



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Søerne i De Vestlige Vejler

Faglig rapport fra DMU, nr. 572

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Søerne i De Vestlige Vejler

Faglig rapport fra DMU, nr. 572
2006

Martin Søndergaard
Frank Landkildehus
Torben L. Lauridsen
Danmarks Miljøundersøgelser

Gudrun Krog
Viborg Amt

Datablad

| | |
|------------------------|---|
| Titel: | Søerne i De Vestlige Vejler |
| Forfattere: | Martin Søndergaard ¹ , Frank Landkildehus ¹ , Torben Lauridsen ¹ & Gudrun Krog ² |
| Afdeling: | ¹ Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi ² Viborg Amt, Miljø og Teknik |
| Serietitel og nummer: | Faglig rapport fra DMU nr. 572 |
| Udgiver: | Danmarks Miljøundersøgelser © Miljøministeriet |
| URL: | http://www.dmu.dk |
| Udgivelsestidspunkt: | April 2006 |
| Redaktionen afsluttet: | Marts 2006 |
| Faglig kommentering: | Kurt Nielsen |
| Finansiell støtte: | Viborg Amt |
| Bedes citeret: | Søndergaard, M., Landkildehus, F., Lauridsen, T.L. & Krog, G. 2006: Søerne i De Vestlige Vejler. Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 572. http://faglige-rapporter.dmu.dk |
| | Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse. |
| Emneord: | Vestlige Vejler, vandkvalitet, fremtidig tilstand |
| Tegninger/fotos: | Grafisk værksted, DMU, Silkeborg og Mette Milo Tromborg, Viborg Amt, Teknik og Miljø |
| Layout: | Anne Mette Poulsen |
| ISBN: | 978-87-7772-918-8 |
| ISSN (elektronisk): | 1600-0048 |
| Sideantal: | 56 |
| Internet-version: | Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/FR572.pdf |
| Købes hos: | Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tlf.: 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk |

Indhold

- 1 Sammenfatning 5**
- 2 Introduktion 9**
 - 2.1 Baggrund og formål 9
 - 2.2 Metoder 9
 - 2.3 De tre søers oplande 10
- 3 Østerild Fjord 13**
 - 3.1 Næringsstofftilførsel 13
 - 3.2 Fysisk-kemiske forhold 14
 - 3.3 Undervandsplanter 15
 - Arter og udbredelse 15
 - 3.4 Fisk 17
 - 3.5 Dyreplankton 18
 - 3.6 Planteplankton 20
- 4 Arup Vejle 21**
 - 4.1 Næringsstofftilførsel 21
 - 4.2 Fysisk-kemiske forhold 22
 - 4.3 Undervandsplanter 23
 - Arter og dybdegrænser 23
 - Dækningsgrad og plantefyldt volumen 24
 - 4.4 Fisk 25
 - 4.5 Dyreplankton 27
 - 4.6 Planteplankton 28
- 5 Tømmerby Fjord 31**
 - 5.1 Næringsstofftilførsel 31
 - 5.2 Fysisk-kemiske forhold 32
 - 5.3 Undervandsplanter 33
 - Arter 33
 - Dækningsgrad og plantefyldt volumen 34
 - 5.4 Fisk 35
 - 5.5 Dyreplankton 36
 - 5.6 Planteplankton 38
- 6 De tre søer samlet: udvikling og nuværende tilstand (2003/2004) 41**
 - 6.1 Nuværende vandkemiske og biologiske forhold 41
 - 6.2 Udviklingen i vandkemiske forhold 42
- 7 Muligheder for at forbedre miljøtilstanden i de tre søer 43**
 - 7.1 Baggrund 43
 - Scenarier 43

| | | |
|-----|-------------------------------|----|
| | Modelbaggrund | 45 |
| 7.2 | Tømmerby Fjord | 46 |
| | Scenarie 2 | 46 |
| | Scenarie 3, 4+5 og 8 | 47 |
| 7.3 | Arup Vejle | 47 |
| | Scenarie 2 | 47 |
| | Scenarie 3 | 47 |
| | Scenarie 4+5 | 47 |
| | Scenarie 8 | 48 |
| 7.4 | Østerild Fjord | 48 |
| | Scenarie 2 | 48 |
| | Scenarie 3 | 48 |
| 7.5 | Samlet vurdering af scenarier | 49 |

8 Referencer 51

9 Bilag 53

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU/NERI technical reports

1 Sammenfatning

I 2003 og 2004 er der undersøgt en række forhold vedr. tilstanden i de tre vestlige vejer: Østerild Fjord, Arup Vejle og Tømmerby Fjord. Formålet var at vurdere vandkvaliteten og undersøge mulighederne for at forbedre tilstanden beskrevet i udvalgte scenarier.

Alle tre søer er store (350-575 ha), lavvandede (middeldybde 0,5-1,4 m) og mere eller mindre brakke på grund af indtrængning af saltvand fra Limfjorden. Tømmerby Fjord er dog praktisk taget fersk med en gennemsnitlig sommersalinitet på blot 0,1 ‰, mens saliniteten i de to øvrige ligger på 3-5 ‰. Til tider kan der være store udsving i saltholdigheden, men det vurderes, at saliniteten har været mere stabil i de senere år, fordi slusen er blevet repareret. Tømmerby Fjord er den dybeste af de tre søer med vandybder ned til ca. 2,5 m.

Søerne er alle næringsrige, hvor Tømmerby Fjord er den mindst næringsrige med en sommermiddelkoncentration af fosfor i 2003 på omkring 100 µg P l⁻¹, mens Arup Vejle er den mest næringsrige med en sommermiddelkoncentration på omkring 300 µg P l⁻¹. Østerild Fjord havde i 2003 en gennemsnitlig sommerkoncentration af fosfor på 170 µg P l⁻¹. Vurderet på baggrund af tidligere målinger har disse næringsrige forhold været gældende for alle tre søer de sidste 10-15 år. Der synes dog at have været en tendens til stigende næringsstofindhold i Arup Vejle siden 2000.

De næringsrige forhold betyder, at vandet i søerne er meget uklart og med en stor biomasse af planteplankton. Den gennemsnitlige sommersigt dybde er meget lav og kun omkring 0,3 m i Arup Vejle, 0,5 m i Østerild Fjord og 0,8 m i Tømmerby Fjord. Indholdet af klorofyl i de tre søer varierer fra 80 til 130 µg P l⁻¹. Der er kun ringe forskel mellem sommer- og vinterværdier. Vandet i søerne kan også være uklart på grund af ophvirvling af bundmateriale i blæsende perioder, som antydtes af store variationer i indholdet af suspenderet stof.

På trods af det uklare vand har undervandsplanterne en væsentlig udbredelse i alle tre søer. Højeste dækningsgrad er fundet i Østerild Fjord, hvor 31 % af bunden i 2003 var dækket af planter, mens dækningsgraden i de to øvrige søer var omkring 10 %. Mest almindeligt forekommende arter var kransnålalgen *Chara aspera* (tabel 1.1). Derudover blev der specielt i Tømmerby Fjord fundet flere arter af vandaks samt aks-tusindblad og vandpest. Samlet for de tre søer blev der registreret 15 forskellige arter.

Tabel 1.1 Undervandsplanter registreret i Østerild Fjord, Arup Vejle og Tømmerby Fjord, august-september 2003 og 2004. Østerild Fjord er dog kun undersøgt i 2003. Relativ hyppighed (antal) er markeret med xxx: meget almindelig, xx: almindelig, x: forekommer. Baseret på registrering på 140-230 observationspunkter i hver sø.

| Art | Østerild Fjord | Arup Vejle | Tømmerby Fjord |
|---------------------------|----------------|------------|----------------|
| Alm. Kildemos | | | x |
| Aks-tusindblad | | x | xxx |
| Børstebladet vandaks | xx | x | x |
| <i>Chara aspera</i> | xxx | xxx | xxx |
| <i>Chara baltica</i> | x | | |
| <i>Chara canescens</i> | | x | |
| <i>Chara connivens</i> | | x | |
| <i>Chara globularis</i> | | x | x |
| Hjertebladet vandaks | | | xx |
| Kruset vandaks | | | x |
| Krybende vandkrans | | x | |
| Langbladet vandaks | | | xx |
| <i>Nitellopsis obtusa</i> | | x | xx |
| Vandpest | | | xx |
| Vandranunkel sp. | | | x |

Fiskebestanden domineres i alle tre søer af skalle og aborre. I Arup Vejle og Østerild Fjord blev smelt desuden også fanget i betydeligt antal (tabel 1.2). Derudover blev også rudskalle registreret i større mængder i alle tre søer samt kutling i Østerild og sandart i Tømmerby Fjord. I alt blev der i de tre søer registreret 12 forskellige fiskearter.

Tabel 1.2 Fiskearter fanget i Østerild Fjord, Arup Vejle og Tømmerby Fjord, august-september 2003. Relativ hyppighed (antal) er markeret med xxx: meget almindelig, xx: almindelig, x: forekommer. Baseret på fangst i garn og ruser.

| Art | Østerild Fjord | Arup Vejle | Tømmerby Fjord |
|-----------------------|----------------|------------|----------------|
| Smelt | xxx | xxx | |
| Rudskalle | xx | xx | xx |
| Skalle | xxx | xxx | xxx |
| Aborre | xxx | xxx | xxx |
| Gedde | | | x |
| Grundling | | | x |
| Brasen | | | x |
| Sandart | | | xx |
| Kutling | xxx | x | |
| Ål | | x | x |
| Trepigget hundestejle | x | x | |
| Nipigget hundestejle | x | x | |

Planteplanktonbiomassen er høj gennem hele året i alle tre søer, dog højest i Arup Vejle og mindst i Tømmerby Fjord. Blågrønalger dominerer totalt i både Arup Vejle og Østerild Fjord, mens grønalgerne udgør den største andel af biomassen i Tømmerby Fjord.

Dyreplanktonets biomasse er generelt beskeden og dyreplanktonet har kun ringe evne til at kontrollere den store mængde af planteplankton. Den største del af biomassen udgøres i de to brakke søer, Østerild Fjord og Arup Vejle mest af vandloppen, *Eurytemora*, mens hovedparten af biomassen i den næsten helt ferske Tømmerby Fjord udgøres af cladoceer, herunder *Daphnia*. Bortset fra enkelte perioder har dyreplanktonet i alle tre søer forholdsvis ringe evne til at begrænse mængden af planteplankton. Som sommergennemsnit er forholdet mellem biomassen af dyreplankton og planteplankton omkring 0,15 i Arup Vejle og Østerild Fjord og 0,31 i Tømmerby Fjord.

Der er foreslået en række scenarier for at forbedre forholdene i De Vestlige Vejle. Scenarieberegningerne er forbundet med en del usikkerhed, blandt andet fordi det er vanskeligt at måle og beregne transporten af vand og næringsstoffer i systemet, men giver dog et overordnet billede af, hvad der kan forventes.

Scenariet for Tømmerby Fjords vedkommende (Scenarie 2) omfatter forstærkninger af ringdiget rundt om Tømmerby Fjord på nedslidte strækninger. Herved vil vandtilførslen og belastningen med næringsstoffer mindskes markant, og på sigt vil der kunne opnås en væsentlig forbedret vandkvalitet. Forbedringen vil opnås i takt med, at den interne næringsstofpulje i søen reduceres.

Scenarie 4+5 er et alternativ til scenarie 8 (se nedenunder), hvor der opsættes et stemmeværk opstrøms dykkerslusen, som skal tilbageholde vand i Arup Vejle i sommerperioden. Nedstrøms dykkerslusen isættes en modstandsklap, der forhindrer tilbageløb fra Østerild Fjord. Desuden etableres der et indtag fra Tømmerby Å, således at der i tørre somre kan tages vand ind fra Tømmerby Å til Arup Vejle. Dette scenarie vil på sigt føre til mindre forbedringer i både Arup Vejle og Østerild Fjord, men begge søer vil dog fortsat være forholdsvis næringsrige.

Scenarie 8 for Arup Vejle og Østerild Fjord, hvor vand fra Tømmerby Å føres ind i Arup Vejle, og vandet fra Arup Vejle føres til Østerild Fjord, og dykkerslusen fjernes, vil påvirke de hydrauliske forhold i dette område betydeligt. Vandgennemstrømningen øges væsentlig for begge søer i kraft af det væsentlige større opland. Vandets opholdstid halveres i begge søer til ca. 0,1 år.

Belastningen med næringsstoffer vil ifølge scenariet også ændres. Det overordnede billede er, at næringsstofindholdet i Arup Vejle vil reduceres - især hvis punktkilderne i oplandet fjernes eller reduceres, hvilket vil være et skridt i den rigtige retning for vandkvaliteten. For Østerild Fjord er der risiko for en øget belastning på grund af tilførslen af mere næringsrigt vand fra Arup Vejle. I denne sammenhæng udgør den interne fosforbelastning i Arup Vejle en betydelig kilde. Denne interne belastning med fosfor vil dog med tiden aftage og føre til en lavere belastning af Østerild Fjord. Næringsstofindholdet i både Arup Vejle og Østerild Fjord vil både under de nuværende forhold og ved de beskrevne scenarier fortsat være for højt til at føre til væsentlige ændringer i vandkvaliteten.

De mere ferske forhold i Arup Vejle, hvis tilbageløb fra Østerild Fjord hindres, vil potentielt forøge mulighederne for at begrænse mængden af planteplankton via en øget græsning fra store dyreplanktonarter, som kun forekommer ved lav saltholdighed. Det indtil videre høje næringsstofindhold og store bestand af dyreplanktonædende fiskearter vil dog forhindre, at dette bliver en væsentlig faktor til begrænsning af planteplanktonmængden.

[Tom side]

2 Introduktion

2.1 Baggrund og formål

Undersøgelserne omtalt i denne rapport har til formål at give en status for den aktuelle miljøtilstand i de tre brakke søer i De Vestlige Vejler: Tømmerby Fjord, Østerild Fjord og Arup Vejle (figur 2.1). Her blev der i 2003 og 2004 gennemført en række vandkemiske og biologiske undersøgelser. Formålet var samtidigt at vurdere mulige tiltag til forbedringen af miljøtilstanden i søerne. Danmarks Miljøundersøgelser og Viborg Amt har tidligere gennemført lignende undersøgelser i De Østlige Vejler (*Jeppesen m.fl., 2002*).



Figur 2.1 Luffoto, der viser de tre Vestlige Vejler. Fra venstre: Østerild Fjord, Arup Vejle og Tømmerby Fjord. I bunden ses Limfjorden.

2.2 Metoder

Der er anvendt de samme metoder og analyseformer, som er anvendt i de Østlige Vejler (se Boks 2.1). Undersøgelserne omfattede to månedlige prøvetagninger om sommeren og omtrent én månedlig prøvetagning om vinteren. Dog kun månedlige prøvetagninger i 2004.

Boks 2.1: Metoder

Vandkemiske prøver blev udtaget som blandingsprøver på det dybeste sted i søerne og analyseret for de vigtigste næringsstoffer samt klorofyl *a*. Der blev taget prøver ca. én gang pr. måned i vinterperioden og 2 gange pr. måned i sommerperioden (maj-oktober).

Udbredelsen og sammensætningen af undervandsplanter blev registreret i august 2003 og 2004 (dog ikke i Østerild Fjord). Undersøgelsen blev gennemført ved registrering af planternes forekomst og udbredelse på en række observationspunkter langs en række transekter i søerne. Således beskrives hele søarealet. Der blev anvendt 140-230 observationspunkter i hver sø. Positionerne var spredt jævnt ud over hele søen. På hver position, der blev stedfæstet via GPS, blev vanddybde og hver plantearts dækningsgrad og plantehøjde registreret. Dækningsgraden blev kategoriseret efter 6 forskellige værdier: 0 %, 0-5 %, 5-25 %, 25-50 %, 50-75 % og 75-100 %. Efterfølgende blev der via GIS fremstillet kort med udbredelse af planter, der også blev anvendt til at beregne de gennemsnitlige dækningsgrader og det plantefyldte volumen. Det plantefyldte volumen (%) er beregnet som: dækningsgrad (%) * plantehøjde/vanddybde.

Fiskesammensætning og bestandsstørrelse er vurderet på grundlag af fiskeri med biologiske oversigtsgarn og ruser. Undersøgelsen gennemføres med udgangspunkt i det undersøgelsesprogram, der blev anvendt i NOVA-2003 og NOVANA 2004, dog således at antallet af garn blev reduceret i forhold til NOVA-2003 programmet. Der blev begge år anvendt 12 oversigtsgarn i hver af de tre søer, fordelt på 6 sektioner i hver. Østerild Fjord indgik ikke i programmet i 2004. Elektrofiskeriet, der normalt anvendes i ferskvandssøer, men ikke kan gennemføres i brakvand, blev erstattet af dobbeltruser, der blev placeret inde ved bredden. Undersøgelsen gennemførtes i perioden 15. august til 15. september. Oversigtsgarnene er standardgarn, der anvendes rutinemæssigt ved undersøgelse af søer og består af 14 forskellige sektioner á 3 m med maskestørrelser fra 6,25 til 75 mm og fra 5 til 85 mm i 2004, (se også *Mortensen et al., 1990*).

Prøver til plante- og dyreplankton blev udtaget på samme lokaliteter og tidspunkter som prøver til vandkemi. Planteplankton blev konserveret ufiltreret med Lugol og senere bestemt og optalt ved omvendt mikroskopi. Dyreplankton blev filtreret på 50 eller 90 µm filter og konserveret i Lugol. Sedimenterede prøver blev anvendt til hjuldyr. Planteplanktonanalyser er gennemført af Bioconsult A/S.

2.3 De tre søers oplande

Oplandet til De Vestlige Vejler er opdelt i 7 delområder (figur 2.2, tabel 2.1). Opland 1 udgør oplandet til målestation Tømmerby Å, Langvad, opland 2 udgør sammen med opland 1, oplandet til målestation Tømmerby Å. Opland 3 er oplandet til Arup Vejle. Vandet fra opland 4 og 6 vil i forbindelse med scenarie 8 blive ledt/pumpet ind i Østerild Fjord. I dag løber vandet via Tømmerby Å og Arup slusen ud i Limfjorden. Opland 5 udgør oplandet til målestationen i Østerild Bæk. Opland 7 er et delopland til Østerild Fjord. Der er ingen målestation for dette opland.

For de enkelte deloplande er der foretaget opgørelse over arealanvendelse, belastningen fra ukloakerede ejendomme, dyretæthed samt punktkilder i oplandene (se bilag).

Tabel 2.1 Oplandstyper til de nuværende områder i De Vestlige Vejler.

| Opland nr. | Østerild Fjord | | Tømmerby Fjord | | Arup og Vesløs Vejle | |
|----------------|----------------|------|----------------|------|----------------------|------|
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Ferskvand | 860 | 20,0 | 5,9 | 76,1 | 396 | 35,9 |
| Naturarealer | 772 | 18,0 | 1,8 | 23,9 | 399 | 36,2 |
| Skov | 1059 | 24,6 | 0 | 0 | 1 | 0,1 |
| Landbrug | 1493 | 34,7 | 0 | 0 | 285 | 25,9 |
| Befæstet | 109 | 2,5 | 0 | 0 | 19 | 1,7 |
| Grønne områder | 5 | 0,1 | 0 | 0 | 1 | 0,1 |
| Total opland | 4298 | 100 | 7,7 | 100 | 1102 | 100 |



Figur 2.2 Inddeling af oplandet til De Vestlige Vejler.

[Tom side]

3 Østerild Fjord

Østerild Fjord ligger umiddelbart ud til Limfjorden kun afskåret fra denne af en dæmning. I dæmningen er der en højvandssluse i den vestlige ende. Fjordens areal udgør 430 ha. Østerild Fjord gennemstrømmes af vandet fra Østerild Bæk og Arup og Vesløs Vejle. Desuden sker der en vis gennemtrængning af dæmningen med saltvand, hvilket gør, at fjorden har en saltholdighed på mellem 3 og 4 ‰.

Fjorden er lavvandet og har en maksimal vanddybde på ca. 1,5 m i kote 0 DNN. Søens vandvolumen er ca. 4,3 mio. m³

3.1 Næringsstofftilførsel.

Næringsstofbalancen for 2004 for Østerild Fjord er præsenteret i Tabel 3.1. Den er fremkommet på baggrund af målinger i Østerild Bæk og i Kanalen mellem Østerild Fjord og Arup Vejle (Se figur 3.1). Resultaterne fra stationen mellem Arup Vejle og Østerild Fjord er nærmere beskrevet i afsnit 4.1.

