

Konference

Restaurering af Furesø

– en næringsrig sø nær København

22. og 23. maj 2006

Program og sammendrag af oplæg.

Redaktører:

Mette Bjerre Larsen og Peter Fabricius



Forord

Furesø er noget særligt. Den har sin egen identitet og sit eget liv. Det har vi tydeligt mærket i projektteamet gennem de 4 år restaureringsprojektet har strakt sig over. Vi har arbejdet i et friluftsområde tæt på København, som mange interessegrupper benytter sig af: Sejlsportsklubber - kano-, kajak- og roklubber – lystfiskerforeninger – Baadfarten og bådudlejning og mange flere.

Furesøens vand er, og har gennem tiden været, intenst udnyttet, og det har ændret søens tilstand fuldstændigt i 1900-tallet. EU-projekt "Restaurering af Furesø" har derfor til formål at genskabe det rige liv i søen, som fandtes for 100 år siden før byernes forurening gjorde sig gældende.

På denne konference skal vi høre om det igangværende projekt, og vi vil forsøge at give et overblik over Furesøs nuværende tilstand. Vi håber på at få god diskussion om projektet helt generelt. Har det hjulpet noget - eller skal der mere til?

Velkommen til Furesøens venner
Peer Skaarup
projektleder

Program 22. maj 2006

- 9.00 **Registrering, kaffe/te og brød**
- 10.00 Velkomst og introduktion
Philip Heimbürger
Formand for Teknik- & Miljøudvalget, Frederiksborg
Amtsråd
- 10.15 Furesøs historie gennem 100 år
Kaj Sand-Jensen
Professor, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns
Universitet
- 10.45 EU-LIFE projektet i Furesø. Baggrunden for restaureringen,
regulering af fiskebestanden, iltning og monitoring.
**Inge Grevy, Peer Skaarup, Peter B. Jørgensen og Ida
Dahl-Nielsen**
Projektmedarbejdere i Frederiksborg Amt
- 12.00 **Frokost**
- 13.00 Information og borgerinddragelse
Peter Fabricius
Projektmedarbejder i Frederiksborg Amt
- 13.20 Sørestaurering i Danmark
Seniorforsker Martin Søndergaard
Danmarks Miljøundersøgelser
- 13.40 EU-LIFE projekter
Camilla Strandberg-Panelius
Monitoringsekspert, Astrale GEIE-ELLE
- 14.00 Poster session
- 15.00 – 17.00 Bådture på Furesø, kaffe/te og kage
- 18.30 **Middag**
- Ca. 20.00 Over Furesøens vover - og Grønlands
Historiefortælling af John Andersen
Polarfarer og arkitekt

Program 23. maj 2006

- Fra 7.30 **Morgenmad** (Husk udcheckning senest kl. 10.00)
- 9.00 Plankton
Inge Grevy
Biolog, Københavns Amt
- 9.20 Fisk
Jens Peter Müller, Seniorrådgiver, Fiskeøkologisk
Laboratorium
Christian Hvidt, Konsulent, Bio/consult
- 9.50 Diskussion
- 10.20 Poster session, kaffe/te
- 10.40 Planter
Kaj Sand-Jensen, Professor, Ferskvandsbiologisk
Laboratorium, Københavns Universitet
Bjarne Moeslund, Konsulent, Bio/consult
- 11.20 Bundfauna
Klaus Peter Brodersen
Lektor, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns
Universitet
- 11.40 Diskussion
- 12.00 **Frokost**
- 13.00 Fosforbelastning i Furesø
Morten Jepsen
Biolog, Frederiksborg Amt
- 13.20 Sediment
Lars Kamp Nielsen, Lektor, Ferskvandsbiologisk
Laboratorium, Københavns Universitet
- 13.40 Vådområdeplanlægning
Ivan Karottki
Biolog, Skov- & Naturstyrelsen
- 14.00-15.00 Diskussion og konklusion

Sammendrag

Furesøens historie

Professor Kaj Sand-Jensen, Københavns Universitet

Furesøen er Danmarks søklenodie per excellence med sin smukke beliggenhed lige nord for hovedstaden, sit rige plante- og dyreliv og ferskvandsbiologiens historiske begyndelse på stedet. Furesøens høje status var i fare for helt at forsvinde under den intense forurening fra 1900 til 1970. Men nu er søen på vej til atter at genvinde sit gode navn og rygte. Vandet renses og det rige liv er på vej tilbage.

Der var engang

Furesøen har en klang af storhed og eksklusivitet. Den ligger smukt mellem bakkerne, skovene og villaerne nord for København, som et lyslevende åndehul lige midt i det tykke pengebælte. Selv kulturpaver, der normalt fornægter alt det våde, vindombruste og levende derude er interesserede i søen, som er vigtig i Danmarks historie og kultur. Kongerne har boet her, digterne valfartede til området i 1700- og 1800-tallet og landets industrialisering begyndte med vandmøllerne langs Mølleåen.

For ferskvandsbiologer er Furesøen klassisk for her fungerede Otto Frederich Müller, Danmarks Linné midt i 1700-tallet som huslærer for grevesønnen på Frederiksdal, da Müller som den første tegnede, beskrev og navngav en lang række smådyr, som han indsamlede i søen og i nærliggende damme. Her oprettede den navnkundige ferskvandsbiolog, Carl Wesenberg-Lund i 1897 Danmarks og Skandinaviens første ferskvandsbiologiske laboratorium. Med laboratoriet som base gjorde Wesenberg-Lund og hans kolleger i de næste 20 år en række vigtige opdagelser for dansk og international ferskvandsbiologi.

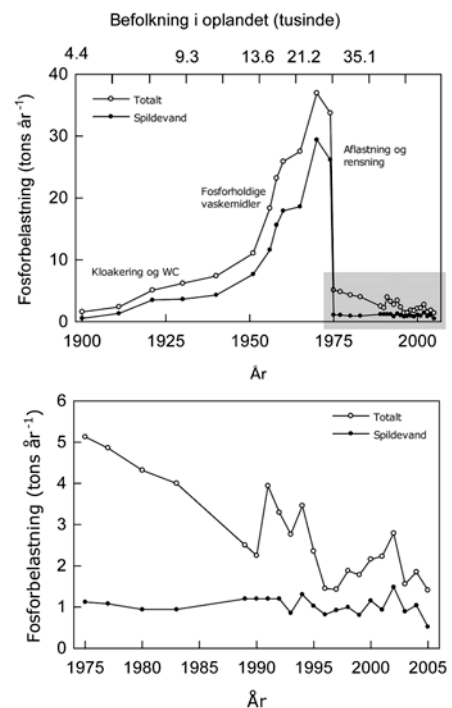
I de store værker om ferskvandsinsekterne fra 1915 og om Furesøens planter og bunddyr fra 1917 satte Wesenberg-Lund for første gang ord og adresse på vandforureningen fra husholdninger, landbrug og industrier. I 1920'erne skrev han i landsdækkende aviser, uden at man politisk tog særlig notits af hans indignation over ødelæggelserne og hans krav om indgreb.

Bortset fra visse konservative kredse, overhørte man hans insisterende advarsler om vandforurening og ødelæggelse af landskabet fik lov til at brede sig næsten uhæmmet, og Furesøen og Mølleåen gik med i købet.

Når man langt senere hører fremstillinger om vandforurening og naturforarmning, som nymodens fænomener der aldeles har overrasket os i omfang og styrke, er det derfor udtryk for bekvem forglemmelse eller uvidenhed. Sandheden er nemlig, at sagen har været oplyst og diskuteret i fuld offentlighed i alle 100 år.

Forureningshistorien

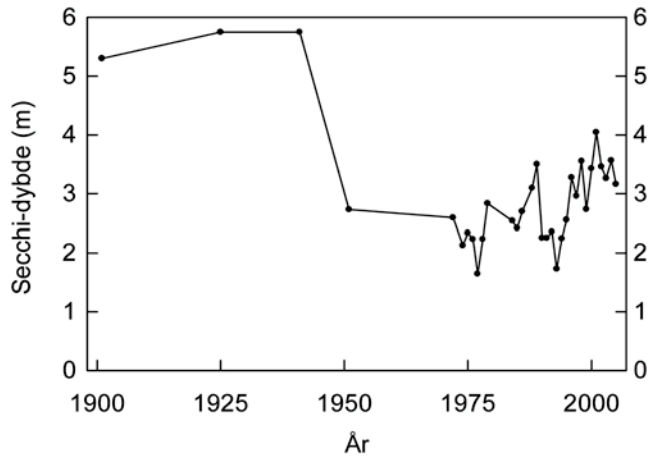
Furesøens forureningshistorie er voldsom og omtumlet. Fosfortilførslen til søen steg fra omkring 1 tons i år 1900, via 10 tons i 1950 til hele 37 tons om året sidst i 1960'erne (figur 1). Den vigtigste grund var, at befolkningen 10-dobledes og villaer



Figur 1. Der er sket dramatiske ændringer i Furesøens årlige fosforbelastning gennem de seneste 100 år. Fra år 1900 til 1970 steg belastningen fra skønsmæssigt 1 til 37 tons P per år, men siden er belastningen igen faldet pga. effektiv rensning og aflastning til blot 1,5-2 tons i 2005.

bredte sig i søens opland. De fik indlagt vand og WC, og spildevandet blev ledt urensset ud i søen.

I takt med forureningen faldt vandkvaliteten og især efter 2. verdenskrig opstod hyppige og omfattende opblomstringer af planktonalger om sommeren, der medførte lugtgener, dårligt badevand, gennemsigtigheder under 2 meter og iltsvind ved bunden (figur 2).



springlaget på dybder over 15 meter betød, at de fleste bunddyr forsvandt og fiskene ikke mere kunne søge føde her. Ikke mindre end 25 arter af bløddyr er forsvundet eller

Figur 2. Furesøen havde klart vand i begyndelsen af 1900-tallet med gennemsnitlige gennemsigtigheder om sommeren (maj-oktober) på 5-6 meter. Men i takt med forureningen blev vandet uklart af plankton og gennemsigtigheden faldt til omkring 2 meter tidligt i 1970'erne. I de seneste 30 år er forureningen nedbragt, og gennemsigtigheden er langsomt steget til små 4 meter.

Tidligere havde vandet været klart med gennemsigtigheder på 5-6 meter, badeforholdene var gode og ilt var til stede for fisk og smådyr ved bunden.

Forureningen betød, at artsantallet af undervandsplanter faldt fra 35 i 1911 til blot 12 i 1983. De vidtstrakte enge af kransnålalger fra 5 til 8 meters dybde forsvandt og de få overlevende større blomsterplanter blev indskrænket til lavt vand. Tætte måtter af forureningsalgerne vandhår (*Cladophora*) og rørhinde (*Enteromorpha*) opstod.

Det omfattende iltsvind under

Det omfattede iltsvind under

gået tilbage, mens kun to arter er dukket op eller gået frem. Af søens 3 såkaldte istidsrelikter uddøde det ene, mens de to andre overlevede. Det rige insektliv af biller, døgnfluer, guldsmede og vårflyer i bredzonen, som Furesøen var berømt for, blev også voldsomt decimeret. I alt 22 arter forsvandt eller gik tilbage, mens blot 2 arter har haft fremgang. Det er

karakteristisk, at mudderbunden har bredt sig i søen på bekostning af den faste, grove bund.

Vandrensning og aflastning

Ved den anden store Furesøundersøgelse fra 1950-52 fik man et samlet overblik over søens tilstand og problemer. De omfattende indgreb mod forureningen kom dog først i slutningen af 1960'erne, efter man internationalt havde klarlagt fosforens store betydning for søernes eutrofiering.

Indgrebene bestod i, at en del af spildevandet blev ledt uden om Furesøen og direkte til Øresund og det tilførte spildevand blev rensset bedre, så fosfortilførslen faldt til omkring 5 tons per år. Siden er fosforrensningen blevet stadigt bedre, så tilførslerne efterhånden er reduceret til omkring 2 tons per år.

Det er slående, at søvandets fosforindhold er faldet meget markant med den nedsatte tilførsel, nemlig med omkring 10 gange fra 500 til 50 mikrogram per liter fra 1975 til 2005. Der er altså ikke mange års forsinkelse mellem nedsættelse af fosfortilførsel og faldet i fosforindholdet i søvandet. Med iltingen af bundvandet i forbindelse med sørestaureringen er dets fosforindhold faldet yderligere.

Bedre vand- og naturkvalitet

I løbet af de sidste 30 år er Furesøens vandkvalitet og naturkvalitet blevet stadigt bedre. Planktonmængden om sommeren er faldet og gennemsigtigheden øget fra under 2 til næsten 4 meter. Undervandsplanternes dybde- og samlede arealudbredelse er øget markant og artsantal er steget til 24. Der er kommet flere små langskudsplanter og kransnålalger er dukket op igen. Dog vokser der fortsat ingen vandmosses i søen og

forureningsalgerne dominerer stadig. Enkelte bunddyr har også fået det bedre i bredzonen, og i forbindelse med iltningen af bundvandet har dansemyg og børsteorme igen bredt sig ud til de største dybder i søen.

Det er en vigtig pointe, at mens planktonsamfundenes hyppighed og artssammensætning og vandplanternes udbredelse hurtigt kan ændre sig, så ændrer den indbyrdes dominans mellem vandplanterne sig langsomt. Det skyldes måske, at de udnytter sedimentet til betydelig dybde og derfor optager næringssalte fra det meste af den pulje, der blev ophobet under forureningen. Endvidere er det svært for nye arter at tiltvinge sig plads i de tætte bestande af vandplanter, som nu vokser i søen.

Furesøen er på vej mod bedre tilstande, men der er mulighed for yderligere forbedring ved at få næringstilførslerne nedbragt yderligere.



Baggrund og opfiskning

Biolog Inge Grevy, Københavns Amt

Baggrund

Furesø er et Natura 2000 område. Søen er både udpeget som EF-fuglebeskyttelsesområde samt EU-habitatområde med naturtypen "*Naturligt eutrof sø med vegetation af typen Magnopotamion eller hydrocharition (type 3150)*". Danmark er dermed forpligtet til at Furesø har en god bevaringsstatus for de arter og de naturtyper, som det enkelte område er udpeget for.

Herudover er Furesø i Regionplanen målsat med en skærpet målsætning, A1 og A2, hvilket betyder at det er en sø som har særlige naturvidenskabelige interesser og samtidig er et badevandsområde. Der er stillet følgende kvalitetskrav til søen:

- Den gennemsnitlige sigtddybde i perioden maj-september skal være ca. 4 m.
- Den årgennemsnitlige total-fosforkoncentration skal være under 40 µg/liter.
- Iltindholdet i bundvandet må ikke falde til under 0,5 mg/liter.
- Rankegrøden skal være udbredt over hele Store Kalv, det vil sige til ud over 4 m's dybde.
- Artsantallet i rankegrøden skal øges til at nærme sig det oprindelige.
- De to tilbageblevne arter af reliktkrebs skal forekomme i livskraftige bestande.

Herudover indeholder A2-målsætningen en række krav til badevandskvaliteten.

I forbindelse med implementeringen af Vandrammedirektivet i Danmark er Regionplanens krav også de foreløbige miljømål for Furesø.

På trods af en markant reduktion af den eksterne fosforbelastning i 1970'erne var Furesøs miljøtilstand i starten af 1990 stadig ikke tilfredsstillende. Furesø levede ikke op til Regionplanens krav. Derfor iværksatte Frederiksborg og Københavns Amter i 1996 et forprojekt, der skulle undersøge og udpege de teknisk, økonomisk og miljømæssigt bedst egnede restaureringsindgreb i Furesø. Valget faldt på en restaureringsstrategi bestående af en kombination af opfiskning samt begrænsning af fosforfrigivelsen fra sedimentet ved hjælp af iltning af bundvandet i sommerperioden.

