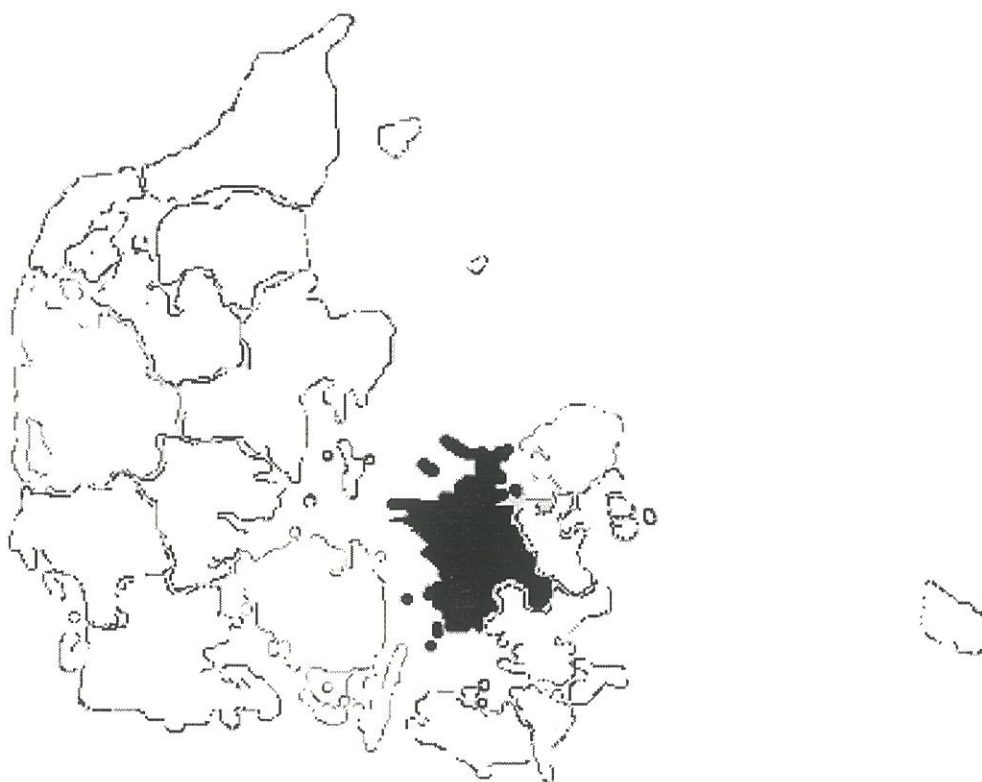


JPT



VANDMILJØ Overvågning

SØER 1999



Maj 2000



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	1
2	SAMMENFATNING	3
2.1	MAGLESØ	3
2.2	TISSØ	3
2.3	TYSTRUP SØ	4
3	MAGLESØ	5
3.1	BESKRIVELSE AF SØEN OG OPLANDET.	5
3.2	BELASTNING	8
3.3	FYSISKE OG VANDKEMISKE FORHOLD I MAGLESØ	9
	ILT- OG TEMPERATUR	9
	VANDKEMI OG SIGTDYBDE	11
3.4	PLANKTON I MAGLESØ	16
	PLANTEPLANKTON	16
3.	DYREPLANKTON	22
3.5	BUND- OG FLYDEBLADSVEGETATION I MAGLESØ	28
3.6	FISKEBESTAND I MAGLESØ	37
	FISKEYNGEL	37
3.7	TILSTAND OG UDVIKLING I MAGLESØ	39
	TILSTAND	39
	UDVIKLING	39
4	TISSØ	41
4.1	BESKRIVELSE AF SØEN OG OPLANDET	41
4.2	BELASTNING	45
	BELASTNING	45
	MASSEBALANCE	49
4.3	FYSISKE OG VANDKEMISKE FORHOLD I TISSØ	53
	ILT OG TEMPERATUR	53
	VANDKEMI OG SIGTDYBDE	54
4.4	PLANKTON I TISSØ	62
2.	PLANTEPLANKTON	62
	DYREPLANKTON	68
4.5	BUNDVEGETATION I TISSØ	74
	VEGETATIONENS SAMMENSÆTNING OG UDBREDELSE	75
	DÆKNINGSGRADER OG PLANTEFYLDT VOLUMEN	79
	SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE ÅR	80

4.6 FISKEBESTAND I TISSØ	84
FISKEYNGEL	84
4.7 TILSTAND OG UDVIKLING I TISSØ	86
TILSTAND	86
UDVIKLING	87
5 TYSTRUP SØ	89
<hr/>	
5.1 BESKRIVELSE AF SØEN OG OPLANDET	93
5.2 BELASTNING OG STOFBALANCER	93
BELASTNING	93
MASSEBALANCE	97
5.3 FYSISKE OG VANDKEMISKE FORHOLD I TYSTRUP SØ	100
ILT OG TEMPERATUR	100
VANDKEMI OG SIGTDYBDE	101
5.4 PLANKTON I TYSTRUP SØ	108
PLANTEPLANKTON	108
DYREPLANKTON	113
5.5 FISKEBESTAND I TYSTRUP SØ	119
FISKEYNGEL	119
5.6 TILSTAND OG UDVIKLING I TYSTRUP SØ	121
TILSTAND	121
UDVIKLING	123
6 RAPPORTOVERSIGT	125

1 INDLEDNING

I foråret 1987 vedtog Folketinget "Vandmiljøplanen", en handlingsplan hvis mål er at nedbringe nærings saltbelastningen af det danske vandmiljø.

Samtidigt iværksattes et landsdækkende overvågningsprogram omfattende alle dele af vandmiljøet, med det formål at dokumentere effekten af Vandmiljøplanen. Overvågningen af søer omfatter ud over registrering af ændringer i nærings saltbelastningen også generelle tilstandsundersøgelser i form af vandkemiske og biologiske analyser. Overvågningsprogrammet påbegyndtes i 1989 og er med mindre justeringer fortsat indtil 1997, hvor der blev foretaget en gennemgribende revision af hele overvågningsprogrammet. Det reviderede program trådte i kraft i 1998. For søernes vedkommende var den væsentligste ændring, at de biologiske undersøgelsesprogram blev udvidet med årlige fiskeyngelundersøgelser.

På landsplan indgår 37 søer i overvågningsprogrammet. Søerne er udvalgt, så de er repræsentative for danske søer og spænder fra de helt rene, klarvandede til søer, der er stærkt forurenet af spildevandsudledning. Samtidigt repræsenterer de såvel store og små som dybe og lavvandede søer. Overvågningen skulle således kunne give et nogenlunde dækkende billede af den generelle tilstand i de danske søer.

Tre af overvågningssøerne er beliggende i Vestsjællands Amt: Tissø, Tystrup Sø og Maglesø ved Brorfelde. Den geografiske lokalisering fremgår af figur 1.1.

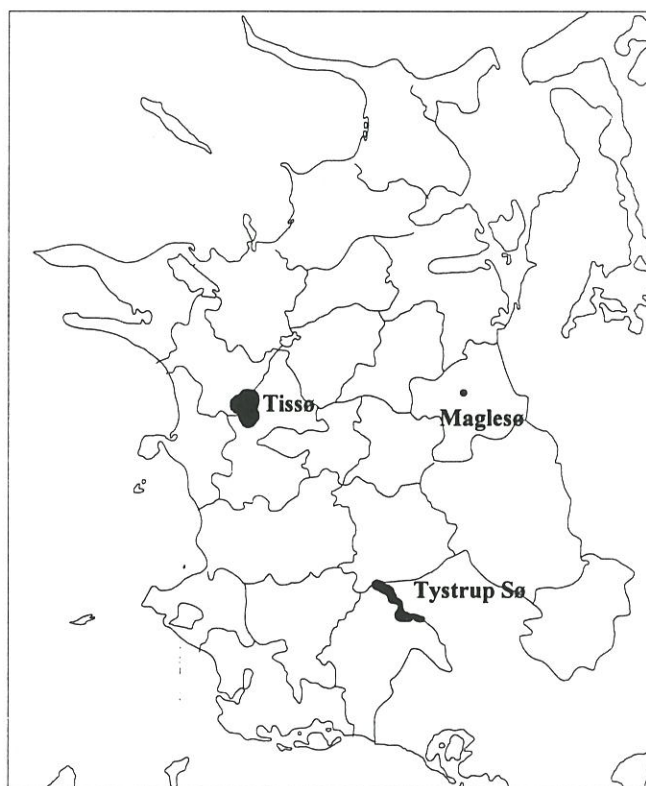
Tystrup Sø indgår i programmet som eksempel på en stor sø, der især er påvirket af spildevandsudledning. Tre af regionens større byer er beliggende inden for dens opland. Tissø er ligeledes udvalgt som eksempel på en stor sø, men påvirket overvejende af landbrugdrift i oplandet. Overvågningen har imidlertid vist, at begge søer primært påvirkes af spildevand fra renseanlæg og sekundært af spildevand fra spredt bebyggelse, mens påvirkning fra landbruget ikke har kunne eftervises.

Maglesø indgår i programmet som eksempel på en sø, der i al væsentlighed er upåvirket af kulturbetingede aktiviteter. For Maglesøs vedkommende er det således ikke formålet med overvågningen at eftervise en evt. effekt af Vandmiljøplanen, men derimod at dokumentere forholdene i en upåvirket sø og give et billede af den naturbetingede variation fra år til år. Maglesø repræsenterer den normale søtype på Sjælland i forholdsvis uspoleret form og tjener således et vigtigt formål som *referencesø*, ved fastsættelse af målsætninger og vurdering af tilstande i de øvrige søer i amtet.

Overvågningen foretages efter de vejledninger og tekniske anvisninger for overvågningsprogrammet, som er udgivet af Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser - med enkelte mindre justeringer foretaget undervejs i forbindelse af med revidering af overvågningsprogrammet eller efter aftale på fagmøder.

Alle data fra overvågningen indberettes til fagdatacentret DMU i Silkeborg og afrapporteres årligt i henhold til paradigmaer, der aftales mellem amterne og Miljøstyrelsen. Rapporten giver en kortfattet præsentation af årets undersøgelsesresultater og en sammenligning med de foregående undersøgelsesår, med vægten på eventuelle udviklingstendenser eller på anden måde bemærkelsesværdige målinger eller iagttagelser. Rapporten giver således ikke en generel beskrivelse af søernes tilstand på baggrund af de samlede resultater fra hele overvågningsperioden. Bilag til dokumentation af rapportens resultater er fremsendt til fagdatacentret men er ikke medtaget i rapporten. Bilagene kan rekvireres fra amtet.

Rapporten er udarbejdet af afdelingen for sø og hav, Natur & Miljø, Vestsjællands Amt. Planktonbearbejdningen er foretaget af Miljøbiologisk Laboratorium. Vegetationsundersøgelserne er udført og rapporteret af Carl Bro Miljø. Fiskeyngelundersøgelserne er lavet af Fiskeøkologisk Laboratorium.



Figur 1.1 Lokaliseringen af de tre overvågningsøer i Vestsjællands Amt

2 SAMMENFATNING

2.1 Maglesø

Maglesø er en lille, lavvandet sø med et opland på ca. 1 km². Den har via Truelsbæk afløb til Isefjord, men ingen egentlige tilløb. Belastningen kan ikke måles. Estimeret ud fra målinger af stoftransporten i Tuse Å var belastningen i 1999 2.5 t kvælstof og 23 kg fosfor, hvilket er af samme størrelsesorden som gennemsnittet for den samlede overvågningsperiode.

De fysiske og vandkemiske forhold i Maglesø er meget stabile. Næringssaltniveauet er lavt med en årsmiddelkoncentration af totalfosfor på 22 µg/l. Der er ingen klare udviklingstendenser. Siliciumkoncentrationen har i perioden 1992 til 94 været markant forhøjet til ca. 2 mg/l men er siden faldet til det normale niveau på knap 1 mg/l. Andre parametre, som er mål for biomasse, var ligeledes forhøjede i denne periode.

Planteplanktonet i Maglesø er individfattigt men artsrigt med mange rentvandsformer. Mængden i 1999 var den næststørste der hidtil er målt (men variationen er lille) og der var klar dominans af furealger, men også kiselalger spillede en væsentlig rolle. Blågrønalger var meget fåtalligt til stede. Zooplanktonet var gennemsnitligt for overvågningsperioden med ca. 20 % hjuldyr og resten ligeligt fordelt på copepoder og cladocerer og med forekomst af de samme arter som tidligere.

Vegetationen i Maglesø er rigt udviklet til en dybde af ca. 5 meter. Kvantitativt har den kun varieret lidt, men sammensætningen er ændret: kransnålalger er gået frem på bekostning af hornblad og vandaks.

Fiskeyngelundersøgelse i 1999 viste en ringe tæthed. Der blev fanget en del skalleeyngel samt ganske få aborrer.

Maglesø er i regionplanen målsat som naturvidenskabeligt interesseområde. Målsætningen er opfyldt.

2.2 Tissø

Tissø er stor men relativt lavvandet, den har et opland på godt 400 km², der afvandes af Åmose Å.

Fosforbelastningen lå i 1999 på 13.6 t med naturbidrag og spildevand som største kilder. Kvælstofbelastningen lå på 956 t; ca. tre fjerdedele fra landbrug. Belastningen var omkring middel for overvågningsperioden, betydeligt højere end i 1996-97 men på niveau med 1998.

Der var næsten ingen springlagdannelse og gode iltforhold ved bunden, hvorfor fosforfrigivelse fra sedimentet var forholdsvis beskeden.

De vandkemiske forhold har været meget stabile i overvågningsperioden. Langt de fleste vandkemiske parametre lå i 1999 på et niveau tæt ved gennemsnittet for overvågningsperioden.

Planteplanktonet i Tissø er domineret af næringskrævende arter med høj tolerance for dybdeopblanding (centriske kiselalger og trådformede blågrønalger). Planktonalgesamfundet veksler fra år til år mellem dominans af blågrønalger og dominans af kiselalger. 1999 var domineret af blågrønalger, men med et betydeligt forårsmaksimum af kiselalger i marts. Den samlede biomasse var over gennemsnittet.

Dyreplanktonmængden lå ligeledes over middel. Artssammensætningen var den sædvanlige.

Undervandsvegetationens dybdegrænsen var i 1999 4.1 m, den har varieret mellem 2.4 m og 6.4 m i de 6 år den er blevet undersøgt, med 4.2 som gennemsnit.

Fiskeyngelundersøgelsen bekræftede den tidligere konstaterede dominans af skalle og aborre.

Sammenfattende må tilstanden betegnes som typisk for en moderat eutrof sø. Tissø er målsat som naturvidenskabeligt interesseområde, som råvand til vandforsyning og som påvirket af vandindvinding. Tilstanden som er typisk for en moderat eutrof sø nærmere sig målsætningen som dog endnu ikke anses for opfyldt og der er krav om nedbringelse af fosforbelastningen fra spildevand.

2.3 Tystrup Sø

Tystrup Sø er en relativt stor og ret dyb sø med et opland på 670 km²; den gennemløbes af Suså.

I 1999 lå fosforbelastningen på 29 t hovedsageligt fra spildevand, mens kvælstofbelastningen på 1600 t overvejende skyldtes landbrug. Belastningen var nogenlunde som i 1998 og betydeligt højere end i 1996-97. Fosforbelastningen har vist et kraftigt faldende niveau siden 80-erne. Kvælstofbelastningen er nærmest uændret.

Ortofosfatkoncentrationen i søvandet var den laveste der hidtil er registreret. Den lå på et ganske lavt niveau fra april til september. Ellers afveg de fysiske og vandkemiske forhold i 1999 ikke nævneværdigt fra det gennemsnitlige for overvågningsperioden.

Planteplanktonbiomassen var som de foregående år høj på grund af masseforekomst af furealger i sensommeren. Blågrønalger, som dominerede i starten af overvågningen, er gået markant tilbage. Mængden af dyreplanktonet lå i 1999 lidt over middel og var som sædvanligt domineret af copepoder.

Ved fiskeyngelundersøgelse blev fanget yngel af 5 arter, men fangsten bestod hovedsageligt af skalle og aborre. Tætheden af yngel var som i 1998 relativt beskedent.

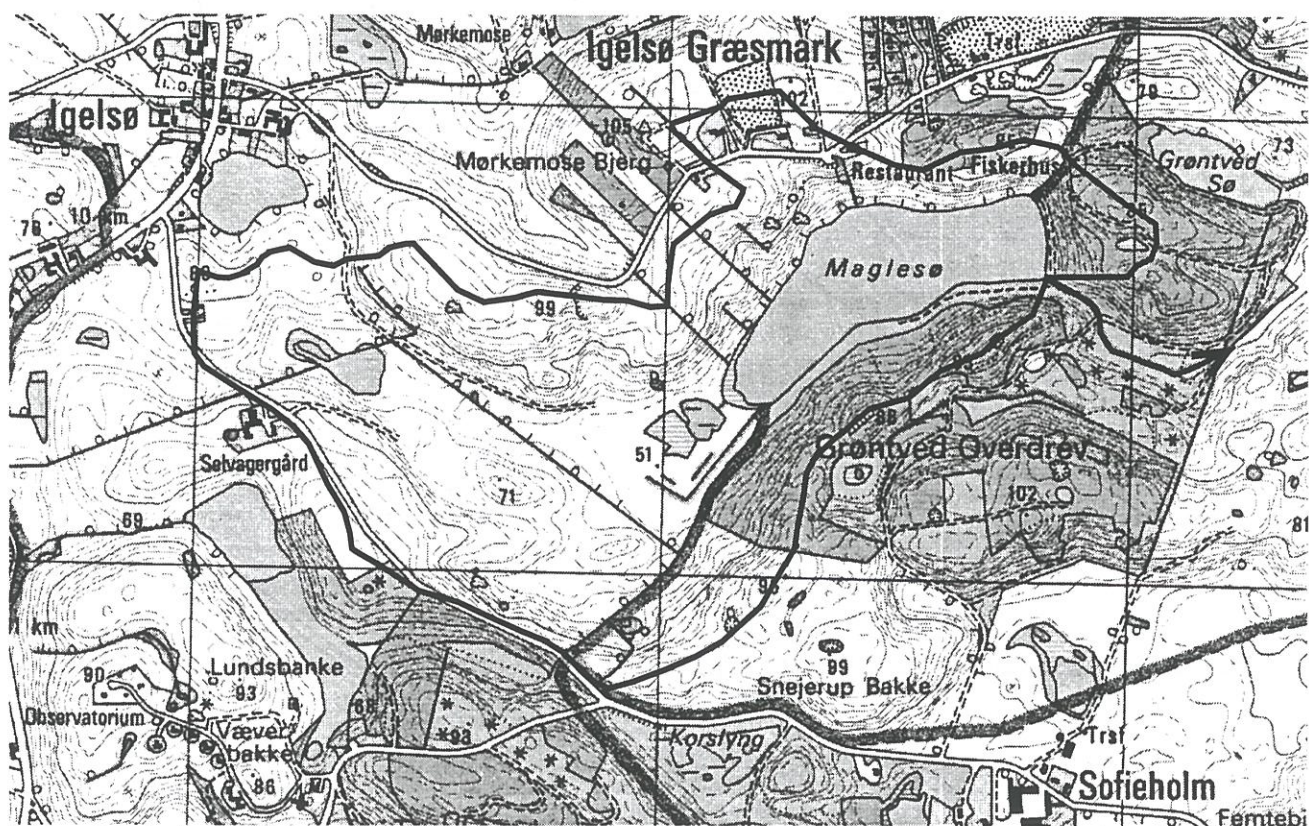
Sammenfattende må Tystrup Sø karakteriseres som stærkt eutrofieret, men med tydelige tegn på forbedring. Den er målsat som naturvidenskabeligt interesseområde og som "badevand". Målsætningen er ikke opfyldt. Der er derfor krav om yderligere nedbringelse af fosforbelastningen fra såvel renseanlæg som fra spredt bebyggelse i oplandet.

3 MAGLESØ

3.1 Beskrivelse af søen og oplandet.

Maglesø er en lille, forholdsvis lavvandet sø beliggende i det stærkt kuperede dødislandskab ved Brorfelde syd for Holbæk.

Søen er omgivet af bakker, der mod syd og øst er dækket af skov, mod nord og nordvest af spredte buske og småtræer. Ved den sydvestlige ende af søen er terrænet fladere, og den dal søen ligger i fortsætter her mod vest som græsningseng. Det samlede afstrømningsopland er kun på ca. 1 km², hvoraf ca. 16 % udgøres af skov; resten er landbrugsjord, hvoraf en del, især skrænterne i den nordlige del af oplandet, udnyttes ret intensivt.



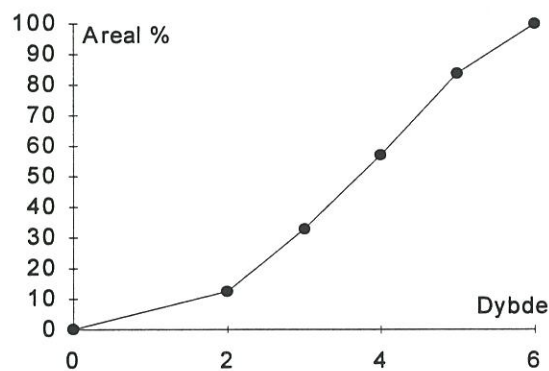
Figur 3.1.1. Oplandet til Maglesø og afløbet Truelsbæk, der ender i Tempelkrogen i bunden af Iseffjord.

Bortset fra et par korte grøfter gennem engen vest for søen er der ingen tilløb til Maglesø og den væsentligste vandtilførsel er grundvandstilstrømning. Afløbet til Truelsbæk, der udmunder i Iseffjord, har kun undtagelsesvis målelig vandføring, og er ofte helt udtørret. Søens samlede vandbalance er således overvejende styret af nedbør og fordampning samt udveksling med grundvandet.

Tabel 3.1.1 . Morfometriske data for Maglesø

Oplandsareal (til afløb)	1.21 km ²
heraf udyrket	0.32 km ²
Søareal	14.8 ha
Søvolumen	0.53 mio. m ³
Middeldybde	3.6 m
Max. dybde	6.0 m
Kystlængde	1.9 km

Bedømt ud fra de stejle skrænter, der på tre sider omgiver søen, kunne man forvente at vanddybden var stor. Det er imidlertid ikke tilfældet, idet stejlegheden kun fortsætter ud til et par meters dybde. Herefter er bunden relativt flad, med et jævnt fald ud mod den største dybde på ca. 6 meter. Bredzonen fra 0-2 m's dybde udgør derfor kun en beskedent del (12.5%) af søens samlede areal. Se fig. 3.1.2. Betingelserne for undervandsvegetation synes derfor begrænsede; men da denne er særdeles veludviklet helt ud til 5 m's dybde, dækker den alligevel ca. 80 % af søarealet.



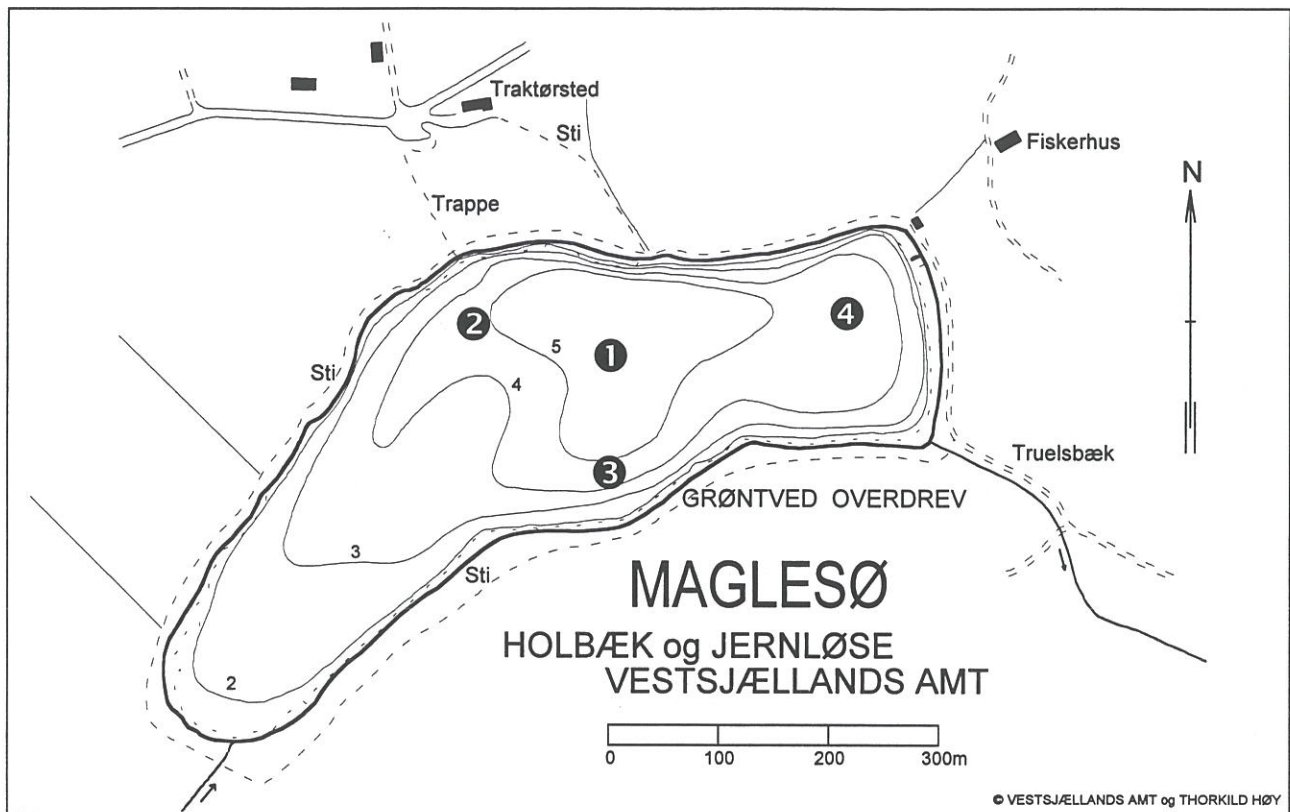
Figur 3.1.2 Hypsograf, der angiver den relative størrelse af de enkelte dybdeintervaller.

Næringsalttilførslen er meget beskedent og Maglesø er da også en af regionens reneste og mest klarvandede søer.

Undervandsvegetationen domineres af hornblad. Flydebladsvegetation er udbredt i søens vestlige del, mens rørskov kun forekommer som en smal bræmme søen rundt.

Planteplanktonet i Maglesø er meget artsrigt og domineret af rentvandsformer. Biomassen er lille med et gennemsnit under 1.5 mg/l. Zooplanktonmængden i søen er beskedent. Den er domineret af copepoder og udgøres overvejende af arter, der også forekommer i næringsrige søer.

Fiskebestanden er typisk for en ren sø med dominans af aborrer og subdominans af skaller. Gedder forekommer ret fåtalligt og fiskebestanden udgøres overvejende af små fisk, der udøver et relativt højt prædationstryk på zooplanktonet. Artsantallet er lille, og f.eks. mangler arter som hork og brasen.



Figur 3.1.3 Kort over Maglesø med angivelse af prøvetagningsstationer. 1: planteplankton og vandkemi. 2,3 og 4: zooplankton.

Maglesø og det omgivende landskab, som er yndede udflugtsmål, er fredet. Der bades i et vist omfang i søen, og på den nordlige bred er der på en kort strækning for enden af en trampesti fra bakketoppen dannet en lille strandbred uden bredvegetation. Søen er målsat som naturvidenskabeligt interesseområde især på grund af den rige vegetation og forekomst af mange arter af rentvandsorganismer. Målsætningen er opfyldt.

3.2 Belastning

Maglesø har et forholdsvis lille oplandsareal, 1.06 km², der overvejende består af dyrkede arealer, og en mindre andel skov. Der ledes ikke spildevand til søoplandet.

Søen har et lille tilløb, som passerer et sumpområde, før det udløber i søens vestlige del. Fra søens østlige ende har afløbet forbindelse med Truelsbæk. Afløbet er tørlagt en stor del af året.

Der foretages ikke stoftransportmåling på tilløbet til Maglesø. Stoffilførslen til Maglesø opgøres ved anvendelse af arealkoefficienter fra vandløbsstationen Tuse Å, Nybro.

Bidrag fra atmosfærisk nedfald og naturbidrag beregnes ved erfaringstal. Naturbidrag beregnes på baggrund af tilført vandmængde, der ganges med erfaringstal for stofkoncentration.

Bidrag fra landbrug beregnes som restprodukt af stoffilførslen, efter fradrag af de naturlige bidrag.

Vandføring i sø afløbet målt tidligere i forbindelse med søtilsyn på Maglesø, en eller to gange om måneden. På grund af afløbets sporadiske karakter giver beregning af afstrømning og stoffraførsel ikke brugbare resultater.

Tabel 3.2.1 Maglesø anslået belastning 1999

	Vandmgd. 1000 m ³	Total N Ton	Total P Kg
Total belastn.	273	2.556	23.51
Naturbidrag		0.427	15.47
Landbrug		1.907	6.54
Atm.depos.		0.222	1.5

Den beregnede kvælstofbelastning har gennem overvågningsperioden varieret mellem 4.8 og 0.5 t/år. Fosforbelastningen tilsvarene mellem ca. 45 og 8 kg/år. Variationen i stofbelastning over perioden overvågningsperioden er i al væsentlighed bestemt af nedbørsmængder og deraf følgende afstrømning fra de åbne arealer.

Der er ikke datagrundlag til opstilling af stofbalancer for Maglesø.

3.3 Fysiske og vandkemiske forhold i Maglesø

Der er i 1999 foretaget tilsyn 18 gange på Maglesø. Efter orkanen den 2 december var det ikke muligt at komme til Maglesø med bil og båd; ved tilsyn den 12 december blev vandprøve derfor udtaget fra en bådebro og der blev ikke lavet profilmåling. Resultaterne af feltmålingerne og de vandkemiske analyseresultater fremgår af bilagene 3 og 4. I tabel 3.3.1 er tidsvægtede årsgennemsnit og sommergennemsnit (1.5. til 30.9.) for 1999 sammenlignet med resultaterne fra de foregående overvågningsår (1986 og 1989-98).

Ilt- og temperatur

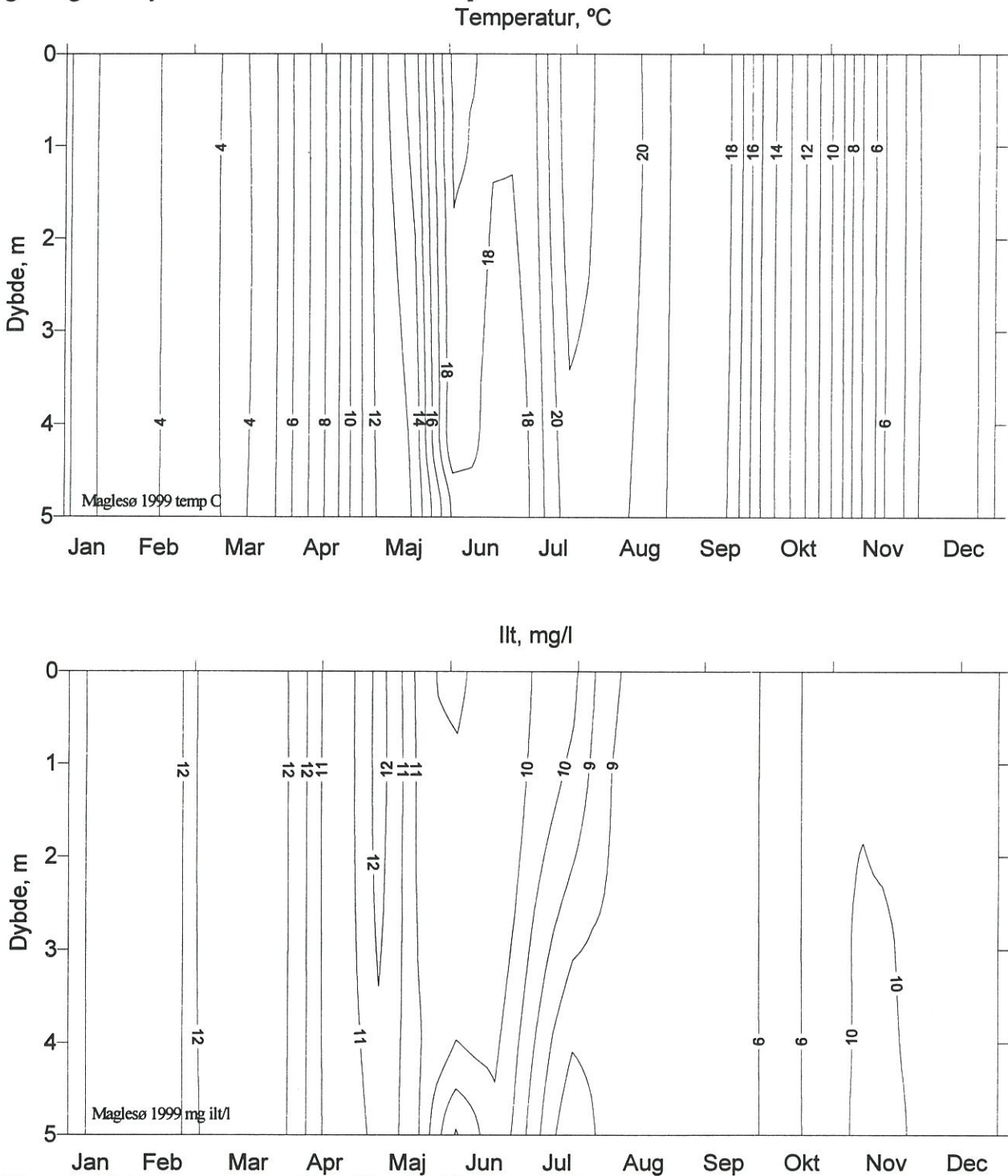
På grund af den beskedne vanddybde i Maglesø er der næsten samme temperatur fra overflade til bund det meste af året. Fra midt i maj til hen imod slutningen af august kan der optræde perioder med lagdeling af vandmassen sædvanligvis med nogle få graders temperaturforskel fra overflade til bund. I den forbindelse falder iltkoncentrationen, men egentlig iltmangel optræder sjældent og iltkoncentrationer på under 2 mg/l måles kun i søens dybeste afsnit på over 5 m's dybde.

I 1999 foregik opvarmningen af vandmassen jævnt over en ret lang periode, der opstod derfor ikke temperaturforskelle før hen i juni måned og da kun af ubetydelig størrelse. Først i juni målte en temperaturforskel mellem bund og overflade på 2.2 °C. I juli var der tendens til springlag med en temperaturforskel fra overflade til bund den 13. 7. på 6.4 °. Springlaget lå i 3-4 m's dybde og var ikke særligt markant. Temperaturen i overfladen i juli var godt 23 °C. I august opløstes springlaget og temperaturen var året ud den samme fra overflade til bund.

Iltforholdene var gode i hele vandmassen gennem det meste af 1999. I perioden med temperaturspringlag, faldt iltindholdet i bundvandet. I sidste halvdel af juli blev der målt iltindhold på kun 0.5 mg/l lige over bunden. Koncentrationen faldt til under to mg/l i ca. 4 m's dybde. Der var således egentlig iltmangel over % af søbunden svarende til 89 % søens volumen.

Lejlighedsvis blev der målt lidt lavere iltkoncentration i overfladen end dybere nede. Dette hænger formentlig sammen med den forholdsvis veludviklede undervandsvegetation helt ud til 5 m's dybde, som under gode lysforhold tegner sig for en væsentlig del af primærproduktionen og iltudskillelsen. I modsætning hertil er phytoplanktonet så tyndt, at det sjældent eller aldrig giver anledning til den forhøjelse af iltkoncentrationen nær overfladen, som er normalt forekommende i eutrofierede søer. Den rige vegetation er en væsentlig grund til at der sjældent eller aldrig opstår kritisk iltmangel selv i længere perioder med springlag. Den beskedne sedimentation og iltforbrugende nedbrydning ved bunden er også en medvirkende årsag.

Sammenfattende må iltforholdene i Maglesø betegnes som rimeligt gode hele året rundt og dermed gunstige for dyrelivet såvel i vandfasen som på bunden.



Figur 3.3.1 Temperatur- og iltprofiler fra Maglesø 1999.

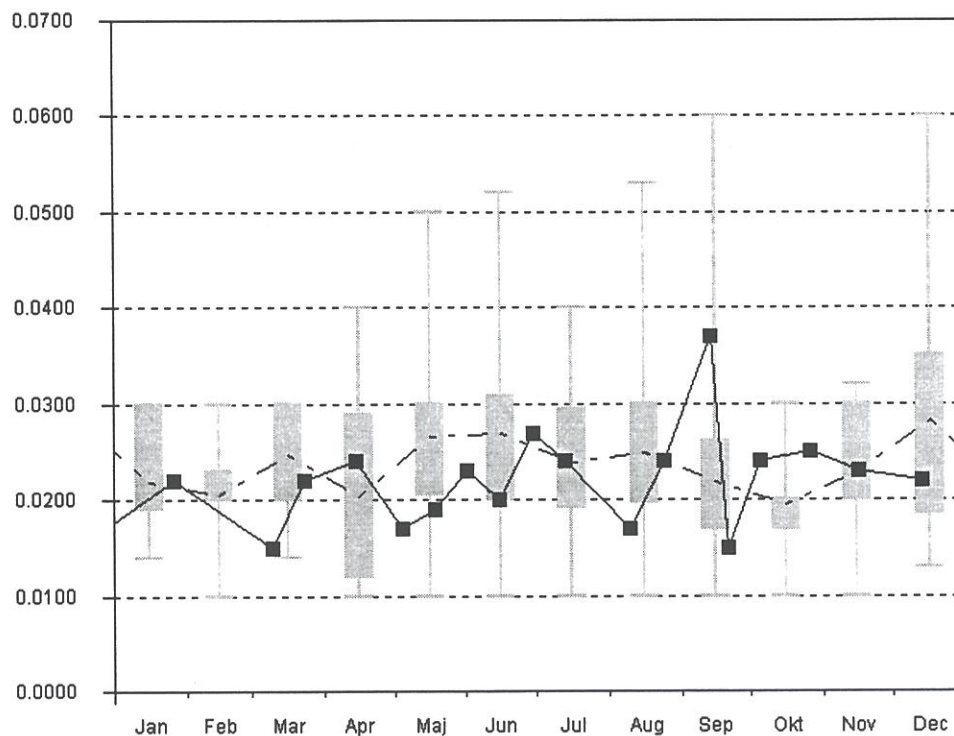
Vandkemi og sigtddybde

De vandkemiske forhold i Maglesø er meget stabile. De fleste af de målte parametre udviser kun ringe variation såvel over året som fra år til år. I overensstemmelse med det lille opland uden direkte tilløb til søen og den deraf følgende lave næringssaltbelastning er næringssaltkoncentrationerne i Maglesø lave.

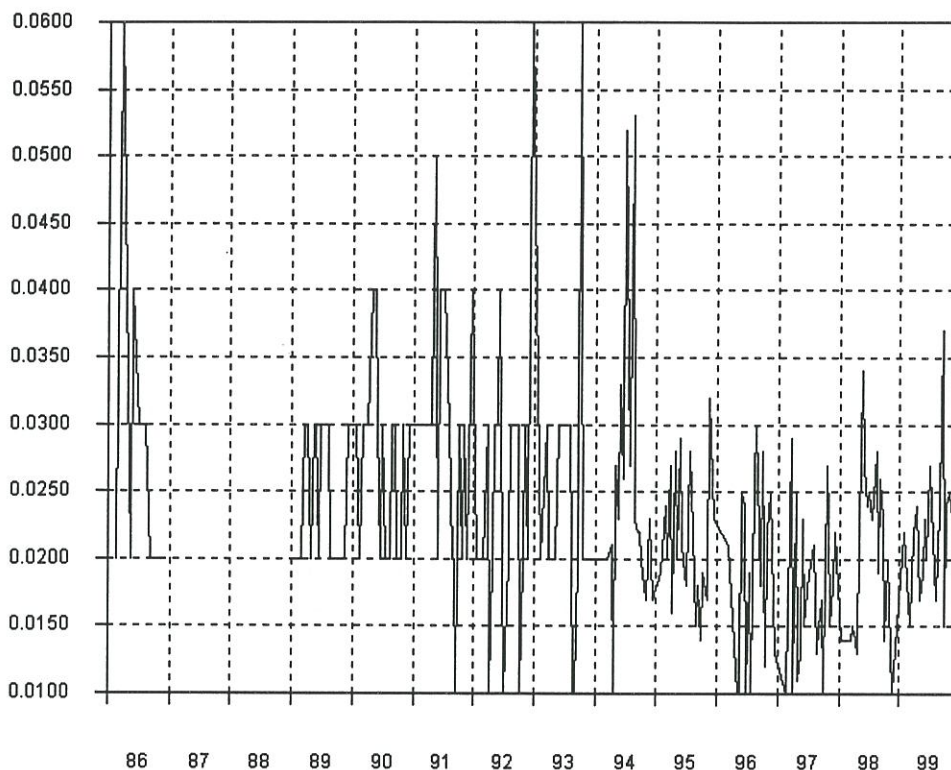
Års- og sommermiddelværdier af de målte parametre for hele overvågningsperioden fremgår af tabel 3.3.1.

Ortofosfatkoncentrationen ligger normalt under detektionsgrænsen. Da detektionsgrænsen er sænket et par gange i siden 1986, og da målinger under grænsen indgår med halvdelen af detektionsgrænsen ved beregning af tidsvægtede middelværdier giver dette et falsk indtryk af en faldende ortofosfatkoncentration over perioden. For de seneste år er ikke beregnet middelværdi da 9 ud af 10 målinger er under detektionsgrænsen på 4 µg/l.

Totalfosforkoncentrationen (fig. 3.3.2) varierede i 1999 ret tæt omkring middelkoncentrationskurven for den samlede overvågningsperiode. Års- og sommermiddelværdierne lå da også kun lidt under medianen for de øvrige år. Figur 3.3.3 viser variationen i totalfosforkoncentration siden 1986, den tilsyneladende faldende tendens skyldes primært den tiltagende målenøjagtighed gennem perioden.



Figur 3.3.2 Søvandskoncentrationen af total-fosfor (mg/l) i Maglesø 1999 sammenlignet med månedsmiddelværdier (stiplet) og kvartiler for øvrige overvågningsår (1986 og 1989-98).



Figur 3.3.3 Søvandskoncentrationen af total-fosfor (mg/l) i Maglesø 1986 og 1989-99.

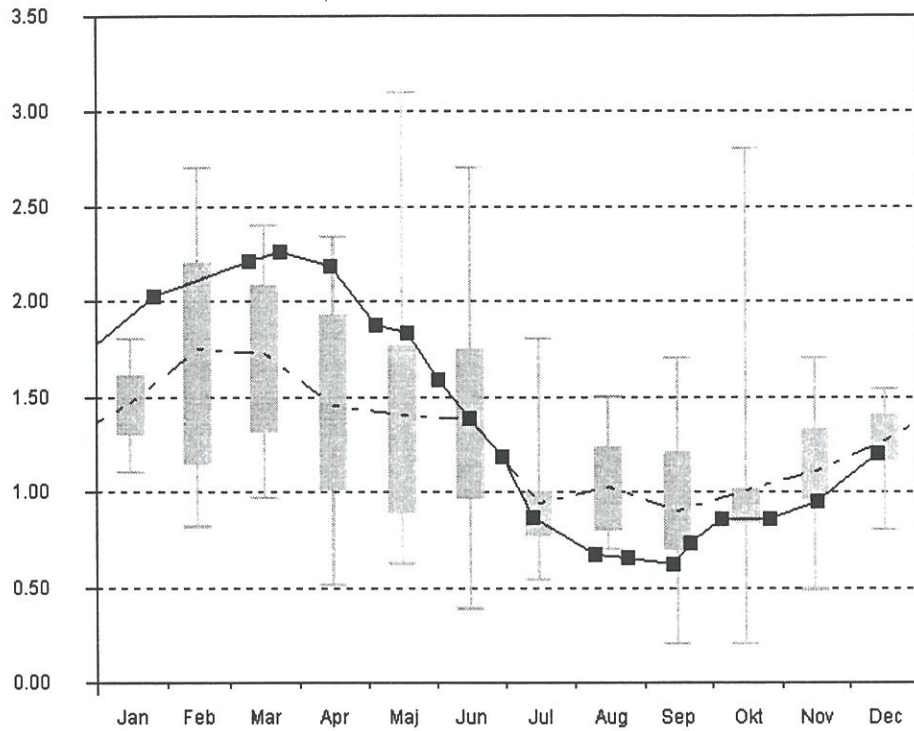
Kvælstofkoncentrationen (figur 3.3.3) lå i årets første halvdel noget over gennemsnittet mens det i den sidste halvdel lå lidt under. Variationen fulgte det samme ~-formede forløb som månedsmiddelværdierne men med større amplitude. Koncentrationen lå dog året igennem inden for min-max intervallet for den øvrige overvågningsperiode.

Nitrit/nitrat-koncentrationen (figur 3.3.4) fulgte generelt samme forløb i forhold til middelværdien som total-kvælstof kurven, men forskellen på 1999 og middelåret var i årets første halvdel større. Koncentrationen i marts 1999 var dobbelt så stor som middelværdien og markerede et maksimum for overvågningsperioden. Det høje niveau i nitrat/nitrit-koncentration som afspejler sig i total-n koncentrationen skyldes en forholdsvis stor forårsudvaskning.

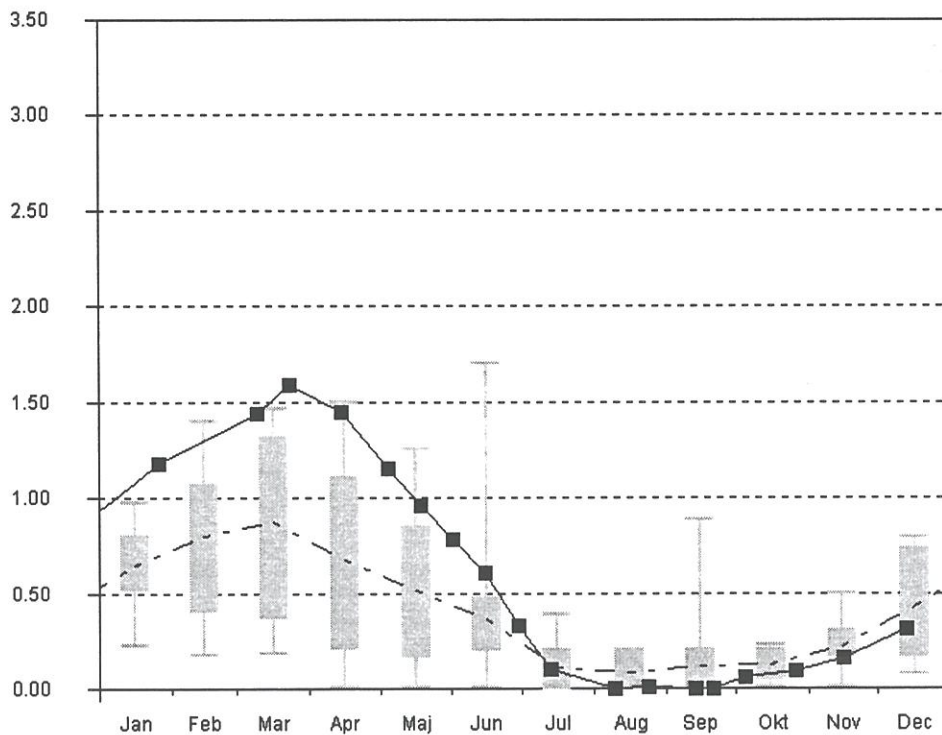
Et lignende højt kvælstofniveau, som i 1999, observeredes i 1998 (figur 3.3.6) i modsætning til de to foregående år, der udmærkede sig ved en minimums kvælstoftilførsel for overvågningsperioden. Set over hele perioden er der ikke sket nogen signifikant ændring af kvælstofniveauet i Maglesø .

Maglesø ligger på det i forhold til amtets øvrige overvågningsøer laveste kvælstofniveau.

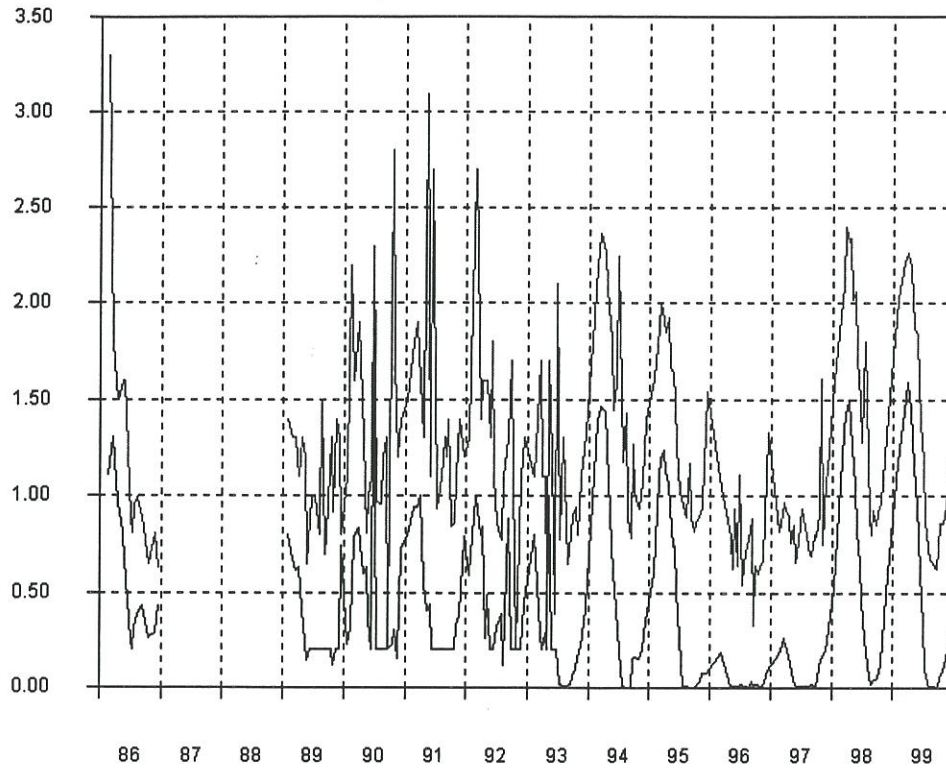
Som for kvælstof udviser heller ingen andre af de målte vandkemiske parametre nogen signifikant udviklingstendens gennem overvågningsperioden; hvilket er naturligt da søen kun i ringe grad er udsat for menneskelig aktivitet og derfor kun udviser klimatisk betingede svingninger.



Figur 3.3.4 Søvandskoncentrationen af total-kvælstof (mg/l) i Maglesø 1999 sammenlignet med månedsmiddelværdier (stiplet) og kvartiler for øvrige overvågningsår (1986 og 1989-98).



Figur 3.3.5 Søvandskoncentrationen af nitrat/nitrit-kvælstof (mg/l) i Maglesø 1999 sammenlignet med månedsmiddelværdier (stiplet) og kvartiler for øvrige overvågningsår (1986 og 1989-98).



Figur 3.3.6 Søvandskoncentrationen af total-kvælstof og nitrit/nitrat-kvælstof (mg/l) i Maglesø 1986 og 1989-99.

Sigtdybden lå i 1999 tæt ved middel bortset fra i maj-juni hvor der var en usædvanlig klarvandsperiode. Års- og sommermiddelværdierne lå ret tæt over medianen for perioden og var noget lavere end i 1998.

