

TEKNISK RAPPORT

ØRN SØ 1999

JUNI 2000

ÅRHUS AMT
NATUR OG MILJØ



Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	3
Indledning	7
Klima	9
Vand- og stoftransport	11
Vandbalance	11
Stofbalance	13
Kildeopsplitning	15
Vandkemi	17
sigtdybde og klorofyl.....	17
kvælstof og fosfor	17
Udviklingen i Ørn Sø	20
Profilmålinger	23
Vandkemiske sammenhænge	25
Fyto- og zooplankton	29
Fytoplankton	29
Zooplankton	31
Fiskeyngel	35
Tilstand og målsætning	39
Referencer	41
Bilagsoversigt	43

Sammenfatning

Denne rapport indholder en kortfattet beskrivelse af tilstanden i Ørn Sø i 1999 samt den udvikling, som har været i søen i de seneste ti år.

Ørn Sø er som et led i Vandmiljøplanens overvågningsprogram udvalgt som en af de søer, der skal overvåges årligt. Århus Amt har derfor siden 1989 foretaget intensive undersøgelser i søen efter overvågningsprogrammets retningslinier.

Ørn Sø

Søen er 42 ha stor, har et volumen på 1,7 mio. m³ og en gennemsnitsdybde på ca. 4 meter. Maksimumdybden er 10,5 meter, men generelt er der kun et mindre område i søen, som er dybere end 6 - 7 meter. På grund af det forholdsvis lave vand og en hurtig gennemstrømning i søen dannes der kun i perioder med stille og varmt vejr et egentligt temperaturspringlag.

Langt den største del af den tilførte vandmængde kommer via Funder Å, som for den største dels vedkommende i øvrigt er grundvandsfødt.

Klimatiske forhold

1999 var en smule varmere end normalen og specielt var september med en gennemsnitstemperatur på 4 °C over et normalår varmere, men generelt influerede temperaturforholdene ikke på tilstanden i Ørn Sø i højere grad end i andre år.

Da langt den væsentligste vandtilførsel sker via Funder Å, som er udpræget grundvandsfødt, betyder variationer i nedbøren meget lidt for gennemstrømningen og forholdene generelt i Ørn Sø. Det kan dog bemærkes, at der var en noget større nedbør i 1999 end gennemsnitligt for Århus Amt (945 mm mod en normal på 648 for Århus Amt). Det er i øvrigt normalt, at det regner mere i Søhøjlandet og omkring Silkeborg end gennemsnitligt i Århus Amt.

Vand- og næringsstofbalance

Der blev tilført ca. 31 mio. m³ vand til Ørn Sø i 1999. Opholdstiden kan dermed beregnes til ca. 20 dage i gennemsnit. Generelt er der ikke megen variation i vandtilførslen til søen fra måned til måned og fra år til år. Årsagen er som nævnt, at den største del af vandet er grundvand.

Kvælstoftilførslen var ca. 45 ton eller 1,4 mg N/l som en gennemsnitlig indløbskoncentration. Den lave indløbskoncentration medfører, at også kvælstofniveauet i søvandet er lavt. Kombineret med vandets korte opholdstid bevirker dette videre, at kvælstoffjernelsen er beskedent. I 1999 blev der således bare fjernet 6 % af den tilførte kvælstof.

Som vandtilførslen er også tilførslen af kvælstof konstant fra måned til måned og fra år til år.

Der blev tilført 3,4 ton fosfor i 1999 svarende til 108 µg P/l som en gennemsnitlig indløbskoncentration. Der er dermed en forholdsvis stor fosfortilførsel til Ørn Sø. Også fosfortilførslen er forholdsvis konstant over året. Der er sket en reduktion i den årlige tilførsel af fosfor siden starten af 1990'erne. Omkring 1990 var der således en årlig fosfortilførsel på 7 - 8 ton, medens niveauet i de senere år har været omkring 3 - 4 ton.

29 % af den tilførte fosfor blev tilbageholdt i søen i 1999. I betragtning af vandets korte opholdstid er der dermed en forholdsvis stor fosfortilbageholdelse i Ørn Sø. Den store fosfortilbageholdelse skyldes en stor jerntilførsel. Det vurderes, at fosfortilbageholdelsen i en ligevægtsituation er større end de ca. 29 % i 1999. Fosfortilbageholdelsen har i øvrigt varieret mellem 20 og 30 % af tilførslerne i de sidste 7 - 8 år.

Oplandet til Ørn Sø er forholdsvis tyndt befolket og kun en mindre del er opdyrket. Da specielt fosforkoncentrationen i det tilførte grundvand er temmelig høj, udgør baggrundsbidraget en forholdsvis stor del af den samlede belastning til søen.

Den væsentligste punktkildebelastning til Ørn Sø er de 8 dambrug, som fortrinsvis ligger langs med Funder Å. Stofbalancen på hvert enkelt dambrug bliver beregnet ud fra enkeltprøver taget i ind- og udløb på dambruget. Ud fra disse målinger er det beregnet, at 5 dambrug udleder en mindre fosformængde, medens 3 dambrug tilbageholder fosfor. Alt i alt var der en samlet fosfortilbageholdelse fra dambrugene i 1999.

Imidlertid er der en stor forskel på den totale belastning til Ørn Sø beregnet ud fra henholdsvis målingerne i Funder Å og ud fra en summering af de enkelte kilders bidrag. Faktisk er kvælstoftilførslen beregnet ud fra

enkeltkilderne 32 % større og fosfortilførslerne 33 % mindre end tilførslerne beregnet ud fra de faktiske målinger i vandløbet. En af forklaringerne på forskellen i kvælstoftilførslerne er sandsynligvis en kvælstoffjernelse i Funder Å, inden vandet når Ørn Sø, således at der generelt sker en reduktion af kvælstofbelastningen fra alle enkeltkilderne, inden kvælstoffet når søen.

For fosfors vedkommende er der ingen åbenlyse forklaringer.

Århus Amt vil i de kommende år forsøge at beskrive kildeopsplitningen i Funder Å bedre. Dette skal blandt andet ske gennem kontinuerte målinger på udvalgte dambrug, flere samtidige målinger i åen og nye målinger af kilder og grundvand i oplandet.

Fysiske og kemiske forhold i Ørn Sø

Kun omkring 1. august var der en tendens til et temperaturspringlag i Ørn Sø i 1999. Ikke desto mindre var omsætningen og iltforbruget ved bunden dog så stor og ilttilførslen fra de øvre vandlag så beskedne, at der var meget lave iltkoncentrationer i bundvandet i store dele af sommeren. I august blev der registreret iltkoncentrationer mindre end 2 mg/l helt op i 3 - 4 meters dybde. Da også nitratindholdet nærmede sig nul i august, skete der en stor fosforfrigivelse i denne periode. Der blev således målt fosforkoncentrationer på mere end 500 µg P/l i bundvandet i august måned.

Generelt varierer fosforniveauet i bundvandet meget fra år til år afhængig af varigheden af den periode, hvori der ikke tilføres ilt fra overfladevand til bundvand. I 1999 var denne periode lang, hvilket altså medførte en forholdsvis kraftig opbygning af fosfor i bundvandet.

Fosforniveauet i overfladevandet varierer til en vis grad i takt med opbygningen af en fosforpulje i bundvandet. Der sker således en udveksling af fosfor mellem bund- og overfladevand, specielt når bundvandet tilføres nye iltmængder.

I 1999 varierede fosforniveauet mellem 50 og 100 µg P/l. Generelt var fosforkoncentrationen meget svingende fra måned til måned og mere eller mindre uafhængig af de mindre variationer, som var i de eksterne tilførsler.

Fosforniveauet er reduceret igennem de seneste ti år, fordi tilførslerne er blevet mindre. Der er imidlertid ikke sket en tilsvarende stigning i sigtddybden. Selvom fosforkoncentrationen har en vis indflydelse på såvel alger som sigtddybde, reguleres sigtddybden ikke i samme omfang af fosforkoncentration og alger, som det normalt er tilfældet i danske søer. Årsagen er, at detritus og vandets egenfarve udgør mere end 50 % af lysdæmpningen i Ørn Sø.

Sommergennemsnit		
Klorofyl	µg/l	34
Sigtddybde	meter	1,1
Total kvælstof	mg N/l	1,18
Nitrat	mg N/l	0,38
Total fosfor	µg P/l	81

Tabel 1.

Udvalgte data fra Ørn Sø i 1999.

Selvom kvælstofindholdet er lavt og reduceres fra vinter til sommer, begrænser kvælstofmængden ikke produktionen i søen, fordi der tilføres tilstrækkelige kvælstofmængder fra oplandet hele året rundt.

Alger

Det er kiselalgerne, som dominerer blandt algerne i Ørn Sø. Rekyalger findes i søen i nogen mængde umiddelbart efter større kiselalgeopblomstringer. Blågrøn alger optrådte i 1999 kun i meget beskedne mængder i søen i august og september.

Kiselalgerne havde to mindre opblomstringer i forårsmånederne, som mere eller mindre afløste hinanden. Den klarvandsperiode, som normalt er i danske søer i juni måned, kunne dermed ikke registreres i Ørn Sø i 1999. I august blev årets algemaksimum nået (ca. 15 mg vv/l), bestående primært af kiselalger.

Algebiomassen beregnet som sommergennemsnit er reduceret fra 1989 til 1999. Det er dog kun grøn algerne, der som gruppe betragtet har fået en mindre biomasse. Årsagen hertil er, at grøn algerne kun har været i søen i betydende mængder i 1989 og 1990. De øvrige fytoplanktongrupper har ikke ændret den indbyrdes fordeling i væsentlig grad i de forløbne ti år.

Dyreplankton

Dyreplanktonet er i de senere år ændret fra en dominans af dafnier (*Daphnia*-arter) til i højere grad at være domineret af vandlopper (cyclopoide copepoder). Samtidigt har den totale dyreplanktonbiomasse været mindre, end det tidligere er registreret i Ørn Sø. Resultatet har været, at dyreplanktonet i 1999 ikke har været i stand til at regulere algerne i sommerhalvåret i samme omfang som i 1998. Dyreplanktonets græsning har i 1999 dog været ligeså stor, som den var eksempelvis midt i 1990'erne.

Fiskenes og specielt fiskeyngelens predation på dyre-

planktonet har været stor i de senere år midt på sommeren. Da fiskeyngelen fortrinsvis spiser de større dyreplanktonarter - herunder dafnierne, har mængden af dafnier været lille i Ørn Sø i sommemånederne. Dette medfører, at dyreplanktonets græsning på algerne er beskedent og at dyreplanktonets evne til at regulere algerne ikke er så stor, som den har været.

Bedømt ud fra antallet af dafnier oplever Ørn Sø i disse år således i stigende grad, at fiskene begrænser dyreplanktonets evne til at holde algemængden nede i sommermånederne. Det vurderes, at dette forhold er en af årsagerne til, at algemængden ikke er reduceret i samme omfang, som fosforkoncentrationen i søvandet er.

Fiskeyngel

Fiskeyngelundersøgelser er medtaget i overvågningsprogrammet fra 1998. 1999-undersøgelsen er altså den anden i rækken. Formålet med disse undersøgelser er at beskrive fiskenes og fiskeyngelens strukturerende rolle for zoo- og fytoplanktonsammensætningen og dermed for miljøkvaliteten.

Generelt må det forventes, at der er mest fiskeyngel langs med bredden - i littoralen - fremfor på åbent vand - i pelagiet - fordi der ikke er nogen undervandsvegetation i søen.

Endnu er materialet så beskedent at der ikke kan drages klare konklusioner. Der er dog fanget mest yngel i littoralzonen som forventet og kun meget lidt i pelagiet. Det skal endvidere bemærkes, at der har været meget store forskelle i fangsterne i 1998 og 1999, som sandsynligvis skal tilskrives metodiske vanskeligheder.

Tilstand og målsætning

Ørn Sø kan fortsat karakteriseres som en relativ forurenet sø. Selvom fosforkoncentrationen igennem de sidste ti år er blevet mindre, er tilstanden i søen, hvad sigtdybde og biologiske forhold i øvrigt angår, ikke ændret. Da vandets egenfarve og indholdet af detritus (døde alger, små sandkorn mm.) i højere grad end i andre tilsvarende danske søer regulerer sigtdybden, vil en yderligere reduktion af fosforniveauet ikke umiddelbart forbedre tilstanden i søen.

Væsentlige ændringer i søens tilstand kræver, at den gennemsnitlige indløbskoncentration reduceres til maksimalt 75 µg P/l imod en indløbskoncentration i 1999 på 108 µg P/l.

Ørn Sø er B-målsat. Det er målet, at den gennemsnitlige indløbskoncentration ikke må overstige 100 µg P/l eller 3400 kg fosfor om året. I 1999 var indløbskoncentrationen som nævnt 108 µg P/l og den samlede tilførsel er

opgjort til 3380 kg fosfor.

Den totale fosfortilførsel er endvidere opgjort på enkeltkilder. Fosforbidraget fra de regnbetingede udledninger overholdt ikke målsætningens krav på en maksimal udledning på 50 kg, idet udledningen i 1999 er beregnet til 76 kg.

Alt i alt var Ørn Sø's målsætning dermed ikke opfyldt i 1999.

Det skal bemærkes, at der ikke kan forventes væsentlige forbedringer af tilstanden i søen herunder en indvandring af undervandsvegetation, selvom målsætningen for søen opfyldes i de kommende år. Hertil vil fosforniveauet fortsat være for højt.

Det skal dog videre understreges, at mulighederne for en bedre tilstand trods alt er blevet større i de seneste ti år gennem den reduktion af fosfortilførslen, som er sket.

Indledning

Ørn Sø indgår i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Århus Amt udfører derfor hvert år detaljerede undersøgelser i søen for at belyse søens forureningstilstand og følge eventuelle ændringer.

I nærværende rapport præsenteres resultaterne fra 1999 og udviklingstendenser i perioden 1989 til 1999 søges belyst.

Beskrivelse af søen.

Ørn Sø ligger i det Midtjydske søhøjland umiddelbart vest for Silkeborg. Den største del af søen er relativt lavvandet, dog har søen et mindre og dybere område, hvor den største dybde er 10,5 meter.

Hovedtilløbet er Funder Å, som strømmer til søen fra vest. Funder Å har sit udspring omkring isens hovedopholdslinie i sidste istid. Herfra løber åen imod øst og afvander dermed et område, hvor jordbunden hovedsageligt består af grovsandet jord og lerblandet sandjord. En del af åens øvre topografiske opland er opdyrket, mens den største del af oplandet tættest på Ørn Sø består af skov, hede og andre ikke-dyrkede arealer. Jordbunden i området er kalkfattig og en del af det vand, som strømmer til søen, er temmeligt jernholdigt.

Funder Å og dermed størstedelen af vandtilførslen til Ørn Sø er grundvand og grundvandsoplandet til søen er væsentligt større end det topografiske opland. Foruden Funder Å ledes der en mindre mængde vand til søen fra Sandemandsbækken, kilden ved Kuranstalten, afløbet fra Pøt Sø og fra Parallelkanalen. Afløbet fra søen er Lysåen, som løber til Silkeborg Langsø og videre til Gudenåen.

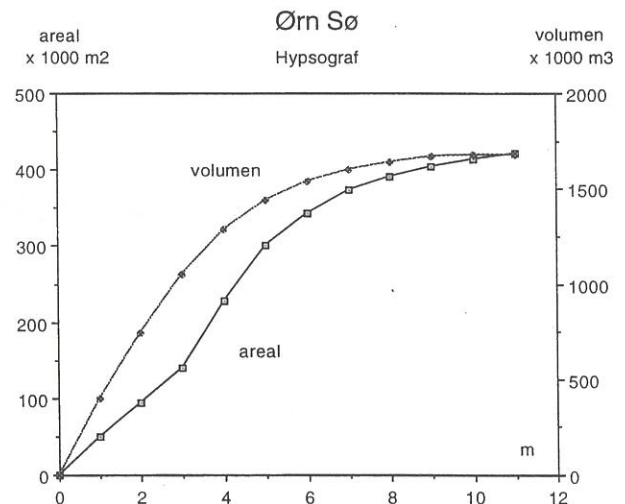
Arealerne ved søens sydlige og østlige bred er beplantet med skov, mens der er mere åbent imod nord og specielt mod vest. Søen er derfor rimeligt vindeksponeret og der dannes derfor kun et forholdsvis ustabil springlag i den dybe del af søen i sommermånederne. Den største del af søen er dermed fuldt opblandet året rundt.

Øvrige oplysninger om arealanvendelsen og oplandstypefordelingen findes i bilag.

Opland, hypsograf og morfometriske data fremgår af figur 1 og 2, samt tabel 2.

Oplandsareal	56 km ²
Søens areal	42 ha
Søens volumen	1,68 x 10 ⁶ m ³
Gns. dybde	4 m
Max. dybde	10,5 m
Opholdstid (1999)	20 døgn

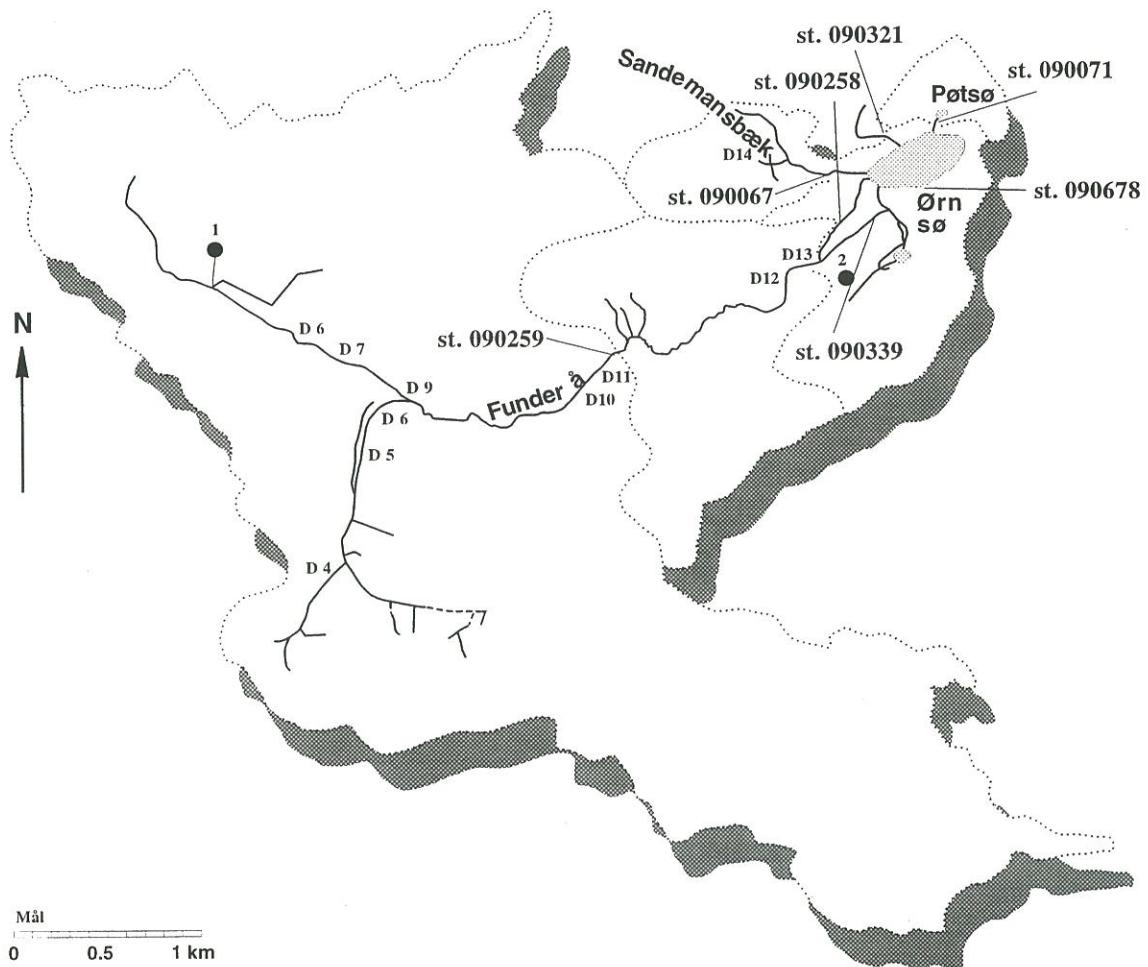
Tabel 2
Morfometriske data for Ørn Sø.



Figur 1
Hypsograf for Ørn Sø.

Historiske forhold

Omkring århundredeskiftet var der i Ørn Sø en udbredt undervandsvegetation, der generelt var karakteriseret ved et stort individantal, men få arter. Langs bredderne var der en tæt rørbevoksning, der nåede ud på 1 - 2 meters dybde. Herefter forekom et bælte med vandplanter, der strakte sig ud til ca. 3 meters dybde. I takt med den tiltagende forurening af søen er undervandsvegetationen mindsket. Ved en undersøgelse midt i 1950'erne blev der ikke fundet nogen undervandsvegetation. En



Figur 2
Topografisk opland for Ørn Sø.

undersøgelse i 1974-75 viste, at rørsumpen kun dækkede en meget beskedent del af søens totale areal, mens der ikke blev registreret nogen undervandsvegetation. Ved en mindre undersøgelse i 1990 blev der heller ikke fundet nogen undervandsplanter.

Før 1950'erne var spildevandstilførslen til Funder Å lille, idet befolkningstætheden var lille og kun en mindre del af arealerne langs åen var/er opdyrkede. I 1950'erne blev der imidlertid langs åen anlagt en række dambrug, der siden har udgjort den væsentligste forureningskilde til åen og dermed Ørn Sø. I 1977 var der således 12

dambrug i søens opland, mens der i 1998 kun var 10.

Indtil 1977 blev der via Pøt Sø tilledt spildevand til Ørn Sø fra ca. 3000 personer. Afskæringen af denne udledning reducerede fosfortilførslen med 2 - 3 tons/år. Af de resterende 6 mindre spildevandsanlæg er der nu kun 1 tilbage, der udleder til Funder Å og dermed Ørn Sø.

Klima

Temperatur, nedbør og fordampning varierer fra år til år. Disse variationer kan have en vis indflydelse på tilstanden i eksempelvis søer.

Ørn Sø er en mindre sø med forholdsvis hurtig gennemstrømning. Det er i langt overvejende grad tilførslerne fra oplandet, som bestemmer forholdene i søen, fremfor de vand- og stofmængder, der tilføres direkte på søens overflade. Variationer i nedbør og fordampning fra år til år har derfor ikke nogen væsentlig indflydelse på tilstanden i Ørn Sø.

Temperaturen varierer naturligvis også fra år til år. I modsætning til nedbør og fordampning kan temperaturforskelle have en væsentlig indflydelse på udviklingen i søen.

F.eks. kan en kold vinter med lange perioder med et tykt isdække forhindre en tilførsel af ilt fra luft til vand, hvilket kan resultere i et omvendt springlag og lave iltkoncentrationer i bundvandet.