Opfiskningen

Fiskeundersøgelser i 1991 og 1996 viste, at fiskebestanden i Furesø havde afvigende træk i sammenligning med andre store, dybe, moderat næringsrige danske søer. Normalt er skaller og aborre helt dominerende i denne søtype, men i Furesø udgjorde smelt og brasenen en lagt større andel af fiskebiomasse end normalt. Samtidig udviste fiskebestanden i Furesø koblede svingninger i bestanden af sandart, aborre og smelt. Perioder uden funktionelle rovfisk forårsagede en meget tæt smeltbestand og en forøget rekruttering af skaller og brasen, som tilsammen bevirkede en forøget prædation på søens dyreplankton. På den baggrund blev det derfor foreslået at foretage en markant nedfiskning af brasenbestanden og i mindre grad skaller. En opfiskning i Furesø skulle imidlertid adskille sig fra andre opfiskninger, idet formålet i højere grad var at fastholde og stabilisere det biologiske system i en tilstand, hvor rovfisk kontrollerer mængden af planktonædende fisk.

I 1999 blev der foretaget endnu en fiskeundersøgelse i Furesø. Fiskeundersøgelsen dannede baggrund for udarbejdelse af et detailprojekt for biomanipulation i Furesø. Størrelsen af den fiskebiomasse der skulle opfiskes gav anledning til diskussion af omregningsfaktoren mellem antal fangne fisk og fiskebiomasser. Beregningen af fiskebiomasser specielt i dybe søer er behæftet med stor usikkerhed, og det er helt centralt hvilken omregningsfaktor der anvendes til biomasse-estimer. Denne usikkerhed har haft stor indflydelse på vurderingen af fiskebestanden i Furesø. Men som udgangspunkt blev det vurderet, at der i alt skulle opfiskes 163-190 tons skidtfisk over 3 sommerperioder for at opnå den ønskede fiskesammensætning i Furesø. I sommeren 2002 blev der foretaget endnu en fiskeundersøgelse. Den viste, at

fiskesammensætningen i Furesøs hovedbassin nu var domineret af aborrer, men at St. Kalv stadig havde en uønsket fiskesammensætning. Mængden af skidtfisk, der som minimum skulle fjernes, blev nedjusteret til 125 tons.

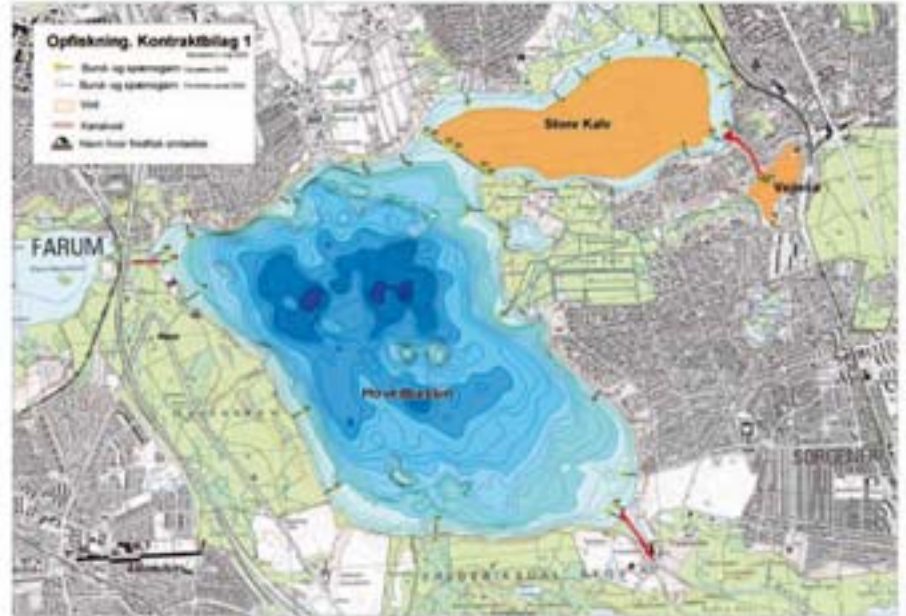
Der skulle anvendes en blanding af passive redskaber (bundgarn, spærregarn og nedgarn) samt vod. Projektet skulle gennemføres så fleksibelt som muligt, og der skulle foretages en løbende overvågning af fiskebiomassen.

Søen blev inddelt i 2 indsatsområder med St. Kalv som hovedindsatsområde.

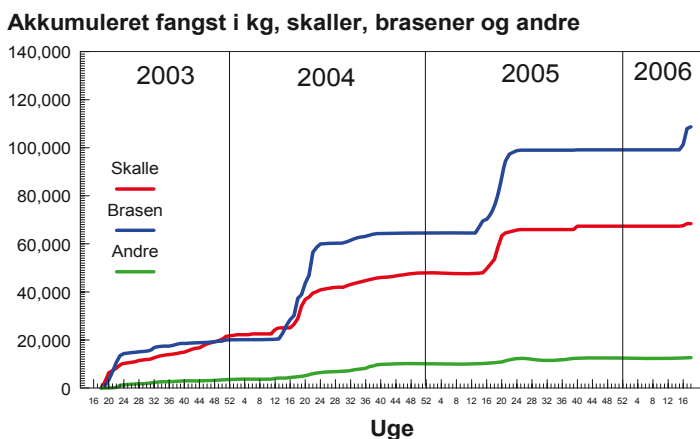
Hovedbassin og St. Kalv skulle så vidt muligt adskilles ved hjælp af et spærregarn. I St. Kalv skulle der både befiskes med vod og bundgarn, mens der i Hovedbassin kun skulle befiskes med bundgarn.

Det var fra starten foreslået at anvende nedgarn, men af hensyn til fuglebestanden i søen, blev nedgarn taget ud af projektet.

Det var endvidere planlagt at fiske efter sandart, men efter forhandlinger med lystfiskerne blev det besluttet at fangne sandart skulle genudsættes i lighed med gedder og aborrer.



Som vist på nedenstående figur er der indtil nu opfisket i alt 189.762 kg. Der fiskes fortsat her i 2006, så det endelige fangstresultat kendes endnu ikke.



De foreslåede redskaber har stort set haft den ønskede effekt. Dog er spærregarn ikke sat op længere, idet det viste sig, at det ikke lykkedes at opnå en adskillelse af fiskebestanden. Det har været meget væsentligt for effektiviteten, at opfiskningen har været fleksibelt tilrettelagt både i tid og sted. Eksempelvis er bundgarnene de seneste 2 år koncentreret i St. Kalv. Vodtræk har vist sig at være mest effektiv i

forårs månederne lige inden fiskene går på leg, mens bundgarnene er mere effektive under fiskenes gydetid. Hvor bundgarn giver stabile fangster, giver vodtræk meget varierende resultater, således har fangsterne varieret mellem 0 kg og 4,7 tons.

Opfiskningen i Furesø i forbindelse med EU-LIFE projektet ophører pr. 1. august 2006. Om opfiskningen har haft den ønskede effekt på fiskesammensætningen må fremtiden vise.

Iltningsanlæg

Ingeniør og projektleder Peer Skaarup, Frederiksborg Amt

Iltning af søvandet er det ene af søprojektets 2 restaureringstiltag, og det går ud på at tilføre ilt til bundvandet under springlaget. Inden projektets start var der ingen ilt i bundvandet fra juli til oktober – altså i størstedelen af sæsonen, hvor der forekommer springlag.

Med dette tiltag sørger vi for, at bundvandet er iltrigt hele året, og dermed sikrer vi, at den fosfor der befinder sig i bundsedimentet bliver liggende dernede – bundet til det naturligt forekommende jern. Fosfor har nemlig den egenskab, at den under iltrige forhold binder sig til jernet, mens den under iltfattige forhold frigives til søvandet. Ved at tilføre ilt kan vi således begrænse algernes føde i bundvandet og dermed begrænse den tidligere algeopblomstring i sommermånederne.

I 2003 etableredes iltningsanlægget på Stavnsholt Renseanlæg et par hundrede meter fra Furesøens bred. Anlægget består overordnet af ilttank, fordampere og et styreskab. Fra anlægget fører 3 nedgravede PVC-rør via en samlebrønd ved søbredden til de 3 dybeste steder i søen. De 3 steder er der placeret en manifold, der fordeler ilten til et antal perforerede slanger af hver 100 meters længde. Hver diffusor er således en 10-, 16- eller 21-armet "blæksprutte", der kan udspy iltbobler i et cylinderformet vandvolumen med diameter 200 meter.

Ilten leveres til anlægget med tankvogn 1-2 gange om ugen. Ilten er flydende, minus 180 °C og ved et tryk på ca. 10 bar. I takt med forbruget ledes ilten gennem fordamperen, hvorved den ændrer tilstand fra flydende til luftform og opvarmes fra minus 180 °C til den omgivende temperatur. I styreskabet reguleres iltflow og -tryk til hver enkelt diffusor, og forbruget registreres.

Efter en underjordisk rejse på et par kilometer når ilten frem til diffusoren, og gennem den kraftige, perforerede gummislange presses den nu luftformige ilt gennem slangens små huller. Ved normalt drift ledes 5 tons ilt dagligt gennem systemet og skønsmæssigt et par milliarder iltbobler pr. sekund møder deres endeligt i hypolimnions rige. Et forsøg med opsamling af de resterende bobler i en stor tragt viser, at 95 % af ilten er opløst inden den når vandoverfladen.



Ilttank og fordamper på Stavnsholt Renseanlæg



Manifold med diffusorlanger



Diffusorlange i funktion

Monitering. Fosfor, sigtddybde og ilt.

Biolog Peter B. Jørgensen, Frederiksborg Amt

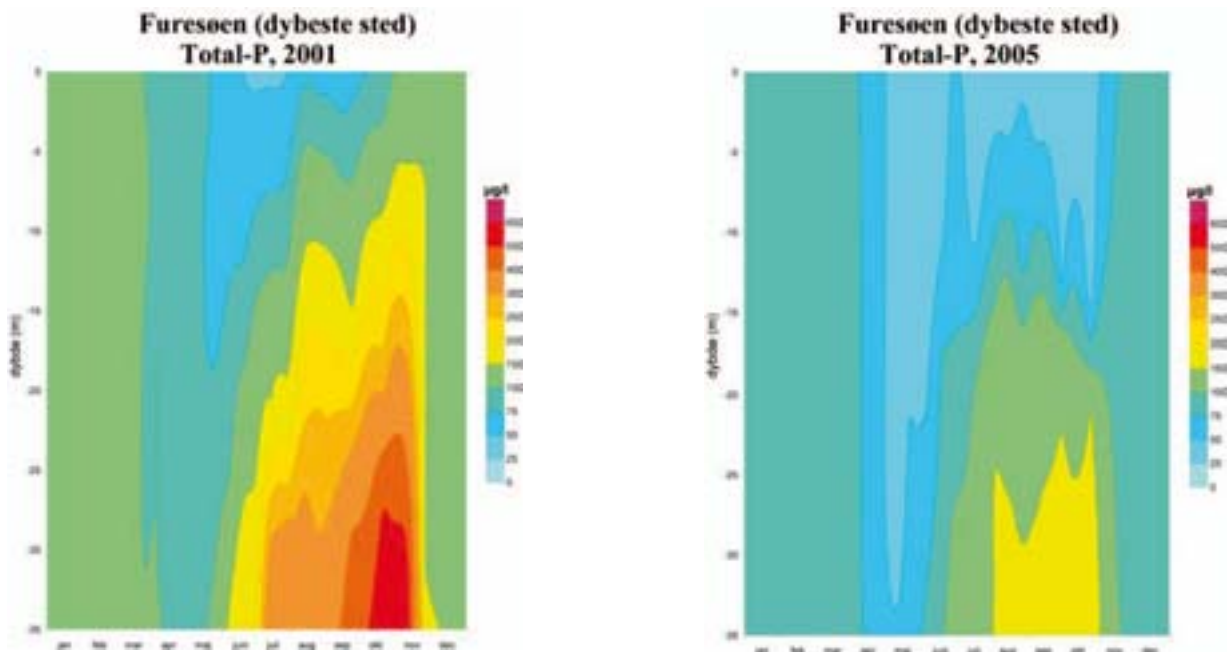
Furesø er i Regionplanen målsat med skærpet målsætning A1 og A2, på baggrund af de særlige naturvidenskabelige værdier i søen samtidig med at søen anvendes til badning. Der er bl.a. stillet følgende kvalitetskrav til søen:

- Total-fosforkoncentration skal som årgennemsnit være under 40 µg/liter.
- Sommermiddelsigtddybde (maj-september) skal være ca. 4 m.
- Iltindholdet i bundvandet må ikke falde til under 0,5 mg/liter.

Da Furesø er omfattet af det landsdækkende overvågningsprogram (NOVANA) ligger der en lang række data, der kan belyse hvorvidt disse kvalitetskrav er opfyldt, samt om det igangværende restaureringsprojekt har positiv indflydelse på dette.

Fosfor.

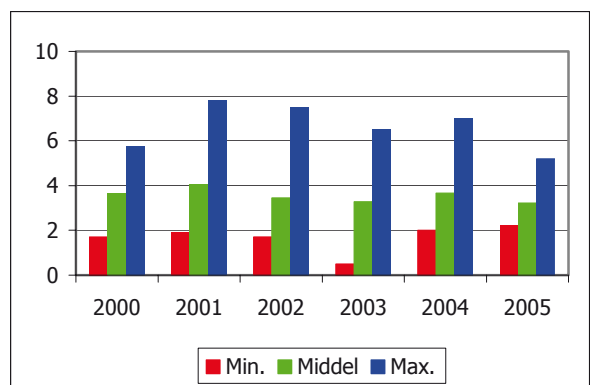
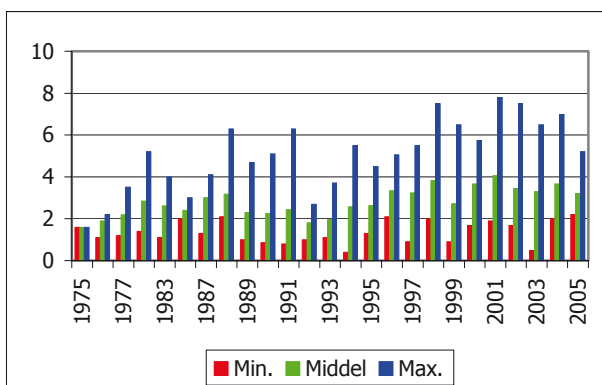
Selvom der er sket en betydelig reduktion i frigivelsen af fosfor fra sedimentet i sommerperioden som følge af iltningen af bundvandet, er kravet til årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor stadig ikke opfyldt.



Som det ses af ovenstående figurer er frigivelse af fosfor fra sedimentet faldet betydeligt siden igangsættelsen af iltningen af bundvandet. Det ses også, at fosforindholdet i søvandet efter efterårsopblandingen er lavere i dag end før restaureringsprojektet startede.

Sigtddybde.

