



VIBORG AMT



V VANDMILJØ
overvågning

Miljø og teknik
Maj 1997

**Vandmiljøplanens
overvågningsprogram**

Hinge sø 1996

Løbenr.: 42 1997

Eksemplar nr.: 3/3

Miljøtilstanden
i
Hinge Sø
Status 1996
og
udvikling 1988-1996

Udarbejdet for:

Viborg Amt, Skottenborg 26, 8800 Viborg

Udført af:

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

Tekst:

Bjarne Moeslund

Rentegning:

Kirsten Nygaard

Redigering:

Berit Brolund

23.05.1997

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	I-III
Forord	1
1. Baggrundsmateriale	2
1.1. Vurdering af udviklingstendenser	2
2. Beskrivelse af Hinge Sø og det topografiske opland	3
2.1. Beskrivelse af søen	3
2.2. Oplandsbeskrivelse	4
2.3. Målsætning	5
3. Vand- og stofbalance	9
3.1. Nedbør og fordampning 1996	9
3.2. Vandbalance 1996	10
3.2.1. Vandbalance 1988-1996	11
3.3. Hydraulisk middelopholdstid 1996	12
3.3.1. Hydraulisk middelopholdstid 1988-1996	12
3.4. Afstrømningshøjde og volumenændringer	13
3.5. Stofbelastning 1996	14
3.5.1. Kvælstof og fosfor	14
3.5.2. Jern	17
3.6. Stofbelastning 1988-1996	19
3.7. Indløbskoncentrationer i perioden 1988-1996	20
3.7.1. Indløbskoncentrationer fra umålt opland 1996	21
3.8. Næringsstofbelastning og oplandsudnyttelse	23
4. Kilder til stoftilførslen	25
5. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold	27
5.1. Status 1996 og udvikling 1989-1996	27
5.1.1. Sigtdybde	27
5.1.2. Klorofyl-a	29
5.1.3. Suspenderet stof	30
5.1.4. Kvælstof	31
5.1.5. Fosfor	34
5.1.6. pH og alkalinitet	35
5.1.7. Silicium	37
5.1.8. Jern	38
6. Sediment	40

7. Plankton	41
7.1. Planteplankton i 1996	41
7.1.1. Artssammensætning	41
7.1.2. Biomasse	41
7.2. Planteplankton 1988-1996	46
7.2.1. Artssammensætning	46
7.2.2. Biomasse	46
7.3. Relationer mellem planteplankton og fysisk-kemiske forhold	49
7.4. Dyreplankton 1996	51
7.4.1. Artssammensætning	51
7.4.2. Biomasse	51
7.4.3. Samspil mellem plante- og dyreplankton	54
<i>Størrelsesfordeling af planteplanktonbiomassen</i>	54
<i>Græsning</i>	55
7.5. Dyreplankton 1990-1996	56
7.5.1. Artssammensætning	56
7.5.2. Biomasse	56
7.5.3. Samspil mellem plante- og dyreplankton 1990-1996	60
<i>Størrelsesfordeling af planteplankton</i>	60
<i>Græsning</i>	61
7.5.4. Relationer mellem fysisk-kemiske forhold, plante- og dyreplankton, fisk og undervandsvegetation 1988-1996	62
8. Bundvegetation	64
8.1. Status 1996	64
8.1.1. Artssammensætning	64
8.1.2. Hyppighed og dybdeudbredelse	64
8.1.3. Dækningsgrader og plantefyldt volumen	65
8.2. Udviklingen 1993-1996	67
9. Bundfauna og fisk	69
9.1. Bundfauna	69
9.2. Fisk	69
10. Samlet vurdering	70
11. Referencer og rapporter mv. vedrørende Hinge Sø	74
11.1. Referencer	74
11.2. Rapporter mv.	74
11.2.1. Samlerrapporter	74
11.2.2. Vegetation	75
11.2.3. Fisk	75
11.2.4. Plankton	75
11.2.5. Øvrige	76
Bilag	77

Sammenfatning

Med undersøgelserne i 1996 foreligger der nu 8-9 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 påvirkningen af denne fra udefra kommende næringsstoffiltførsler.

1996 var i nedbørsmæssig henseende et meget tørt år med et nedbørsunderskud på 118,6 mm, og særlig årets tre første kvartaler var meget nedbørsfattige. I denne meget tørre periode nåede vandføringen i de tre store tilløb ned på eller nær medianminimum, og det betyder, at den samlede vandtransport i 1996 har været den laveste i hele perioden 1988-1996.

I den situation kan det med rimelighed antages, at hovedparten af vandføringen skyldes udsivning af vand fra dybe grundvandsmagasiner, hvorfor næringsstoftransporten i tilløbene i den situation afspejler "basisbelastningen" af søen.

Som en naturlig konsekvens af den ringe vandføring har udvaskningen af kvælstof fra de overfladenære jordlag i en meget stor del af 1996 været ringe, og den samlede kvælstofbelastning har derfor været den mindste i hele perioden 1988-1996. Middelindløbskoncentrationen af kvælstof har derfor også været den mindste i perioden, og værdier omkring 2,5 mg/l afspejler sandsynligvis koncentrationsniveauet i de dybe grundvandsmagasiner.

Omvendt forholder det sig med fosfor. Trods den meget lave vandtilførsel har den samlede tilførsel af fosfor i 1996 været af samme størrelsesorden som i 1995. Forklaringen herpå er antagelig, at vandet fra de dybe grundvandsmagasiner har et højt indhold af fosfor på omkring 0,080 mg/l, og at det er denne høje værdi, der sammen med en forholdsvis stor basistilstrømning af vand er bestemmende for basisbelastningen med fosfor. Samme forhold gør sig gældende for jerns vedkommende, idet også den samlede jerntilførsel i 1996 har været af samme størrelsesorden som i de forudgående år.

Målingerne i 1996 har kastet lys over nogle af de forhold, der hidtil har været vanskelige at forklare, nemlig den meget store fosforbelastning og de mulige årsager hertil. Det er med de seneste målinger sandsynliggjort, at en meget stor del af den samlede fosforbelastning (og jernbelastning) følger med den store basismængde af vand, der stammer fra de dybe grundvandsmagasiner. Vandet heri er kun i ringe grad påvirket af arealudnyttelsen i de overliggende landskaber, hvorfor kvælstofindholdet er lavt; men til gengæld har vandet antagelig kontakt med organiske aflejringer, eksempelvis brunkul, som har et højt indhold af fosfor og jern, hvorfor koncentrationerne af disse to stoffer er højere end i de overfladenære grundvandsmagasiner.

Ved beregningerne af de samlede stoftransporter til søen er det antaget, at bidragene fra det umålte opland, der udgør ca. 23% af det samlede opland, kan beregnes på grundlag af transporterne i de tre store tilløb, der afvandet ca. 77% af det samlede opland. Til

belysning af, om denne antagelse er rimelig, er der i 1996 foretaget 4 stikprøvemålinger i et af de små tilløb, der findes i det umålte opland. Disse målinger har vist, at kvælstofkoncentrationerne både i en tørvejsperiode med lav vandføring og i en nedbørsrig periode med stor afstrømning er meget højere end i de tre store tilløb, mens fosfor- og jernkoncentrationerne er langt mindre. Det giver anledning til at antage, at afstrømningen fra det umålte opland stammer fra overfladenære grundvandsmagasiner, hvorfor stoftransporterne næppe kan beskrives på grundlag af transporterne i de tre store tilløb, i særdeleshed ikke i en medianminimumssituation.

Hvis man antager, at stikprøvemålingerne i det lille tilløb i det umålte opland afspejler næringsstofkoncentrationerne i vandet herfra, kan det konstateres, at der ved brug af værdierne fra det målte opland sker en underestimering af kvælstofbelastningen og en overestimering af fosfor- og jernbelastningen. Hvor stor fejlen er, giver de gennemførte målinger ikke mulighed for at vurdere. Det er imidlertid ikke usandsynligt, at kvælstofbelastningen er så meget underestimeret, at det kan forklare, hvorfor denitrifikationen i søen har ligget meget lavt i sammenligning med andre søer. På tilsvarende vis er det sandsynligt, at fosforbelastningen er temmelig meget overestimeret, ikke mindst i 1996, da der i en meget lang periode ikke har været mulighed for overfladeafstrømning af fosfor fra landbrugsarealerne i oplandet.

Den store basistilførsel af fosfor er sammen med en betydelig frigivelse af fosfor fra sedimentet årsag til, at tilstanden i søen stort set har været uforandret gennem perioden, idet der kun er registreret en signifikant nedgang i koncentrationen af ortofosfat, mens samtlige øvrige variabler ikke udviser nogen signifikant udviklingstendens.

Planteplanktonets udvikling er i overensstemmelse med høje næringsstofkoncentrationer og stor gennemstrømning. Periodevis udvikles meget høje blågrønalgbiomasser af længere varighed i sommerperioden, men hyppigst dominerer kiselalgerne. Planteplanktonbiomassen viser ingen udviklingstendens gennem perioden.

I dyreplanktonbiomassen viser de cyclopoide vandlopper en signifikant stigende tendens. Dafniernes andel af den samlede biomasse viser en signifikant faldende tendens, mens de cyclopoide vandloppers andel viser en signifikant stigende tendens. Denne udvikling er i overensstemmelse med tendens til svagt aftagende prædationstryk på planteplanktonet, idet cyclopoide vandlopper er mindre effektive græssere end dafnier. Udviklingen indikerer et stigende prædationstryk fra fisk, da cyclopoide vandlopper er bedre til at undgå prædation end dafnier.

Som følge af især den uændrede sigtdybde i søen er vegetationens dybdeudbredelse i søen ringe og har været det gennem hele perioden 1993-1996, og med en betydelig variation fra sted til sted i søen. Selvom også andre faktorer end vandets klarhed har betydning, eksempelvis sedimentets beskaffenhed og eksponeringen for bølgeslag og strøm, er det utvivlsomt lystilgængeligheden, der har størst betydning, og vegetationens middeldybdegrænse svarer meget godt til den forventede dybdegrænse.

Som følge af den ringe dybdeudbredelse og manglen på vegetation på steder med blød bund og på steder med stor eksponering er vegetationsmængden i søen så ringe, at den

ikke kan tillægges nogen nævneværdig betydning for hverken fisk eller dyreplankton, hvorfor betydningen for søens tilstand i det hele taget er marginal.

Set under ét kan det konstateres, at Hinge Sø i dag er genstand for en stor basisbelastning med fosfor samt en afstrømningsafhængig belastning med kvælstof. Selvom forbedret spildevandsrensning og indgreb over for udledninger fra spredte bebyggelser i oplandet har ført til en vis mindskelse af fosforbelastningen, har det ikke resulteret i nogen forbedring af søens tilstand, primært fordi frigivelsen af fosfor fra sedimentet fuldt ud kompenserer for nedgangen i den eksterne belastning, og fordi kvælstoffikserende blågrønner er i stand til at kompensere for kvælstofmanglen i år med lille tilstrømning af kvælstof i sommerperioden.

På grund af usikkerhederne omkring næringsstofbidragene fra det umålte opland er det vanskeligt at opgøre basisbelastningen af søen i en situation med gennemsnitlig afstrømning fra oplandet. Et kvalificeret skøn er, at den samlede fosforbelastning i en situation med en vandtilførsel på 25 mill. m³/år andrager ca. 2.000 kg/år, svarende til en middelindløbskoncentration på 0,080 mg/l.

Denne værdi er ikke i sig selv til hinder for opretholdelse af et acceptabelt miljø i søen, idet det ved hjælp af Vollenweiders fosformodel kan beregnes, at søkoncentrationen i en ligevægtssituation vil ligge på ca. 0,066 mg/l, ved hvilken sommermiddelsigt dybden erfaringsmæssigt vil være ca. 1,15 m.

Det store problem i dag er imidlertid, at indløbskoncentrationen kun har begrænset betydning, idet den interne fosforbelastning langt overskygger den eksterne belastning og bringer sommermiddelkoncentrationen af fosfor op på 0,150-0,200 mg/l. Konsekvensen heraf er, at en positiv effekt af en reduktion af fosforbelastningen til basisniveauet kun kan opnås, hvis den interne belastning elimineres eller nedbringes til et meget lavt niveau.

Det kan ske ad "naturlig" vej gennem den løbende udskylning af fosfor fra søen, men denne proces skønnes at ville vare mange år, i hvilken periode søens tilstand kun ganske langsomt vil bedres. Dertil kommer, at søens udstrakte forekomster af et meget blødt og løst sediment ikke udgør et egnet substrat for rodfæstede planter, som derfor kan få vanskeligt ved at udnytte de forbedrede lysforhold i den meget vindeksponerede sø. Både den interne belastning, resuspensionen af sediment og hensynet til undervandsvegetationens rodfæstningsmuligheder taler derfor for at fremskynde udviklingen gennem fjernelse af sediment fra søen.

Gennemføres en sådan sedimentfjernelse, kan den positive udvikling utvivlsomt accelereres yderligere gennem fjernelse af hovedparten af søens store skidtfiskbestand, idet det vil mindske prædationstrykket på dyreplanktonet og dermed øge vandets klarhed gennem græsningen på planteplanktonet. Omvendt vil det næppe være nok blot at fjerne skidtfisken, idet den interne fosforbelastning, trods en mulig reduktion af fiskenes oprodning af sedimentet, sandsynligvis stadig vil være stor nok til at opretholde en stor planteplanktonbiomasse, hvoraf en stor del, særlig i år med blågrønneopblomstring, ikke vil kunne reguleres af dyreplanktonet.

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.

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 1996. Disse data er endvidere indføjet i de eksisterende tidsserier, og der er foretaget en vurdering af udviklingen i søen frem til og med 1996. Med baggrund i Miljøstyrelsens "Paradigma for rapportering af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996" er der i 1996 foretaget en normalrapportering suppleret med vurderinger af udviklingstendenser på de enkelte variabler samt opstilling af forskellige scenarier.

1. Baggrundsmateriale

Indholdet af denne rapport er baseret på følgende data og undersøgelsesresultater fra 1996:

Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser (Viborg Amt og Hedeselskabet)

Vand- og stoftransport i tilløb og afløb (Viborg Amt og Hedeselskabet)

Nedbør og fordampning (Afdeling for jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum)

Plante- og dyreplankton (Bio/consult)

Bundvegetation (Bio/consult)

Hertil kommer tidligere indsamlede data og undersøgelsesresultater, der er afrapporteret i årsrapporterne for de enkelte år (Viborg Amtskommune, 1990; 1991; 1992; Viborg Amt 1993; 1994; 1995; 1996).

1.1. Vurdering af udviklingstendenser

Til vurdering af udviklingen i søens tilstand er der foretaget en regressionsanalyse af års- og sommerrmiddelværdier af fysiske og kemiske variabler samt beregnede værdier i øvrigt. For hver regressionsanalyse er angivet regressionskoefficienten R^2 , og det er endvidere angivet, om udviklingstendensen er statistisk signifikant. Signifikansniveauet er ved vurdering af udviklingen i hele perioden 1989-1996 fastlagt ved hjælp af en t-test, hvor det testes, om hældningskoefficienten på regressionslinien er $\neq 0$ (Norusis, 1996). Desuden er det undersøgt, om tendensen i delperioder har været signifikant ved en t-test, hvor $t = \sqrt{R^2 \cdot (N-2) / (1-R^2)}$, og hvor $N =$ antal datapunkter (Sokal & Rohlf, 1981).

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 6.

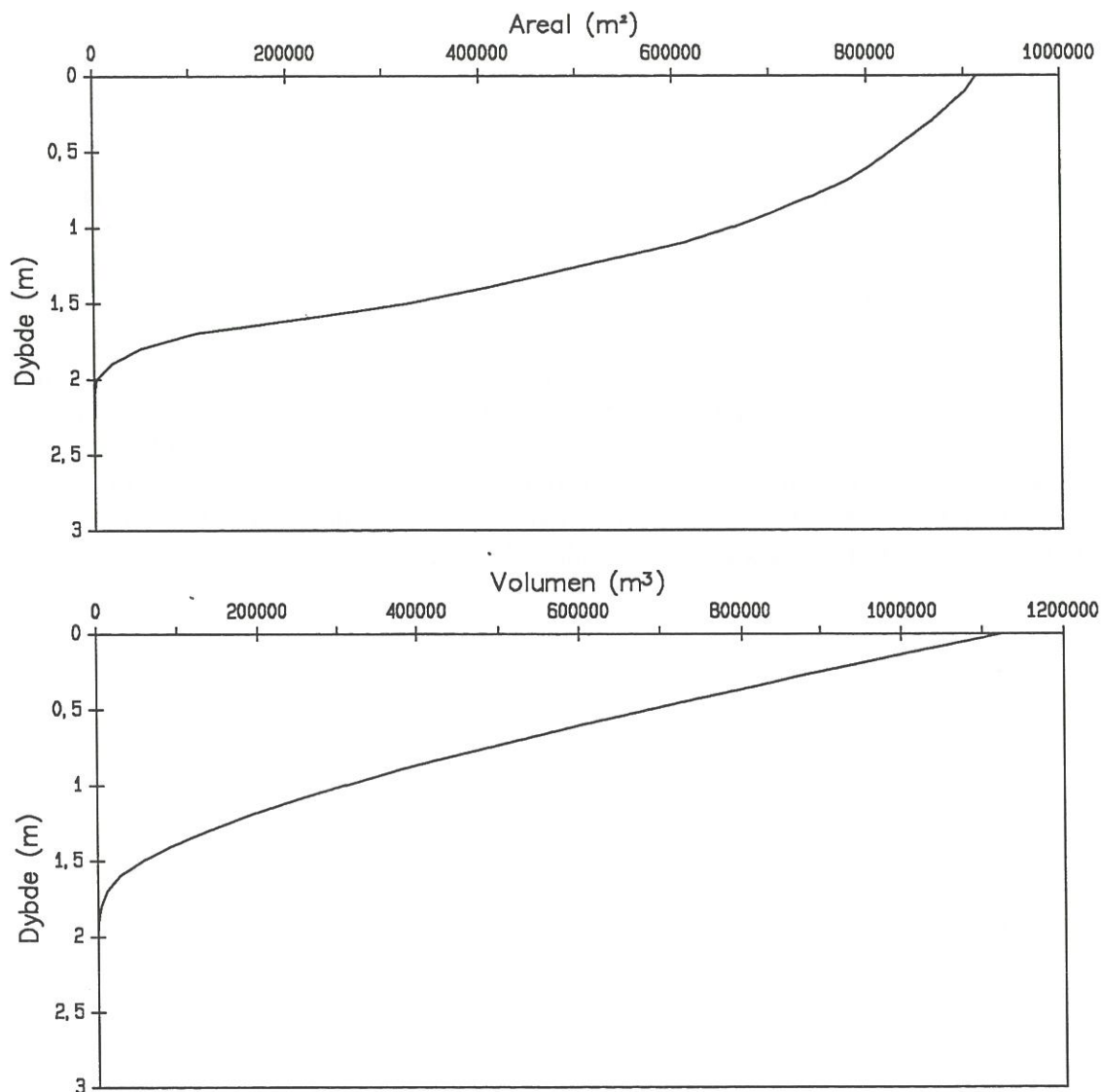
Søens vigtigste tilløb er Mausing Møllebæk, Haurbæk og Skjellegården. Derudover findes der flere mindre tilløb. Afløbet fra søen findes i den østlige ende, hvor Hinge Å (= Alling Å) begynder. Hinge Å er reelt den nedre del af Mausing Møllebæk, og Hinge Sø er derfor en gennemstrømningssø med generelt 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 side 8, samt i mindre justeringer af de morfometriske data i forhold til tidligere, se tabel 1.

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

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 7. 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 km afvandes af de tre største tilløb, Mausing 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, alsidig 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 omkringliggende 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.



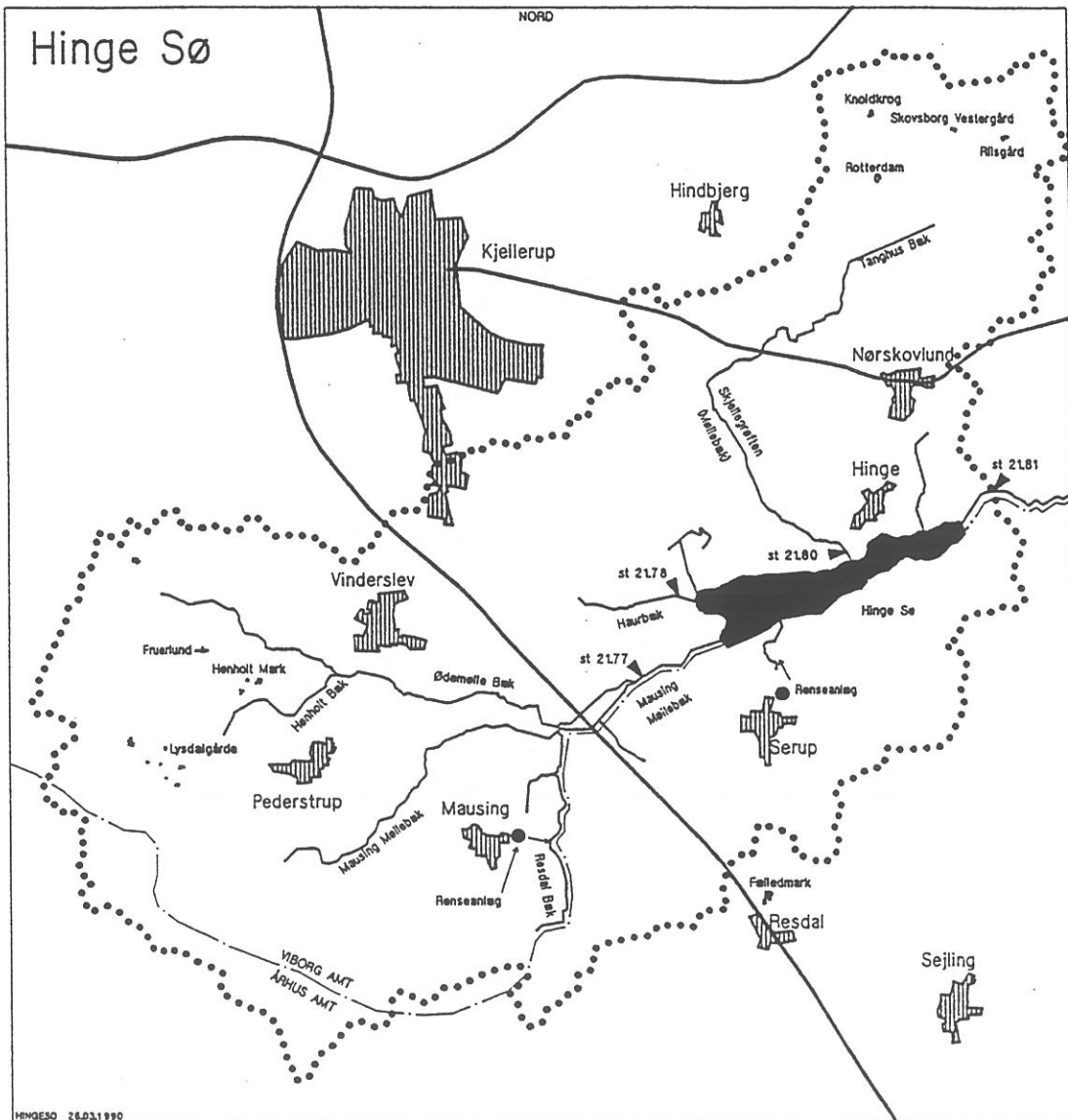
HINGE SØ

KJELLERUP/SILKEBORG KOMMUNE,
VIBORG/ÅRHUS AMT

0 100 200 300 400 500 m

Dybde: m
 Rørsump:
 Vandspejl: 25,37 m over DNN

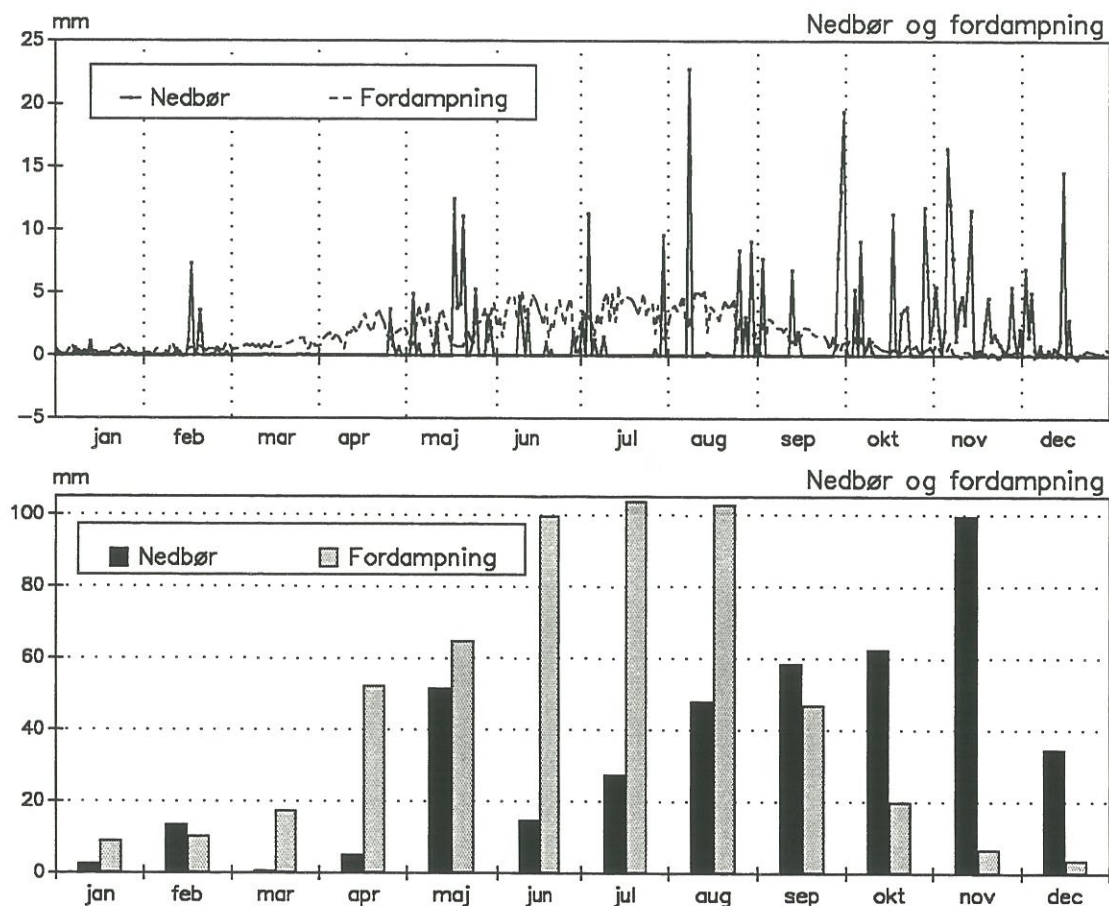
Opmåling: Bto/consult as, marts 1992
 Flyfoto: Geoplan A/S, 19. maj 1992
 Kartografi: Eiva a/s
 © Viborg Amt og Bto/consult as



3. Vand- og stofbalance

3.1. Nedbør og fordampning 1996

Der foreligger daglige nedbørs- og fordampningsdata fra 1996, målt ved Foulum og antaget at gælde for Hinge Sø. Figur 2 indeholder en oversigt over nedbørens og fordampningens variation i 1996.



Figur 2. Oversigt over nedbørens og fordampningens variation ved Foulum i 1996.

Den samlede mængde nedbør i 1996 er målt til 420,3 mm og fordampningen til 538,9 mm, svarende til et nedbørsunderskud på 118,6 mm. 1996 må på den baggrund karakteriseres som et meget nedbørsfattigt og tørt år. Det ses, at nedbørsunderskuddet primært skyldes et meget stort nedbørsunderskud i årets første halvdel.

3.2. Vandbalance 1996

Ud fra vandføringsdata i tilløb og afløb samt nedbørs- og fordampningsdata er der opstillet en specificeret vandbalance for Hinge Sø 1996, se tabel 2. Bilag 3 viser de månedlige vandbalancer

Kilde	10 ⁶ m ³ /år	Procent af samlet tilførsel
Mausing Møllebæk	10,310	57,87
Haurbæk	1,777	9,97
Skjellegrøften	0,678	3,81
Umålt opland	3,863	21,68
Grundvand	0,805	4,52
Nedbør	0,384	2,16
Samlet tilførsel	17,817	100
Afløb	17,343	97,34
Fordampning	0,492	2,76
Volumenændring	-0,018	-0,01
Balancesum	17,817	100

Tabel 2. Vandbalance for Hinge Sø 1996.

Mausing Møllebæk, der løber til i søens vestende, bidrager med ca. 57% af den samlede vandtilførsel, og på den baggrund kan søen karakteriseres som en gennemstrømningssø.

Det umålte opland bidrager med ca. 23% af den samlede vandtilførsel. De resterende ca. 20% af vandtilførslen er fordelt på de øvrige målte tilløb, på nedbøren og på direkte indsvende grundvand (se bilag 2.2. angående beregning af afstrømningen fra det umålte opland og beregningen af grundvandstilstrømningen).

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 skønsmæssigt 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. Hvis kun afstrømningen fra ét af de tre målte oplande lægges til grund for opgørelsen, bliver resultatet næsten uændret ved anvendelse af Mausing Møllebæk som beregningsgrundlag, mens det fordobles henholdsvis halveres ved anvendelse af Haurbæk henholdsvis Skjellegrøften.

Anvendelse af Haurbæk skønnes ikke at være realistisk, idet søen i så fald vil have en permanent negativ grundvandstilførsel, det vil sige, at der til stadighed strømmer vand ud gennem søens bund til grundvandsmagasinet. Anvendelse af Skjellegrøften som beregningsgrundlag er antagelig heller ikke realistisk, idet dette vandløb dels adskiller

sig meget fra gennemsnittet og dels indebærer, at grundvandsindsivningen skal være meget stor.

Konsekvensen af at opgøre vandtilstrømningen fra det umålte opland som beskrevet ovenstående er, at grundvandstilstrømningen til søen på årsbasis kun udgør en ringe del af den samlede vandtilstrømning. Rigtigheden heraf understøttes af, at der findes flere mindre tilløb til søen på både nord- og sydsiden, og at flere af disse har en ikke ubetydelig vandføring selv i sommerhalvåret.

3.2.1. Vandbalance 1988-1996

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. Det betyder, at søens hydrologiske forhold i lange perioder har været forholdsvis stabile, men at et meget tørt år som 1996 kan resultere i en markant reduktion af vandgennemstrømningen.

Den samlede vandtilstrømning i 1996 ligger markant lavere end gennemsnittet for perioden 1989-1996.

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
Samlet målt/beregnet tilførsel	28,5	21,9	25,4	21,6	22,9	21,8
Grundvandsbidrag	0,3	0,6	0,1	0,9	0	1,8*
Samlet tilførsel	28,8	22,5	25,5	22,5	22,9	23,6
Samlet fraførsel	28,8	22,5	25,5	22,5	22,9	23,4
Volumenændring**						0,2
	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet målt/beregnet tilførsel	29,0	24,8	17,0			
Grundvandsbidrag	0,6	0,3	0,8			
Samlet tilførsel	29,6	25,1	17,8			
Samlet fraførsel	29,5	25,5	17,8			
Volumenændring**	0,1	-0,4	<0,1			

Tabel 3. Oversigt over vandbalancen for Hinge Sø i årene 1988-1996; 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 beregningen af vandbalancen for 1993-1996 er der taget højde for, at søens volumen ved årets slutning var større end ved årets begyndelse.

Ser man nøjere på vandtilførslen fra de enkelte kilder, kan det konstateres, at vandtilførslerne fra Mausing Møllebæk og Haurbæk udgør en stabil procentdel af den samlede vandtilførsel, mens Skjellegrøften er mere påvirkelig af nedbørsforholdene. I 1996 har den således kun bidraget med ca. 3% af den samlede vandtilførsel, mens bidraget i 1995 udgjorde ca. 10%.

3.3. Hydraulisk middelopholdstid 1996

Vandets hydrauliske middelopholdstid i Hinge Sø kan som gennemsnit for hele 1996 beregnes til ca. 24 døgn, mens sommergennemsnittet kan beregnes til ca. 29 døgn og vintergennemsnittet til ca. 22 døgn. Tabel 4 indeholder en oversigt over den beregnede opholdstid i de enkelte måneder i 1996.

Måned	Afstrømning (m ³ /md x 10 ⁶)	Opholdstid (døgn)
Januar	1,440	24
Februar	1,455	22
Marts	1,728	20
April	1,418	24
Maj	1,412	25
Juni	1,188	28
Juli	1,107	32
August	1,081	32
September	1,080	31
Oktober	1,303	27
November	2,261	15
December	1,870	19
Årsgennemsnit	1,445 ± 0,356	24
Sommergennemsnit	1,174 ± 0,140	29
Vintergennemsnit	1,541 ± 0,162	22

Tabel 4. Oversigt over variationen af vandets opholdstid i Hinge Sø i de enkelte måneder i 1996, beregnet på grundlag af den månedlige afstrømning. Til sammenligning er vist den samlede afstrømning fra søen i de enkelte måneder, se også bilag 2.2.

I 1996 har afstrømningen fra søen været størst i perioden november-december med en månedsmiddelopholdstid på 15-19 døgn, mens afstrømningen har været mindst i perioden juli-september med en månedsmiddelopholdstid på 31-32 døgn.

3.3.1. Hydraulisk middelopholdstid 1988-1996

I tabel 5 er vist variationen af den hydrauliske middelopholdstid i perioden 1988-1996.

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

Tabel 5. Oversigt over den hydrauliske opholdstid (døgn) i Hinge Sø i årene 1988-1996 angivet som årsgennemsnit, som sommergennemsnit og som vintergennemsnit.

På grund af de lavere afstrømninger er alle værdierne i 1996 noget større end i 1995, og særlig vintermiddelopholdstiden er bemærkelsesværdig lang som følge af usædvanligt små nedbørsmængder.

3.4. Afstrømningshøjde og volumenændringer

Afstrømningshøjden er for 1996 beregnet til 15,41 meter.

Daglige værdier for vandspejlskoten i søen er lagret i Viborg Amts database. Årets højeste vandspejlskoter var 25,48 m o. DNN den 28. februar og 25,49 m o. DNN den 13. november, mens den laveste vandspejlskote var 25,23 m o. DNN den 26.-27. juli; denne forskel svarer til en volumenforskel på minimum 238.000 m³. Middelvandspejlskoten har i 1996 været 25,31 m o. DNN, hvilket er 6 cm lavere end søens standardvandspejlskote (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 lavere ved årets slutning end ved årets begyndelse, og det svarer til en volumenforskel på -0,018 mill. m³, svarende til mindre end 2% af søens volumen. Det bør dog nævnes, at vandstanden ved årets slutning kun lå 6 cm under standardvandspejlet (kote 25,37 m o. DNN), svarende til at søens volumen var reduceret med 0,055 mill. m³. Til sammenligning kan det nævnes, at den maksimale månedlige volumenændring har været på 0,174 mill. m³ (i februar), svarende til ca. 19% af søens volumen ved standardvandspejlskoten.

Måned	Vandspejlskote (m o. DNN)		Δ volumen (m ³)
	Primo	Ultimo	
Januar	25,29	25,28	-9.140
Februar	25,28	25,47	+173.667
Marts	25,47	25,37	-91.404
April	25,37	25,31	-54.842
Maj	25,31	25,30	-9.140
Juni	25,30	25,26	-36.562
Juli	25,26	25,25	-9.140
August	25,25	25,26	+9.140
September	25,26	25,29	+27.421
Oktober	25,29	25,30	+9.140
November	25,30	25,32	+18.281
December	25,32	25,27	-45.702
Året	25,29	25,27	-18.281

Tabel 6. Oversigt over vandspejlskoter ved måneds begyndelse og slutning i Hinge Sø 1996 samt de deraf følgende ændringer af vandvolumenet i søen.

3.5. Stofbelastning 1996

Som i 1995 er der også i 1996 foretaget målinger af stofkoncentrationer i afløbsvandet, idet brugen af søvandskoncentrationer i 1993 og 1994 resulterede i fejl i stofbalancerne.

3.5.1. Kvælstof og fosfor

Tabel 7 indeholder omtrentlige massebalancer for kvælstof og fosfor i 1996, opstillet på grundlag af de månedlige massebalancer, se bilag 4.

Kilde	Kvælstof (t/år)	Fosfor (t/år)
Mausing Møllebæk	45,336 (59,7%)	1,370 (60,7%)
Haurbæk	5,005 (6,6%)	0,237 (10,5%)
Skjellegrøften	4,872 (6,4%)	0,052 (2,3%)
Umålt opland	16,711 (22,0%)	0,502 (22,3%)
Atmosfæren	1,828 (2,4%)	0,018 (0,8%)
Grundvand	2,189 (2,9%)	0,076 (3,4%)
Samlet tilførsel	75,941 (100%)	2,254 (100%)
Afløb	52,248 (68,8%)	1,652 (73,3%)
Magasinændring	3,164 (4,2%)	-0,017 (-0,8%)
Tilbageholdelse		0,619 (27,5%)
Tilbageholdelse + denitrifikation	20,529 (27,0%)	
Balancesum	75,941 (100%)	2,254 (100%)

Tabel 7. Omtrentlig massebalance for kvælstof og fosfor i Hinge Sø 1996.

For kvælstofs vedkommende viser balancen et fald i den samlede tilførsel svarende til godt og vel den forholdsmæssige reduktion i vandafstrømningen fra oplandet. Årsagen til at faldet i kvælstoftilførslen er relativt større end faldet i vandtilførslen er formodentlig, at udvaskningen af kvælstof har været usædvanligt lille i årets første måneder, da udvaskningen normalt er stor på grund af store mængder nedbør og stor udvaskning fra oplandsarealerne.

