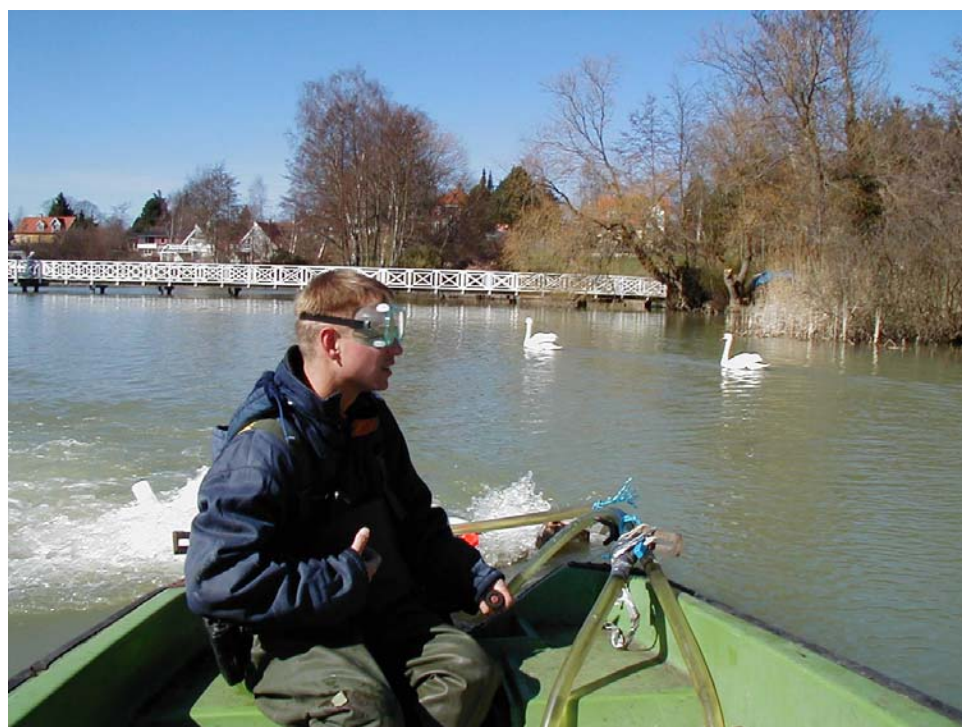


Status for Kollelev Mose, februar 2004



Kunde

Lyngby-Taarbæk Kommune
Driftsafdelingen
N.J. Drisdal
Rådhuset
2800 Kgs. Lyngby
45 97 30 00

Rådgiver

Hedeselskabet
Miljø- og Energi as
Ringstedvej 20
4000 Roskilde
Telefon 46 30 03 10
Telefax 46 30 03 11

Sag nr. 362.02.533
Projektleder Søren Gabriel
Kvalitetssikring Erik Jørgensen

Godkendt af Erik Jørgensen
Udgivet 2004-02-25

Indholdsfortegnelse

1	RESUMÉ	3
2	INDLEDNING	5
3	BAGGRUND	6
3.1	KOLLELEV MOSES TILSTAND OG OMGIVELSER.....	6
3.2	KOLLELEV MOSE – HISTORISK SET.....	7
3.3	RESTAURERINGSTILTAG I PERIODEN 1998-2003.....	7
3.3.1	<i>Jernbehandling af bassin 2 og 3</i>	7
3.3.2	<i>Beluftning af vandet</i>	8
3.3.3	<i>Bio-manipulation: Fiskesamfundet ændres</i>	9
3.3.4	<i>Åkandeskæring</i>	9
3.3.5	<i>Begrænsning af andefodring</i>	10
3.4	PLEJEPLAN FOR KOLLELEV MOSE	11
4	RESTAURERINGS- OG PLEJETILTAG I 2003	11
4.1	UDBRINGNING AF ALUMINIUM	11
4.1.1	<i>Udbringning og dosering</i>	11
4.1.2	<i>pH-effekter</i>	13
4.1.3	<i>Effekter på fisk mm.</i>	13
4.1.4	<i>Umiddelbare effekter på sigt dybde og fosforkoncentrationer</i>	15
4.1.5	<i>Indarbejdning af aluminiumflokke i sedimentet</i>	15
4.2	BELUFTNING	15
4.3	SKÆRING AF ÅKANDER.....	15
5	OVERVÅGNINGSRESULTATER OG UDVIKLINGSTENDENSER	17
5.1	PH, LEDNINGSEVNE MM.	17
5.2	ILTINDHOLD	18
5.3	FOSFOR	20
5.3.1	<i>Effekter af restaureringstiltag</i>	21
5.3.2	<i>Effekt af beluftning og aluminium</i>	21
5.4	SIGTDYBDE OG KLOROFYL	25
5.4.1	<i>Sigt dybde og klorofyl efter aluminiumbehandling</i>	28
5.5	PLANKTON - SAMMENSÆTNING OG UDVIKLING.....	29
5.5.1	<i>Prøvetagning</i>	29
5.5.2	<i>Fytoplankton</i>	30
5.5.3	<i>Zooplankton</i>	33
5.5.4	<i>Diskussion og sammenligning med tidligere år</i>	34
5.6	FISK OG BUNDDYR.....	35
6	MÅLSÆTNINGER FOR MOSEN	37
6.1	FORHOLDENE FØR ALUMINIUMBEHANDLINGEN.....	37
6.2	FORHOLDENE EFTER ALUMINIUMBEHANDLINGEN	38
7	ANBEFALINGER TIL FREMTIDIGE TILTAG	39

1 Resumé

Kollelev Mose har som følge af udledning af spildevand været ekstremt eutrofiert frem til slutningen af 1990'erne, hvor restaureringen blev påbegyndt. Med afskæringen af det sidste spildevand og etablering af beluftningsanlægget i mosen blev de økologiske forhold forbedret væsentligt. Overvågningsresultaterne viser imidlertid, at fosforfrigivelsen fra sedimentet - som følge af den biologiske omsætning af sedimentet - har været tiltagende fra 1999 til 2002. Således var maksimumniveauet for fosfor i vandfasen i 2002 sammenligneligt med tilstanden umiddelbart inden beluftningen blev etableret og jernbehandlingen blev udført.

Aluminiumbehandling af bassin 1 og 2

Dette var baggrunden for den aluminiumbehandling, der blev gennemført i bassin 1 og 2 i foråret 2003. Ved behandlingen blev der taget udgangspunkt i den tilladelse, Miljøstyrelsen havde givet. I forbindelse med spredning af det basiske aluminiumprodukt blev målt pH-værdier op til 9-9,5. Efter spredning af det sure produkt var pH stabilt omkring 7,0. Den laveste pH-værdi, der blev registreret var 6,5. Nogle steder langs bredden opstod lokalt fiskedød som følge af behandlingen. Dette skyldtes, at pH-effekten og koncentrationen af opløst aluminium var ekstra stor på områder med helt lavt vand. Efter behandling blev størstedelen af de døde fisk, i alt ca. 500 fisk, svarende til fem kg, indsamlet med net.

Beluftning og skæring af åkander

Beluftningen har, ligesom i 2002 fungeret fint i 2003. Det betyder, at der sommeren igennem har været stabile men fortsat lave iltkoncentrationer i både bund- og overfladevand i mosen. Iltkoncentrationen i bundvandet i alle tre bassiner var dog generelt højere end 4,5 mg/l ved målingerne i 2003, også i sommerperioden, hvor sedimentrespirationen er særlig stor.

I forhold til de tidligere år blev praksis for skæring af åkander ændret i 2003, så der blev gennemført flere slåninger. Det vurderes, at dette har større effekt på planternes genvækst end den hidtidige praksis, samtidig med at de hyppige slåninger kun resulterer i begrænsede mængder af afskåret plantemateriale.

Moniteringsresultater

Lyngby-Taarbæk Kommune har iværksat et monitoringsprogram for at følge effekterne af de restaureringstiltag, der gennemføres i Kollelev Mose. Den udvikling, der er sket i 2003 er sammenfattet i det følgende:

- Koncentrationen af orto-fosfat faldt til under detektionsgrænsen (0,002 µg/l) i forbindelse med aluminiumbehandlingen i bassin 1 og 2 og har holdt sig på dette niveau sommeren igennem. I løbet af sommeren blev der i bassin 1 og 2 opbygget en koncentration af total-P på ca. 150 µg P/l.
- Koncentrationen af klorofyl i de aluminiumbehandlede bassiner er på højde med de tidligere års målinger, men dog lavere end i bassin 3, der ikke er behandlet.

- Sigtdybden i bassin 1 og 2 er ikke bedre end de tidligere år og lever fortsat ikke op til målsætningen om en sommersigtdybde på 1 meter.

Det vurderes, at det manglende gennemslag af aluminiumbehandlingen på algebiomassen skyldes den biologiske struktur af søens fiskebestand. Den store bestand af fredfisk græsser sommeren igennem zooplankton ned, så der ikke sker nogen græsning på fytoplankton. Kombineret med, at forholdene for sedimentation er dårlige på grund af beluftningen, betyder det, at der ikke sker nogen udsynkning af fytoplankton. Herved kan der opbygges en stadig større biomasse af fytoplankton sommeren igennem.

Det forventes, at der vil ske en markant forbedring af sigtdybden i mosen i forbindelse med den biomanipulation, der er planlagt i 2004.

I bassin 3, der ikke er behandlet med aluminium er der ikke sket nogen ændringer i forhold til de tidligere års målinger. Sigtdybde og klorofylindhold er ikke ændret væsentligt og koncentrationen af ortofosfat og total-fosfor i 2003 et mønster, der ligner det, der kendes fra de tidligere år med sommerkoncentrationer på op til 700 µg P/l.

Mosens biologi

Den lave koncentration af orto-P i 2003 betyder, at væksten af fytoplankton sommeren igennem har været fosfatbegrænset. Effekten er da også tydeligt slået igennem på fytoplanktons sammensætning, hvor mindre arter af primært ubevægelige grønalger var til stede i større antal og i længere tid end tidligere. Zooplanktonets sammensætning er ligeledes påvirket af aluminiumbehandlingen. I prøven fra før fosforbindingen blev der registreret enkelte *Daphnia cucullata* samt en del *Bosmina longispina*, som begge er effektive filtratorer af små fytoplanktonarter (5-50 µm). I de resterende prøver – efter behandling med aluminium – var cladoceerne helt forsvundet fra netprøverne, og der forekom udelukkende cyclopoide copepoder samt hjuldyr, der kun i ringe grad er i stand til at øve et betydende græsningstryk på fytoplanktonet. Det vurderes, at denne ændring skyldes fredfiskenes græsning på zooplankton.

Faunaen på søens barbund var moderat artsrig og domineret af dansemyg og orme. Generelt udgøres faunaen af dyregrupper normalt tilpasset et liv på barbunden

Kollelev Moses aktuelle fiskebestand er i udpræget grad domineret af småskaller, som findes i en meget tæt bestand i søen.

Anbefalinger

Anbefalingerne for det videre arbejde i mosen omfatter aluminiumbehandling af bassin 3, biomanipulation i alle tre bassiner, fortsat slåning af åkander samt løbende monitorering af en række kemiske og biologiske parametre.

2 Indledning

I 2003 er der som et led i restaureringen af Kollelev mose gennemført en aluminiumbehandling af mosens to store bassiner. Dette indgreb har haft en markant indflydelse på miljøtilstanden i mosen, hvilket dokumenteres i årets overvågningsresultater, der i denne rapport sammenfattes og diskuteres i forhold til resultatet af de tidligere års monitoring.

Denne rapport indgår sammen med ”Aluminiumbehandling af Kollelev Mose - afrapportering, maj 2003” som den afrapportering, Miljøstyrelsen har bedt om i forbindelse med opstilling af vilkår for aluminiumbehandlingen af bassin 1 og 2 i Kollelev mose.

Rapporten munder ud i en række anbefalinger for den fremtidige indsats i Kollelev mose. Disse anbefalinger er allerede diskuteret med Lyngby-Taarbæk Kommune og indgår som grundlag for indsatsen i 2004.

3 Baggrund

Baggrundsafsnittet indeholder som i tidligere rapporter en opsummering af Kollelev Moses tilstand og omgivelser efterfulgt af kortfattet gennemgang af Kollelev Moses historie. Derefter følger et resume af de tiltag, der er iværksat for at forbedre miljøkvaliteten i søerne og en beskrivelse af plejeplanen for Kollelev Mose.

3.1 Kollelev Moses tilstand og omgivelser

Kollelev Mose består af 3 indbyrdes forbundne bassiner. Der er en kanal mellem bassin 1 og 2 og en rørledning mellem bassin 1 og 3. Der findes ikke nogen egentlige tilløb til mosen. Afløbet sker gennem rør fra Bassin 3 til Sorte Mose og derfra videre til Mølleåsystemet og i regnvandssystemet.

Søerne er omgivet af villahaver, der ligger helt ned til søbredden samt et mindre parkanlæg på knap 2 ha. med parklignende vegetation.

Mosen har tidligere modtaget store mængder spildevand, der i dag er afskåret, og kloaksystemet er udbygget så der kun sker meget begrænset overløb. Der er desuden via sandfang tilløb af separatkloakeret regnvand fra et mindre opland.