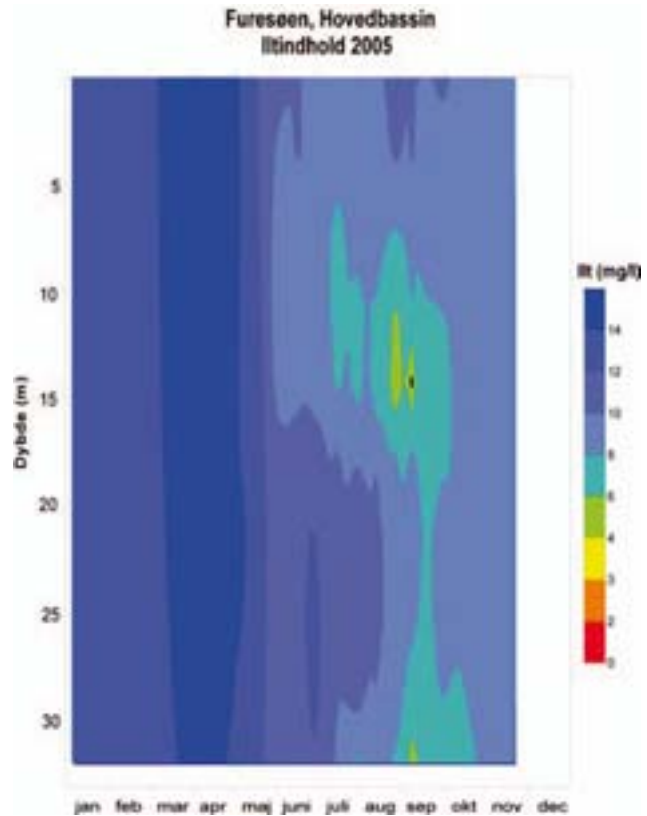
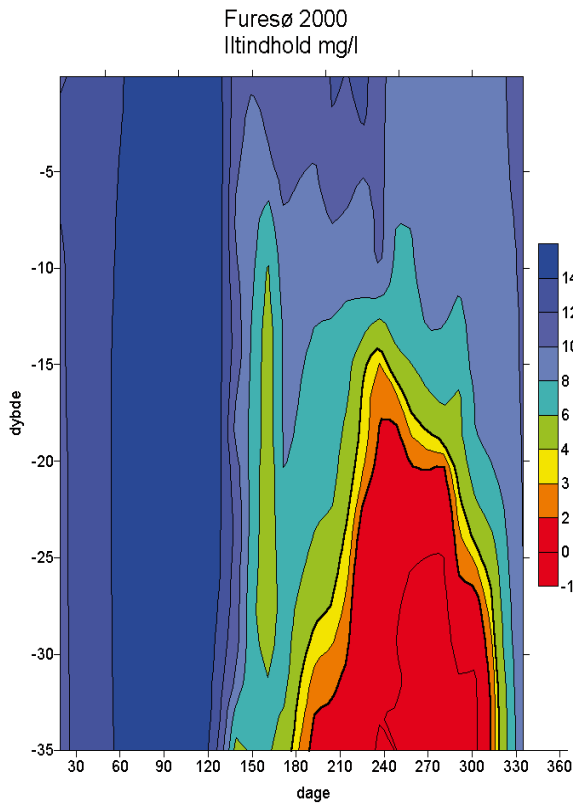
Set over en længere årrække er der sket en positiv udvikling i sigtddybden i sommerperioden i Furesø. Middelsigtddybden er steget og det samme er størrelsen af de maksimale værdier.



Ses der isoleret på udviklingen de seneste 6 år genfindes denne positive udvikling ikke. Middelsigt dybden i sommerperioden ligger mellem 3 og 4 meter, og målet på ca. 4 meter er således ikke opfyldt endnu. Den relativt dårlige sigt dybde hænger sammen med, at fosforkoncentrationen i søvandet stadig er for høj.

Ilt.

På grund af den kraftige iltning af bundvandet er der i dag ikke problemer med at opfylde kravet om et minimalt iltindhold i bundvandet på 0,5 mg/l.



Faktisk er det laveste iltindhold i søen i årene med iltningen fundet lige over springlaget, hvilket må tilskrives henfald af dødt planteplankton, der akkumuleres i dette område.

Hvorvidt kravet til iltkoncentrationen i bundvandet også vil være opfyldt på længere sigt efter iltningen er ophørt, er det på nuværende tidspunkt for tidligt at udtale sig om, men man må i det mindste regne med, at den forventede mindre algeproduktion i søen i fremtiden vil betyde et mindre iltforbrug ved bunden, i forhold til forholdene før iltningen blev igangsat.

Furesø – et EU LIFE projekt

Biolog Ida Dahl Nielsen, tidligere projektleder i Frederiksborg Amt

Dansk projektnavn	Engelsk projektnavn
Restaurering af Furesø - en næringsrig sø nær København LIFE02NAT/DK/8589	Restoration of Lake Fure - a nutrient-rich lake near Copenhagen LIFE02NAT/DK/8589

EU kommissionen besluttede i juli 2002 at give tilskud til restaurering af Furesø under tilskudsordningen EU LIFE natur.

Det skete på baggrund af en fælles henvendelse fra de to amter København Amts og Frederiksborg Amt i efteråret 2001. Imidlertid besluttede Københavns Amt ikke at ville støtte projektet økonomisk. Den beslutning blev truffet umiddelbart inden den endelige og justerede ansøgning blev sendt i foråret 2002. I stedet vedtog Farum Kommune i september 2002 at ville bidrage med det beløb Københavns Amt skulle have finansieret.

Udarbejdelsen af en EU LIFE ansøgning er en omfattende sag med en række krav til indhold, budget mm. Et konsulentfirma hjalp med dette arbejde.

Organisering af projektet

Frederiksborg Amt er bygherre for projektet. Styregruppen for projektet består af én leder fra amtet og én leder fra Farum Kommune.

En projektgruppe i Frederiksborg Amt står for den daglige ledelse af projektet. Denne gruppe er sammensat af en række amtsmedarbejdere med hver deres klart definerede ansvarsområde.

En kontaktgruppe med repræsentanter fra forskellige berørte organisationer samt øvrige kommuner/amt omkring søen og søens ejere er knyttet til projektet. Kontaktgruppen er nærmere beskrevet i indlægget om information og borgerinddragelse.

Rådgiver og entreprenør

Amtet udbød i efteråret 2002 bygherrerådgiverrollen til flere rådgivende firmaer og Carl Bro vandt opgaven.

De to tiltag: iltning og opfiskning blev udbudt i licitation i vinteren 2002/03, og der blev indgået kontrakter om nedenstående to tiltag.

Entreprisen: Iltning af Furesø varetages af Jydsk Dykkerfirma Aps

Entreprisen : Opfiskning i Furesø foretages af Fiskeøkologisk Laboratorium

Der holdes løbende byggemøder med deltagelse af bygherre, rådgiver samt de enkelte entreprenører. Især omkring opfiskning er der mange møder, fordi indsatsen med bundgarn, vodtræk mm løbende diskuteres og justeres.

Samarbejdet mellem bygherre, rådgiver og entreprenører fungerer fint, og for at sikre en god vidensdeling er der oprettet et fælles projektwebsted, hvor alle vigtige dokumenter er tilgængelige.

Budget og økonomi

Det samlede budget for EU LIFE projektet er 22 millioner danske kroner. EU bidrager med et tilskud på 40 % i alt 8,8 mill. kr., mens henholdsvis Farum Kommune og Frederiksborg Amt hver finansierer 30 % svarende til 6,6 mill. kr.

EU ansøgningen indeholder et udførligt budget. Dette budget er udarbejdet inden der er valgt rådgiver og entreprenør. Især omkring opfiskningen har der været behov for at justere budgettet efterfølgende. Budgetændringer, der har krævet EU kommissionen tilladelse. Der er brugt lidt færre penge på iltning end anslået, og således er det muligt at bruge flere penge på opfiskning.

	1. Personale	2. Rejsseudgifter	3. Ekstern bistand	4. Driftsmidler 4.1	Infrastruktur 4.2	Udstyr	5. Opkøb/leje af rettigheder	6. Småanskaffelser/forbrugsvarer	7. Andre udgifter	8. Faste udgifter.	Total
KR											
A Rådgivningstilbud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52.500
B Fiskerettigheder	0	0	0	0	510.000	0	0	0	0	0	510.000
C1 Biomani. Anlæg	0	0	200.003	2.451.998	0	0	0	0	0	0	2.652.001
C2 Biomani. Drift	0	0	4.603.500	0	0	0	0	-7.500	0	0	4.596.000
C3 Ilt. Anlæg	0	0	429.998	3.307.500	0	0	0	0	0	0	3.737.498
C4 Ilt. Drift	262.500	0	0	0	0	0	4.020.000	780.000	131.250	0	5.193.750
C Total	262.500	0	5.233.501	5.759.498	0	0	4.020.000	772.500	131.250	0	16.179.249
E1 WEB-site	22.500	0	0	0	0	0	0	0	11.250	0	33.750
E2 Offentlige møder	45.000	0	0	0	0	0	30.000	0	22.500	0	97.500
E3 Folder	0	0	278.250	0	0	0	0	0	0	0	278.250
E4 Informationstavler	0	0	74.250	0	0	0	0	0	0	0	74.250
E5 Udstilling	0	15.000	150.000	0	0	0	60.000	0	0	0	225.000
E6 Guidede turer	26.250	0	0	0	0	0	56.250	0	13.125	0	95.625
E7 Slutrapport laymans report	7.500	2.625	176.250	0	0	0	0	0	3.750	0	190.125
E8 Afsluttende workshop	30.000	7.500	36.750	0	0	0	60.000	0	15.000	0	149.250
E Total	131.250	25.125	715.500	0	0	0	206.250	0	65.625	0	1.143.750
F1 Projekt ledelse	1.901.250	0	0	0	0	0	0	75.000	950.625	0	2.926.875
F2 Monitoring	536.250	0	382.500	0	0	0	0	0	268.125	0	1.186.875
F Total	2.437.500	0	382.500	0	0	0	0	75.000	1.218.750	0	4.113.750
TOTAL	2.831.250	25.125	6.384.000	5.759.498	510.000	0	4.226.250	847.500	1.415.625	0	21.999.249

Oprindeligt EU budget

Hele regnskabsdelen i projektet er meget tidskrævende – det har den i hvert fald været i Furesøprojektet - ikke mindst fordi amtets regnskabssystemer følger andre retningslinjer end EU kommissionen.

Kontakt til EU kommissionen

Der afrapporteres årligt til EU kommissionen, og kommissionen eller deres rådgivende firma har været på besøg flere gange. Samarbejdet med EU kommissionen er indtil videre forløbet problemfrit, men man skal være opmærksom på, at det kræver en del tid f.eks. at få ændret forhold i budgettet mm. På grund af det relativt store bureaukrati omkring et EU LIFE projekt må det anbefales, at der kun søges støtte til ret store projekter.

Tidsplan og det videre forløb

EU LIFE projektet afsluttes med udgangen af 2006.

Furesø Kommune vil fra 1. januar 2007 frem til 2012 stå for iltning af søens bundvand i sommerhalvåret. Hvad der skal ske efter 2012, samt hvilken indflydelse Vandrammedirektivet vil få for søen, er endnu uklart.

Information og borgerinddragelse

Naturvejleder Peter Fabricius, Frederiksborg Amt

Formål

- Iværksætte informationsaktiviteter rettet mod lokalbefolkningen og interessegrupper med det formål at skabe opmærksomhed og kendskab til restaureringsprojektet, til EU LIFE-Nature og til NATURA 2000.
- Etablere et forum for dialog med parter som berøres af restaureringsprojektet.

Målgrupper

Brugere:

- Badegæster
- Turbåde
- Lystfiskere
- Sejlere m.v.
- Naturskolen
- Naturvandrere
- Private søejere

Offentlige myndigheder:

- Skov- og Naturstyrelsen
- Københavns Amt
- Frederiksborg Amt
- Birkerød Kommune
- Farum Kommune
- Lyngby-Taarbæk Kommune
- Søllerød Kommune
- Værløse Kommune

Interesseorganisationer:

- Danmarks Naturfredningsforening
- Friluftsrådet
- Dansk Ornitologisk Forening

Aktiviteter

Borgermøde

11. november 2002 på Farum Park: Annonceret gennem pressen og via Handouts på lokale biblioteker. Generel information om projektets formål og de konsekvenser selve opfiskningen og iltingen vil få for brugere af søen. På mødet blev der også valgt medlemmer til Kontaktgruppen.

Kontaktgruppe

Har fungeret som forum for information og dialog gennem hele projektperioden. På i alt 10 møder er medlemmerne blevet informeret om status for projektet og har kunnet fremføre ønsker og spørgsmål fra deres respektive baglande. Data fra amternes løbende overvågning i søen og fra diverse forskningsprojekter er også blevet fremlagt og diskuteret på møderne.

WEB-site

På www.furesoeprojekt.dk har interesserede gennem hele perioden kunnet hente informationer om restaureringsprojektet. Af mere stationær information har sitet faglige baggrundsrapporter og generel viden om søen og dens historie samt links til de årlige overvågningsrapporter og til web-sites for EU LIFE-Nature og Natura 2000. Derudover har sitet en mere dynamisk del hvor der gennem projektperioden er lagt nyheder ud. Web-statistik: ca. 40.000 sessions og 260.000 pageviews

Folder

En folder, der fortæller om søens økologi og historie og om restaureringsprojektet, er produceret i en dansk og en engelsk version med hhv. 30.000 og 2.000 eks. Den danske version er distribueret fra Fiskebæk Naturskole og lokale biblioteker og turistkontorer samt fra bokse på informationstavlerne placeret rundt om Furesø.

Informationstavler

Der er produceret 3 typer af informationstavler:

- Havne og badesteder: I alt 7 tavler med en generel tekst suppleret med en nyhedsdel som er skiftet ud 14 gange gennem projektperioden.

- Stavnsholt Renseanlæg: Da der ikke er offentlig adgang, er der produceret en tavle, som med ord og fotos fortæller om det iltanlæg, der er blevet etableret på renseanlæggets område.
- Furesøens Bådfart: Generel projektbeskrivelse i udhængsskab ved bådfartens billetsalg.

Udstilling

I udstillingslængen på Fiskebæk Naturskole er der etableret en udstilling, som primært retter sig mod naturskolens brugere, som er børneinstitutioner og skoleklasser op til 6. - 7. klassestrin, men også så den er relevant for et voksent publikum. Udstillingen beskriver søens økologi, dens miljøhistorie og restaureringsprojektet.

Til de mindste besøgende i udstillingen er der produceret nogle klippe/farveark og en lille tegneserie.

Guidede arrangementer

En gang om året i maj/juni måned har projektet afholdt en aktivitetsdag på og ved søen. På land blev der opsat akvarier med søens fisk og stereolupper m.v. så de besøgende kunne komme tæt på livet i søen. Og Bådfarten var hyret til at sejle folk en tur rundt på søen for at se og høre om opfiskningen og iltningen af bundvandet.

Aktivitetsdagen er blevet afholdt i 2003, 2004 og 2005 med et samlet besøgstal på små 1.000 deltagere.



www.furesoeprojekt.dk



Info-tavle m/folder



Planche ved bådfarten



Aktivitetsdag



Aktivitetsdag



Aktivitetsdag



Udstilling / Fiskebæk



Udstilling / Fiskebæk



Udstilling / Fiskebæk

Sørestaurering i Danmark

Martin Søndergaard, Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi, Silkeborg

De første sørestaureringer i Danmark blev gennemført allerede i 1970'erne, men sørestaurering vandt først for alvor indpas som en metode til at forbedre søernes vandkvalitet i løbet af 1980' og 1990'erne. Antallet af indgreb toppede i midten af 1990'erne, hvor 20-25 søer blev restaureret årligt, men stadigvæk gennemføres der omkring 10 restaureringer hvert år. I mange søer er der gennemført ofte forskellige typer af indgreb gennem flere år. I alt er der i Danmark foretaget indgreb i omkring 80 søer (Fig. 1).

Restaureringerne omfatter to overordnede typer, der skal modvirke eutrofiering, nemlig indgreb, der mindsker fosfortilgængeligheden, og indgreb, der fremmer dyreplanktonets græsning. Den mest anvendte metode har været indgreb i fiskebestanden – enten ved opfiskning eller ved udsætning af gedder. Disse metoder udgør omkring 75 % af alle indgreb (Fig. 1). Derudover har metoderne omfattet opgravning af sediment (Brabrand Sø, Århus amt, som det eneste større eksempel), iltning af bundvand (bl.a. Hald Sø, Viborg amt), tilsætning af aluminium (bl.a. Sønderby Sø, Fyns amt) samt forsøg med iltning af bundvand via nitrat (Lyng Sø, Århus amt) og beskyttelse af undervandsplanter mod fuglegræsning (bl.a. Engelsholm Sø, Vejle amt).