Tabel 3.1 Vand- og massebalanceberegninger for Østerild Fjord.¹⁾: Data fra Hedeselskabet 2005.

| | Total kvælstof (ton/år) | Total fosfor (ton/år) | Vandføring (l/s) |
|--|----------------------------|--------------------------|---------------------|
| Tilførsel fra atmosfæren | 6,2 | 0,041 | 62 |
| Tilførsel fra Østerild Bæk | 10,4 | 0,869 | 169 |
| Tilførsel Arup Vejle | 16,2 | 0,989 | 168 |
| Tilførsel fra Limfjorden ved indsvivning | 2,5 | 0,150 | 70 |
| Tilførsel umålt opland | 2,4 | 0,203 | 39 |
| Punktkilder | 0,1 | 0,014 | |
| Samlet tilførsel | 37,8 | 2,266 | 508 |
| Udløb via slusen til Limfjorden | 47,9 | 2,714 | 441 ¹ |



Figur 3.1 Målestationer i oplandet til De Vestlige Vejle.

Arealbidraget af kvælstof lå i 2004 på 4,9 kg/ha for oplandet til Østerild Bæk, mens fosforbidraget udgjorde 0,41 kg/ha. Fosforkoncentrationen i Østerild Bæk lå i 2004 på 160 µg P l⁻¹, hvilket er lidt højere end i 2003 (tabel 3.2). Sammenlignet med målinger i de andre vandløb i oplandet til Vejlerne er det i den lave ende, selv om det fortsat er for højt for at kunne nå en god miljøtilstand i Østerild Fjord. Spildevandet fra Østerild er afskåret til Øsløs, og der er kun få ejendomme i oplandet til Østerild Fjord. Fosforbelastningen til Østerild Fjord udgør ca. 122 kg inkl. oplandet til Arup Vejle. Inden for de næste to år vil Thisted kommune kloakere Gammel Vesløs, hvilket vil reducere tilledningen fra spredt bebyggelse yderligere.

Arup Vejle fik tilført i alt 36,6 tons kvælstof og 2,2 tons fosfor i 2004, heraf bidrog Østerild Bæk med 10,4 tons kvælstof og 0,9 tons fosfor. Der er tidligere beregnet stoftilførsler til Østerild Fjord i Østerild Bæk. I 1999 er den beregnet til 39 tons kvælstof, og 18 tons i 2003. For fosfors vedkommende er den beregnet til 2,9 tons i 1999 og 1,3 ton i 2003. En del af forklaringen på den høje tilførsel i 1999 er den meget høje nedbør dette år.

En stor del af næringsstofftilførslen til Østerild Fjord kommer fra Arup Vejle. Kvælstofbidraget herfra udgør ca. 44 %, mens det for fosfor udgør ca. 40 %. Det fremgår af massebalancen, at der fraføres mere kvælstof fra fjorden, end den tilføres. Opholdstiden var ca. 100 dage i 2004 mod ca. 113 dage i et normalt år. Den forventede kvælstoffjernelse ville på dette grundlag være ca. 30 % (Jensen *et. al.*, 1997). Der er dog en del usikkerhed ved beregningen af fraførslen, da det er svært at måle den eksakte vandmængde, der løber ud via slusen. Desuden er der en vis usikkerhed på beregningerne af transporten mellem Østerild Fjord og Arup Vejle.

Fosfortransporten ud af Østerild Fjord er også højere end tilførslen. Dette er dog ikke unormalt i søer, hvor der ofte sker en frigivelse af fosfor fra bunden om sommeren. En opgørelse af massebalancen for de enkelte måneder viser, at det primært er i sommerperioden, at der fraføres mere fosfor, end der tilføres.

Tabel 3.2 Tidsvægtede gennemsnitsværdier for næringsstofindholdet i vandløbene i oplandet til De Vestlige Vejler. ¹: Målingerne starter den 6. marts 2003. ²: Målingerne starter den 24. marts 2003.

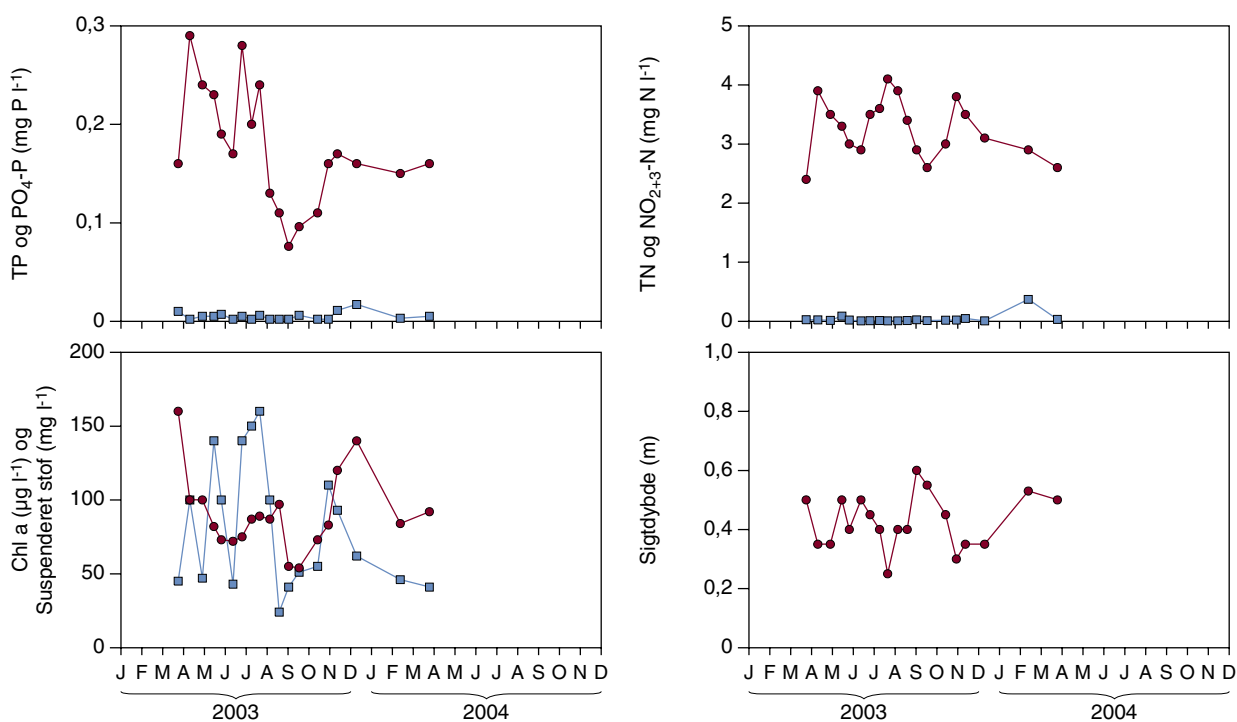
| Tidsvægtede gennemsnit | År | Total N (µg/l) | NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l) | Total P (µg/l) | PO ₄ -P (µg/l) | Vandføring (l/s) |
|---------------------------------|-------------------|----------------|--|----------------|---------------------------|------------------|
| Østerild Bæk | 1999 | 2539 | 772 | 158 | 72 | 281 |
| | 2003 ¹ | 1836 | 794 | 120 | 50 | 115 |
| | 2004 | 1830 | 670 | 160 | 75 | 169 |
| Tømmerby Å, Langvad | 1995 | 2184 | 820 | 310 | 148 | 270 |
| | 2003 | - | - | - | - | 249 |
| | 2004 | 2219 | 604 | 321 | 174 | 347 |
| Tømmerby Å, nord for Arup Vejle | 2003 ¹ | 1888 | 698 | 155 | 51 | 484 |
| | 2004 | 1865 | 681 | 144 | 55 | 737 |
| Kanal Arup Vejle | 2003 ² | 3538 | 22 | 192 | 4 | - |
| | 2004 | 4562 | 43 | 274 | 7 | - |

3.2 Fysisk-kemiske forhold

Østerild Fjord er meget næringsrig med høje koncentrationer af både fosfor og kvælstof (figur 3.2). Især sommerkoncentrationen af total-

fosfor er høj med værdier op til næsten $300 \mu\text{g P l}^{-1}$. I vinterperioden ses værdier helt ned under $100 \mu\text{g P l}^{-1}$. Sæsonvariationen i indholdet af totalfosfor kan skyldes frigivelse fra sedimentet - eventuelt i kombination med, at der er en ringere vandgennemstrømning om sommeren. Indholdet af totalkvælstof varierer omkring 3 mg N l^{-1} hele året rundt. De uorganiske former af fosfor og kvælstof er lave gennem hele sæsonen med gennemsnitlige sommerkoncentrationer i 2003 på henholdsvis $4 \mu\text{g P l}^{-1}$ og $18 \mu\text{g N l}^{-1}$.

Indholdet af klorofyl er tilsvarende højt gennem hele året, og sigtdybden er lav. Sigtdybden ligger hele året rundt omkring $0,4 \text{ m}$. Indholdet af suspenderet stof er til tider meget højt og varierer væsentligt mere end og er ikke altid i takt med indholdet af klorofyl. Det antyder, at Østerild Fjord hyppigt påvirkes af resuspenderet sediment i forbindelse med kraftig blæst, hvilket er med til at mindske sigtdybden.



Figur 3.2 Indholdet af totalfosfor (TP) og orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), totalkvælstof (TN) og nitrat+nitrit ($\text{NO}_{2+3}\text{-N}$), suspenderet stof (SS) og klorofyl *a* (Chl) samt sigtdybden i Østerild Fjord i 2003 og 2004.

3.3 Undervandsplanter

Undersøgelsen af undervandsplanter blev gennemført den 26. august 2003. Der blev foretaget observationer efter undervandsplanter på i alt 190 punkter fordelt jævnt over søen langs 15 transekter. Største vanddybde registreret var 180 cm.

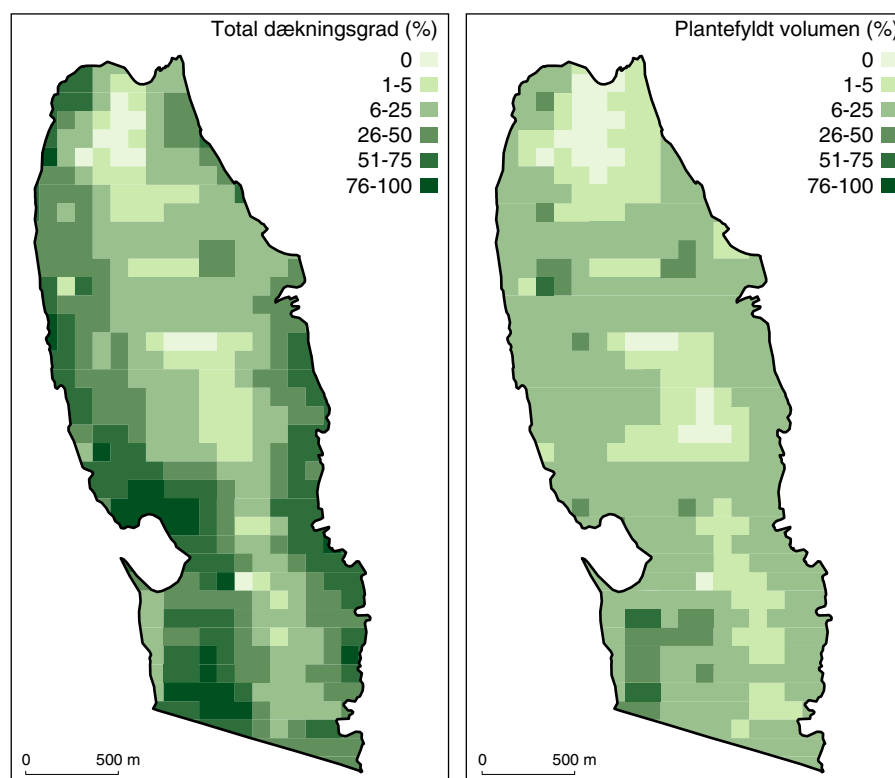
Arter og udbredelse

Der blev kun registreret 3 arter af undervandsplanter (tabel 3.3, figur 3.3). Langt den mest udbredte art var kransnålgalen *Chara aspera*, der blev fundet over det mest af søarealet ud til omkring $0,9 \text{ m}$'s dybde. *C. baltica* blev fundet på enkelte punkter i den sydøstlige del, men har ikke nogen betydning for den samlede udbredelse. Derudover blev

der fundet børsteblandet vandaks over det meste af søen, typisk forekommende i små bestande på nogle få kvadratmeter. I disse bestande står børsteblandet vandaks tæt op til overfladen. Den gennemsnitlige plantedækningsgrad i søen var på 31 % og det plantefyldte vandvolumen på 11 %.

Tabel 3.3 Dækningsgrad (rpa) og plantefyldt vandvolumen (rpv) af undervandsplanter i forskellige dybdeintervaller i Østerild Fjord. Udregnet som simpelt gennemsnit for de enkelte observationer. Samlet dækningsgrad for hele søen er udregnet på grundlag af interpolerede værdier.

| N | samlet rpa (%) | samlet rpv (%) | Chara rpa (%) | Chara rpv (%) | børsteb. rpa (%) | børsteb. rpv (%) |
|----|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| 31 | 60,5 | 18,3 | 58,9 | 15,8 | 2,8 | 2,8 |
| 88 | 50,9 | 11,9 | 46,9 | 7,5 | 4,9 | 4,9 |
| 65 | 8,1 | 7,8 | 0,2 | 0,04 | 7,6 | 7,6 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 31,3 | 11,1 | 24,8 | 5,5 | 8,8 | 8,7 |

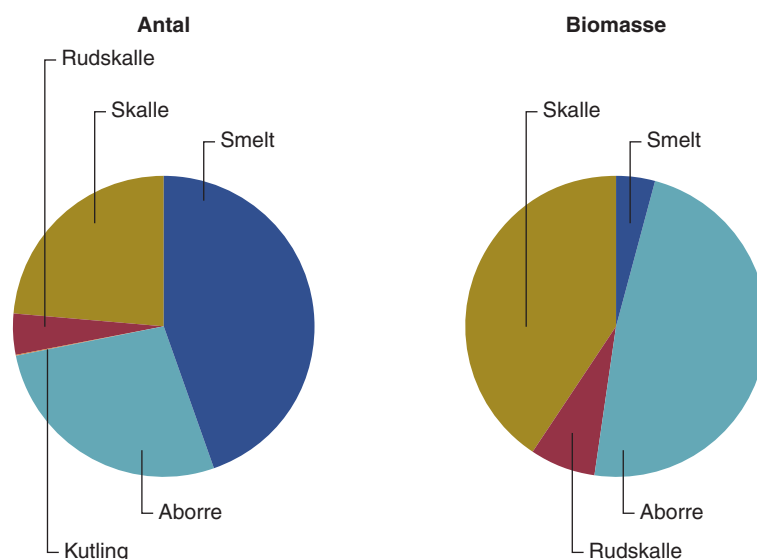


Figur 3.3 Undervandsplanternes totale dækningsgrad (venstre) og plantefyldte volumen (højre) i Østerild Fjord, august 2003.

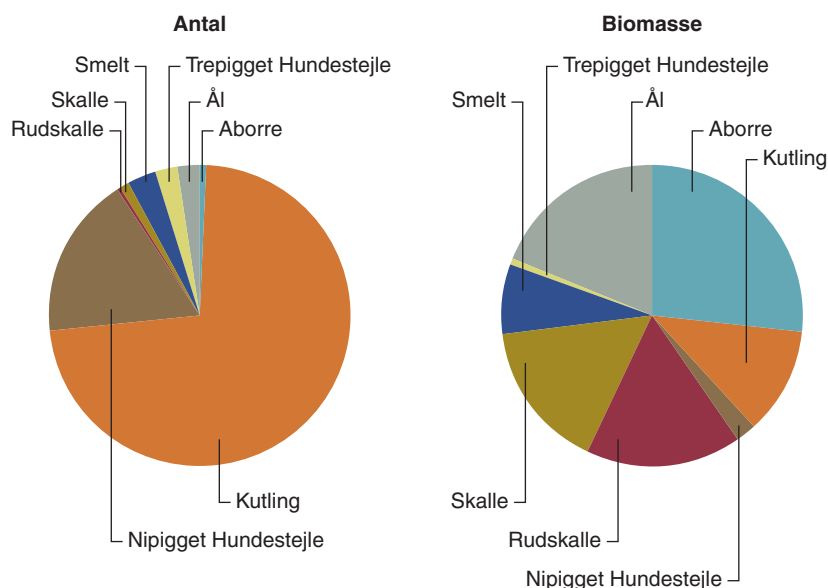
3.4 Fisk

Fiskestanden i Østerild Fjord er opgjort både som fangst i net og russer. Fiskebestanden var i 2003 domineret af smelt, aborre, skalle og kutling (figur 3.4 og 3.5). Både den tre- og den nipiggede hundestejle var til stede (5 % af fiskebestanden), men de udgjorde en ubetydelig del af biomassen. Aborre og skalle udgjorde 89 % af den samlede biomasse, som derudover hovedsageligt bestod af smelt og rudskalle. Antal fangede fisk pr. net ($CPUE_{\text{antal}}$) var relativt højt (87 fisk pr. net), mens biomassen pr. net ($CPUE_{\text{kg}}$) var 6,0 kg/net.

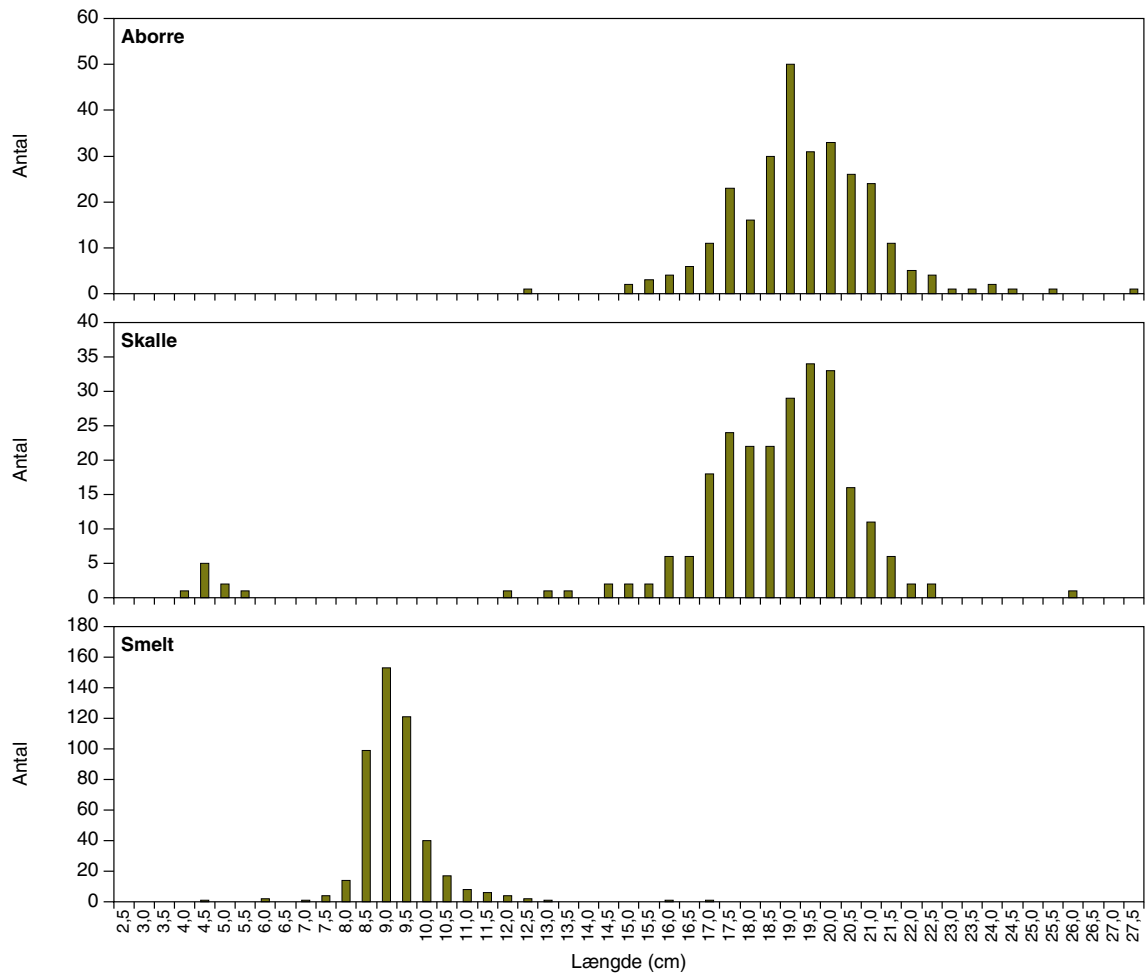
Længdemæssigt var der kun en enkelt aborre under 15 cm (figur 3.6), men derimod en pæn bestand af store aborrer, som havde nået stadiet, hvor de overvejende er rovfisk. Rovfiskenes andel af den samlede biomasse var 45 %, hvilket er en relativ høj andel sammenlignet med tilsvarende næringsrige, ferske søer (Jensen *et al.*, 1997). Der var meget få små skaller (4-5,5 cm), men en betydelig bestand af store skaller fra ca. 17-21 cm. Bestanden af smelt bestod primært af fisk mellem 8 og 11 cm.



