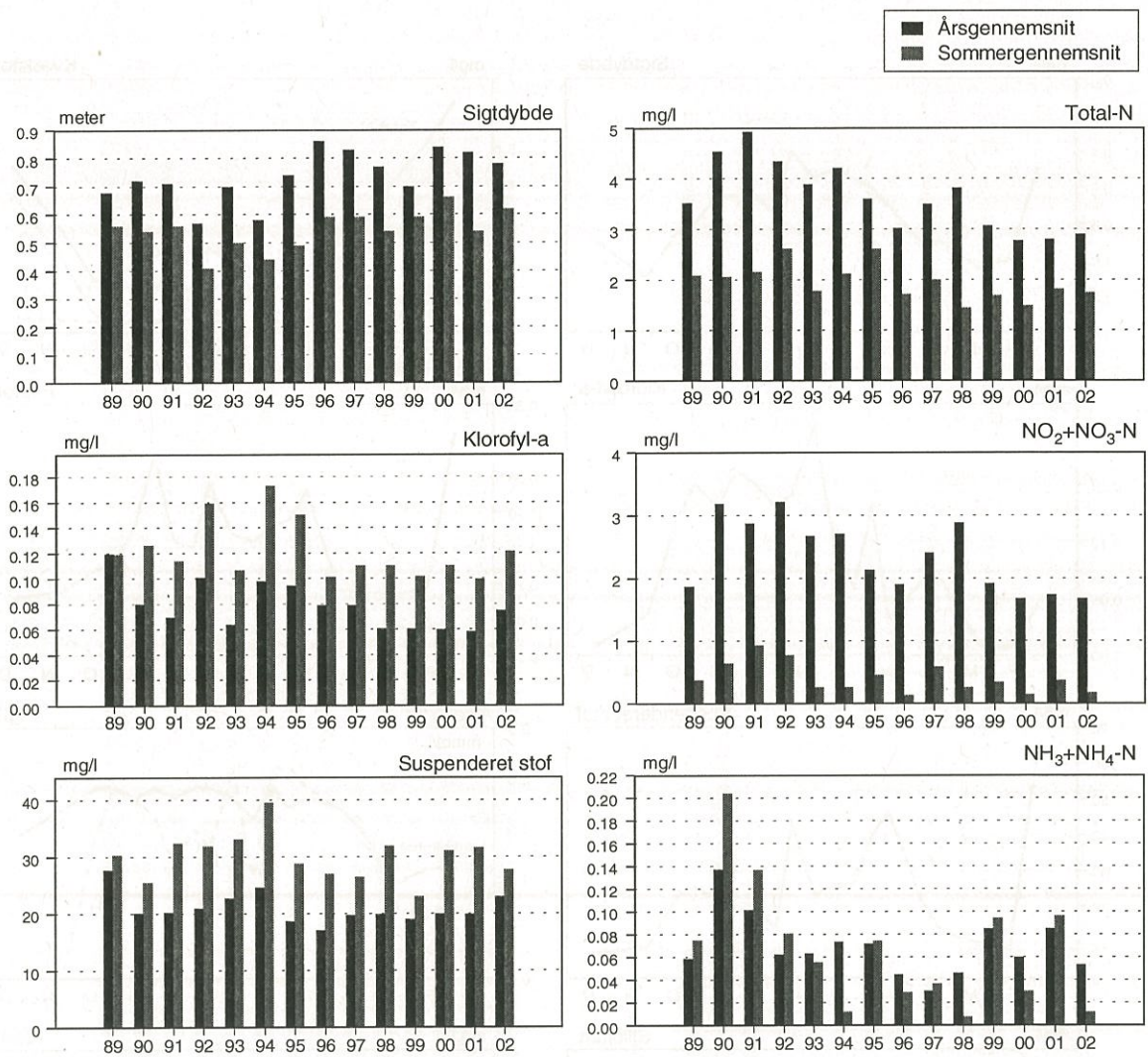
Der er en signifikant stigende tendens af årsmiddelværdierne af søvandets jernindhold.

Års- og sommermiddelværdierne af sigtddybden viser en signifikant stigende tendens og årsmiddelværdien af klorofyl-a viser en signifikant faldende tendens.

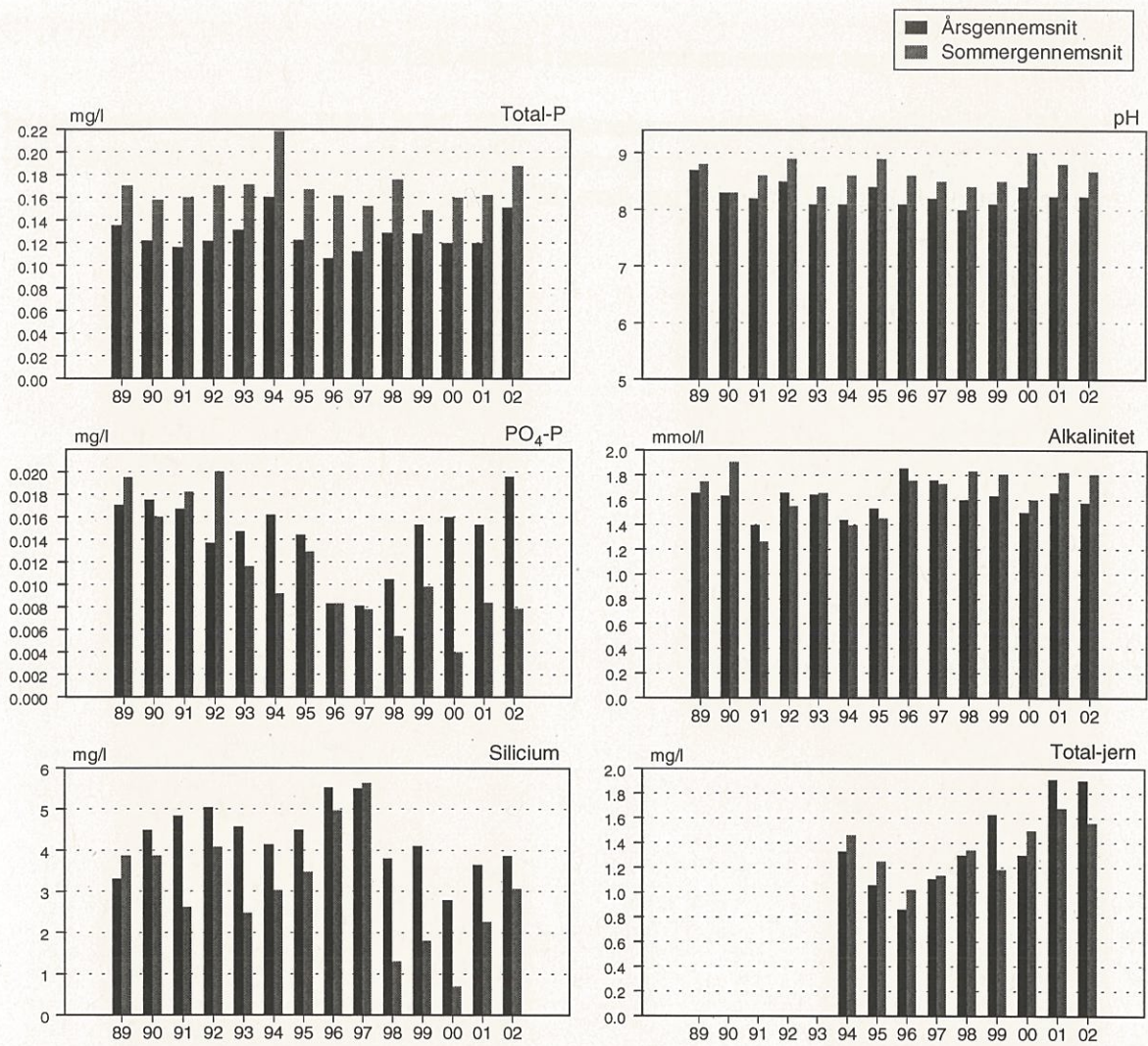
Ud fra ovennævnte udviklingstendenser er der måske en svag tendens til forbedring af miljøtilstanden i Hinge Sø.



Figur 6. Oversigt over variationen af sigtdybde, klorofyl-a, suspenderet stof, silicium, kvælstof, fosfor, pH, alkalinitet og jern i Hinge Sø i 2002.



Figur 7. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelkoncentrationer af sigtdybde, klorofyl-a, suspenderet stof, total-N, NO₂+NO₃-N og NH₃+NH₄-N i perioden 1989-2002 i Hinge Sø.



Figur 8. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelværdier af total-P, PO₄-P, silicium, pH, alkalinitet og total-jern i perioden 1989-2002 i Hinge Sø.

6. Sediment

Der er ikke foretaget sedimentundersøgelser i Hinge Sø i 2002.

Sedimentet i Hinge Sø er tidligere undersøgt i 1988, 1992, 1997 og 1999. Resultaterne af undersøgelserne fremgår af statusrapporterne for 1992 (Viborg Amt, 1993), 1997 (Viborg Amt, 1998) og for 1999 (Viborg Amt, 2000).

7. Miljøfremmede stoffer

Der er ikke undersøgt for miljøfremmede stoffer i Hinge Sø i 2002.

Der er undersøgt for miljøfremmede stoffer i 2001. Resultaterne af undersøgelserne fremgår af statusrapporten for 2001 (Viborg Amt, 2002).

Forekomsten af de miljøfremmede stoffer, der blev undersøgt i 2001, er i overensstemmelse med, at hovedparten af oplandet består af dyrkede arealer, og de hyppigste forekomster af stofferne er stort set i overensstemmelse med hyppigste forekomster af miljøfremmede stoffer i vandløb i landbrugsoplande. Tungmetallerne blev som i de øvrige 7 overvågningssøer, der indgik i undersøgelsen, generelt målt i lavere koncentrationer end i NOVA vandløbene (Jensen et al., 2002), og der blev ikke som i flere af de øvrige søer fundet kviksølv. Blandt de øvrige miljøfremmede stoffer var pesticiderne AMPA og BAM de hyppigst forekommende, som i de øvrige overvågningssøer.



Figur 7. Oversigt over miljøfremmede stoffer i Hinge Sø i 2001.