Fig. 1 Oversigt over de i alt 80 restaurerede søer i Danmark med angivelse af restaureringstype.

Omfanget af indgreb varierer betydeligt fra sø til sø (fra under 100 kg/ha opfisket til over 800 kg/ha), og næringsstofforholdene varierer også (fra 60-70 µg P/l til flere hundrede µg P/l), hvilket gør det vanskeligt at vurdere og sammenligne de opnåede resultater. Endelig er indgrebene ofte gennemført samtidig med, at den eksterne og/eller den interne fosforbelastning er under reduktion, hvilket gør det svært at adskille årsag og virkning.

Der er dog flere klare resultater – især i forbindelse med opfiskning af fisk, hvor der er det bedste datagrundlag. Først og fremmest er det muligt at påvirke tilstanden og skabe en væsentlig forbedret tilstand med øget sigtddybde og ændringer i en række af de øvrige

biologiske forhold, hvis en tilstrækkelig mængde fisk fjernes. Med hensyn til udsætning af geddeyngel synes det, på nær enkelte tilfælde, ikke at føre til væsentlige forbedringer i søernes tilstand (Christian Skov, DFU, i trykken). De øvrige metoder er kun gennemført i få søer, så det kan være svært at drage mere generelle konklusioner. Dog synes en tilstrækkelig reduktion af den eksterne belastning stadigvæk at være en vigtig forudsætning for, at man via et indgreb kan skabe permanente effekter.

En meget væsentlig sideeffekt ved indgreb i fiskebestanden er, at tilbageholdelsen af både fosfor og kvælstof øges betydeligt i de lavvandede søer, hvis det lykkes at skabe klarvandede forhold. Dette har ikke blot stor betydning for søen selv, men også for belastningen af eventuelt nedstrømsbeliggende vandområder. På den anden side udgør en høj tilbageholdelse af fosfor også en potentiel risiko for, at søen senere påvirkes internt med frigivelse af fosfor fra søbunden, hvis søen vender tilbage til uklare forhold. De fleste sørestaureringer er gennemført inden for de seneste 5-10 år, så derfor er det kun i få tilfælde muligt at vurdere langtidserfaringerne. Et af tilfældene er Væng Sø i Midtjylland, hvor der er detaljerede målinger gennem de sidste 20 år, siden omkring halvdelen af fiskebestanden (skalle og brasen) blev fjernet i 1986-88. Dette førte til markante ændringer de følgende 8-10 år, men de sidste 5-10 år er søen igen langsomt vendt tilbage til udgangspositionen. Også resultater fra andre søer med tidsserier på over 8-10 år peger på, at det kan være svært at fastholde den klarvandede tilstand.

Der er stadigvæk mange uafklarede forhold omkring anvendelse af sørestaurering. Først og fremmest er der brug for at vurdere langtidseffekterne nærmere, men også de mere grundlæggende mekanismer bag restaureringsindgreb savner belysning, herunder hvordan den bentiske-pelagiske kobling spiller ind på hele søens dynamik. I øjeblikket arbejdes der på flere fronter på at forbedre videngrundlaget og opsamle erfaringer omkring restaurering af søer i Danmark – dels via et projekt, der opsamler amternes erfaringer, og dels via et nyt center for sørestaurering (CLEAR) etableret med midler fra Villum Kann Rasmussen Fonden. I relation til EU's Vandrammedirektiv kan restaurering være et vigtigt redskab til at opnå en god økologisk kvalitet og dermed opfylde direktivets forpligtigelser.

EU-LIFE Projects

Camilla Strandberg-Panelius, Astrale GEIE-ELLE

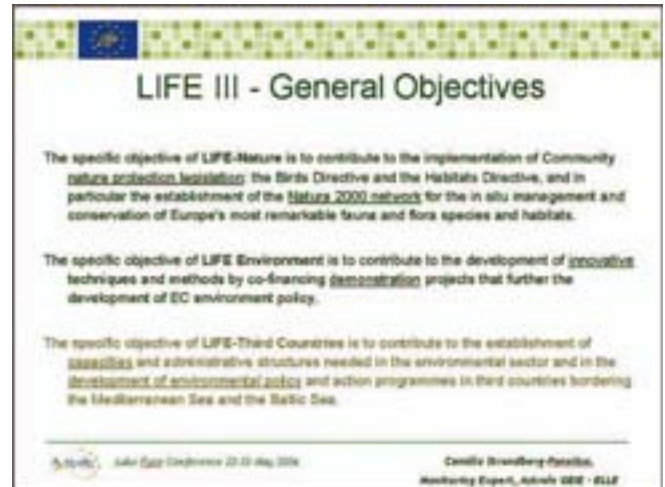


EU-LIFE projects

Camilla Strandberg-Panelius
Monitoring Expert
Astrale GEIE - ELLE

LIFE Logo
LIFE Logo
LIFE Logo

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



LIFE III - General Objectives

The specific objective of LIFE-Nature is to contribute to the implementation of Community nature protection legislation: the Birds Directive and the Habitats Directive, and in particular the establishment of the Nature 2000 network for the in situ management and conservation of Europe's most remarkable fauna and flora species and habitats.

The specific objective of LIFE Environment is to contribute to the development of innovative techniques and methods by co-financing demonstration projects that further the development of EC environment policy.

The specific objective of LIFE-Third Countries is to contribute to the establishment of capacity and administrative structures needed in the environmental sector and in the development of environmental policy and action programmes in third countries bordering the Mediterranean Sea and the Baltic Sea.

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



Purpose of a Monitoring Team

Why a Monitoring Team?

- LIFE projects cover a broad spectrum of themes
- a high number of active LIFE projects
- limited internal human resources at the European Commission

What is the role of the team?

- assistance to European Commission
- advice to beneficiaries
- but not to make decisions on the Commission's behalf and not involved in the management of financial resources

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



LIFE phases

Launched in 1992

LIFE I (1992-1995):	€400 million
LIFE II (1996-1999):	€450 million
LIFE III (2000-2004):	€640 million
LIFE III Extension (2005-2006):	€317 million

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



Launched in 1992

LIFE

The Financial Instrument for the Environment
one of the spearheads of Community environment policy

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



Number of projects 1992-2004

- 2478 LIFE projects
- LIFE NAT 876 projects
- LIFE ENV 1404 projects
- Third Countries 198

LIFE Logo LIFE Logo
LIFE Logo Conference 20-21 May 2006
Camilla Strandberg-Panelius,
Monitoring Expert, Astrale GEIE - ELLE



Budget distribution

In the years 2004-2005:

- LIFE-Environment (47% of budget)
- LIFE-Nature (47% of budget)
- LIFE-Third Countries (6% of budget)

LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE



LIFE Nature projects

- 908 LIFE Nature projects co-financed since 1992
- Contributing €689 million to the restoration and protection of nature in Europe
- Project duration generally 3-5 years
- Total project budgets: around €500,000 to €15 million



LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE



New Nature projects in 2005

- 183 proposals received
- 54 proposals selected in 20 countries (19 EU Member States and Romania)
- Total investment of €125.7 million
- EU contribution €69 million



LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE



LIFE in Denmark

- LIFE Nature projects**
 - 16 projects
- LIFE Environment projects**
 - 47 projects

LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE



LIFE around Europe

- Eco-corridors across existing transport networks in Flemish Ardennes
- Mitigation of conflicts between Monk seals and fishermen
- Recovery plan for the giant lizard of La Gomera
- Protection and restoration of Stora Alvaret

LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE



LIFE in the future

- LIFE +
- 2007-2013
- Decentralised with 80% of the budget allocated to the EU member states for financing projects and measures through national programmes

LIFE 2004-2006 Conference 21-23 May 2006 Cecilia Brøndberg-Pedersen, Monitoring Expert, Article 002 - LIFE

Plankton

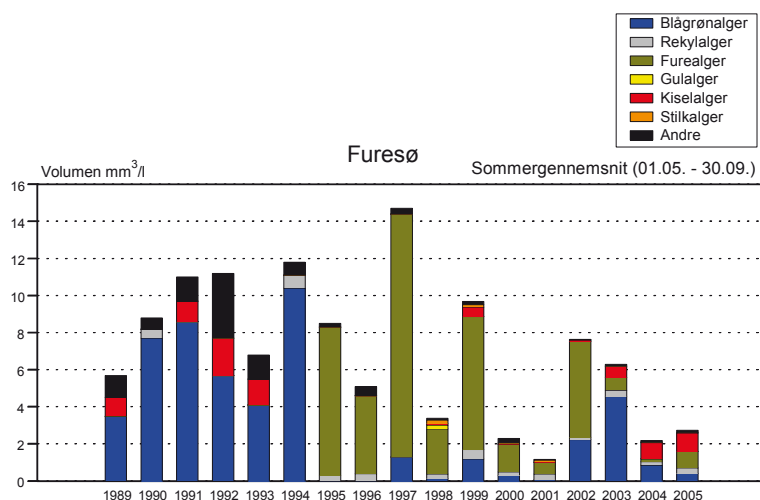
Biolog Inge Grevy, Københavns Amt

Furesø indgår i det nationale overvågningsprogram som en sø, hvor miljøtilstanden overvåges intensivt. Indsamling og analyse af plankton er et af de centrale elementer i overvågningen. I Furesø's hovedbassin er der gennemført systematiske analyser af plante- og dyreplankton siden 1989. I den lavvandede del af Furesø - Store Kalv - er der gennemført analyser af plante- og dyreplankton fra 1989-1997 og i 2003. Der foreligger således i dag et meget stort datamateriale som giver værdifuld viden om udviklingen i plante- og dyreplankton gennem perioden.

De store datamængder er analyseret ved hjælp af det statistiske analyseprogram PRIMER. Formålet med analyserne er at belyse planktonsamfundets udvikling og at identificere de vigtigste biologiske og kemiske parametre for planktonudviklingen gennem overvågningsperioden. Analyserne er foretaget på tidsvægtede gennemsnit i hhv. sommerperioden (maj-september) samt forårsperioden (marts-maj).

I perioden 1989-2005 er der i hovedbassinet registreret 3 markante kvalitative og kvantitative ændringer i planteplanktonsamfundet (figur 1). De tre samfundsstrukturer, der er observeret, er:

1. Blågrønalg-dominerede samfund med høj biomasse i årene 1989-1994
2. Furealge-dominerede samfund med høj biomasse i årene 1995-2002
3. Blandede samfund med relativt lav biomasse i årene 2003-2005.



Figur 1. Sommergennemsnit af planteplanktonbiomasser og fordelingen mellem de overordnede grupper i perioden 1989-2005 i Furesø.

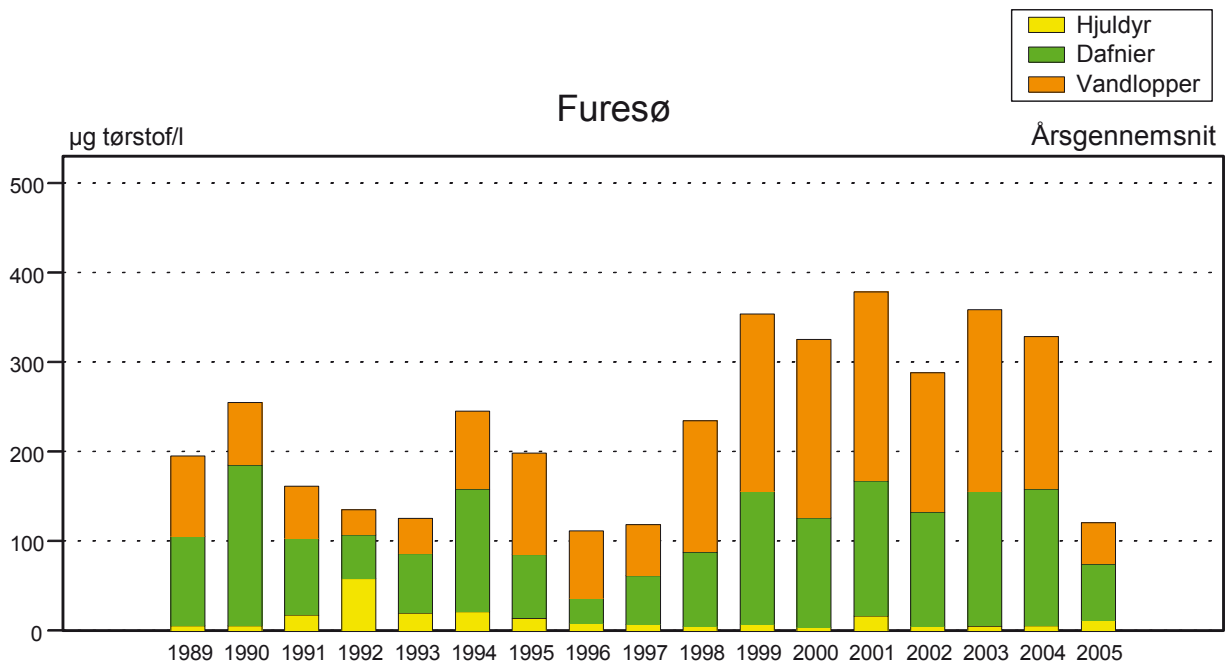
Analysen tyder på at mængden af planteplankton i Furesø primært er styret af den tilgængelige mængde af fosfor (ortho-fosfat) under springlaget i sommerperioden. Mængden af fosfor og silicium over springlaget har også betydning. Iltning af bundvandet i Furesø har medført, at indholdet af ortho-fosfat under springlaget er faldet signifikant, og det må forventes, at mængden og sammensætningen af planteplankton i de

kommende år vil ændre sig i takt med det faldende fosforindhold.

Dyreplanktonet i Furesø har i perioden haft 4 (5) forskellige samfundsstrukturer (figur 2):

- Samfund med relativt høj biomasse domineret af Daphnia-arter 1989-1990
- Lille biomasse af dyreplankton i 1992 og 1993. Hjuldyr udgør en stor andel af biomassen
- Samfund med lav biomasse domineret af vandlopper og dafnier. 1991+1994-1997
- Samfund med middel biomasse domineret af vandlopper og dafnier 1998-2004
- Overgangssamfund med lav biomasse uden tydelig dominans 1991,1993, 1996-1997

- 2005 adskiller sig fra alle år med meget lille biomasse, domineret af dafnier.



Figur 2. Årsgennemsnit af dyreplanktonbiomasser og fordelingen mellem de overordnede grupper i perioden 1989-2005 i Furesø.

Der forligger ingen analyser af sammenhæng mellem fisk og zooplankton, men det vurderes at fiskebestanden har haft en indflydelse på zooplanktonudviklingen - specielt i starten af perioden. En fiskeundersøgelse i 1991 tydede på, at fiskebestanden i søen primært bestod af smelt og skalle, hvilket sandsynligvis har medført et stort pres på dyreplanktonet.

Udviklingen i dyreplanktonsamfundet er styret af mængden af planteplankton, der er mindre end 50 µm (fødegrundlag for dyreplankton). De store opblomstringer af blågrønalger og furealger (store alger) har ikke haft betydning for mængden af dyreplankton. Analysen viser, at de har været fødebegrænset i størstedelen af perioden.

Opfiskningen har bl.a. haft til formål at mindske presset på dyreplanktonet i St. Kalv. Man kunne forvente, at der var forskel på planktonsamfundene i de 2 bassinafsnit, men både i forårs- og i sommerperioden har de været ens. Det skal dog bemærkes, at data fra St. Kalv mangler i perioden 1998-2002, hvor der skete et tilstandsskift i hovedbassinet.