Figur 3.4 Fordelingen af fisk i garnfangster i Østerild Fjord opdelt i antal og biomasse (kg).



Figur 3.5 Fordelingen af fisk i rusefangster i Østerild Fjord opdelt i antal og biomasse (kg).



Figur 3.6 Længdefordelingen af aborre, skalle og smelt fra netfangster i Østerild Fjord.

3.5 Dyreplankton

Dyreplanktonets biomasse i Østerild Fjord var under $1000 \mu\text{g TV l}^{-1}$ det meste af året i 2003-04 (figur 3.7). Der var en lille forårstop i april-maj 2003 ($925 \mu\text{g TV l}^{-1}$), men et næsten tre gange så højt efterårsmaksimum i midten af september 2003 ($2607 \mu\text{g TV l}^{-1}$).

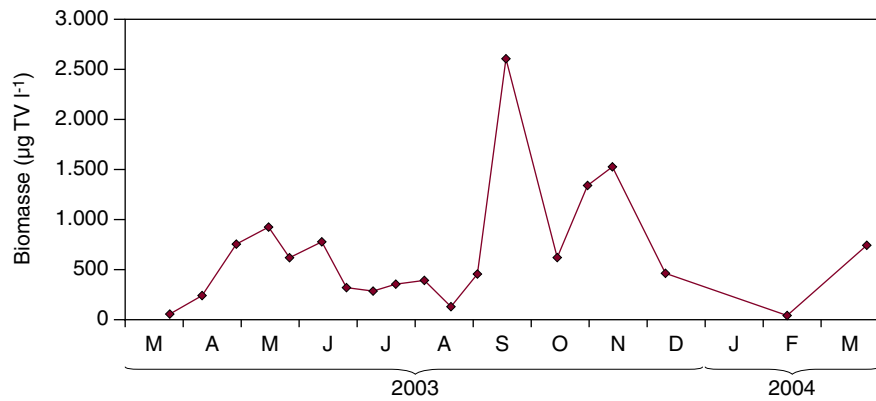
Calanoide copepoder af slægten *Eurytemora* dominerede dyreplanktonbiomassen gennem hele perioden (figur 3.8), men i sommermånederne juni-august udgjorde hjuldyrene, primært *Brachionus quadridentatus*, dog ca. 50 % af biomassen.

Den gennemsnitlige sommerbiomasse (1/5-30/9) af dyreplankton var også domineret af calanoide copepoder ($481 \mu\text{g TV l}^{-1}$) og hjuldyr ($175 \mu\text{g TV l}^{-1}$). Dyreplanktonets gennemsnitlige totale sommerbiomasse var på $687 \mu\text{g TV l}^{-1}$.

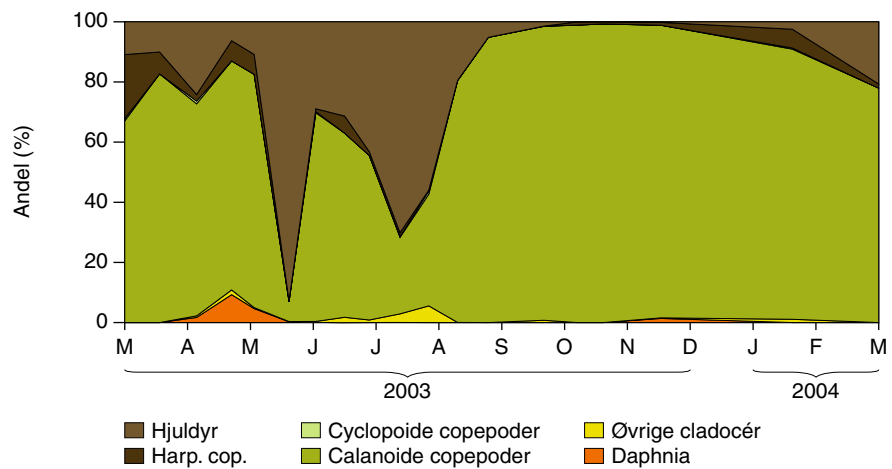
Der blev i årene 1992-93 og 2003-04 fundet hhv. 18 og 28 arter/slægter af zooplankton i Østerild Fjord (tabel 3.4), dvs. en stigning i antal taxa i løbet af de sidste godt 10 år. I begge perioder var dyreplanktonsamfundet artsmæssigt domineret af hjuldyr, mens calanoide copepoder og cladoccer var næsthøypigst forekommende i hhv. 1992-93 og 2003-04.

Tabel 3.4 Dyreplanktonets fordeling på taksonomiske grupper i Østerild Fjord.

| Taksonomisk gruppe | Antal arter/slægter/grupper | |
|-------------------------|-----------------------------|---------|
| | 1992-93 | 2003-04 |
| Hjuldyr | 10 | 17 |
| Cladoceer | 1 | 5 |
| Calanoide copepoder | 5 | 3 |
| Cyclopoide copepoder | 1 | 2 |
| Harpacticoide copepoder | 1 | 1 |
| I alt | 18 | 28 |



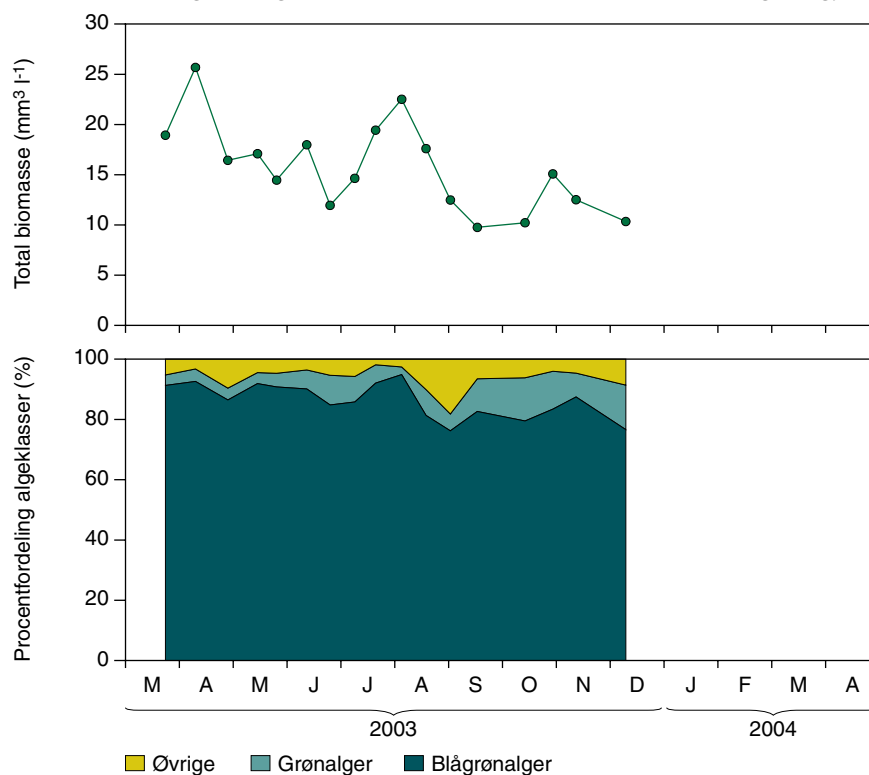
Figur 3.7 Totalbiomassen af dyreplankton ($\mu\text{g TV l}^{-1}$) igennem sæsonen 2003-2004 i Østerild Fjord.



Figur 3.8 Dyreplankton fordelt på grupper i Østerild Fjord i 2003-2004.

3.6 Planteplankton

Biomassen af planteplankton var højt gennem hele året (figur 3.9), men faldt dog fra omkring $15\text{-}25\text{ mm}^3\text{ l}^{-1}$ i om sommeren til $10\text{-}15\text{ mm}^3\text{ l}^{-1}$ i vinterhalvåret. Den gennemsnitlige sommerbiomasse var $16\text{ mm}^3\text{ l}^{-1}$ (tabel 3.5). Blågrønalgerne dominerede biomassen totalt og udgjorde



Figur 3.9 Biomasse og dominerende klasser af planteplankton i Østerild Fjord 2003.

i 2003 som gennemsnit 87 % af sommerbiomassen. Næsthøypigste algeklasse var grønalgerne, der som gennemsnit udgjorde 7 % af sommerbiomassen.

Artsmæssigt var blågrønalgerne domineret af slægterne *Aphanothece*, *Cyanonephron*, *Cylindrospermum* og *Planktolyngbya*. Sommermaksimumet i august bestod især af *Cylindrospermum*, herunder bl.a. *C. planctonicum*. Grønalgerne bestod af en række arter, hvoraf de biomasse mest væsentlige var arter af slægten *Pediastrum*.

Tabel 3.5 Planteplanktonbiomasse og -sammensætning i Østerild Fjord 2003 (sommergennemsnit).

| | |
|-------------------------------------|------|
| Biomasse (mm^3/l) | 15,8 |
| % blågrønalger | 87 |
| % grønalger | 7 |
| % kiselalger | 0 |
| % øvrige | 6 |

4 Arup Vejle

Arup og Vesløs Vejle ligger mellem Tømmerby Fjord og Østerild Fjord. De to vejlers arealer med frit vandspejl udgør til sammen et areal på ca. 396 ha ved normal vandstand. Rørskovsarealet i oplandet udgør ca. 450 ha. De to vejle er forbundet med en grøft og betragtes i det følgende som et sammenhængende vandområde.

Det topografiske opland til vejlerne er lille og udgør ca. 700 ha inklusiv rørskov. Det lille opland gør, at vandtilførslen til området er afhængig af nedbøren, og vandudskiftningen bliver derved ringe. Ved høj vandstand i Østerild Fjord kan vandet herfra løbe tilbage til Arup og Vesløs Vejle. Desuden kan der i visse situationer strømme vand ind i området fra Tømmerby Landkanal ind over digerne.

Vandspejlet i Arup Vejle varierer mellem kote -70 cm og +50 cm DNN med et sommergennemsnit i kote -25 cm DNN og et gennemsnit for vinteren i -10 cm DNN (*Hedeselskabet, 2005*). Vandstanden i Vesløs Vejle ligger generelt lidt over vandstanden i Arup Vejle. Ca. 40 % af det topografiske opland anvendes til intensiv landbrugsdrift, mens den øvrige del af oplandet udgøres af naturarealer (56 %) og ferske enge.

Der er to mindre ikke målsatte vandløb samt en række grøfter, der løber ud i vejlerne, afløbet sker gennem via Kanal Arup Vejle og dykkerlusen under Tømmerby Å til Østerild Fjord. Viborg Amt har gennem to år målt vandstrømmen i kanalen ved hjælp af en ultralydsstation.

Den maksimale vanddybde er ca. 1,5 m ved normal vandstand i forhold til DNN, og søens volumen udgør ca. 2,5 mio. m³. Områder med vanddybder over 1,5 m udgør kun en mindre del af Vejlen, og i Vesløs Vejle er vanddybden overalt mindre en 1 m.

4.1 Næringsstofftilførsel

Fra maj 2003 til april 2005 er der foretaget målinger i Kanal Arup Vejle. Målingerne kompliceres af, at vandet i kanalen både kan løbe ud af Arup Vejle, men også ind i vejen i perioder med høj vandstand i Limfjorden og Østerild Fjord. For at belyse dette forhold har der været opstillet ultralydsbaseret måleudstyr (Time of Flight) i kanalen umiddelbart vest for dykkerlusen. Udstyret registrerer kontinuerligt vandføringen på grundlag af målinger af vandhastighed og strømretning i fire transekter på tværs af kanalen og kan bruges til at beregne vandføringen til og fra søen (figur 4.1). På grundlag af månedlige vandkemiprøver kan stoftransporten ud og ind i Arup Vejle herefter beregnes.

Nedbøren i 2003 lå lige omkring normalen, mens nedbøren for 2004 lå ca. 13 % over normalen, især i oktober måned lå nedbøren væsentlig over gennemsnittet. I 2003 var nedbøren høj i forsommeren, mens den i 2004 var lav i forsommeren, og hvor nedbøren i 2003 var lav i

sensommeren/efteråret, var den i 2004 høj i samme periode. Den højere nedbør i 2004 gør, at næringsstoftransporten også er højere i 2004 i forhold til et normalt år.

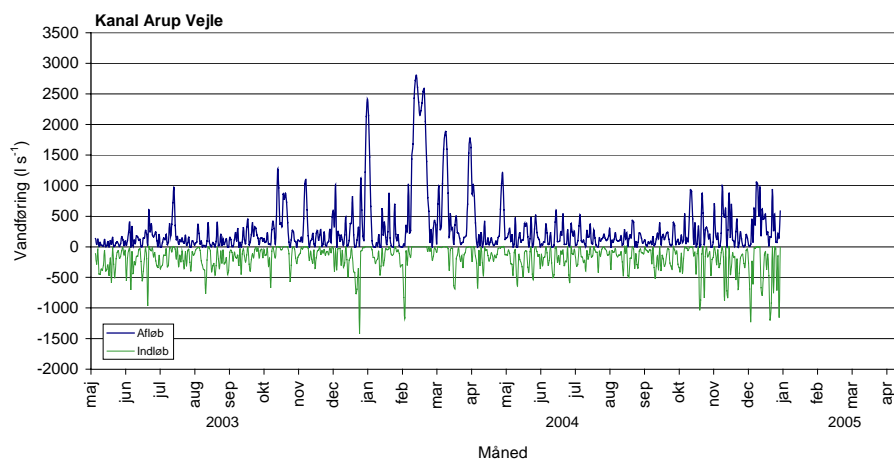


Fig 4.1 Vandføringen i indløb og afløb fra Arup Vejle ved "Time of Flight"-målinger i Kanal Arup Vejle.

Det fremgår af massebalancen (tabel 4.1), at tilførsel og fraførsel til Arup Vejle stort set er den samme. Resultatet fra 2004 viser, at tilbageløbet fra Østerild Fjord til Arup Vejle har stor betydning for næringsstofftilførslen, ca. 65 % af kvælstofftilførslen og ca. 75 % af fosfortilførslen kommer fra Østerild Fjord. Normalt tilbageholder søer kvælstof, men dette kan ikke påvises i Arup Vejle på grund af usikkerhed ved massebalanceberegningerne.

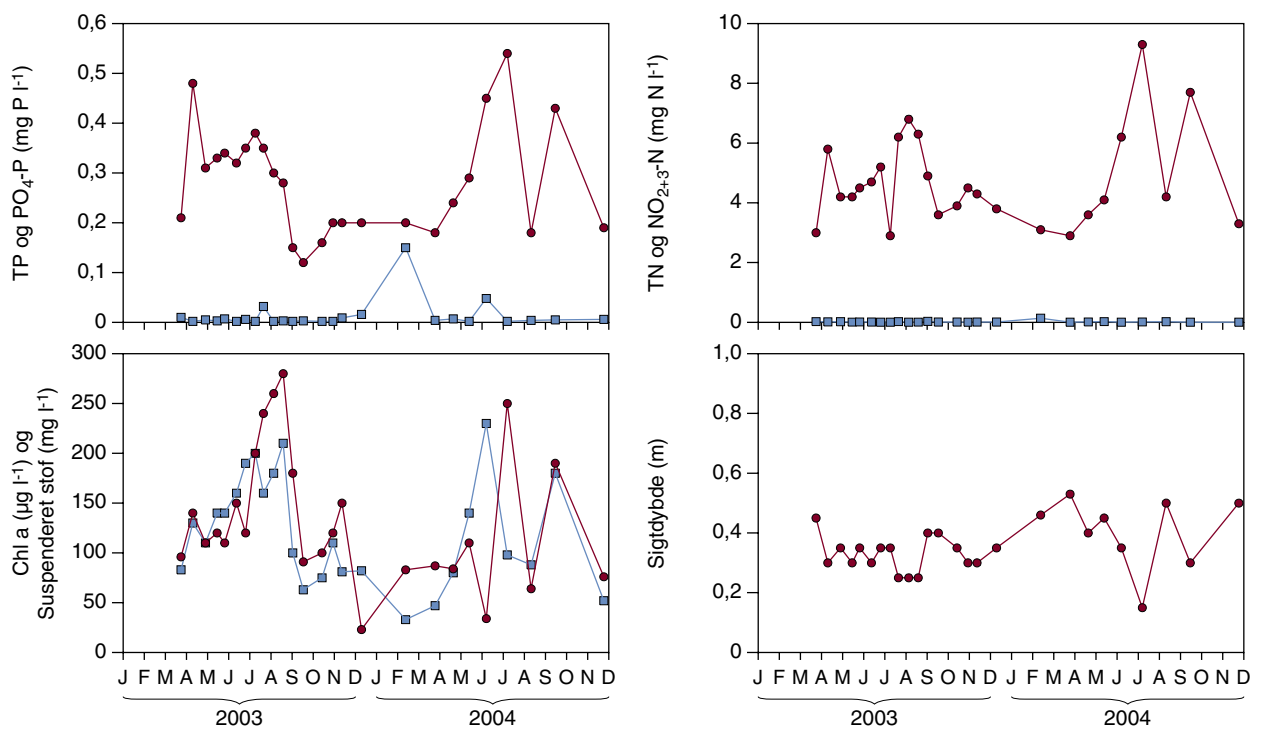
Da nedbøren i 2004 ligger lidt over gennemsnittet, må det forventes, at tilførslen af næringsstoffer ligger lidt over et normalt år.

Tabel 4.1 Massebalance for Arup Vejle og Vesløs Vejle for 2004. Ved beregning af tilførslen fra det umålte opland er der anvendt koncentrationsvægtede værdier for kvælstof og fosfor fra stationen i Tømmerby Å, vest for Tømmerby Fjord.

| | Total kvælstof (ton/år) | Total fosfor (ton/år) | Vandføring (l/s) |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|
| Tilførsel fra atmosfæren | 5,94 | 0,040 | 57 |
| Tilførsel fra Østerild Fjord | 26,32 | 1,617 | 184 |
| Tilførsel fra umålt opland | 5,09 | 0,332 | 85 |
| Tilførsel over digerne | 3,30 | 0,129 | 25 |
| Samlet tilførsel | 40,65 | 2,118 | 351 |
| Udløb via Kanalen | 42,50 | 2,607 | 356 |
| Tilbageholdelse | -1,83 | -0,488 | -5 |

4.2 Fysisk-kemiske forhold

Arup Vejle er meget næringsrig med totalfosforkoncentrationer op til 0,5 mg P/l om sommeren og totalkvælstof op til 9 mg N l⁻¹ (figur 4.2). Tilsvarende er indholdet af klorofyl meget højt med koncentrationer over 200 µg l⁻¹ om sommeren. Koncentrationerne af de uorganisk former af fosfor og kvælstof er lave gennem det meste af året. Den gennemsnitlige sommerkoncentration i 2003 var på 6 µg PO₄-P l⁻¹ og 14 µg NO₃⁻ + NO₂-N l⁻¹.



Figur 4.2 Indholdet af totalfosfor (TP) og orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), totalkvælstof (TN) og nitrat+nitrit ($\text{NO}_{2+3}\text{-N}$), suspenderet stof (SS) og klorofyl *a* (Chl) samt sigtdybden i Arup Vejle i 2003 og 2004.

Sigtdybden er meget lav og blot omkring 0,3 m om sommeren. På nær enkelte afvigelser følges indholdet af klorofyl *a* og suspenderet stof tæt.

4.3 Undervandsplanter

Undersøgelsen af undervandsplanter er gennemført i 2003 og 2004. Her vises primært resultater fra 2003, hvor blev der foretaget observationer på i alt 173 punkter jævnt fordelt over søen på 11 SØ/NV gående transekter. Den NØ-lige afsnørede del af vejen indgik ikke i undersøgelsen (figur 4.3). Størst registrerede vanddybde var 160 cm i området øst for nordspidsen af øen i Arup Vejle.

Arter og dybdegrænser

I 2003 blev der i alt registreret fire arter i Arup Vejle: *Chara aspera*, *Nitellopsis obtusa*, Børstebladet vandaks (*Potamogeton pectinatus*) og *Myriophyllum spicatum* (Akstusindblad). Kransnålalgen *C. aspera* var den klart mest udbredte plante efterfulgt af Børstebladet vandaks, *Nitellopsis obtusa* og Akstusindblad (tabel 4.2). *C. aspera* dominerede i den sydlige del, i de brednære områder i den vestlige del og igen i den nordlige del (figur 4.2). Den blev typisk fundet på vanddybder under 80 cm, men blev også fundet på 150 cm's dybde.

