



RESTAURERING OG FREMTIDIG TILSTAND I ARRESØ - RESUMÉ



Recipientovervågning ISSN 0901 - 5167

- Afstrømningsmålinger 1982
- Recipientovervågning af Køge Bugt 1980-1981
Supplerende undersøgelser og intensivt tilsyn
- Afstrømningsmålinger 1983
- Masseforekomst af enårige trådalger i Køge Bugt
- Alternativberegninger for Køge Bugt 1984
- Overvågning af og nærområdeafgrænsning i de kystnære dele af Kattegat og Øresundsregionen i 1982
Hoveddel og bilagsdel
- Buresø 1981
- Afstrømningsmålinger 1984
- Fiskebestande i Bure, Gurre og Kimmerslev søer 1984
- Overvågning af Kattegat, Øresund og Køge Bugt i 1983
- Tungmetalanalyse
Hav, sund og bugt 1983
- 13** Fæstningskanalen 1985
- 14** Bastrup sø 1974-1984
- 15** Gundsømagle sø 1980-1986
- 16** Mølleå søernes vandbalancer 1981
- 17** Helligrenden og Skovbækken 1986
- 18** Frederiksborg Slotssø 1986
- 19** Kattingesøerne 1985
- 20** Afstrømningsmålinger 1985
- 21** Overvågning af de frie vandmasser ved Drogden fyr og i Køge Bugt i 1984
- 22** Overvågning af de frie vandmasser ved Drogden i 1985 samt afprøvning af monitoringsbøje i Køge Bugt
- 23** Recipientovervågning og nærområdeafgrænsning i de kystnære dele af Kattegat- og Øresundsregionen i 1981-1985
- 24** Gribsø 1985
- 25** Phytoplankton i Arresø 1985
- 26** Fiskene i Arresø
- 27** Arresø's vandbalance 1980, 81 og 82
- 28** Vandløbenes forureningstilstand i hovedstadsregionen i 1983-1985
Hoveddel og bilagsdel
- 29** Afstrømningsmålinger 1986
- 30** Gurre sø 1972-1985
- 31** Overvågning af de frie vandmasser ved Drogden og Køge Bugt i 1986
- 32** Selsø sø
- 33** Karlstrup sø
- 34** Phytoplankton i Arresø 1986
- 35** Kviksølv i Københavns Havn
- 36** Tungmetalundersøgelser i Roskilde Fjord, 1984 og 1987 ud for Frederiksværk
- 37** Overvågning af Kattegat, Øresund og Køge Bugt i 1987.
Hoveddel og bilagsdel
- 38** Birkerød sø
- 39** Transport og fortynding af spildevand langs Nordsjællands kyster
- 40** Esrum sø 1900-1988
- 41** Statistisk bearbejdning af stafylokokundersøgelse i Køge Bugt
- 42** Stafylokokker i Køge Bugt
- 43** Kimmerslev sø
- 44** Fiskebestanden i hovedstadsregionens vandløb 1986-87



HR journal nr. 645-59
Sagsbehandler Morten S. Olsen/bl
København den Poststemplets dato

Hermed fremsendes til orientering resumérapporten om restaurering og fremtidig tilstand i Arresø.

I forbindelse med vedtagelsen af vandområdeplanen for Roskilde Fjord med opland blev der nedsat en arbejdsgruppe som skulle vurdere mulighederne for at forbedre Arresø's tilstand.

Arbejdsgruppen består af teknikere fra Skævinge, Helsingør, Hillerød og Frederiksværk kommuner, Miljøministeriet, Hovedstadsrådet og en repræsentant fra Arresøforeningen.

Rapportens hovedkonklusioner er:

- At Arresø tidligere har været klarvandet og haft en rig undervandsvegetation.

Siden har søen ændret sig. Vandet er blevet uklart med færre undervandsplanter og flere alger.

I dette århundrede har vandets gennemsigtighed været 15-30 cm. Alene fra 1941 til 1978 er der sket en tilbagegang i det registrerede antal plantearter fra 9 til 3.

- Tilstanden i Arresø er i dag meget forureningspræget, og vandområdeplanens målsætning om et naturligt plante- og dyreliv i søen er langt fra opfyldt.

Med de forureningsbegrænsende foranstaltninger der er lagt op til som følge af vandområdeplanen for Roskilde Fjord og regeringens vandmiljøplan, vil Arresø ikke kunne leve op til kravet om et alsidigt plante- og dyreliv.

- Søens fremtidige tilstand er bestemt af fosfortilførslen fra oplandet, og ingen af de vurderede restaureringsmetoder vil føre til varige forbedringer, hvis ikke fosfortilførslen fra oplandet bringes ned.

Offentligt tilgængeligt
Rådhuset
1000 København C

1000 København C

1000 København C

1000 København C

- En fremtidig tilstand med en vandgennemslægtighed på 0,8 m om sommeren, et alsidigt planktonalgensamfund og en forbedring i fiskesammensætningen fordrer, at fosfortilførslen bringes ned til ca. 6 tons fosfor pr. år, hvilket er 1/4 af den belastning, som opnås når vandområdeplanen for Roskilde Fjord med opland er realiseret.
- Når fosforbelastningen er bragt ned til 6 ton pr. år, vil det vare 20-25 år før denne fremtidige tilstand nås.
- Overgangsfasen skønnes at kunne reduceres med ca. 15 år, hvis der iværksættes meget omfattende restaureringsindgreb.
- Den største forkortelse af overgangsfasen kan opnås ved sedimentforsegling (pris: 340 mill. kr.) og i mindre grad ved sedimentfjernelse (pris: 360-640 mill. kr.).

Bagest i nærværende Resumérapport findes arbejdsgruppens indstilling.

Arbejdsgruppen mener, at effekten af restaureringsindgreb som bortgravning af sediment eller sedimentforsegling ikke står mål med den meget store tekniske og økonomiske indsats dette indebærer.


Arbejdsgruppen anbefaler, at de tekniske muligheder for at nedbringe fosforbelastningen til 6 tons pr. år vurderes.

Nærværende Resumérapport bygger på Hovedrapporten om Restaurering og fremtidig tilstand i Arresø. Den kan købes ved henvendelse til Hovedstadsrådet, Toftegårds Plads, Gammel Køge Landevej 3, 2500 Valby, tlf. 36 44 11 22, for 200,- kr.

Yderligere oplysninger kan fås i Hovedstadsrådet, tlf. 36 44 11 22, Morten S. Olsen eller hos Frederiksborg Amt's tekniske forvaltning, tlf. 42 26 66 00, Michael Cueto eller Frode S. Hansen.

Med venlig hilsen


Nils Kjellerup


/Morten S. Olsen

Die Geschichte der Stadt ist ein interessantes Dokument, das die Entwicklung der Stadt über die Jahrhunderte hinweg zeigt. Es enthält viele Details über die Politik, die Wirtschaft und die Kultur der Stadt zu verschiedenen Zeiten.

Die Stadt hat eine lange Geschichte, die bis in die Vergangenheit zurückreicht. Die ersten Siedler haben hier eine kleine Siedlung gegründet, die sich im Laufe der Zeit zu einer großen Stadt entwickelte.

Die Stadt hat viele interessante Sehenswürdigkeiten, die die Geschichte der Stadt widerspiegeln. Diese Sehenswürdigkeiten sind ein wichtiger Teil der kulturellen Erbschaft der Stadt.

Die Stadt hat eine reiche kulturelle Szene, die viele verschiedene Kunst- und Kulturformen umfasst. Diese kulturelle Szene ist ein wichtiger Teil der Identität der Stadt.

Die Stadt hat eine starke Wirtschaft, die auf verschiedenen Sektoren basiert. Diese Wirtschaft ist ein wichtiger Teil der Lebensgrundlage der Stadt.

Die Stadt hat eine gute Infrastruktur, die die Mobilität der Bürger erleichtert. Diese Infrastruktur ist ein wichtiger Teil der Lebensqualität in der Stadt.

Die Stadt hat eine gute Bildungssystem, die die Zukunft der Bürger sichert. Dieses Bildungssystem ist ein wichtiger Teil der Investition in die Zukunft der Stadt.

Die Stadt hat eine gute Gesundheitsversorgung, die die Gesundheit der Bürger schützt. Diese Gesundheitsversorgung ist ein wichtiger Teil der Lebensqualität in der Stadt.

Die Stadt hat eine gute soziale Infrastruktur, die die Zusammengehörigkeit der Bürger fördert. Diese soziale Infrastruktur ist ein wichtiger Teil der Identität der Stadt.

Arbejdsdokument
RESTAURERING OG FREMTIDIG
TILSTAND I ARRESØ
RESUMÉ

Arresø-arbejdsgruppen

Restaurering og fremtidig tilstand af Arresø

Maj 1989

Resumé

COWIconsult Rådgivende
Ingeniører AS

i samarbejde med

**Danmarks
Miljøundersøgelser**

ARBEJDSDOKUMENT, RECIPIENTKVALITETSPLANLÆGNING I
HOVEDSTADSREGIONEN

FORORD

Restaurering og fremtidig tilstand i Arresø-resume.

I forbindelse med vedtagelsen af Roskilde Fjordplanen i september 1986, vedtog Hovedstadsrådet, at der skulle nedsættes en arbejdsgruppe, der skulle vurdere mulighederne for at forbedre Arresø's tilstand.

Arbejdsgruppen blev nedsat på baggrund af ønsker fra kommuner og organisationer, om en hurtig forbedring af søens tilstand, med henblik på dens anvendelse til vandforsyning og rekreative formål.