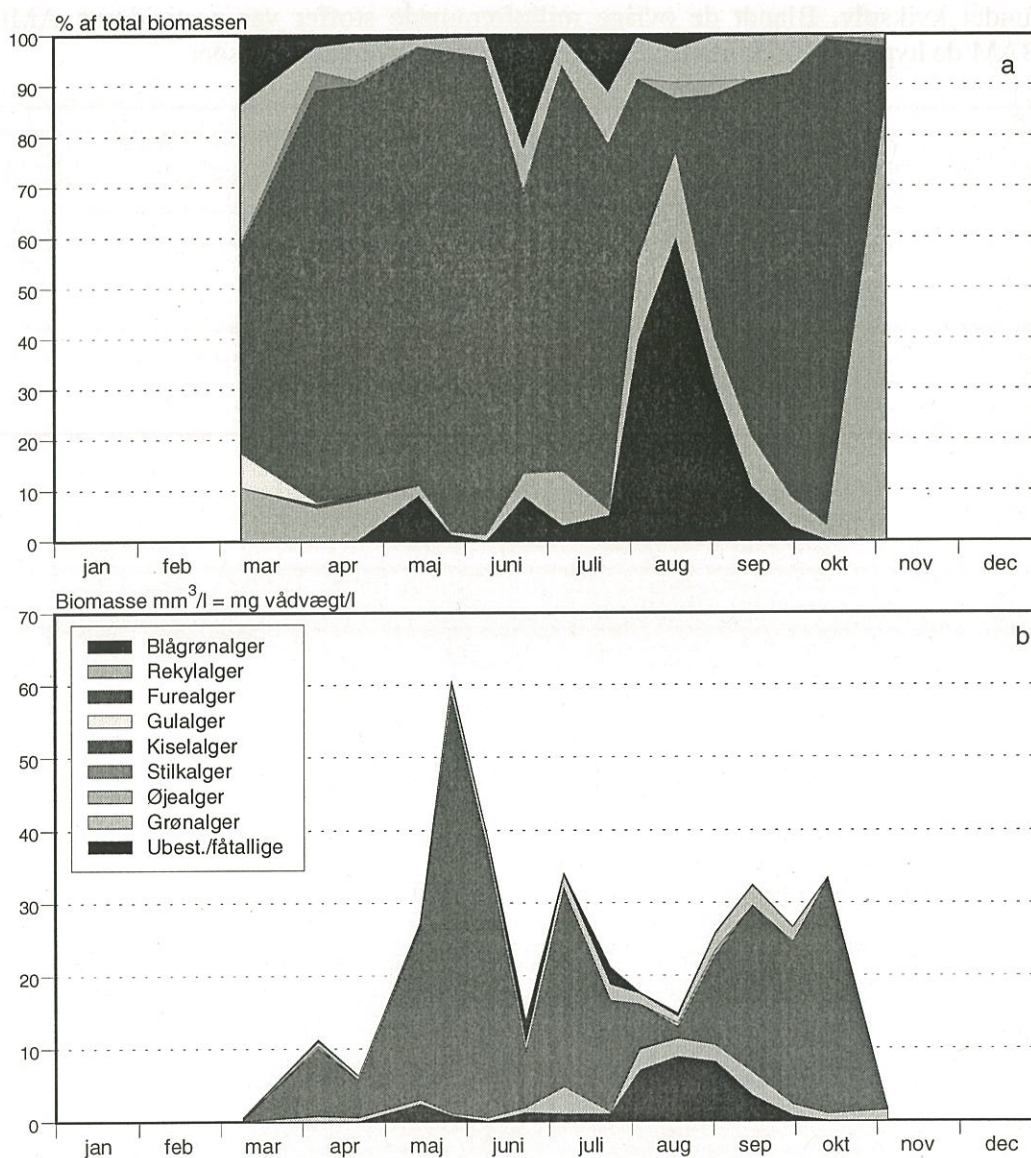
8. Plankton

Plante- og dyreplanktonet i Hinge Sø er i 2002 beskrevet på grundlag af 16 prøvetagnin-
ger. Resultaterne af plante- og dyreplanktonundersøgelserne er præsenteret i et særskilt
notat: Planktonundersøgelser i Hinge Sø, 2002 (Bio/consult, 2003).

8.1. Planteplankton i 2002

Der er i 2002 registreret i alt 181 arter/identifikationstyper, se bilag 10.1.

Planteplanktonbiomassens variation er vist i figur 9 og bilag 10.2 og 10.3.



Figur 9. Oversigt over planteplanktonbiomassens variation i Hinge Sø i 2002.

Kiselalgerne var i 2002 den dominerende algegruppe, idet de udgjorde 77% af det samlede planteplanktons middelbiomasse i hele perioden og 74% i sommerperioden. Kiselalgerne var domineret af trådformede og centriske arter, primært *Aulacoseira* spp., *Cyclotella* spp. og *Stephanodiscus* spp. Den tidvise dominans af trådformede arter, der i 2002 udgjorde større biomasser end i mange af de foregående år, fremfor dominans af små centriske arter, kan være betinget af turbulensforholdene i vandmasserne, hvor både afstrømningsforhold og vindforhold har betydning.

Den næstvigtigste gruppe, i biomasse-mæssig henseende, var blågrønalgerne, der udgjorde henholdsvis 9% og 11% i hele perioden og i sommerperioden. De vigtigste blågrønalger var de trådformede arter – lige trichomer af *Anabaena* spp., *Anabaena planctonica*, *Anabaena pertubata*, *Aphanizomenon klebahnii*, *Planktothrix agardhii* og *Limnothrix planctonica*. De trådformede arter er mindre følsomme overfor turbulens, end de kolonidannende arter.

Grønalgerne og rekyalgerne udgjorde hver især mellem 5% og 6% af den samlede gennemsnitlige biomasse både i hele perioden og i sommerperioden, mens de resterende grupper hver især udgjorde <2% af biomassen.

8.2. Planteplankton 1988-2002

8.2.1. Artssammensætning

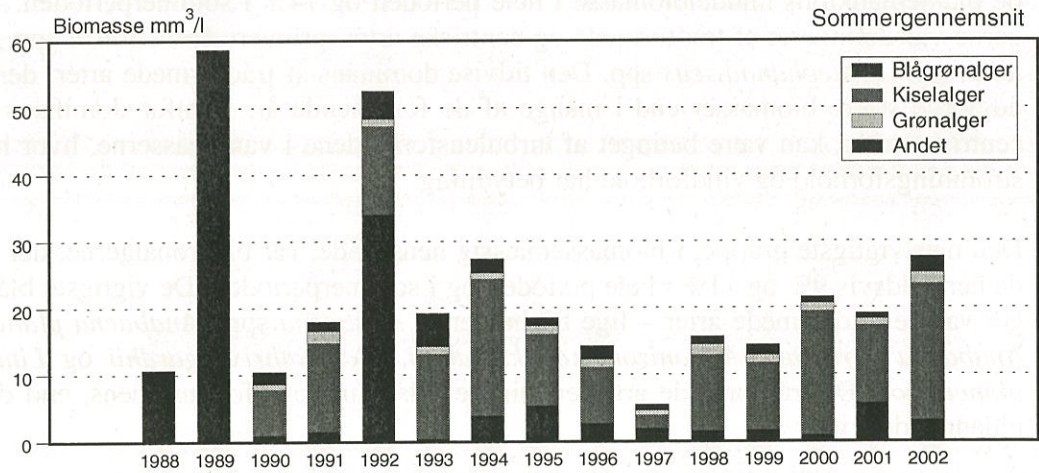
Et gennemgående træk ved planteplanktonet er den tilbagevendende forekomst af centriske kiselalger oftest med dominans af små arter tilhørende slægten *Cyclotella*. Kiselalgerne dominerer altid i forårsperioden, men de kan i sommerperioden, særligt i varme og solrige somre med ofte længerevarende stabile vejrforhold, blive afløst af blågrønalger; i somre med skiftende vejrforhold domineres planteplanktonet også i sommerperioden af kiselalger, hvor de trådformede *Aulacoseira*-arter bliver betydende.

8.2.2. Biomasse

Figur 10 og bilag 10.4 viser sommermiddelbiomasser af planteplankton for perioden 1988-2002.

Det er karakteristisk, at årene med de højeste sommermiddelbiomasser også er årene med masseopblomstring af blågrønalger, mens årene med de laveste sommermiddelbiomasser er årene med dominans af kiselalger i både forårs- og sommerperioden.

2002 var domineret af kiselalger i langt den overvejende del af perioden, undtagen i august, hvor blågrønalgerne dominerede, og i november, hvor rekyalgerne dominerede. Der var vekslende dominansforhold mellem slægterne *Aulacoseira*, *Cyclotella* og *Stephanodiscus* gennem hele perioden. Blågrønalgerne var i august domineret af lige trichomer af *Anabaena* spp. og *Anabaena planctonica*. Dominansen af trådformede arter af henholdsvis kiselalger og blågrønalger i flere af årets måneder er i overensstemmelse med, at vejrforholdene jævnlige gennem året har været ustabile.



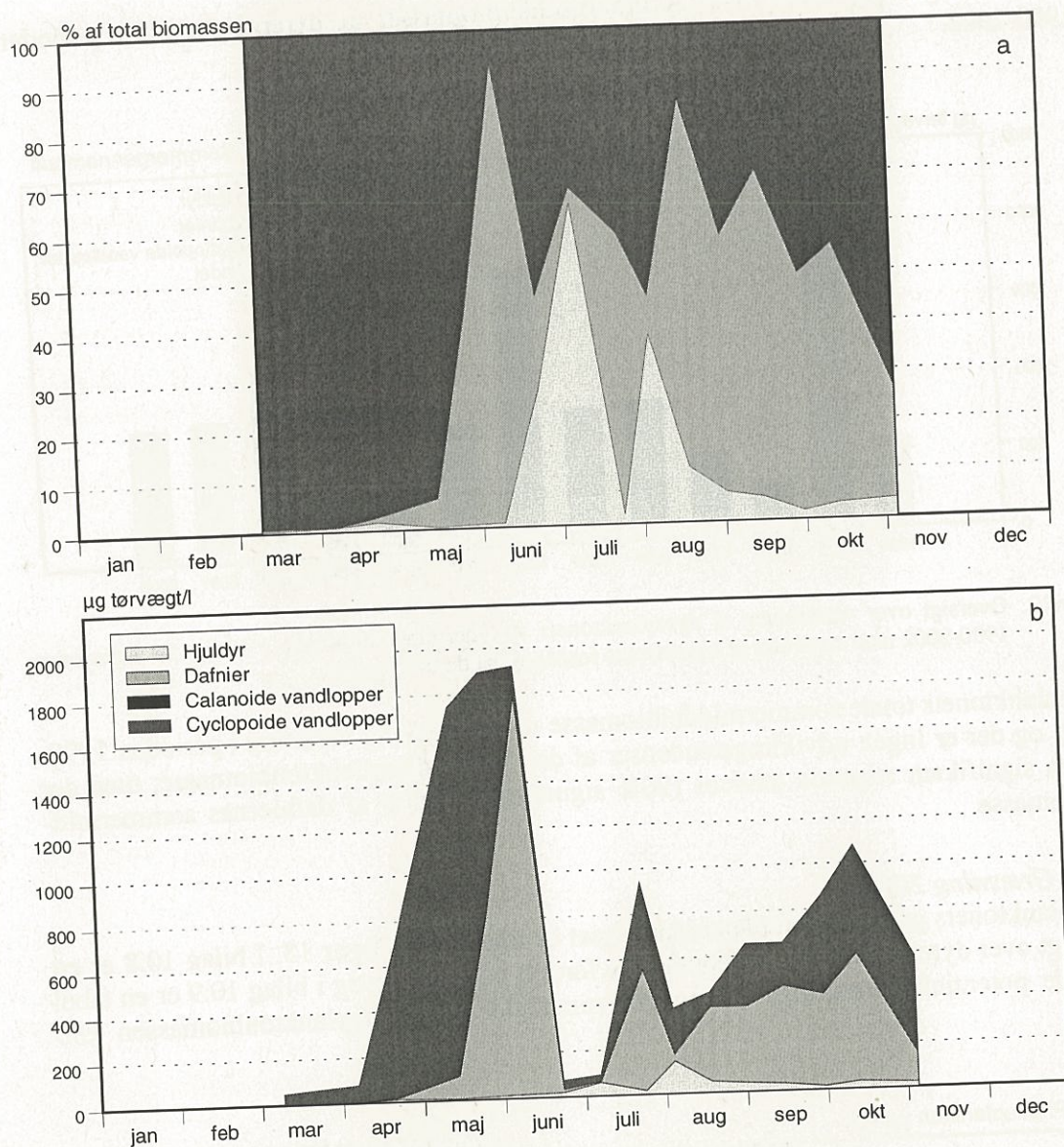
Figur 10. Oversigt over variationen af planteplanktonets sommermiddelbiomasse i Hinge Sø i perioden 1988-2002 med angivelse af biomassens fordeling på de vigtigste grupper.

De samlede sommermiddelbiomasser viser ingen udviklingstendenser, og en analyse af de enkelte hovedgrupper viser heller ingen udviklingstendenser.

8.3. Dyreplankton

Der er i 2002 registreret i alt 41 arter/identifikationstyper, se bilag 10.5.

Dyreplanktonbiomassens variation er vist i figur 11 og beskrevet i bilag 10.6 og 10.7.



Figur 11. Oversigt over dyreplanktonbiomassens variation i 2002 i Hinge Sø.

De cyclopoide vandlopper var i 2002 den dominerende gruppe, idet de udgjorde henholdsvis 53% og 49% i hele perioden og i sommerperioden. Vigtigste art var *Cyclops vicinus*. Dafnierne udgjorde en næsten lige så stor procentandel af den samlede biomasse med henholdsvis 43% og 47% i hele perioden og i sommerperioden. De vigtigste dafniearter var *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina*, *Bosmina coregoni* og *Bosmina longirostris*.