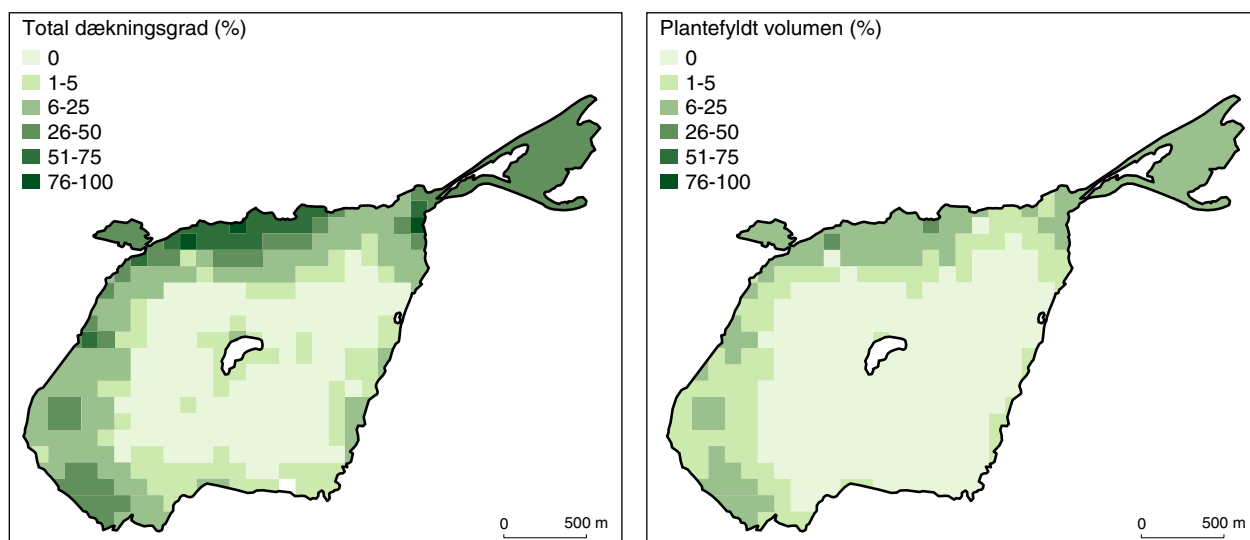
Børstebladet vandaks blev registreret primært i den vestlige del på vanddybder mellem 40 og 80 cm, hvor den voksede i små planteøer; dybdegrænsen var 130 cm. *Nitellopsis obtusa* blev kun registreret i syv punkter og voksede typisk på lidt større dybder end *Chara aspera*. *Nitellopsis'* dybdegrænse var 160 cm (maksimaldybden i søen). Akstusindblad var meget fåtallig i søen og blev kun registreret i to punkter. Kun på meget lavt vand kunne man se kransnålalger vokse op til overfladen. Vandaks kunne enkelte steder ses helt op i vandoverfladen.

I forbindelse med undersøgelsen i 2004 blev der desuden fundet yderligere fire arter: *Chara canescens*, *C. connivens* og *C. globularis*, samt Krybende vandkrans. *Chara aspera* var også i 2004 dominerende. Krybende vandkrans fundet på lavt vand i den vestlige del af Arup Vejle samt i den sydvestlige del af Vesløs Vejle. Dybdegrænsen var 12 cm. De to undersøgelser er ikke direkte sammenlignelige, fordi NOVANA-programmet (2004) i højere grad fokuserer på artsforekomst.

Dækningsgrad og plantefyldt volumen

Den samlede dækningsgrad var i 2003 på 12,5 %, hvoraf *Chara* udgjorde langt størstedelen med knap 12 % (tabel 4.1). På grund af den store dominans af *Chara*, som blev op til 15-20 cm høj, var den samlede plantefyldte vandvolumen kun godt 3 %. Ved dybder >100 cm var dækningen generelt meget lav. Dog skal det bemærkes, at det plantede areal i det maksimale dybdeinterval (150-160 cm) var større end i intervallet 100-150 cm. Det skyldes formentlig, at der kun indgår 4 punkter i dette interval, som derfor er præget af en enkelt observation med vegetation.

I 2004 blev der beregnet en gennemsnitlig dækningsgrad på 5 %, hvilket antyder en reduceret udbredelse. Vandstanden var ved undersøgelsen i 2004 dog meget lav, og det kan være en årsag til en lavere dækningsgrad, fordi undervandsplanterne på de mest brednære områder var forsvundet i forhold til 2003-undersøgelsen, men ikke erstattet af en tilsvarende øget udbredelse ud mod de dybere områder.



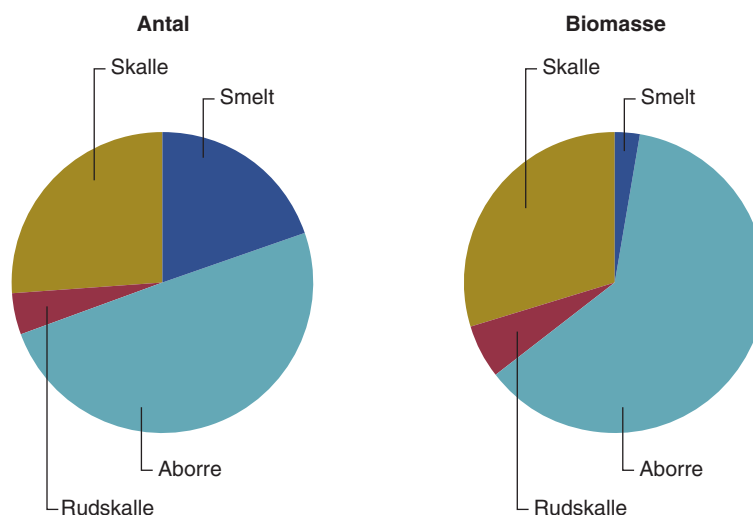
Figur 4.3 Undervandsplanternes totale dækningsgrad (venstre) og plantefyldte volumen (højre) i Arup Vejle, august 2003. Forekomst af undervandsplanter i Vesløs Vejle er ikke undersøgt.

Tabel 4.2 Dækningsgrad (rpa) og plantefyldt volumen (rpv) af undervandsplanter i forskellige dybdeintervaller i Arup Vejle, august 2003. Bbl. = Børsteblandet vandaks, Akst. = Akstusindblad. Udregnet som simpelt gennemsnit for de enkelte observationer. Samlet for hele søen er udregnet på grundlag af interpolerede værdier.

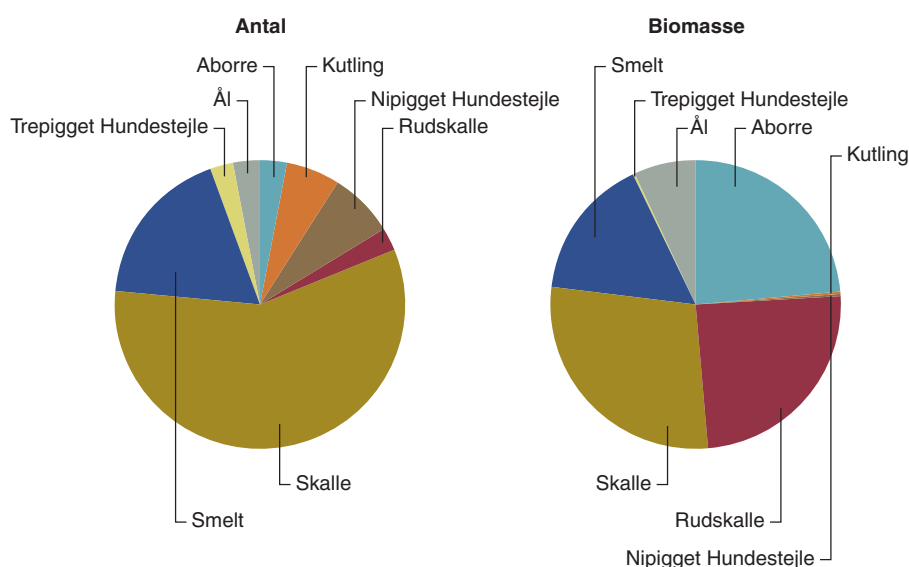
| Dybde (cm) | N | Samlet rpa (%) | Samlet rpv (%) | <i>Chara</i> rpa (%) | <i>Chara</i> rpv (%) | Bbl. rpa (%) | Bbl. rpv (%) | Akst rpa (%) | Akst rpv (%) |
|------------|-----|----------------|----------------|----------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0-50 | 50 | 33 | 8,7 | 32 | 8,4 | 0,5 | 0,2 | 0 | 0 |
| 50-100 | 52 | 7,3 | 1,5 | 6 | 1 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | <0,1 |
| 100-150 | 63 | 0,24 | <0,1 | 0,12 | <0,1 | 0,12 | <0,1 | 0 | 0 |
| 150-160 | 4 | 0,62 | 0,04 | 0,62 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 169 | 12,5 | 3,2 | 11,7 | 2,9 | 0,4 | 0,2 | <0,1 | <0,1 |

4.4 Fisk

Fiskebestanden i Arup Vejle var i 2003 domineret af aborre, skalle og smelt (figur 4.4 og 4.5). Både antals- og vægtmæssigt udgjorde aborre den største andel. Der var også en betydelig bestand af smelt, som dog vægtmæssigt ikke udgjorde nogen stor andel. Kutling og begge arter hundestejler var til stede, men i langt mindre antal end i Østerild Fjord. Til gengæld var der en mindre bestand af rudskalle. Antal fangede fisk pr. net ($CPUE_{\text{antal}}$) var næsten identisk (86 fisk pr. net) med Østerild Fjord. Derimod var biomassen pr. net ($CPUE_{\text{kg}}$) lidt højere (7,1 kg/net).



Figur 4.4 Fordelingen af fisk i garnfangster i Arup Vejle 2003 opdelt i antal og biomasse (kg).



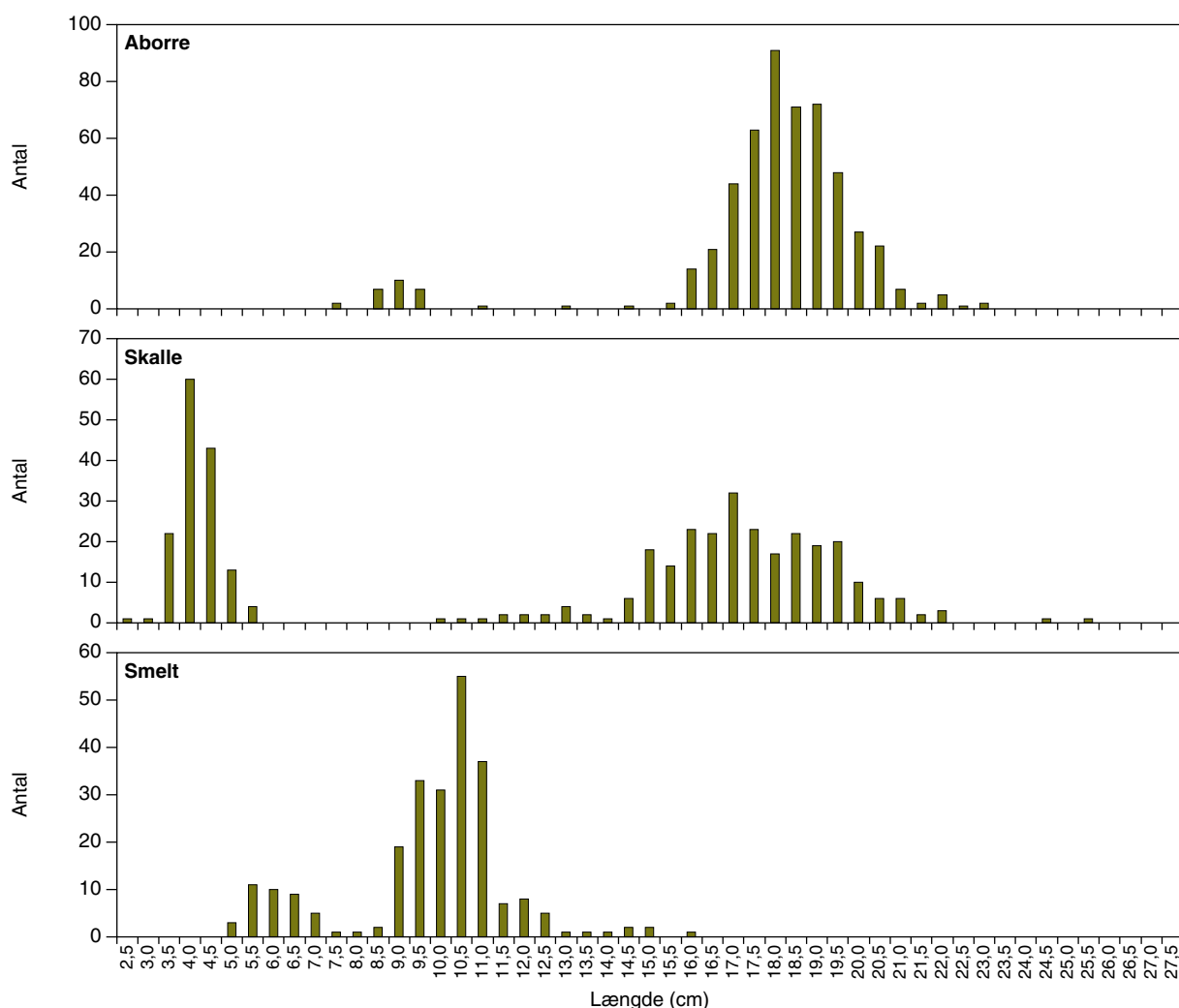
Figur 4.5 Fordelingen af fisk i rusefangster i Arup Vejle 2003 opdelt i antal og biomasse (kg).

Langt hovedparten af aborrerne var mellem 16 og 22 cm, dvs. et stadium, hvor de primært er rovfisk (figur 4.6). Den procentvise biomasseandel af rovfisk var helt oppe på 61 %; noget højere end niveauet i Østerild Fjord (45 %). Bestanden af skaller var domineret af små fisk på 4-5 cm og fisk over 15 cm. Størstedelen af smelt var mellem 9 og 12 cm, dvs. generelt lidt længere end bestanden i Østerild Fjord, hvor de fleste fisk var mellem 8 og 11 cm. Derudover var der en pæn bestand af smelt i størrelsesintervallet 5-7 cm.

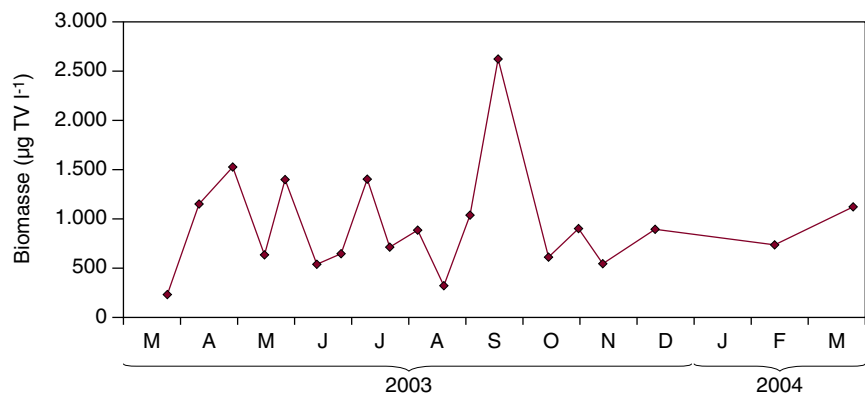
Ved en fiskeundersøgelse i 2004 blev der fundet nogenlunde samme fiskesammensætning, men med en tendens til færre, især mindre aborrer og flere, især mindre skaller. Det gennemsnitlige fangstantal pr. garn var dog næsten dobbelt så stor, mens fangstvægten kun var det halve, svarende til en udvikling i retning af flere små fisk. Andelen af skaller mindre end 10 cm var på 94 % i 2004 sammenlignet med en væsentlig større andel af større skaller ved undersøgelsen i 2003 (figur 4.6). Fiskeundersøgelser dækker dog ofte over en betydelig variation, så det kan være vanskeligt at afgøre, om der er sket reelle ændringer. Således dækker gennemsnitstallene for 2004 eksempelvis over fangsttal mellem 54 og 424 fisk per garn.

Tabel 4.3 Den gennemsnitlige fangst af fisk per garn per nat (CPUE) i Arup Vejle 2003 og 2004 i vægt (kg) og antal.

| År | CPUE | | % aborre | | % skalle | | % rudskalle | | % smelt | |
|------|------|-----|----------|-----|----------|-----|-------------|-----|---------|-----|
| | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant |
| 2003 | 7,1 | 86 | 62 | 50 | 30 | 26 | 16 | 5 | 3 | 20 |
| 2004 | 3,6 | 176 | 43 | 11 | 37 | 73 | 15 | 3 | 6 | 13 |



Figur 4.6 Længdefordelingen af fisk fra netfangster i Arup Vejle 2003.



Figur 4.7 Totalbiomassen ($\mu\text{g TV l}^{-1}$) af dyreplankton igennem sæsonen 2003-2004 i Arup Vejle.

4.5 Dyreplankton

Dyreplanktonets biomasse i Arup Vejle i årene 2003-04 (Figur 4.7) var relativ høj i perioden april-juni 2003 (max. $1527 \mu\text{g TV l}^{-1}$), med et endnu højere efterårsmaksimum i midten af september 2003 ($2622 \mu\text{g TV l}^{-1}$).

Ligesom i Østerild Fjord var det de calanoide copepoder af slægten *Eurytemora*, som dominerede dyreplanktonbiomassen gennem hele perioden (Figur 4.8), men i august 2003 udgjorde hjuldyr af slægten *Brachionus* dog ca. 50 % af biomassen.

Den gennemsnitlige sommerbiomasse (1/5-30/9) af dyreplankton var også domineret af calanoide copepoder ($844 \mu\text{g TV l}^{-1}$). Dyreplanktonets gennemsnitlige totale sommerbiomasse var på $1021 \mu\text{g TV l}^{-1}$.

Der blev i årene 1992-93 og 2003-04 fundet hhv. 16 og 21 arter/slægter af dyreplankton i Arup Vejle (tabel 4.4), dvs. en lille stigning i antal taxa i løbet af de sidste godt 10 år. I begge perioder var dyreplanktonsamfundet artsmæssigt domineret af hjuldyr, mens calanoide copepoder og cladoceer var næsthyppigst forekommende i hhv. 1992-93 og 2003-04. Det skal bemærkes, at der slet ingen cladoceer blev registreret i 1992-93.

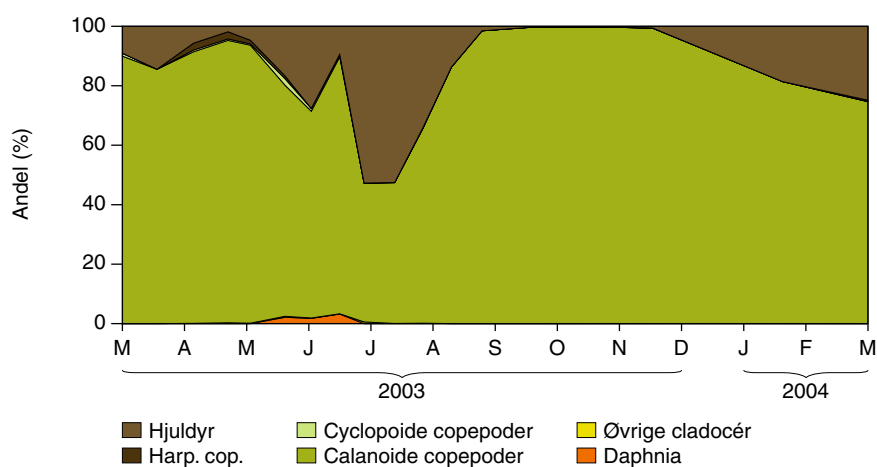
Tabel 4.4 Dyreplanktonets fordeling på taksonomiske grupper i Arup Vejle.

| Taksonomisk gruppe | Antal arter/slægter/grupper | |
|-------------------------|-----------------------------|---------|
| | 1992-93 | 2003-04 |
| Hjuldyr | 11 | 10 |
| Cladoceer | 0 | 5 |
| Calanoide copepoder | 3 | 3 |
| Cyclopoide copepoder | 1 | 2 |
| Harpacticoide copepoder | 1 | 1 |
| I alt | 16 | 21 |

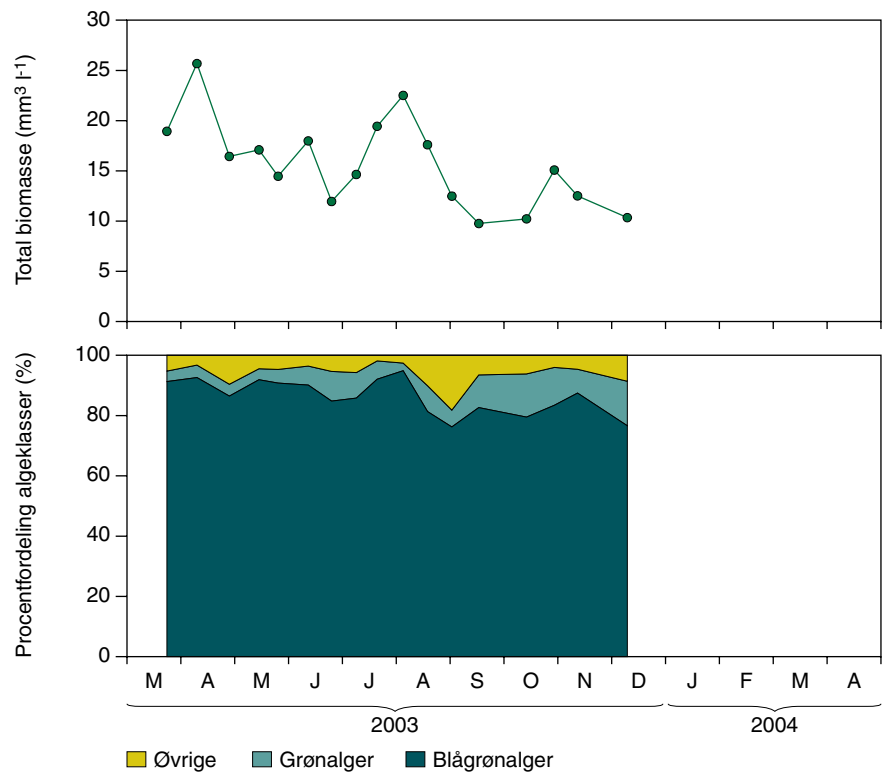
4.6 Planteplankton

Biomassen af planteplankton var høj året i gennem i Arup Vejle. Største biomasse var i juni-september med $25\text{-}35 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ (figur 4.9). Den gennemsnitlige sommerbiomasse var på $25 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ (tabel 4.5). Langt den største del af planteplanktonet bestod af blågrønalger, der som sommergennemsnit udgjorde 87 % af den samlede biomasse. Næsthøypigst var grønalgerne, der kun udgjorde 8 % af den samlede biomasse som sommergennemsnit.