Arbejdsgruppen består af teknikere fra Skævinge, Helsingør, Hillerød og Frederiksværk kommuner, Frederiksborg amt, miljøministeriet, (Skov- og Naturstyrelsen, miljøstyrelsen), samt en repræsentant for Arresøforeningen. Gruppen har formandsskab og sekretariat i Hovedstadsrådets plan- og miljøforvaltning.

Arbejdsgruppen har, med konsulentbistand fra Cowiconsult, fået udført en udredning af sammenhængen mellem søens tilstand og dens næringssaltbelastning, med særlig vægt på belastningen fra næringssalte, der er ophobet i søens bund. Endvidere er mulighederne vurderet for at fjerne de ophobede næringssalte ved en sørestaurering.

Undersøgelsen har kostet 2 mill. kr. og er finansieret af ovennævnte myndigheder minus Hillerød kommune.

Nærværende arbejdsdokument indeholder et resume af den rapport, som Cowiconsult har udarbejdet på baggrund af undersøgelserne. Foruden samlerrapporten er der udarbejdet et særskilt atlas med kort over søens dybdeforhold, sedimentfordeling m.m.

Dette arbejdsdokument indeholder endvidere den indstilling som arbejdsgruppen har udarbejdet på grundlag af Cowiconsults undersøgelser.

INDLEDNING

Dette resumé indeholder hovedresultaterne af en undersøgelse af restaureringsmuligheder og sammenhænge mellem belastning og tilstand i Arresø.

Undersøgelsen er udført i 1988-89 for Arresø-arbejdsgruppen og finansieret af

- Hovedstadsrådet
- Miljøministeriet
- Frederiksborg Amtskommune
- Helsingørskommune
- Frederiksværk kommune
- Skævinge kommune

Undersøgelsen er udført af COWIconsult i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser (tidligere Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium). Feltarbejdet er foretaget med assistance fra Tisvilde-Frederiksværk Statsskovdistrikt under Skov- og Naturstyrelsen.

Udover dette særskilte resumé er der udarbejdet en rapport over undersøgelsen med tilhørende atlas.

Læsere der ønsker et detailkendskab til undersøgelsen henvises til denne rapport.

1. HOVEDKONKLUSION

På baggrund af undersøgelserne i 1988-89 i Arresø, der har haft til formål at vurdere restaureringsmuligheder og sammenhæng mellem belastning og tilstand kan det konkluderes:

- At der på et tidspunkt i perioden 1700-1880 er sket et skift i Arresøens biologiske struktur. Før denne periode har søen været en klarvandet sø med undervandsvegetation og en sigtddybde på mindst 3-4 meter.
- At årsagen til det biologiske strukturskift ikke entydigt kan udpeges, men det kan være et samspil mellem en eller flere faktorer forårsaget af vandstandsvariationer, ændret landbrugsdrift i oplandet, afvandingsprojekter og øget forureningsbelastning fra byer og industri.
- At recipientkvalitetsplanens målsætning om et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv i søen langt fra er opfyldt i dag.
- At et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv ikke kan realiseres ved de reduktioner i belastningen, der er fastlagt i recipientkvalitetsplanen og vandmiljøplanen.
- At ingen af de vurderede restaureringsmetoder vil medføre varige kvalitative forbedringer i Arresø med dette belastningsniveau og det er således uden formål, at gennemføre en restaurering, hvis ikke den eksterne fosforbelastning bringes ned til et væsentligt lavere niveau end det nu planlagte.
- At søens fremtidige tilstand på langt sigt alene er bestemt af størrelsen af søens eksterne fosforbelastning.

- At en fremtidig tilstand med en sigtddybde på mere end 0,8 meter, mere artsrigt planteplankton uden dominans af grønalger eller blågrønalger, samt kvalitative forbedringer i fiskesammensætningen, kræver en belastningsreduktion til ca. 6 tons fosfor pr. år, hvilket er 1/4 af den belastning som opnås, når den foreliggende recipientkvalitetsplan er realiseret.
- At denne tilstand vil opnås 20-25 år efter en belastningsreduktion til 6 tons fosfor pr. år.
- At hastigheden hvormed tilstanden efter en reduktion i fosfortilførslen ændres, er bestemt af søens næringsstofpuljer, det langsomme vandskifte og søens biologiske struktur.
- At overgangsfasen vil kunne forkortes omkring 15 år, hvis der gennemføres meget omfattende restaureringsindgreb.
- At der blandt de vurderede restaureringstiltag opnås den største forkortelse af overgangsfasen ved sedimentforsegling og i mindre grad ved sedimentfjernelse.
- At omkostningen ved en sedimentforsegling skønnes til 340 mill. kr., mens en sedimentfjernelse skønnes til 350-640 mill. kr., hvis sedimentet deponeres i en afsnøret vig.
- At en ændret slusepraksis kan give en lidt kortere overgangsfase med en omkostning på under 1 mill. kr.
- At en opfiskning af brasenbestanden og efterfølgende udplantning af undervandsplanter vil være et hensigtsmæssigt supplerende indgreb i den sidste del af overgangsfasen, forudsat at fosforbelastningen er bragt ned på 6 tons pr. år.

2. RESUME

2.1 Baggrund og formål med undersøgelsen

I 1986 blev der nedsat en Arresøarbejdsgruppe med det formål at undersøge mulighederne for at Arresøens tilstand hurtigst muligt kan opfylde en generel målsætning.

Denne målsætning blev fastlagt i recipientkvalitetsplanen, som Hovedstadsrådet vedtog i 1986 efter forhandling med oplandskommunerne. Den generelle målsætning indebærer, at søen skal have "et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv". Den nuværende tilstand af søen kan langt fra opfylde denne målsætning. Det har samtidig ved recipientkvalitetsplanens udarbejdelse været usikkert, hvornår en generel målsætning kunne opnås. Det skyldes bl.a. at kendskabet til søens ophobede næringsstofpulje har været spinkelt. På den baggrund har Arresøarbejdsgruppen ønsket at undersøge mulighederne for og omkostningerne ved at restaurere søen og herud fra vurdere søens fremtidige tilstand, med eller uden restaureringstiltag.

Undersøgelsen har derfor været tilrettelagt således, at der fremskaffes et rimeligt beslutningsgrundlag for en eventuel restaurering. Da restaureringsmulighederne i væsentlig grad er forbundet med sedimentets næringsstofpulje og dynamik er der i undersøgelsen lagt vægt på en detaljeret beskrivelse heraf.

2.2 Søens historie og status

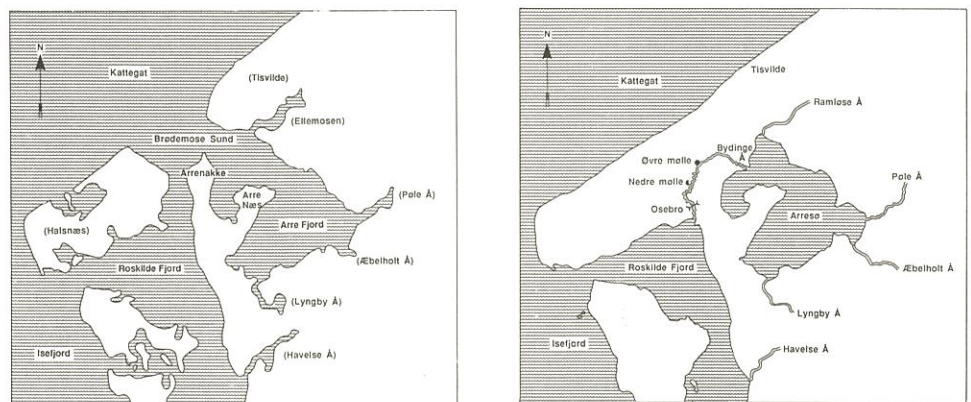
Arresø er Danmarks største sø med et areal på 40,7 km². Søen er lavvandet og har en middeldybde på 3 meter og maksimaldybde på 5,5 meter. Vandets opholdstid i søen varierer meget, men er i middel omkring 2,4 år.

Søen er udpeget som nationalt biologisk interesseområde og EF-fuglebeskyttelsesområde.

Arresø, der har en geologisk interessant historie, var tidligere en del af Roskilde Fjord, men blev afsnøret for ca. et par tusind år siden.

Arresø ændredes til en ferskvandssø, og fik afløb gennem Bydinge å til Roskilde Fjord. På grund af sandflugt blev afstrømningen via åen vanskeliggjort og vandstanden i søen steg.

I 1717-19 blev Arresøkanal gravet og søen har siden haft dette afløb. Vandstanden har været reguleret i 260 år og vandkraften udnyttet industrielt.