Et varmt forår eller sommer vil forbedre fytoplanktonets vilkår og derigennem forøge muligheden for store algeopblomstringer.

I Ørn Sø vil en varm og stille sommer med stor sandsynlighed medføre en større opvækst af specielt kiselalger men også i nogen grad blågrøn alger.

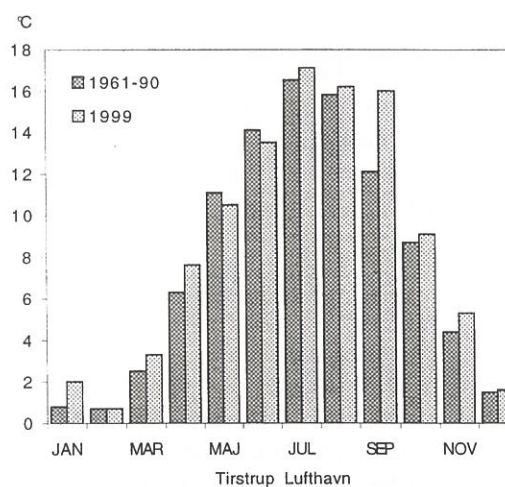
Temperatur

På figur 3 er månedsmiddeltemperaturen i Århus Amt i 1999 præsenteret sammen med månedsgennemsnittet for perioden 1961 - 1990.

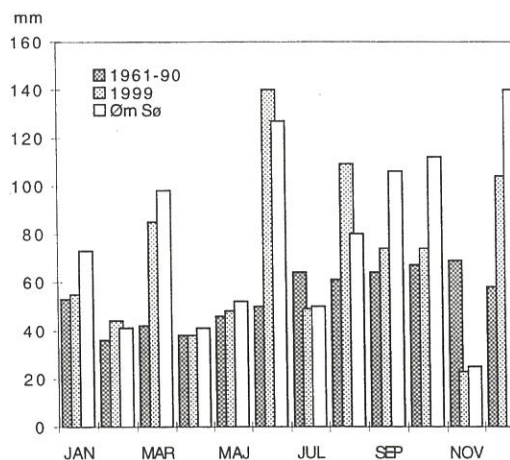
1999 afviger ikke væsentligt fra et normal år med et temperaturgennemsnit på 1 - 2 °C i vintermånederne og 16 - 17 °C i juli og august. 1999 var dog en smule varmere end normalen i størstedelen af året. Gennemsnitstemperaturen var således kun mindre end normalen i maj og juni. Særligt september var noget varmere i 1999 end normalt (ca 4 °C).

Den forholdsvis varme vinter i 1999 resulterede i, at der ikke var længere frostperioder med deraf følgende isdannelse i Ørn Sø. Generelt vil Ørn Sø dog kun i særligt kolde vintre være isdækket i længere perioder, fordi den store vandgennemstrømning hurtigt vil bryde et eventuelt isdække op.

I den øvrige del af året var temperaturen forholdsvis normal og bidrog ikke i væsentlig grad til eksempelvis forhøjede fytoplanktonbiomasser. Selvom september



Figur 3
Månedsmiddeltemperaturen i Århus Amt i 1999 sammenlignet med perioden 1961 - 1990.



Figur 4
Månedsmiddelnedbøren i Ørn Sø i 1999 sammenlignet med middelnedbøren i Århus Amt i 1999 og i perioden 1961 - 1990.

som nævnt var noget varmere end normalt medførte dette ikke forhøjede fytoplanktonmængder i søen.

Nedbør og fordampning

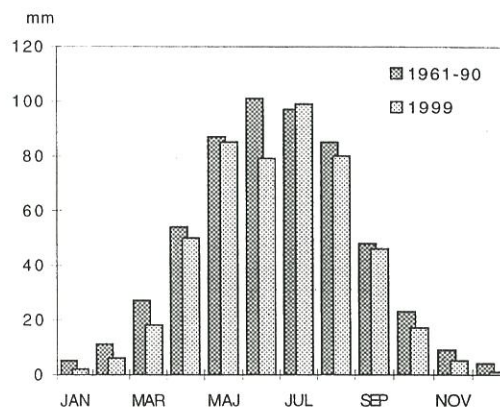
1999 havde en noget større nedbør end normalt. Der faldt således i gennemsnit 843 mm regn i Århus Amt i 1999 mod en normal på 648.

Månederne februar, april, maj og juli havde en nogenlunde "normal" nedbør, i november '99 regnede det mindre, medens det altså i de resterende 6 måneder var mere vådt end normalt.

Som nævnt har eventuelle forskelle i nedbør og fordampning ingen væsentlig indflydelse på tilstanden i Ørn Sø.

Nedbøren på Ørn Sø fulgte i store træk gennemsnittet fra Århus Amt, men der var dog visse forskelle. Alt i alt faldt der 945 mm regn på Ørn Sø og dermed mere end gennemsnittet for Århus Amt. Særligt i januar, september, oktober og december regnede det mere i Silkeborg end gennemsnitligt i Århus Amt.

Figur 5 præsenterer månedsmiddelfordampningen i Århus Amt i 1999 og i perioden 1961-1990. Bortset fra juni måned, hvor fordampningen var noget mindre end normalt, var 1999 ikke væsentlige forskellig fra et normalår.



Figur 5
Månedsmiddelfordampningen i Århus Amt i 1999 sammenlignet med perioden 1961 - 1990.

Vand- og stoftransport

Vandbalance

Funder Å er langt det største tilløb til Ørn Sø. Mindre vandmængder kommer dog også til søen via Sandemansbækken, Parallelkanalen og Arnakkekilden.

En stor del af det vand, som strømmer til søen er grundvand og vandtilførslen er derfor meget stabil.

Vandbalancen for Ørn Sø er svær at beregne, fordi vandføringen i Lysåen - afløbet fra Ørn Sø - er vanskelig at bestemme nøjagtigt.

Der er flere årsager hertil. Dels er måleprofilen ved høje vandføringer ikke særligt veldefineret. Derudover løber Lysåen til Silkeborg Langsø. Der er et meget beskedent fald på åstrækningen mellem Ørn Sø og Silkeborg Langsø. Derfor er der ofte stuvningsfænomener i afløbet og derfor kan den såkaldte q/h-kurve ikke anvendes til at beregne vandføringen i Lysåen. Det har yderligere vist sig svært at bruge enkeltvandføringerne til at lave en q/q-sammenhæng til andre stationer primært pga. stuvning.

Den bedste relation er til Funder Å, Funder station, men af regnetekniske årsager kan der ikke laves q/q-relationer til opstrømsliggende stationer.

Hedeselskabet foretog i 1994 derfor en analyse af såvel vandbalancen for Ørn Sø som vandføringen i Lysåen.

Vandbalancen blev bestemt ud fra ind- og afløbsstationerne :

Funder Å, Funderholme (st.nr. 090258)

Sandemansbækken (st.nr. 090067)

Kilde v. Ørn Sø (st.nr. 090678)

Lysåen, Lysbro (st.nr. 090321)

samt søens hypsograf (figur 1).

Resultatet af undersøgelsen blev, at vandføringen i Funder Å ved Funderholme kan beregnes ud fra følgende korrelation :

$$Q = 1,74 * Q_{21.39} - 543$$

hvor station 21.39 er en station længere opstrøms i Funder Å (Funder Å, Funder station).

Vandføringen i Sandemansbækken er fundet ud fra følgende korrelation :

$$Q = 0,3247 * q_{21.44} + 62,56$$

station 21.44 Gjelbæk, Lyngby Bro er valgt som referencestation, fordi den bedst sammenfalder med Sandemansbækken (Gjelbækken er et mindre vandløb i Gudenåsystemet). I denne model er bidraget fra det umålte opland inkluderet (arealet af det umålte opland er 6 km²)

	oplandsareal (km ²)	vand (mio. m ³)	kvælstof (ton)	fosfor (ton)	jern (ton)
Funder Å	48	27,18	38,3	2,954	44,72
Sandemansbæk (inkl. umålt opl.)	8	3,23	4,6	0,348	5,47
Arnakkekilden		0,28	0,3	0,018	0,29
Nedbør - fordampning		0,02	0,6	0,004	0,00
Grundvand/difference		0,51	0,8	0,054	0,83
Samlet tilførsel	56	31,22	44,6	3,378	51,31
Fraførsel	56	31,22	41,8	2,405	33,18
Magasinændringer		0,00	0,0	0,009	-0,47
Søbalance			-2,8	-0,973	-18,13
Søbalance (%)			6%	29%	35%
Sedimentbalance			-2,9	-0,963	-18,59
Sedimentbalance (%)			7%	29%	36%

Tabel 3.

Vand- og stofbalance for Ørn Sø i 1999.

Kildetilledningen (st.nr. 090678) er fastsat til 9 l/s på baggrund af 18 målinger fra 1989 til 1994.

Den anvendte vandbalance er :

$$Q_{ud} = Q_{ind} + Q_{magasinering} + Q_{grundvand}$$

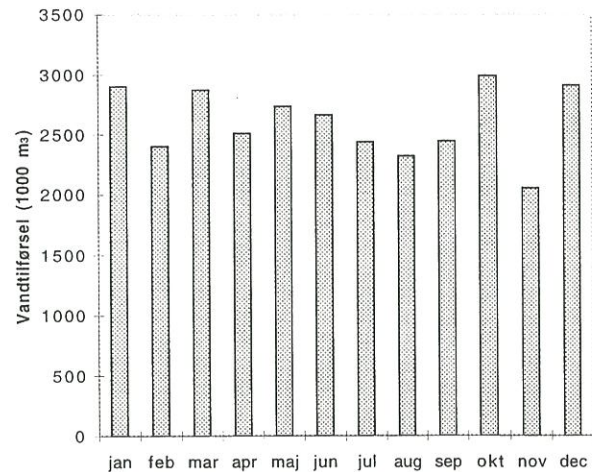
Resultatet af analysen viser, at middelværdien for grundvandsbidraget/fejlen er på 17 l/s og at middelværdien for magasineringen kun er 1 l/s og således reelt ubetydelig.

For Ørn Sø er der altså ingen betydende magasinering og grundvandsbidraget/modelfejlen/arealkorrekturen kan sættes til 17 l/s.

Vandbalancen kan derfor forenkles til, at afløbsvandføringen er lig indløbsvandføringen målt i Funder Å og i Sandemansbækken plus 9 l/s fra kilden og 17 l/s fra et "grundvandsbidrag".

For en mere detaljeret gennemgang af beregninger, model og forudsætninger henvises til Århus Amt (1994a).

Det skal endvidere bemærkes, at Århus Amt gennemførte en sporstofundersøgelse i Ørn Sø i 1994 for at undersøge opblandingsforholdene i søen. Undersøgelsen viste, at der er en kortslutningsstrøm i søen, som medfører, at ca. 25 % af det tilførte vand løber direkte igennem søen og videre ud i afløbet. Dermed er det altså kun 75 % af det tilførte vand og næringsstoffer, som har betydning for omsætning mm. i søen.



Figur 6.

Den månedlige vandtilførsel til Ørn Sø i 1999.

Vandbalance 1999

I 1999 blev der tilført ca. 31 mio. m³ vand til søen, hvilket svarer til en gennemsnitlig opholdstid på ca. 20 dage. Korrigeres opholdstiden for den omtalte kortslutningsstrøm var opholdstiden for de resterende 75 % af det tilførte vand omkring 26 dage i 1999.

Under alle omstændigheder sker der altså en forholdsvis hurtig gennemskylning i Ørn Sø. Det er endvidere værd at bemærke, at vandføringen er meget konstant i Funder Å på grund af et meget stort grundvandsbidrag. Derfor er opholdstiden også næsten den samme fra måned til måned og fra år til år.

Stofbalance

Kvælstof

Der blev tilført 44,6 ton kvælstof til Ørn Sø i 1999, hvilket med de store vandtilførsler kun svarede til 1,4 mg N/l som en gennemsnitlig indløbskoncentration. Den meget lave indløbskoncentration medfører et lavt kvælstofniveau i søen, som videre resulterer i en beskedne kvælstoffjernelse. I 1999 blev der ført 41,8 ton kvælstof ud af søen og dermed var der bare en kvælstoftilbageholdelse på 6 % af tilførslen. Den arealrelaterede kvælstoftilbageholdelse var dermed beskedne 18 mg N/m²/d i 1999. Til sammenligning var den gennemsnitlige kvælstoffjernelse i Overvågningsprogrammets søer i 1998 127 mg N/m²/d. Kvælstoffjernelsen sker fortrinsvis i første halvår (figur 8). Årsagen er sandsynligvis dels et temmeligt lavt kvælstofniveau i søvandet i september-oktober dels, at algesammensætningen i august september bevirker en mindre generering af kvælstof fra sedimentet.

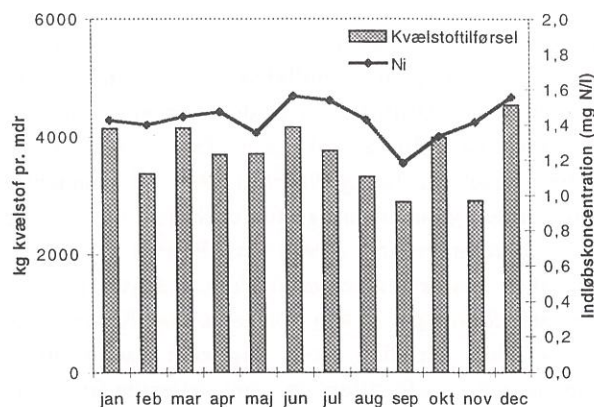
Vandtilførslen er som nævnt temmelig konstant og med den også kvælstoftilførslen. Tilførslen varierede således fra knapt 3 ton om måneden som et minimum til godt og vel 4 ton som maksimum i 1999.

Kvælstoftilførslen er også meget konstant fra år til år. Indløbskoncentrationen i 1998 var eksempelvis 1,5 mg N/l mod altså 1,4 mg N/l i 1999. Årsagen er, at der ikke er væsentlige kvælstofkilder til Ørn Sø, men at langt den overvejende del af det tilførte vand som nævnt er grundvand med et mere eller mindre konstant kvælstofindhold.

Den hurtige gennemstrømning af søen og det lave kvælstofniveau i såvel indløbsvand som i søvandet medfører en meget lille kvælstofreduktion. Som figur 9 viser, er også kvælstofretentionen mere eller mindre den samme fra år til år. I perioden 1989 - 1999 har retentionen således varieret mellem 6 og 13 % af de samlede kvælstoftilførsler.

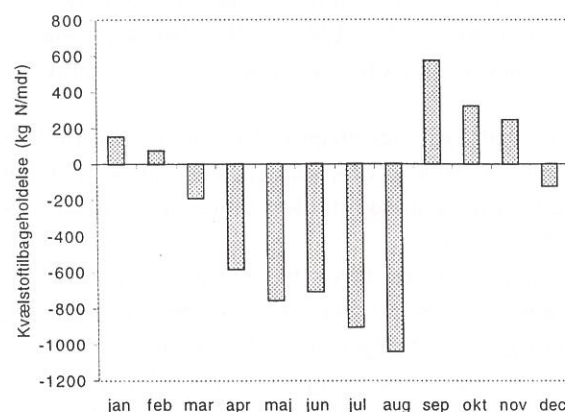
Figur 9

Den månedlige kvælstoftilførsel og -retention i Ørn Sø i 1999.



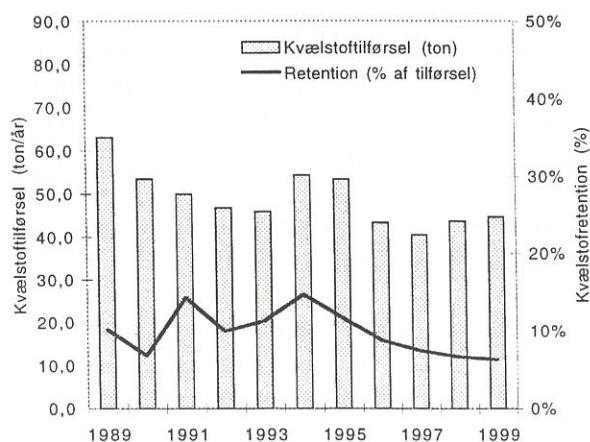
Figur 7.

Kvælstoftilførslen og den vandføringsvægtede indløbskoncentration for kvælstof til Ørn Sø i 1999.



Figur 8.

Den månedlige kvælstoftilbageholdelse/denitrifikation i Ørn Sø i 1999.



Fosfor

Der kom 3,4 ton fosfor til Ørn Sø i 1999 eller $108 \mu\text{g P/l}$ som en gennemsnitlig indløbskoncentration. I modsætning til kvælstoftilførslen er der dermed en forholdsvis stor fosfortilførsel til søen. Den arealrelaterede fosfortilførsel var $22 \text{ mg P/m}^2/\text{d}$ i 1999. Til sammenligning var den gennemsnitlige fosfortilførsel til Overvågningsprogrammets søer i 1998 $8 \text{ mg P/m}^2/\text{d}$

Den store fosfortilførsel er også forholdsvis konstant over året forårsaget af den konstante vandføring i Funder Å. Den variation, som dog er i vandtilførslen, afspejler sig i fosfortilførslen, som varierede fra ca 200 kg i november, hvor vandtilførslen var mindst, til ca. 350 kg i december, som havde den største vandtilførsel i 1999.

Fosfortilførslen er reduceret i den seneste ti års periode. Omkring 1990 var der en fosfortilførsel til Ørn Sø på 6 - 7 ton om året. Siden 1993 - 1994 har der været en nogenlunde konstant fosfortilførsel på 3 - 4 ton årligt.

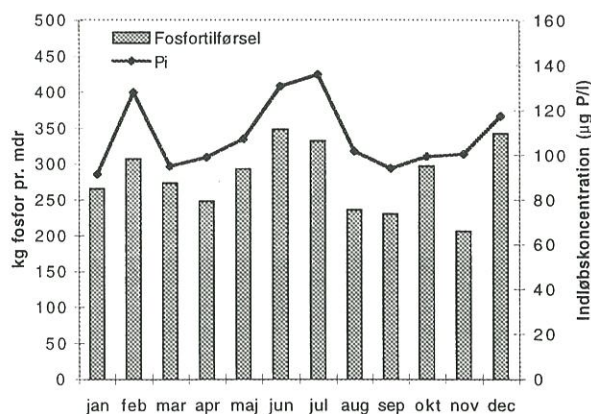
Der blev tilbageholdt knapt et ton fosfor i søen i 1999 svarende til 29 % af tilførslerne. Fosfortilbageholdelsen er dermed nogenlunde på det samme niveau som i de foregående 5 år.

Som figur 11 viser, tilbageholder søen fosfor stort set hele året rundt. Kun i maj var der i 1999 en ganske lille fosforfrigivelse. Årsagen er sandsynligvis en omsætning af de kiselalger, som udgjorde forårsopblomstringen i søen i de to foregående måneder - en forårsopblomstring som ganske vist var relativ lille i '99. Disse alger var i maj sedimenteret og resulterede i en kortvarig forøget omsætning på bunden.

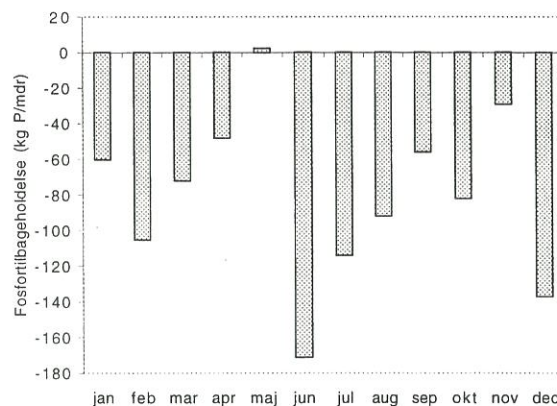
Vandets korte opholdstid i Ørn Sø - med eller uden kortslutningsstrøm - indikerer en beskeden fosforretention. Bedømt ud fra modeller 10 - 15 % af tilførslerne. Jerntilførslen er imidlertid stor og konstant til søen, hvilket medfører en relativ stor fosfortilbageholdelse i forhold til vandets opholdstid. Som figur viser, har fosfortilbageholdelsen varieret mellem 20 og 30 % i de sidste 7 - 8 år.

Retentionen varierer en smule fra år til år men tilsyneladende uafhængigt af fosfortilførslerne.

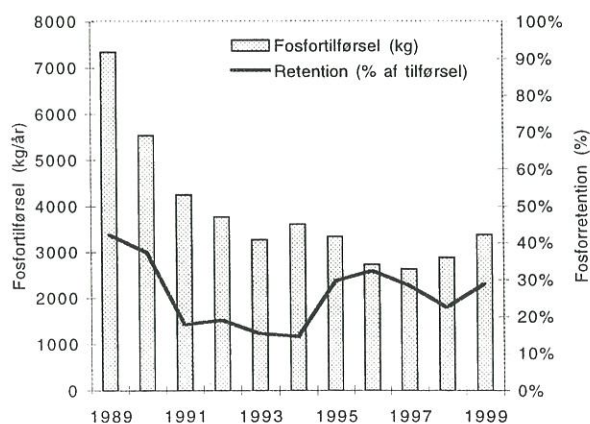
Det vurderes dog, at fosfortilbageholdelsen kan blive større, hvis omsætningen i sedimentet med tiden bliver mindre og de biologiske forhold i søen ændres således, at produktionen i højere grad flyttes ned på sedimentoverfladen i forhold til nu, hvor produktionen hovedsageligt foregår i vandfasen.



Figur 10.
Fosfortilførslen og den vandføringsvægtede indløbskoncentration for fosfor til Ørn Sø i 1999.



Figur 11.
Den månedlige fosfortilbageholdelse i Ørn Sø i 1999.



Figur 12.
Den månedlige fosfortilførsel og -retention i Ørn Sø i 1999.

Jern

Jerntilførslen til Ørn Sø er stor. Den gennemsnitlige indløbskoncentration var i 1999 1,6 mg Fe/l og i alt blev der tilført ca. 51 ton. Der blev tilbageholdt mere end 18 ton eller 35 % af de samlede tilførsler. Jern og fosfor blev dermed tilbageholdt i forholdet 19 : 1. Der er altså meget jern i sedimentet i Ørn Sø og den potentielle fosfortilbageholdelse i søen er dermed stor. Som nævnt blev 29 % af den tilførte fosfor da også tilbageholdt i søen i 1999 på trods af en beskedent opholdstid.

Den store og konstante jerntilførsel og jerntilbageholdelse er en væsentlig årsag til, at der er en nettofosfortilbageholdelse i Ørn Sø næsten hele året rundt.

Det skønnes, at fosfortilbageholdelsen i en ligevægtsituation med en mindre fosfortilførsel vil være større end 30 %. Søen er dermed endnu ikke i ligevægt med fosfortilførslerne.

Kildeopsplitning

I tabel er den beregnede kildeopsplitning præsenteret sammen med den samlede transport beregnet ud fra konkrete målinger.