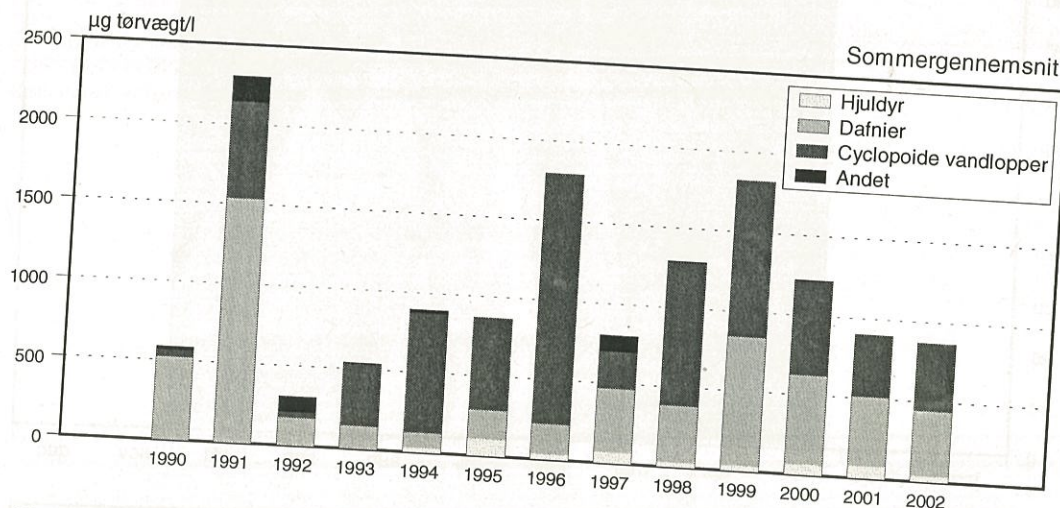
8.4. Dyreplankton 1990-2002

8.4.1. Artssammensætning

De biomasse-mæssigt vigtigste arter har været: *Cyclops vicinus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris* og *Bosmina coregoni*.

8.4.2. Biomasse

Figur 12 og bilag 10.10 viser sommermiddelbiomasser af dyreplankton for perioden 1990-2002.

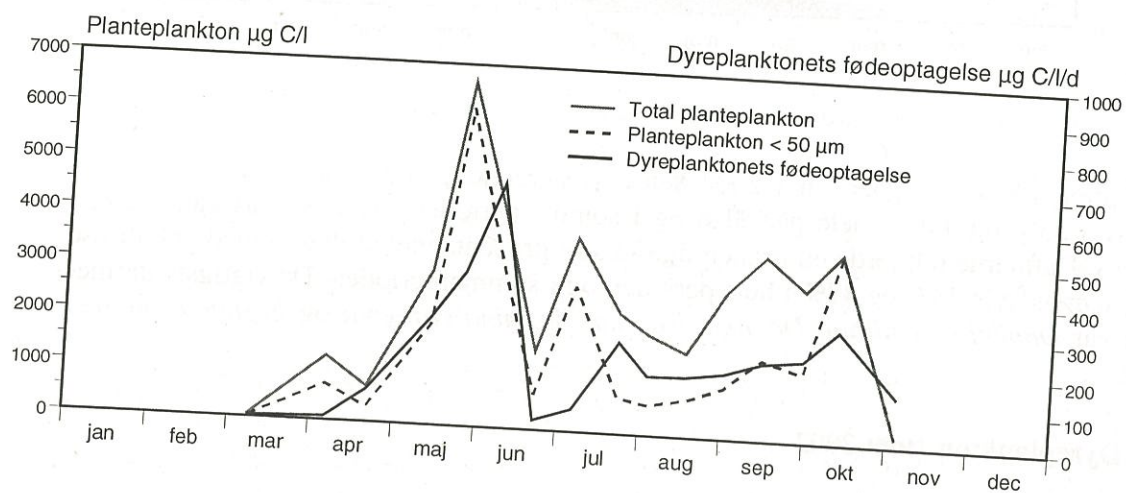


Figur 12. Oversigt over variationen af dyreplanktonets sommermiddelbiomasse i Hinge Sø i perioden 1990-2002 med angivelse af biomassens fordeling på de tre grupper.

Dyreplanktonets totale sommermiddelbiomasse viser betydelig variation i perioden 1990-2002, og der er ingen udviklingstendens af den totale dyreplanktonbiomasse; men der var en signifikant stigende tendens (90% signifikansniveau) af dafniernes sommermiddelbiomasse.

8.4.3. Græsning 2002

Dyreplanktonets græsning på planteplanktonet er illustreret i figur 13. I bilag 10.8 er en oversigt over dyreplanktonets fødeoptagelse fordelt på grupper, og i bilag 10.9 er en tabel over de potentielle græsningstryk og græsningstider på planteplanktonbiomassen <50 µm.



Figur 13. Oversigt over dyreplanktonets fødeoptagelse set i forhold til den tilgængelige planteplanktonbiomasse (størrelse <50 µm) og i forhold til den totale planteplanktonbiomasse i Hinge Sø i 2002.

I 2002 udgjorde arterne $<50 \mu\text{m}$ ca. 60% af den totale gennemsnitlige biomasse, og dyreplanktonet har antagelig kun været fødebegrænset i marts, hvor kulstofbiomassen af tilgængelige arter var meget lille.

Dyreplanktonet har dog ikke i 2002 på noget tidspunkt været i stand til at nedgræsse den tilgængelige planteplanktonbiomasse ($<50 \mu\text{m}$). Græsningstrykket var størst i november med 72%, men i størstedelen af perioden lå de beregnede græsningstryk på under 30%.

8.4.4. Græsning 1990-2002

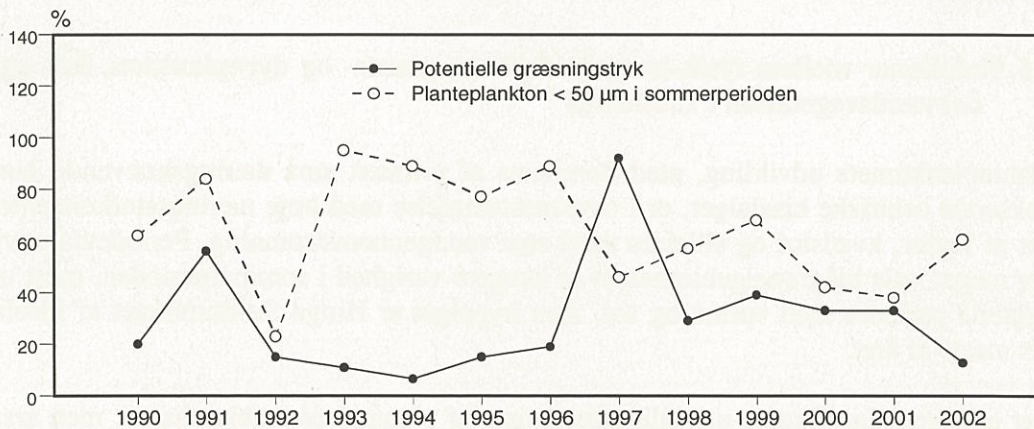
En oversigt over planteplanktonets størrelsesfordeling gennem perioden findes i bilag 10.2. Der er ingen udviklingstendenser i de enkelte størrelsesgrupper i perioden.

I størstedelen af perioden har arter $<50 \mu\text{m}$ været dominerende, mens arter $>50 \mu\text{m}$ periodevis har domineret.

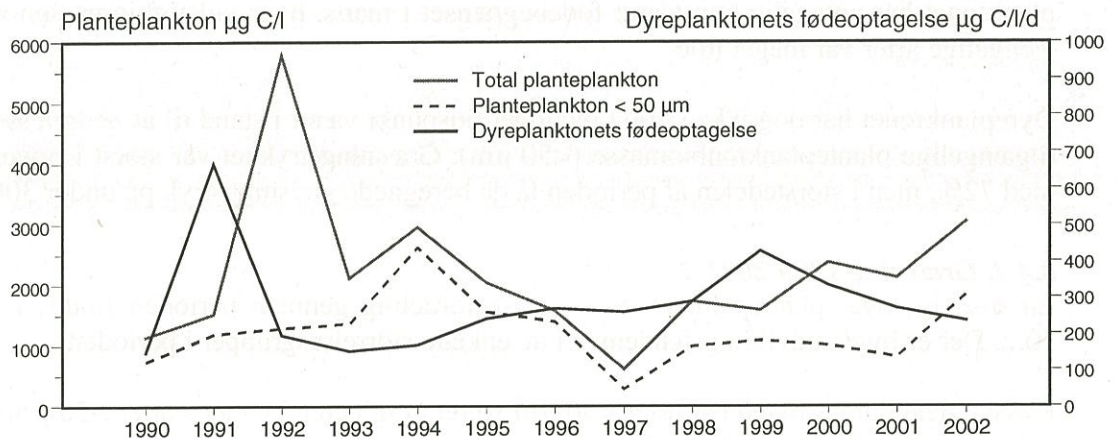
Dyreplanktonet har formodentlig kun kortvarigt, og primært i vinterperioderne, været fødebegrænset. Kulstofbiomasserne har været høje i størstedelen af perioden.

Figur 14 viser dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplankton $<50 \mu\text{m}$ i perioden 1990-2002, og i bilag 10.10 er vist gennemsnitsværdier for perioden.

Figur 15 viser sommergennemsnit af: Dyreplanktonets fødeoptagelse, planteplankton $<50 \mu\text{m}$ og den totale planteplanktonbiomasse i perioden 1990-2002.



Figur 14. Oversigt over dyreplanktonets græsningstryk i sommerperioden og procentvis andel af planteplanktonet $<50 \mu\text{m}$ i sommerperioden i Hinge Sø i perioden 1990-2002.



Figur 15. Sommergegennemsnit af: Dyreplanktonets fødeoptagelse ($\mu\text{g C/l/d}$), fytoplankton $<50 \mu\text{m}$ ($\mu\text{g C/l}$) og total fytoplanktonbiomasse ($\mu\text{g C/l}$) i Hinge Sø i perioden 1990-2002.

Ud fra de beregnede potentielle græsningstryk (6,5%-92%) og figur 14 og figur 15 ses, at dyreplanktonet ikke har været i stand til at kontrollere planteplanktonet i perioden som helhed.

Der er en signifikant stigende tendens af dyreplanktonets fødeoptagelse (90% signifikansniveau); men der er ingen signifikante udviklingstendenser af græsningsværdierne i perioden.

8.5. Relationer mellem fysik-kemiske forhold, plante- og dyreplankton, fisk og undervandsvegetation i 1988-2002

Planteplanktonets udvikling, med dominans af primært små næringskrævende hurtigtvoksende centriske kiselalger, er i overensstemmelse med høje næringsstofkoncentrationer af fosfor, kvælstof og silicium samt stor vandgennemstrømning. Periodevis udvikles der meget høje blågrønalgebiomasser af længere varighed i sommerperioden, mest udtalt i stabile perioder med varme og sol, men hyppigst er Hinge Sø domineret af kiselalger det meste af året.

Der er ingen signifikante udviklingstendenser af planteplanktonbiomassen, men årsmiddelværdien af klorofyl-a viser en signifikant faldende tendens, hvilket kan hænge sammen med sammensætningen af planktonet.

Som konsekvens af det høje næringsstofniveau og de høje planteplanktonbiomasser er sigtddybden meget lille i størstedelen af perioden med sommermiddelsigtddybder omkring 0,5 m; men der er en signifikant stigende tendens af sigtddybdens års- og sommermiddelværdier.

De meget lave sigtddybder har bevirket, at undervandsvegetationen er meget dårligt udviklet, hvilket også har betydning for dyreplanktonet, da dyreplanktonets muligheder for at undgå prædation forringes væsentligt i søer med dårligt udviklet undervandsvegetation.