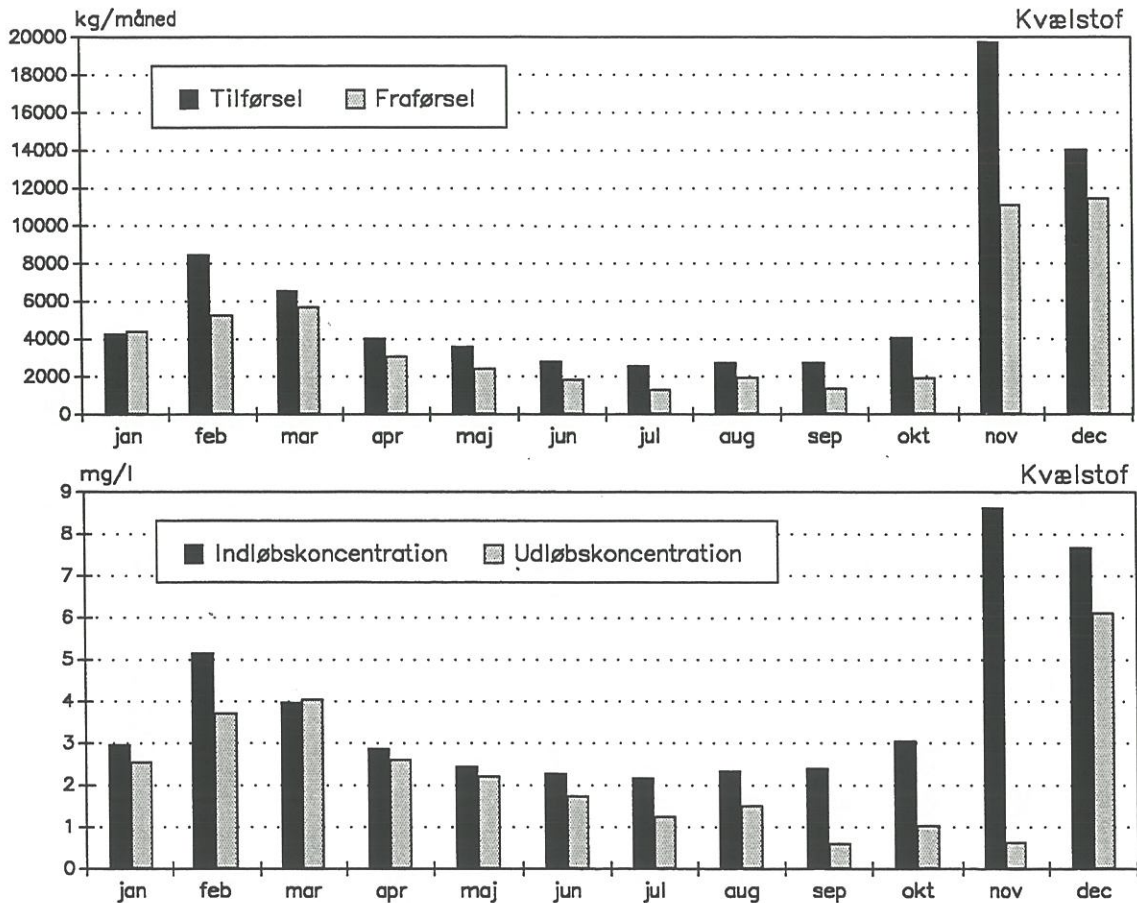
For fosfors vedkommende er billedet mere uklart. Bidraget fra Mausing Møllebæk har i 1996 været lidt større end i 1995, trods faldende vandtransport, mens bidraget fra Haurbæk har været noget mindre end i 1995, men dog ikke reduceret proportionalt med vandtransporten. Bidraget fra Skjellegrøften har i 1996 været så lavt som ca. 21% af bidraget i 1995, men ligesom i Haurbæk har reduktionen af fosforbidraget været større end faldet i vandtransporten.

Den månedlige transport af total-kvælstof, total-fosfor og ortofosfat i tilløbene og i afløbet er indeholdt i Viborg Amts database. I figur 3 og 4 er vist variationen af den samlede månedlige tilførsel henholdsvis fraførsel af total-kvælstof og total-fosfor i Hinge Sø 1996.

For kvælstofs vedkommende ses det, at godt 43% af den samlede tilførsel fandt sted i november og december, hvor kun ca. 23% af vandtilførslen fandt sted. Den pludseligt, meget store transport i november og december tyder på, at ophobet, partikulært bundet kvælstof er blevet skyllet ud af tilløbene i forbindelse med den pludselige stigning i vandtransporten, samtidig med at der antagelig er sket en stor udvaskning fra de jorder, der frem til de store mængder nedbør havde været præget af tørke og derfor ingen nedvaskning af kvælstof.

Det bemærkes endvidere, at der i november og december har været stor forskel mellem tilførslen og fraførslen af kvælstof, hvilket tyder på en stor tilbageholdelse af formodentlig partikelbundet kvælstof i søen, foruden selvfølgelig også ophobning af uorganisk kvælstof i søens vandmasser. Med hensyn til sidstnævnte viser variationen af ind- og udløbskoncentrationerne, at det varer ca. 1 måned, førend den pludselige stigning i indløbskoncentrationen i november slår igennem på udløbskoncentrationen.

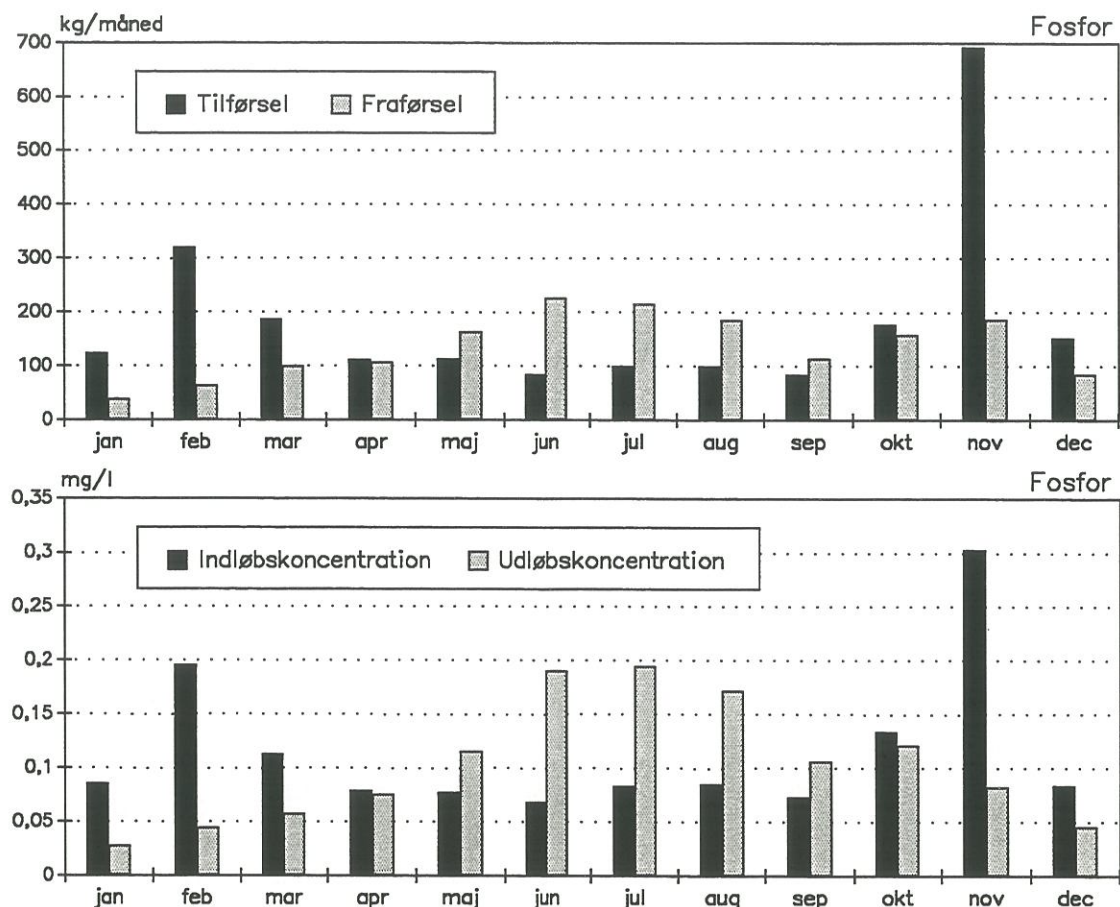
For året som helhed har transporten ud af søen været mindre end transporten ind i søen som følge af især en betydelig denitrifikation, der sammen med ophobningen i sedimentet udgør ca. 26% af den samlede tilførsel.



Figur 3. Oversigt over variationen af den månedlige tilførsel til og fraførsel fra Hinge Sø af kvælstof samt variationen af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) i 1996.

Tilførslen af fosfor følger stort set samme mønster som kvælstof med en voldsom stigning i tilførslen i november, da ikke mindre end 30% af den samlede transport fandt sted. Ligesom for kvælstofs vedkommende kan dette mønster i tilførslen forklares ved, at store mængder partikelbundet fosfor er blevet skyllet ud fra tilløbene i forbindelse med den første store afstrømningshændelse.

I sommerperioden har transporten ud af søen været betydelig større end transporten ind i søen, hvilket utvivlsomt skyldes en betydelig frigivelse af fosfor fra sedimentet. Transporten ud af søen har i sommerperioden været ca. 1,85 * transporten ind i søen, hvilket har medført en betydelig fjernelse af tidligere ophobet fosfor fra søen. For året som helhed er der dog sket en betydelig ophobning af fosfor i søen, svarende til ca. 28% af den samlede tilførsel.



Figur 4. Oversigt over variationen af den månedlige tilførsel til og fraførsel fra Hinge Sø af fosfor samt variationen af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) i 1996.

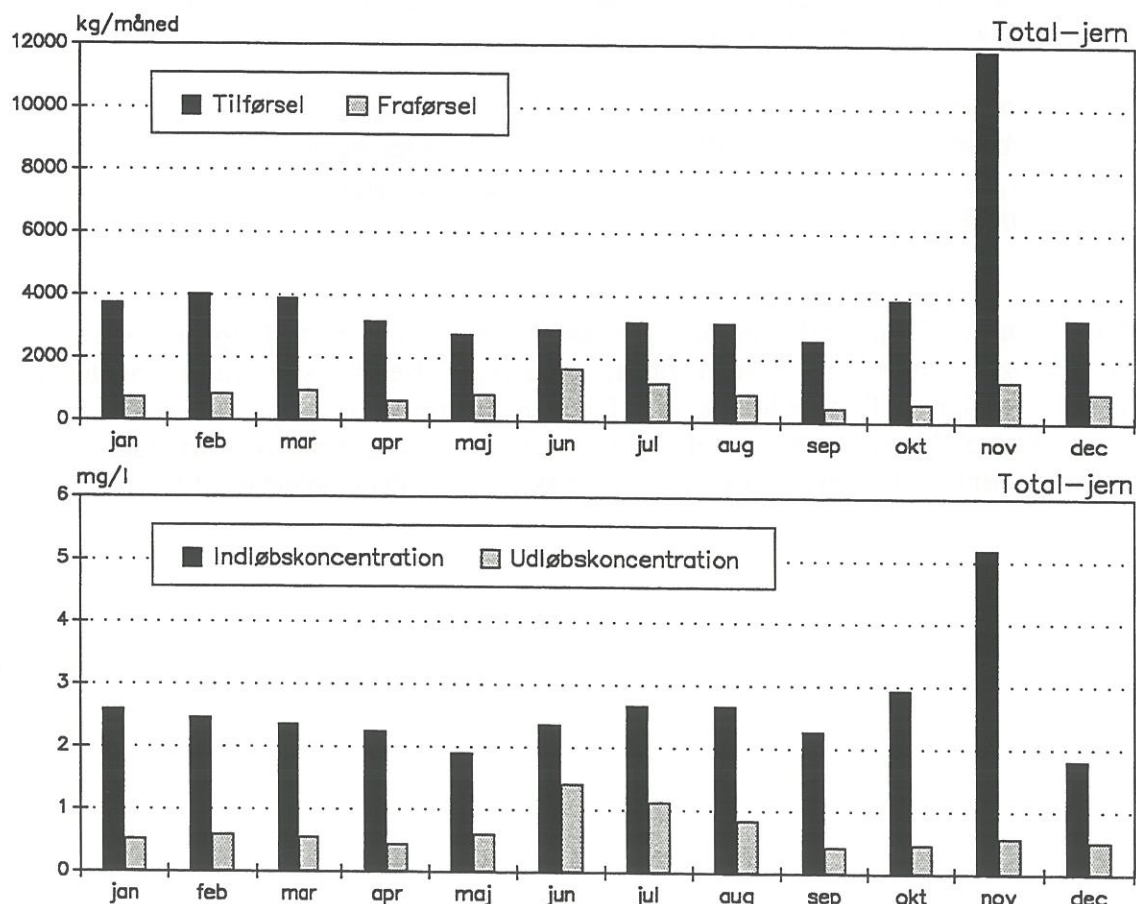
3.5.2. Jern

Den samlede tilførsel af total-jern er for 1996 opgjort til ca. 49 tons, og den samlede fraførsel er opgjort til ca. 11 tons, svarende til en tilbageholdelse på ca. 77%, se tabel 8. Denne værdi er væsentligt højere end i de forudgående år, hvilket antagelig skyldes den mindre mængde nedbør og den deraf følgende mindre afstrømning fra søen.

I alle årets måneder sker der en betydelig sedimentation af jern i søen, og det betyder, at den gennemsnitlige udløbskoncentration i alle måneder er lavere end indløbskoncentrationen, se figur 5.

Kilde	Jern (t/år)
Mausing Møllebæk	29,524 (60,5%)
Haurbæk	5,775 (11,8%)
Skjellegrøften	0,841 (1,7%)
Umålt opland	10,938 (22,4%)
Grundvand	0,076 (3,5%)
Samlet tilførsel	48,761 (100%)
Afløb	11,390 (23,4%)
Magasinændring	0
Tilbageholdelse	37,371 (76,6%)
Balancesum	48,761 (100%)

Tabel 8. Omtrentlig massebalance for jern i Hinge Sø 1996.



Figur 5. Oversigt over variationen af den månedlige tilførsel til og fraførsel fra Hinge Sø af jern i 1996 samt variationen af ind- og udløbskoncentrationer (månedsmiddelværdier) i 1996.

3.6. Stofbelastning 1988-1996

Tabel 9 indeholder en oversigt over variationen af den samlede tilførsel og fraførsel af kvælstof, fosfor og jern i perioden 1988-1996, mens bilag 5 indeholder mere detaljerede oversigter over massebalancerne i årene 1988-1996.

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 blot er afhængig af tilstrømningens størrelse, men også af afstrømningsmønsteret og afstrømningens fordeling over året. Den forholdsvis lave kvælstoftilførsel i 1993 skyldes således især, at den samlede tilførsel var ringe i den nedbørsfattige forårsperiode, mens det omvendte var tilfældet i 1994.

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 også i Hinge Sø, trods kort opholdstid, sker en betydelig denitrifikation, jf. bilag 5; men dette forhold er slet ikke afspejlet i årsresultatet for 1994 og 1995.

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 perioden været dels år med tilbageholdelse og dels år med øget transport ud af søen som følge af frigivelse af fosfor fra sedimentet. Den stadige vekslen 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.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Total-kvælstof						
Tilførsel (tons pr. år)	162	122	165	121	168	142
Fraførsel (tons pr. år)	145	82	135	104	136	115
Tilbageholdelse* (tons pr. år)	17 (10,5%)	40 (32,8%)	30 (18,2%)	17 (14,0%)	32 (19,0%)	27(18,7%)
Total-fosfor						
Tilførsel (tons pr. år)	4,5	2,5	3,7	2,8	2,6	2,5
Fraførsel (tons pr. år)	3,9	2,6	3,0	2,5	2,8	2,8
Tilbageholdelse (tons pr. 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%)
Total-jern						
Tilførsel (tons pr. år)	53,0	54,1	53,0	40,0	52,5	51,6
Fraførsel (tons pr. år)	28,0	24,9	32,9	26,8	26,7	27**
Tilbageholdelse (tons pr. år)	25,0 (47%)	29,2 (54%)	20,1 (38%)	13,2 (33%)	25,8 (49%)	24,6**
Vand						
Samlet tilførsel (mill. m ³ pr. år)	28,5	21,9	25,4	21,6	22,9	23,5
	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total-kvælstof						
Tilførsel (tons pr. år)	163,6	121,3	75,9			
Fraførsel (tons pr. år)	161,8	122,0	52,2			
Tilbageholdelse* (tons pr. år)	1,8 (1,1%)	-0,7 (-0,6%)	20,5 (27,0%)			
Total-fosfor						
Tilførsel (tons pr. år)	3,2	2,4	2,3			
Fraførsel (tons pr. år)	4,3	3,2	1,7			
Tilbageholdelse (tons pr. år)	-1,1 (-34,8%)	-0,8 (-34,9%)	0,6 (27,8%)			
Total-jern						
Tilførsel (tons pr. år)	57,4	49,1	48,8			
Fraførsel (tons pr. år)	46,5	32,0	11,4			
Tilbageholdelse (tons pr. år)	10,9 (19,0%)	9,1 (17,1%)	37,4 (76,6%)			
Vand						
Samlet tilførsel (mill. m ³ pr. år)	29,6	25,1	17,8			

Tabel 9. Oversigt over den samlede tilførsel, fraførsel og tilbageholdelse af kvælstof, fosfor og jern til Hinge Sø i perioden 1988-1996. Til sammenligning er vist den samlede vandtilførsel.
*: tilbageholdelse = tilbageholdelse + denitrifikation. **: skønnet værdi.

3.7. Indløbskoncentrationer i perioden 1988-1996

Til belysning af udviklingen af stoffbelastningen er der for hvert år i perioden 1988-1996 beregnet gennemsnitlige indløbskoncentrationer af kvælstof, fosfor og jern, se figur 6. Værdierne er vist i bilag 6.

For kvælstofs vedkommende er der for perioden som helhed en svagt faldende, men ikke signifikant tendens ($R^2 = 0,14$) på årsværdierne og ingen tendens på sommerværdierne ($R^2 = 0,03$). For begge værdiers vedkommende gælder det imidlertid, at der har været en stigende, men ikke signifikant tendens i periodens første del ($R^2 = 0,48/0,12$) og en signifikant faldende tendens i periodens sidste del ($R^2 = 0,99/0,85$).

Den faldende tendens i periodens sidste del skal antagelig ses i sammenhæng med de stadigt længere perioder med ringe nedbør og deraf følgende ringe udvaskning af

kvælstof fra landbrugsarealerne i oplandet, og i sammenhæng med, at det tilstrømmende vand derfor i stigende grad har været grundvand med lavt kvælstofindhold fra de dybe grundvandsmagasiner.

For total-fosfors vedkommende er der for perioden som helhed en svagt faldende, men ikke statistisk signifikant tendens ($R^2 = 0,37$) på både årsværdierne og på sommerværdierne. Dette fald, der antagelig har samme årsag som faldet i kvælstofkoncentrationen, nemlig at det tilstrømmende vand i stigende grad har været grundvand fra dybe grundvandsmagasiner, kan i vid udstrækning relateres til et signifikant fald i indløbskoncentrationen af ortofosfat ($R^2 = 0,90$).

For jerns vedkommende er der for perioden som helhed en ganske svagt stigende, men ikke statistisk signifikant tendens ($R^2 = 0,12$), idet det dog bemærkes, at middelinløbskoncentrationen i 1996 har været den hidtil højeste. Det kan muligvis hænge sammen med, at en meget lang periode med ringe nedbør har ført til udtørring af jernholdige jordlag med iltning af jernforbindelser til følge, eller det kan hænge sammen med, at grundvand med høje jernkoncentrationer fra dybe grundvandsmagasiner ikke i samme udstrækning som tidligere har været opblandet med mindre jernholdigt grundvand fra mere overfladenære grundvandsmagasiner.

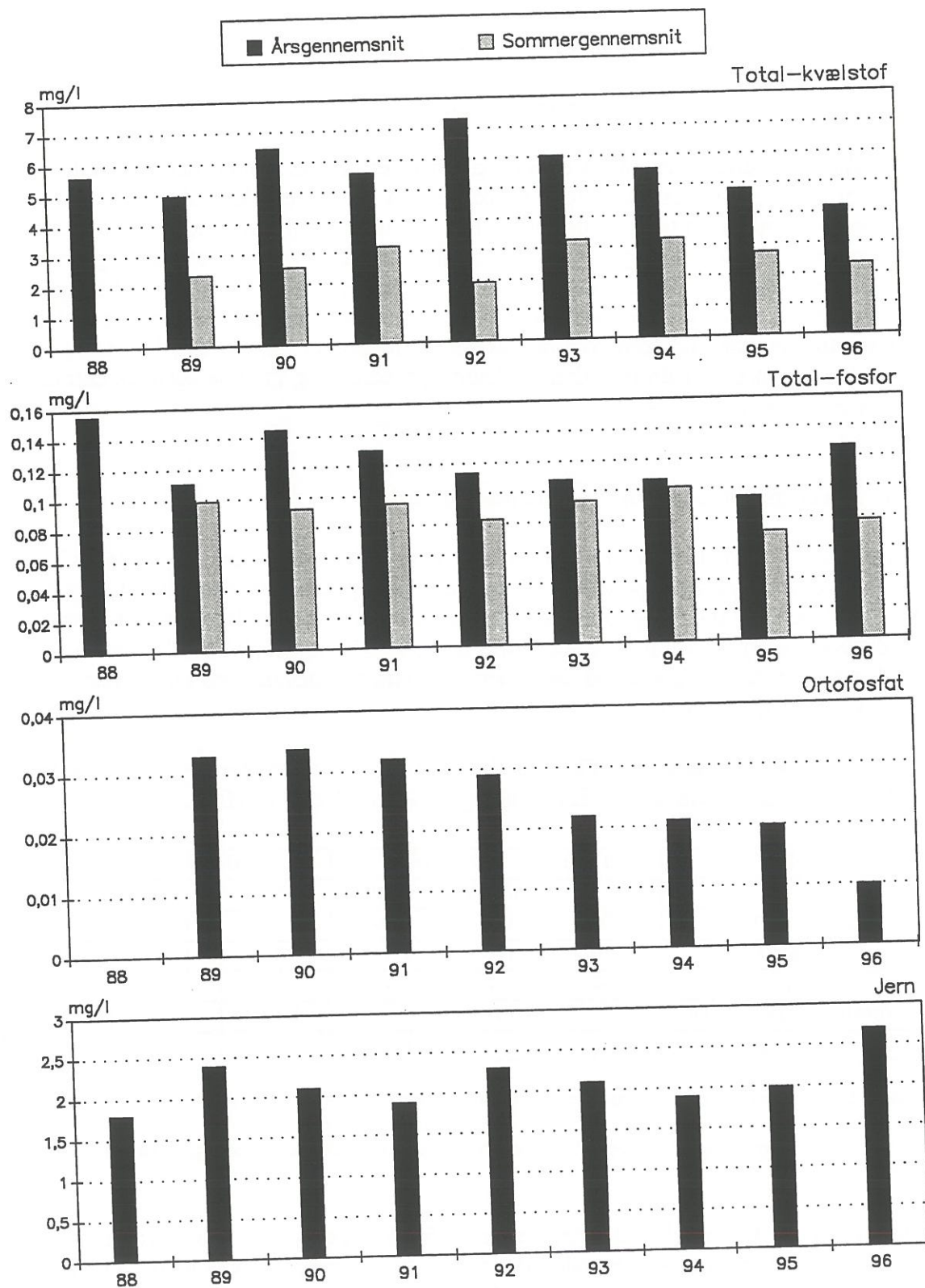
3.7.1. Indløbskoncentrationer fra umålt opland 1996

I det umålte opland findes der adskillige mindre vandløb med udløb i Hinge Sø. Til belysning af næringsstofbelastningen fra ét af disse vandløb, beliggende syd for søen i dennes vestende, er der i 1996 gennemført 4 måletogter, to i sommerens tørvejrperiode med lav vandføring (10 l/s) og to sidst på året i en nedbørsperiode med stor vandføring 14-15 l/s).

Ved de fire måletogter er der målt høje kvælstofkoncentrationer og lave fosforkoncentrationer, se tabel 10.

	7. juli	23. juli	11. november	3. december
pH	6,6	6,6	6,8	6,7
BI ₅ (mg/l)	0,1	0,2	0,7	0,5
Ammonium + ammoniak (µg/l)	10	17	16	31
Nitrit + nitrat (µg/l)	10.000	12.000	9.100	12.000
Total-kvælstof (µg/l)	11.000	12.000	10.000	14.000
Ortofosfat (µg/l)	3	6	13	13
Total-fosfor (µg/l)	8	14	43	28
Jern (µg/l)	23	18	34	33
Vandføring (l/s)	10	10	14	15

Tabel 10. Oversigt over måleresultater i forbindelse med stikprøvekontrol af vandet fra et vandløb i det umålte opland til Hinge Sø i 1996.



Figur 6. Oversigt over variationen af den gennemsnitlige indløbskoncentration af total-kvælstof, total-fosfor, ortofosfat og jern i perioden 1988-1996 i Hinge Sø.

Sammenholder man tallene i tabel 10 med koncentrationer i de målte vandløb, Mausing Møllebæk, Haurbæk og Skjellegrøften, ses det, at der i sommerperioden er langt højere kvælstofkoncentrationer og langt lavere fosforkoncentrationer i det lille tilløb, end der er i de store tilløb. Også i vinterperioden er kvælstofkoncentrationerne højere og fosforkoncentrationerne lavere, men forskellen er ikke så stor som i sommerperioden.

De målte forskelle tyder på, at de små tilløb i det umålte opland har en vandkemisk sammensætning, der er væsentligt forskellig fra de store tilløb. Anvender man de foreliggende måleresultater fra det lille tilløb som udtryk for den vandkemiske sammensætning af hele vandmængden fra det umålte opland, kan det sandsynliggøres, at kvælstofbidraget fra det umålte opland er underestimeret, mens fosforbidraget er overestimeret. Hvor store fejlene på estimerterne er, giver de fire målinger ikke mulighed for at vurdere, men det kan ikke udelukkes, at fejlene er ganske betydelige, og at de kan forklare en del af de lave denitrifikationsprocenter og de høje fosforbelastninger, der er beregnet gennem årene.

3.8. 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 14,1 kg total-kvælstof/ha/år og 0,419 kg total-fosfor/ha/år. Kvælstofværdien ligger noget lavere end medianen for dyrkede oplande med lille punktudledning (10,1-23,4 kg/ha/år), mens fosforværdien er lidt lavere end medianen for dyrkede oplande med punktkilder (0,36-0,57 kg/ha/år), jf. (Windolf, 1996).

Tabel 11 viser den arealspecifikke næringsstof- og vandafstrømning fra de tre målte oplande - Mausing Møllebæk, Haurbæk og Skjellegrøften - til Hinge Sø i 1996.

Opland	Areal (ha)	Total-kvælstof		Total-fosfor		Vand
		kg/ha/år	mg/l	kg/ha/år	mg/l	
Mausing Møllebæk	2.760	16,4	4,397	0,496	0,133	0,118
Haurbæk	310	16,1	2,817	0,765	0,133	0,182
Skjellegrøften	1.060	4,6	7,185	0,049	0,076	0,020
Arealvægtet gennemsnit		13,3		0,403		0,098
Vandføringsvgt.gennemsnit			4,090		0,130	

Tabel 11. 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 1996 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 er især Skjellegrøften og Haurbæk, der ligger langt fra gennemsnittet. Problemstillingen har været underkastet en nøjere vurdering (Viborg Amt, 1996), hvilket har sandsynliggjort, at oplandet til Skjellegrøften kun er 626 ha, mens oplandet til Haurbæk er 620 ha, jf.

tidligere. De arealspecifikke gennemsnitsværdier for oplandet til Hinge Sø ligger for kvælstofs vedkommende væsentligt lavere end og for fosfors vedkommende på niveau med medianværdierne for dyrkede oplande med punktkilder i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (kvælstof: 13,0-28,1 kg/ha/år og fosfor: 0,0,41-0,67 kg/ha/år)

De vandføringsvægtede koncentrationer er væsentligt lavere end medianen for dyrkede oplande i perioden 1989-1995: 6,3-9,1 mg total-kvælstof/l og 0,10-0,15 mg total-fosfor/l (Windolf, 1996).

Der har tidligere været søgt forklaringer på de afvigende værdier, men forholdet er endnu ikke helt afklaret. Det er dog sandsynligt, at de topografiske oplande til de tre tilløb ikke er identiske med grundvandsoplandene, og dertil kommer, at det samlede topografiske opland til søen næppe er identisk med det samlede grundvandsopland.

Ser man på de vandføringsvægtede middelindløbskoncentrationer af kvælstof og fosfor, tyder de lave kvælstofværdier og de høje fosforværdier på, at en stor del af vandtilførslen til Hinge Sø stammer fra dybtliggende grundvandsmagasiner med lave kvælstofkoncentrationer og høje fosforkoncentrationer. Grunden til, at der i 1996 er registreret en lige så stor fosfortilførsel som i 1995, kan være, at meget ringe nedbørsmængder og en deraf følgende sænkning af grundvandsspejlet i jorden har resulteret i iltning af jernfosfor forbindelser, hvorved betydelige mængder fosfor er blevet frigivet og udvasket fra jorden. De foreliggende data giver dog ikke mulighed for at foretage en tilbundsående analyse af dette forhold. Dog tyder vandanalyser fra borer i oplandet ikke på, at hverken kvælstof- eller fosforindholdet i de vandlag, der udnyttes til drikkevandsforsyning, er særlig fattige henholdsvis særlige rige på kvælstof og fosfor.

4. Kilder til stoftilførslen

Der er for 1996 foretaget en kildeopslitning for oplandet til Hinge Sø, se tabel 12.

	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Åbent land incl. spredte bebyggelser	75.764,6	2.220,0
heraf naturbidrag *) og	29.944,1 (39,4%)	855,2 (37,9%)
dyrkningsbidrag + spredte bebyggelser	45.850,5 (60,4%)	1.364,8 (60,6%)
Punktkilder	112 (0,1%)	29 (1,3%)
Dambrug	64 (0,1%)	5(0,2%)
Samlet tilførsel	75940,6 (100%)	2.254 (100%)

Tabel 12. Kildeopslitning for Hinge Sø 1996. *) naturbidraget er beregnet under anvendelse af værdier fra DMU: 1,400 mg/l total-kvælstof og 0,048 mg/l total-fosfor.

Det bemærkes, at dyrkningsbidraget + bidraget fra spredte bebyggelser svarer til ca. 2,6 mg/l kvælstof i det indstrømmende vand, hvilket er kun ca. halvdelen af forskellen mellem de vandføringsvægtede mediankoncentrationer fra naturoplande og dyrkede oplande i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. (Windolf, 1996).

For fosfors vedkommende svarer dyrkningsbidraget + bidraget fra spredte bebyggelser til 0,077 mg/l fosfor i det indstrømmende vand, hvilket er 40% højere end forskellen mellem de vandføringsvægtede mediankoncentrationer fra naturoplande og dyrkede oplande i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. (Windolf, 1996).

De lavere kvælstofkoncentrationer og de højere fosforkoncentrationer, som i 1996 er fremkommet i en situation med meget ringe nedbør i årets første tre kvartaler, er antagelig udtryk for næringsstofindholdet i det grundvand, som må formodes at udgøre hovedparten af vandføringen i vandløbene i den tørreste periode.

Så snart afstrømningen øges, sker der en stigning i kvælstofkoncentrationen til det niveau, der kendes fra vandløb i dyrkede oplande - et forhold, der formodentlig skyldes, at der efter nedbør sker nedsivning af vand til overfladenære grundvandsmagasiner, hvorfra vand hurtigt siver ud og øger vandføringen i vandløbene.

På tilsvarende vis sker der en stigning i fosfortransporten. Det er imidlertid bemærkelsesværdigt, at der sideløbende med øget fosfortransport sker øget jerntransport, og det giver anledning til at antage, at den store udvaskning af fosfor fra oplandsarealerne kan hænge sammen med, at både de dybe og de overfladenære grundvandsmagasiner har kontakt med jernrige jordlag, og at de dybe magasiner har kontakt med ligeledes fosforrige jordlag. Øget fosfortransport ved høj vandføring kan antagelig i nogen grad tilskrives overfladeafstrømning. Den store jerntransport og den synlige okkerbelastning i Mausing Møllebæk og Haurbæk 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.

En yderligere indikation af, at grundvandet har et højere fosforindhold end normalt er, at der i sommeren 1996, i en periode med meget stabil, lav vandføring, der formodentlig skyldtes vandudsivning fra dybe grundvandsmagasiner, var en forholdsvis stabil transport af både kvælstof, fosfor og jern i Mausing Møllebæk som følge af koncentrationer, der lå noget under henholdsvis over de forventede niveauer.

Endelig er antagelsen om de dybe grundvandsmagasiners betydning illustreret af den meget stabile vandføring i alle tre vandløb gennem hele den meget tørre forsommer og sommerperiode.

Ovenstående betragtninger giver anledning til at antage, at oplandet til Hinge Sø adskiller sig væsentligt fra gennemsnittet af oplande i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, og at det således ikke er muligt at beskrive naturbidragene af kvælstof og fosfor ud fra erfaringstallene fra oplandene i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Det tilstrømmende vands indhold af kvælstof er lavt, og indholdet af fosfor er højt. Sammenholder man værdierne i det tilstrømmende vand med analyseværdier fra drikkevandsboringer i oplandet til søen, kan der konstateres store forskelle. Koncentrationen af kvælstof ligger således generelt lavere, fosfor og jern højere end i drikkevandsboringerne.

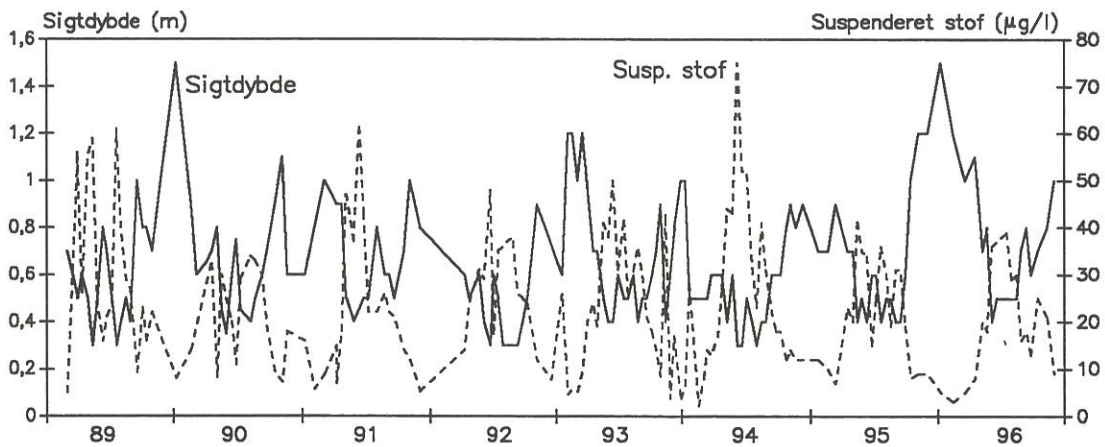
5. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold

Bilag 7 indeholder en samlet oversigt over de målte variabler i perioden 1989-1996, mens bilag 8 indeholder en oversigt over beregnede måneds-, års- og sommerrmiddelværdier af de målte variabler i perioden 1989-1996. I det følgende er de enkelte variabler og udviklingstendenserne for disse præsenteret og kort vurderet.

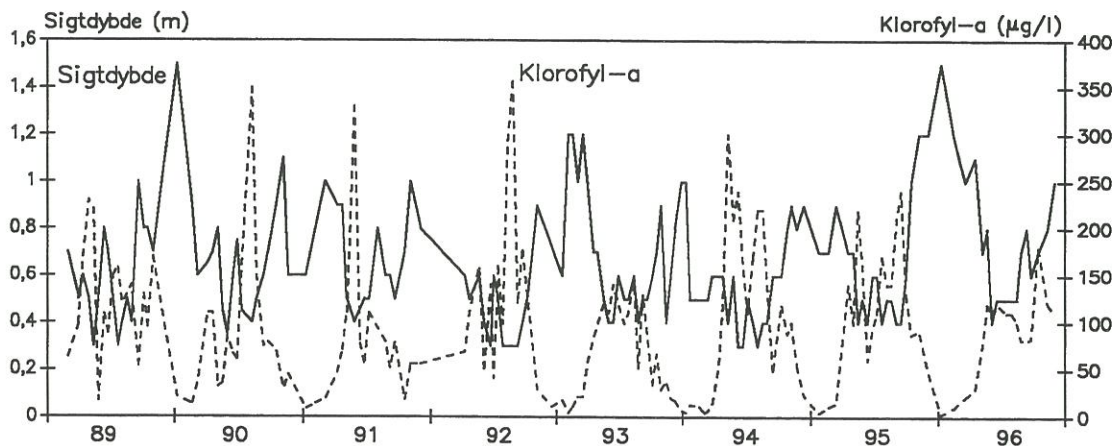
5.1. Status 1996 og udvikling 1989-1996

5.1.1. Sigtdybde

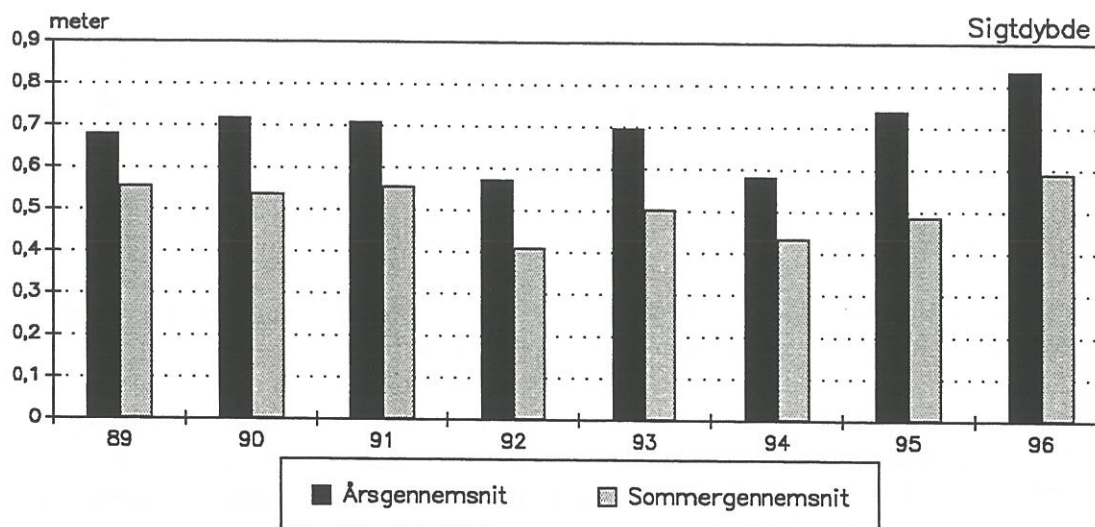
Variationen af sigtdybden i perioden 1989-1996 er vist i figur 7, mens figur 8 viser variationen af års- og sommerrmiddelsigtdybden.



Figur 7a. Oversigt over variationen af sigtdybden i Hinge Sø i perioden 1989-1996. Til sammenligning er vist variationen af vandets indhold af suspenderet stof.

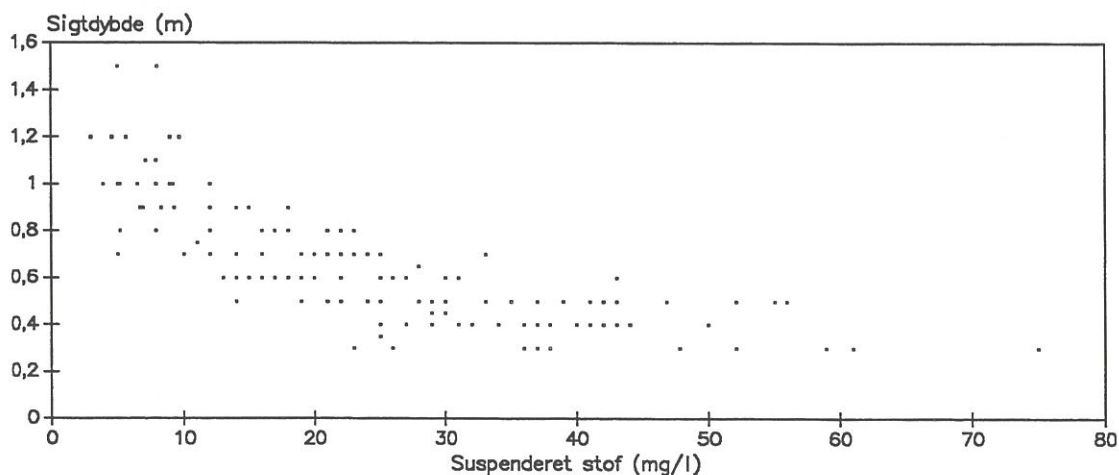


Figur 7b. Oversigt over variationen af sigtdybden i Hinge Sø i perioden 1989-1996. Til sammenligning er vist variationen af vandets indhold af klorofyl-a.