Baggrundsbidraget er baseret på målinger i kilder langs Funder Å og sat til 1 mg N/l og 65 µg P/l.

Den atmosfæriske deposition på søoverfladen er beregnet ud fra normtal for atmosfærisk deposition som er henholdsvis 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år.

Dambrugsbidraget er angivet som et samlet bidrag for alle 8 dambrug i søens opland. De beregnede udledninger for dambrugene er for 6 af de 8 dambrug fremkommet ud fra målinger på dambrugene.

I kildeopsplitningen (tabel) er den samlede udledning af kvælstof og fosfor fra de 8 dambrug angivet. 5 dambrug har en nettoeksport af fosfor, medens 3 tilbageholder fosfor. Alt i alt giver det for alle dambrug slået sammen altså en samlet beregnet fosfortilbageholdelse på 166 kg i 1999.

Bidraget fra den spredte bebyggelse er fremkommet ud fra en konkret viden om antal spredt liggende ejendomme i oplandet og om spildevandsanlæggene på disse ejendomme. Denne viden er kombineret med generelle normtal udmeldt af Miljøstyrelsen - 2,5 PE pr ejendom, 4,4 kg N/PE/år og 1 kg P/PE/år samt den antagelse, at der sker en 50 % reduktion af udledningen, inden spildevandet når vandløb og sø.

Der er et lille dyrkningsbidrag i den øverste del af Funder Å. På baggrund af målinger i den øvre del af åen er fosforbidraget estimeret til 20 µg P/l, men kun i en tred-

	Kvælstof ton	Fosfor kg
Baggrundsbidrag	31,2	2029
Atm. deposition	0,6	4
Dambrug	15,6	-166
Spredt bebyggelse	0,3	63
Spildevand	0,3	2
Dyrkningsbidrag	10,0	200
Regnvandsbetingede udledn.	0,3	76
Grundvand	0,8	54
I alt	59,1	2262
Målt transport	44,6	3378

Tabel 4.

Kildeopsplitningen, den derudfra beregnede stoftransport samt den målte transport til Ørn Sø i 1999.

Dambrug 1999	Kvælstof kg N/år	Fosfor kg P/år
Skærskov*	1718	-1
Graunbjerg*	525	39
Kristianshede	106	15
Funder*	2307	-13
Banbjerg*	3456	75
Funderholme*	3822	-316
Ørnsø*	3421	29
Skovdal	246	6
I alt	15601	-166

* Udledning målt

Tabel 5.

Kvælstof- og fosforudledningen fra dambrugene i oplandet til Ørn Sø i 1999.

jedel af den vandmængde, som løber ud i Ørn Sø via Funder Å, svarende til vandføringen i den øvre del af åen.

Endelig er bidraget fra rensningsanlægget Hesselhus fremkommet på baggrund af målte værdier.

Det fremgår, at der er en væsentlig forskel i de to resultater i tabel 4.

Hvad kvælstof angår, er forklaringen sandsynligvis en denitrifikation i Funder Å, som medfører en væsentlig mindre kvælstoftilførsel til Ørn Sø end den faktiske kvælstofudledning til åen.

For fosfors vedkommende er forskellen på de to beregningsformer endnu større og modsat rettet, således at den målte transport ved Funderholme er væsentlig større

end transporten i åen beregnet på baggrund af enkeltkilder.

I 1999 er forskellen 1116 kg, men også i de foregående år har der været en forskel i de to beregningsformer.

Der kan være forskellige forklaringer på forskellene. Dyrkningsbidraget er en antaget værdi. Uanset usikkerheder forbundet herved, er det angivne niveau reelt og det er således ikke sandsynligt, at de dyrkede jorde i væsentlig grad bidrager til fosfortransporten i åen.

Som nævnt er det naturlige fosforbidrag fastsat til 65 µg P/l baseret på målinger i kilder langs Funder Å. Disse målinger er efterhånden nogle år gamle. Det er muligt, at fosforindholdet i grundvandet har været stigende i de senere år og at baggrundsbidraget dermed reelt er større end angivet.

Endelig er der 7 dambrug i Funder Å, som alle udveksler vand og næringsstoffer med åen. Det er givet, at der er usikkerheder på beregningerne af stoftransporterne ind og ud af 7 dambrug.

Århus Amt foretager også stoftransportmålinger ved Funder Station længere oppe i Funder Å. En kildeop-splitning her viser den samme tendens, at kvælstoftransporten beregnet ud fra målinger i åen er mindre, end den der kan beregnes ud fra enkeltkilderne. Også her er forklaringen sandsynligvis en denitrifikation i åen.

Som ved Funderholme er fosfortransporten ved Funder Station beregnet ud fra målinger i åen større end ud fra enkeltkilderne. Der sker altså ikke noget mellem Funder Station og Funderholme, som kan forklare afvigelse. Det "ekstra" bidrag, som findes ud fra de målte værdier i åen ved Funder Station, er mindre i forhold til den vandmængde, som er ved de to stationer. Noget kunne altså tyde på, at det er en akkumulerende fejl i beregningerne ned igennem Funder Å, som er årsagen til de store afvigelser i specielt fosfortransportberegningerne til Ørn Sø.

For at indkredse problemet har Århus Amt i 1999 opstillet en kontinuerlig prøvetagningsstation ved det øverste dambrug i Funder Å - Skærskov Dambrug. Det er intentionen i de kommende år at foretage kontinuerte målinger ved flere dambrug i åen.

Ved også at gennemføre prøveserier flere steder i åen på samme tidspunkt er det muligt at fastslå mere præcist, hvor fosforbelastningen er størst.

Nye prøvetagninger i de større kilder langs åen vil ligeledes blive overvejet for at se, om der er sket en udvikling i næringsstofniveauet i kilderne i de sidste ti år.

Alt i alt agter Århus Amt altså i de kommende år at gøre en indsats for mere nøjagtigt at opgøre kilderne til kvælstof- og fosforbelastningen til Funder Å og Ørn Sø.

Vandkemi

Der er i lighed med de foregående overvågningsår udtaget vandprøver til kemisk bestemmelse og målt sigtddybde og temperatur på søens dybeste punkt i alt 19 gange i løbet af 1999.

På figur 13 til 16 er årstidsvariationen præsenteret og i tabel 6 og 7 kan de tidsvægtede års- og sommergennemsnit findes.

I det følgende vil de væsentligste parametre og disses udvikling siden 1989 blive beskrevet.

Sigtddybde og klorofyl

Der er en beskedent sigtddybde i Ørn Sø set i forhold til søens fosforniveau. I vinterhalvåret er sigtddybden mellem 1,5 og 2 meter, i sommerhalvåret mellem 1 og 1,5 meter. Års- og sommergennemsnittene i 1999 var henholdsvis 1,4 og 1,1 meter.

Der er altså ikke den store variation i sigtddybden i søen. I de fleste danske søer er der en klarvandsperiode i juni måned, fordi fytoplanktonmængden reduceres kraftigt. I Ørn Sø varierer fytoplanktonmængden ganske vist også henover foråret, men den bliver ikke i de fleste år væsentligt mindre i juni - heller ikke i 1999. Samtidigt influerer detritus og vandets egenfarve på sigtddybden i Ørn Sø i højere grad end normalt, hvilket blandt andet er årsagen til den forholdsvis lille sigtddybde om vinteren (emnet behandles senere).

Det lavere niveau om sommeren end om vinteren skyldes dog en større algemængde.

Der er et meget lavt klorofylniveau i Ørn Sø om vinteren. I løbet af april indtræffer forårsmaksimummet bestående af kiselalger og klorofylkoncentrationen stiger til ca. 50 µg/l. Som nævnt er der ikke nogen klarvandsperiode i søen, men algemængden og klorofylkoncentrationen falder dog fra april til juni. I 1999 var klorofylkoncentrationen omkring 20 µg/l i juni måned. Hen over den resterende del af sommeren stiger klorofylniveauet igen og maksimum i 1999 blev nået i starten af august på omkring 70 µg/l. Fra august til oktober faldt klorofylindholdet jævnt til mindre end 10 µg/l - et niveau som blev holdt året ud.

Der er således nogen variation i klorofylindholdet i Ørn Sø hen over året. Da indholdet af alger kun i mindre grad regulerer sigtddybden, afspejles denne variation ikke i sigtddybden.

Kvælstof og fosfor

Ligesom sigtddybden er også koncentrationen af total fosfor forholdsvis konstant over året. I 1999 varierede total fosforkoncentrationen fra 50 til 100 µg P/l. Der var ikke nogen egentlig årstidsvariation og generelt var indholdet af total fosfor meget svingende fra måned til måned.

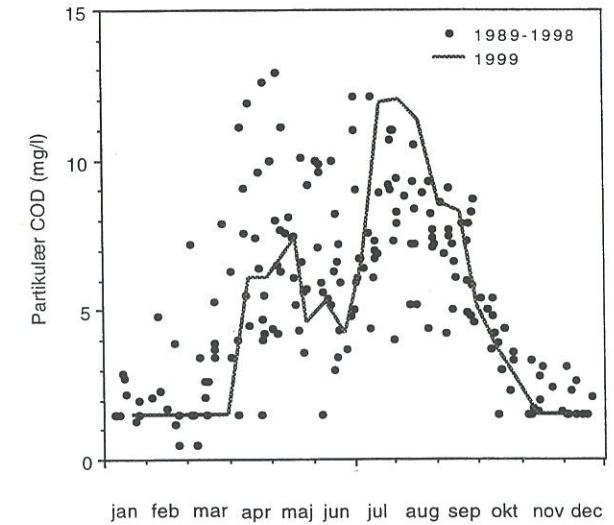
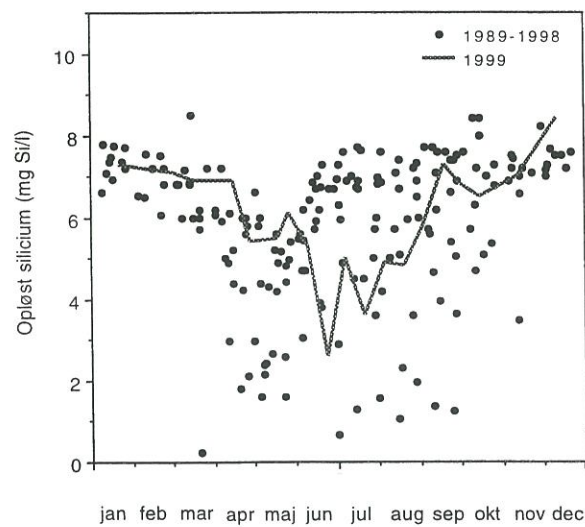
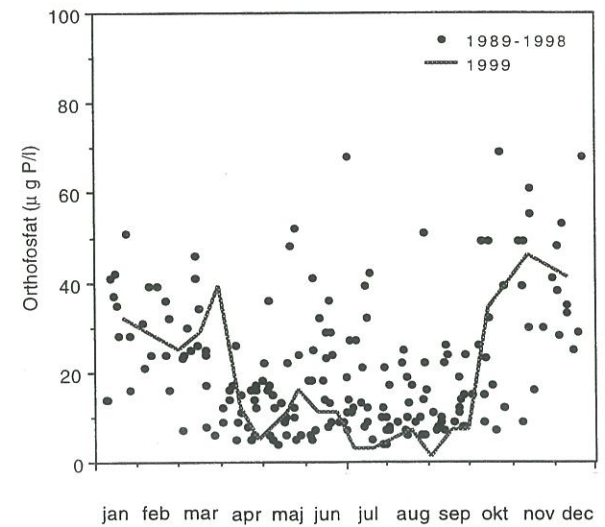
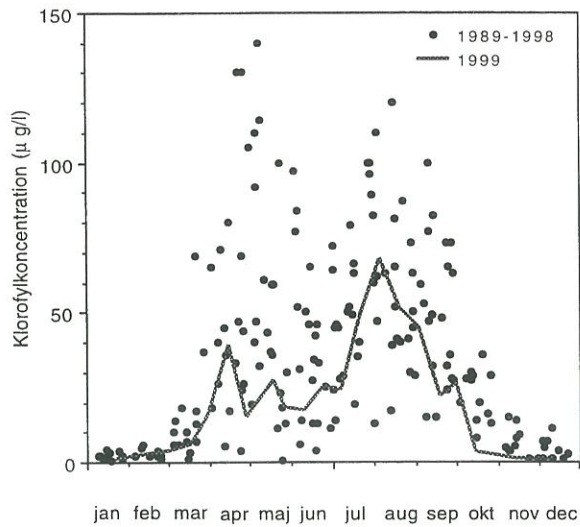
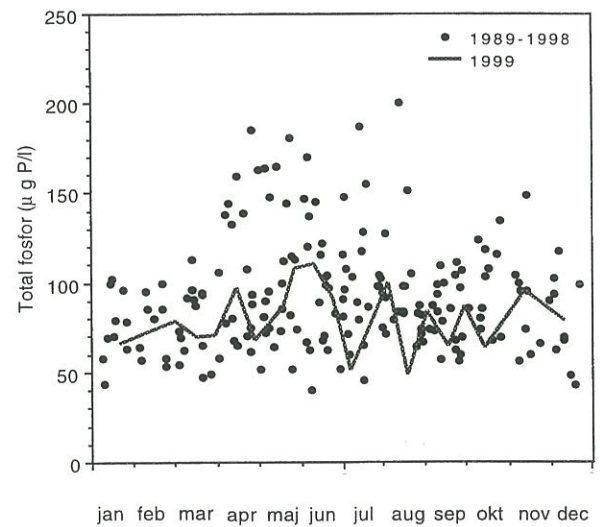
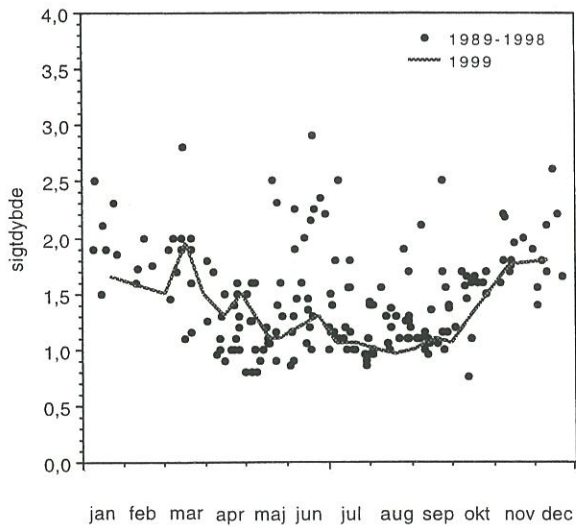
Fosforkoncentrationen i søvandet afspejler primært forholdene i selve søen, da de eksterne tilførsler er nogenlunde konstante fra måned til måned, både hvad angår vand- som fosformængder.

Omsætningen i sedimentet er relativ stor i søen. Under perioder med stille vejr hvor omrøringen i søen er begrænset, falder iltkoncentrationen derfor hurtigt i bundvandet. Dette resulterer i så store fosforfrigivelser, at de kan registreres i overfladevandet. Der er imidlertid ofte fuldstændig opblanding i søen og derfor tilføres bundvandet regelmæssigt nye iltmængder, som igen stopper fosforfrigivelsen. Resultatet er meget varierende fosforniveauer i såvel bund- som overfladevand hen igennem sommerhalvåret. I modsætning til de fleste andre danske søer, sker der dermed ikke hvert år en opbygning af en fosforpulje i bundvandet henigennem sommeren.

Indholdet af opløst fosfor varierede fra 5 - 10 µg P/l i kortere perioder i foråret og sommeren til ca. 40 µg P/l i vintermånederne. De små koncentrationer i vækstsæsonen findes i perioder med forholdsvis store algemængder. Der er dog ikke noget der tyder på, at fosfor er begrænsende for algernes vækst.

Det skal bemærkes, at den gennemsnitlige orthofosfatkoncentration i sommerhalvåret er reduceret i de seneste ti år. Der er dermed en tendens til, at søen bevæger sig imod en tilstand, hvor fosfor i højere grad kan være begrænsende for algernes vækst i kortere perioder i vækstsæsonen.

Kvælstofkoncentrationen i Ørn Sø varierer fra ca. 1 mg N/l i august - september til 1,5 mg N/l i vinterhalvåret. Der er altså heller ikke megen variation i indholdet af kvælstof i søen. Der er dog et større kvælstofforbrug i perioder med større algefremkomster, hvilket specielt kan registreres i form af et fald i indholdet af nitrat henover sommeren. Nitratkoncentrationen falder således fra ca. 0,8 mg N/l i vintermånederne til 0,2 mg N/l i juli

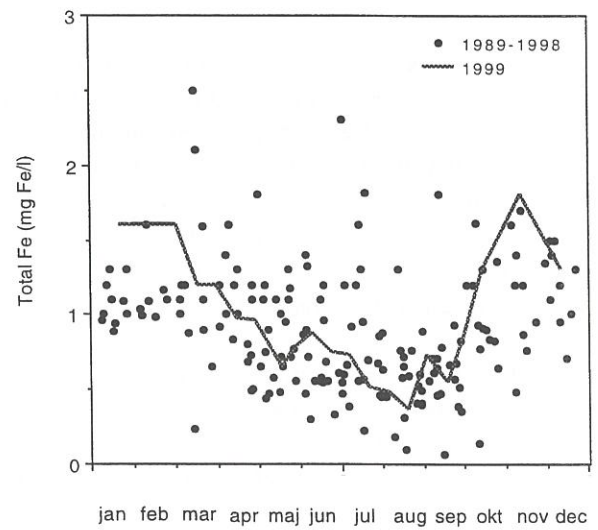
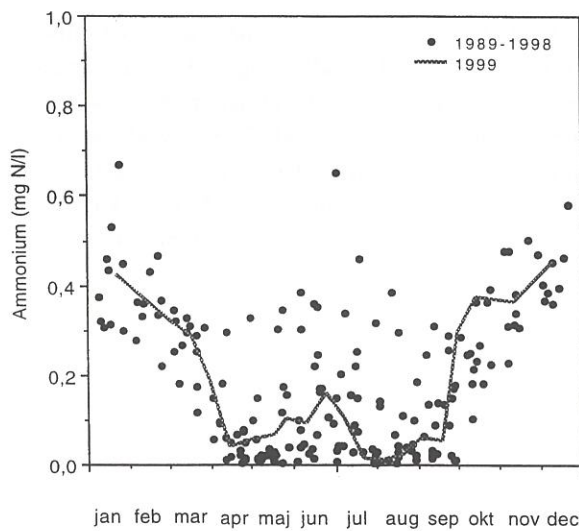
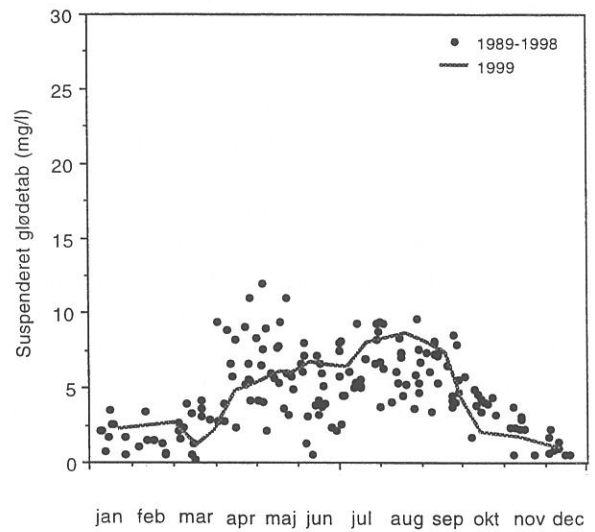
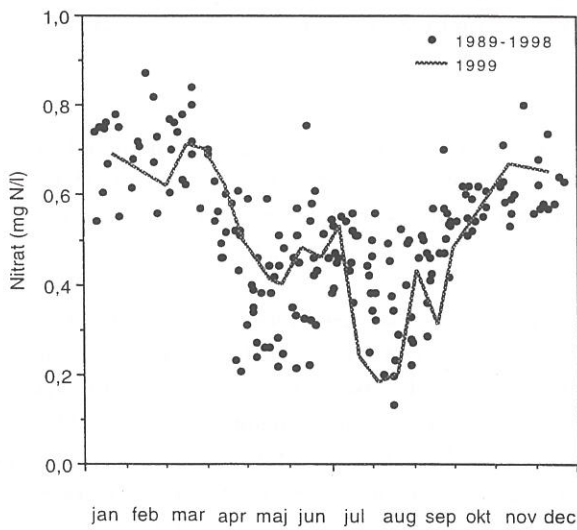
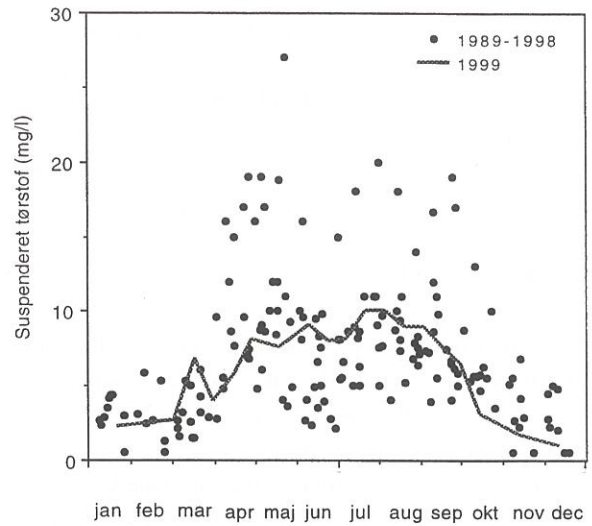
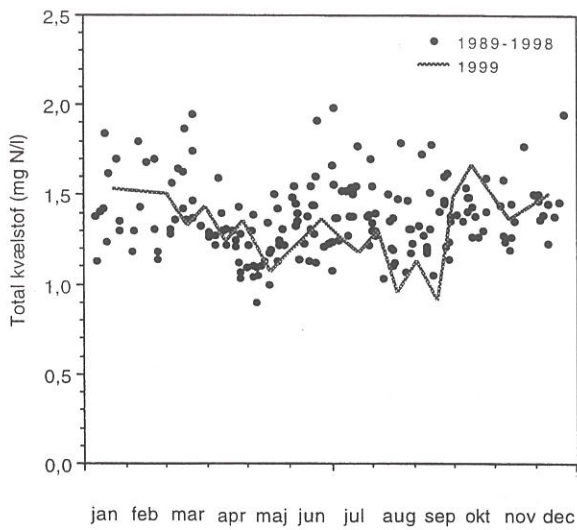


Figur 13.

Årstidsvariationen i sigt dybde (øverst), klorofylkoncentration (i midten) og opløst silicium (nederst) i overfladevandet i Ørn Sø i 1999 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1998.

Figur 14.

Årstidsvariationen i total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og partikulær COD (nederst) i overfladevandet i Ørn Sø i 1999 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1998.



Figur 15.

Årstidsvariationen i koncentrationen af total kvælstof (øverst), nitrat (i midten) og ammonium (nederst) i overfladevandet i Ørn Sø i 1999 sammenlignet med data for perioden 1989 - 1998.