De 3 søer i Kollelev Mose har frem til dette års aluminiumbehandling været ekstremt næringsrige, lavvandede søer med periodisk masseforekomst af blågrønner, lav sigtedybde, ingen egentlig undervandsvegetation, men kraftig vækst af flydebladsplanter. I sommeren 1994 var ca. 40 % af vandoverfladen således dækket af flydebladsplanter (nøkkeroser og åkander).

Indholdet af næringsstoffer i vandfasen har tidligere været meget højt. Undersøgelser fra før afskæringen af spildevandet har således vist et indhold af total-P på 0,6-5,3 mg P/l og et indhold af total-N på 1,4-7,5 mg/l. Enkelte analyser udført af Københavns Amt i sommeren 1997 viser en fosforkoncentration på ca. 0,7 mg/l. I kapitel 5 findes en præsentation og en vurdering af de monitoringsdata, der er indsamlet i forbindelse med Lyngby-Taarbæk Kommunes restaurering af mosen. Disse resultater dækker perioden fra 1998 og frem til i dag.

Ved en opfiskning i 1998 blev der fjernet flere tons karusser fra søen, og fiskebestanden i mosen består langt overvejende af planktivore fisk, primært skalle. Disse arter hører til de såkaldte fredfisk, der har en negativ indvirkning på søens tilstand.

Lavvandede søer som Kollelev Mose vil naturligt have en fosforkoncentration på 50-100 µg P/l og en sigtedybde på 1-2 meter. På bunden vil undervandsplanter forekomme i de zoner, hvor der trænger tilstrækkeligt lys ned til bladene, og søens fiskebestand vil være domineret af primært aborrer og skaller. Iltforholdene vil næsten altid være gode i hele vandsøjlen.

Under henvisning til Kollelev Moses historie (mosehullerne er udgravet som ler- og tørvegrave) og til den generelt øgede baggrundsbelastning af bynære søer, kan der ikke opnås en fosforkoncentration på det "naturlige" niveau, 50-100 µg/l.

Derimod vurderes det på baggrund af modelberegninger, at det er realistisk at nå en fosforkoncentration, der generelt er under 150 µg/l. Ved denne koncentration kan der, evt. med en vis pleje, opretholdes tilnærmelsesvis de samme forhold (sigtedybde, fiskebestand etc.) som i mosens naturlige baggrundsstilstand.

3.2 Kollelev Mose – historisk set

Kollelev Mose har fået sin nuværende udformning ved råstofgravning, der stod på i 1800-tallet og i starten af forrige århundrede. Disse aktiviteter ophørte, og området blev udstykket og bebygget i større stil fra ca. 1910 og godt 20 år frem i tiden.

Mosen kom – som følge af omgivelsernes status som byområde – i en årrække til at fungere som recipient for mekanisk rensset spildevand. I perioden frem til 1942, hvor den direkte spildevandstilledning blev stoppet, modtog Kollelev Mose således størstedelen af den pulje af næringssalte og organisk stof, som i dag ligger i sedimentet. Efter 1942 har mosen lejlighedsvis modtaget fortyndet spildevand via overløb, og antallet af sådanne hændelser er blevet gradvist mindsket, i takt med at spildevandssystemet blev forbedret.

I dag er dimensioneringen af kloaknettet så god, at mosen i praksis kun yderst sjældent belastes. Den eksterne belastning med især næringssalte er derfor reduceret til et minimum. De eksisterende problemer med høje koncentrationer af fosfor, kraftig algevækst og et stort iltforbrug i sedimentet, der stadig forekommer, skyldes derfor udledninger tilbage i tiden, og den langt overvejende andel af den samlede belastning er følgelig intern.

3.3 Restaureringstiltag i perioden 1998-2003

Siden 1998 er der foretaget en række indgreb, der tilsammen har forbedret tilstanden i mosen. Disse tiltag er beskrevet tidligere (bl.a. i rapporterne ”Status for Kollelev Mose, januar 2000, 2001 og 2002), men en gennemgang medtages endnu engang i denne rapport for fuldstændighedens skyld.

Den aluminiumbehandling af mosen, der er gennemført i 2003 findes beskrevet selvstændigt i kapitel 4.

3.3.1 Jernbehandling af bassin 2 og 3

Ved at immobilisere fosfor i sedimentet ved en jernbehandling reduceres fosforkoncentrationen i vandet. Fosfor er begrænsende for algevæksten i de fleste søer, og en lav fosforkoncentration er en forudsætning for en lille algevækst og dermed god sigtedybde. Den største fosforkilde til vandmassen i Kollelev Mose er frigivelse af fosfor fra sedimentet. Fosfor i sedimentet stammer fra tidligere spildevandstilledninger, jævnfør tidligere afsnit.

Ved fosforbinding tilsættes søvandet syreopløst jern eller aluminium, som hurtigt udfældes. Begge metaller binder fosfor stærkt, og tilsætning øger sedimentets

samlede fosforbindingskapacitet. Fosfor vil herved forblive i sedimentet frem for at blive frigivet til vandet.

I Kollelev Mose er der gennemført jernbehandling i 1998 (bassin 3) og 1999 (bassin 2). Ved hver af de gennemførte jernbehandlinger er mosen tilført jern svarende til ca. 24 g/m² (to jernbehandlinger er gennemført). Samlet var det planlagt at tilføre en jernmængde på 120 g/m² ved i alt 5 jernbehandlinger i hvert bassin. Som følge af denne behandling forventes fosforoverskuddet i sedimentet at blive bundet og frigivelsen herfra at ophøre.

Den hidtidige behandling, som i Bassin 2 kun udgør 40 % af det samlede behov, har ikke været tilstrækkelig til at opnå en effektiv fosforbindingskapacitet i sedimentet. Derfor blev der stadig frigjort en del fosfor, indtil sedimentet blev færdigbehandlet med aluminium i foråret 2003.

3.3.2 Beluftning af vandet

I 1998 og 1999 blev et beluftningssystem udlagt i Kollelev Mose. Beluftningen sker ved nedblæsning af luft i diffusorslanger, der er spændt ud i mosen. Diffusorslanger er plasticslanger med små huller. Diffusorslangerne sidder på stolper ca. 10 cm over den bløde bund.

Boblerne fra slangerne skaber en vandbevægelse, der bevirker en omrøring af vandet, hvorved det sikres, at der ikke opstår lommer med iltfrit bundvand. Ved omrøringen forøges vandoverfladens optagelse af ilt fra atmosfæren, hvorimod luftboblerne selv kun ilter vandet i mindre omfang.

Beluftning har til formål at sikre, at der ikke opstår iltfrie forhold i bundvandet. Beluftningen sikrer samtidigt, at omsætningen af den store pulje af organiske stof accelereres.

Beluftning er påkrævet, idet der på bunden af mosen er ophobet en stor mængde af letomsætteligt organisk stof fra tidligere spildevandsudledninger og fra vedvarende udsynkning af døde alger. Sedimentets iltforbrug er større end hvad der tilføres bundvandet ved naturlig genluftning via vandoverfladen, og der er derfor risiko for iltsvind. Ved at holde mosens vandmasse iltet reduceres frigivelsen af jern og fosfor fra sedimentet..

Ved at holde vandet iltet øges nedbrydningen af den store mængde organisk materiale, der er ophobet på bunden af mosen. I takt med, at det organiske stof nedbrydes, vil sedimentets iltforbrug gradvis reduceres og det organisk bundne P frigøres.

Efter en periode forventes iltforbruget at være så lavt, at det ikke længere vil være nødvendigt at belufte vandet. Beluftningsperioden forventes at vare yderligere en årrække år, frem til mellem 2005 og 2010. I takt med, at sedimentet nedbrydes, og iltforbruget mindskes, kan der dog skrues ned for effekten af pumperne, hvor-

ved der spares strøm. Om vinteren kan der også skrues ned for beluftningen, idet sedimentets iltforbrug er beskedent på denne årstid, grundet den lave temperatur. Ved isdække er det endvidere aftalt, at pumperne slukkes, således at der ikke opstår våger omkring diffusorerne.

3.3.3 Biomanipulation: Fiskesamfundet ændres

Formålet med biomanipulation er at skabe en hensigtsmæssig fiskebestand med mange rovfisk og få fredfisk.

En stor og velstruktureret rovfiskebestand udøver et stort prædationstryk på bestanden af fredfisk. Idet fredfisk æder zooplankton (dafnier, vandlopper etc.), vil færre fredfisk medføre, at zooplanktonet klarer sig bedre. Zooplankton æder de planktoniske alger, hvorfor en stor zooplanktonmængde medfører få alger. Den ønskede fødekædestruktur består derfor af få planktonalger, meget zooplankton samt få fredfisk og mange rovfisk.

Den ønskede fødekæde, domineret af rovfisk og zooplankton, er kun stabil ved fosforkoncentrationer, der er lavere end 100-150 µg/l. Er fosforkoncentrationen over dette tærskelinterval, vil fødekæden ændres til at være domineret af fredfisk og alger.

I 1998 og 1999 blev der gennemført en biomanipulation af fiskebestanden i mosen. Mosen var inden biomanipulationen voldsomt domineret af fredfisk, især skaller og karusser. Mosen manglede en dominerende rovfisk.

Ved biomanipulationen blev der i alt opfisket ca. 2,5 tons fredfisk og udsat ca. 300 kg aborrer. I hvert fald en del af aborrerne har klaret sig, på trods af at fosforkoncentrationen stadig er for høj til permanent klart vand. I årene efter opfiskningen er der således observeret aborrer i forbindelse med tilsyn og åkandeskæring.

3.3.4 Åkandeskæring

Åkandeskæringen i Kollelev har flere formål:

- 1) At forøge iltoptagelsen fra atmosfæren.
- 2) At modvirke fuldstændig tilgroning af mosen.
- 3) At skabe bedre rekreative muligheder i og ved mosen.

Åkandeskæringen indgår som et element i plejeplanen, og er blevet udført hvert år siden 1999. Flydebladene afskæres 20-30 cm under vandoverfladen i de dele af mosen, hvor de ønskes fjernet. Åkander er i stand til at sætte nye blade flere gange i løbet af vækstsæsonen, da de har store mængder oplagsnæring i rodsystemet. Derfor er det nødvendigt at gentage skæringen flere gange med nogle ugers interval, så man til sidst udsulter planterne.

Resultaterne af åkandeskæringerne har været særdeles gode. I 1999 bestod langt størstedelen af høsten af grønne blade. Resultatet af indsatsen var, at bladsætningen var langt mere spredt i foråret 2000, inden den nye skæringsrunde blev påbegyndt.

Ved skæringerne i både 2000 og 2001 blev der, i modsætning til i 1999, hvor hovedparten var grønne blade, fjernet en betydelig større mængde rødder (80-90%) end blade (10-20%). Omfanget af skæringen var reduceret betydeligt i 2001, da biomassen af åkander var langt mindre end de forgående år.

Den store mængde rødder, som er flydt op og efterfølgende fjernet, skal ses som en indikation af, at åkanderne er døde i de fleste områder, hvor skæringen har fundet sted. Det vurderes derfor, at behovet for omfattende åkandeskæring er bortfaldet, så længe der i årene fremover følges op med skæringer i mindre målestok.

I 2002 blev åkanderne slået ved to større runder i sommermånederne, suppleret med fjernelse af mindre mængder i forbindelse med tilsyn. De supplerende skæringer – udført med le - vurderes dog ikke at give et resultat som står mål med indsatsen, hvorfor alene et par større runder i sommerperioden vil være at foretrække.

3.3.5 Begrænsning af andefodring

Fodringen af ænder og svaner fører i sig selv til en forurening med iltforbrugende organisk stof og med næringsstoffer, der kan sammenlignes med forurening fra tilførsel af spildevand.

Dertil kommer at fuglene snadrer i bunden og ødelægger eller spiser eventuelle bundplanter.

Endelig resulterer fodringen og de mange fugle i uæstetiske forhold, hvor brødrester og dun flyder rundt i overfladen

Hvis der fodres i for stort et omfang, overskrides den maksimale tæthed af ænder, som en lille sø kan rumme. Følgerne bliver en dårlig bestandsstruktur med udtalt stress blandt ænderne. Fodring af ænder kan derfor være en reel hindring i forsøget på at opnå en bedre vandkvalitet i småsøer.

For at begrænse problemets omfang, blev der i 1999 startet en informationskampagne ved mosen. Der er opsat tavler ved alle bassiner, der informerer om konsekvenserne ved overdreven fodring, og desuden giver gode råd om korrekt fodringsteknik.

Andefodringskampagnen ved Kollelev Mose har bevirket, at omfanget af fodring er aftaget. Også i bassin 3, hvor der i perioder er har været samlet relativt mange ænder og nogle måger synes problemet nu at være begrænset.

3.4 Plejeplan for Kollelev Mose

Der er udarbejdet en plejeplan for Kollelev Mose. Planens formål er, at:

- fastholde den gode tilstand, der er opnået/opnås ved restaureringstiltagene, og
- forbedre vandmassens æstetiske fremtoning og regulere vegetationen i overensstemmelse med borgernes og kommunens ønsker.

Plejen består af en række traditionelle plejetiltag, kendt fra landjorden og af en regelmæssig overvågning af tilstanden i vandet.