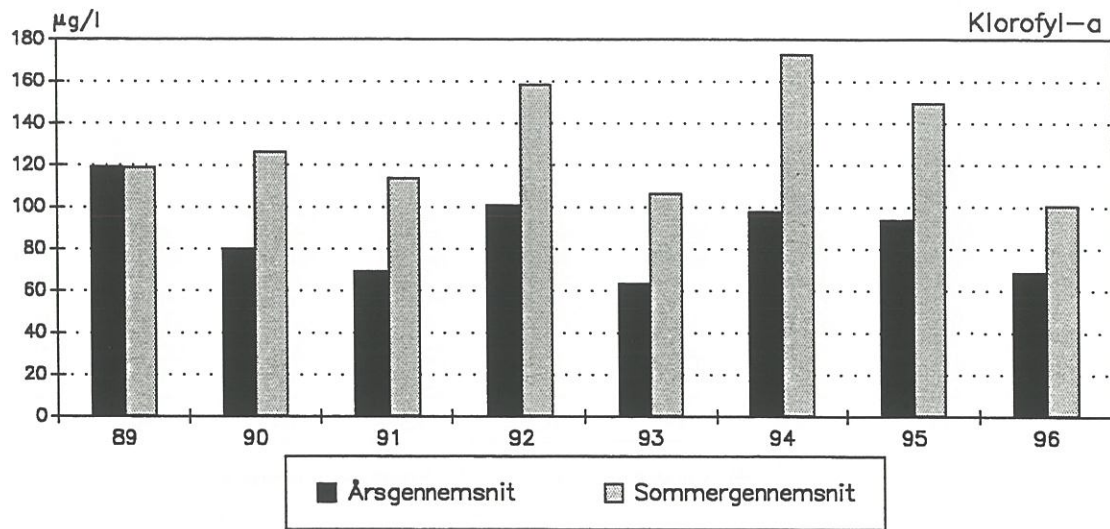
Figur 8. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelsigtdybden i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

Sigtdybden er stort set helt styret af vandets indhold af partikulært stof (suspenderet stof), se figur 7a, bestående af både levende planteplankton, se figur 7b, og døde partikler (detritus mv.). Det betyder, at der er en god statistisk sammenhæng mellem sigtdybden og koncentrationen af suspenderet stof, se figur 9.



Figur 9. Oversigt over sammenhængen mellem sigtdybden og mængden af suspenderet stof i vandet i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

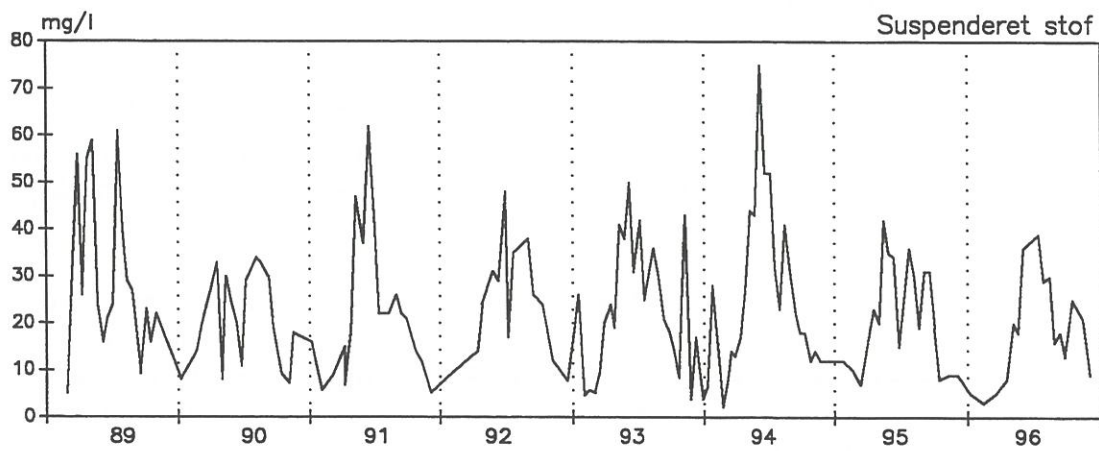
Årsmiddelsigtdybden har i perioden 1989-1996 varieret inden for intervallet 0,57-0,84 m, mens sommermiddelsigtdybden har varieret inden for intervallet 0,41-0,59 m. Begge middelværdier er lave og ligger nær medianværdierne (0,61-0,87 m/0,47-0,56 m) for samtlige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i perioden 1989-1995, jf. (Jensen et al., 1996). De lave værdier placerer Hinge Sø blandt landets mest uklare søer.



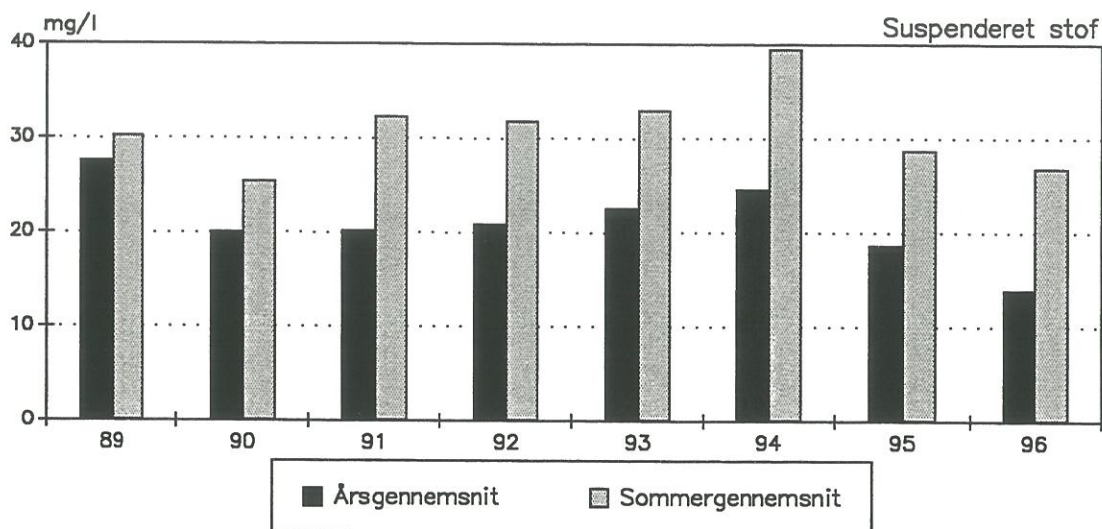
Figur 11. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelmålinger af klorofyl-a i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

5.1.3. Suspenderet stof

Variationen af suspenderet stof i Hinge Sø i perioden 1989-1996 er vist i figur 12, mens figur 13 viser variationen af års- og sommermiddelmålinger.



Figur 12. Oversigt over variationen af suspenderet stof i Hinge Sø 1995. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen.



Figur 13. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelkoncentrationen af suspenderet stof i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

Koncentrationen af suspenderet stof ligger generelt ret højt, når der ses bort fra årets første og sidste måneder. Særligt bemærkes vinteren 1995/1996, da langvarig islægning resulterede i lave værdier i en længere periode.

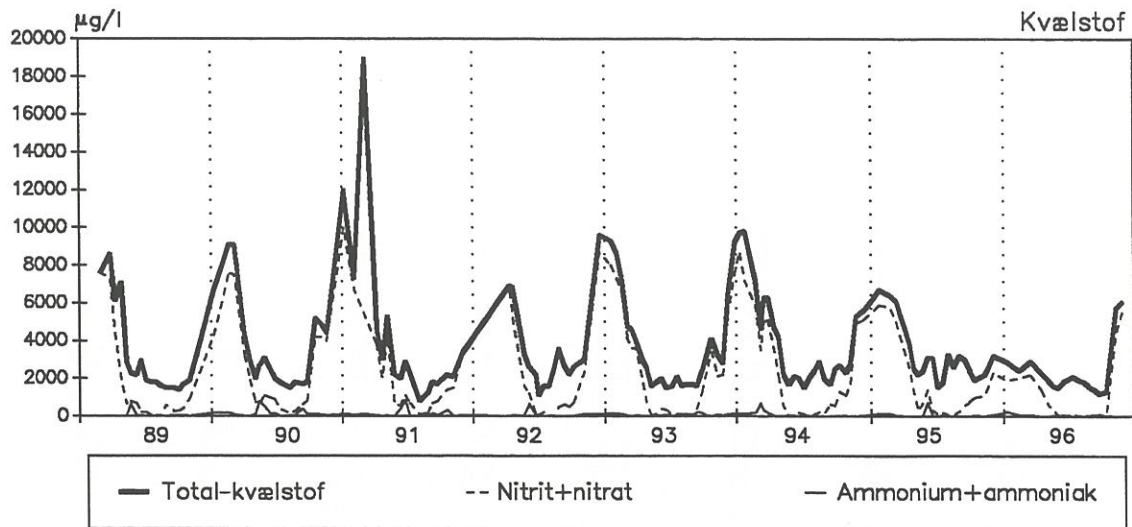
Mængden af suspenderet stof er nært korreleret til opblomstringerne af planteplankton, men det er til stadighed kun en mindre del af den samlede mængde suspenderet stof, der er levende alger, og hovedparten er døde alger samt ophvirvlet slam fra bunden.

Årsmiddelkoncentrationen har i perioden 1989-1996 varieret inden for intervallet 14-28 mg/l, mens sommermiddelkoncentrationen har varieret inden for intervallet 25-40 mg/l. Disse værdier ligger højt og placerer Hinge Sø i gruppen af lavvandede, partikelrige søer med stor planteplanktonproduktion og stor resuspension som følge af en vindeksponeret beliggenhed.

En regressionsanalyse viser, at både års- og sommermiddelkoncentrationen af suspenderet stof har været stigende i perioden 1990-1994 ($R^2 = 0,83/0,67$), mens begge værdier har været signifikant faldende i perioden 1994-1996 ($R^2 = 0,99/0,95$). For perioden 1989-1996 som helhed har der dog ikke været nogen signifikant udvikling, omend der er en svagt faldende tendens for årsmiddelkoncentrationen.

5.1.4. Kvælstof

Variationen af vandets indhold af kvælstof i perioden 1989-1996 er vist i figur 14, mens figur 15 viser variationen af års- og sommermiddelkoncentrationerne.

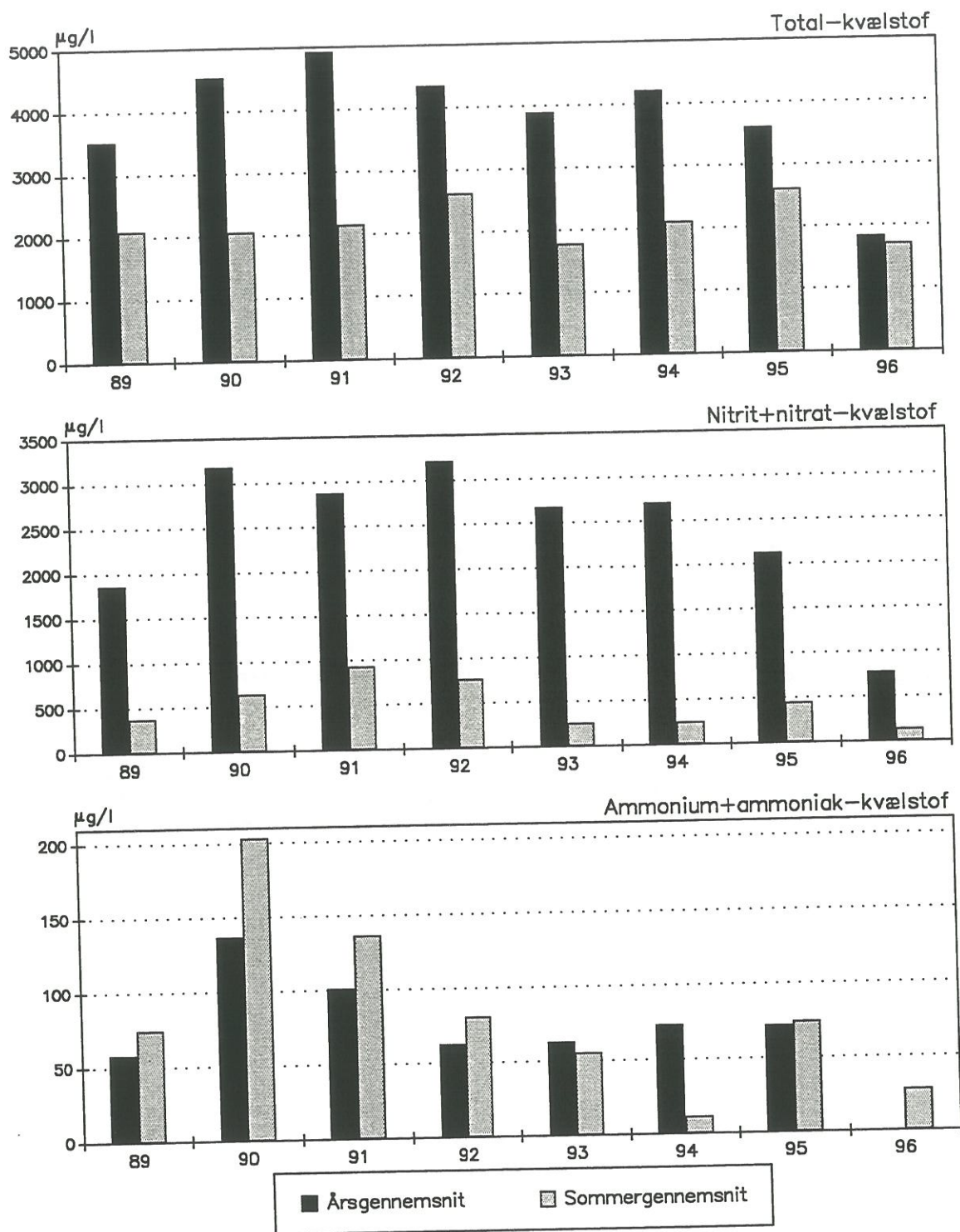


Figur 14. Oversigt over variationen af vandets indhold af total-kvælstof, nitrit+nitrat ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) og ammoniak+ammonium ($\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{-N}$) i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

Koncentrationen af kvælstof ligger i almindelighed meget højt i årets første og sidste måneder, da tilstrømningen fra oplandet er størst og lavt i sommermånederne, da tilstrømningen er mindst, samtidig med at betydelige mængder kvælstof denitrificeres. I vinteren 1995/1996 afviger variationsmønstret fra det typiske, idet der som følge af en meget ringe mængde nedbør kun blev udvasket små mængder kvælstof fra oplandsarealerne.

Års- og sommermiddelmålingerne af de tre kvælstoffraktioner er fundet at variere inden for intervallerne 1.831-4.926 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 1.713-2.622 $\mu\text{g/l}$ (total-kvælstof), 773-3.185 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 138-927 $\mu\text{g/l}$ (nitrit+nitrat) og 0,4-137 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 12-204 $\mu\text{g/l}$ (ammonium+ammoniak). Års- og sommermiddelmålingerne af total-kvælstof ligger begge noget over medianværdierne (1.790-2.290 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 1.720-2.110 $\mu\text{g/l}$), ligesom års- og sommermiddelmålingerne af nitrit+nitrat ligger noget over medianværdierne (620-840 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 90-250 $\mu\text{g/l}$) eller nær 75%-fraktilerne (2.030-3.180 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 370-1.130 $\mu\text{g/l}$) for samtlige søer i Vandmiljøplanens Overvågningssøer, jf. (Jensen et al., 1996). Disse værdier placerer Hinge Sø nær medianen af danske søer.

En regressionsanalyse af års- og sommermiddelmålingerne af de tre kvælstoffraktioner viser ikke nogen signifikant ændring i perioden som helhed, men der kan for årsmiddelmålingerne af total-kvælstof og nitrit+nitrat konstateres en faldende tendens i sidste halvdel af perioden 1989-1996, hvilket utvivlsomt kan tilskrives faldende udvaskning fra oplandsarealerne i samme periode som følge af faldende afstrømning af vand.



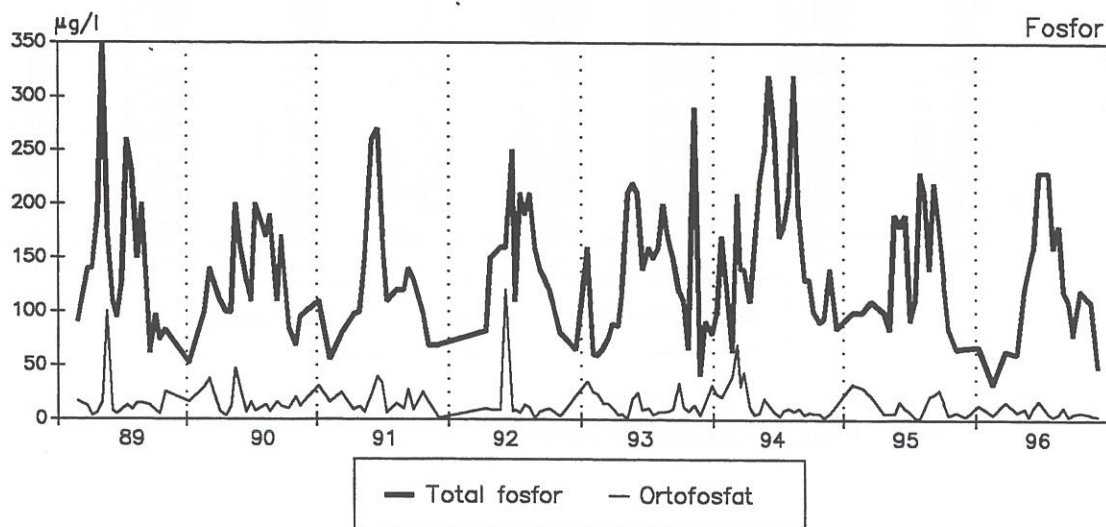
Figur 15. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelkoncentrationerne af total-kvælstof, nitrit+nitrat ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) og ammonium+ammoniak ($\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{-N}$) i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

5.1.5. Fosfor

Variationen af vandets indhold af fosfor i perioden 1989-1996 er vist i figur 16, mens figur 17 viser variationen af års- og sommermiddelmålkoncentrationerne i perioden 1989-1996.

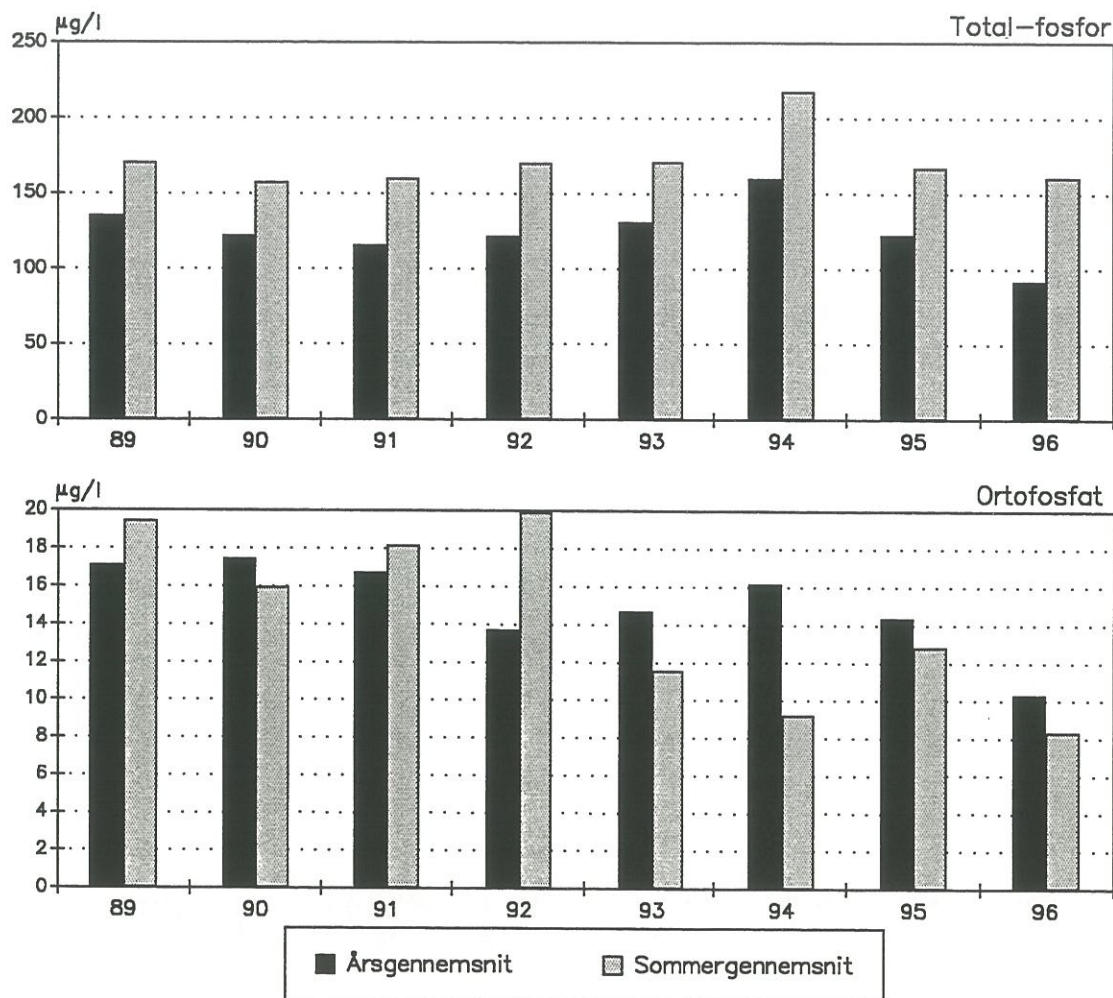
Koncentrationen af total-fosfor er generelt lavest i vintermånederne og højest i sommermånederne. Dette variationsmønster skyldes dels en betydelig frigivelse af fosfor fra søbunden i sommerperioden og dels en ophobning af partikelbundet fosfor i vandfasen.

Års- og sommermiddelværdierne af de to fraktioner har varieret inden for intervallerne 92-160 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 158-218 $\mu\text{g/l}$ (total-fosfor) og 10-18 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 8-20 $\mu\text{g/l}$ (ortofosfat). Disse værdier ligger nær henholdsvis over medianværdierne (total-fosfor: 105-128 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 111-159 $\mu\text{g/l}$ og ortofosfat: 22-40 $\mu\text{g/l}$ henholdsvis 13-39 $\mu\text{g/l}$) for samtlige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i perioden 1989-1995, jf. (Jensen et al., 1996).



Figur 16. Oversigt over variationen af søvandets indhold af fosfor i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

En regressionsanalyse af års- og sommermiddelværdierne viser, at der ikke for perioden som helhed er sket nogen signifikant udvikling for total-fosfor, mens der for ortofosfats vedkommende har været en signifikant faldende tendens, både på års- og på sommerbasis ($R^2 = 0,62/0,67$). Sidstnævnte er sammenfaldende med en faldende tendens i indløbskoncentrationen af ortofosfat i perioden, jf. afsnit 3.7.



Figur 17. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelmålinger af total-fosfor og ortofosfat (PO_4) i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

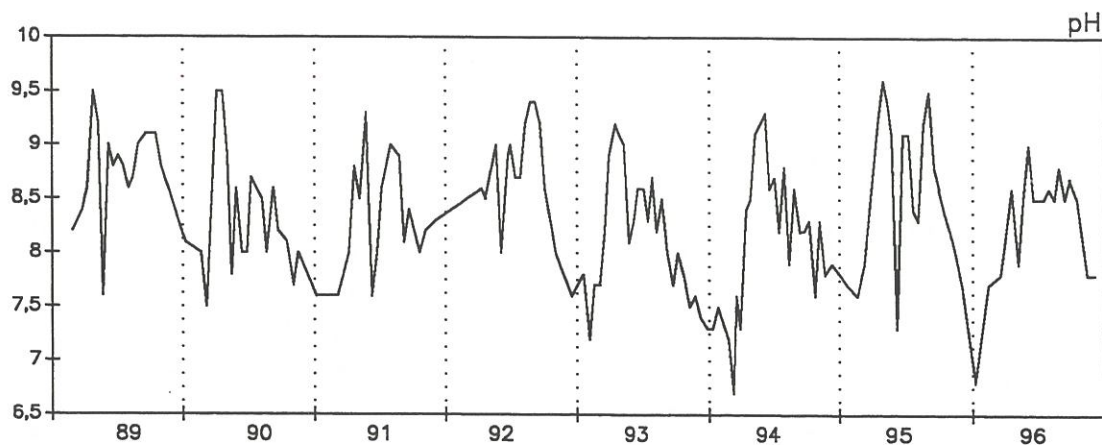
5.1.6. pH og alkalinitet

Variationen af pH i perioden 1989-1996 er vist i figur 18, mens figur 19 viser variationen af års- og sommermiddelværdierne i perioden 1989-1996.

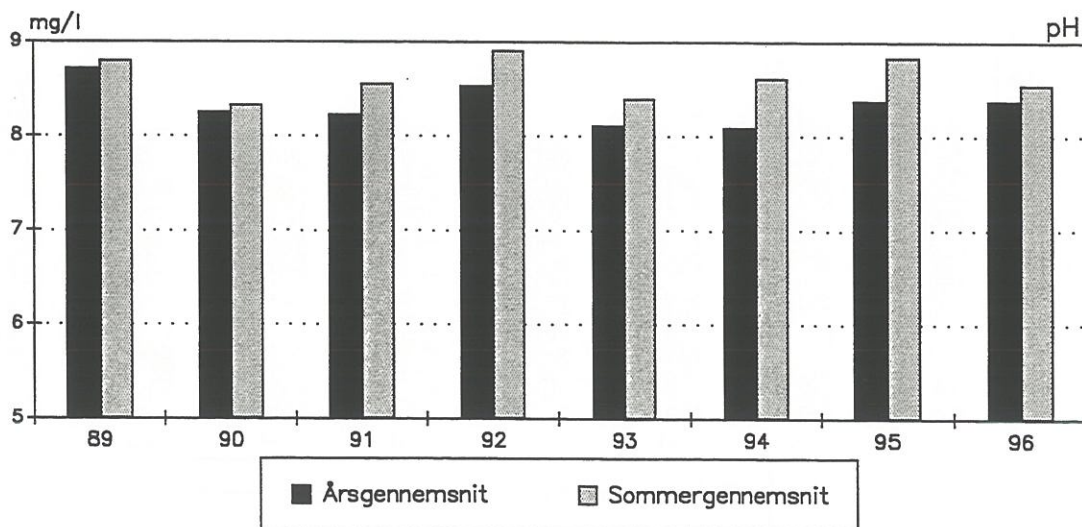
Søvandets pH-værdi har i perioden varieret inden for intervallet 6,5-9,5 med de højeste værdier i forbindelse med planteplanktonets forårs- og sommermaksimum, og de laveste værdier i forbindelse med stor vandtilstrømning i vinterhalvåret.

Års- og sommermiddelværdierne har trods store variationer over årene varieret inden for intervallet 8-9. En regressionsanalyse viser, at der ikke er sket nogen udvikling i perioden 1989-1996.

Variationen af alkaliniteten i perioden 1989-1996 er vist i figur 20, mens figur 21 viser variationen af års- og sommermiddelværdierne i perioden 1989-1996.



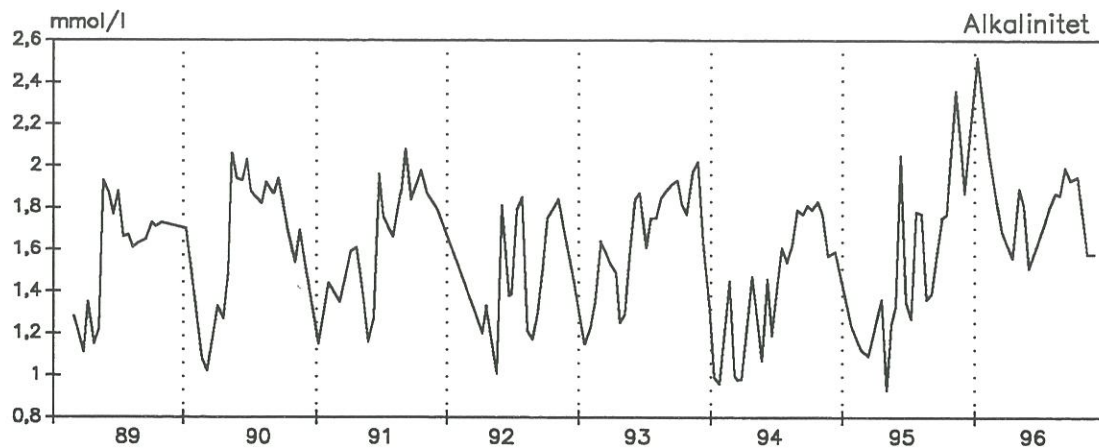
Figur 18. Oversigt over variationen af pH i Hinge Sø i perioden 1989-1996.



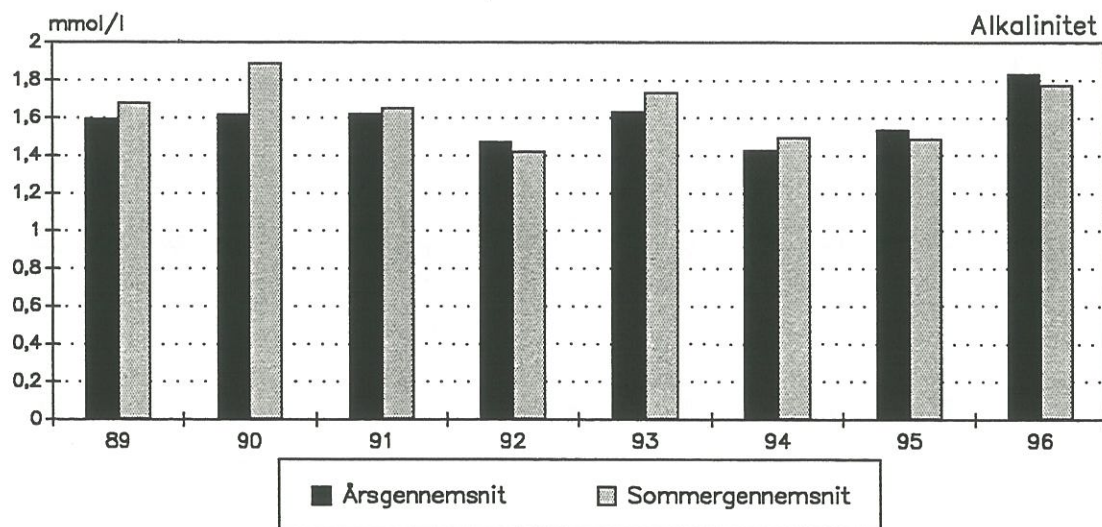
Figur 19. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelværdierne af pH i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

Alkaliniteten har i perioden 1989-1996 varieret inden for intervallet 0,97-2,50 mmol/l med de højeste værdier i sommerhalvåret, i 1995-1996 dog i vintermånederne. Både pH og alkalinitet karakteriserer Hinge Sø som en neutral til svagt basisk sø.

En regressionsanalyse viser, at der ikke i perioden er sket nogen signifikant ændring af alkaliniteten.



Figur 20. Oversigt over variationen af alkaliniteten i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

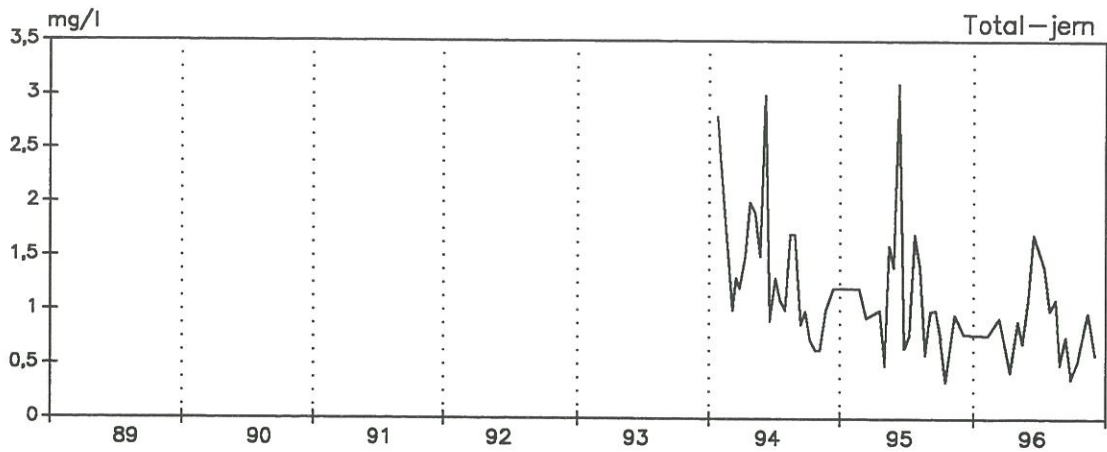


Figur 21. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelværdierne af alkaliniteten i Hinge Sø i perioden 1989-1996.

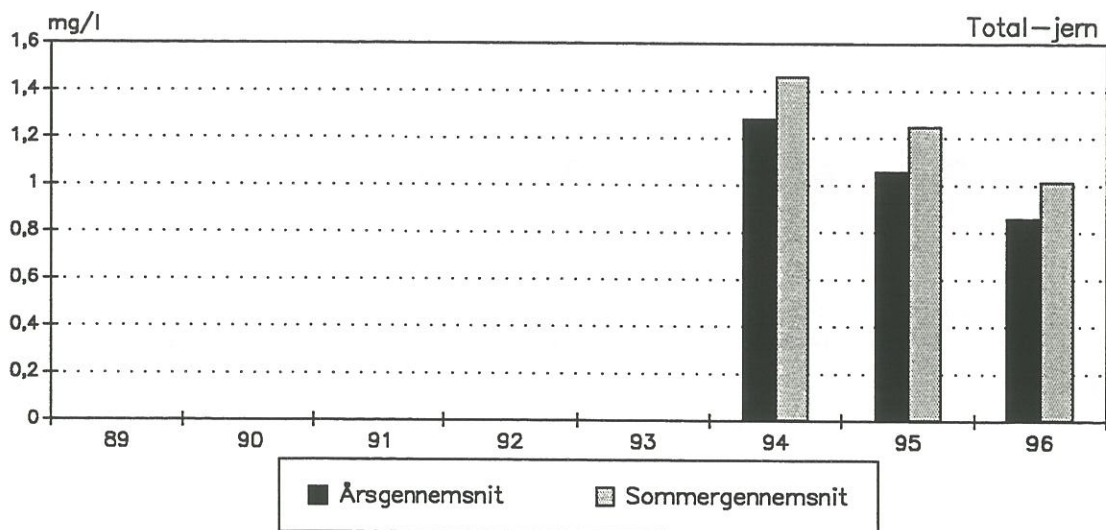
5.1.7. Silicium

Variationen af vandets indhold af silicium i perioden 1989-1996 er vist i figur 22, mens figur 23 viser variationen af års- og sommermiddelmålingerne i perioden 1989-1996.

En regressionsanalyse af års- og sommermiddelværdierne viser, at den faldende tendens er statistisk signifikant ($R^2 = 0,99$).



Figur 24. Oversigt over variationen af koncentrationen af jern i Hinge Sø i perioden 1993-1996.



Figur 25. Oversigt over variationen af års- og sommermiddelmålinger af jern i Hinge Sø i perioden 1993-1996.

6. Sediment

Der er ikke i 1996 foretaget fornyede undersøgelser af sedimentet i Hinge Sø, og der henvises derfor til afrapporteringen af 1992-undersøgelserne (Viborg Amt, 1993).

7. Plankton

Plante- og dyreplanktonet i Hinge Sø er i 1996 beskrevet på grundlag af 17 prøvetagninger. Resultaterne af plante- og dyreplanktonundersøgelserne er præsenteret i et særskilt notat (Bio/consult, 1997).

7.1. Planteplankton i 1996

7.1.1. Artssammensætning

Der er i 1996 registreret i alt 170 arter/identifikationstyper inden for 13 hovedgrupper, tabel 13.

Blågrønalger (Cyanophyceae)	36
Rekylalger (Cryptophyceae)	5
Furealger (Dinophyceae)	7
Gulalger (Chrysophyceae)	6
Skælbærende gulalger (Synorophyceae)	4
Kiselalger (Diatomophyceae)	27
Gulgrønalger (Tribophyceae)	2
Stilkalger (Prymnesiophyceae)	1
Øjealger (Euglenophyceae)	10
Prasinophyceae	2
Grønalger (Chlorophyceae)	63
Autotrofe flagellater	4
Heterotrofe flagellater	3

Tabel 13. Oversigt over hovedgrupper og antal arter/identifikationstyper i de enkelte hovedgrupper af planteplankton i Hinge Sø, 1996.

Planteplanktonsamfundet er artsrigt. Grønalger, hvoraf de chlorococcale former udgør de fleste, blågrønalger og kiselalger er de dominerende grupper med hensyn til antal arter/identifikationstyper. Disse tre grupper tilsammen udgør 74% af det samlede antal arter/identifikationstyper.

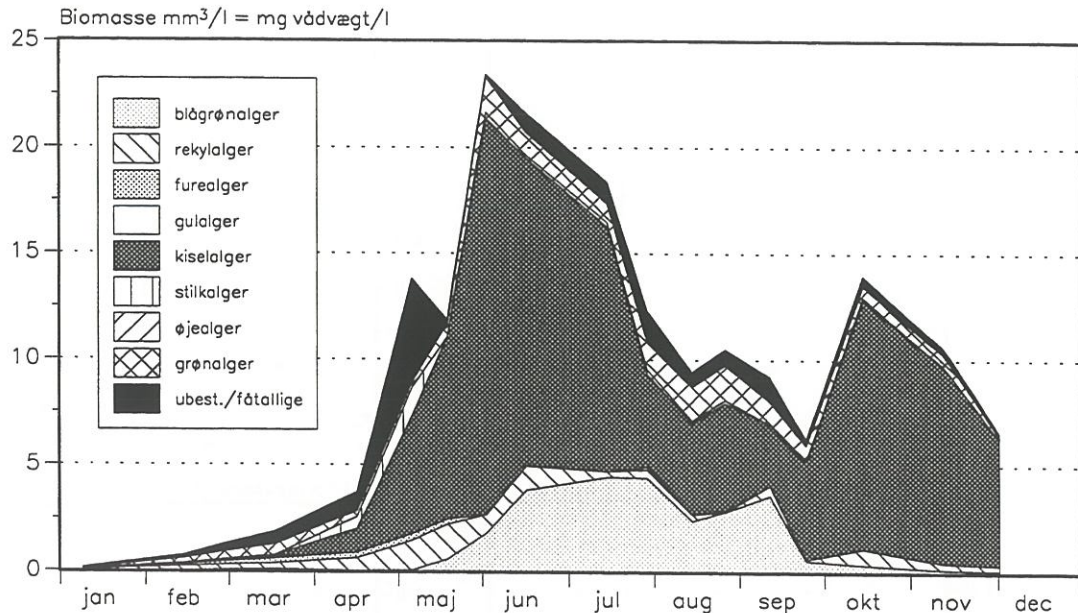
7.1.2. Biomasse

Volumenbiomassens forløb og sammensætning af planteplankton i 1996 er vist i figur 26.