Figur 16.

Årstidsvariationen i koncentrationen af suspenderet tørstof (øverst), suspenderet glødetab (i midten) og total jern (nederst) i overfladevandet i Ørn Sø i 1999 sammenlignet med data for 1989 - 1998.

og august.

Det skal bemærkes, at kvælstofniveauet i Ørn Sø ikke på noget tidspunkt bliver så lavt, at kvælstof begrænser algernes vækst, selvom kvælstofniveauet generelt er temmeligt lavt i søen.

Årsagen er, at der hele tiden - også i vækstsæsonen - tilføres forholdsvis store kvælstofmængder til søen.

Øvrige parametre

Koncentrationen af opløst silicium er væsentlig højere om vinteren (7 - 8 mg Si/l) end i sommermånederne (3 - 4 mg Si/l). Da tilførslerne også for siliciums vedkommende er nogenlunde konstante over året, skyldes det lavere indhold om sommeren algernes optagelse af silicium. Kiselalgerne er den helt dominerende algegruppe i søen. Derfor er optagelsen og forbruget af silicium stor igennem hele vækstsæsonen.

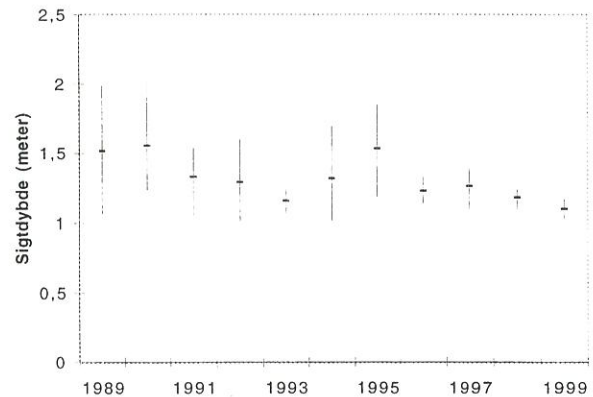
Langt hovedparten af det suspenderede stof, som er i vandet i Ørn Sø, består af organisk stof og er også målt som suspenderet glødetab. Fytoplanktonet indgår som en del af det suspenderede stof, men glødetabets høje andel af det suspenderede stof i vandfasen er også et udtryk for, at de øvre sedimentlag har et stort indhold af organisk stof, som nemt bliver hvirvlet op i vandfasen. Den lille sigtddybe i juli og august i 1998 afspejles i et forhøjet indhold af suspenderet stof i disse måneder (max. 20 mg/l). Niveauet var dog ikke større end det tidligere er registreret i søen.

Udviklingen i Ørn Sø

Sigtddybden er ikke ændret i Ørn Sø i den forløbne ti års periode (figur 17), selvom klorofylkoncentrationen som et mål for mængden af alger har vist en faldende tendens (dog ikke signifikant). De biologiske forhold er dermed ikke ændret i væsentlig grad på trods af at fosforniveauet er faldet (figur 18). Tværtimod ser det ud til, at de lidt større sigtdybder (75 % fraktilen), som blev registreret i starten af 1990'erne, er blevet mindre.

I 1989 var den gennemsnitlige total fosforkoncentration i sommermånederne 95 mg P/l. I 1999 var gennemsnitskoncentrationen reduceret til 61 µg P/l. Der har således været tale om et signifikant fald i fosforkoncentrationen i Ørn Sø i de forløbne ti år (lineær regression, $p < 0,05$).

Indholdet af suspenderet tørstof er også reduceret signifikant i perioden 1989 - 1999. Der er ikke nogen indlysende forklaring herpå, idet de biologiske forhold som



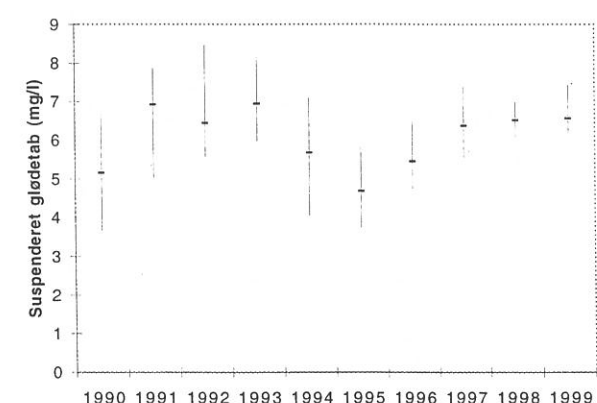
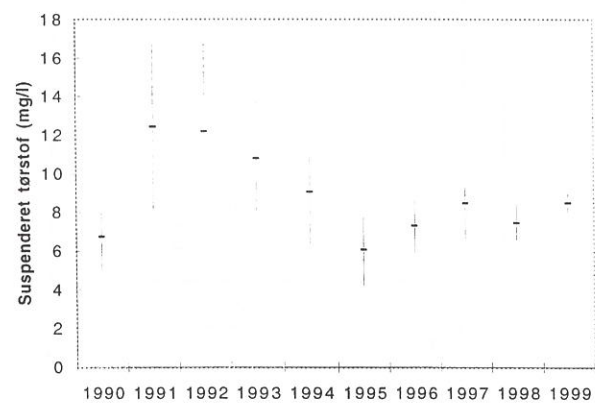
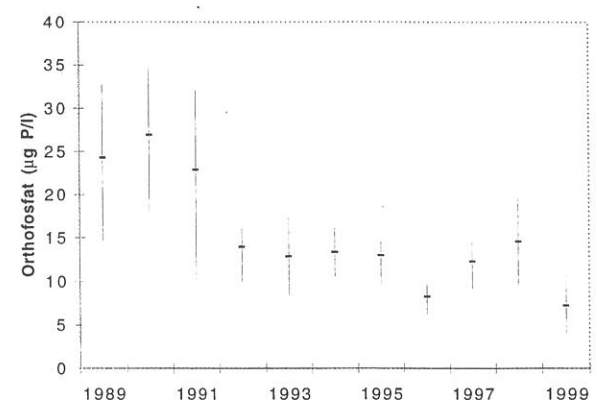
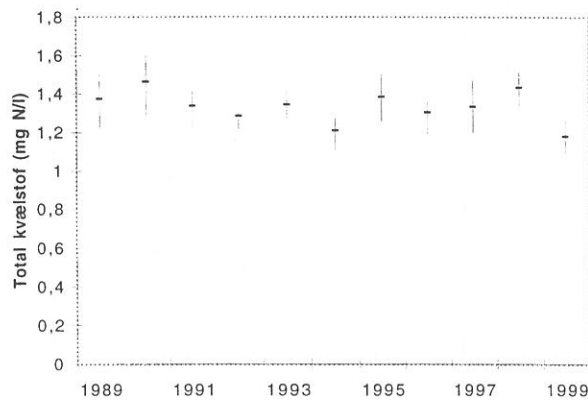
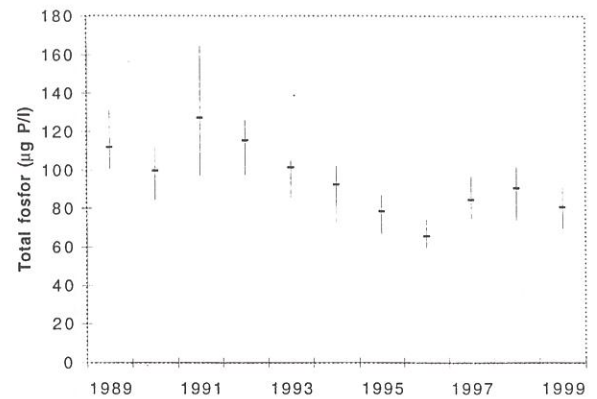
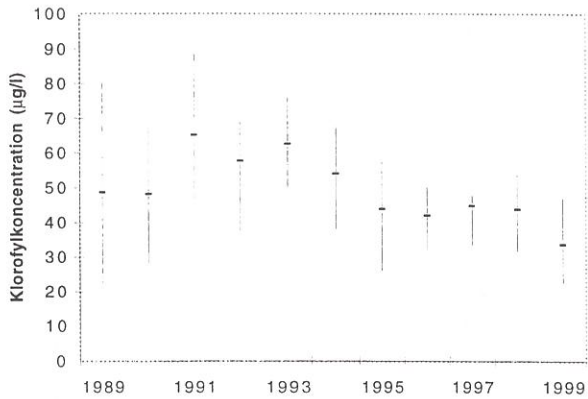
Figur 17.

Sommersigtddybden i Ørn Sø i årene fra 1989 til 1998 angivet som median samt 25 og 75 % fraktiler.

nævnt ikke er ændret i væsentlig grad - herunder indholdet af alger/organisk stof. Dette kan i øvrigt aflæses på figuren for det suspenderede glødetab (figur 18), som ikke udviser et tilsvarende signifikant fald i de ti år.

Kvælstofkoncentrationen varierer svagt fra år til år afhængig af den tilførte kvælstofmængde fra oplandet, men generelt er kvælstofniveauet meget stabilt i søen fra år til år. Års- og sommergennemsnittet var i 1999 1,59 og 1,18 mg N/l og dermed forholdsvis lavt. Årsagen er som tidligere nævnt, at hovedparten af det tilførte vand er grundvand med et lavt kvælstofindhold.

Selvom fosforniveauet er reduceret, er der altså ikke sket nogen væsentlige udviklinger i Ørn Sø i de sidste ti år. Algemængden (og sammensætningen) er nogenlunde den samme og sigtddybdeforholdene uændrede. På trods af den uændrede tilstand må det dog konstateres, at forudsætningerne for, at tilstanden i Ørn Sø kan blive tilfredsstillende, er blevet bedre gennem den reduktion i fosforniveauet, som trods alt har fundet sted.



Figur 18.

Klorofylkoncentration (øverst), koncentrationen af total kvælstof (i midten) og koncentrationen af suspenderet tørstof (nederst) i Ørn Sø i årene fra 1989 til 1998 angivet som sommermedian samt 25 og 75 % fraktiler.

Figur 19.

Koncentrationen af total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og suspenderet glødetab (nederst) i Ørn Sø i årene fra 1989 til 1998 angivet som sommermedian samt 25 og 75 % fraktiler.

Sommergennemsnit	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Suspenderet tørstof (mg/l)		6,6	12,4	12,0	10,8	9,1	6,1	7,3	8,5	7,5	8,8
Suspenderet glødetab (mg/l)		5,0	6,9	6,3	7,0	5,7	4,7	5,5	6,4	6,5	6,6
Partikulær COD (mg/l)	7,1	6,5	7,9	7,3	7,7	7,1	6,6	7,1	6,9	8,2	7,8
Klorofyl (µg/l)	50	47	65	56	63	54	44	42	45	44	34
Sigttybde (m)	1,5	1,6	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,2	1,3	1,2	1,1
pH	8,1	8,3	8,3	8,1	7,9	7,7	7,8	7,7	7,9		
Alkalinitet (mekv/l)	0,91	0,83	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,86	0,9		0,94
Total -N (mg N/l)	1,37	1,46	1,34	1,29	1,34	1,21	1,39	1,31	1,34	1,43	1,18
NH4-N (mg N/l)	0,18	0,14	0,09	0,08	0,09	0,08	0,15	0,1	0,13	0,12	0,08
NO3-N (mg N/l)	0,53	0,43	0,36	0,39	0,47	0,36	0,48	0,41	0,37	0,48	0,38
Total P (µg P/l)	112	98	128	116	101	93	79	66	85	91	81
Ortho-P (µg P/l)	24	27	23	14	13	13	13	8	12	15	7
Opløst silicium (mg Si/l)	5,67	6,60	5,10	3,69	4,81	4,72	5,97	5,06	5,72	6,67	5,19
Total jern (mg Fe/l)	0,93	0,76	0,86	0,70	0,79	0,61	0,74	0,59	0,87	0,63	0,66

Tabel 6.

Sommergennemsnit for de målte parametre i overfladevandet i Ørn Sø fra 1989 til 1999.

Årsgennemsnit	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Suspenderet tørstof (mg/l)		6,5	9,4	8,7	6,8	6,1	4,8	4,5	6,1	4,9	5,4
Suspenderet glødetab (mg/l)		4,2	4,8	5,0	4,4	3,3	3,4	3,5	4,5	4,2	4,1
Partikulær COD (mg/l)	5,2	5	5,5	5,4	5,3	4,4	4,4	4,7	4,6	4,7	4,6
Klorofyl (µg/l)	30	32,0	41	39	35	28	26	27	28	23	18
Sigttybde (m)	1,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	1,5	1,5	1,4
pH	7,9	7,90	7,9	7,8	7,6	7,5	7,5	7,4	7,5		
Alkalinitet (mekv/l)	0,90	0,87	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,89	0,96		0,95
Total -N (mg N/l)	1,52	1,48	1,34	1,39	1,30	1,28	1,40	1,38	1,32	1,41	1,59
NH4-N (mg N/l)	0,31	0,27	0,2	0,22	0,19	0,2	0,21	0,290	0,190	0,230	0,22
NO3-N (mg N/l)	0,61	1	0,51	0,53	0,51	0,53	0,58	0,5	0,5	0,59	0,76
Total P (µg P/l)	107	106	108	112	90	86	73	64	70	81	80
Ortho-P (µg P/l)	30	34,00	31	23	20	25	19	14	13	21	23
Opløst silicium (mg Si/l)	6,02	6,79	5,81	5,29	5,82	5,78	6,40	6,32	5,86	6,8	6,29
Total jern (mg Fe/l)	1,13	1,05	0,81	0,93	1,01	1,06	0,93	0,83	0,84	0,90	1,09

Tabel 7.

Årsgennemsnit for de målte parametre i overfladevandet i Ørn Sø fra 1989 til 1999.

Profilmålinger

Temperatur og ilt

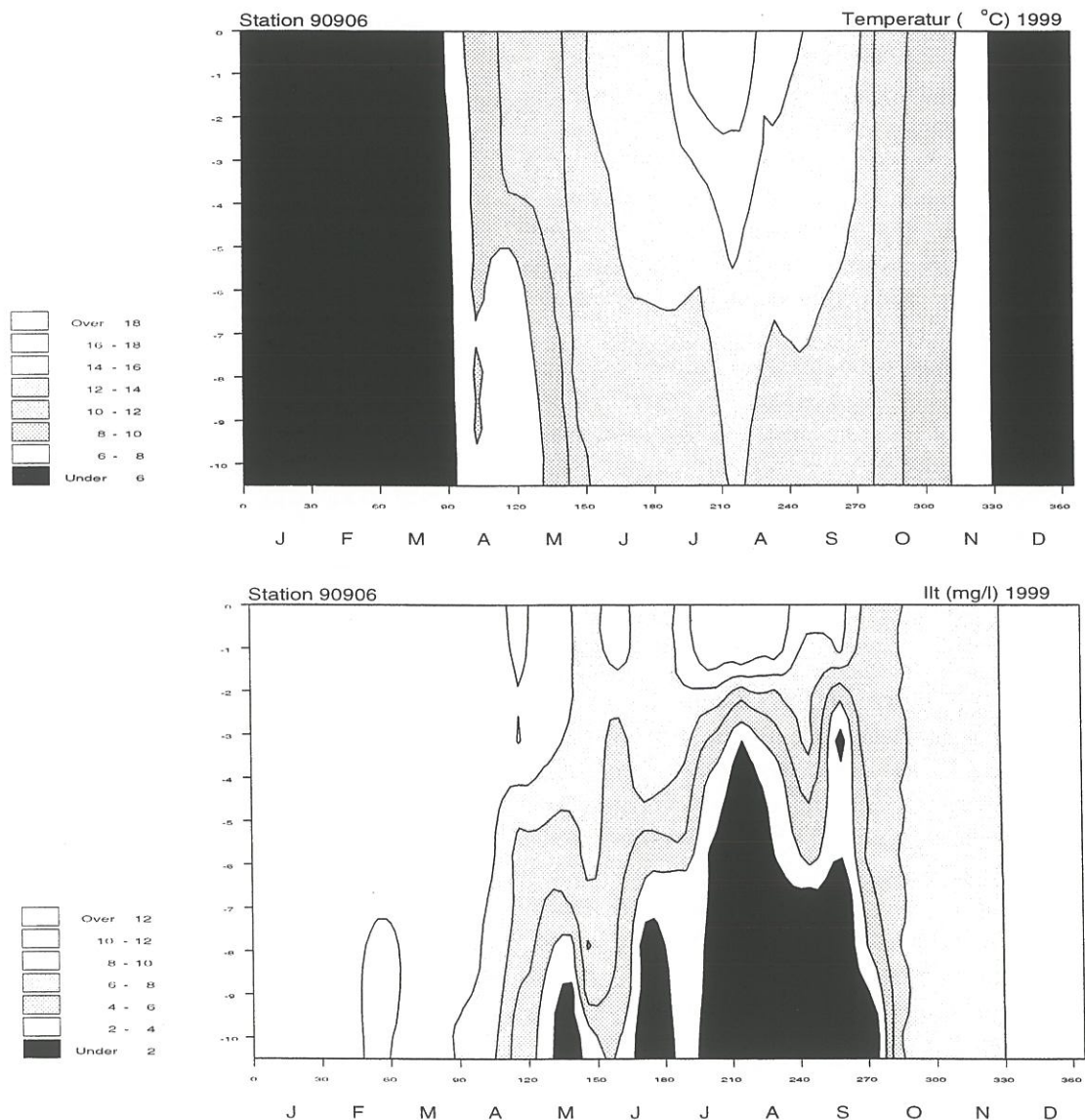
Der er målt ilt og temperatur ned igennem vandsøjlen på de samme dage, som der er taget vandprøver. Figur 13 viser temperatur- og iltfordelingen ned igennem søen i 1999.

På grund af Ørn Sø's relativt beskedne areal med større dybder og en forholdsvis hurtig gennemskylning, oplever søen kun en egentlig lagdeling i sommerperioder med varmt og stille vejr og så snart vejret bliver en smu-

le blæsende opbryddes springlaget igen.

I 1999 var temperaturen mere eller mindre den samme i overflade- og bundvand hele året rundt. Kun i en kortere periode omkring 1. august var der en tendens til lagdeling i søen.

Til gengæld er omsætningen i bunden stor. Derfor opbruges ilt på dybt vand hurtigt i perioder med bare et svagt springlag og der kan registreres iltfrie forhold temmeligt højt op i vandfasen i perioder med springlag i søen, selvom disse perioder er af kortere varighed. Når springlaget brydes op, tilføres bundvandet igen ilt og der kan derfor være temmelig varierende iltforhold om



Figur 20.

Isopleter over profilmålingerne af temperatur (øverst) og ilt (nederst) i Ørn Sø i 1998.

sommeren og efteråret henover sedimentet på dybere vand i Ørn Sø.

I 1999 var der lave iltkoncentrationer i bundvandet i en længere periode fra juni til oktober og også i maj var iltkoncentrationen lav henover sedimentoverfladen. I løbet af juli og august bevægede de iltfattige forhold sig op i vandsøjlen og i starten af august var iltkoncentrationen mindre end 2 mg/l allerede i 3 - 4 meters dybde. Der var således en meget stor del af vandvolumet i Ørn Sø i sensommeren, hvor iltindholdet var lavt. Lave iltkoncentrationer har en væsentlig indflydelse dels på de biologiske forhold i søen men også på de kemiske processer, som sker i bundvandet og på den udveksling af stoffer, som er mellem sediment og vandfase.

Næringsstoffer

Indholdet af nitrat bidrager til at regulere fosfor- og jernfrigivelsen fra sedimentet.

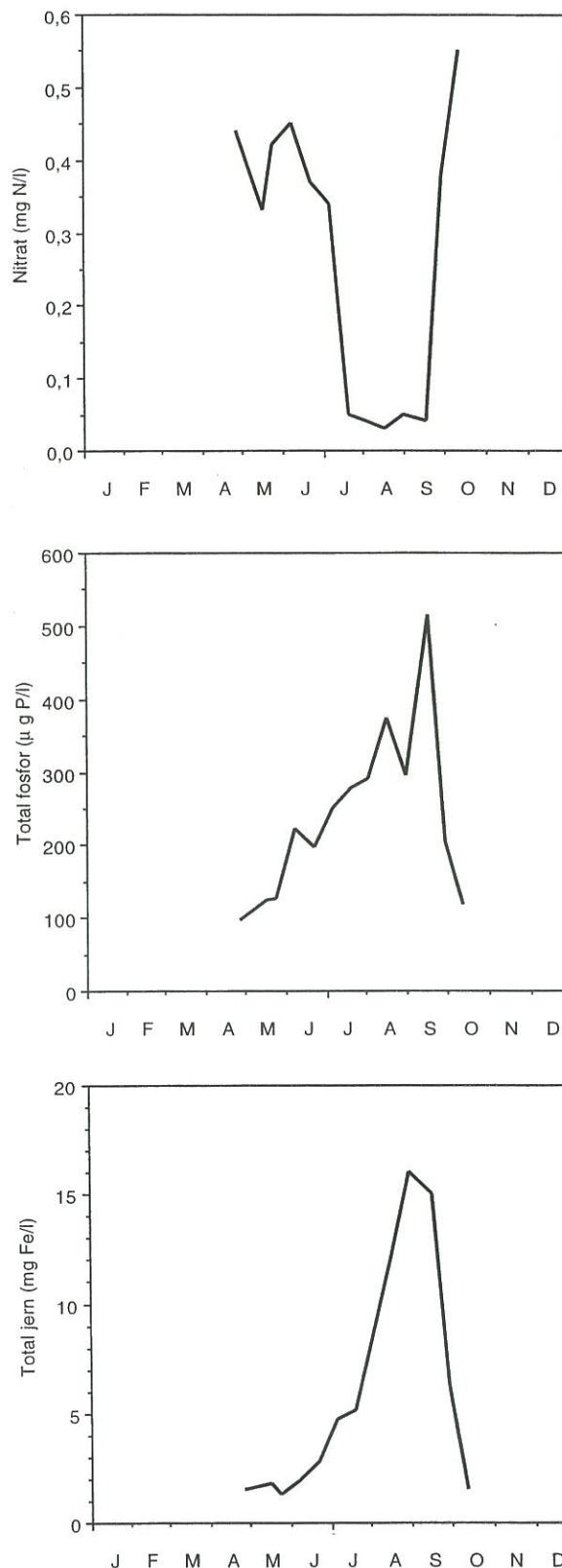
På grund af det generelt lave kvælstofindhold i Ørn Sø vil der være en vis fosforfrigivelse fra sedimentet så snart iltindholdet - som er en anden væsentlig regulerende mekanisme for udvekslingen af jern og fosfor mellem sediment og vand - reduceres til lave koncentrationer mindre end 1 - 2 mg/l.

Når ilten er opbrugt og nitratkoncentrationen er reduceret til mindre end 0,5 mg N/l, sker der en stor frigivelse af fosfor og jern fra sedimentet. I 1999 blev nitratindholdet i bundvandet reduceret til mindre end 0,1 mg N/l i slutningen af juli. Dette medførte en voldsom frigivelse af fosfor og jern resulterende i fosfor- og jernkoncentrationer i bundvandet på henholdsvis mere end 500 µg P/l og ca. 16 mg Fe/l.