Parameter	Tds.vægt. middelvrđ.	1986 og 1989-1998			1999
		Min.	Median	Max.	
Sigtdybde meter	År	2.6	3.2	4.0	3.4
	Sommer	2.1	2.8	3.4	3.1
pH	År	8.1	8.3	8.4	8.2
	Sommer	8.2	8.3	8.5	8.3
Ammonium-N mg/l	År	0.025	0.037	0.056	0.072
	Sommer	0.010	0.019	0.037	0.022
Nitrit/nitrat-N mg/l	År	0.1	0.5	0.6	0.6
	Sommer	<0.1	0.3	0.4	0.3
Total-N mg/l	År	0.9	1.4	1.6	1.4
	Sommer	0.7	1.1	1.5	1.1
Orto-P µg/l	År	<4	<4	13	5
	Sommer	<4	<4	12	5
Total-P µg/l	År	16	25	32	22
	Sommer	17	26	31	23
Alkalinitet mmol/l	År	2.4	2.7	2.9	2.8
	Sommer	2.3	2.6	2.9	2.7
Chlorofyl-a µg/l	År	7	9	11	8
	Sommer	5	9	11	9
Silicium mg/l	År	0.7	1.2	2.1	1.3
	Sommer	0.5	0.8	1.9	0.8
Suspenderet stof mg/l	År	2.7	3.1	4.2	3.1
	Sommer	2.8	3.7	4.7	3.8
Glødetab af s.s. * mg/l	År	2.9	2.9	2.9	2.6
	Sommer	3.2	3.2	3.2	3.1
Total-Fe ** mg/l	År	0.017	0.023	0.029	0.030
	Sommer	0.013	0.019	0.022	0.024

Tablet 3.3.1 Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier af vandkemiske parametre og sigtdybde i Maglesø 1999 sammenlignet med værdierne for 1986 og 1989 - 1998. (* Glødetab af suspenderet stof er kun målt i 1998 og 1999. **Jern er målt siden 1993)

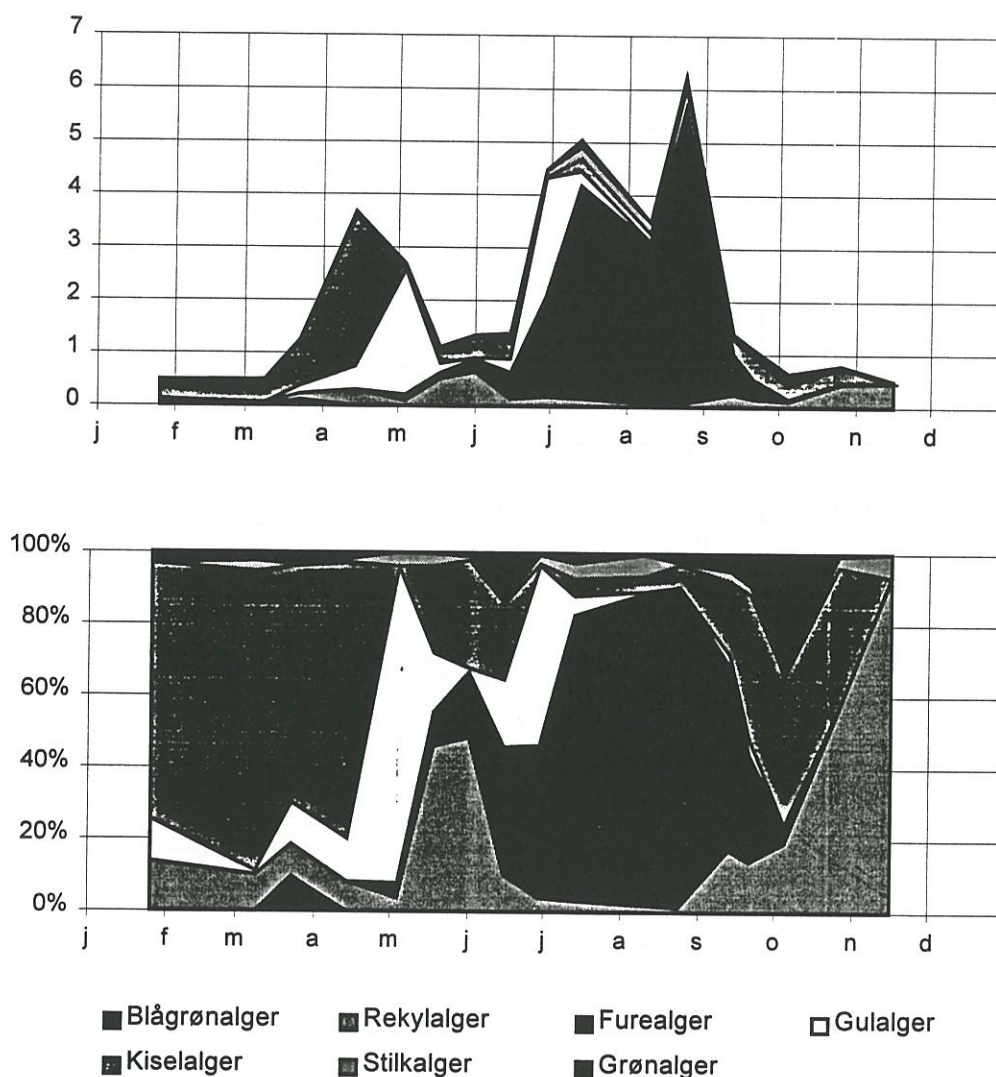
3.4 Plankton i Maglesø

I løbet af 1999 er indsamlet og undersøgt 17 plante- og dyreplanktonprøver, der er oparbejdet til artsliste, antal, biomasse (mm^3/l , mg våd vægt/l) samt kulstofbiomasse ($\mu\text{g C/l}$).

Planteplankton

Biomasse og årstidsvariation

Biomasse af de enkelte planteplanktongrupper og disses procentvise andele af den totale biomasse i løbet af året fremgår af figur 3.4.1. Dominerende og subdominerende arter fra de enkelte prøvetagningsdatoer ses af tabel 3.4.1.



Figur 3.4.1. Maglesø v. Brorfelde 1999. Planteplanktons volumenbiomasse (mm^3/l) og procentvise sammensætning på hovedgrupper. Blandingsprøver fra den fotiske zone).

Planteplanktons biomasse varierede mellem 0,48 mm³/l i januar og 6,2 mm³/l i august. Den gennemsnitlige biomasse fra sommerperioden (maj-september) var 3,0 mm³/l og fra marts-oktober 2,5 mm³/l.

Planteplankton maksima fandtes i april (3,7 mm³/l), først i maj (2,7 mm³/l), sidst i juni - midt i juli (4,5-5,1 mm³/l) og sidst i august (6,2 mm³/l).

Planteplankton minima fandtes i januar-marts (0,48-0,49 mm³/l) og oktober-november (0,50-0,79 mm³/l) samt som en klarvandsfase mellem forårs- og sommermaksima: Fra midt i maj – t.o.m. midt i juni (1,1-1,4 mm³/l).

I prøverne fra januar og begyndelsen af marts var biomassen meget lav (0,48-0,49 mm³/l). I slutningen af marts voksede den til 1,3 mm³/l. I hele perioden dominerede kiselalger (66-83%). Rekyalger udgjorde 9-14% og gualger 11-12%. I slutningen af marts udgjorde blågrønalger 10%.

I april steg biomassen til et forårsmaksimum på 3,7 mm³/l, der bestod af kiselalger (77%) og gualger (12%).

I begyndelsen af maj var der stadig biomassemaksimum (2,7 mm³/l) domineret af gualger (88%). I sidste halvdel af maj var biomassen faldet til 1,1 mm³/l. Den var nu domineret af rekyalger (46%) med kiselalger og gualger som subdominanter (24% og 16%).

I begyndelsen af juni var biomassen faldet til 1,3 mm³/l. Under denne klarvandsfase dominerede rekyalger (48%). Kiselalger udgjorde 30% og furealger 18%. Sidst i juni forsvandt kiselalgerne; men biomassen voksede til et maksimum på 4,5 mm³/l domineret af gualger (50%) og furealger (42%).

I juli-august optrådte de to største maksima på 5,0 mm³/l og 6,2 mm³/l. I juli - begyndelsen af september dominerede furealger (52-89%). I løbet af september faldt biomassen til 1,1 mm³/l samtidig med, at furealgerne biomasse gik drastisk tilbage.

I oktober-november var biomassen meget lav (0,50-0,79 mm³/l). Fra sidst i september til begyndelsen af oktober dominerede kiselalger (41-42%) og fra sidst i oktober t.o.m. november dominerede rekyalger (56-93%). Grønalger var subdominerende i begyndelsen af oktober (34%).

Artssammensætning

I 1999 blev i alt fundet 82 arter/slæg-ter/identifikationsgrupper, hvoraf 33 er kvantitativt opgjort. Af de fundne arter er de 30 karakteristiske for næringsrige søer (12 blågrønalger, 2 centrale kiselalger, 14 chlorococcale grønalger og 2 øjealger). Der blev fundet 37 arter, hvis hovedudbredelse er renere danske søer (9 furealger, 17 gualger, 5 pennate kiselalger og 6 koblingsalger).

Blågrønalgerne gennemsnitlige biomasse var 0,009 mm³/l = 0,4% af den totale biomasse fra marts-oktober. Blågrønalger havde et biomassemaksimum på 0,12 mm³/l i slutningen af marts, hvor de udgjorde 10% af den totale biomasse. Resten af året var de uden kvantitativ betydning.

MAGLESØ v. BRORFELDE 1999					
Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
Dato:	Total biomasse mm ³ /l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter	Andel af biomasse %
26-jan	0,48	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	45	Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	27
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	14
09-mar	0,49	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	80	<i>Rhodomonas lacustris</i>	9
23-mar	1,25	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	60	<i>Aphanizomenon klebahnii</i>	10
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	5
				<i>Dinobryon sociale</i>	5
				<i>Uroglena</i> spp.	5
14-apr	3,67	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	51	<i>Synedra acus</i> v. <i>radians</i>	13
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	13
				<i>Dinobryon sociale</i>	6
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	5
04-maj	2,70	<i>Dinobryon bavaricum</i>	38	<i>Dinobryon crenulatum</i>	26
				<i>Dinobryon sociale</i>	19
				<i>Uroglena</i> spp.	5
18-maj	1,13	<i>Cryptomonas</i> spp. (>30 µm)	24	Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	19
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	10
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	10
				<i>Uroglena</i> spp.	8
				<i>Dinobryon bavaricum</i>	7
01-jun	1,34	Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	25	<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	19
				<i>Cryptomonas</i> spp. (>30 µm)	16
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	13
				<i>Peridinium volzii</i>	8
				<i>Ceratium hirundinella</i>	8
15-jun	1,38	<i>Peridinium volzii</i>	36	Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	21
				<i>Uroglena</i> spp.	19
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	8
				<i>Oocystis</i> spp. (5-10 µm)	8
29-jun	4,47	<i>Uroglena</i> spp.	47	<i>Peridinium volzii</i>	38
				<i>Peridinium inconspicuum</i>	5
13-jul	5,05	<i>Peridinium volzii</i>	45	<i>Peridinium inconspicuum</i>	35
				<i>Chrysochromulina parva</i>	4
10-aug	3,50	<i>Peridinium volzii</i>	69	<i>Peridinium inconspicuum</i>	18
24-aug	6,24	<i>Peridinium volzii</i>	75	<i>Peridinium inconspicuum</i>	15
13-sep	1,39	<i>Peridinium volzii</i>	25	<i>Peridinium inconspicuum</i>	21
				Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	12
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	10
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	9
				<i>Ceratium hirundinella</i>	6
				<i>Katablepharis ovalis</i>	5
21-sep	1,10	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	24	<i>Peridinium volzii</i>	17
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	17
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	9
				<i>Peridinium inconspicuum</i>	6
				<i>Tetrastrum komarekii</i>	5
				<i>Dinobryon bavaricum</i>	4
				<i>Ceratium hirundinella</i> (cyster)	4
05-okt	0,63	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	32	<i>Tetrastrum komarekii</i>	24
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	14
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	10
				<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	8
26-okt	0,79	<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	32	<i>Asterionella formosa</i>	28
				<i>Cryptomonas</i> spp. (>30 µm)	13
				Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	12
16-nov	0,50	<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	45	<i>Rhodomonas lacustris</i>	17
				<i>Cryptomonas</i> spp. (>30 µm)	17
				<i>Cryptomonas</i> spp. (15-20 µm)	9

Gsn	2,50	<i>Peridinium volzii</i>	36	Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	13
01-mar				<i>Peridinium inconspicuum</i>	12
31-okt				<i>Uroglena</i> spp.	7
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	5
				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	4
				<i>Dinobryon bavaricum</i>	4
Gsn	3,03	<i>Peridinium volzii</i>	47	<i>Peridinium inconspicuum</i>	16
01-maj				<i>Uroglena</i> spp.	8
30-sep				<i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	4
				Centriske kiselalger spp. (<10 µm)	4
				Centriske kiselalger spp. (10-30 µm)	4
				<i>Dinobryon bavaricum</i>	3
				<i>Chrysochromulina parva</i>	3

Tabel 3.4.1. Maglesø v. Brorfelde 1999. Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 12 arter af blågrønalger, hvoraf de fleste i juni-september. Den kvælstoffixerende trådformede *Aphanizomenon klebahnii* var den eneste, der var kvantitativt vigtig. Den udgjorde hele blågrønalgemaksimum i slutningen af marts.

Rekylalgerne gennemsnitlige biomasse var 0,21 mm³/l = 9% af den totale biomasse fra marts-oktober og 0,22 mm³/l = 7% af den totale biomasse fra maj-september. Rekylalger havde to biomassemaksima, 0,65 mm³/l i juni og 0,47 mm³/l i november, hvor de udgjorde henholdsvis 48% og 93% af den totale biomasse.

Rekylalger blev fundet i samtlige prøver, i alt 6 arter, hvoraf *Cryptomonas* spp. (20-30 µm) og *Cryptomonas* spp. (>30 µm) var de kvantitativt vigtigste. Begge havde maksimum samtidig, i begyndelsen af juni, hvor de sammen udgjorde 35% af den totale biomasse, og i den sidste oktoberprøve og novemberprøven, hvor de tilsammen udgjorde 45-62% af den totale biomasse.

Furealgerne gennemsnitlige biomasse var 1,2 mm³/l = 49% af den totale biomasse fra marts-oktober og 2,0 mm³/l = 64% af den totale biomasse fra maj-september. Furealger havde to biomassemaksima på 4,0-5,6 mm³/l i juli-august, hvor de udgjorde 80-89% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 9 arter af furealger spredt over perioden marts-oktober. *Peridinium volzii* var søens dominerende planteplanktonart, der udgjorde 36% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og 47% fra maj-september. *P. inconspicuum* var den subdominerende art i maj-september, hvor den udgjorde 16% af biomassen. *P. willei* fandtes i april-juni, *Peridiniopsis polonicum* i juni-august og den farveløse *Diplopsalis acuta* (forsidebilledet) i september.

Gulalgerne gennemsnitlige biomasse var 0,40 mm³/l = 16% af den totale biomasse fra marts-oktober og 0,45 mm³/l = 15% af den totale biomasse fra maj-september. Gulalger havde to biomassemaksima på 2,2 mm³/l i begyndelsen af maj og 2,4 mm³/l sidst i juni, hvor de udgjorde 50-88% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 17 arter af gulalger, de fleste i marts-maj og fra sidst i juni – t.o.m. september. *Dinobryon bavaricum* og *Uroglena* spp. var de kvantitativt vigtigste. *D. bavaricum* udgjorde 38% af det første gulalgemaksimum og *Uroglena* spp. 47% af det andet.

Af andre kvantitativt vigtige gulalger fandtes *Mallomonas akrokomos* i januar, *D. crenulatum* i marts-maj og fra sidst i juni – t.o.m. august, *D. sociale* i marts-maj og fra sidst i juni – t.o.m. juli.

Kiselalgernes gennemsnitlige biomasse var $0,53 \text{ mm}^3/\text{l} = 21\%$ af den totale biomasse fra marts-oktober og $0,25 \text{ mm}^3/\text{l} = 8\%$ af den totale biomasse fra maj-september. Kiselalger havde ét biomassemaximum på $2,8 \text{ mm}^3/\text{l}$ i april, hvor de udgjorde 77% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 2 centriske og 5 pennate kiselalgearter. Centriske kiselalger spp. ($<10 \text{ } \mu\text{m}$) og Centriske kiselalger spp. ($10\text{-}15 \text{ } \mu\text{m}$) var de kvantitativt vigtigste og fandtes i næsten alle prøver. Disse to størrelsesgrupper dækker bl.a. over arterne *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* spp. og *Stephanodiscus dubius*. De udgjorde til sammen 64% af forårsmaksimum i april og 42% af den totale biomasse i begyndelsen af oktober.

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

Stilkalgernes gennemsnitlige biomasse var $0,06 \text{ mm}^3/\text{l} = 3\%$ af den totale biomasse fra marts-oktober og $0,09 \text{ mm}^3/\text{l} = 3\%$ af den totale biomasse fra maj-september. Stikalger havde to biomassemaxima på $0,10\text{-}0,22 \text{ mm}^3/\text{l}$ i maj og juli-august, hvor de udgjorde 4-6% af den totale biomasse.

Der blev kun fundet arten *Chrysochromulina parva*. Den optrådte i samtlige prøver.

Grønalger

Grønalgernes gennemsnitlige biomasse var $0,07 \text{ mm}^3/\text{l} = 3\%$ af den totale biomasse fra både marts-oktober og maj-september. Grønalger havde to biomassemaxima på hhv. $0,19 \text{ mm}^3/\text{l}$ i juni og $0,22 \text{ mm}^3/\text{l}$ i oktober, hvor de udgjorde hhv. 13% og 34% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 26 arter af grønalg, flest i sommerperioden. I grønalgemaksimum fra juni var *Oocystis* spp. ($5\text{-}10 \text{ } \mu\text{m}$) og "*Sphaerocystis schroeteri*" de dominerende arter, der tilsammen udgjorde 11% af den totale biomasse. I oktobermaksimum var *Tetrastrum komarekii* den kvantitativt vigtigste art, der udgjorde 24% af den totale biomasse.

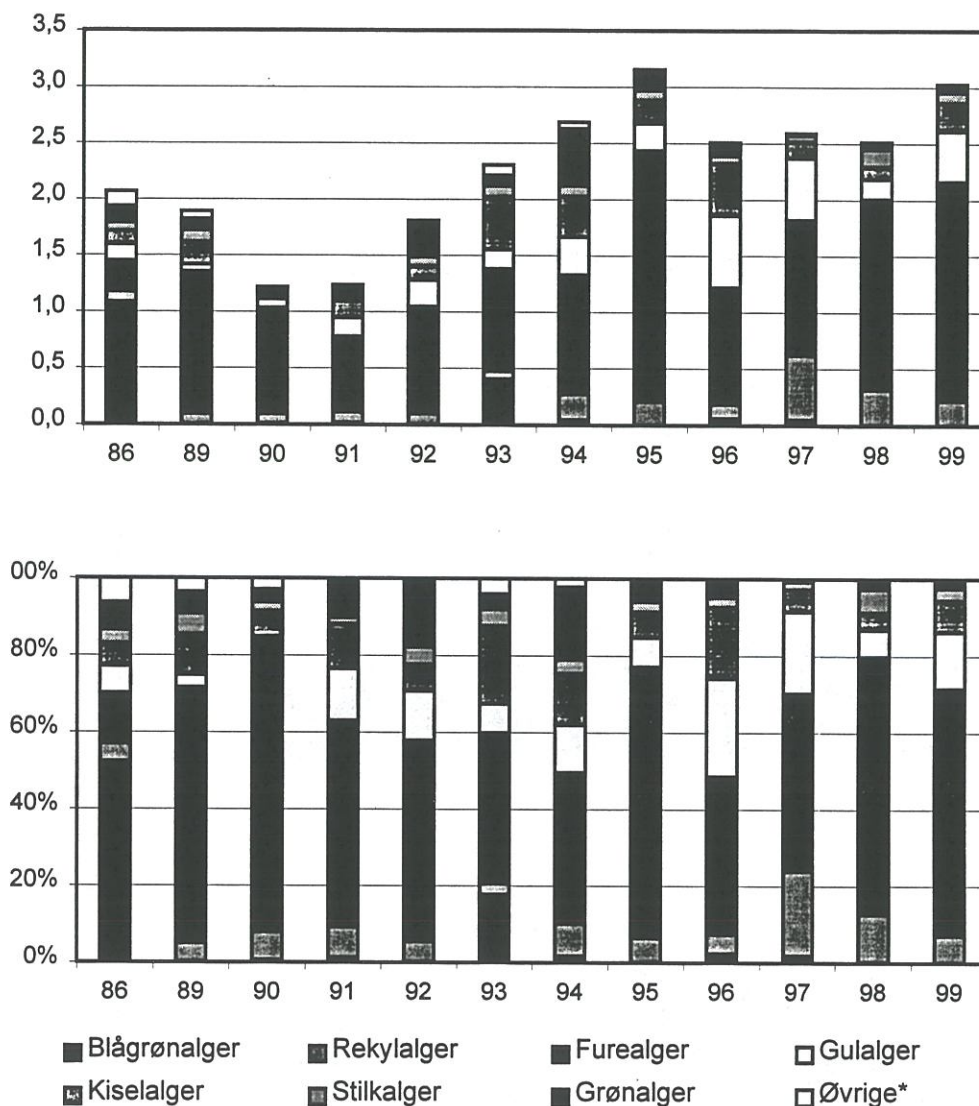
Af andre kvantitativt vigtige grønalg fandtes *Chlorella/Dictyosphaerium subsolitarium* i januar-april, *Nephrocytium agardhianum* i maj-november og *Ankyra lanceolata* i maj-juni og oktober.

Sammenligning med tidligere år

Figur 3.4.2 viser planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning som tidsvægtet gennemsnit fra sommerperioden (maj-september).

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse fra maj-september faldt i perioden 1986 til 1989 fra $2,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ til $1,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ og dernæst til $1,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ i 1990-91. Men derefter steg den gennemsnitlige biomasse indtil 1995, hvor den var $3,2 \text{ mm}^3/\text{l}$. I 1996-98 var den $2,2\text{-}2,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ og i 1999 steg den atter til $3,0 \text{ mm}^3/\text{l}$. Alt i alt ser det ud som en stigende planteplanktonbiomasse i Maglesø igennem 1990-erne.

Mixotrofe flagellater (furealger, gulalger, rekylalger og stilkalger) har alle år været af stor betydning i søen, givetvis som en følge af lav fosforkoncentration og høj koncentration af bakterier og organisk stof fra hændende bundvegetation.



Figur 3.4.2. Maglesø v. Brorfelde. Planteplankton volumenbiomasse (mm³/l) og procentvis sammensætning. Tidsvægtede sommergennemsnit (maj-september) fra 1986 og 1989-99.

I 1986 domineredes sommerbiomassen imidlertid af kolonidannende blågrønalger (52%), hvoraf de vigtigste arter var de kolonidannende *Snowella litoralis* og *Aphanothece minu-tissima*.

I 1989-99 domineredes sommerbiomassen af furealger (41-76%). *Peridinium volzii*, *Ceratium hirundinella* og *Peridinium cf. inconspicuum* var de vigtigste arter.

I 1991-92 og 1994-97 og 1999 var gulalger subdominerende i sommerbiomassen (8-25%). De vigtigste gulalgearter var *Uroglena* spp. og *Dinobryon* spp.

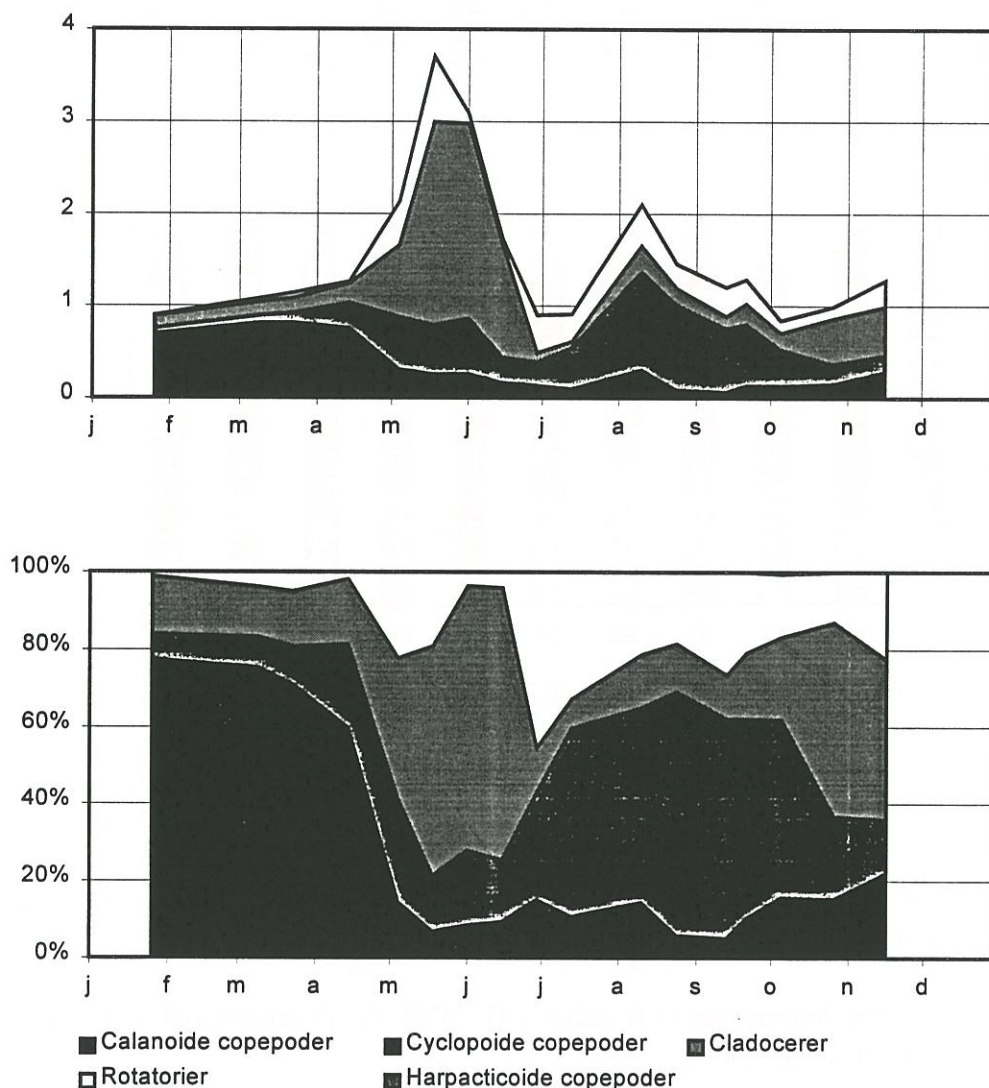
Fordeling af planteplanktons biomasse på størrelses-grupper har varieret noget i årenes løb; men mellemstore arter (20-50 μm) har domineret de fleste år. I 1991-93 og 1995-99 udgjorde de 39-71%. I 1994 og 1997 dominerede små arter $<20 \mu\text{m}$, der udgjorde 40% og 46%.

3. DYREPLANKTON

Biomasse og årstidsvariation

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og deres procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 3.4.3 .

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse var 1,6 mg/l i perioden marts-oktober og 1,8 mg/l i perioden maj-september.



Figur 3.4.3.. Maglesø v. Brorfelde 1999. Dyreplanktonbiomasse (mg vådvægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Fra januar til april lå den totale dyreplanktonbiomasse på et nogenlunde ensartet niveau. Den steg i denne periode fra 0,9 mg/l til 1,3 mg/l. Calanoide copepoder var den dominerende dyregruppe. Forholdet mellem de øvrige dyregrupper var fra januar til april nogenlunde konstant. I løbet af maj steg cladocers biomasse kraftigt, hvilket førte til maksimum af dyreplanktons biomasse (3,7 mg/l). Frem til midten af juni dominerede cladocerer, men deres biomasse faldt og den totale dyreplanktonbiomasse var her 1,7 mg/l.

I slutningen af juni var dyreplanktons biomasse faldet yderligere til 0,9 mg/l, men midt i august steg den igen til 2,1 mg/l, der var årets andet maksimum. Fra slutningen af august til begyndelsen af oktober reduceredes biomassen gradvist til 0,85 mg/l. Fra slutningen af juni til begyndelsen af oktober var cyclopoide copepoder den dominerende dyregruppe. I slutningen af oktober og midt i november overtog cladocerer dominansen, og den samlede dyreplanktonbiomasse var da 0,9-1,3 mg/l.

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 40 arter/slægter af rotatorier, cladocerer og copepoder i Maglesø 1999. Dominerende og sub-dominerende arter/slægter på de enkelte prøvetagningsdatoer fremgår af tabel 3.4.2.

Rotatoriers gennemsnitlige biomasse var 0,25 mg/l i marts-oktober og 0,33 mg/l i maj-september. Biomassen varierede mellem 0,01 mg/l i januar og 0,71 mg/l midt i maj.

Rotatorier havde relativt stor betydning for dyreplanktonbiomassen i det meste af prøvetagningsperioden. Deres gennemsnitlige andel var 16% i marts-oktober og 19% i maj-september. I maj og fra slutningen af juni til november varierede deres andel mellem 13% og 45%. I januar-april og primo/medio juni udgjorde de 1-5%.

Der blev fundet 23 arter af rotatorier, hvoraf *Asplanchna priodonta* gennemsnitligt var den dominerende. Den fandtes i marts, maj og fra juli til november og dominerede blandt rotatorier midt i maj og i august-september. *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* var næstvigtigst og fandtes i hele prøvetagningsperioden. *A. priodonta* hørte til det totale dyreplanktons subdominerende arter i maj og i august-september, og november *P. vulgaris/dolichoptera* i slutningen af juni, i juli og i oktober. Andre vigtige arter var: *Keratella cochlearis*, der fandtes i hele prøvetagningsperioden, *Gastropus stylifer* (maj-november) samt *Synchaete* spp., små individer (april-juli).

Den gennemsnitlige cladocerbiomasse var 0,52 mg/l i marts-oktober og 0,67 mg/l i maj-september. Biomassen varierede mellem 0,069 mg/l i juli og 2,2 mg/l midt i maj.

Cladocernes gennemsnitlige andel var 34% i marts-oktober og 37% i maj-september. Cladocerer dominerede under dyreplanktonmaksimum midt i maj/begyndelsen af juni og derudover midt i juni og sidst i oktober og november (42-71%). I begyndelsen af maj udgjorde de 37% af dyreplanktonbiomassen. I januar-april og fra slutningen af juni til begyndelsen af oktober var deres andel 8-21%.

MAGLESØ v. BRORFELDE 1999					
Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total bio- masse mg/l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter/grupper	Andel af biomasse %
26-jan	0,90	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	65	<i>Daphnia cucullata</i>	8
09-mar	1,1	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	56	Calanoide nauplier	15
23-mar	1,1	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	57	Calanoide copepoditer	9
				<i>Daphnia cucullata</i>	8
14-apr	1,3	Calanoide copepoditer	32	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	24
				<i>Bosmina longirostris</i>	13
				Calanoide copepoditer	8
04-maj	2,1	<i>Bosmina longirostris</i>	31	Cyclopoide nauplier	19
				<i>Synchaeta</i> spp.	9
				Calanoide copepoditer	8
18-maj	3,7	<i>Bosmina longirostris</i>	45	<i>Asplanchna priodonta</i>	16
				<i>Bosmina coregoni</i>	9
				Cyclopoide nauplier	7
01-jun	3,1	<i>Daphnia cucullata</i>	64	Meso-/Thermocyclops copepoditer	11
15-jun	1,7	<i>Daphnia cucullata</i>	66	Cyclopoide nauplier	7
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	7
29-jun	0,90	Cyclopoide nauplier	17	<i>Gastropus stylifer</i>	11
		<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	17	<i>Synchaeta</i> spp.	11
				<i>Daphnia cucullata</i>	10
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	10
				Calanoide nauplier	10
13-jul	0,91	Cyclopoide nauplier	37	<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	12
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	11
				Calanoide nauplier	7
10-aug	2,1	Calanoide nauplier	40	<i>Asplanchna priodonta</i>	17
				<i>Bosmina coregoni</i>	8
				Calanoide copepoditer	7
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	6
24-aug	1,5	Cyclopoide nauplier	40	Meso-/Thermocyclops copepoditer	21
				<i>Asplanchna priodonta</i>	8
				<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	6
13-sep	1,2	Meso-/Thermocyclops copepoditer	28	Cyclopoide nauplier	26
				<i>Asplanchna priodonta</i>	21
21-sep	1,3	Meso-/Thermocyclops copepoditer	33	Cyclopoide nauplier	15
				<i>Asplanchna priodonta</i>	13
05-okt	0,85	Meso-/Thermocyclops copepoditer	34	<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	13
				<i>Bosmina coregoni</i>	12
				Calanoide copepoditer	11
26-okt	0,99	<i>Bosmina coregoni</i>	26	Meso-/Thermocyclops copepoditer	18
				Calanoide copepoditer	12
				<i>Polyarthra vulgaris/dolichoptera</i>	10
16-nov	1,3	<i>Bosmina coregoni</i>	30	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	17
				<i>Asplanchna priodonta</i>	14
				<i>Daphnia cucullata</i>	9
Gsn. 01-mar - 31-okt	1,6	Cyclopoide nauplier	16	<i>Daphnia cucullata</i>	15
				<i>Bosmina longirostris</i>	11
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	10
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	10
Gsn. 01-maj - 30-sep	1,8	Cyclopoide nauplier	20	<i>Daphnia cucullata</i>	19
				<i>Bosmina longirostris</i>	11
				Meso-/Thermocyclops copepoditer	10
				<i>Asplanchna priodonta</i>	9

Tabel 3.4. 2. Maglesø v. Brorfelde 1999. Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse.

Af cladocerer blev der fundet 12 arter. Gennemsnitligt var *Daphnia cucullata* den vigtigste art. Den fandtes i hele prøvetagningsperioden og dominerede den samlede dyreplanktonbiomasse først og midt i juni. Derudover dominerede den blandt cladocerer i januar, sidst i marts, sidst i juni og i juli. De næstvigtigste arter var *Bosmina longirostris* og *Bosmina coregoni*. *B. longirostris* var vigtigst om foråret og dominerede dyreplanktonbiomassen i maj, *B. coregoni* optrådte hyppigst i august-november og dominerede dyreplanktonbiomassen sidst i oktober og i november.

Copepodernes gennemsnitlige biomasse var 0,79 mg/l i både marts-oktober og maj-september. På de enkelte datoer varierede biomassen mellem 0,36 mg sidst i oktober og 1,4 mg/l i begyndelsen af august.

Copepodernes andel af den gennemsnitlige biomasse var 51% i marts-oktober og 44% i maj-september. De dominerede dyreplanktonbiomassen fra januar til begyndelsen af maj samt fra slutningen af juni til begyndelsen af oktober. Blandt copepoder dominerede de calanoide fra januar til april og i november, de cyclopoide fra maj til oktober.

Der blev fundet 5 arter af copepoder, heraf 1 calanoid, 3 cyclopoide og 1 harpacticoid. Gennemsnitligt dominerede cyclopoide nauplier, som blev fundet i hele prøvetagningsperioden. De havde størst betydning fra maj til august og dominerede dyreplanktonbiomassen fra slutningen af juni til august. Næstvigtigst var *Meso-/Thermocyclops* copepoditer, som blev fundet fra marts til november og var dominerende blandt dyreplankton i september og oktober, og subdominerende fra juni til august. Voksne *Eudiaptomus graciloides* dominerede dyreplanktonbiomassen fra januar til marts.

Harpacticoider var uden betydning for dyreplanktonbiomassen.

Dyreplanktons fødeoptagelse

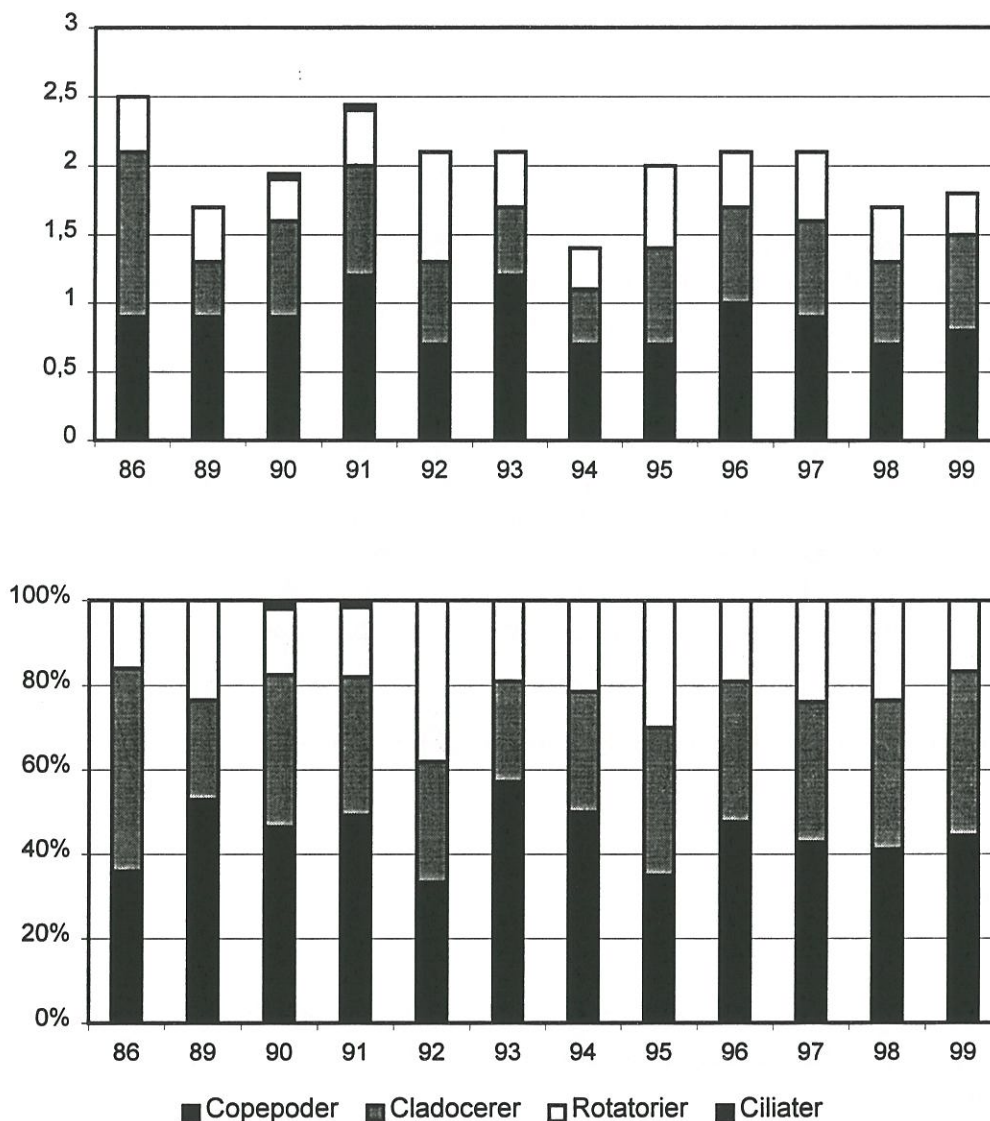
Den potentielle fødeoptagelse varierede mellem 26 $\mu\text{g C/l/d}$ i januar og 140 $\mu\text{g C/l/d}$ midt i maj og i begyndelsen af juni. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 59 $\mu\text{g C/l/d}$ i marts-oktober og 69 $\mu\text{g C/l/d}$ i maj-september.

Cladocerer dominerede den gennemsnitlige, samlede fødeoptagelse. Deres andel var 44% i marts-oktober og 48% i maj-september. Copepoders andel var henholdsvis 32% og 27%, rotatorier stod for 24-25%.

Copepoder dominerede fra januar til april, hvor de calanoide var vigtigst, og i august og september, hvor de cyclopoide spillede den største rolle. Cladocerer dominerede fødeoptagelsen fra maj til midten af juni og fra slutningen af oktober og i november. Rotatorier havde generelt stor betydning fra slutningen af juni til november og i begyndelsen af maj. De dominerede den totale fødeoptagelse sidst i juni, i juli og i begyndelsen af oktober.

Sammenligning med tidligere år

Dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i sommerperioden (maj-september) for årene 1986 og 1989-99 ses af figur 3.4.4.



Figur 3.4.4. Maglesø v. Brorfelde 1999. Dyreplanktonbiomasse (mg/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper 1986 og 1989-99.

Den samlede, gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse lå på nogenlunde samme niveau i alle årene. I 1986 var biomassen 2,5 mg/l, hvorefter der skete et fald i 1989 og 1990 til henholdsvis 1,7 mg/l og 1,9 mg/l. I 1991 steg biomassen igen til 2,5 mg/l. Fra 1992 til 1997 lå biomassen stabilt omkring 2,0 mg/l, bortset fra 1994, hvor biomassen var 1,5 mg/l. I 1998 og 1999 faldt biomassen til henholdsvis 1,7 mg/l og 1,8 mg/l.

Copepoder dominerede dyreplanktonbiomassen de fleste år (42-59%), undtaget var 1986, hvor cladocerer dominerede (48%) og 1992, hvor rotatorier dominerede med 38%. I 1995 udgjorde både

cladocerer og copepoder 35% af dyreplanktonbiomassen. I perioderne 1986, 1989-91 og 1993-1999 var rotatoriers andel 15-30%. I 1989-1994 og i 1996-1999 udgjorde cladocerer 23-37% af dyreplanktonbiomassen.

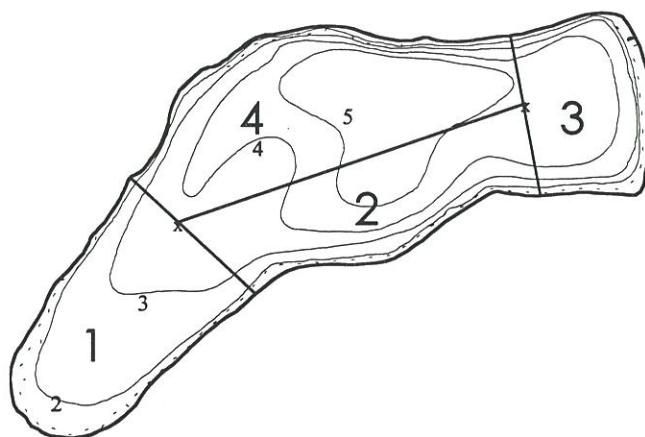
Sammensætningen af de dominerende arter var næsten den samme i hele perioden. Rotatorier var domineret af *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta* og/eller *Polyarthra vulgaris/dolichoptera*. *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni* og/eller *Daphnia cucullata* dominerede cladocerer. *Eudiaptomus graciloides*, *Meso-/Thermocyclops* copepoditer og øvrige cyclopoide nauplier og copepoditer dominerede copepodernes biomasse.

3.5 Bund- og flydebladsvegetation i Maglesø

Undersøgelse af undervandsvegetationen udføres årligt som områdeundersøgelse efter retningslinjerne i metodebeskrivelsen "Vegetationsundersøgelser i søer" 1996 fra DMU.

Feltundersøgelsen, som primært blev udført af en dykker, blev gennemført i dagene 24. og 25. juli 1999

Af figur 3.5.1 fremgår, at Maglesø er inddelt i fire delområder i lighed med tidligere år. I hvert delområde blev der foretaget en orienterende undersøgelse af undervands- og flydebladsvegetationen. Fra 0-2 m dybde blev undersøgelsen foretaget i dybdeintervaller på 1 m, mens undersøgelsen på dybder >2 m blev foretaget i dybdeintervaller på 0,5. Rørskoven blev kun sporadisk undersøgt.



Figur 3.5.1 Kort over Maglesø med indtegnede delområder.

Artsbestemmelsen blev så vidt muligt foretaget på stedet, i tvivlstilfælde blev planterne hjembragt til nærmere identifikation. Alle blomsterplanter og kransålalger blev bestemt til art, mens trådalger blev bestemt til slægt.

Blomsterplanter blev bestemt ved hjælp af "Danske vandplanter", mens kransålalger fortrinsvist blev bestemt ved hjælp af "Bestämningsnyckel för svenska kransalger".

Vegetationens sammensætning og udbredelse

En egentlig undersøgelse af rørsumpen er ikke foretaget i 1999, men i forbindelse med undersøgelsen af undervands- og flydebladsvegetationen blev det konstateret, at rørsumpens artssammensætning og udbredelse ikke har ændret sig nævneværdigt gennem de sidste 6 år (figur 3.5.2). En undtagelse herfor er dog rørsumpen i den vestlige ende af søen, i delområde 1.

I 1998 blev det observeret, at et par meter fra den "gamle" rørskov ind i søen var små bestande af *Tagrør* ved at etablere sig flere steder, hvor der tidligere var frit vandspejl. I 1999 registreredes det, at denne udvikling er tiltagende, dvs. de små bestande er blevet lidt større. På sigt er det sandsynligt, at disse vil vokse sammen med den "gamle" rørskov, hvorved den eksisterende undervands- og flydebladsvegetation skygges væk. Rørskoven i søens vestlige ende breder sig altså langsomt ud i søen.

Generelt var rørskoven i Maglesø i 1999 domineret af *Tagrør*, som det har været tilfældet i de foregående år. I delområde 2, 3 og 4 fandtes *Sø-Kogleaks* som spredte bevoksninger, mens der flere steder blev fundet større eller mindre bestande af *Smalbladet Dunhammer*, fortrinsvist i delområde 1 og 4.

I Maglesø blev der registreret 3 arter af flydebladsplanter, hhv. *Gul Åkande*, *Hvid Åkande* og *Vand-Pileurt* i 1999.

Gul Åkande var langt den mest almindelige flydebladsplante i søen. Den var mere eller mindre afblomstret på undersøgelsestidspunktet, men flydeblade forekom dog fortsat talrigt. Som undervandsplante var *Gul Åkande* meget almindelig i alle delområder.

Som det er blevet observeret i flere af de foregående år havde både *Gul* og *Hvid Åkande* deres hovedudbredelse i søens sydvestlige hjørne (delområde 1). Den typiske udbredelse af åkanderne i delområdet er, at langs rørskoven ses *Gul Åkande*, som afløses af et bredt bælte, op til 15 m, af *Hvid Åkande*, hvorefter spredte bestande af *Gul Åkande* ses igen.

I den øvrige del af søen fandtes åkanderne mere spredt, dog registreredes et relativt tæt bælte af *Gul Åkande* i søens østlige ende (delområde 3) og en større bestand af *Hvid Åkande* i den nordvestlige del af delområde 4. Det generelle billede var dog, at *Hvid Åkande* blev registreret med enkelte spredte eksemplarer, oftest inde i rørskoven, mens *Gul Åkande* havde en mere jævn fordeling i søen. Begge arter af åkander blev registreret ud til dybder på omkring 3,5 m.

Vand-Pileurt forekom med spredte bestande i delområde 1, 3 og 4 ud til ca. 2 m dybde. Det blev vurderet, at arten hverken var til- eller aftaget i forekomst sammenlignet med 1998.

Frøbid blev registreret for første gang i 1997 i delområde 1. Hverken i 1998 eller i 1999 blev den dog genfundet.

Flydebladsvegetationens forekomst og udbredelse var i 1999 overordnet set på samme niveau, som er blevet registreret ved tidligere undersøgelser i Maglesø. Der er dog en tendens til, at åkandernes, specielt *Hvid Åkande*'s, udbredelse er øget gennem årene i søens sydvestlige hjørne.

Af egentlige undervandsplanter blev registreret 10 arter af højere vandplanter, 1 bladmosart, 4 arter af kransnålalger samt 2 trådalgeslægter. Af tabel 3.5.1. fremgår artssammensætning og de enkelte arters status og dybdegrænse i Maglesø 1999.

I 1999 var *Tornfrøet Hornblad* almindelig i alle delområderne i Maglesø. Som observeret sidste år havde *Tornfrøet Hornblad* sin hovedudbredelse på dybder større end 3,0 m. Den maksimale dybdeudbredelse var 4,8 m, hvilket var den største dybdeudbredelse for undervandsvegetationen i

1999. I dele af område 4 blev tætte bestande af arten registreret, mens den i resten af søen forekom sammen med andre undervandsplanter.

Art	Status	Dybdegrænse (m)
Blomsterplanter		
Tornfrøet Hornblad	Almindelig	4,8
Børsteblandet Vandaks	Enkelte/spredt	3,5 – 4,0
Liden Vandaks	Enkelte/spredt	3,5 - 4,0
Langbladet Vandaks	Almindelig	4,2
Glinsende Vandaks	Enkelte	3,0 – 3,5
Brodbladet Vandaks	Enkelte	4,0 – 4,5
Kredsbladet Vandranunkel	Almindelig	4,8
Krans-tusindblad	Spredt/almindelig	4,5 – 5,0
Almindelig Vandpest	Spredt/almindelig	3,5 – 4,0
Nåle-sumpstrå	Enkelte	0 - 1,0
Bladmossier		
Almindelig Kildemos	Almindelig	3,5 – 4,0
Kransnålalger		
Chara globularis	Almindelig/dominerende	4,0 - 4,5
Chara aspera	Enkelte	2,0 – 3,0
Chara rudis	Spredt/almindelig	3,5 - 4,0
Nitella flexilis	Dominerende	4,8
Trådformede alger		
Art af Slimtråd (Spirogyra sp.)	Enkelte	0,0 - 1,0
Cladophora spp.	Enkelte	2,5 – 3,0

Tabel 3.5.1. Oversigt over undervandsvegetationens artssammensætning og de enkelte arters status og dybdegrænse i Maglesø 1999.

Gennem de sidste 3 år har *Tornfrøet Hornblad* ikke domineret bundvegetationen i Maglesø, som det var tilfældet i perioden 1994-1996. Kransnålalgerne's øgede udbredelse vurderes, at være årsagen hertil, idet de lægger sig som et tæppe over den fastsiddende vegetation.

I de østlige egne af Danmark er *Tornfrøet Hornblad* en ret almindelig undervandsplante, som er kendt for bl.a. at vokse i rene, klarvandede søer, hvor den kan danne meterlange vidt forgrenede skud.

Igen i år blev der fundet 5 vandaksarter i Maglesø. *Børsteblandet Vandaks* og *Liden Vandaks* blev fundet spredt rundt i søen; kun i delområde 2 var de almindeligt forekommende på dybder større end 2 m. Den hyppigst forekommende vandaks-art var *Langbladet Vandaks*, der blev fundet i hele søen. I delområde 4, hvor flere store grødedær blev observeret, dominerede arten den samlede undervandsvegetationen i dybdeintervallet 2 - 3,5 m. *Glinsende Vandaks* blev kun registreret i

delområde 4. I et forholdsvis stort område (40-50 m²) sås store grødeøer; mange med blomsterstanden stikkende lige op over vandoverfladen. *Kruset Vandaks* blev heller ikke i år fundet i søen.

Brodbladet Vandaks, der blev fundet for første gang i Maglesø i 1998, blev genfundet i år. Igen i år blev kun spredte individer af arten registreret i delområde 2. *Brodbladet Vandaks* er især kendt fra landets vestlige egne, mens den antages for at være ret sjælden i resten af landet.

I forbindelse med bestemmelse af hjembragte planter i laboratoriet menes endnu en vandaks-art identificeret, nemlig *Butbladet Vandaks*. I første omgang blev den identificeret som *Liden Vandaks*, men der var enkelte karaktertræk, der ikke helt stemte overens med denne, men som passede bedre på *Butbladet Vandaks*. En sikker artsidentifikation var dog ikke mulig, idet der kun var hjembragt et sparsomt materiale af arten. Derudover var der tale om "unge" og dermed sværtbestemmelige individer. Om *Butbladet Vandaks* findes i Maglesø vil blive søgt afklaret ved undersøgelsen i 2000.

Krans-Tusindblad's udbredelse varierede en del i 1999 afhængig af delområde. Således fandtes kun enkelte og spredte bestande i delområde 1 og 2, mens arten var ret almindelig i delområde 3 og 4, typisk på dybder større end 3,5 m. *Krans-Tusindblad* synes at have undergået en mindre tilbagegang gennem de seneste 3 år. På landsplan antages den for at være en sjælden art, men trods den nævnte tilbagegang er den dog fortsat ret almindelig i store dele af Maglesø, i lighed med tidligere år.

Kredsbladet Vandranunkel blev registreret i alle delområder i 1999, hvor den, i lighed med tidligere år, var almindeligt forekommende. *Kredsbladet Vandranunkel* er en temmelig almindelig undervandsplante, som er kendt fra de fleste egne af landet.

Dette er også tilfældet med *Almindelig Vandpest*, som igen i år blev registreret i hele søen, hvor den dog i år kun var spredt til almindeligt forekommende. I Maglesø optræder arten hyppigst i blandede bevoksninger. Den er ellers kendt for at danne tætte bestande, som helt kan udkonkurrere andre arter, og for at være robust over for eutrofiering.

Nåle-Sumpstrå blev i 1999 kun fundet på en lavvandet (<1 m) lokalitet i Maglesø, i søens østlige del ved bådebroen. Her dækkede den et areal på ca. 2 m². Arten findes kun i renere, næringsfattige søer og er dermed sjælden i Danmark i dag. I 1999 blev den ikke genfundet i søens sydvestlige del (delområde 1).