Planteplanktonbiomassen i Hinge Sø, 1996 har varieret mellem 0,15 mm³/l i januar og 23,45 mm³/l i begyndelsen af juni. Gennemsnittet for sommerperioden maj-september er 14,34 mm³/l og for hele perioden 9,50 mm³/l.

Planteplanktonbiomassen har i 1996 haft 4 toppe: I begyndelsen af maj (13,81 mm³/l) med dominans af centriske kiselalger og ubestemte flagellater, i begyndelsen af juni (23,45 mm³/l) med dominans af centriske kiselalger, i slutningen af august (10,48 mm³/l)

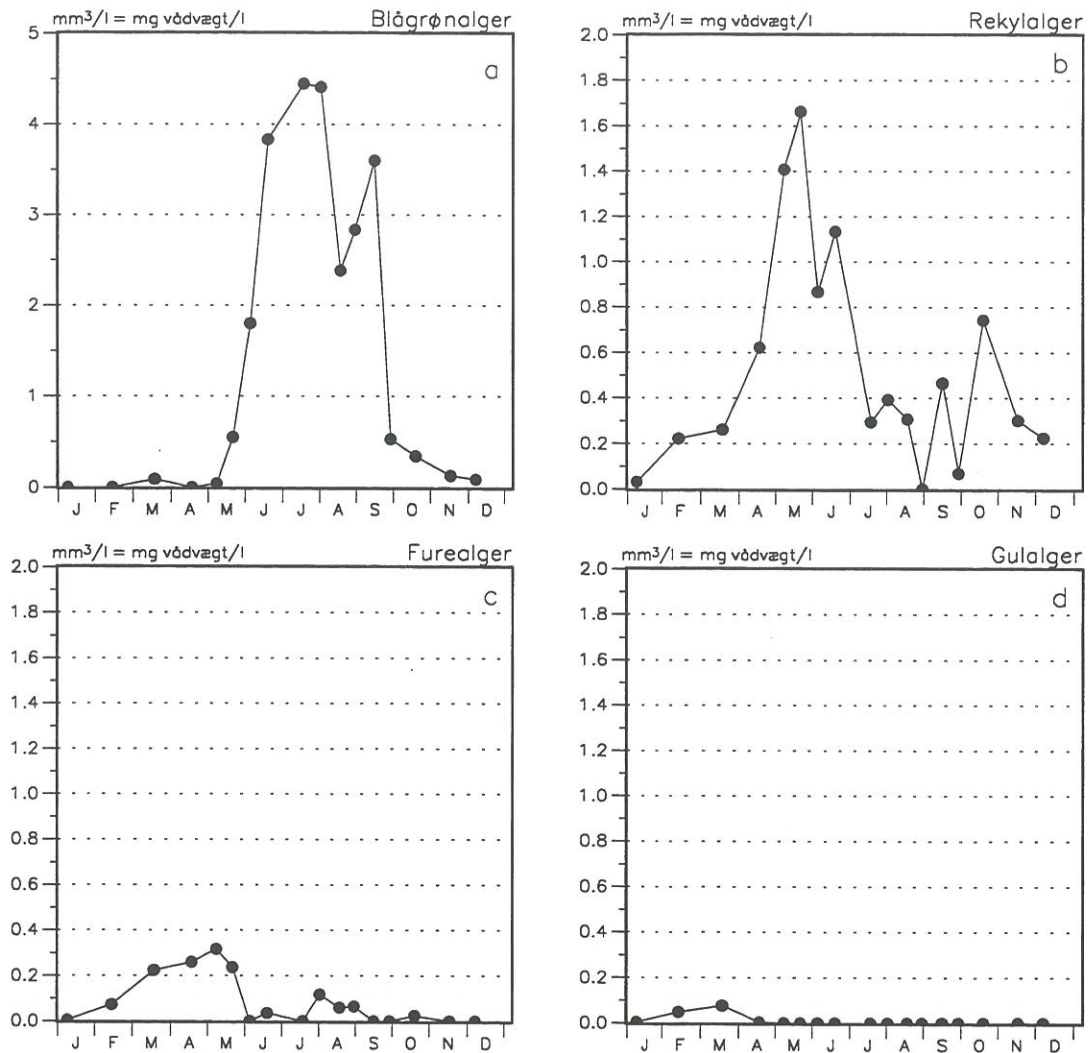
med dominans af centriske kiselalger og midt i oktober (13,97 mm³/l) med dominans af pennate kiselalger.



Figur 26. Planteplanktonbiomassens forløb fordelt på hovedgrupper gennem perioden, Hinge Sø, 1996.

Kiselalgerne har været den vigtigste planteplanktonklasse i størstedelen af perioden. I årets begyndelse, hvor biomasserne er små, har der dog været skiftende dominansforhold mellem ubestemte flagellater, kiselalger, rekylalger og volvocale grønalger; men fra midt i april til midt i juli har kiselalger domineret med centriske $< 20 \mu\text{m}$ som de vigtigste. I slutningen af juli og midt i september er der lige store biomasser af blågrønalger (kolonidannende arter) og kiselalger, mens kiselalgerne dominerer resten af perioden, hvor de centriske arter er de vigtigste i august og begyndelsen af september, og de pennate arter er de vigtigste resten af 1996.

Figur 27 viser volumenbiomassens forløb for blågrønalger, rekylalger, furealger og gulalger (gulalger og skælbærende gulalger) i Hinge Sø 1996.



Figur 27. Volumenbiomassen forløb på de enkelte hovedgrupper blågrønner, rekyalger, furealger, furealger og gulalger i Hinge Sø 1996.

Blågrønner

Blågrønnebiomassen har været betydelig i sommerperioden 1996, men af meget mindre betydning end i flere af de tidligere år. Den maksimale biomasse er på 4,4 mm³/l i hele juli, svarende til henholdsvis 24% og 36% af den totale planteplanktonbiomasse i juli. Den gennemsnitlige sommerbiomasse er beregnet til 2,67 mm³/l, svarende til 18,6% af den totale sommermiddelbiomasse.

De vigtigste blågrønnearter i 1996 har været de kolonidannende former, *Microcystis* spp., småcellede ikke bestemte kolonidannende arter, *Rhabdoderma lineare*, *Woronichinia* cf. *compacta*, *Snowella* spp., mens de kvælstoffikserende trådformede arter kun har været til stede med mindre populationer spredt i perioden, *Anabaena flos-aquae* og *Anabaena* cf. *mendoeta*.

Én af årsagerne til, at blågrønalgesamfundet ikke er så udviklet som i flere af de tidligere år, er formodentlig, at sommeren 1996 ikke havde en lang varm solrig periode med stagnation af vandmasserne, hvilket favoriserer udviklingen af blågrønalgesamfundet.

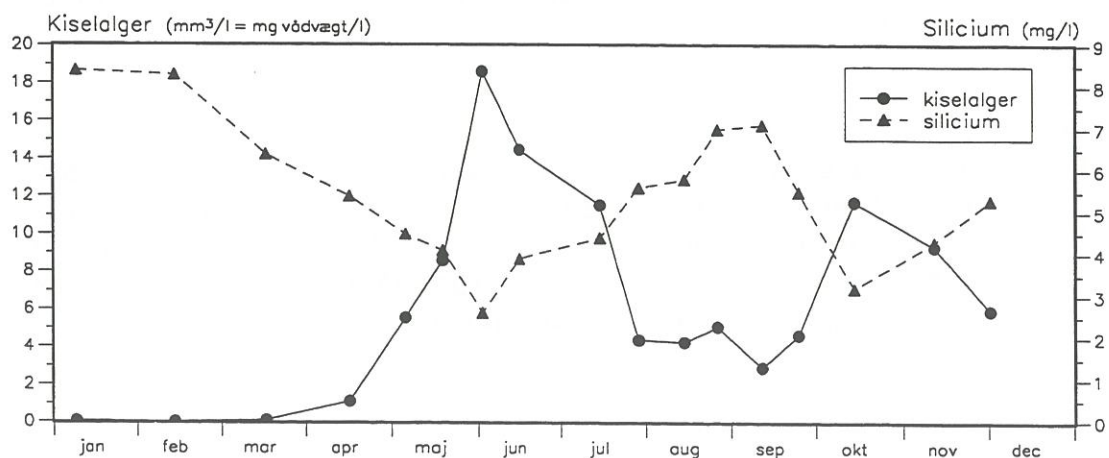
Kiselalger

Kiselalgerne har været den mængdemæssigt helt dominerende planteplanktongruppe i 1996. Kiselalgernes biomasse udgør ved ca. halvdelen af prøvetagningerne mere end 50% af den totale biomasse. Kiselalgernes års- og sommermiddelbiomasser er beregnet til $5,90 \text{ mm}^3/\text{l}$ og $8,51 \text{ mm}^3/\text{l}$, svarende til 62,1% af årsmiddelbiomassen og 59,3% af sommermiddelbiomassen af den totale planteplanktonbiomasse, og 1996 kan på baggrund heraf betegnes som et "kiselalgeår".

De centriske arter har været de dominerende indtil midt i september, hvor der er lige store biomasser af centriske og pennate arter. Fra slutningen af september og perioden ud dominerer de pennate arter. Da kiselalgerne er afhængige af silicium til opbygning af skallerne, har siliciumkoncentrationen i vandet stor betydning for kiselalgesamfundets udvikling. Ved mangel på silicium vil andre arter, der ikke er afhængige af silicium, overtage dominansen. Skiftet fra dominans af centriske kiselalgearter til dominans af pennate arter afhænger af forholdet mellem fosfor og silicium på et givet tidspunkt. Således vil en stor fosforkoncentration i forhold til siliciumkoncentrationen give gode vækstbetingelser for centriske arter, mens det omvendte forhold vil favorisere de pennate arter.

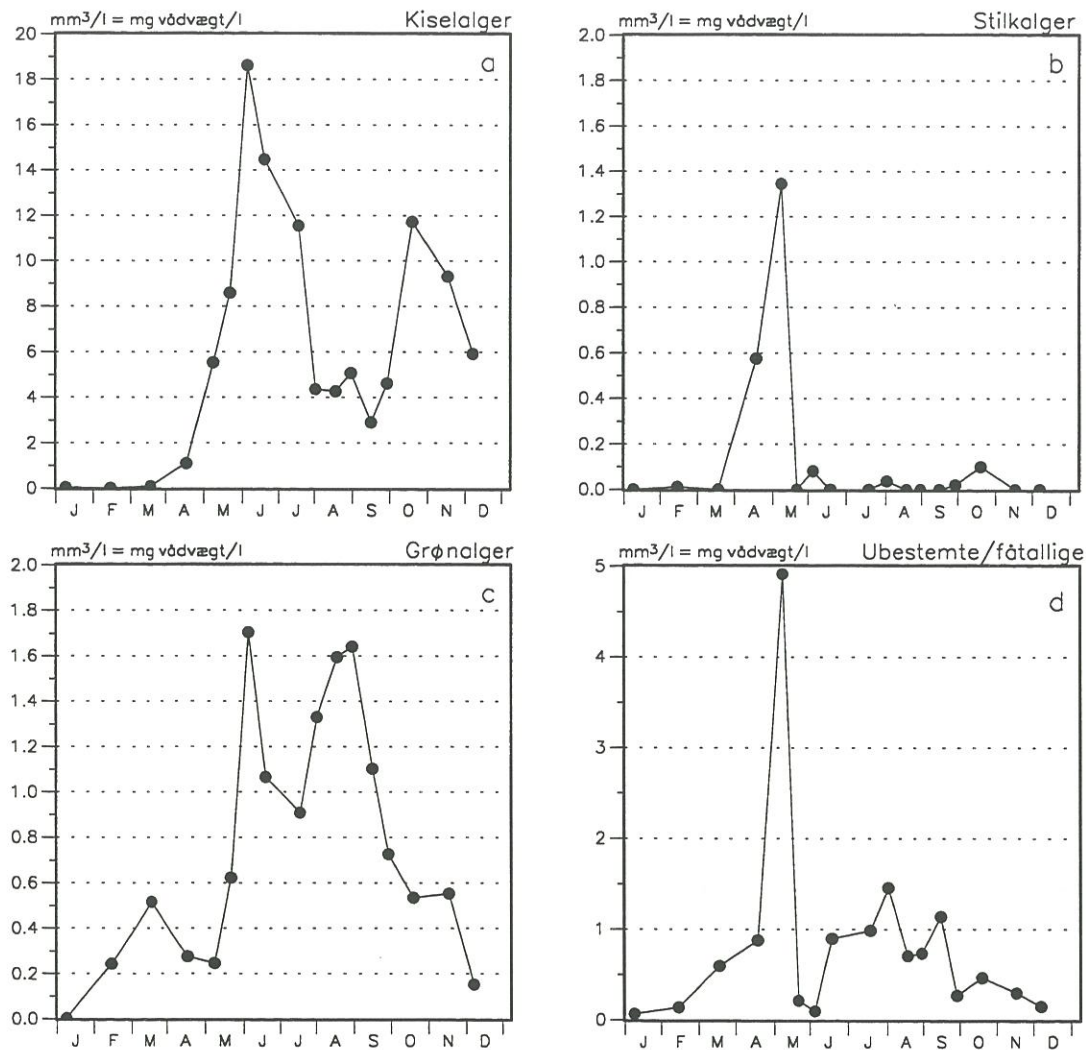
Koncentrationen af opløst silicium når på intet tidspunkt i 1996 ned i nærheden af den koncentration ($0,03 \text{ mg/l}$), der anses for vækstbegrænsende for kiselalger. Der er rigelige mængder af silicium, hvorved kiselalgebiomassen hovedsagelig har været styret af andre faktorer end silicium i 1996.

I figur 28 er vist variationen af kiselalgebiomassen og koncentrationen af opløst silicium.



Figur 28. Oversigt over variationen af kiselalgebiomasse (mm^3/l) og koncentrationen af opløst silicium (mg/l) i Hinge Sø, 1996.

Figur 29 volumenbiomassens forløb for kiselalger, stilkalger, grønalger og "ubestemte" former i Hinge Sø 1996.



Figur 29. Volumenbiomassens forløb af kiselalger, stilkalger, grønalger og "ubestemte" former i Hinge Sø 1996.

Øvrige

Grønalgerne har udgjort ca. 7,5% af totalbiomassen både på årsbasis og i sommerperioden. De største biomasser forekommer i sommerperioden, med flere mindre maksima i juni, juli og august, med biomasser mellem 1,1 mm³/l og 1,6 mm³/l. De vigtigste arter har været chlorococcale former, *Scenedesmus* spp., *Pediastrum* spp., *Coelastrum* spp., *Dictyosphaerium* spp. og *Monoraphidium* spp. I foråret var volvocale grønalger de vigtigste.

Rekylalgerne har udgjort ca. 5% af volumenbiomassen både på årsbasis og i sommerperioden. De største biomasser forekommer i maj og midt i juni. Års- og sommermiddelbiomasserne er beregnet til 0,5 mm³/l og 0,7 mm³/l henholdsvis.

Gruppen af "ubestemte former" udgør 8,2% på årsbasis og 7,6% i sommerperioden, med de største biomasser i begyndelsen af maj og slutningen af juli. De fleste individer har tilhørt gruppen "autotrofe flagellater," hvoraf de store former, der udgjorde maksimummet i maj, dog formodes at kunne leve delvis heterotroft.

De øvrige planktongrupper har i 1996 udgjort under 5% af den totale gennemsnitlige volumenbiomasse, både på årsbasis og i sommerperioden.

7.2. Planteplankton 1988-1996

7.2.1. Artssammensætning

Antallet af arter og identifikationsgrupper har i de senere år ligget på et højt niveau, og når der ses bort fra arter og grupper, der optræder med ringe individtæthed, har artssammensætningen i søen været meget stabil.

Et gennemgående træk ved planteplanktonet er den tilbagevendende forekomst af små kiselalger, især slægterne *Cyclotella* og *Stephanodiscus*, der senest er identificeret som "centriske arter i størrelsesgrupperne < 10 µm og 10-20 µm", da slægtsidentifikationen er usikker. Kiselalgerne er hurtigtvoksende og derfor godt tilpasset forholdene i søer med en forholdsvis kort vandopholdstid. Arterne dominerer altid i forårsperioden, men i sommerperioden kan de i særlig varme og solrige somre med ofte længerevarende stabile vejrforhold som i 1989, 1992 og 1995 blive afløst af blågrønalger; i somre med skiftende vejrforhold domineres planteplanktonet også i sommerperioden af kiselalger.

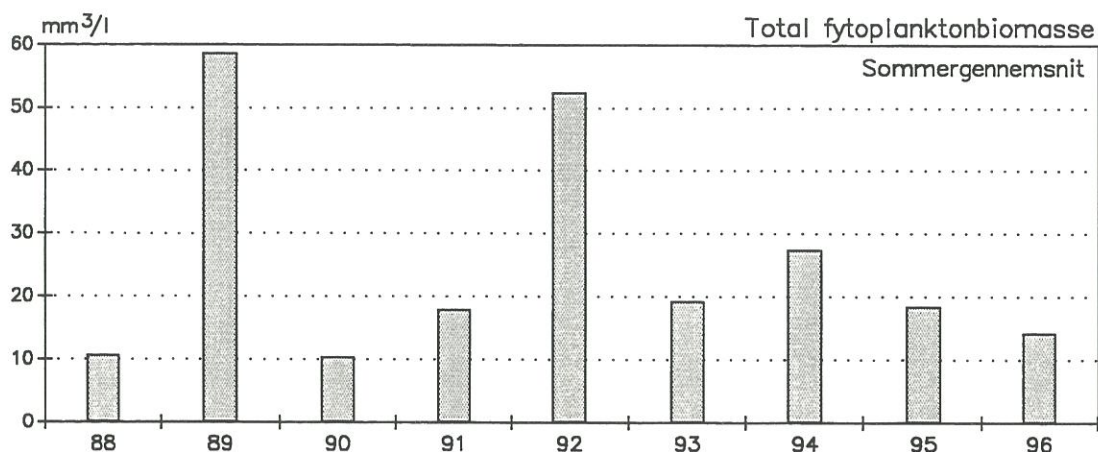
Sommeren 1995 var i juli og august præget af de varme og solrige stabile vejrforhold, der kan udløse blågrønalgeopblomstring, og det resulterede da også i dannelsen af et blågrønalgemaksimum. Men biomassen nåede ikke op på de samme høje niveauer som i 1989 og 1992, sandsynligvis fordi blågrønalgerne først nåede maksimum tidligt på efteråret.

7.2.2. Biomasse

I perioden 1988-1996 er der registreret en meget stor variation af planteplanktonets gennemsnitlige sommerbiomasse, se figur 30.

Planteplanktonbiomassen har været høj hele perioden 1988-1996 og stærkt varierende i niveau, lavest i 1990 (10,43 mm³/l) og højest i 1989 (58,75 mm³/l) og 1992 (52,5 mm³/l).

En regressionsanalyse af sommermiddelkoncentrationen af planteplankton viser ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,03$).



Figur 30. Oversigt over variationen af planteplanktonets sommermiddelbiomasse i Hinge Sø i perioden 1988-1996.

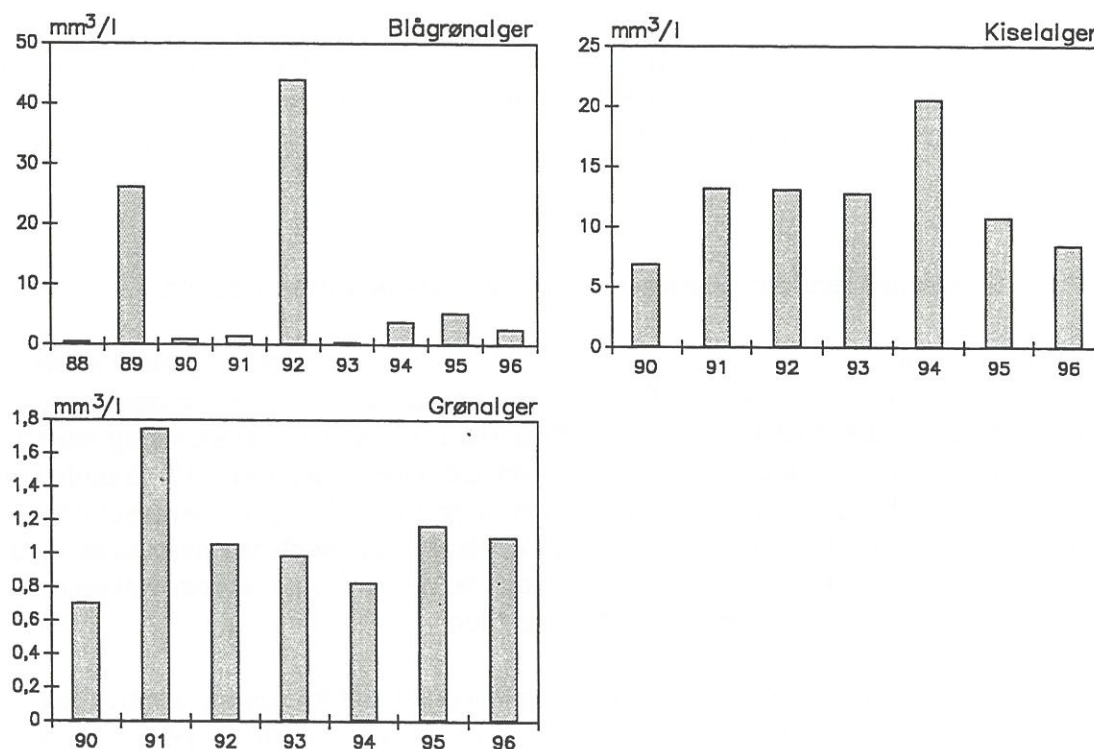
Det er karakteristisk, at år med høje sommermiddelbiomasser også er år med masseopblomstring af blågrønalger i sommerperioden, mens år med lave sommermiddelbiomasser er år med dominans af kiselalger i både forårs- og sommerperioden.

På baggrund af disse mængdemæssige forskelle kan årene 1989 og 1992 karakteriseres som "blågrønalge-år", mens årene 1988, 1990, 1991, 1993 og 1996 kan karakteriseres som "kiselalge-år". 1994 er også et "kiselalge-år", men med en ikke ubetydelig forekomst af blågrønalger. 1995 er også et "kiselalge-år", men kun det meget langvarige kiselalgemaksimum i forårsperioden forhindrer året i at blive et "blågrønalge-år", idet blågrønalgerne opbyggede høje biomasser sent i sommerperioden.

Hinge Sø er på grund af ringe vanddybde og forholdsvis kort opholdstid ingen typisk blågrønalgese, men derimod en kiselalgese. I meget varme og nedbørsfattige somre, da vandets opholdstid bliver længere end i normale somre, er der imidlertid mulighed for masseopblomstring af blågrønalger. Masseopblomstringen sker ikke primært på grundlag af næringsstofmængden i søens vandmasser, der i forbindelse med opblomstringen er fattige på uorganisk kvælstof og fosfor.

I 1992 og 1995 har blågrønalgemaksimummet været dannet af den kvælstoffikserende art *Anabaena circinalis*, der har kunnet kompensere for den manglende kvælstof i vandet gennem fiksering af luftformig kvælstof fra atmosfæren. De nødvendige (store) mængder fosfor stammer utvivlsomt fra søbunden, hvorfra der sker frigivelser i forbindelse med lavt iltindhold i sedimentet og det helt bundnære vandlag.

Figur 31 viser sommermiddelbiomasser af blågrønalger, kiselalger og grønalger i perioden 1988-1996.



Figur 31. Sommermiddelbiomasser af blågrønalger, kiselalger og grønalger i Hinge Sø, 1988-1996.

En regressionsanalyse af blågrønalgerens sommermiddelbiomasser gennem perioden 1988-1996 viser ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,02$) og en analyse af blågrønalgerens procentvise andel af den totale sommermiddelbiomasse gennem perioden viser heller ingen udviklingstendenser ($R^2 = <0,01$).

En regressionsanalyse af kiselalgerens sommermiddelbiomasser (1990-1996) viser ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,02$), og en analyse af kiselalgerens procentvise andel af den totale sommermiddelbiomasse gennem perioden viser heller ingen udviklingstendenser ($R^2 = <0,001$).

En regressionsanalyse af grønalgerens sommermiddelbiomasser (1990-1996) viser ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,003$), og en analyse af grønalgerens procentvise andel af den totale sommermiddelbiomasse viser heller ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,01$).

Sammenfattende viser sommermiddelværdier af planteplankton ingen udviklingstendenser gennem perioden 1988-1996. Sammensætningen og niveauet af planteplanktonbiomassen har udvist store år-til-år-varianter. De fleste år har biomassen været domineret af

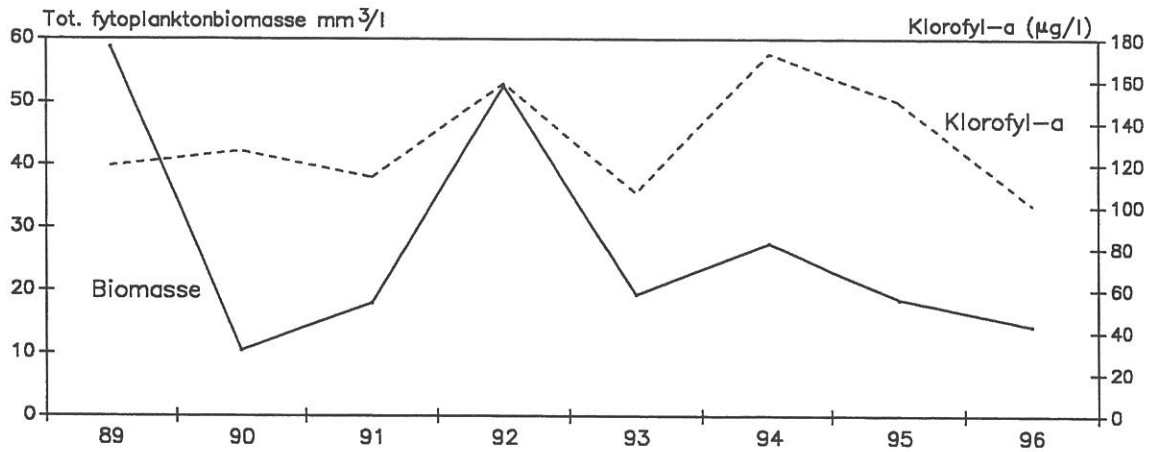
kiselalger, mens årene 1989 og 1992 var domineret af blågrønalger, og 1995 havde en længere periode med dominans af blågrønalger. De største biomasser forekommer i 1989 og 1992 under dominans af blågrønalger.

Sammenlignes planteplanktonbiomassens niveau i Hinge Sø med værdierne for samtlige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1996), ligger Hinge Sø med sommermiddelværdier på 10,43-58,75 mm³/l i en stor del af perioden over 75%-fraktilen, således i 1989, 1992, 1994 og 1995, mens værdien i 1990 placerer Hinge Sø på medianen, 1991 mellem medianen og 75%-fraktilen og i 1993 lidt under 75%-fraktilen.

7.3. Relationer mellem planteplankton og fysisk-kemiske forhold

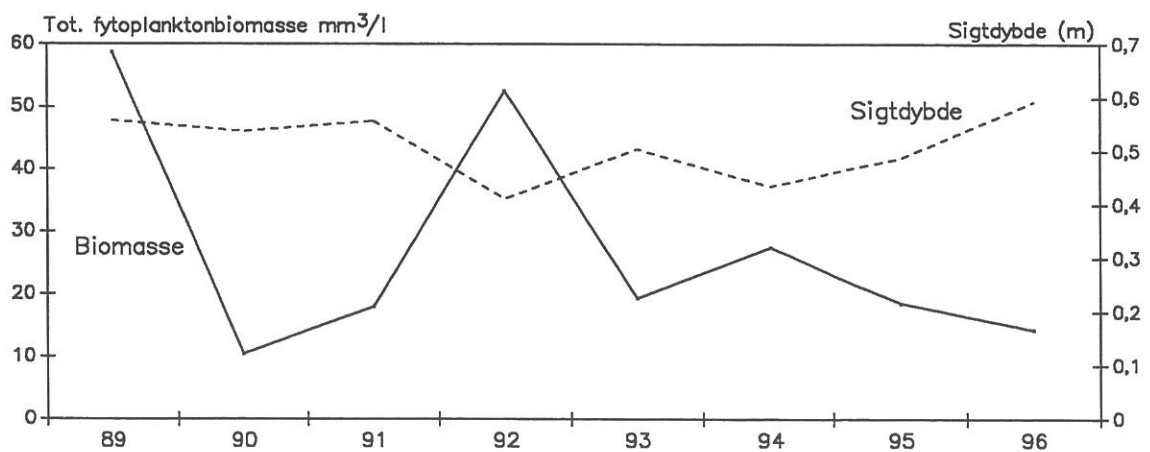
Planteplanktonbiomassens niveau, der ligger over 75%-fraktilen og mellem medianen og 75%-fraktilen i perioden 1989-1995 er nogenlunde i overensstemmelse med høje niveauer af både kvælstof og fosfor. Værdierne for både total-kvælstof og nitrit-nitrat-kvælstof ligger, jf. afsnit 5.1.4., noget over medianen eller nær 75%-fraktilen; mens sommermiddelmålingerne af total-fosfor og ortofosfat ligger nær henholdsvis over medianværdierne, jf. afsnit 5.1.5. De fleste år placerer planteplanktonbiomasseværdierne dog Hinge Sø nærmere 75%-fraktilen, end tilfældet er for næringsstofniveauerne, der oftest ligger mellem medianen og 75%-fraktilen.

En sammenligning af klorofyl-a værdier og planteplanktonbiomasser (sommersmiddelværdier), figur 32, viser en god korrelation i sidste del af perioden fra 1991 til 1996, men ikke i første del af perioden. Den varierende afstand mellem de to kurver er et udtryk for forskelligt indhold af klorofyl-a/volumenenhed, hvor indholdet kan variere mellem ca. 1-20 µg/volumenenhed. For alle årene gælder, at forholdet mellem klorofyl-a og volumen ligger inden for det angivne interval. Klorofyl-a/volumenenhed er størst i 1990 (12,4 µg/mm³), der vurderes at være for højt under dominans af kiselalger, der oftest har værdier <10 µg/mm³. I 1989, under dominans af blågrønalger er klorofyl-a indholdet 2 µg/mm³, hvilket vurderes at være for lavt under dominans af blågrønalger, der oftest har værdier omkring 5 µg/mm³. Næsten samme forhold ses i 1992 (3 µg/l) under dominans af blågrønalger. Resten af perioden vurderes forholdet mellem klorofyl-a og biomasse at være i orden.



Figur 32. Koncentrationen af klorofyl-a og volumenbiomassen af planteplankton (sommerrmiddelværdier) i perioden 1989-1996 i Hinge Sø.

En sammenligning af sigtddyber og planteplanktonbiomasser (sommerrmiddelværdier), figur 33, viser en god korrelation mellem de to variabler fra 1991 og perioden ud. Dog er udsvingene i sigtdybde-værdierne ikke så udtalte som udsvingene i planteplanktonbiomassen, hvilket skyldes, at sigtdybden også er afhængig af anden form for suspenderet stof end planteplankton.



Figur 33. Sigtdyber og volumenbiomasser af planteplankton (sommerrmiddelværdier) i perioden 1989-1996 i Hinge Sø.

7.4. Dyreplankton 1996

7.4.1. Artssammensætning

Der er i 1996 registreret i alt 51 arter/identifikationstyper inden for følgende hovedgrupper, tabel 14.

Hjuldyr (Rotatoria)	26
Dafnier (Cladocera)	16
Calanoide vandlopper (Calanoida)	2
Cyclopoide vandlopper (Cyclopoida)	4
Harpacticoide vandlopper (Harpacticoida)	2
Spindlere (Arachnida)	1

Tabel 14. Oversigt over hovedgrupper og antal arter/identifikationstyper i de enkelte hovedgrupper i Hinge Sø, 1996.

Med 51 registrerede arter/identifikationstyper ligger dyreplanktonets artsrigdom på et middelniveau.

Hjuldyrene og dafnierne er de artsrigeste grupper, mens der kun forekommer få arter af vandlopper.

De fleste af arterne er almindelige i et bredt spektrum af søtyper, og der er ikke fundet rentvandsarter.

Blandt dafnierne er registreret flere arter, der hovedsagelig er tilknyttet vegetation eller er bundlevende, således: *Sida crystalina*, *Ceriodaphnia pulchella* og *Ceriodaphnia pulchella*, *Ilyocryptus agilis*, *Acroparus harpae*, *Alona guttata*, *Alona quadrangularis*, *Alona rectangula* og *Chydorus sphaericus*. Hvoraf sidstnævnte ofte findes i søer domineret af kolonidannende blågrønalg.

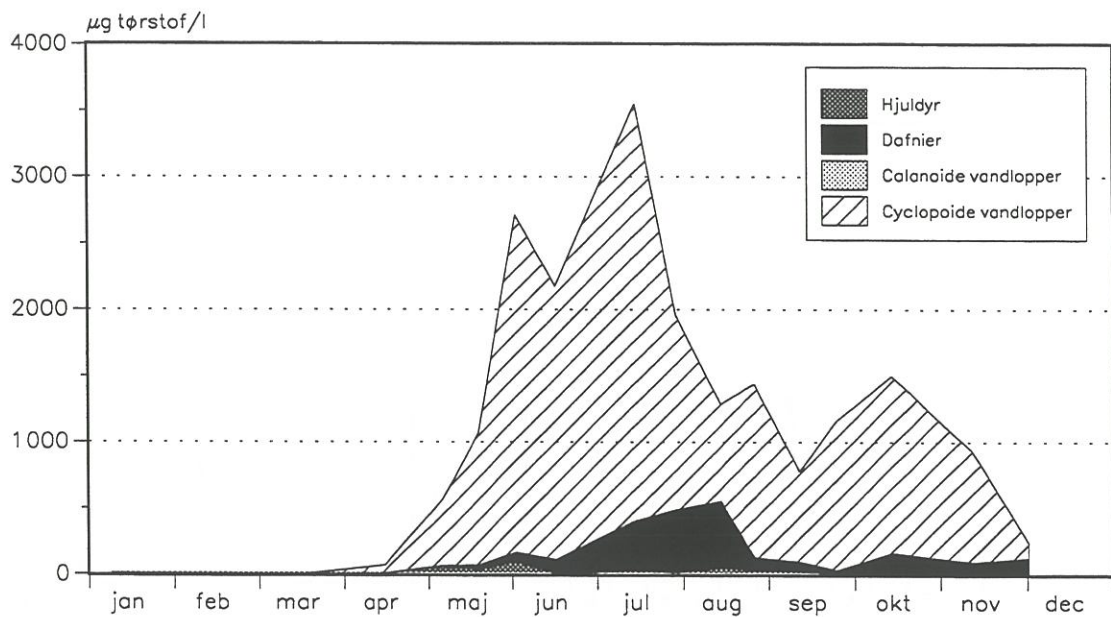
De harpacticoide vandlopper er bundlevende vandlopper.

7.4.2. Biomasse

Volumenbiomassens forløb fordelt på hovedgrupper er vist i figur 34.

Dyreplanktonbiomassen i Hinge Sø har i 1996 varieret mellem 3,9 $\mu\text{g TV/l}$ i februar og 3.548,7 $\mu\text{g TV/l}$ midt i juli. Gennemsnittet for sommerperioden maj-september er 1.797,6 $\mu\text{g TV/l}$ og for hele perioden 1.049,9 $\mu\text{g TV/l}$.

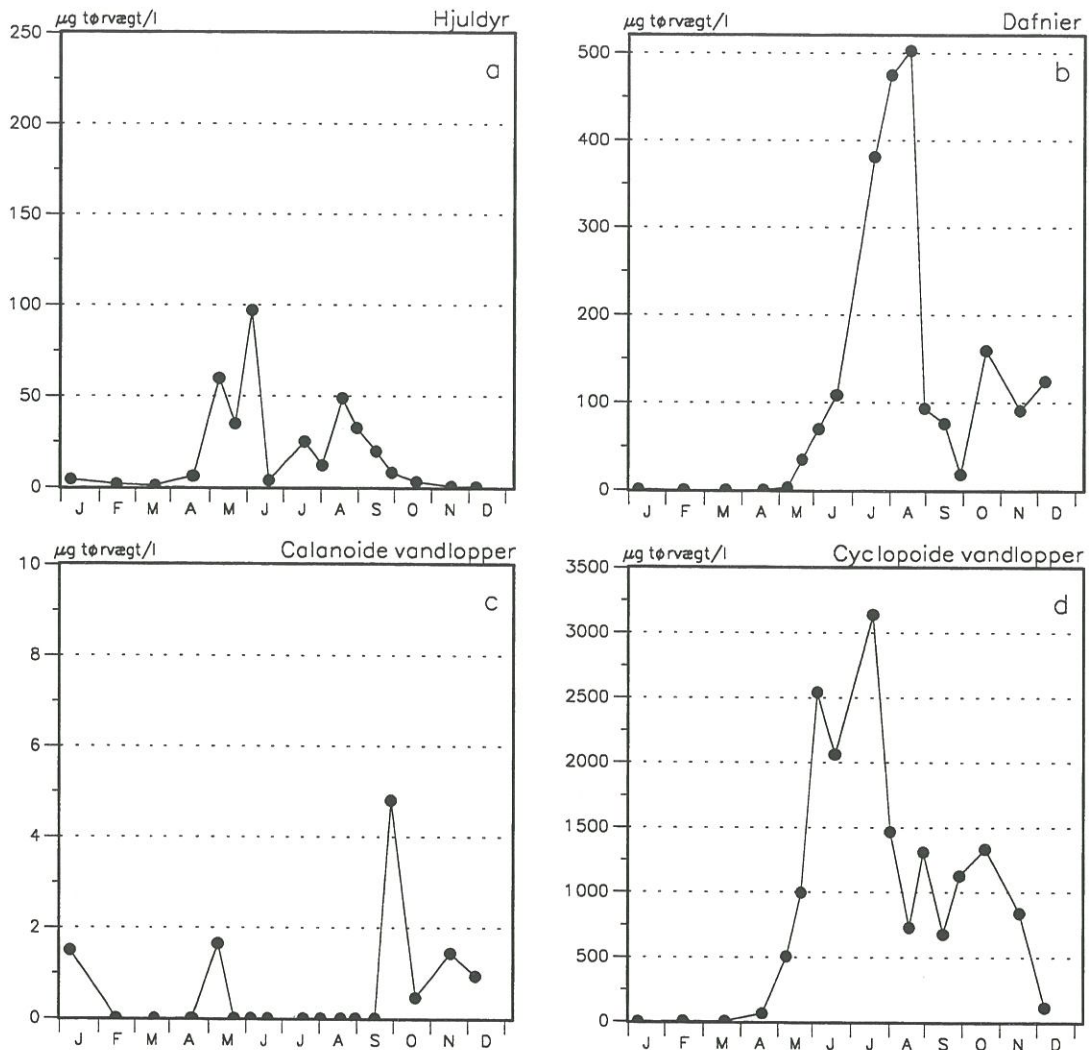
Dyreplanktonbiomassen har ét maksimum og to mindre toppe: I begyndelsen af juni (2.709,8 $\mu\text{g TV/l}$), midt i juli (3.548,7 $\mu\text{g TV/l}$) og midt i oktober (1.495,8 $\mu\text{g TV/l}$) alle med dominans af cyclopoide vandlopper, hvoraf *Cyclops vicinus* har været vigtigste art.



Figur 34. Dyreplanktonets forløb fordelt på hovedgrupper i Hinge Sø 1996.