Der sker jern- og fosforfrigivelser i Ørn Sø hvert år i takt med at ilt- og nitratindholdet i bundvandet falder.

I 1999 var der en meget lang periode med lave ilt- og nitratkoncentrationer ved bunden. Derfor var der en større frigivelse af jern og fosfor end normalt og jern- og fosforkoncentrationerne i bundvandet var meget høje i slutningen af august.

Generelt varierer jern- og fosforfrigivelsen i Ørn Sø med den periode, hvor ilt og nitratindholdet er lav i bundvandet. Kortere perioder med jævnlig total omrøring i søen og ilt ved bunden resulterer i en beskedne jern- og fosforfrigivelse - længerevarende perioder i en stor frigivelse.



Figur 21.
Variationen i indholdet af nitrat (øverst), total fosfor (i midten) og total jern (nederst) i bundvandet i Ørn Sø i 1999.

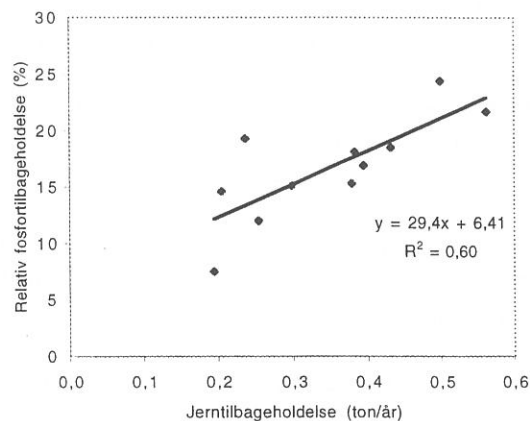
Vandkemiske sammenhænge

Som nævnt er der en relativ stor jerntilførsel til Ørn Sø. Den store jerntilførsel er af afgørende betydning for fosfortilbageholdelsen i Ørn Sø. Fosfortilbageholdelsen reguleres såvel i absolutte mængder som i forhold til fosfortilførslen i takt med variationer i jerntilbageholdelsen (figur 22).

Der er generelt en stor jerntilbageholdelse i Ørn Sø i forhold til fosfortilbageholdelsen. I de senere år har forholdet været omkring 20 (det samme jern/fosfor-forhold er i øvrigt gældende i sedimentet) og fosforbindingsevnen i Ørn Sø er dermed stor.

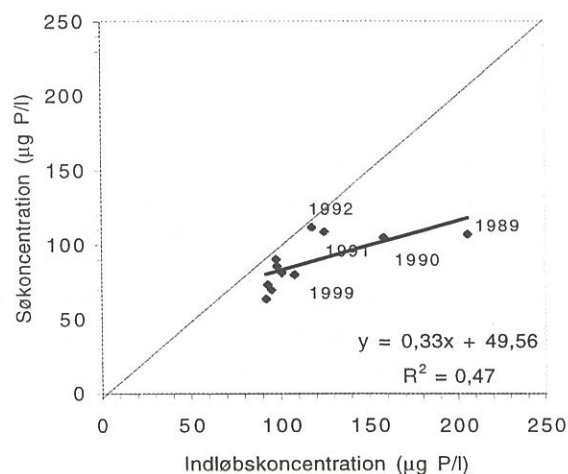
Selvom der er en tendens til, at fosforretentionen er blevet mindre, i takt med at fosforkoncentrationen i indløbsvandet er reduceret, er der dog en sammenhæng mellem P_i og $P_{sø}$, således at fosforkoncentrationen i Ørn Sø er blevet mindre i takt med den mindre indløbskoncentration (figur 23).

Den store jerntilførsel sikrer en stor fosfortilbageholdelse i forhold til den korte opholdstid, som er i Ørn Sø. Det vurderes dog, at fosfortilbageholdelsen i en ligevægtssituation vil være større end de 20 - 30 %, som har været gældende i de senere år. Ørn Sø er dermed fortsat ikke i ligevægt med fosfortilførslerne.



Figur 22.

Sammenhængen mellem jerntilbageholdelsen og den relative fosfortilbageholdelse i Ørn Sø i perioden 1989 - 1999.



Figur 23.

Sammenhængen mellem fosforkoncentrationen i indløbsvandet og i Ørn Sø i perioden 1989 - 1999 præsenteret som årsgennemsnit.

Fosforniveauet har en væsentlig indflydelse på indholdet af alger også i Ørn Sø. Figur 24 viser en klar sammenhæng mellem total fosforkoncentration og algemængden målt som klorofyl. Reduktionen i fosforniveauet i søen har altså resulteret i en mindre algemængde.

Bedømt ud fra denne sammenhæng kunne det forventes, at sigdybden i Ørn Sø tilsvarende var reduceret i de forløbne ti år, idet indholdet af alger og dermed klorofylkoncentrationen traditionelt har en væsentlig indflydelse på sigdybden i danske søer netop i intervallet 50 - 100 µg P/l.

Reduktionen i total fosforkoncentrationen i Ørn Sø gennem de sidste 10 år har da også medført en svagt stigende sigtddybe (figur 25). Men hvor det tidligere er beskrevet, at fosforkoncentrationen er faldet signifikant, har der ikke været tale om nogen signifikant stigende sigtddybe.

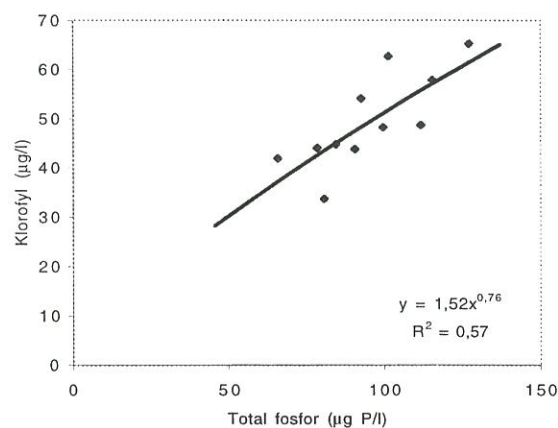
Sammenhængen mellem fosfor og sigtddybe i Ørn Sø er dermed ikke så entydig, som det typisk ses i danske søer.

Forklaringen er, at sammenhængen mellem klorofyl og sigtddybe i Ørn Sø er atypisk for danske søer.

Figur 26 viser, at sigtddyben som et sommergennemsnit har været mere eller mindre uafhængig af klorofylindholdet i søvandet i årene fra 1989 til 1999. Normalt vil en reduceret klorofylkoncentration som et mål for færre alger resultere i en større sigtddybe. Dette er øjensynligt ikke umiddelbart tilfældet i Ørn Sø.

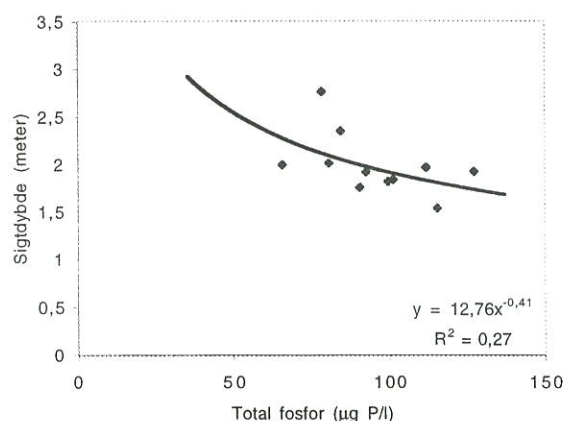
Figur 26.

Sammenhængen mellem klorofylkoncentrationen og sigtddyben i Ørn Sø. Data præsenteret som sommergennemsnit fra perioden 1989 - 1999.



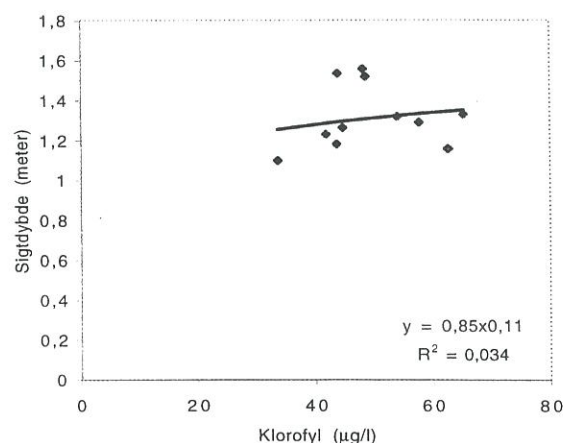
Figur 24.

Sammenhængen mellem koncentrationen af total fosfor og klorofyl i Ørn Sø. Data præsenteret som sommergennemsnit fra perioden 1989 - 1999.



Figur 25.

Sammenhængen mellem koncentrationen af total fosfor og sigtddybe i Ørn Sø. Data præsenteret som sommergennemsnit fra perioden 1989 - 1999.



Figur 27 viser sammenhængen mellem det suspenderede tørstof - som for en vis part består af alger - og sigtddybden i Ørn Sø.

Der er en vis sammenhæng mellem indholdet af suspenderet stof og sigtddybde, men som for klorofylens vedkommende reguleres sigtddybden også i mindre grad af indholdet af suspenderet stof, end det typisk er tilfældet i danske søer.

På baggrund af målinger af klorofyl, suspenderet tørstof og suspenderet glødetab er det muligt at estimere den relative betydning af henholdsvis alger, detritus (ophvirvlet materiale) og vandets egenfarve for sigtddybdens størrelse (Søndergård et al., 1998).

Figur 28 angiver de tre komponenters betydning for sigtddybden i Ørn Sø siden 1989.

Det fremgår, at algernes andel af sigtddybden er reduceret i perioden. I takt med at algernes betydning for sigtddybden er blevet mindre, har såvel detritus som vandets egenfarve fået en større effekt på vandets klarhed. Detritus's betydning for sigtddybden er steget fra knapt 20 % i 1989 til omkring 30 % i 1999, medens vandets egenfarve regulerer omkring 25 % af vandets klarhed.

Fytoplanktonets betydning for sigtddybden i Ørn Sø er med andre ord mindre end 50 %

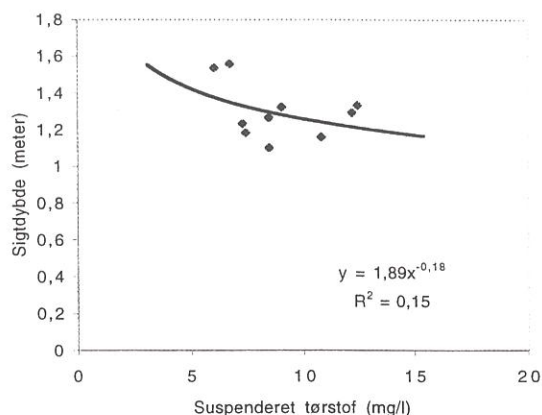
Vandets egenfarve har en forholdsvis stor regulerende effekt på sigtddybden sammenlignet med andre søer. Generelt vil vandets egenfarve have den største effekt på sigtddybden, når vandet er relativt klart. I Ørn Sø, hvor sigtddybden i sommerhalvåret gennemsnitlig bare er godt og vel en meter, burde egenfarven ikke have nogen væsentlig effekt på sigtddybden. Ikke desto mindre har vandets egenfarve bidraget til lysdæmpningen med 25 - 30 % af den samlede lysdæmpning.

Det vurderes, at indholdet af detritus i vandet og specielt vandets egenfarve har en væsentlig indflydelse på, at ændringer i alge- og klorofylindholdet i søen kun medfører en beskedent ændring i sigtddybden.

Det er naturligvis fortsat vigtigt at reducere fosforniveauet i søen, således, at algebiomassen bliver mindre og algernes bidrag til lysdæmpningen i søen dermed trods alt formindskes.

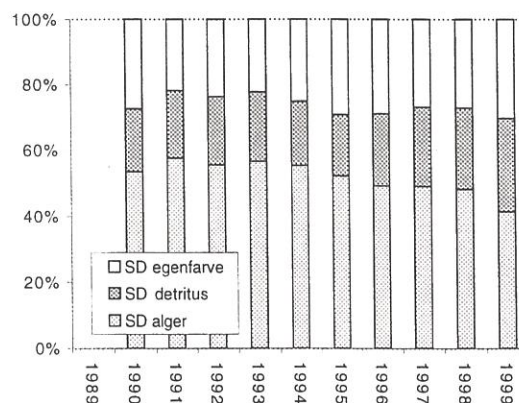
I takt med at algebiomassen bliver mindre, vil detritus' og vandets egenfarves relative betydning for sigtddybden blive større.

Når algemængden falder, vil ophvirvlingen af døde alger også blive mindre. En væsentlig reduktion i ophvirvlingen af bundmateriale og dermed i indholdet af detritus i søvandet opnåes dog først, hvis undervands-



Figur 27.

Sammenhængen mellem koncentrationen af suspenderet tørstof og sigtddybde i Ørn Sø. Data præsenteret som sommergennemsnit fra perioden 1989 - 1999.



Figur 28.

Planteplankton, detritus' og vandets egenfarves betydning for sigtddybden i Ørn Sø i måleårene fra 1989 til 1999 beregnet ud fra sommergennemsnit.

vegetation etablerer sig i et væsentligt omfang i søen.

Selvom fosforniveauet i Ørn Sø reduceres til et niveau mindre end 80 µg P/l, er det ikke sandsynligt, at undervandsvegetation vil etablere sig i søen Mulighed for en beskedent indvandring af undervandsplanter på lavt vand betinger en væsentlig større reduktion i fosforniveauet og dermed i indholdet af alger, da såvel detritus som vandets egenfarve altså har en væsentlig indflydelse på sigtddybden i søen.

Umiddelbart er der således ikke udsigter til en større genindvandring af undervandsplanter i Ørn Sø.

Fyto- og zooplankton

Fytoplankton

Fytoplanktonet i Ørn Sø blev i 1999 undersøgt 16 gange med prøvetagningsfrekvens som foreskrevet i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag.

Årstidsvariation 1999

Som de tidligere år dominerede kiselalgerne i Ørn Sø i 1999. Rekyalger findes også i søen i betydende mængder typisk efter kiselalgeopblomstringerne i foråret og igen i sommermånederne. Rekyalger kan ernære sig delvist heterotroft af opløst organisk stof, der frigives i forbindelse med andre algers henfald og optræder derfor ofte i forbindelse med andre algergruppers opblomstringer. Grønalger forekommer i søen hele året rundt men i meget små mængder, medens blågrønalger kun optræder i august og september.

Der var to mindre forårsopblomstringer af fortrinsvis kiselalger i 1999. Den første i april og den næste i begyndelsen af juni. Begge "toppe" var dog forholdsvis små.

Det er typisk for danske søer at have en større forårsopblomstring i april, som afløses af en egentlig klarvandsfase med få alger i juni. I Ørn Sø varierede algemængden i løbet af foråret altså uden en markant forårsop-

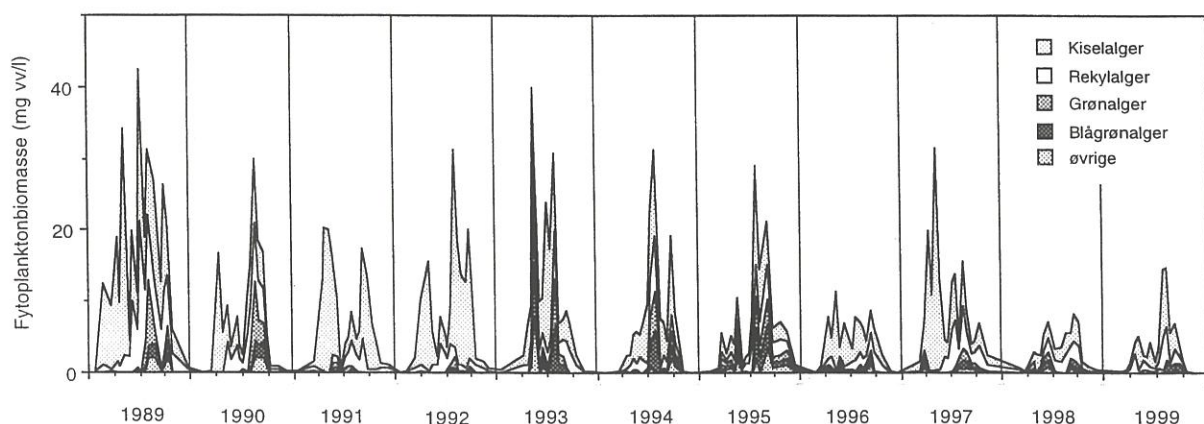
blomstring og der var heller ikke nogen egentlig klarvandsfase. Til gengæld steg algebiomassen som forventet henover sommeren til årets maksimum på ca. 15 mg vv/l i begyndelsen af august. Stadigt udgjorde kiselalgerne den største del af biomassen. Under sommertoppe omkring 1. august var der dog også en forholdsvis stor biomasse af rekyalger.

Blågrønalger findes kun i Ørn Sø i beskedne mængder i august og september. I 1999 blev den største blågrønalgebiomasse registreret d. 3/8 på 1,6 mg vv/l.

Kiselalgerne består gennem hele året primært af *Aulacoseira italica* og i mindre mængder *Asterionella formosa* og *Synedra acus* samt under forårsopblomstringen i april af små centriske kiselalger. Blågrønalgerne i august og september bestod udelukkende af *Pseudoanabaena limnetica*.

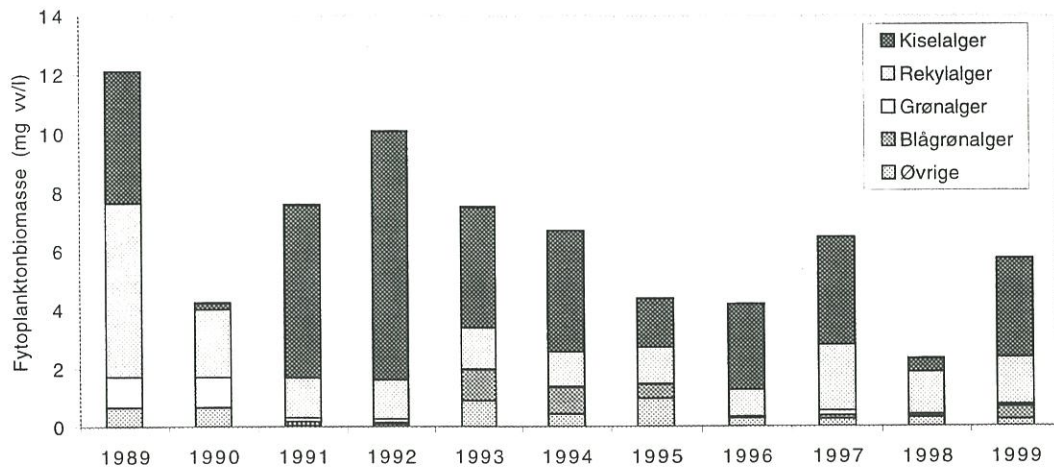
Udviklingstendenser

På trods af at biomassen har varieret noget årene imellem, er der sket et signifikant fald i sommergennemsnittet af algebiomassen ($p < 0,05$) igennem de sidste ti år. Blandt de enkelte algegrupper, er det dog kun grønalgebiomassen, der er faldet signifikant, hvilket hænger sammen med, at de kun er forekommet i mængder af betydning i årene 1989 og 1990.



Figur 29.

Variationen i fytoplanktonbiomassen i Ørn Sø fra 1989 til 1999 fordelt på de dominerende algegrupper.



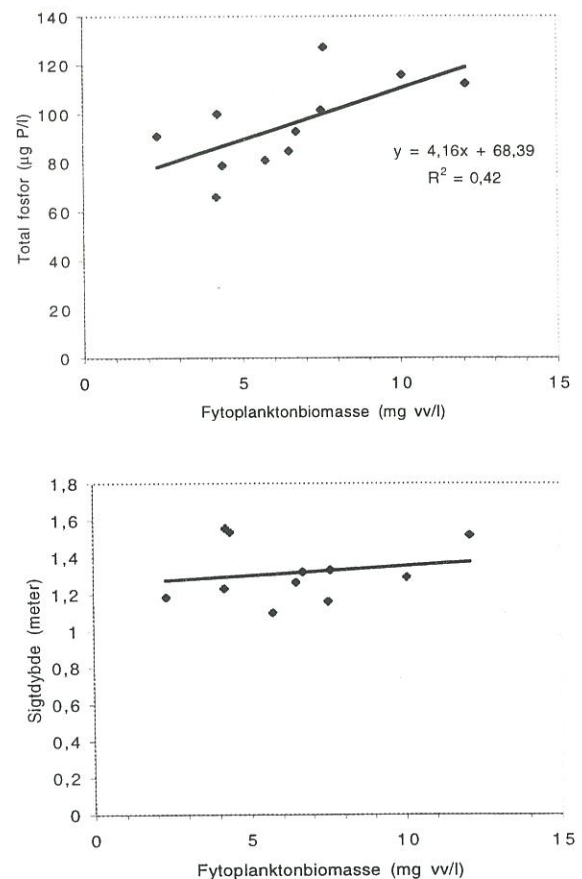
Figur 30.

Fytoplanktonbiomassen i Ørn Sø fordelt på algegrupper og præsenteret som tidsvægtet sommergennemsnit for perioden 1989 - 1999.

Som det også fremgår af figur 30, er det de samme få algegrupper - kiselalger og rekyalger - som dominerer i Ørn Sø år efter år og generelt er algebiomassen lille. Samtidigt er næringsstoffilgængeligheden rigelig, idet der ikke er noget tidspunkt i løbet af året, hvor koncentrationen af opløste næringsstoffer nærmer sig nul. Mængden af fytoplankton i Ørn Sø er på det nuværende niveau med andre ord ikke væsentligt reguleret "fra neden" af tilgængeligheden af opløste næringsstoffer.

Ikke desto mindre er der dog en signifikant sammenhæng mellem den faldende algebiomasse og en reduceret fosforkoncentration (figur 31 - øverst). Der er således ingen tvivl om, at en reduceret fosforkoncentration har en indflydelse på fytoplanktonbiomassen i Ørn Sø. Andre faktorer og specielt zooplanktonets græsning har dog også en betydelig effekt på fytoplanktonbiomassen i søen.

Som det tidligere er gennemgået er fytoplanktonmængden og indholdet af klorofyl kun i mindre grad bestemmende for sigtddyben i Ørn Sø. På figur 31 (nederst) er sammenhængen - eller manglen på samme - mellem sommergennemsnittene for fytoplanktonbiomasse og sigtddybe præsenteret.



Figur 31.

Sammenhængen mellem fytoplanktonbiomasse og total fosforkoncentration (øverst) og fytoplanktonbiomasse og sigtddybe i Ørn Sø i perioden 1989 - 1999. Data præsenteret som sommergennemsnit.

Zooplankton

Zooplanktonet i Ørn Sø blev i 1999 undersøgt 15 gange med prøvetagningsfrekvens som foreskrevet i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag .

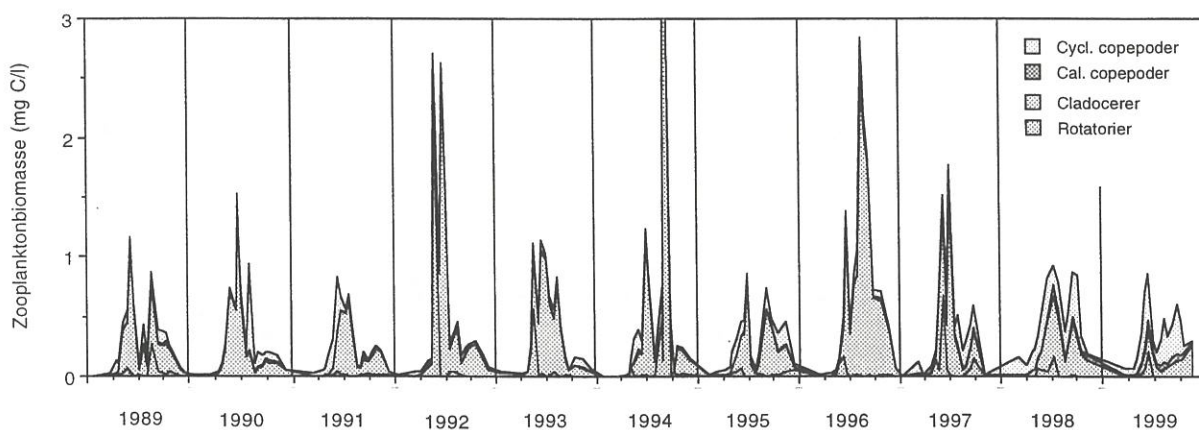
Årstidsvariation 1999

Zooplanktonet i Ørn Sø bestod i 1999 overvejende af cladoceer og cyclopoide copepoder, der var nogenlunde ligeligt repræsenteret (figur 32 og 33). Tidligere år har der været en klar dominans af cladoceer, men i 1998 og specielt i 1999 har de cyclopoide copepoder haft en mere dominerende rolle blandt zooplanktonet i søen. I takt med den øgede biomasse af cyclopoide copepoder er cladoceernes biomasse blevet mindre. Der var i 1999 således væsentligt færre cladoceer i de sidste 2 -3 år end

i de foregående 6 - 7 år.

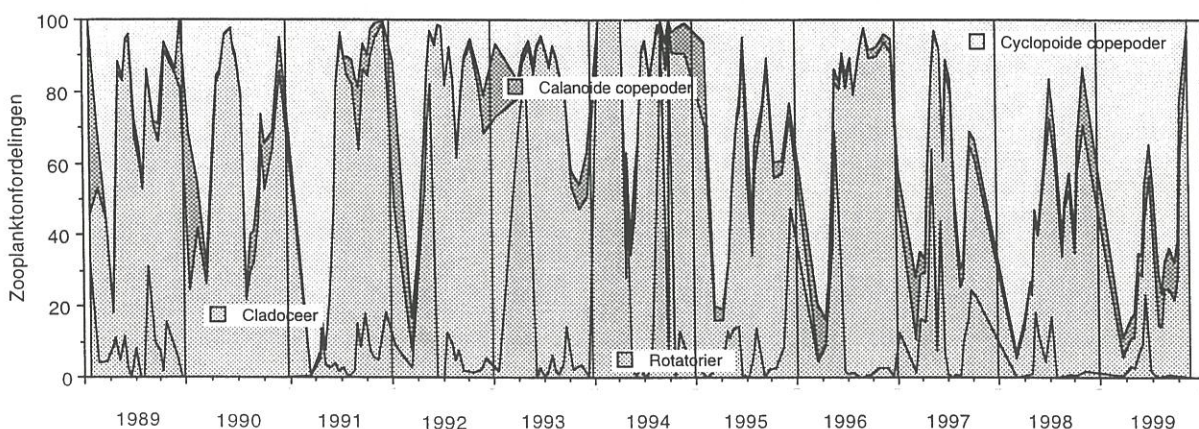
I 1999 steg zooplanktonbiomassen som normalt i maj "på bagsiden" af fytoplanktonets forårsopblomstring. Årets maksimum på ca. 0,9 mg C/l blev nået i starten af juni. Derefter var der en mindre reduktion i biomassen til et niveau på 0,5 - 0,6 mg C/l henover sommeren. Den samlede zooplanktonbiomasse var lille i 1999 sammenlignet med de fleste tidligere overvågningsår. Da de cyclopoide copepoderes biomasse som nævnt er steget i de senere år, skyldes den generelt lille zooplanktonmængde primært en markant reduktion i cladoceernes biomasse.

Tidligere dominerede *Daphnia cucullata* henover sommeren og i nogen grad *D. galeata* i forårsmånederne i Ørn Sø. Et billede som i øvrigt ofte ses i mere eutrofe søer, hvor de større dafniearter er udsat for en kraftig



Figur 32.

Zooplanktons årstidsvariation i Ørn Sø fra 1989 til 1999 fordelt på grupper.



Figur 33.

Zooplanktons indbyrdes fordeling i Ørn Sø fra 1989 til 1999 fordelt på grupper.

prædation. I 1999 fandtes kun *D. cucullata* i beskedne mængder i sidste halvdel af året.

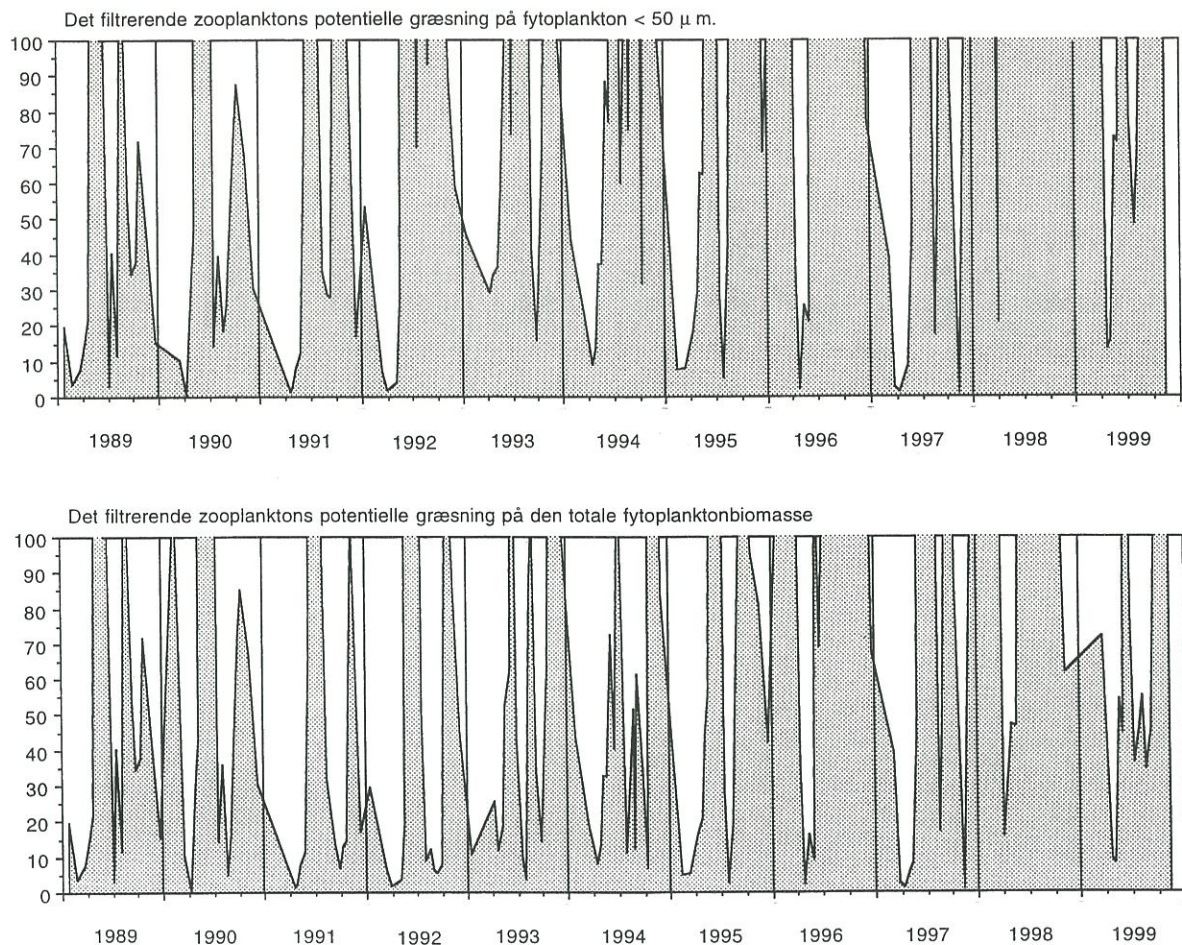
Rotatoriernes hvileæg klækker først, når vandtemperaturen når over 10 C, hvilket skete midt i maj. Herefter sås der også en tiltagende rotatoriebiomasse, der i begyndelsen af juli nåede årets maksimum med klar dominans af *Asplanchna priodonta*. Herefter aftog biomassen og forblev lille resten af året. *A. priodonta*, der er et rovdyr, er almindeligt forekommende i Ørn Sø og har også tidligere år været den dominerende rotatorieart. Forekomsterne har dog gennem årene varieret i biomasse, ligesom tidspunktet, hvor de har dannet maksimum, har varieret. De enkelte maksima kan dog være underestimeret, da rotatorier under optimale forhold har en reproduktionstid på under en uge.

Regulerende faktorer for zooplanktonets forekomst

Zooplanktons sammensætning og biomasse er dels betinget af tilgængeligheden af egnede fødeemner (alger og bakterier) og dels af mængden af prædatorer, som lever af zooplankton (fisk og carnivort zooplankton).

Græsning

Generelt optager de filtrerende zooplanktonarter mest effektivt fødepartikler < 50 μm , men partikler < 20 μm må anses for det optimale. Størrelsesfordelingen af fytoplanktonet er vist i figur 35 (øverst). Den beregnede fødeoptagelse for de enkelte grupper er skønnet ud fra deres energibehov pr. dag under optimale forhold og antages, at være 200% for rotatorier, 100% for cladoccer og 50% for copepoder. Ved meget lave fødekonzentrationer, svarende til en algebiomasse mindre en 0,2 mg



Figur 34.

Det filtrerende zooplanktons potentielle græsning på fytoplankton < 50 μm (øverst) og på den totale fytoplanktonmængde (nederst) i Ørn Sø fra 1989 til 1999.

C/l, nedsætter dyrene fødeoptagelsen og da vil en korrektion af fødeoptagelsen være nødvendig (jf. Hansen et. al. 1992).

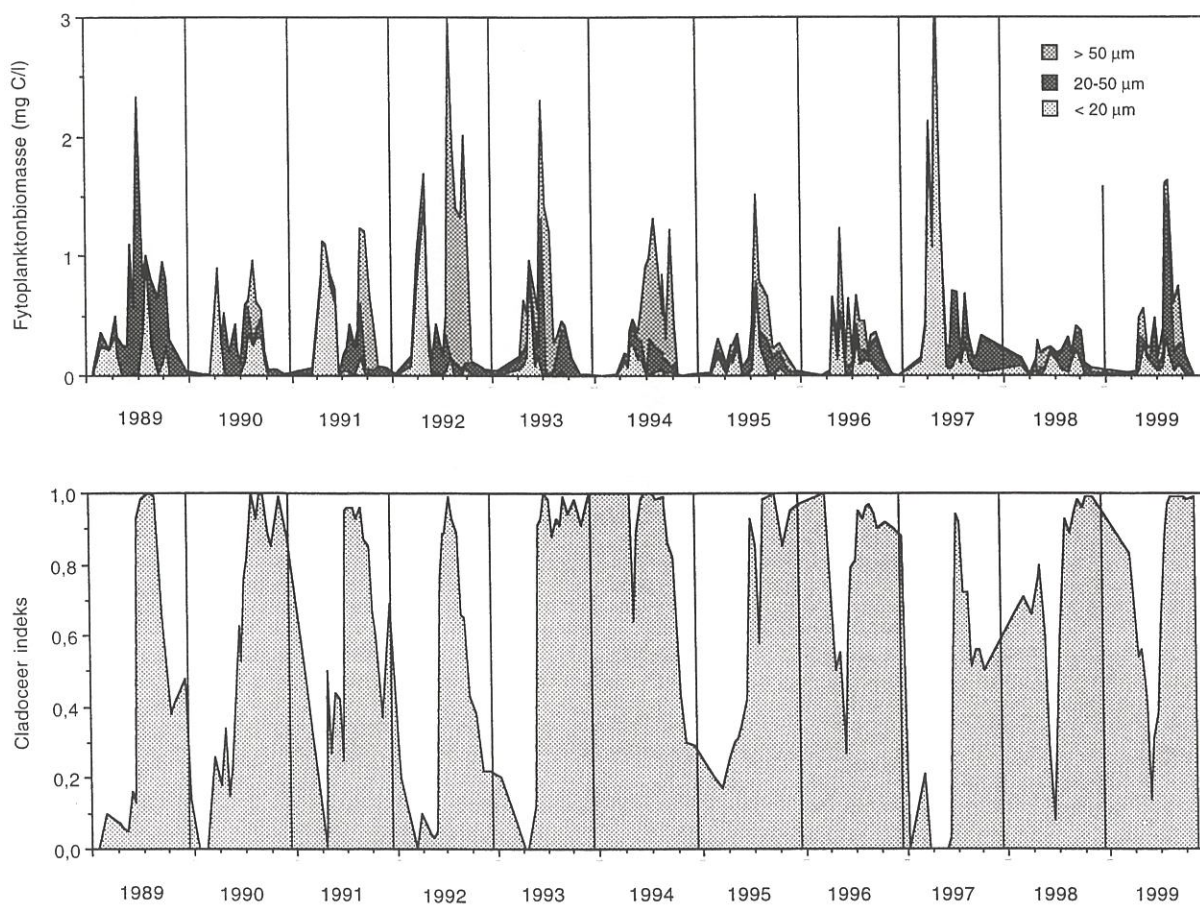
I figur 34 (øverst) er zooplanktonets potentielle græsning sammenholdt med biomassen af egnede fødeemner, dvs. alger < 50 µm. Det fremgår, at zooplanktonets fødeoptagelse gennem hele 1998 men også i store dele af 1999 har været større end den tilstedeværende mængde af alger < 50 µm. Zooplanktonet har således været i stand til at regulere algemængden og dermed holde den nede på et lavt niveau. Zooplanktonet var dog ikke i stand til helt så markant at holde fytoplanktonet nede i 1999 som i 1998 og der har da også været en lidt større fytoplanktonbiomasse i søen i 1999 end i 1998. Selvom zooplanktonet foretrækker de mindre fytoplanktonarter, reguleres det større fytoplankton også til en vis grad af zooplanktonet. I 1999 var den meget beskedne zooplanktonbiomasse i sommermånederne dog kun i

stand til at regulere det større fytoplankton i en kort periode omkring 1. juli.

Prædation

Det er ikke kun tilgængeligheden af alger, der er bestemmende for zooplanktonets sammensætning og biomasse. Prædation på zooplanktonet fra de planktivore fisk er også af afgørende betydning.

Prædation på zooplanktonet sker fortrinsvis på de store individer. Det vil bl.a. kunne ses som et fald i biomassen og et fald i cladoceer-indexet, der er forholdet mellem antallet af *Daphnia* og det samlede antal cladoceer. Der var som nævnt relativt få dafnier i Ørn Sø i 1999 og de, som var, var næsten udelukkende *D. cucullata*. Årsagen til, at de større arter er yderst ringe repræsenteret, er, at de på grund af et stort prædationstryk fra fiskene har ringe vilkår i søen.



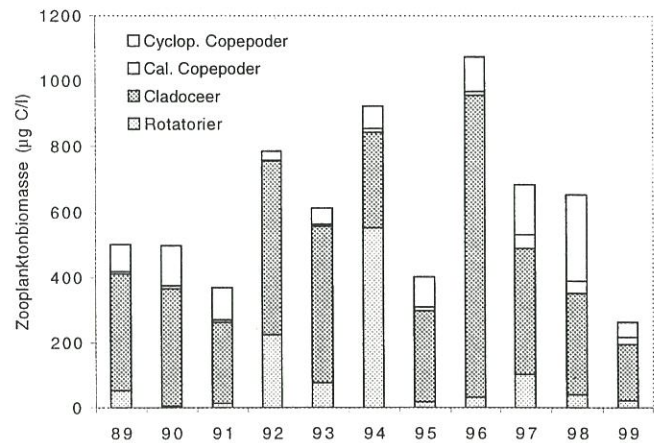
Figur 35.

Variationen i fytoplanktonets størrelsesfordeling (øverst) og cladoceer-indekset (nederst) i Ørn Sø fra 1989 til 1999.

I forhold til de foregående overvågningsår er det fortrinsvis i sommerhalvåret, at cladoceer-biomasse og cladoceer-indekset er blevet reduceret. Sommergennemsnittet af cladoceer-indexet var således i 1999 som i 1997 og 1998 betydeligt lavere end de foregående år.

Konkluderende har den mindre cladoceermængde altså medført, at zooplanktonets evne til at regulere fytoplanktonet er blevet mindre. Forklaringen på de færre cladoceer er sandsynligvis, at predationen fra fiskene på zooplanktonet har været stigende.

Ørn Sø oplever med andre ord i disse år en uheldig udvikling, hvor fiskene i søen i stigende grad begrænser zooplanktonets evne til at holde fytoplanktonet nede.



Figur 36.

Zooplanktonbiomassen i Ørn Sø fra 1989 til 1999 præsenteret som sommergennemsnit.

Fiskeyngel

Fiskenes årsyngel kan udøve et stort græsningstryk på zooplanktonet. Forskellige zooplanktonmægder kan påvirke miljøtilstanden gennem en indflydelse på først og fremmest mængden af alger og dermed sigtddyden i søen. For at kunne forklare udviklingen i miljøtilstanden kan det derfor være nødvendigt at kende mængden af årsyngel.

Fiskeyngelundersøgelser er derfor optaget i Vandmiljøplanens overvågningsprogram som en obligatorisk del af søundersøgelserne fra 1998.

Der er udarbejdet en anvisning vedrørende fiskeyngelundersøgelser i søer (Lauridsen, T.L. et al, 1998), som fiskeyngelundersøgelserne i Ørn Sø er udført efter.

Formålet med fiskeyngelundersøgelserne er at beskrive fiskenes og fiskeyngelens rolle som strukturerende element for zoo - og fytoplanktonsammensætningen og dermed på miljøkvaliteten, at supplere den nuværende fiskeundersøgelse med viden om fiskeyngelens antal og sammensætning og at beskrive år til år variationerne i årsynglen.

Det er klart, at referencerammen for disse yngelundersøgelser er beskeden i programmets første år. Derfor vil 1999-undersøgelserne kort blive beskrevet og sammenlignet med yngelundersøgelserne i 1998. En egentlig analyse af data vil først ske, når materialet tillader det.

Erfaringerne fra fiskeyngelundersøgelser i danske og udenlandske lavvandede søer er, at der kan være en meget varierende fangst fra sø til sø. Afgørende for fangsten er, om søen er dyb eller lavvandet og om der er undervandsvegetation i den lavvandede sø.

Ørn Sø er en lavvandet sø uden undervandsvegetation og derfor kan det forventes, at der vil være mest yngel i littoralzonen, som primært vil bestå af skaller. I pelagiet er der noget mindre fiskeyngel bestående fortrinsvis af aborrer.

Metode

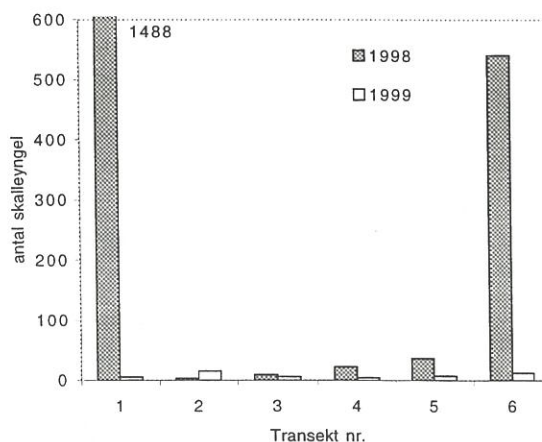
Fiskeyngelundersøgelserne er foretaget i dagene 14 og 15 juli 1999. Undersøgelsen er gennemført efter vejledningen til fiskeyngelundersøgelser i søer, udkast til Teknisk anvisning fra DMU, 1998.

Søen blev inddelt i de samme 6 sektioner, som anvendes til de traditionelle fiskeundersøgelser. Heri blev der fisket i to transekter i henholdsvis littoralzonen og i pelagiet. Fiskeriet er foretaget med et standard yngelnet (Hope net) nedsænket til 50 cm's dybde og fisket med en hastighed på 1,5 - 2 m/s. Fiskeriet er foretaget i tidsrummet 23.30 - 02.30. Varigheden af fiskeriet ved hver transekt er 1 - 2 minutter.

Resultater

Der var meget store forskelle i fangsterne i 1998 og 1999. De kommende års undersøgelser vil vise, om denne forskel er reel, eller der er tale om metodiske usikkerheder særligt her i undersøgelsernes første år. Nogle af de erfaringer, som allerede nu er høstet, er, at det er afgørende for resultatet, dels hvordan vejret er på undersøgelsesnatten, men også hvordan det har været i den foregående måned. Vejrforholdene i maj og juni har nemlig afgørende betydning for årsyngelens udvikling og dermed på yngelens størrelse og fordeling i søen.

I pelagiet blev der i Ørn Sø i 1999 kun fanget i alt 11 stk fiskeyngel. 8 skallelyngel, 2 brasen og 1 stk aborre yngel. Den samlede fangst var 0,11 pr m³. Fangsten var altså generelt meget lille og de aborrer, som man måske kunne forvente at fange, var stort set fraværende. Selv-



Figur 37.

Antal skallelyngel fanget i littoralzonen i Ørn Sø i 1998 og 1999 i de 6 sektioner.