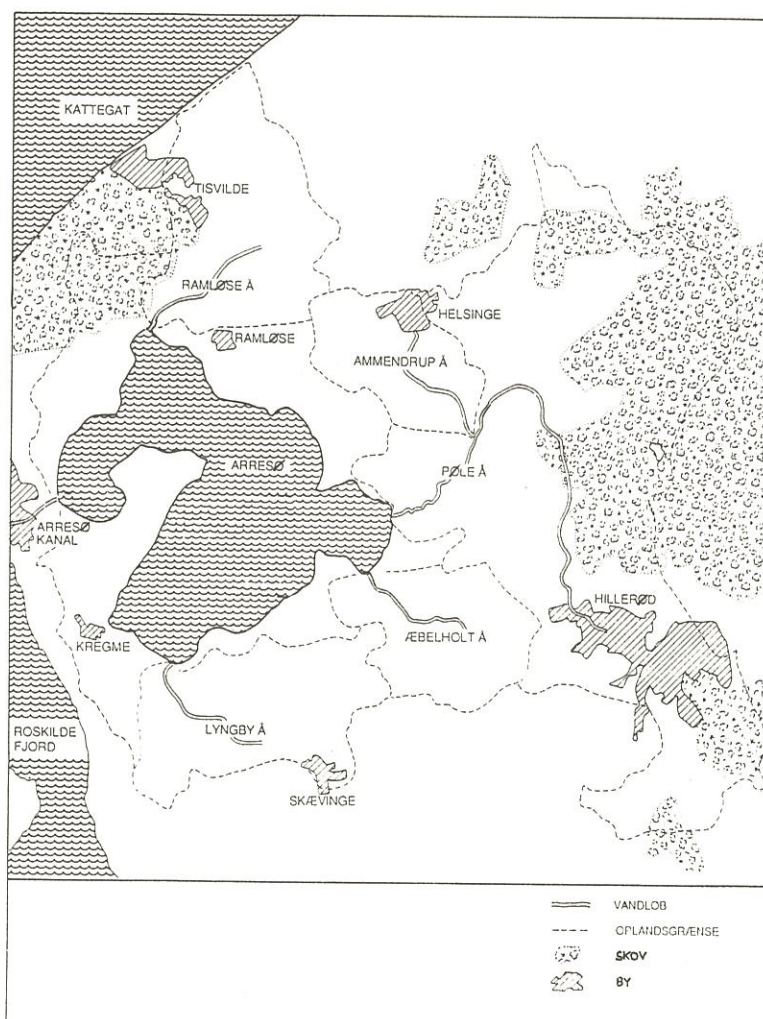
Figuren viser Arrefjordens udbredelse under litorinahavets maksimum (til venstre) og Arresøens udbredelse og afløb før år 1600 (til højre).

2.3 Søens nuværende tilstand og belastning

Der findes et stort datamateriale om Arresøens nuværende tilstand. Materialet viser entydigt at søen er meget eutrofieret med højt næringsstofniveau, stor planteplankton produktion, ringe sigtdybde, meget begrænset undervandsvegetation og bundfauna samt en fiskebestand, der er typisk for meget næringsrige søer. Der er nedlagt badeforbud i dele af søen.

Arresøens eutrofe tilstand er ikke af nyere dato, idet beskrivelser allerede omkring århundredeskiftet tyder på en eutrofieret sø.

Søens forureningsbelastning har igennem mange år været præget af spildevandstilledninger fra omkring 60.000 personer. Med gennemførelsen af recipientkvalitetsplanen gennemføres 90% fosforrensning på oplandets rensningsanlæg og ved gennemførelse af vandmiljøplanen reduceres kvælstoftilførelsen til søen.



Arresø og oplandet.

Søens samlede belastning i 1985/86 før videregående rensning blev indført og frem til år 2000 kan resumeres til:

	1985/86	1993	2000
Fosfor (tons/år)	82	24,5	23,8
Kvælstof (tons/år)	666	600	509

Fosfor

Spildevandets andel blev i 1985/86 opgjort til 88% af fosforbelastningen. Der forventes et fald frem til år 2000 til 60%. Resten skyldes bidrag fra enkeltudledere, sommerhusområder, gårdbidrag, markbidrag og atmosfærisk nedfald.

Kvælstof

Spildevandets andel blev i 1985/86 opgjort til 31% af kvælstofbelastningen. Der forventes et lille fald frem til år 2000 til 28%. Resten skyldes primært markbidrag og atmosfærisk bidrag.

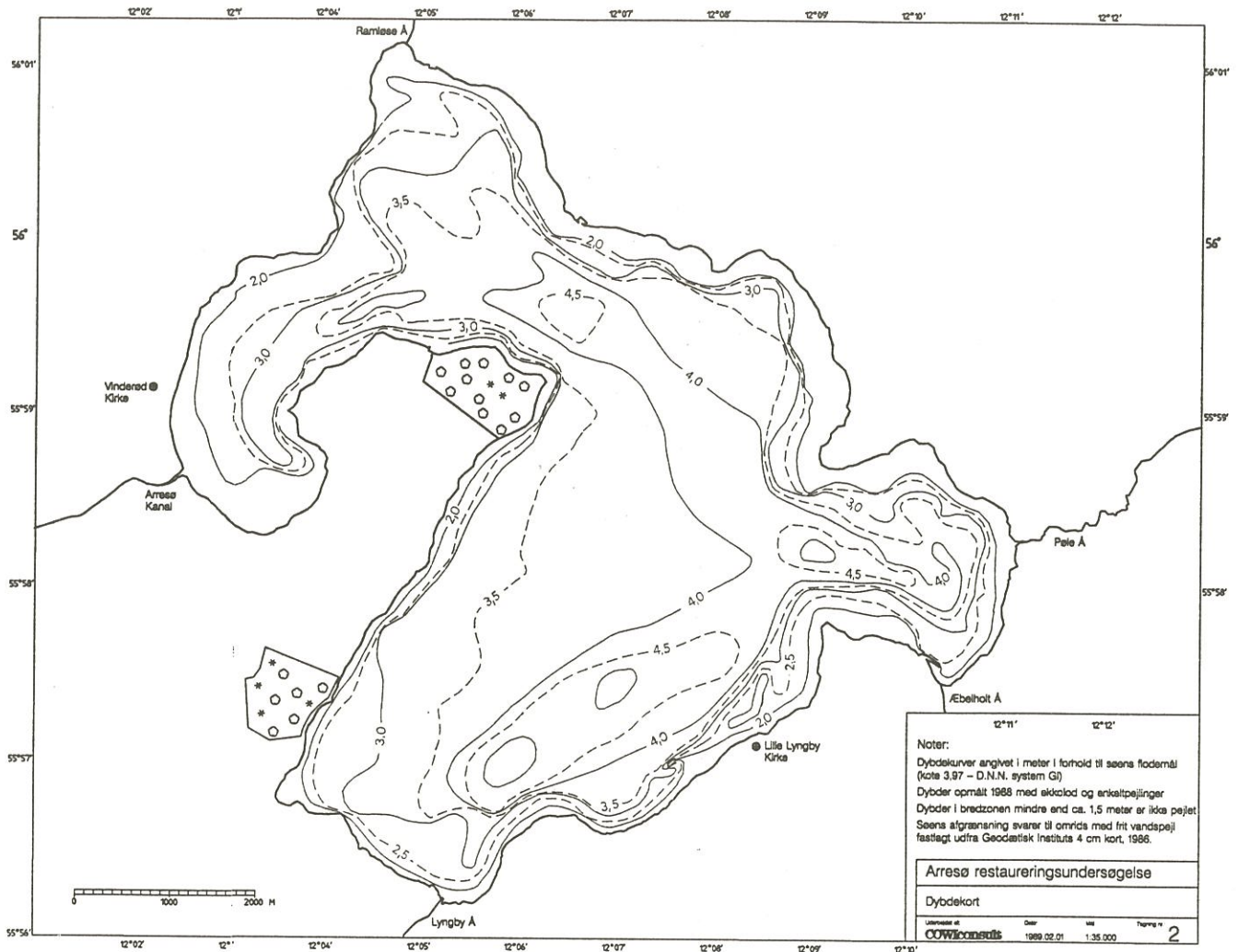
2.4 Sedimentundersøgelser 1988

For at vurdere betydningen af søens næringsstoffer i sedimentet - den såkaldte interne belastning - og mulighederne for eventuelt at fjerne sedimentet, blev der i 1988 udført en detaljeret sedimentundersøgelse.

Hovedformålet har været at klarlægge bundforhold, sedimentets fordeling, næringsstofindhold, ophvirvling og eventuelle omlejringer i søen.

Dybdeopmåling

Eksisterende dybdekort over Arresø er alle af ældre oprindelse og uden tilstrækkelige detailoplysninger til præcist at vurdere søens topografi. Der blev derfor foretaget en opmåling af søens dybdeforhold. Generelt er bundtopografien i Arresø bemærkelsesværdigt ensartet i betragtning af søens størrelse. Store dele af søen har dybder mellem 2-4 meter. Udfra dybdeopmålinger kan det beregnes at søens volumen er 123 mill. m³ ved søens flodemål (kote 3,97).



Dybdekort over Arresø.

Sedimentets fordeling

Sedimentets fordeling og sammensætning blev vurderet ud fra indsamlede sedimentkerner på 98 stationer.