Resultaterne fra overvågningen vurderes løbende i forhold til den målsatte tilstand ud fra nogle beskrevne kriterier. Formålet er at gennemføre nødvendige plejetiltag, hvis overvågningen viser, at tilstanden udvikler sig i en uønsket retning.

4 Restaurerings- og plejetiltag i 2003

I 2003 blev der gjort en indsats mod et af mosens to væsentligste problemer, nemlig den interne forforbelastning. Dette skete ved at aluminiumbehandle bassin 1 og 2. Tilbage står aluminiumbehandlingen af bassin 3 og en biomanipulation af mosens fiskebestand, der udgør den anden væsentlige barriere for en naturlig miljøtilstand. Dette er planlagt for 2004 (se kapitel 7).

I øvrigt blev arbejdet med beluftning og begrænsning af åkandernes udbredelse fortsat i 2003.

4.1 Udbringning af aluminium

Sedimentet i Kollelev mose, bassin 1 og 2, blev i foråret 2003 behandlet med aluminium for at reducere frigørelsen af fosfor fra sedimentet. Ved behandlingen blev der taget udgangspunkt i den tilladelse, Miljøstyrelsen havde givet.

Mosens bassin 1 blev behandlet i perioden 7. – 14. april. Behandlingen af bassin 2 blev gennemført d. 1. maj. For at overholde tilladelsens krav om at der skulle gå mindst 14 dage mellem de to behandlinger.

4.1.1 Udbringning og dosering

Behandlingen af bassin 1 blev gennemført over tre arbejdsdage. Mandag d. 7/4 blev bassinet behandlet med 1,5 m³ basisk aluminiumprodukt (SAX-20) og tirsdag d. 8/4 blev der udbragt 3 m³ surt aluminiumprodukt (PAX-14). Den resterende behandling, i alt 1,5 m³ basisk produkt og 3 m³ surt produkt, blev udbragt mandag d. 14/4. Forholdet mellem den udbragte mængde af basisk og surt produkt var afstemt, så udbringningen samlet set var pH-neutral.

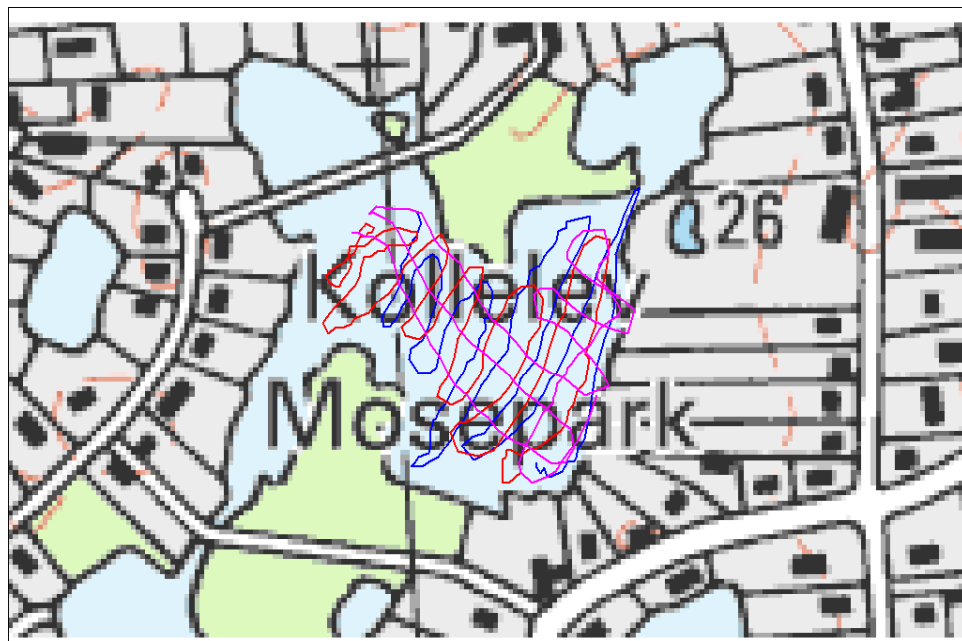
I alt blev der udbragt aluminiumprodukter svarende til 32 g Al pr. m² sediment

Udbringningen blev, som beskrevet i ansøgningen om tilladelse til udbringning, gennemført ved at tilføre produktet i skruvand fra en kraftig påhængsmotor. En ”skruvandsspreder” bag på båden sikrede, at produktet blev spredt til siderne uden at der skete en væsentlig opblanding af sedimentet.

Udbringningen blev gennemført ved at sejle rundt i hele bassinet flere gange (se figur 4.1).

Efter den første dags udbringning af det basiske aluminiumprodukt var vandet i mosen uklart på grund af suspendede ”mikroflokk”, der var udfældet ved den relativt høje pH. Disse blev fældet ved den efterfølgende udbringning af det sure produkt. Ved den sidste udbringning d. 14/4 blev det basiske og det sure produkt udbragt umiddelbart efter hinanden, så der straks skete en god opløsning og flokdannelse.

Ved udbringningen blev der lagt vægt på, at også de brednære områder blev behandlet, idet der også findes store mængder fosforholdigt sediment aflejret i bredzonen.



Figur 4-1 GPS-registrering af formiddagens udbringning af SAX-20 mandag d. 7/4. Det indtegnede spor illustrerer bådens position og viser, at formiddagens udbringningen skete syd for den hvide bro.

Behandlingen af bassin 2 blev tilrettelagt så erfaringerne fra bassin 1 blev udnyttet bedst muligt. Dette skete ved at behandle bassinet fra den ene ende og ind mod midten og efter en pause behandle den anden ende – fra enden og ind mod mid-

ten. På den måde blev det sikret, at de fisk, der opholdt sig i de åbne vandmasser havde mulighed for at flygte ned i den anden ende under behandlingen.

I bassin 2 blev der samlet udbragt 2,5 m³ SAX-20 og 4 m³ PAX-14, svarende til en dosering på 54 g Al pr. m² sediment.

4.1.2 pH-effekter

Forud for spredning af aluminium blev pH i bassin 1 bestemt til 8. Efter første behandling af hele bassin 1 med det basiske aluminiumprodukt d. 7/4 var pH-værdien i bassin 1 steget til mellem 9,0 og 9,4. Frem for at behandle færdig med det basiske produkt d. 8/4 blev det derfor besluttet at tilføje det sure produkt til en pH på 7 var opnået. Den afsluttende behandling med en kombination af det basiske og det sure produkt blev herefter gennemført d. 14/4.

Ligesom i bassin 1 fandtes i bassin 2 kraftige pH-effekter direkte i skruvand og op til 10 meter efter båden. Forud for spredning blev pH i bassinet målt til 7,6. I forbindelse med spredning af det basiske aluminiumprodukt blev målt pH-værdier op til 9-9,5. Efter spredning af det sure produkt var pH stabilt omkring 7,0. Den laveste pH-værdi, der blev registreret i forbindelse med udbringning var 6,5.

4.1.3 Effekter på fisk mm.

Efter behandlingen af bassin 1 lå en del småfisk (primært aborrer < 10 cm) døde på bunden. Nogle af de døde fisk blev indsamlet til undersøgelse på fiskepatologisk laboratorium på KVL og på Biologisk institut på Syddansk universitet, Odense.

Fiskepatologisk Laboratorium, der er specialiserede i parasitter og fiskesygdomme, fandt intet unormalt ved fiskene eller deres gæller. Henning Jensen, Syddansk Universitet, fandt derimod hvide udfældninger på gællerne af enkelte af de døde fisk. Det var lektor Henning Jensens vurdering, at disse udfældninger er aluminium, og at fiskene er døde som følge af dette eller som følge af chok ved de voldsomme ændringer i pH i forbindelse med udbringning.

Doseringen af det sure og det basiske produkt blev tilpasset, så der ikke opstod nogen samlet ændring i pH eller alkalinitet i søen. Dette ændrer dog ikke på, at der i nærzonen omkring udbringningen skete en ændring af pH. Tilsvarende gælder øjensynligt, at der ved den anvendte udbringningsmetode og dosering findes en kortvarig toksisk effekt af opløst aluminium på det lave vand langs bredden. Effekten er dog forbigående, idet aluminium udfælder efter kort tid (sekunder til minutter). Det var ikke muligt, at måle koncentrationen af opløst aluminium i vandet, idet det udfældede i forbindelse med prøvetagning.

Ved den anvendte dosis og udbringningsmetode blev initialkoncentrationen på det lave vand (10 cm) beregnet til teoretisk at kunne udgøre op til 100 mg Al³⁺/l. Ved koncentrationer i dette område er Al³⁺ akut toksisk for fisk.



Figur 4-2 Gedde fanget på stang to dage efter aluminiumbehandling af bassin 1. Gedden var i fin form og der var ingen tegn på misfarvning af gællerne.

For at reducere belastningen af mosens fiskebestand blev der i bassin 2 anvendt en anden strategi for spredning. Bassinet blev først behandlet fra den ene ende og ind mod midten og dernæst, efter en pause, fra den anden ende og ind mod midten. På den måde havde fiskene hele tiden mulighed for at flygte til et område med normale pH-forhold. Alligevel døde en del småaborrer og skaller i forbindelse med behandlingen. Flere steder var det tydeligt, at småfiskene flygtede ind i lunger ved bredden. På grund af det lave vand blev pH-effekten og koncentrationen af opløst aluminium ekstra stor, når der herefter blev behandlet i disse områder. På den måde skete der nogle steder langs bredden lokalt fiskedød som følge af behandlingen. Efter endt behandling blev størstedelen af de døde fisk, i alt ca. 500 fisk, svarende til fem kg, indsamlet med net.

Beboere i området oplyser tillige, at de i dagene efter behandlingen har fundet og opfisket flere døde gedder på op til en halv meters længde.

Ved sejlads og fiskeri på søen er der efter behandlingen set mange store rovfisk fisk (gedde og aborre) og store flokke af småfisk. Mængden af døde fisk skal da også sættes i forhold til at der ved en biomanipulation i 1998 blev fjernet ca. to tons fisk fra søen.

Der er som en del af den overvågning, der gennemførtes i forbindelse med aluminiumbehandlingen, udtaget og konserveret prøver af fisk, fyto- og zooplankton i bassin 1 og 2 før og efter aluminiumbehandling. Disse prøver er endnu ikke analyseret.

Ud fra en visuel vurdering af vandprøver sås ingen forskel i aktiviteten af zooplankton før og efter behandlingen i de to bassiner. Se dog også afsnit 5,5.

4.1.4 Umiddelbare effekter på sigtddybde og fosforkoncentrationer

Målet med udbringning af aluminium i Kollelev mose er at reducere sedimentets frigivelse af fosfor og ad den vej begrænse produktionen af fytoplankton og forbedre sommersigtddybden til mindst 1 meter.

Ved udbringning af aluminium skete umiddelbart en kraftig reduktion af vandmassens fosforkoncentration og en dramatisk forøgelse af sigtddybden, idet mindre partikler (herunder fytoplankton) og opløst fosfor fældes sammen med de dannede aluminiumflokke. Denne umiddelbare effekt er ikke direkte tilsigtet. Effekten opstår fordi aluminium fordeles mest effektivt over hele sedimentoverfladen ved at tilføre aluminium til vandmassen og lade det udfælde. I løbet af de første to uger efter behandlingen havde sigtddybden dog indstillet sig på et mere naturligt niveau.

I bassin 1 sås i forbindelse med udbringningen af aluminium en umiddelbar opklaring af vandet med sigt til bunden (3 meter), hvor man kunne se alle detaljer, såsom snegle, der bevægede sig rundt. Samtidig skete et fald i fosforkoncentrationen til under detektionsgrænsen (0,002 mg/l). Efter nogle dage normaliseredes sigtddybden til ca. 1 meter, mens koncentrationen af orto-P forblev mindre end 0,002 mg/l.

Ligesom i bassin 1 skete der en voldsom forøgelse af sigtddybden efter behandlingen af bassin 2.

Sigtddybde og fosforkoncentration findes tillige diskuteret i kapitel 5.

4.1.5 Indarbejdning af aluminiumflokke i sedimentet

Efter udbringning af aluminium lå flokkene som et 3-5 cm tykt, lyst lag oven på sedimentet. Efter blot en uge var flokkene arbejdet ned i de øverste centimeter af sedimentet, så sedimentets farve igen var normal. Fra båden sås tydeligt, at fiskene, når de svømmede langs bunden hvirvlede det øvre sediment op. Det vurderes, at det er denne ophvirvling, der er skyld i den hurtige indblanding af aluminium i sedimentet.

4.2 Beluftning

Beluftningsanlægget har kørt uden problemer i sæsonen 2003, og der har ikke været problemer med diffusorerne eller pumpernes funktion.

4.3 Skæring af åkander

I forhold til de tidligere år blev praksis for skæring af åkander ændret i 2003. Frem for som tidligere at anvende en meget stor del af de afsatte ressourcer på at opsamle de afskårne plantedele blev tiden i 2003 anvendt på flere slåninger. Det vurderes, at dette har større effekt på planternes genvækst, samtidig med at de

hyppige slåninger kun resulterer i begrænsede mængder af afskåret plantemateriale.