Restaureringen 2003-2005

I 2004 og 2005, hvor der forventedes effekt af restaureringstiltagene, var der lavere biomasser af planteplankton end i størstedelen af den foregående periode. Desuden var kiselalgerne relative andel af biomassen markant højere i disse år end i de tidligere år. Dette er sammenfaldende med lavere gennemsnitlige koncentrationer af ortho-fosfat under springlaget.

Dyreplanktonbiomassen var større i 2004 end i alle de øvrige undersøgelsesår, mens den i 2005 var markant lavere end i de fleste af de tidligere år. Den højere gennemsnitlige biomasse af dyreplankton i 2004, sammenlignet med de fleste af de foregående år, kan være en umiddelbar effekt af opfiskningen, men da dyreplanktonet generelt er fødebegrænset med faldende biomasser af tilgængelige planteplanktonarter gennem perioden 1989-2005, kan den manglende fortsættelse af udviklingen i 2005 måske skyldes fødebegrænsning.

Fiskebestanden i Furesø, udvikling og status før opfiskningen.

Seniorrådgiver Jens Peter Müller, Fiskeøkologisk Laboratorium og biolog Christian Hvidt, Bio/consult

Bortset fra en ikke afrapporteret undersøgelse i 1919 af Otterstrøm har fiskebestanden i Furesø ikke været systematisk undersøgt før 1991.

Lystfiskernes fangster viser dog, at fiskebestanden har været præget af betydelige svingninger hos de enkelte arter gennem tiderne. Dette er ikke mindst tilfældet for sandarten, som er blevet udsat af flere omgange siden 1902. I starten af 1980'erne voksede meget store årgange af sandarter op, og lystfiskernes fangster kulminerede midt i 1980'erne med en registreret årlig fangst på ca. 3 tons. Sandarternes massive prædation gennem opvæksten bevirkede, at flere årgange af søens øvrige fiskearter blev kraftigt reduceret, hvilket ikke mindst var tilfældet for sandarten selv.

Ved fiskeundersøgelsen i 1991 var fiskebestanden domineret af smelt, skalle og brasen. Sandartbestanden var præget af den manglende rekruttering gennem 1980'erne, idet bestanden bestod af unge 0-2 årige fisk samt af få, men meget store voksne sandarter. Aborrebestanden var ligeledes kraftigt påvirket, og søen rummede kun få rovlevende aborrrer. Den ringe rovfiskebestand bevirkede en eksplosion i smeltbestanden, som i 1991 optrådte i rekordstørrelse. Den beskedne rovfiskebestand betød ligeledes gode rekrutteringsforhold hos søens øvrige fisk, ikke mindst hos brasenbestanden, som grundlagde store årgange i årene 1988-1991.

Smelt er et godt fødegrundlag for opvoksende aborrrer, og ved fiskeundersøgelsen i 1996 var aborrebestanden blevet dominerende, smelten var reduceret til et mere normalt niveau, og de nye årgange af sandart var begyndt at æde af søens småfisk. Skallebestanden var derfor gået noget tilbage, mens de store brasenårgange fra 1988-91 havde opbygget en betydelig biomasse.

I perioden 1995- 2001 viste lystfiskernes fangster tilstedeværelsen af en god sandartbestand, men også aborrefangsterne var betydelige, og en god pelagisk rovfiskebestand holdt smeltbestanden nede på et moderat niveau. Ved fiskeundersøgelsen i 2002 var aborrrer blevet søens dominerende fiskeart, og fredfiskebestanden var reduceret i forhold til tidligere.

Sammenbruddet i rovfiskebestanden og smeltbestandens eksplosion i starten af 1990'erne var sammenfaldende med betydelige ændringer i søens vandmiljø. Fosforkoncentrationen blev fordoblet, og sigtddybden faldt som følge af store blågrønalgopblomstringer, og søens dyreplankton var præget af små former som hjuldyr og snabeldafnier med ringe græsningskapacitet. Det er derfor nærliggende at tro, at ændringerne i fiskebestanden gennem en øget prædation på søens dyreplankton har fremkaldt kaskadeeffekter i den biologiske struktur med et tilstandsskifte fra klart til uklart vand til følge.

Aborrebestandens genkomst i starten af 1990'erne var sammenfaldende med en opklaring af søvandet i 1996. I perioden 1996-2002 var vandet således forholdsvis klart, og fiskebestanden var afbalanceret med en god rovfiskebestand. Dette gjaldt dog kun det dybe bassin, idet vandmiljøet i Storekalv var præget af store mængder fredfisk og få rovfisk. Storekalv fungerede tydeligvis som gyde- og opvækstområde for en række fisk, herunder sandart, skalle og ikke mindst brasen, hvilket skabte en stor tæthed af småfisk over sommeren, og vandmiljøet var præget af en ringe sigtddybde og en beskedne udbredelse af undervandsvegetation. Desuden viste sammenbruddet i 1991-93, at store svingninger i sandartbestanden havde potentiale til at medføre et tilstandsskifte mod uklart vand.

Dette var udgangspunktet ved restaureringsprojektets start. Opfiskningen af fredfisk i Furesø kan således ses, som et tiltag til at stabilisere fiskebestanden i en klartvandsform, med en betydelig bestand af aborrer og med en begrænset mængde fredfisk. Iltningen af bundvandet og den hermed forbundne større tilgængelighed af myggelarver samt opfiskningen af potentielle fødekongurrenter, især brasener, ville give aborrerne bedre opvækstvilkår som følge af en mindre fødekongurrence, og en reduceret intern fosforbelastning og en mindre fiskeprædation på søens dyreplankton ville give mulighed for mere klart vand. Desuden ville de færre fredfisk, ikke mindst skaller, gavne sneglesamfundet og dermed undervandsplanterne, som i mindre udstrækning ville blive udskygget af epifytbelægninger.

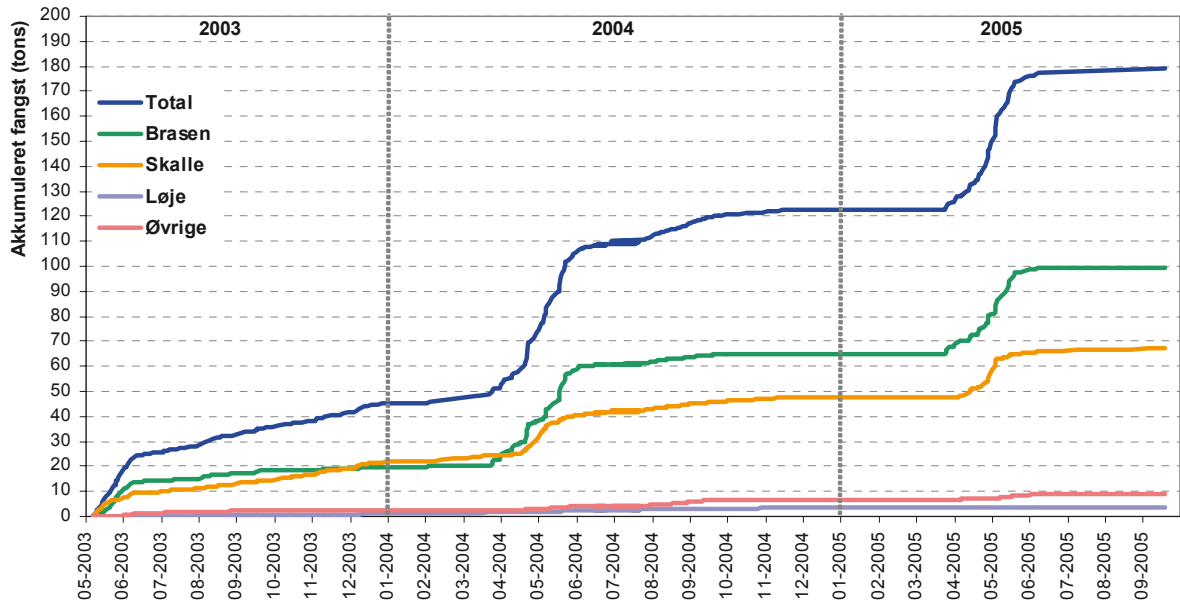
Opfiskningen 2003-2005

Strategien for opfiskning af skidtfisk i Furesø 2003-2005 var på forhånd nøje planlagt i det forudgående Detailprojekt. Planlægningen var udført under hensyntagen til den øvrige fauna og flora, interesseorganisationer, rekreative interesser mv. Fra tidligere projekter var det på forhånd bekendt, at opfiskning af skidtfisk er en iterativ proces, hvor resultaterne løbende skal evalueres og udførelsen af projektet tilpasses herefter for at opnå størst effektivitet under de givne forudsætninger.

På baggrund af det eksisterende kendskab til fiskebestanden i Furesø og søens morfometri blev søen delt i de to indsatsområder 1) Hovedbassinet med tilhørende Lille Kalv, Fiskebæk og Frederiksdal Kanal og 2) Store Kalv inklusiv Vejlesø og Vejlesø Kanal. De primære målarter for opfiskning i Hovedbassinet var brasen og i Store Kalv brasen og skalle. Sekundære målarter var rudskalle, løje og hork. I alle tilløb og afløbet var de primære målarter brasen, skalle og løje. Andre planktivore eller bentivore fisk, som eksempelvis aborreyngel, smelt, suder mv. var ikke direkte mål for opfiskningen, men kategoriseres som øvrige arter og var ikke genstand for frasortering og genudsætning, som rovfiskene gedde, sandart og større aborre.

Redskaberne til opfiskningen af skidtfisk var valgt med henblik på at optimere effektiviteten af opfiskningen i hver af de to indsatsområder under samtidig hensyntagen den eksisterende fauna og de rekreative interesser. I hovedbassinet blev der således udelukkende fisket med bundgarn og i Store Kalv med både bundgarn og et specialudviklet, stort landdragningsvod. De to indsatsområder blev delvist separeret med et spærregarn monteret med bundgarn og ved alle tilløb og afløb var der opsat ekstra bundgarn, foruden at der lejlighedsvis blev fisket med et mindre kanalvod.

Der er ved udgangen af 2005 opfisket i alt 179 ton skidtfisk, hvoraf de 141 ton er primære og sekundære målarter, hvilket er 16 ton mere end målsætningen på forventet 125 ton. Af de 179 ton skidtfisk dominerede brasen med i alt 99 ton, hvoraf 17 ton var fanget i Hovedbassinet og 82 ton i Store Kalv. Fangsten af skalle bidrog med henholdsvis 28 ton i Hovedbassinet og 39 ton i Store kalv. Opfiskningen af de enkelte målarter afviger dog betydeligt i forhold til målsætningen. For Furesø set som helhed er der således opfisket godt 37 ton brasen mere end forventet, hvorimod fangsten af skalle og øvrige arter er ca. 19 ton mindre end forventet. Den akkumulerede fangst i perioden for begge indsatsområder fremgår af nedenstående figur.



Erfaringer fra projektets forløb viser, at det mest kosteffektive fiskeri opnås ved et intensiveret fiskeri i strategiske områder i forbindelse med fiskenes gydeperioder. Årsagen hertil er et øget aktivitetsniveau i forbindelse med gydningen og en akkumulering af fisk på deres foretrukne gydeområder. Endvidere kan det konkluderes, at fiskeri med landdragningsvod i det åbne vand er mest kosteffektiv i perioden op til selve gydningen, mens fangsterne i bundgarn efterfølgende øges i takt med, at fiskene søger ind mod kysten.

Fiskebestandens status og udvikling 2003-2005

Årene 2001-2003 var uheldigvis gode rekrutteringsår for søens skaller og brasener, og begge arter, men især de små skaller, optrådte i store tætheder i Storekalv i 2003. I 2004 og 2005 var rekrutteringsforholdene derimod forholdsvis ringe, og resultatet af de tre års fiskeri var med en samlet fangst på 178 tons tydeligt i 2004 og 2005, hvor især brasenbestanden var blevet reduceret markant, antageligt ned til 10 % af tidligere tiders storhed i 1996, mens skallebestandens reduktion var mere moderat.

Fiskebestanden har gennemgået en klar positiv udvikling gennem projektperioden, idet aborrebestanden er styrket og fredfiskebestanden mindsket, ikke mindst i Storekalv, hvor aborrerne ved seneste fiskeundersøgelse for første gang udgjorde mere end 20 % af fiskebiomassen. Fiskenes indflydelse på vandmiljøet har dog tilsyneladende ikke ændret sig væsentligt gennem perioden. Det dybe bassin har omtrent haft de sigtdybder, som er forventelige ud fra de abiotiske forhold, og sigtdybden i Storekalv har gennemgående været bedre end forventeligt antageligt som følge af et hurtigt vandskifte med det dybe bassin.

Modsat det dybe bassin rummer Storekalv dog stadig en ikke ubetydelig fredfiskebestand. En større udbredelse af undervandsvegetationen og mere klart vand vil antageligt stabilisere forholdene i Storekalv, men opnås dette ikke i indeværende år, bør et passende fortsat fiskeri overvejes ind til dette sker.

Furesøens planter

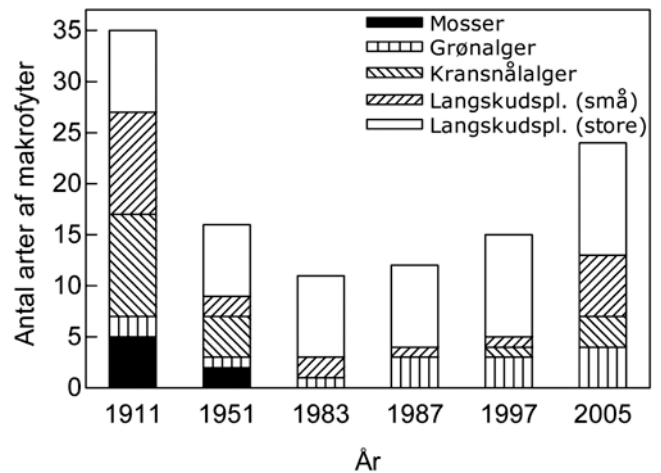
Professor Kaj Sand-Jensen, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet

Intet steds i Furesø er Vegetationen rigere end i Store Kalven(...) En Efteraarsdag efter en længere Stilleperiode er en Baadfart henover Bugten for enhver Naturelsker, men mest for Botanikeren, en sjælden Nydelse. Gennem det klare Vand ser man tydeligere Plantedækkets enkelte Komponenter. Næsten alle Søens Plantearter, Phanerogamer saavel som Kryptogamer, vokser her. Ikke alene er Vegetationen her i Kalven saa mærkelig rig, men Individerne selv er kraftige og prægtigt udviklede
Boye Pedersen (1917)

Lyset slukkedes

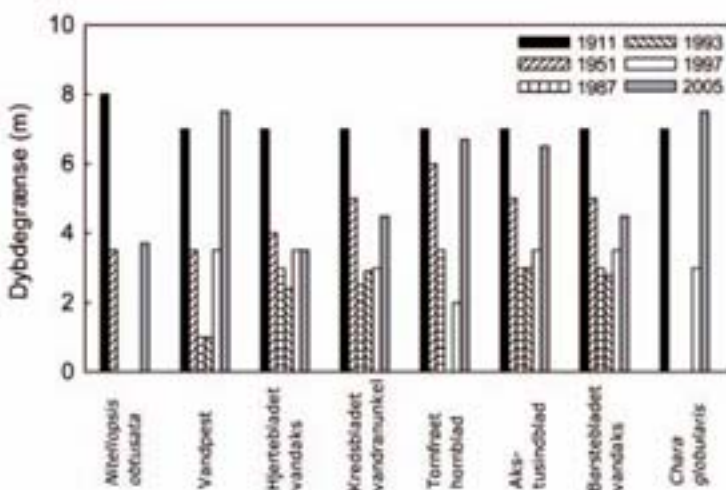
Den første store Furesø-undersøgelsen fra 1917 fremviser et enestående plante- og dyreliv. Ifølge Wesenberg-Lund var Furesøen så klarvandet omkring år 1900, at man kunne se fiskene svømme rundt ved bunden på store dybder. Målte man vandets gennemsigtighed som den dybde, hvor en hvidmalet skive ikke mere kan ses fra vandoverfladen, lå den i gennemsnit mellem 5 og 6 meter om sommeren.