Vegetationen i Hinge Sø var i 2002 både med hensyn til dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen markant højere end i 2001, men alligevel betydeligt dårligere udviklet end i de to hidtil bedste år siden 1993, 1997 og 1998. Stigningen i både dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i forhold til 2001 er i overensstemmelse med en stigning i sommermiddelsigt dybden.

Fiskefaunaen er domineret af *skalle*, *brasen* og *aborre*. Særligt de unge individer udsætter dyreplanktonet for et stort prædationstryk, hvilket har indflydelse dels på dyreplanktonets sammensætning og dels på dyreplanktonets evne til at nedgræsse planteplanktonet.

I undersøgelserne af søens fiskeyngel i 1998-2002 er der registreret yngel af primært *skalle* og *aborre*. Derudover blev *hork*, *trepigget hundestejle*, *nipigget hundestejle* og *ål* registreret med få individer. *Skalle* er den hyppigst forekommende af arterne alle årene. Yngel af søens almindeligste art, *brasen*, er ikke registreret i nogen af årene. Der var store år-til-år variationer i antallet af registrerede fisk.

Dyreplanktonet er som forventet ud fra ovennævnte også biomassemæssigt på et forholdsvis lavt niveau i størstedelen af perioden og er domineret af arter, der er karakteristiske for næringsrige søer.

Der er ikke udviklingstendenser i dyreplanktonets samlede biomasse i perioden; men sommermiddelværdierne af dafnierne viser en signifikant stigende tendens, og det samme gør dyreplanktonets fødeoptagelse.

Græsningstrykket på planteplanktonet (<50 µm) viser ingen udviklingstendenser gennem perioden 1990-2002, og vurderet ud fra resultaterne af de fire fiskeundersøgelser i 1988, 1992, 1997 og 2002 er der ikke umiddelbart sket en ændring i fiskebestanden, der peger mod en udvikling, der fører til stigende prædation på dyreplanktonet; men der kan være store år-til-år variationer i fiskebestanden.

Dyreplanktonbiomassen var i de fire første år omvendt proportional med biomassen af fiskeyngel; således var dyreplanktonbiomassen mindst i 1998, 2000 og 2001, hvor biomassen af fiskeyngel var størst. Mønsteret gælder dog ikke for 2002, hvor den samlede fangst af fiskeyngel var den næstmindste i perioden, mens dyreplanktonbiomassens niveau var det mindste i perioden 1998-2002.

9. Bundvegetation

En samlet oversigt over de vigtigste vegetationsdata fra Hinge Sø i 2002 er vist i bilag 11.3.

9.1. Artssammensætning

Undervandsvegetationen er artsfattig, tabel 14.

Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
<i>Batrachium circinatum</i>	Kredsbladet vandranunkel	Spredt
<i>Elodea canadensis</i>	Almindelig vandpest	Meget spredt
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Aks-tusindblad	Meget spredt
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Liden vandaks	Meget fåtallig
<i>Potamogeton crispus</i>	Kruset vandaks	Spredt
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Børstebladet vandaks	Spredt
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Hjerterbladet vandaks	Spredt
<i>Sparganium emersum</i>	Enkelt pindsvineknop	Meget fåtallig

Tabel 14. Oversigt over registrerede arter af undervandsplanter i Hinge Sø i 2002.

Foruden undervandsvegetationen findes der spredt i søen en artsfattig flydebladsvegetation, tabel 15.

Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Frøbid	Meget fåtallig
<i>Lemna minor</i>	Liden andemad	Meget fåtallig
<i>Lemna polyrrhiza</i>	Stor andemad	Meget fåtallig
<i>Nuphar lutea</i>	Gul åkande	Spredt

Tabel 15. Oversigt over registrerede arter af flydebladsplanter i Hinge Sø i 2002.

Det bemærkes, at *hvid åkande* i 2001 var helt forsvundet fra de områder i den vestlige del af søen, hvor den tidligere forekom som islæt i bevoksningerne af *gul åkande*. Arten var også fraværende fra søen i 2002.

Rørsumpen er ikke undersøgt særskilt i 2002, men der er efter alt at dømme ikke sket nævneværdige forandringer i forhold til tidligere.

9.2. Hyppighed og udbredelse

For de enkelte arters hyppighed og dybdeudbredelse henvises til særskilt notat over vegetationsundersøgelserne i 2002 (Bio/consult, 2002).

Der er registreret undervandsvegetation i alle områderne undtagen 7 og 8, bilag 11.1. Kortet, bilag 11.2, viser udbredelsen af den spredtvoksende vegetation, det vil sige vegetation, der ikke breder sig ud fra bredzonen, men optræder i indbyrdes isolerede bevoksninger, hovedsagelig på blød bund på større dybder.

Område 1 huser på lavt vand spredte bevoksninger af *kredsbladet vandranunkel*, *almindelig vandpest* og *hjerterbladet vandaks*, mens der på dybere vand findes spredte bevoks-

ninger af *kruset vandaks* og *børstebladet vandaks*, hvoraf især sidstnævnte danner nogle få større, sammenhængende bevoksninger. De to sidstnævnte arter vokser ud til en største dybde på 1,6 henholdsvis 1,5 meter (ved aktuel vandstand). Området huser søens største bevoksninger af *gul åkande*.

Område 2 huser på lavt vand en ringe mængde vegetation, der udgør den vestligste del af den veludviklede vegetation, der findes i område 3. I den vestlige del af området findes der spredte bevoksninger af *kruset vandaks* og *børstebladet vandaks*, der vokser til en største dybde på 1,65 henholdsvis 1,55 meter (ved aktuel vandstand).

Område 3 huser søens største og bedst udviklede lavvandsvegetation domineret af *børstebladet vandaks* og *hjerterbladet vandaks* med spredte forekomster af *kredsbladet vandranunkel*, *almindelig vandpest* og *aks-tusindblad*. Denne mere eller mindre sammenhængende vegetation vokser til en største dybde på 1,05 meter (ved aktuel vandstand), mens den gennemsnitlige dybdegrænse i området er 0,82 meter (ved aktuel vandstand).

Område 4 huser på lavt vand små og spredte forekomster af *almindelig vandpest*, mens der på dybere vand findes spredte og mest små bevoksninger af *kruset vandaks* og *børstebladet vandaks*. De to arter vokser til en største dybde på 1,45 meter (ved aktuel vandstand). Området huser betydelige bevoksninger af *gul åkande*.

Område 5 huser udelukkende små og spredte bevoksninger af *kruset vandaks* og *børstebladet vandaks*, der begge vokser til en største dybde på 1,35 meter (ved aktuel vandstand).

Område 6 huser på lavt vand en pletvis veludviklet vegetation domineret af *kredsbladet vandranunkel*, *børstebladet vandaks* og *hjerterbladet vandaks* og med spredte forekomster af *almindelig vandpest*, *enkelt pindsvineknop*, *kruset vandaks* og *liden vandaks*. Største dybdegrænse for den mere eller mindre sammenhængende lavvandsvegetation er 1,0 meter (ved aktuel vandstand), mens middeldybdegrænsen i området er 0,95 meter. Dybdegrænsen for den spredte vegetation på dybere vand er 1,25 meter (ved aktuel vandstand). Området huser søens næststørste bevoksninger af *gul åkande*.

Område 9 huser på kanten af det grusede rev en lille bevoksning af *hjerterbladet vandaks* (0,45 meters dybde ved aktuel vandstand), mens der på dybere vand findes spredte bevoksninger af *kruset vandaks* og *børstebladet vandaks* ud til en største dybde på 1,45 meter (ved aktuel vandstand).

Område 10 huser både på lavt og på dybere vand spredte bevoksninger af *børstebladet vandaks* (maksimum 1,3 meters dybde ved aktuel vandstand), mens der på dybere vand findes spredte bevoksninger af *kruset vandaks* ud til en største dybde på 1,4 meters dybde.

For søen som helhed er største dybde med mere eller mindre sammenhængende, rodfæstet vegetation i det brednære bælte 1,05 m (ved aktuel vandstand). Den gennemsnitlige dybdegrænse for den sammenhængende vegetation er beregnet til 0,83 meter med et variationsinterval på 0,45-1,05 meter (ved aktuel vandstand). Den sammenhængende vegetations middeldybdegrænse var i 2002 markant øget i forhold til 2001, da middeldybdegrænsen var 0,53 meter (ved aktuel vandstand).

Største dybde med spredt vegetation var 1,65 meter (ved aktuel vandstand), og det var i alle tilfælde *kruset vandaks*, der voksede til største dybde. Den gennemsnitlige dybdegrænse for den spredte vegetation er beregnet til 1,31 meter med et variationsinterval på 0,45-1,65 meter (ved aktuel vandstand). Den spredte vegetations dybdegrænse var i 2002 markant større end i 2001.

Flydebladsvegetationens dybdegrænse er beregnet til 0,74 meter med et variationsinterval på 0,6-1,0 meter (ved aktuel vandstand). Den gennemsnitlige dybdegrænse var i 2002 lidt større end i 2001 (0,62 meter).

Rørsumpens dybdegrænse er beregnet til 0,73 meter med et variationsinterval på 0,1-1,1 meter (ved aktuel vandstand). Dybdegrænsen var i 2002 lidt højere end i 2001 (0,59 meter ved aktuel vandstand).

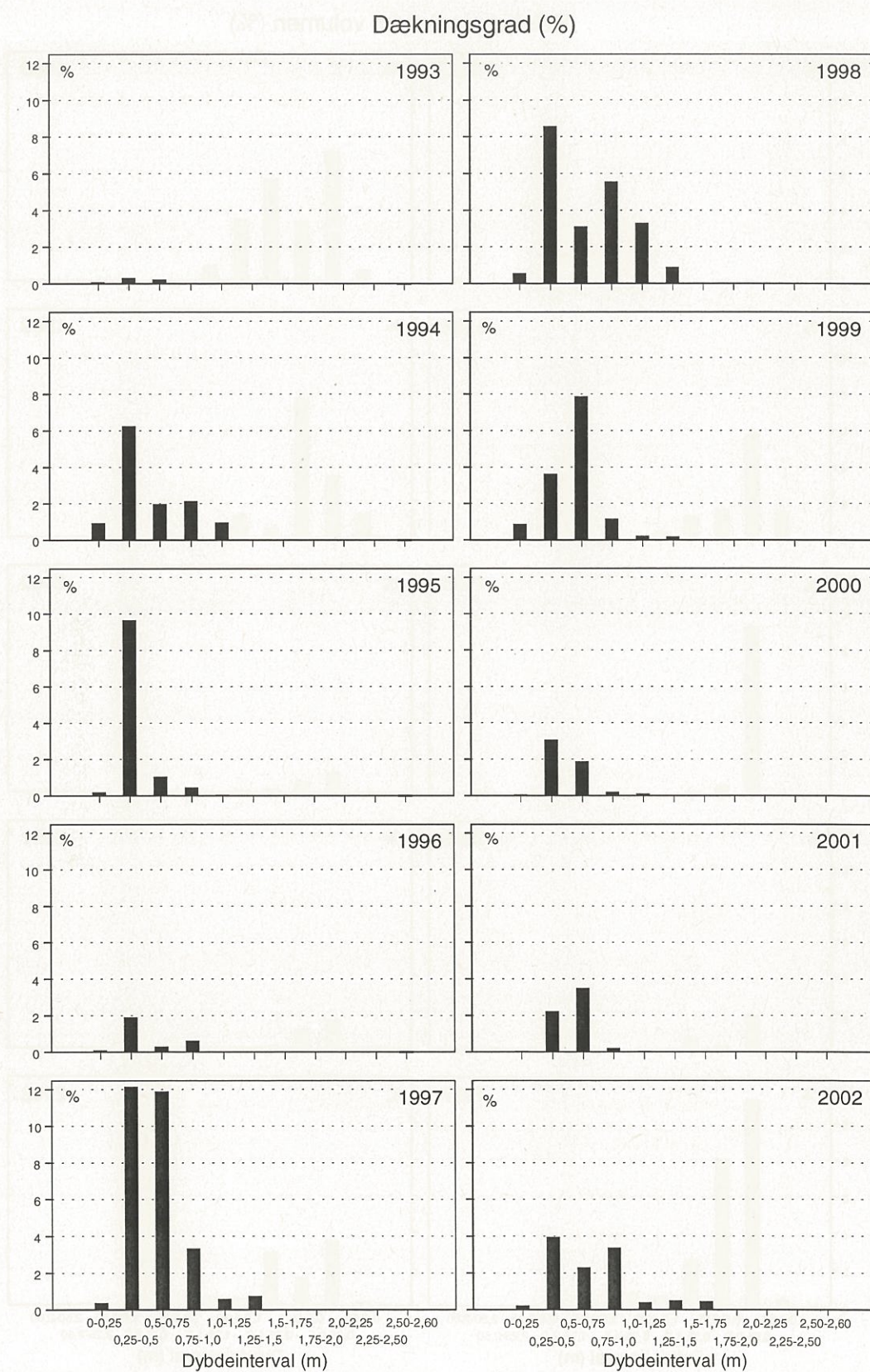
9.3. Dækningsgrader og plantefyldt volumen

For beregnede middeldækningsgrader i de enkelte delområder henvises til særskilt notat over vegetationsundersøgelserne i 2002 (Bio/consult, 2002).