5 Overvågningsresultater og udviklingstendenser

Lyngby-Taarbæk Kommune har iværksat et monitoringsprogram for at følge effekterne af de restaureringstiltag, der gennemføres i Kollelev Mose. Det betyder, at der for mosens tre bassiner foreligger data for bl.a. orto-P, total-P siden foråret 1998 og måleserier for ilt og sigtdybde fra foråret 1999. Siden sommeren 2000 er klorofylindholdet samt algesamfundet blevet undersøgt, og fra efteråret 2001 er mængden af suspenderet stof blevet målt.

Miljøstyrelsens tilladelse til aluminiumbehandling af mosen indeholder desuden en række krav til overvågning og analyser i mosen. Det gælder:

- Kontinuert måling af ilt, pH, temperatur og ledningsevne
- Analyse af sedimentprøver før og efter behandling for Pb, Cd; Cu, Cr, Hg, Ni, Zn
- Analyse af bunddyr og fisk for indhold af aluminium ved analyse af en prøve pr. måned i tre måneder
- En vandprøve analyseres for fosfor Chl.a. og Al hver anden måned i et år.

De kontinuerte målinger af ilt, pH, temperatur og ledningsevne er gennemført, og afrapporteres i dette kapitel.

Sedimentprøver til analyse for metaller er udtaget, men endnu ikke analyseret. En massebalanceberegning viser dog, at det udfældede aluminium ikke vil påvirke sedimentets indhold af metaller.

Prøver af vand og fisk er udtaget og konserveret, men endnu ikke analyseret. Det har derimod ikke været muligt at udtage tilstrækkeligt store mængder af bunddyr til at analysere disse.

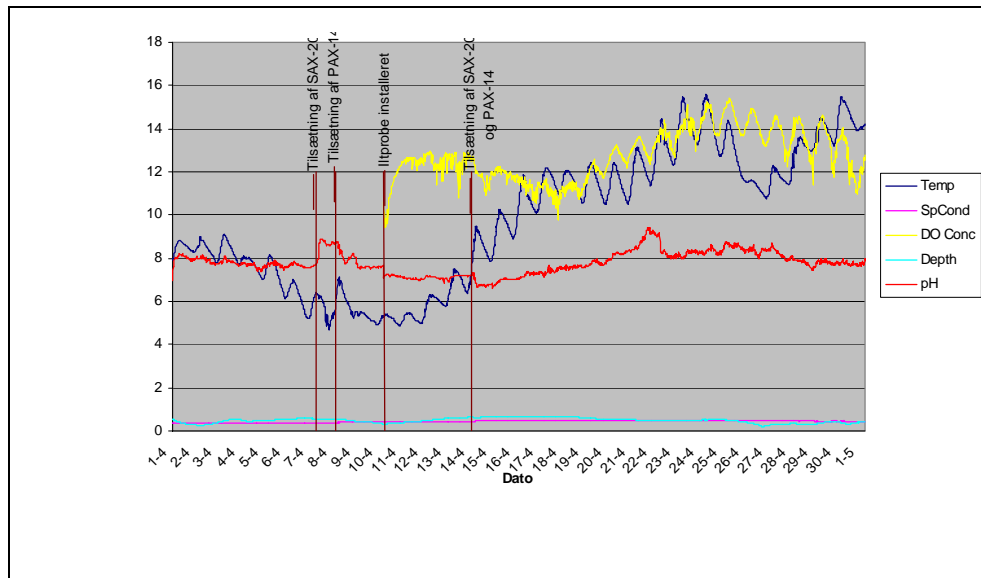
I det følgende præsenteres og vurderes monitoringsresultaterne i mosen.

5.1 PH, ledningsevne mm.

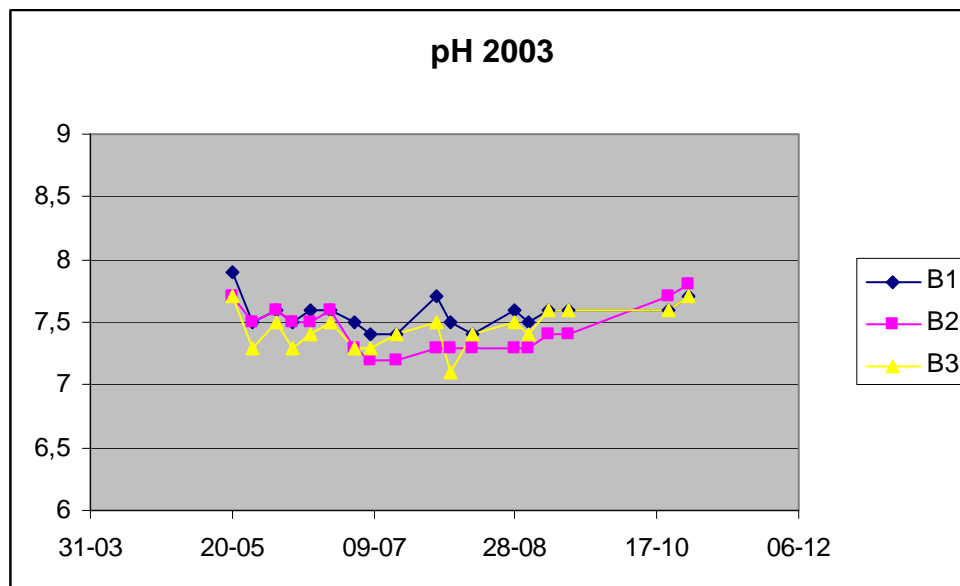
I vilkårene for tilladelsen til aluminiumbehandling af Kollelev mose krævede Miljøstyrelsen, at der blev gennemført en kontinuert måling af pH, temperatur, ledningsevne og ilt. Resultaterne af disse målinger findes i figur 5.1, hvor det ses, at pH svingede mellem 6,5 og 9,5 i forbindelse med den gennemførte aluminiumbehandling.

Af figur 5.2 ses resultatet af den ugentlige overvågning af pH i de tre bassiner. I den samlede periode varierer pH mellem 7 og 8, hvilket er inden for normalområdet i en sø som Kollelev mose. Det bemærkes, at den ugentlige registrering af pH, der er en middelværdi af flere målinger i en meters dybde, generelt ligger lavere end den kontinuerte måling (figur 5.1), der er foretaget i søoverfladen. Dette kan skyldes, at fytoplanktons produktion er højere ved søoverfladen end i en meters dybde. Usikkerheden på målingerne vurderes at være lille, idet udstyret til måling af pH løbende blev kalibreret.

Aluminiumbehandlingen af søen har ingen direkte indflydelse på søens temperatur eller vandets iltindhold og ledningsevne. Ændringerne i disse værdier har således ingen relation til aluminiumbehandlingen.



Figur 5-1 Kontinuerte målinger af temperatur (temp), ledningsevne (SpCond), opløst ilt (DO conc, dybde (depth og pH i en datalogger, der er monteret under broen i bassin 1.



Figur 5-2 pH-forhold i mosens tre bassiner i vækstsæsonen 2003

5.2 Iltindhold

Iltkoncentrationen er målt som profilmålinger, med registrering for hver 25 cm i vandsøjlen. Data er samlet som gennemsnitskoncentrationer (mg/l) i overflade- og bundvand.

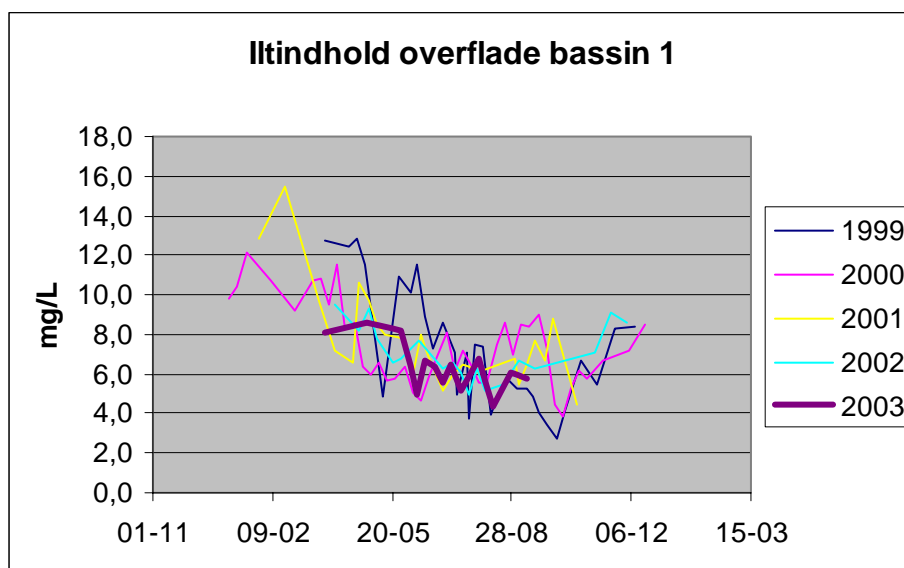
Indholdet af ilt i mosen er væsentligt af flere årsager:

- Gode iltforhold er en forudsætning for en tilfredsstillende økologisk kvalitet.
- Nedbrydningen af sediment foregår hurtigere ved høje iltkoncentrationer, og
- Fosfor bindes effektivt i et iltet sediment, forudsat at der er jern nok

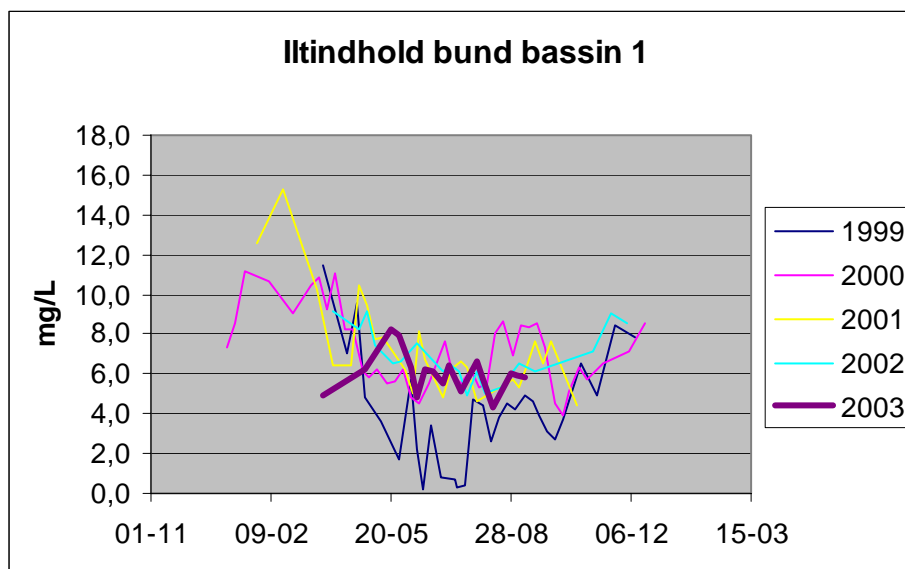
Mosens vandmasse kan potentielt iltes ved optagelse af ilt fra atmosfæren eller ved netto-iltproduktion fra fotosyntesen. Netto-iltproduktion ved fotosyntesen forudsætter en tilsvarende nettoproduktion og ophobning af alger i bassinets sediment. Den voldsomme sedimenttilvækst, der har fundet sted (1-3 cm/år), efter mosen er blevet belastet med spildevand, er et resultat af, at mosens vandmasse og sedimentet som samlet system er netto-autotroft (akkumulerer organisk stof).

Ved en reduktion i tilgængeligheden af fosfor – f.eks. ved fosforbinding med jern eller aluminium – ses en reduktion i produktionen. Dette kan i sidste ende betyde, at nedbrydningen i sedimentet overstiger ophobningen af døde alger, og systemet vandmasse/sediment således bliver netto-heterotroft (nedbryder organisk stof). I denne situation kan der, selv i *fuldt omrørte, lavvandede søer* forekomme undermætning af ilt i vandmassen, fordi sedimentets potentielle iltforbrug overstiger vandmassens iltoptagelse fra atmosfæren.

Iltkoncentrationen i overfladevandet i Bassin 1 er vist i figur 5.3. Der er ingen markant forskel på målingerne fra 2003 og de foregående år. Dog er udsvingene i iltindhold blevet endnu mindre end i 2001, en tendens der er en fortsættelse af forløbet siden pumpernes opsætning. Beluftningen virker altså som forventet dæmpende på udsving i søens iltkoncentration.



Figur 5-3 Iltindhold ved vandoverfladen, bassin 1, 1999-2003



Figur 5-4 Iltindhold i bundvandet, bassin 1, 1999-2003

Fig. 5.4 viser iltindholdet i bundvandet i Bassin 1. Det ses, at iltkoncentrationen var meget lav i en længere periode i sommeren 1999. Beluftningen blev først startet i juli 1999, og koncentrationen af ilt steg herefter. I 2000, 2001 og 2002 var iltindholdet i perioden fra primo maj til primo oktober højere end før beluftningen blev startet, og denne udvikling fortsatte i 2002. Således var iltkoncentrationen generelt højere end 5 mg/l ved målingerne i 2003. Især i den kritiske sommerperiode er det af stor betydning med gode iltforhold, da respirationen i denne tid er stor, grundet høj vandtemperatur.