De dominerende blågrønalger bestod hovedsagelig af trådformede arter af *Cylindrospermum*, *Planktolyngbya* og *Cyanonephron*, men også kolonidannende former af enkeltceller som *Aphanothece*. Blandt grønalgerne udgjorde *Pediastrum* den største andel af biomassen.



Figur 4.8 Dyreplankton fordelt på grupper i Arup Vejle 2003-2004.



Figur 4.9 Biomasse og fordeling planteplanktonklasser i Arup Vejle, 2003-2004.

Tabel 4.5 Planteplanktonbiomasse og sammensætning i Arup Vejle 2003 (sommergennemsnit).

| | |
|-------------------------------|------|
| Biomasse (mm ³ /l) | 24,9 |
| % blågrønalgler | 87 |
| % grønalgler | 8 |
| % kiselalgler | 0 |
| % øvrige | 5 |

[Tom side]

5 Tømmerby Fjord

Tømmerby Fjord er den nordligst beliggende af De Vestlige Vejler og samtidig den største. Tømmerby Fjord er omgivet af diger og et ringkanalanlæg, som gør, at det topografiske opland til vejen er meget lille. Hvis digerne var intakte, ville fjorden udgøre et selvstændigt vandsystem uden tilledning. Afløbet foregår til Tømmerby Å (Ringkanalen) via stem ved Mommer på fjordens sydside. Den øverste planke i stemmeværket har overkant i kote +0,78 m DNN, hvilket betyder, at der kun meget sjældent løber vand ud af fjorden. Det sker dog alligevel i praksis, fordi stemmet er utæt.

Tømmerby Fjord har foruden områder med åbent vand (574 ha) udstrakte rørskovsområder (196 ha). Søens vandspejl varierer mellem kote 0,07 og 0,70 m DNN med et vintermiddel, der ligger omkring kote 0,48 m DNN og et sommermiddelvandspejl i kote 0,3 m DNN (Hedeselskabet, 2005).

Fjorden er lavvandet med en maksimal vanddybde på ca. 2,2 m og et volumen på 8,086 mio. m³. Hvis digerne var intakte, ville opholdstiden være på ca. 2,4 år, men med de nuværende diger er opholdstiden omkring et år.

5.1 Næringsstofftilførsel

Vandtilførslen til Tømmerby Fjord ville, hvis de omkringliggende diger var intakte, være bestemt af nedbøren, men på grund af digernes tilstand strømmer der under de nuværende forhold vand ind i Tømmerby Fjord fra Ringkanalen.

Hvis digerne var intakte, ville fjorden kun modtage næringsstoffer fra atmosfæren. Bidraget herfra udgør for kvælstofs vedkommende 11,6 ton/år, og fosforbidraget udgør ca. 0,08 ton/år (tabel 5.1). Tilførslen af næringsstoffer til området fra atmosfæren er beregnet under anvendelse af erfaringsmæssige gennemsnitstal for kvælstof og fosfor (15 kg kvælstof N/ha/år og 0,1 kg fosfor/ha/år).

Beregningerne af næringsstofftilførslen til Tømmerby Fjord kompliceres af, at der i perioder med høj vandstand i Tømmerby Å kan løbe vand ind i Tømmerby Fjord på de strækninger, hvor digerne er nedbrudte.

Hedeselskabet har foretaget beregninger af vandbalancen for Tømmerby Fjord, hvor der er taget højde for vandudvekslingen hen over det nedslidte dige. På baggrund af månedsbalancer for vand for perioden 1995-2004 er der lavet beregninger af kvælstof og fosfor til- og fraførsel. Vandbalancen viser, at der tilføres Tømmerby Fjord 4,2 mio. m³ vand pr. år fra Tømmerby Å og Tømmerby Landkanal. Udløb fra fjorden udgør 7,87 mio. m³ pr. år. Nedbørsbidraget udgør 3,6 mio. m³ pr. år. Kvælstofftilførslen til fjorden udgør ca. 20 tons, hvoraf knap 60 % er atmosfærisk nedfald. Fosfortilførslen fra Tømmerby Å udgør ca.

Tabel 5.1. Massebalance for Tømmerby Fjord. Vandtilførslen er beregnet ud fra Hedeselskabets vandbalance for perioden 1995-2004 (balancen er opstillet på baggrund af en dynamisk model for De Vestlige Vejler). Til beregning af kvælstof- og fosfortilførsel er der anvendt vandkemiske data fra Tømmerby Å, Langvad, og til beregning af fraførsel er der anvendt data fra Tømmerby Fjord. Der er anvendt tidsvægtede månedsgennemsnit for vand, kvælstof og fosfor.

| | Total- kvælstof (ton/år) | Total- fosfor (ton/år) | Vand- føring (l/s) |
|--|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Tilførsel fra atmosfæren | 11,55 | 0,077 | 104 |
| Tilførsel fra Ringkanalen over digerne | 8,56 | 1,21 | 133 |
| Samlet tilførsel | 20,11 | 1,287 | 247 |
| Fraførsel | 11,95 | 0,52 | 249 |
| Tilbageholdelse | 8,16 | 0,767 | -2 |

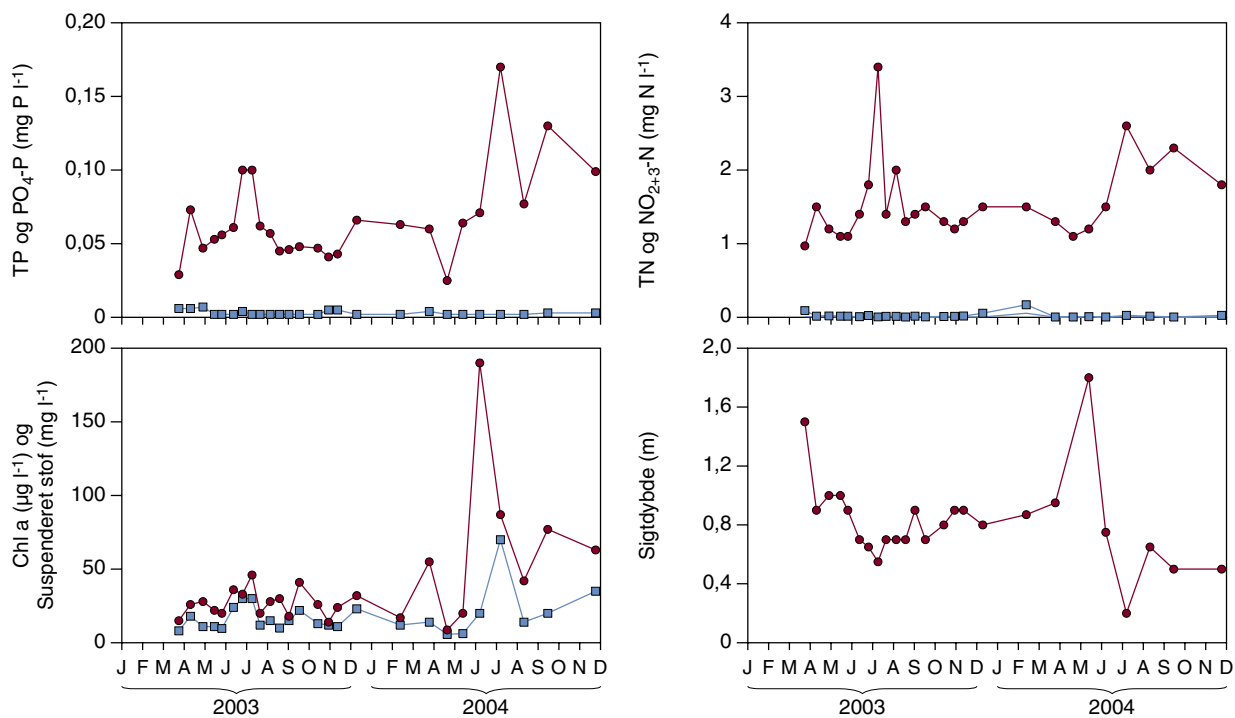
1,2 tons, som dermed udgør en væsentlig kilde til fosfortilførslen til fjorden. Baseret på disse tal kan den gennemsnitlige indløbskoncentration af totalfosfor og totalkvælstof beregnes til henholdsvis 0,165 mg P l⁻¹ og 2,58 mg N l⁻¹. Disse tal kan dog variere fra år til år afhængig af nedbøren og vandstanden i Limfjorden, som har betydning for vandstanden i Tømmerby Å.

5.2 Fysisk-kemiske forhold

Tømmerby Fjord er mindre næringsrig end Østerild Fjord og Arup Vejle, men dog stadigvæk forholdsvis næringsrig (figur 5.1). Indholdet af totalfosfor ligger omkring 0,05 mg P l⁻¹ – i 2004 dog med højere koncentrationer og op til 0,17 mg P l⁻¹. Også indholdet af totalkvælstof var generelt højere i 2004 end i 2003. Det samme gælder koncentrationen af klorofyl *a*, der steg fra et niveau på omkring 30 µg l⁻¹ i 2003 til over 50 µg l⁻¹ og helt op til næsten 200 µg l⁻¹ i 2004.

Sigtedybden lå i 2003 på omkring 0,8 m, men varierede meget mere i 2004 med en sigt dybde mellem 1,8 m i maj og 0,2 m i juli. Bortset fra den ene måling med høj sigt dybde var sigt dybden i 2004 dog generelt lavere end i 2003, hvilket stemmer overens med det ligeledes højere næringsstofindhold. Den høje sigt dybde i maj kan skyldes et højt græsningstryk fra dyreplanktonet på planteplanktonet. Dyreplanktonets biomasse toppede netop i maj måned med 1,6 mg TV l⁻¹.

Det øgede næringsstofindhold fra 2003 til 2004 kan ikke umiddelbart forklares, eftersom Tømmerby Fjord stort set ikke har noget opland ud over søens eget areal og derved i princippet ikke kan være påvirket i forskellig grad af tilførsel udefra. Nettotilførsel af vand fra ringkanalen er i perioden 1995 til 1999 tidligere beregnet til kun at finde sted i november måned og vurderet til kun at udgøre 4 l/s (*Hedeselskabet*, 2005). Hedeselskabet (2005) konkluderer dog også, at der helt klart findes delstrækninger, hvor reparation er nødvendig, idet diget enkelte steder helt mangler. Det er derfor sandsynligt, at der sker en betydelig indsivning af vand (se også afsnit 7.2), men det kan ikke afgøres, om indsivningen i 2004 har været forøget i forhold til 2003.



Figur 5.1 Indholdet af totalfosfor (TP) og orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), totalkvælstof (TN) og nitrat+nitrit ($\text{NO}_{2+3}\text{-N}$), suspenderet stof (SS) og klorofyl *a* (Chl) samt sigtddybden i Tømmerby Fjord i 2003 og 2004.

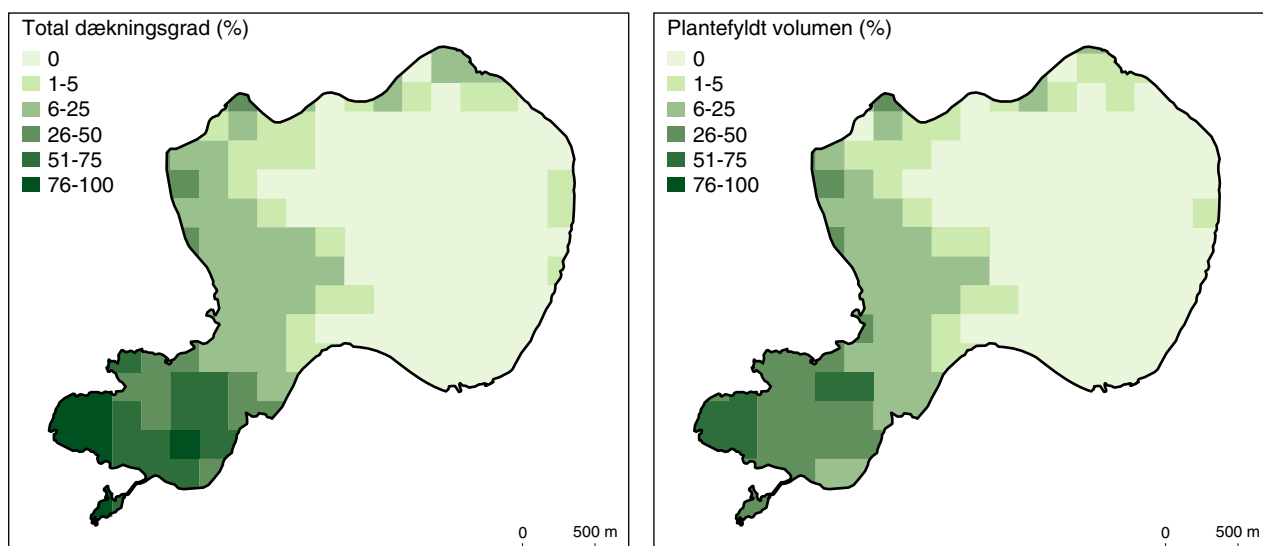
5.3 Undervandsplanter

Undervandsplanterne er undersøgt i 2003 og 2004. Her vises primært resultater fra undersøgelsen i august 2003. Der blev foretaget observationer på i alt 140 punkter jævnt fordelt over søen på 11 Ø/V gående transekter. Størst registrerede vanddybde var 250 cm i den centrale del af hovedbassinet. Tømmerby Fjord er opdelt i to bassiner: Et mindre, lavvandet bassin i den sydvestlige del, som er næsten fuldstændig dækket af undervandsplanter, og det store hovedbassin, hvor der kun er sparsomt med undervandsplanter (figur 5.2).

Arter

I 2003 blev der registreret i alt syv arter af undervandsplanter: Akstusindblad (*Myriophyllum spicatum*), Børsteblandet vandaks (*Potamogeton pectinatus*), Langbladet vandaks (*Potamogeton praelongus*), Hjertebladet vandaks (*Potamogeton perfoliatus*), Vandpest (*Elodea canadensis*), Kruset vandaks (*Potamogeton crispus*) og kransnålgan *Chara aspera*. I den sydligste del af søen var *C. aspera* den dominerende art og dækkede store dele af bunden. Af langskudsplanterne var Akstusindblad sammen med Hjertebladet vandaks de dominerende arter efterfulgt af Vandpest og Langbladet vandaks. Ved undersøgelsen i 2004 blev der yderligere set *Chara globularis*, *Nitellopsis obtusa*, alm. kildemos, vandranunkel sp. og Enkelt pindsvineknop som submers art. De to undersøgelser er dog ikke direkte sammenlignelige, fordi der ved undersøgelsen i 2004 blev lagt større vægt på forekomsten af arter.

I hovedbassinet var Vandpest og Akstusindblad de dominerende arter efterfulgt af Børsteblandet og Langbladet vandaks. Kruset vandaks var meget fåtallig og blev kun observeret i fem punkter. *C. aspera* blev tilsvarende kun fundet i meget få punkter i hovedbassinet. I hovedbassinet blev vegetationen primært observeret langs den vestlige



Figur 5.2 Undervandsplanternes totale dækningsgrad (venstre) og plantefyldte volumen (højre) i Tømmerby Fjord i august 2003.

og nordlige bred. Herudover voksede Akstusindblad og Børsteblandet vandaks som bestande på få m² i den åbne del af Tømmerby Fjord. Dybdegrænsen for *Chara* var 90 cm, mens den for langskudsplanterne var 150 cm (Akstusindblad).

Dækningsgrad og plantefyldt volumen

Den samlede dækningsgrad i Tømmerby Fjord var i 2003 på 14 % af det totale areal (tabel 5.2). *Chara* blev registreret på ca. 6 %, mens langskudsplanterne blev registreret på et lidt større areal. Specielt i den sydlige del af søen udgjorde vegetationen en mosaik af forskellige arter, og vegetationen stod flere steder i to "etager" – nederst *Chara* og derover langskudsplanterne.

I områderne med langskudsplanter blev planterne ofte observeret helt op til vandoverfladen eller lige under denne. Som en konsekvens heraf er det plantefyldte vandvolumen i Tømmerby Fjord forholdsvis højt sammenlignet med fx Arup Vejle.

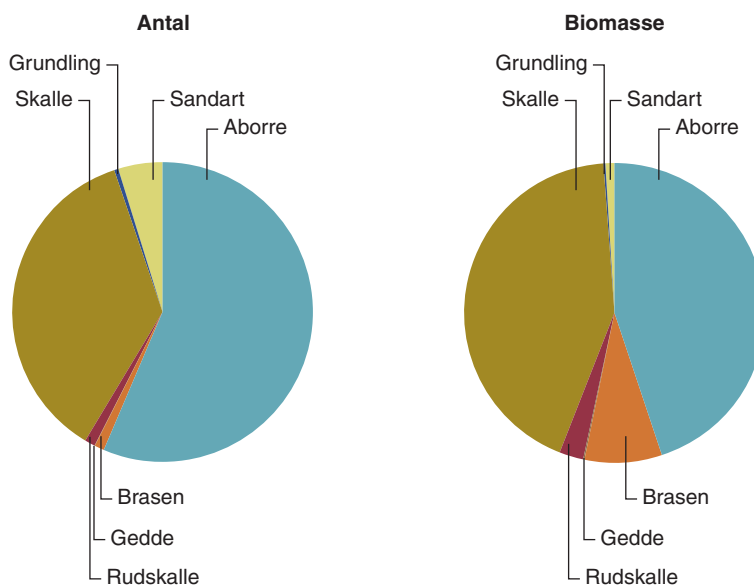
Ved undersøgelsen i 2004 blev der fundet en gennemsnitlig dækningsgrad på 6 %, hvilket antyder en reduceret udbredelse. Dette skal evt. ses i relation til den generelt lavere sigtddybde i sommeren 2004.

Tabel 5.2 Dækningsgrad (rpa) og plantefyldt volumen (rpv) af undervandsplanter i forskellige dybdeintervaller i Tømmerby Fjord. Bbl. = Børsteblandet vandaks, Akst. = Akstusindblad, Vand. = Vandpest, Hjl. = Hjertebladet vandaks, Labl. = Langbladet vandaks og Krv. = Kruset vandaks. Udregnet som simpelt gennemsnit for de enkelte observationer. Samlet for hele søen er udregnet på grundlag af interpolerede værdier.