Dyreplanktonet i Hinge Sø har i 1996 været domineret af cyclopoide vandlopper i størstedelen af perioden, undtagen i januar, hvor hjuldyrene dominerede med subdominans af calanoide vandlopper og i december, hvor biomassen var nogenlunde ligeligt fordelt mellem dafnier og cyclopoide vandlopper. I februar og marts havde hjuldyr betydning i februar, mens de harpacticoide vandlopper havde betydning i marts. I januar, februar og marts var volumenbiomassens niveau meget lille, hovedsageligt på grund af de lave vandtemperaturer.

Udviklingen af dyreplanktonbiomassen inden for de enkelte hovedgrupper ses af figur 35.



Figur 35. Dyreplanktonbiomassens forløb fordelt på de enkelte hovedgrupper, hjuldyr, dafnier, calanoide vandlopper og cyclopoide vandlopper i Hinge Sø, 1996.

Hjuldyr

Hjuldyrenes biomasse har i 1996 været på et meget lavt niveau, varierende inden for intervallet $0,003 \text{ mm}^3/\text{l}$ og $0,98 \text{ mm}^3/\text{l}$, med flere mindre maksima gennem perioden. Hjuldyrene har kun været betydende i årets første 3 måneder, hvor de udgjorde henholdsvis 75%, 45% og 23% af totalbiomassen, der var meget lille. Dominerende art var *Polyarthra dolichoptera*. De biomasse mest vigtigste arter på årsbasis har været, *Keratella*-arterne og *Polyarthra dolichoptera*. Hjuldyrene har i april og begyndelsen af maj udgjort, henholdsvis 11% og 13% af totalbiomassen, men perioden udgør de 5% og derunder. Års- og sommermiddelbiomasser af hjuldyr er henholdsvis $16,97 \mu\text{g TV/l}$ og $31,84 \mu\text{g TV/l}$.

Dafnier

Dafnierne har en lille population i januar af *Chydorus sphaericus*, men bliver først betydende fra begyndelsen af maj. Dafniernes biomasse varierer inden for intervallet 0,3 $\mu\text{g TV/l}$ i januar til 503,2 $\mu\text{g TV/l}$ under maksimum midt i august, hvor dafnierne udgør 38,6% af totalbiomassen. *Daphnia cucullata* er vigtigste art og har udover at være betydende i juli og august et lille maksimum i oktober. *Bosmina longirostris* forekommer med mindre populationer forår og efterår, med maksima i begyndelsen af juni og i november. De øvrige dafnie-arter forekommer med mindre populationer spredt i perioden.

Dafnierne har på intet tidspunkt i 1996 været dominerende. Årsmiddelbiomassen er beregnet til 110,1 $\mu\text{g TV/l}$ og sommermiddelbiomassen til 188,9 $\mu\text{g TV/l}$, hvilket svarer til 10,5% af totalbiomassen både på årsbasis og i sommerperioden.

Cyclopoide vandlopper

De cyclopoide vandlopper har været den vigtigste dyreplanktongruppe i Hinge Sø, 1996, med biomasser varierende i området 1,8 $\mu\text{g TV/l}$ i marts til 3.142,8 $\mu\text{g TV/l}$ under maksimum midt i juli. Dominerende art hele perioden har været *Cyclops vicinus*, hvoraf copepoditterne har udgjort de største andele, og nauplierne periodevis har været betydende. Sporadisk har forekommet den lille *Mesocyclops leuckarti*. *Cyclops vicinus* har udgjort mellem 26% og 88% af den totale volumenbiomasse. Nauplierne har haft betydning i februar og april, juli-september og oktober-december, hvor de har udgjort mellem 12% og 55% af totalbiomassen.

Årsmiddelbiomassen er beregnet til 922 $\mu\text{g TV/l}$ og sommermiddelbiomassen til 1576,2 $\mu\text{g TV/l}$, svarende til 88% af totalbiomassen, både på årsbasis og i sommerperioden.

Calanoide vandlopper

De calanoide vandlopper har kun været betydende i dyreplanktonbiomassen i januar, hvor den totale biomasse er meget lille, og dominerende gruppe er copepoditter af *Eudiaptomus* spp. Resten af perioden har de calanoide vandlopper ikke været betydende. Der forekommer sporadisk små populationer af primært *Eudiaptomus graciloides*.

De calanoide vandloppers årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,6 $\mu\text{g TV/l}$ og sommermiddelbiomassen til 0,5 $\mu\text{g TV/l}$, hvilket svarer til, at de calanoide vandlopper har udgjort under 1% af den totale dyreplanktonbiomasse.

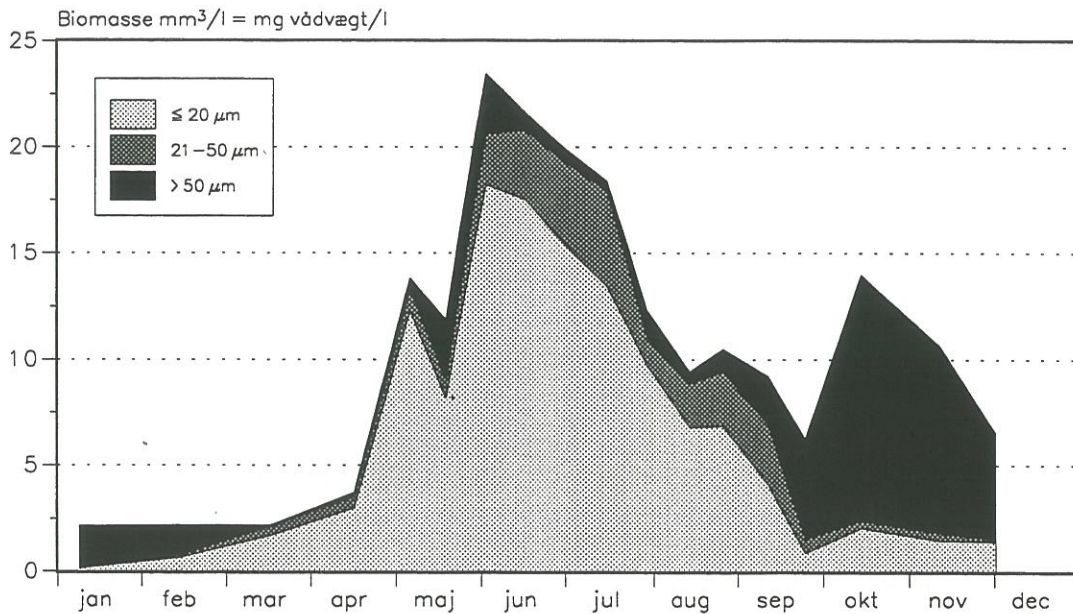
7.4.3. Samspil mellem plante- og dyreplankton

Størrelsesfordeling af planteplanktonbiomassen

I 1996 har 72% af volumenbiomassen været i størrelsesfraktionen $<20 \mu\text{m}$, 16% er i fraktionen 20-50 μm , mens 11% er $>50 \mu\text{m}$ i sommerperioden.

Arter $> 50 \mu\text{m}$ har betydning i slutningen af maj og midt i september og dominerer resten af perioden, hvor de pennate kiselalger dominerer, figur 35.

Dermed har stort set hele planktonbiomassen i perioden januar-august været direkte tilgængelig for de fleste dyreplanktonformer.



Figur 36. Størrelsesfordeling af planteplankton i grupperne $< 20 \mu\text{m}$, $20-50 \mu\text{m}$ og $> 50 \mu\text{m}$ i Hinge Sø, 1996.

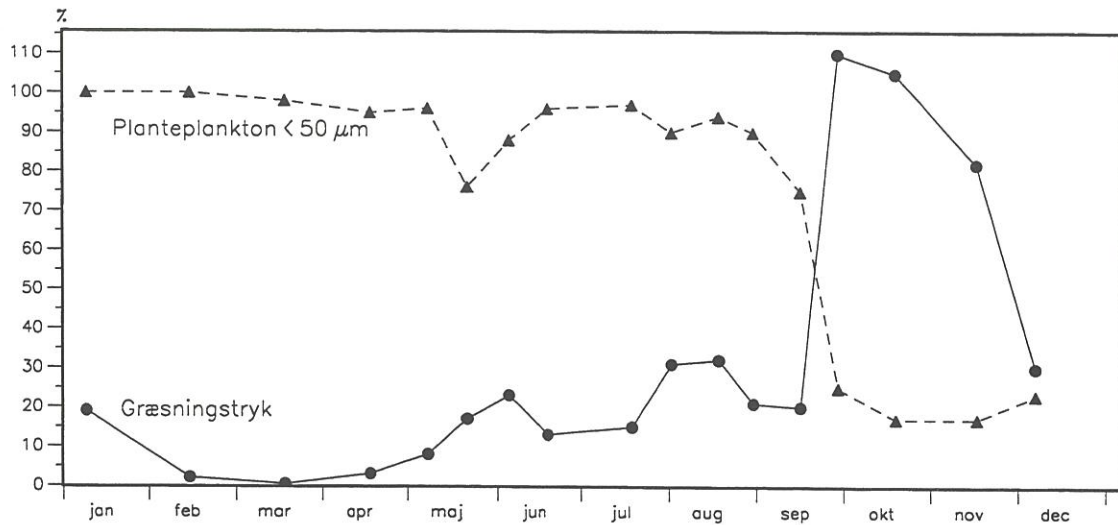
Græsning

I bilag 9.6 er en oversigt over dyreplanktonets fødeoptagelser fordelt på grupper og en tabel over de potentielle græsningstryk og græsningstider på planteplanktonbiomassen $< 50 \mu\text{m}$ er i bilag 9.7.

Ud fra de observerede kulstofbiomasseniveauer ($16,5-2.285,5 \mu\text{g C/l}$) af planteplanktonformer $< 50 \mu\text{m}$ har dyreplanktonet beregningsmæssigt kun været fødebegrænset i januar og februar.

I forbindelse med sommerens store kiselalgebiomasser af små centriske arter opbygges der også et dyreplanktonmaksimum, men da den voksne del af de cyclopoide vandlopper, der dominerer biomassen, formodes at være primært rovlevende, græsser dyreplanktonet kun en del af den tilgængelige planteplanktonbiomasse, selv om dyreplanktonbiomassen er forholdsvis stor i sommerperioden.

Dyreplanktonet har beregningsmæssigt udøvet et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 0,4% og 110% med de mindste værdier fra februar til midt i maj, forholdsvis små værdier i januar, slutningen af maj til midt i september og i december og høje værdier i slutningen af september, i oktober og november, hvor biomassen af arter $> 50 \mu\text{m}$ er størst, hvorved græsningen på de små arter får større betydning.



Figur 37. Oversigt over dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplankton < 50 µm i Hinge Sø, 1996. Til sammenligning er vist < 50 µm-fraktionens procentuelle andel af den samlede planteplanktonbiomasse.

7.5. Dyreplankton 1990-1996

Der foreligger ingen detaljerede dyreplanktondata fra 1988 og 1989, og dette afsnit omhandler derfor kun udviklingen fra og med 1990.

7.5.1. Artssammensætning

Dyreplanktonet i Hinge Sø har i perioden 1990-1993 været karakteriseret af forholdsvis ringe artsdiversitet med hjuldyr som den artsrigeste gruppe, efterfulgt af dafnier og vandlopper. I 1994 er der registreret et langt større antal arter/grupper, hvilket dog ikke nødvendigvis er udtryk for reelle ændringer, men kan være udtryk for den tilfældighed, der er knyttet til, om de mængdemæssigt ubetydelige arter bliver registreret.

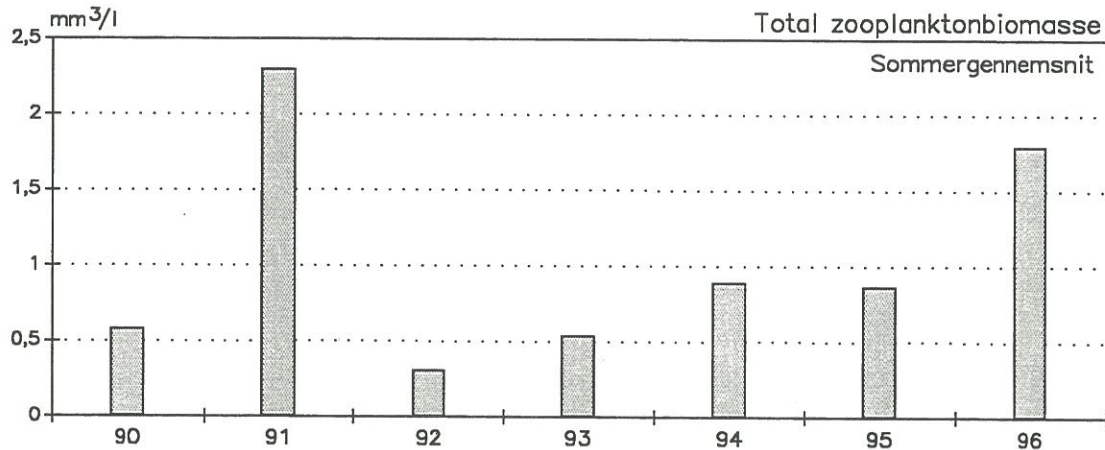
De biomasse-mæssigt vigtigste arter har været: *Cyclops vicinus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris* og *Bosmina coregoni*.

7.5.2. Biomasse

Figur 38 viser sommermiddelbiomasser af dyreplankton for perioden 1990-1996.

Dyreplanktonbiomassen har ligget på et lavt niveau i det meste af perioden 1990-1996, varierende fra 310 µg TV/l til 2.302 µg TV/l lavest i 1992 og højest i 1991.

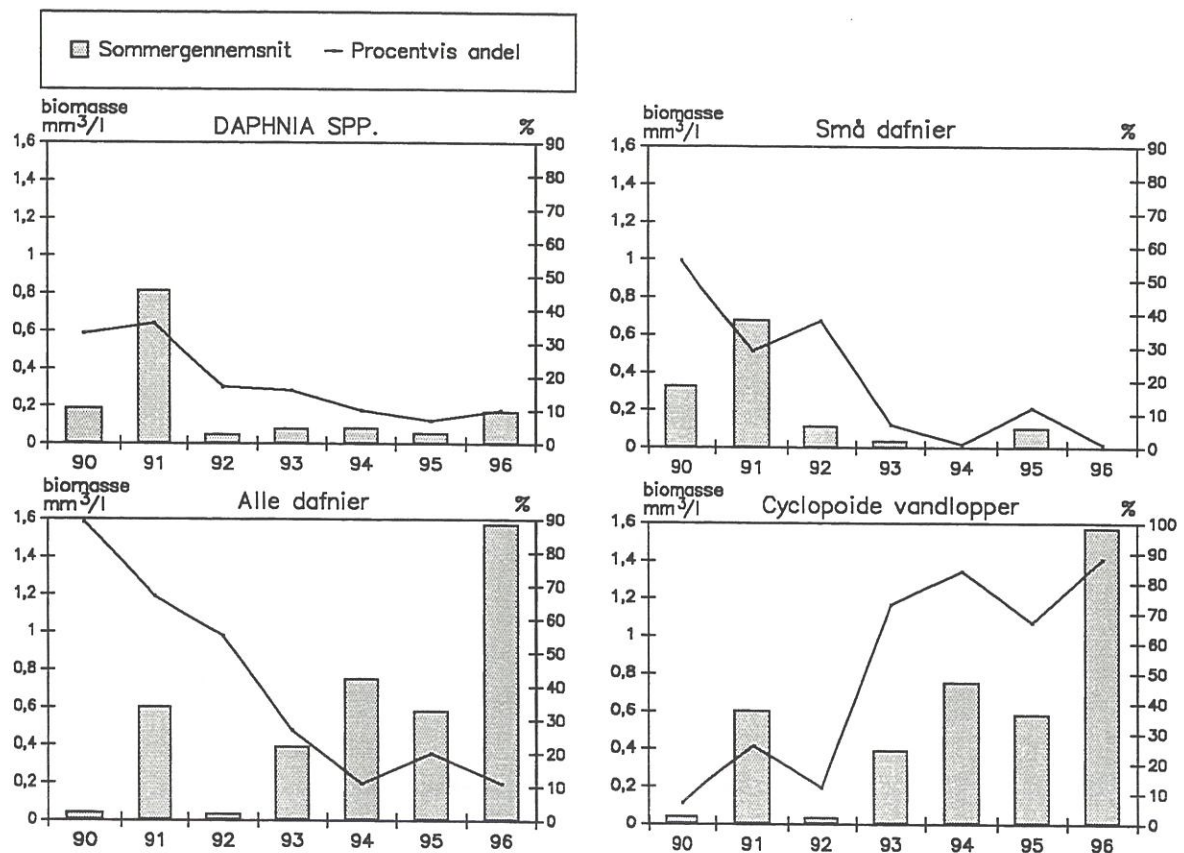
En regressionsanalyse af sommermiddelværdierne gennem hele perioden 1990-1996 viser ingen udviklingstendenser ($R^2 = 0,02$); men en analyse af værdierne i perioden 1992-1996 viser statistisk signifikant stigende tendens ($R^2 = 0,85$, 95% signifikansniveau).



Figur 38. Sommermiddelmiddelmasser af dyreplankton i Hinge Sø, 1990-1996.

År-til-år-variationer af artssammensætning og biomasse kan ikke umiddelbart henføres til en enkelt faktor, men uden tvivl har søens fiskefauna haft stor betydning for dyreplanktonets niveau og sammensætning gennem perioden.

Figur 39 viser sommermiddelmiddelmasser af nogle hovedgrupper (dafnier, *Daphnia* spp., små dafnier og cyclopoide vandlopper) af dyreplankton, desuden er angivet de enkelte grupperes procentvise andel af den totale sommermiddelmiddelmasse gennem perioden.



Figur 39. Sommermiddelbiomasser af dafnier, *Daphnia*, små dafnier og cyclopoide vandlopper med angivelse af de enkelte gruppers procentvise andel af den totale dyreplanktonbiomasse i perioden 1990-1996, Hinge Sø.

Hjuldyrene er, til trods for artsantallet, den gruppe, der har haft mindst indflydelse på mængden af planteplankton i søen.

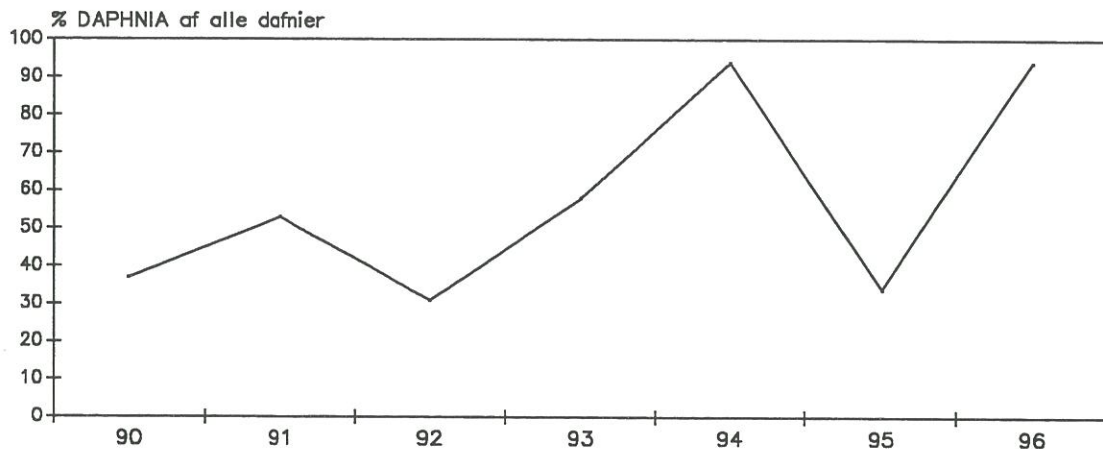
Dafniernes betydning er noget større, men da små arter i almindelighed udgør en stor del af den totale dafniebiomasse, betyder det et mindre græsningstryk på de større planteplanktonarter og -grupper.

En regressionsanalyse af dafniernes sommermiddelbiomasse gennem perioden 1990-1996 viser en svagt aftagende ikke signifikant tendens ($R^2 = 0,32$); men en analyse af dafniernes procentvise andel af den totale dyreplanktonbiomasse gennem perioden viser en signifikant aftagende tendens ($R^2 = 0,88$, 99% signifikansniveau).

Sommermiddelbiomasserne af slægten *Daphnia* udviser ingen udviklingstendenser gennem perioden ($R^2 = 0,18$); men slægten *Daphnias* andel af den totale biomasse viser som for alle dafnier en signifikant aftagende tendens ($R^2 = 0,80$, 99% signifikansniveau).

En analyse af de små dafniers sommermiddelbiomasser viser en signifikant aftagende tendens gennem perioden ($R^2 = 0,49$, 90% signifikansniveau), og det samme gør de små dafniers andel af den totale biomasse ($R^2 = 0,75$, 95% signifikansniveau).

Figur 40 viser slægten *Daphnias* andel af alle dafnier.



Figur 40. Slægten *Daphnias* andel af den totale biomasse af alle dafnier i perioden 1990-1996, Hinge Sø.

En regressionsanalyse af slægten *Daphnias* andel af den totale biomasse af alle dafnier viser en svagt stigende men ikke statistisk signifikant tendens ($R^2 = 0,31$).

Vandlopperne har været den mest artsfattige af samtlige dyreplanktongrupper, men har især i sidste del af perioden været den mængdemæssigt vigtigste gruppe. Der findes i søen stort set kun cyclopoide vandlopper. Trods vandlopperens dominans er deres totale biomasseniveau forholdsvis lavt, og da de cyclopoide voksne vandlopper primært er rovlevende, er deres indflydelse på mængden af planteplankton i hovedparten af tiden begrænset eller ubetydelig.

En analyse af de cyclopoide vandloppers sommermiddelbiomasser viser en signifikant stigende tendens gennem perioden ($R^2 = 0,61$, 95% signifikansniveau). En analyse af de cyclopoide vandloppers procentvise andel af den totale biomasse viser ligeledes en signifikant stigende tendens ($R^2 = 0,77$, 95% signifikansniveau).

Dyreplanktonets artssammensætning er karakteristisk for næringsrige søer med store bestande af planktonædende fisk.

Sammenfattende udviser den totale dyreplanktonbiomasse ingen udviklingstendenser, men en analyse af de enkelte grupper indikerer en tiltagende biomasse af cyclopoide vandlopper på bekostning af dafnier. Dette udviklingsmønster peger mod en tiltagende prædation fra fisk, da dafnier normalt er mere udsat for prædation end cyclopoide vandlopper.

Sammenlignes dyreplanktonbiomassens niveau i Hinge Sø med værdierne for samtlige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1996) har sommermiddelværdierne for slægten *Daphnia* varieret mellem at ligge under medianen (1992 og 1995) til at ligger over 75%-fraktilen (1991). Værdierne har ligget mellem medianen og 75%-fraktilen i 1990 og 1993 og over medianen i 1994. Alt i alt en varierende placering.

For små dafnier har værdierne ligget over 75%-fraktilen i 1990 og 1991, på medianen i 1992, lidt over og lidt under 25%-fraktilen i 1993 og 1994 og mellem medianen og 75%-fraktilen i 1995.

De cyclopoide vandloppers sommermiddelværdier har ligget på 25%-fraktilen i 1990, lidt under 25%-fraktilen i 1992 og over 75%-fraktilen i 1991, 1993, 1994 og 1995.

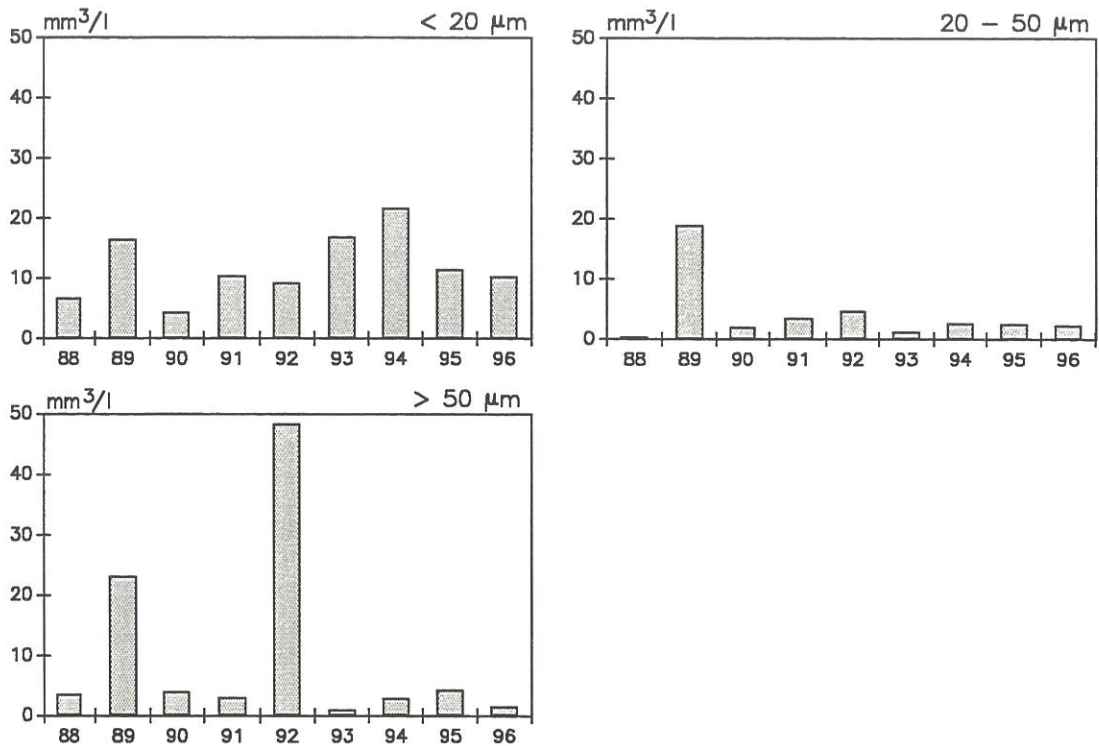
7.5.3. Samspil mellem plante- og dyreplankton 1990-1996

Størrelsesfordeling af planteplankton

Figur 41 viser sommermiddelværdier af planteplanktonbiomassen opdelt på størrelsesgrupper.

I perioden 1988-1996 har størrelsesfraktionen $< 20 \mu\text{m}$ af planteplanktonets sommermiddelbiomasser udgjort en stor andel af den totale sommermiddelbiomasse, varierende fra 15% i 1992 under dominans af blågrønalger til 88% i 1993. Fraktionen $20\text{-}50 \mu\text{m}$ har udgjort fra 7% til 32% af sommermiddelbiomassen, og fraktionen $> 50 \mu\text{m}$ har udgjort fra 5% til 42%. I størstedelen af perioden har arter $< 20 \mu\text{m}$ været dominerende, mens arter $> 50 \mu\text{m}$ periodevis har domineret planteplanktonbiomassen.

De fleste år udgør arterne $< 50 \mu\text{m}$ hovedparten af biomassen, men i år med masseopblomstring af blågrønalger bliver deres andel mindre, samtidig med at de totale biomasser er væsentligt forhøjede. De store fraktioner $> 50 \mu\text{m}$ udgør dog de fleste år en væsentlig andel af den totale biomasse, og det betyder, at væsentlige dele af biomassen i almindelighed ikke kan reguleres af dyreplanktonet.



Figur 41. Sommermiddelbiomasser af planteplankton opdelt i størrelsesgrupper for perioden 1988-1996 i Hinge Sø.

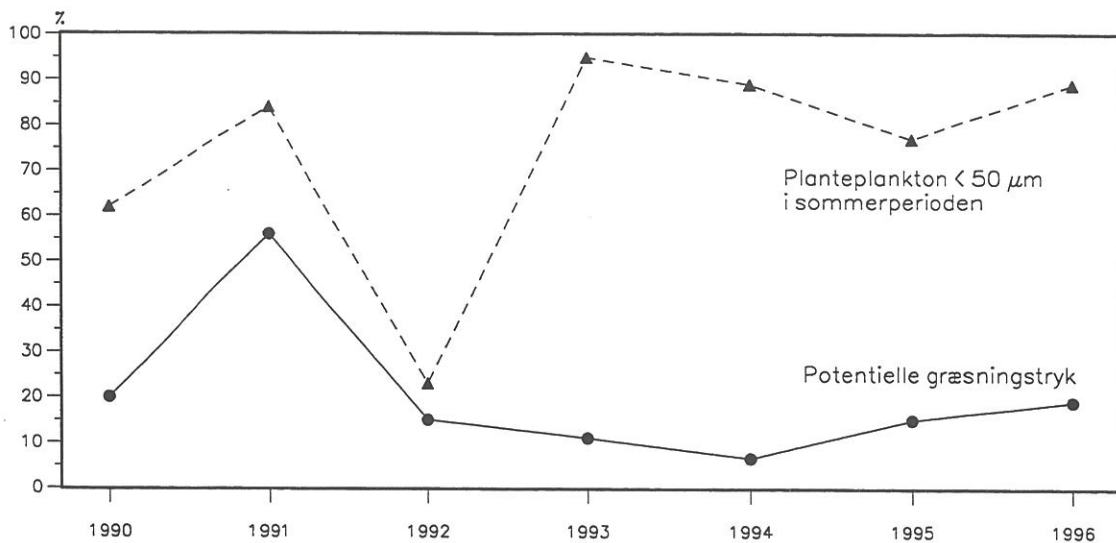
Græsning

Dyreplanktonet har formodentlig kun kortvarigt, og primært i vinterperioderne, været fødebegrænset. Kulstofbiomasseniveauerne resten af året har været høje.

Figur 42 viser dyreplanktonets potentielle græsningstryk på planteplankton < 50 µm i perioden 1990-1996.

Ud fra de beregnede potentielle græsningstryk (6,5%-56%) og figur 42 ses, at dyreplanktonet ikke har været i stand til at kontrollere planteplanktonet i perioden som helhed.

En regressionsanalyse af græsningsværdierne (sommermiddel) viser en svagt aftagende ikke signifikant tendens ($R^2 = 0,19$) gennem perioden 1990-1996.



Figur 42. Dyreplanktonets potentielle græsningstryk i sommerperioden og procentvis andel af planteplankton < 50 µm i sommerperioden, Hinge Sø 1990-1996.

7.5.4. Relationer mellem fysisk-kemiske forhold, plante- og dyreplankton, fisk og undervandsvegetation 1988-1996

Sammenfattende er Hinge Sø en lavvandet, næringsrig sø, med en stor gennemstrømning især i vinterperioden, men også i sommerperioden. Planteplanktonets udvikling, med dominans af primært små næringskrævende, hurtigtvoksende centriske kiselalger, er i overensstemmelse med høje næringsstofkoncentrationer af fosfor, kvælstof og silicium og en stor gennemstrømning. Periodevis udvikles meget høje blågrønalgbiomasser af længere varighed i sommerperioden, mest udtalt i stabile perioder med varme og sol, men hyppigst er Hinge Sø domineret af kiselalger i det meste af året.

Planteplanktonbiomassen udviser ingen udviklingstendenser gennem perioden.

Som konsekvens af det høje næringsstofniveau og de høje planteplanktonbiomasser er sigtddyben i Hinge Sø meget lille i størstedelen af tiden, med sommermiddelsigtddyber under 0,5 m.

De meget lave sigtddyber 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.

Fiskefaunaen i Hinge Sø er som i mange andre næringsrige og kulturpåvirkede søer domineret af *skalle*, *brasen* og *aborre*. Særligt de unge individer udsætter dyreplanktonet for et stort prædationstryk, hvilket har indflydelse på dels dyreplanktonets sammensætning og dels dyreplanktonets evne til at nedgræsse planteplanktonet.

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

I dyreplanktonets sommermiddelbiomasser ses udviklingstendenser, der indikerer et tiltagende prædationstryk fra fisk. Der er ikke udviklingstendenser i den totale dyreplanktonbiomasse gennem perioden, men en analyse de cyclopoide vandloppers udvikling viser en signifikant stigende tendens, og derudover viser dafniernes andel af den totale biomasse en signifikant aftagende betydning, og de cyclopoide vandloppers andel af den totale biomasse viser en signifikant tiltagende betydning. Denne udvikling er i overensstemmelse med tendensen til svagt aftagende prædationstryk på planteplanktonet, hvor cyclopoide vandlopper er mindre effektive græssere end dafnier. Udviklingen indikerer et tiltagende prædationstryk fra fisk, da cyclopoide vandlopper er bedre til at undgå prædation end dafnier.

8. Bundvegetation

Den første vegetationsundersøgelse i nyere tid blev gennemført i 1992 (Viborg Amt, 1992), og siden da er der gennemført årlige undersøgelser i årene 1993-1996 (Viborg Amt, 1994; 1995a; 1995b; 1996) efter de retningslinier, der er beskrevet i (Moeslund et al., 1993; 1996).

8.1. Status 1996

8.1.1. Artssammensætning

Undervandsvegetationen i Hinge Sø er meget artsfattig og dårligt udviklet, tabel 15.

Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Aks-tusindblad	Sprede
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Hjertebladet vandaks	T. almindelig
<i>Potamogeton crispus</i>	Kruset vandaks	Sprede
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Børstebladet vandaks	T. almindelig
<i>Batrachium circinatum</i>	Kredsbladet vandranunkel	Fåtallig

Tabel 15. Oversigt over registrerede arter af undervandsplanter i Hinge Sø 1996.

Foruden undervandsvegetationen findes der spredt i søen en forholdsvis artsfattig flydebladsvegetation, tabel 16.

Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
<i>Nuphar lutea</i>	Gul åkande	T. almindelig
<i>Nymphaea alba</i>	Hvid åkande	Sprede
<i>Lemna minor</i>	Liden andemad	Meget fåtallig
<i>Lemna polyrrhiza</i>	Stor andemad	Meget fåtallig

Tabel 16. Oversigt over registrerede arter af flydebladsplanter i Hinge Sø 1995.

Rørsumpen er ikke undersøgt i 1996, men på baggrund af undersøgelserne i 1993 kan det konstateres, at der i hovedparten af søens bredzone findes en veludviklet og stedvis artsrig og meget varieret rørsump (Viborg Amt, 1994). Hverken sammensætning eller udbredelse skønnes at være ændret siden 1993.

8.1.2. Hyppighed og dybdeudbredelse

Inddelingen af Hinge Sø i delområder fremgår af bilag 10, der også indeholder de samlede resultater af undersøgelsen i 1996.

Der er registreret undervandsvegetation i delområderne 1, 3, 4, 5, 6, 9 og 10, mens de resterende 3 delområder har været uden undervandsvegetation i 1996.

I delområde 1 er der registreret enkelte individer af *børstebladet vandaks* og *kredsbladet vandranunkel*, og området er i øvrigt domineret af *gul åkande* med islæt af *hvid åkande*.

I delområde 3 er der registreret en blandet undervandsvegetation bestående af temmeligt spredt, men pletvis tætte forekomster af *hjerterbladet vandaks* og *aks-tusindblad* samt meget spredte forekomster af *børstebladet vandaks*. I delområde 3 findes søens bedst udviklede vegetation.

I område 4 er der registreret en meget spredt vegetation, der typisk består af enkeltindivider af *børstebladet vandaks* og *kruset vandaks*. Sidstnævnte er registreret med lange skud på ca. 1 meters dybde, mens førstnævnte vokser på lavere vand.

I delområde 5 er der udelukkende registreret fåtallig forekomst af *kruset vandaks*, voksende på ca. 1 meters dybde med lange skud.

I delområde 6 findes en forholdsvis veludviklet vegetation bestående af spredte, men pletvis tætte bevoksninger af *hjerterbladet vandaks*, særlig i dybdeintervallet 0,25-0,75 meter. I dette dybdeinterval findes også spredt, men pletvis dog tættere bevoksninger af *kredsbladet vandranunkel* og *børstebladet vandaks*. Alle tre arter er registreret helt ud i dybdeintervallet 0,75-1,00 m, hvor der også er registreret fåtallige forekomst af *kruset vandaks* med lange skud fra bund til overflade.

I delområde 9 findes der meget spredte forekomster af *børstebladet vandaks* og *hjerterbladet vandaks*.

I delområde 10 er der registreret fåtallig forekomst af *kruset vandaks* og spredt forekomst af *børstebladet vandaks*, sidstnævnte især i dybdeintervallet 0,75-1,00 meter.

Dybdeudbredelsen er ret ringe. Største dybde med rodfæstet vegetation er 0,95 m (ved aktuel vandstand), registreret flere steder i søen. Det har i næsten alle tilfælde været *kruset vandaks*, der med lange skud fra bund til overflade har vokset på størst dybde, men i den østlige ende af søen har også *børstebladet vandaks* vokset dybt.

Middeldybdegrænsen for hele søen er beregnet til 0,68 m ved aktuel vandstand, svarende til 0,74 meter ved vandspejlskote 25,37 m o. DNN.

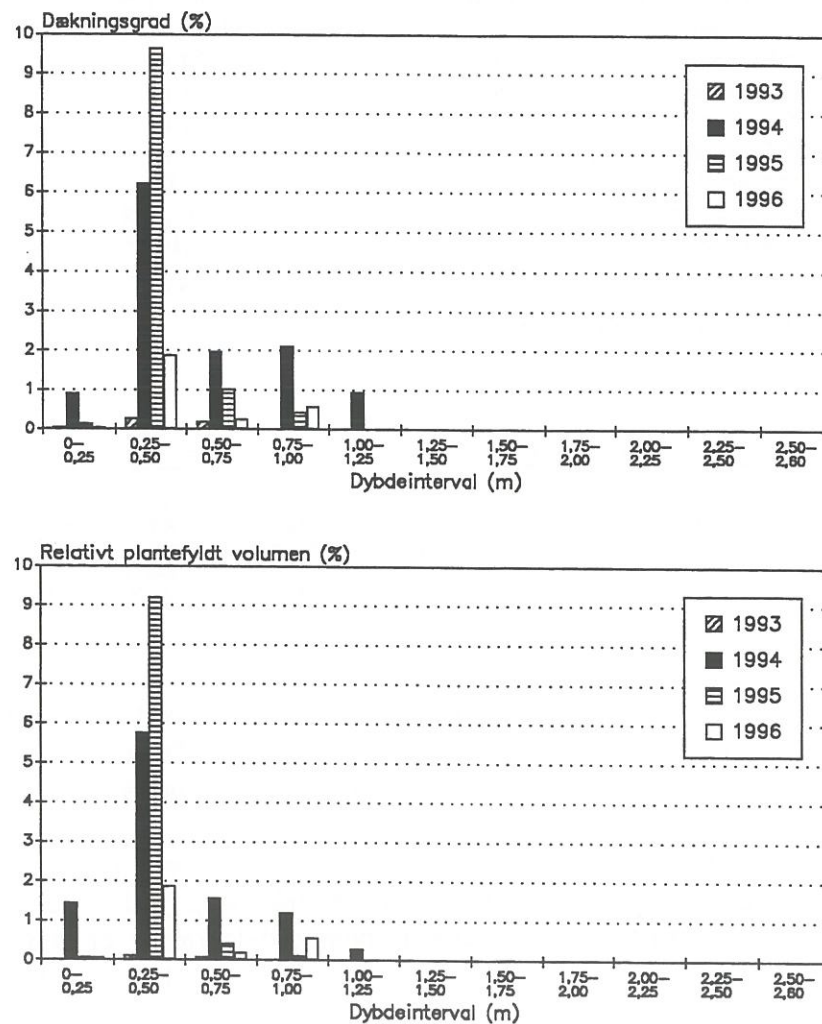
8.1.3. Dækningsgrader og plantefyldt volumen

Beregnete middeldækningsgrader i de enkelte delområder er vist i bilaget, der også indeholder tabeller med de samlede værdier for plantedækket areal og plantefyldt volumen.