Ligesom i bassin 1 fungerede beluftningen i bassin 2 og 3 uden problemer i 2003, og de iltforhold, der blev opnået i bassinerne var sammenlignelige med dem, der var gældende i bassin 1.

5.3 Fosfor

Koncentrationen af fosfor i Kollelev mose har tidligere været meget høj, med værdier, der særligt i sommerperioden oversteg 1000 µg P pr. liter. I takt med at tilførslen af spildevand til mosen gennem 1980'erne og 90'erne blev reduceret, faldt årsmiddelkoncentrationen til ca. 500 µg total-P pr. liter. Langt den overvejende del af totalfosfor bestod i sommermånederne af orto-fosfat. Otto-fosfat er den umiddelbart tilgængelige fosforkilde for de mikroskopiske alger, og ekstraordinært høje koncentrationer af denne kilde kan skyldes en kombination af flere faktorer:

- Stor pulje i sedimentet
- Lav bindingskapacitet
- Dårlige iltforhold i bunden
- Høje temperaturer
- Ekstern tilførsel

I Kollelev Mose gælder de fire første punkter, hvorimod den eksterne tilførsel er mindsket meget de seneste år, takket være forbedret kloakering og nedsat risiko for overløb af spildevand.

Den markante stigning i mængden af opløst fosfat indikerer, at fosforbindingskapaciteten er for lav i alle bassiner, hvilket yderligere forstærkes af en øget mineralisering i sedimentet, hvilket resulterer i endnu mere tilgængeligt fosfor.

De høje koncentrationer er således en kombination af flere af de ovennævnte faktorer. Generelt er der observeret høje koncentrationer af opløst fosfat i mange danske søer i 2002, så situationen i Kollelev Mose er derfor ikke enestående.

5.3.1 Effekter af restaureringstiltag

I bassin 1 var der frem til foråret 2003 ikke gennemført andre restaureringstiltag end den beluftning af vandmassen, der blev etableret i 1999. Dette gav anledning til en periode med lavere fosforkoncentrationer og en umiddelbar forbedring af tilstanden i bassinet (figur 5.5). Samtidig resulterede de forbedrede iltforhold ved bunden i en øget nedbrydningen af sedimentet, hvorved en del af den tidligere organisk bundne fosfor blev mobiliseret og frigivet til vandet. Resultatet af dette var, at bassinets tilstand i 2002 igen var forringet til et niveau, så det ikke var muligt at opfylde målsætningen om en stabil, klar tilstand.

Indholdet af totalfosfor i Bassin 2 ændrede sig markant efter jernbehandlingen i 1999 (figur 5.6). I 1999 og 2000 har sommerværdierne ligget mellem 100 og 300 µg/l, med en svag tendens til stigende værdier. I 2001 var fosforindholdet sammenligneligt med 2000, indtil slutningen af maj, hvor værdierne steg op til samme niveau som før jernbehandlingen. I 2002 var indholdet af totalfosfor steget yderligere, og niveauet var som før jernbehandlingen. Udviklingen frem til 2002 viser således – som forventeligt – at den tilsatte mængde jern ikke var tilstrækkelig til at holde fosforkoncentrationerne nede på sigt. At de høje sommerværdier i både 2001 og 2002 skyldes mangel på fosforbinder bekræftes ved, at iltindholdet i Bassin 2 begge år var højt nok til at sikre det tilstedeværende jerns evne som fosforbinder. Resultaterne fra Bassin 2 illustrerer således vigtigheden af at færdigbehandle sedimentet, som det er sket i 2003.

I bassin 3, der blev behandlet med jern i 1998, ses et tilsvarende forløb som i bassin 2 (figur 5.7). Bassin 3 har dog yderligere været voldsomt belastet med organisk stof og næringsstoffer fra store mængder brød, der er brugt til fodring af ænder frem til 2002.

5.3.2 Effekt af beluftning og aluminium

Behandlingen af bassin 1 og 2 med aluminium i foråret 2003 har haft stor effekt på fosforkoncentrationen. I figurerne 5.5 og 5.6 findes værdier for orto-P og total-P i de tre bassiner fra 1998 til 2003.

Effekten af aluminiumbehandlingen i bassinerne fremgår tydeligt af figurerne, hvor værdierne orto-fosfat faldt til under detektionsgrænsen (0,002 µg/l) i forbin-

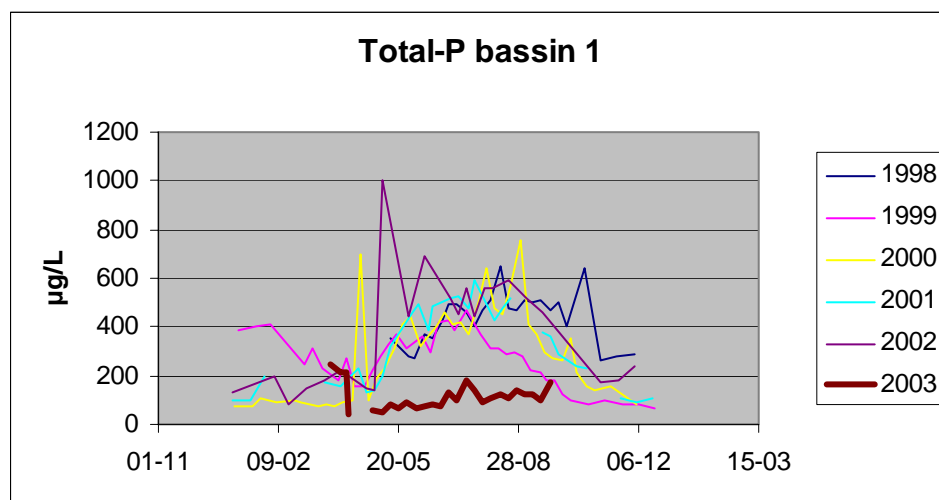
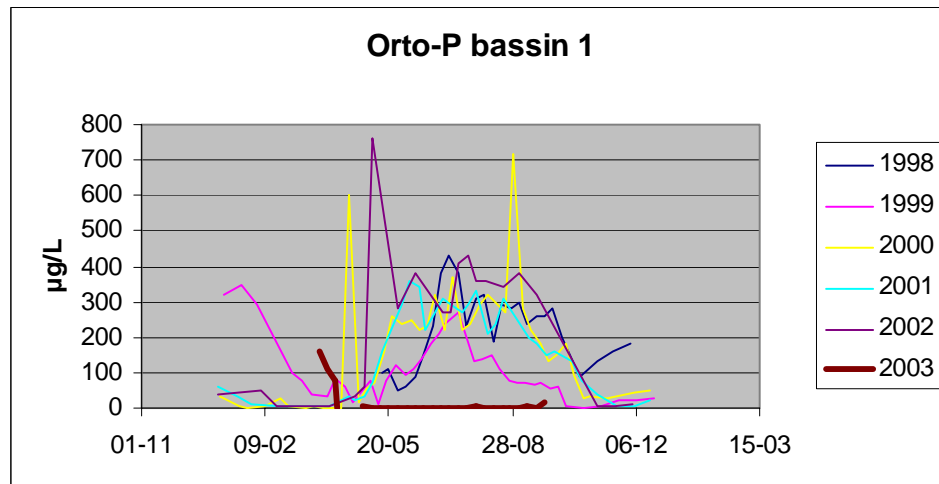
delse med aluminiumbehandlingen og har holdt sig på dette niveau sommeren igennem. Disse værdier skal sammenlignes med udviklingen de tidligere år, hvor koncentrationen af orto-P steg markant fra sidste halvdel af april og hen over sommeren og nåede værdier på op til 700 µg P/l.

Den lave koncentration af orto-P i 2003 betyder, at væksten af fytoplankton sommeren igennem har været fosfatbegrænset. Effekten er da også tydeligt slået igennem på fytoplanktons sammensætning (se afsnit 5.5).

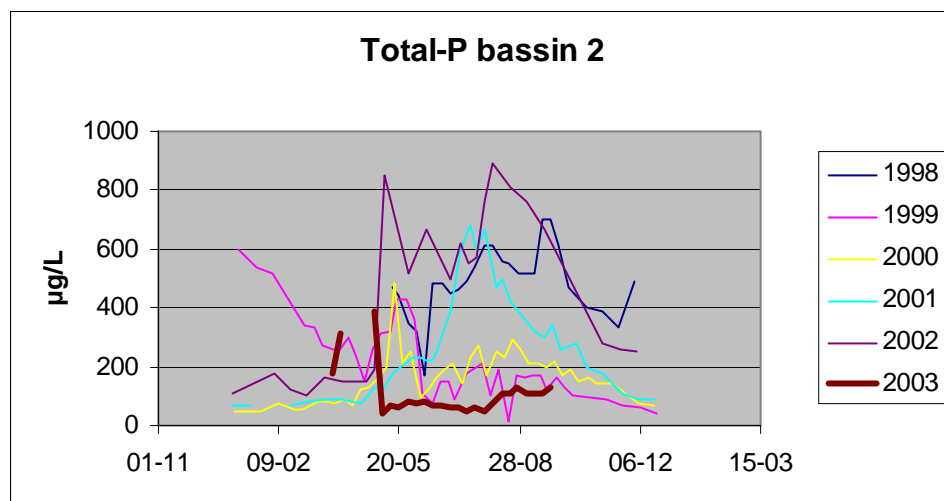
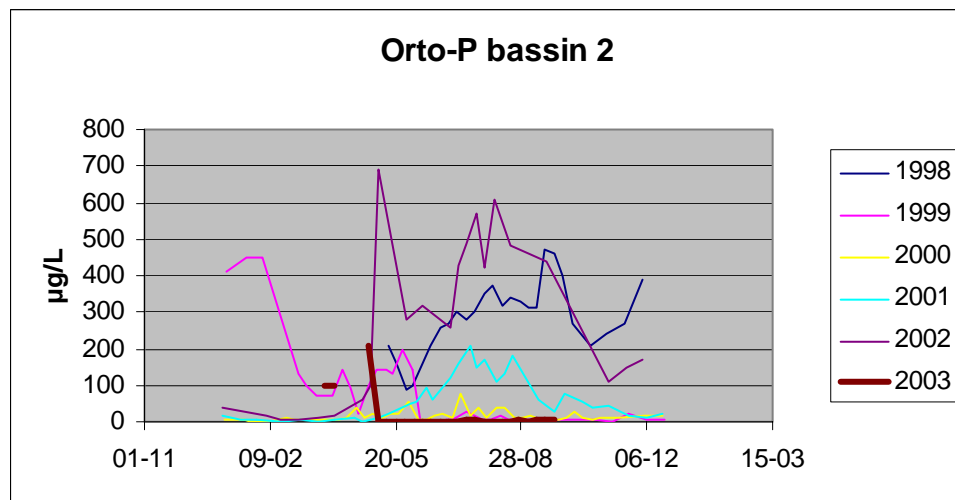
Koncentrationen af total-P blev også reduceret væsentligt i forbindelse med aluminiumbehandlingen, men er til gengæld steget svagt sommeren igennem. Stigningen skyldes fosfor, der er indbygget i den stadig stigende biomasse af alger, der også resulterer i en ringe sigtdybde i bassinet (se også afsnit 5.4). Stigningen i koncentrationen af total-P i bassin 2 i august måned 2003 falder sammen med, at der på grund af et pumpenedbrud i en periode skete overløb af spildevand til bassinet.

Det vurderes, at årsagen til, at denne ophobning sker, er, at udsedimentationen af alger i mosen er meget ringe. Dette skyldes to forhold. For det første vil de små algearter, der var dominerende i sommeren 2003, holde sig svævende på grund af beluftningens omrøring af vandet (se også afsnit 5.5). For det andet er zooplanktons prædation på algerne meget ringe, så udsynkningen med zooplanktons fækalier er begrænset. Den manglende græsning fra zooplankton skyldes fredfiskenes dominans i systemet (se også afsnit 5.6).