Sedimentet i Arresø kan inddeles i 4 hovedtyper:

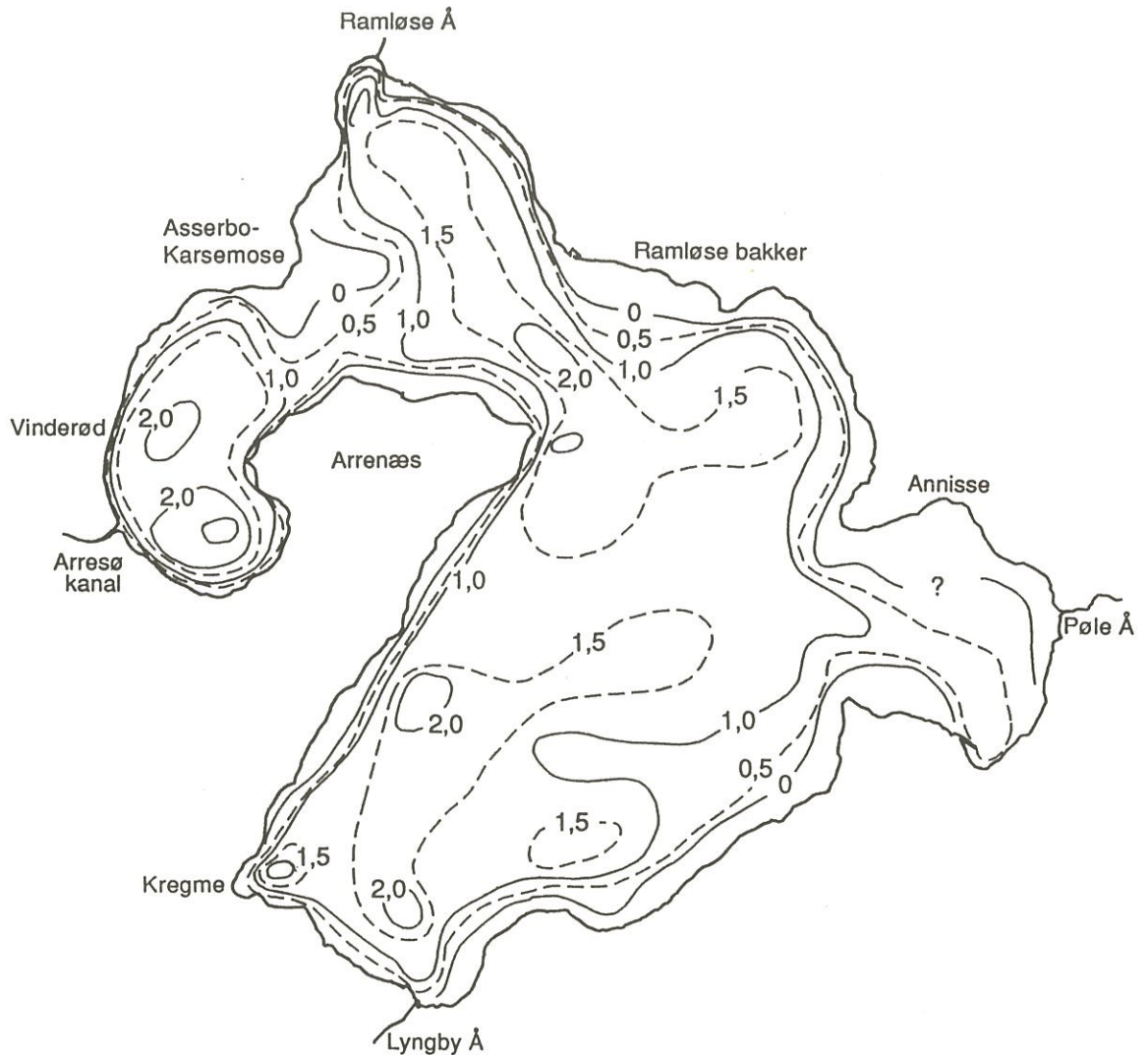
- Et løst lejret algeholdigt lag.
- Sand/grusbund.
- Ferskvandsgytje.
- Marin gytje.

Overalt i søen findes et øvre centimetertykt løst lejret grønalg/blågrønalgelag, der under kraftig blæst er mere eller mindre ophvirvlet. I de vind-eksponerede bredzoner findes hård bund med sand- og grusaflejringer typisk ud til 2,5-3,0 meters dybde.

I et område mellem Karsemose og Arrenæs er den marine gytje blotlagt. Den marine gytje blev aflejret da området var en fjord. I resten af søen er den marine gytje pålejret et ferskvandsgytjelag i tykkelser på typisk 1-2 meter.

Ferskvandsgytjen er dannet igennem en årtusindlang periode og er søens altdominerende sedimenttype. I søen er aflejret omkring 40 mill. m³ og i 79% af søen findes ferskvandsgytje i sedimentoverfladen. Gennemsnitstykkelsen er 1,2 m, men stedvis kan der være aflejringer op til 3,3 meter. De store aflejringer findes, hvor der er lidt større dybde til de marine aflejringer (dvs. sænkninger i littorinafladen), eller hvor området er mere vindbeskyttet.

I ferskvandsgytjen kan erkendes lagfølger med vekslende farvenuancer og struktur, der bl.a. er betinget af lagenes indhold af minerogent materiale, kalk og planterester (detritus). De enkelte lag repræsenterer forskellige stadier i søens biologiske struktur og/eller lokale sedimentationsbetingelser.



Ferskvandsgytjens udbredelse og tykkelse (kurver angivet i meter).

Næringsstoffordeling

Sedimentets næringsstofindhold er bestemt på 38 stationer ved at opdele sedimentet i lag ned til 70 cm's dybde.

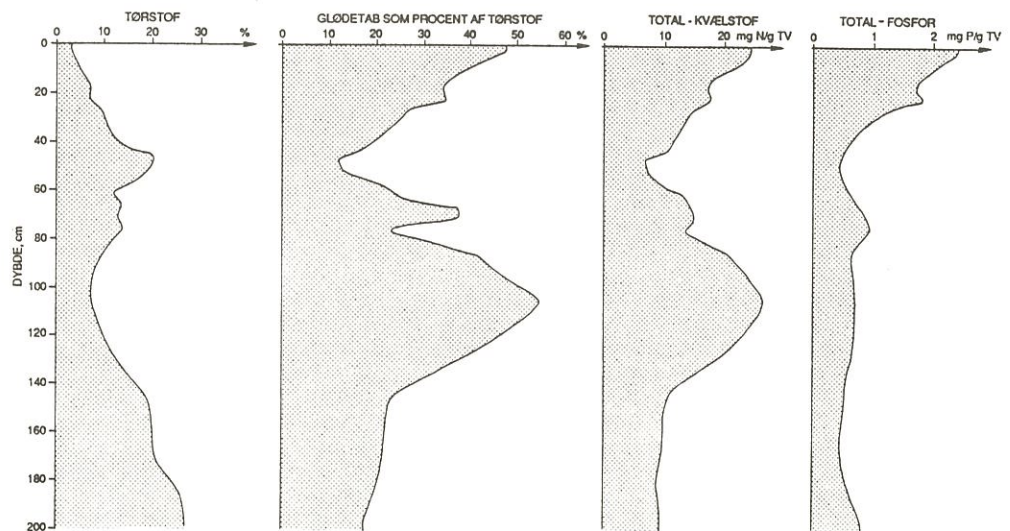
Søens ferskvandsgytje, som dækker 79% af søens bundareal, er relativt ensartet. Det øverste sediment har et meget lavt indhold af tørstof (3-4%), men et højt glødetab på 42-45%. Dette viser at sedimentet har et højt indhold af organisk materiale.

I overfladesedimentet er fosforindholdet 2,4-2,6 mg P/g tørvægt og kvælstofindholdet 18-22 mg N/g tørvægt. Dette niveau kan betegnes som middelhøjt og typisk for eutrofierede danske søer.

På arealer med sand/grusbund er kvælstof og fosforindholdet lavt i forhold til tørvægten.

For søen som helhed er der i de øverste 30 cm af sedimentet akkumuleret 2.000 tons fosfor og 20.000 tons kvælstof. Dette er 20-30 gange den årlige eksterne belastning i 1985/86.

Imidlertid er en meget betydelig del af især kvælstofpuljen, men også fosforpuljen bundet i sedimentet og er ikke tilgængelig for omsætningen i søen.



Figuren viser bl.a. fosforindholdet i en 2 meter lang sedimentsøjle. Sedimentet er aflejret, mens søen har været fersk, d.v.s. over en årtusindelang periode. Bemærk, at fosforindholdet er højest i de øverste 30-40 cm lag.

Mobilt fosfor

Søens interne belastning kan primært tillægges fosforpuljen. Mobiliteten af den aflejrede fosforpulje er derfor væsentlig i vurderingen af søens fremtidige tilstand. Undersøgelsen af fosforfrak-

tioner i sedimentet har vist at en betydelig del er organisk bundet fosfor, hvoraf en stor del er mobilt. Hertil kommer en stor pulje let adsorberet fosfor. Den jernbundne fraktion som ofte udgør hovedparten af den mobile pulje i søer, er af begrænset størrelse. For søen som helhed er det beregnet at 430 tons fosfor i sedimentet potentielt kan frigives til vandfasen. Dette svarer til den forventede fremtidige eksterne belastning i de næste 20 år.

En sedimentfjernelse af de øverste 30 cm vil reducere den mobile fosforpulje væsentligt, men ikke helt eliminere den.

Udvekslingshastighed

Fosforfrigivelsen fra sedimentet er i hovedsagen betinget af, at det løst lejrede sediment ofte ophvirvles på grund af blæst. Hvis sedimentet er uforstyrret er det ved laboratorieforsøg estimeret, at den interne fosforfrigivelse er beskeden og udgør 18 tons fosfor på årsbasis i hele søen.

Under ophvirvling (resuspension) af tidligere aflejret materiale sker der en langt større frigivelse af fosfor. Laboratorieforsøg og feltmålinger har vist, at denne fosforfrigivelse er 10-20 gange større end under uforstyrrede betingelser.

Tungmetalindhold

Sedimentets indhold af tungmetaller kan sætte grænser for hvordan sedimentet kan deponeres efter en eventuel sedimentfjernelse.

Der blev derfor analyseret for tungmetaller på 7 stationer i indtil 30 cm's sedimentdybde.

Tungmetalniveaue i Arresø er sammenligneligt med niveaue i andre danske søer, der ikke er belastet med tungmetalholdigt spildevand. Indholdet svarer således til "baggrunds-niveaue".

Sedimentets tungmetalindhold ligger dog over de grænseværdier som forventes fastlagt i en ny bekendtgørelse, der fastlægger retningslinier for udbringning af affaldsprodukter (bl.a. slam).