Transekt nr.	1		2		3		4		5		6		Total	Total										
	Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³				Vægt g	Vægt g								
	18,95	18,01	17,86	18,50	17,26	17,75	108,33		18,95	18,01	17,86	18,50	17,26	17,75	108,33									
Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt g	Vægt g						
Skalle	5	15	6	4	7	12	49		5	15	6	4	7	12	49	0,45	1,7	0,8	0,4	1,0	1,8	6,3	0,06	
Brasen	2			1	4		7		2			1	4		7	0,06	0,1		0,1	0,2		0,4	0,004	
Rudskalle							0								0								0,0	
Aborre		3	1	3	2	18	27								27	0,25	1,8	0,1	1,1	0,8	11,7	17,2	0,16	
Hork							0								0								0,0	
Sandart							0								0								0,0	
Smelt							0								0								0,0	
Helt							0								0								0,0	
9-pig hundestejle							0								0								0,0	
3-pig hundestejle							0								0								0,0	
Gedde							0								0								0,0	

Transekt nr.	1		2		3		4		5		6		Total	Total									
	Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³		Vandmængde filt., m ³				Vægt g	Vægt g							
	17,82	15,30	18,43	18,35	15,22	18,12	103,24		17,82	15,30	18,43	18,35	15,22	18,12	103,24								
Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt g	Vægt g					
Skalle	1		2	2	1	2	8		1		2	2	1	2	8	0,08	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,9	0,01
Brasen	1	1					2		1	1					2	0,02	0,1	0,1				0,2	0,002
Rudskalle					1		1								1	0,01		0,1				0,1	0,001
Aborre							0								0							0,0	
Hork							0								0							0,0	
Sandart							0								0							0,0	
Smelt							0								0							0,0	
Helt							0								0							0,0	
9-pig hundestejle							0								0							0,0	
3-pig hundestejle							0								0							0,0	
Gedde							0								0							0,0	

Tabel 8.

Resultatet af fiskeyngelundersøgelserne i Ørn Sø i 1999 i littoralzonen (til venstre) og i pelagiet (til højre).

om fangsten i pelagiet var meget beskednen, var den dog større end i 1998, hvor der kun blev fanget 4 stk skalle-yngel.

Fangsten var som forventet noget større i littoralzonen. Her blev der fanget 49 stk skalle-yngel, 7 brasenyngel og 27 aborre-yngel. Den samlede fangst i littoralzonen var 0,76 pr. m³.

Fangsten i littoralen var til gengæld markant mindre i 1999 end i 1998 for alle tre registrerede arter. Særligt blev der fanget væsentligt flere skalle-yngel i 1998 end i 1999.

Umiddelbart er der ikke andre parametre, som kan forklare, hvorfor fangsten af fiske-yngel i Ørn Sø er så forskellig fra 1998 til 1999.

Der er altså meget store variationer i fangsterne fra år til år. Erfaringerne er endnu for små til at kunne tolke på disse meget varierende data, men generelt kan det slås fast, at det er meget svært at fange fiske-yngelen i pelagiet i lidt dybere søer og at fangsten i pelagiet derfor er mindre end forventet.

Der bør derfor ud fra materialet fra alle overvågningssøer snarest laves en første evaluering af metoder og resultater.

Tilstand og målsætning

Tilstanden i Ørn Sø har ikke ændret sig nævneværdigt i de seneste ti år. Søen er fortsat karakteriseret af temmeligt uklart vand, en bred rørskov og ingen undervandsplanter.

Fosforkoncentrationen i søvandet er imidlertid reduceret fra et niveau på 100 - 110 µg P/l omkring 1990 til ca. 80 µg P/l som et årsgennemsnit i 1999.

Reduktionen i indholdet af fosfor har dog kun medført et mindre fald i indholdet af alger, medens sammensætningen er den samme. Det er således fortsat kiselalger, der dominerer hele året rundt. Da vandets klarhed og dermed sigtddyben i højere grad end i andre søer reguleres af andre ting end indholdet af alger, kan faldet i algemængden som nævnt ikke registreres som en tilsvarende stigning i sigtddyben. Sigtdybden var 1,1 meter som et sommergennemsnit i 1999 og det er nogenlunde det samme som i det foregående tiår.

Da sigtddyben altså kun i mindre grad påvirkes af reduktioner i indholdet af fytoplankton, specielt fordi vandets egenfarve betyder relativt meget i Ørn Sø, er der ikke umiddelbart udsigt til en bedre tilstand i søen, selvom fosforniveauet reduceres yderligere i årene fremover.

Det er imidlertid fortsat vigtigt at forbedre forudsætningerne for en bedre tilstand. En lavere fosforkoncentration vil gradvist medføre en mindre produktion i søen og dermed en ændring af de biologiske forhold. Hvis der igen skal ske en etablering af undervandsplanter i søen, er det nemlig en forudsætning, at fosforniveauet bliver reduceret yderligere. Kun derved kan de biologiske forhold i tilstrækkelig grad ændre sig.

I Vandkvalitetsplanen for Århus Amt (1997) er det anført, at fosforkoncentrationen i Ørn Sø i sommerhalvåret skal være mindre end 80 µg P/l. Dette skal opnåes ved, at fosforkoncentrationen i det tilførte vand maksimalt må være 100 µg P/l.

I 1999 var den gennemsnitlige sommerkoncentration for total fosfor 81 µg P/l og det fosforniveau, som i følge Vandkvalitetsplanen skal tilstræbes i Ørn Sø, må således anses for at være opnået.

80 µg P/l i søen forventes at medføre en sigtdybde på ca. 1 meter i sommerhalvåret - I 1999 var den gennemsnitlige sommersigtddybde 1,1 meter.

Som nævnt skaber en sådan forholdsvis lille sigtddybde

ikke tilstrækkelige forudsætninger for, at undervandsplanter kan etablere sig i søen.

En indløbskoncentration på 100 µg P/l vil ved en normalvandtilførsel svare til en samlet årlig fosfortilførsel på ca. 3400 kg.

I 1999 var den samlede fosfortilførsel 3380 kg og den gennemsnitlige indløbskoncentration 108 µg P/l.

såvel fosfortilførsel som søkoncentration overholdt dermed i 1999 Vandkvalitetsplanens målsætning.

I Vandkvalitetsplanen er den totale fosfortilførsel opgjort på enkeltkilder. Fosfortilførslen til Ørn Sø i 1999 fra disse enkeltkilder opfyldte ikke alle målsætningen for Ørn Sø, idet fosforbidraget fra regnvandsoverløb ikke må overstige 50 kg årligt. I 1999 er de regnvandsbetingede udledninger opgjort til 76 kg.

Dermed var Ørn Sø's målsætning samlet set ikke opfyldt i 1999.

Det kan som nævnt ikke forventes, at tilstanden i Ørn Sø vil blive væsentlig anderledes end i 1999, når alle målsætningens dele er opfyldt. Hertil er fosforniveauet stadig for højt og sigtddyben for lav.

Århus Amt agter i de kommende år at foretage en udvidet undersøgelse af stoftransporten i Funder Å og kildeopsplitningen for Ørn Sø.

Uanset usikkerheder i beregningen af stoftransport og kildeopsplitning kan det konstateres blandt andet på baggrund af studier af frørester i sedimentet, at der tidligere har vokset undervandsplanter i Ørn Sø. Det vurderes, at en genindvandring af undervandsvegetation i søen kræver, at fosforkoncentrationen i indløbsvandet har været mindre end 75 µg P/l igennem en årrække, hvilket nemlig vil resultere i en fosforkoncentration i søvandet på mindre end 50 µg P/l som et sommergennemsnit.

Dette niveau svarer sandsynligvis til det naturgivne fosforniveau i Funder Å.

Med den nuværende målsætning er det derfor tvivlsomt, om der kan genindvandre undervandsvegetation i søen.

Referencer

- Andersen, J.M. (1974) : Nitrogen and phosphorus budgets and the role of sediments in six shallow Danish lakes. - Arch Hydrobiol. 74, 528-50.
- Andersen, J.M. (1975) : Influence of pH on the release of phosphorus from lake sediments. Arch. Hydrobiol. 76, 411-19.
- Andersen, J.M. (1977a) : Rates of denitrification of undisturbed sediment from six lakes as a function of nitrate concentration, oxygen and temperature. - Arch. Hydrobiol. 80, 147-59.
- Andersen, J.M. (1977b) : Importance of the denitrification process for the rate of degradation of organic matter in lake sediments. Proc. Internat. symp. Amsterdam, 1976: Interactions between sediments and fresh water. The Hauge 1977, 357-62.
- Færgemann, H & Petersen, A (1992) : Dynamisk stofbalancemodell for kvælstofkredsløbet i søer. DTH. Laboratoriet for Økologi og Miljølære.
- Gudenåundersøgelsen (1973-75) : Rapporter udgivet af Gudenåudvalget. Udarbejdet af VKI (1975a, b, c).
- Gudenåundersøgelsen, (1975) : Kartering af rørsump- og flydebladsvegetation i udvalgte søer i Gudenåsystemet. Gudenåundersøgelsen 1974-75. Rapport nr. 26.
- Hansen, A.-M., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen (1990) : Zooplanktonundersøgelser i søer - metoder: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen, 1990.
- Jacobsen, O.S. (1977) : Sorption of phosphate by Danish lake sediments. - Vatten 33, 290-98.
- Jensen, H.S. & Andersen F.Ø. (1990) : Fosforbelastning i lavvandede, eutrofe søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, C4. 96 pp.
- Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. Windolf, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær (1995) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 139.
- Jensen, J.P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær (1999) : Søer 1998. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 291.
- Jeppesen, E., E. Mortensen, M. Søndergaard, A.M. Hansen og J.P. Jensen (1991) : Dyreplanktonet som miljøindikator. Vand og Miljø 8: 394-398.
- Kristensen et al. (1990a) : Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 130 pp. - Faglig rapport fra Kristensen et al. nr 5.
- Kristensen et al. (1990b) : Prøvetagning og analysemetoder i søer - teknisk anvisning: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990: 27 sider.
- Kristensen, P., J.P. Jensen og E. Jeppesen (1990c) : Slutrapport for NPo-forskningsprojekt C9: Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-projekt 4.5. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen: 120 sider.
- Kristensen et al. (1991) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. 104 sider + bilag. Faglig rapport nr. 38.
- Lauridsen, T.L., Jensen, J.P., Berg, S., Michelsen, K., Rugård, T., Schriver, P., Rasmussen, A.C. (1998) : Fiskeyngelundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- Mortensen, E., H.J. Jensen, J.P. Müller & M. Timmermann (1990) : Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelserprogram fiskeredskaber og metoder. Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 57 s. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.
- Olrik, K. (1990) : Planteplanktonsamfund i danske søer.
- Olrik, K. (1991) : Vejledning i phytoplanktonbedømmelse, del I, Metoder. Rapport til Miljøstyrelsen.

- Rebsdorf, Aa., M. Søndergaard og N. Thyssen (1988) : Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988: 59 sider. Teknisk rapport nr. 21. Publ. nr. 98.
- Reynolds, C.S. (1984) : The ecology of freshwater phytoplankton.
- Rosen, Göran (1981) : Tusen sjöar, Växtp planktons miljökraft.
- Vollenweider, R.A. (1976) : Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33 :53 - 83.
- Windolf, J. E. Jeppesen, M. Søndergård, J.P. Jensen, L. Sortkjær : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992. Faglig rapport fra DMU, nr. 90.
- Århus Amt (1989b) : Fisk i Ørn Sø, 1988. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt, (1990a) : Smådyr i Ørn Sø, 1988. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1990b) : Recipientkvalitetsplan, 1990. Bind I - Vandløb, søer og kystvande. Krav til spildevandsrensning, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1990c) : Ørn Sø 1989. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1991) : Ørn Sø 1990. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1992) : Ørn Sø 1991. Data rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1993) : Ørn Sø 1992. Teknisk rapport, Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1994) : Ørn Sø 1993. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1995) : Ørn Sø 1994. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1996) : Ørn Sø 1995. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1997) : Ørn Sø 1996. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1997) : Vandkvalitetsplan 1997. Teknisk rapport. Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1998) : Ørn Sø 1997. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.
- Århus Amt (1999) : Ørn Sø 1998. Data rapport, Natur & Miljø, Århus Amt.

Bilagsoversigt

Massebalanceberegninger opgjort pr. måned for kvælstof, fosfor og jern	bilag 1
Metode for beregning af massebalance	bilag 2
Fytoplanktonmetodik	bilag 3
Zooplanktonmetodik	bilag 4
Samletabel over beregnede biologiske og kemiske data	bilag 5
Oversigt over tidligere undersøgelser	bilag 6
Oplandsopgørelser	bilag 7

Side : 1
Udskrevet: 29/05/2000
Af : TJ

VANDBALANCE

SØ-VAKS, Sø-modul
Sø: Ørnse (ØRN I)

Parameter:

Enhed.....: 1000 m3

År: 1999

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90067	339.6	242.5	412.7	228.2	192.6	197.5	200.7	181.7	192.0	303.8	200.4	541.0	964.6	3232.8
90258	2489.7	2096.1	2386.9	2212.5	2472.4	2396.5	2169.9	2068.2	2184.7	2614.5	1785.7	2299.5	11291.6	27176.5
Målt tilføjet	2829.3	2338.7	2799.5	2440.7	2665.0	2594.0	2370.7	2249.9	2376.7	2918.3	1986.1	2840.6	12256.2	30409.3
Umålt opland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nedber	3.1	1.7	4.1	1.7	2.2	5.3	2.1	3.4	4.5	4.7	1.1	5.9	17.4	39.7
Arnakkeilden	24.1	21.9	24.1	23.3	24.1	23.3	24.1	23.3	23.3	24.1	24.1	24.1	119.0	283.8
Kendt grundvand	45.5	41.1	45.5	44.1	45.5	44.1	45.5	45.5	44.1	45.5	45.5	45.5	224.7	536.1
Samlet tilførsel	2902.0	2403.3	2873.3	2509.8	2736.8	2666.7	2442.4	2322.9	2486.6	2992.6	2054.5	2916.1	12617.3	31269.0
Fordampning	0.1	0.3	0.8	2.1	3.6	3.3	4.2	3.4	1.9	0.7	0.2	0.0	16.3	20.5
90321	2898.9	2401.6	2869.2	2508.0	2734.6	2661.4	2440.3	2313.5	2444.1	2988.0	2053.5	2910.2	12599.9	31229.3
Samlet fraførsel	2899.0	2401.8	2869.9	2510.1	2738.2	2664.7	2444.4	2322.9	2446.0	2988.7	2053.7	2910.2	12616.3	31249.8
Volumen ændring	-13.3	-28.7	71.4	-136.9	-64.7	25.2	-61.2	-10.2	115.3	21.3	35.8	39.2	4.4	-6.8
Vandbalance	-16.3	-30.2	68.1	-136.5	-63.3	23.2	-59.1	-10.2	112.8	17.3	35.0	33.4	3.3	-26.0

STOFBALANCE

Side : 2

Udskrevet: 29/05/2000

Parameter: 1376 Total-P

År: 1999

SØ-VAKS, Sø-modul

S6: Ørn Sø (ØRN 1)

Enhed.....: Kg

Af : TJ

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90067	31.2	31.0	38.7	22.8	20.8	26.2	27.8	18.7	17.7	29.8	20.1	63.8	111.1	348.4
90258	228.7	271.9	225.4	220.9	267.1	315.6	298.9	212.6	200.5	261.1	179.3	271.7	1294.7	2953.7
Målt tilføjet	259.9	302.9	264.2	243.6	287.9	341.8	326.7	231.2	218.2	290.9	199.4	335.4	1405.8	3302.1
Umålt opland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Atm. deposition	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	1.6	18.0
Arnakkeilden	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	7.2	34.8
Kendt grundvand	3.0	2.7	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	12.8	18.8
Stofbalance	264.7	307.3	273.4	248.3	292.7	348.0	331.5	236.1	230.2	296.9	206.4	342.4	1438.5	3378.0
Samlet tilførsel	197.8	188.4	201.5	206.8	237.6	249.1	170.5	162.7	169.4	205.5	181.1	210.4	989.2	2380.7
Stofbalance	1.1	2.2	10.0	10.0	5.7	4.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	11.4	24.8
Samlet fraførsel	198.9	190.6	201.5	216.9	243.3	249.1	175.3	163.6	169.4	205.5	181.1	210.4	1000.7	2405.5
Magasinændring	5.5	11.4	0.3	-16.3	51.8	-71.8	41.8	-19.1	4.7	9.4	-3.3	-5.1	7.3	9.3
Søbalance %	-65.9	-116.7	-71.9	-31.5	-48.8	-98.9	-156.2	-72.5	-60.9	-91.4	-25.3	-132.0	-437.8	-972.4
Søbalance -g/m2	-24.9	-38.0	-26.3	-12.7	-28.4	-47.1	-30.7	-26.4	-30.8	-30.8	-12.3	-38.5	-149.6	-333.0
Sedimentbalance %	-0.16	-0.28	-0.17	-0.07	-0.12	-0.24	-0.37	-0.17	-0.14	-0.22	-0.11	-0.31	-1.04	-2.31
Sedimentbalance -g/m2	-60.4	-105.3	-71.5	-47.8	-74.8	-114.4	-81.6	-56.2	-61.9	-77.6	-28.6	-137.0	-430.5	-963.2
Sedimentbalance %	-22.8	-34.5	-21.2	-19.2	0.8	-49.0	-34.5	-38.8	-28.1	-27.6	-13.8	-40.0	-146.0	-330.0
Sedimentbalance -g/m2	-0.14	-0.25	-0.17	-0.11	0.01	-0.41	-0.27	-0.22	-0.13	-0.20	-0.07	-0.33	-1.02	-2.29

Side : 3

DATAGRUNDLAG

SØ-VAKS, Sø-modul

Udskrevet: 29/05/2000

Parameter: 1376 Total-P

Af : TJ

Sø: Ørn sø (ØRN 1)

Enhed.....:

År: 1999

Særeatl.....: 0.42 km2 Søvolumen.....: 1680000 m3 Umålt opland: 0.00 km2 Atmosferisk deposition: 0.10 kg/ha/år

Indløb: 90067 (2 km2) , 90258 (48 km2) ,
Udløb.: 90321 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedber (mm)	73.0	41.0	98.0	43.0	52.0	127.0	50.0	80.0	106.0	112.0	25.0	140.0
Fordampning (mm)	2.0	6.0	18.0	50.0	85.0	78.0	9.0	0.0	46.0	17.0	0.0	1.0
Vandtilf. fra Arnakkekilden (l/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Vandtilf. fra grundvand (l/s)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Stoftilf. fra Arnakkekilden (kg/l)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Stoftilf. fra grundvand (kg/l)	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Koncentr. til vandbalance (kg/l)	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (µg/l)
19/01/1999	0.90	17/01/1999	65.00
01/03/1999	1.90	06/02/1999	78.00
16/03/1999	1.01	16/03/1999	69.00
23/04/1999	0.81	29/03/1999	70.00
27/04/1999	0.66	13/04/1999	97.00
17/05/1999	0.58	27/04/1999	68.00
25/05/1999	0.53	17/05/1999	86.00
08/06/1999	0.45	25/05/1999	108.00
22/06/1999	0.46	08/06/1999	110.00
06/07/1999	0.60	22/06/1999	91.00
20/07/1999	0.55	06/07/1999	51.00
03/08/1999	0.38	20/07/1999	75.00
17/08/1999	0.38	03/08/1999	108.00
31/08/1999	0.32	17/08/1999	84.00
28/09/1999	0.52	31/08/1999	64.00
12/10/1999	1.13	28/09/1999	86.00
09/11/1999	0.53	12/10/1999	63.00
09/12/1999	0.88	09/11/1999	95.00
		09/12/1999	78.00

Side : 2

STOFBALANCE

Udskrevet: 29/05/2000

Parameter: I211 Total-N

År: 1999

Sø-VAKS, Sø-modul

Sø: Ørn sø (ØRN 1)

År: 1999

Enhed.....: Kg

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90067	481.5	334.9	574.0	334.9	259.0	306.4	308.2	257.6	213.5	392.6	277.8	836.3	1344.6	4576.5
90258	3534.1	2918.0	3386.1	3242.6	3326.0	3713.5	3528.0	2333.0	2442.4	3454.6	2475.9	3544.4	15742.9	38298.5
Målt tilføjet	4015.5	3252.8	3960.1	3577.5	3584.9	4019.9	3636.1	3190.6	2655.9	3847.2	2753.7	4380.7	17087.5	42875.0
Umålt opland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Atm. deposition	51.5	48.3	53.5	51.8	53.5	51.8	53.5	53.5	51.8	53.5	51.8	53.5	264.1	630.0
Arnakkekliden	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	120.0	288.0
Kendt grundvand	45.5	41.1	45.5	44.1	45.5	44.1	45.5	45.5	44.1	45.5	44.1	45.5	224.7	288.7
Stofbalance	4138.6	3366.3	4151.2	3697.3	3708.0	4162.9	3759.2	3313.6	2888.5	3987.6	2908.5	4537.1	17832.3	44618.8
Samlet tilførsel	4301.6	3472.0	4072.4	3276.3	3106.6	3260.3	2878.0	2494.7	2660.4	4424.7	3089.3	4312.3	14400.0	41348.6
90321	24.9	45.5	183.4	183.4	78.8	76.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	167.3	421.1
Stofbalance	4326.5	3517.6	4072.4	3459.6	3185.4	3260.3	2954.2	2506.9	2660.4	4424.7	3089.3	4312.3	14567.2	41769.7
Samlet fraførsel	-36.2	-77.2	-110.0	-344.7	-233.0	194.4	-100.3	-234.4	804.4	-114.3	64.3	101.9	431.1	-85.2
Megasindring	188.0	151.3	-78.7	-237.7	-522.6	-902.7	-804.9	-806.7	-228.1	437.2	180.8	-224.9	-3265.0	-2849.1
Sebalance -%	4.5	4.5	-1.9	-6.4	-14.1	-21.7	-21.4	-24.3	-7.9	11.0	6.5	-5.0	-89.4	-76.5
Sebalance -g/m2	0.45	0.36	-0.19	-0.57	-1.24	-2.15	-1.92	-1.92	-0.54	1.04	0.43	-0.54	-7.77	-6.79
Sedimentbalance -%	151.7	74.1	-188.0	-582.4	-755.6	-766.3	-905.1	-1041.1	576.3	322.9	245.1	-122.9	-2833.9	-2934.3
Sedimentbalance -g/m2	3.7	2.2	-4.6	-13.3	-17.0	-17.0	-21.1	-31.4	20.0	8.1	8.4	-2.7	-72.9	-73.6
Sedimentbalance -g/m2	0.36	0.18	-0.45	-1.39	-1.80	-1.69	-2.16	-2.48	1.37	0.77	0.58	-0.29	-6.76	-7.00

Side : 3

Udskrevet: 29/05/2000

DATAGRUNDLAG

Parameter: 1211 Total-N

Af : TJ

SØ-VAKS, Sø-modul

Sø: Ørn Sø (ØRN 1)

År: 1999

Særeal.....: 0.42 km2 Søvolumen.....: 1680000 m3 Udvælt opland: 0.00 km2 Atmosferisk deposition: 15.00 kg/ha/år