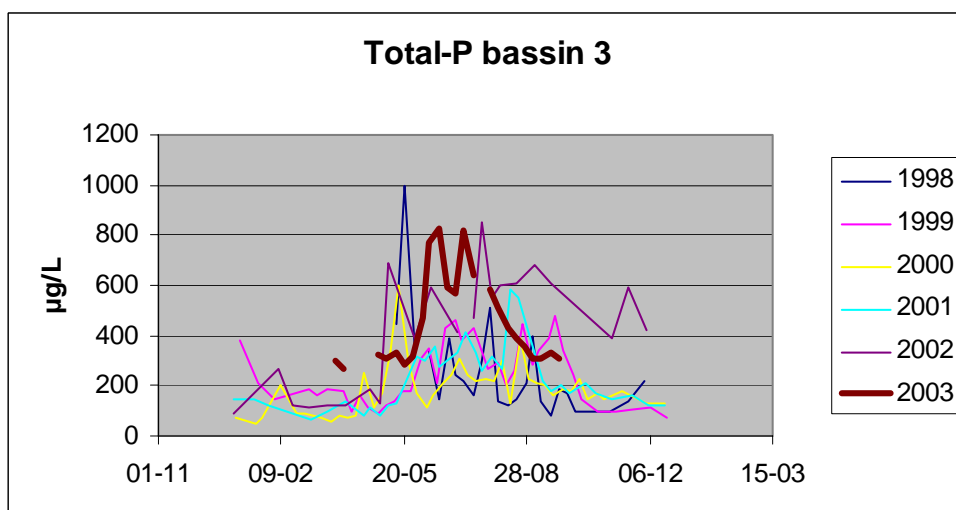
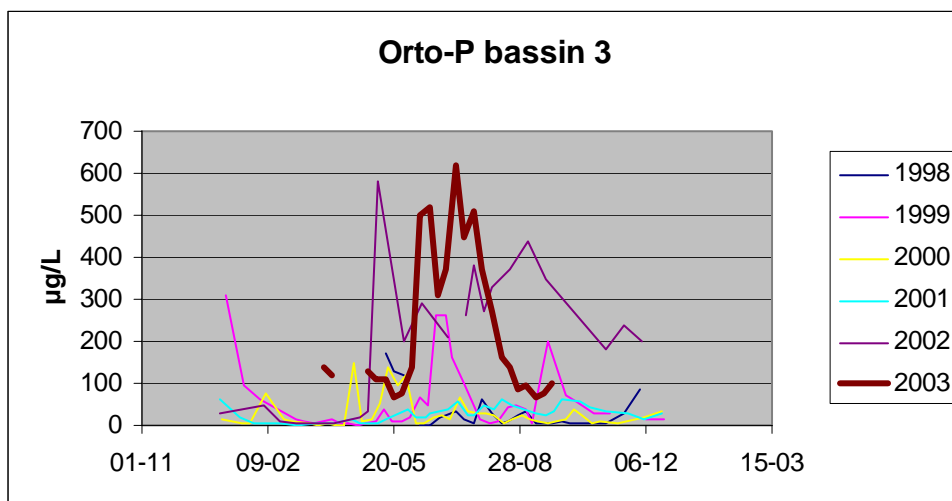
Den samlede mængde af total-fosfor i bassin 1 udgjorde sidst på sommeren i størrelsesorden 3 kg, der kan stamme fra en lille frigivelse fra sedimentet eller mere sandsynligt fra udsivning fra land.



Figur 5-5 Orto-P og total -P, bassin 1, 1998-2003



Figur 5-6 Orto-P og total-P, bassin 2, 1998-2003



Figur 5-7 Orto-P og total-P, bassin 3, 1998-2003

I bassin 3 (figur 5.7) følger koncentrationen af ortofosfat og total-fosfor i 2003 et mønster, der ligner det, der kendes fra de tidligere år. Dette er da også forventeligt, idet der ikke er gennemført særlige restaureringstiltag i bassin 3 i 2003.

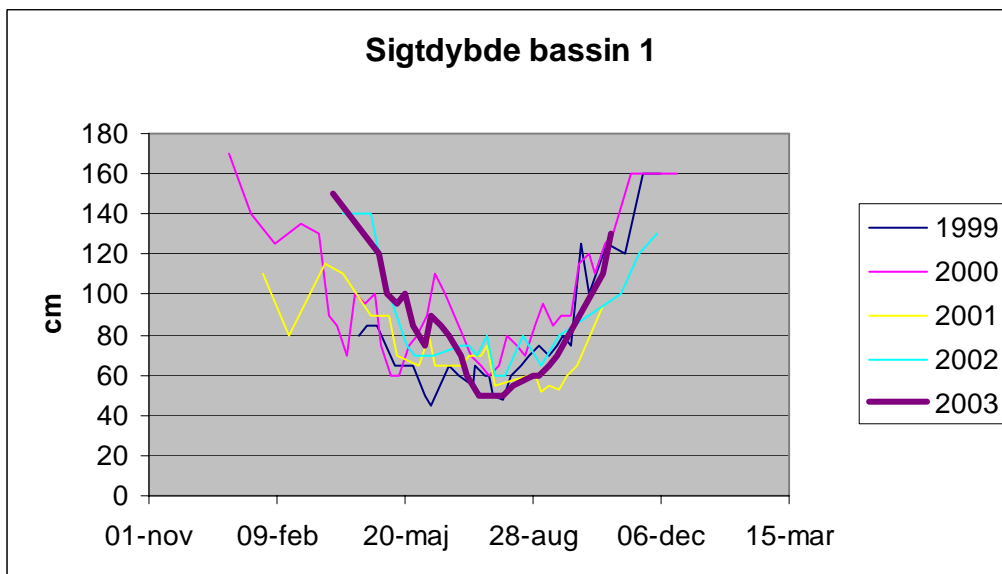
5.4 Sigtdybde og klorofyl

Sigtdybden, som giver et mål for vandets klarhed, afhænger af en lang række forskellige parametre – bl.a. algebiomasse (og dermed indirekte fosforkoncentrationen), lysindstråling, opløste stoffer og suspenderet materiale.

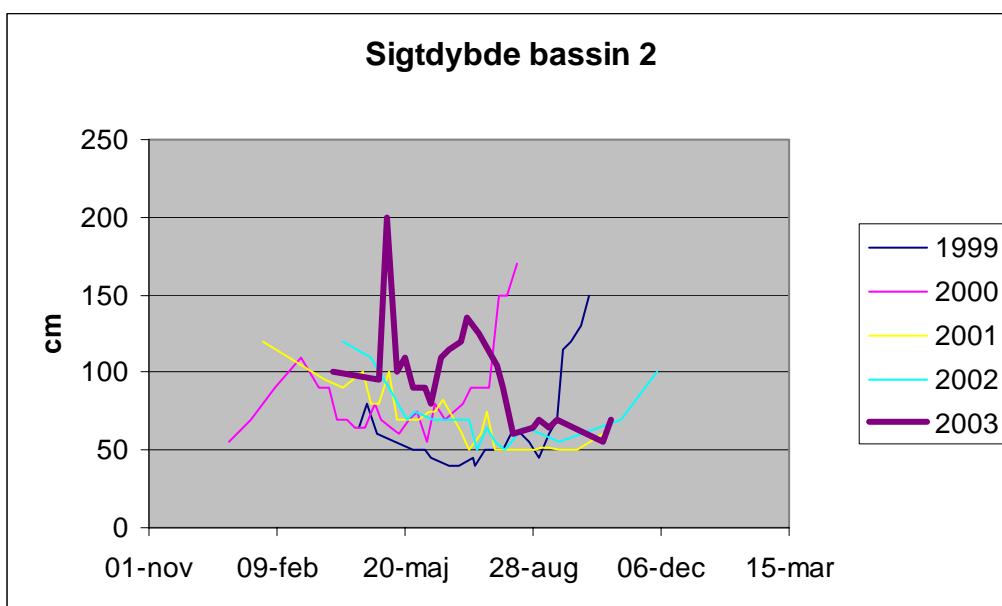
I alle tre bassiner var de observerede sigtdybder i 2002 bedre end året før, både som års- og sommermiddelværdier. Årgennemsnittet for 2002 var i bassin 1 på 90 cm, hvilket er 14 cm højere end året før og på niveau med 2000. Sommerværdien i 2002 var 77 cm, mod 67 cm i 2001. Den gennemsnitlige sommertigtdybde

i 1999 var til sammenligning kun ca. 60 cm. I Bassin 2 var sommersigtedybden 68 cm og årgennemsnittet 75 cm i 2002, hvilket er på niveau med tidligere år. Bassin 3 havde den laveste sigt dybde af de tre bassiner, med årsmiddel i 2002 på 71cm, og sommermiddelværdien 64.

Der små forbedringer skete til trods for en lang, varm periode hen over sommeren, der ellers kunne formodes at fremme algernes vækst og resultere i nedsat sigt.

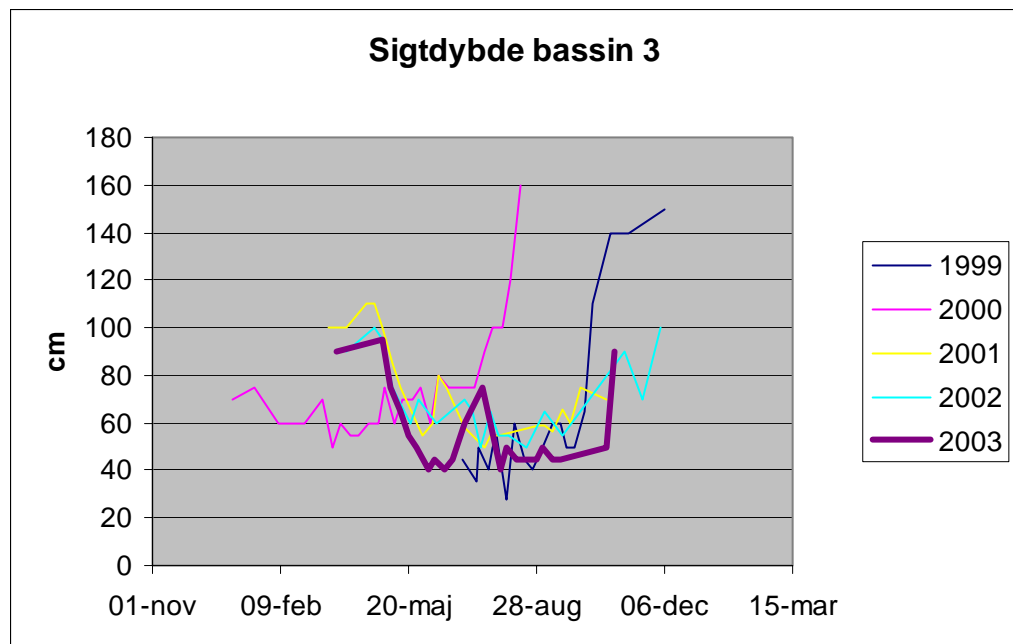


Figur 5-8 Sigtdybden i bassin 1 i vækstsæsonen 1999-2003

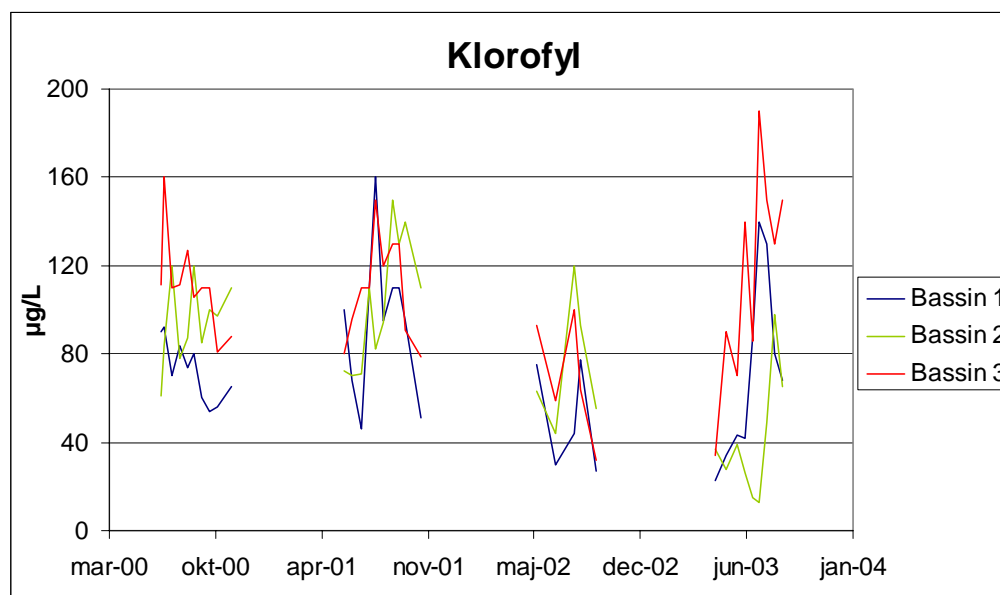


Figur 5-9 Sigtdybden i bassin 2 i vækstsæsonen 1999-2003

Klorofylkoncentrationen giver et mål for algebiomassen. Denne er i høj grad afhængig af fosforkoncentrationen, zooplanktons græsning på de planktoniske alger og af andre faktorer, der influerer på algernes vækst (lys, temperatur mm.). Klorofylindholdet er højt i alle tre bassiner, sammenlignet med andre søer af samme størrelse. Årsagen til de høje værdier er, at fosforkoncentrationerne er høje samt at zooplanktonets græsningstryk på algerne er beskedent. I 2002 var koncentrationen af klorofyl i alle tre bassiner lavere end de tidligere år. Der findes ikke vandkemiske eller meteorologiske forklaringer på dette.



Figur 5-10 Sigtdybden i bassin 3 i vækstsæsonen 1999-2003



Figur 5-11. Klorofylindholdet i Kollelev Mose, 2000-2003.

5.4.1 Sigtdybde og klorofyl efter aluminiumbehandling

På forhånd var det forventet, at der som følge af bindingen af fosfor ville ske en væsentlig forbedring af sigtdybden og en reduktion af klorofylkoncentrationerne i bassin 1 og 2, der er behandlet med aluminium.

De forventede forbedringer af miljøtilstanden er ikke indtruffet.