Der må derfor forventes begrænsede muligheder for at sprede sedimentet på landbrugsjord, skove og plantager.

Aldersdatering

Ved undersøgelsen blev der foretaget en aldersdatering af de enkelte sedimentlag. Dette giver information om sedimenttilvæksten og tykkelse af de kulturpåvirkede lag. Analyserne viste, at de øverste 40 cm af sedimentet er aflejret indenfor de sidste 50 år.

Planterester

Ved en analyse af planterester, der er bevaret i ferskvandsgytjen, er en del af søens udviklingshistorie rekonstrueret. De undersøgte gytjelag omfatter hele perioden fra overgangen fra den marine periode til søen idag.

Ud fra planteresterne kan det konstateres, at der tidligere har været en rig undervandsvegetation i Arresø. Søen har således haft en meget forskellig struktur i forhold til den nuværende tilstand. Dybdeudbredelsen antyder, at Arresø har været en klarvandet sø med en sigtdybde på 3-4 meter. Den betydelige ændring i søens tilstand, er antagelig sket på et tidspunkt i perioden 1700-1880. Årsagen hertil kan være flere faktorer, der med forskellig vægt i fællesskab har ændret søens balance bl.a. afvandingsprojekter, vandstandsændringer pga. Arresøkanalens etablering, befolkningstilvækst og øget gødningsforbrug.

Afvandingsforsøg

Hvis sedimentet skal fjernes og transporteres ud på landbrugsjord eller deponeres på anden måde, vil det være nødvendigt at afvande sedimentet. Afvandingsforsøg viste, at sedimentet kan afvandes fra et udgangspunkt på 3-6% tørstof til 9-11% på et par uger ved en simpel bundfældning. Hvis der samtidig sker dræning kan der opnås et tørstofindhold på 10-18%. Afvandingshastigheden kan forøges markant ved tilsætning af polymerer og et tørstofindhold på 20-22% kan opnås inden for få dage - uger.

2.5 Sedimentdynamik

De sedimentdynamiske forhold spiller en central rolle for søens tilstand og restaureringsmuligheder. Der er derfor foretaget feltundersøgelser af resuspension i perioder med kraftig vind og målinger af forskydninger i sedimentkoten. Der er desuden foretaget en teoretisk vurdering af strømmønstre og hastigheder i søen.

Hydrauliske forhold

Vinden er den helt dominerende årsag til strømmingen i Arresø. De største strømhastigheder forårsages af vindgenererede overfladestrømme, der kan nå op på 30-50 cm/s.

På de fladvandede områder vil bundhastigheden og overfladehastigheden have samme retning og omtrent samme størrelse. På de dybere områder kan bundhastigheden være det halve af overfladehastigheden og gå i modsat retning.

I Arresø opstår der med mellemrum seiching, der er resonanssvingninger. Svingninger kan blive ganske kraftige med udsving på op til 25-30 cm og en svingningstid på godt én time. Dette forårsager pulserende strømme, der omkring Arrenæs (i knudepunktet) kan nå op på 20-30 cm/s.

Strømme forårsaget af vindstuvning eller af tilløbene er små sammenlignet med vindgenererede overfladestrømme. De bølgeinducerede bevægelser over sedimentbunden er sammen med de vindgenererede strømme de afgørende faktorer for ophvirvlinger.

I søens åbne områder vil vandbevægelserne kunne gå i alle retninger afhængig af vindretningen. Nær søens bred vil vandbevægelserne ofte følge kystlinien.

Det vindafhængige strømmønster medfører at suspenderet materiale føres rundt overalt i søen. Suspenderet materiale vil aflejres, når de vindgenererede strømme aftager og partiklernes synkehastighed dermed får betydning.

Det komplekse strømmønster bevirker, at det ikke er teoretisk muligt ud fra enkelthændelser at udpege nettosedimentations- eller nettoresuspensionsområder.

Sedimentets mobilitet

For at undersøge om der sker materialevandring fra et område af søen til et andet, er koten til sedimentoverfladen målt jævnlige i 1/2 år ved nedrammede skalapæle. Målingerne viste, at der kan ske forskydninger i sedimentkoten på nogle centimeter, men nærtstående skalapæle viser ikke altid samme tendens.

Sedimentbevægelserne er blevet analyseret i relation til vindforholdene mellem aflæsningerne. Det har ikke været muligt at påvise en sammenhæng mellem sedimentflytninger og vindens påvirkning. Vinden har ikke givet anledning til flytninger af sediment fra et område af søen til et andet. Inden for lokale områder er der sket en usystematisk flytning, som er størst når vinden udviser markante retningskift i forhold til den foregående periode. De usystematiske bevægelser svarer således til søens diffuse strømmønster, hvor der kan forventes strømme i alle retninger, afhængig af vindforholdene.

Resuspension

For at undersøge ophvirvlingens (resuspensionens) betydning var der i efteråret 1988 opstillet en automatisk prøvetager på en platform i Arresø. Den automatiske prøvetager indsamlede under kraftige vindhændelser vandprøver, som senere blev analyseret for mængden af ophvirvlet stof.

Under resuspensionshændelserne skete der store stigninger i koncentrationen af suspenderet stof og total-fosfor i vandfasen. Efter resuspensionshændelserne sedimenterede det ophvirvlede stof og den gennemsnitlige opholdstid i vandfasen var 6-7 timer.

Ud fra vinddata er der opstillet to modeller, der beskriver koncentrationsforløbet af henholdsvis suspenderet stof og total-fosfor under resuspensionshændelserne. De to modeller er anvendt til at

vurdere hyppigheden, størrelsen samt betydningen af resuspensionen for tilstanden i Arresø. Der forekommer resuspension i store dele af søen i omkring halvdelen af tiden. Der er gennemsnitlig resuspenderet 0,18 mg P/l og 41 mg ts/l. Det ophvirvlede total-fosfor kan frigive fosfat til vandfasen, og det overstiger langt frigivelsen fra den uforstyrrede sedimentoverflade.

Under de kraftigste storme er sediment i ned til 4 cm's dybde resuspenderet på een gang.

2.6 Konsekvensberegninger

Model

Søens fremtidige tilstand ved ændret ekstern og intern belastning er vurderet ud fra empiriske modeller, der inddrager erfaringerne fra et stort antal søer. Overgangsfasen ved ændrede forudsætninger er vurderet ved en dynamisk model for fosforudvekslingen mellem sediment og vand.

Modelopstillingen er behæftet med nødvendige forenklinger og modellens følsomhed ved forskellige parametervalg er undersøgt ved følsomhedsanalyser.

Mens vurderingen af sluttilstanden er afhængig af skønnet over hidtidig belastning og fosforkoncentration, er beregningen af overgangsfasens varighed primært afhængig af skønnet over den mobile fosforpulje.

Fosforbalancen

Fosforbalancen er primært styret af søens ringe dybde i forening med det langsomme vandskifte. Disse forhold bevirker, at fosforkoncentrationen i søen bliver høj i forhold til arealbelastningen. Desuden har midlertidige fluktuationer i vandbalance og belastning kun ringe effekt på fosforkoncentrationen, mens forskydninger i sedimentudvekslingen kan forklare de ofte markante svingninger i fosforkoncentration. Endelig bevirker denne søkarakteristik, at overgangsperioden bliver lang, set i forhold til fosforpuljens størrelse.

Kvælstofbalancen

Hovedparten af det tilførte kvælstof omsættes i søen, idet det dels bindes i sedimentet, dels forsvinder ved denitrifikation. Kvælstofbalancen i

sluttilstanden efter belastningsreduktion vil afhænge af den biologiske tilstand og dermed formentlig være betinget af fosforbelastningen. I overgangsfasen vil kvælstofbalancen være påvirket af den aktuelle biologiske tilstand, mens kvælstofpuljen i sedimentet ikke i sig selv kan udløse en langvarig overgangsfase.

Ud fra analysen af kvælstofbalancen og belastningsforholdene samt mulighederne for reduktion må det konkluderes, at kvælstofbalancen er af underordnet betydning for planlægningen af fremtidige tiltag i Arresø, som i stedet må baseres på fosforbalancen.

Biologisk udvikling

Søens biologiske udvikling er sammenlignet med et stort antal søer. Det er karakteristisk at sigtddybden ved et givet fosfor- og kvælstofniveau i Arresø er væsentligt ringere end man skulle forvente ud fra relationerne fra 500 danske søer. Det skyldes søens store areal og ringe dybde, der gør den særlig udsat for vindinduceret bundophvirvling. Som nævnt har Arresø tidligere været klarvandet og haft en udbredt undervandsvegetation, der har virket stabiliserende på sedimentet.

Undervandsvegetation

Med mindre der sker indvandring af undervandsvegetation eller ophvirvlingen iøvrigt reduceres ved indgreb, kan det ikke forventes at sommersigtddybden overstiger 0,8-1,0 m uanset belastningsniveauet. Betingelserne for at undervandsplanterne kan vende tilbage i større mængde er imidlertid ikke lovende. Det skyldes, at bundforholdene er blevet ukonsoliderede og derfor også fremover let vil ophvirvles. Samtidig har kun 20% af søen dybder mindre end 2 meter. Det giver ringe mulighed for at planterne kan dække større arealer. Søens naturgivne form reducerer således mulighederne for en naturlig tilbagevenden af undervandsplanter.