Figur 16 og 17 viser undervandsvegetations dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for søen som helhed.

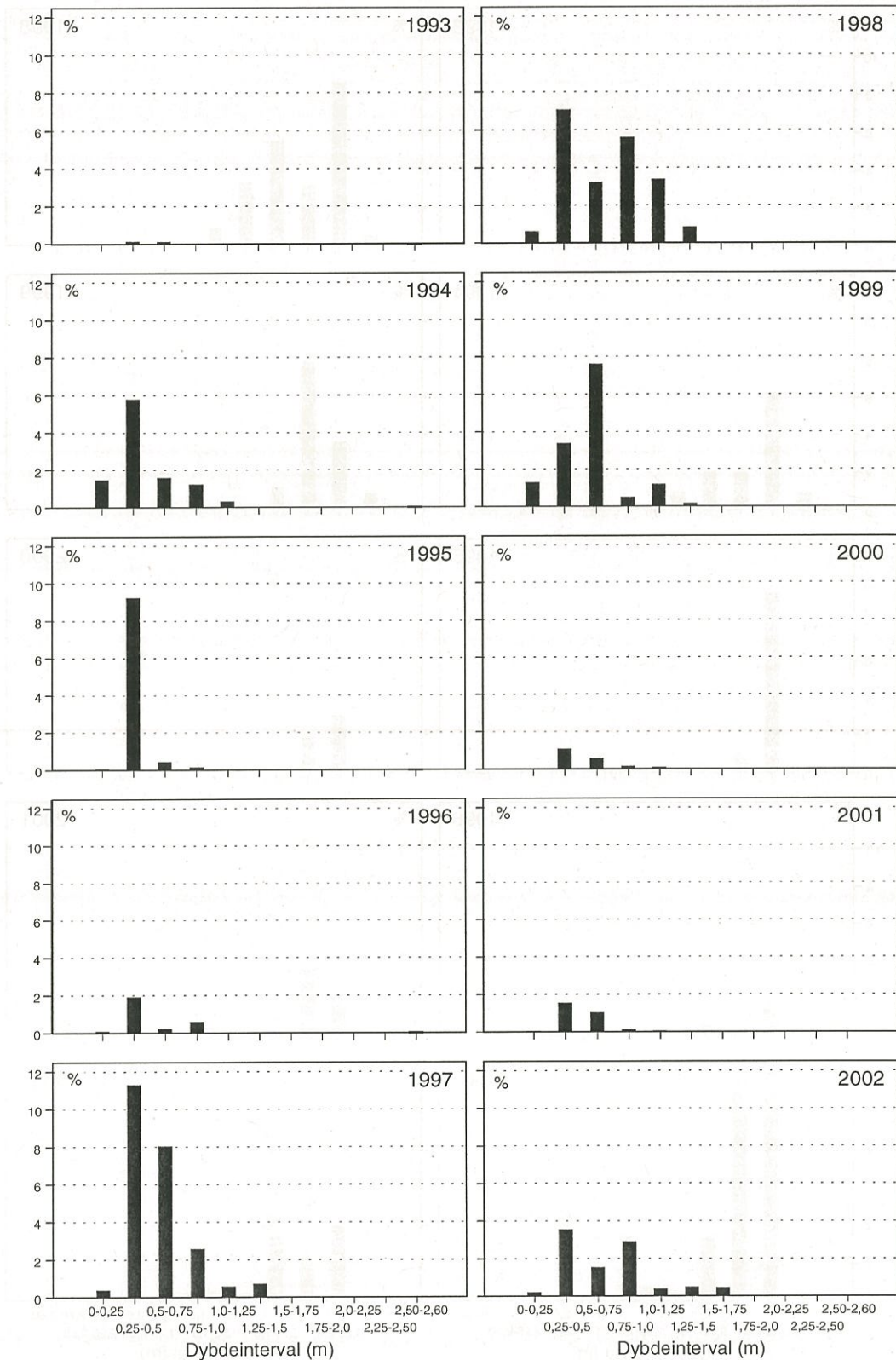
Det samlede plantedækkede areal er opgjort til 8.884 m² svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 0,97% uden fradrag for rørskovens areal. Eksklusive rørskovens areal kan middeldækningsgraden beregnes til 1,02%. Disse værdier er mere end dobbelt så store som de tilsvarende værdier i 2001.

Det samlede plantefyldte volumen er opgjort til 7.006 m³ svarende til 0,63% af søens samlede volumen (= 0,63% relativt plantefyldt volumen) uden fradrag for rørskovens plantefyldte volumen. Eksklusive rørskovens plantefyldte volumen kan det relative plantefyldte volumen ligeledes beregnes til 0,63%. Disse værdier er markant højere end de tilsvarende værdier i 2001, hvilket primært skyldes, at vegetationen både på lavt og dybt vand var højt voksende med kronedannende skud helt oppe i vandoverfladen.



Figur 16. Oversigt over variationen af dækningsgraden i de enkelte dybdeintervaller i Hinge Sø som helhed i 2002. Til sammenligning er vist de tilsvarende værdier i årene 1993-2001.

Relativt plantefyldt volumen (%)



Figur 17. Oversigt over variationen af det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Hinge Sø som helhed i 2002. Til sammenligning er vist de tilsvarende værdier i perioden 1993-2001.

9.4. Samlet vurdering

Vegetationen i Hinge Sø var i 2002 markant bedre udviklet end i 2001, men var stadig langt fra niveauet i 1997 og 1998, der vegetationsmæssigt er de hidtil bedste år i perioden siden 1993. Det relative plantefyldte volumen var i 2002 ca. 9 gange højere end i 2001, men var til gengæld kun ca. halvt så stort som i det hidtil bedste år - 1998.

Variationerne af dækningsgraden er direkte koblet til variationerne i vegetationens udbredelse og tæthed, mens variationerne af det relative plantefyldte volumen er koblet til variationerne af både dækningsgraden og vegetationens højde. Særlig sidstnævnte er erfaringsmæssigt stor, og 2002 var præget af en meget god højdeudvikling.

Det bemærkes, at der i 2002 var flere og større bevoksninger af *børsteblandet vandaks* end i de forudgående år, både på lavt og på dybere vand, og det tolkes som en positiv udvikling, idet arten danner flerårige jordstængler.

Det er ikke umiddelbart muligt at pege på årsagerne til de betydelige år-til-år variationer i vegetationsmængden i Hinge Sø. Det vurderes imidlertid, at det ikke alene er vandets klarhed, der styrer vegetationsudviklingen.

Både dækningsgrad og relativt plantefyldt volumen ligger trods de positive forandringer siden 2001 på et meget lavt niveau og karakteriserer søen som vegetationsfattig. Som følge heraf er vegetationens økologiske betydning i søen som helhed også meget begrænset, men det kan ikke udelukkes, at der på stederne med den bedst udviklede vegetation kan være en lokal positiv effekt i forhold til dyreplankton og fisk.

Artssammensætningen var i 2002 stort set den samme som i 2001, idet *liden vandaks* dog er registreret som ny i søen.

Set under ét må Hinge Sø også i 2002 karakteriseres som en vegetationsfattig sø, hvis artssammensætning er karakteristisk for næringsrige, uklare søer.

10. Fisk

Fiskebestanden i Hinge Sø er første gang undersøgt indgående i 1988 (Viborg Amtskommune, 1989), siden i henholdsvis 1992 (Viborg Amtskommune, 1993) og i 1997 (Viborg Amt, 1998). I 2002 er der foretaget en ny undersøgelse af fiskebestanden i Hinge Sø, og resultaterne findes i et særskilt notat udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium (2002).

I 2002 er der som i 1998-2001 desuden gennemført undersøgelse af søens fiskeyngel. Samletabeller med undersøgelsens primærdata findes i bilag 12.

10.1. Fiskeundersøgelse i 1988, 1992, 1997 og 2002

Der blev i alt i 2002 registreret 10 arter i fangsten, *skalle*, *aborre*, *brasen*, *hork*, *gedde*, *regnløje*, *grundling*, *suder*, *trepigget hundestejle* og *ål* samt hybrider mellem *skalle* og *brasen*. Tidligere er der yderligere registreret *løje*, *flire* og *rudskalle* i søen. Artsantallet i Hinge Sø er dermed lidt over gennemsnittet for danske søer.

Fangsten af småfisk var på samme niveau som i 1988 og lidt større end ved de to foregående undersøgelser, men i alle årene har fangsten af småfisk været betydelig, som det oftest er tilfældet for søtypen. Antallet af fisk større end 10 cm var på samme niveau som tidligere og normal for søtypen. Vægtmæssigt var fangsten ligeledes omtrent som tidligere og tæt på medianen af sammenlignelige danske søer.

Garnfangsten var som i 1997 antalmæssigt domineret af skaller, men også aborrer og brasener udgjorde en betydelig andel af fangsten. Vægtmæssigt var fangsten ligesom i 1997 domineret af omtrent lige dele brasener og skaller med aborrer som tredjemest betydende art. Fiskene var forholdsvis jævnt fordelt i søen. Større aborrer foretrak dog tilsyneladende bredzonen, mens gedderne blev fanget i størst mængde i flydegarnene.

10.1.1. Skalle

Skallebestanden i Hinge Sø har ved alle fire undersøgelser været kendetegnet ved en talrig bestand af forholdsvis små skaller, hvilket netop er karakteristisk for søtypen. Både skallebestandens tæthed, størrelsesstruktur og konditionsforhold var næsten uændret siden 1997. Bestanden er således vedvarende domineret af små og mellemstore skaller med normale konditionsforhold.

10.1.2. Aborre

Aborrebestanden i Hinge Sø har ikke ændret sig væsentligt siden 1997. Bestanden er generelt som forventet for søtypen med en dominans af småaborrer, og med få store aborrer, og som i de øvrige lavvandede middelnæringsrige søer udgjorde aborrer kun en beskeden del af garnfangsten. Antallet af store aborrer er gået noget tilbage siden 1997, men søen rummer dog i dag enkelte meget store aborrer i størrelser op til knap 40 cm. Konditionsforholdene var gode især hos aborrer større end 15 cm, som var usædvanligt fede for årstiden, og konditionsforholdene hos de større aborrer var forbedret væsentligt i forhold til i 1997.

10.1.3. Brasen

Som ved den foregående undersøgelse i 1997 var fangsten af brasener talrig sammenlignet med andre danske søer, og vægtmæssigt var fangsten tilsvarende meget høj, som det oftest ses i denne søtype. Kun ved undersøgelsen i 1992 var fangsten under middel for søtypen. Brasenbestandens størrelsesstruktur var uændret i forhold til i 1997, idet fangsten overvejende bestod af unge brasener i størrelser under 15 cm og af en akkumulation af brasener i størrelser mellem 30-40 cm. Konditionen var markant under gennemsnittet hos alle størrelser sammenlignet med konditionen fundet i andre danske søer, hvilket især var gældende for de større brasener. Konditionsforholdene har ikke ændret sig siden 1997.