Figur 1. Undervandsplanterne gik voldsomt tilbage i Furesøen frem til 1970, men vender nu ganske langsomt tilbage til Furesøen. I 1911 voksede 35 arter af undervandsplanter i Furesøen. I 1983-87 var der blot 11-12 arter tilbage, da alle vandmosser, kransnålgler og de fleste små langskudsplanter var skygget bort, mens forureningsarter i form af grønalgene vandhår og rørhinde havde spredt sig. I 2005 var vi oppe på 23 arter, idet flere kransnålgler og små langskudplanter igen har vist sig. I forhold til 1911 mangler vandmosserne og flere arter af kransnålgler, mens de grønne forureningsalger fortsat dominerer.



Med 35 arter af undervandsplanter i 1911 var Furesøen den mest artsrige sø i Nordeuropa (figur 1). Faktisk kan næppe nogen sø i verden fremvise en tilsvarende artsrigdom. Den skyldes det klare kalkholdige vand, det store lavvandede areal og de varierede bundforhold.

Artsrigdommen omfattede både store og små langskudsplanter, adskillige vandmosser og kransnålgler. Mange af arterne voksede helt ned til vegetationens dybdegrænse på 8 meter (figur 2).



Store arter af blomsterplanter dominerede dog fra lavt vand til 5 meters dybde, hvorefter kransnålgler tog over.

Da forureningen med spildevand for alvor accelererede i 1940-60'erne opstod der imidlertid tætte opblomstringer af planteplankton, gennemsigtigheden faldt efterhånden til under 2 meter

Figur 2. De maksimale dybdegrænser for udvalgte undervandsplanter i Furesøen var høje i 1911, meget lave i 1987-93, mens de i 2005 var steget og i flere tilfælde havde nået samme niveau som 100 år tidligere.

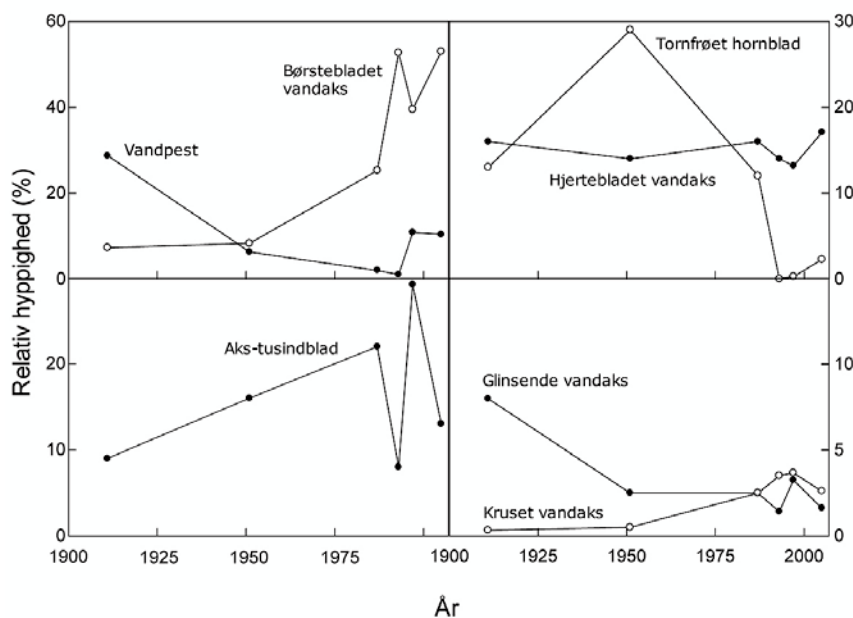
tidligt i 1970'erne og vandplanterne gik voldsomt tilbage. Artsantallet af undervandsplanter var helt nede på blot 11-12 arter i 1983-87. De store kraftige blomsterplanter klarede sig bedst. De er konkurrencestærke, begunstiges af en vis næringsberigelse og kan pga. højden til dels kompensere for dårlige lysforhold i vandet ved at vokse mod overfladen. Men også de gik voldsomt tilbage i udbredelse, idet de dybeste voksesteder på 7 meter vand rykkede op til blot 2-3 meter (figur 2). De små konkurrencesvage mosser og kransnålalger, der voksede mest udsatte på de største dybder, forsvandt efterhånden helt. Til gengæld bredte grønalgerne, vandhår og rørhinde sig og blev efterhånden dominerende. De signalerer massiv forurening.

Lyset tændtes igen for vandplanterne

Med lavere tilførsel og indhold af fosfor i søvandet i de sidste 30 år er planktonmængden faldet og vandets gennemsigtighed er steget til små 4 meter.

Med de bedre lysforhold har undervandsplanterne igen kunnet øge deres udbredelse. I 2005 fandt man 23 arter, heriblandt flere små blomsterplanter og kransnålalger. Arternes nederste dybdegrænse er også øget og for flere arters vedkommende er den nu den samme som i 1911, før forureningen for alvor satte ind.

Derimod er der foreløbigt kun sket små justeringer i den indbyrdes hyppighed mellem arterne tilbage mod situationen i år 1911. De konkurrencesvage og forureningsfølsomme vandmosser og de fleste kransnålalger er endnu ikke dukket op og vandhår og rørhinde,



der brølede frem under forureningen, dominerer fortsat vegetationen (figur 3). Mens næringsindholdet i søvandet er faldet, dets klarhed er øget markant og undervandsplanternes dybdegrænser er fulgt med har undervandsplanternes dominans-forhold altså kun ændret sig lidt. Det skyldes sandsynligvis, at sedimenterne ændrer sig langsomt, og de større blomsterplanter kan udnytte sedimentets

Figur 3. næringspuljer ned til meget betydelig dybder (10-20 cm), der afspejler forholdene over mange år. Arternes hyppighed i det enkelte år er også

meget afhængig af hyppigheden i de umiddelbart foregående år, da de store vandplanter har lange generationstider og de opretholder deres plantedække år efter år ved hjælp af underjordiske stængler og overvintrende knolde. Derfor er det svært for nye arter at overtage pladsen fra arter, der allerede dækker hele bunden.

Furesøens fremtid

Det er et meget positivt resultat, at det lange seje træk med at nedsætte næringsbelastningen har ført til klare forbedringer af Furesøens vandkvalitet og naturtilstand. Og der er plads til yderligere forbedringer, hvis man holder fast i denne politik og yderligere nedbringer forureningen.

Vandplanterne reagerer ret langsomt på forbedringer, så vi kan ikke endnu forvente at se specifikke effekter på vandplanterne af de seneste års iltning af bundvandet. Men i det omfang det kan fastholde fosforen i bunden og øge vandets klarhed, vil det kunne forstærke den allerede igangværende fremgang for undervandsplanternes vedkommende.

Undervandsvegetationen i Store Kalv kan ikke fremkalde superlativer som for 100 år siden. Vi er på vej, men stadig langt fra målet, hvis Furesøen igen skal blive en verdenssø for vandplanter.

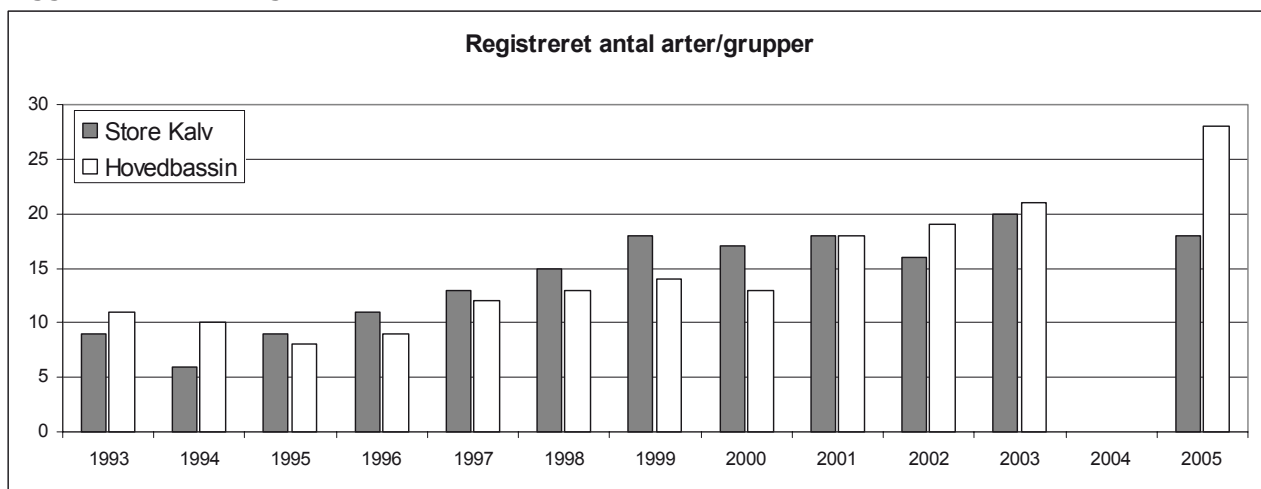
Planter i Furesø 1993-2005

Bjarne Moeslund, Bio/consult

Furesø blev i 1989 udpeget som en af søerne i det nationale overvågningsprogram, og der er fra og med 1993 gennemført årlige undersøgelser af undervandsvegetationen. Disse undersøgelser har tilvejebragt værdifuld viden om udviklingen af undervandsvegetationens artssammensætning, dybdeudbredelse og dækningsgrad – variabler, der alle indgår med stor betydning i den samlede vurdering af søens miljøtilstand.

Artsrigdom og -sammensætning

Der er i overvågningsperioden 1993-2005 sket en tydelig stigning i artsrigdommen i begge søafsnit, se figur 1.



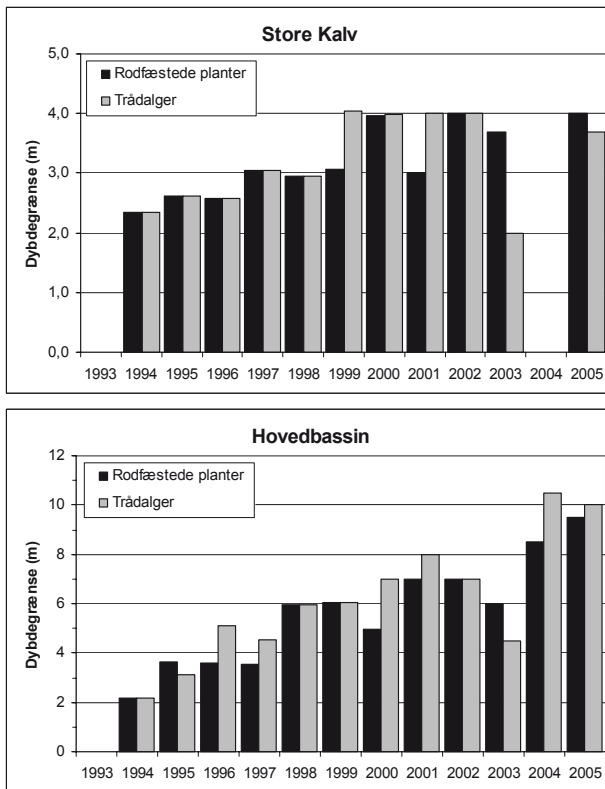
Figur 1. Oversigt over antallet af registrerede arter/grupper (taxa) af undervandsplanter i Store Kalv og Hovedbassinet i perioden 1993-2005.

Der er i begge søafsnit tale om en fordobling af antallet af registrerede taxa i løbet af perioden. Stigningen i artsrigdommen skyldes først og fremmest en stigning i antallet af små/enårige elodeider, men der er også sket en stigning i antallet af kransnålalger. Derimod er der ikke sket forandringer i antallet af store/flerårige elodeider.

Stigningen i artsrigdommen skyldes således i al væsentlighed indvandring af planter, der er i stand til hurtigt at etablere sig på grundlag af frø og andre former for spredningsenheder og danne bevoksninger, når forholdene er til det. Denne mulighed har de store elodeider ikke i samme grad, og det er derfor ikke overraskende, at denne gruppe af vandplanter ikke har udviklet sig på tilsvarende vis.

Dybdeudbredelse og vandets klarhed

Der er i perioden 1993-2005 sket en markant øgning af undervandsvegetationens dybdeudbredelse i begge søafsnit, se figur 2.



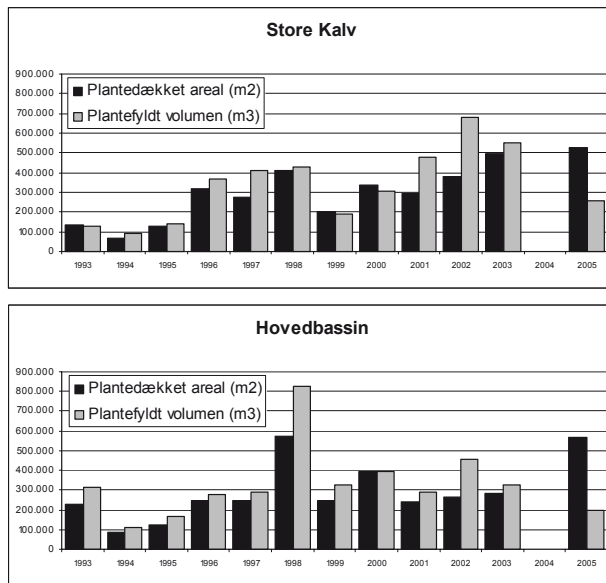
Figur 2. Oversigt over udviklingen af den samlede vegetations dybdegrænse i Store Kalv og Hovedbassinet i perioden 1993-2005.

Alle grupper af vandplanter har opnået øget dybdeudbredelse i perioden. I hovedbassinet er den maksimale dybdegrænse for kransnålgler, små elodeider og trådalger øget med ca. en faktor 3, mens den for de store elodeider er øget med ca. en faktor 2. I Store Kalv er billedet det samme, om end mindre markant, og de resulterende dybdegrænser er mindre end i Hovedbassinet, til dels på grund af en største dybde på kun godt 4 meter i Store Kalv.

Øgningen af undervandsvegetationens dybdeudbredelse har fundet sted parallelt med – og givetvis også som resultat af – den forbedring af vandets klarhed (udtrykt ved sigtddybden), der har fundet sted i perioden 1993-2005. Vandets klarhed i sommerperioden (planternes vækstperiode) har ikke overraskende størst betydning, men det er ikke blot den gennemsnitlige klarhed, der er bestemmende for dybdeudbredelsen. Også minimumsværdierne har stor betydning, hvilket skyldes, at planterne ikke kan udnytte høje middelværdier, hvis disse indbefatter lave værdier, i forbindelse med hvilke planterne går til eller væksten går i stå.

Plantedækket areal og plantefyldt volumen

Som en naturlig konsekvens af den øgede dybdeudbredelse er der også i perioden 1993-2005 sket en positiv udvikling af det plantedækkede areal og det plantefyldte volumen i begge søafsnit, se figur 3. Både det plantedækkede areal og det plantefyldte volumen har i de senere år været 2-3 gange højere end i begyndelsen af overvågningsperioden.



Figur 3. Oversigt over udviklingen af det plantede areal og det plantefyldte volumen i Store Kalv og Hovedbassinet i perioden 1993-2005.

Undervandsvegetationen før og nu

På trods af den ubestrideligt positive udvikling af artsrigdommen er antallet af arter/grupper i Furesøen i dag markant lavere end i begyndelsen af forrige århundrede. Det skyldes, at der i dag mangler adskillige af de mest følsomme arter. Nogle ville muligvis godt kunne vokse i Furesøen i dag, men har vanskeligt ved at indvandre på grund af stor afstand til andre voksesteder, mens andre formodentlig har vanskeligt ved at vokse i søen på grund af den generelle stigning i søens næringsstofstatus. I dag er flertallet af de forekommende arter/grupper almindelige, robuste vandplanter, mens antallet af sjældne og følsomme arter er ringe.