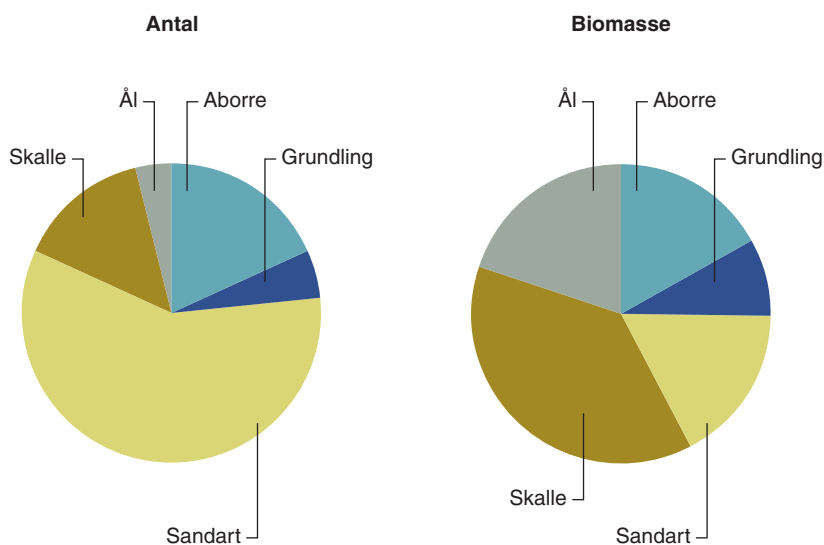
| Dybde (cm) | N | Samlet (%) | | <i>Chara</i> (%) | | Bbl. (%) | | Akst. (%) | | Vand. (%) | | Hjl. (%) | | Labl. (%) | | Krv. (%) | |
|------------|-----|------------|------|------------------|-----|----------|-----|-----------|------|-----------|-----|----------|-----|-----------|-----|----------|-----|
| | | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv | rpa | rpv |
| 0-50 | 6 | 22 | 11 | 0 | 0 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 15 | 9 | 7 | 5,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50-100 | 29 | 41 | 25 | 25 | 5 | 0,3 | 0,2 | 5,5 | 5,3 | 8,1 | 5,6 | 12 | 9,6 | 5,6 | 2,3 | 2,2 | 2,1 |
| 100-150 | 41 | 15 | 11 | 2,1 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 7,7 | 7,4 | 1,9 | 1,1 | 4,2 | 3,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 150-200 | 34 | 0,2 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200-250 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 140 | 14 | 9,5 | 5,9 | 1,1 | 0,2 | 0,1 | 4,3 | 4,1 | 1,6 | 1,1 | 4 | 3,4 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |

5.4 Fisk

Fiskebestanden i Tømmerby Fjord var mere divers sammensat end i de to andre søer (figur 5.3 og 5.4). Bestanden var stadig domineret af aborre og skalle, mens smelt og hundestejle var erstattet af sandart, brasen, rudskalle og grundling. Både antalsmæssigt og vægtmæssigt udgjorde aborre og derefter skalle den største andel. Der var også en lille bestand af mindre sandart og få, men store, brasen.



Figur 5.3 Fordelingen af fisk i garnfangster i Tømmerby Fjord opdelt i antal og biomasse (kg) i 2003.



Figur 5.4 Fordelingen af fisk i rusefangster i Tømmerby Fjord opdelt i antal og biomasse (kg) i 2003.

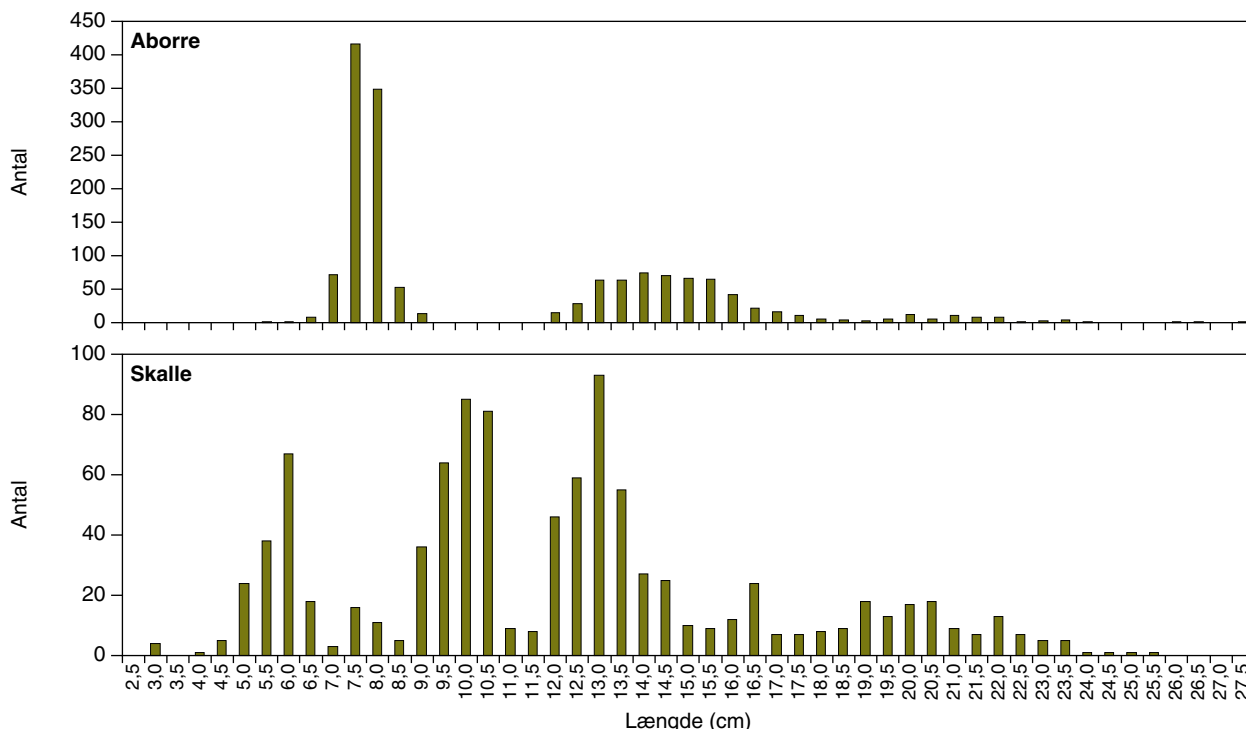
Antal fangede fisk pr. net ($CPUE_{\text{antal}}$) i 2003 var tre gange så højt (224 fisk pr. net) som i de mere brakke søer, hvorimod biomassen pr. net ($CPUE_{\text{kg}}$) kun var lidt højere (8,0 kg/net). Fiskebestanden bestod primært af mange små skaller og aborrer, men der var dog også en stor bestand af aborrer over 13 cm.

Længdefordelingen af skaller ved undersøgelsen viste et tre-toppet forløb med mange fisk mellem 5-7, 9-11 og 12-15 cm (figur 5.5). Ud over de tre årgange var der en del fisk større end 17 cm. Langt hovedparten af aborrerne var mellem 7 og 9 cm, og kun en mindre del målte mellem 13-17 cm (figur 5.5). Den procentvise biomasseandel af rovfisk var på 44 procent; hvilket svarer til niveauet i Østerild Fjord (45 %).

Sammenlignet med en fiskeundersøgelse i 2004 er der hverken store ændringer i sammensætning eller deres relative antal (tabel 5.3). Vægtandelen af brasen synes at være gået frem på bekostning af de øvrige arter, men det kan skyldes fangsten af forholdsvis få store individer.

Tabel 5.3 Den gennemsnitlige fangst af fisk per garn per nat (CPUE) i Arup Vejle 2003 og 2004 i vægt (kg) og antal.

| År | CPUE | | % aborre | | % skalle | | % sandart | | % brasen | |
|------|------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------|-----|----------|-----|
| | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant | vægt | ant |
| 2003 | 8,0 | 224 | 45 | 56 | 43 | 36 | 1 | 5 | 8 | 1 |
| 2004 | 7,2 | 250 | 39 | 64 | 33 | 24 | 1 | 6 | 24 | 1 |



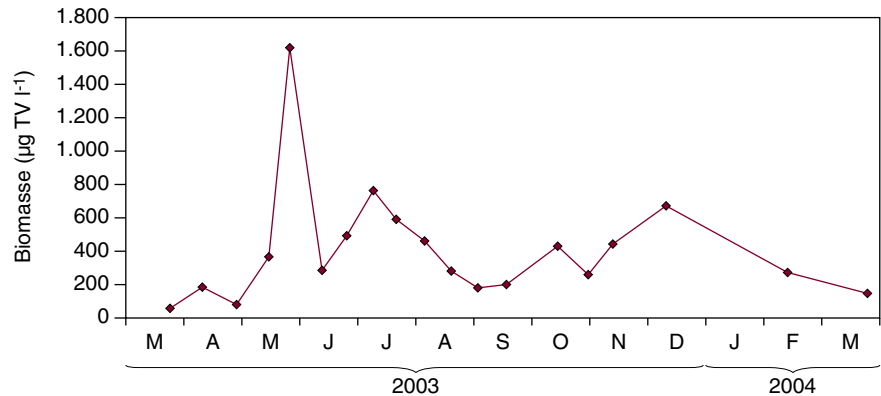
Figur 5.5 Længdefordelingen af aborre og skalle fra netfangster i Tømmerby Fjord i 2003.

5.5 Dyreplankton

Dyreplanktonets biomasse i Tømmerby Fjord i perioden 2003-04 (figur 5.6) viste et tre-toppet forløb med et markant maksimum i maj

(1617 $\mu\text{g TV l}^{-1}$), en sommertop i juli (761 $\mu\text{g TV l}^{-1}$) og en vintertop i december (670 $\mu\text{g TV l}^{-1}$).

I Tømmerby Fjord udgjorde cladocerne godt 80 % af dyreplanktonbiomassen gennem hele perioden (figur 5.7), bortset fra foråret 2003, hvor de cyclopoide copepoder dominerede. Slægten *Daphnia* dominerede cladocernes biomasse med 50-60 %.



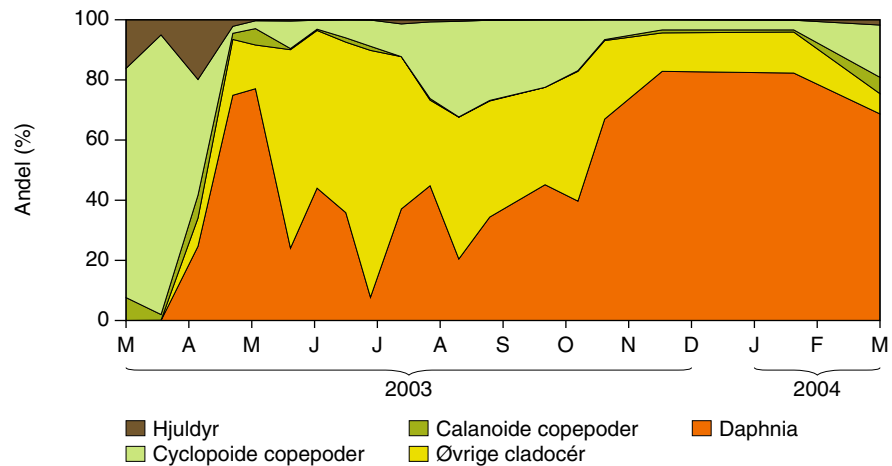
Figur 5.6 Totalbiomassen ($\mu\text{g TV/l}$) af dyreplankton igennem sæsonen 2003-2004 i Tømmerby Fjord.

Den gennemsnitlige sommerbiomasse (1/5-30/9) af dyreplankton var totalt domineret af cladocer med 252 $\mu\text{g TV l}^{-1}$ af *Daphnia* og 214 $\mu\text{g TV l}^{-1}$ af øvrige cladocer (primært arter af slægten *Bosmina*). Dyreplanktonets gennemsnitlige totale sommerbiomasse var på 522 $\mu\text{g TV l}^{-1}$.

Der blev i løbet af 2003-04 fundet 33 arter/slægter af dyreplankton i Tømmerby Fjord (tabel 5.4), som derved var det mest artsrige område af de tre Vestlige Vejler. Dyreplanktonsamfundet var artsmæssigt domineret af cladocer og hjuldyr, med lige stor artsdiversitet af begge grupper.

Tabel 5.4 Dyreplanktonets fordeling på taksonomiske grupper i Tømmerby Fjord

| Taksonomisk gruppe | Antal arter/slægter/grupper 2003-2004 |
|-------------------------|--|
| Hjuldyr | 13 |
| Cladocer | 14 |
| Calanoide copepoder | 3 |
| Cyclopoide copepoder | 3 |
| Harpacticoide copepoder | 0 |
| I alt | 33 |

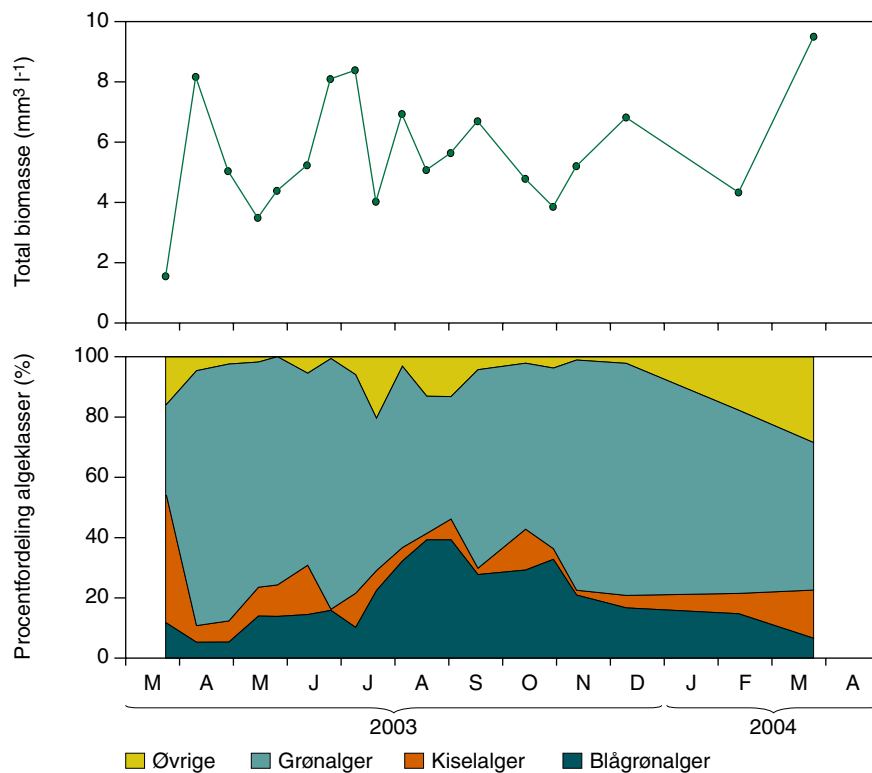


Figur 5.7 Dyrplankton fordelt på grupper i Tømmerby Fjord 2003-2004.

5.6 Planteplankton

Biomassen af planteplankton i Tømmerby Fjord var det meste af året mellem 4 og 8 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ (figur 5.8). Der var ikke nogen tydelig sæsonmæssig variation. Den største andel bestod året i gennem af grønalger, der som gennemsnit udgjorde 63 % af biomassen i sommerperioden (tabel 5.5). Blågrønalger udgjorde den næststørste klasse med et maksimum i august, hvor biomassen nåede op på at udgøre næsten 40 % af den samlede biomasse.

Grønalgerne bestod af et betydeligt antal arter af chlorococcale grønalger. *Pediastrum boryanum* og *P. kawraiskyi* var blandt de mest dominerende arter. Den næsthøypigste algeklasse, blågrønalgerne, var domineret af arter af *Woronichinia* og *Cyanodictyon*.



Figur 5.8 Biomasse og sammensætning af planteplankton i Tømmerby Fjord i 2003.

Tabel 5.4. Planteplanktonbiomasse og sammensætning i Tømmerby Fjord 2003 (sommergennemsnit).

| | |
|-------------------------------|-----|
| Biomasse (mm ³ /l) | 5,8 |
| % blågrønalger | 23 |
| % grønalger | 63 |
| % kiselalger | 7 |
| % øvrige | 7 |

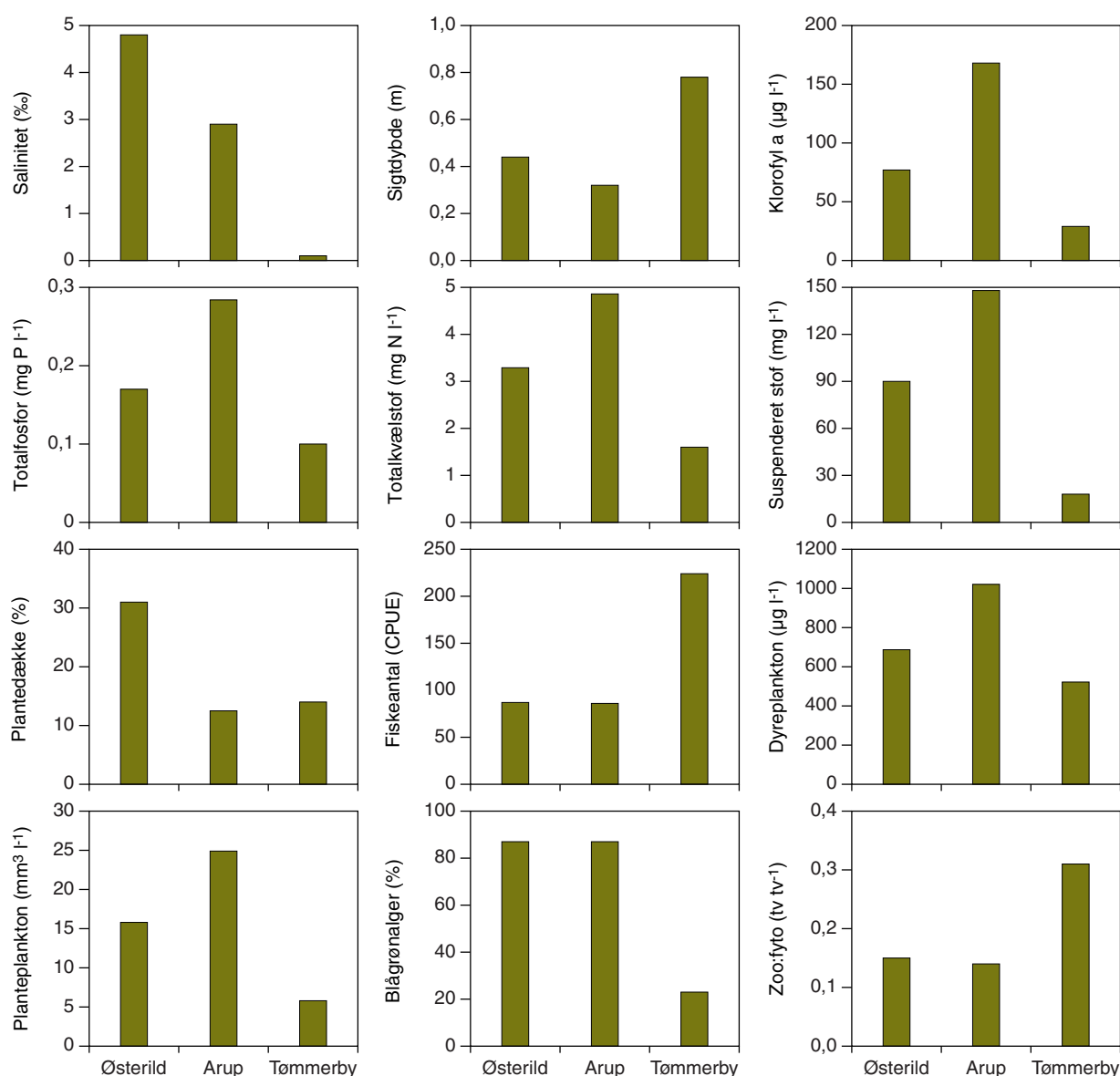
[Tom side]

6 De tre søer samlet: udvikling og nuværende tilstand (2003/2004)

6.1 Nuværende vandkemiske og biologiske forhold

Af de tre søer fremstår Arup Vejle som langt den mest næringsrige og samtidigt også den mest uklare med lav sigtddybde, højt indhold af klorofyl *a* og suspenderet stof (figur 6.1).

Østerild Fjord er også meget næringsrig med uklart vand, men i lidt mindre grad. Tømmerby Fjord er den mindst næringsrige og har også det relativt klareste vand, selv om sigtddybden som sommergennemsnit kun er omkring 0,8 m.



Figur 6.1 Vandkemiske (sommermiddel) og biologiske data fra 2003 i Østerild Fjord, Arup Vejle og Tømmerby Fjord.

De biologiske forhold adskiller sig generelt mindre i de tre søer end de vandkemiske forhold. Undervandsplanternes dækningsgrad er mindst i Arup Vejle og Tømmerby Fjord med omkring 10 % og størst i Østerild Fjord med omkring 30 %. Mængden af dyreplankton er generelt lille i alle tre søer og har kun ringe evne til at regulere den store mængde af planteplankton. Forholdet mellem dyreplankton og planteplanktonbiomassen (zoo:fyto) er højest i Tømmerby Fjord. Planteplanktonet er helt domineret af blågrønalger i både Østerild Fjord og Arup Vejle, mens grønalger udgør den største del af biomassen i Tømmerby Fjord. Fiskebestanden (antal) er størst i Tømmerby Fjord. I alle tre søer var skalle og aborre blandt de dominerende arter.