10.1.4. Hork

Fangsten af hork var fordoblet i forhold til tidligere og lå på et meget højt niveau for danske søer. Som i de fleste andre danske søer fandtes horkene i to størrelsesgrupper, hvoraf gruppen af større hork var øget i forhold til seneste undersøgelse i 1997. Konditionsforholdene var ligesom i 1997 under middel hos flertallet af horkene sammenlignet med konditionen fundet i andre danske søer.

10.1.5. Regnløje

Regnløjer har optrådt i Hinge Sø siden 1997, og ved nærværende undersøgelse var garnfangsten øget i forhold til tidligere til et forholdsvis højt niveau for danske søer. Garnfangsten bestod som normalt af to størrelsesgrupper, og konditionen var normal.

10.1.6. Grundling

Fangsten af grundlinger var reduceret i forhold til i 1997 til et beskedent niveau for danske søer med grundling. Samtlige grundlinger målte mellem 8-11 cm og konditionsforholdene var normale sammenlignet med konditionen fundet i en række andre danske søer på samme årstid.

10.1.7. Gedde

Geddebestanden har tilsyneladende ikke ændret sig væsentligt gennem årene, idet søen ved alle tre undersøgelser har huset få, men forholdsvis store gedder. Både antalsmæssigt og vægtmæssigt var fangsten af gedder beskeden sammenlignet med danske søer. Fangsten bestod af 4 smågedder med længder omkring 20 cm, en enkelt mellemstor gedde samt af 4 store gedder i størrelser mellem 60-70 cm. De to store gedder, som blev vejet var begge forholdsvis tynde sammenlignet med gedder i andre danske søer.

10.1.8. Ål

Som det har været tilfældet siden 1988 var fangsten af ål ved elfiskeriet vægtmæssigt beskeden efter danske forhold. I modsætning til tidligere bestod fangsten overvejende af mindre ål med størrelser omkring 20 cm, hvilket vidner om en forbedret tilgang af små ål til søen. Flertallet af ålene havde normale konditionsforhold eller var forholdsvis fede sammenlignet med ål i andre danske søer.

10.1.9. Øvrige arter

De øvrige arter i fangsten, *suder* og *trepigget hundestejle*, optrådte kun fåtalligt i fangsten og spiller kun en ringe rolle i søen.

10.1.10. Fiskebestandens biomasse og udvikling

Fiskebestandens samlede biomasse i 2002 er skønsvist ca. 37 tons svarende til 405 kg/ha, hvoraf ca. 87 kg/ha er småfisk. Der er kun sket mindre fluktuationer i fiskebestanden gennem overvågningsperioden, og brasener og skaller har udgjort langt hovedparten af biomassen i alle årene. Ved nærværende undersøgelse udgjorde brasener således 46% og skaller 35% af den beregnede fiskebiomasse.

10.1.11. Fiskebestandens karakter og regulering

Fiskebestandens størrelse og artssammensætning er som forventet i en lavvandet, middelnæringsrig sø. Søen rummer således en talrig bestand af fredfisk, og rovfisk udgør nu som tidligere kun en ringe del af fiskebestanden.

Som i de fleste andre lavvandede, næringsrige søer er gedden den primære rovfisk, om end geddebestanden er mere fåtallig end normalt for søtypen. Selv om rekrutteringsforholdene for gedder tilsyneladende er blevet bedre, består geddebestanden fortsat overvejende af forholdsvis få, men store gedder. En begrænset udstrækning af rørsumpen er antageligt den væsentligste forklaring på geddens rekrutteringsproblemer i søen.

Både søens skaller og brasener er blevet noget mindre, men til gengæld mere talrige i forhold til de to første undersøgelser i starten af overvågningsperioden. I dag er fredfiskebestanden dog i god overensstemmelse med forholdene, med en talrig bestand af forholdsvis små skaller og brasener. Især de mange brasener skaber en betydelig fødekonekurrence for de opvoksede aborrer, hvilket sammen med geddernes rov holder mængden af store, potentielt rovlevende aborrer på et meget lavt niveau.

10.1.12. Fiskebestandens stabilitet

Medmindre forholdene ændres væsentligt som for eksempel gennem en fiskedød, vil fiskebestanden antageligt ikke ændres væsentligt i de kommende år.

10.1.13. Fiskenes betydning for vandmiljøet

Fiskebestanden i Hinge Sø er nu som tidligere karakteristisk for en sø i en uklar fase, med en talrig bestand af små skaller og brasener, som er medvirkende til at fastholde søen i en tilstand med ringe vandkvalitet. Dette skyldes både småfiskenes prædation på dyreplanktonet og brasenens roden i sedimentet efter føde, som bevirker en betydelig resuspension og dermed en forøget fosforfrigivelse fra bunden.

10.1.14. Regulering af fiskebestanden

Fastholdes bestanden af skaller og især brasener på et meget lavt niveau gennem flere år, vil søen formodentlig skifte til en klarvandet tilstand. En regulering af fiskebestanden med henblik på et tilstandsskift indebærer ikke kun en fjernelse af flertallet af søens fredfisk, men i lige så høj grad en etablering af en betydelig bestand af store, potentielt rovlevende aborrer, som er nødvendig for effektivt at begrænse fredfiskenes rekruttering. På længere sigt afhænger stabiliteten især af etableringen af en betydelig undervandsvegetation, idet undervandsplanterne stabiliserer sedimentet, fungerer som refugier for søens store dyreplanktonformer og giver aborrerne gode opvækstbetingelser.

10.2. Yngelundersøgelse 1998-2002

Der er i 1998 stort set kun registreret yngel af tre arter, *aborre*, *skalle* og *hork*, idet yngel af andre, ikke identificerede arter af karpefisk kun er registreret i meget ringe antal.

I 1999 er der kun registreret yngel af to arter, *aborre* og *skalle*, og i små mængder i forhold til 1998.

Fiskeynglen var i 1998 næsten ligeligt fordelt i søens vandmasser, og *skalle* var langt den hyppigst forekommende art.

I 1999 var fangsten af både *skalle* og *aborre* en del mindre end i 1998, og der blev fanget næsten dobbelt så mange fisk i littoralen sammenlignet med pelagiet.

I 2000 var fangsten af *skalle* større end i de to foregående år, mens fangsten af *aborre* var på et mellemniveau sammenlignet med 1998 og 1999. Fangsten af både *skalle* og *aborre* var størst i pelagiet. Der blev fanget næsten dobbelt så mange fisk i pelagiet sammenlignet med littoralen.

I 2001 var fangsten af *skalle* på niveau med fangsten i 2000, mens fangsterne af *aborre* og *hork* var omtrent på niveau med fangsterne i 1998. Fangsterne af både *trepigget* og *nipigget hundestejle* var meget små. Der blev fanget næsten dobbelt så mange fisk i pelagiet sammenlignet med littoralen.

I 2002 var fangsten af både *skalle* og *aborre* den næstmindste i perioden og *hork* blev kun fanget i littoralen. En enkelt *Ål* blev fanget i pelagiet, men ikke i littoralen, og der blev ikke fanget hundestejler. Fangsten i pelagiet var på niveau med fangsten i littoralen.

Fordelingen i henholdsvis pelagiet og littoralen er vist i tabel 16.

	1998	1999	2000	2001	2002
Pelagiet					
Skalle					
Antal /m ³	6,99	1,25	13,14	13,40	3,80
Vægt (g m ⁻³)	0,49	0,04	1,32	1,08	0,70
Aborre					
Antal /m ³	1,79	0,10	0,54	2,03	0,90
Vægt (g m ⁻³)	0,49	0,04	0,29	0,52	0,47
Hork					
Antal /m ³	0,04		0,013	0,048	
Vægt (g m ⁻³)	0,003		0,004	0,015	
Trepigget hundestejle					
Antal/m ³				0,017	
Vægt (g m ⁻³)				0,001	
Ål					
Antal/m ³					0,11
Vægt (g m ⁻³)					<0,01
Total pelagiet					
Antal /m ³	8,82	1,35	13,69	15,5	4,81
Vægt (g m ⁻³)	0,98	0,08	1,62	1,61	1,16
Littoral					
Skalle					
Antal /m ³	7,19	2,24	7,15	8,52	4,07
Vægt (g m ⁻³)	0,62	0,09	0,77	0,54	0,63
Aborre					
Antal /m ³	1,11	0,19	0,34	0,60	0,57
Vægt (g m ⁻³)	0,33	0,05	0,22	0,15	0,30
Hork					
Antal/m ³	0,05		0,04	0,063	0,09
Vægt (g m ⁻³)	<0,01		0,02	0,023	0,02
Trepigget hundestejle					
Antal/m ³			0,04		
Vægt (g m ⁻³)					
Nipigget hundestejle					
Antal/m ³				0,015	
Vægt (g m ⁻³)			0,01	0,001	
Total littoral					
Antal/m ³	8,35	2,43	7,58	9,20	4,73
Vægt (g m ⁻³)	0,95	0,14	1,02	0,72	0,95

Tabel 16. Gennemsnitlig fangst (antal og vægt) fordelt på littoral- og pelagialtræk i Hinge Sø i 1998, 1999, 2000, 2001 og 2002.

En sammenligning af fangsterne af fiskeyngel med gennemsnit af fangsterne for alle overvågningssøer (Jensen et al., 2002) viser, at den gennemsnitlige totale fangst i Hinge Sø i pelagiet (antal/m³, vægt g/m³) i 2002 (4,81/m³, 1,16 g/m³) både antalsmæssigt og vægtemæssigt lå over 75%-fraktilen for 2001 (3,8/m³, 0,85 g/m³) og for perioden 1998-2000 (1,9/m³, 0,48 g/m³).

I littoralen lå den gennemsnitlige totale fangst (4,73/m³, 0,95 g/m³) i 2002 på 75%-fraktilen for 2001 (4,8/m³, 1,0 g/m³) og for perioden 1998-2000 (5,0/m³, 0,98 g/m³).

Skalle lå vægtemæssigt (0,70 g/m³) i pelagiet i 2002 mellem medianen (0,25 g/m³) og 75%-fraktilen (2,07 g/m³) for 2001 og det samme for perioden 1998-2000 som helhed, hvor medianen er 0,31 g/m³ og 75%-fraktilen er 1,26 g/m³.

I littoralen lå *skalle* vægtemæssigt (0,63 g/m³) i 2002 under 25%-fraktilen (0,848 g/m³) for 2001 og mellem 25%-fraktilen (0,390 g/m³) og medianen (1,18 g/m³) for perioden 1998-2000.

Aborre lå vægtmæssigt ($0,47 \text{ g/m}^3$) i pelagiet i 2002 på 75%-fraktilen både for 2001 ($0,41 \text{ g/m}^3$) og for perioden 1998-2000 ($0,43 \text{ g/m}^3$).