Gennem de senere år synes *Almindelig Kildemos* at have undergået en tilbagegang, men i 1999 registreredes arten atter som almindelig i store dele af søen. Årsagen til *Kildemos's* tilbagegang i tidligere år, menes at være den øgede udbredelse af kransnålgaller. I år voksede *Almindelig Kildemos* flere steder iblandt og ovenpå tætte bestande af kransnålgaller.

Kransnålgaller fandtes i alle delområder i Maglesø i 1999. Ved undersøgelsen i år var kransnålgallerens udbredelse på niveau med de foregående 2 år, om end der i visse delområder var en aftagende tendens. Den generelle forøgelse af kransnålgallerens udbredelse er primært sket på bekostning af *Almindelig Kildemos* og *Tornfrøet Hornblad*.

Der blev registreret 4 arter af kransnålalger i 1999; 3 af slægten *Chara* og en enkelt art af slægten *Nitella*. De følgende bemærkninger om arternes hyppighed og økologi baseres på danske erfaringer, suppleret med engelske og svenske publikationer.

Chara globularis blev registreret i hele søen og var den mest almindelige af de fundne *Chara*-arter. Den havde sin hovedudbredelse på dybder større end 3 m, hvor den ofte totalt dominerede undervandsvegetationen. I Danmark var arten tidligere almindelig i rene til svagt forurenede søer, men den er blevet ret sjælden i takt med vandforureningen.

Igen i år blev *Chara aspera* kun fundet i søens nordøstlige hjørne (delområde 3 og 4) på relativ fast bund og på relativt lavt vand (0-2 m dybde). Arten er nu også blevet ret sjælden i Danmark i takt med den generelle vandforurening. Tidligere var den ret almindelig i rene til svagt forurenede søer og i brakvand.

Chara rudis er en relativt stor og grov kransnålalgeart, som af nogle forfattere opfattes som en underart af *C. hispida*. *C. rudis*, der blev registreret i søen for første gang i 1997, blev fundet igen i år. Arten har øget sin udbredelse gennem de seneste år, således fandtes den i alle søens delområder i år; i visse var den endda almindeligt forekommende.

Chara rudis er kun registreret på ret få danske lokaliteter, fortrinsvis større og mindre kalkrige søer uden væsentlig vandforurening. I England er den sjælden. I Sverige angives *C. rudis* som akut truet af udryddelse, idet den kun er fundet 4 gange siden 1975, mens der tidligere er gjort mindst 27 fund.

Chara hispida blev ikke genfundet i Maglesø i 1999.

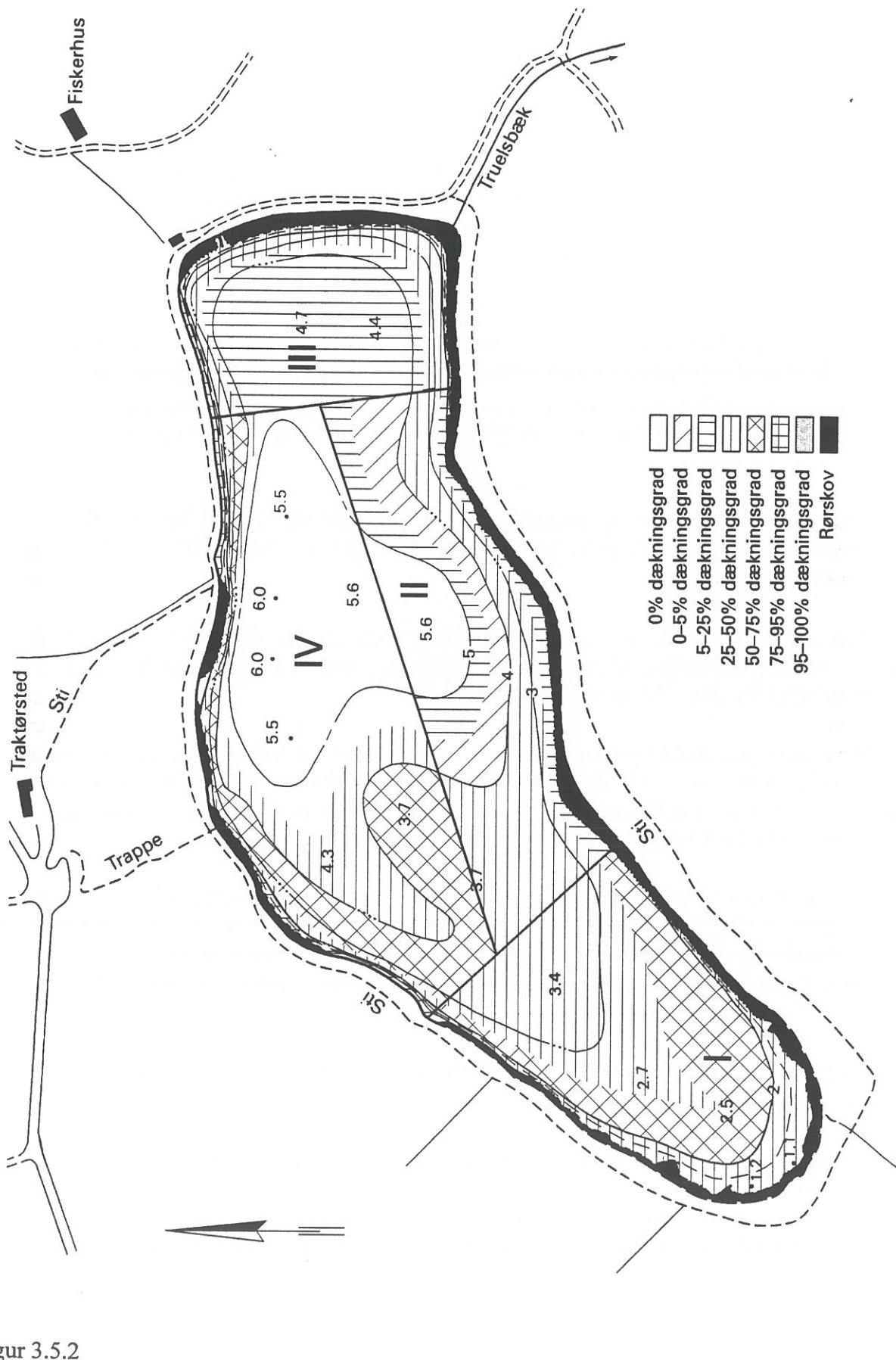
I modsætning til arter af slægten *Chara* mangler arter af slægten *Nitella* bark, og de udfælder ikke kalk. *Nitella flexilis* blev fundet i år i alle delområder. Arten var dominerende i delområde 1 og 2 og var almindeligt forekommende i delområde 3 og 4. Dens udbredelse i 1999 var den største, siden *Nitella* blev genfundet i søen i 1996. Gennem årene har den stille og roligt øget sin udbredelse.

N. flexilis er fortrinsvis kendt fra rene til svagt forurenede søer, som kan være både kalkfattige, neutrale eller kalkrige. Arten er ret almindelig i Danmark og også almindelig i Sverige og England.

Trådalgen *Cladophora spp.* blev registreret enkelte steder på planter som epifytter og på store sten og på pæle. Trådalgen *Spirogyra* blev fundet et enkelt sted på sten og sandbund i delområde 4. Derudover blev der ikke fundet andre arter af trådalger i Maglesø.

I lighed med tidligere år var undervandsvegetationen i Maglesø, efter østdanske forhold, artsrig og bestod af både etårige arter med løs eller slet ingen rodfæstning til bunden og flerårige arter med rodfæste.

Af figur 2 fremgår, at vegetationens samlede dækningsgrad var størst i søens vest- og nordlige del (delområde 1 og 4) i dybdeintervallet 2-4 m, som det har været tilfældet de 2 foregående år. Vegetationens dybdegrænse var 4,8 meter. For første gang i undersøgelsesperioden registrerede dykkeren et springlag omkring de 5,0 m i Maglesø. Dette kan være en del af forklaringen, hvorfor der ikke fandtes nogen vegetation i søen på dybder større end 5 m i 1999.



Figur 3.5.2

Den samlede vegetations dækning i de enkelte dybdeintervaller i de 4 delområder i Maglesø 1999.

Undervandsvegetationens samlede dækningsgrad var 28 %, og søens samlede relative plantefyldte volumen var 4,6 % af det samlede vandvolumen.

I figur 3.5.2 er vegetationens dækningsgrad i de enkelte dybdeintervaller i de fire delområder afbildet, og i den efterfølgende tekst vil undervandsvegetationens sammensætning og udbredelse kort blive beskrevet for de enkelte delområder.

Undervandsvegetationen i delområde 1 er karakteriseret ved at være artsrig og talrig, hvilket den har været gennem hele perioden 1994-1999. Vegetationen bestod primært af *Nitella flexilis* og *Chara globularis*, sekundært af *Tornfrøet Hornblad*, *Kredsbladet Vandranunkel* og *Almindelig Kildemos*. De 3 sidstnævnte forekom typisk på dybder større end 2 m. Vegetationen blev registreret ud til 3,5 dybde.

Tornfrøet Hornblad og tildels *Almindelig Kildemos* har tidligere været dominerende i dette område, men de senere år er de tilsyneladende blevet fortrængt af kransnålalgerne. I år registreredes *Almindelig Kildemos* dog flere steder iblandt og ovenpå tætte bestande af kransnålalger. Vandaksarterne har, ligesom de øvrige blomsterplanter, undergået en markant tilbagegang i dette område.

Kransnålalgerne, hvoraf 3 arter var repræsenteret, dominerede altså også i 1999 den samlede undervandsvegetation i delområdet. Store og livskraftige bestande med næsten 100 % dækning forekom flere steder i området.

Undervandsvegetationens samlede dækningsgrad er størst i dette område sammenlignet med de øvrige delområder i søen. Den varierede i dybderne mellem 36-62 % (bilag 1). På lavt vand (0-1 m dybde) var der ingen blomsterplanter, kun *Gul* og *Hvid Åkande*.

Nitella flexilis, *Chara globularis* og delvist *Tornfrøet Hornblad* samt *Kredsbladet Vandranunkel* var de mest almindelige arter i området. *Liden* og *Børsteblandet Vandaks* blev generelt kun observeret spredt i området i 1999. De var dog stedvis almindelige på dybder større end 2 m. Dækningsgraden i området varierede mellem 4-46 %, og vegetationens dybdegrænse var 4,8 m.

Brodlandet Vandaks, som blev fundet for første gang sidste år, blev fundet igen i delområdet i år. Den forekom spredt rundt i hele området. Derudover registreredes *Chara rudis*, som blev fundet første gang i 1997, som almindelig i 1999, specielt på lidt større dybder. Desuden fandtes *Langbladet Vandaks*, *Krans-Tusindblad* og *Almindelig Vandpest*, som alle blev registreret med spredte/enkelte eksemplarer.

Undervandsvegetationen i delområde 2 kan i dag karakteriseres ved at være artsrig, men knap så talrig som i delområde 1 og 4.

Vegetationen i delområde 3 bestod overvejende af kransnålalgerne Nitella flexilis, Chara globularis og delvist C. rudis. Blomsterplanterne Tornfrøet Hornblad, Krans-Tusindblad og Kredsbladet Vandranunkel var almindelige, specielt på dybere vand, mens Almindelig Vandpest og Almindelig Kildemos fandtes spredt. Der blev kun registreret en vandaksart i området i 1999, nemlig Langbladet

Vandaks. *Derudover blev en lille bestand af Nåle-Sumpstrå, i lighed med tidligere år fundet ved bådebroen.*

Vegetationens dækningsgrad var, som i flere af de foregående år, mindst i dette delområde, varierende mellem 4-43 % (bilag 1). Vegetationens dybdegrænse var 4,5-5,0 m. I år blev overraskende få undervandsplanter fundet på dybder større end 3,5 m; i dybden 4,0-4,5 m blev der flere steder observeret stort set ingen vegetation (store bare pletter), hvilket ikke har været tilfældet tidligere år.

I delområdet er tætheden af kransnålalgerne øget for hvert år siden 1996 på bekostning af blomsterplanterne (bl.a. *Almindelig Kildemos*), som har været voldsomt på retur i dette delområde. I 1999 registreredes dog flere steder en tendens til en øget forekomst af blomsterplanter også iblandt og ovenpå de tætte bestande af kransnålalger.

Undervandsvegetationen i delområde 3 kan i dag karakteriseres ved at være artsrig, men knap så talrig; område 3 er det delområde i søen, der har den mindste dækningsgrad.

I delområde 4 var Langbladet Vandaks var igen i 1999 den mest fremtrædende undervandsplante. I den nordvestlige del af området fandtes store grødeøer på 2-4 m vand. Langbladet Vandaks blev målt helt op til 2,5 m lang, hvilket forklarer, at grødeøerne oftest kunne ses lige i eller under vandoverfladen. I dette delområde fandtes også, i et forholdsvist stort område (op til 50 m²), grødeøer af vandaksarten Glinsende Vandaks; mange af disse med blomsterstanden i vandoverfladen. Glinsende Vandaks blev kun fundet i område 4 i søen.

Tornfrøet Hornblad, Almindelig Vandpest og kransnålalger forekom også alle med betydelige biomasser i dette delområde i 1999. På dybder større end 3 m dominerede Tornfrøet Hornblad i dele af området, mens Chara aspera var temmelig almindelig på lavere vand (1-2 m).

Vegetationens dybdegrænse blev registreret ud til 4,0-4,5 m. I modsætning til sidste år, hvor der blev registreret enkelte individer på dybder større end 5 m, blev der ikke fundet undervandsplanter på dybt vand i år i delområdet. Flydebladsvegetationen var relativt beskedent i delområdet, hvor der var lange strækninger langs bredden uden flydeblade.

Undervandsvegetationen i delområde 4 kan, i lighed med delområde 1, karakteriseres som værende artsrig og talrig. Sammenlignet med de øvrige delområder i søen er undervandsvegetationens samlede dækningsgrad næststørst i område 4. Den varierede i dybderne mellem 11-72 %.

Sammenligning med tidligere undersøgelser

Vegetationsundersøgelserne i Maglesø er i hele undersøgelsesperioden 1994-1999 blevet gennemført i perioden sidst i juli til sidst i august.

Vegetationens dybdegrænse har mere eller mindre været uændret gennem perioden. Kun hullet midt i søen, hvor vanddybden er 5-6 m, har alle årene været uden vegetation, bortset fra sporadisk forekomst af enkelte planteindivider nogle år.

Vegetationens dækningsgrad var i 1999 den næsthøjeste registreret i undersøgelsesperioden, men overordnet har den stort set været uforandret i perioden 1994-1999, med en enkelt undtagelse i 1996. Det plantefyldte volumen var i år på niveau med flere af de foregående år. Faldet i voluminet i 1997 og 1998 kan ikke umiddelbart forklares. Tidligere blev det tilskrevet det forhold, at vegetationsundersøgelsen i både 1997 og 1998 blev udført tidligere på året (hhv. slut juli/start august), hvor vegetationshøjden er lavere, men undersøgelsen i år (slut juli) afkræfter delvist denne forklaring. Variationen skyldes sandsynligvis varierende meteorologiske forhold og små variationer i prøvetagningsmetodikken årene imellem, dog medvirker forskydningen mod flere kransnålalger til en formindsket vegetationshøjde

År	Vegetationens dybdegrænse (m)	Dækningsgrad %	Plantefyldt volumen %
1994	5	21,3	4,4
1995	5	26,3	4,6
1996	5	33,8	4,7
1997	5	25,6	2,8
1998	5,2	24,8	2,6
1999	4,8	28,0	4,6

Tabel 3.5.2. Bundvegetationens dybdegrænse, dækningsgrad og plantefyldte volumen i perioden 1994-1999.

Sammenfattende kan det konstateres, at en egentlig udviklingstendens i vegetationens dybdeudbredelse, dækningsgrader eller det plantefyldte volumen ikke har fundet sted i perioden 1994-1999.

Derimod er der sket en tydelig ændring i bundvegetationens artssammensætning gennem perioden. Tornfrøet Hornblad, som dominerede bundvegetationen i begyndelsen af undersøgelsesperioden, har undergået en markant tilbagegang. Det samme har gjort sig gældende for Almindelig Kildemos, som dog i år har en øget udbredelse sammenlignet med sidste år. En tilbagegang for vandaksarterne, specielt Børsteblandet Vandaks har også fundet sted gennem årene. Denne tilbagegang kan sandsynligvis tilskrives kransnålalgerne, som har etableret sig bedre og bedre år for år, både hvad tæthed og artsantal angår. I naturligt næringsrige søer, som Maglesø, er det ikke ualmindeligt, at der sker markante ændringer i artssammensætningen, som enten kan tilskrives effekten af de klimatiske forskelle årene imellem eller en naturlig succession.

3.6 Fiskebestand i Maglesø

En egentlig bestandsundersøgelse blev senest udført i august 1994. Der blev registreret skalle, rudskalle, aborre, gedde, suder og ål. Artsindholdet i søen er således relativt lavt, hvilket antageligt kan tilskrives søens lave næringsniveau og forholdsvis isolerede beliggenhed.

Maglesø er en udpræget aborresø med en god bestand af rovlevende aborrer og en dominans af skaller over 10 cm blandt fredfiskene. Der er desuden en relativt stor geddebestand.

Fiskeyngel

I 1997 blev det besluttet at udvide programmet i overvågnings søerne med årlige undersøgelser af fiskebestanden. Undersøgelserne, der udføres efter DMU's anvisning og som skal laves i mørke, blev i Maglesø for første gang udført natten mellem den 6. og 7. juli 1998 og gentaget 7.-8. juli 1999. Der blev foretaget træk efter yngel i 5 transekter i littoralzonen og 5 i pelagiet, hver af ca. 1 minuts varighed.

Fangsten indeholdt en del yngel af skalle samt i alt to stk. aborreyngel fanget i littoralen. Den samlede yngeltæthed var 0.6 m^3 i littoralen og 0.2 pr. m^3 i pelagiet, hvilket var en markant fremgang i forhold til 1998, hvor fangsten kun rummede enkelte skaller. Skalleyngel var således helt dominerende over hele søen. Vægtmæssigt var tætheden (i spritvægt) 0.04 g pr. m^3 i littoralen og 0.01 g pr. m^3 i pelagiet, hvilket var markant større end i 1998.

Sammenligne med 12 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af både karpesø og aborrefisk beskeden over hele søen.

Skalleynglens størrelse i Maglesø var beskeden for årstiden, som det ses i de fleste dybe søer.

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving forår og sommer. I 1999 var middeltætheden af karpesøkeyngel i 12 søer generelt mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreyngel generelt forekom mere talrigt end i 1998. Den øgede tæthed af skalleyngel adskiller således Maglesø fra det generelle mønster for 1999.

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpesøkeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpesøkeynglen i pelagiet i nævneværdige mængder. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængde med øget dybde og sigtdybde.

Fiskeynglens ringe tæthed i Maglesø er således i overensstemmelse med søens status som dyb og klarvandet, om end aborreynglens meget ringe tæthed er usædvanlig.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 2.7 mg tv/m³/dag ca. ni gange større end i 1998, men do stadig meget beskeden sammenlignet med de fleste af de øvrige undersøgte søer.

Fiskeynglens beskedne konsumption har næppe påvirket dyreplanktonet væsentligt i sommeren 1999. Dyreplanktonmængden var da også den normale for overvågningsperioden.

3.7 Tilstand og udvikling i Maglesø

Tilstand

Belastningen af Maglesø med næringssalte er beskeden, og som følge heraf er næringssaltkoncentrationerne i søvandet meget lave efter danske forhold. Kun to af de 37 søer, som indgår i overvågningsprogrammet, har lavere fosforindhold end Maglesø.

Som følge af det lave næringssaltniveau er planteplanktonproduktionen moderat, og søen fremtræder klarvandet. Planteplanktonet er artsrigt med mange rentvandsformer fra grupperne furealger, gulalger kiselalger og desmidiaceer. Sigtdybden er imidlertid relativt lav sammenlignet med de øvrige næringsfattige søer i overvågningsprogrammet. Dette hænger formentlig sammen med, at en del af algeproduktionen i sommermånederne er baseret på organisk stof hidrørende fra undervandsvegetationen.

Zooplanktonmængden er i god balance med planteplanktonbiomassen. I de fleste danske søer er zooplanktonmængden på grund af nedgræsning af en alt for stor bestand af skidtfisk, for lille til effektivt at begrænse algeplanktonet. Dette er ikke tilfældet i Maglesø.

Maglesø har en rig undervandsvegetation, som kun mangler på den dybeste del af søbunden. Vegetationen giver gode livsbetingelser for meiofaunaen, der er af betydning for en gunstig sammensat fiskebestand, idet den er fødegrundlaget for rovfiskene i en periode af deres udvikling.

Den naturlige søtype i et morænelandskab som det, hvori Maglesø er beliggende, er den eutrofe karakteriseret ved en af rankegrøde domineret bundvegetation, en omgivende rørskov og "hårdt" vand. Med den aktuelle tilstand ligger Maglesø formentlig tæt på naturtilstanden for denne søtype. Den skærpede målsætningen som naturvidenskabeligt interesseområde må derfor anses for opfyldt.

Maglesø har efter ikke nærmere dokumenteret forlydende tidligere haft en dårligere vandkvalitet end tilfældet er i dag. Årsagen kan have været udledning af spildevand fra nogle få huse i området. I dag er der ingen spildevandstilledning, og selv ved almindelig dyrkning af den del af oplandet, som er agerland, er der næppe risiko for at tilstanden skal forringes i fremtiden. Da søen imidlertid er enestående efter Sjællandske forhold, tilstræbes det alligevel - om muligt - at reducere belastningen yderligere f.eks. gennem braklægning eller anvendelse af miljøvenlige landbrugsmetoder.

Udvikling

Tilstanden i Maglesø har været særdeles stabil gennem hele overvågningsperioden. Da belastningsforholdene har været uændrede gennem en lang årrække ville man heller ikke forvente at se en udvikling.

Forskellige antydede udviklingstendenser, som er blevet registreret tidligere i overvågningsperioden, har vist sig ikke at holde, når hele perioden betragtes. Specielt årene 91 - 93 skiller sig ud ved en lidt dårligere tilstand end resten af perioden, hvilket måske hænger sammen med de meget milde vintre disse år

Sigtdybden, der i en periode indtil 1993 viste en faldende tendens, er siden da steget til et niveau, der er højere end ved overvågningens start. Set over hele perioden er der tale om en stigende tendens. Tendensen er ikke korreleret med andre målte parametre. Der er ingen grund til at antage, at der skulle være sket ændring af næringssaltbelastningen ud over den nedbørsbestemte år til år variation. Den observerede udviklingstendens skal nok ses som et resultat af den naturlige variation.

Fiskebestandsundersøgelserne i 89 og 94 viste en svag tendens til forskydning i bestandens sammensætning til fordel for planktonædende skidtfisk. En sådan udvikling - hvis den var en realitet - kunne forventes at have ført til en øget planteplanktonbiomasse gennem en reduktion af zooplanktonet. En sådan udvikling har imidlertid ikke kunnet spores. Forskydningen i fiskebestanden kunne evt. modvirkes ved udsætning af gedder.

4 TISSØ

4.1 Beskrivelse af søen og oplandet

Tissø, som er den største ferskvandssø i Vestsjællands Amt, er beliggende 6-7 km fra Storebæltskysten på grænsen mellem kommunerne Hvidebæk og Høng.

Øst for søen er terrænet bakket, men vest for, ud mod Storebæltskysten og den fremherskende vindretning, er landskabet fladt og skovløst. Vinden har derfor stor effekt på den i forhold til overfladearealet meget lavvandede sø, der også kun undtagelsesvis har lagdelt vandmasse.

De vigtigste morfometriske data for Tissø fremgår af tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1. Morfometriske data for Tissø

Oplandsareal	402.99 km ²
Søareal	1233 ha
Middeldybde	8.2 m
Max. dybde	13.5 m
Søvolumen	100.64 mio. m ³
Kystlængde	14.6 km
Hydraulisk. opholdstid	1.5 år

Søen, der er dannet som et dødishul, har en meget regelmæssig form, nærmest som en tallerken med en lavvandet randzone på 100 - 300 m's bredde og en relativt stejl skrænt ned til den jævne søbund i 9-12 m's dybde. Dybdeintervallet fra 2-9 m udgør kun ca. 18 % af søens areal, mens intervallet fra 9-12 m omfatter 42 % af søarealet, jvf. fig. 4.5.2. Bunden skræner svagt ud mod de to dybeste huller på henholdsvis 13.5 og 12.5 m. I østsiden af søen ligger en lille kegleformet grund, Aborreholm, som fra 7 m's dybde næsten når vandoverfladen. Fra øst- til vestbredden måler Tissø lidt over 3.5 km, mens afstanden fra nord til syd er knap 5 km. Søen er i omrids oval med en kystlinje, der er næsten uden bugtninger og derfor kort i forhold til søens areal.

Vandspejlet ligger i kote 1.0 (middelvandstand) og reguleres ved et stemmeværk i Nedre Halleby Å ca. 300 meter fra søen. Vandspejlet lå tidligere 1-2 m højere end i dag. I slutningen af 1800-tallet faldt vandstanden kraftigt, som følge af en omfattende regulering af Halleby Å både op- og nedstrøms Tissø. Stemmeværket blev kort efter bygget for at reducere vandstandsfaldet.

Vandstanden er siden blevet reguleret efter varierende regulativer, der generelt har ført til lavere og lavere vandstand indtil vedtagelsen af de nugældende regler, der sigter mod at vandstanden kun undtagelsesvis falder til under kote 1.0 m. Princippet i reguleringer er, som oprindeligt, at sænke vandstanden hurtigst muligt om foråret af hensyn til de lavtliggende landbrugsarealer omkring søen og langs øvre Halleby Å, for derefter at tilbageholde vandet i sommerperioden.

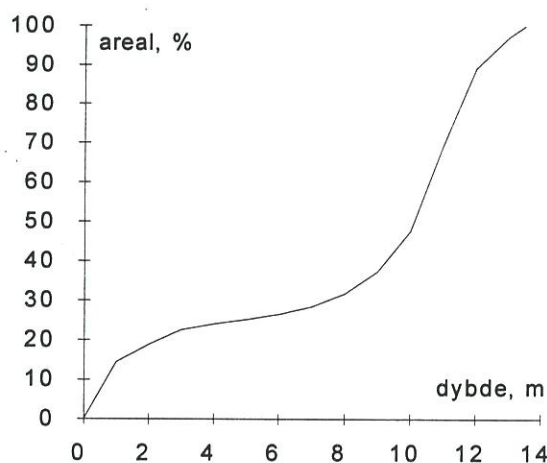


Fig. 4.1.1. Tissø. Hypsograf der angiver den relative størrelse af de enkelte dybdeintervaller.

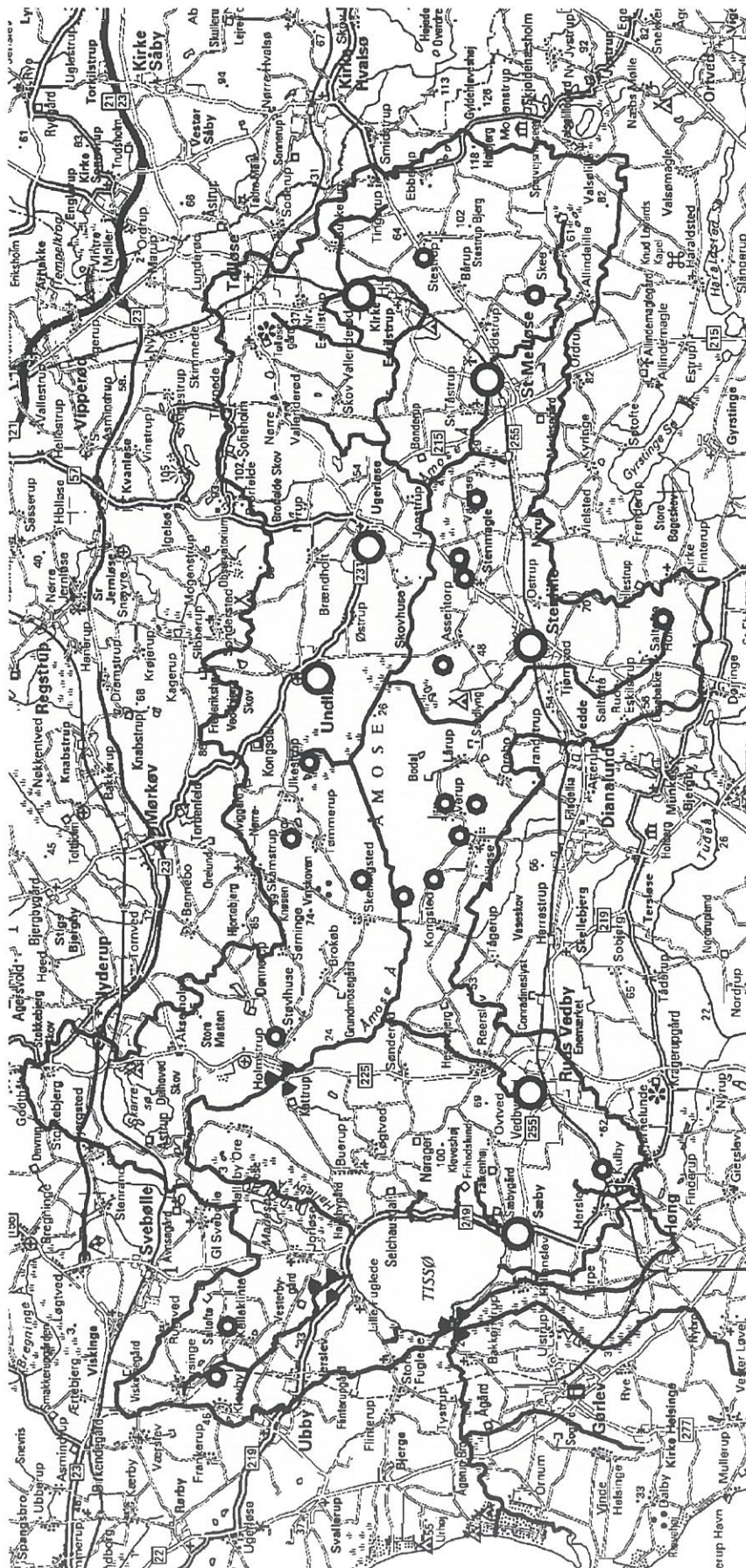
Vandstandssænkningen medførte i kraft af terrænformen tørlægning af en bred randzone, hvilket i betydelig grad har reduceret arealet, hvor der er mulighed for undervandsvegetation. Det ødelagde desuden geddernes gydepladser, hvilket er grunden til, at der allerede inden århundredeskiftet oprettedes en geddeklækningsanstalt i søen. Anstalten blev flyttet i 1991.

Tissø gennemløbes af Åmose Å, som er hovedvandløbet i Sjællands næststørste vandløbssystem med et opland på i alt 515 km².

Åmose Å, der er 62 km lang, har sit udspring i skovene ved Skjoldnæsholm nord for Ringsted. Som et stærkt reguleret vandløb løber den gennem den afvandede Åmose. Ved Bromølle løber åen fra den flade mose brat over i et dybt tunnellob, fortsætter mod nord mod Skarresø hvorefter den drejer mod syd og benævnt Øvre Halleby Å løber gennem lille Åmose og ud i Tissø. På strækningen fra Bromølle til området syd for Skarresø er Åmose Å et stort og helt ureguleret vandløb med godt fald og god vandføring, og strækningen er amtets bedste ørredvand. I resten af forløbet er den kanallignende og uden væsentlig naturinteresse.

Afløbet fra Tissø, Nedre Halleby Å, løber direkte mod vest, indtil det en god km fra Storebæltskysten drejer mod syd og derefter løber parallelt med kysten nogle km. inden det via den laguneagtige brakvandssø, Flasken, løber ud i Jammerland Bugt. Kort efter stedet, hvor åen drejer mod syd findes en gravet kanal direkte ud til havet. Tidligere udledte sukkerfabrikken i Gørlev meget store mængder spildevand til åen under roekampagnen. I denne periode ledtes Nedre Halleby Å gennem nævnte kanal for at beskytte Flasken, der er et vigtigt opvækstområde for fladfisk. Resten af året var kanalen lukket. Nu udleder sukkerfabrikken direkte til havet, og kanalen benyttes ikke længere.

Der er kun få søer i vandløbssystemet. Skarresø ved Jyderup er med et areal på 194 ha. den største. Den var tidligere stærkt belastet af spildevand fra Jyderup. Efter afskæring af spildevandet er tilstanden så småt ved at blive bedre. Søen er dog stadig præget af blågrønalger og mangler fuldstændigt bundvegetation. Den 30 ha store Madesø i lille Åmose var, indtil afskæring af spildevandet fra Jordløse for få år siden, en af amtets mest forurenede søer.



Figur 4.1.3. Kort over Tisøss opland og Amose A systemet med angivelse af målestationer i Tisøss til og afløb (propeller) og med angivelse af renseanlæg, der belaster Tisø. Store cirkler angiver renseanlæg større end 1000PE, små cirkler anlæg fra 30 til 1000 PE

Tilstanden er stadig meget dårlig. Ud over disse to findes der i oplandet til Tissø kun nogle ret uinteressante småsøer og mosehuller. Tissø må derfor med hensyn til flora- og faunaspredning betegnes som meget isoleret

Oplandet til Tissø har et samlet areal på 403 km². Oplandet udgøres overvejende af landbrugsjord, se tabel 4.1.2, men der er også et ret stort skovareal, specielt i området omkring Skarresø.

Der er ingen større byer som udleder spildevand til vandsystemet, men, som det fremgår af fig. 4.1.3, er der mange små. Den største by inden for oplandet, Jyderup ved Skarresø, udledte tidligere spildevand til Skarresø, men er nu afskåret til et andet vandløbssystem.

Tabel 4.1.2. Arealanvendelsen i oplandet til Tissø

	Ha	%
Landbrug	273,06	67,8
Byområder	32,99	8,2
Skov	59,31	14,7
Ferskvand	15,51	3,8
Andre typer	22,12	5,5
I alt	402,99	100

4.2 Belastning

Belastning

Stoftilførslen til Tissø måles ved stationen Åmose å, ved Bromølle. Åmose Å afvander et større mose- og landbrugsområde med et oplandsareal på 291 km². I oplandets øvre dele tilføres spildevand fra en række mellemstore bysamfund, Ugerløse, Tølløse og Stenlille. Stationen har fungeret som stoftransportstation i årene 1974 - 76 og 1985 - 99.

I forbindelse med vandmiljøplanens ikrafttræden oprettedes stationer i to af de mindre tilløb til Tissø i 1989. Begge stationer ligger i landbrugsoplande, hvor spildevand fra små bysamfund og spredt bebyggelse tilføres.

Tranemose å ved Tissøgård har et oplandsareal på 19,6 km². Vandløbet er sommerudtørrende. Duemoserenden ved Venteskov har et oplandsareal på 16 km². Driften af denne station ophørte i 1992 efter revisionen af overvågningsprogrammet. Ligeledes i forbindelse med vandmiljøplanen, oprettedes vandløbsstationen Halleby Å, Afløb Tissø til måling af udløbsmængder fra Tissø. Søafløbets oplandsareal er 403 km².

Belastningen til Tissø 1999 fordelte sig som anført i tabel 4.2.1.

Tabel 4.2.1. Belastningen af Tissø med vand, kvælstof og fosfor i 1999.

	Vand mio. m ³	Total N ton	Total-P ton
Total belastning	100.825	956.661	13.632
Spildevand		29.521	1.638
Industri		0.19	0.06
Regnoverløb		4.077	1.066
Spredt bebyggelse.		11.900	2.721
Atm.depos.		22.365	0.155
Naturbidrag		163.892	5.940
Landbrug		752.517	2.533
Retention i søer		27.802	0.481
Målt afløbsmængde	79.286	462.002	8.729

Stofbelastningen fra de umålte oplande til Tissø, som samlet udgør 94.5 km², beregnedes tidligere ved anvendelse af arealkoefficienter ("Diffuse bidrag") fra målte oplande til søen, d.v.s. oplande til Tranemose Å og Åmose Å

Fra 1998 beregnes belastningen fra det umålte opland ud fra koncentrationer og vandføringer på relevante referencestationer.

For Tranemose å er fundet følgende relationer:

N-Tranemose Å = 1.35 x N-Åmose Å, Bromølle + 1.5 (R²=0.86)

P-Tranemose Å = 1.27 x P-Åmose Å, Bromølle + 0.02 (R²=0.62)

For nemheds skyld er for både N og P regnet med 1.3 X koncentrationerne ved Bromølle. For vandføringen er fundet følgende korrelation med Bjerge Å ved Fårdrup.

Q-Tranemose Å = 0.844 x Bjerge Å - 0.08 (R²= 0.93)

For Duemoserenden er fundet bedst korrelation med hensyn til kvælstof med Seerdrup Å:

N-Duemoserenden = 1.25 x N-Seerdrup Å v. Johannesdal -0.56 (R²=0.92)

Der er ikke fundet signifikant sammenhæng for fosfor med andre målestationer, der er derfor for begge parametre regnet med 1.25 x koncentrationen i Seerdrup Å.samm. Vandføringen bestemmes ud fra QQ-relation med Tude Å ved Ørslev.

Ved bestemmelsen af transporten fra det umålte opland benyttes ovenstående relationer i forhold til oplandenes relative størrelse af det umålte opland.

Bidrag fra atmosfærisk nedfald og naturbidrag beregnes ud fra erfaringstal. Naturbidrag beregnes på baggrund af tilført vandmængde, der ganges med erfaringstal for stofkoncentration.

Bidrag fra landbrug beregnes som stoftilførsel (inklusive retention i søer), minus spildevands- og naturlige bidrag.

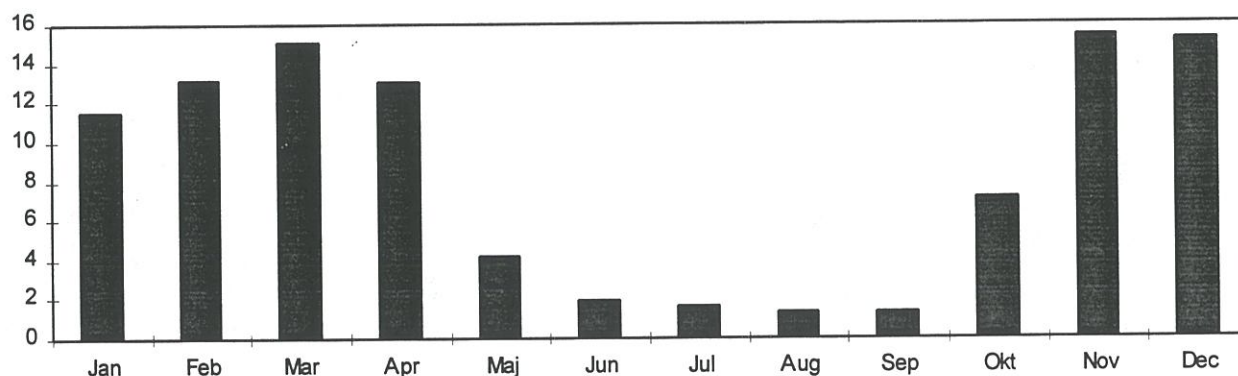
Stoftilbageholdelsen i Tissø udgjorde på årsbasis 70 % af den tilførte kvælstof mængde og 92 % af det tilførte jern. For fosfors vedkommende var der tale om en netto fosforfrigørelse på 12 % af den eksternt tilførte mængde (Dertil dog en magasinændring på 6.8 t). Dette sidste hænger sammen med, at søen er i et udviklingsforløb mod en lavere fosforbelastning, samtidigt med at den interne belastning sidst på sommeren stadig er høj som følge af tidligere tiders store fosforbelastning. Resultatet er at søen over tid afkaster fosfor, indtil den kommer i balance med den reducerede eksterne belastning.

Efter at kvælstofbelastningen i et par år har været rekord lav på grund af minimal nedbør, steg den i 1998, hvor nedbørsforholdene var mere normale, til det samme høje niveau, som den lå på ved VMP-overvågningens start. Stort set samme niveau opretholdtes i 1999. Landbrugsbidraget udgjorde 79 % af den samlede kvælstofbelastning mens naturbidraget med 17 % udgjorde næststørste andel.

Naturbidraget er den betydeligste fosforkilde, herefter følger beregnet ud fra standardværdier, den spredte bebyggelse. Ved den anvendte beregningsmetode, hvor udvaskningsbidraget fra landbrugsjord sættes som den ubekendte, bliver denne underestimeret, hvis den samlede målte transport er underestimeret eller hvis standardværdierne for spredt bebyggelse eller naturbidrag er for høje. Af tabellen fremgår at landbrugsbidraget er neglignibelt. I flere af overvågningsårene har beregningen resulteret i et negativt landbrugsbidrag. Det er ikke tvivl om at landbrugsbidraget

generelt underestimeres, men det er formentlig af relativt beskednen størrelse i betragtning af, at landbrugsjorden i oplandet gennemsnitligt har et højt lerindhold og derfor en stor kapacitet til at binde fosfor næsten permanent.

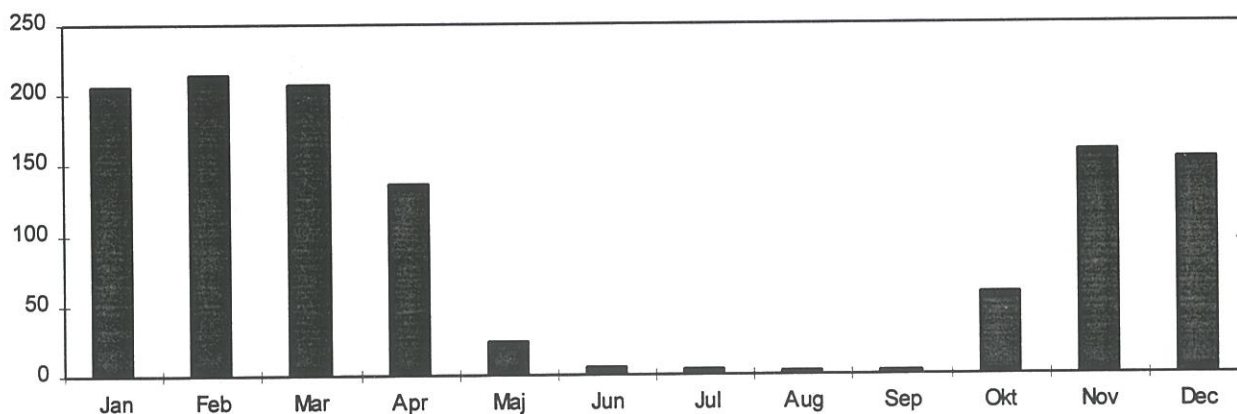
Sæsonvariationen i vand- og stoftilførsel til Tissø i 1998 er illustreret på figur 4.2.1 til 4.2.3



Figur 4.2.1 Vandtilførsel til Tissø 1999. Mio. m³

Afstrømningen i 1999 var lidt mindre end i 1998 og tæt på normalen for overvågningsperioden. Maksimalafstrømningen faldt først i marts hvilket er noget senere end sædvanligt.

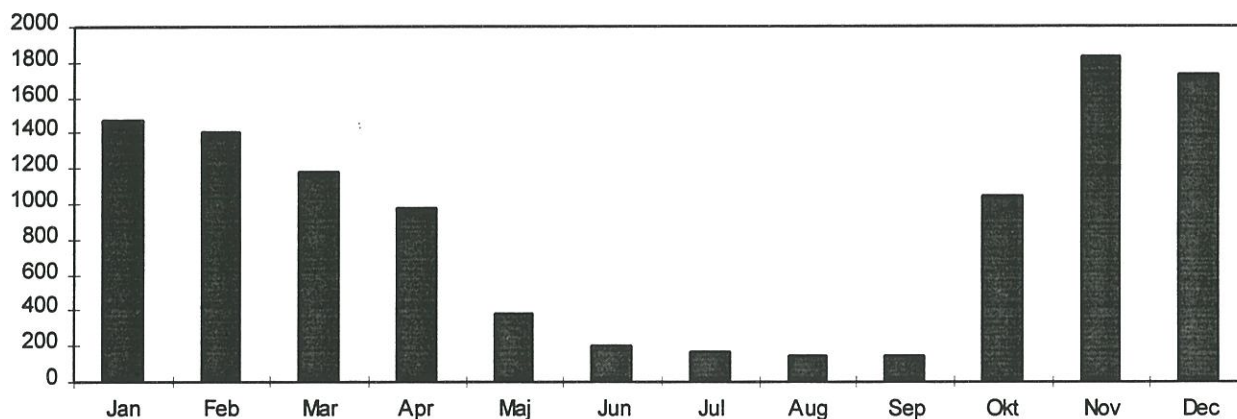
Kvælstoftilførselens fordeling over året 1998 følger overordnet det samme mønster som vandafstrømningen, hvilket følger naturlig af udvaskningsbidragets helt dominerende andel af kvælstofbelastningen, se figur 4.2.1. I løbet af efteråret opbygges store kvælstofkoncentrationer i pløjelaget; udvaskningen er derfor relativt stor i starten af året, hvilket er forklaringen på at kvælstoftilførslen er næsten den samme i januar, februar og marts, selv om afstrømningen er stigende i denne periode. Kvælstofkoncentrationen i det tilstrømmende vand var altså faldende fra januar til marts. Efter en tilførsel i sommermånedene der, som normalt, var meget beskednen, steg tilførslen kraftigt til den betydelige belastning i årets sidste måneder, som er normal.



Figur 4.2.2 Kvælstoftilførsel til Tissø 1999. Total-N, tons.

Fosfortilførslen følger også overordnet den samme årstidsvariation som afstrømningen, se figur 4.2.3, idet de to væsentligste bidrag, naturbidrag og spildevand fra spredt bebyggelse, samt bidraget fra overløbsbygværker er afstrømningsbetingede. Forskellen mellem sommer- og vintertilførslen er

imidlertid betydeligt mindre end for kvælstofs vedkommende, hvilket hænger sammen med at spildevand fra renseanlæg også udgør en væsentlig andel af belastningen (12 %) og denne tilførsel er nogenlunde jævnt fordelt over året.

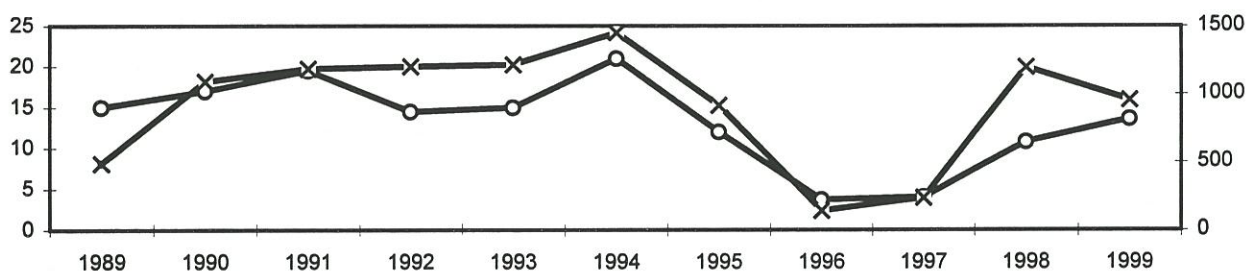


Figur 4.2.3 Fosfortilførsel til Tissø 1999. Total-P, kg.

Fosfortilførslen i sidste kvartal var modsat kvælstoftilførslen større end i første kvartal. Da spildevandsudledningen fra den spredte bebyggelse generelt udledes via dræn eller andre ledninger der mere eller mindre løber tør i sommermånederne sker der i denne periode en ophobning af fosfor i rørene. Denne fosfor skylles ud med den tiltagende nedbør sidst på året.

Fosforbelastningen i 1999 var markant større end de to forgående år men under gennemsnittet for overvågningsperioden.

Udviklingen i perioden 1989 - 1999 i stofbelastning er afbildet på figur 4.2.4

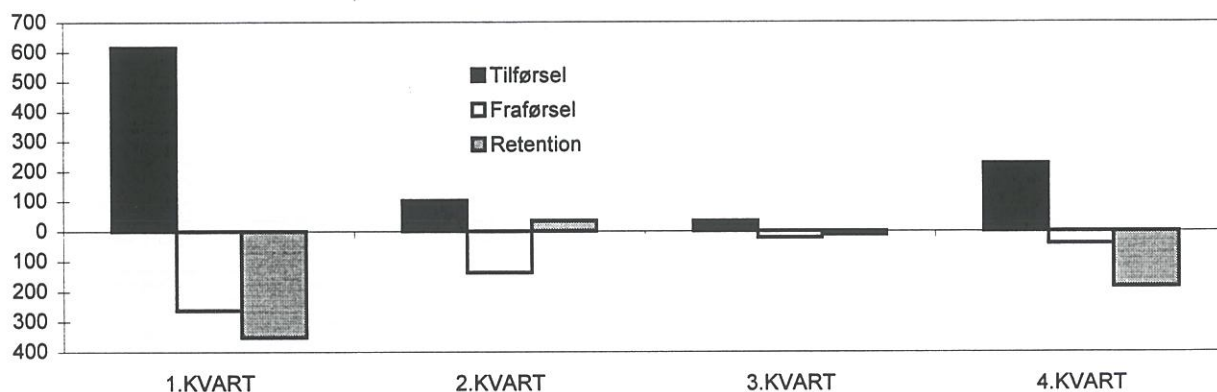


Figur 4.2.4 Udviklingen i tilførslen af fosfor (o, venstre skala) og kvælstof (x, højre skala) til Tissø 1989-1999. Enhed = tons.

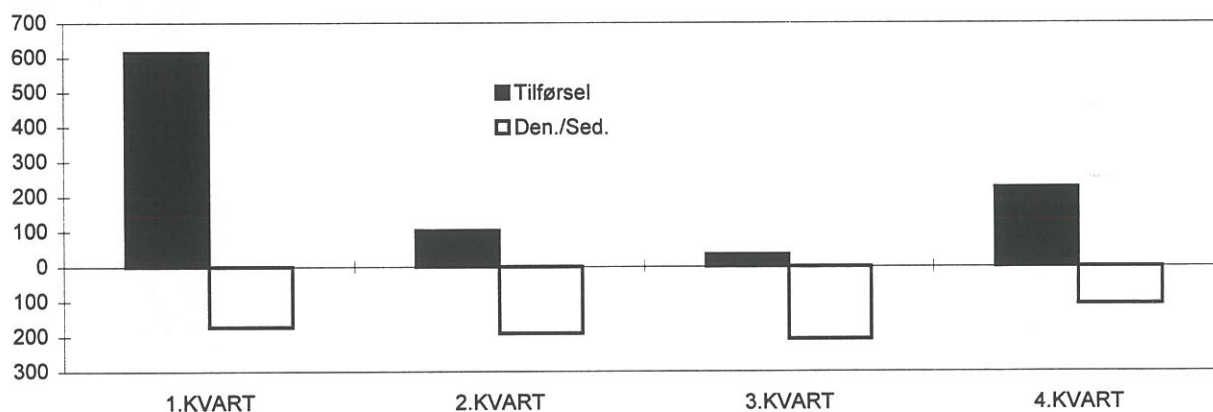
Udviklingen i stofbelastning over overvågningsperioden stemmer godt overens med variationen i vandafstrømning. Den afspejler således i højere grad klimatisk variation end egentlige udviklingstendenser i belastningen. Kvælstofbelastningen må nærmest betragtes som uændret siden overvågningens start, hvilket er udtryk for, at de tiltag, der er gjort i landbruget for at mindske kvælstofudvaskningen, ikke har haft den tilsigtede virkning. Fosforbelastningen viser en faldende tendens. Dette afspejler den stigende grad af spildevandsrensning i oplandet men også, at fosforkoncentrationen i spildevand fra den spredte bebyggelse er faldende, fordi fosformængderne i husholdningsprodukter generelt er reduceret.

Massebalance

Der er opstillet vand- og massebalancer på månedsbasis for Tissø. Balancerne er illustreret i nedenstående figurer (4.2.5 til 4.2.10), hvor den eksterne belastning og fraførsel er summeret kvartalsvis og sammenlignet med stoftilbageholdelsen.