Figur 43 viser undervandsvegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for søen som helhed. Det samlede plantedækkede areal er opgjort til 1.665 m² svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 0,18% uden fradrag for rørskovens areal. Eksklusive rørskovens areal kan middeldækningsgraden beregnes til 0,19%. Disse værdier skal ses i forhold til 1993-værdier på 0,03%, 1994-værdier på 0,88%/0,92% og 1995-værdier på 0,68%/0,71%.

Det samlede plantefyldte volumen er opgjort til 855 m³ svarende til 0,08% af søens samlede volumen (= 0,08% relativt plantefyldt volumen) uden fradrag for rørskovens plantefyldte volumen. Eksklusive rørskovens plantefyldte volumen kan det relative plantefyldte volumen ligeledes beregnes til 0,08%. Disse værdier skal ses i forhold til 1993-værdier på 0,005%, 1994-værdier på 0,29% og 1995-værdier på 0,19%.

Flydebladsvegetationens bladtæthed har i 1996 været mindre end i 1995, muligvis som følge af vinterens langvarige islægning, og det samlede areal/volumen med flydebladsvegetation har derfor været mindre.



Figur 43. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Hinge Sø som helhed i 1996. Til sammenligning er vist de tilsvarende værdier i årene 1993-1995.

8.2. Udviklingen 1993-1996

Tabel 17 indeholder en sammenstilling af de vigtigste undersøgelsesresultater i årene 1993-1996.

	1996	1995
Vandspejlskote på undersøgelsestidspunktet	25,31 m o. DNN	25,24 m o. DNN
Referencevandspejl, kote	25,37 m o. DNN	25,37 m o. DNN
Middeldybdegrænse (v. ref.-vandspejl)	0,74 m	0,69 m
Middeldybdegrænse (v. akt. vandspejl)	0,68 m	0,56 m
Største dybde (v. ref.-vandspejl)	1,01 m	1,11 m
Største dybde (v. akt. vandspejl)	0,95 m	0,98 m
Plantedækket areal, undervandsvegetation	1.665 m ²	6.217,6 m ²
Dækningsgrad, undervandsvegetation*	0,18%	0,68%
Plantefyldt volumen, undervandsvegetation	855 m ³	2.097,6 m ³
Relativt plantefyldt volumen, undervandsvegetation**	0,08%	0,19%
Plantedækket areal, flydebladsvegetation	-	-
Dækningsgrad, flydebladsvegetation	-	-
Plantedækket areal, rørskov	-	-
Plantefyldt volumen, rørskov	-	-
Relativt plantefyldt volumen, rørskov	-	-
	1994	1993
Vandspejlskote på undersøgelsestidspunktet	25,26 m o. DNN	25,30 m o. DNN
Referencevandspejl, kote	25,37 m o. DNN	25,37 m o. DNN
Middeldybdegrænse (v. ref.-vandspejl)	0,72 m	0,60 m
Middeldybdegrænse (v. akt. vandspejl)	0,61 m	0,53 m
Største dybde (v. ref.-vandspejl)	1,21 m	0,70 m
Største dybde (v. akt. vandspejl)	1,10 m	0,67 m
Plantedækket areal, undervandsvegetation	8.073,6 (8.052,6) m ²	299 m ²
Dækningsgrad, undervandsvegetation*	0,88% (0,88%)	0,03%
Plantefyldt volumen, undervandsvegetation	3.171,1 (3.167,8) m ³	57 m ³
Relativt plantefyldt volumen, undervandsvegetation**	0,29%	0,005%
Plantedækket areal, flydebladsvegetation	-	1.100 m ²
Dækningsgrad, flydebladsvegetation	-	0,12%
Plantedækket areal, rørskov	-	38.000 m ²
Plantefyldt volumen, rørskov	-	11.500 m ³
Relativt plantefyldt volumen, rørskov	-	1,0%

Tabel 17. Samlet oversigt over de vigtigste vegetationsdata fra Hinge Sø i perioden 1993-1996. Værdierne i parentes er 1994-værdier beregnet under anvendelse af den oprindelige 5-delte dækningsgradsskala. *) værdierne er beregnet uden fradrag af rørskovens areal. **) værdierne er beregnet uden fradrag af rørskovens plantefyldte volumen. Alle værdier er beregnet og angivet i forhold til vandspejlskote 25,37 meter o. DNN.

Det bemærkes først og fremmest, at det plantedækkede areal og det plantefyldte volumen har varieret særdeles meget fra år til år. Dernæst bemærkes det, at både middeldækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i alle årene har været mindre end 1%, hvilket karakteriserer Hinge Sø som en vegetationsfattig sø.

Den ringe mængde vegetation i søen skal utvivlsomt ses i nær sammenhæng med det generelt meget uklare vand, og med sommermiddelsigt dybder i intervallet 0,45-0,60 m er det ikke overraskende, at vegetationens dybdegrænse er ringe. Den maksimale dybdegrænse har i tre af de fire år ligget på eller lidt over det niveau, som kunne

forventes ud fra den erfaringsmæssige sammenhæng mellem sigtddybde og dybdegrænse, jf. (Jensen et al., 1996), hvorimod den gennemsnitlige dybdegrænse i alle årene har været mindre end forventet.

Dybdeudbredelsen har i alle årene været størst i den vestlige del af søen, nærmest indløbene, hvor vandet må formodes at være en smule klarere end i den øvrige del af søen. I den mellemste del af søen, hvor en stor del af vegetationen har forekommet i alle årene, er dybdeudbredelsen noget mindre, men her har store bundflader på dybder mindre end dybdegrænsen været helt eller næsten vegetationsløse i alle årene. Det tyder på, at andre faktorer end lyset har betydning for vegetationens udbredelse.

Der er især to faktorer, som må tilskrives stor betydning. Den ene er bundens beskaffenhed. Hovedparten af vegetationen forekommer på fast sandet og gruset bund, mens der kun i den vestlige, mindst vindeksponerede del af søen og på få andre steder med læ forekommer vegetation på blød bund. Den anden faktor er vindeksponeringen, som særlig skønnes at have stor betydning på den store, sandende og grusede flade ud for sydbredden, idet der her ikke er registreret vegetation i nævneværdig mængde.

Endelig er der en faktor, hvis betydning er vanskeligere at bedømme, nemlig næringsstofniveauet i søen. Undersøgelser har vist, at vandplanter henfalder hurtigere, når de vokser i næringsrige, særlig kvælstofrige miljøer - et forhold, der bl.a. kan tilskrives en øget mikrobiel nedbrydning af plantedelene (personlig samtale m. Kaj Sand-Jensen), og det har i alle årene været meget tydeligt, at planterne i Hinge Sø henfalder langt hurtigere end i mere næringsfattige og mere klarvandede søer. Således har en stor del af planterne været i henfald allerede midt i august.

Det betyder, at planterne i Hinge Sø har en kortere vækstperiode end i mere klarvandede og næringsfattige sømiljøer, og at de gennem hele vækstperioden er stressede af de dårlige lysforhold, hvilket gør, at langskudsplanterne ikke som i mange andre sommerklare søer kan klare sig ved at sende lange, kronedannende skud op mod vandoverfladen. Det hurtigere henfald kan også øge effekten af bølgeeksponeringen, idet blade og stængler må formodes ikke at have maksimal modstandskraft over for bølgeslagets mekaniske påvirkninger.

De her nævnte faktorer kan sammen med uerkendte virkninger af vejrforholdene mv. være årsag til, at vegetationsmængden såvel som vegetationens dybdegrænse varierer fra år til år og til, at variationen er langt større, end det kunne forventes alene ud fra variationen i sigtddybden.

Selvom vegetationsmængden i nogle år har været meget større end i andre år, har den dog i alle årene været så lille, at betydningen for tilstanden i søen har været forsvindende lille.

9. Bundfauna og fisk

9.1. Bundfauna

Der foreligger ingen undersøgelser af søens bundfauna, men i forbindelse med vegetationsundersøgelserne kunne det konstateres, at der i søen findes et meget stort antal muslinger (især *dammuslinger*), heriblandt mange meget store individer. Tætheden af muslinger synes at være størst i den østlige del af søen, hvor de især findes på blød bund.

I 1996 er det konstateret, at en meget stor del af muslingerne var døde, og der blev ved vegetationsundersøgelsen registreret et usædvanligt stort antal tomme skaller i forhold antallet af levende muslinger.

9.2. Fisk

Der er ikke i 1996 foretaget undersøgelse af søens fiskefauna, og der henvises derfor til 1992-undersøgelsen (Viborg Amt, 1993).

10. Samlet vurdering

1996 har i nedbørmæssig henseende udmærket sig ved et stort nedbørsunderskud, der er fremkommet som følge af meget små mængder nedbør i årets 3 første kvartaler. Det har medført, at vandføringen i tilløbene er faldet til nær eller lidt under medianminimum, og i den situation skyldes hovedparten af vandføringen formodentlig udsivning af vand fra de dybe grundvandsmagasiner i oplandet til søen.

Udsivningen fra de dybe grundvandsmagasiner har skabt vandføringen i en flere måneder lang periode, i hvilken vandføringen har været temmelig stabil og i øvrigt temmelig høj, samtidig med at der har været stabile transporter af kvælstof, fosfor og jern. De stabile stoftransporter tages som udtryk for, at det har været stofindholdet i vandet fra de dybe grundvandsmagasiner, der har været bestemmende for stoftransporten i vandløbene, og at perioden med stabile vand- og stoftransporter giver et godt grundlag for at vurdere basistransporten til søen.

Målingerne i tilløbene har vist, at kvælstofkoncentrationen i medianminimumsperioden har ligget lavt, omkring 2,5 mg/l, hvilket må tages som udtryk for, at vandet i de dybe grundvandsmagasiner har et lavt indhold af kvælstof. Til gengæld har koncentrationen af fosfor ligget højt, omkring 0,080 mg/l, og det indikerer, at koncentrationen af fosfor i vandet i de dybe grundvandsmagasiner er langt mere fosforrigt, end man normalt antager. Dertil kommer, at der ved stabil, lav vandføring, aflejres betydelige mængder fosfor, hvorfor 0,080 mg/l sandsynligvis er en noget lavere værdi end den faktiske. Indikationen af stor sedimentation af partikulært fosfor i vandløbene foreligger i form af en meget stor transport i november måned i forbindelse med den første store afstrømningshændelse, der har skyllet store mængder partikulært stof ud fra vandløbene. Endelig skal det nævnes, at jernkoncentrationerne i medianminimumsperioden har været høje, omkring 2,5 mg/l, og ligesom for fosfors vedkommende er der med stor sandsynlighed også for jerns vedkommende sket aflejring af store mængder partikulært jern, hvorfor koncentrationen af jern i vandet fra de dybe grundvandsmagasiner sandsynligvis er noget højere end 2,5 mg/l.

Grunden til de lavere kvælstofkoncentrationer i vandet fra de dybe grundvandsmagasiner er, at dette vand er meget gammelt og ikke er påvirket af nedsivning af kvælstof fra landbrugsjordene. De høje koncentrationer af fosfor og jern skyldes antagelig, at de dybe grundvandsmagasiner er i kontakt med dybtliggende lag af organisk stof i form af brunkul o.l., hvorfra fosfor og jern er opløst i grundvandet.

Målingerne i de 3 største tilløb har dannet udgangspunkt for beregning af stoftransporten fra det umålte opland, der arealmæssigt udgør ca. 23 % af det samlede opland, idet det antages, at den arealspecifikke afstrømning og stofkoncentrationerne i vandet fra det umålte opland kan beregnes ud fra gennemsnitsværdier fra det målte opland. Fire stikprøver af vandet fra et af de små vandløb i det umålte opland har imidlertid vist, at kvælstofindholdet er langt højere og fosforindholdet langt lavere end i de tre store tilløb, hvilket indikerer, at vandet i det lille tilløb primært stammer fra mere overfladenære grundvandsmagasiner, hvor vandet er stærkt påvirket af kvælstofudvaskningen fra

landbrugsjorderne, og hvor fosforindholdet er lavt som følge af ringe direkte nedvaskning af fosfor.

Selvom få målinger i ét af de små vandløb ikke giver noget dækkende billede af stofudvaskningen fra det umålte opland, er der dog grund til at antage, at brugen af gennemsnitsværdier fra de tre store tilløb kan føre til fejl i estimerne af den samlede stoftransport fra det umålte opland. Med de påviste forskelle mellem det lille tilløb og de tre store tilløb er konsekvensen, at kvælstoftransporten fra det umålte opland bliver underestimeret, mens fosfortransporten bliver overestimeret. Hvor stor fejlen er, giver de få målinger ikke mulighed for at beskrive, men det er ikke usandsynligt, at den samlede kvælstoftransport til søen kan være underestimeret med op til 35%, mens fosfortransporten er overestimeret med op til 15%. Også jerntransporten fra det umålte opland er antagelig voldsomt overestimeret, hvilket kan betyde en overestimering af den samlede jerntilførsel på op til 20%. Det skal dog nævnes, at i nedbørsrige år vil en stor del af den samlede vandtransport i vandløbene stamme fra overfladenære grundvandsmagasiner, hvis næringsstofindhold har større lighed med de målte indhold i det lille tilløb i det umålte opland. Det betyder, at der i nedbørsrige år sker en udjævning af forskellen mellem de store tilløb og de små tilløb i det umålte opland.

Hvis størrelsesordenen af ovennævnte skøn af fejlene på stoftransportværdierne er korrekte, kan de hidtil lave denitrifikationsprocenter i Hinge Sø bedre forklares, ligesom de hidtil uforklarligt store fosfortilførsler bliver reduceret noget.

De høje fosforkoncentrationer i vandet fra de dybe grundvandsmagasiner giver grundlag for at vurdere, hvor stor fosforbelastningen af Hinge Sø vil være uden dyrkningsbidrag og uden bidrag fra punktkilder.

Antager man, at situationen i sommeren 1996 beskriver basissituationen, er det beregnet, at der med basisvandføringen fra de tre store tilløb på ca. 12,7 mill. m³ vand tilføres ca. 1.700 kg fosfor. Antager man på grundlag af stikprøverne fra det umålte opland, at der med basisvandføringen herfra på ca. 3,9 mill. m³ vand tilføres ca. 100 kg fosfor, kan den samlede fosforbelastning i basissituationen opgøres til ca. 1.800 kg/år. Antager man endvidere, at øget vandtransport i nedbørsrige år stammer fra overfladenære grundvandsmagasiner, kan det med udgangspunkt i fosforniveauet i det lille tilløb beregnes, at en stigning i den samlede vandføring til gennemsnitsniveauet for perioden 1989-1996 (ca. 25 mill. m³) fører til en overlejring af basisbelastningen på ca. 200 kg fosfor pr. år, således at den samlede årlige belastning i et gennemsnitsår når op på ca. 2.000 kg fosfor, svarende til en middelindløbskoncentration på 0,080 mg/l, hvilket er nær det niveau, der i 1996 er konstateret i medianminimumsperioden.

Værdien er imidlertid væsentligt lavere end de middelindløbsværdier, der er beregnet i perioden 1989-1995, selv når der tages højde for overestimering af bidraget fra det umålte opland. Forklaringen herpå er, at der i perioden 1989-1996 har været bidrag fra en række punktkilder i oplandet, ligesom der utvivlsomt har været tilfælde af overfladeafstrømning af partikelbundet fosfor fra de omgivende arealer til vandløbene.

Anvender man basismiddelværdien på 0,080 mg/l som udgangspunkt for en beregning af søvandskoncentrationen ved hjælp af Vollenweider-modellen, fås med en gennemsnitlig opholdstid på 0,045 år (ved 25 mill. m³ vand) en søvandskoncentration på 0,066 mg/l.

Denne værdi ligger på et niveau, hvor der erfaringsmæssigt er mulighed for forekomst af udbredt undervandsvegetation, og værdien ligger tilmed væsentligt lavere end den værdi på 0,100-0,125 mg/l, hvorunder fosforkoncentrationen erfaringsmæssigt skal ligge, hvis varige effekter af indgreb i fiskefaunaen mv. skal kunne opnås.

Det betyder, at selvom fosforkoncentrationen i det indstrømmende vand selv i en situation med reduceret dyrkningsbidrag og reduceret bidrag fra spredte bebyggelser mv. vil ligge noget højere end det niveau, der erfaringsmæssigt kendes i vand fra udyrkede oplande, er der mulighed for at opnå en forbedret tilstand i Hinge Sø.

En afgørende forudsætning for overhovedet at nå dertil, hvor indgreb i fiskefaunaen kan føre til forbedring af tilstanden i søen, er imidlertid, at den interne fosforbelastning elimineres. Sedimentet i Hinge Sø er ganske vist meget jernrigt, men det har ikke i perioden 1989-1996 forhindret, at der hvert år er sket en ganske betydelig frigivelse af fosfor fra sedimentet.

Denne frigivelse har i perioden 1989-1996 resulteret i sommermiddelkoncentrationer af fosfor i intervallet 0,150-0,200 mg/l, det vil sige en fordobling af den gennemsnitlige basisindløbskoncentration. Disse høje sommermiddelkoncentrationer af fosfor har skabt grundlaget for høje biomasser af planteplankton, der sammen med resuspenderet sediment har resulteret i meget uklart vand i søen gennem hele perioden.

Bortset fra faldende tendens for koncentrationen af ortofosfat, der kan forklares af faldende tendens i indløbskoncentrationen af ortofosfat, har søens tilstand været uændret dårlig gennem hele perioden 1989-1996.

Dersom fosforbelastningen nedbringes til ca. 2.000 kg/år, vil det efter alt at dømme ikke alene føre til en nævneværdig forbedring af søens tilstand inden for en overskuelig årrække, idet den interne belastning vil kunne opretholde for høje fosforniveauer i en lang årrække fremover, ligesom resuspension af sedimentet vil kunne medvirke til at hindre øget forekomst af undervandsvegetation.

Det er vanskeligt at vurdere, om en fjernelse af søens skidtfisk vil kunne føre til en sådan klaring af søens vand, at der skabes grundlag for en øget dybdeudbredelse af undervandsvegetationen i søen. Men selv hvis det skulle være tilfældet, er sedimentets fysiske beskaffenhed med en meget løs struktur en væsentlig hindring for, at undervandsvegetationen kan få det faste rodfaste, der er nødvendigt for at kunne modstå påvirkningen fra bølgeslaget og de vindskabte strømme i søen.

Det er ligeledes vanskeligt at vurdere, hvor lang tid der vil gå, førend den store fosforpulje i sedimentet er vasket ud af søen. Antager man på baggrund af de seneste 8 års målinger, at søen ved en gennemsnitlig vandgennemstrømning på 25 mill. m³ kan aflaste

ca. 1.000 kg fosfor pr. år, vil det ved en nedsættelse af den årlige tilførsel til 2.000 kg skønsmæssigt vare op mod 25 år, førend søen er bragt i ligevægt med tilførslerne, under forudsætning af, at aflastningen er lineær, og at den eksterne belastning nedbringes til 2.000 kg/år.

For at skabe en hurtig forbedring af søens tilstand må der først fjernes betydelige mængder fosforholdigt sediment fra søens bund, sideløbende med at dyrkningsbidraget og bidraget af fosfor fra spredte bebyggelser og andre punktkilder i oplandet mindskes mindst muligt. Dernæst skal der ske en markant reduktion af søens bestande af skidtfisk samtidig med at der etableres en rovfiskebestand med den nødvendige kapacitet til at regulere bestandene af skidtfiskene.

Hvis det lykkes at eliminere den interne belastning, at nedbringe den eksterne belastning til nær basisniveauet og at retablere en selvreguleret fiskebestand i søen, kan det ved hjælp af den empiriske model for sammenhængen mellem sommermiddelsigt dybden og årsmiddelkoncentrationen af fosfor ($\text{sigtdybde} = 0,26 * [P]_{\text{ss}}^{-0,57} * Z^{-0,27}$) beregnes, at sigtdybden i søen vil forbedres fra de hidtidige værdier omkring 0,55 m til værdier omkring 1,15 meter.

En sommermiddelsigt dybde på ca. 1,15 meter vil erfaringsmæssigt tillade bundvegetationen at vokse til en største dybde på ca. 2,15 m (beregnet ved hjælp af udtrykket "dybdegrænse = $0,07 + 1,83 * \text{sigtdybde}$ "). Under hensyntagen til, at mange af de arter, der kan forventes at kunne vokse i søen er kronedannende langskudsplanter, vil en øgning af dybdegrænsen til godt 2 meter kunne føre til, at stort set hele søens bund potentielt bliver tilgængelig for undervandsvegetationen, som derved opnår afgørende indflydelse på tilstanden i søen.

11. Referencer og rapporter mv. vedrørende Hinge Sø

11.1. Referencer

- Jensen, J. P., T. L. Lauridsen, M. Søndergaard, E. Jeppesen, E. Agerbo & L. Sortkjær 1996. Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 96 s. Faglig rapport fra DMU nr. 176.
- 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.
- Windolf, J. (red.) 1996. Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 s. Faglig rapport fra DMU nr. 177.

11.2. Rapporter mv.

11.2.1. 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.
- Viborg Amt 1994. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1993 og udvikling 1988-1993. Udarbejdet af Bio/consult.
- Viborg Amt 1995. Miljøtilstanden i Hinge Sø. Status 1994 og udvikling 1988-1994.

Viborg Amt 1996. Belastningen af Hinge Sø. Forslag til yderligere kildeopsplitning og reduktion af belastningen. Upubliceret notat.

11.2.2. Vegetation

Viborg Amt 1992. Oplysninger om vegetationen i Hinge Sø. Upublicerede undersøgelsesresultater.

Viborg Amt 1994. Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1993. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult.

Viborg Amt 1995a. Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1994. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult.

Viborg Amt 1995b. Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1995. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult.

Viborg Amt 1996. Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1996. Upubliceret notat udarbejdet af Bio/consult.

11.2.3. Fisk

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

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

11.2.4. Plankton

Bio/consult 1992. Plankton i Hinge Sø 1991. Upubliceret notat.

Bio/consult 1995. Plankton i Hinge Sø 1994. Upubliceret notat.

Bio/consult 1996. Plankton i Hinge Sø 1995. Upubliceret notat.

Bio/consult 1997. Plankton i Hinge Sø 1996. Upubliceret notat.

Hedeselskabet 1990. Plankton i Hinge Sø 1989. Upubliceret notat.

Hedeselskabet 1993. Plankton i Hinge Sø 1992. Upubliceret notat.

Hedeselskabet 1994. Plankton i Hinge Sø 1993. Upubliceret notat.

Miljøbiologisk Laboratorium 1991. Plankton i Hinge Sø 1990. Upubliceret notat.

11.2.5. Øvrige

Viborg Amt 1994b. 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

Månedlige vandbalancer for Hinge Sø 1996

Bilag 4

Månedlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe for Hinge Sø 1996

Bilag 5

Årlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe i Hinge Sø 1988-1996

Bilag 6

Sammenhænge mellem stoftilførsel og søvandskoncentrationer i Hinge Sø 1988-1996

Bilag 7

Fysiske og kemiske variabler i Hinge Sø 1989-1996

Bilag 8

Sommergennemsnit (maj-september) af fysiske og kemiske variabler i Hinge Sø 1989-1996

Bilag 9

Plankton 1996

Bilag 9.1

Planteplankton antal/ml

Bilag 9.2

Planteplankton mm³/l

Bilag 9.3

Planteplankton 1988-1996

Bilag 9.4

Dyreplankton antal/l

Bilag 9.5

Dyreplankton $\mu\text{g TV/l}$

Bilag 9.6

Dyreplankton fødeoptagelse 1996

Bilag 9.7

Dyreplankton græsning 1996

Bilag 9.8

Dyreplankton 1990-1996

Bilag 10

Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1996

Bilag 10.1

Oversigt over inddelingen af Hinge Sø i delområder i forbindelse med vegetationsundersøgelser i 1996

Bilag 10.2

Samleskemaer for plantedækket areal og plantefyldt volumen i Hinge Sø 1996

Bilag 11

Samlet oversigt over gennemsnitsværdier for Hinge Sø 1996 med angivelse af udviklingstendenser i perioden 1989-1996

Bilag 1

Oversigt over beliggenheden af prøvetagningsstationer i Hinge Sø



Bilag 2

Oversigt over jordtypefordeling og arealanvendelse i oplandet til Hinge Sø

Topografisk opland = 53,8 km²Jordtypefordeling

Grovsandet	5,2%
Finsandet	0%
Lerblandet sand	55,0%
Sandblandet ler	32,1%
Lerjord	0,7%
Svær lerjord	0%
Humus	7,0%
Speciel jordtype	0%

Arealanvendelse

Dyrket areal	93,0%
Skov	4,7%
Andre arealer	0,2%
Bebygget areal	0,1%
Ferskvandsareal	2,0%

Bilag 3

Månedlige vandbalancer for Hinge Sø 1996

Alle værdier er angivet i millioner kubikmeter.

Afstrømningen fra det umålte opland er opgjort som: arealet af det umålte opland/arealet af det målte opland * afstrømningen fra det målte opland.

Grundvandstilstrømningen er opgjort som: (den samlede afstrømning fra søen plus volumenændringen) minus (afstrømningen fra det målte opland, afstrømningen fra det umålte opland, nedbøren, fordampningen).

Magasinændringen er opgjort som volumen ved måneds begyndelse minus volumen ved foregående måneds begyndelse.

Nedbøren og fordampningen er opgjort månedsvis på grundlag af data fra Forsøgscenter Foulum.

Vandbalance 1996

	Jan-96	Feb-96	Mar-96	Apr-96	Maj-96	Jun-96	Jul-96	Aug-96	Sep-96	Okt-96	Nov-96	Dec-96	Året
Mausing Møllebæk	860138	873806	830857	760320	812039	725846	720827	699028	702976	796573	1428546	1098878	10309835
Haurbæk	145368	163529	173681	149342	139795	122844	122446	118308	122135	136080	215551	167927	1777006
Skjellegrøften	51088	65370	56220	37325	35407	32435	32521	37679	36513	38621	103818	150993	677989
Umålt opland	319792	333749	321053	286618	298802	266684	265071	258782	260782	293969	529030	429115	3863447
Grundvand	60391	189264	270192	172868	129122	81133	26204	26259	-25973	8208	-82002	-50904	804763
Nedbør	2468	12431	640	4844	47256	13528	25227	44057	53654	57219	91130	31717	384170
Samlet tilførsel	1439246	1638149	1652644	1411318	1462420	1242469	1192296	1184112	1150087	1330670	2286073	1827726	17817210
Afløb	1439977	1454976	1728052	1418265	1412148	1187810	1106559	1080734	1079706	1303249	2261485	1869955	17342916
Magasin	-9140	173667	-91404	-54842	-9140	-36562	-9140	9140	27421	9140	18281	-45702	-18281
Fordampning	8409	9506	15996	47896	59412	91221	94877	94237	42960	18281	6307	3473	492575
Balancesum	1439246	1638149	1652644	1411318	1462420	1242469	1192296	1184112	1150087	1330670	2286073	1827726	17817210
Opholdstid	24	22	20	24	25	28	32	32	31	27	15	19	24

Alle værdier er angivet i m³, opholdstiden dog i døgn.

Bilag 4

Månedlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe for Hinge Sø 1996

Alle transportværdier er i tusinde kg, og alle koncentrationer er i mg/l.

Bidraget fra det umålte opland er opgjort som: vandmængden fra det umålte opland * den vandføringsvægtede middelkoncentration i vandet fra det målte opland.

Bidraget fra grundvandet er opgjort som: grundvandsmængden * den vandføringsvægtede middelkoncentration i vandet fra det målte opland. Vedr. opgørelsen af grundvandsmængden: se bilag 2.2. Der er ikke regnet med transport ud af søen ved negativ grundvandsindsivning.

Det atmosfæriske bidrag er opgjort månedsvis ud fra de månedlige nedbørsmængder i forhold til den samlede nedbørsmængde, idet der er regnet med et årligt nedfald på 20 kg kvælstof/ha og 0,20 kg fosfor/ha.

Magasinændringen er opgjort som (søvolumen ved måned begyndelse * stofkoncentration ved måneds begyndelse) minus (søvolumen ved foregående måneds begyndelse * stofkoncentration ved foregående måneds begyndelse).

Total-kvælstof

	Jan-96	Feb-96	Mar-96	Apr-96	Maj-96	Jun-96	Jul-96	Aug-96	Sep-96	Okt-96	Nov-96	Dec-96	Året	Sommer
Mausing Møllebæk	2783,3	4690,9	3530,9	2417,4	2143,8	1826,0	1710,3	1750,2	1818,1	2578,1	12507,4	7579,9	45336,3	9248,4
Haurbæk	230,2	679,2	474,4	222,0	139,4	97,7	92,2	106,7	92,9	243,3	1611,5	1015,1	5004,6	528,9
Skjellegrøften	131,6	335,8	228,0	89,6	71,0	60,8	59,0	74,2	65,5	86,2	1282,6	2387,3	4871,6	330,5
Umålt opland	951,9	1727,0	1281,3	826,0	712,5	600,6	563,4	584,5	598,2	880,0	4661,5	3323,9	16710,8	3059,3
Grundvand	179,8	979,3	1078,3	498,2	307,9	182,7	55,7	59,3	-59,6	24,6	-722,5	-394,3	2189,3	546,1
Atmosfæren	11,7	59,2	3,0	23,1	224,9	64,4	120,0	209,6	255,3	272,3	433,6	150,9	1828,0	874,2
Samlet tilførsel	4288,5	8471,4	6595,9	4076,2	3599,5	2832,2	2600,6	2784,5	2770,4	4084,5	19774,0	14062,9	75940,6	14587,3
Afløb	4436,4	5279,3	5731,9	3119,1	2461,8	1888,7	1354,0	1986,7	1406,7	1949,5	11156,6	11476,8	52247,5	9097,9
Sedimentation	281,9	2668,6	1130,8	1742,9	1692,7	557,8	1322,6	1139,1	1645,0	-785,1	6269,0	2863,9	20529,3	6357,4
Megasinandring	-429,7	523,4	-266,8	-785,8	-555,1	385,7	-76,0	-341,3	-281,3	2920,0	2348,4	-277,9	3163,8	-867,9
Balancesum	4288,5	8471,4	6595,9	4076,2	3599,5	2832,2	2600,6	2784,5	2770,4	4084,5	19774,0	14062,9	75940,6	14587,3
Indløbskonc.	2,980	5,171	3,991	2,888	2,461	2,280	2,181	2,352	2,409	3,069	8,650	7,694	4,262	2,341
Udløbskonc.	2,567	3,722	4,059	2,626	2,225	1,748	1,254	1,524	0,622	1,043	0,643	6,137	3,013	1,551

Indløbskoncentration og udløbskoncentration er månedsmiddelværdier beregnet på grundlag af den samlede tilførsel og fraførsel af kvælstof i forhold til den samlede vandtilstrømning henholdsvis afstrømning i hele året henholdsvis i sommerperioden (maj-september).

Total - fosfor

	Jan-96	Feb-96	Mar-96	Apr-96	Maj-96	Jun-96	Jul-96	Aug-96	Sep-96	Okt-96	Nov-96	Dec-96	Året	Sommer
Mausing Møllebæk	69,8	182,5	96,5	60,6	60,4	45,5	57,7	59,0	49,1	111,0	484,3	93,5	1369,9	271,7
Haurbæk	19,2	25,6	19,1	12,0	14,8	13,8	14,7	12,9	13,6	20,7	56,9	13,2	236,5	69,8
Skjellegrøften	1,8	9,1	5,0	2,9	2,4	1,6	1,7	2,1	1,8	2,1	7,7	13,3	51,5	9,6
Umålt opland	27,5	65,7	36,5	22,9	23,5	18,4	22,4	22,4	19,5	40,5	166,1	36,3	501,8	106,3
Grundvand	5,2	37,3	30,7	13,8	10,1	5,6	2,2	2,3	-1,9	1,1	-25,8	-4,3	76,3	18,3
Atmosfæren	0,1	0,6	0,0	0,2	2,2	0,6	1,2	2,1	2,5	2,7	4,3	1,5	18,0	8,6
Samlet tilførsel	123,6	320,8	187,8	112,4	113,5	85,6	99,9	100,7	84,6	178,1	693,6	153,5	2254,0	484,3
Afløb	40,2	65,4	100,4	107,6	163,2	226,7	215,9	186,0	115,2	158,7	187,6	86,0	1652,9	907,0
Sedimentation	107,1	244,6	75,4	-34,3	-107,0	-210,0	-45,3	-40,0	-6,9	-5,4	570,7	69,9	618,6	-409,3
Magasinændring	-23,7	10,8	12,0	39,1	57,3	68,9	-70,6	-45,3	-23,7	24,8	-64,7	-2,4	-17,5	-13,4
Balancesum	123,6	320,8	187,8	112,4	113,5	85,6	99,9	100,7	84,6	178,1	693,6	153,5	2254,0	484,3
Indløbskonc.	0,086	0,196	0,114	0,080	0,078	0,069	0,084	0,085	0,074	0,134	0,303	0,084	0,127	0,078
Udløbskonc.	0,028	0,045	0,058	0,076	0,116	0,191	0,195	0,172	0,107	0,122	0,083	0,046	0,095	0,155

Indløbskoncentration og udløbskoncentration er månedsmiddelværdier beregnet på grundlag af den samlede tilførsel og fraførsel af fosfor i forhold til den samlede vandtilstrømning henholdsvis afstrømning i året henholdsvis i sommerperioden (maj-september).

Ortofosfat

	Jan-96	Feb-96	Mar-96	Apr-96	Maj-96	Jun-96	Jul-96	Aug-96	Sep-96	Okt-96	Nov-96	Dec-96	Året	Sommer
Mausing Møllebæk	8,5	35,2	14,2	11,9	12,2	4,6	5,2	6,7	5,5	9,5	38,8	17,5	169,8	34,2
Haurbæk	1,6	0,9	1,4	2,8	1,8	1,3	1,3	1,1	1,1	1,9	3,2	1,8	20,2	6,6
Skellegrøften	0,7	3,3	1,8	0,9	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	2,0	4,0	16,2	2,9
Umålt opland	3,3	11,9	5,3	4,7	4,5	1,9	2,1	2,5	2,2	3,6	13,3	7,1	62,4	13,2
Grundvand	0,6	6,8	4,4	2,8	1,9	0,6	0,2	0,3	-0,2	0,1	-2,1	-0,8	14,6	2,8
Atmosfæren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Samlet tilførsel	14,7	58,1	27,1	23,2	21,2	8,8	9,3	11,2	9,2	15,7	55,3	29,5	283,3	59,7
Afløb	10,6	8,5	13,8	14,4	11,3	8,4	8,2	6,2	3,7	5,2	14,4	7,5	112,2	37,8
Sedimentation	7,6	45,0	12,6	12,2	9,0	-0,7	10,2	-1,0	8,3	11,0	42,6	22,2	179,0	25,8
Magasinændring	-3,6	4,6	0,7	-3,4	0,9	1,1	-9,1	6,0	-2,8	-0,5	-1,8	-0,2	-8,0	-3,9
Balancesum	14,7	58,1	27,1	23,2	21,2	8,8	9,3	11,2	9,2	15,7	55,3	29,5	283,3	59,7
Indløbskonc.	0,010	0,035	0,016	0,016	0,015	0,007	0,008	0,009	0,008	0,012	0,024	0,016	0,016	0,010
Udløbskonc.	0,007	0,006	0,008	0,010	0,008	0,007	0,007	0,006	0,003	0,004	0,006	0,004	0,006	0,006

Indløbskoncentration og udløbskoncentration er månedsmiddelværdier beregnet på grundlag af den samlede tilførsel og fraførsel af jern i forhold til den samlede vandtilstrømning henholdsvis afstrømning i året henholdsvis i sommerperioden (maj-september).

Total-jern

	Jan-96	Feb-96	Mar-96	Apr-96	Maj-96	Jun-96	Jul-96	Aug-96	Sep-96	Okt-96	Nov-96	Dec-96	1996	sommer
Mausing Møllebæk	2172	2202,3	2023,4	1739,4	1416,8	1619,2	1924,2	1965,9	1654,6	2464,9	8166,8	2174,5	29524,0	8580,7
Haurbæk	532	465,6	434,9	331,1	462,9	442,7	425,2	350,5	355,2	477,7	1176,7	320,6	5775,1	2036,5
Skjellegrøften	58,6	83,1	62	73,5	66	52,8	46,6	60,8	53,9	45,9	114,4	123,3	840,9	280,1
Umålt opland	836,1	832,6	762,8	648,9	588,9	640,0	725,2	719,5	624,6	904,5	2862,6	792,5	10938,3	3298,2
Grundvand	157,9	472,2	642,0	391,4	254,5	194,7	71,7	73,0	-62,2	25,3	-443,7	-94,0	1682,6	531,7
Atmosfæren													0,0	0,0
Samlet tilførsel	3756,6	4055,8	3925,1	3184,3	2789,1	2949,5	3192,9	3169,7	2626,1	3918,3	11876,8	3316,9	48760,9	14727,2
Afløb	767,5	875,2	979,7	648,4	865,6	1690,9	1256,2	914,7	470,1	620,5	1328,2	973,4	11390,4	5197,5
Sedimentation	2989,2	3180,4	2945,6	2535,9	1923,2	1258,1	1937,2	2255,4	2156,2	3297,4	10548,7	2343,5	37370,7	9530,1
Magasinændring	0	0,2	-0,2	0	0,3	0,5	-0,6	-0,4	-0,2	0,4	-0,2	0	-0,2	-0,4
Balancesum	3756,6	4055,8	3925,1	3184,3	2789,1	2949,5	3192,9	3169,7	2626,1	3918,3	11876,8	3316,9	48760,9	14727,2
Indløbskonc.	2,610	2,476	2,375	2,256	1,907	2,374	2,678	2,677	2,283	2,945	5,195	1,815	2,737	2,363
Udløbskonc.	0,533	0,602	0,567	0,457	0,613	1,424	1,135	0,846	0,435	0,476	0,587	0,521	0,657	0,886

Indløbskoncentration og udløbskoncentration er beregnede månedsmiddelværdier beregnet på grundlag af den samlede tilførsel og fraførsel i forhold til den samlede vandtilstrømning henholdsvis afstrømning.