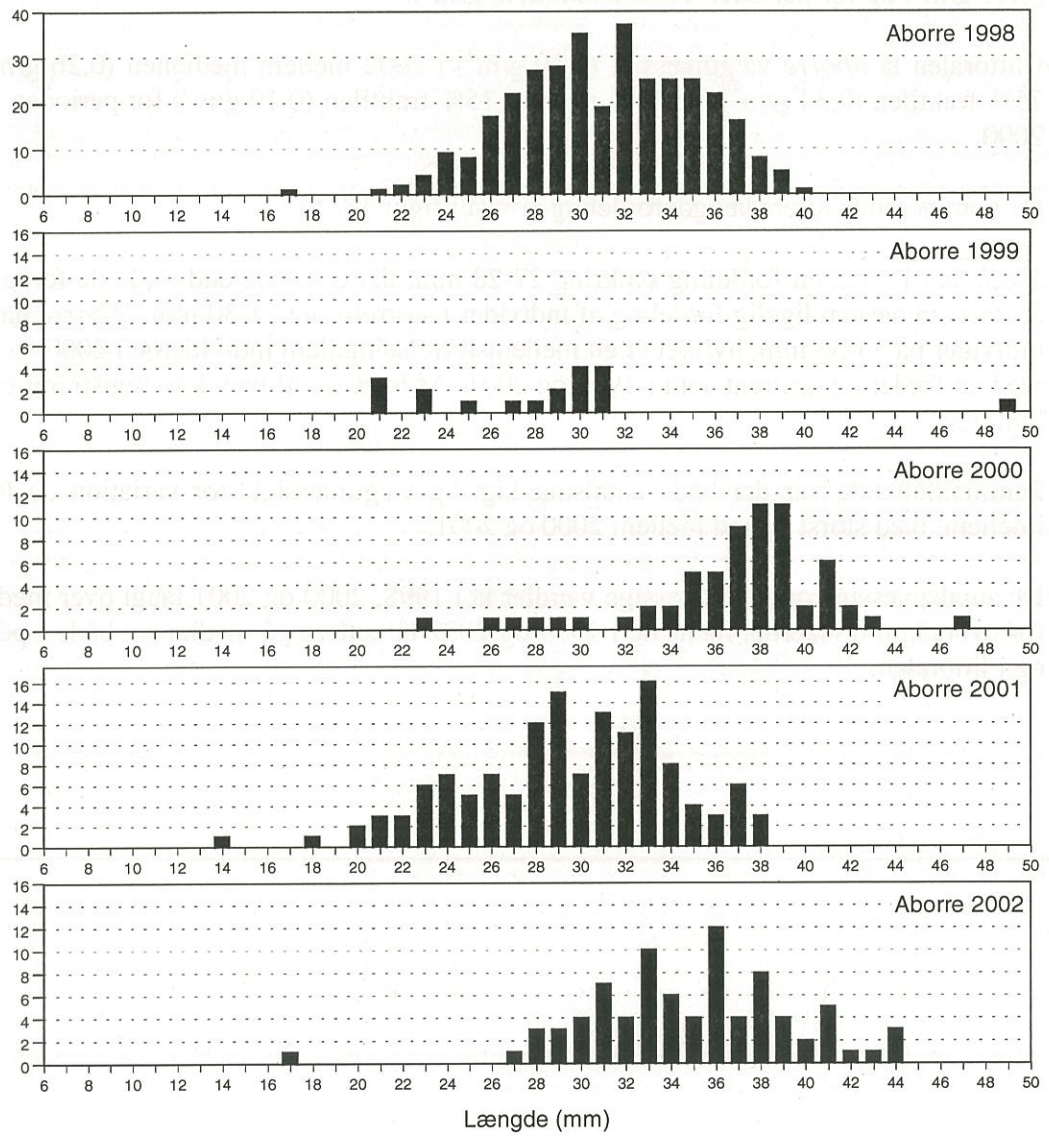
I littoralen lå *aborre* vægtmæssigt ($0,30 \text{ g/m}^3$) i 2002 mellem medianen ($0,26 \text{ g/m}^3$) og 75%-fraktilen ($0,34 \text{ g/m}^3$) for 2001 og over 75%-fraktilen ($0,19 \text{ g/m}^3$) for perioden 1998-2000.

De dominerende arters længdefordeling er vist i figur 18-20.

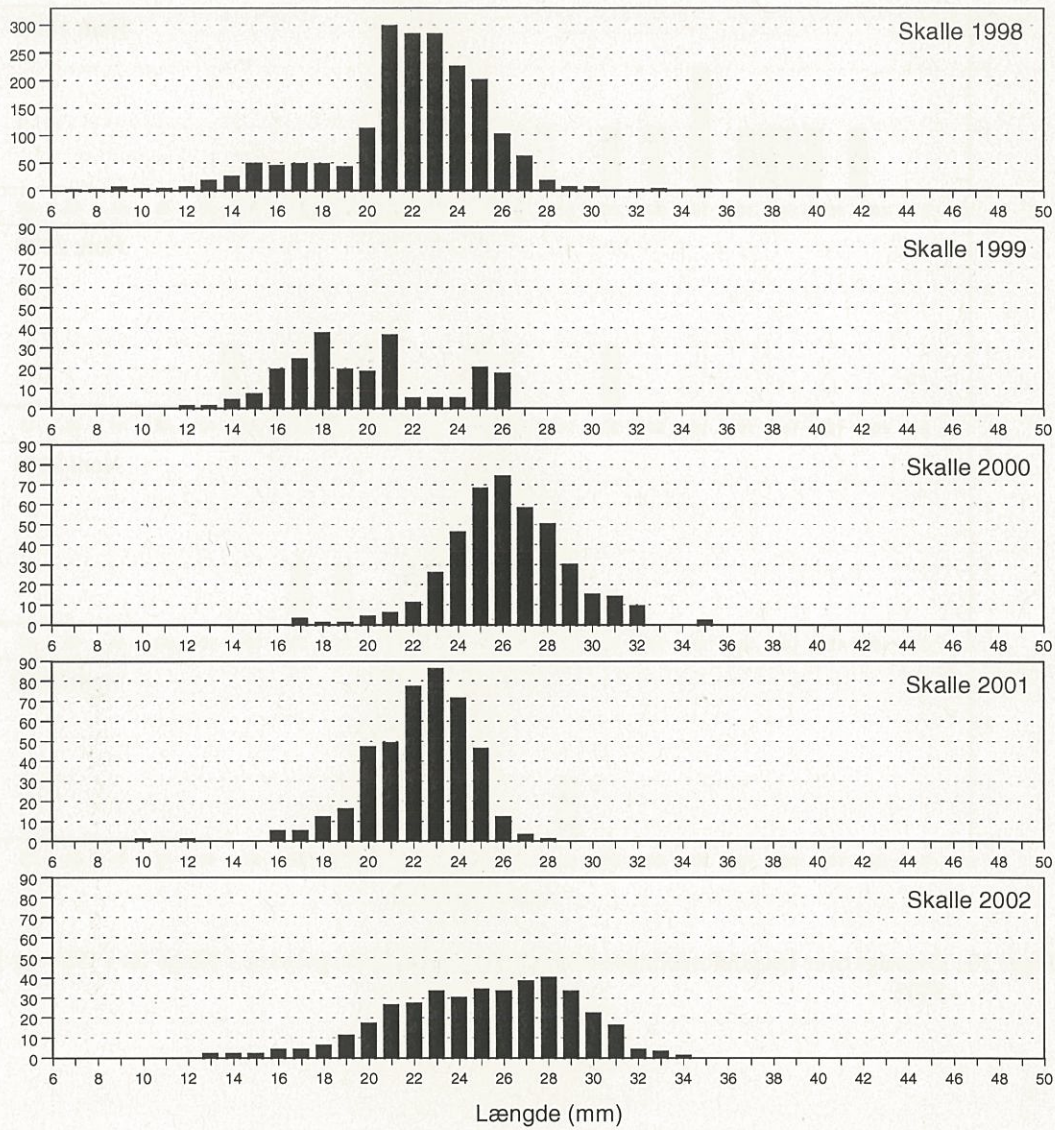
Skalle har i 2002 en fordeling omkring 27-28 mm, der er større end i alle de foregående år, med en næsten ligelig fordeling af individer i størrelserne 21-30 mm. *Aborre* har flest individer på 33-36 mm, hvilket er en mellemstørrelse mellem individerne i 2000 og 2001, med en fordeling omtrent som i 1998 og 2001. Af *hork* og *ål* blev kun registreret enkelt-individer.

Sammenfattende var der både antalsmæssigt og vægtmæssigt stor variation de fem år imellem, med størst lighed mellem 2000 og 2001.

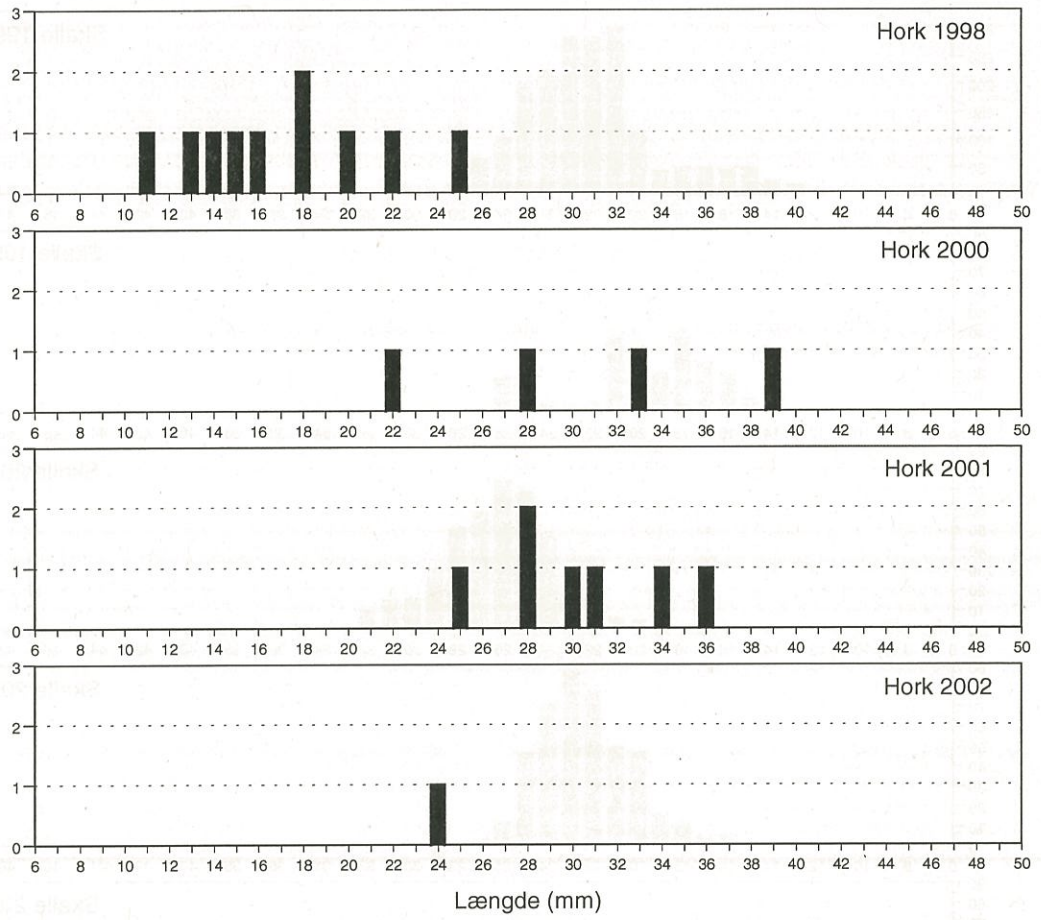
De antalsmæssige og vægtmæssige værdier lå i 1998, 2000 og 2001 langt over medianen for overvågningssøerne, mens de i 1999 og 2002 lå tættere på medianen, både i pelagiet og i littoralen.



Figur 18. Oversigt over længdefordelingen af *aborre* ved yngelundersøgelserne i Hinge Sø i 1998-2002.



Figur 19. Oversigt over længdefordelingen af *skalle* ved yngelundersøgelserne i Hinge Sø i 1998-2002.



Figur 20. Oversigt over længdefordelingen af *hork* ved yngelundersøgelserne i Hinge Sø i 1998 og 1999-2002.

11. Samlet vurdering

2002 var præget af større mængder nedbør end i de fleste af de foregående år, og vandtilførslerne var på niveau med tilførslerne i 1994 og 2000, men de største i perioden som helhed.