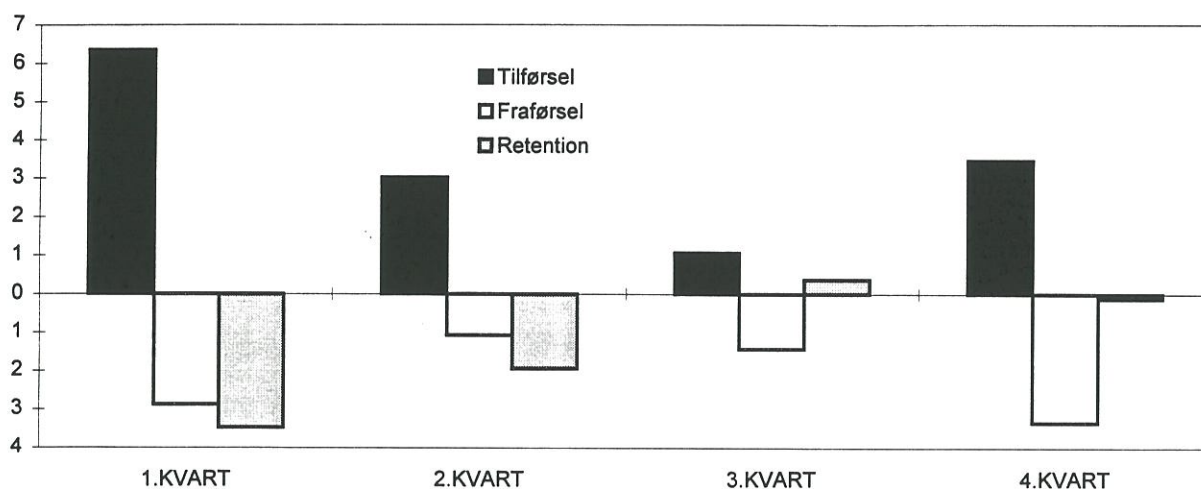


Figur 4.2.5 Kvartalsvis opgørelse af den samlede tilførsel og fraførsel af kvælstof samt retention i Tissø 1999. Total-N i tons.

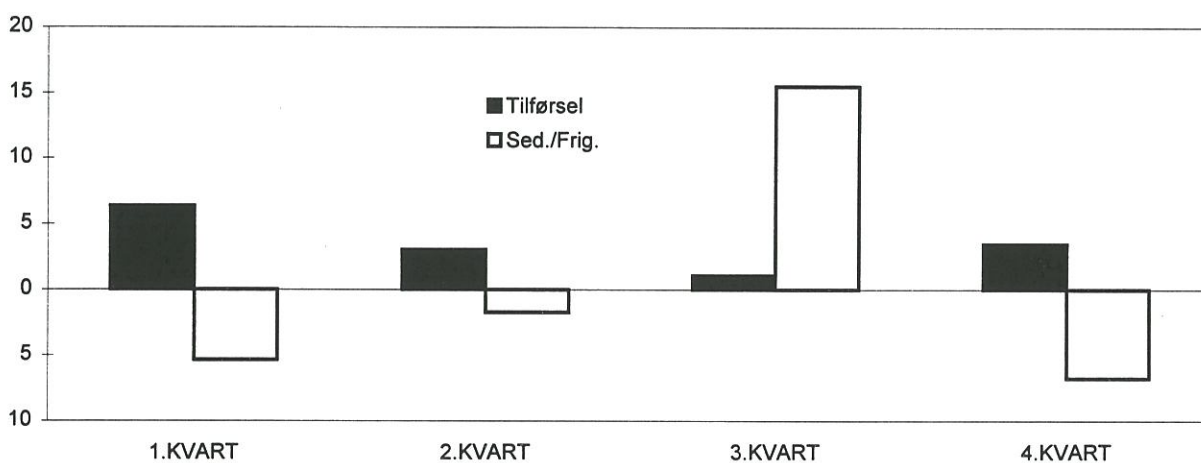


Figur 4.2.6 Den kvartalsvise kvælstoftilførsel sammenlignet med summen af sedimenteret og denitrificeret kvælstof. Total-N i tons.

Kvælstofbalancen figur 4.2.6 viser at kvælstoftilbageholdelsen i Tissø er betydelig og med nogen variation over året. Figuren illustrerer retentionen som differensen mellem tilført og fraført kvælstof, uden hensyn til, om det manglende kvælstof er "forsvundet" (ved denitrifikation eller sedimentation) eller om det findes som et øget magasin i søens vand. Dette er vist på figur 4.2.6, hvor magasinændringen er trukket fra den totale retention. Det fremgår heraf, at det er en nogenlunde ensartet kvælstofmængde der "forsvinder" i søen.



Figur 4.2.7 Kvartalsvis opgørelse af tilførsel og fraførsel af fosfor og retention i Tisø 1999. Total-P i tons.



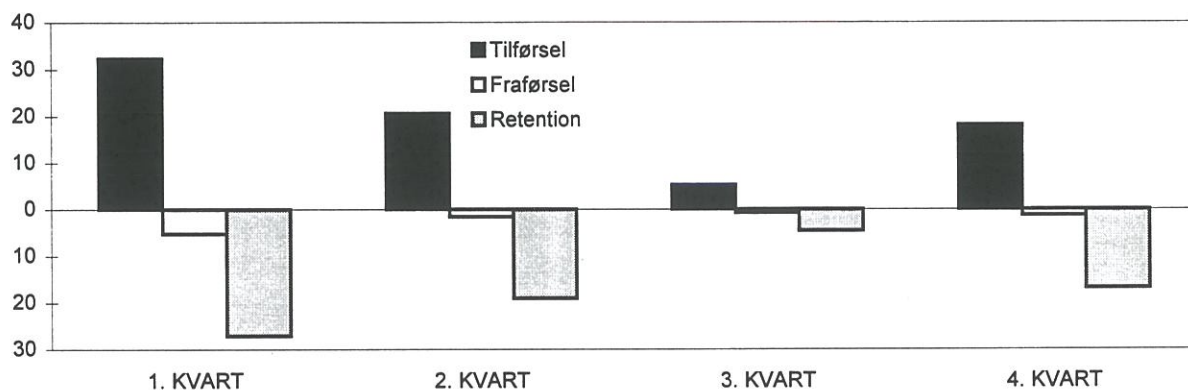
Figur 4.2.8 Kvartalsvis opgørelse af fosfortilførsel sammenlignet med sedimenteret/frigivet fosfor i Tisø 1999. Total-P i tons.

Fosforbalancen figur 4.2.7 illustrerer den relativt beskedne fosforretention. Den er højest i 1. kvartal. I endnu højere grad end for kvælstofs vedkommende dækker figuren imidlertid over stor intern dynamik i form af udveksling af fosfor mellem vand og sediment. Figur 4.2.8 viser således tilførslen sammenlignet med den del af retentionen, der ikke skyldes magasinændring - eller med andre ord den fosformængde, der bindes til eller frigives fra sedimentet.

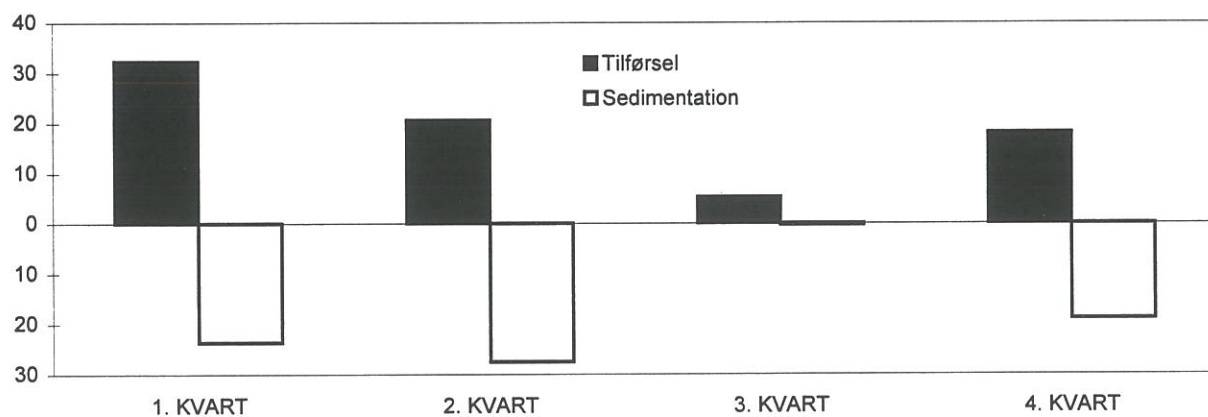
Figuren viser for 1. kvartal en stor sedimentation, der væsentligst hidrører fra en faldende koncentration i vandfasen. I 3. kvartal er der tale om en nettofrigivelse fra sedimentet som i 1999 var af for overvågningsperiodens normal størrelsesorden.

Mængden af magasineret fosfor beregnes ud fra vandets fosforkoncentration og søens volumen baseret på vandstandsmålinger. På prøvetagningstidspunkter, hvor der ikke er springlagsdannelse i

søen, udtages vandprøver til kemisk analyse i den fotiske zone og de repræsenterer således kun de øverste 2-5 meter af søens vandmasse. I perioder med springlag udtages prøver af hele vandsøjlen og stofkoncentrationen beregnes som et vægtet gennemsnit af koncentrationerne i enkeltprøverne, der typisk udviser en mod bunden stigende gradient. Imidlertid er der meget der tyder på, at der også i perioder uden springlag, kan være en koncentrationsgradient. Magasinstørrelsen bliver derfor underestimeret når den beregnes alene ud fra stofkoncentrationen i overfladen. Det kan derfor ikke ud fra de opstillede massebalancer afgøres, hvor stor en del af den beregnede sedimentation/frigivelse, der i virkeligheden blot er en udveksling mellem de forskellige lag af vandmassen. Et sandt billede af dette kan kun opnås ved prøvetagning af hele vandmassen ved samtlige tilsyn. For fortolkningen af forholdet mellem næringsstof og planktonproduktion m.v. er det imidlertid uden betydning om det "forsvundne" fosfor befinder sig i sedimentet eller i bundvandet.



Figur 4.2.9 Kvartalsvis opgørelse af tilførsel og fraførsel af jern og retention i Tisso 1999. Total-jern i tons.

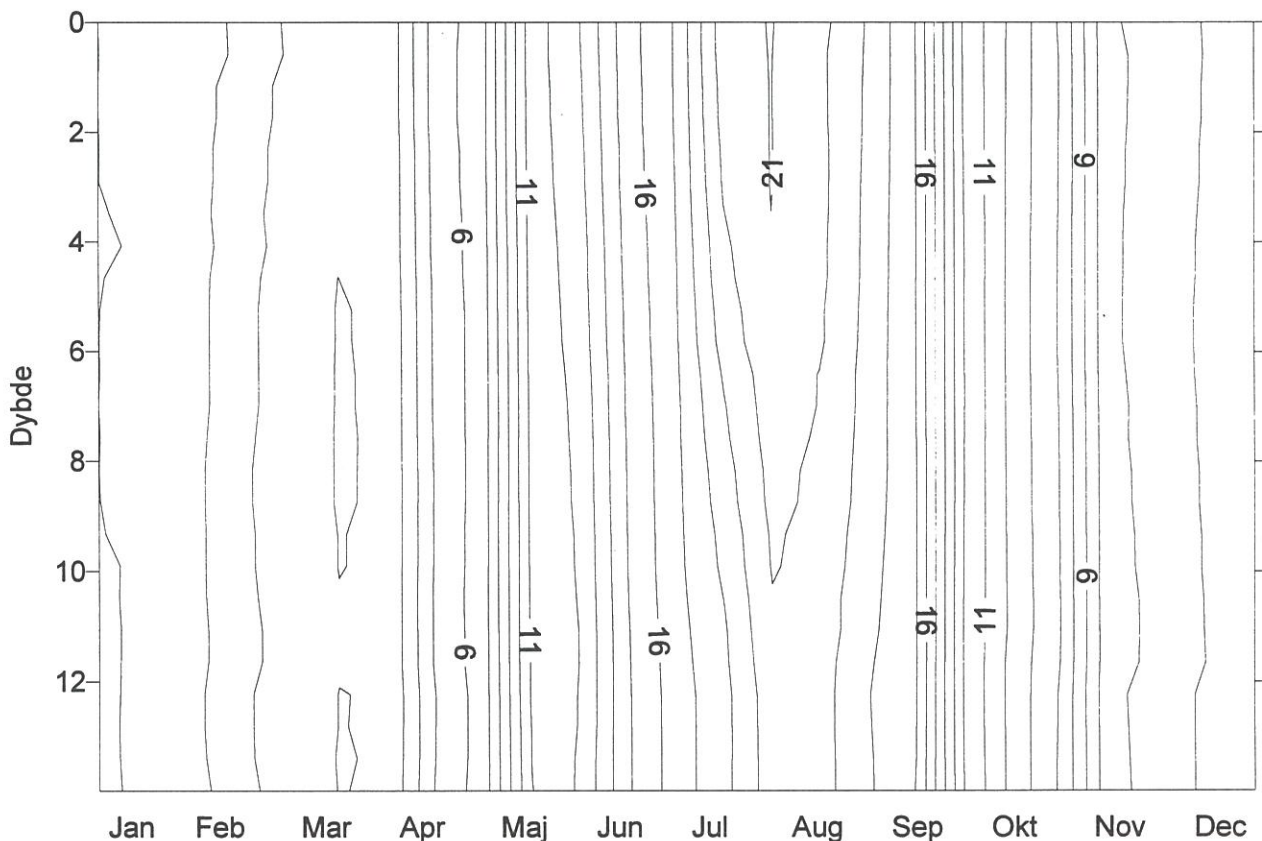


Figur 4.2.10 Kvartalsvis opgørelse af jerntilførsel sammenlignet med sedimenteret jern i Tisso 1999. Total-jern i tons

Figur 4.2.9 og 4.2.10 illustrerer på samme måde jernbalancen. Størstedelen af det tilførte jern tilbageholdes i søen. 1., 2. og 4. kvartal, d.v.s. de kvartaler hvor der også sker en nettosedimentation af fosfor tegner sig for næsten hele den tilbageholdte jernmængde. I 3. kvartal hvor der sker forsforfrigivelse fra sedimentet er der ingen jerntilbageholdelse. Dette viser at jern er vigtig i relation til forbindingen i sedimentet.

4.3 Fysiske og vandkemiske forhold i Tissø

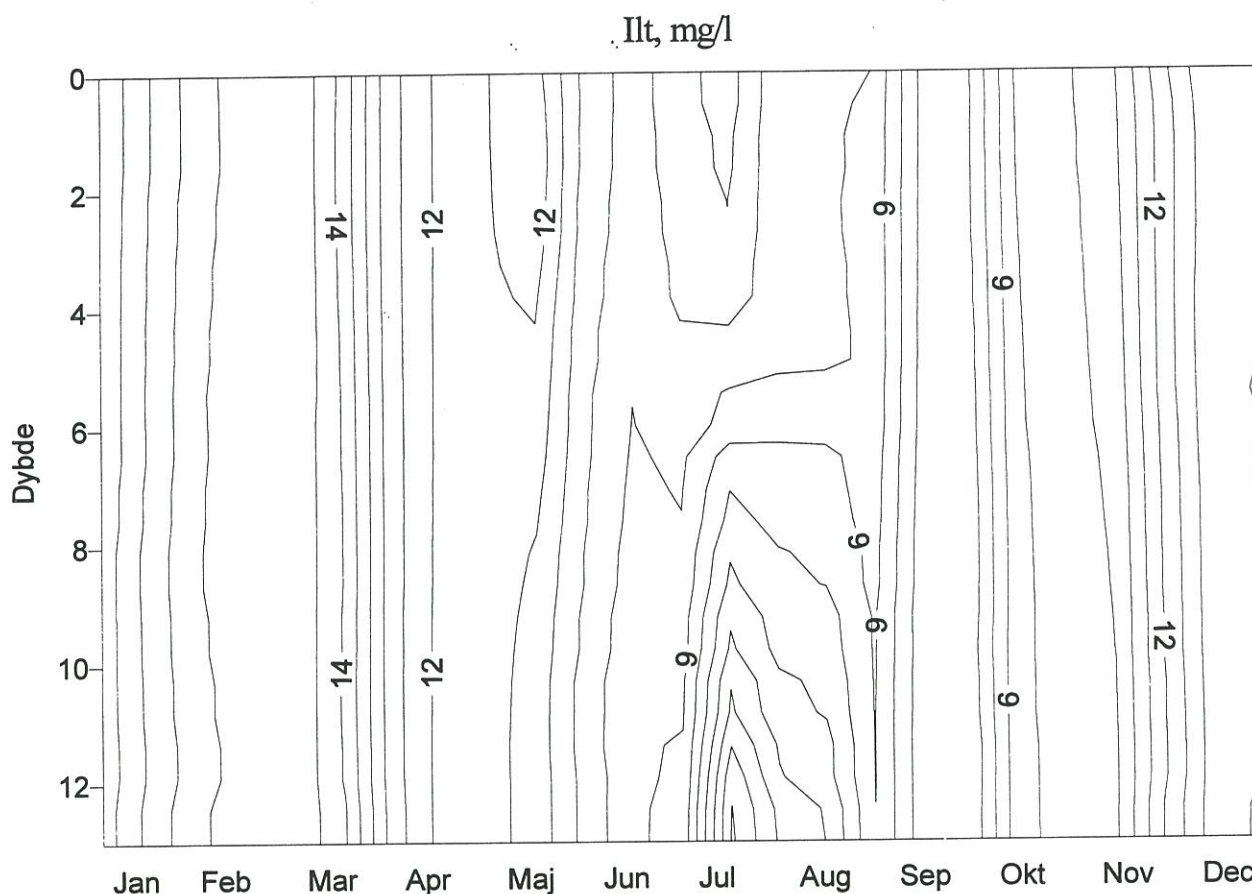
Ilt og temperatur



Figur 4.3.1 Temperaturforholdene i Tissø 1999. Temperatur i °C.

Temperatur og iltforholdene i Tissø, målt på hovedstationen, er afbildet på figur 4.3.1 - 4.3.2. Tissø's i forhold til arealet meget beskedne dybde og den vindeksponerede beliggenhed medfører at vandmassen normalt er fuldt opblandet. Evt. lagdeling af vandmassen er som regel af kort varighed og giver sjældent anledning til egentlig iltmangel, selv om iltindholdet i bundvandet ofte er lavere end i overfladen.

I 1999 var der kun forskel på temperaturen i overfladen og ved bunden i en kort periode fra midten af juni til først i august. Den maksimale målte temperaturforskul var på blot 4 °C midt i jule med springlag i ca. 9 m's dybde. Først i august var temperaturforskellen kun på 2 grader og de ti øverste meter af vandmassen havde nøjagtigt samme temperatur: 21.2 °C. Temperaturforholdene var ret gennemsnitlige for overvågningsperioden.



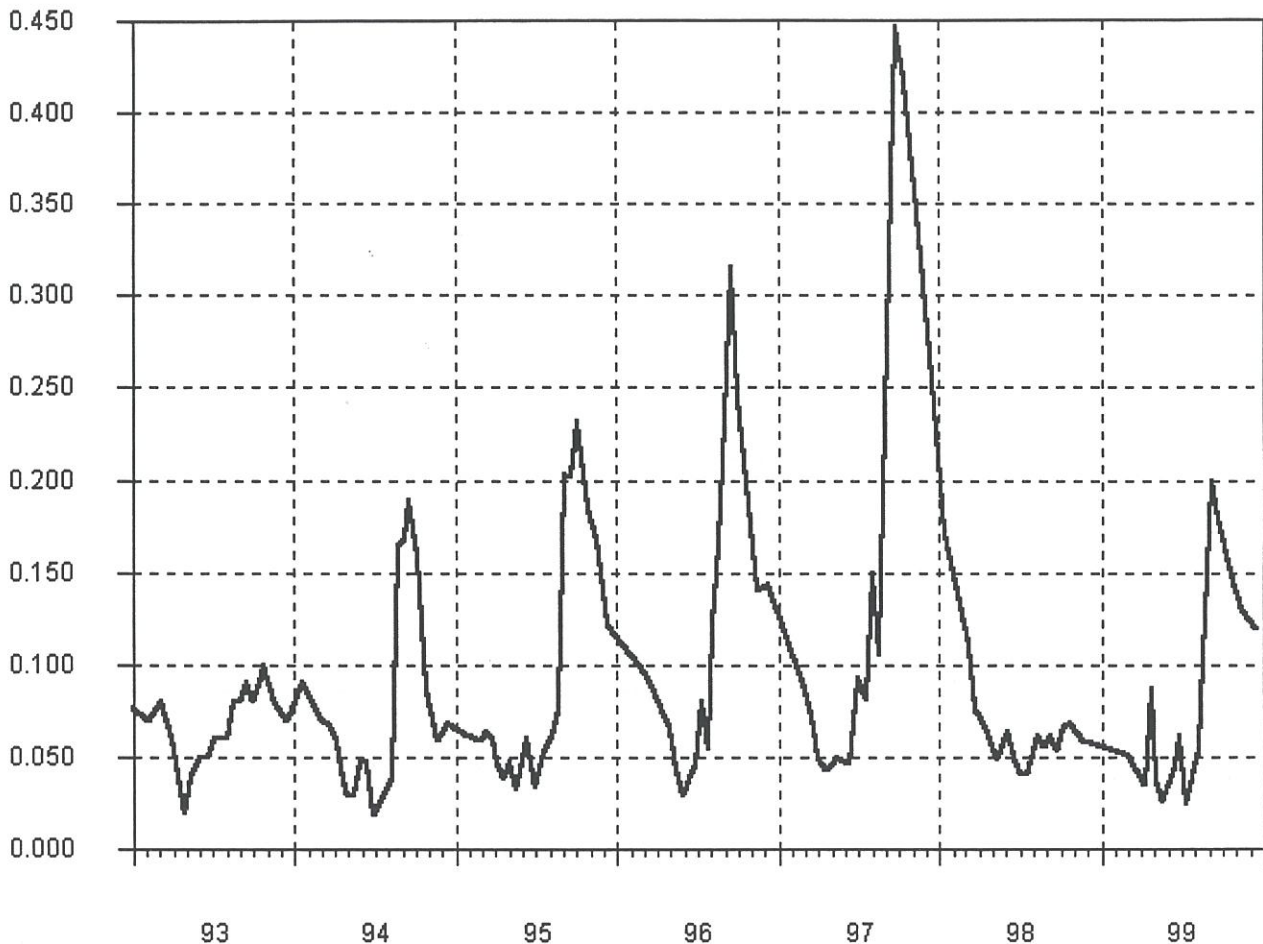
Figur 4.3.2 Iltforholdene i Tissø 1999. Ilt i mg/l.

Den stort set manglende lagdeling i 1999 medførte at iltforholdene var gode i hele vandmassen næsten hele året. Kun i de nederste par meter af søens vandmasse var iltindholdet i perioden midt i jule til først i august reduceret til ca. 3 mg/l. Der blev ikke på noget tidspunkt målt iltkoncentrationer under 2 mg/l.

Sammenfattende må ilt- og temperaturforholdene i Tissø betegnes som meget ensartede i hele vandmassen. Ilt forholdene er gode året rundt, bortset fra de dybdeste områder, hvor der i korte perioder hver sommer kan været noget reduceret iltindhold.

Vandkemi og sigtdybde

Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier af de vandkemiske parametre og sigtdybden fremgår af tabel 4.3.1, som angiver værdier for 1998 samt statistik for de foregående overvågningsår. Udvalgte parametre er desuden illustreret i nedenstående figurer 4.3.3 til 4.3.9.



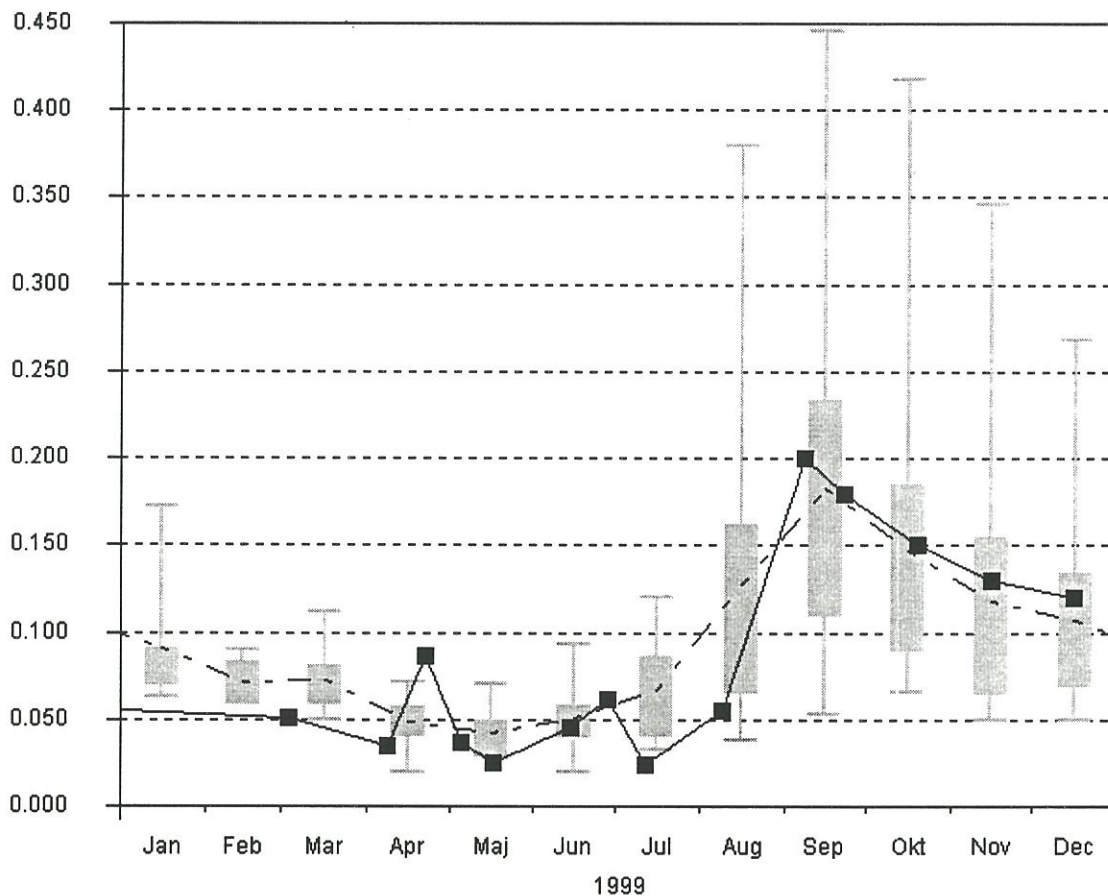
Figur 4.3.3 Koncentrationen af totalfosfor i Tissø 1993-1999 (mg/l)

Fosfor

Totalfosforkoncentrationen har gennem det meste af overvågningsperioden varieret mellem 50 og 150 $\mu\text{g/l}$. Over året har koncentrationen haft et sinusformet forløb med lavest værdi i maj og højeste i september. I perioden fra 1994 til 97 skete der en kraftig og jævn stigning af september-niveauet, der i 1997 nåede helt op på 450 $\mu\text{g/l}$; det højeste der nogensinde er målt i Tissø, se fig. 4.3.3. I 1990 forekom et tilsvarende højt niveau i september (360 $\mu\text{g/l}$), ellers har de øvrige år toppet ved ca. 150 $\mu\text{g/l}$. I 1998 fald fosforkoncentrationen til et niveau der varet af de lavest hidtil og stigningen i efteråret udeblev næsten, og viste sig kun som en moderat stigning i ortofosfatkoncentrationen. I 1999 lå koncentrationen tæt på gennemsnittet for hele overvågningsperioden, med et middelstort koncentrationsmaksimum på ca. 200 $\mu\text{g/l}$ i september, fig 4.3.3 og 4.3.4

Variationen i fosforkoncentration over året er i Tissø i overvejende grad styret af størrelsen af fosforfrigivelsen fra sedimentet i sensommeren. Denne er igen bestemt af klimaet. Varme somre medfører en relativt lang periode med lagdelt vandmasse og lav iltkoncentration i bundvandet og dette fører til en relativt høj fosforfrigivelse. Modsat giver kølige somre manglende lagdeling og gode iltforhold ved bunden og dermed en relativt beskedne fosforfrigivelse.

Nitrat er oxiderende. Nitrat i bundvandet kan derfor hæmme fosforfrigivelsen fra sedimentet på samme måde som ilt. Den mellem overvågningsårene stærkt varierende nitratbelastning kan derfor også være en medvirkende faktor i udviklingen i fosforkoncentration. 1995-97 var nitratbelastningen lav, i 1998 ekstremt høj og i 1999 af middelstørrelse.



Figur 4.3.4 Koncentrationen af totalfosfor i Tissø 1999 (mg/l), sammenlignet med månedsmiddelværdier for de øvrige overvågningsår (stiplet linje) samt min, maks og 25 og 75 % fraktiler.

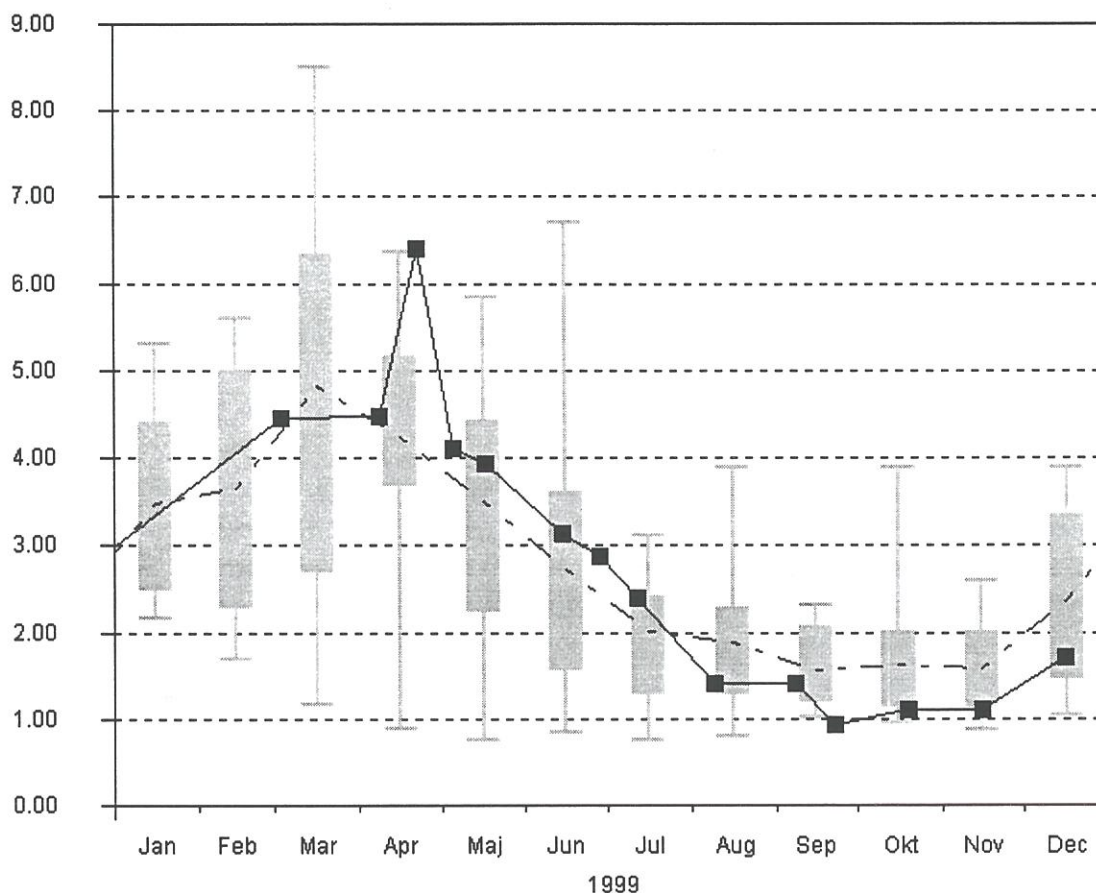
Af figur 4.3.4 fremgår at variationen over året i 1999 var typisk for overvågningsperioden. I starten af året lå den dog lidt lavt (kun én måling) som resultat af det lave udgangspunkt i slutningen af 1998

Helt i overensstemmelse med, at det er interne kemiske processer - samt i mindre grad den eksterne tilførsel af fosfor - der er styrende for Tissø's fosforbalance, er det den opløste ortofosfat, som er ansvarlig for den væsentligste andel af totalfosforvariationen. Den resterende fosfor-andel, som hovedsageligt er bundet i planteplanktonet, udviser betydeligt mindre svingninger og ligger sædvanligvis mellem 10 og 50 µg/l.

Der kan ikke konstateres nogen signifikant udvikling i fosforkoncentrationen i Tissø siden 1987.

Kvælstof

Nitratindholdet, der i 1996 og 1997 var ekstremt lav, steg i 1998 til et niveau meget tæt på middel for hele den foregående del af overvågningsperioden og nogenlunde samme niveau opretholdtes i 1999. Årsmiddel lå på 1.98 mg/l. Det gennemsnitlige årsmiddelværdi for overvågningsperioden er 1.60. Sommermiddel lå tilsvarende på 1.50 mg/l mod et gennemsnit på 1.06 mg/l. Totalkvælstofværdierne lå tilsvarende tæt ved gennemsnittet for overvågningsperioden. Årstidsvariationen fulgte meget tæt det for Tissø normale mønster, se figur 4.3.5, med kun en enkelt høj værdi i april og én relativt lav i september.

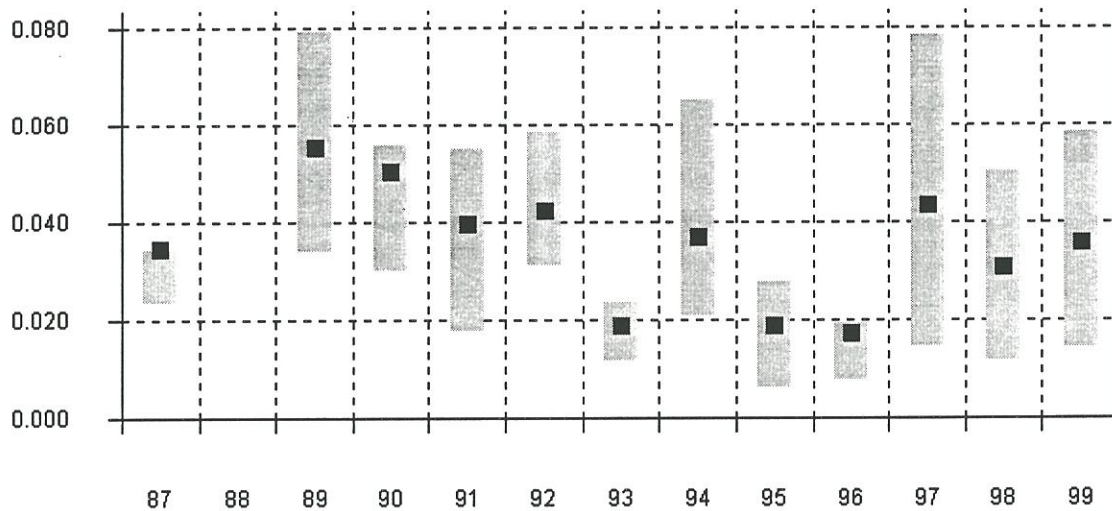


Figur 4.3.5 Koncentrationen af totalkvælstof (mg/l) i Tissø i 1999 sammenlignet med øvrige overvågningsår (stiplet linje: månedsmiddelværdier 1987 og 1989-98, desuden min og max samt 25 og 75% fraktiler).

Total-N koncentrationen i Tissø ligger gerne 1 - 1.5 mg over nitratkoncentrationen uanset niveauet. Dette var også tilfældet i 1999.

Klorofyl

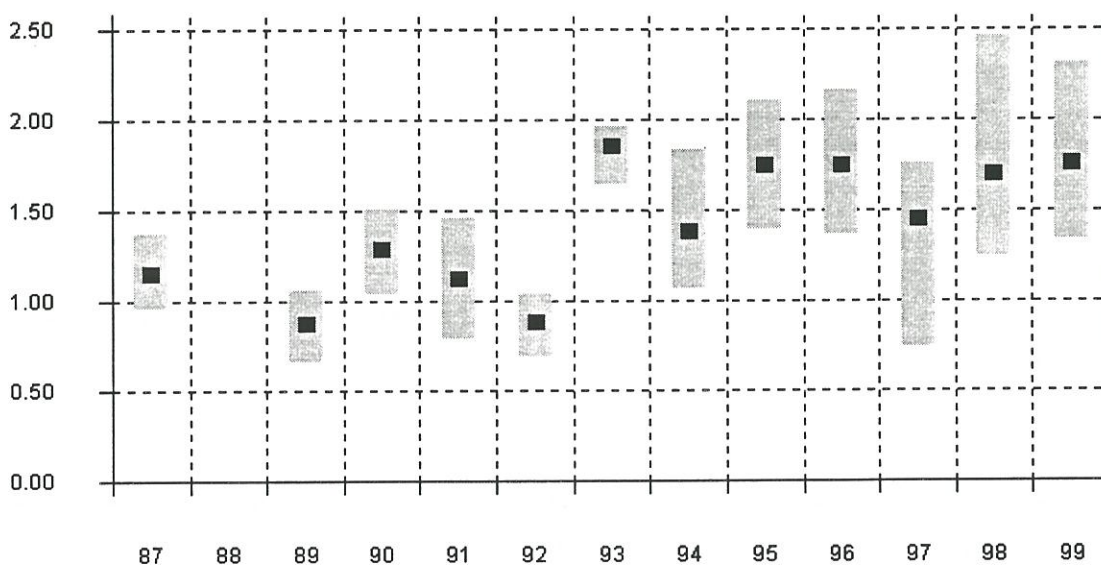
Sommermiddel-klorofyl-a koncentrationen i Tissø faldt støt fra 1989 til 96, herefter steg niveauet til omtrent det samme som i starten af overvågningsperioden i 1997-99. Set over hele perioden er udviklingen et svagt (ikke signifikant) faldende klorofylindhold som ledsager en planteplanktonbiomasse, som over samme periode er reduceret noget.



Figur 4.3.6 Sommermiddel-klorofylkoncentrationen (mg/l) i Tissø 1987-1999 samt 25 og 75 % fraktiler.

Sigtdybde

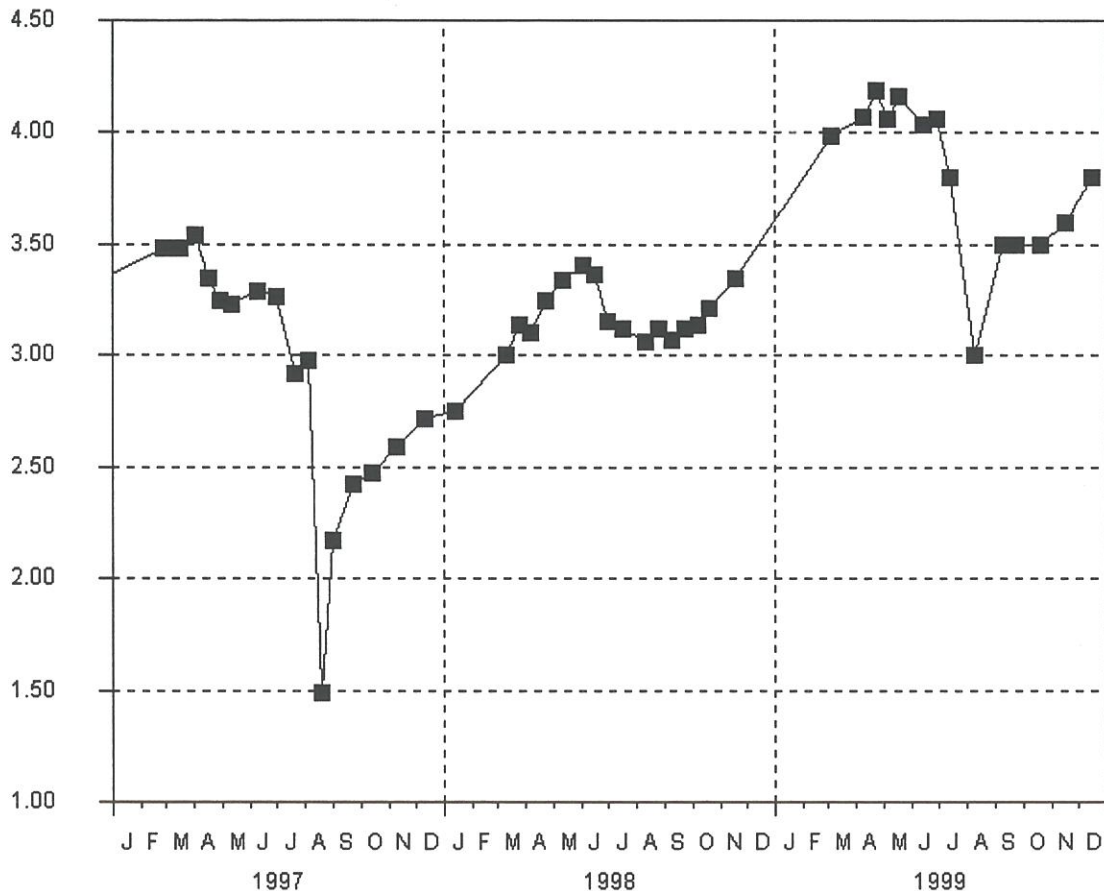
I overensstemmelse med det faldende klorofyl-a- og phytoplanktonniveau er sigtdybden blevet forbedret gennem overvågningsperioden, dog kun med ca. $\frac{1}{2}$ m, se figur 4.3.8. Den bedre sigtdybde har bl.a. ført til at undervandsvegetationen har fået en større dybdeudbredelse, se afsnit 4.5. I 1998 var sigtdybden på stort set bedre end månedsmiddelværdierne for den øvrige del af overvågningsperioden.. Sigtdybden var især større end middel først og på sommeren, hvor der først i juni optrådte en (relativ) klarvandsperiode, som også i mere eller mindre tydelig grad har kunnet konstateres de øvrige overvågningsår.



Figur 4.3.7 Sigtdybden i Tissø 1987-1998. Middelværdier samt 25 og 75 % fraktiler

Alkalinitet

Alkaliniteten, der sædvanligvis varierer mellem 3 og 4 mmol/l og typisk har et sinusformet årsforløb med maksimum i marts og minimum i august, faldt i august 1997 til et ekstremt lavt niveau på ca. 1.5 mmol/l. I de sidste 5 måneder af 97 steg alkaliniteten jævnt og stigningen fortsatte til normalniveauet gennem 98 og 99. I 1999 optrådte ligeledes et brat fald i august ; dog ikke af samme størrelse som i 1997, se figur 4.3.8.

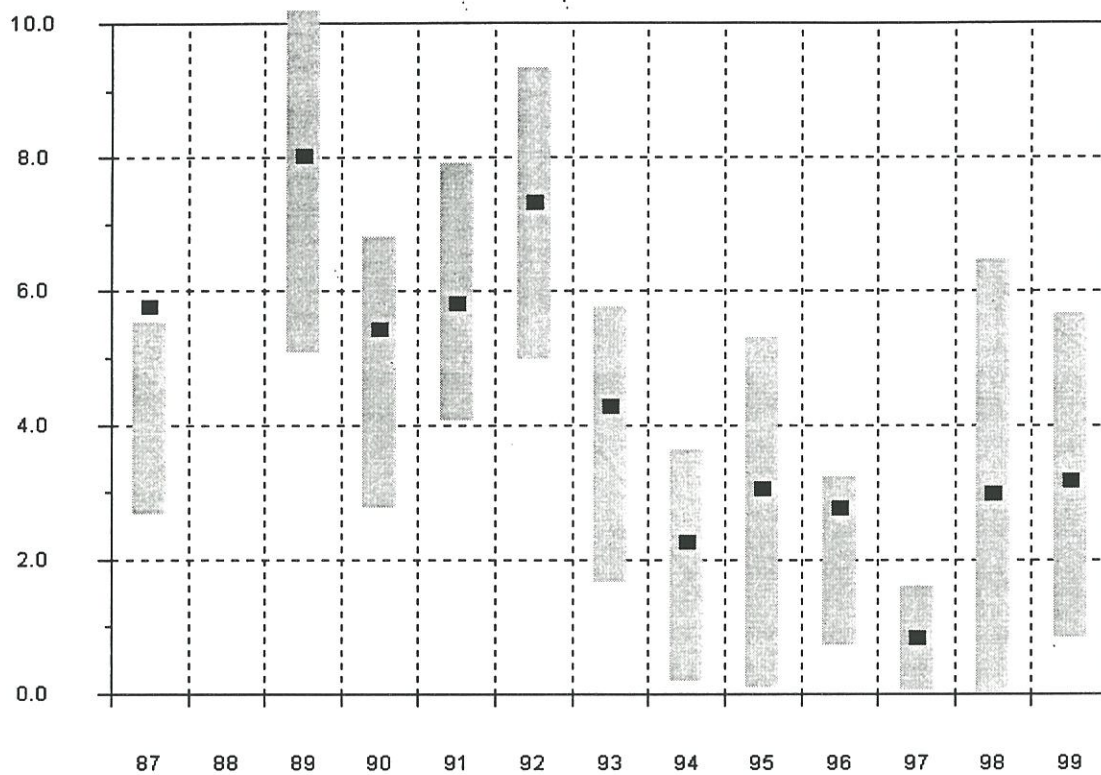


Figur 4.3.8 Totalalkalinitet i Tissø 1997-99. Mmol/l.

Silicium

Siliciumkoncentrationen har varieret særdeles meget fra år til år, men har siden overvågningens start vist en faldende tendens fra et niveau omkring 6 mg/l til det nuværende lave omkring 3 mg/l. I 1994 lå middelkoncentrationen på det hidtil laveste under 1 mg/l. 4.3.9.

Der er ingen direkte sammenhæng mellem siliciumkoncentrationen og det enkelte års forekomst af kiselalger, bortset fra at de to toppunkter på siliciumkurven i 1989 og 1992 falder sammen med år, hvor kiselalgekoncentrationen var meget lav trods en meget høj samlet planteplanktonkoncentration, der var kraftigt domineret af blågrønalger.



Figur 4.3.9 Udviklingen i koncentrationen i silicium i Tisø 1987- 1998. Tidsvægtede årsmiddelværdier i mg/l, vist på baggrund af 25 og 75 % fraktiler.

Parameter	Tds.vægt. middelværdi	1987 og 1989-1998			1999
		Min.	Median	Max.	
Sigtdybde meter	År	1.3	1.7	2.19	2.0
	Sommer	0.9	1.4	1.9	1.8
pH	År	8.2	8.4	8.5	8.4
	Sommer	8.4	8.5	8.6	8.5
Chlorofyl-a µg/l	År	16	27	43	33
	Sommer	17	37	69	36
Ammonium-N mg/l	År	0.012	0.034	0.15	0.013
	Sommer	0.011	0.026	0.11	0.013
Nitrit/nitrat-N mg/l	År	0.08	1.6	2.8	1.98
	Sommer	0.01	1.06	2.35	1.50
Total-N mg/l	År	1.06	2.81	4.02	2.87
	Sommer	0.99	2.31	3.68	2.39
Orto-P µg/l	År	28	41	117	42
	Sommer	9.71	30	86	31
Total-P µg/l	År	68	83	170	84
	Sommer	53.3	84	159	78
Alkalinitet mmol/l	År	2.88	3.24	3.53	3.79
	Sommer	2.58	3.2	3.59	3.68
Silicium mg/l	År	0.85	3.98	7.97	3.17
	Sommer	0.75	2.79	7.21	2.16
Suspenderet stof mg/l	År	5.6	6.85	10	7.6
	Sommer	5.2	8	10.3	6.3
Glødetab af s.s. * mg/l	År	4.36	4.36	4.36	4.70
	Sommer	4.88	4.88	4.88	4.83
Total-Fe ** mg/l	År	0.04	0.05	0.06	0.065
	Sommer	0.03	0.03305	0.08	0.041

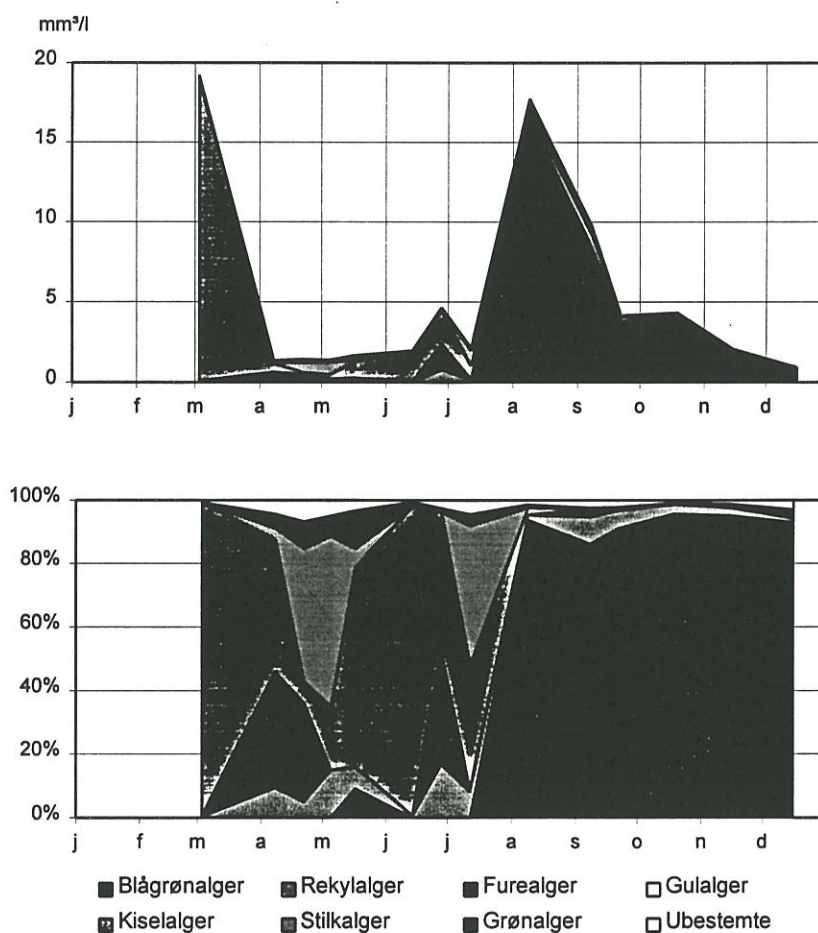
Tabel 3.3.1 Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier af vandkemiske parametre og sigtdybde i Tissø 1999 sammenlignet med værdierne for 1987 og 1989 - 1998. (* Glødetab af suspenderet stof er kun målt i 1998 og 1999. **Jern er målt siden 1993)

4.4 Plankton i Tissø

Den økologiske søovervågning, der udføres i forbindelse med Vandmiljøplanens tilsynsprogram, består bl.a. i at følge udviklingen i det mikroskopiske plante- og dyreliv i de frie vandmasser (Miljøstyrelsen 1989). I henhold hertil er plante- og dyreplanktonsamfundet i Tissø undersøgt i årene 1989-99. En tilsvarende undersøgelse er foretaget i 1987. I 1998 er der indsamlet og undersøgt 15 plante- og dyreplanktonprøver, der er oparbejdet til artsliste, antal, biomasse (mm^3/l , mg våd vægt/ l) samt kulstofbiomasse ($\mu\text{g C/l}$).

2. Planteplankton

Planteplanktonbiomasse og årstidsvariation



Figur 4.4.1. Tissø 1999. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Biomassen af de enkelte algegrupper og deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 4.4. 1 Dominerende og subdominerende arter på de enkelte prøvetagningsdatoer fremgår af tabel 4.4.1.

Den totale planteplanktonbiomasse i Tissø 1999 varierede mellem 0,92 mm³/l i december og 19 mm³/l i begyndelsen af marts. Gennemsnit fra perioden marts-oktober var 6,3 mm³/l og fra sommerperioden maj-september 6,5 mm³/l. Begge gennemsnit var væsentlig højere end i 1998, hvor både den gennemsnitlige og den maksimale biomasse var ca. halvt så høj som i 1999.

I løbet af året fandtes to markante maksima, ét forårsmaksimum ved prøvestart i begyndelsen af marts (19 mm³/l), der næsten udelukkende bestod af den centriske kiselalge *Stephanodiscus neoastraea*, og ét sommermaksimum i august (18 mm³/l), der var domineret af tynde blågrønalgetråde, *Limnothrix* spp. Mellem de to maksima var biomassen lav i april-maj (1-2 mm³/l) og steg derefter til et mindre maksimum sidst i juni (4,7 mm³/l). Der blev ikke fundet en egentlig klarvandsfase i 1999. Efter sommermaksimum i august faldt biomassen til et niveau på 4 mm³/l i september-oktober og yderligere til 0,9 mm³/l i december.

Kiselalger dominerede planteplanktonsamfundet fra prøvestart i marts samt i maj-juni og blågrønner dominerede fra maksimum i august og resten af året. Fra midt i april til begyndelsen af maj samt i juli dominerede stilkalgen *Chrysochromulina parva*.