Bilag 5

Årlige massebalancer for total-N, total-P, orto-P og total-Fe i Hinge Sø 1988-1996

Kvælstof

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Periode: hele året									
Samlet tilførsel	162	122	165	121	168	142	164	121	76
Samlet fraførsel	145	82	135	104	136	115	162	122	52
Tilbageholdelse/denitrifikation	17	30	30	17	32	27	2	-1	19
Tilbageholdelse/denitrifikation	10	27	18	14	19	19	1	-1	26
Samlet arealspecifik belastning	165	114	168	123	184	155	179	133	82
N _i gennemsnitlig indløbskoncentration	5,63	4,98	6,47	5,60	7,32	6,04	5,55	4,83	4,20
Periode: sommer (1. maj - 30 september)									
Samlet tilførsel	**	112	105	137	86	148	130	127	95
Samlet fraførsel	**	98	95	88	130	78	100	118	59
Tilbageholdelse/denitrifikation	**	14	10	49	-44	70	30	9	42
Tilbageholdelse/denitrifikation	**	13	10	36	-51	47	23	7	70
Samlet tilførsel	**	123	115	150	94	162	142	139	44
N _i - gennemsnitlig indløbskoncentration	**	2,35	2,56	3,18	1,95	3,27	3,35	2,75	2,34

Fosfor

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Periode: hele året									
Samlet tilførsel	4,5	2,5	3,7	2,8	2,6	2,5	3,2	2,4	2,3
Samlet fraførsel	3,9	2,6	3,0	2,5	2,8	2,8	4,3	3,2	1,7
Samlet tilførsel	**	0,75	0,86	0,68	0,67	0,50	0,63	0,50	0,28
Samlet fraførsel	**	0,37	0,44	0,30	0,27	0,41	0,65	0,42	0,11
P_p - gennemsnitlig indløbskoncentration	**	0,033	0,034	0,032	0,029	0,022	0,021	0,020	0,010
Tilbageholdelse	0,6	-0,1	0,7	0,3	-0,2	-0,3	-1,1	-0,8	0,6
Tilbageholdelse	13	-4	20	11	-8	-10	-34,8	33,3	28
Samlet arealspecifik belastning	4,59	2,55	3,78	2,86	2,84	2,75	3,46	2,63	2,48
P_p - gennemsnitlig indløbskoncentration	0,156	0,111	0,145	0,130	0,114	0,108	0,107	0,095	0,127
Periode: sommer (1. maj - 30 september)									
Samlet tilførsel	**	4,7	3,8	4,1	3,7	4,1	4,6	3,5	3,2
Samlet fraførsel	**	7,9	7,7	6,2	8,5	7,4	10,1	7,9	5,9
Tilbageholdelse	**	-3,2	-3,9	-2,1	-4,8	-2,7	-5,5	-4,4	-2,7
Tilbageholdelse	**	-68	-103	-51	-130	-66	-120	-125	-84
Samlet tilførsel	**	5,1	4,2	4,5	4,0	4,5	5,0	3,8	3,5
P_p - gennemsnitlig indløbskoncentration	**	0,099	0,093	0,095	0,083	0,094	0,102	0,072	0,078

Jern

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Periode: hele året									
Samlet tilførsel	53,0	54,1	53,0	40,0	52,5	49,7	57,4	49,1	48,8
Samlet fraførsel	28,0	24,9	32,9	26,8	26,7	-	46,5	32,0	11,4
Tilbageholdelse	25,0	29,2	20,1	13,2	25,8	-	10,9	17,1	37,4
Tilbageholdelse	47	54	38	33	49	-	19	35	77
Arealspecifik tilbageholdelse	27,3	32,0	22,0	14,5	28,8	-	11,9	18,7	40,9
Fe_p - gennemsnitlig indløbskoncentration	1,8	2,4	2,1	1,9	2,3	2,1	1,9	2,0	2,7

Bilag 6
Sammenhænge mellem stoffilførsel og søvandskoncentrationer i Hinge Sø 1988-1996

Kvælstof

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Periode: hele året									
N _i , gennemsnitlig indløbskoncentration	5,63	4,98	6,47	5,60	7,32	6,04	5,55	4,83	2,74
Gennemsnitlig søvandskoncentration	3,42	3,52	4,54	4,93	4,35	3,90	4,21	3,60	1,83
Periode: sommer (1. maj - 30 september)									
N _i , gennemsnitlig indløbskoncentration	**	2,35	2,56	3,18	1,95	3,27	3,35	2,73	2,36
Gennemsnitlig søvandskoncentration	1,64	2,09	2,07	2,16	2,62	2,62	1,78	2,11	1,71

Fosfor

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Periode: hele året									
P _i , gennemsnitlig indløbskoncentration	0,156	0,111	0,145	0,130	0,114	0,109	0,107	0,095	0,127
Gennemsnitlig søvandskoncentration	0,137	0,136	0,122	0,116	0,122	0,131	0,160	0,123	0,092
P _p , gennemsnitlig indløbskoncentration	**	0,033	0,034	0,032	0,029	0,022	0,022	0,020	0,016
Gennemsnitlig søvandskoncentration	0,031	0,017	0,018	0,017	0,014	0,015	0,016	0,014	0,010
Periode: sommer (1. maj - 30 september)									
P _i , gennemsnitlig indløbskoncentration	**	0,099	0,093	0,095	0,083	0,094	0,102	0,077	0,078
Gennemsnitlig søvandskoncentration	0,190	0,171	0,158	0,160	0,171	0,171	0,218	0,168	0,161

** data mangler

Bilag 7
Fysiske og kemiske variabler i Hinge Sø 1989-1996

	Prøvelagingsdybde m	Sigtgybde m	NH ₄ +NH ₃ -N µg/l	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	Total-N µg/l	Orto-P µg/l	Total-P µg/l	Klorofyl-a (ukorr.) µg/l	Stilicium mg/l	Suspenderet stof mg/l	pH	Alkalinitet mmol/l	Totaljern mg/l
27-feb-89	0,2	0,7	3	7600	7600	17	91	63	4,8	5	8,2	1,28	
28-mar-89	0,2	0,5	13	7300	8600	12	140	99	2,6	56	8,4	1,11	
10-apr-89	B1	0,6	13	4400	6100	3	140	170	0,9	26	8,6	1,35	
26-apr-89	B1	0,5	6	1900	7100	6	190	230	0,1	55	9,5	1,15	
10-maj-89	0,2	0,3	19	640	2900	16	350	220	0,1	59	9,2	1,22	
22-maj-89	B1	0,5	660	780	2300	100	180	17	3,2	24	7,6	1,93	
07-jun-89	B1	0,8	17	690	2200	8	110	110	7,3	16	9	1,87	
19-jun-89	B1	0,7	24	210	3000	5	95	89	5,5	21	8,8	1,77	
03-jul-89	0,2	0,5	18	220	1900	9	130	150	5,8	24	8,9	1,88	
17-jul-89	0,2	0,3	19	39	1800	13	260	160	3,3	61	8,8	1,66	
31-jul-89	B1	0,4	5	26	1800	9	230	120	3,7	40	8,6	1,67	
14-aug-89	0,2	0,5	9	12	1600	15	150	130	2,9	29	8,7	1,61	
28-aug-89	B1	0,4	10	580	1500	15	200	140	3,7	27	9	1,63	
19-sep-89	B1	1	23	260	1500	13	62	54	3,8	9,2	9,1	1,65	
05-okt-89	B1	0,8	22	280	1400	8	97	130	3,3	23	9,1	1,73	
16-okt-89	B1	0,8	29	460	1700	5	74	95	2,7	16	9,1	1,71	
01-nov-89	B1	0,7	13	930	1900	26	83	170	0,9	22	8,8	1,73	
08-jan-90	B1	1,5	180	4300	6700	16	52	21	6,8	8,1	8,1	1,7	
20-feb-90	0,2	0,9	160	7600	9100	30	100	14	5,2	14	8	1,08	
06-mar-90	0,2	0,6	83	7500	9100	38	140	36	4,7	19	7,5	1,02	
03-apr-90	B1	0,65	11	3200	4300	7	110	110	0,2	28	9,5	1,33	
19-apr-90	B1	0,7	6	1900	2900	3	100	110	0,1	33	9,5	1,27	
03-maj-90	B1	0,8	110	760	2000	12	100	32	0,2	8	8,9	1,49	
15-maj-90	B1	0,45	780	720	2700	47	200	36	3,2	30	7,8	2,06	
28-maj-90	B1	0,35	520	1100	3100	29	160	85	3,1	25	8,6	1,94	
14-jun-90	B1	0,6	120	1000	2500	7	130	67	4	20	8	1,93	
27-jun-90	B1	0,75	150	890	2000	16	110	61	6,2	11	8	2,03	
10-jul-90	B1	0,45	8	370	1800	8	200	160	2,1	29	8,7	1,88	
08-aug-90	0,2	0,4	27	130	1500	14	170	350	3,1	34	8,5	1,82	
21-aug-90	B1	0,5	29	260	1800	7	190	150	4,9	33	8	1,92	
11-sep-90	B1	0,6	380	630	1700	16	110	75	6,2	30	8,6	1,87	
24-sep-90	B1	0,7	97	820	1800	12	170	79	4,8	19	8,2	1,94	
17-okt-90	B1	0,9	98	4200	5200	10	85	70	6,9	9,3	8,1	1,7	
06-nov-90	B1	1,1	68	4200	4800	21	69	29	7,2	7,2	7,7	1,54	
19-nov-90	B1	0,6	35	4000	4400	12	95	45	6,6	18	8	1,69	

	Prøvetagningsdybde m	Sigtdybde m	NH ₄ ⁺ +NH ₃ -N µg/l	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	Total-N µg/l	Orto-P µg/l	Total-P µg/l	Klorofyl-a (ukorr.) µg/l	Silicium mg/l	Suspenderet stof mg/l	pH	Alkalinitet mmol/l	Totaljern mg/l
06-jan-91	B1		100	10000	12000	31	110	9	5,7	16	7,6	1,15	
05-feb-91		0,2	67	6700	7300	16	56	14	7,2	5,7	7,6	1,44	
06-mar-91		0,2	96	5300	19000	25	79	20	6,2	9	7,6	1,35	
08-apr-91	B1		23	3800	4700	9	97	47	5,9	15	8	1,59	
08-apr-91		0,2	0,9							15			
08-apr-91		0,9	0,9							12			
08-apr-91		1,5	0,9							6,8			
23-apr-91	B1		10	2000	3000	12	100	71	3,5	18	8,8	1,61	
07-maj-91		0,2	17	4200	5300	7	150	110	1,9	47	8,5	1,43	
28-maj-91	B1		13	640	2200	24	260	330	0,1	37	9,3	1,16	
13-jun-91	B1		380	530	2000	40	270	78	1	62	7,6	1,27	
27-jun-91	B1		840	1100	2900	33	170	55	5,6	43	8	1,96	
09-jul-91		0,2	20	690	2300	6	110	110	5	22	8,6	1,76	
05-aug-91	B1		8	110	800	15	120	94	0,8	22	9	1,66	
27-aug-91	B1		10	130	1200	10	120	80	0,5	26	8,9	1,87	
09-sep-91		0,2	150	680	1800	28	140	51	4	22	8,1	2,08	
23-sep-91	B1		51	790	1700	9	130	80	6,6	21	8,4	1,84	
21-okt-91	B1		300	1400	2200	26	99	18	7,8	14	8	1,98	
07-nov-91	B1		10	1500	2100	16	69	56	7,3	12	8,2	1,87	
05-dec-91	B1		33	3300	3400	1	69	56	7	5,2	8,3	1,79	
09-apr-92		0,2	13	6800	6900	10	82	69	3,7	14	8,6	1,2	
21-apr-92		0,2	48	5200	6800	9	150	110	3,1	24	8,5	1,33	
21-maj-92	B1		23	1600	3300	9	160	160	0,15	31	9	1,01	
04-jun-92	B1		640	1200	2600	120	160	48	5	29	8	1,81	
22-jun-92		0,2	12	77	2200	8	250	140	0,51	48	8,9	1,38	
30-jun-92	B1		6	67	1100	9	110	41	0,82	17	9	1,39	
15-jul-92	B1		7	220	1600	6	210	160	3,8	35	8,7	1,79	
28-jul-92	B1		16	29	1600	14	190	99	4,6	36	8,7	1,85	
11-aug-92	B1		20	48	2500	11	210	290	5,1	37	9,2	1,21	
26-aug-92		0,2	15	490	3600	1	160	360	6,7	38	9,4	1,17	
09-sep-92	B1		5	620	2700	7	140	120	7,5	26	9,4	1,3	
23-sep-92	B1		14	480	2200	9	130	180	7,7	25	9,2	1,51	
06-okt-92	B1		10	730	2600	10	120	130	7,9	24	8,6	1,75	
05-nov-92		0,2	97	2300	3000	3	80	29	7,3	12	8	1,84	
17-dec-92		0,2	110	8700	9600	22	65	11	6,6	7,8	7,6	1,45	

	Prøvetagnings dybde m	Sigdybde m	NH ₄ +NH ₃ -N µg/l	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	Total-N µg/l	Orto-P µg/l	Total-P µg/l	Klorofyll-a (ukorr.) µg/l	Silicium mg/l	Suspenderet stof mg/l	pH	Alkalinitet mmol/l	Totaljern mg/l
18-jan-93	0,2	0,6	120	8000	9300	35	160	18	6	26	7,8	1,15	
03-feb-93	0,2	1,2	150	7300	8600	26	61	4	5,8	4,6	7,2	1,23	
16-feb-93	B1	1,2	110	6700	7400	24	60	11	6,8	5,7	7,7	1,35	
03-mar-93	B1	1	42	4200	4800	15	67	21	7,6	5,2	7,7	1,64	
16-mar-93	B1	1,2	11	3600	4600	15	75	21	6,9	9,7	8,2	1,59	
29-mar-93	B1		23	3600	4000	11	89	58	4,9	20	8,9	1,54	
15-apr-93	B1	0,7	7	1900	3000	4	87	83	2,2	24	9,2	1,49	
26-apr-93	B1	0,7	11	780	2600	5	120	98	0,1	19	9,1	1,25	
11-maj-93	B1	0,5	12	48	1600	1	210	120	0,39	41	9	1,29	
25-maj-93	B1	0,4	37	98	1800	20	220	110	0,28	38	8,1	1,6	
07-jun-93	B1	0,4	55	380	2000	25	210	140	0,16	50	8,3	1,84	
21-jun-93	B1	0,6	61	340	1500	9	140	120	0,32	31	8,6	1,87	
08-jul-93	B1	0,5	8	66	1600	11	160	99	0,46	42	8,6	1,61	
20-jul-93	B1	0,5	56	99	2100	5	150	110	2,6	25	8,3	1,75	
04-aug-93	B1	0,6	4	85	1600	7	160	150	4,2	31	8,7	1,75	
17-aug-93	B1	0,4	9	100	1700	7	200	52	4,6	36	8,2	1,84	
31-aug-93	B1	0,5	4	110	1700	8	170	130	6,4	30	8,5	1,88	
13-sep-93	B1	0,5	220	360	1600	10	150	87	3	21	8	1,91	
29-sep-93	B1	0,6	190	1300	2400	34	120	34	7,4	18	7,7	1,93	
11-okt-93	B1	0,7	23	2300	3200	12	110	67	6,8	14	8	1,82	
25-okt-93	B1	0,9	18	3400	4100	8	66	29	6,8	8,4	7,8	1,77	
11-nov-93		0,4	70	2100	3200	14	290	38	7,8	43	7,5	1,97	
25-nov-93		0,2	29	2200	2800	4	42	20	7,8	3,8	7,6	2,02	
09-dec-93	B1	0,8	110	5300	6400	16	91	18	6,8	17	7,4	1,64	
29-dec-93		0,2	140	7600	9200	32	80	7	6,2	3,9	7,3	1,32	

	Prøvetagningsdybde m	Sigtdybde m	NH ₄ +NH ₃ -N µg/l	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	Total-N µg/l	Orto-P µg/l	Total-P µg/l	Klorofyl-a (ukorr.) µg/l	Silicium mg/l	Suspenderet stof mg/l	pH	Alkalinitet mmol/l	Total-jern mg/l
11-jan-94	B1		1	8700	9700	24	99	5	4,8	6,6	7,3	0,99	
24-jan-94		0,2	0,5	7200	9800	21	170	13	4,9	28	7,5	0,96	2,8
22-feb-94		0,2	160	5900	7200	40	64	11	6,3	2,2	7,2	1,45	
08-mar-94		0,2	670	3500	4600	70	210	4	3,4	8,2	6,7	1	1
17-mar-94	B1		0,5	5000	6300	31	140	7	4,4	14	7,6	0,98	1,3
28-mar-94	B1		0,6	5100	6300	44	140	12	4,2	13	7,3	0,98	1,2
13-apr-94	B1		0,6	3500	4700	12	110	54	4,2	17	8,4	1,25	1,5
25-apr-94	B1		0,6	2100	4200	5	160	120	3,2	27	8,5	1,47	2
09-maj-94	B1		0,4	520	2200	7	220	300	0,1	44	9,1	1,28	1,9
24-maj-94	B1		0,6	53	1700	20	250	210	0,1	43	9,2	1,07	1,5
06-jun-94	B1		0,3	33	2100	13	320	240	0,3	75	9,3	1,46	3
20-jun-94	B1		0,3	180	2000	8	270	160	0,1	52	8,6	1,19	0,9
05-jul-94	B1		0,5	87	1500	3	170	110	1,3	52	8,7	1,43	1,3
18-jul-94	B1		0,4	18	2000	9	180	170	2,9	32	8,2	1,61	1,1
01-aug-94	B1		0,3	110	2400	11	210	220	4,4	23	8,8	1,54	1
15-aug-94	B1		0,4	200	2900	8	320	220	6,4	41	7,9	1,62	1,7
29-aug-94	B1		0,4	130	2000	11	190	140	5,9	31	8,6	1,79	1,7
14-sep-94	B1		0,6	620	1700	5	130	46	5,9	22	8,2	1,77	0,87
27-sep-94	B1		0,6	560	2500	7	130	86	6,5	18	8,2	1,81	0,99
10-okt-94	B1		0,6	1300	2700	6	100	120	5,1	18	8,3	1,79	0,73
26-okt-94	B1		0,8	1100	2300	6	91	88	5,3	12	7,6	1,83	0,63
07-nov-94	B1		0,9	1700	2800	2	94	100	4,3	14	8,3	1,77	0,63
23-nov-94	B1		0,8	4900	5300	6	140	55	5,3	12	7,8	1,57	1
13-dec-94	B1		0,9	5100	5600	14	85	23	5,9	12	7,9	1,59	1,2

	Prøvetagningsdybde m	Sigtdybde m	NH ₄ +NH ₃ -N µg/l	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	Total-N µg/l	Orto-P µg/l	Total-P µg/l	Klorofyll-a (ukorr.) µg/l	Silicium mg/l	Suspenderet stof mg/l	pH	Alkalinitet mmol/l	Totaljern mg/l
24-jan-95	0,2	0,7	150	5900	6700	33	100	4	5,5	12	7,7	1,24	1,2
21-feb-95	B1	0,7	130	5800	6400	30	100	11	5	10	7,6	1,12	1,2
13-mar-95	B1	0,9	40	5000	6100	23	110	14	4,4	7	7,9	1,09	0,93
18-apr-95	B1	0,7	11	2600	3900	6	100	140	0,7	23	9,2	1,36	1
03-maj-95	B1	0,7	7	1300	2500	6	84	99	0,1	20	9,6	0,93	0,49
15-maj-95	B1	0,4	6	320	2200	6	190	220	0,1	42	9,4	1,24	1,6
29-maj-95	B1	0,5	14	640	2400	17	180	160	0,1	35	9,1	1,33	1,4
12-jun-95	B1	0,4	700	1400	3100	11	190	60	3,1	34	7,3	2,05	3,1
26-jun-95	B1	0,6	20	300	3100	7	92	94	0,1	15	9,1	1,35	0,65
10-jul-95	B1	0,6	8	110	1500	2	110	110	0,3	25	9,1	1,27	0,77
24-jul-95	B1	0,4	23	160	1800	2	230	170	3,1	36	8,4	1,78	1,7
07-aug-95	B1	0,5	9	59	3300	12	210	140	6,4	30	8,3	1,77	1,4
21-aug-95	B1	0,5	6	60	2600	22	140	140	6,8	19	9,2	1,36	0,59
04-sep-95	B1	0,4	7	250	3200	24	220	210	7,5	31	9,5	1,39	0,99
18-sep-95	B1	0,4	15	530	3000	28	180	240	7,4	31	8,8	1,58	1
02-okt-95	B1	0,6	5	770	2400	16	130	130	7,6	19	8,6	1,75	0,74
16-okt-95	B1	1	22	1000	1900	4	85	87	7,5	8	8,4	1,77	0,34
09-nov-95	B1	1,2	19	1100	2200	7	66	92	6,1	9	8,1	2,36	0,96
04-dec-95	B1	1,2	70	2300	3200	3	67	48	6,6	9	7,7	1,87	0,78
09-jan-96	B1	1,5	230	1900	2900	14	68	3	8,4	5	6,8	2,52	
14-feb-96	B1	1,2	78	2000	2400	5	33	10	8,3	3	7,7	2,03	0,77
18-mar-96	B1	1	74	2200	2900	17	64	21	6,4	5	7,8	1,69	0,93
17-apr-96	B1	1,1	13	1400	2300	7	61	30	5,4	8	8,6	1,56	0,43
07-maj-96	B1	0,7	9	610	1900	11	120	77	4,5	20	7,9	1,89	0,9
20-maj-96	B1	0,8	31	370	1600	3	140	120	4,1	18	8,5	1,81	0,7
03-jun-96	B1	0,4	1	59	1500	12	160	110	2,6	36	9	1,51	1,1
17-jun-96	B1	0,5	86	47	1800	18	230	120	3,9	37	8,5	1,58	1,7
16-jul-96	B1	0,5	1	89	2100	6	230	110	4,4	39	8,5	1,72	1,4
30-jul-96	B1	0,5	15	47	1900	3	160	110	5,6	29	8,6	1,8	1
15-aug-96	B1	0,5	5	10	1800	6	180	100	5,8	30	8,5	1,87	1,1
27-aug-96	B1	0,7	26	45	1600	12	120	82	7	16	8,8	1,86	0,5
12-sep-96	B1	0,8	89	56	1400	3	110	81	7,1	18	8,5	1,99	0,76
25-sep-96	B1	0,6	2	100	1200	6	79	83	5,5	13	8,7	1,93	0,37
15-okt-96	B1	0,7	48	13	1300	7	120	180	3,2	25	8,5	1,95	0,53
12-nov-96	B1	0,8	21	4400	5700	5	110	120	4,3	21	7,8	1,58	0,98
02-dec-96	B1	1	1	5600	6100	4	49	110	5,3	9	7,8	1,58	0,59

B1 = blandingsprøve

Bilag 8

Måned-, års og sommergennemsnit for vandkemiske variable

i Hinge Sø 1989-1996

Total-fosfor ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		62,4	92,6	73,3	127,2	125,2	96,8	60,0
FEBRUAR		96,1	64,5	76,4	62,3	102,0	100,5	39,9
MARTS	119,4	127,4	84,3	79,5	76,7	157,3	107,2	59,1
APRIL	164,6	103,6	101,3	117,5	100,4	136,2	98,6	70,4
MAJ	242,1	159,3	197,4	157,7	203,2	234,4	158,0	132,7
JUNI	109,8	130,1	232,4	191,5	173,8	275,9	151,3	207,7
JULI	212,7	182,2	118,8	181,2	154,7	184,9	163,0	210,8
AUGUST	182,5	175,1	120,4	185,8	179,7	253,2	181,6	155,2
SEPTEMBER	102,6	140,4	132,3	136,2	144,5	140,9	183,6	97,8
OKTOBER	82,9	98,5	103,4	106,4	101,2	99,6	94,4	28,9
NOVEMBER	76,4	85,7	70,2	76,6	164,3	115,0	67,3	-43,8
DECEMBER	62,5	103,1	70,2	76,6	82,6	93,9	67,3	
SOMMER	170,8	157,7	160,0	170,6	171,3	218,0	167,5	160,9
ÅR	135,5	122,3	115,9	121,7	131,3	160,3	122,6	92,0
Ortofosfat ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		19,0	25,9	4,0	31,3	24,3	28,9	11,6
FEBRUAR		28,5	19,3	6,1	23,0	36,2	30,5	7,3
MARTS	14,0	26,1	19,8	8,3	13,9	47,5	21,3	14,2
APRIL	5,5	5,9	10,6	9,4	5,7	14,6	8,4	9,1
MAJ	48,6	31,3	15,1	23,1	10,0	12,6	9,3	7,6
JUNI	10,9	13,8	34,5	53,2	16,1	9,7	10,3	14,8
JULI	10,8	10,4	11,3	9,2	7,8	7,4	3,2	6,8
AUGUST	13,7	10,7	12,8	7,4	7,2	9,6	17,4	7,2
SEPTEMBER	12,8	13,4	17,7	7,5	17,1	6,8	24,3	5,6
OKTOBER	11,1	12,2	20,8	7,5	13,7	6,0	7,8	10,8
NOVEMBER	23,9	16,2	11,5	8,0	9,6	4,7	5,6	17,9
DECEMBER	19,4	22,3	2,0	21,4	21,4	15,5	6,8	
SOMMER	19,5	16,0	18,2	20,0	11,6	9,2	12,9	8,4
ÅR	17,1	17,5	16,7	13,7	14,7	16,2	14,4	10,3
Total-kvælstof ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		7133,2	10368,2	4566,7	9217,8	9595,9	6457,1	2796,3
FEBRUAR		8721,3	11336,8	5400,0	7307,5	7800,4	6465,4	2506,3
MARTS	8142,3	7302,8	14261,8	6233,3	4495,0	5790,3	5800,6	2766,5
APRIL	6705,1	3265,7	4407,8	6640,0	3050,3	4696,9	3969,0	2330,0
MAJ	3026,4	2636,5	3786,3	4001,6	1815,8	2151,8	2357,4	1724,1
JUNI	2498,2	2437,3	2337,5	2211,7	1723,1	1965,2	2951,9	1737,1
JULI	1838,2	1745,2	1904,7	1499,5	1806,0	1917,2	1903,0	2004,9
AUGUST	1608,1	1665,4	1032,8	2816,1	1674,2	2501,4	2908,3	1749,4
SEPTEMBER	1486,3	1855,5	1712,9	2564,2	1875,6	2026,6	2950,0	1339,8
OKTOBER	1653,6	4483,7	2068,6	2724,9	3437,8	2523,6	2086,9	876,9
NOVEMBER	2923,5	4904,4	2531,3	4697,9	3259,0	4076,5	2493,0	407,7
DECEMBER	5076,5	8504,0	3699,5	8878,8	7234,1	5706,7	3090,6	
SOMMER	2092,7	2067,0	2156,5	2621,6	1778,6	2114,0	2609,7	1713,3
ÅR	3523,8	4536,1	4925,7	4350,7	3895,8	4211,4	3601,8	1830,6

Nitrit+nitrat ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		4938,5	8842,3	4466,7	7979,5	7832,0	5727,2	1935,6
FEBRUAR		7070,1	6266,2	5300,0	6433,3	6141,3	5786,8	2016,4
MARTS	7383,0	5893,4	4846,8	6133,3	3780,6	4583,9	4732,9	2091,8
APRIL	3662,9	2191,2	3089,1	5760,0	1860,4	3166,9	2714,7	1401,1
MAJ	832,5	860,3	2484,5	2362,2	171,0	423,7	700,4	450,1
JUNI	415,5	973,2	740,5	549,1	318,6	108,2	854,4	57,4
JULI	91,3	366,4	554,4	124,1	97,2	63,8	146,6	71,8
AUGUST	204,5	240,0	140,6	235,4	97,8	159,7	88,5	29,9
SEPTEMBER	345,7	782,9	702,7	559,1	610,4	518,5	473,9	73,8
OKTOBER	515,2	3555,3	1262,9	1269,4	2579,4	1154,5	952,5	171,1
NOVEMBER	1648,6	4344,0	2087,3	3933,3	2392,6	3327,7	1464,6	274,3
DECEMBER	3160,1	7240,0	3593,8	7957,4	5978,5	5179,9	2155,2	
SOMMER	377,8	641,5	927,2	768,8	256,3	254,0	450,0	137,5
ÅR	1867,4	3185,2	2869,9	3215,2	2676,2	2703,9	2128,4	773,3
Ammonium+ammoniak ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		173,6	88,3	26,3	124,0	144,8	127,5	190,4
FEBRUAR		156,1	77,3	21,6	110,0	184,5	130,9	90,7
MARTS	8,8	58,7	72,3	16,8	23,8	370,8	46,9	68,6
APRIL	10,4	24,4	19,0	30,0	11,6	39,2	14,4	21,6
MAJ	279,8	507,1	19,3	106,8	23,7	11,3	13,5	17,3
JUNI	48,3	199,2	467,7	264,0	52,7	7,9	331,2	50,4
JULI	15,3	28,7	95,7	9,7	30,5	11,1	15,4	16,2
AUGUST	8,6	57,2	12,6	17,1	6,8	18,6	8,1	15,5
SEPTEMBER	19,5	226,8	97,5	9,9	166,8	9,8	10,3	42,2
OKTOBER	22,9	92,7	209,5	40,6	47,6	13,0	16,9	-138,5
NOVEMBER	48,6	51,8	29,5	99,4	50,2	15,7	34,9	-342,7
DECEMBER	123,5	70,1	30,9	109,7	115,4	56,4	123,8	
SOMMER	74,8	203,7	136,7	80,8	55,4	11,8	74,5	28,1
ÅR	58,6	137,2	101,3	62,5	63,1	73,3	72,1	0,4
pH	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		8,09	7,61	8,40	7,66	7,38	7,74	7,03
FEBRUAR		7,97	7,60	8,47	7,54	7,26	7,64	7,63
MARTS	8,32	8,27	7,73	8,54	8,26	7,21	8,06	7,86
APRIL	8,94	9,40	8,37	8,57	9,10	8,28	9,09	8,37
MAJ	8,56	8,36	8,86	8,76	8,63	9,11	9,35	8,35
JUNI	8,84	8,12	8,03	8,55	8,45	8,90	8,27	8,65
JULI	8,78	8,57	8,66	8,77	8,49	8,50	8,77	8,53
AUGUST	8,78	8,28	8,93	9,22	8,43	8,33	8,85	8,62
SEPTEMBER	9,07	8,37	8,31	9,26	8,01	8,28	9,00	8,63
OKTOBER	9,03	8,05	8,12	8,41	7,86	8,01	8,41	9,02
NOVEMBER	8,65	7,87	8,22	7,90	7,57	8,01	7,99	9,49
DECEMBER	8,34	7,78	8,33	7,66	7,38	7,86	7,40	
SOMMER	8,80	8,34	8,56	8,91	8,40	8,62	8,85	8,55
ÅR	8,73	8,26	8,23	8,54	8,12	8,10	8,38	8,39

Alkalinitet (mmol/l)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		1,572	1,252	1,593	1,211	1,037	1,310	2,388
FEBRUAR		1,172	1,406	1,453	1,365	1,286	1,151	2,030
MARTS	1,185	1,138	1,428	1,312	1,588	1,020	1,135	1,728
APRIL	1,241	1,324	1,581	1,257	1,421	1,284	1,247	1,630
MAJ	1,562	1,863	1,318	1,184	1,433	1,221	1,190	1,787
JUNI	1,832	1,963	1,490	1,549	1,821	1,317	1,667	1,575
JULI	1,729	1,881	1,749	1,710	1,703	1,526	1,516	1,723
AUGUST	1,630	1,872	1,771	1,279	1,821	1,653	1,543	1,854
SEPTEMBER	1,656	1,897	1,949	1,408	1,910	1,787	1,545	1,946
OKTOBER	1,720	1,719	1,935	1,773	1,822	1,807	1,859	1,833
NOVEMBER	1,724	1,610	1,848	1,738	1,956	1,671	2,180	1,692
DECEMBER	1,710	1,398	1,738	1,459	1,540	1,542	2,094	
SOMMER	1,681	1,895	1,655	1,425	1,736	1,500	1,491	1,777
ÅR	1,596	1,620	1,623	1,476	1,633	1,429	1,538	1,834
Suspenderet stof (mg/l)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		9,51	12,76	8,13	19,27	15,09	11,94	4,68
FEBRUAR		13,53	6,95	10,23	5,40	9,86	10,39	3,43
MARTS	34,11	22,20	10,85	12,32	11,41	11,13	9,83	4,99
APRIL	41,64	27,29	18,26	19,43	22,00	20,79	20,21	9,37
MAJ	40,36	22,47	41,38	29,17	37,72	44,33	33,84	21,17
JUNI	19,74	18,17	50,94	35,46	39,87	60,35	27,11	36,76
JULI	44,56	28,27	24,03	31,27	32,67	37,21	28,72	35,99
AUGUST	30,47	33,04	23,90	36,88	32,86	33,53	25,60	25,09
SEPTEMBER	15,71	25,20	21,65	26,47	21,84	22,37	28,60	15,53
OKTOBER	19,43	10,79	15,48	19,84	13,53	15,47	11,21	4,92
NOVEMBER	19,04	13,64	9,85	11,05	23,41	12,85	8,95	-6,81
DECEMBER	12,80	16,92	6,07	10,17	10,64	12,00	7,65	
SOMMER	30,33	25,48	32,33	31,86	33,02	39,53	28,79	26,92
ÅR	27,69	20,13	20,23	20,90	22,65	24,65	18,71	14,01
Silicium (mg/l)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		6,39	6,19	5,90	6,06	5,08	5,57	8,32
FEBRUAR		5,41	6,84	5,11	6,63	5,75	5,10	8,07
MARTS	3,50	3,03	6,12	4,33	6,50	4,14	3,91	6,59
APRIL	0,76	0,17	4,60	3,27	2,06	3,71	1,12	5,41
MAJ	2,02	2,35	1,18	1,43	0,30	0,37	0,12	4,07
JUNI	6,12	4,51	2,45	2,36	0,27	0,32	1,48	3,55
JULI	4,16	2,81	3,79	3,39	1,89	2,62	1,80	4,66
AUGUST	3,34	4,17	0,79	5,74	4,89	5,76	6,55	6,17
SEPTEMBER	3,71	5,54	4,97	7,54	5,07	6,08	7,46	6,38
OKTOBER	2,47	6,55	7,46	7,68	6,93	5,30	7,30	2,92
NOVEMBER	2,16	6,79	7,22	7,13	7,66	4,90	6,32	-0,84
DECEMBER	4,80	6,11	6,71	6,61	6,63	5,77	7,21	
SOMMER	3,86	3,86	2,62	4,08	2,48	3,03	3,47	4,97
ÅR	3,31	4,48	4,84	5,04	4,57	4,14	4,50	4,98

Klorofyl-a ($\mu\text{g/l}$)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		21,53	11,24	60,33	14,35	8,82	8,25	6,04
FEBRUAR		17,13	15,98	63,43	10,70	11,19	9,28	10,77
MARTS	84,92	62,95	28,48	66,52	31,82	8,25	32,93	20,24
APRIL	186,57	97,48	60,84	92,56	83,34	78,90	115,04	35,77
MAJ	127,97	51,04	204,42	134,52	114,61	243,61	168,01	98,86
JUNI	103,27	69,73	111,82	88,42	125,53	186,07	89,13	115,86
JULI	146,84	197,77	99,84	116,09	112,00	160,27	134,47	111,31
AUGUST	130,53	228,07	86,47	286,85	101,97	194,92	150,32	96,00
SEPTEMBER	86,73	83,01	65,63	165,98	78,91	77,68	208,07	82,01
OKTOBER	122,90	64,77	36,97	96,57	45,93	102,75	99,85	86,23
NOVEMBER	138,23	38,04	54,44	25,48	29,46	74,56	78,20	90,92
DECEMBER	71,40	25,56	57,17	13,62	13,72	24,53	33,10	
SOMMER	119,38	126,57	113,96	158,78	106,66	173,04	150,02	100,83
ÅR	119,46	80,36	69,84	101,15	63,79	98,27	94,27	68,89
Sigtdybde (m)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR		1,37	0,66	0,73	0,73	0,77	0,74	1,42
FEBRUAR		0,97	0,86	0,69	1,16	0,50	0,71	1,20
MARTS	0,59	0,63	0,96	0,64	1,08	0,53	0,84	1,04
APRIL	0,54	0,70	0,88	0,56	0,75	0,59	0,73	1,02
MAJ	0,45	0,52	0,47	0,55	0,48	0,49	0,51	0,71
JUNI	0,70	0,60	0,46	0,39	0,50	0,34	0,49	0,47
JULI	0,39	0,47	0,59	0,46	0,52	0,41	0,51	0,50
AUGUST	0,45	0,46	0,70	0,30	0,49	0,38	0,48	0,57
SEPTEMBER	0,82	0,64	0,56	0,36	0,53	0,56	0,44	0,71
OKTOBER	0,78	0,90	0,68	0,64	0,75	0,69	0,92	0,70
NOVEMBER	0,87	0,80	0,92	0,85	0,54	0,85	1,19	0,85
DECEMBER	1,23	0,60	0,78	0,73	0,86	0,86	1,30	
SOMMER	0,56	0,54	0,56	0,41	0,50	0,44	0,49	0,59
ÅR	0,68	0,72	0,71	0,57	0,70	0,58	0,74	0,84
Total-jern (mg/l)	89	90	91	92	93	94	95	96
JANUAR						0,68	1,20	0,77
FEBRUAR						1,90	1,19	0,79
MARTS						1,20	0,97	0,86
APRIL						1,64	0,90	0,58
MAJ						1,82	1,25	0,83
JUNI						1,77	1,90	1,48
JULI						1,14	1,17	1,33
AUGUST						1,53	1,01	0,88
SEPTEMBER						1,06	0,94	0,57
OKTOBER						0,72	0,55	0,57
NOVEMBER						0,83	0,87	0,83
DECEMBER						1,17	0,78	
SOMMER						1,46	1,25	1,02
ÅR						1,28	1,06	0,86

Bilag 9
Plankton 1996

Bilag 9.1
Planteplankton antal/ml

Hinge Sjø

Fytoplankton antal/ml	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Taxonomisk gruppe																	
NOSTOCOPHYCEAE																	
Chroococcus sp.							153.15	+									
Chroococcus aphanocapsoides								+									
Chroococcus spp.							25.53	+	89.34	255.25	+	+	+	21.60	18.00		
Lennermanniella pallida									74.02					18.00	16.00	5.80	
Snowella spp.									+								
Woronichinia cf. compacta									+								
Merismopedia punctata									+								
Merismopedia tenuissima									+								
Microcystis incerta									+								
Microcystis aeruginosa							87.52	+	301.20	92.00	+	+	+	+	+	+	+
Microcystis viridis									+								
Microcystis wesenbergii									+								
Microcystis botrys									+								
Microcystis flos-aquae									+								
Microcystis pulverea									+								
Microcystis holsatica									+								
Microcystis spp.									+								
Aphanothece sp.																	
Chroococcales spp., koloni, celler ca. 1 µm							28405	+	42873	57340	+	+	+	3602.7	5999.5	2203.4	1699.0
Chroococcales spp., enkeltceller (1-2 µm)							4035.1	+									
Rhabdoderma lineare							359705	+	1.E+06	838869	+	+	+	246883	623843	281393	2774.11
Cyanodictyon imperfectum							5088.1	+	118132	148130	+	+	+	6902.1			
Cyanodictyon planctonicum									+								
Romeria sp.									+								
Anabaena sp.									+								
Anabaena flos-aquae									+								
Anabaena circinalis									+	38.80	+	+	+				
Anabaena planctonica									+								
Anabaena compacta									+								
Anabaena cf. mendotae									7.60	35.60	+	+	+				
Anabaena spp.									11.60					17.60			
Anabaenopsis elenkinii									+								
Aphanizomenon klebahnii									+								
Pseudanabaena mucicola									+								
Limnothrix planctonica									+								
Pseudanabaena sp.									+								
Pseudanabaena acicularis									+								
Blågrønalgæ spp. filamenter									+								
CRYPTOPHYCEAE																	
Cryptomonas spp. (20-30µm)									+						10.00		
Cryptomonas spp. (>30µm)									+								
Rhodomonas lacustris									+								
	3.83	48.50	131.03	359.91	581.98	372.67	40.84	+									
	+			5.40	2055.2	8295.8	11893	9291.3	909.04	1221.1	1883.9	3478.1	671.90	2727.1	1047.4	783.88	