Næringsstofftilførelserne af fosfor var højere end i 2001 og på niveau med tilførslerne i 1990, 1994 og 1999, og der er en signifikant faldende tendens af indløbskoncentrationen af total-fosfor. Tilførslerne af kvælstof var tilsvarende højere end i 2001, men lavere end i alle de foregående år undtagen i de tørre år 1996 og 1997, og der er en signifikant faldende tendens af indløbskoncentrationen af total-kvælstof i søvandet. Vandets opholdstid var den samme som i 1990 og blandt de korteste i perioden i overensstemmelse med at nedbørsmængden var blandt de største. Tilbageholdelsen af kvælstof var større end i de to foregående år, men mindre end i de fleste af de tidligere år undtagen i 1994, 1995 og 1997. I 2002 skete der en nettotransport af fosfor ud af søen i en størrelsesorden som i de foregående år, hvor der ikke blev tilbageholdt fosfor.

Overordnet set er der ikke sket signifikante forandringer i søens miljø. Søens vandmasser er stadig præget af høje næringsstofkoncentrationer, og vandet er meget uklart som følge af planteplanktonets høje biomasser og periodisk høje koncentrationer af suspenderet stof. Der var ingen udviklingstendenser i planteplanktonets sommermiddelbiomasser for hele perioden, hverken i det samlede planteplanktons gennemsnitlige biomasse eller på klasseniveau. Der var derimod en signifikant faldende tendens af årsmiddelværdierne af klorofyl-a og sammenfaldende hermed en signifikant stigende tendens af både års- og sommermiddelsigt dybden. Dyreplanktonets samlede sommermiddelværdier viser heller ingen udviklingstendenser; men der er en signifikant stigende tendens af dafniernes sommermiddelbiomasse og i overensstemmelse hermed også en signifikant stigende tendens af dyreplanktonets fødeoptagelse i sommerperioden.

Søens fiskebestand var som ved de foregående undersøgelser domineret af skaller og brasener og der er kun sket mindre fluktuationer i fiskebestanden gennem overvågningsperioden. Fiskebestandens størrelse og artssammensætning er som forventet i en lavvandet middelnæringsrig sø. Søen rummer således en talrig bestand af fredfisk, og rovfisk udgør nu som tidligere kun en ringe del af fiskebestanden.

Undersøgelsen af søens fiskeyngel, hvor de dominerende arter var *skalle* og *aborre*, viser store variationer mellem årene 1998-2002, med den største fangst i 2001 og den mindste i 1999. Fangsten i 2002 var den næstmindste i perioden.

I de fire første år, der blev foretaget fiskeyngelundersøgelse, var dyreplanktonbiomassen omvendt proportional med biomassen af fiskeyngel; således var dyreplanktonbiomasserne mindst i 1998, 2000 og 2001, hvor biomassen af fiskeyngel var størst, men i 2002 var biomassen af fiskeyngel lille, og samtidig var dyreplanktonbiomassen mindre end i 2001.

Bundvegetationen i Hinge Sø var i 2002 markant bedre udviklet end i 2001, men var stadig langt fra niveauet i 1997 og 1998, der vegetationsmæssigt er de hidtil bedste år i perioden siden 1993. Både dækningsgraden på 1% og det relative plantefyldte volumen på 0,6% ligger trods de positive forandringer siden 2001 på et meget lavt niveau og karakteriserer søen som vegetationsfattig. Vegetationen er alt for spredt til at kunne danne skjul

for dyreplanktonet, men det kan ikke udelukkes, at der i forbindelse med de tættest bevoxede arealer kan være en lokal positiv effekt, som dog ikke har større indflydelse på søen som helhed.

Forekomsten af de miljøfremmede stoffer, der blev undersøgt i 2001, er i overensstemmelse med, at hovedparten af oplandet består af dyrkede arealer, og de hyppigste forekomster af stofferne er stort set i overensstemmelse med de hyppigste forekomster af miljøfremmede stoffer i vandløb i landbrugsoplande. Tungmetallerne blev som i de øvrige 7 overvågningssøer, der indgik i undersøgelsen, generelt målt i lavere koncentrationer end i NOVA vandløbene, og der blev ikke som i flere af de øvrige søer fundet kviksølv. Blandt de øvrige miljøfremmede stoffer var pesticiderne AMPA og BAM de hyppigst forekommende, som i de øvrige søer.

Samlet kan det konstateres, at miljøtilstanden i Hinge Sø i 2002 stort set har været som i hele den forudgående periode 1993-2001; men der er signifikante udviklingstendenser i flere af de målte variabler, der går i retning mod en forbedring.

Miljøtilstanden i Hinge Sø må også i 2002 vurderes at være for dårlig til, at målsætningen kan betragtes som opfyldt.

12. Referencer

12.1. Referencer

Bøgestrand, J. (red.) 2002. Vandløb 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 40 s. Faglig rapport fra DMU nr. 422. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.

Jensen, J.P., Søndergaard, M., Bjerring, R., Lauridsen, T.L., Jeppesen, E., Poulsen, A.M. & Sortkjær, L.: Søer 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 80 s. Faglig rapport fra DMU nr. 421. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen 1999. Nationalt program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003, "NOVA 2003". Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9. Liste over uønskede stoffer. En signalliste over kemikalier, hvor brugen på længere sigt bør reduceres eller stoppes.

Miljøstyrelsen 2001. Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler 2001. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 6, 2001.

Moeslund, B., P.H. Møller, J. Windolf & P. Schriver 1993. Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. 45 s. Teknisk anvisning fra DMU nr. 6.

Moeslund, B., P.H. Møller, P. Schriver, T. Lauridsen & J. Windolf 1996. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 44 s. Teknisk anvisning fra DMU nr. 12.

Norusis, J.M. 1996. SPSS 6.1. Guide to Data Analysis. Prentice Hall. New Jersey.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company. New York.

12.2. Rapporter mv.

12.2.1. Samlerapporter

Viborg Amtskommune 1990. Miljøtilstanden i Hinge Sø 1989 og udviklingstendenser 1974-1989. Udarbejdet af Hedeselskabet.

Viborg Amtskommune 1991. Miljøtilstanden i Hinge Sø 1990. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amtskommune 1992. Miljøtilstanden i Hinge Sø 1991. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1993. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1992 og udvikling 1988-1992. Udarbejdet af Bio/consult as.

- Viborg Amt 1994. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1993 og udvikling 1988-1993. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1995. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1994 og udvikling 1988-1994. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1996. Belastningen i Hinge Sø. forslag til yderligere kildeopsplitning og reduktion af belastningen. Upubliceret notat.
- Viborg Amt 1997. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1996 og udvikling 1988-1996. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1998. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1997 og udvikling 1988-1997. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1999. Afrapportering af overvågningsdata for Hinge Sø, 1998. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 2000. Afrapportering af overvågningsdata for Hinge Sø, 1999. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 2001. Afrapportering af overvågningsdata for Hinge Sø, 2000. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 2002. Afrapportering af overvågningsdata for Hinge Sø 2001. Udarbejdet af Bio/consult as.
- 12.2.2. Vegetation**
- Viborg Amt 1992. Oplysninger om vegetationen i Hinge Sø. Upublicerede undersøgelsesresultater.
- Viborg Amt 1994. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1993. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1995a. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1994. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1995b. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1995. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1996. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1996. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1997. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1997. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1998. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1998. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1999. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 1999. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2000. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 2000. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2001. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 2001. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2002. Vegetationsundersøgelse i Hinge Sø 2002. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult as.

12.2.3. Fisk

Viborg Amtskommune 1989. Fiskeundersøgelse i Hinge Sø med henblik på biomanipulation. Udarbejdet af Hansen & Vegner I/S.

Viborg Amtskommune 1993. Fiskebestanden i Hinge Sø, standardiseret undersøgelse, sommeren 1992. Udarbejdet af Mohr & Markmann.

Viborg Amt 1998. Fiskebestanden i Hinge Sø, standardiseret undersøgelse, sommeren 1997. Udarbejdet af Fiskeriøkologisk Laboratorium.

Viborg Amt 2002. Fiskebestanden i Hinge Sø, standardiseret undersøgelse, sommeren 2002. Udarbejdet af Fiskeriøkologisk Laboratorium.

12.2.4. Plankton

Viborg Amtskommune 1990. Plankton i Hinge Sø 1989. Upubliceret notat. Udarbejdet af Hedeselskabet.

Viborg Amtskommune 1991. Plankton i Hinge Sø 1990. Upubliceret notat. Udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.

Viborg Amtskommune 1992. Plankton i Hinge Sø 1991. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1993. Plankton i Hinge Sø 1992. Upubliceret notat. Udarbejdet af Hedeselskabet.

Viborg Amt 1994. Plankton i Hinge Sø 1993. Upubliceret notat. Udarbejdet af Hedeselskabet.

Viborg Amt 1995. Plankton i Hinge Sø 1994. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1996. Plankton i Hinge Sø 1995. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1997. Plankton i Hinge Sø 1996. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1998. Plankton i Hinge Sø 1997. Upubliceret notat. Udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.

Viborg Amt 1999. Planktonundersøgelse i Hinge Sø 1998. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2000. Planktonundersøgelse i Hinge Sø 1999. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2001. Planktonundersøgelser i Hinge Sø 2000. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2002. Planktonundersøgelser i Hinge Sø 2001. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 2003. Planktonundersøgelser i Hinge Sø 2002. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

12.2.5. Øvrige

Viborg Amt 1994. Oplysninger om næringsstofbelastningen fra spredt bebyggelse i oplandet til Hinge Sø. Upubliceret.

Viborg Amt. 1996. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1995 og udvikling 1988-1995.

Viborg Amt 1996. Bemærkninger til opgørelse af belastning til Hinge Sø. Internt notat.

Bilag

Bilag 1

Oversigt over beliggenheden af prøvetagningsstationer i Hinge Sø

Bilag 2

Oversigt over jordtypefordeling og arealanvendelse i oplandet til Hinge Sø

Bilag 3

Vinddata for Hinge Sø 2002

Bilag 4

Månedlige vandbalancer for Hinge Sø 2002

Bilag 5

Månedlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe i Hinge Sø 2002

Bilag 6

Årlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe i Hinge Sø 2002

Bilag 7

Sammenhænge mellem stoftilførsel og søvandskoncentrationer i Hinge Sø 1988-2002

Bilag 8

Fysiske og kemiske variabler i Hinge Sø 2002

Bilag 9

Måned-, års- og sommergennemsnit (maj-september) af fysiske og kemiske variabler i Hinge Sø 1989-2002.

Bilag 10

Plankton i Hinge Sø 2002

Bilag 10.1

Planteplankton antal/ml i Hinge Sø 2002

Bilag 10.2

Planteplankton mm^3/l i Hinge Sø 2002

Bilag 10.3

Regitrerede arter/identifikationstyper af planteplankton i Hinge Sø 2002

Planteplanktonets dominerende arter/identifikationstyper i Hinge Sø 2002

Bilag 10.4

Planteplankton gennemsnitsværdier i Hinge Sø 1989-2002

Bilag 10.5

Dyreplankton antal/l i Hinge Sø 2002

Bilag 10.6

Dyreplankton mm³/l i Hinge Sø 2002

Bilag 10.7

Registrerede arter/identifikationstyper af dyreplankton i Hinge Sø 2002
Dyreplanktonets dominerende arter/identifikationstyper i Hinge Sø 2002

Bilag 10.8

Dyreplankton fødeoptagelse i Hinge Sø 2002

Bilag 10.9

Dyreplankton græsning i Hinge Sø 2002

Bilag 10.10

Dyreplankton gennemsnitsværdier i Hinge Sø 1989-2002

Bilag 11

Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 2002

Bilag 11.1

Oversigt over inddelingen af Hinge Sø i delområder i forbindelse med vegetationsundersøgelser i 2002

Bilag 11.2

Oversigt over udbredelsen af den spredt-voksende vegetation i Hinge Sø 2002

Bilag 11.3

Samleskema for plantedækket areal og plantefyldt volumen i Hinge Sø 2002

Bilag 12

Samleskemaer for fiskeyngelundersøgelser i Hinge Sø 2002

Bilag 13

Oversigt over søtilstanden i Hinge Sø 2002

Bilag 14

Samlet oversigt over gennemsnitsværdier mv. for Hinge Sø 2002 med angivelse af udviklingstendenser 1989-2002