Indløb: 90957 (2 km2) , 90258 (48 km2) ,
 Udlob.: 90321 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør (mm)	73.0	41.0	98.0	41.0	52.0	127.0	50.0	80.0	106.0	112.0	25.0	140.0
Fordampning (mm)	2.0	6.0	18.0	50.0	85.0	79.0	99.0	80.0	46.0	17.0	5.0	1.0
Vandtilf. fra Arnattekilden (l/s)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Vandtilf. fra grundvand (l/s)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Støttilf. fra Arnattekilden (kg)	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Støttilf. fra grundvand (kg/l)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Koncentr. til vandbalance (mg/l)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Dato	Vandset. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
19/01/1999	0.90	19/01/1999	1.53
07/03/1999	0.80	01/03/1999	1.50
16/03/1999	1.21	16/03/1999	1.33
29/03/1999	1.01	29/03/1999	1.43
13/04/1999	0.81	13/04/1999	1.24
27/04/1999	0.66	27/04/1999	1.35
17/05/1999	0.58	17/05/1999	1.07
25/05/1999	0.53	25/05/1999	1.14
08/06/1999	0.45	08/06/1999	1.25
22/06/1999	0.46	22/06/1999	1.36
06/07/1999	0.60	06/07/1999	1.36
20/07/1999	0.38	20/07/1999	1.17
03/08/1999	0.39	03/08/1999	1.30
11/08/1999	0.38	11/08/1999	0.95
16/09/1999	0.32	16/09/1999	1.13
28/09/1999	0.52	28/09/1999	0.91
12/10/1999	1.13	12/10/1999	1.49
09/11/1999	0.53	09/11/1999	1.66
09/12/1999	0.88	09/12/1999	1.36

STOFBALANCE

Udskrevet: 29/05/2000

SØ-VAKS, Sø-modul

Parameter: 2041 Total-Fe

Sø: Ørn Sø (ØRN 1)

År: 1999

Enhed.....: Kg

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90067	512.8	376.2	767.5	346.9	270.2	330.2	414.5	245.5	301.8	538.5	310.6	1053.6	1562.1	5469.2
90258	3769.2	3226.7	4404.8	3361.6	3465.7	3915.3	4430.1	2792.7	3421.9	4675.1	2774.0	4485.5	18025.7	44722.5
Milt tilløb	4282.0	3602.9	5172.3	3708.5	3735.9	4245.5	4844.5	3038.2	3723.7	5213.6	3084.7	5539.1	19587.8	50130.7
Umalt opland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arnskekilden	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	44.1	45.5	44.1	45.5	224.7	536.1
Kendt grundvand	45.5	41.1	45.5	44.1	45.5	45.5	45.5	45.5	112.8	17.3	35.0	33.4	135.9	289.7
Stofbalance	4351.5	3668.0	5309.8	3776.5	3805.4	4336.7	4914.0	3107.7	3904.5	5300.4	3187.7	5642.0	20068.4	51304.5
Samlet tilførsel	4174.5	3199.4	3632.7	2509.3	2011.9	2116.3	1655.4	1153.9	1622.8	3652.9	3493.0	3649.3	8560.3	32871.5
Stofbalance	26.1	48.2	140.0	140.0	54.5	36.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	96.8	311.1
Samlet fraførsel	4200.7	3247.6	3632.7	2649.2	2066.4	2116.3	1691.5	1160.1	1622.8	3652.9	3493.0	3649.3	8657.1	33182.6
Magasinændring	-21.3	-45.9	-677.9	-563.7	-165.0	-122.4	-417.3	354.2	485.6	1228.5	-340.2	-184.8	135.1	-470.1
Sebalance -%	-150.8	-420.4	-1677.1	-1127.3	-1739.1	-2220.4	-3222.5	-1947.7	-2281.7	-1647.5	305.3	-1992.7	-1441.3	-18121.9
Sebalance -g/m2	-0.8	-11.5	-31.6	-29.9	-45.7	-51.2	-65.6	-62.7	-58.4	-31.1	9.6	-35.3	-283.6	-416.8
Sedimentbalance -%	-0.36	-1.00	-3.99	-2.68	-4.14	-5.29	-7.67	-4.64	-5.43	-3.92	0.73	-4.74	-27.17	-83.13
Sedimentbalance -g/m2	-172.2	-466.3	-2355.0	-1691.0	-1904.1	-2342.8	-3639.8	-1593.5	-1796.1	-419.0	-34.9	-2177.5	-11276.2	-18592.0
Sedimentbalance -%	-4.0	-12.7	-44.4	-44.8	-50.0	-54.0	-74.1	-51.3	-46.0	-7.6	-0.8	-36.6	-275.4	-428.8
Sedimentbalance -g/m2	-0.41	-1.11	-5.61	-4.03	-4.53	-5.58	-8.67	-3.79	-4.28	-1.00	-0.08	-5.18	-26.85	-44.27

Side : 3

DATAGRUNDLAG

SØ-VAKS, Sø-modul

Udskrevet: 29/05/2000

Parameter: 2041 Total-Fe

Af : TJ

Enhed.....:

År: 1999

Særeal.....: 0.42 km2 Sevolumen.....: 1680000 m3 Umålt opland: 0.00 km2 Atmosferisk deposition: 0.00 kg/ha/år

Indleb: 90067 (2 km2) , 90258 (48 km2) ,
Udleb: 90321 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør (mm)	73.0	41.0	98.0	43.0	52.0	127.0	50.0	80.0	106.0	112.0	25.0	140.0
Fordampning (mm)	2.0	6.0	10.0	50.0	85.0	79.0	99.0	80.0	46.0	17.0	0.0	0.0
Vandtilf. fra Arnsøteikilden (l/s)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Vandtilf. fra Grundvand (l/s)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Stoftilf. fra Arnsøteikilden (kg)	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Stoftilf. fra Grundvand (mg/l)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Koncentr. til vandbalance (mg/l)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
19/01/1999	0.90	19/01/1999	1.60
01/03/1999	0.80	01/03/1999	1.60
16/03/1999	1.21	16/03/1999	1.20
29/03/1999	1.01	29/03/1999	1.20
13/04/1999	0.81	13/04/1999	0.97
27/04/1999	0.66	27/04/1999	0.96
17/05/1999	0.58	17/05/1999	0.64
25/05/1999	0.53	25/05/1999	0.77
08/06/1999	0.45	08/06/1999	0.88
22/06/1999	0.46	22/06/1999	0.75
06/07/1999	0.60	06/07/1999	0.51
20/07/1999	0.38	20/07/1999	0.51
03/08/1999	0.39	03/08/1999	0.48
17/08/1999	0.38	17/08/1999	0.36
31/08/1999	0.38	31/08/1999	0.73
16/09/1999	0.32	16/09/1999	0.54
28/09/1999	0.52	28/09/1999	0.84
12/10/1999	1.13	12/10/1999	1.30
09/11/1999	0.53	09/11/1999	1.80
09/12/1999	0.88	09/12/1999	1.30

Metode til beregning af vand - og stofbalance

Vandbalancen opstilles ud fra følgende størrelser :

N : nedbør	(månedsværdier, mm)
E_a : fordampning	(månedsværdier, mm)
Q_p : direkte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Q_t : sum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Q_a : afløb	(månedsværdier, l/s)
Q_u : umålt opland (beregnes ud fra vægtning af tilløb)	(månedsværdier, l/s)
Q_s : vandstandsvariationer (magasinering)	(diskrete værdier, m)
Q_g : udveksling med grundvand	(månedsværdier, mm)
A : søareal	(konstant, m ²)

GRUNDDATA

$$\text{Ligning : } Q_g = -A(N - E_a) - Q_p - Q_t + Q_a - Q_u + Q_s$$

hvor $Q_u = \text{sum af } (Q_i(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (v_i er vægte $< > 1,0$)

$Q_s = \text{produktet af lineært interpoleret ændring i vandstand mellem månedsslut/-månedstart og søareal.}$

Stofbalance opstilles ud fra :

P_a : atmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
T_t : sum af målte transporter i tilløb	(månedsværdier, kg)
T_a : transport i afløb	(månedsværdier, kg)
T_p : direkte stofudledning fra punktkilder	(månedsværdier, kg)
T_\emptyset : direkte udledning fra øvrige kilder	(månedsværdier, kg)
T_u : stoftilførsel fra umålt opland (vægtede)	(månedsværdier, kg)
T_g : stofudveksling med grundvand (+/-)	(månedsværdier, kg)
S : ændret stofindhold i søen (søkonc., volumen)	(diskrete værdier, $\mu\text{g/l} \cdot \text{m}^3$)
T_i : intern belastning	(månedsværdier, kg)
C : søkoncentration	(diskrete værdier, $\mu\text{g/l}$)
V : søvolumen	(diskrete værdier, m ³)
g_+ : koncentration af tilført grundvand	(konstant, $\mu\text{g/l}$)
g_- : koncentration af udsivet grundvand	(konstant, $\mu\text{g/l}$)

$$\text{Ligning : } T_i = -P_a A - T_t + T_a - T_p - T_\emptyset - T_u - T_g + S$$

hvor $T_u = \text{sum af } (T_i(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (med vægte $< > 1,0$)

$T_g = g_+ Q_g$ for $q_g > 0$ (måneder med tilstrømning) og
 $T_g = g_- Q_g$ for $Q_g < 0$ (måneder med udsivning).

$S = C_{n+1} V_{n+1} - C_n V_n$ (interpolerede værdier ved månedsskifter)

(søvolumener er beregnet ud fra diskrete vandstande og søareal)

Fytoplankton - metodik

Prøvetagning

De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget på en station, som er placeret på det dybeste sted i søen. Prøven er udtaget med vandhenter og af blandingsprøven fra 0,2 + 2 + 4 + 6 m er der udtaget 250 ml, som er fikseret i sur lugol opløsning.

Derudover er der udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med maskevidde på 20 µm, hvorefter den er fikseret i sur lugol opløsning. I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning : Miljøprojekt nr. 187. Planteplanktonmetoder, 1991.

Bearbejdning af prøver

Den kvalitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Uthermöhl's sedimentationsteknik (Uthermöhl, 1958). Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 10 ml.

For hver prøvetagningdag er der fra net - og vandprøverne udarbejdet en artsliste med samtlige fundne slægter og arter.

Der er tilstræbt at tælle mindst 100 individer/kolonier af de hyppigst forekommende arter i hver prøve. Et tælle-tal på ca. 100 medfører en usikkerhed på ca. 20 %.

Volumen af de kvantitativt dominerende arter er bestemt ved opmåling af de lineære dimensioner af 10 - 15 celler og en efterfølgende tilnærmelse af cellens form til simple geometriske figurer (Edler, 1979).

For kiselalger er der for data fra 1989 ved omregning fra vådvægt til kulstof, altid kalkuleret med en vakuolestørrelse i cellen på 75 %. Med data for 1990 og 1991 er der ved denne omregning kalkuleret med en plasmatykkelse i cellen på 1 µm. Efterfølgende omregning til kulstof er foretaget ved hjælp af formlen :

$$PV = CV - (0,9 \cdot VV)$$

hvor PV er det modificerede plasmavolumen, CV det totale cellevolumen og VV vakuolens volumen.

Med data fra 1992 er beregningsmetoden for kulstofindhold i kiselalger ændret til ikke længere at tage hensyn til en vakuole med et lavere kulstofindhold.

I følge ovennævnte retningslinier er det endvidere antaget, at kulstof udgør følgende procentdele af organis-

mernes plasmavolumen : Thekate furealger 13 %, øvrige algegrupper 11 %.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater tilhørende slægten *Cryptomonas*, flagellater der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfikserede prøver, celler der var for fåtallige til at blive optalt særskilt samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper. Volumen af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Helle Jensen.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabaseprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Fytoplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fytoplankton rådata.

Zooplankton - metodik

Prøvetagning

Prøverne er indsamlet med 5 liter hjerteklap vandhenter med KC-maskiners ekstra sikring af klapperne.

Prøvetagningsmetode

På hver af de tre stationer er der udtaget prøver i 0,2 + 2 + 4 + 6 m. Fra hver blandingsprøve er der udtaget hhv. 2 liter til filtrering gennem 90 µm net og 0,25 liter til sedimentation. Alle tre stationer er endeligt puljet. Begge prøver er konserveret med sur lugol opløsning og opbevaret i mørke flasker.

Bearbejdning

Den kvantitative oparbejdning af prøverne er foretaget i omvendt mikroskop. I de fleste tilfælde er identifikation af dyrene også foretaget i dette.

Oparbejdningen af den sedimenterede og den filtrerede prøve er så vidt muligt sket i overensstemmelse med overvågningsprogrammets vejledning "Zooplanktonundersøgelser i søer; Metoder", som der derfor henvises til for en detaljeret beskrivelse af metodik.

Zooplanktonets biomasse er beregnet efter længde/vægt relationer (McCauley, 1984). Biomassen er opgivet i mm³/l. Beregningerne er for alle grupper foretaget som et gennemsnit af de individuelle biomasseværdier. Gennemsnit og standardafvigelser af de målte længder og tilhørende biomasser er angivet i datarapporten.

Registreringer bearbejdning og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabehandlingsprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Zooplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fytoplankton rådata.

Specifikation / år VANDBALANCE FOR ØRN SØ	1974	1978	1979	1981	1984	1985	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel (10*6 m ³ /år)		33	33	42	42	42	41	36	38,3	37	33	32	37	36	29	28	29	31,2
Samlet fraførsel (10*6 m ³ /år)		33	33	42	42	42	41	34	38,3	35	32	32	37	36	29	28	29	31,2
Indsvining/udsvining (10*6 m ³ /år)										-2								
Opholdstid:																		
- år (dage)								15	16	17	19	19	16	15	21	22	21	20
- sommer (1/5-3/9) (dage)								18	19	17	21	20	16	15	23	23		
- max. måned (dage)								22	20	19	24	23	19	16	19	19	19	
- min. måned (dage)								9	9	15	15	17	13	14	24	24	24	
BELASTNING - MASSEBALANCER																		
Total-fosfor - år:																		
Samlet tilførsel (t P/år)	9,8	7,7	8,8	8,1	12,5	11,7	10	7,2	5,9	4,6	3,9	3,2	3,6	3,33	2,7	2,6	2,9	3,4
- spildevand (t P/år) (dambrug)	8,9	5,4	6,4	5,2	9,6	8,8	7,1	>4,5	>2,9	>1,7	1	0,9	1,1	-0,03	0,4	0,3	0,1	-0,16
- spredt bebyggelse (t P/år)								<0,4	<0,4	<0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	<0,1	0,06
- åbent landbidrag (t P/år)	0,9	2,3	2,4	2,9	2,9	2,9	2,9	2,3	2,5	<2,5	2,6*	1,9*	2,4	2,3	1,9	1,9	1,9	2,09
- basis (t P/år)								0,01	0,01	0,01	0,06	0,06	0,09	0,09	0,04	0,01	0,01	0,08
- regnvandsbetingede udledninger								4,1	3,84	3,50	3,11	2,5	3,1	2,34	1,8	1,9	2,2	2,4
- nedbor								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Samlet fraførsel (t P/år)	4,2	3,9	3,6	4,6	4,8	6,5	3,3	4,1	3,84	3,50	3,11	2,5	3,1	2,34	1,8	1,9	2,2	2,4
Tilbageholdt P (t P/år)	5,6	3,8	5,2	3,5	7,7	5,2	6,6	3,1	2,0	1,1	0,8	0,6	0,5	0,99	0,9	0,7	0,7	0,97
Tilbageholdt P %	57	49	59	43	62	44	66	43	35	21	19	20	15	29	32	27	23	29
Samlet tilførsel (g P/m ² år)	23,3	18,3	21	19	30	28	24	17	14	11	9	8	9	7,9	6,5	6,8	6,9	8,1
Pi (indløbskonc. i µg P/l)		248	267	193	298	279	246	200	153	124	120	99	99	92	93	95	101	108
Total-fosfor - sommer (1/5-3/9):																		
Samlet tilførsel (kg P/dag)								18	12,7	11,5	10,2	8,3	9,4	9,0	7,1	7,8	7,2	9,6
Samlet fraførsel (kg P/dag)								10	9,0	10,3	8,5	6,7	9,2	6,1	5,0	6,0	6,4	6,7
Tilbageholdt P (kg P/dag)								8,0	3,7	1,2	1,7	1,6	0,2	2,9	2,9	0,5	0,5	2,9
Tilbageholdt P i %								44	41	11	17	20	2	32	32			30
Samlet tilførsel (mg P/m ² /dag)								43	30	27	24	20	22	98	96	83	99	114
Pi (indløbskonc. i µg P/l)								194	146	132	128	108	95	98	96	83	99	114
Opløst fosfat - år:																		
Samlet tilførsel (t P/år)								1,9	1,9	1,4	1,2	1,2		1,2	0,7	0,7	0,9	
Samlet fraførsel (t P/år)								1,3	1,2	0,8	0,7	0,7		0,73	0,4	0,4	0,6	
Pi (indløbskonc. i µg PO4-P/l)								54	44	37	36	39		33	24	27	31	

* = beregnet som differens

	1974	1978	1979	1981	1984	1985	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
BELASTNING - MASSEBALANCER																				
Total-kvælstof - år:																				
Samlet tilførsel (t N/år)	73	52	69			79	81	65	58,1	52,3	48,5	44,8	54,3	53,3	43,3	40,4	43,6	44,6		
Samlet fraførsel (t N/år)	32	57	73	82	77	68	75	55	55,2	43,5	42,8	37,3	46,3	47,1	39,5	37,4	40,7	41,8		
Tilbageholdt N (t N/år)	41	-5	-4			11	6	10	4,9	8,8	5,7	7,5	8	6,2	3,8	3,1	3,3	2,8		
Tilbageholdt N i %	56	-10	-6			14	7	15	7	16	13	17	15	12	9	8	8	6		
Samlet tilførsel (g N/m ² /år)	174					188			138	125	115	106	129	127	103	106	97	99		
Ni (indløbskonc. i mg/l)		1,6	2,1			1,9	2	1,8	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4		
Total-kvælstof sommer (1/5-30/9):																				
Samlet tilførsel (kg N/dag)								158	133	151	135	113	126	143	114	110	124	119		
Samlet fraførsel (kg N/dag)								112	115	111	96	94	115	114	95	95	105	97		
Tilbageholdt N (kg N/dag)								46	18	40	39	19	11	29			18	22		
Tilbageholdt N i %								29	14	26	29	17	9	20			14	18		
Samlet tilførsel (mg N/m ² dag)*								376	317	360	321	269	299				296	284		
Ni (indløbskonc. i mg/l)								1,7	1,53	1,70	1,72	1,47	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7	1,4		
Jern (Fe) - år:																				
Samlet tilførsel (t Fe/år)								67	63	51	44	46	54	48	43	38	41	51,3		
Samlet fraførsel (t Fe/år)								46	39	32	32	32	47	32	25	23	26	33,2		
Tilbageholdt Fe (t Fe/år)								21	24	19	12	15	7	17	18	15	15	18,1		
Tilbageholdt Fe i %								31	41	42	29	32	14	35	43	40	35	35		
Tilbageholdelse g Fe/m ² /år								50	57	55	29	35	17	40	44	40	35	44		
Fe-i (indløbskonc. i mg Fe/l)								1,9	1,6	1,6	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,6		

Parametre	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Planteplanktonbiomasse, sommergns. (mm ³ /l)	12.1	4.2	7.5	10.1	7.5	6.7	4.4	4.2	6.5	2.3	5.7
Planteplanktonbiomasse, årsgns. (mm ³ /l)	9.4	3.7	5.6	6.8	4.2	3.8	2.9	3.0	6.3	1.8	4.1
% blågrønalg af sommergns.	0	0	2	1	14	14	11	1	2	2	7
% kiselalger af sommergns.	37	6	78	84	55	62	38	70	57	20	59
% rødtalger af sommergns.	49	55	18	13	14	14	29	22	35	62	28
% grønalg af sommergns.	9	25	2	1	0	1	1	1	2	3	1
Dyreplanktonbiomasse, sommergns. (mg tv/l)	1.36	1.35	1.02	2.19	1.66	2.50	1.09	2.91		1.77	
Dyreplanktonbiomasse, årsgns. (mg tv/l)	0.79	0.76	0.73	1.20	0.88	1.35	0.81	1.99		1.34	
% hjuldyr af sommergns.	11	1	3	28	13	60	4	3		6	
% cladoccer af sommergns.	71	73	67	66	78	31	70	86		48	
% vandlopper af sommergns.	18	26	30	6	9	9	26	11		46	
Dyreplankton, sommer											
% Daphnia af cladoccer	38	43	56	62	69	95	70	79			
Middelvægt af Daphnia (µ g tv/l)	970	978	676	1441	1301	785	757	2504		845	
Middelvægt af cladoccer (µ g tv/l)											
Græsningstryk											
Pot. græsning (µ g C/l/dag)											
% af hele planteplanktonbiomassen											
% af hele planteplanktonbiomassen < 50 µ m											
Fisk (CPUE, garn)											
Total antal					158					96	
Total biomasse (g)					7214					6601	
Fisk (CPUE, el)											
Total antal					516					141	
Total biomasse (g)					9224					4584	
Rovfiske-index					0.28						
Skidiffiske-index					0.75						

Oversigt over tidligere undersøgelser i Ørn Sø

1973-1974	Vandkemiske undersøgelser, sediment
1979	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, sediment, bundfauna og fytoplankton.
1987	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton
1988	Fiskeundersøgelser og smådyrsfauna
1989	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, sediment og zooplankton
1990	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1991	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og fisk
1992	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1993	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1994	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton, sporstofundersøgelse
1995	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton, zooplankton og sediment
1996	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton
1997	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton, fiskeundersøgelse
1998	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton, fiskeyngelundersøgelser.
1999	Vandkemiske undersøgelser, stoftransport, fytoplankton og zooplankton, fiskeyngelundersøgelser.

Udskrift af CORINE Arealanvendelses data
DMU/fevø - Dato.: 1995.04.12

Århus Amt
Stations/kyst del-opland og kun indenfor amtet

Kode	Arealtype	Areal (km ²)	Procent
1120	Åben bebyggelse	1,02	20,22
2430	Blandet landbrug	0,96	19,01
3110	Løvskov	0,58	11,57
3120	Nåleskov	0,88	17,42
3130	Blandet skov	1,21	23,91
5120	Søer	0,40	7,88
	Total	5,04	100,00

Navn/lokaltid	Århus Amt-nr./ DDH-nr.	Topografisk opland km ²	Grovsandet jord 1 %	Finsandet jord 2 %	Lerbl. sandjord 3 %	Sandbl. lerjord 4 %	Ler- jord 5 %	Svar lerjord 6 %	Humus jord 7 %	Special type 8 %	Skov	Fersk- vand %	Andet	Dyrket	Udyrket
Funder Å, Funderholme Parallelkanal	090258/21.74 090339/210648	48	31	0	31	0	0	0	3	0	32	0	3	65	35*
Funder Å, Funder Station	090259/21.39	42	32	0	32	0	0	0	1	0	33	0	2	64	36*
Pet Sø, afløb	090071/-	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	43	0	100
Sandemandsbæk	090067/210581	2,01	23	0	28	0	0	0	0	0	26	0	23	51	49
Lyså, Lysbro	090321/21.75	56	29	0	28	0	0	0	3	0	34	1	5	60	40*
Kilde v. Kuranstalt	090678/-	0,46													x

* Skønnet fordeling 50% dyrket, 50% udyrket