Hinge Sø

Fytoplankton antal/ml	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Katablepharis sp. Cryptophyceae spp. (10-20 µm) DINOPHYCEAE	49.40 104.65	51.05 513.06	69.17 158.26	293.54	5770.4 306.31	5150.0 576.88	3583.8 142.94	7875.5 +	2359.7 194.32	1858.3 479.88	685.07 224.62	+ +	1300.8 278.23	418.29 24.80	6629.7 127.60	2521.9 52.70	796.40 192.68
cf. Peridiniopsis penardiiforme Ebria-lign. flagellat Nøgne furealger (A) (< 10 µm) Nøgne furealger (A) (10-20 µm) Nøgne furealger (A) (20-50 µm) Thekate furealger (A) (10-20 µm)			34.84		+	158.26	+	95.51	+	11.20 +	11.20 +	+	+	+	+	+	+
Thekate furealger (A) (20-50 µm)	2.55	11.49		102.10	125.07	125.07	+		+	+	+	49.40	+	18.80			
CHRYSOPHYCEAE		3.00			+				+	+							
Dinobryon divergens Dinobryon sertularia Paraphysomonas spp. Chrysooccus spp. Apedinella/Pseudopedinella sp. Bicosoeca sp.		+		12.60	+	+			+	+	+			+			+
SYNUROPHYCEAE			223.97 69.17		+	+			+	+	+			+			
Mallomonas tonsurata Mallomonas akrokomos Mallomonas spp. Synura spp.	5.96 2.55	43.39 2.00	324.97		+	+			+	+	+			+			
DIATOMOPHYCEAE																	
Centriske kiselalger Melosira varians Aulacoseira granulata var. angustissima					6.80												+
Aulacoseira granulata Aulacoseira spp. < 5 µm Aulacoseira spp. 5-10 µm Rhizolenia spp. Centriske kiselalger spp. (< 10 µm)					+	+	+	+	+	119.93 136.14	+	+	+	+	+	+	+
Centriske kiselalger spp. (10-20 µm) Centriske kiselalger spp. (20-30 µm) Centriske kiselalger 10-20µm	110.34	21.70	266.78	2047.9	10619	12583	18264	19777	20308	13804	14999	23361	10088	632.37	816.82	4955.3	12034
DIATOMOPHYCEAE						1486.6	6017.2	2289.6	4831.5	1607.3	764.12	494.04	+			39.52	21.41
Pennate kiselalger Asterionella formosa Campylodiscus noricus Cymatopleura solea Diatoma tenuis				+		+	+										

Hinge Sø

Fytoplankton antal/ml	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Pseudosphaerocystis lacustris																	
CHLOROPHYCEAE																	
Chlorococcales																	
Ankistrodesmus bibraianus																	
Ankistrodesmus gracilis																	
Coelastrum microporum																	
Coelastrum astroideum																	
Coelastrum reticulatum																	
Coelastrum sphaericum																	
Coelastrum spp.																	
Dictyosphaerium pulchellum																	
Dictyosphaerium ehrenbergianum																	
Dictyosphaerium subsolitarium																	
Dictyosphaerium spp.																	
Kirchneriella sp.																	
Kirchneriella contorta																	
Lagerheimia subsalsa																	
Lagerheimia genevensis																	
Lagerheimia wratislavensis																	
Oocystis spp.																	
Nephrocitium limneticum																	
Pediastrum boryanum																	
Pediastrum duplex																	
Pediastrum tetras																	
Pediastrum spp.																	
Scenedesmus disciformis																	
Scenedesmus ovalternus																	
Scenedesmus spp., Acutodesmus gruppen																	
Scenedesmus spp., Armati gruppen																	
Scenedesmus spp., Spinosi gruppen																	
Scenedesmus spp., Desmodesmus gruppen																	
Scenedesmus acuminatus/acutus																	
Scenedesmus spp.																	
Actinastrum hantzschii																	
Tetraëdron minimum																	
Tetraëdron caudatum																	
Tetraëdron incus																	
Monoraphidium contortum																	
Monoraphidium komarkovae																	
Monoraphidium minutum																	
Ankyra judayi																	
Schroederia setigera																	

Hinge Sjø

Fytoplankton antal/ml	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Treubaria triappendiculata	+																
Tetrastrum staurogeniaeforme																	
Tetrastrum triangulare		+		51.05	184.44												
Microactinium pusillum																	
Coronastrum ellipsoideum																	
Crucigenia lauterbornii																	
Didymogenes palatina																	
Dichotomococcus curvatus																	
cf. Raphidocelis mucosa						1194.6		12034		12211							
Chlorococcale grønalger spp. < 5 µm						35838		14335	30900	13539							
CHLOROPHYCEAE																	
Ulotricales																	
Planktonema lauterbornii																	
Koliella sp			606.02														
Koliella longiseta																	
Elakatothrix sp.																	
CHLOROPHYCEAE																	
Zygnematales																	
Closterium sp.																	
Closterium acutum																	
Closterium limneticum																	
Closterium acerosum																	
Staurastrum sp.																	
Staurastrum chaetoceras																	
Staurastrum cf. tetracerum																	
Cosmarium sp.																	
UBEST. / FATAL. CELLER					29467												
Ubestemte celler (<5µm)				9954.9	14070												
Ubestemte flagellater (A) (< 5 µm)	610.57	477.84		7114.5	14070					5150.0	6636.6	4141.3	3769.6	4804.9	12105	3716.5	2628.1
Ubestemte flagellater (A) (5-10 µm)	174.56	398.20		1061.9	1991.0					2176.8	1433.5	1115.0	1327.3	849.49	651.60		637.12
Ubestemte flagellater (A) (10-15 µm)	23.82	80.69	187.74	447.93				513.80	566.50	401.82			500.63			63.68	
Ubestemte flagellater (A) (15-20 µm)					1225.2												
ANDRE FLAGELLATER																	
Choanoflagellater spp.																	
ANDRE ZOOFLAGELLATER																	
Ubestemte flagellater (H) (< 5 µm)			1805.2			1592.8	7034.8	6795.9	6238.4	3026.3	4566.0	3504.1	2920.1	822.94	4999.6	3849.2	1778.6
Ubestemte flagellater (H) (5-10 µm)			1725.5			743.30		1433.5	1725.5	2442.3	2336.1	2973.2	1805.2	424.74	1106.1	769.85	

Hinge Sjø

Fytoplankton SUM antal/ml	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
GRAND TOTAL	1160.7	2335.9	177829	32933	103162	447978	223040	2. E+06	2. E+06	1. E+06	1. E+06	647154	708470	299500	734572	354775	323962
Taxonomisk grupper																	
NOSTOCOPHYCEAE	157.9	612.6	171225		6.8	369145	98778	2. E+06	2. E+06	1. E+06	1. E+06	577940	649553	259305	629876	283602	279110
CRYPTOPHYCEAE	2.6	14.5	358.5	658.9	8713.9	14395	15660	17167	3463.0	3559.3	2826.0	5087.9	1115.0	9494.4	3622.0	1773.0	
DINOPHYCEAE			34.8	102.1	125.1	283.3		95.5		156.1	11.2	49.4			18.8		
CHRYSOPHYCEAE			293.1	12.6													
SYNUROPHYCEAE	8.5	45.4	325.0														
DIATOMOPHYCEAE	110.3	21.7	266.8	2461.1	12206	14961	25349	22376	25480	15679	16606	25463	15605	17276	49928	40434	27917
PRYMNESIOPHYCEAE				10088	29599		2322.8		1061.9					506.8	2336.1		
EUGLENOPHYCEAE							153.2	95.5	121.9	239.9	73.2	78.4		13.2	40.4	13.2	
CHLOROPHYCEAE	72.5	446.1	1607.3	1031.3	5758.3	46857	73741	39614	40061	45295	58540	31889	27901	14383	24016	18704	10118
UBEST. / FATAL. CELLER	809.0	956.7	187.7	18579	46752	2336.1	7034.8	513.8	566.5	7728.7	8070.1	5256.2	5597.6	5654.4	12757	3780.2	3265.2
ANDRE ZOOFAGELLATER			3530.7					8229.4	7963.9	5468.6	6902.1	6477.3	4725.3	1247.7	6105.7	4619.1	1778.6

Bilag 9.2
Planteplankton mm³/l

Hinge Sø

Fytoplankton volumenbiomasse mm ³ /l = mg vådvægt/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Taxonomisk gruppe																	
NOSTOCOPHYCEAE																	
Chroococcus sp.								.0098	.0824	.2448	.1008	.1959	.7002	.0180	.0158		
Snowella spp.								.0238	.2115		.1109	.1367	.5895	.0636	.0438	.0193	
Woronichinia cf. compacta								.5186	1.3462	.5320	.1860		.0565				
Microcystis aeruginosa					.0369		.4645						.1877				
Microcystis botrys																	
Microcystis flos-aquae												.2077					
Microcystis spp.																	
Chroococcales spp., koloni, celler ca. 1 µm						.1343	.7804	2.0310	1.2580	1.5000	1.0046	1.1668	.7119	.0766	.1169	.0335	.0122
Chroococcales spp., enkelceller (1-2 µm)			.0897			.3255	.0098	.7589	.3867	.2249	.2704	.1324	.1615	.0662	.1672	.0754	.0744
Rhabdoderma lineare						.0339	.4314	.3766	.9196	1.1392	.3206	.3033	.2576	.0637			
Anabaena flos-aquae									.0021	.0094	.0123		.0217	.0060			
Anabaena cf. mendotae									.0187			.0299					
Anabaena spp.						.0568	.1155	.0476	.1088	.5989	.1096	.2672	.6918	.2383			
Limnothrix planctonica								.0643	.1105	.1436	.2703	.3951	.2200				
Pseudanabaena sp.																	
CRYPTOPHYCEAE	.0046	.0648	.1959	.4906	.7562	.4561	.0512				.0386		.0270	.0110			
Cryptomonas spp. (20-30µm)				.0190													
Cryptomonas spp. (>30µm)																	
Rhodomonas lacustris					.1559	.5899	.5650	.6928	.0703	.0870	.1429		.2503	.0334	.1625	.0842	.0673
Katablepharis sp.	.0025	.0042	.0057		.3591	.2440	.1758	.4422	.1383	.1072	.0356		.0980	.0232	.5181	.1867	.0580
Cryptophyceae spp. (10-20 µm)	.0253	.1532	.0592	.1123	.1366	.3731	.0756		.0849	.1980	.0911		.0910	.0126	.0523	.0299	.1004
DINOPHYCEAE																	
cf. Peridiniopsis penardiiforme																	
Møgne furealger (A) (10-20 µm)			.2228														
Møgne furealger (A) (20-50 µm)																	
Thekate furealger (A) (10-20 µm)	.0041	.0304		.2584	.3161	.1838											
Thekate furealger (A) (20-50 µm)		.0428													.0250		
CHRYSOPHYCEAE																	
Dinobryon divergens																	
Chrysooccus spp.			.0651	.0040													
Apedinella/Pseudopedinella sp.			.0120														
SYNUROPHYCEAE																	
Mallomonas spp.	.0021	.0479	.3132														
Synura spp.	.0020	.0015															
DIATOMOPHYCEAE																	
Centriske kiselalger					.0513												
Melosira varians							.1643										
Aulacoseira granulata			.0102	.0709	.0730	.2268	.0578										
Aulacoseira spp. < 5 µm			.0900				.0575	.0846	.1445	.0693	.1948	.0332	.0288				
Aulacoseira spp. 5-10 µm												.0645	.0402				

Hinge Sø

Fytoplankton volumenbiomasse mm ³ /l = mg vådvægt/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Rhizosolenia spp. Centriske kiselalger spp. (< 10 µm)	.0402	.0085	.0925	.3825	3.2522	3.8246	5.7696	8.7452	6.0085	3.2044	3.1566	4.1998	1.3809	.0079	.1360	.6015	.8788
Centriske kiselalger spp. (10-20 µm)				.5050	1.7773	2.0368	10.528	5.4433	5.2019	1.0350	.6597	.3057		.1372	.0411	.0203	
DIATOMOPHYCEAE Pennate kiselalger Fragilaria ulna var. acus Pennate kiselalger spp. 30-50 µm			.0307			.4467	.8386										
Pennate kiselalger spp. 50-100 µm			.1043	.0760	.0769	.3305	.1471	.0688			.1121	.3909	1.4491	4.4751	11.573	8.6665	5.0229
Pennate kiselalger spp. > 100 µm			.0085	.2778	1.8830	.7868	.0821	.1170		.0368	.0534	.1043		.0204	.1010		
PRYMNESIOPHYCEAE Chrysochromulina parva	.0111			.5761	1.3451		.0821							.0226	.0455	.0166	
EUGLENOPHYCEAE Euglena proxima Phacus pyrum Trachelomonas spp.							.2717	.1744	.1988	.2152	.1138	.0169	.0954 .0252	.0226	.0455	.0166	
CHLOROPHYCEAE Volvocales Chlorogonium sp. Eudorina elegans Volvocale grønalger spp. 5-10 µm	.0069	.0901 .1426	.1794 .2892	.0580 .2075	.0191	.0202	.2717	.1744	.1988	.2152	.1138	.0169		.0226	.0455	.0166	.0167
Volvocale grønalger spp. >10 µm									.0977								
CHLOROPHYCEAE Chlorococcales Ankistrodesmus bibrainianus Ankistrodesmus gracilis Coelastrum spp. Dictyosphaerium spp. Lagerheimia genevensis Lagerheimia wratislavensis Oocystis spp. Pediastrum boryanum Pediastrum duplex Pediastrum tetras Pediastrum spp. Scenedesmus acuminatus/acutus Scenedesmus spp. Actinastrum hantzschii Monoraphidium contortum Monoraphidium komarkovae Monoraphidium minutum					.0665	.0450	.0499 .0809	.0410	.0209	.2264	.2873	.1197	.0897	.0286	.0600	.0345	.0080
							.1970 .1519 .5942	.0915 .0274	.0378	.1610 .2565	.0394 .2235	.2016 .1413	.1928 .2395	.1013 .0700	.0572 .1032	.0547 .1220	.0027 .0037
	.0018	.0020	.0078	.0033	.0879 .0059	.2044 .0371	.1519 .0473 .0174	.2007 .3586 .0549 .0185	.0761 .3912 .0072 .0118	.0704 .3567 .0073 .0139	.1592 .2151 .0096 .0287	.1665 .1355 .0009 .0231	.0859 .2020 .0047 .0327	.1154 .0741 .0229 .1046	.0530 .0567 .0045 .0601	.0402 .0846 .0021 .1175	.0248 .0147 .0017 .0727

Hinge Sø

Fytoplankton volumenbiomasse mm ³ /l = mg vådvægt/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Treubaria triappendiculata				.0041	.0045							.0357		.0068		.0186	.0080
Tetrastrum staurogeniaeforme										.0816	.0630	.0097	.0787				
Microctinium pusillum						.0166	.0874			.1058	.1868	.1231	.0610	.0469	.0489	.0095	
Dichotomococcus curvatus						.1928				.0505	.0474	.0399	.0334	.0242	.0912	.0139	
Chlorococcale grønalgler spp. < 5 µm							.1536	.1462				.0572					
CHLOROPHYCEAE																	
Ulotricales			.0401														
Koliella sp																	
UBEST. / FATAL. CELLER				.0437	.1814												
Ubestemte celler (<5µm)				.1195	.3631					.1154	.1135	.1102	.0868	.0897	.2013	.0736	.0473
Ubestemte flagellater (A) (< 5 µm)	.0109	.0173															
Ubestemte flagellater (A) (5-10 µm)	.0245	.0589		.1580	.3312					.3055	.1517	.1401	.1737	.0800	.0567	.0429	.0753
Ubestemte flagellater (A) (10-15 µm)	.0311	.0629	.2793	.5573			.5245	.6085		.6055			.5282				
Ubestemte flagellater (A) (15-20 µm)					4.0402												
ANDRE ZOOFLAGELLATER																	
Ubestemte flagellater (H) (< 5 µm)			.0576			.0346	.1340	.1036	.1113	.0500	.1113	.0934	.0485	.0253	.0659	.0631	.0252
Ubestemte flagellater (H) (5-10 µm)			.2579			.1782	.2406	.2750	.3309	.3830	.3309	.3931	.3017	.0761	.1403	.1183	

Hinge Sø

Fytoplankton volumenbiomasse SUM mm ³ /l = mg vådvægt/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
GRAND TOTAL	.149	.745	2.167	3.715	13.806	11.875	23.445	21.607	18.374	12.317	9.424	10.479	9.204	6.261	13.967	10.605	6.535
Taxonomisk grupper																	
NOSTOCOPHYCEAE	.032	.222	.090	.622	.041	.550	1.802	3.831	4.444	4.410	2.385	2.835	3.598	.532	.344	.128	.087
CRYPTOPHYCEAE	.004	.073	.223	.258	1.408	1.663	.868	1.135	.294	.392	.308	.466	.466	.069	.744	.301	.226
DINOPHYCEAE			.077	.004	.316	.236	.035	.035		.118	.059	.064			.025		
CHRYSOPHYCEAE	.004	.049	.313														
SYNUROPHYCEAE	.040	.008	.093	1.102	5.535	8.591	18.618	14.468	11.541	4.356	4.257	5.064	2.899	4.620	11.709	9.309	5.922
DIATOMOPHYCEAE	.011	.011		.576	1.345		.082			.037				.020	.101		
PRYMNESIOPHYCEAE							.272	.174	.199	.215	.114	.138		.023	.046	.017	
EUGLENOPHYCEAE	.002	.242	.516	.275	.246	.621	1.705	1.066	.910	1.330	1.594	1.641	1.102	.725	.535	.553	.153
CHLOROPHYCEAE	.066	.139	.279	.879	4.916			.524	.608	1.026	.265	.250	.789	.170	.258	.117	.123
UBEST. / FATAL. CELLER			.315			.213	.099	.375	.379	.433	.442	.486	.350	.101	.206	.181	.025
ANDRE ZOOFLAGELLATER																	

Bilag 9.3
Plantep plankton 1988-1996

Planteplankton Hinge Sø 1988-1996

Maj-september	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Total biomasse	10,78	58,75	10,43	18,00	52,50	19,29	27,46	18,55	14,34
Største biomasse	27,10	192,21	21,81	74,16	264,44	42,60	69,1	31,74	23,45
Mindste biomasse	3,04	1,90	2,54	3,18	5,79	3,38	8,26	4,25	0,15
Blågrønalg	0,55	26,32	0,98	1,57	44,10	0,43	3,87	5,32	2,67
Kiselalger	*	*	6,91	13,24	13,17	12,81	20,60	10,84	8,51
Grønalg	*	*	0,71	1,75	1,06	0,99	0,83	1,17	1,10
Blågrønalg	5	45	9	8	77	2	14	29	19
Kiselalger	*	*	66	74	25	66	75	58	59
Grønalg	*	*	7	10	2	5	3	6	8

Størrelsesgrupper	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<20 µm	6,70	16,58	4,37	10,52	9,32	16,95	21,73	11,59	10,37
20-50 µm	0,43	19,00	2,10	3,55	4,75	1,30	2,73	2,61	2,34
>50 µm	3,63	23,17	3,97	3,08	48,40	1,04	3,00	4,35	1,63
<20 µm	51	33	42	56	15	88	79	62	72
20-50 µm	7	32	20	19	8	7	10	14	16
>50 µm	42	36	38	16	77	5	11	23	11

Bilag 9.4

Dyreplankton antal/1

Hinge Sjø

Zooplankton antal/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Taxonomisk gruppe																	
ROTATORIA																	
Rotaria neptunia				.222													
Hunner																	
Brachionus angularis				1.111	2.222	6.667	2.222	2.222	+	11.111	80.000	142.22	12.222	1.111	+		
Hunner																	
Brachionus calyciflorus				.444	.667	4.222			+								
Hunner																	
Brachionus leydigi																	
Hunner																	
Brachionus quadridentatus																	
Hunner																	
Brachionus urceolaris																	
Hunner																	
Keratella cochlearis																	
Hunner																	
Keratella cochlearis tecta	1.111	1.111	+		30.000	80.000	122.22	57.778	284.44	106.67	88.889	13.333	53.333	248.89	168.89	48.889	11.111
Hunner																	
Keratella quadrata				1.111	40.000	44.444	244.44	466.67	302.22	1377.8	1400.0	1066.7	373.33	213.33	26.667	3.333	
Hunner																	
Kellikottia longispina				1.111	400.00	322.22	900.00	17.778	4.444	15.556	84.444	46.667	11.111	7.778	6.667	1.111	2.222
Hunner																	
Euchlanis dilatata																	
Hunner																	
Euchlanis incisa																	
Hunner																	
Monomata sp.																	
Hunner																	
Trichocerca pusilla				1.111													
Hunner																	
Polyarthra vulgaris				2.222													
Hunner																	
Polyarthra dolichoptera																	
Hunner																	
Polyarthra remata	118.89	14.444	12.222	73.333	511.11	115.56	144.44	22.222	17.778	51.111	266.67	42.222	48.889	62.222	24.444	4.444	
Hunner																	
Synchaeta spp.				3.333													
Hunner																	
Paradiceranophorus hudsoni	18.889	40.000	54.444	156.67	56.667	88.889	2.222	11.111	4.444	2.222	+						
Hunner																	
Asplanchna priodonta																	
Hunner																	
Pompholyx sulcata					.444		.667										
Hunner																	
Filinia longiseta					1.111	28.889	1688.9	204.44	933.33	444.44	733.33	160.00	6.667				

Hinge Sjø

Zooplankton antal/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Hunner					1.111												
<i>Conochilus unicornis</i>																	
Hunner					122.22	48.889	233.33										
<i>Collotheca</i> sp.																	
Hunner																	
Uidentificeret hjuldyr sp. 1																	
Hunner					1.111												
Uidentificeret hjuldyr sp. 2																	
Hunner					1.111												
CLADOCERA																	
<i>Sida crystallina</i>																	
Hunner																	
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>																	
Hunner																	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>																	
Hunner																	
<i>Daphnia cucullata</i>																	
Hunner																	
Hanner																	
<i>Daphnia galeata</i>																	
Hunner																	
Hanner																	
<i>Daphnia hyalina</i>																	
Hunner																	
Hanner																	
<i>Daphnia longispina</i>																	
Hunner																	
Hanner																	
<i>Bosmina coregoni</i>																	
Hunner																	
Hanner																	
<i>Bosmina longirostris</i>																	
Hunner																	
<i>Ilyocryptus agilis</i>																	
Hunner																	
<i>Acroperus harpae</i>																	
Hunner																	
<i>Alona guttata</i>																	
Hunner																	
<i>Alona quadrangularis</i>																	
Hunner																	
<i>Alona rectangularis</i>																	
Hunner																	
<i>Chydorus sphaericus</i>																	
Hunner																	
<i>Leptodora kindtii</i>																	

Hinge Sø

Zooplankton SUM antal/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
GRAND TOTAL	139.78	63.332	67.332	281.55	1259.1	1256.7	2356.0	994.67	2643.1	2297.8	3499.1	3599.6	1968.2	961.55	777.55	532.44	90.443
Taxonomisk grupper																	
ROTATORIA	138.89	61.110	66.666	239.55	1166.9	704.00	1659.3	606.67	2311.1	1804.4	3220.2	3208.9	1630.0	765.56	233.56	59.999	17.777
CLADOCERA	.444				2.000	25.333	44.889	5.778	15.332	17.110	33.553	7.555	5.554	3.333	38.220	67.555	13.555
CALANOIDA	.444				.444									.222	.222	.222	.222
CYCLOPOIDA		2.222	.222	41.999	89.778	527.33	651.78	382.00	316.67	476.00	245.33	383.11	332.67	192.44	505.55	404.67	58.889
HARPACTICOIDA			.444					.222		.222							
ARACHNIDA																	

Bilag 9.5
Dyreplankton $\mu\text{g TV/l}$

Hinge Sø

Zooplankton tørvægt µg/l	DATO																
	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Taxonomisk grupper																	
ROTATORIA																	
Rotaria neptunia			.183		.032	.131	.437	.051		.416	3.180	4.255	.466	.056			
Brachionus angularis			.375		1.276	.809	3.639										
Brachionus calyciflorus					.120	.324	.459	.168	.822	.325	.248	.035	.154	.787	.584	.191	.052
Keratella cochlearis	.007	.010	.005		.131	.180	.955	1.407	.956	4.525	3.960	2.977	1.042	.651	.108	.015	
Keratella cochlearis tecta			.093		30.338	26.912	79.563	1.407	.371	1.299	7.080	3.539	.864	.679	.586	.093	.186
Keratella quadrata		.268				.054											
Euchlanis dilatata		.478		.625													
Monommatia sp.																	
Trichocerca pusilla										.052	1.937	13.547	4.241	.540			
Polyarthra vulgaris	4.011	.536	.476	3.013	24.649	5.351	6.741	.465	.257	1.020	5.887	1.158	1.266	1.430	1.466	.244	
Polyarthra dolichoptera									.657	1.862	9.674	1.270	1.444	1.624			
Polyarthra remata																	
Synchaeta spp.	.177	.249	.506	1.685	.390	.546	.025	.025	.130	.065	.021					.014	.025
Paradiceranophorus hudsoni					.466		.615				5.161				.186		
Asplanchna priodonta						.019		.163	21.912	2.539	11.590	4.869	9.106	2.254	.112		
Pompholyx sulcata					.032												
Filinia longiseta					2.275	.546	4.545				.155	1.034	1.164	.151			
Conochilus unicornis																	
Collotheca sp.					.007												
Uidentificeret hjuldyr sp. 1					.012												
Uidentificeret hjuldyr sp. 2																	
CLADOCERA																	
Ceriodaphnia pulchella											.173						
Daphnia cucullata						1.120			377.56	466.95	498.30	85.005	73.177	13.841	106.76	22.765	8.978
Daphnia galeata								.954	.921	.490	1.646				6.684		
Daphnia hyalina								2.402		3.456	2.151				6.397	6.907	106.77
Bosmina coregoni					.432	2.284	1.199	.296	.365	.554	.820	.721	.383	.764	4.344	.696	
Bosmina longirostris					2.628	30.104	47.571	1.100	.310	.744	.052	.337	1.995	2.842	34.398	60.624	8.649
Acroperus harpae														.666			
Alona guttata													.255		.802		
Alona quadrangularis													.131		.134		
Chydorus sphaericus	.292							.071	.523	1.810	.099						
Leptodora kindtii								9.357	1.152	.992		7.590					
CALANOIDA																	
Eudiaptomus spp.	1.501				1.649									4.803	.456	1.447	.939
Eudiaptomus graciloides																	
CYCLOPOIDA																	
Cyclops vicinus			1.763	24.609	470.08	554.33	2278.7	1908.0	2950.8	1157.8	574.37	1074.5	391.86	1025.7	948.39	516.54	62.212
Mesocyclops leuckarti								.675			.451	.071					
Cyclopoide nauplier		2.370		38.424	34.326	442.48	264.47	153.01	192.01	308.39	156.38	236.84	286.87	101.68	384.34	323.32	50.063
HARPACTICOIDA																	
Canthocamptus staphylinus																	
ARACHNIDA				2.245													

Hinge Sø

		DATO															
Zooplankton tørvægt µg/l	960109	960214	960318	960417	960507	960520	960603	960617	960716	960730	960815	960827	960912	960925	961015	961112	961202
Hydracarina indet.							.623			.862							

Bilag 9.6
Dyreplankton fødeoptagelse 1996

Dyreplankton Hinge Sø 1990-1996

Maj-september	Enhed	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Total biomasse	µg TV/l	586	2.302	310	540	895	869	1.797
Alle dafnier	µg TV/l	522	1.538	172	144	94	176	189
Små dafnier**	µg TV/l	331	683	118	38	8	106	9
Daphnia spp.	µg TV/l	191	819	53	84	88	60	177
Cyclopoide vandlopper	µg TV/l	43	607	38	395	755	585	1.576
Hjuldyr	µg TV/l	*	*	*	*	27	107	32
Alle dafnier	%	89	67	55	27	11	20	11
Små dafnier**	%	56	29	38	7	1	12	1
Daphnia spp.	%	33	36	17	16	10	7	10
Cyclopoide vandlopper	%	7	26	12	73	84	67	88
Hjuldyr	%	*	*	*	*	3	12	2

* Ingen data

** Små dafnier = alle dafnier undtaget arter af slægterne *Daphnia*, *Polyphemus*, *Holopedium*, *Leptodora* og *Bythotrephes*

Maj-september	Enhed	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Planteplankton <50µm	µg C/l	737	1.194	1.293	1.366	2.624	1.564	1.398
Fødeoptagelse	µg C/l/d	148	666	195	153	169	242	270
Græsning	%	20	56	15	11	7	15	19

Bilag 9.7
Dyreplankton græsning 1996

	09.01	14.02	18.03	17.04	07.05	20.05	03.06	17.06	16.07	30.07	15.08	27.08	12.09	25.09	15.10	12.11	02.12
Hjuldyr	3,1	1,1	0,7	4,6	43,7	25,7	71,1	2,7	18,5	8,9	32,3	24,1	14,6	6,0	2,1	0,4	0,2
Cladocerer	0	0	0	0	1,1	12,8	25,7	36,5	140,1	174,9	185,7	31,8	28,0	5,6	58,9	33,6	38,2
Calanoide copepoder *	0,05	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,1	0,3	0,2
Cyclopoide copepoder **	0	0,4	0,3	8,9	73,0	131,2	434,0	249,0	142,9	197,1	93,6	157,3	105,7	173,7	204,5	130,4	11,5
Total fødeoptagelse	3,15	1,6	1,1	13,5	118,1	169,8	530,8	288,2	301,5	380,9	311,6	213,2	148,3	186,3	265,6	164,7	50,0

* Nauplier, copepoditter og voksne

** Nauplier og copepoditter

Fødeoptagelse/dag I - $\mu\text{g C/liter}$ x dag, Hinge Sø, 1996

Bilag 9.8
Dyreplankton 1990-1996

Dato	Fytoplankton $\mu\text{g C/l}$ B	Zooplankton $\mu\text{g C/l/d}$ I	Græsningsstid dage B/I	Zooplankton græsningstryk I/B x 100%
09.01.96	16,5	3,2	5,2	19,1
14.02.96	83,4	1,6	53,0	1,9
18.03.96	234,0	1,1	222,9	0,5
17.04.96	393,2	13,5	29,2	3,4
07.05.96	1462,9	118,1	12,4	8,1
20.05.96	1000,7	169,8	5,9	17,0
03.06.96	2269,2	530,8	4,3	23,4
17.06.96	2285,5	288,2	7,9	12,6
16.07.96	1969,7	301,5	6,5	15,3
30.07.96	1215,7	380,9	3,2	31,3
15.08.96	976,0	311,6	3,1	31,9
27.08.96	1037,0	213,2	4,9	20,6
12.09.96	740,1	148,3	5,0	20,0
25.09.96	168,7	186,3	0,9	110,4
15.10.96	252,5	265,6	1,0	105,2
12.11.96	199,8	164,7	1,2	82,4
02.12.96	166,4	50,0	3,3	30,1

Tilgængelig fytoplanktonbiomasse ($< 50 \mu\text{m}$) B i $\mu\text{g C/l}$ og beregnet zooplanktonfødeoptagelse I i $\mu\text{g C/l/d}$. Tillige er angivet den beregnede græsningsstid i dage og zooplanktongræsningstryk (I/B) i procent af den græsningsfølsomme del af fytoplanktonbiomassen i Hinge Sø 1996.

Bilag 10

Vegetationsundersøgelser i Hinge Sø 1996

Bilag 10.1

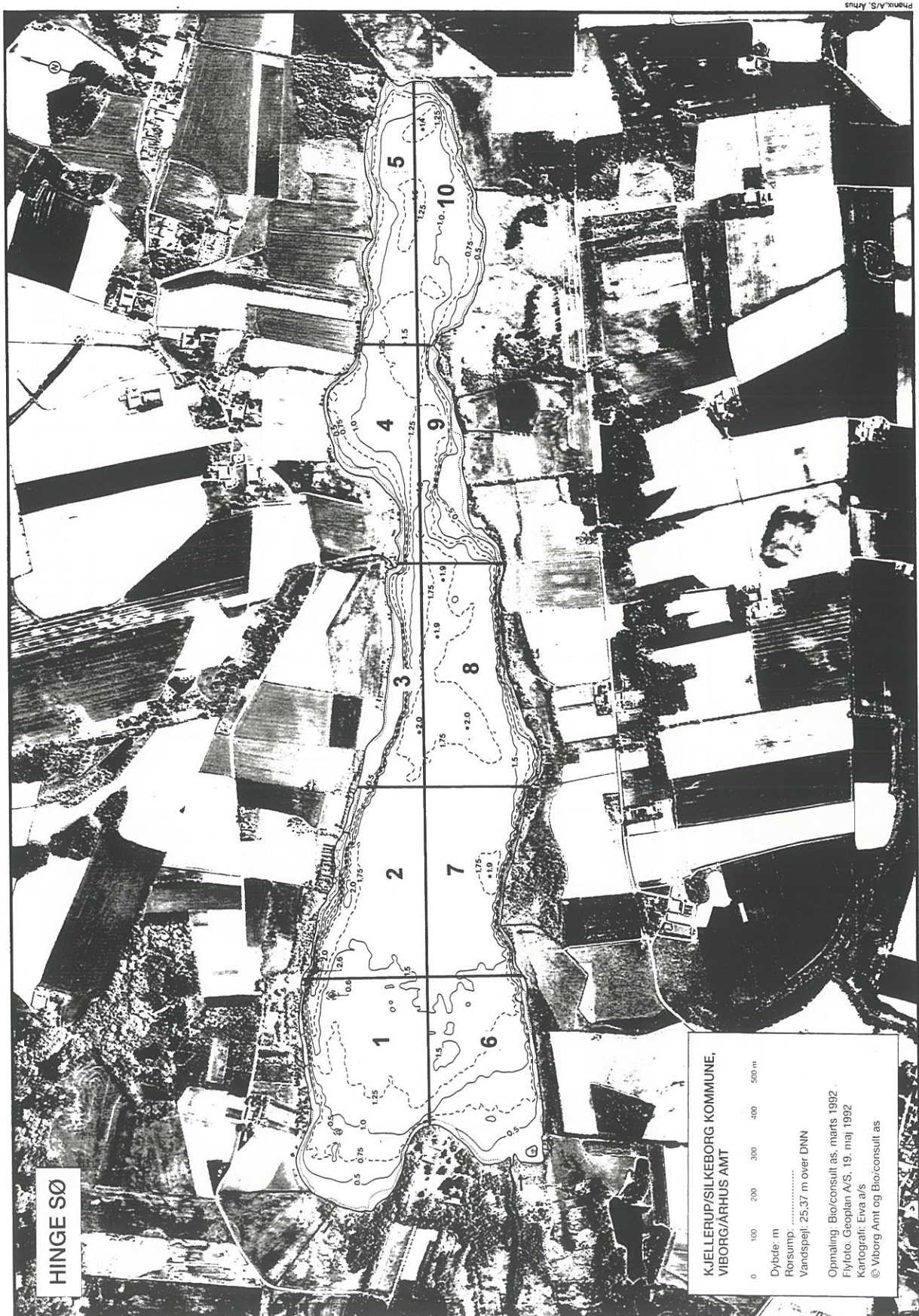
Oversigt over inddelingen af Hinge Sø i delområder i forbindelse med vegetationsundersøgelser

Bilag 10.2

Samleskemaer for plantedækket areal og plantefyldt volumen i Hinge Sø 1996

Bilag 10.1

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



Bilag 11

Samlet oversigt over gennemsnitsværdier for Hinge Sø 1996 med angivelse af udviklingstendenser i perioden 1989-1996

	Enhed	Værdi	Udvikling
Opholdstid	døgn	24	+
Fosforbelastning	tons/år	2,254	-
Fosforbelastning	g P/m ² /døgn	6,756	-
Indløbskoncentration af fosfor	mg P/l	0,127	-
Fosfortilbageholdelse	mg P/m ² /døgn	1,798	0
Fosfortilbageholdelse	% af tilførsel	28	0
Kvælstofbelastning	tons/år	75,941	0
Kvælstofbelastning	g N/m ² /døgn	227,0	0
Indløbskoncentration af kvælstof	mg N/l	4,20	0
Kvælstoftilbageholdelse	mg/m ² /døgn	61,4	0
Kvælstoftilbageholdelse	% af tilførsel	27,0	0
Total-fosfor i sediment	mg P/g tørstof		
Total-kvælstof i sediment	mg N/g tørstof		
Jern:fosfor-forhold (vægtbasis)			
Total-fosfor i søvand (årgennemsnit)	mg/l	0,092	0
Total-fosfor i søvand (sommerngennemsnit)	mg/l	0,161	0
Total-kvælstof i søvand (årgennemsnit)	mg/l	1,831	0
Total-kvælstof i søvand (sommerngennemsnit)	mg/l	1,713	0
Ortofosfat i søvand (årgennemsnit)	mg/l	0,010	--
Ortofosfat i søvand (sommerngennemsnit)	mg/l	0,008	--
Uorganisk kvælstof i søvand (årgennemsnit)	mg/l	0,774	0
Uorganisk kvælstof i søvand (sommerngennemsnit)	mg/l	0,162	0
pH i søvand (årgennemsnit)		8,4	0
pH i søvand (sommerngennemsnit)		8,6	0
Sigdybde (årgennemsnit)	m	0,84	0
Sigdybde (sommerngennemsnit)	m	0,59	0
Klorofyl-a (årgennemsnit)	µg/l	69	0
Klorofyl-a (sommerngennemsnit)	µg/l	101	0
Suspenderet stof (årgennemsnit)	mg/l	14,0	0
Suspenderet stof (sommerngennemsnit)	mg/l	26,9	0
Planteplanktonbiomasse (årgennemsnit)	mm ³ /l	9,50	
Planteplanktonbiomasse (sommerngennemsnit)	mm ³ /l	14,34	0
Planteplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % blågrønalg)		19%	0
Planteplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % kiselalger)		59%	0
Planteplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % grønalg)		8%	0
Dyreplanktonbiomasse (årgennemsnit)	µg tørvægt/l	1.049	
Dyreplanktonbiomasse (sommerngennemsnit)	µg tørvægt/l	1.798	0
Dyreplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % hjuldyr)		2%	
Dyreplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % vandlopper)		88%	++
Dyreplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % dafnier)		10%	---
Dyreplanktonbiomasse (sommerngennemsnit, % Daphnia af alle dafni)		94%	
Middelvægt af Daphnia (sommer)	µg tørvægt	23,66	0
Middelvægt af dafnier (sommer)	µg tørvægt	6,88	
Potentielt græsningstryk (sommer)	µg kulstof/l/døgn	270,03	0
Potentielt græsningstryk (sommer)	% af pl.biomasse	17%	0
Potentielt græsningstryk (sommer)	% af pl.biom. <50	19%	0
Fisk, CPUE-garn	Samlet antal		
Fisk, CPUE-garn	Samlet vægt		
Rovfisk	% af samlet biomasse		
Rovfisk	% af samlet antal		

Udvikling: + = stigning 90% signifikansniveau; ++ = stigning 95% signifikansniveau; +++ = stigning 99% signifikansniveau; ++++ = stigning 99,9% signifikansniveau; - = fald 90% signifikansniveau; -- = fald 95% signifikansniveau; --- = fald 99% signifikansniveau; ---- = fald 99,9% signifikansniveau; 0 = ingen signifikant ændring.