Planteplankton

Når næringsstofftilførslen reduceres som planlagt i følge recipientkvalitetsplanen vil den nye ligevægtstilstand give et fosforniveau på 200-250 µg P/l. Dette vil medføre ca. en halvering af mængden af planktonalger. Til gengæld vil der med stor sandsynlighed ske et skift fra overvejende dominans af grønalger til at søen de fleste år vil domineres

af blågrønalger. Blågrønalgerne vil antagelig dominere hele sommeren sålænge fosforniveauet er højere end ca. 200 $\mu\text{g P/l}$. Hvis fosforkoncentrationen sænkes yderligere til 70-100 $\mu\text{g P/l}$, hvilket kræver at belastningen reduceres til 6 tons fosfor/år, vil blågrønalgerens dominans antagelig blive brudt til fordel for især grønalger, kiselalger og gulalger og flere rentvandsorganismer. Samtidig vil den samlede mængde af planktonalger reduceres til 15-25% af det nuværende niveau.

Fiskebestanden

Fiskebestanden i Arresø er domineret af brasen og sandart. Denne fiskebestand kan forventes at fastholde en ugunstig biologisk tilstand i søen i en længere årrække, selv efter en gennemgribende belastningsreduktion. For at opnå den fulde effekt af en belastningsreduktion må fiskebestanden derfor ændres i retning af øget forekomst af rovfisk. En sådan ændring kan imidlertid kun forventes at være stabil, hvis fosforkoncentrationen er bragt ned under 100 $\mu\text{g P/l}$.

		Belastning, t P/år					
		Model ^{***}					
		81,7	24,5	23,8	15	9	6
<u>Total fosfor</u>	A	1,00	0,30	0,29	0,18	0,11	0,073
(mg P/l)	B	0,85	0,26	0,25	0,16	0,094	0,063
	C	0,65	0,20	0,19	0,12	0,072	0,048
<u>Sigt dybde (cm)</u> ^{***}	A	25	43	43	53	65	78
(Arresømodel)	B	27	45	46	56	70	83
	C	27	51	52	53	78	93
<u>Sigt dybde (cm)</u> ^{***}	A	50	74	76	88	104	120
(danske søer)	B	53	77	80	93	110	125
1/SD=1,99 TP ^{0.33}	C	53	86	87	101	120	137
<u>Klorofyl-a</u> ^{***}	A	204	103	101	76	55	43
µg l ⁻¹	B	198	97	92	69	50	39
	C	198	80	78	59	43	33
<u>Plantep plankton</u>	A	<u>G, B</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G, K</u>	<u>B, G, K</u>
<u>dominans</u>	B	<u>G, B</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G</u>	<u>B, G, K</u>	<u>B, G, K, Gu</u>
B=Blågrønalger	C	<u>G, B</u>	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>B, G, K</u>	<u>B, G, K</u>	<u>B, G, K, Gu</u>
G=Grønalger							
K=Kiselalger							
Gu=Gulalger							
<u>Fisk</u>	A	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>		
B=Brasen	B	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA, G, A, SK</u>	
SA=Sandart	C	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>	<u>B, SA</u>		
SK=Skalle							
G=Gedde							
A=Aborre							

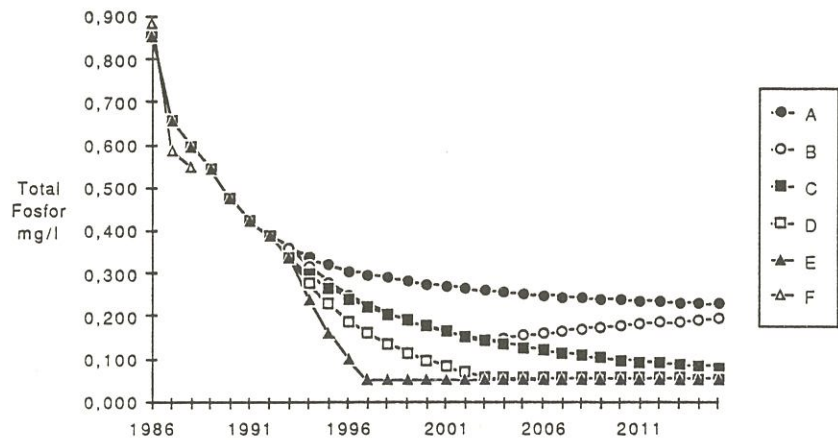
* Modeller: A: Prairie, B: Arresø, sluttilstand efter Lorenzen-model,
C: Arresø, skøn med høj retentionskoefficient.

*** Gennemsnit i perioden 1. maj til 1. oktober.

Sluttilstand

Den biologiske effekt af at reducere søens eksterne belastning er sammenfattet i ovenstående tabel. De viste værdier repræsenterer sluttilstande i søen. Inden disse tilstande opnås vil søen i en årrække være i en overgangsfase, hvor effekten gradvis slår igennem. Tidshorisonten er bl.a. afhængig af sedimentets fosforpulje, søens relativt lange hydrauliske opholdstid og hvor lavt et fosforniveau der skal nås i søen. På grundlag af den opstillede og

kalibrerede massebalancemodel vurderes overgangsfasens længde til 15-20 år, for de allerede planlagte belastningsreduktioner. For de videregående belastningsreduktioner vil overgangsfasen være længere, omkring 20-25 år.



Figuren viser forløbet i søens fosforkoncentration med og uden restaureringsindgreb:

- A: Med den planlagte fosforbelastning på 24 t P/år
- B: Som A, men med sedimentfjernelse.
- C: Med en fosforbelastning på 6 t P/år
- D: Som C, men med sedimentfjernelse
- E: Som C, men med sedimentforsegling
- F: Målte årgennemsnit i 1986, 87 og 88.

2.7 Restaureringsmuligheder

Det generelle formål med en sørestaurering er at sikre og fremskynde søens tilbagevenden til en ønsket/målsat økologisk tilstand efter en reduktion af søens eksterne kilder.

På langt sigt er den fremtidige tilstand alene bestemt af belastningsniveauet fra eksterne kilder. Tidshorisonten fra overgangen til denne tilstand er primært bestemt af søens interne puljer. Overgangen kan dog forsinkes af træghed i søens biologiske system eller manglende konsolidering af søens sediment.

På grund af søens størrelse og meget store sedimentmængde vil en restaurering - uanset metode - få et usædvanligt omfang uden fortilfælde i Danmark.

Der er ialt vurderet 7 strategier, som er meget forskellige med hensyn til teknik, effekt, gennemførlighed og omkostning.

1. Høstning af biologisk materiale

Søens næringssaltpulje medfører en produktion af organisk materiale. Hvis produktionen af f.eks. tagrør eller fisk indsamles, fjernes fosfor og kvælstof fra søen.

Effekten heraf er imidlertid lille selv med en omfattende indsats.

2. Rensning af søvand

Fosforpuljen i søvandet kan reduceres, hvis søvandet renses. Ved at pumpe vandet ind til kontaktfiltre på land kan vandet renses for fosfor til 0,1-0,2 mg P/l. Effekten vil afhænge af anlæggets størrelse. Hvis anlægget dimensioneres til at søvandet passerer anlægget én gang hver 3. år kan der fjernes 90 tons fosfor i løbet af en 10 års periode. Det største udbytte af metoden opnås i de første år, hvor fosforkoncentrationen stadig er høj i søvandet. Derimod er metoden uden væsentlig effekt i den længste del af overgangsfasen, hvor fosforkoncentrationen aftager langsomt fra ca. 0,2 mg P/l mod slutttilstanden. Metoden har derfor kun ringe effekt på overgangsfasens varighed. Anlægget vil koste af størrelsen 90 mill. kr.

3. Sedimentbehandling

Fosforpuljen i sedimentet kan "forsegles" ved at øge fosforbindingsevnen eller ved rent fysisk at nedsætte ophvirvlingen ved udlægning af sand eventuelt med geotekstil.

Øgning af fosforbindingsevnen ved kemisk sedimentbehandling er praktiseret ved bl.a. svenske sørestaureringsprojekter, men metoden er ikke anvendelig i søtyper som Arresø.

Den fysiske forsegling kan udføres indenfor få år ved udlægning af 5-10 cm sandlag kombineret med geotekstil, der hindrer sandkorn i at synke ned i gytjelaget. Geotekstil kan fremstilles af naturmaterialer, f.eks. Jute, der med tiden nedbrydes. Metoden vil antagelig være rimelig effektiv og modvirke resuspension. Dette vil have en gunstig

indflydelse på søens sigtddybde og give mulighed for indvandring af undervandsplanter under forudsætning af en ekstern årlig belastning på ca. 6 tons fosfor.

Længden af overgangsfasen til slutttilstanden opnås kan antagelig afkortes med 15-20 år.

Omkostningerne er anslået til 340 mill. kr., men tallet er usikkert pga. manglende erfaringer med metoden. Af samme grund anbefales det at teste metoden ved et pilotprojekt, inden et indgreb eventuelt sættes i værk.

4. Tørlægning af søen

Arresø kan tømmes for vand. Knap halvdelen kan afstrømme via sluserne i Arresøkanal, mens resten må pumpes. Tørlægningen indebærer, at det øvre lag i sedimentet kan skrubes af. Et billigere alternativ er at udtørre sedimentet uden at fjerne det. Efter et par år vil landplanter indvandre og stabilisere sedimentet. Når vand igen fyldes i søen vil resuspensionen være reduceret.

Tømning af søen indebærer alvorlige tekniske problemer i oplandet, idet vandindvindinger, herunder også infiltrationsanlæggene i Frederiksværk bliver påvirket.

Sænkningen af grundvandsstanden medfører desuden sætninger i blødbundsområder, og deraf følgende skader på bygninger, veje etc.