6.2 Udviklingen i vandkemiske forhold

For Tømmerby Fjord og Østerild Fjord findes der vandkemiske data tilbage fra 1987 og for Arup Vejle fra 1992. Der er dog kun tale om målinger i enkelte år, så det kan være vanskeligt at vurdere en udviklingstendens på tværs af bl.a. klimatiske betingede variationer fra år til år. Det generelle billede er dog, at ingen af de tre søer synes at have ændret sig særligt meget igennem de sidste 10-15 år, bortset fra en tendens i retning af mere næringsrige forhold i Arup Vejle siden 2000. Billedet af en meget næringsrig Arup Vejle, en lidt mindre næringsrig Østerild Fjord og Tømmerby Fjord som den mindst næringsrige er derfor stadigvæk gældende.

Saltholdigheden i Østerild) Fjord ser ud til at være faldet markant fra starten til slutningen af 1990'erne, hvilket kan have påvirket nogle af de biologiske forhold. Saltindtrængningen fra Limfjorden til Østerild har dog til tider været meget varierende – også gennem sæsonen. I 1993 varierede saliniteten mellem 8,7 og 20,8 ‰ og i 1999 mellem 1 og 3,8 ‰. En meget variabel saltholdighed kan gøre det vanskeligere at etablere stabile biologiske forhold, fx for fisk og undervandsplanter.

Tabel 6.1 Sommergennemsnit (1. maj - 1. oktober) af en række kemiske variable i de tre Vestlige Vejler fra 1987 til 2004.

| | År | Antal målinger | Totalfosfor (mg P/l) | Totalkvælstof (mg N/l) | Klorofyl <i>a</i> (µg/l) | Sigtdybde (m) | Salinitet (‰) |
|----------------|------|----------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| Tømmerby Fjord | 1987 | 5 | 0,107 | 1,93 | 53 | 0,49 | |
| | 2000 | 5 | 0,066 | 1,46 | 34 | 1,18 | 0,3 |
| | 2003 | 10 | 0,061 | 1,60 | 29 | 0,76 | 0,1 |
| | 2004 | 5 | 0,102 | 1,92 | 83 | 0,78 | 0,1 |
| Arup Vejle | 1992 | 5 | 0,283 | 3,30 | 80 | 0,30 | |
| | 2000 | 5 | 0,155 | 2,36 | 51 | 0,81 | 1,1 |
| | 2003 | 10 | 0,284 | 4,86 | 168 | 0,32 | 2,9 |
| | 2004 | 5 | 0,378 | 6,30 | 130 | 0,36 | 3,4 |
| Østerild Fjord | 1987 | 1-2 | 0,165 | 1,85 | 44 | 0,50 | |
| | 1988 | 6 | 0,154 | 2,53 | 84 | 0,52 | |
| | 1990 | 8 | | | | 0,38 | 12,3 |
| | 1992 | 4 | 0,197 | 3,45 | 56 | 0,51 | |
| | 1993 | 5 | 0,225 | 3,28 | 74 | 0,42 | 17,1 |
| | 1999 | 5-6 | 0,155 | 3,37 | 80 | 0,55 | 2,5 |
| | 2003 | 10 | 0,170 | 3,29 | 77 | 0,44 | 4,8 |

7 Muligheder for at forbedre miljøtilstanden i de tre søer

7.1 Baggrund

Scenarier

Der er forskellige muligheder for at påvirke miljøtilstanden i de tre søer. Ligesom i andre søer og fjorde er tilførsel og indhold af næringsstoffer her af afgørende betydning. Derfor vil ændringer, som påvirker næringsstofftilførslen, også påvirke vandkvaliteten. I søer ses dog ofte et forsinket respons i forhold til ændrede belastningsforhold. Dette kan bl.a. skyldes en intern næringsstofpåvirkning via frigivelse af fosfor fra sedimentet, eller at der går tid, før de biologiske forhold ændres. I andre tilfælde ses ingen væsentlige ændringer på trods af reduceret næringsstofftilførsel, fordi tilførslen stadigvæk er for høj. De generelle høje sommerkoncentrationer af fosfor i alle tre søer antyder, at den interne fosforbelastning har stor indflydelse på søkoncentrationen.

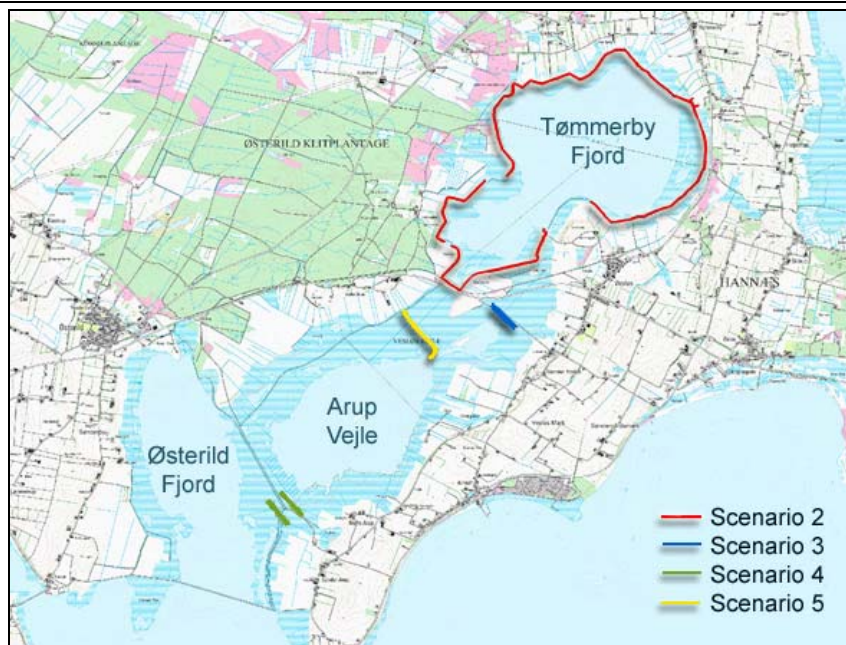
En række scenarier er gennemgået i Hedeselskabet (2005) samt i forskellige fora i sommeren 2005. Heraf er de fire mest relevante skitseret i tabel 7.1 og figur 7.1 og 7.2. I alle tilfælde omfatter scenarierne forskellige ændringer i den måde, vandet strømmer igennem eller ophobes i systemet. Dette vil påvirke vandgennemstrømningen og tilførslen af næringsstoffer til de tre søer i forskellig grad.

Også søernes saltholdighed kan påvirkes via øget ferskvandsgennemstrømning eller mindsket tilbageløb af saltholdigt vand. Dette kan påvirke en række økologiske sammenhænge, som illustreret ved forsøg og undersøgelser fra de Østlige Vejler (*Jeppesen et al., 2002*). Således vil det alt andet lige være vanskeligere at skabe mere klarvandede forhold via øget dyreplanktongræsning, hvis saltholdigheden bliver så høj, at de store dafniearter forsvinder. Dette sker ved saltholdigheder over 2-4 ‰.

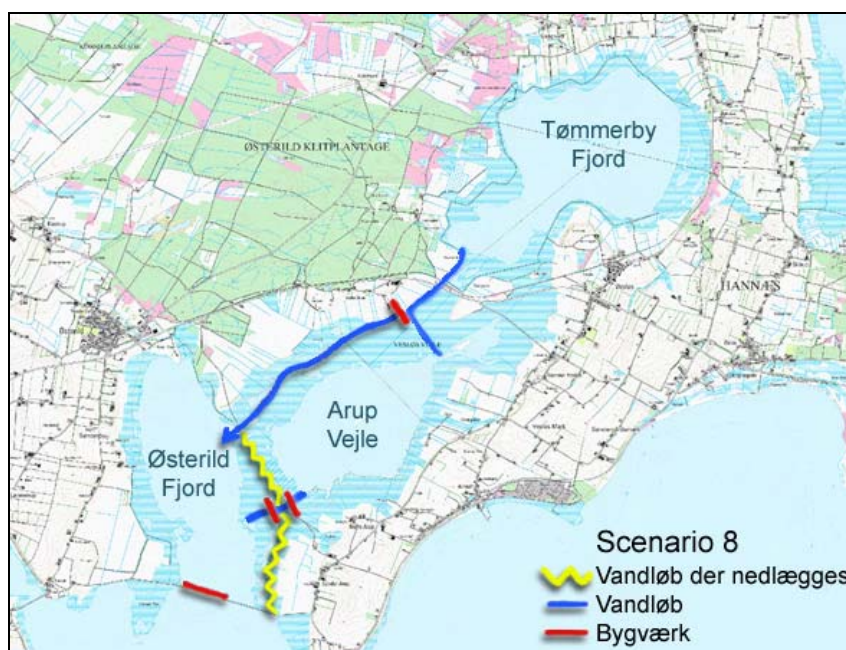
I dette afsnit gennemgås de fire hovedscenarier vist i tabel 7.1 for hver af de tre søer med henblik på at vurdere, hvordan miljøtilstanden påvirkes. Der er anvendt samme principper som i tidligere gennemførte scenarier for de Østlige Vejler (*Jeppesen et al., 2002*). Det vil sige, at der opstilles relationer mellem næringsstofftilførsel og næringsstoffkoncentration i søerne og efterfølgende for den resulterende effekt på mængden af planteplankton og sigtddybde i søerne. Næringsstofftilførslen kan ikke opgøres præcist, og beregningerne af fremtidig tilstand i søerne vil være med en tilsvarende usikkerhed.

Tabel 7.1 Oversigt over foreslåede scenarier for De Vestlige Vejle.

| Scenarie | Beskrivelse |
|----------|---|
| 2 | Dæmningen rundt om Tømmerby Fjord forhøjes. Herved forhindres både indløb og udløb fra fjorden over digerne. |
| 3 | Vandstanden i et område nord for Vesløs Vejle ("Trekanten") forhøjes via et stem. Vandgennemstrømningen påvirkes ikke væsentligt. |
| 4+5 | Der bygges en ny sluse ved Dykkerslusen. Dette sikrer en højere vandstand i Arup i tørre somre og forhindrer tilbageløb af vand fra Østerild Fjord. Det gøres muligt at lede vand ind i Arup Vejle fra Tømmerby Å til Arup Vejle via en eksisterende grøft i tørre somre, og der sættes et stem i afløbet fra Arup Vejle for at sikre vandstanden. |
| 8 | Vand fra Tømmerby Å føres ind i Arup Vejle. Den nordlige del af Tømmerby Å (strækningen fra vandet ledes ind i Arup Vejle og til Tvillingedæmningen) føres ud i Østerild Fjord. Vand fra Arup Vejle ledes til Østerild Fjord. Dykkerslusen fjernes, og der laves et stem med kontraklap, så indløb af saltvand hindres. Arup Vejle bliver dermed stort set fersk. Saliniteten i Østerild Fjord forventes ikke påvirket. |



Figur 7.1 De nye afstrømningsforhold ved scenarie 2-5.



Figur 7.2 De nye afstrømningsforhold ved scenarie 8.

Modelbaggrund

Ved beregning af søkoncentration ($Psø$) på grundlag af indløbskoncentration (Pi) og vandets opholdstid er der anvendt dels en relation fra ferskvandssøer i ligevægt:

$$(1): Psø = Pi / (1 + tw^{0.5})$$

og dels en relation baseret på data fra brakvandssøer

$$(2): Psø = 1,68 Pi / (1 + tw^{0.5})$$

Datamaterialet fra brakvandssøerne er beskedent, men er måske mere realistisk, fordi brakvandssøer ikke kan forventes at opføre sig på samme måde som ferskvandssøer, bl.a. fordi tilbageholdelsen og den interne belastning af fosfor påvirkes via forskelligt sulfatindhold. Beregningerne baseret på brakvandssøer giver en væsentlig højere beregnet søkoncentration ved en given indløbskoncentration. For Tømmerby Fjord, der i praksis er fersk, er der dog kun anvendt den første relation.

Sammenhængen mellem årsmiddelkoncentrationen af totalfosfor og klorofyl a , chl_a ($\mu\text{g}/\text{l}$), for brakvandssøer er beskrevet ved:

$$(3): chl_a = 0,33 Psø^{1.05},$$

Også her er der stor usikkerhed på bestemmelsen.

Endelig er sigtddybden beregnet ud fra mængden af klorofyl a (chl_a , $\mu\text{g}/\text{l}$) på basis af data fra brakvandssøer med en middeldybde < 3 m:

$$(4): sigtddybde (m) = 5,05 chl_a^{-0.45}$$

Scenarieberegninger er forbundet med en række usikkerheder. Dels er det vanskeligt at beregne vand- og stoftilførsler i et system som De Vestlige Vejler, hvor de hydrauliske forhold består af en menneskeskabt mosaik af forskellige vandsystemer. Dels har de anvendte modeller, hvor der omregnes fra næringsstofbelastning (fosfor og kvælstof) til søkoncentration, klorofyl a indhold og sigtddybde, indbygget en række usikkerheder, som diskuteres af Jeppesen *m.fl.* (2002) i forbindelse med de Østlige Vejler. Endelig vil der, hvis der kobles biologiske ændringer som eksempelvis vegetationens udbredelse på, yderligere indgå en række usikkerheder, der er betinget af klimatiske variationer.

Beregningsforudsætninger

Som beregningsforudsætninger for de forskellige scenarier er der anvendt de kendte og forventede værdier for hydraulisk belastning, opholdstider og gennemsnitlig indløbskoncentration af totalfosfor (tabel 7.2).

Tabel 7.2 Nuværende og eventuelle fremtidige oplands-, afstrømnings- og næringsstofmæssige forhold i de tre Vestlige Vejle. For Arup Vejle og Østerild Fjord i forbindelse med scenarie 8 angiver Sce 8_in og sce 8_ex, om punktkilder til Arup Vejle fjernes eller ej. Scenarieregninger baserer sig på vandføringsdata fra 2004. *) gennemsnitlig indløbskoncentration beregnet på grundlag af en koncentrationsvægtet indløbskoncentration fra oplandet til Østerild Fjord på 155 µg P l⁻¹ (340 l/s) og en beregnet koncentration i vandet fra Arup Vejle på 58 µg P l⁻¹ (170 l/s) under ferskvandsvandsforhold (tabel 7.3). **) Her er anvendt den beregnede søkoncentration i Arup Vejle jvf. formel 2 (brakvand), dvs. henholdsvis 181 og 152 µg P l⁻¹ (879 l/s) og en gennemsnitlig indløbskoncentration for det øvrige vand på 155 µg P l⁻¹ (431 l/s).

| | Samlet vandtilførsel (l/s) | Vandets opholdstid i søen (år) | Middelindløbskoncentration af TP (µg l ⁻¹) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| Tømmerby, nu (2004) | 247 | 1,0 | 172 |
| sce. 2 | 114 | 2,4 | 25 |
| Arup nu (2004) | 351 | 0,22 | 191 |
| sce 4+5 | 154 | 0,50 | 99 |
| sce 8_in | 879 | 0,09 | 140 |
| sce 8_ex | 879 | 0,09 | 118 |
| Østerild nu (2004) | 508 | 0,31 | 139 |
| Sce 4+5 | 518 | 0,31 | 123* |
| sce 8_in | 1310 | 0,11 | 169** |
| sce 8_ex | 1310 | 0,11 | 151** |

7.2 Tømmerby Fjord

Scenarie 2

Dette scenarie, hvor digerne omkring landkanalen forstærkes, vil påvirke vandkvaliteten i Tømmerby Fjord i væsentlig omfang, hvis de vurderinger, der er opstillet om indsivning fra ringkanalen i forbindelse med den dynamiske model, holder stik.

Nettoindstrømning af vand fra Ringkanalen til Tømmerby Fjord er af Hedeselskabet beregnet til 4,2 mio. m³, mens udstrømningen udgør 7,87 mio m³. Men da koncentrationen af især fosfor er 2-3 gange højere i vandløbet end i fjorden, får det stor betydning for nettotilførslen af næringsstoffer, hvis denne indsivning stoppes. Fosfortilførslen fra Tømmerby Å og Tømmerby Landkanal er beregnet til ca. 1,2 ton fosfor pr. år ud af en samlet tilførsel på knap 1,3 ton pr. år. Scenarie 2 forventes derfor at få væsentlig indflydelse på vandkvaliteten i Tømmerby Fjord.

Hvis ringkanalen forhøjes og forstærkes, får Tømmerby Fjord kun et meget lille opland, som stort set kun udgøres af fjordens eget areal. Tilsvarende bliver vandgennemstrømningen ringe, og den gennemsnitlige opholdstid lang (omkring 2,4 år). Samtidig vil søens næringsstofindhold i princippet kun udgøres af den del, der tilføres via atmosfæren.

Efter reduceret ekstern fosfortilførsel, når digerne forstærkes, kan der i lighed med andre søer dog forventes en periode med en betydelig intern belastning med fosfor. Derfor kan man ikke regne med, at de meget lave fosforkoncentrationer og gode sigtddybde, som beregnet i tabel 7.3, umiddelbart vil blive aktuelle, hvis dæmningen forstærkes.

Betydningen af denne interne belastning vil afhænge af hvor store og hvor mobile puljer, der er opbygget i sedimentet. Hvis digerne kun har været "utætte" i en kort periode, vil indsvingningen til en lavere belastning ske hurtigt, men der findes ikke data, der kan afgøre dette.

I dag ligger fjordens gennemsnitskoncentration af fosfor mellem 50 og 100 $\mu\text{g P l}^{-1}$ (2003) - i 2004 dog omkring 100 $\mu\text{g P l}^{-1}$. Disse koncentrationer stemmer godt overens med koncentrationen beregnet på grundlag af den beregnede indløbskoncentration (tabel 7.3).

Scenarie 3, 4+5 og 8

Disse scenarier vedrører områder nedstrøms Tømmerby Fjord og vil ikke påvirke tilstanden i Tømmerby Fjord.

7.3 Arup Vejle

Scenarie 2

Dette scenarie vil ikke påvirke tilstanden i Arup Vejle.

Scenarie 3

Dette scenarie, hvor vandstanden hæves i "Trekanten", vil ikke påvirke vand- eller stoftilførslen i nævneværdig grad. Der forventes ikke målbare effekter på vandkvaliteten i Arup Vejle.

Scenarie 4+5

I dette scenarie bygges der en ny sluse ved Dykkerslusen for at sikre en højere vandstand i Arup i tørre somre og for at forhindre tilbageløb af vand fra Østerild Fjord. Samtidigt gøres det muligt i tørre somre at lede vand ind i Arup Vejle fra Tømmerby Å til Arup Vejle via en eksisterende grøft. Endelig sættes der et stem i afløbet fra Arup Vejle for at sikre vandstanden.

Tilførslen af kvælstof og fosfor til Arup Vejler vil ved scenarierne 4+5 reduceres med henholdsvis 26 tons kvælstof og 1,6 tons fosfor, fordi der ikke længere kan ske tilbageløb fra Østerild Fjord til Arup Vejle via kanalen mellem de to vandområder.

Ved at udvide med vandindtag fra Tømmerby Å i tørre somre via en eksisterende grøft (figur 7.1) øges tilførslen af kvælstof og fosfor med henholdsvis 625 kg kvælstof og 50 kg fosfor (forudsætningerne er, at der maksimalt indtages 20 % af medianminimumsvandføringen, dette svarer til 20 l/s). Det er desuden forudsat, at der indtages denne vandmængde i 7 måneder (ved beregning af N og P mængderne regnes der med de tidsvægtede koncentrationer for stationen i Tømmerby Å efter landevejen).

Den mindskede næringsstofbelastning betyder, at der på sigt vil ske en forbedring af vandkvaliteten, idet middelindløbskoncentrationen af fosfor ca. halveres fra næsten 200 til omkring 100 $\mu\text{g P l}^{-1}$. Det nuværende høje næringsstofindhold i søerne peger dog på, at der er en betydelig intern belastning med fosfor. Derfor vil der forventeligt gå en rum tid, før Arup Vejle indstiller sig til den nye ligevægt.

Scenarie 8

Ved scenarie 8 føres vand fra Tømmerby Å ind i Arup Vejle. Den nordlige del af Tømmerby Å på den strækning, hvor vandet ledes ind i Arup Vejle og til Tvillingdæmningen, føres ud i Østerild Fjord. Dykkerlusen fjernes, og der laves et stem med kontraklap, så indløb af saltvand forhindres, og Arup Vejle stort set bliver fersk hele tiden.