Selvom undervandsvegetationen i dag vokser til større dybde end i begyndelsen af 1990'erne, er vegetationens dybdeudbredelse i dag væsentlig ringere end i begyndelsen af forrige århundrede.

Samlet set har der i perioden 1993-2005 været tydeligt positive udviklingstendenser for undervandsvegetationen i Furesø. Det er ikke muligt at relatere forandringerne af undervandsvegetationen specifikt til de igangværende restaureringsindgreb, idet den positive udviklingstendens begyndte lang tid forud for restaureringen. Men det kan konstateres, at den foreløbige kulmination for vegetationsvariablerne ligger i perioden efter iværksættelsen af restaureringsindgrebene, og på den baggrund vurderes det, at der er stor sandsynlighed for fortsatte forbedringer af tilstanden, dersom restaureringen får den ønskede virkning på vandets klarhed.

Bundfaunaen i Furesø

Klaus Peter Brodersen, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet

Bunddyrssamfundene i Furesøen har ændret sig markant gennem de sidste 100 år. Eutrofieringen af søen har påvirket bunddyrenes udbredelse, tæthed, mangfoldighed og artssammensætning. I litoralzonen er årsagen ændrede habitatforhold, og i profundalzonen er årsagen forringede iltforhold.

Bundfaunaen i Furesøen har været studeret siden begyndelsen af 1900-tallet, og en nyligt færdiggjort specialerapport (Larsen 2004) har sammenfattet stort set alt tilgængeligt materiale på området (1899 – 2003). I forbindelse med restaureringen af Furesøen er der årligt rapporteret effektundersøgelser på bundfaunaen (Fiskeøkologisk Laboratorium 2006).

Dansemyggen *Chironomus anthracinus* har fået stor fokus i historiske, recente og palæolimnologiske data fra Furesøen. *C. anthracinus* er karakterart for naturligt næringsrige søer, og artens udbredte tilstedeværelse vil indikere naturlige forhold i profundalzonen. Historiske data viser, at *C. anthracinus* siden 1932 har forskudt sin udbredelse opad langs bassinkanten til den sublitorale zone. Iltningen af bundvandet siden 2003 har skabt (unaturligt; $> 3 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) gode betingelser for bundfaunaen (og fisk) i profundalzonen, hvilket har medført, at både tætheden (Fig. 1) og konditionen af *C. anthracinus* på dybt vand er øget markant. Observerede tæthedsfluktuationer de seneste år kan skyldes naturlig variation, konkurrenceforhold, øget fiskeprædation eller almindelig prøveusikkerhed. To mere iltfølsomme dansemyggetaxa (*Tanytarsus* sp. *Procladius* sp.) er sammen med ærtemuslingen *Pisidium* sp. igen blevet registreret på dybder $> 23 \text{ m}$.

Furesøen har været kendt for at huse de tre reliktkrebs; *Pontoporeia affinis*, *Pallacea quadrispinosa* og *Mysis relicta*. Alle arter kræver koldt og iltrigt vand. *Pontoporeia* blev sidst registreret i Furesøen i 1954. De to andre reliktkrebs findes stadig, og *Mysis* registreres nu igen på større dybder.

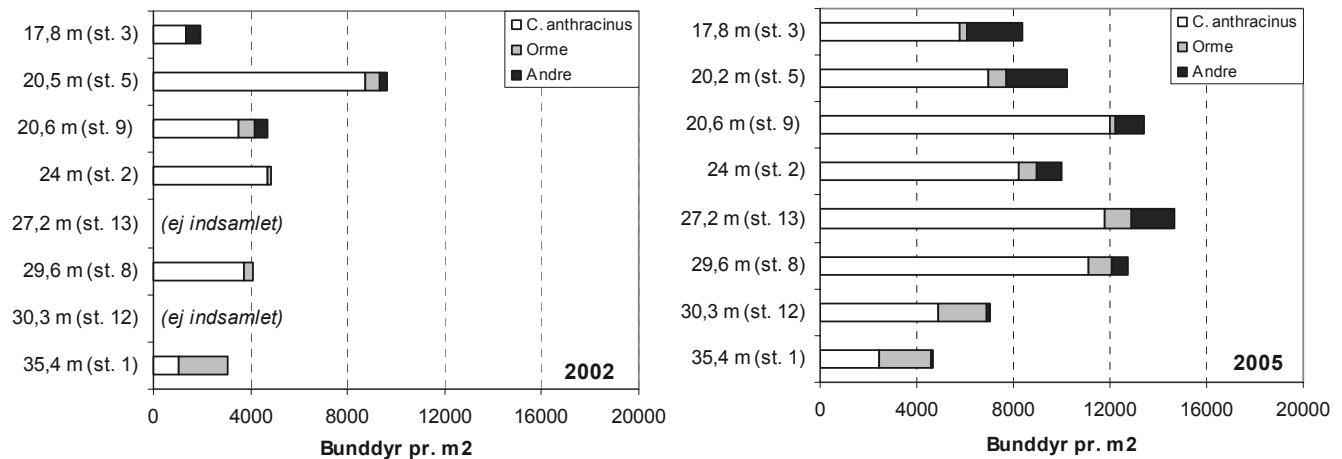
Faunaen i sublitoralzonen blev ændret allerede i begyndelsen af 1900-tallet, med vandremuslingens (*Dreissena polymorpha*) ankomst til søen. Vandremuslingen har sandsynligvis haft negativ indflydelse på de øvrige muslinger (Unionidae) som gradvist er reduceret i antal og udbredelse. Både vandremuslingen og ærtemuslingen (*Pisidium* sp.) har forskudt deres dybdeudbredelse opad de sidste 100 år.

De lavvandede områder i Furesøen var tidligere præget af en udbredt undervandsvegetation med en tilsvarende mangfoldig fauna. Furesøens litoralzone og Store Kalv rummer stadig en alsidig og varieret fauna, men adskillige faunaelementer er enten stærkt reduceret i antal, eller helt forsvundet fra søen. Særligt den plantetilknyttede sneglefauna (primært Pulmonata) synes reduceret, og i den øvre litoralzone er sårbare rødlistearter som *Ephemera vulgata* og *Gomphus vulgatissimus* reduceret eller forsvundet.

De historiske og recente optegnelser bekræftes af ikke-publicerede analyser af subfossile dansemyggerester fra en litoral sedimentkerne udtaget på 16 m dybde (Brodersen *in prep.*). Her blev identificeret 43 taxa af dansemyg, og signifikante ændringer blev registreret op gennem kernen. Den ældste del af sedimentkernen var kraftigt domineret af *Corynocera ambigua* (Tanytarsini), som sammen med 11 andre taxa ikke blev registreret i de yngste sedimentlag. *Corynocera* udgjorde tidligere op til 40 % af dansemyggesamfundet i litoralzonen, men er nu tilsyneladende forsvundet. I palæolimnologiske undersøgelser forekommer *Corynocera* ofte sammen med characér, og den kraftige tilbagegang kan meget vel tilskrives de ændrede habitatforhold i litoralzonen. Blandt de øvrige forsvundne arter var *Paracladopelma* sp., som traditionelt

henregnes blandt indikatorer for oligotrofe forhold. Den øverste og yngste del af den litorale sedimentkerne var domineret af *Chironomus anthracinus* (30 %), der ved sin kolonisering af litoralzonen blev akkompagneret af 11 andre dansemygge-taxa, heriblandt udprægede belastningsindikatorer som *Cricotopus* sp. og *Microchironomus tener*. Palæostratigrafien af bundfauna bekræfter, at litoralzonen har udviklet en profunder karakter fra tidligere at være planterig og veliltet. Samtidig afsløres det også, at vigtig og signifikant information fra ellers oversete indikatorarter kan supplere de gængse monitoringsredskaber.

Den "oprindelige" bundfauna i Furesøen kan genetableres ved forbedrede bundnære iltforhold, samt ved retablering af tabte litorale habitater. Sidstnævnte bliver en langvarig udfordring.



Figur 1. Middeltæthed og sammensætning af bunddyr på 8 stationer i profundalzonen (>17m) i sensommeren 2002 og 2005. Fiskeøkologisk Laboratorium (2006).

Referencer

Fiskeøkologisk Laboratorium (2006) Bundfaunaundersøgelse i Furesøen 2005. – En effektundersøgelse af Furesøprojektet 2002–2005.

Larsen H.S. (2004) Udviklingen i Furesøens bundfauna gennem 100 år. Specialrapport, Ferskvandsbiologisk Laboratorium.

Fosforbelastning til Furesøen

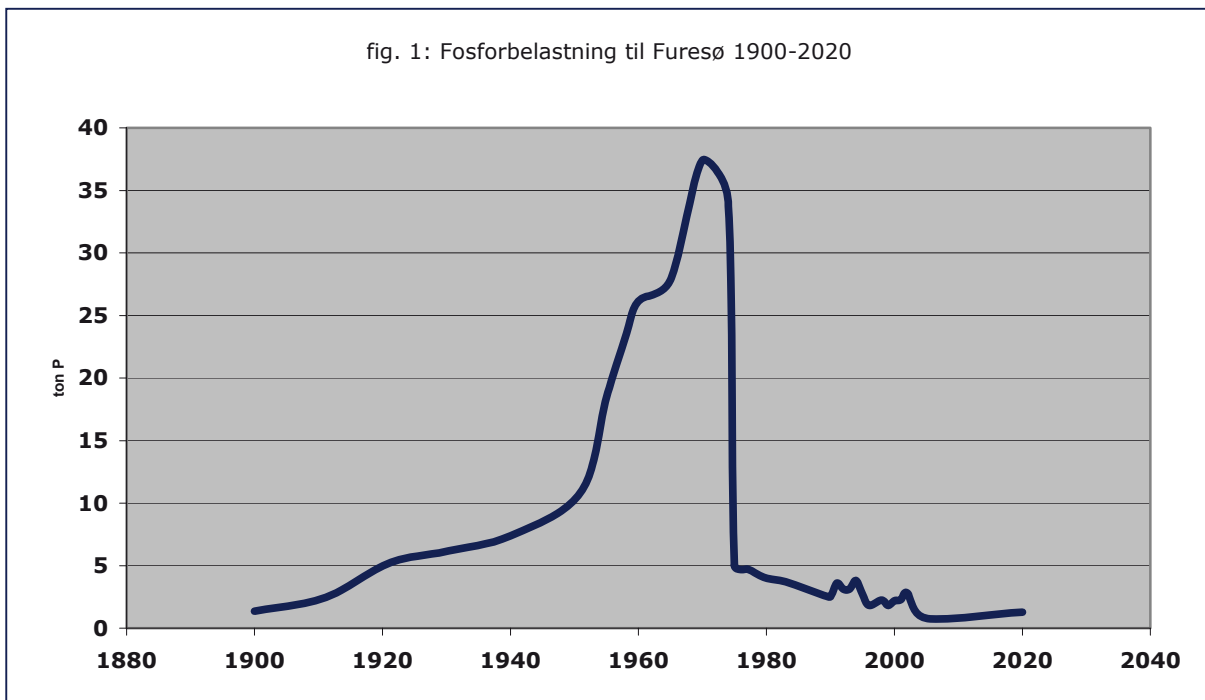
Biolog Morten Jepsen, Frederiksborg Amt

I Wesenberg-Lunds *Furesøstudier* publiceret af Det kongelig Danske Videnskabernes selskab i 1917, beskrives Furesøens tilstand generelt – og de botaniske og zoologiske forhold i særdeleshed – i en situation, hvor næringsstofbelastningen til søen var på et meget lavt niveau. Således skriver Wesenberg-Lund om sine oplevelser:

”...i Store Kalven ligger paa en Dybde af 3-4 m Bugtens store, undersøiske Slette; i Sommer-halvaaret er den dækket af et mægtigt, næsten uafbrudt Plantetæppe. En Efteraarsdag efter en længere Stilleperiode er en Baadfart henover Bugten for enhver Naturelsker, men mest for Botanikeren en sjælden Nydelse. Ikke alene er Vegetationen her i Kalven saa mærkelig rig, men Individerne selv er kraftige og prægtigt udviklede”.

At man for Furesøens vedkommende har både disse ret værdiladede beskrivelser og egentlige registreringer af dyr, planter og fysisk-kemiske forhold fra før den eksterne næringsstofbelastning tog til, har haft – og har fortsat – stor betydning for den fremadrettede forvaltning af søen. Når sø-modeller kan suppleres med egentlige data og øjenvidneberetninger fra den tilstand man søger at genoprette, kan der træffes beslutninger på et ret stærkt grundlag.

Efter Wesenberg-Lunds undersøgelser tog belastningen af søen med næringsstoffer til. Især fosforbelastningen steg voldsomt som følge af en dramatisk stigning i indbyggertallet i oplandet og fosfors indtog som hjælpestof i vaskemiddel (fig. 1). Før man fra myndighedernes side i midten af 1970'erne fik taget fat på spildevandet i



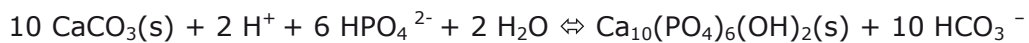
oplandet, toppede den årlige belastning på over 35 ton fosfor årligt. En så massiv fosforbelastning til en sø med en opholdstid på 10-15 år fik som man kunne forvente langtrækkende konsekvenser for søens tilstand.

Gennem årene er der blevet gjort en stor indsats for at reducere den antropogene fosforbelastning af Furesøen, først gennem afskæring af størstedelen af spildevandet, siden gennem landets skrappeste krav til det tilbageværende renseanlæg med udledning til søen og senest gennem en kommunal indsats for at reducere antallet af regnbetingede overløbshændelser.