Som gennemsnit udgjorde de vigtigste algegrupper, blågrønner og kiselalger, henholdsvis 56% og 32% af den totale biomasse fra perioden marts-oktober. I sommerperioden dominerede blågrønner fuldstændigt den gennemsnitlige biomasse med 73%, og kiselalger udgjorde kun 12%.

Artssammensætning

Planteplanktonsamfundet i Tissø var relativt artrigt. Der blev i alt fundet 108 arter/slægter i 1999, lidt færre end i 1998 (116 arter/slægter).

De fleste af de fundne arter/slægter tilhørte grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: 28 blågrønner, 6 centriske kiselalger og 34 chlorococcale grønner. 14 arter/slægter tilhørte grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 7 furealger, 2 gulalger og 5 koblingsalger.

Der blev i alt optalt 26 arter/slægter/grupper, hvoraf de vigtigste var den tynde trådformede blågrønne *Limnothrix* spp. og den centriske kiselalge *Stephanodiscus neoastraea*, der udgjorde henholdsvis 39% og 29% af den gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober. Andre vigtige arter var de potentielt toksiske blågrønner *Planktothrix agardhii* (12%) og *Aphanizomenon* spp. (4%). Det var de samme fire arter, der var vigtigst i sommerperioden, men da kiselalgemaksimum lå før sommerperioden var procentfordelingen noget anderledes: *Limnothrix* spp. 58%, *Stephanodiscus neoastraea* 9%, *Planktothrix agardhii* 8% og *Aphanizomenon* spp. 7%.

Blågrønner udgjorde 56% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og var den dominerende algegruppe fra august og året ud, hvor de udgjorde 86-96% af den totale biomasse. Blågrønner fandtes desuden på en enkelt dato i maj (9%). De havde en meget stor forekomst i august (17 mm³/l).

I maj dominerede småcellede blågrønalger, *Synechococcus* spp. og *Chroococcales* spp. (celler <2 µm). Under blågrøinalgemaksimum i august-september dominerede de tynde, trådformede *Limnothrix* spp., og fra midt i september og året ud dominerede *Planktothrix agardhii*. Desuden fandtes *Aphanizomenon* spp. under blågrøinalgemaksimum. *Planktothrix agardhii* og *Aphanizomenon* spp. er begge potentielt toksinproducerende.

TISSØ 1999 Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total biomasse mm ³ /l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter	Andel af biomasse %
03-mar	19,2	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	98	Ubestemte (5-10 µm)	1
08-apr	1,4	<i>Gymnodinium helveticum</i>	36	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	33
22-apr	1,4	<i>Chrysochromulina parva</i>	42	<i>Gymnodinium helveticum</i>	31
05-maj	1,4	<i>Chrysochromulina parva</i>	54	<i>Stephanodiscus neoastraea</i> <i>Rhodomonas lacustris</i>	18 15
17-maj	1,7	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	58	<i>Chlorella</i> spp./ <i>Dic. subsolitarium</i> <i>Rhodomonas lacustris</i>	7 7
14-jun	2,0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	96	<i>Rhodomonas lacustris</i>	1
28-jun	4,7	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	39	<i>Ceratium hirundinella</i> <i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	34 11
12-jul	2,2	<i>Chrysochromulina parva</i>	44	Centriske kiselalger 10-30 µm <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas</i> spp. (20-30 µm)	23 9 8
09-aug	17,7	<i>Limnothrix</i> spp.	82	<i>Aphanizomenon</i> spp.	8
08-sep	9,7	<i>Limnothrix</i> spp.	65	<i>Aphanizomenon</i> spp. <i>Planktothrix agardhii</i>	12 10
12-sep	4,2	<i>Planktothrix agardhii</i>	62	<i>Limnothrix</i> spp.	29
19-okt	4,3	<i>Planktothrix agardhii</i>	89	<i>Limnothrix</i> spp.	6
15-nov	2,1	<i>Planktothrix agardhii</i>	93	<i>Limnothrix</i> spp.	2
16-dec	0,9	<i>Planktothrix agardhii</i>	93	<i>Gymnodinium helveticum</i>	2
Gsn. 03-mar - 31-okt	6,3	<i>Limnothrix</i> spp.	39	<i>Stephanodiscus neoastraea</i> <i>Planktothrix agardhii</i> <i>Aphanizomenon</i> spp.	29 12 4
Gsn. 01-maj - 30-sep	6,5	<i>Limnothrix</i> spp.	58	<i>Stephanodiscus neoastraea</i> <i>Planktothrix agardhii</i> <i>Aphanizomenon</i> spp.	9 8 7

Tabel 4.4.1. Tissø 1999. Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse.

Rekylalger fandtes hele året, men de udgjorde kun 4% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober. De havde maksima sidst i juni samt i begyndelsen af september (0,8 mm³/l). Rekylalger havde størst relativ betydning i forbindelse med disse maksima samt under den lave totale biomasse i april-maj, hvor de udgjorde 5-17% af den totale biomasse.

De vigtigste rekylalger var *Rhodomonas lacustris*, der især fandtes forår og efterår, og *Cryptomonas* spp., der fandtes sommer og efterår.

Furealger udgjorde 3% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober. De fandtes spredt i løbet af året og havde maksimum sidst i juni (1,6 mm³/l), hvor *Ceratium hirundinella* udgjorde 34% af den totale biomasse. *Gymnodinium helveticum* udgjorde 31-36% af den totale biomasse i april og havde en mindre forekomst i november-december (1-2%).

Gulalger havde ingen kvantitativ betydning. *Dinobryon divergens* fandtes på en enkelt dato i juli, hvor den udgjorde 1% af den totale biomasse.

Kiselalger udgjorde 32% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober, men kun 12% fra sommerperioden maj-september. De fandtes forår og sommer og havde et meget højt maksimum ved prøvestart i begyndelsen af marts (19 mm³/l) og et mindre sidst i juni (2,1 mm³/l). Kiselalger dominerede planteplanktonsamfundet i marts (99%) og fra midt i maj til sidst i juni (45-97%).

Stephanodiscus neoastraea var den vigtigste kiselalge i hele perioden marts-juni. Centriske kiselalger 10-30 µm og *Fragilaria crotonensis* var de vigtigste kiselalger i juli, hvor de udgjorde henholdsvis 23% og 9% af den totale biomasse.

Chrysochromulina parva fandtes i april-maj og på en enkelt dato i juli. Den havde to maksima, i begyndelsen af maj (0,7 mm³/l) og i juli (0,9 mm³/l). I forbindelse med disse maksima udgjorde den 42-54% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde den 0-6%.

Grønalger var den artsrigeste planteplanktongruppe. Grønalger fandtes hele året, men udgjorde kun 1% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober. Maksimum fandtes i august (0,27 mm³/l). De havde størst relativ betydning i april-maj, hvor de udgjorde 5-12% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de kun 0-4%.

De vigtigste grønalger var de små chlorococcale arter *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium* og *Didymocystis* sp., der især fandtes i forårsperioden.

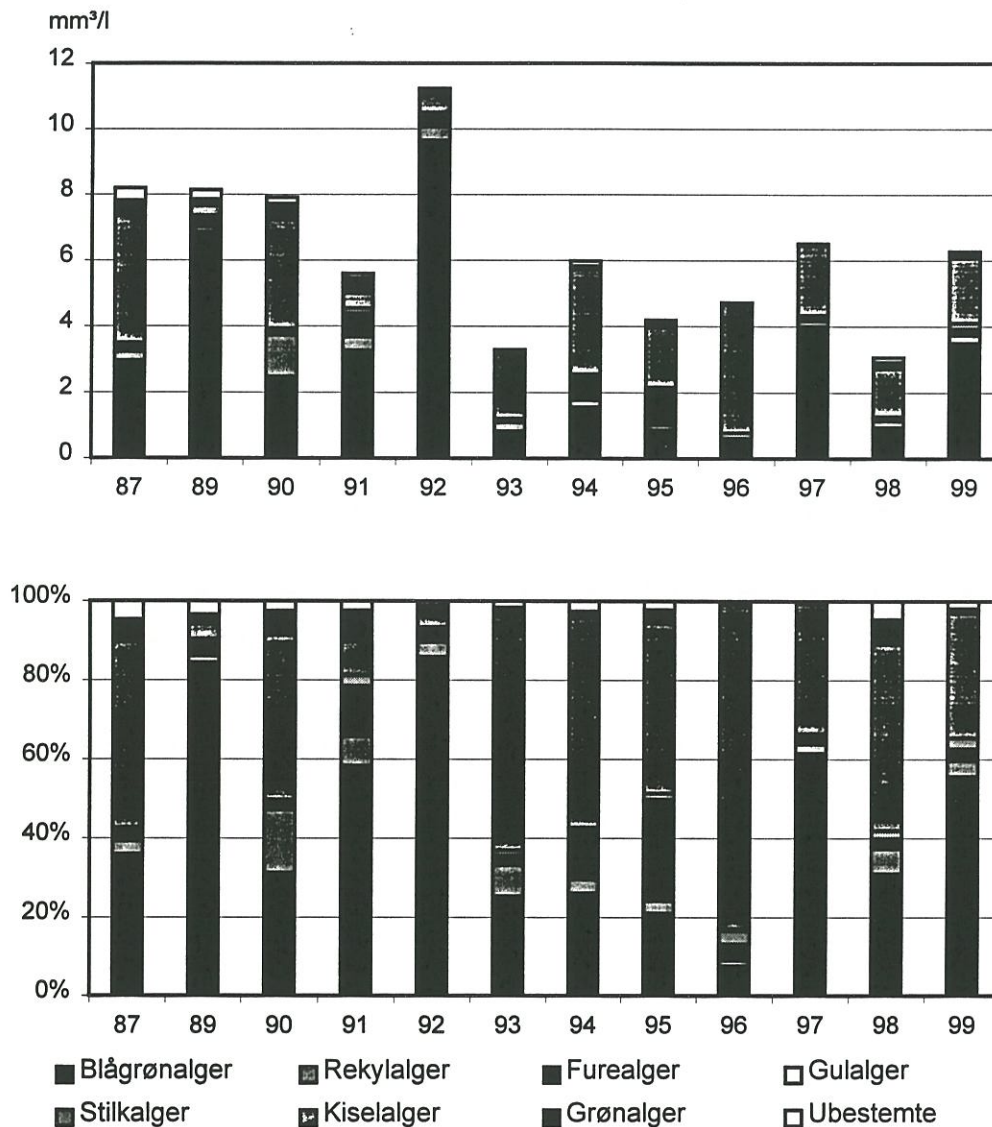
Sammenligning med planteplanktonsamfundet i 1987 og 1989-98

Planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit fra perioden marts-oktober fra årene 1987 og 1989-99 ses af figur 4.4.2

I 1999 var både den maksimale biomasse (8,9 mm³/l) og den gennemsnitlige biomasse (6,3 mm³/l) ca. dobbelt så høje som i 1998. De højere værdier i 1999 skyldtes, at der her fandtes både et meget større forårsmaksimum af kiselalger og et meget større sensommermaksimum af trådformede

blågrønalger end i 1998. Det skal dog bemærkes, at kiselalgeomaximum i 1999 lå tidligt i marts, og at prøvetagningen i 1998 først startede sidst i marts.

Den gennemsnitlige totale biomasse var lavest i 1993, 1995-96 samt 1998 (3,1-4,7 mm³/l) og højest i 1992 (11 mm³/l). De øvrige år var den 6-8 mm³/l. Den maksimale biomasse var højest i 1997 (34 mm³/l), lavest i 1998 (8 mm³/l) og 12-29 mm³/l de øvrige år.



Figur 4.4.2. Tissø 1999. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1987 og 1989-99. Gennemsnit fra perioden marts-oktober.

De vigtigste planteplanktongrupper var alle år blågrønalger og/eller kiselalger. Kiselalger var vigtigst i 1987, 1990, 1993-96 samt 1998. De fleste år dominerede *Stephanodiscus neoastraea* og udgjorde 31-41% af den totale gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober. I 1993 dominerede centriske kiselalger 10-30 µm (52%) og i 1998 udgjorde *Stephanodiscus neoastraea* og centriske kiselalger (<10 µm samt 10-30 µm) tilsammen 38%.

I 1989, 1991-92, 1997 og 1999 dominerede trådformede blågrønalger planteplanktonsamfundet. *Limnothrix* spp. var den dominerende blågrønalg i 1989, 1992 og 1999, *Pseudanabaena limnetica* i 1991 og *Anabaena* spp. i 1997.

I tabel 4.4.2 findes en oversigt over de vigtigste blågrønalger fra hele undersøgelsesperioden med angivelse af deres procentvise andel af den totale gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober. *Anabaena* spp., *Aphanizomenon* spp. *Microcystis* spp. og *Planktothrix agardhii* er potentielt toksiske.

TISSØ 1987 og 1989-99 Dominerende og subdominerende blågrønalger					
ÅR:	Total gsn biomasse mm ³ /l	Dominerende art	Andel af gsn biomasse %	Subdominerende arter	Andel af gsn biomasse %
1987	8,2	<i>Planktothrix agardhii</i>	15	<i>Woronichinia compacta</i>	9
1989	8,2	<i>Limnothrix</i> spp.	72	<i>Planktothrix agardhii</i>	11
1990	7,9	<i>Microcystis</i> spp.	13	<i>Limnothrix</i> spp.	12
1991	5,6	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	27	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Limnothrix</i> spp.	17 11
1992	11,2	<i>Limnothrix</i> spp.	56	<i>Planktothrix agardhii</i>	23
1993	3,3	<i>Microcystis</i> spp.	7	<i>Planktothrix agardhii</i>	6
1994	6,0	<i>Limnothrix</i> spp.	14	<i>Microcystis</i> spp.	5
1995	4,2	<i>Microcystis</i> spp.	13	<i>Planktothrix agardhii</i>	3
1996	4,7	<i>Anabaena</i> spp.	4	<i>Aphanizomenon</i> spp.	3
1997	6,6	<i>Anabaena</i> spp.	29	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Aphanizomenon</i> spp.	20 12
1998	3,1	<i>Anabaena</i> spp.	18	<i>Microcystis</i> spp. <i>Planktothrix agardhii</i>	8 5
1999	6,3	<i>Limnothrix</i> spp.	39	<i>Planktothrix agardhii</i>	12

Tabel 4.4.2. Dominerende og subdominerende blågrønalger i procent af den totale gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober.

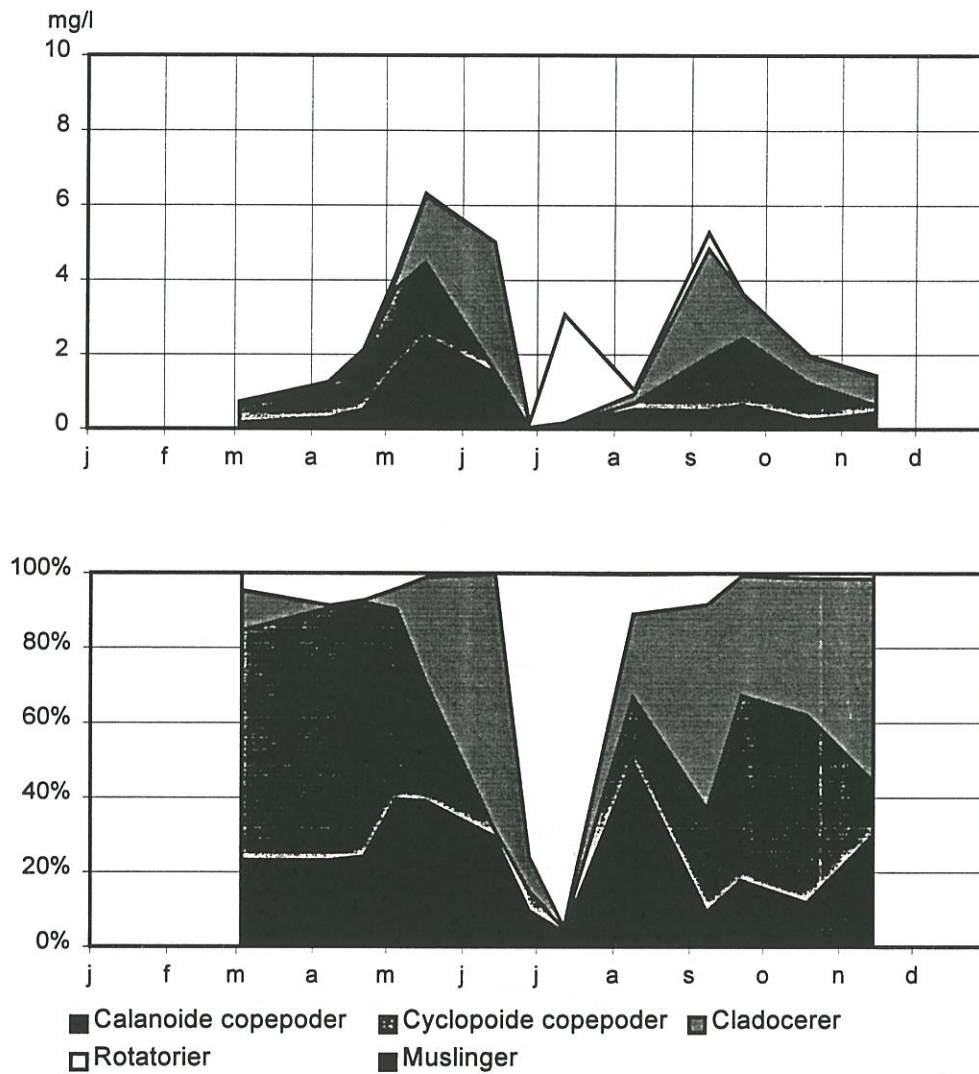
Hver sommer optrådte en større eller mindre opblomstring af furealger. Størst betydning havde de 1995, hvor de udgjorde 26% af den gennemsnitlige biomasse mod 2-13% de øvrige år. Alle år var *Ceratium hirundinella* den vigtigste furealge.

Planteplanktonsamfundet var alle 11 undersøgelsesår domineret af næringskrævende arter.

Dyreplankton

Årstidsvariation

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af 1999 fremgår af figur 4.4. 3.



Figur 4.4. 3. Tisø 1999. Dyreplanktonbiomasse (mg våd vægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Dyreplanktonbiomassen varierede mellem 0,17 mg/l sidst i juni og 6,3 mg/l midt i maj. Den gennemsnitlige biomasse var 2,9 mg/l i perioden marts-oktober og 3,5 mg/l i sommerperioden maj-september.

Dyreplankton havde tre markante maksima i løbet af året, et stort forårsmaksimum i maj (6,3 mg/l), der især bestod af forskellige stadier af Eudiaptomus graciloides og cyclopoide copepoditer, et mindre sommermaksimum i juli (3,1 mm³/l) bestående af den store rotatorie Asplanchna priodonta og et stort efterårsmaksimum i september (5,3 mm³/l), der især bestod af den store cladocer Daphnia galeata og forskellige stadier af den lille copepod Mesocyclops leuckarti.

I 1999 var copepoder og cladocerer som gennemsnit de vigtigste dyregrupper. Copepoder udgjorde 56% af biomassen i perioden marts-oktober og 48% i sommerperioden. For cladocerer var de tilsvarende tal 33% og 37%. Rotatorier udgjorde 12-15% af den gennemsnitlige biomasse.

Dyreplanktonsamfundet var en stor del af året domineret af copepoder (i marts-maj, i august og fra sidst i september til sidst i oktober), hvor de udgjorde 62---92% af den totale biomasse. Cladocerer var den vigtigste dyregruppe i begyndelsen af juni, i begyndelsen af september samt i november (54-68%), hvorimod rotatorier var den dominerende dyregruppe fra sidst i juni til midt i juli (76-95%).

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 33 arter/slægter af rotatorier, cladocerer, copepoder og muslinger i Tissø 1999. Dominerende og subdominerende arter/grupper på de enkelte prøvedatoer fremgår af tabel 3.

Rotatorier udgjorde 12% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 15% i sommerperioden. De havde et maksimum i juli bestående af den store art Asplanchna priodonta (2,9 mg/l) og et mindre i begyndelsen af september (0,4 mg/l), der især bestod af Synchaeta spp., Anuraeopsis fissa og Keratella qua-drata. Rotatorier havde størst betydning sidst i juni og under rotatoriemaksimum i juli, hvor de udgjorde 76-95% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 1-11%.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 20 fundne arter. Som gennemsnit var Asplanchna priodonta den vigtigste rotatorieart som følge af store forekomster midt på som-meren. Den udgjorde 7% af den totale biomasse fra perioden marts-oktober. Næstvigtigste arter var Keratella quadrata, Polyarthra vulgaris/do-li-chop-tera og Synchaeta spp. <100 µm, men de udgjorde kun 1% af den totale gennemsnitlige biomasse. Keratella quadrata og Polyarthra vulgaris/dolichoptera fandtes næsten hele året, Synchaeta spp. <100 µm fandtes især i sommerperioden og Asplanchna priodonta kun i juni-juli.

Cladocerer udgjorde 33% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 37% i sommerperioden. De havde maksimum midt i juni (3,4 mg/l) og i begyndelsen af september (2,9 mg/l), hvor de udgjorde henholdsvis 68% og 55% af den totale biomasse. Cladocerer havde størst relativ betydning under disse maksima samt i september-november (32-68%). Resten af året udgjorde de 1-28% af den totale biomasse.

Der blev registreret 8 arter af cladocerer. Som gennemsnit var de vigtigste cladocerer Daphnia galeata, D. cucullata, D. hyalina og Bosmina coregoni der udgjorde henholdsvis 20%, 7%, 3% og 2% af den totale gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-ok-tober. Bosmina coregoni fandtes næsten hele året og Daphnia-arterne især sommer og efterår.

TISSØ 1999					
Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total bio- masse mg/l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter/grupper	Andel af biomasse %
03-mar	0,7	Cyclopoide copepoditer	24	<i>Cyclops</i> spp. han <i>Bosmina coregoni</i> <i>Cyclops strenuus</i> hun	23 11 7
08-apr	1,3	Cyclopoide nauplier	28	Cyclopoide copepoditer <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne <i>Bosmina coregoni</i>	24 20 11
22-apr	2,1	Cyclopoide copepoditer	39	Cyclopoide nauplier Calanoide nauplier <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	19 10 9
05-maj	4,2	Cyclopoide copepoditer	48	Calanoide copepoditer <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	26 5
17-maj	6,3	Cyclopoide copepoditer	30	Calanoide copepoditer <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	27 10
14-jun	5,0	<i>Daphnia galeata</i>	67	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne Calanoide copepoditer	17 13
28-jun	0,2	<i>Synchaeta</i> spp.	49	Calanoide nauplier <i>Daphnia galeata</i> <i>Polyarthra</i> spp. <i>Keratella quadrata</i>	9 8 8 7
12-jul	3,1	<i>Asplanchna priodonta</i>	79	<i>Polyarthra</i> spp.	9
09-aug	1,1	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	26	<i>Daphnia galeata</i> Calanoide copepoditer Calanoide nauplier <i>Mesocyclops</i> copepoditer <i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne	17 13 10 7 7
08-sep	5,3	<i>Daphnia galeata</i>	34	<i>Mesocyclops</i> copepoditer <i>Daphnia cucullata</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne	15 12 7
22-sep	3,6	<i>Mesocyclops</i> copepoditer	25	<i>Daphnia cucullata</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	22 15 10
19-okt	2,0	<i>Mesocyclops</i> copepoditer	35	<i>Daphnia cucullata</i> <i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne <i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne	33 10 9
15-nov	1,4	<i>Daphnia cucullata</i>	40	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne <i>Daphnia galeata</i> <i>Mesocyclops</i> copepoditer	28 11 9

TABELLEN FORT SÆTTER NÆSTE SIDE !!!

TISSØ 1999 Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total bio- masse mg/l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter/grupper	Andel af biomasse %
Gsn. 03-mar - 31-okt	2,9	<i>Daphnia galeata</i>	20	Cyclopoide copepoditer	13
				Calanoide copepoditer	11
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	10
				<i>Mesocyclops</i> copepoditer	8
				<i>Daphnia cucullata</i>	7
				<i>Asplanchna priodonta</i>	7
Gsn. 01-maj - 30-sep	3,5	<i>Daphnia galeata</i>	26	Calanoide copepoditer	13
				Cyclopoide copepoditer	11
				<i>Asplanchna priodonta</i>	10
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	9
				<i>Mesocyclops</i> copepoditer	6
				<i>Daphnia cucullata</i>	5

Tabel 4.4.3. Tissø 1999. Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse. Fortsat.

Copepoder udgjorde 55% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 48% i sommerperioden. De havde maksimum midt i maj (4,5 mg/l) og sidst i september (2,4 mg/l). Det første maksimum var domineret af cyclopoide copepoditer og det andet af forskellige stadier af *Mesocyclops leuckarti*. Bortset fra en kort periode midt på sommeren var copepoder kvantitativt vigtige hele året, men de dominerede fuldstændigt dyreplanktonsamfundet i marts-maj (71-92%), i begyndelsen af august (67%) og sidst i september-oktober (62-67%). Cyclopoide copepoder dominerede copepodbiomassen forår samt efterår og calanoide copepoder i sommermånederne.

Der blev fundet 4 arter af copepoder, den calanoide art *Eudiaptomus graciloides* og de cyclopoide arter *Cyclops strenuus*, *C. vicinus* og *Mesocyclops leuckarti*. Voksne individer af *Eudiaptomus graciloides* fandtes næsten hele året, hvorimod *Mesocyclops leuckarti* fandtes i april samt august-november, *Cyclops strenuus* i marts-april og *C. vicinus* i juni samt i oktober-november.

Der blev fundet planktiske larver af vandremuslingen *Dreissena polymorpha* i juli-august, men de havde ingen betydning for den samlede dyreplanktonbiomasse.

Dyreplanktons fødeoptagelse

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse, beregnes ud fra deres anslåede daglige fødebehov.

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 13 $\mu\text{g C/l/døgn}$ sidst i juni og 226 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i begyndelsen af september. Den gennemsnitlige fødeoptagelse fra perioden marts-oktober var 96 $\mu\text{g C/l/døgn}$ og fra sommerperioden 123 $\mu\text{g C/l/døgn}$. For begge perioder gjaldt det, at cladocerer dominerede den gennemsnitlige biomasse (49% fra marts-oktober og 53% fra sommerperioden) og næstvigtigste dyregruppe var copepoder (henholdsvis 37% og 32%). Rotatorier udgjorde 15% i begge perioder.

Copepoder stod for størstedelen af fødeoptagelsen i marts-maj (54-77%). Cladocerer dominerede fødeoptagelsen midt i juni (82%) samt i september-november (54-69%) og rotatorier sidst i juni samt i juli (90%). I august havde flere dyregrupper væsentlige andele i fødeoptagelsen.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1987 og 1989-98

Figur 4 viser dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit fra den produktive periode (marts-oktober) for årene 1987 og 1989-99.

I 1999 var den gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober 2,9 mg/l, hvilket var lidt højere, men på samme niveau som i 1998. Den laveste gennemsnitlige biomasse fandtes i 1991 (1,1 mg/l) og den højeste i 1997 (3,8 mg/l). De øvrige år svingede den mellem 1,6 og 3,3 mg/l. I sommerperioden fandtes samme mønster, men den gennemsnitlige biomasse var generelt lidt højere i sommerperioden end fra perioden marts-oktober.

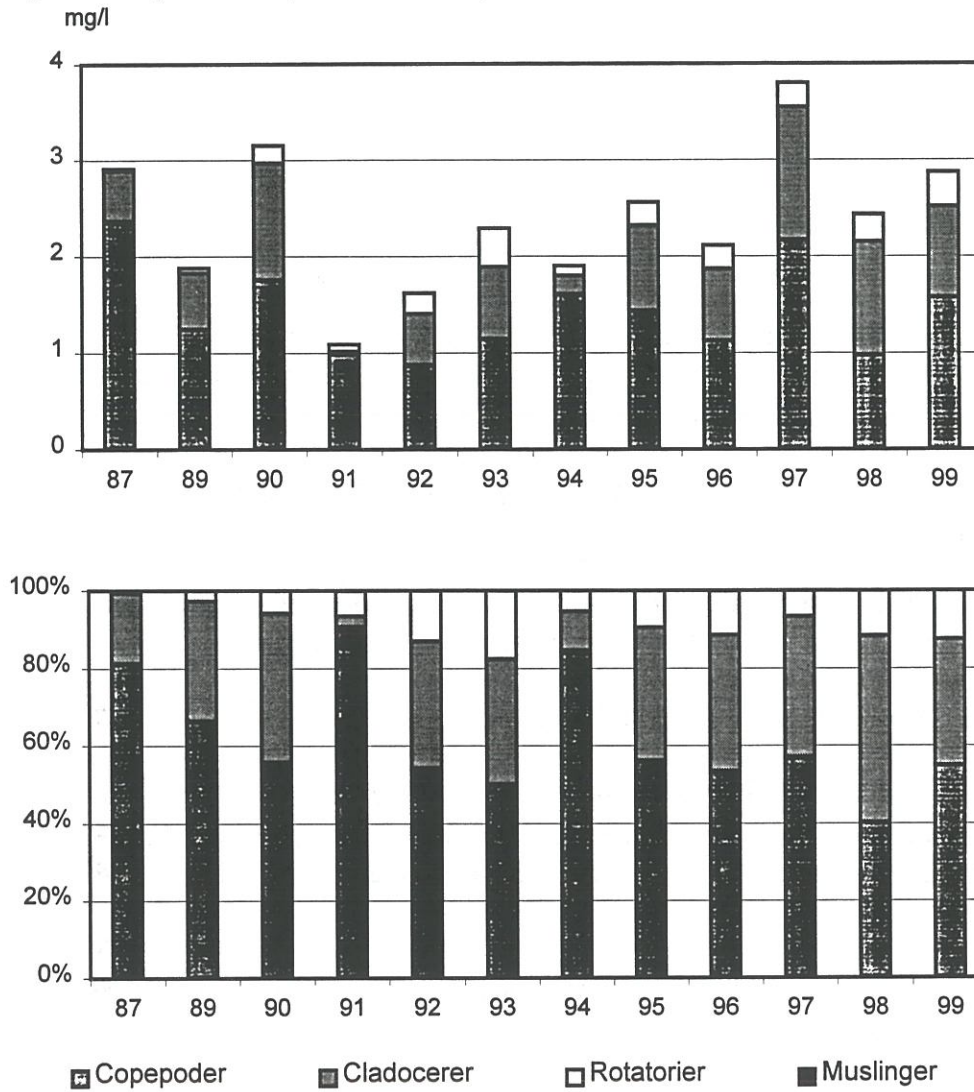
I alle år, undtagen 1998, udgjorde copepoder den største andel af den gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober (49-90%), og cladocerer var den næstvigtigste gruppe (3-44%). I 1998 var cladocerer den vigtigste dyregruppe (48%) og copepoder næstvigtigst (40%). Dette skyldtes dels et højt sommermaksimum af cladocerer og dels en lav gennemsnitlig copepodbiomasse i 1998. Copepodbiomassen har været relativt konstant og høj i hele undersøgelsesperioden (0,9-2,4 mg/l). Langt større udsving sås i den gennemsnitlige cladocerbimasse, der var meget lav i 1991 og 1994 (henholdsvis 0,03 og 0,19 mg/l) og svingede mellem 0,5 og 1,2 mg/l de øvrige år.

Copepodbiomassen bestod alle år af *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops strenuus*, *C. vicinus* og *Mesocyclops leuckarti* samt nogle år tillige af *Cyclops abyssorum* (1995-98) og *Eudiaptomus gracilis* (1997). De fleste år var *Eudiaptomus graciloides* den vigtigste copepod, men i 1989 var det *Mesocyclops leuckarti* og i 1990 samt 1992-93 *Cyclops strenuus* + *C. vicinus*. I 1997-99 udgjorde *Eudiaptomus graciloides* og cyclopoide copepoder næsten lige store andele af copepodbiomassen. I 1997 var de vigtigste cyclopoide copepoder *Cyclops abyssorum* og *C. strenuus*, i 1998 var det *Mesocyclops leuckarti*, hvorimod *Cyclops* og *Mesocyclops* udgjorde næsten lige store andele af den gennemsnitlige cyclopoide biomasse i 1999.

De vigtigste cladocerer var alle år *Daphnia*-arterne *D. cucullata*, *D. galeata* og/eller *D. hyalina*. I 1990 samt 1996 udgjorde *Bosmina longirostris* og i 1997-98 *Bosmina coregoni* tillige en væsentlig andel af cladocerbimassen.

Rotatorier havde størst betydning i 1993 og 1999, hvor de, i kraft af en stor forekomst af *Asplanchna priodonta* i juli, udgjorde 15-17% af den gennemsnitlige biomasse. De øvrige år udgjorde rotatorier

1-12%. Generelt har de vigtigste arter været *Polyarthra* spp., *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* og i nogle år *Asplanchna priodonta* (1993, 1995-99).



Figur 4.4.4. Tisø 1999. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1987 og 1989-99. Gennemsnit fra perioden marts-oktober.

4.5 Bundvegetation i Tissø

Som en del af Vandmiljøplanens overvågningsprogram indgår undersøgelser af bundvegetation i de søer, hvor en sådan forekommer med en rimelig tæthed. I Tissø er vegetationsundersøgelser lavet siden 1994.

I 1994 blev søen opdelt i 15 delområder, i hvilke der i 1994 og 1995 blev foretaget områdeundersøgelser af bundvegetationen. Siden 1996 valgte man at reducere vegetationsundersøgelserne i Tissø til kun at omfatte 8 af de 15 delområder. Undersøgelsen i 1999 udførtes, i lighed med de tre foregående år, kun i de 8 delområder.

Undersøgelsen er gennemført som en områdeundersøgelse efter retningslinierne i metodebeskrivelsen "Vegetationsundersøgelser i søer" fra DMU.

Undersøgelsen blev gennemført i perioden 3.-5. august 1999. Den aktuelle vandstand på undersøgelsestidspunktet var 1,25 DNN. Sommermiddelvandstanden for søen er 1,00 DNN.

Af figur 4.5.1 fremgår, at Tissø er inddelt i 15 delområder.

I 1999 gennemførtes der undersøgelser i delområderne 1, 3, 5, 7, 9, 10, 12 og 14. I hvert af disse delområder blev sammensætningen og udbredelsen af under-vandsvegetationen undersøgt i dybdeintervaller på 0,5 m. Vegetationsforholdene i søens øvrige delområder blev registreret ved ikke-systematiske observationer.

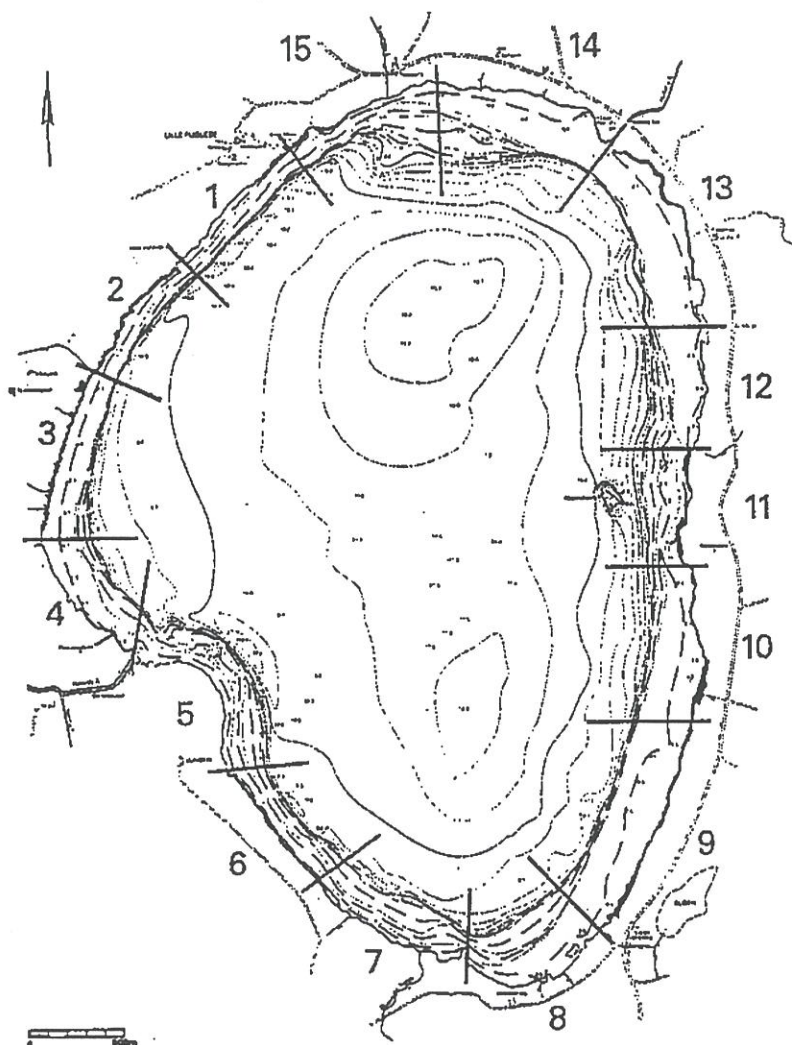
På baggrund af resultaterne af tidligere års undersøgelser samt delområdernes substrat, dybde og eksponeringsforhold antages det, at forholdene i ikke-systematiske undersøgte delområder svarer til forholdene i de undersøgte delområder, hvad angår vegetationens udbredelse og tæthed (1=2, 3=4, 5=6, 7=8, 9, 10=11, 12=13 og 14=15, fed angiver undersøgte delområder).

Vegetationens sammensætning er undersøgt med en almindelig rive med forlænget skaft ud til omkring 3 m dybde samt med vand-kikkert i det omfang, det var muligt. Hvis der registreredes vegetation på dybder op til 3 m, blev der foretaget supplerende prøvetagninger med en "Sigurd Olsen"-rive i dybderne fra 3 m op til ca. 5 - 6 meter for at finde planternes dybdegrænse.

Artsbestemmelsen blev så vidt muligt foretaget på stedet, i tvivlstilfælde blev de hjembragt til nærmere identifikation. Alle blomsterplanter og kransnålalger blev bestemt til art, mens store/dominerende trådalger blev bestemt til slægt.

Blomsterplanter blev bestemt ved hjælp af "Danske vandplanter", mens kransnålalger fortrinsvist blev bestemt ved hjælp af "Bestämningsnyckel för svenska kransalger" Feltarbejde og plantebestemmelser blev udført af Elisabeth Krog og Bjarke Laubek.

Der er ikke foretaget en egentlig undersøgelse af rørsumpen i 1999.



Figur 4.5.1 Dybdekort over Tissø med angivelse af de 15 delområder.

Vegetationens sammensætning og udbredelse

Rørsumpen i Tissø

En egentlig undersøgelse af rørsumpen er ikke udført i 1999, men i forbindelse med områdeundersøgelsen af undervandsvegetationen blev det dog konstateret, at rørsumpens udbredelse ikke har ændret sig betydeligt igennem de sidste 5 år.

Tagrør dominerer fortsat rørsumpen i mange af delområderne. Blågrøn Kogleaks blev registreret flere steder, og ved den østlige bred dominerede Smalbladet Dunhammer, specielt i den sydøstlige del af søen, hvor også Strand Kogleaks blev fundet flere steder.

Langs Tissø's bredder vælder nogle steder lettere saltholdigt vand frem. Det er antageligt forklaringen på tilstedeværelsen af flere normalt saltvands- eller brakvandsarter som f.eks. Strand Kogleaks og Blågrøn Kogleaks i rørsumpen.

Af øvrige arter blev der registreret Almindelig Sumpstrå primært ved den vestlige bred syd for Fiskerihavnen, og en enkelt flot bestand af Brudelys blev registreret ved Fiskerihavnen i år.

Dette svarer i store træk til, hvad der blev fundet i 1994 samt i 1986-87, hvor Thorkil Høy foretog en opmåling af Tissø og registrerede rørsumpens udbredelse (se figur 4.5.2).

Flydebladsvegetationen i Tissø

De fysiske betingelser for en veludviklet flydebladsvegetation er ikke til stede i Tissø, dets størrelse, eksponering og dybdeforhold taget i betragtning.

I 1999 blev der da også kun registreret i alt 3 flydebladsarter med en forholdsvis beskedne udbredelse. Liden Andemad blev i 1999 kun fundet tre steder i søen, hhv. i vigen ved vandværket i delområde 1, ved tilløbet Duemose Rende i delområde 7 og ved tilløbet fra Halleby Å i delområde 14.

Submerse blade af Gul Åkande blev i 1999 observeret ved tilløbet fra Halleby Å i delområde 14, samme sted som i 1998.

Spredte bestande af Vandpileurt blev registreret i specielt søens vestlige del, syd for Fiskerihavnen, mens forholdsvis store bestande blev registreret ud til 0,3 m i søens sydlige del. Endvidere registreredes enkelte små bestande i det sumpede engområde langs kysten i delområde 12.

Undervandsvegetationen i Tissø

Af tabel 4.5.1 fremgår en oversigt over undervandsvegetationens sammensætning og de enkelte arters status og dybdegrænse i Tissø i perioden 1994-1999. I 1999 blev i alt 8 arter af vandplanter registreret.

Børstebledet Vandaks blev igen i år registreret som den mest almindelige blomsterplante i Tissø. Den blev fundet i alle delområderne. Specielt i delområderne mod øst og nord (delområde 9, 10, 12 og 14) dominerede arten den samlede undervandsvegetation. Her blev tætte bestande og, i delområde 12, små grødedøer observeret, men ingen steder i søen blev store grødedøer observeret, som ved tidligere undersøgelser.

I figur 4.5.2 er den samlede vegetationsdækning i de enkelte dybdeintervaller i de 8 undersøgte delområder afbildet.

Art	Status	Dybdeudbredelse (m)					
		1999	1998	1997	1996	1995	1994
Blomsterplanter							
Børsteblandet Vandaks	Almindelig/dominerende	3,3	6,4	3,1	2,4	6,0	2,0
Hjertebladet Vandaks	Almindelig	2,7	2,5	2,6	1,6	2,7	1,65
Kruset Vandaks	Spredt/enkelte	3,9	2,9	3,3	2,2	2,7	1,8
Liden Vandaks	Almindelig	4,1	5,9				
Krybende Vandkrans	Almindelig	3,5	5,8	3,5	2,5	5,0	2,4
Aks-tusindblad	Enkelt bestand	1,8				1,95	1,95
Vandranunkel					<0,5		
Vandpest	Enkelte bestande	1,0	0,5				
Vandstjerne sp.			Opskyl				
Kransnålalger							
Chara spp.	Dominerende	3,9	3,6	2,9	2,6	4,5	1,5
Chara globularis				(x)			
Chara contraria	Dominerende	x	x	x			
Chara aspera			x		x	x	x
Chara vulgaris	Enkelte	x	x		x	x	x
Andre alger							
Vandhår (Cladophora sp.)	Almindelig	3,5	5,5	3,5	2,9	5,5	2,25
Rørhinde (Enteromorpha sp.)	Spredt/enkelte	2,5	2,9	2,9	0,5	3,0	2,1

Tabel 4.5.1 Oversigt over undervandsvegetationens sammensætning og de enkelte arters status og dybdegrænse i Tissø 1994-1999.

Børsteblandet Vandaks blev registreret inden for et bredt dybdeinterval, således blev den fundet fra helt lavt vand og ud til en maksimal dybde på 3,3 m. Dets hovedudbredelse blev, i lighed med tidligere år, typisk registreret i dybdeintervallet 0,5 - 2,0 m. I Tissø vokser *Børsteblandet Vandaks* både på fast bund og i områder, hvor bunden er blødere.

Hjertebladet Vandaks blev i 1999 registreret i alle delområder, med undtagelse af 9 og 10. Den blev registreret ud til 2,7 m, men havde sin hovedudbredelse mellem 1,0-2,5 m. I den nordøstlige del af søen, i delområde 12 og 14, fandtes kun enkelte forholdsvis store grødeøer, mens der i den sydvestlige del af søen (1, 3, 5 og 7) fandtes temmelig mange, dog mindre grødeøer. En

udbredelsesgradient ned gennem søen startende fra Fiskerihavnen og kulminerende i delområde 7 blev overordnet observeret.

Hjertebladet Vandaks er en art med stor økologisk amplitude. Foruden rent ferskvand og typisk brakvand vokser den i søer med sandbund og mudret bund samt i stenede vandløb med både roligt og strømmende vand. Endvidere er den i stand til at modstå en betydelig grad af næringsstofbelastning.

Også i år registreredes *Kruset Vandaks* kun i delområderne 3, 5 og 7 i søens sydvestlige ende. Den har således tilsyneladende kun en begrænset udbredelse i Tissø. Dens hovedudbredelse blev registreret i dybdeintervallet 2-3 m. På flere lokaliteter blev der registreret turioner, som også er fundet tidligere år. *Kruset Vandaks* anses for at være en af de mest forureningstolerante af de egentlige vandplanter.

Liden Vandaks fandtes i alle undersøgte delområder i Tissø, med undtagelse af delområde 1. Som det var tilfældet sidste år dominerede *Liden Vandaks* undervandsvegetationen i dybdeintervallet 2-3 m i søens vestlige delområder (3 og 5), mens den i delområde 7 var almindelig i samme dybdeinterval. I de øvrige delområder langs den øst- og nordlige bred forekom arten spredt. Den maksimale dybdeudbredelse for *Liden Vandaks* var 4,1 m.

Den nuværende udbredelse og hyppighed af *Liden Vandaks* er på landsplan ufuldstændigt kendt, men arten er dog almindelig i både ferskvand og i svagt saltpåvirket brakvand.

Krybende Vandkrans blev fundet i alle de undersøgte delområder i Tissø. Dens hovedudbredelse registreredes i delområderne mod nord og øst (9, 10, 12 og 14), men den var dog almindelig i det meste af søen på dybder større end 1,5 m.

I ferskvand er *Krybende Vandkrans* den mest almindelige og mest udbredte af de danske vandkransarter. På fast bund og helt lavt vand kan arten i perioder forekomme ret talrigt i større søer over alt i landet.

I 1999 blev det konstateret, at *Aks-tusindblad* ikke er forsvundet fra søen. Arten blev genfundet i delområde 11 ved Aborreholmen, hvor den også er fundet tidligere år (1994-95). *Aks-tusindblad* blev ikke genfundet i delområde 13, hvilket kan skyldes, at delområdet p.t. ikke indgår i den grundige del af undersøgelsen.

En enkelt lille bestand af *Vandpest* på lavt vand i Fiskerihavnen blev fundet igen i år. Derudover fandtes en lille bestand af *Vandpest* i delområde 7 ved tilløbet af Duemose Rende.

Generelt består undervandsvegetationen i Tissø af arter, der er karakteristiske for alkaliske til moderat næringsrige søer. Alle de fundne arter er almindeligt forekommende danske arter.

Blomsterplanterne i Tissø er alle flerårige arter, og vandaksarterne er tillige typiske kronedannende rankeskudsplanter. De er således i stand til at kompensere for dårlige lysforhold ved bunden ved at udvikle lange skud, der grener sig i overfladen, hvor lystilgængeligheden er god.

Kransnålalgerne var lige så almindelige som *Børstebladet Vandaks* i Tissø i 1999. De var også tilstede i alle søens delområder. Deres dybdeudbredelse blev registreret fra 0,2 m ud til 3,9 m dybde.

I delområderne 1-5 blev der registreret et mere eller mindre sammenhængende kransnålalgebælte fra ca. 0,5 m ud til 2,5 m. Kransnålalgemåtterne var så tætte og livskraftige, at der mange steder var opstået reducerede forhold under måtterne. I de resterende undersøgte delområder dominerede kransnålalgerne specielt på lavt vand (<1,5 m) med undtagelse af delområde 10 og 14, hvor de kun forekom sporadisk. Dette udbredelsesmønster er næsten identisk med, hvad der er registreret tidligere år.

Kransnålalgerne i Tissø bestod udelukkende af arter tilhørende slægten *Chara*. I 1999 blev følgende 2 arter registreret: *Chara contraria* og *C. vulgaris* (*s. str.*). Førstnævnte var langt den talrigste i alle delområder, mens der kun blev registreret enkelte fund af sidstnævnte. *Chara aspera* blev ikke fundet ved undersøgelsen i år.

På baggrund af tidligere års vanskeligheder med at skelne de fundne *Chara*-arter fra hinanden i felten (de ser alle meget ens ud og er dækket af epifytter) blev flere prøver af *Chara* indsamlet i felten og hjemtaget til kontrol ved mikroskopering, hvorved *C. vulgaris* og *C. contraria* blev bekræftet. Ved hjælp af herbariemateriale fra tidligere år registreredes *C. contraria* igen i år at have 2 fænotyper i søen, som muligvis er knyttet til udviklingstrin, fertilitet eller dybde.

Af andre alger er *Cladophora sp.* og *Enteromorpha sp.* almindelige i Tissø. Trådalgen *Spirogyra sp.* blev ikke fundet ved undersøgelsen i år.

Cladophora sp. var som sædvanlig meget almindelig i hele søen. I de sydlige delområder var den ligefrem dominerende på lavt vand og stenet bund. I delområderne langs den nord- og vestlige bred var *Cladophora sp.* meget almindelig, mens den i delområderne langs den østlige bred forekom mere spredt.

I vid udstrækning voksede den på sten på lavt vand og på andre planter og dannede mere eller mindre tætte bestande. *Cladophora sp.*'s maksimale dybdeudbredelse var 3,5 m.

Enteromorpha sp. fandtes spredt i alle delområder, fortrinsvist på dybder større end 1 m. Dens maksimale dybdeudbredelse var 2,5 m.

Ud over ovennævnte trådalger var der udbredte belægninger af epifytiske alger på næsten alle makrofytter, inklusive Characeerne.

Dækningsgrader og plantefyldt volumen

Bundvegetationens gennemsnitlige totale dækningsgrad fremgår af . I dybdeintervallet 0-0,5 m dybde var dækningsgraden ca. 38 %, hvilket er lidt større (8 %) end sidste år. De største dækningsgrader i Tissø i 1999 blev fundet i dybdeintervallet 0,5-1,0 m og 1,0-1,5 m. Den gennemsnitlige dækningsgrad her var knap 43 %, et fald på ca. 7 % sammenlignet med sidste år. Mellem 1,5-2,0 m var vegetationens dækningsgrad ca. 39 %, mens den faldt til 31 % i dybden 2,0-2,5 m og til knap 15

% i dybden 2,5-3,0 m. Endelig var dækningsgraden knap 4 % mellem 3,0-3,5 m. Der blev registreret bundvegetation på dybder større end 3,5 m (delområde 5 og 14), men vegetationen var dog, i denne sammenhæng, ganske ubetydelig her.

Undervandsvegetationens dækning af søbunden var størst fra 0,5 til 1,5 m i lighed med flere af de foregående års undersøgelser. Også i lighed med tidligere år var de dominerende arter *Chara contraria* og *Børsteblandet Vandaks* i 1999. Derudover dominerede *Liden Vandaks* også undervandsvegetationen i 1999 i visse delområder, som det også blev observeret i 1998.

Den samlede dækningsgrad for hele søen var lille, 8,2 %. Søens morfometriske udformning betyder formentlig, at bundvegetationen i Tissø højst vil kunne etableres på ca. 25 % af den samlede søbund.

Trådalernes samlede dækningsgrad, udgjorde 2,5 %, hvilket er en del lavere end bundvegetationens samlede dækningsgrad og ca. 50 % lavere end trådalernes dækningsgrad i 1998. Ved undersøgelsen i 1999 var en del af bundplanterne samt sten dækket af trådalger, hvilket ikke adskiller sig fra tidligere undersøgelser.

Det relative plantefyldte volumen i 1999 var 0,38 %, hvilket ikke er væsentligt forskelligt fra, hvad der er fundet i tidligere år.

I dybdeintervallet 0-0,5 m fandtes det største plantefyldte volumen på knap 30 %. Det overordnede billede var herefter, at det plantefyldte volumen faldt udefter med stigende dybde fra ca. 16 % i dybden 0,5-1,0 m til 0,5 % i dybden 3,0-3,5 m.

Sammenligning med tidligere år

Prøvetagningsmetodikken har været den samme gennem de 6 undersøgelsesår, 1994 til 1999, men der er sket en reduktion af undersøgelsesområderne fra 1995 til 1996, således at kun ca. halvdelen af søen er undersøgt i årene 1996 til 1999.