- koncentrationen af klorofyl i de aluminiumbehandlede bassiner er fuldt på højde med de tidligere års målinger, men dog lavere end i bassin 3, der ikke er behandlet.
- Sigtdybden i bassin 1 er ikke bedre end de tidligere år og lever ikke op til målsætningen om en sommersigtdybde på 1 meter.
- Sigtdybden i bassin 2 var i de første uger efter aluminiumbehandlingen med værdier på 100-150 cm bedre end de foregående år. Med udgangen af juli faldt sigtdybden i bassin 2 dog også til under den målsatte værdi på 1 meter, og modsat de tidligere år er denne lave værdi fastholdt gennem hele efteråret.
- Sigtdybden i bassin 3, der ikke er behandlet med aluminium, adskiller sig ikke fra hverken de tidligere år eller de øvrige bassiner.

Som beskrevet i kapitel 5.3 vurderes det, at det manglende gennemslag af aluminiumbehandlingen skyldes den biologiske struktur af søens fiskebestand. Den store bestand af fredfisk græsser sommeren igennem zooplankton ned, så der ikke sker nogen predation af fytoplankton. Kombineret med, at forholdene for sedimentation er dårlige på grund af beluftningen, betyder det, at der ikke sker nogen udsynkning af fytoplankton. Herved kan der opbygges en stadig større biomasse sommeren igennem. Fænomenet er i øvrigt kendt fra andre hypereutrofe søer.

Det forventes, at der vil ske en markant forbedring af sigtddybden i mosen i forbindelse med den biomanipulation, der er planlagt i 2004.

5.5 Plankton - sammensætning og udvikling

Fytoplanktonets biomasse og artssammensætning i Kollelev Mose i 2003 adskiller sig fra det forventelige, ud fra fosforkoncentrationer og tidligere års observationer.

De succesrige arter – primært ubevægelige grønalger – var til stede i større antal og i længere tid end det tidligere er set. Desuden var det forventeligt, at både biomasse og artssammensætning ville påvirkes i en anden, mere positiv retning end tilfældet var.

Den primære forklaring på grønalgerens dominans skal søges i det paradoks, at renere vand muliggjorde bedre vilkår for de planktivore fisk (især skaller), som i praksis var i stand til at fjerne biomassen af effektive filtratorer blandt zooplanktonet (cladoceer). De små grønalger blev derved frigjort for top-down kontrol, og var samtidig i stand til effektivt at optage og recirkulere den begrænsede pulje af fosfor, som var til rådighed.

Den ret massive vækst i fytoplanktonet er desuden yderligere blevet fremmet af klimatiske faktorer såsom en varm sommer. Således er der i flere andre søer rundt i landet registreret høje biomasser af fytoplankton og tilhørende ringe sigtddyber.

Zooplanktonets sammensætning er ligeledes påvirket af aluminiumbehandlingen. I prøven fra før fosforbindingen blev der registreret enkelte *Daphnia cucullata* samt en del *Bosmina longispina*, som begge er effektive filtratorer af små fytoplanktonarter (5-50 µm). I de resterende prøver – efter behandling med aluminium – var cladoceerne helt forsvundet fra netprøverne, og der forekom udelukkende cyclopoide copepoder samt hjuldyr, der kun i ringe grad er i stand til at øve et betydende græsningstryk på fytoplanktonet.

5.5.1 Prøvetagning

I forbindelse med aluminiumbehandlingen af Kollelev mose blev der udtaget prøver af fytoplankton på fire datoer:

Bassin 1	Bassin 2
7/4 – før alu-behandling	7/4 – før alu-behandling
1/5 – efter alu-behandling	1/5 – før alu-behandling
5/6 – efter alu-behandling	5/6 - efter alu-behandling
2/9 – efter alu-behandling	2/9 – efter alu-behandling

Fytoplanktonprøverne blev taget i dybderne 0,2 m (overflade), 0,5 m og 1 m.

Endvidere blev der udtaget netprøver af zooplankton > 140 µm den 7/4 samt den 2/9 2003.

Fytoplanktonprøverne er efterfølgende oparbejdet i henhold til forskrifterne, dog med den begrænsning, at kun de tre dominerende taxa skulle tælles til 50 individer og måles/beregnes, suppleret med tælling/måling af yderligere taxa til at sikre, at minimum 90 % af biomassen (volumen) er inkluderet.

Denne begrænsning af opgavens omfang er dog ikke anvendt under oparbejdningen. Således er alle betydende taxa inkluderet i undersøgelsen.

Zooplanktonprøverne blev efterset for tilstedeværende arter, og den relative hyppighed blev vurderet på en skala fra 1 til 4.

5.5.2 Fytoplankton

Nedenstående tabeller viser fytoplanktonets volumen (mm^3/l) i de forskellige prøver, fordelt på hovedgrupper.

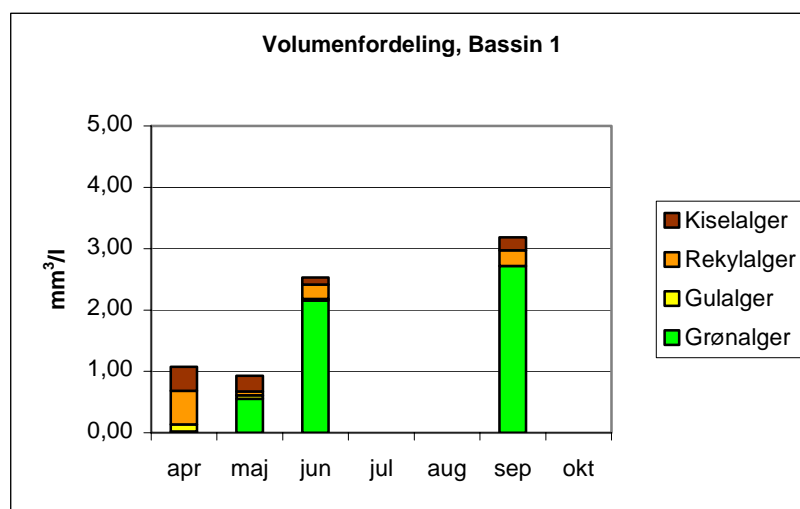
	7/4	1/5	5/6	2/9
Grønalger	0,02	0,55	2,16	2,72
Gulalger	0,11	0,06	0,02	0,00
Rekylalger	0,55	0,06	0,23	0,25
Kiselalger	0,39	0,26	0,12	0,21
Øjealger	-	-	-	-
Blågrønalger	-	-	-	-
Total (mm^3/l)	1,08	0,93	2,53	3,18

Tabel 5.1 Fytoplanktonets volumen (mm^3/l) i Kollelev Mose Bassin 1 i 2003, fordelt på taksonomiske grupper.

I Bassin 1 var fytoplanktonets volumen generelt lavere end i Bassin 2. Endvidere skete der et fald fra april til maj, hvilket sandsynligvis skyldes effekten af den reducerede fosforkoncentration, som følge af aluminiumbehandlingen. Efterfølgende steg fytoplanktonets volumen igen hen over sommeren.

Figur 5.12 viser biomassen i Bassin 1, fordelt på taksonomiske grupper. Det ses, at rekylalger og kiselalger dominerede planktonet i det tidlige forår (hhv. 51 og 36% af biomassen i april), hvorefter andelen af grønalger øgedes markant i løbet af sommermånederne. Grønalgernes biomasse steg til mellem 2,2 og 2,7 mm^3/l i juni og september, svarende til en andel på 85 % af den samlede biomasse.

Det bemærkes, at hverken øjealger eller blågrønalger blev fundet i en sådan mængde i Bassin 1, at de havde betydning for biomassen.



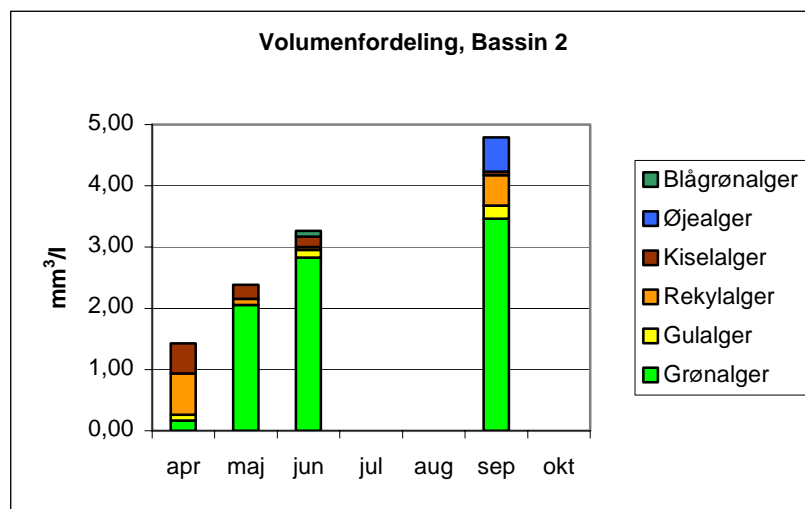
Figur 5-12 Fordeling af biomassen (volumen) mellem taksonomiske grupper, Bassin 1

I Bassin 2 var udviklingen i biomasse det samme som i Bassin 1, med stigende værdier i løbet af undersøgelsesperioden (april – september). Dog skete der ikke så stor og vedvarende en ændring i fytoplanktonets volumen i forbindelse med aluminiumbehandlingen, at den kunne registreres ved den efterfølgende prøve-tagning ca. 4 uger senere (5/6).

	7/4	1/5	5/6	2/9
Grønalger	0,17	2,05	2,83	3,46
Gulalger	0,09	0,00	0,13	0,21
Rekyalger	0,67	0,10	0,04	0,50
Kiselalger	0,49	0,23	0,17	0,06
Øjealger	-	-	-	0,56
Blågrønalger	-	-	0,09	-
Total (mm³/l)	1,43	2,38	3,26	4,79

Tabel 5.2 Fytoplanktonets volumen (mm³/l) i Kollelev Mose Bassin 2 i 2003, fordelt på taksonomiske grupper

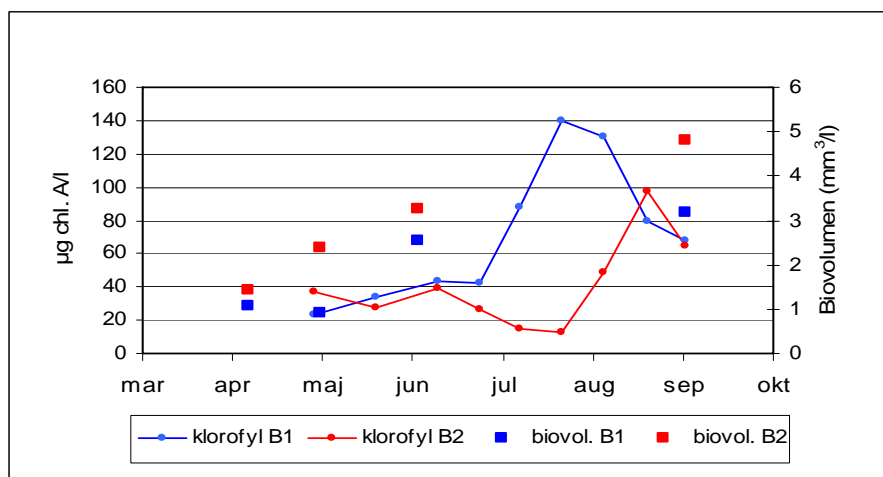
Figur 5.13 viser biomassen i Bassin 2, fordelt på taksonomiske grupper. Rekyalgerne var dominerende i april, hvor de udgjorde 47% af den samlede biomasse. I perioden maj til primo september steg grønalgerens biomasse fra ca. 2 mm³/l til 3,5 mm³/l, svarende til andele på mellem 72 og 87% af det samlede volumen.



Figur 5-13 Fordeling af biomassen (volumen) mellem taksonomiske grupper, Bassin 2.

I prøverne fra hhv. juni og september udgjorde blågrønalger og især øjealger en mindre, men synlig del af biomassen. Således var øjealgernes biomasse på 0,56 mm³/l i september, hvilket svarer til ca. 11% af det totale volumen.

Figur 5.14 viser udviklingen i klorofylindhold og i fytoplanktonets biomasse (volumen) i foråret/sommeren 2003. Det ses, at der er en udmærket sammenhæng mellem de to forskellige mål for algernes biomasse.



Figur 5-14 Klorofylindhold og biovolumen i Kollelev Mose, april-september 2003

I det følgende sammenfattes kort hvilke arter der har været dominerende, både hvad angår antal og biomasse.

	7/4	1/5	5/6	2/9
Bassin 1	Rekylalger 10-15 μm Rekylalger 20-30 μm <i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Botryococcus braunii</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Dinobryon cf. sociale</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus</i> sp. <i>Botryococcus braunii</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus</i> sp. <i>Coelastrum astroideum</i>
Bassin 2	Rekylalger 10-15 μm Rekylalger 20-30 μm <i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Botryococcus braunii</i> <i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Botryococcus braunii</i> <i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus</i> sp. <i>Phacus cf. suecicus</i>

Tabel 5.3 Dominerende Fytoplanktontaxa, Kollelev Mose 2003

I april var det de samme grupper som dominerede planktonet i begge bassiner. Rekylalgerne (forskellige arter af slægterne *Cryptomonas* og *Rhodomonas*) var den dominerende gruppe hvad angår både antal og biomasse, hvortil kom kiselalgearten *Aulacoseira granulata*.