Furesøen og dens sediment

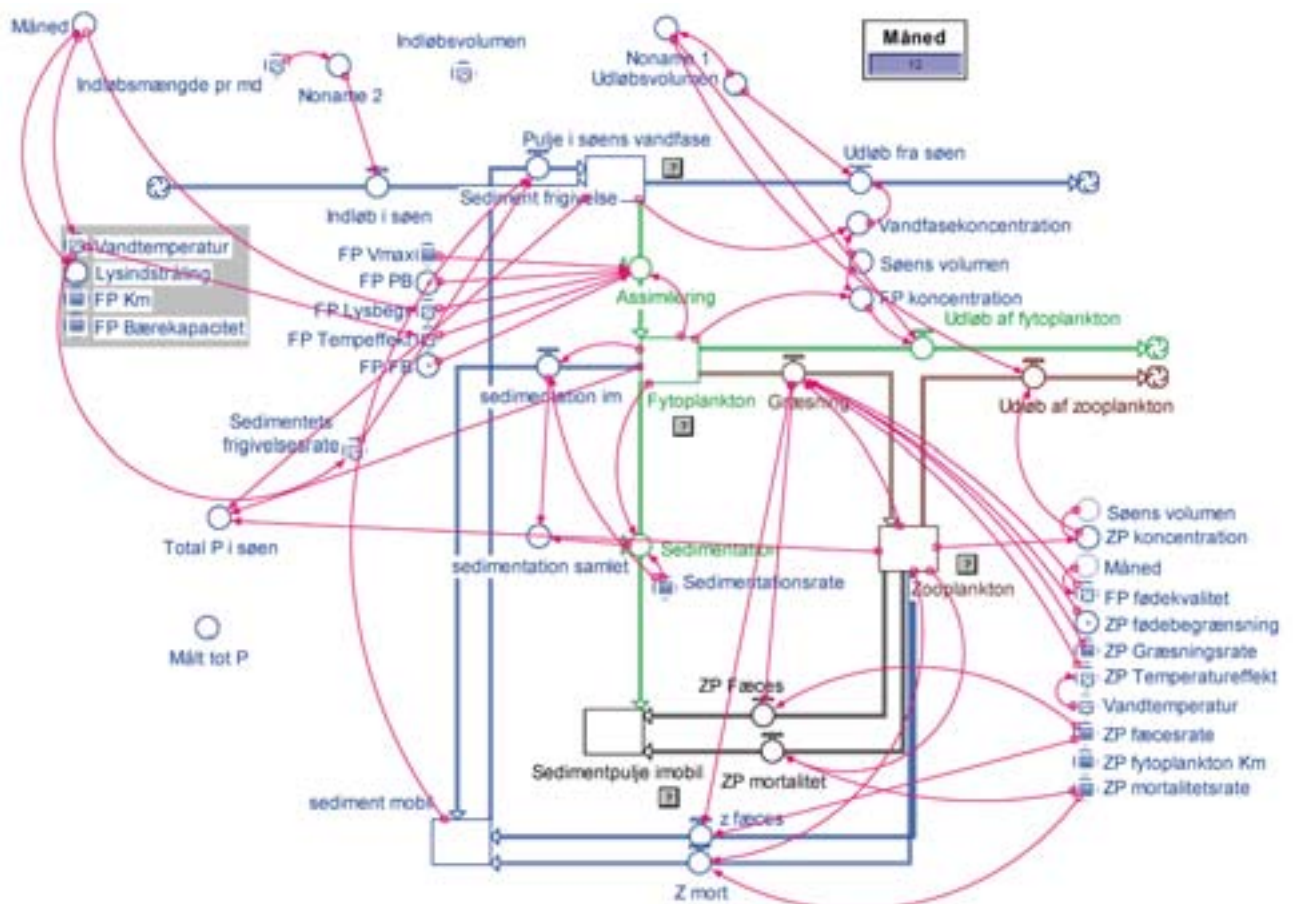
Lars Kamp Nielsen, Ferskvandsbiologisk laboratorium, Københavns Universitet

Furesøens fosforbelastning voksede fra anslået 1,3 tons/år omkring år 1900 til en målt belastning på 4 tons i 1952-53 og med en kraftigt øgende stigning toppede belastningen med 37 tons i 1969. En omfattende plan for reduktion af belastningen gennem afskærende ledninger og forbedret spildevandsrensning blev udarbejdet i 1972 og iværksat i midten af 70'erne. Fra 1990 har den årlige belastning været ca. 2 tons. Massebalancen fra 1952-53 viste, at kun ca. 90 kg P forlod søen gennem afløbet svarende til en tilbageholdelse på 98 %, hvilket var betydeligt højere end de 80 %, der kunne forventes ud fra en teoretisk Vollenweider-betragtning - $R = 1/(1+(1/T_w)^{0,5})$, hvor R er den tilbageholdte del af belastningen og T_w er den hydrauliske opholdstid i år. Forklaringen på den ekstraordinære høje retention er, at i den højt belastede periode øgedes både fosfatkoncentrationerne og pH i sommerperioden og ligevægten i det kalkrige sediment (> 50 % $CaCO_3$) blev forskudt fra calcit til hydroxyapatit:



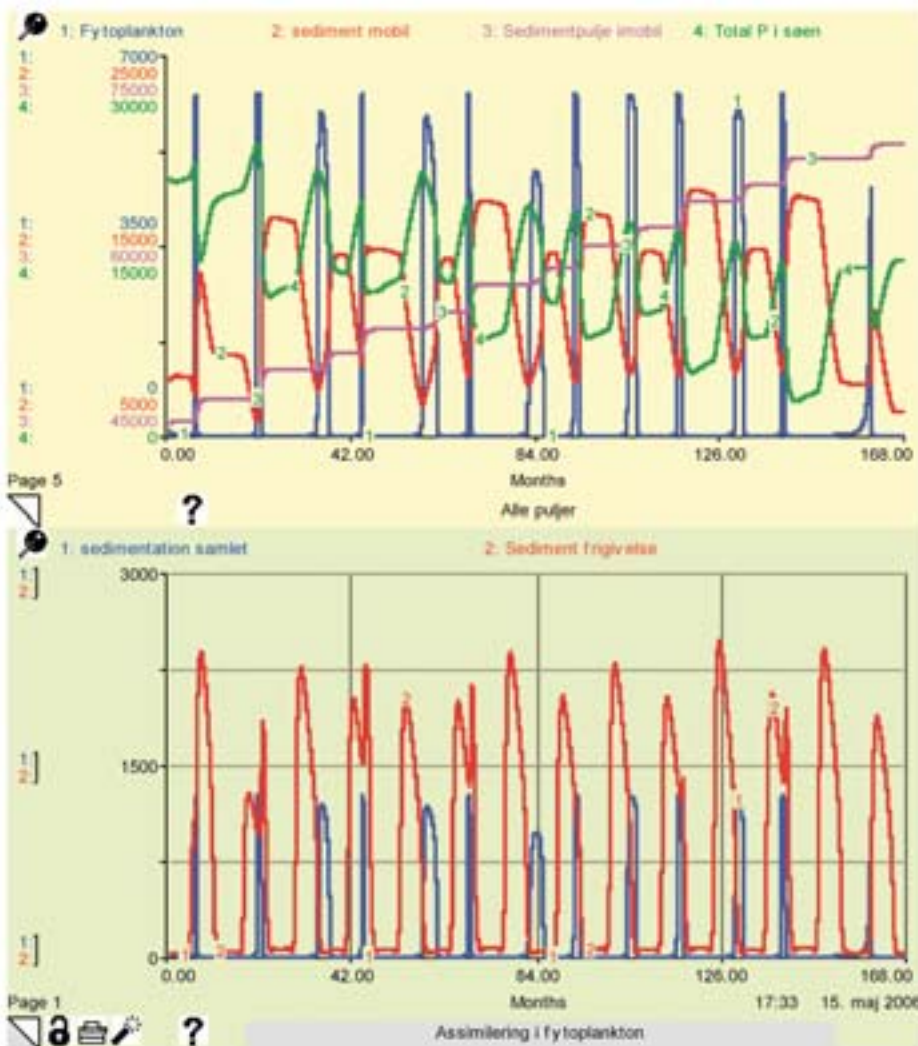
Gennem aflastningsperioden med faldende pH og fosfatkoncentrationer er ligevægten igen blevet forskudt til fordel for calcitdannelse og P-tilbageholdelsen har været 42 % i middel i perioden 1996-2004, hvilket er lavere end de forventede 70-80 %. Når søer aflastes efter et langt eutrofieringsforløb vil ophobet fosfor i sedimentet kunne frigives til vandfasen og der vil på årsbasis kunne afledes mere fosfor fra søerne end der kommer til. Dette optræder hyppigt i lavvandede søer med kort opholdstid. Dybe søer har oftest lang opholdstid og her holder udtømmingen af sedimentpuljen nogenlunde trit

Furesømodel



med den hydraulisk betingede ligevægtsindstilling og nettoudstrømning observeres sjældent. I Furesøen havde vi i perioden 1993-1995 en sådan nettoudstrømning. Dette fænomen må ikke forveksles med "intern belastning", der defineres som den mængde, der frigives fra sedimentet under springlaget i stagnationsperioden. Men i alle søers sediment foregår der en mineralisering af de sedimenterede organiske partikler og det er sedimentets indhold af katjoner, der på årsbasis afgør nettotilbageholdelsen. Redoxforholdene ved sedimentoverfladen har kun sporadisk betydning, da hovedparten af det "inaktive" sediment, hvor nettotilbageholdelsen finder sted, permanent er anaerobt.

For at illustrere indsvingsforløbet i Furesøen har vi opstillet en simpel STELLA-model med opløst fosfat, een fytoplankton-art, een zooplankton-art, en "aktiv" og en "inaktiv" sedimentpulje (Fig. 1). Modellen drives af sollys, temperatur, ind- og udstrømmende vand og fosfor. Data fra 1989-1992 anvendtes til kalibrering og data fra 1993-2004 anvendtes til validering af modellen (Fig. 2).



Figur 2.

Modellen demonstrerer, at der hvert år sker en mineralisering af sedimenteret fosfor i sensommeren, at den "aktive" sediment-pulje varierer over året, men er næsten konstant over årene, hvorimod den "inaktive" pulje vokser år for år. Øges mineraliserings-raten kan der i perioder vises nettoudstrømning af fosfor fra Furesøen. En simulering af restaureringsindgrebene blev foretaget ved at reducere zooplanktonets dødelighed og reducere mineraliseringen i det "aktive" sediment.

Konferencedeltagere og oplægsholdere

Navn	Organisation	Email
Anna Hagerberg	Länsstyrelsen Skåne	anna.hagerberg@m.lst.se
Arne Sørensen	JD-Contractor ApS (Jydsk Dykkerfirma)	as@jdcon.com
Axel Thomsen	AGA A/S	axel.thomsen@dk.aga.com
Birgitte Garde	DOF/DN	
Bodil Aavad Jacobsen	Frederiksborg Amt	baj@fa.dk
Casper Risholt	Fiskeøkologisk Laboratorium	cr@foel.dk
Claus Kock	Vestsjællands Amt	cko@vestamt.dk
Elisabeth Krog	Carl Bro	ekr@carlbro.dk
Erik B. Frandsen	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Erik Fuchs	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Ernst Austmann Frederiksen	Farum Sejlklub	ernst.frederiksen@get2net.dk
Eva Nissen	Københavns Amt	evani@tf.kbhamt.dk
Fredrik Holmberg	ALcontrol Nordic	fredrik.holmberg@alcontrol.se
Henrik Møller	Frederiksborg Amt	hm@fa.dk
Håkan Olofsson	ALcontrol Nordic	haakan.olofsson@alcontrol.se
Inge Christensen	Nordjyllands Amt	amt.ich@nja.dk
Jan Henning Hansen	ALcontrol Nordic	jan.hansen@alcontrol.dk
Jens Christensen	Københavns Amt	jensch@tf.kbhamt.dk
Jeppe Sikker Jensen	COWI	jij@cowi.dk
	Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet	
Jil Grønberg		
Jimmi Spur Olsen	Storstrøms Amt	tmjso@stam.dk
Joan Friis-Nielsen	Lyngby-Taarbæk Kommune	jfn@ltk.dk
John Persson	HUT-Skåne	john.persson@hutsokane.nu
Jonas Hansen	Fyns Amt	jos@fyns-amt.dk
Jørgen Krogsgaard Jensen	DHI Inst. for Vand & Miljø	jok@dhi.dk
Jørn Bo Larsen	Rambøll	jla@ramboll.dk
Kaj Nielsen	Lystfiskerforeningen	kanji@get2net.dk
Karsten Fugl	Storstrøms Amt	kaf@vm.stam.dk
Karsten Holm Jørgensen	Hoffmann/Krüger-Farum	khj@kruger.dk
Ketty Træholt	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Kim Hansen	Sønderjyllands Amt	kh@sja.dk
	Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet	
Kirsten S. Christoffersen		kchristoffersen@bi.ku.dk
Kjeld Sandby Hansen	Fyns Amt	ksh@fyns-amt.dk
Knud Flensted	BirdLife Denmark - DOF	knud.flensted@dof.dk
Kristen Barfod	Furesø Fisker	
Kurt Nielsen	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Lars Leonardson	Lund Universitet	lars.leonardson@limnol.lu.se
Lars Lindhardt	Storstrøms Amt	lal@vm.stam.dk
Lars Stubkjær Nielsen	Skov- & Naturstyrelsen	lsn@sns.dk
Leif Jensen	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Leo Mosgaard Nielsen	MultiDyk	Multidyk@mail.dk
Lisbeth Elbæk Pedersen	Vejle Amt	lep@vejleamt.dk

Lise Jacobsen	Københavns Amt	lisjac@tf.kbhamt.dk
Lise-Lotte Pedersen	Ribe Amt	llp@ribeamt.dk
Mads Ulrik Kousgaard	Sønderjyllands Amt	muk@sja.dk
Mette Bjerre Larsen	Frederiksborg Amt	mbla@fa.dk
Mette Bramm	Nordjyllands Amt	amt.mebr@nja.dk
Mette Klenum	Frederiksborg Amt	metk@fa.dk
Mette Retz Larsen	Fiskeøkologisk Laboratorium	mr@foel.dk
Mogens Olsen	Furesø Fisker	
Niels Lagergaard Pedersen	Københavns Universitet	nlpedersen@bi.ku.dk
Olaf G. Christiani	Skov- & Naturstyrelsen	ogc@sns.dk
Palle Grevy	Carl Bro	pdg@carlbro.dk
Palle Jørgensen	Lyngby-Taarbæk Kommune	pj@ltk.dk
Palle P. Myssen	Storstrøms Amt	pam@vm.stam.dk
Palle Sørensen	Københavns Amt	palso@tf.kbhamt.dk
Per Edrén	Farum Kommune	Henriette.Hinz@farum.dk
Per Gørtz	Fiskeøkologisk Laboratorium Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet	pg@foel.dk
Peter B. I. Rasmussen	Furesø Fisker	pbirasmussen@bi.ku.dk
Peter Poulsen	Miljøkontoret Helsingborg	par.persson@helsingborg.se
Pär Persson	Länsstyrelsen Skåne	rune.brandt@m.lst.se
Rune Brandt	Vejle Amt	sgr@vejleamt.dk
Simon Grünfeld	Vejle Amt	sm@vejleamt.dk
Simon Marsbøll	Danmarks Tekniske Universitet	stt@er.dtu.dk
Stefan Trapp	Søllerød Kommune	sr@sollerod.dk
Sten Rostrup	Fiskeøkologisk Laboratorium	sr@foel.dk
Stig Rostgaard	Frederiksborg Amt	skn@fa.dk
Susanna Kjær Nielsen	Frederiksborg Amt	sbn@fa.dk
Svend B. Neess	Roskilde Amt	TFNTJ@ra.dk
Tenna Jespersen	Fiskeøkologisk Laboratorium	ta@foel.dk
Thomas T. Andersen	Århus Amt	tj@ag.aaa.dk
Torben B. Jørgensen	Storstrøms Amt	vin@vm.stam.dk
Vibeke Norby	Lund Universitet	wilhelm.graneli@limnol.lu.se
Wilhelm Graneli		
Oplægsholdere		
Bjarne Moeslund	Bio/consult	bm@bioconsult.dk
Camilla Strandberg-Panelius	Astrale-GEIE-ELLE	camilla.strandberg@astrale.org
Christian Hvidt	Bio/consult	cbh@bioconsult.dk
Ida Dahl-Nielsen	Skov- & Naturstyrelsen	iddni@sns.dk
Inge Thorsgaard Grevy	Københavns Amt	inthgr@tf.kbhamt.dk
Ivan Ben Karottki	Skov- & Naturstyrelsen	ibk@sns.dk
Jens Peter Müller	Fiskeøkologisk Laboratorium Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet	jpm@foel.dk
Kaj Sand Jensen	Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet	ksandjensen@bi.ku.dk
Klaus Peter Brodersen	Ferskvandsbiologisk Laboratorium	KPBrodersen@bi.ku.dk
Lars Kamp Nielsen		lknielsen@bi.ku.dk

Martin Søndergaard	Danmarks Miljøundersøgelser	ms@dmu.dk
Morten Jepsen	Frederiksborg Amt	moj@fa.dk
Peer Skaarup	Frederiksborg Amt	ps@fa.dk
Peter B. Jørgensen	Frederiksborg Amt	pbj@fa.dk
Peter Fabricius	Frederiksborg Amt	pf@fa.dk
Philip Heimburger	Frederiksborg Amtsråd	phh@fa.dk



Restaureringen af Furesø blev finansieret af Frederiksberg Amt og Farum Kommune. Da Furesø er udpeget som naturområde af international værdi, er projektet blevet støttet med midler fra EU LIFE-Nature.

Furesø er beskyttet naturtype „3150“ i det europæiske NATURA 2000