Hvis sedimentet fjernes vil effekten i søen antagelig være bedre end sedimentfjernelse med søen vandfyldt. Omkostningerne vil imidlertid være høje, af størrelsen 420 mill. kr., hvis sedimentet skrubes af og deponeres i en afsnørret vig i søen. Tømning alene vil beløbe sig til 65 mill. kr. Heri er ikke indregnet uforudsigelige erstatninger som følge af sætninger på bygninger etc.

5. Periodelvis stor afstrømning

Afstrømningen fra søen til Arresøkanal kan styres. Hvis afstrømningen øges i perioder med kraftig vind og dermed høj fosforkoncentration i søvandet, øges stoftransporten ud af søen. Alene ved at regulere slusedriften kan stofafstrømningen øges 20%. Dette

vil give en mindre forbedring i søens tilstand og overgangsfasen kan afkortes 3-5 år.

Løsningen er samtidig attraktiv, da de tekniske muligheder foreligger idag og merudgifterne alene er øgede driftsudgifter eller installation af automatiske styremekanismer til slusen. Dette vil antagelig beløbe sig til mindre end 1 mill. kr. over en 10 årig periode.

Løsningen vil dog betyde en forøget belastning af Roskilde Fjord i en årrække. Set over en længere tidshorisont vil den samlede belastning af fjorden dog være den samme.

6. Sedimentfjernelse

Ved sedimentfjernelse kan den mobile fosforpulje reduceres. På grund af søens størrelse ville opgaven være mere overskuelig, hvis afgravningen kunne koncentreres til områder med særlig høje koncentrationer eller områder, der tilføres en nettotransport af sediment. Dette er imidlertid ikke tilfældet i Arresø. Sedimentet er ret ensartet og opvirvling og sedimentation sker overalt.

Fjernelsen skal derfor foretages over hele søens gytjebund, hvilket er 79% af søens samlede areal. For at reducere den mobile fosforpulje skal der fjernes 10 mill. m³ gytje i de øverste 30 cm af sedimentet.

Med anvendelse af f.eks. 5-6 opmudringsmaskiner, der har en størrelse, så de kan transporteres til søen, vil restaureringen tage 10 år. Selve sedimentfjernelsen vil koste 250-500 mill. kr.

Ved oppumpningen/opgravningen blandes gytjen med 2-3 gange søvand og dette kræver afvanding i afvandingsbassiner eller i centrifuger inden det kan deponeres i særlige sedimentlagre eller på landbrugsjord. Afvandingen vil koste af størrelsen 30-70 mill. kr. Hertil skal lægges omkostninger ved at rense vandet fra det afvandede sediment for fosfor, hvilket er af størrelsen 10 mill. kr.

På grund af gytjens ringe gødningsværdi og dens tungmetalindhold, kan gytjen kun bringes ud i små mængder pr. arealenhed. Udbringningen kan desuden kun ske i 1-2 måneder, forår og efterår. Dette øger lagerbehovet og transportafstandene. Udgifterne vil være af størrelsen 400-650 mill. kr.

Det vil være billigere at anbringe sedimentet i et dertil indrettet depot, enten i oplandet, som en afsnøret vig i Arresø eller som gytjeøer. Arealbehovet vil være omkring 1 km² ved en forudsat deponeringshøjde på 5-6 meter.

Omkostningerne ved en afsnøret vig vil da være af størrelsen 60 mill. kr.

Sedimentfjernelsen vil samlet medføre omkostninger, der skønnes til mindst 350 mill. kr. såfremt sedimentet deponeres i en afsnøret vig, der er det billigste deponeringsalternativ. Deponeres sedimentet på landbrugsjord vil omkostningerne være mindst 700 mill. kr.

Sedimentfjernelse vil medføre en afkortning af overgangsfasen til slutttilstanden med omkring 15 år. Effekten er ikke særlig markant i forhold til ressourceindsatsen. Det skyldes at sedimentfjernelsen selv ved en koncentreret indsats vil vare 8-10 år. Søen vil i denne periode stadig være præget af ophvirvling og efterfølgende sedimentation på de tidligere afgravede områder. Projektet bliver således aldrig "afsluttet".

Samtidig vil der på de afgravede områder blive blotlagt mobile fosforpuljer, som ganske vist er langt mindre end i overfladesedimentet, men ikke helt kan negligeres.

En meget markant afkortning af søens overgangsperiode til slutttilstanden kan derfor ikke forventes og søens slutttilstand vil ikke være anderledes end uden restaurering.

7. Biomanipulation

Forandringer i den biologiske struktur vil ikke altid foregå umiddelbart efter en reduktion i den eksterne næringsstofftilførsel. Det kan bl.a. skyldes en træghed i det biologiske system.

Trægheden kan f.eks. være betinget af fiskenes lange generationstid. Det kan derfor vare mange år før der opnås en anden bestandssammensætning.

Genindvandring af undervandsplanter er også et eksempel på langsom tilpasning, hvilket skyldes sprednings- og etableringsmæssige forhold.

For at fremskynde den naturlige proces mod et ligevægtssamfund kan der foretages et eller flere biologiske indgreb under ét kaldet biomanipulation.

I Arresø er fiskebestanden helt domineret af brasen. Brasen gør et stort indhug i dyreplankton, hvilket øger mængden af planteplankton i vandet. Desuden søger brasen føde i sedimentet og er således med til at øge ophvirvling af bundmaterialet. Dette kan måske være fordelagtigt i starten af overgangsfasen fordi udskylningen fra søen bliver større.

På længere sigt vil brasenbestanden imidlertid forlænge overgangsfasen. Erfaringer fra andre opfiskninger viser imidlertid at belastningen skal være lav før der opnås en varig effekt i fiskesammensætningen med større dominans af gedde og aborre.

En selvforstærkende effekt kan først forventes ved en ekstern belastning på 6-9 tons fosfor pr. år.

På dette niveau kan en opfiskning af brasenbestand og udsætning af rovfisk gennemføres med forventet positiv effekt i den sidste del af overgangsfasen. En opfiskning over en 5 årig periode efterfulgt af udsætning af gedde vil koste omkring 6-8 mill. kr.

For at fremme udvikling af undervandsvegetation kan det overvejes, at foretage egentlig udplantning. Imidlertid er erfaringsgrundlaget herfor meget beskedent. Som nævnt tidligere kan denne metode kun anvendes, hvis belastningen reduceres markant.



Nye numre fra maj 1989
Telefon 36 44 11 22
Telefax 36 44 10 86

HOVEDSTADSRÅDET

Til
Arresøgruppen

HR journal nr. 645-59
Sagsbehandler Jesper Ansbæk-NES
København den 25. maj 1989

- ./.
- Hermed fremsendes arbejdsgruppens indstilling.
- ./.
- Miljøstyrelsen har meddelt, at styrelsen som ankemyndighed, ikke kan deltage i arbejdsgruppens indstilling.
- ./.
- Endvidere er Arresøforeningens mindretalsudtalelse vedlagt .

Med venlig hilsen

Ivan Printzlau
Ivan Printzlau

Jesper Ansbæk
Jesper Ansbæk

Genpart til orientering til:

Cowiconsult, Teknikerbyen 45, Att.: hr.
Steen Ø. Dahl, 2830 Virum



HR Journal nr. 645-59
Sagsbehandler Jesper Ansbæk-NES
København den 18. maj 1989

INDSTILLING FRA ARBEJDSGRUPPEN VEDRØRENDE ARRESØ

Baggrund

I forbindelse med vedtagelsen af Roskilde Fjord-planen i september 1986, vedtog Hovedstadsrådet, at der skulle nedsættes en arbejdsgruppe, der skulle vurdere mulighederne for at forbedre Arresø's tilstand.

Arbejdsgruppen blev nedsat på baggrund af ønsker fra kommuner og organisationer, om en hurtig forbedring af søens tilstand, med henblik på dens anvendelse til vandforsyning og rekreative formål.

Arbejdsgruppen består af teknikere fra Skævinge, Helsingør, Hillerød og Frederiksværk kommuner, Frederiksborg amt, miljøministeriet, (Skov- og Naturstyrelsen, miljøstyrelsen), samt en repræsentant for Arresøforeningen. Gruppen har formandsskab og sekretariat i Hovedstadsrådets plan- og miljøforvaltning.

Tilstand og belastning

Arbejdsgruppen har, med konsulentbistand, fået udført en udredning af sammenhængen mellem søens tilstand og dens næringssaltbelastning, med særlig vægt på belastningen fra næringssalte, der er ophobet i søens bund. Endvidere er mulighederne vurderet for at fjerne de ophobede næringssalte ved en sørestaurering.

Undersøgelsen har kostet 2 mill. kr. og er finansieret af ovennævnte myndigheder minus Hillerød kommune.

Nuværende tilstand

Søen er i dag meget uklar med en gennemsnitlig sommersigtedybde på ca. 30 cm. Algesamfundet domineres af grønalger og blågrønalger, og fiskebestanden domineres af brasen.

Der er store rekreative interesser knyttet til Arresø. Arresø er i 1983 udpeget som henholdsvis et nationalt biologisk interesseområde og som et EF-fuglebeskyttelsesområde. Søen indgår desuden i et større nationalt naturområde. Søen er i fredningsplanlægningen udpeget som kerneområde for plante- og dyreliv.

Det er belastningen af søen med fosfor, der har størst betydning for dens tilstand. Tilførslen af fosfor til søen, fra kilder udenfor denne (ekstern belastning) er i 85-86 opgjort til ca. 82 tons fosfor/år.

Belastningen var i 85/86 fordelt på rensset spildevand (80,8%), regnudløb fra byer (6,9%), ukloakerede ejendomme incl. sommerhuse (3,9%), gårdbidrag (1,0%) markbidrag (6,7%) og atmosfærisk bidrag (0,7%).