Botryococcus braunii udgjorde den største andel af biomassen i starten af maj i begge bassiner (store, tætte grønalgekolonier), mens rekylalgerne var til stede i størst individantal.

I både juni- og septemberplanktonet var den dominerende art *Pediastrum boryanum*. Den forekom med stor biomasse i begge bassiner sammen med *Scenedesmus*. Antalsmæssigt dominerede små, ubevægelige grønalger (*Monoraphidium*, *Crucigeniella*, *Chlorella* og *Scenedesmus*).

Mest bemærkelsesværdigt var det, at øjealgen *Phacus* var den tredjestørste bi-dragyder til biomassen i Bassin 2 i september (0,56 mm³/l).

5.5.3 Zooplankton

Nedenstående tabel 5.4 viser de tilstedeværende arter/slægter af zooplankton større end 140 μm , med angivelse af deres relative hyppighed i netprøverne.

Den relative hyppighed af zooplankton > 140 μm i Kollelev Mose, 2003. Hyppigheden er angivet på en skala fra 1-4 (4 = altdominerende, 1 = begrænset forekomst).

	7/4 2003		2/9 2003	
Bassin 1	<i>Cyclops</i> sp.	+++	<i>Cyclops</i> sp.	+++
	Cyclopoide nauplier + copepoditter	++	Cyclopoide nauplier + copepoditter	+
	<i>Bosmina longispina</i>	+	<i>Keratella</i> sp.	+
	<i>Daphnia cucullata</i>	+	<i>Brachionus</i> sp.	+
	<i>Keratella</i> sp.	+		
Bassin 2	<i>Cyclops</i> sp.	++	<i>Cyclops</i> sp.	++
	Cyclopoide nauplier + copepoditter	++	Cyclopoide nauplier + copepoditter	+
	<i>Bosmina longispina</i>	+	<i>Keratella</i> sp.	++
	<i>Keratella</i> sp.	+	<i>Brachionus</i> sp.	+

Tabel 5.4 Den relative hyppighed af zooplankton > 140µm i Kollelev Mose, 2003. Hyppigheden er angivet på en skala fra 1-4 (4 = altdominerende, 1 = begrænset forekomst)

5.5.4 Diskussion og sammenligning med tidligere år

Fytoplankton

I de foregående år har det tidlige plankton (> 20 µm) været domineret af rekylalger, gulalger og kiselalger (primært *A. granulata*). I både 2001 og 2002 var kiselalgerne dominerende i det meste af sommerperioden, og først hen i august blev grønalgerne en betydende faktor (navnlig *Scenedesmus*).

I begge bassiner har der endvidere været en vis forekomst af blågrønalger, navnlig af slægten *Anabaena*.

Kiselalgedominansen i sommerperioden har været afvigende fra den normale udvikling i danske søer, og skyldes sandsynligvis, at vandmassen omrøres året rundt i forbindelse med beluftningen. Derved forhindres udsynkning af de relativt tunge kiselalger, samtidig med at der hele tiden tilføres Si til vandmasserne. I 2003 var kiselalgernes tilstedeværelse voldsomt reduceret sammenlignet med de to foregående år. Den mindskede betydning skyldes formodentlig en kombination af flere faktorer:

- Fremvæksten blev bremset tidligt i forbindelse med aluminiumtilsætningen, hvor de dannede aluminiumhydroxidflokke trak fytoplanktonet med sig i forbindelse med udfældningen
- Fosforindholdet blev sænket markant. Herved blev konkurrencefordelen ved at være stor blev begrænset, da det periodevist klarere vand betød, at de planktivore fisk kunne nedgræsse zooplanktonet endnu mere effektivt end tidligere (se nedenfor under *zooplankton*)

Den øgede forekomst af grønalger, primært små og ubevægelige, skyldes sandsynligvis deres evne til at vokse hurtigt, deres effektive næringsoptagelse samt at græsningstrykket på disse arter er faldet drastisk. Netop de mindre grønalger har en størrelse og et næringsindhold der gør, at de er meget udsatte for zooplanktonets græsning (navnlig fra cladoceer såsom snabeldafnier og dafnier).

Den overordnet set begrænsede forekomst af blågrønalger, som også er registreret de foregående år, skyldes sandsynligvis den konstante omrøring af vandmassen i forbindelse med beluftningen. Desuden er mange arter af blågrønalger relativt langsomtvoksende, hvorfor de risikerer at komme til kort over for de eksplosivt voksende arter af små grønalger.

Den konstante og periodevis også store forekomst af øjealger hænger sandsynligvis sammen med mosens belastningshistorie. I årtier har mosen – især direkte til Bassin 2 – modtaget både urensset spildevand samt fortyndet spildevand i forbindelse med overløbshændelser. Øjealger findes ofte i stort antal netop på lokaliteter, hvor indholdet af organisk stof i vand og/eller sediment er stort. Det er da også især i Bassin 2 at øjealgerne findes i stort antal.

Zooplankton

Zooplanktonet var domineret af små cyclopoide copepoder, der har en ringe evne til at græsse fytoplanktonet. Der skete endvidere et skift i artssammensætning i løbet af perioden, hvor de få tilstedeværende individer af dafnier og snabeldafnier forsvandt fuldstændigt.

En meget begrænset forekomst af dafnier er forventelig, på baggrund af det tilstedeværende fiskesamfund, hvor skaller er helt dominerende. Imidlertid er der i de foregående år observeret et relativt stort antal *Bosmina longispina* samt enkelte *Daphnia* i planktonet. Deres forsvinden i år formodes at hænge sammen med klarere vand i en periode først på sommeren som følge af fosforbindingen. Her ved er de planktivore fisks effektivitet som konsumenter af de større zooplanktonarter forbedret, hvilket har ført til elimination af disse dyr.

5.6 Fisk og bunddyr

Københavns Amt fik i foråret gennemført en undersøgelse af fiske- og smådyrsfaunaen i bl.a. Kollelev Mose. I det følgende sammenfattes de væsentligste observationer fra undersøgelsen, der endnu ikke er endeligt afrapporteret.

Faunaen på søens barbund var moderat artsrig og domineret af dansemyg og orme. Generelt udgøres faunaen af dyregrupper normalt tilpasset et liv på barbunden

I bassin 1 foregik prøvetagningen dagen efter udbringningen af aluminium til fældning af fosfor, og bunden var dækket af et lag af aluminiumflokke. Fosforfældningen tydede ikke på, at havde påvirket bundfaunaen nævneværdigt. Det kan dog ikke afvises, at dyrene er blevet opsamlet i død tilstand.

Bredzonefaunaen i mosen er forholdsvis alsidig, men noget individfattig, domineret af dansemyg og med en relativ alsidig sneglefauna. En vurdering af dyreplanktonet på lokaliteten viste en relativ ringe forekomst, hovedsageligt af mindre hurtigsvømmende former af Copepoder (Cyclops sp.).

Kollelev Moses aktuelle fiskebestand er i udpræget grad domineret af småskaller, som findes i en meget tæt bestand i søen. De resterende arter i fangsten, som talte rudskalle, aborre, gedde, suder og karusse, forekom derimod fåtalligt i garnene. Heriblandt også karussen, som inden opfiskningen i 1998, var særdeles talrig i søen.

Bestanden af skallerne er rekrutteret efter biomanipulationen, og skallernes nuværende talrighed taler for en intensiv fødekonkurrence, hvilket giver sig udslag i en generelt dårlig kondition på undersøgelsestidspunktet.

Der var således kun et fåtal aborrer i garnene, hvoraf kun enkelte eksemplarer var større end 15 cm, og aborrernes kondition på undersøgelsestidspunktet gennemgående var en del under middel.

6 Målsætninger for mosen

I "Plejeplan for Kollelev Mose" fra 1999 er der opstillet en række målsætninger for Kollelev Mose (Tabel 6.1). Målsætningerne er fastsat ud fra den generelle målsætning B, og modificeret til de specielle forhold og realistiske muligheder, der gælder for Kollelev Mose.

Det skal bemærkes, at alle målsætningsparametrene er afhængige af én eller flere af de andre parametre. Udbredelsen af bundvegetation er f.eks. afhængig af sigtdybden, der igen afhænger af både fosforkoncentration, iltindhold og måske også fiskesamfundet.

Tabel 6.1. Målsætninger for Kollelev Mose

Sigtdybde	> 1 m
Plantedække (undervands-)	> 30%
Totalfosforkoncentration	< 150 µg/l
Fiskebestand	aborre + skalle
Ilt	> 4 mg/l i bundvand

6.1 Forholdene før aluminiumbehandlingen

Målsætningen for sigtdybde har ikke tidligere været opfyldt, selv om der dog kan spores en forbedring i forhold til før beluftning og jernbehandling blev påbegyndt. Sigtdybden er som regel meget tæt koblet til mængden af fytoplankton, som ofte har fosfor som begrænsende faktor for deres vækst.

Fosforkoncentrationen har været alt for høj i alle tre bassiner, hvilket primært skyldes frigivelse fra bunden på grund af at bindingskapaciteten for fosfor ikke er tilstrækkelig til at forhindre frigivelse. Den accelererede nedbrydning af organisk stof, som følge af beluftningen, bevirker endvidere, at en mængde fosfor, der hidtil har været bundet og immobiliseret i organiske forbindelser, er gjort mobilt. Følgen af dette var, at den i forvejen dårlige bindingsevne blev yderligere reduceret.

Der er observeret enkelte vandplanter i Kollelev Mose i 2000, 2001 og 2002, men den målsatte dækningsgrad kan ikke opfyldes, så længe algebiomassen er så stor som nu, idet sigtdybden er for lav i planternes vækstperiode. Forsøg med etablering af undervandsvegetation i 2001 og 2002 har imidlertid vist, at sedimentets struktur tilsyneladende er passende til at visse plantearter kan få fæste. Således er der mulighed for at vandplanter kan etablere i mosens laveste partier, hvis der sikres en tilstrækkelig beskyttelse mod fuglegræsning. Fuglenes indflydelse er særlig omfattende i etableringsfasen.

På længere sigt vil en udbredt undervandsvegetation være gavnlig i mosen. Planterne stabiliserer sedimentet, fungerer som skjulested for dyreplankton og rovfisk og kan eventuelt konkurrere med fytoplankton om lys og næringssalte. Pilotpro-

jektet med vandplanter i Kollelev Mose har vist, at det er muligt at etablere en undervandsvegetation.

Et aborredomineret fiskesamfund findes ikke i mosens bassiner, selv om enkelt rovfisk er observeret. Den lave sigtddybde gør, at rovfisk som gedde og aborre har dårlige muligheder for at regulere bestanden af fredfisk, der sandsynligvis er begrænset af fødemangel (zooplankton) snarere end prædation.

6.2 Forholdene efter aluminiumbehandlingen

Som beskrevet i kapitel 5 er sigtddybden ikke forbedret væsentligt i forbindelse med aluminiumbehandlingen af mosen. Dette skyldes primært, at fiskebestanden gennem prædation på zooplankton fastholder mosen i en tilstand, hvor fyttoplankton dominerer, og etableringen af undervandsplanter umuliggøres.

Til gengæld er målsætningen om at opretholde en total-fosforkoncentration under 150 µg/l stort set overholdt i de to bassiner.

Det forventes, at den opfiskning, der gennemføres i 2004-2005 umiddelbart fører til at målene for fosforkoncentration og sigtddybde overholdes, og at forholdene i søen udvikler sig, så en undervandsvegetation kan etableres.

Tilstanden i mosen vil dog fortsat være følsom for overløbshændelser eller uheld, som det, der skete i august 2003, hvor der i en periode løb urensset spildevand til bassin 2.

7 **Anbefalinger til fremtidige tiltag**

I dette kapitel fremgår hvilke tiltag, der i samarbejde med Lyngby Taarbæk Kommune er planlagt for 2004.

Fosforfældning i bassin 3

Miljøstyrelsen ansøges om tilladelse til at behandle bassin 3 med aluminium. Behandlingen forventes gennemført i foråret eller det sene efterår 2004, idet der tages forbehold for, at Miljøstyrelsen skal godkende behandlingen.

Bio-manipulation og fiskeundersøgelse

Efter godkendelse fra de relevante myndigheder påbegyndes en bio-manipulation af mosens fiskebestand. Bio-manipulationen forventes afsluttet i 2005. I forbindelse med dette arbejde udføres også en detaljeret undersøgelse af fiskebestanden.

Åkander

Det forventes, at åkandeskæringen igen i 2004 skal være forholdsvis intensiv. Ligesom i 2003 gennemføres mange skæringer. Til gengæld vil blade og stængler ikke blive samlet op.

Beluftning

Systemet efterses og serviceres i det tidlige forår og igen efter fiskeri. I august gennemføres et forsøg, hvor beluftningen i bassin 2 afbrydes og udviklingen i ilt og næringsstofforhold følges tæt.

Overvågning

Der gennemføres fortsat en monitorering på af uorganiske og biologiske parametre. Det forventes, at de krav, der er opstillet i Miljøstyrelsens godkendelse af aluminiumbehandling af bassin 1 og 2 også vil være gældende for bassin 3.

I forbindelse med den løbende monitorering vil en eventuel udbredelse af bundplanter blive registreret.