År	Vegetationens dybdegrænse(m)	Dækningsgrad (%)	Plantefyldt volumen (%)
1994	2,4	9,2	0,20
1995	6,0	7,0	0,22
1996	2,9	4,2	0,13
1997	3,5	5,5	0,17
1998	6,4	6,6	0,25
1999	4,1	8,2	0,38

Tabel 4.5.2 Bundvegetationens dybdegrænse, dækningsgrad og plantefyldt volumen i perioden 1994-1999 i Tissø.

Af tabel 4.5.2 fremgår, at vegetationens dybdegrænse varierer en del fra år til år. I 1999 blev periodens tredjestørste dybdeudbredelse på 4,1 m registreret, idet *Liden Vandaks* blev fundet med sparsom vækst på denne dybde i delområde 14.

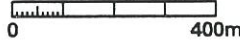
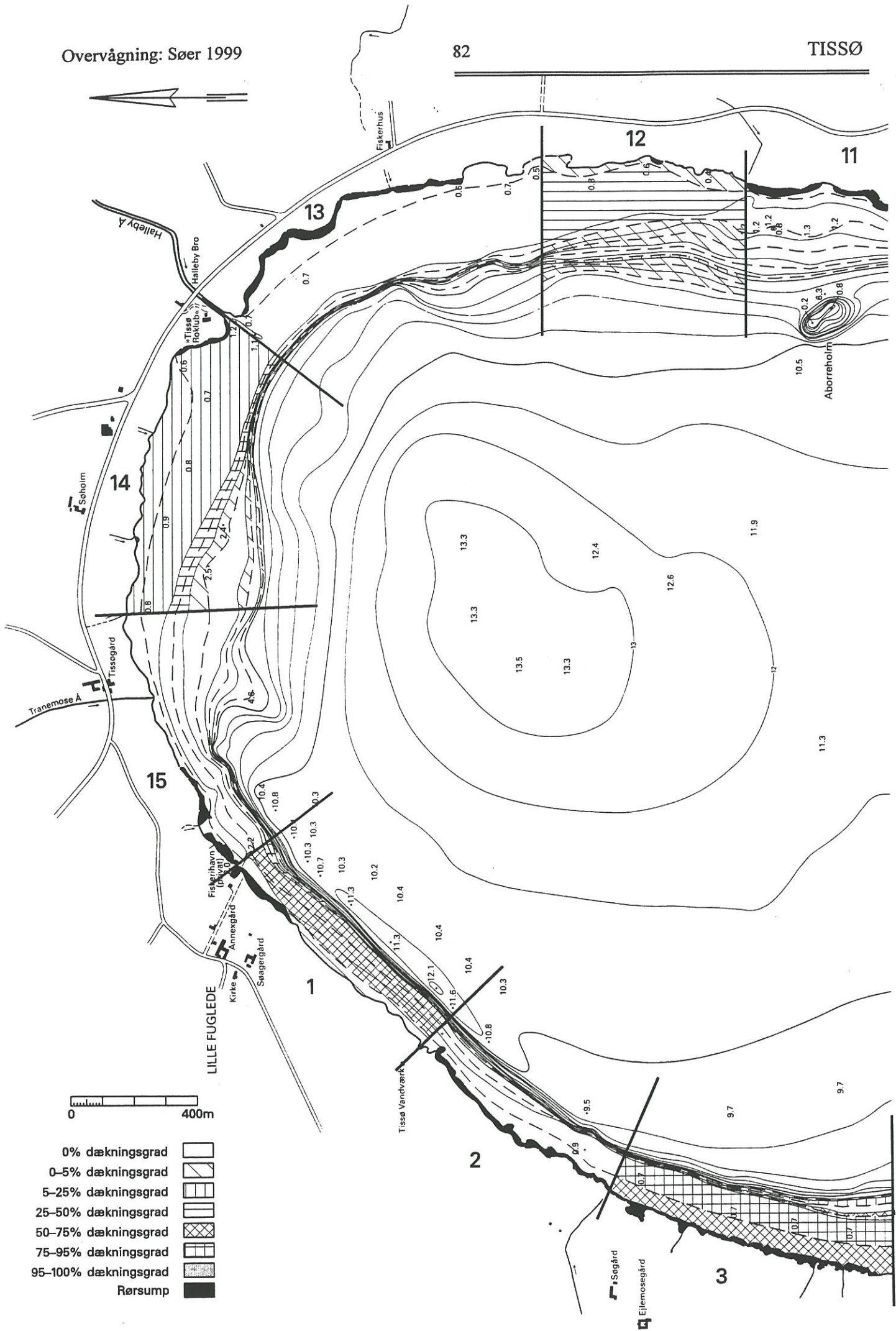
Som det fremgår af tabel 4.5.2 toppede bundvegetationens dækningsgrad i 1994 med 9,2 %. De efterfølgende 2 år faldt dækningsgraden, hvorefter den siden 1997 stille og roligt er steget år for år. Den registrerede dækningsgrad i 1999 er således næsten på niveau med dækningsgraden i 1994. Det beregnede plantefyldte volumen i 1999 er den højeste i undersøgelsesperioden, men overordnet set er den dog i samme størrelsesorden igennem hele perioden.

Sammenlignes vegetationens dybdeudbredelse, dækningsgrad og det plantefyldte volumen i undersøgelsesperioden, kan der ikke spores en tydelig udviklingstendens i bundvegetationen i Tissø. Forskellene årene imellem kan højst sandsynligt tilskrives usikkerheder og små variationer i prøvetagningsmetodikken samt forskelle i de meteorologiske forhold årene imellem.

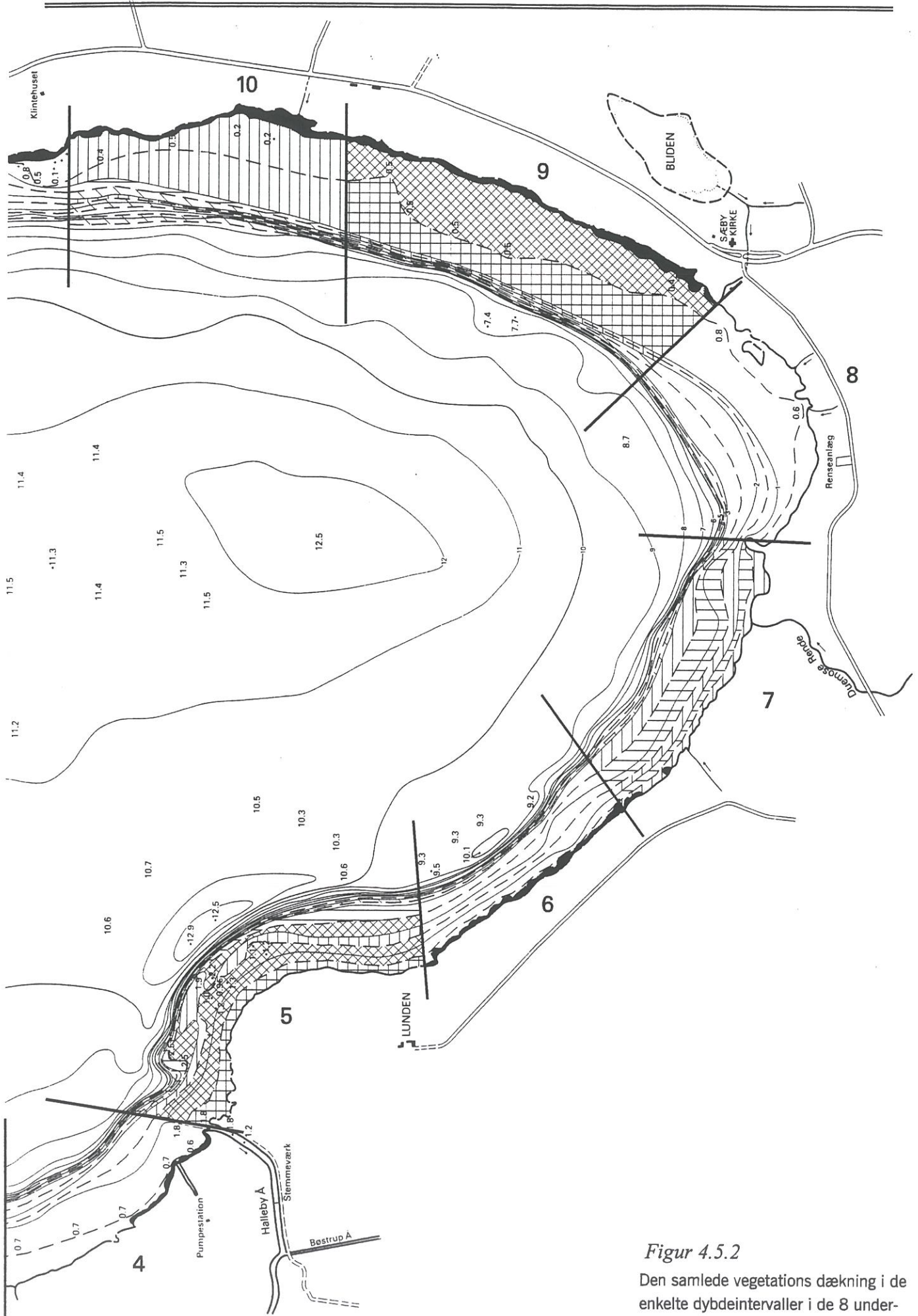
Igennem de sidste 6 år har det overordnet set været de samme arter af undervandsplanter, som er blevet registreret i Tissø. En undtagelse herfor er dog registreringen af *Liden Vandaks* i 1998 og 1999. Arten er ikke blevet registreret tidligere (1994-1997), hvilket kan skyldes forveksling med *Børsteblandet Vandaks*.

Forskellige arter af slægten *Chara* har gennem de sidste 6 år domineret kransnålalgerne. I 1999 var det således *Chara contraria*, der var totalt dominerende. I 1999 registreredes desuden enkelte individer af *Chara vulgaris*, *Chara aspera* blev ikke fundet i år. Disse 2 arter dominerede ellers kransnålalgerne i årene 1994 til 1996. I konklusionen er der registreret 3 forskellige arter tilhørende slægten *Chara* i Tissø gennem hele undersøgelsesperioden. Dominansforholdet mellem de 3 arter har varieret gennem årene, sandsynligvis grundet varierende fysiske/kemiske forhold.

Afslutningsvist kan det nævnes, at i samtlige 6 undersøgelsesår har bundvegetationen været domineret af *Børsteblandet Vandaks* og kransnålalger. I de seneste 2 år har *Liden Vandaks* dog også haft en vis betydning. Gennem de seneste 3 år er det endvidere observeret, at *Hjerteblandet Vandaks* har øget sin udbredelse i form af større og større grødeøer over et større og større område af søen. Denne udvikling vil der blive holdt øje med i de følgende år.



- 0% dækningsgrad
- 0-5% dækningsgrad
- 5-25% dækningsgrad
- 25-50% dækningsgrad
- 50-75% dækningsgrad
- 75-95% dækningsgrad
- 95-100% dækningsgrad
- Rørsump



Figur 4.5.2

Den samlede vegetations dækning i de enkelte dybdeintervaller i de 8 undersøgte delområder i Tissø 1999.

4.6 Fiskebestand i Tissø

En egentlig bestandsundersøgelse blev senest udført i august 1995. Tissø er meget artsrig. Der blev registreret 13 forskellige arter. Fiskesammensætningen må karakteriseres som god, med en betydelig bestand af forholdsvis store aborrer, som er i stand til at holde skalle og brasen nede på et passende niveau.

Fiskebestanden har udviklet sig i gunstig retning siden en tidligere undersøgelse i 1990, hvor der var betydeligt flere skaller og hvor aborrerne havde en meget mindre gennemsnitsstørrelse.

Fiskeyngel

I 1997 blev det besluttet at udvide programmet i overvågnings søerne med årlige undersøgelser af fiskebestanden. Undersøgelserne, der udføres efter DMU's anvisning og som skal laves i mørke, blev i Tissø for første gang udført i juli 1998 og gentaget i juli 1999. Der blev foretaget træk efter yngel i 6 transekter i littoralzonen og med 2 gange 6 transekter i pelagiet, hver af ca. 1 minuts varighed.

Der blev som ved foregående undersøgelse konstateret yngel af 4 arter: skalle, aborre, hork og sandart, hvortil kommer enkelte etårige skaller.

Den samlede yngeltæthed (inklusive etårige) var 4.8 pr m^3 i littoralen og 1.9 pr m^3 i pelagiet, hvilket især i pelagiet var mere end i 1998. Skalleyngel var dominerende i littoralen, mens aborreyngel var dominerende i pelagiet. Vægtmæssigt var tætheden (i spritvægt) 0.62 g pr. m^3 og 0.37 g pr. m^3 i pelagiet, hvilket som følge af en markant forøgelse af mængden af aborreyngel var noget større end i 1998.

Sammenlignet med 12 andre danske søer; hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af karpefisk i littoralen og aborrefisk over hele søen betydelig.

Fiskeynglens størrelse i Tissø var beskeden for årstiden, som det ses i de fleste dybe søer.

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving forår og sommer. I 1999 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 12 søer generelt mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreyngel generelt forekom mere talrigt end i 1998. Tissø følger således i denne henseende det generelle mønster.

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeyngel var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigt dybde.

Fiskeynglens tæthed og sammensætning i Tissø er således i overensstemmelse med søens status som dyb og moderat klarvandet, om end aborrenglens tæthed var usædvanlig stor.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 29 mg tv/m³/d stor sammenlignet med de fleste af de øvrige undersøgte søer, og ca. tre gange større end i 1998, forårsaget af en stor årgang af aborrer i 1999. Fiskeynglens betydelige konsumtion antyder en væsentlig negativ påvirkning af dyreplanktonet i sommeren 1999. I juli var zooplanktonmængden da også temmelig lav og udgjordes væsentligst af hjuldyr.

4.7 Tilstand og udvikling i Tissø

Tilstand

Tissø må sammenfattende karakteriseres som en typisk moderat eutrofieret sø.

Planktonalgeproduktionen er relativt høj, og det dyriske plankton er ikke i tilstrækkelig grad i stand til at kontrollere algebiomassen. Planteplanktonets biomasse og sammensætning varierer stærkt fra år til år, men der er ofte masseforekomst af blågrønalger og andre for næringsrigt vand karakteristiske typer. Rentvandsformer findes i Tissø, men udgør kun en lille del af algebiomassen.

Fiskebestanden er usædvanligt artsrig. Den er domineret af aborrer i alle størrelsesklasser og mængden af typiske skidtfisk, som skaller og små brasener, er moderat.

Bundvegetationen er relativt veludviklet på lavt vand. Vegetationens dybdegrænse varierer en del fra år til år. På grund af søens form er kun begrænset del af søbundens areal bevokset.

Den gennemsnitlige fosforkoncentration i Tissø på knap 100 µg/l placerer søen i midtergruppen af danske søer med hensyn til næringssaltniveau.

Tissø er i regionplanen målsat som naturvidenskabeligt interesseområde, som råvand til vandforsyning og som påvirket af vandindvinding.

Målsætningen som naturvidenskabeligt interesseområde er primært begrundet i at søen indgår i et naturområde af stor betydning såvel internationalt som nationalt og regionalt. Området er udpeget som EU-fuglebeskyttelsesområde og er desuden omfattet af en række naturbeskyttelsesdirektiver og konventioner. Tissø og omgivende moser er desuden udpeget til nationalt biologisk interesseområde og er medtaget i fredningsplanen som særligt beskyttelsesområde. Ud over de biologiske værdier er der også knyttet store landskabelige og kulturhistoriske interesser til Tissø.

Af forhold, der mere direkte er relateret til vandkvaliteten, kan nævnes den artsrige fiskefauna.

Målsætningen anses på baggrund af tilstanden i 1999 for ikke opfyldt. Visse år er algeplanktonbiomassen så relativt lav, at middelsigdybden er omkring to meter, og bundvegetationen breder sig ned til 4-6 m's dybde, derfor vurderes tilstanden, at være tæt på målsætningens opfyldelse. Denne vurdering underbygges af den positive sammensætning af fiskebestanden.

Udvikling

Tilstanden har varieret noget i Tissø siden overvågningens start. Betragtes perioden 1989- 95 synes der at være flere positive udviklingstendenser. Klorofylniveauet er faldet fra 70 µg/l til 20 µg/l. Sigtdybden er forbedret med 0.5 m. Planktonalgensammensætningen er ændret fra dominans af blågrønalger til dominans af diatomeer. Samtidigt har fiskebestanden ændret sammensætning i retning af en bedre aborrebestand og bundvegetationen har bredt sig. Inddrages imidlertid undersøgelsen fra 1987, d.v.s før VMP-overvågningens start, og fra 1996-97, hvor tilstanden har bevæget sig i den modsatte retning, bliver det vanskeligere at udlede signifikante udviklingstendenser. I 1999 har tilstanden målt ved fosforkoncentration og sigtdybde igen bevæget sig i positiv retning, men det er ikke muligt at udskille en statistisk holdbar udviklingstendens fra den meget store år til år variation.

Fosforindholdet, der på årsbasis har varieret omkring 100 µg/l (70-120), steg i 1997 til det højeste niveau hidtil med en årsmiddelværdi på 170 µg/l på trods af en ekstremt lav fosfortilførsel det år. I 1998 faldt koncentrationen igen til et af de laveste niveauer der er målt 76 µg/l. Der er ingen god korrelation mellem fosforbelastningen og middelsøvandskoncentrationen fra år til år. Den største indflydelse på middelkoncentrationen har fosforfrigivelse i sensommeren, som primært afhænger af sommerens meteorologiske forhold, idet varme somre giver dårlige iltforhold ved bunden og stor fosforfrigivelse mens kølige somre, som f.eks. 1998, giver bedre iltforhold ved bunden og beskeden fosforfrigivelse. Redoxpotentialet i sedimentoverfladen afhænger også af nitratindhold i bundvandet således at nitratbelastningen kan have en vis indflydelse.

Kvælstofkoncentrationen i søvandet har vist en stigende tendens gennem det meste af overvågningsperioden. Kvæstofbelastningen i 1996-97 var i endnu højere grad end fosforbelastningen rekord lav, hvilket især i 1996 gav anledning til meget lave søvandskoncentrationer. I 1998 og 1999 er middelkoncentrationen steget til et niveau meget tæt på gennemsnittet for hele overvågningsperioden. Den varierende kvæstofftilførsel afspejler nedbørsforholdene og der spores ingen udviklingstendens, hvilket tyder på at vandmiljøplanen ikke har haft den tilsigtede effekt på udvaskningen af kvælstof fra landbruget.

Planktonalgebiomassen har varieret mellem 3 mm³/l (1993) og 11 mm³/l (1992) og lå i 1999 på 6.3 mm³/l hvilket er nøjagtigt gennemsnittet for de øvrige 11 overvågningsår. Sammensætningen har svinget stærkt fra år til år, således at enten blågrønalger eller kiselalger har domineret. 1989, 91, 92, 97 og 99 var således blågrønalgeår, mens 87, 90 og 93-96 og til dels 98 var kiselalge-år. Der er en tendens til, at år med dominans af blågrønalger også er år med relativt høj samlet algebiomasse, men det er ikke konsekvent. Det er uklart hvilke faktorer der styrer, hvilken gruppe der dominerer. Graden af springlagsdannelse spiller muligvis ind; men furealger, som i andre søer har masseopblomstring ved markant springlagsdannelse, forekommer kun undtagelsesvis i Tissø i betragtelige mængder (bl.a. i 1995).

Undervandsvegetationens udbredelse har varieret betydeligt i løbet af overvågningsperioden. I 1989 var dybdegrænsen ca. 1.5 m. I 1995 var den steget til 6 meter, men vegetationen var dog kun nogenlunde tæt ud til ca. 3 m. Efter at være faldet noget i 1996 og 97, steg den i 1998 igen til det hidtil højeste niveau med 6.4 m. I 1999 faldt den igen til ca. 4.1 m hvilket er meget tæt på gennemsnittet af de fem første år: 4.24 m. og a. det dobbelte af den aktuelle gennemsnits-

sommersigtdybde. På grund af søbundens profil med et gennemgående meget stærkt faldt fra 2.5 til 10 m's dybde, betyder ændring af dybdegrænsen mellem 3 og 6 m ikke så meget arealmæssigt, men alligevel må det konkluderes at vegetationens udvikling siden 1989 tyder på en forbedring af miljøtilstanden.

Fiskebestanden er blevet undersøgt 2 gange: i 1990 og i 1995. I løbet af denne periode er der sket store forskydning i de enkelte arters andele af den samlede bestand. I 1990 domineredes billedet af skidtfisk (skaller og små brasener og små aborrer). I 1995 var aborrebestanden kraftigt udviklet og der var mange større aborrer. Små aborrer lever af plankton og trækker derfor i samme retning som de "rigtige" skidtfisk og er med til at forringe søens miljøtilstand. Større aborrer er derimod rovfisk, som spiller en helt afgørende rolle med hensyn til at holde skidfiskene ned på et passende niveau. Forskydningen i Tissøs fiskebestand til fordel for flere større aborrer er derfor en klar forbedring.

De tilstandsforbedringer der trods alt ses i Tissø kan ikke tilskrives nedsat belastning, men må formentlig ses som resultat af en ændret biologisk sammenhæng forårsaget af ændringen i fiskebestandens sammensætning. Ændringen har medført større bestand af rovfisk - reduceret bestand af fredfisk, som igen har ført til mindsket tryk på zooplankton og større nedgræsning af planteplankton. Dette har resulteret i øget sigtdybde i sensommeren og bedre vækstforhold for undervandsvegetationen.

Men et fosforniveau som det aktuelle i Tissø er det forventeligt at tilstanden kan svinge mellem en klarvandet og en uklar tilstand afhængigt af de biologiske forhold. For at fastholde søen i en klarvandet tilstand skal fosforniveauet nedsættes til omkring 50 µg pr. liter og for at opnå dette, skal fosforudledningen til søen mindskes, så indløbskoncentrationen sænkes til omkring 110 µg/l.. Der er derfor i regionplanen stillet krav om vidtgående rensning for fosfor på alle spildevandsanlæg i oplandet. Desuden skal der sættes ind over for spildevandsudledningen fra den spredte bebyggelse.

Efter nedbringelse af de udefra kommende belastningen vil der på grund af fosforpuljen i bundsedimentet (intern belastning) gå en årrække før søvandets fosforkoncentration kommer i balance med den reducerede tilførsel. Det vil ligeledes tage tid før søens biologiske systemer er fuldt tilpasset en lavere søvandskoncentration. Udviklingen kan eventuelt fremskyndes ved biomanipulation.

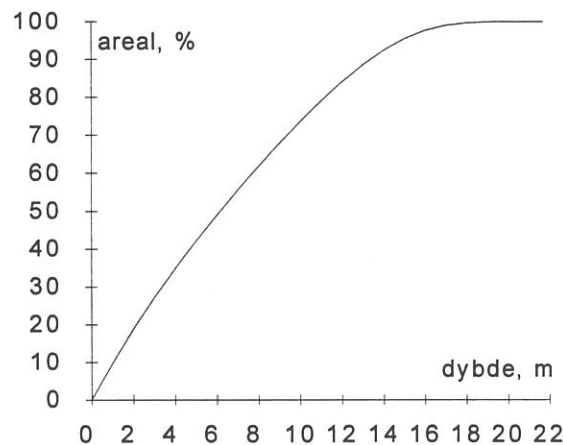
5 TYSTRUP SØ

5.1 Beskrivelse af søen og oplandet

Tystrup Sø er beliggende 4 km syd for Sorø. Den danner grænse mellem Vestsjællands og Storstrøms Amter.

Søen, som gennemstrømmes af Sjællands største vandløb, Suså, ligger i en tunneldal og er derfor lang, smal og dyb og omgivet af relativt høje bakker.

Tystrup Sø udgøres af to ca. 20 m. dybe, ovale bassiner forbundet ved et smalt midterparti, figur 5.1.2. Ved overgangen fra dette midterparti til det sydlige bassin findes en lavvandet tærskel, hvor vanddybden kun overstiger 2 m i en snæver strømmende, der på det smalleste sted ved Vinstrup Holme er under 50 m. bred. Mod øst er det sydlige bassin ved en smal rende gennem det lavtliggende Rejstrup Holme forbundet med Bavelse Sø. Tidligere blev det sydlige bassin regnet med til Bavelse Sø, i dag betragtes det som nævnt som en del af Tystrup Sø; men reelt er der altså tale om 3 sammenhængende søer. Overvågningen omfatter primært det nordlige af Tystrup Sø's to bassiner.



Figur 5.1.1. Tystrup Sø. Hypsograf der angiver den relative størrelse af de enkelte dybdeintervaller.

Dybdeforholdene fremgår af hypsografen, fig. 5.1.1 og kortet fig. 5.1.2. Søbunden i det nordlige bassin er stærkt kuperet med relativt lavvandede grunde vekslende med dybere partier. Relieffet antages at være udformet af jordklumper, der i slutningen af istiden dumpede gennem huller i den smeltende is. I søens smallere midterparti har bredderne karakter af stejle skrænter med vanddybder på over 15 meter kun 100 m fra land. Lavvandede områder med mulighed for undervandsvegetation findes som en relativt bred bræmme søen rundt. Ved nordkysten ud for Suserup Skov samt i den

nordøstlige del af der sydlige bassin findes der større sammenhængende flader med vanddybder under 3 meter.

Søens vandspejl er beliggende ca. 7 m over DNN.

De vigtigste morfologiske data for Tystrup Sø fremgår af tabel 5.1.1

Suså, der er Tystrup Sø's eneste betydende tilløb er hovedvandløb i Sjællands største vandløbssystem, figur 5.1.4. Suså er 87 km lang og har et samlet oplandsareal på 810 km². Den udspringer i Tingerup Tykke nær Rønnede i Storstrøms Amt. Herfra løber den mod nordvest, drejer syd om Ringsted og løber mod sydvest gennem en meget markant tunneldal til udløbet i Tystrup Sø. Fra afløbet af Bavelse Sø løber Suså mod sydvest til udmundingen i Karrebæk Fjord ved Næstved. De vigtigste tilløb er Ringsted Å-systemet med bl.a. Gyrstinge- og Haraldsted søerne og Alsted Å med Sorø søerne.

Vandløbene i Suså-systemet har gennemgående moderat fald og er derfor ret langsomtflydende. De fleste er regulerede. Der findes imidlertid også en hel del upåvirkede småvandløb og kilder, især på det sidste stykke af Suså inden udløbet i Tystrup Sø og desuden med direkte udløb i selve søen. Vandløbene omkring Tystrup Sø er derfor generelt højt målsatte.

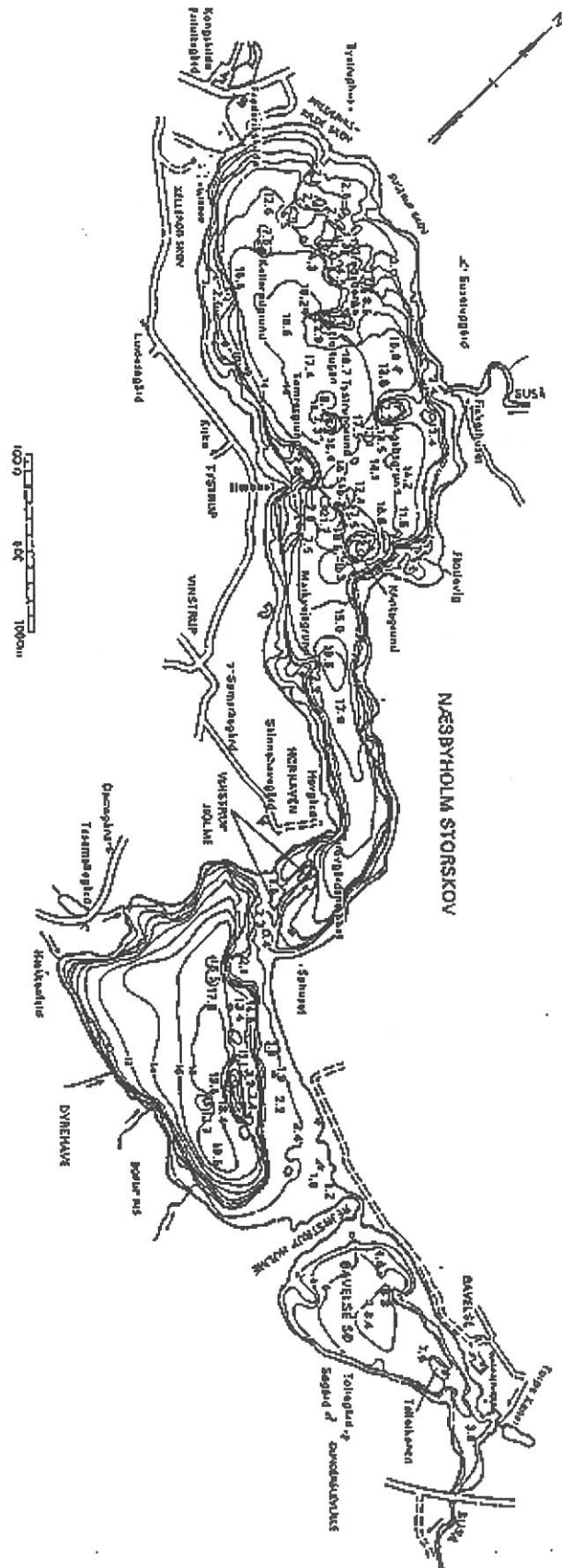
Øvre del af Suså er påvirket af vandindvinding fra Næstved mens Ringsted Å er påvirket af at Gyrstinge Sø og Haraldsted Sø anvendes af Københavns Vandforsyning til reguleringsmagasin.

Der er mange større og mindre søer i vandløbssystemet spændende lige fra nogen af amtets reneste som Hvidsø ved Jystrup og Ulse Sø ved Haslev til stærkt forurenede som f.eks. Haraldsted Sø ved Ringsted og Tuel Sø ved Sorø. I alt er der 19 søer (> 3 ha) i oplandet til Tystrup Sø. Tilsammen dækker de et areal på næsten 12 km². Mulighederne for spredning af dyre- og plantearter til Tystrup Sø er derfor de bedst tænkelige.

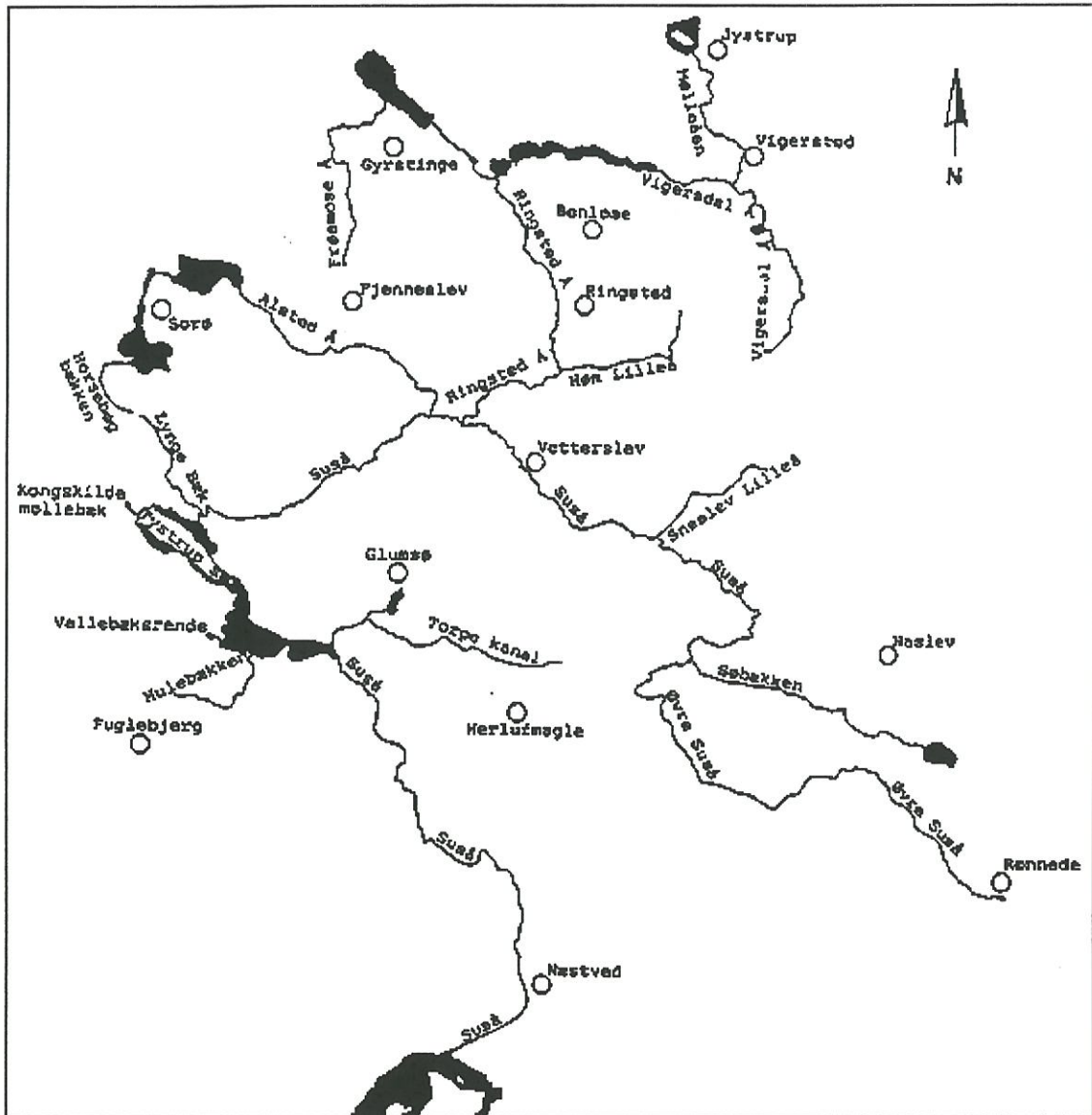
Oplandet til Tystrup Sø har et areal på 672 km². Ca. 64 % af arealet er landbrugsjord (427 km²), men der er også en del skov (119 km²). Knap 11 % af arealet er bymæssig bebyggelse (76 km²). Der er tre middelstore byer inden for oplandet, Ringsted, Sorø og Haslev, samt en del småbyer hvilket betyder at spildevandsudledningen til vandsystemet er betydeligt. Der er i alt 18 renseanlæg inden for oplandet, heraf 7 som er større end 1000 PE.

Tabel 5.1.1 Morfometriske data for Tystrup Sø.

	Nordlige bassin	Sydlig bassin	Hele søen
Oplandsareal			672 km ²
Søareal	442 ha	219 ha	662 ha
Middeldybde	10.1 m	9.5 m	9.9 m
Max. dybde	21.7 m	19.5 m	
Søvolumen	44.8 mio. m ³	20.9 mio. m ³	65.7 mio. m ³
Kystlængde			19 km
Hydr. opholdstid (98)			0.36 år



Figur 5.1.2. Kort over Tystrup og Bavelse Sø.



Figur 5.1.3. Suså-vandsystemet

5.2 Belastning og stofbalancer

Belastning

Hovedparten af stoftilførslen til Tystrup sø måles ved Suså, Næsby bro. Målestationen har et 610 km² stort opland, som indeholder tre af amtets større byer, Sorø, Ringsted og Haslev. To tredjedele af det samlede oplandsareal er opdyrket. Stationen har været i drift som stoftransportmålestation siden 1977 og er derved amtets ældste stoftransportstation.

I forbindelse med vandmiljøplanens ikrafttræden i 1989 etableredes målestationer i fire mindre tilløb til Tystrup sø. Af disse drives kun Hulebækken fortsat som målestation mens Vallebæksrenden ved Tase Møllebæk med et opland på 8.1 km², Kongskilde Møllebæk med et opland på 6.8 km² og Lyngebæk ved Suserup med et opland på 4.8 km² er nedlagt.

Hulebækken ligger i et landbrugsopland, med et oplandsareal på 15,6 km². Spildevandsbelastningen stammer hovedsageligt fra spredt bebyggelse, men vandløbet er i perioder belastet af regnvandsoverløb fra Fuglebjerg by.

Stofbelastningen fra de umålte oplande til Tystrup Sø, som udgør 47 km², er hidtil blevet beregnet ved anvendelse af arealkoefficienter fra de målte oplande til søen, målt ved henh. Suså ved Næsby Bro og Hulebækken ved Hulebækhus. Fra og med 1998 bestemmes stoftransporterne ud fra vandføringsvægtede koncentrationer. Målinger fra de tre tidligere stationer i oplandet inddrages ligeledes.

For Vallebæksrenden ved Tase Møllegård er kvælstofkoncentrationerne bedst korreleret med koncentrationer fra Hulebækken med en korrelationskoefficient på 0.88 og følgende lineære sammenhæng:

$$N\text{-Vallebæksrenden} = 0.9 \times \text{Hulebæk, Hulebækhus} - 0.08 \quad (R^2=0.76)$$

For fosfor findes ingen signifikant sammenhæng med koncentrationer i de øvrige vandløb, mens vandføringen er korreleret med Hulebækken med en korrelationskoefficient på 0.99 og den lineære sammenhæng:

$$Q\text{-Vallebæksrenden} = 0.46 \times \text{Hulebæk, Hulebækshus} + 0.13 \quad (R^2=0.98)$$

For Kongskilde Møllebæk er kvælstofkoncentrationerne bedst korreleret med koncentrationerne fra Tuse Å ved Nybro med en korrelationskoefficient på 0.96 og følgende lineære sammenhæng:

$$N\text{-Kongskilde Møllebæk} = 1.4 \times \text{Tuse Å, Nybro} + 1.07 \quad (R^2=0.92)$$

For fosfor findes ingen god korrelation med de øvrige vandløb. Vandføringen bestemmes ud fra QQ-relation med Tuse Å ved Valbygård og Seerdrup Å ved Johannesdal eller $0.9 \times \text{Tude Å, Skrætholm}$.

Beregning af stoftransporten i Lyngebæk ved Suserup er behæftet med stor usikkerhed, da der batchvis udledes spildevand fra et biologisk renseanlæg i oplandet. Desuden er vandløbet for en stor del grundvandsfødt, hvorfor det ikke har været muligt at finde en egnet referencestation for vandføring. P.g.a. af disse usikkerheder er relationer for Lyngebæk ikke inddraget ved bestemmelsen af stofbelastningen fra det umålte opland til Tystrup Sø.

Naturbidrag og bidrag fra atmosfærisk nedfald beregnes ved erfaringstal. Naturbidrag beregnes på baggrund af tilført vandmængde, der ganges med erfaringstal for koncentration (1.27 mg/l N og 0.043 mg/l P).

Bidrag fra landbrug beregnes som restprodukt af stoftilførsel (inklusive retention i søer), efter fradrag af spildevands- og naturlige bidrag.

Ved opgørelse af udløbsmængder fra Tystrup Sø, beregnes stoftransport ved udløbet til Bavelse Sø. Vandmængder i udløbet beregnes ved simpel model, på baggrund af målte vandmængder ved stationerne Suså ved Holløse Mølle (57.12) og Næsby bro (57.04), Hulebækken (57.54) samt Torpe Kanal (57.51).

Modellen er udformet således:

$$Q_{\text{afløb}} = Q_{57.12} - (0.03 \cdot Q_{57.04} + Q_{57.51} + Q_{57.54})$$

Ved stationen Suså, Holløse Mølle måles afstrømningen fra oplande til og nedstrøms Tystrup Sø samt oplande til Torpe Kanal. I modellen fratrækkes afstrømningen ved Holløse Mølle bidrag fra Torpe Kanal samt bidrag fra et oplandsareal, svarende til oplandet nedstrøms Tystrup Sø, til Holløse Mølle.

Stoftransporten i udløbet beregnes ved at anvende de målte søvandskoncentrationer i Tystrup Sø.

Belastning til Tystrup Sø 1999 fordelte sig som anført i tabel 5.2.1

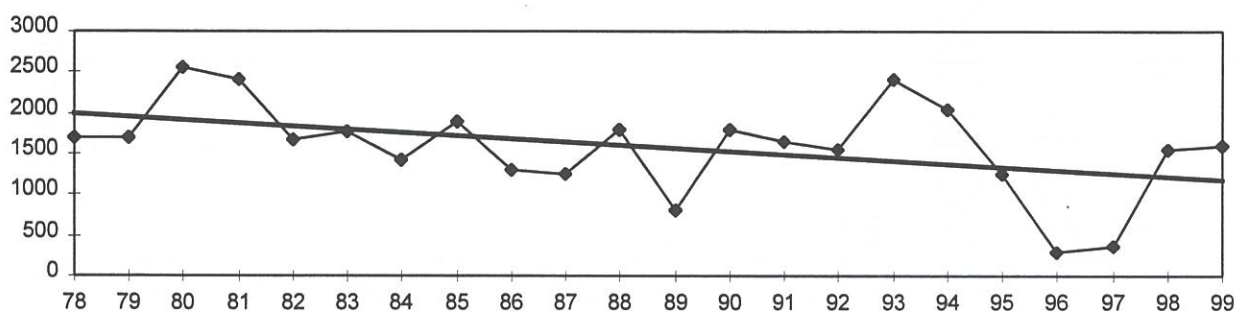
Tabel 5.2.1. Belastningen af Tystrup Sø med vand fosfor og kvælstof i 1999 fordelt på kilder.

	Vand mio. m ³	Total-P tons	Total-N tons
Samlet tilførsel	222115.4	28.58	1600.77
Renseanlæg		3.98	60.94
Regnvandsbetingede udløb		2.61	10.09
Industri		0.13	1.48
Spredt bebyggelse		5.18	22.75
Atm. deposition		0.19	27.75
Natur		10.96	302.52
Landbrug		8.26	1470.22
Søretention opstrøms		2.72	294.97
Beregnet afløbsmængde	220564.7	29.56	1187.85

Afstrømningen, så vel som belastningen med både N og P, var i 1999 af samme størrelsesorden som året før og betydeligt større end i de to foregående og usædvanligt nedbørsfattige år 96 og 97.

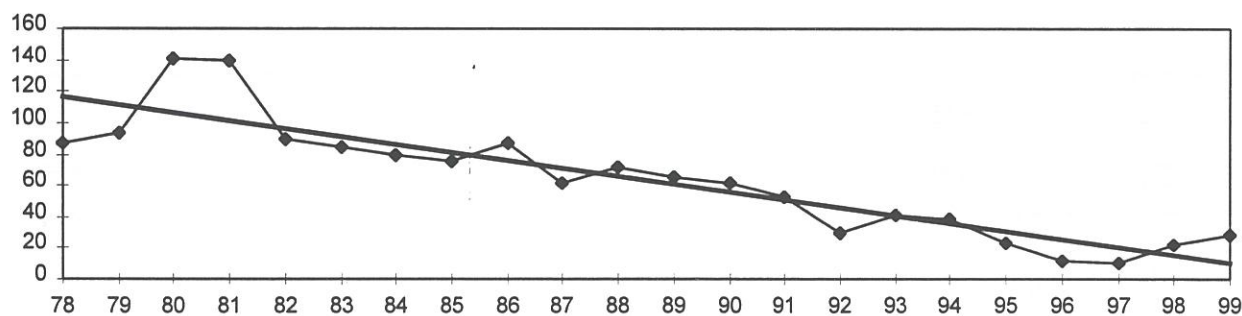
Afstrømningen lå dog fortsat list under gennemsnittet for overvågningsperioden idet vandmængden udgjorde knapt 85 % af gennemsnitstilstrømningen i perioden 1989-95, d.v.s. inden de to tørre år.

Kvælstofbelastningen, der i 1996-97 var ekstremt lav, steg i 1998 til et mere normalt niveau som opretholdtes i 1999, se fig. 5.2.1. Belastningen i 99 var på 1600 tons svarende til 117 % af gennemsnittet for overvågningsperioden. Gennemsnitsbelastningen for hele perioden, hvorfra der findes målinger (1978-97), er 1580 tons, hvilket er tæt på værdien i 99. Set over hele den afbildede periode udviser kvælstoftilførslen en svagt faldende tendens, som dog ikke er statistisk signifikant. Betragtes kun overvågningsperioden er tendensen stadig faldende men endnu svagere. Det er især de to "udvaskningssvage" år, 96 og 97, som giver den faldende tendenskurve.



Figur 5.2.1. Belastningen af Tystrup Sø med kvælstof og tendenslinje beregnet ved lineær regression 1978-1999. Total-N, tons

Fosforbelastningen der også var forholdsvis beskednen i 1996-97, steg markant i 1998 til 22.8 tons. Stigningen fortsatte i 1999 til 28.6 tons, men belastningen ligger dog fortsat betydeligt under gennemsnittet for de øvrige overvågningsår: 35.6 tons eller ca. 42, hvis der ses bort fra 1996 og 97. For hele perioden 1987 til 98 er middelfosforbelastningen 65.1 tons; belastningen i 1999 udgør således kun 44 % af dette. Set over såvel overvågningsperioden som hele den periode hvor fra der foreligger data er der tale om et betydeligt - statistisk signifikant - fald i fosforbelastningen, fig 5.2.2.

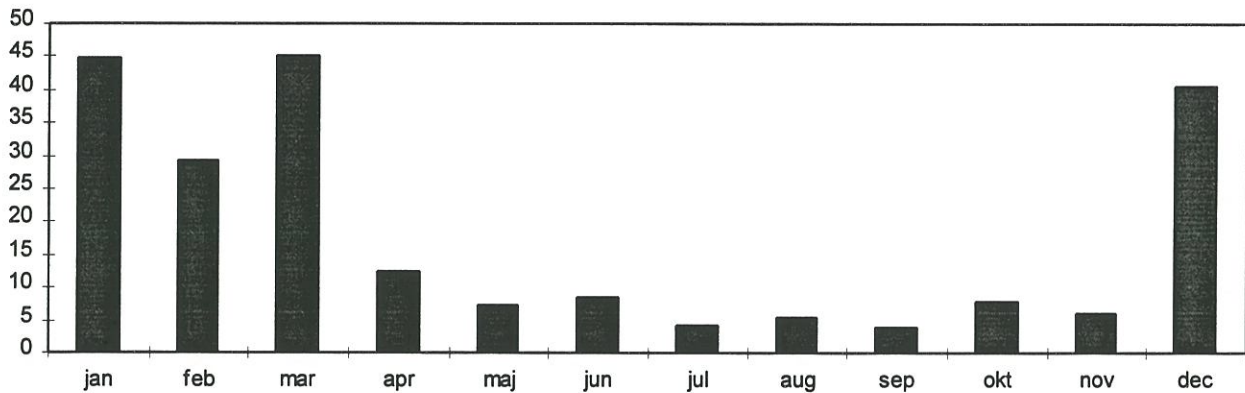


Figur 5.2.5 Belastningen af Tystrup Sø med fosfor og tendenslinje beregnet ved lineær regression 1978-1999. Total-P, tons.

Landbrugsbidraget udgjorde den overvejende kilde til belastning med kvælstof, med 78 % af den samlede belastning. Naturlige bidrag udgjorde næststørste andel, med 16 % af belastningen.

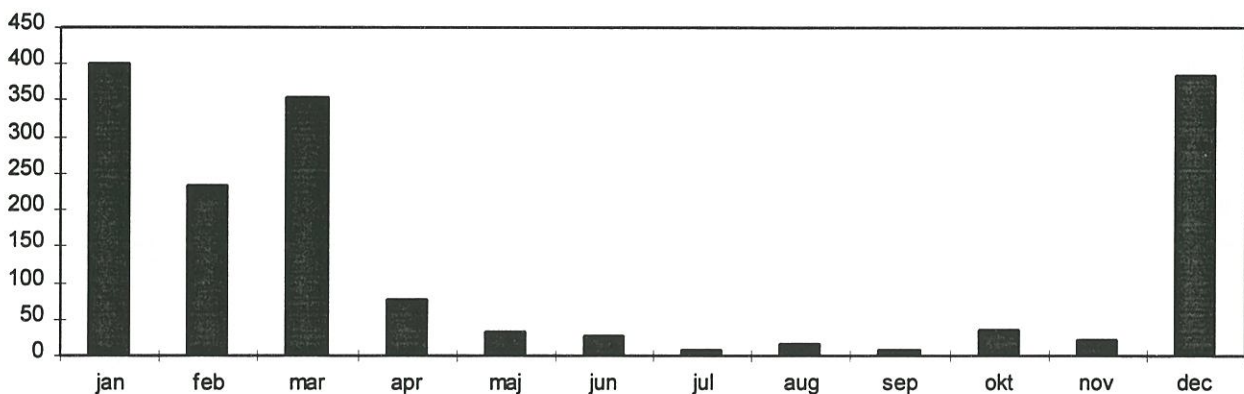
Fosforbelastningen stammede primært fra spildevand. Den samlede fosformængde fra renselanlæg, overløb og spredt bebyggelse udgør ca. 38 % af den samlede belastning, omkring halvdelen stammer fra den spredte bebyggelse. Naturbidraget udgør ca. 35 % mens landbruget bidrager med 26 %. Den faldende fosforbelastning skyldes formentlig næsten udelukkende nedbringelse af bidraget fra renselanlæg.

Årstidsfordelingen i vand- og stoftilførsel til Tystrup Sø er illustreret i figurene 5.2.3 til 5.2.5.



Figur 5.2.3. Vandtilførslen til Tystrup Sø i 1999. Mio. m³.

Vandafstrømningen (fig. 5.2.3) i 1999 fulgte det for hele overvågningsperioden sædvanlige mønster, der er typisk for et opland hvor grundvandsbidraget kun udgør en mindre del af den samlede afstrømning. Afstrømningen topper først og sidst på året og er i minimum sidst på sommeren. Toppen først på året lå i 1999 i marts, hvilket er lidt senere end normalt for overvågningsperioden, se figur 5.2.1. Afstrømningen sidst på året plejer at være fordelt på månederne oktober til december, men faldt i 1999 koncentreret i december

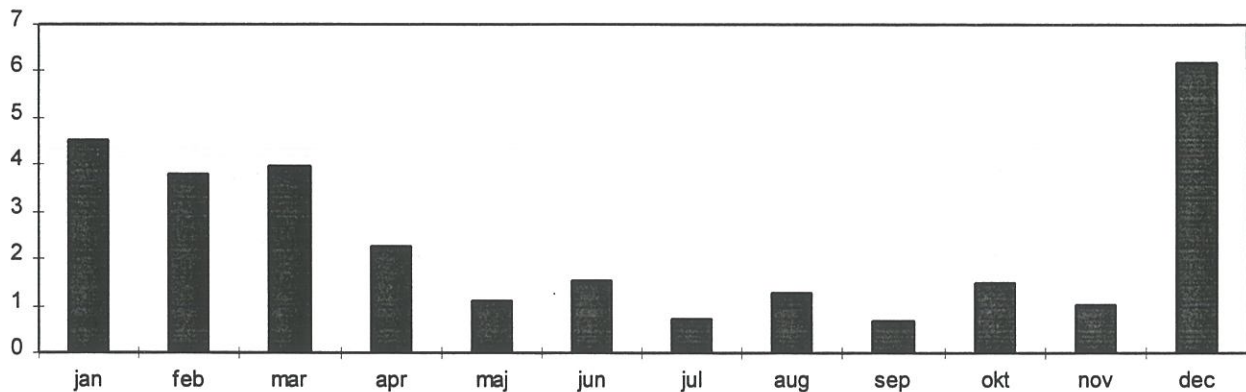


Figur 5.2.4. Kvælstoftilførslen til Tystrup Sø i 1999. Tons

Kvælstoftransporten (fig. 5.2.4) følger overordnet samme mønster som afstrømningen. Belastningen er næsten nul i sensommeren, hvilket er forventeligt da udvaskningsbidraget udgør den største del af kvælstoftransporten og i sensommeren er næsten al kvælstof fra muldlaget optaget i vegetationen,

således at udvaskningen er ubetydelig. Belastningen toppe i januar, selv om afstrømningen er størst i marts. Det skyldes at kvælstofkoncentrationen i det afstrømmende vand falder, efterhånden som udvaskningen skrider frem. Som for afstrømningen er også kvælstofbelastningen sidst på året koncentreret til december måned.

Fosfortransporten følger også overordnet afstrømningen, men med en i forhold til kvælstof meget mindre forskel på belastningen sommer og vinter; hvilket hænger sammen med at en betydelig del af fosforen stammer fra spildevand fra anlæg, som har en nogenlunde over året jævnt udledning.



Figur 5.2.5 Fosfortilførslen til Tystrup Sø i 1999. Tons.