Scenarie 8 vil påvirke både de hydrauliske, saltholdighedsmæssige og næringsstofmæssige forhold i Arup Vejle (tabel 7.2 og 7.3). Næringsstofkoncentrationen i indløbsvandet reduceres fra 191 $\mu\text{g P l}^{-1}$ (2004) til forventet 140 $\mu\text{g P l}^{-1}$ eller 118 $\mu\text{g P l}^{-1}$, hvis punktkilder til Arup Vejle fjernes (Tab 7.2).

De modelmæssige betragtninger viser, at fosforkoncentrationen i Arup Vejle fra en beregnet søkoncentration ved anvendelse af ligning 2 på 218 $\mu\text{g P l}^{-1}$ vil falde til 181 $\mu\text{g P l}^{-1}$ eller 152 $\mu\text{g P l}^{-1}$ som gennemsnit, hvis punktkilder fjernes. Der vil dog stadigvæk være tale om meget næringsrige forhold, så der kan kun forventes mindre ændringer i sigtddybden. Ligning 2 passer bedst til de målte koncentrationer. Det er dog usikkert, i hvilken omfang næringsstoff tilbageholdelsen ændres, hvis søen bliver mere fersk. Generelt vil ferskvandssedimenter have et højere potentiale til at tilbageholde fosfor, fordi bindingen af fosfor til oxiderede jernforbindelser mindskes ved øget indhold af sulfat p.g.a. dannelsen af jernsulfid. Betydningen af den interne belastning med fosfor og søkoncentrationen i den nuværende situation understreges af, at der måles højere søkoncentrationer end indløbskoncentrationer.

Når der etableres et stem i afløbet til Østerild Fjord, forhindres tilbageløb fra den mere salte Østerild Fjord. Det muliggør en mere fersk Arup Vejle, hvilket potentielt åbner op for bedre vilkår for det større dyreplankton. De nuværende næringsstofniveauer i Arup Vejle er dog stadigvæk meget høje, og der må forventes en stor bestand og et højt prædationstryk fra fisk, som vil forhindre et øget græsningstryk fra dyreplanktonet på planteplanktonet. Derfor forventes de mulige positive effekter af mindsket saltholdighed ikke at kunne slå igennem, før næringsstoffindholdet er reduceret yderligere.

7.4 Østerild Fjord

Scenarie 2

Dette scenarie vil ikke påvirke tilstanden i Østerild Fjord.

Scenarie 3

Der forventes ikke målbare effekter af dette scenarie på tilstanden i Østerild Fjord.

Scenarie 4+5.

Disse scenarier vil reducere den nuværende næringsstofftilførsel lidt set i forhold til i dag og vil derved også potentielt føre til en beskeden forbedring i forhold til den nuværende tilstand. På sigt kan der dog forventes et mindre fald i næringsstofftilførslen på grund af forbedringerne, der opnås i Arup Vejle.

Scenarie 8

Scenarie 8 vil påvirke både de hydrauliske og næringsstofmæssige forhold i Østerild Fjord (tabel 7.2 og 7.3). Vandgennemstrømningen vil mere end fordobles, og tilsvarende vil vandets opholds reduceres til gennemsnitlig ca. 1½ mdr. De modelmæssige betragtninger viser her, at søkoncentrationen af fosfor vil stige efter gennemførelsen af scenariet, hvilket kan føre til en forværring af de nuværende forhold. Den beregnede stigning i fosforindhold vil være fra et gennemsnit på 150 til 213 eller 190 $\mu\text{g P l}^{-1}$, afhængig af om punktkilder fjernes.

Stigningen i næringsstofindholdet skyldes, at Østerild Fjord vil modtage næringsrigt vand fra Arup Vejle. Der skal her gøres opmærksom på, at der i mangel af bedre data som indløbskoncentration til Østerild Fjord er anvendt den beregnede søkoncentration i Arup Vejle (formel 2). Formel 2 er valgt frem for formel 1, fordi den ser ud til at ramme de målte koncentrationer i 2004 bedre.

7.5 Samlet vurdering af scenarier

Det er fortrinsvis ved scenarie 2, hvor den forstærkede dæmning omkring Tømmerby Fjord hindrer indstrømning af næringsrigt vand til Tømmerby Fjord, scenarie 4+5, der giver en mindre næringsstofbelastning af Arup Vejle, samt scenarie 8, hvor vandet fra et større opland ledes til Arup Vejle og videre til Østerild Fjord, at der kan forventes væsentlige ændringer i de tre søers tilstand. Scenarie 2 vil på sigt forbedre vandkvaliteten i Tømmerby Fjord betydeligt, scenarie 4+5 vil give en mindre forbedring i Arup Vejle, og scenarie 8 vil ændre tilstanden i Arup Vejle i positiv retning, mens der er risiko for forringet tilstand i Østerild Fjord. I tabel 7.3 er der givet en oversigt over, hvordan tilstanden kan forventes at ændre sig på baggrund af modelberegninger (se afsnit 7.1).

For både Arup Vejle og Østerild Fjord betyder det større opland en betydeligt hurtigere vandgennemstrømning, så vandets opholdstid bliver ca. halveret til kun 0,09 år i Arup Vejle og ca. 0,11 år i Østerild Fjord. På den måde vil søkoncentrationen i højere grad end tidligere blive bestemt af indløbskoncentrationen og i mindre grad af en eventuel intern frigivelse fra sedimentet.

Den overordnede konklusion for tilstanden i Tømmerby Fjord er, at tilstanden på sigt ville kunne forbedres væsentlig, såfremt indsivningen af næringsrigt vand stoppes, som angivet ved scenarie 2. Konklusionen for Arup Vejle og Østerild Fjord, hvis scenarie 8 eller scenarie 4+5 gennemføres, er, at begge søer stadigvæk vil være næringsrige med fosforkoncentrationer omkring eller over 100 $\mu\text{g P l}^{-1}$. Scenarie 4+5 og scenarie 8 vil bringe Arup Vejle et skridt i den rigtige retning, men der vil stadigvæk være for høje fosforkoncentrationer i det vand, der tilføres til, at der kan forventes væsentlige forbedringer. For Østerild Fjord vil scenarie 8 - specielt indtil en eventuel intern belastning er mindsket - kunne have en negativ effekt på vandkvaliteten, fordi den tilføres mere næringsrigt vand via Arup Vejle.

Et usikkert moment er betydningen og varigheden af den interne fosforbelastning. De målte koncentrationer af fosfor er generelt væ-

sentlige (hvis ligning 1 anvendes) eller noget (hvis ligning 2 anvendes) højere end de beregnede. Dette kunne tyde på en betydelig indflydelse fra sedimentet. Denne indflydelse vil efterhånden mindskes, især hvis der er en hurtig gennemstrømning med mere næringsfattigt vand. Ændringen fra brakvand til ferskvand kan også bidrage til at øge sedimentets fosforbindingskapacitet.

Tabel 7.3 Modelberegninger for scenarie 2 for Tømmerby Fjord samt scenarie 4+5 og scenarie 8 for Arup Vejle og Østerild Fjord med udgangspunkt i 2004 data. Se også tabel 7.1. Der er regnet både med og uden punktkilder til Arup Vejle angivet ved henholdsvis sce 8_in og sce 8_ex. I de to beregningsscenarier er der anvendt henholdsvis model (1) og (2), som angivet i afsnit 7.1. Som indløbskoncentration til Østerild Fjord i de to scenarier er regnet med den beregnede søkoncentration fra Arup Vejle. Der er regnet med søkoncentrationen beregnet ud fra ligning 2, fordi denne rammer nærmest de målte koncentrationer i 2004. Chla og sigtddybde er hhv. årsgennemsnit i biomassen af planteplankton målt som klorofyl *a* og vandets gennemsigtighed målt som sigtddybden. Data i parentes angiver målte værdier i 2003 (der er ikke så mange data fra 2004).

| Sø/år | Psø beregnet ved ligning 1 (ferskvand) | | | Psø beregnet ved ligning 2 (brakvand) | | |
|---------------------|--|--------------|-----------------|---------------------------------------|--------------|-----------------|
| | Psø µg P/l | Chla µg/l | Sigtddybde m | Psø µg P/l | Chla µg/l | Sigtddybde m |
| Tømmerby, målt 2004 | 86 (61) | 35 (29) | 1,0 (0,8) | - | - | - |
| Tømmerby, sce 2 | 10 | 4 | 2,8 | - | - | - |
| Arup, målt 2004 | 130 (252) | 55 (126) | 0,8 (0,4) | 218 (252) | 94 (126) | 0,7 (0,4) |
| Arup, sce 4+5 | 58 | 23 | 1,2 | 97 | 40 | 1,0 |
| Arup, sce 8_in | 108 | 45 | 0,9 | 181 | 77 | 0,7 |
| Arup, sce 8_ex | 91 | 38 | 1,0 | 152 | 65 | 0,8 |
| Østerild, målt 2004 | 89 (170) | 37 (107) | 1,0 (0,4) | 150 (170) | 64 (107) | 0,8 (0,4) |
| Østerild, sce 4+5 | 72 | 29 | 1,1 | 121 | 51 | 0,9 |
| Østerild, sce 8_in | 127 | 53 | 0,8 | 213 | 92 | 0,7 |
| Østerild, sce 8_ex | 113 | 47 | 0,9 | 190 | 82 | 0,7 |

8 Referencer

Hedeselskabet (2005). De Vestlige Vejler. Eksisterende og fremtidige afvandsforhold. Rapport til Viborg amt.

Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. 1997: Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 211: 103 s.

Jeppesen, E., Søndergaard, M., Amsinck, S., Jensen, J.P., Lauridsen, T.L., Pedersen, L.K., Landkildehus, F., Nielsen, K., Ryves, D., Bennike, O., Krog, G., Schriver, P. & Christensen, I. (2002): Søerne i De Østlige Vejler. Faglig rapport fra DMU nr. 394. 92 s.

Mortensen, E., Jensen, H.J., Møller, J.P. & Timmermann, M. (1990): Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelserprogram, fiskeredskaber og metoder. – Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.

[Tom side]

9 Bilag

9.1 Arealanvendelse

Arealanvendelsen i oplandet til De Vestlige Vejler opgjort ud fra top10 DK (tabel 9.1 og 9.2). Se figur 2.2 for inddeling af oplandet.

Tabel 9.1 Arealanvendelse for oplandet til De Vestlige Vejler opgjort ud fra top 10 DK.

| | Tømmeby Å, Langvad | Tømmerby Å, | Arup og Vesløs Vejle | Delopland nord for Vesløs Vejle | Østerild Bæk - 300 m før udløb i Østerild Fjord | Pumpelag øst for Østerild Fjord | Opland Østerild Fjord ex. Opland til Østerild Bæk |
|------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------|---|--|--|
| Oplands nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Ferskvand (ha) | 45,70 | 613,97 | 395,98 | 21,47 | 18,16 | 0,18 | 445,44 |
| Naturarealer (ha) | 930,78 | 660,14 | 399,37 | 127,17 | 206,29 | 4,04 | 166,45 |
| Skov (ha) | 982,04 | 400,26 | 1,17 | 85,14 | 1055,85 | 0,00 | 1,57 |
| Landbrug (ha) | 1121,90 | 1440,53 | 285,39 | 227,22 | 925,68 | 83,99 | 282,17 |
| Befæstet (ha) | 72,84 | 93,03 | 19,02 | 4,27 | 67,01 | 1,03 | 23,28 |
| Grønne områder (ha) | 4,93 | 3,67 | 0,96 | 0,00 | 3,70 | 0,00 | 0,01 |
| Total opland (ha) | 3158,19 | 3211,60 | 1101,89 | 465,27 | 2276,70 | 89,24 | 918,92 |

Tabel 9.2 Procentvis fordeling af oplandsarealer inklusiv ferskvandsareal.

| | Tømmeby Å, Langvad | Tømmerby Å, | Arup og Vesløs Vejle | Delopland nord for Vesløs Vejle | Østerild Bæk - 300 m før udløb i Østerild Fjord | Pumpelag øst for Øste- rild Fjord | Opland Øs- terild Fjord ex. Opland til Østerild Bæk |
|------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Oplands nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Ferskvand (ha) | 1,4 | 19,1 | 35,9 | 4,6 | 0,8 | 0,2 | 48,5 |
| Naturarealer (ha) | 29,5 | 20,6 | 36,2 | 27,3 | 9,1 | 4,5 | 18,1 |
| Skov (ha) | 31,1 | 12,5 | 0,1 | 18,3 | 46,4 | 0,0 | 0,2 |
| Landbrug (ha) | 35,5 | 44,9 | 25,9 | 48,8 | 40,7 | 94,1 | 30,7 |
| Befæstet (ha) | 2,3 | 2,9 | 1,7 | 0,9 | 2,9 | 1,2 | 2,5 |
| Grønne områder (ha) | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| Total opland (ha) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

9.2 Opgørelse af antal ejendomme samt belastningen herfra i de forskellige oplande.

Belastningsopgørelsen af antal ejendomme er lavet på baggrund af oplysninger om af oplysninger fra BBR registret over renseforanstaltninger på de enkelte ejendomme. Miljøstyrelsens angivelser af rensegrader for de forskellige typer er anvendt til beregning af kvælstof og fosfor belastningen.

Tabel 9.3 Opgørelse af antal ejendomme i de forskellige oplande (se figur 2.2).

| | Opl 1 | Opl 2 | Opl 3 | Opl 4 | Opl 5 | Opl 6 | Opl 7 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mekanisk rensning med nedsivningsanlæg med tilladelse | 29 | 19 | 9 | 4 | 15 | 1 | 8 |
| Mekanisk rensning med nedsivningsanlæg | 74 | 60 | 15 | 10 | 63 | 1 | 19 |
| Mekanisk rensning med privat udledn. dir. til vandløb, sø eller hav | 0 | 11 | 19 | 3 | 8 | 1 | |
| Mekanisk og biologisk rensning | 0 | 3 | 11 | 2 | 0 | 0 | |
| Anden type afløb | 8 | 10 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Antal ejendomme i alt | 111 | 103 | 56 | 19 | 88 | 3 | 27 |
| Kvælstof (kg) | 79,2 | 237,6 | 316,8 | 49,5 | 99 | 9,9 | 0 |
| Fosfor (kg) | 18 | 54 | 72 | 11,25 | 22,5 | 2,25 | 0 |

Tabel 9.4 Antal dyreenheder inden for de forskellige oplande (se figur 2.2). Data fra CHR for året 2002.

| | Opl 1 | Opl 2 | Opl 3 | Opl 4 | Opl 5 | Opl 6 | Opl 7 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kvægbrug | 63 | 1259 | 272 | 17 | 487 | 0 | 532 |
| Svinebrug | 31 | 593 | 319 | 257 | 400 | 25 | 373 |
| Andet | 21 | 12 | 2 | 0 | 14 | 0 | 0 |
| Sum | 115 | 1864 | 593 | 274 | 901 | 25 | 905 |

9.3 Punktkildebidrag.

En samlet oversigt over punktkildebidragene er givet i tabel 9.5. Langt det største bidrag fra punktkilder til vandløbene i De Vestlige Vejer er bidraget fra Frøstrup Renseanlæg. Det bidrog i 2004 med 2,2 ton kvælstof og 590 kg fosfor (tabel 9.6).

Tabel 9.5 Punktkildebidrag (data fra 2004). Se figur 2.2 for oplande.

| | Opland 1 | | Opland 3 | | Opland 5 | | Opland 5+7 | |
|-------------------|---------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | Tømmerby Å, Langvad | | Arup Vejle | | Østerild Bæk | | Opland til Østerild Fjord | |
| | Kvælstof (kg) | Fosfor (kg) | Kvælstof (kg) | Fosfor (kg) | Kvælstof (kg) | Fosfor (kg) | Kvælstof (kg) | Fosfor (kg) |
| Renseanlæg: | 2237,2 | 589,5 | | | | | | |
| Overløbsbygværk | 26,8 | 7 | | | | | | |
| Sep. overfl. vand | 50,4 | 12,6 | 30,1 | 7,6 | 25,4 | 6,4 | 82,2 | 20,5 |
| Punktkilder total | 2314,4 | 609,1 | 30,1 | 7,6 | 25,4 | 6,4 | 82,2 | 20,5 |

Tabel 9.6 Bidrag af kvælstof og fosfor fra reneanlægget i Frøstrup i årene 1995-2004.

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Total kvælstof (kg) | 3283 | 3596 | 3576 | 2638 | 2065 | 2377 | 2462 | 1975 | 2204 | 2237 |
| Total fosfor (kg) | 1108 | 1024 | 820 | 718 | 557 | 678 | 633 | 506 | 501 | 590 |

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser – DMU – er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejløsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2005

- Nr. 533: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). Sub-project atmosphere. By Skov, H. et al. 55 pp. (electronic)
- Nr. 534: Control of pesticides 2003. Chemical Substances and Chemical Preparations.
By Krongaard, T., Petersen, K.T. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 535: Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Af Dahl, K. (red.) et al. 158 s. (elektronisk)
- Nr. 536: Aromatiske kulbrinter i produceret vand fra offshore olie- og gasindustrien. Test af prøvetagningsstrategi.
Af Hansen, A.B. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 537: NOVANA. National Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description – Part 2.
By Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B. (eds.). 137 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 538: Tungmetaller i tang og musling ved Ivituut 2004. Af Johansen, P. & Asmund, G. 27 s. (elektronisk)
- Nr. 539: Anvendelse af molekylærgenetiske markører i naturforvaltningen.
Af Andersen, L.W. et al. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 540: Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004.
Af Pedersen, K.H., Jørgensen, B. & Asmund, G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 541: Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. By Olesen, H.R. et al. 60 pp. (electronic)
- Nr. 542: Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Principper og resultater.
Af Schou, J.S. & Abildtrup, J. 64 s. (elektronisk)
- Nr. 543: Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation. By Hasler, B. et al. 173 pp. (electronic)
- Nr. 544: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2004, Part 1 Measurements.
By Kemp, K. et al. 64 pp. (electronic)
- Nr. 545: Naturbeskyttelse og turisme i Nord- og Østgrønland. Af Aastrup, P. et al. 131 pp. (electronic)
- Nr. 546: Environmental monitoring at the Nalunaq Mine, South Greenland, 2004.
By Glahder, C.M. & Asmund, G. 32 pp. (electronic)
- Nr. 547: Contaminants in the Atmosphere. AMAP-Nuuk, Westgreenland 2002-2004.
By Skov, H. et al. 43 pp (electronic)
- Nr. 548: Vurdering af naturtilstand. Af Fredshavn, J & Skov, F. 93 s. (elektronisk)
- Nr. 549: Kriterier for gunstig bevaringsstatus for EF-habitatdirektivets 8 marine naturtyper.
Af Dahl, K. et al. 39 s. (elektronisk)
- Nr. 550: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H. (red.) et al. 205 s., 200,00 kr.
- Nr. 551: Marine områder 2004 – Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. NOVANA.
Af Ærtebjerg, G. et al. 94 s. (elektronisk)
- Nr. 552: Landovervågningsoplande 2004. NOVANA. Af Grant, R. et al. 140 s. (elektronisk)
- Nr. 553: Søer 2004. NOVANA. Af Lauridsen, T.L. et al. 62 s. (elektronisk)
- Nr. 554: Vandløb 2004. NOVANA. Af Bøgestrand, J. (red.) 81 s. (elektronisk)
- Nr. 555: Atmosfærisk deposition 2004. NOVANA. Af Ellermann, T. et al. 74 s. (elektronisk)
- Nr. 557: Terrestriske naturtyper 2004. NOVANA. Af Strandberg, B. et al. 58 s. (elektronisk)
- Nr. 558: Vandmiljø og Natur 2004. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Andersen, J.M. et al. 132 s. (elektronisk)
- Nr. 559: Control of Pesticides 2004. Chemical Substances and Chemical Preparations.
By Krongaard, T., Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 560: Vidensyntese indenfor afsætning af atmosfærisk ammoniak. Fokus for modeller for lokal-skala.
Af Hertel, O. et al. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 561: Aquatic Environment 2004. State and trends – technical summary.
By Andersen, J.M. et al. 62 pp., DKK 100,00.
- Nr. 562: Nalunaq environmental baseline study 1998-2001. By Glahder, C.M. et al. 89 pp. (electronic)
- Nr. 563: Scientific and technical background for intercalibration of Danish coastal waters.
By Petersen, J.K. & Hansen, O.S. (eds.) et al. 72 pp. (electronic)

2006

- Nr. 564: Styringsmidler i naturpolitikken. Miljøøkonomisk analyse.
Af Schou, J.S., Hasler, B. & Hansen, L.G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 567: Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, south Greenland, 2005.
By Glahder, C.M. & Asmund, G. 35 pp. (electronic)
- Nr. 569: Anskydning af vildt. Konklusioner på undersøgelser 1997-2005. Af Noer, H. 35 s. (elektronisk)

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 978-87-7772-918-8
ISSN 1600-0048