En del af de næringssalte, der er ophobet i søens sediment vil frigives når den eksterne belastning reduceres (intern belastning). I søens øverste ½ meter sediment er der ophobet 3.000 tons P, hvoraf 430 tons vil frigives til søvandet over en årrække.

Roskilde Fjordplanen

I Hovedstadsrådets Roskilde Fjord-plan er der fastlagt en reduktion af fosforbelastningen fra kommunale renseanlæg på 90%. Endvidere er det forudsat, at der etableres bassiner på de større regnvandsudløb fra separat- og fælleskloakerede byområder.

Efter gennemførelsen af den planlagte fosforrensning på de kommunale renseanlæg forventes belastningen i år 2000 at være ca. 24 tons fosfor pr. år fordelt på rensset spildevand (35,7%), regnudløb (23,5%), ukloakerede ejendomme (13,4%), gårdbidrag (1,6%), markbidrag (23,1%) og atmosfærisk bidrag (2,5%). Reduktionen af belastningen fra ca. 82 til ca. 24 tons fosfor pr. år vil medføre en mindre forbedring af levevilkårene for søens dyre- og planteliv.

Efter en overgangsfase på ca. 15-20 år, hvor det ophobede fosfor i søen skylles ud af søen eller fastlægges i bunden, forventes følgende ændringer af søens tilstand:

- vandets gennemsigtighed forbedres fra ca. 30 cm til ca. 40 - 50 cm
- algemængden reduceres til ca. halvdelen
- algesamfundet vil overvejende bestå af blågrønalger, i stedet for grønalger

Indstilling

Ønsket tilstand

Arbejdsgruppen anbefaler, at en yderligere forbedring af levevilkårene for søens dyre- og planteliv tilstræbes, så søens generelle målsætning bliver opfyldt:

- vandets gennemsigtighed bør være større end 80 cm
- algesamfundet bør være varieret og bestå af kiselalger, gulalger og grønalger, mens blågrønalger normalt kun bør forekomme i begrænset omfang
- brasendominansen i fiskebestanden bør erstattes af en varieret fiskebestand med balance mellem rovfiskene (gedde, aborre, sandart, og ål), og byttefiskene (brasen, skalle m.fl.)
- der bør være undervandsvegetation i hvert fald på lavt vand.

Yderligere
reduktion
af ekstern
belastning

For at opnå denne kvalitetsforbedring i søen skal den eksterne belastning reduceres yderligere fra ca. 24 til ca. 6 tons fosfor pr. år. Der skal sættes ind overfor spildevand fra kommunale renseanlæg, (efterpolering), regnudløb (bassiner), ukloakerede ejendomme (samletank, tilslutning til renseanlæg o.l.) markbidrag (omlægning af drift på jorder, hvor der er risiko for jorderosion, etablering af oversvømmelsesområder og bræmmer langs vandløb og søbredden samt ændring af vandløbsprofil).

Intern
belastning

Det er vurderet, at den ophobede fosfor i Arresø, vil være fastlagt i søens bund, eller skyllet ud i Roskilde Fjord ca. 20-25 år efter at belastningen er reduceret. Det er arbejdsgruppens opfattelse at effekten af selv radikale restaureringsindgreb som bortgravning af sediment eller sedimentforsegling ikke står mål med den meget store tekniske og økonomiske indsats dette indebærer, mens mindre indgreb næppe vil have stor effekt.

Biomanipulation

Når fosforindholdet i søen er omkring 0,1 mg/l, bør det overvejes at gribe ind i søens biologiske struktur for at den nye ligevægtstilstand hurtigere kan indfinde sig. Indgrebene kan f.eks. omfatte en nedfiskning af brasenbestanden og eventuelt en udplantning af undervandsvegetation.

Videre arbejde.

Det er arbejdsgruppens hensigt efterfølgende, at vurdere de tekniske muligheder for at nedbringe den eksterne belastning fra ca. 24 til ca. 6 tons fosfor, samt at vurdere omkostningerne ved denne belastningsreduktion.

Det er ligeledes arbejdsgruppens hensigt at foretage en nærmere vurdering af de tekniske muligheder for at fremme udskylningen af fosfor fra søen ved periodevis stor afstrømning. Herunder vurderes konsekvenserne for Roskilde Fjords dyre- og planteliv af den ændrede belastning med organisk stof og næringsalte fra Arresø Kanal, og konsekvenserne for Arresø og dens omgivelser af eventuelle ændringer i søens vandspejlsforhold.

Desuden bør mulighederne for en reduktion af søens interne belastning fortsat vurderes, på baggrund af den teknologiske udvikling på området.

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Kontor

Vandkvalitetskontoret

Dato

16 MAJ 1989

Journalnr.

M 21-0011

Ref.

JBJ/MS/15

Korrespondance bedes ikke stilet til personer

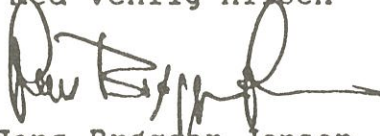
Journalnr. bedes anført ved henvendelser

Hovedstadsrådet
Toftegårds Plads
2500 Valby

Hovedstadsrådet har d. 8. maj 1989 fremsendt referat af Arresø-arbejdsgruppens møde d. 2. maj 1989. Vedlagt fremsendes også udkast til indstilling fra arbejdsgruppen til Hovedstadsrådets afgørelse vedrørende sørestauration af Arresø.

Miljøstyrelsen fremførte på mødet d. 2. maj 1989, at man som klagemyndighed ikke kunne deltage i arbejdsgruppens indstilling. Miljøstyrelsen skal derfor anmode om, at dette kommer til at fremgå af indstillingen.

Med venlig hilsen



Jens Brøgger Jensen

HRL nr.				PL	
1401-155				CM	
Indgået den		17 MAJ 1989		HM	
				KA	
Fo1	Fo3	Fo6	Fo7	MB	
Fo2	Fo4	Fo8	Fo8	HT	

Postadresse

Telefon

Telex

Telefax

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

01 57 83 10

31 209 miljoe dk

01 57 24 49



Fu 00-10



**ARRESØ
FORENINGEN**

HOVEDSTADSRÅDET,
Toftegårds Plads,
Gl. Køge Landevej 3,
2500 VALBY

Fmd: Jens R. Andersen
Bukketornvej 13
3300 Frederiksværk.

Deres ref. 645-59
Jesper Ansbæk

Vor ref.

Dato 6. maj 1989.

Vedr. Arresø-arbejdsgruppen - indstilling.

På Arresøforeningens vegne anmoder jeg om at få medtaget følgende

MINDRETALSINDSTILLING:

Arresøforeningen er enig i, at søens eksterne fosforbelastning nedsættes til maksimalt 6 t P/år, men sideløbende med denne fosfornedsættelse skal der foretages indgreb overfor den interne belastning (reel sørestaurering).

Begrundelse:

Det er Arresøforeningens opfattelse, at der ikke er grundlag for totalt at opgive reel søstaurering, dvs. fjernelse af fosfor fra søens bundsediment (intern belastning). Det påhviler arbejdsgruppen at angive de tekniske muligheder herfor, mens det må overlades til de politiske instanser at overveje, om de resultater, der kan opnås, står mål med den tekniske/økonomiske investering, der er nødvendig for at forbedre søens tilstand.

Det er utilstrækkeligt alene at satse på en ekstern nedsættelse af søens fosforbelastning. Det er foreningens erfaring, at kommunerne er alt for dårlige til at overholde tilsynsmyndighedernes spildevandskrav, og tilsynsmyndighedernes reaktionsmidler heroverfor har hidtil vist sig at være utilstrækkelige. Som miljøorganisation kan vi heller ikke acceptere, at Arresøens problemer løses ved blot at sende det overfosforholdige sediment ud i Roskilde Fj.

SRI nr.		645-59		PL	
				CM	
Indgået den		- 8MAJ 1989		HM	
	Fo3	Fo5	JA	Fo7	MS
	Fr4	Fr5		Fr6	HT

På Arresøforeningens vegne:

Ivan Abramowitz

Ivan Abramowitz

90701

Recipientkvalitetsplanlægning

27. JUL. 1989

Arresø 1976-1981

Langvad å-systemet 1978-1981
Samlerapport
Delrapport 1-4

Regnafstrømning i Mølleå-
systemet
Supplerende målinger 1981-1983
Hoveddel og bilagsdel

Vejle sø 1900-2020

Søllerød sø 1900-2020

Lyngby sø 1900-2020

Bagsværd sø 1900-2020

Farum sø 1900-2020

Teknisk baggrundsnotat nr. 2
Fedtmøg i Køge Bugt

Teknisk baggrundsnotat nr. 1
Køge Bugt og opland

Undersøgelse af sediment-
forholdene i og restaurerings-
mulighederne for Gundsømagle sø

Undersøgelse vedrørende
restaurering af Gundsømagle sø

Restaurering og fremtidig tilstand i
Arresø - Resumé

Restaurering og fremtidig tilstand i
Arresø

Landbrugsbelastning til Gundsømagle sø

DANMARKS
MILJØUNDERSØGELSER
BIBLIOTEKET
Lysbrogade 52 . DK - 8600 Silkeborg
Tlf. 06 81 07 22

Hov-lokalitet
Restaurering og fremtidig til-
stand af Arresø : arbejdsdoku-
ment / Arresøarbejdsgruppen.
(COWIconsult og DMU) Hoved-
stadsrådet 1989 (maj)
Resumé
ex. 2