Massebalance

På baggrund af stoftransportmålingerne i til- og afløb, vandstandsmålinger i søen, vandkemiske analyser samt nedbørs- og fordampningsdata der beregnet vandbalance og stofbalancer for total-N og total-P for Tystrup Sø. Balancerne er illustreret i figurene 5.2.6 til 5.2.8.

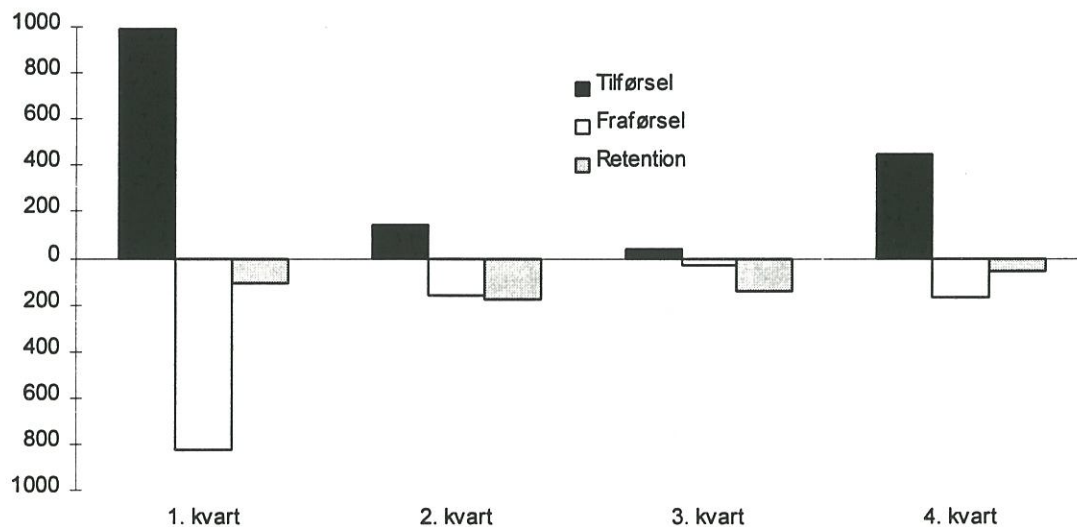
Der måles ikke direkte på afløbet fra Tystrup Sø. Det kan i praksis ikke lade sig gøre.

Afløbsmængden er derfor beregnet på basis af målinger i afløbet fra Bavelse Sø med fradrag af øvrige tilførsler til denne. Stoftransporten ud af Tystrup Sø er derfor baseret på det beregnede afløb og søvandskoncentrationerne af N og P.

Kvælstofbalancen er illustreret i figur 5.2.6. Retentionen (forskellen mellem tilførte og fraførte mængde fraregnet evt. magasinændring) dækker dels over kvælstof bundet i sedimentet, dels kvælstof der ved denitrifikation er fragået systemet som luftformigt kvælstof. En negativ retention - eller intern belastning - kan modsat enten skyldes frigivelse af N fra sedimentet eller fiksering af luftformigt kvælstof ved blågrønner. Af disse må denitrifikation og fiksering antages at være langt de vigtigste faktorer.

Figuren viser at der i alle 4 kvartaler i 1999 var tale om en netto tilbageholdelse/fjernelse af kvælstof i søen. Den er størst i sommerhalvårs-kvartalerne hvor denitrifikationen, der er temperaturafhængig er størst.

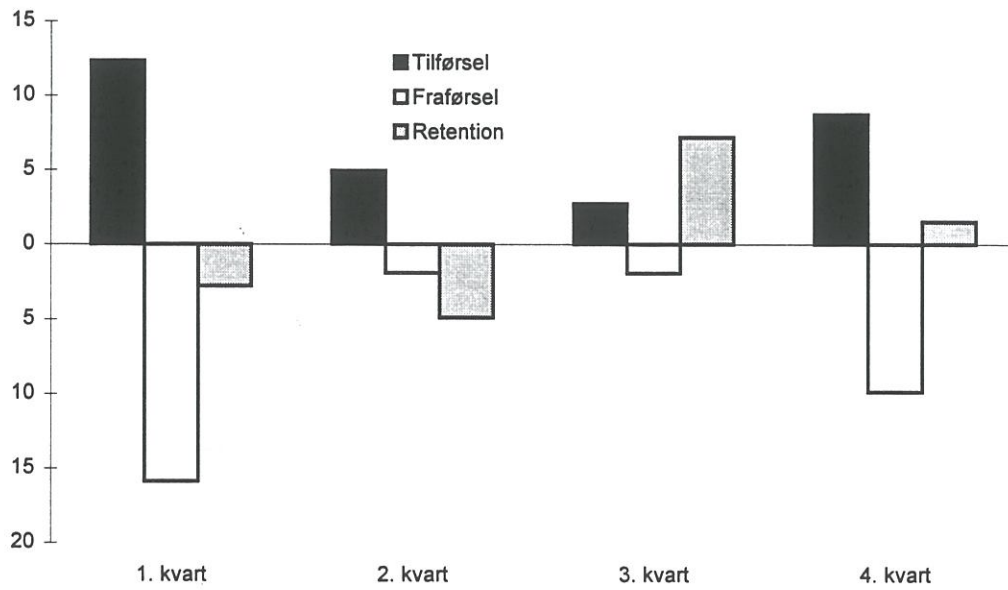
Selv om der er stor variation i kvælstofbelastningen fra år til år er mønsteret overordnet det samme fra år til år. Den totale kvælstoffjernelse i 1999 udgjorde 26 % af den samlede tilførsel, hvilket er forholdsvis lavt.



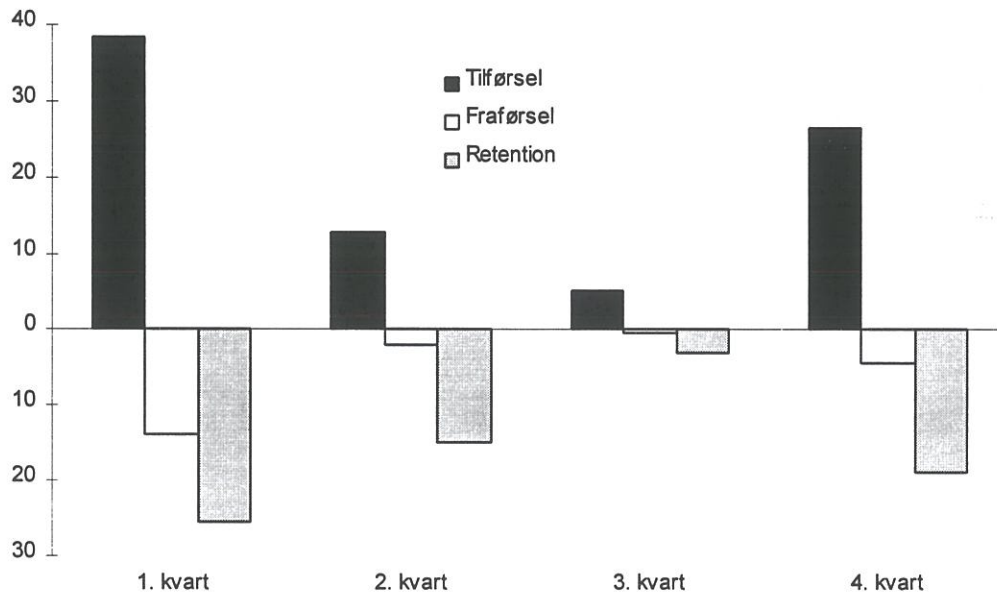
Figur 5.2.6 Kvartalsvis opgørelse af den samlede eksterne N-tilførsel, fraførsel og retention i Tystrup Sø, 1999. Total-N i tons.

Fosforbalancen er på tilsvarende vis illustreret på figur 5.2.7. Figuren viser det normale mønster med en stor fosforfrigivelse fra sedimentet i 3. kvartal (negativ retention) og fosforbinding årets to første kvartaler. Normalt er det også en lille retention i 4. kvartal; i 1999 var der imidlertid tale om en beskedne fosformobilisering. Retentionen viser ingen direkte sammenhæng med belastningen. Det er altså primært interne processer og klimatiske forhold der styrer balancen. Fosforfrigivelsen i sensommeren var mindre i 1999 end året før og har tidligere været endnu større; måske en indikation af, at den interne belastning er aftagende?. På årsbasis overstiger fosforfrigivelsen fra sedimentet fosforbindingen, hvilket er karakteristisk for søer med en faldende ekstern belastning, som afkaster fosfor, indtil der indtræder ligvægt med den aktuelle belastningssituation. Den samlede fraførte fosformængde udgjorde i 1999 103 % af den tilførte.

I figur 5.2.8 er illustreret den kvartalsvis opgjorte jernbalance. Jerntilførslen følger i store træk afstrømningen. I alle 4 kvartaler er der tale om en betydelig retention. På årsbasis tilbageholdes ca. 3/4 af den tilførte jernmængde. Der er således tale om betydelige jernmængder, der ender i sedimentet, som derfor har stor fosforbindingskapacitet under iltede forhold.



Figur 5.2.7 Kvartalsvis opgørelse af den samlede eksterne P-tilførsel, fraførsel og retention i Tystrup Sø, 1999. Fosformobilisering (=negativ retention) er vist over x-aksen, retention under. Total-P i tons.



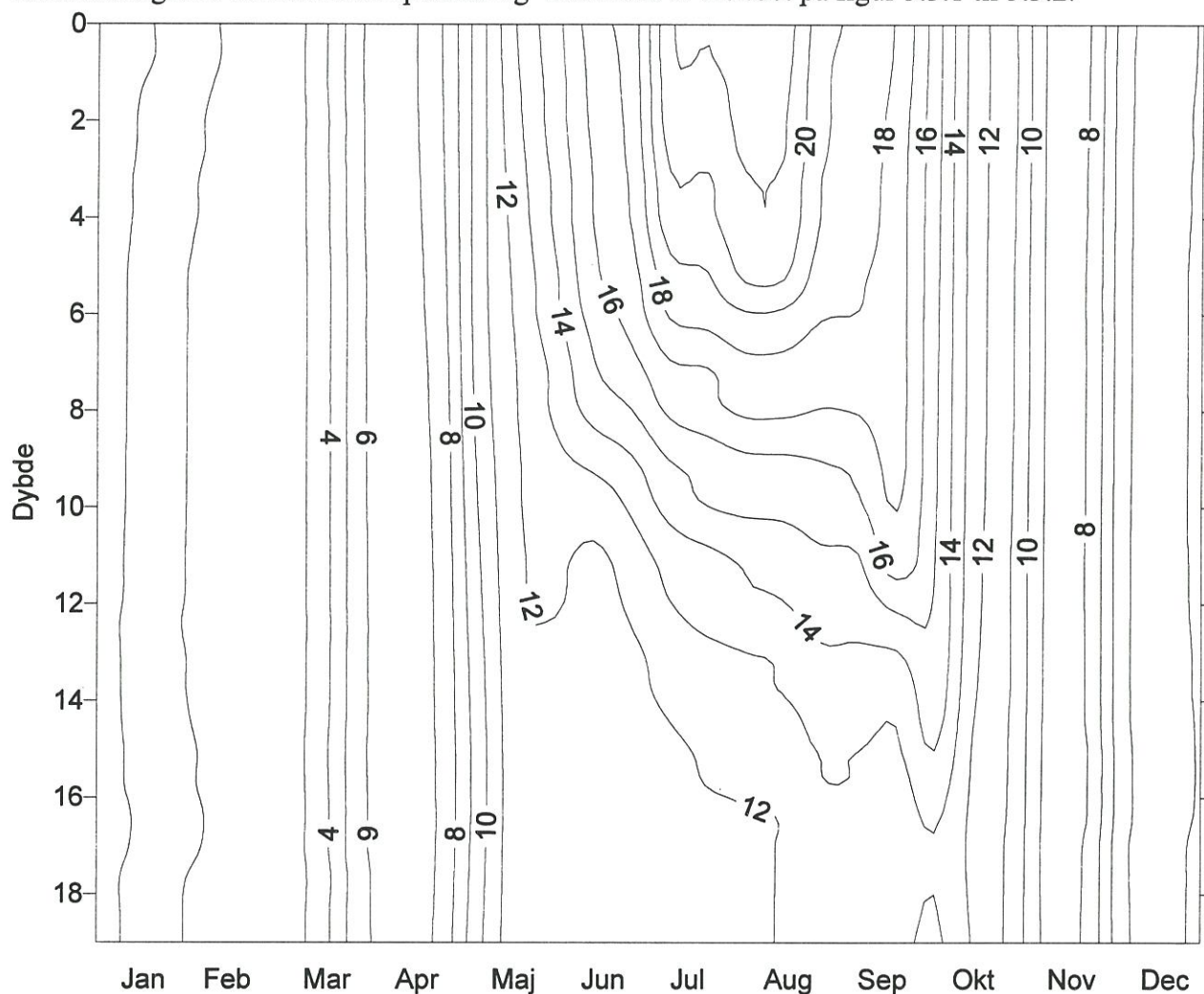
Figur 5.2.8 Kvartalsvis opgørelse af den samlede eksterne jern-tilførsel, fraførsel og retention i Tystrup Sø, 1999. Total-jern i tons.

5.3 Fysiske og vandkemiske forhold i Tystrup Sø

Der er i 1999 foretaget tilsyn 15 gange på Tystrup Sø. I tabel 5.3.1 er angivet tidsvægtede årgennemsnit og sommergennemsnit (1.5. til 30.9.) for 1999 sammenlignet med perioden 1989-98.

Ilt og temperatur

Profilmålinger af søvandets temperatur og iltforhold er afbildet på figur 5.3.1 til 5.3.2.

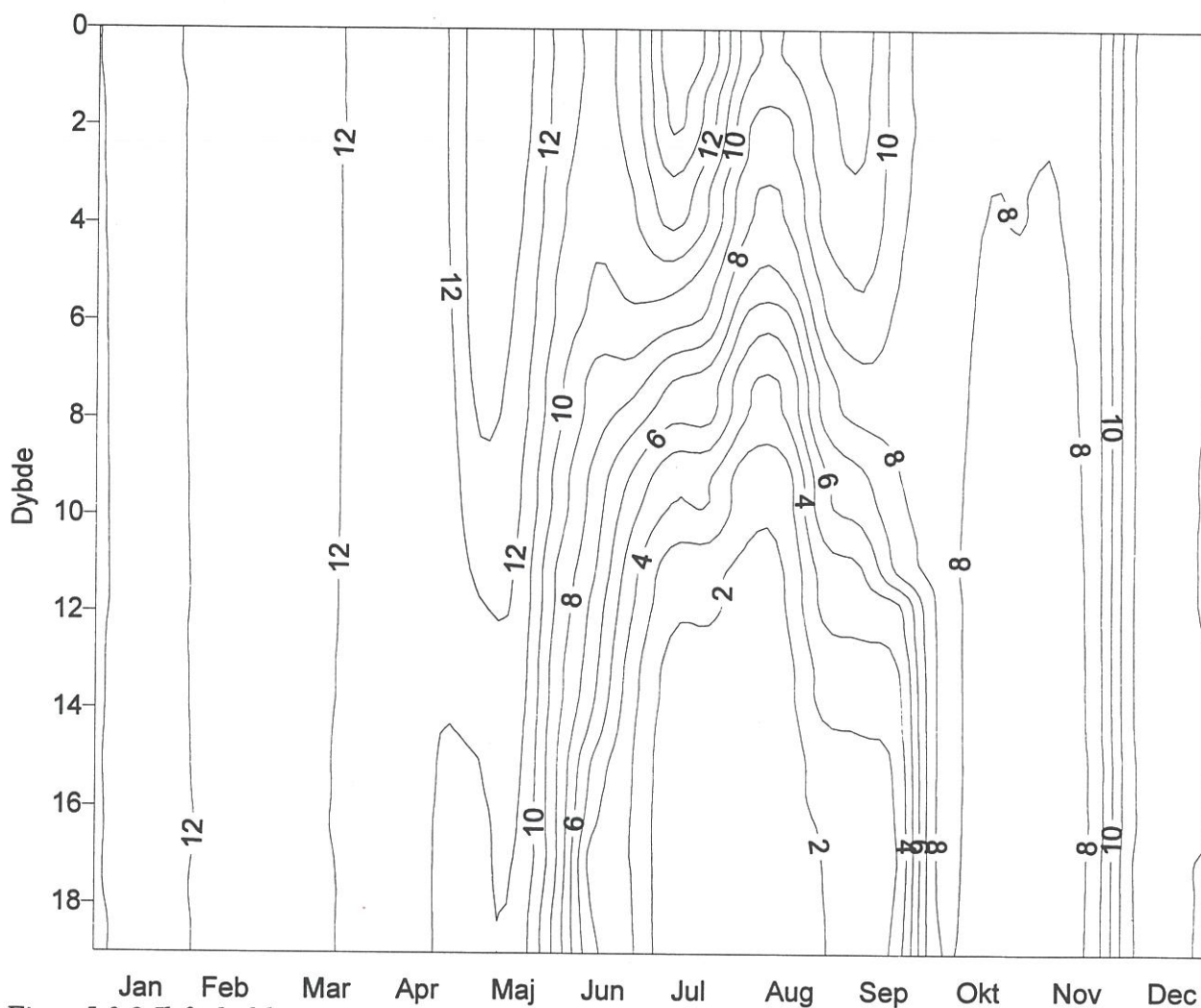


Figur 5.3.1 Temperaturforholdene i Tystrup Sø 1999. Temperatur i °C.

Sommeren 1999 var temmelig "gennemsnitlig" for overvågningsperioden, således også temperatur og iltforholdene. På grund af søens morfologi er der normalt et stabilt springlag i sommerperioden. I 1999 opstod springlaget i maj og der varede ved til udgangen af september. Temperaturforskellen mellem overflade og bund er på max. ca. 10 °C. Springlaget lå i begyndelsen højt (5-8 m) men efterhånden som varmen breder sig nedad i løbet af sommeren lå springlaget dybere og dybere (16 m).

Som følge af springlagsdannelsen reduceredes iltindholdet i bundvandet i løbet af sommeren. Men først fra omkring 1. juli var der tale om egentlig iltmangel og kun på dybder over 10 meter. I september opløstes springlaget og resten af året var der gode iltforhold i hele vandmassen, med stort set samme iltindhold fra overflade til bund over det meste af søen.

Normalt optræder en kraftig ilt-overmætning i overfladen om dagen i juli og august, som et resultat af stor planktonalgeproduktion. Dette observerede ikke i væsentlig grad i 1999.



Figur 5.3.2 Iltforholdene i Tystrup Sø 1999. Mg ilt/l.

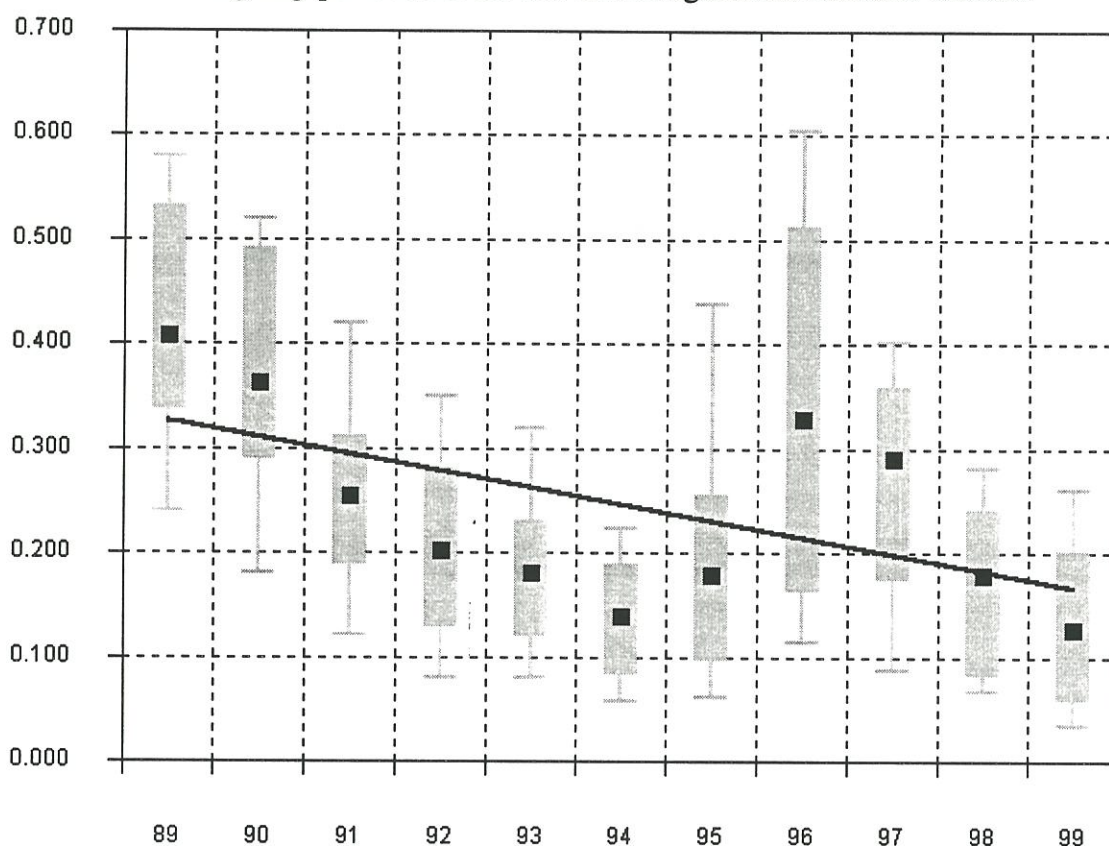
Vandkemi og sigtdybde

Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier af de målte vandkemiske parametre for 1999 sammenlignet med statistik for perioden 1989 til 1998 fremgår af tabel 5.3.1

Såvel niveau som sæsonvariation har været meget ens gennem hele overvågningsperioden for næsten alle de målte parametre, med fosfor som en markant undtagelse.

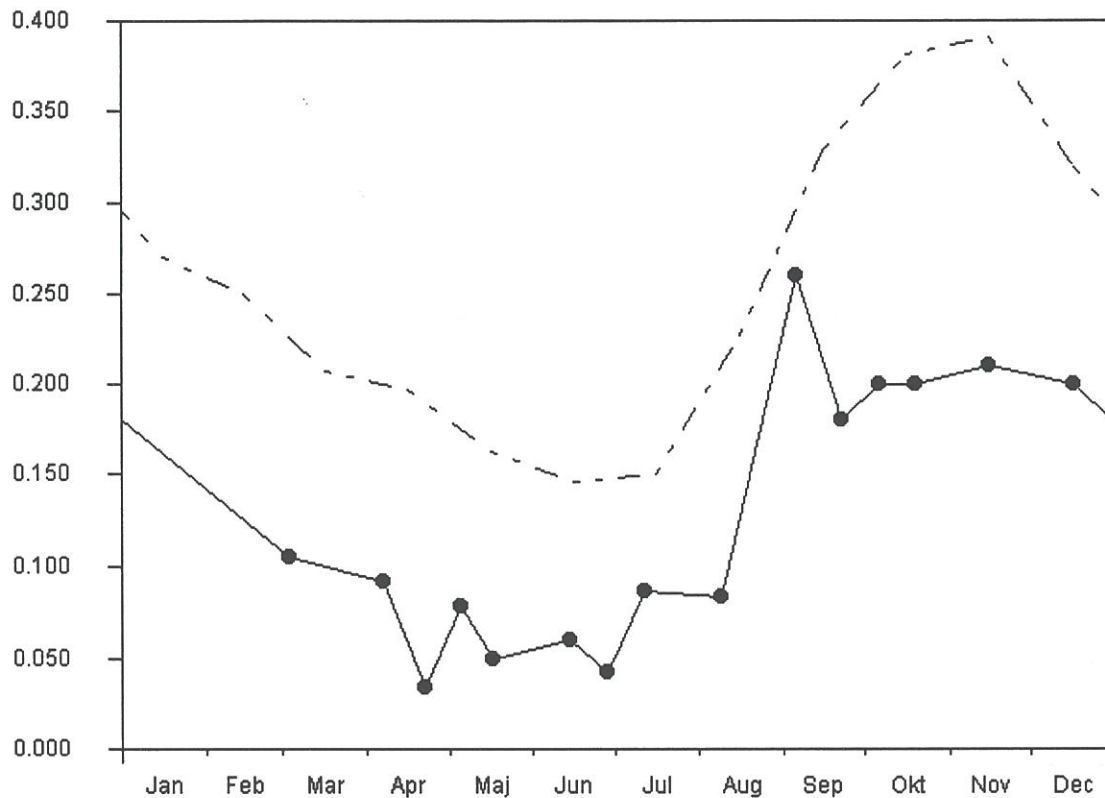
Sæsonvariationen for fosfor er som for de øvrige parametre ens fra år til år, men niveauet har ændret sig betydeligt siden overvågningsens start. Inden da, har der formentlig været tale om en støt faldende fosforkoncentration som følge af den stærkt forbedrede spildevandsrensning, der er foretaget i oplandet inden vandmiljøplanens ikrafttræden. Udviklingen er fortsat efter vandmiljøplanens start og især i perioden 1989 til 1994 sås en markant faldende søvandskoncentration af fosfor i Tystrup Sø. Sæsonforløbet er stærkt præget af en betydelig fosforfrigivelse i sensommeren. Det generelt faldende niveau skyldes - ud over den aftagende eksterne belastning - formentlig, at den interne belastning også er for nedadgående og at søen følgelig er under aflastning. I 1995 begyndte niveauet imidlertid at stige og i 1996 lå det på det højeste niveau i overvågningsperioden. I 1995-97 var den interne belastning meget stor på grund af varme somre og deraf følgende dårlige iltforhold ved bunden. Fra 1997 er det faldet jævnt igen og i 1999 lå det på det hidtil laveste niveau. se figur 5.3.3. Sammenhold med belastningen viser forløbet at fosforkoncentrationen i søvandet er styret af interne processer i langt højere grad end af den eksterne belastning.

Set over hele overvågningsperioden er der tale om en signifikant faldende tendens.



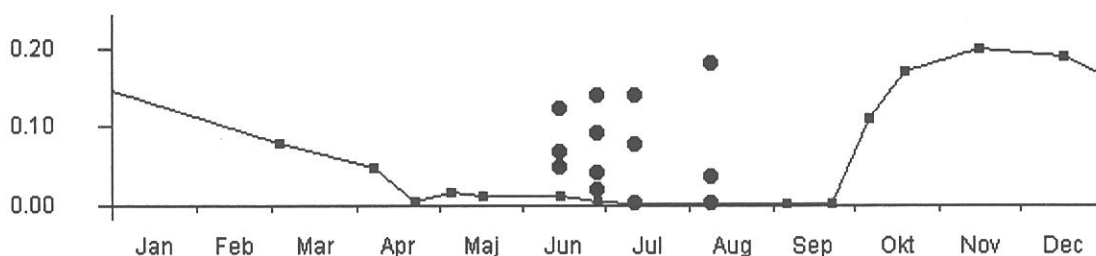
Figur 5.3.3. Tidsvægtede middelværdier af søvandets indhold af totalfosfor (mg/l) i Tystrup Sø 1989-1999. Samt min, max og 25 og 75 % fraktiler for de enkelte år. Tendens beregnet ved lineær regression indtegnet.

Årstidvariationen i 1999 svarede helt til det for søen normale med et sinusformet forløb med minimum omkring maj og maksimum i august-september; men niveauet lå i 1999 ca. 100 $\mu\text{g/l}$ under månedsgennemsnittene for de øvrige overvågningsår, se figur 5.3.4.

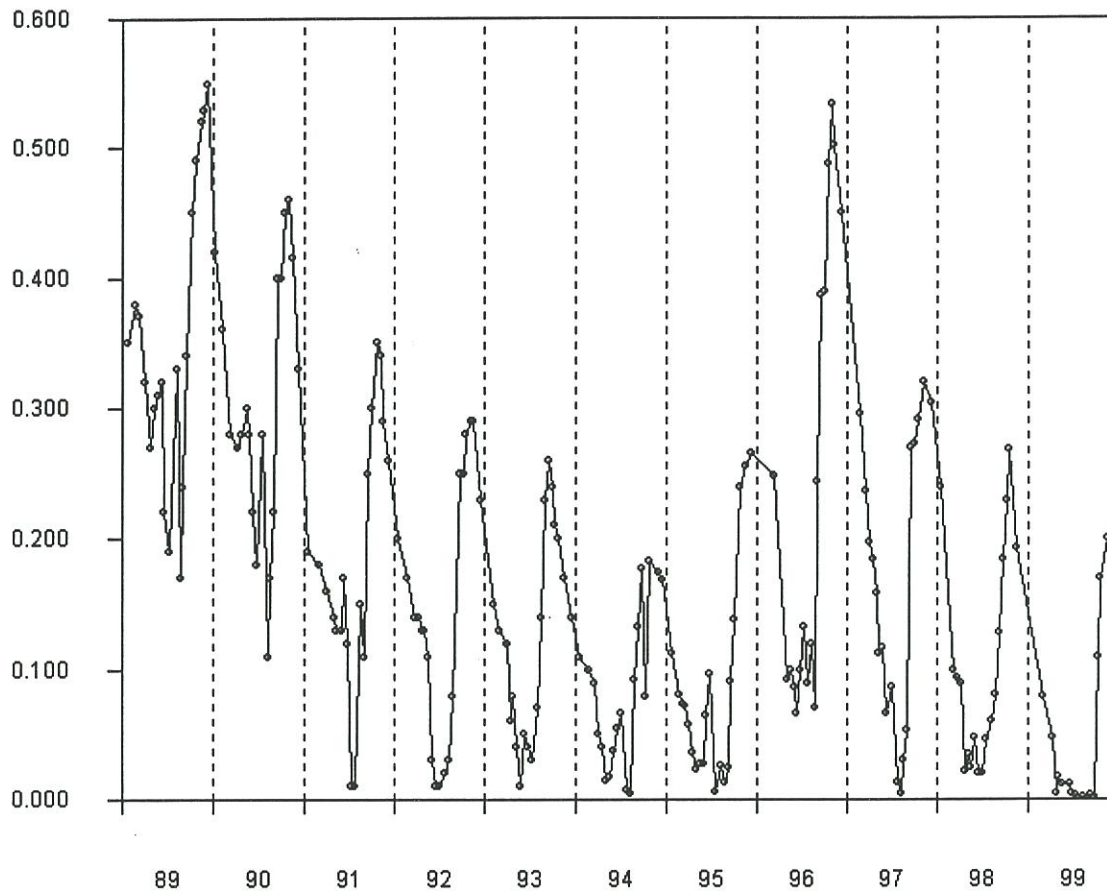


Figur 5.3.4. Fosforkoncentrationen i Tystrup Sø i 1999 sammenlignet med månedsgennemsnit for de øvrige overvågningsår (stiplet). Totalfosfor i mg/l.

Ortofosfatkoncentrationen i epilimnion var i 1999 ekstremt lav gennem hele sommerperioden. Figur 5.3.5-6. Ortofosfatkoncentrationen har de fleste af årene siden 1991 i korte perioder været nede i nærheden af detektionsgrænsen; men i 1999 lå niveauet meget lavt lige fra april til sidst i september. Der er ingen tvivl om at niveauet har været begrænsende for algeproduktionen det meste af sommeren. Under springlaget har ortofosfatkoncentrationen imidlertid ligget på 100-200 $\mu\text{g/l}$ eller derover. Dette har i høj grad favoriseret planktonalger, som er i stand til at vandre mellem lyset i overfladen og næringssalt i dybden. Planteplanktonet har da også i 1999 i ekstrem grad været domineret af furealger med netop denne evne.



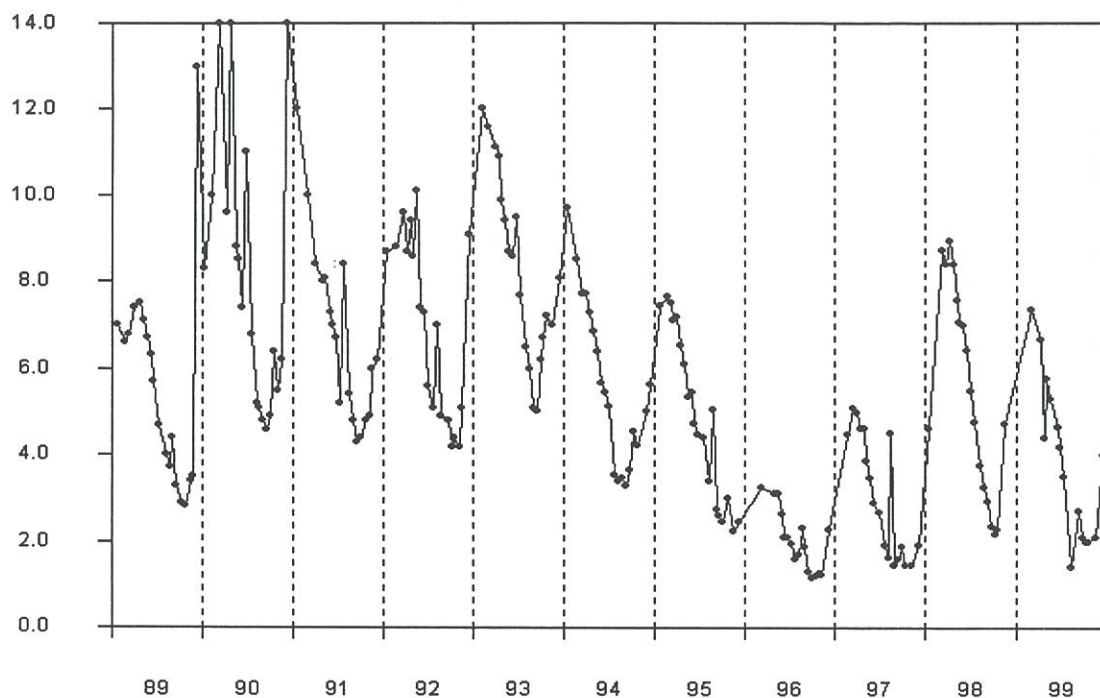
Figur 5.3.5. Ortofosfatkoncentrationen i Tystrup Sø 1999 i epilimnion (linje) og i forskellige dybder under springlaget (cirkler). mg/l.



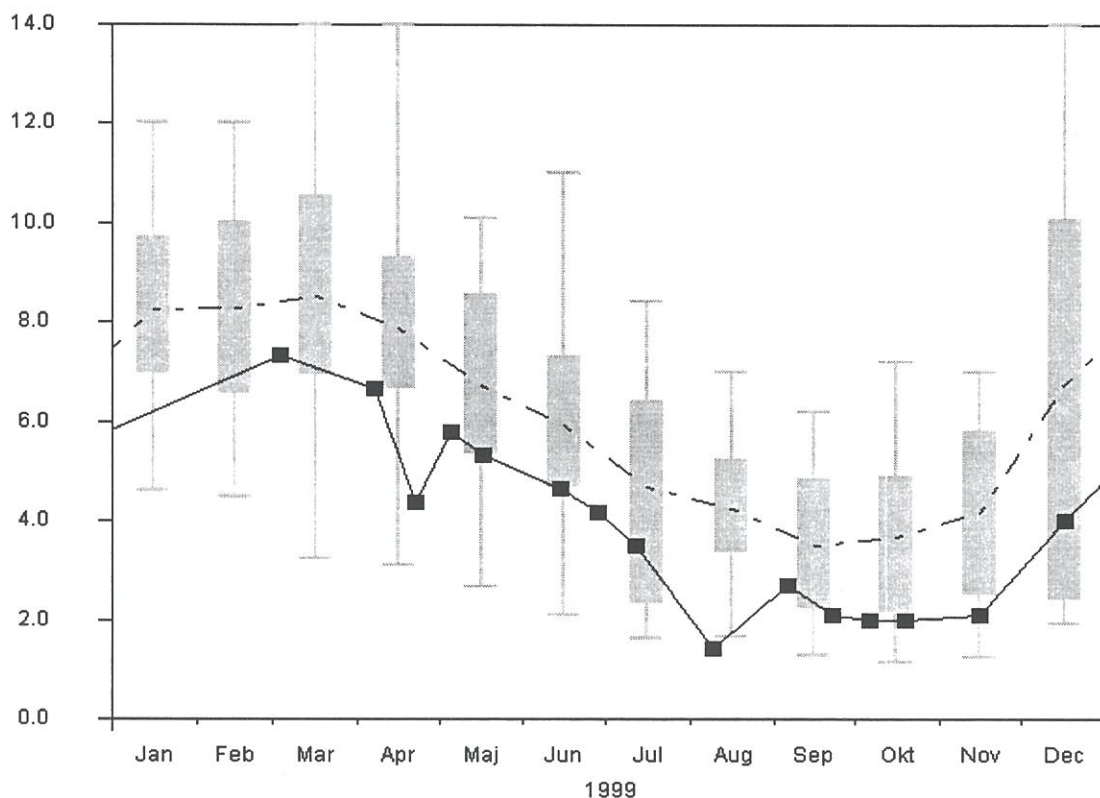
Figur 5.3.6. Ortofosfatkoncentrationen i epilimnion i Tystrup Sø 1989 til 1999, mg/l.

Kvælstofkoncentrationen, der de første 6 overvågningsår lå og svingede omkring 7 mg/l, er siden faldet og lå i 1996 og 97 på et betydeligt lavere niveau. Dette skyldes den på grund af lav afstrømning meget begrænsede belastning disse to år. I 1998 og 1999, der afstrømnings- og belastningsmæssigt lå nærmere det normale for overvågningsårene, steg niveauet igen, men lå dog stadig under gennemsnittet for perioden, se figur 5.3.7. Mens der fra 1990 til 96 var en stærkt faldende tendens, har niveauet nu nærmet sig gennemsnittet for hele perioden. Set over hele perioden udviser kvælstofkoncentrationen i Tystrup Sø en faldende tendens, som dog ikke er signifikant. 1999 er faktisk det år, der mest ligner startåret 1989, med hensyn til kvælstokoncentrationens variation.

Årstidsvariationen for kvælstof i Tystrup Sø har nærmest det omvendte forløb af fosfor med maksimum i marts og minimum i september-oktober. I modsætning til fosfor afspejler kvælstofkoncentrationen i højere grad den eksterne belastning. I 1999 lå kvælstofkoncentrationen året igennem et par mg /l under månedsmiddelværdierne for hele overvågningsperioden og fulgte nogenlunde 25 % fraktilen, se fig. 5.3.8.

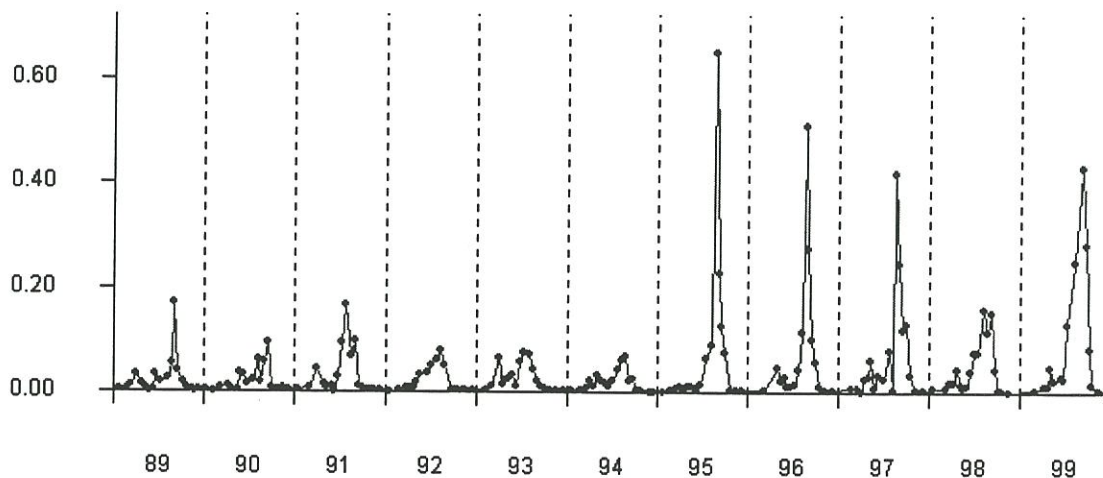


Figur 5.3.7. Søvandets indhold af totalkvælstof i Tystrup Sø 1989-1999. mg/l.



Figur 5.3.8. Årstidsvariationen i søvandets indhold af totalkvælstof i Tystrup Sø 1999, sammenlignet med månedsmiddelværdier for øvrige overvågningsår (stiplet linje) samt min, max og 25 og 75 % fraktiler.

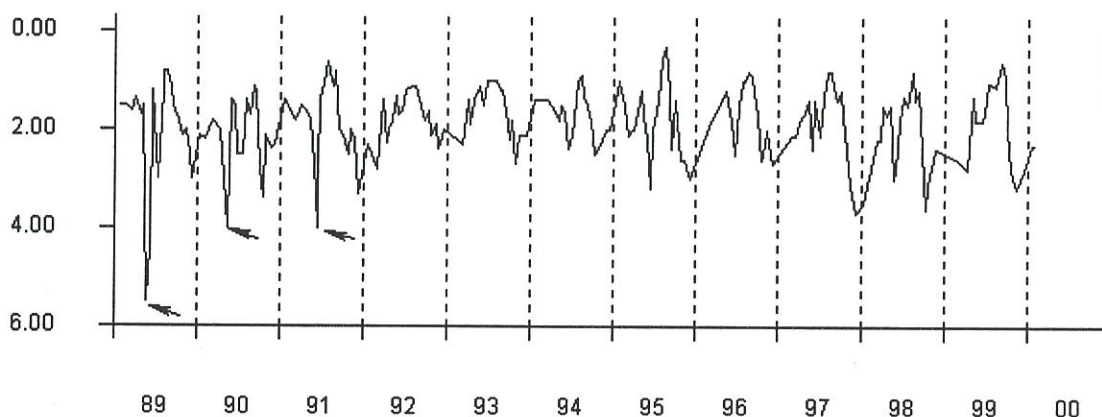
Klorofylindholdet i sensommeren har vist et påfaldende forløb de seneste 5 overvågningsår. Fra et niveau under 100 $\mu\text{g/l}$ i den første del af overvågningsperioden målt i sensommeren 1995 en rekordhøj værdi på ca. 650 $\mu\text{g/l}$. Denne "top" gentog sig i 96, 97 og 99, og med noget lavere værdi i 98, fig 5.3.9. Indholdet af suspenderet stof har vist samme forløb gennem de 11 overvågningsår og glødetabsmålinger de seneste 2 år har vist at stort set alt det suspenderede stof er organisk. De høje koncentrationer af klorofyl og organisk stof skyldes kraftige opblomstringer af furealger, som de seneste 5 år har domineret i Tystrup Sø, hvor der tidligere var blågrønalgedominans på denne tid af året. Det ser ud til at det faldende fosforniveau, som især viser sig ved et faldende ortofosfatniveau i epilimnion, har fremkaldt et skift i fytoplanktonsammensætningen fra blågrønalger til furealger som udnytter fosfor i hypolimnion.



Figur 5.3.9. Søvandets indhold af klorofyl-a i Tystrup Sø 1989-99, mg/l.

Alle de øvrige målte kemiske parametre lå i 1999 tæt ved det gennemsnitlige for hele overvågningsperioden såvel med hensyn til sommer- og årsniveau som til årstidsvariation.

Sigt dybdevariationen har været forbavsende konstant gennem hele overvågningsperioden med årsmiddel omkring to meter. Tidligere (d.v.s. før 1989) optrådte hvert år en markant klarvandsperiode først på sommeren. Dette sås også de tre første overvågningsår (pilene på fig. 5.3.10) men er herefter udeblevet, med det resultat at sommerrmiddel-sigt dybden er blevet lavere.



Figur 5.3.10. Sigt dybden i Tystrup Sø 1989-2000, m. Pile angiver klarvandsperioder i 1989-91.

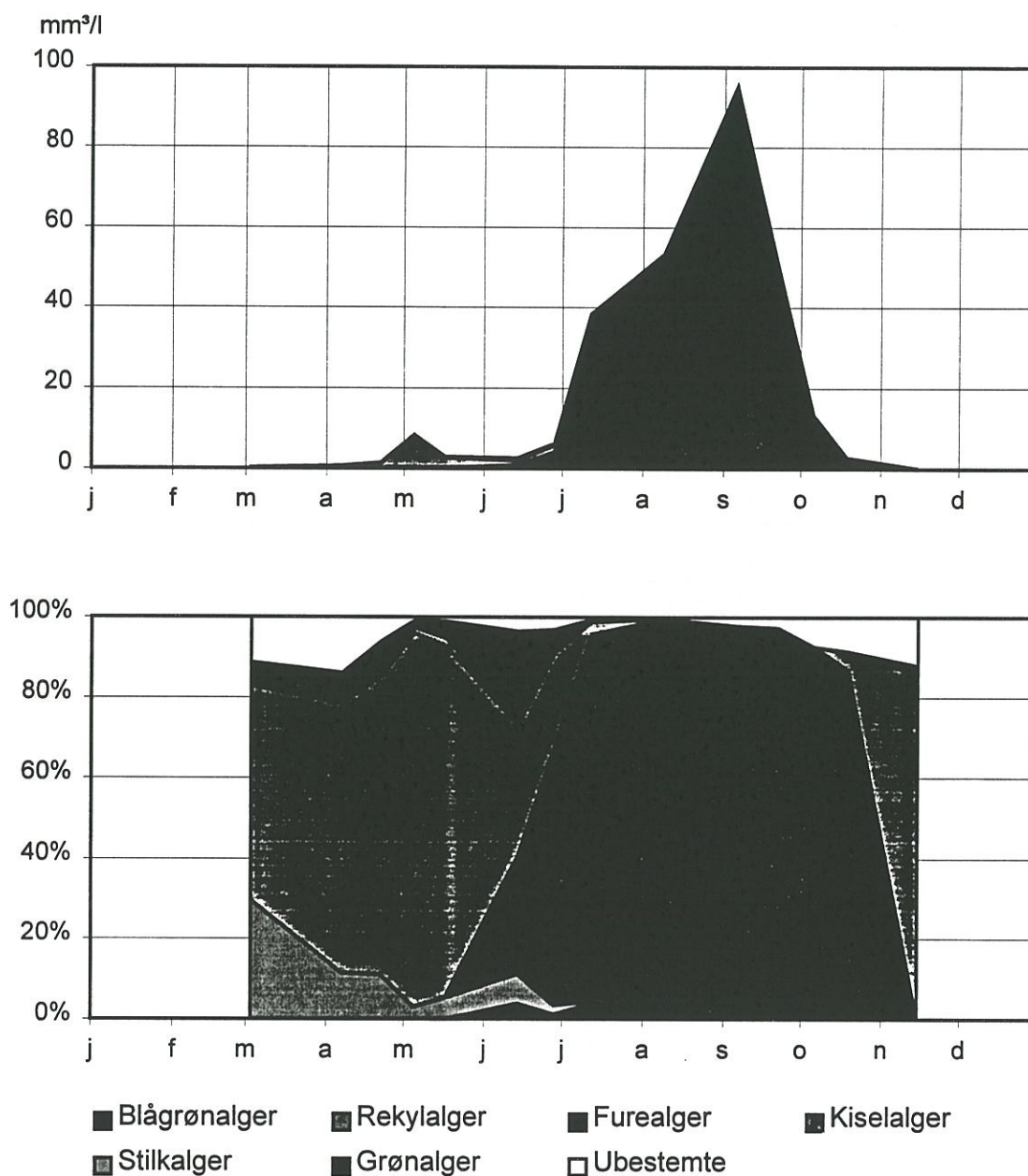
Parameter	Tds.vgt. middelvrđ.	1989-1998			1999
		min.	median	max	
Sigtdybde m	år	1.70	1.88	2.23	2.08
	sommer	1.25	1.60	2.22	1.27
Ph	år	8.26	8.43	8.47	8.33
	sommer	8.47	8.63	8.72	8.58
Klorofyl A	år	17	27	54	76
	sommer	32	48	118	164
Ammonium N mg/l	år	0.013	0.057	0.065	0.049
	sommer	0.011	0.040	0.094	0.021
Nitrat-N mg/l	år	1.32	4.69	7.55	3.31
	sommer	0.97	3.89	6.02	2.54
Total-N mg/l	år	2.30	5.87	8.82	5.87
	sommer	2.08	4.94	7.34	3.90
Orto-P µg/l	år	93	169	353	68
	sommer	43	98	271	8
Total-P µg/l	år	140	228.5	409	127
	sommer	111	189	351	108
COD* mg/l	år	4.09	5.08	12.19	
	sommer	6.01	6.87	18.70	
Alkalinitet mmol/l	år	3.45	3.69	5.26	3.69
	sommer	3.20	3.53	4.06	3.32
Silicium mg/l	år	2.18	2.60	3.51	2.99
	sommer	0.57	0.86	1.95	1.22
Suspenderet stof mg/l	år	4.55	6.50	9.54	8.61
	sommer	6.14	8.80	15.42	9.46
Jern** mg/l	år	0.055	0.090	0.136	0.074
	sommer	0.050	0.067	0.068	0.044

Tabel 5.3.1 Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier af vandkemiske parametre og sigtdybde i Tystrup Sø 1999 sammenlignet med min, max. og median af middelværdierne for de øvrige overvågningsår. *Måling af COD ophørte i 1997. ** Måling af jern påbegyndtes i 1993.

5.4 Plankton i Tystrup Sø

I løbet af 1999 er der indsamlet og undersøgt 14 plante- og dyreplanktonprøver, der er oparbejdet til artsliste, antal, biomasse (mm^3/l , mg våd vægt/ l) samt kulstofbiomasse ($\mu\text{g C}/\text{l}$).

Planteplankton



Figur 5.4.1. Tystrup Sø 1999. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Biomassen af de enkelte algegrupper og deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 5.4.1. Dominerende og subdominerende arter på de enkelte prøvedatoer fremgår af tabel 5.4.1.

Den totale planteplanktonbiomasse varierede mellem 0,24 mm³/l i november og 95 mm³/l i begyndelsen af september. Gennemsnit fra perioden marts-oktober var 24 mm³/l og fra sommerperioden maj-september 35 mm³/l.

Planteplankton udviklede et forårsmaksimum i begyndelsen af maj (8,4 mm³/l) især bestående af den centriske kiselalge *Stephanodiscus neoastraea* og en meget høj sommerbiomasse i juli-september (38-95 mm³/l), der næsten udelukkende bestod af furealgerne *Ceratium furcoides* og *Ceratium hirundinella*. Der blev ikke fundet en egentlig klarvandsfase i maj-juni, hvor den laveste biomasse var 2,7 mm³/l. En meget lav biomasse fandtes kun i marts og november (0,2-0,3 mm³/l).

På grund af den meget høje furealgebiomasse i sommerperioden udgjorde furealger 92% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 93% i sommerperioden

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 108 arter/slægter i Tystrup Sø 1999, hvilket er på samme niveau som året før, men betydeligt lavere end i 1994, hvor søen var særligt artsrig (156 arter). De øvrige år blev der registreret 92-117 arter.

I 1999 hørte de fleste af de fundne arter/slægter til grupper, der er karakteristiske for næringsrige, danske søer: 17 blågrønalger, 8 centriske kiselalger og 34 chlorococcale grønalger. 19 arter/slægter tilhørte grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 6 furealger, 6 gulalger og 7 koblingsalger.

Der blev i alt optalt 23 forskellige arter/slægter/grupper, hvoraf furealgerne *Ceratium furcoides* og *Ceratium hirundinella*, i kraft af høje sommerforekomster, var de kvantitativt vigtigste. De udgjorde henholdsvis 66% og 26% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 66% og 28% i sommerperioden. Den centriske kiselalge *Stephanodiscus neoastraea*, der dominerede planteplanktonsamfundet i forårsperioden, udgjorde 2% i begge perioder.

Blågrønalger udgjorde 1% af den gennemsnitlige biomasse både fra perioden marts-oktober og fra sommerperioden maj-september. Blågrønalger fandtes i sommermånederne juni-august, hvor de udgjorde 1-4% af den totale biomasse, og havde maksimum i juli (1,5 mm³/l). Den vigtigste blågrønalge var den trådformede *Aphanizomenon gracile/flexuosum*.

Rekylalger fandtes forår og sommer, men udgjorde <1% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. Maksimum fandtes i maj (0,26 mm³/l), men de havde størst relativ betydning i marts-april, hvor de udgjorde 9-30% af en lav total biomasse. Resten af året udgjorde de 0-7%. Den vigtigste art var *Rhodomonas lacustris*.

Furealger udgjorde 92-93% af den gennemsnitlige biomasse. De var kvantitativt vigtige i juni-oktober og dominerede fuldstændigt planteplanktonsamfundet fra midt i juni til midt i oktober, hvor de udgjorde 64-99% af den totale biomasse. Furealgebiomassen var meget høj i juli-september (35-93

mm³/l) med maksimum i begyndelsen af september. Den bestod kun af to arter, *Ceratium furcoides* og *Ceratium hirundinella*. *Ceratium hirundinella* dominerede i juni-juli og *Ceratium furcoides* i august-oktober.

TYSTRUP SØ 1999					
Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total biomasse mm ³ /l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter	Andel af biomasse %
03-mar	0,3	Centriske kiselalger <10 µm	53	<i>Rhodomonas lacustris</i>	30
07-apr	0,7	Centriske kiselalger <10 µm	41	<i>Rhodomonas lacustris</i>	11
				<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	10
				<i>Synedra</i> spp.	9
22-apr	1,5	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	37	Centriske kiselalger <10 µm	26
				<i>Rhodomonas lacustris</i>	9
				<i>Synedra</i> spp.	8
05-maj	8,4	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	79	Centriske kiselalger <10 µm	9
17-maj	3,0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	34	Centriske kiselalger 10-30 µm	27
				Centriske kiselalger <10 µm	19
14-jun	2,7	<i>Ceratium hirundinella</i>	29	Centriske kiselalger 10-30 µm	12
				<i>Carteria</i> spp.	11
				Centriske kiselalger <10 µm	10
				<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	9
28-jun	6,3	<i>Ceratium hirundinella</i>	52	<i>Chlorella</i> spp./ <i>Dict. subsolitarium</i>	8
				<i>Ceratium furcoides</i>	12
				<i>Asterionelle formosa</i>	8
12-jul	38,3	<i>Ceratium hirundinella</i>	55	<i>Ceratium furcoides</i>	36
09-aug	53,4	<i>Ceratium furcoides</i>	66	<i>Ceratium hirundinella</i>	32
06-sep	95,2	<i>Ceratium furcoides</i>	79	<i>Ceratium hirundinella</i>	19
22-sep	50,8	<i>Ceratium furcoides</i>	84	<i>Ceratium hirundinella</i>	14
06-okt	13,5	<i>Ceratium furcoides</i>	82	<i>Ceratium hirundinella</i>	10
				Flagellater >10 µm	7
19-okt	2,9	<i>Ceratium furcoides</i>	85	Flagellater >10 µm	8
15-nov gsn.	0,2	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	67	Centriske kiselalger <10 µm	18
03-mar - 31-okt gsn.	23,7	<i>Ceratium furcoides</i>	66	<i>Ceratium hirundinella</i>	26
				<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	2
01-maj - 30-sep	35,4	<i>Ceratium furcoides</i>	66	<i>Ceratium hirundinella</i>	28
				<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	2

Tabel 5.4.1. Tystrup Sø 1999. Planteplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse.

Gulalger havde ingen kvantitativ betydning. Der blev fundet 4 arter i forårsperioden og 2 arter midt på sommeren.

Kiselalger var kvantitativt den næstvigtigste algegruppe og udgjorde 4% af den gennemsnitlige biomasse i begge perioder. Kiselalger dominerede planteplanktonsamfundet i marts-maj samt i november, hvor de udgjorde 53-93% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-33%. De højeste biomasseværdier fandtes i maj med maksimum i begyndelsen af maj (7,9 mm³/l).

Under kiselalgemaksimum i maj dominerede den centriske kiselalge *Stephanodiscus neoastraea*. Resten af året bestod kiselalgesamfundet især af en blanding af centriske kiselalger (<10 µm og 10-30 µm) og *Stephanodiscus neoastraea*. I juni bestod kiselalgesamfundet af en blanding af centriske kiselalger samt de pennate arter *Asterionella formosa* og *Fragilaria crotonensis*.

Chrysochromulina parva fandtes i målelige mængder i maj og juli, hvor den udgjorde 0-2% af den totale biomasse.

Grønalger var den artsrigeste planteplanktongruppe, men havde ringe kvantitativ betydning (1% af den gennemsnitlige biomasse). De havde maksimum bestående af *Carteria* sp. og *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium* midt i juni (0,6 mm³/l), hvor de udgjorde 23% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-9%.

Den vigtigste art var *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium*, der især fandtes for-år og sommer, og *Carteria* sp., der kun havde betydning under grønalgemaksimum i juni.

Sammenligning med planteplanktonsamfundet i 1989-98

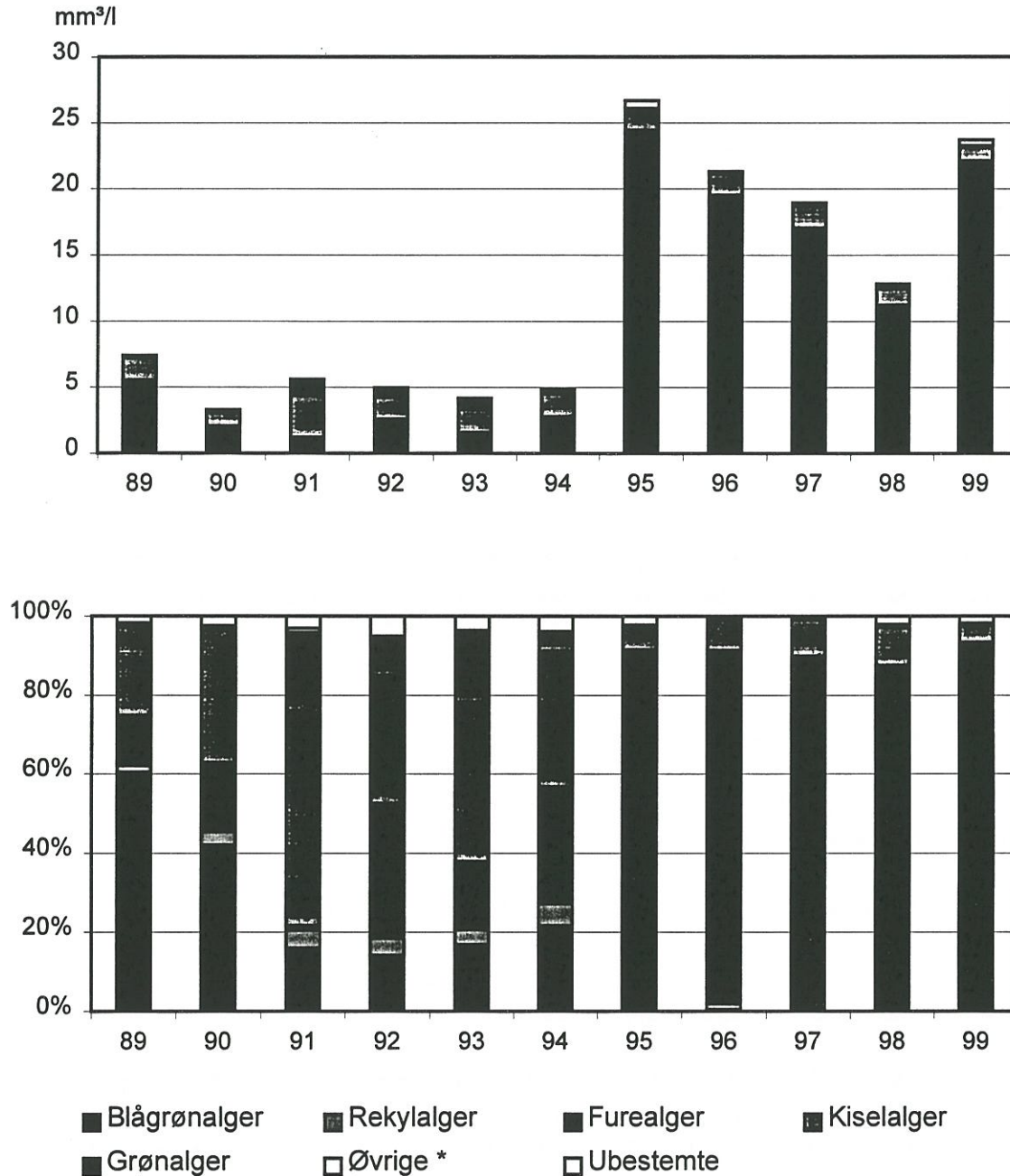
Planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit fra perioden marts-oktober fra årene 1989-99 ses af figur 5.4.22

Den gennemsnitlige biomasse lå i 1989-94 på et niveau på 3-7 mm³/l, men steg i 1995 drastisk til 27 mm³/l. De efterfølgende tre år var den gennemsnitlige biomasse stadig høj, men udviste en faldende tendens fra 27 mm³/l i 1995 til 13 mm³/l i 1998. Denne tendens fortsatte ikke i 1999, hvor den gennemsnitlige biomasse atter var meget høj (24 mm³/l).

De høje gennemsnitsværdier i 1995-99 skyldtes en meget høj sommerbiomasse af furealgerne *Ceratium hirundinella* og *Ceratium furcoides*, der disse år udgjorde 87-92% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. I 1995-97 samt 1999 fandtes ekstremt høje biomassemaksima (95-240 mm³/l), der næsten udelukkende bestod af *Ceratium*. I 1998 var biomassemaksimum 42 mm³/l.

I 1989-94, hvor den gennemsnitlige biomasse var relativt lav (3-7 mm³/l), var planteplanktonsamfundet enten domineret af blågrønalger (1989-90), kiselalger (1991 og 1993) eller en blanding af kiselalger, furealger og blågrønalger (1992 og 1994).

Den gennemsnitlige blågrønalgbiomasse var højest i 1989-90 (1,4-4,5 mm³/l), hvorimod blågrønaler næsten var forsvundet i 1995-99 (0,03-0,26 mm³/l). I 1989-97 var de vigtigste blågrønaler den kolonidannende blågrønalgslægt *Microcystis* (oftest *Microcystis aeruginosa*), hvorimod det i 1998 var slægten *Anabaena* og i 1999 slægten *Aphanizomenon*.



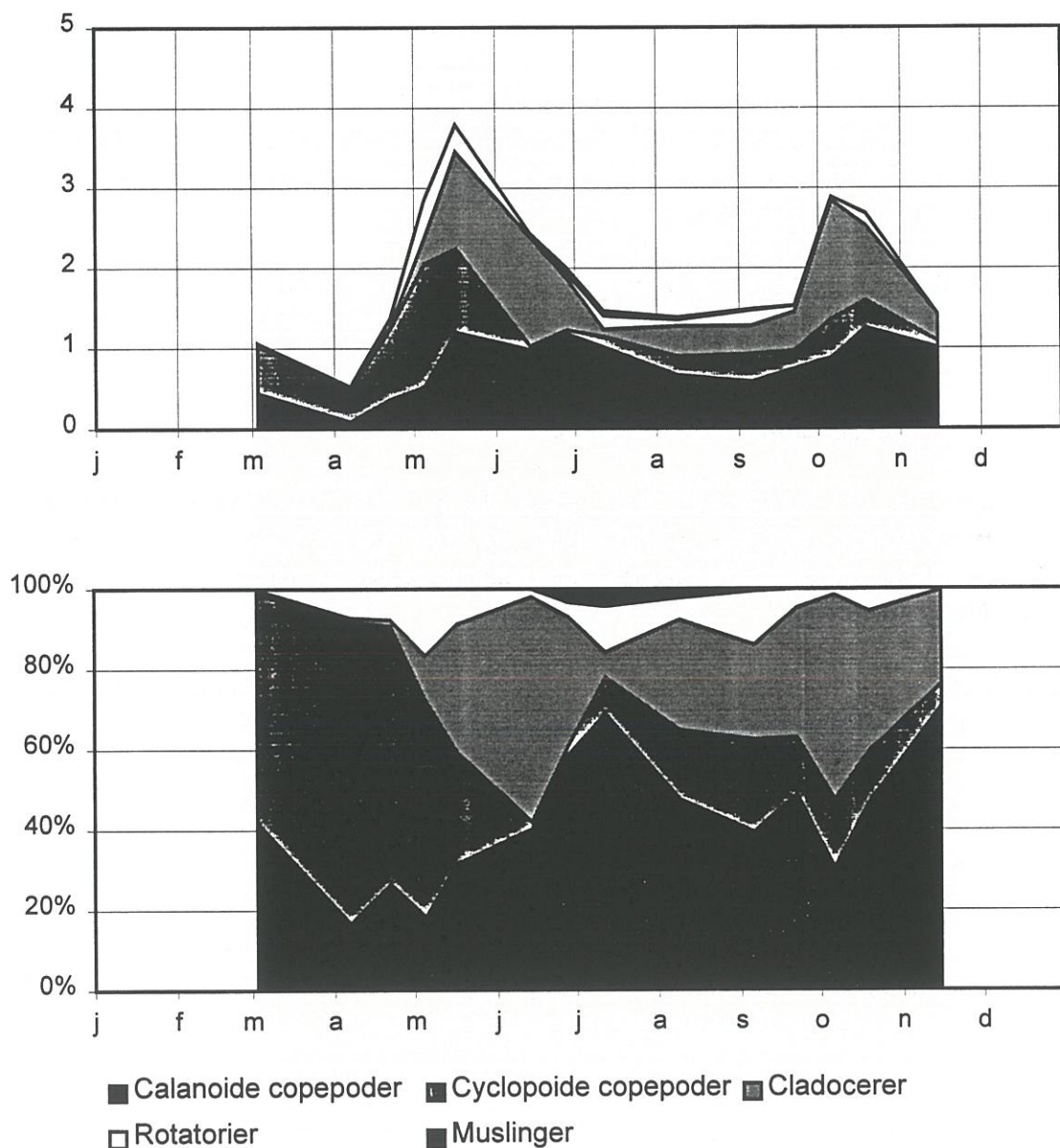
Figur 5.4.2. Tystrup Sø 1999. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-99. Gennemsnit fra perioden marts-oktober. * Øvrige = Gulalger + stilkalger + prasinophyceae.

Den gennemsnitlige kiselalgebiomasse var meget konstant i hele undersøgelsesperioden (1,0-1,7 mm³/l) bortset fra 1991 (3,2 mm³/l), hvor kiselalger dominerede planteplanktonsamfundet. I 1989-93

var de vigtigste kiselalger de centriske arter *Aulacoseira* spp. og/eller *Stephanodiscus neoastraea* og i 1994-99 centriske kiselalger 10-30 µm og/eller *Stephanodiscus neoastraea*.

Størrelsesmæssigt dominerede arter <20 µm i 1989-91 (42-53%) og arter >50 µm i resten af undersøgelsesperioden, hvor de udgjorde 44-62% i 1992-94 og 89-94% i 1995-99. Planteplanktonsamfundet var alle år domineret af arter, der er typiske for næringsrige søer med springlagsdannelse. År med dominans af kiselalger tyder på ustabil springlagsdannelse.

Dyreplankton



Figur 5.4.3. Tystrup Sø 1999. Dyreplanktonbiomasse (mg våd vægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Biomasse og årsti Cladocerer og copepoder var de vigtigste dyreplanktongrupper i hele undersøgelsesperioden. Copepodernes gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober har ikke vist større udsving, men steg jævnt fra 0,6 mg/l i 1989 til et niveau på 1,0-1,8 mg/l i 1991-99. De havde størst betydning i 1989 og 1993-99, hvor de udgjorde 46-63% af den totale gennemsnitlige biomasse. Der sås langt større udsving i den gennemsnitlige cladocerbiomasse, der steg fra 0,6 mg/l i 1989 til 3,1 mg/l i 1990 og derpå faldt jævnt til 0,8-0,9 mg/l i 1995-97 og yderligere til 0,5 mg/l i 1999. Cladocererne dominerede dyreplanktonsamfundet i 1990-92, hvor de udgjorde 55-78%. De øvrige år udgjorde cladocerer 28-48%. Disse ændringer har muligvis en sammenhæng med ændringer i størrelsesfordeling af planteplankton fra dominans af små arter <20 µm i 1989-91 til store arter i 1992-99.

dsvariation

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 3. Dyreplanktonbiomassen varierede mellem 0,52 mg/l i begyndelsen af april og 3,8 mg/l midt i maj. Den gennemsnitlige biomasse var 1,9 mg/l i perioden marts-oktober og 2,0 mg/l i sommerperioden maj-september.

Dyreplankton udviklede to markante biomassemaksima i løbet af året: et forårsmaksimum midt i maj (3,8 mg/l), der især bestod af cyclopoide og calanoide copepoditer samt cladocererne *Daphnia galeata* og *D. hyalina*, og et efterårsmaksimum i oktober (2,9 mg/l), der bestod af en blanding af cladocerer og copepoder. Mellem disse maksima var biomassen konstant høj (1,4-1,5 mg/l) og noget lavere i marts-april og november (0,5-1,4 mg/l).

I 1999 var copepoder som gennemsnit den vigtigste dyregruppe. De udgjorde 64% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 61% i sommerperioden. Cladocerer og rotatorier udgjorde henholdsvis 29% og 7% i perioden marts-oktober og 30% og 8% i sommerperioden.

Cladocerer dominerede dyreplanktonsamfundet på en enkelt dato i juni og i oktober (51-56%), hvorimod copepoder dominerede resten af året (58-99%).

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 33 arter/slægter af rotatorier, cladocerer, copepoder og muslinger i Tystrup Sø 1999. Dominerende og subdominerende arter/grupper på de enkelte prøvedatoer fremgår af tabel 5.4.2.

I modsætning til sidste år havde rotatorier ringe kvantitativ betydning i 1999 (7% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 8% i sommerperioden). De havde maksimum i begyndelsen af maj (0,5 mg/l), hvor de udgjorde 17% af den totale biomasse. Dette maksimum bestod især af *Asplanchna priodonta*. Resten af året udgjorde rotatorier 0-13% af den totale biomasse. I modsætning til de foregående år udviklede *Asplanchna priodonta* ikke et højt maksimum i efteråret 1999.

Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter					
DATO:	Total bio- masse mg/l	Dominerende art	Andel af biomasse %	Subdominerende arter/grupper	Andel af biomasse %
03-mar	1,1	Cyclopoide copepoditer	49	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	38
07-apr	0,5	Cyclopoide nauplier	29	<i>Cyclops</i> spp. han	21
				<i>Cyclops strenuus</i> hun	12
				Cyclopoide copepoditer	10
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	9
22-apr	1,4	Cyclopoide copepoditer	24	Cyclopoide nauplier	22
				<i>Cyclops strenuus</i> hun	11
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	11
05-maj	2,8	Cyclopoide copepoditer	41	<i>Asplanchna priodonta</i>	12
				Cyclopoide nauplier	9
				Calanoide nauplier	7
				Calanoide copepoditer	7
17-maj	3,8	Cyclopoide copepoditer	24	Calanoide copepoditer	20
				<i>Daphnia galeata</i>	12
				<i>Daphnia hyalina</i>	10
14-jun	2,4	<i>Daphnia hyalina</i>	41	Calanoide copepoditer	27
				<i>Daphnia galeata</i>	14
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	10
28-jun	2,0	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	29	Calanoide copepoditer	23
				<i>Daphnia longispina</i>	14
				<i>Daphnia galeata</i>	9
12-jul	1,5	Calanoide copepoditer	29	Calanoide nauplier	10
		<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	29		
09-aug	1,4	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	22	Calanoide copepoditer	21
				<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	18
				<i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne	8
06-sep	1,5	Calanoide copepoditer	24	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	15
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	11
				Cyclopoide nauplier	9
				<i>Mesocyclops leuckarti</i> voksne	8
22-sep	1,5	Calanoide copepoditer	34	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	13
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	10
				<i>Mesocyclopscopepoditer</i>	7
06-okt	2,9	<i>Daphnia hyalina</i>	28	Calanoide copepoditer	16
				<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	14
				<i>Mesocyclopscopepoditer</i>	12
				<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	11
				<i>Chydorus sphaericus</i>	11
19-okt	2,7	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	39	<i>Daphnia hyalina</i>	16
				<i>Mesocyclopscopepoditer</i>	8
				<i>Chydorus sphaericus</i>	8
15-nov	1,4	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	68	<i>Daphnia cucullata</i>	20
gsn.	1,9	Calanoide copepoditer	18	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	16
03-mar -				<i>Daphnia hyalina</i>	12
31-okt				Cyclopoide copepoditer	11
gsn.	2,0	Calanoide copepoditer	23	<i>Eudiaptomus graciloides</i> voksne	13
01-maj -				<i>Daphnia hyalina</i>	12
30-sep				Cyclopoide copepoditer	10

Tabel 5.4.2. Tystrup Sø 1999. Dyreplanktonbiomasse, dominerende og subdominerende arter i procent af den totale biomasse.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 18 fundne arter, noget færre end de sidste to år. Som gennemsnit var de vigtigste arter *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Pompholyx sulcata* og

Synchaeta spp. *Keratella quadrata* fandtes hele året, *Asplanchna priodonta* især i april-maj, *Synchaeta* spp. især i august-september og *Pompholyx sulcata* i hele sommerperioden.

Cladocerer udgjorde 29% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 30% i sommerperioden. De havde maksimum midt i juni (1,4 mg/l) og i begyndelsen af oktober (1,5 mg/l), hvor de var den vigtigste dyreplanktongruppe med 51-56% af den totale biomasse. Begge maksima var domineret af *Daphnia hyalina*. Fra midt i maj til midt i november udgjorde cladocerer 23-56% af den totale biomasse bortset fra juli, hvor de kun udgjorde 6%. Fra prøvestart i marts til midt i maj udgjorde de 1-11%.

Der blev fundet 9 arter af cladocerer. *Daphnia hyalina* udgjorde 12% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. Andre vigtige arter var *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma brachyurum* og *Daphnia longispina*, der udgjorde henholdsvis 5%, 5% og 3%. I sommerperioden fandtes en næsten tilsvarende fordeling. *Daphnia hyalina* og *Diaphanosoma brachyurum* fandtes især sommer og efterår, *Daphnia galeata* især i forsommeren og *Daphnia longispina* spredt i sommerperioden. *Chydorus sphaericus* udgjorde 3-11% af den totale biomasse i september-oktober.

Copepoder udgjorde 64% af den totale gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober og 61% i sommerperioden. De havde maksimum i maj (2,2 mg/l), der især bestod af en blanding af cyclopoide og calanoide copepoditer. Copepoder var kvantitativt vigtige hele året. I marts-april udgjorde de 91-92% af den totale biomasse og resten af året 42-76%. Cyclopoide copepoder dominerede copepodbiomassen fra prøvestart i marts til midt i maj og calanoide copepoder resten af året.

Der blev fundet 5 arter af copepoder, de calanoide arter *Eudiaptomus graciloides* og *E. gracilis* og de cyclopoide arter *Cyclops strenuus*, *C. vicinus* og *Mesocyclops leuckarti*. Som gennemsnit var de vigtigste grupper calanoide copepoditer, voksne *Eudiaptomus graciloides* og cyclopoide copepoditer. Voksne individer af *Eudiaptomus graciloides* fandtes hele året, men havde størst kvantitativ betydning i det tidlige forår, midt på sommeren og sent efterår. *Eudiaptomus gracilis* fandtes spredt i løbet af året, men havde ringe kvantitativ betydning. Voksne individer af *Cyclops strenuus* fandtes forår og sent efterår, hvorimod *Mesocyclops leuckarti* fandtes fra april til oktober og havde størst betydning i sensommeren. *Cyclops vicinus* fandtes på en enkelt dato i maj.

Larver af vandremuslingen *Dreissena polymorpha* fandtes fra sidst i juni til oktober, hvor de udgjorde 0-4% af den totale biomasse.

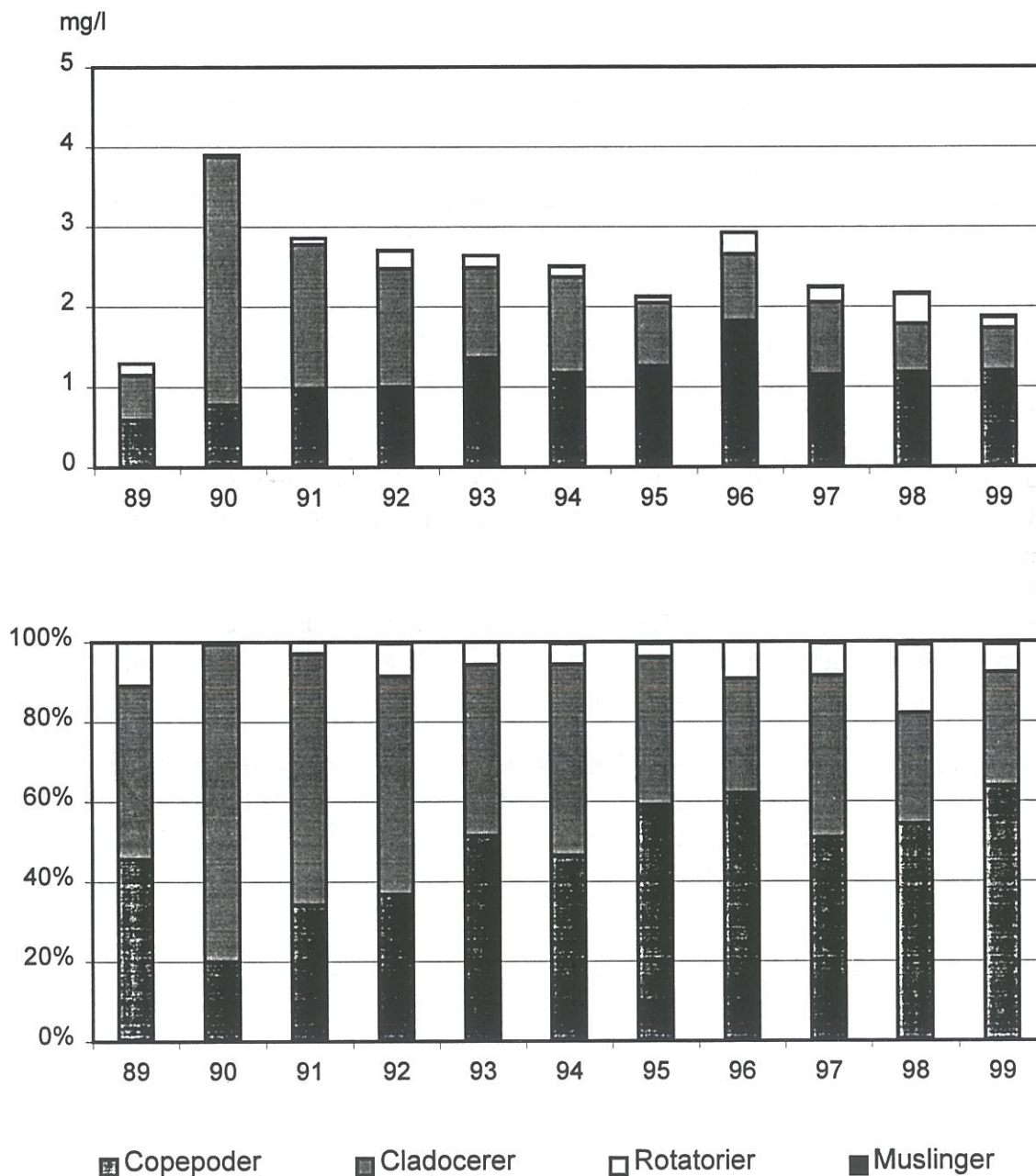
Dyreplanktons fødeoptagelse

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 10 µg C/l/døgn i april og 135 µg C/l/døgn midt i maj. Den gennemsnitlige fødeoptagelse fra perioden marts-oktober var 66 µg C/l/døgn og i sommerperioden 76 µg C/l/døgn. Cladocerer og copepoder var de vigtigste dyregrupper, idet de stod for henholdsvis 40% og 41% af den gennemsnitlige fødeoptagelse i perioden marts-oktober. Rotatorier og muslinger udgjorde henholdsvis 12% og 5%. Fordelingen i sommerperioden var næsten den samme.

Copepoder stod for den største del af fødeoptagelsen fra marts til midt i maj (63-98%) samt i november (60%). Cladocerer dominerede fødeoptagelsen midt i juni og i oktober (54-67%). Resten af året havde 2-3 dyregrupper væsentlige andele i fødeoptagelsen.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989-98

Figur 4 viser dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit fra den produktive periode (marts-oktober) fra årene 1989-99.



Figur 5.4. 4. Tystrup Sø 1999. Dyreplanktonbiomasse (mg våd vægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-99. Gennemsnit fra perioden marts-oktober.

Bortset fra rotatorier var gennemsnitsværdierne i 1999 næsten identiske med værdierne fra 1998. I 1998 udviklede den store rotatorie *Asplanchna priodonta* et højt, men kortvarigt efterårsmaksimum, der ikke blev fundet i 1999.

De største udsving i den gennemsnitlige og maksimale dyreplanktonbiomasse fandtes i de første år af undersøgelsesperioden. Den laveste gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober fandtes i 1989 (1,3 mg/l) og den højeste i 1990 (3,9 mg/l). De næste 9 år lå den gennemsnitlige biomasse på samme niveau (1,9-3,0 mg/l). I sommerperioden fandtes et tilsvarende udviklingsmønster, men med lidt højere gennemsnitsværdier. Den maksimale biomasse var 2,8 mg/l i 1989, 16 mg/l i 1990 og 3,8-8,0 mg/l de øvrige år.

Cladocerer og copepoder var de vigtigste dyreplanktongrupper i hele undersøgelsesperioden. Copepodernes gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober har ikke vist større udsving, men steg jævnt fra 0,6 mg/l i 1989 til et niveau på 1,0-1,8 mg/l i 1991-99. De havde størst betydning i 1989 og 1993-99, hvor de udgjorde 46-63% af den totale gennemsnitlige biomasse. Der sås langt større udsving i den gennemsnitlige cladocerbiomasse, der steg fra 0,6 mg/l i 1989 til 3,1 mg/l i 1990 og derpå faldt jævnt til 0,8-0,9 mg/l i 1995-97 og yderligere til 0,5 mg/l i 1999. Cladocernerne dominerede dyreplanktonsamfundet i 1990-92, hvor de udgjorde 55-78%. De øvrige år udgjorde cladocerer 28-48%. Disse ændringer har muligvis en sammenhæng med ændringer i størrelsesfordeling af planteplankton fra dominans af små arter <20 µm i 1989-91 til store arter i 1992-99.

Rotatorier havde størst relativ betydning i 1989, 1992 og 1996-98, hvor de udgjorde 8-17% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. Ciliater indgik kun i undersøgelsen i 1990-91, hvor de udgjorde 1-4% af den gennemsnitlige biomasse.

Cladocerbiomassen var alle år domineret af *Daphnia galeata* og/eller *Daphnia hyalina*. I 1989-93 samt i 1996 var *Daphnia galeata* den vigtigste cladocer-art, og i 1994-95 samt i 1997-99 var *Daphnia hyalina* vigtigst.

Den calanoide art *Eudiaptomus graciloides* var den vigtigste copepod i hele undersøgelsesperioden. Den udgjorde alle år 20-38% af den gennemsnitlige biomasse. Af cyclopoide arter var *Cyclops strenuus* og *Mesocyclops leuckarti* vigtige i hele perioden. De udgjorde tilsammen 9-14% af den gennemsnitlige biomasse i 1989-92 og 18-29% i 1993-99.

5.5 Fiskebestand i Tystrup Sø

En egentlig bestandsundersøgelse blev senest udført i september 1996. Tystrup Sø er særdeles artsrig. Der blev registreret 15 forskellige arter. Ved en tidligere undersøgelse i 1991 blev yderligere 2 arter fanget. Herudover er der registreret yderligere 6-7 arter, hvilket bringer det samlede artsantal op på 23-24. Fiskebiomassen er ikke specielt stor, men sammensætningen må karakteriseres som god, med store aborrer, som det dominerende rovfisk-element.

Fiskebestanden har udviklet sig i gunstig retning siden en tidligere undersøgelse i 1991, hvor store aborrer kun udgjorde 6 % af biomassen mod 26 % i 1996.

Fiskeyngel

I 1997 blev det besluttet at udvide programmet i overvågnings søerne med årlige undersøgelser af fiskebestanden. Undersøgelserne, der udføres efter DMU's anvisning og som skal laves i mørke, blev i Tystrup Sø for første gang udført natten mellem den 15. og 16. juli 1998 og gentaget natten mellem 16. og 17. juli 1999. Der blev foretaget træk efter yngel i 6 transekter i littoralzonen og med 2 gange 6 transekter i pelagiet, hver af ca. 1 minuts varighed.

Der blev konstateret yngel fra 5 arter: skalle, brasen, aborre, hork og sandart. Den samlede yngeltæthed var 0.44 pr. m³ i littoralen og 0.05 pr. m³ i pelagiet, hvilket var i samme niveau som i 1998. Skaller udgjorde med mere end 70 % en dominerende andel af fangsten i littoralen, mens yngel af aborre var hyppigst i pelagiet. Vægtmæssigt var tætheden (i spritvægt) 0.08 g pr. m³ i littoralen og 0.02 g pr. m³ i pelagiet, hvilket var omtrent som i 1998.

Sammenlignet med 12 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de to seneste år, var tætheden af både karpefisk og aborrefisk beskeden, som det ligeledes var tilfældet i 1998. Vægtmæssigt var tætheden af yngel blandt de ringeste af de undersøgte søer.

Skalle- og brasenynglen var forholdsvis lille i Tystrup Sø sammenlignet med størrelsen fundet i de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt, hvilket er kendetegnende for de dybe søer, hvor gydningen ofte falder sent.

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener, karusser og sudere er følsomme for klimatiske udsving. I 1999 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 12 søer generelt mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreynglen generelt forekom mere talrigt end i 1998. I Tystrup Sø var ynglen dog nærmest uændret i forhold til i 1998.

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen

var generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Fiskeynglens fordeling i Tystrup Sø var således i overensstemmelse med søens status som dyb og moderat klarvandet, men ynglen optrådte dog som i 1998 i ringe mængder.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 1-2 mg tv/m³/d som i 1998 forholdsvis beskeden sammenlignet med de øvrige undersøgte søer og formodentlig væsentligt mindre end dyreplanktonets daglige produktion. Fiskebestanden er dog ikke undersøgt siden 1996, og prædationstrykket fra ældre fisk kan derfor ikke vurderes.

5.6 Tilstand og udvikling i Tystrup Sø

Tilstand

Belastningen til Tystrup Sø med næringssalte er stor. Oplandet omfatter bl.a. tre relativt store byer, som efter rensning udleder alt spildevand til Suså-systemet og dermed til Tystrup Sø. Hertil kommer spildevandsbelastningen fra den spredte bebyggelse i det over 600 km² store opland. Oplandet er overvejende intensivt dyrket, og derfor er også udvaskningsbidraget, som tegner sig for den væsentligste del af kvælstoftilførslen, stort.

Næringssaltniveauet i Tystrup Sø er forholdsvis højt med en årsmiddelværdi for totalfosfor på 238 µg/l i gennemsnit for overvågningsperioden 1989 - 99 og for totalkvælstof tilsvarende på 5.9 mg/l. Planteplanktonet er i overensstemmelse hermed domineret af arter, der er karakteristiske for næringsrige søer som blågrønalgen *Microcystis aeruginosa*, furealgerne *Ceratium hirundinella* og *C. furcoides*, kiselalgerne *Stephanodiscus neoastraea* og *Fragilaria crotonensis* samt diverse chlorococcale- og volvocale grønalger. Algebiomassen er høj med en sommermiddelværdi, der som gennemsnit for hele perioden ligger på over 10 mm³/l, men som varierer meget fra år til år med 3.3 mm³/l som laveste værdi (1990) og 26.7 mm³/l som den højeste (1995). Den højeste algetæthed, som er målt lå på 240 mm³/l, den blev målt i 1995 under et maksimum af furealger.

Dyreplanktonet er relativt rigt udviklet og forekommer i større mængde, end man umiddelbart ville forvente ved det høje næringssaltniveau. Det er til en hvis grad i stand til at regulere mængden af planteplankton. Dette på trods af, at de fysiske betingelse for dyreplankton ikke synes særligt gode, bl.a. er undervandsvegetationen meget svagt udviklet. Imidlertid er prædationstrykket fra fisk mindre, end det oftest er tilfældet i stærkt spildevandsbelastede søer, på grund af en gunstigt sammensat fiskebestand.

Undervandsvegetationen har kun ringe udbredelse i søen på trods af, at sigtddybden er rimeligt god med et gennemsnit for sommerperioden for hele overvågningsperioden på 1.57 m. Det skyldes bl.a. dybdeforholdene. Der er kun en smal bræmme søen rundt, hvor dybden er tilstrækkeligt lille til, at der er mulighed for vegetation. Mange steder er denne bræmme dækket af rørskov. Dybdegrænsen for vegetation er 2.5 m. Den eneste makrofyte, der kan betegnes som meget almindelig, er trådalgen *Cladophora* sp. Vegetationen er ikke blevet nærmere undersøgt siden 1989.

Fiskebestanden er blevet undersøgt i 1991 og 96. Bestanden er varieret og meget artsrig. I alt er der registreret 24 arter, hvilket praktisk taget er alle arter, der findes i søer i Danmark. De vigtigste arter er de typiske for eutrofierede søer: skalle (43 %), aborre (23 %), brasen (18 %) og gedde (9 %). Tallene i parentes angiver arternes vægtmæssige andel af den samlede bestand i gennemsnit for de to undersøgelser. Gennemgående er vækst og konditionsforhold gode for de almindelige arter.

Aborrebestanden var forøget radikalt ved den seneste undersøgelse. Den er præget af relativt mange fisk i mellemstørrelse (20-30 cm), hvilket betyder at fiskeyngelen i søen er udsat for et ret højt græsningstryk. Resultatet er at fiskebestanden præges af forholdsvis mange store fisk, der er

uafhængige af dyreplankton som fødekilde. At fiskebestanden har formået at fastholde en gunstig sammensætning, i stedet for at gro til med småfisk, især i perioden med et højere næringsniveau end det aktuelle, er en væsentlig årsag til, at vandkvaliteten i Tystrup Sø er bedre end forventet.

Belastningen til Tystrup Sø i 1999 lå omkring middel for overvågningsperioden mens fosfor lå lidt over det niveau man ville forvente ud fra udviklingstendensen baseret på målinger siden 1978

Belastningsforholdene gav sig udslag i, at søvandskoncentrationerne for de fleste målte parametre både med hensyn til niveau og årstidsvariation lå meget tæt på middel for overvågningsperioden.

Fosforfrigivelsen er sammenfaldende med masseopblomstring af furealger, som kan være medvirkende til at give høj fosforkoncentration, idet de er i stand til at passere springlaget og hente næring fra bundvandet op til overfladevandet.

Fytoplanktonudviklingen i 1999 lignede forholdene i 1995 - 98. Gennemsnitsalgekoncentrationen og maksimalkoncentrationen var langt over gennemsnittet for overvågningsperioden, og lige som de fire foregående år skyldtes det masseopblomstring af furealger i sensommeren. Algesammensætningen var i øvrigt karakteristisk ved at blågrønalger stort set var fraværende. Tilsyneladende ses en udvikling i algesammensætningen. Årene 89 og 90 var domineret af blågrønalger. I 1992 til 94 var der nogenlunde ligelig forekomst af blågrønalger og furealger, mens de seneste 4 år, 1995-99, har været kraftigt domineret af furealger. 1991 var, som det hidtil eneste år, domineret af kiselalger, som de øvrige år har udgjort fra 10-40 % af algebiomassen. Blågrønalgerne vigende betydning er formentlig et respons på den aftagende fosforbelastning.

Tystrup Sø har i amtets regionplan skærpet målsætning, dels som naturvidenskabeligt interesseområde dels som egnet til badning. Målsætningen som naturvidenskabeligt interesseområde er især begrundet i søens og omgivelsernes store betydning som fuglelokalitet men også i den meget artsrige fiskebestand. Søen har desuden stor landskabelig værdi.

Målsætningen indebærer, at søen skal have et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv.

Målsætningen anses ikke for opfyldt blandt andet på grund af den dårligt udviklede undervandsvegetation og den store planteplanktonproduktion/biomasse.

Badevandsmålsætningen er ligeledes uopfyldt. Vandet overholder de bakteriologiske krav til badevand i henhold til badevandsbekendtgørelsen, men ikke de øvrige hygiejniske krav. Bl.a. er sigtddybden ofte for dårlig i badeområdet, og der er tit kraftig vandblomstdannelse af blågrønalger, herunder potentielt giftige arter. De seneste tre år har forekomsten af blågrønalger dog været yderst moderat.

Udvikling

Tilstanden i Tystrup Sø er i det store hele ikke ændret i perioden 1989-99.

Fosforbelastningen er faldet radikalt på grund af forbedret spildevandsrensning i oplandet især på de større spildevandsanlæg. Fosforkoncentrationen i søvandet er som følge heraf faldet markant set over hele perioden, selv om den de sidste år har ligget relativt højt. Selv om fosforbelastningen på langt sigt er afgørende for søens fosforniveau, er forholdene i den enkelte sæson i langt højere grad styret af interne processer i søen.

På trods af det faldende fosforniveau kan der ikke konstateres ændringer i søens øvrige elementer, som direkte kan relateres til faldet. Set over hele perioden er algeproduktionen steget og sigtdybden faldet, stik imod hvad man ville forvente.

Dog er der sket en ændring i planteplanktonets sammensætning, idet blågrønalger, fra i 1989 at være den dominerende gruppe, har udvist et jævnt fald og i 1995-98 har spillet en helt underordnet rolle. Den samlede algemængde er samtidigt steget markant på grund af årlige masseforekomster af furealger.

Ændringen i algesammensætning er til dels modsvaret af en ændring af zooplanktonets sammensætningen. Copepodernes andel er steget jævnt gennem hele perioden, mens cladocerernes modsat er faldet. Den samlede mængde er af uændret størrelsesorden.

Tilstanden i Tystrup Sø er overordnet styret af fosforkoncentrationen, og selv om denne er faldet meget gennem en årrække, er den stadig for høj til at de ændringer, der skal til, for at søen kan opfylde målsætningen, kan indtræde spontant.

For at opfylde målsætningen skal planteplanktonmængden reduceres og sigtdybden øges til mindst 2.5 m (sommerrmiddelværdi). Undervandsplanternes dybdegrænse skal øges til 4-5 meter og vegetationens tæthed skal øges betydeligt

For at opnå dette skal fosforbelastningen til søen reduceres yderligere og søvandets koncentration af totalfosfor skal nedbringes til en årsmiddelværdi på ca. 50 µg/l. Der er derfor stillet krav om vidtgående fosforfjernelse på alle renseanlæg i oplandet til søen. Der skal desuden sættes ind overfor spildevandsbelastningen fra den spredte bebyggelse.

6 RAPPORTOVERSIGT

Maglesø

Hansen, B. Møllegård. 1989. Maglesø ved Brorfelde, Fiskeundersøgelse 1989. Rapport udarbejdet for Vestsjællands Amtskommune af Rådgivende Biologer ENVO.

Müller, J.P., Larsen, M. og H. J. Jensen. 1995. VANDMILJØOVERVÅGNING, Fiskebestanden i Maglesø august 1994. Rapport udarbejdet for Vestsjællands Amt af Fiskeøkologisk Laboratorium.

Olrik, K. & A. Nauwerck. 1987. Phyto- og zooplankton i Maglesø ved Brorfelde 1986. - Rapport udarbejdet for Vestsjællands Amt. Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Olrik, K. & S. Bosselmann. 1990. Maglesø ved Brorfelde 1989. Phyto- og zooplankton. - Notat udarbejdet for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Olrik, K. & S. Bosselmann. 1991. Maglesø v. Brorfelde 1990. Plante- og dyreplankton. - Notat udarbejdet for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Olrik, K., Simonsen, P. & S. Bosselmann. 1992. Maglesø v. Brorfelde 1991. Plante- og dyreplankton. - Notat udarbejdet for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Olrik, K. & L.A. Angantyr. 1993. Maglesø v. Brorfelde 1986 og 1989-1992. Plante- og dyreplankton. - Rapport udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Olrik, K.m.fl. 1994. Maglesø v. Brorfelde 1993. Plante- og dyreplankton. - Notat udarbejdet for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS. Humlebæk.

Vestsjællands Amt, Natur og Miljø. 1994. Vandmiljøovervågning, Maglesø

Vestsjællands Amt, Natur og Miljø. 1995. Vandmiljøovervågning, Maglesø 1994

Vestsjællands Amt, Natur og Miljø. 1996. Vandmiljøovervågning, Maglesø 1995

Tissø

Angantyr, L. A., A. Sørensen og K. Olrik. 1995. Vandmiljøovervågning, Tissø 1987-1994, Plante- og dyreplankton. Vestsjællands Amt, Natur & Miljø.

Carl Bro as. 1997. Vandmiljøovervågning. Bundvegetation i Tissø 1996. Rapport udført for Vestsjællands Amt.

- Jensen, H. J. og J.P. Müller. 1996. Vandmiljøovervågning. Fiskebestanden i Tissø, september 1995. Rapport udført for Vestsjællands Amt af Fiskeøkologisk Laboratorium. (+ Billagsbind)
- Olrik, K., A. Sørensen og S. Bosselmann. 1988. Phyto- og zooplankton i Tissø 1987. Rapport udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk laboratorium ApS.
- Sørensen, A., S. Bosselmann og K. Olrik. 1990. Tissø 1989. Fyto- og zooplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., S. Bosselmann og K. Olrik. 1991. Tissø 1990. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., P. Simonsen og K. Olrik. 1992. Tissø 1991. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., J. N. Ingerslev og K. Olrik. 1993. Tissø 1992. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., J. N. Ingerslev og K. Olrik. 1994. Tissø 1993. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., L. A. Angantyr og K. Olrik. 1996. Tissø 1995. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Sørensen, A., L. Johanson og K. Olrik. 1997. Plante- og dyreplankton. Tissø 1996. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Vestsjællands Amtskommune, Teknisk Forvaltning. 1992. Analyse af vandindvindingsmuligheder fra Tissø.
- Vestsjællands Amtskommune, Teknisk Forvaltning. 1993. Tissø 1992, Stoftransport og Vandkemi.
- Vestsjællands Amtskommune, Natur & Miljø. 1995. Vandmiljøovervågning, Tissø 1994.
- Vestsjællands Amtskommune, Natur & Miljø. 1996. Vandmiljøovervågning, Tissø 1995
- Wegner, N. og S. G. Hansen. 1991. Tissø, Fiskeundersøgelse 1990. Rapport udført for Vestsjællands Amtskommune af Birch & Krogboe Skjern A/S.

Tystrup Sø

- Jacobsen, B. A., Simonsen, P. og K. Olrik, 1990. Tystrup Sø 1989. Phyto- og zooplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Jacobsen, B. A., Simonsen, P. og K. Olrik, 1991. Tystrup Sø 1990. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Jacobsen, B. A. og K. Olrik, 1992. Tystrup Sø 1991. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Jacobsen, B. A., Ingerslev, J. N. og Olrik, 1993. Tystrup Sø 1992. Plante- og dyreplankton. Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Jacobsen, B. A., Agantyr, L. A. og K. Olrik, 1994. Tystrup Sø 1989-1993. Plante- og dyreplankton. Rapport udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Müller, J.P. og H.J. Jensen. 1997. Vandmiljøovervågning. Fiskebestanden i Tystrup Sø, September 1996. Vestsjællands Amt, Natur & Miljø, Maj 1997. Rapport udført af Fiskeøkologisk Laboratorium. Vestsjællands Amtskommune, 1993

Olrik, K. og A. Sørensen 1997. Vandmiljøovervågning.. Plante- og dyreplankton. Tystrup Sø 1996 Notat udført for Vestsjællands Amt af Miljøbiologisk Laboratorium APS.

Vestsjællands Amt, 1993. Tystrup Sø 1992, Stoftransport og vandkemi.

Vestsjællands Amt, Natur & Miljø, 1995. Vandmiljøovervågning, Tystrup Sø 1994

Vestsjællands Amt, Natur & Miljø, 1996. Vandmiljøovervågning, Tystrup Sø 1995

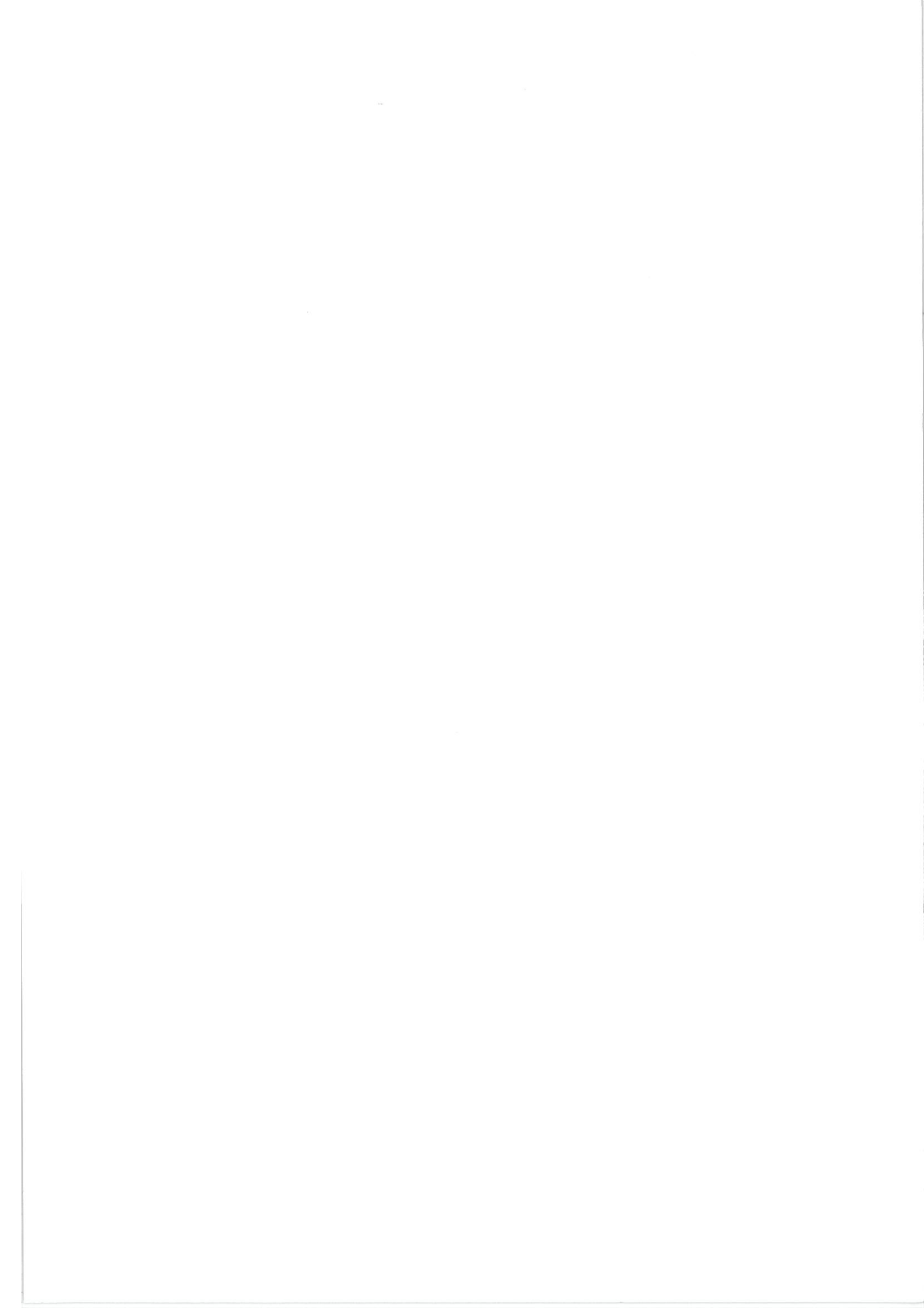
Wegner, N., 1991. Tystrup Sø, Fiskeundersøgelse 1991. Rapport udarbejdet for Vestsjællands Amtskommune af Rådg. biologer & ingeniører, Birch & Krogboe Skjern A/S.

Fælles

Vestsjællands Amtskommune, Natur & Miljø. 1997. Vandmiljøovervågning, SØER 1996

Vestsjællands Amt, Natur & Miljø. 1998. Vandmiljøovervågning, SØER 1997

Vestsjællands Amt, Natur & Miljø. Maj 1999. Fiskeyngelundersøgelser i Tissø, Tystrup Sø og Maglesø i 1998.





VANDMILJØ
Overvågning

SØER 1999

Udarbejdet af Natur & Miljø
Tryk Vestsjællands Amt
Maj 2000

Vestsjællands Amt, Natur & Miljø,
Alleen 15, 4180 Sorø • Tlf. 5787 2900 • Fax 5787 2800 • e-mail: n&m@vestamt.dk