



Naturskolen

## Åløkkestedet

Hudevad Byvej 20, 5792 Årslev  
www.naturskolen-aaloekkestedet.dk  
tlf. 65 97 31 20

13. december 2007

## Søundersøgelser 2007

Søundersøgelserne har i 2007 omfattet

- analyse af plante- og dyreplankton i Nordsø på tre udvalgte datoer
- måling af sigtdybder og vandstande i Nordsø på samme datoer

Årets overvågningsprogram er udført i samarbejde med ferskvandsbiolog Jacob Peter Jacobsen, Orbicon A/S, Jens Juuls Vej 18, 8260 Viby J.

Jacob P. Jacobsens rapport med bilag er modtaget i november 2007 og forefindes på Naturskolen Åløkkestedet. Rapportens centrale afsnit gengives herunder i *blå kursiv*. Ligeledes gengives udvalgte fotos fra rapporten med Jacob P. Jacobsens billedtekster.

### Udtagning af prøver

Udtagning af prøverne til planktonanalyse er foretaget

- 25. april 2007
- 26. juni 2007
- 29. august 2007

med henblik på at dække sommersæsonen bedst muligt. Jacob P. Jacobsen havde anbefalet 6 – 8 prøver fordelt over forårs-, sommer- og efterårsperioden. Imidlertid måtte undersøgelsen af budgetmæssige årsager indskrænkes til 3 prøveudtagninger. Hver prøveudtagning omfatter både planteplankton og dyreplankton.

Prøverne blev udtaget fra båd dels med vandhenter (kvantitative analyser) dels med plankton-net (kvalitative analyser) i nøje overensstemmelse med Jacob P. Jacobsens anvisninger (se bilag 1). Prøverne blev konserveret med sur lugol og sendt til Jacob P. Jacobsen, Orbicon A/S. Prøveudtagningerne blev foretaget af naturvejleder Elsebeth Pedersen og naturvejleder Carsten O. Hansen, Naturskolen Åløkkestedet, Tarup-Davinde I/S.

### Bearbejdning af prøver

*Planteplankton: Den kvantitative oparbejdning af planteplanktonprøverne blev foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Utermöhls sedimentationsteknik (Utermöhl, 1958). Der blev anvendt sedimentationskamre med volumen 10 ml.*

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

Det er tilstræbt at tælle mindst 100 individer/coenobier/kolonier af de hyppigst forekommende arter/identifikationstyper i hver prøve. Et tælleletal på ca. 100 medfører en usikkerhed på ca. 20%.

Volumen af de enkelte arter/identifikationstyper er beregnet ved hjælp af passende geometriske formler (Edler, 1979) ud fra lineære dimensioner opmålt løbende under optællingen. Beregningsgrundlaget er ca. 10 målinger af hver art/identifikationstype i hver prøve. Standardafvigelsen er angivet, hvor det var muligt. De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater tilhørende klassen Cryptophyceae, flagellater, der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfikserede prøver, og celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper. Volumen af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

De kolonidannende blågrønalger er ofte vanskelige at kvantificere i planteplanktonprøver på grund af cellernes mere eller mindre spredte placering i koloniernes uregelmæssigt formede gelé. For de arter det er muligt, er der anvendt ultralyd for at ødelægge kolonierne så enkeltceller kan tælles.

For hver art/identifikationstype er angivet GALD-værdien (individets største dimension).

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Jacob Peter Jacobsen.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabehandlingsprogrammet "PLANKTONsys".

Alle gennemsnit er beregnet som tidsvægtede gennemsnit.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

**Dyreplankton:** Til kvantitativ opgørelse og identifikation blev de sedimenterede prøver optalt i omvendt mikroskop og de filtrerede prøver i stereolup. Yderligere identifikation blev foretaget i retvendt mikroskop.

Oparbejdningen af den sedimenterede og filtrerede prøve er så vidt muligt foretaget i overensstemmelse med overvågningsprogrammets vejledning "Zooplankton i søer – metoder og artsliste", miljøprojekt nr. 205, som der derfor henvises til for detaljeret beskrivelse af metodik.

Dyreplanktonets biomasse er beregnet efter længde-/vægtrelationer og længde-/volumenrelationer (McCauley, 1984, "Zooplankton i søer – metoder og artsliste", miljøprojekt nr. 205 samt "Interkalibrering af dyreplanktonundersøgelser i søer, teknisk anvisning fra DMU, nr. 11, 1996). Biomassen er opgivet i  $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg}$  vådvægt/l. Beregningerne er for alle grupper foretaget som et gennemsnit af de individuelle biomasseværdier. Ud fra biomasserne er der beregnet kulstofindhold,  $\mu\text{g C/l}$ , bilag 10, og tørstof,  $\mu\text{g/l}$ .

Græsningsraterne er beregnet ud fra anvisningerne angivet i Miljøstyrelsens vejledning "Zooplankton i søer – metoder og artsliste", miljøprojekt nr. 205.

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Viggo Mahler.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabehandlingsprogrammet "PLANKTONsys".

Alle gennemsnit er beregnet som tidsvægtede gennemsnit. Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

## Resultater Planteplankton

Der blev i alt i Nordsøen registreret 65 arter/identifikationstyper i perioden april-august, se tabel 1.

Gruppe		Antal
Nostocophyceae	Blågrønalger	11
Cryptophyceae	Rekylalger	5
Dinophyceae	Furealger	4
Chrysophyceae	Gulalger	2
Synurophyceae	Skælbærende gulalger	1
Diatomophyceae	Kiselalger	8
Tribophyceae	Gulgrønalger	-
Prymnesiophyceae	Stilkalger	1
Euglenophyceae	Øjealge	2
Prasinophyceae	Prasinophyceer	-
Chlorophyceae	Grønalger	28
Ubestemte flagellater	Ubestemte flagellater	3
		<b>65</b>

Tabel 1. Oversigt over registrerede grupper af planteplankton i Nordsø i 2007.

Artsrigdommen er dermed relativ stor i Nordsøen set i forhold til det få antal prøver der er taget og analyseret i 2007. Der blev registreret 3 egentlige rentvandsarter, nemlig de små gulalger *Spiniferomonas* sp. og *Uroglena* sp. samt den skælbærende gulalgeslægt *Mallomonas* (Der er registreret flere arter, hvor kun *Mallomonas caudatum* er bestemt til art). Dog er der flere arter af koblingsalger, *Cosmarium* og *Closterium*, der er registreret i de tre prøver, og hvilke er arter der oftest træffes i søer med en god-moderat vandkvalitet.

Der er registret 11 arter af blågrønalger, hvor af de 7 regnes for potentielt toksiske arter indenfor følgende 4 blågrønalgeslægter: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Limnothrix* og *Pseudanabaena*. De skal dog optræde i langt større koncentrationer, end det er tilfældet i Nordsøen, for at udgøre nogen som helst risiko for f.eks. drikkende fugle og hunde.

Ligeledes regnes den lille stilkalge *Chrysochromulina parva* som fisketoksisk, idet den er sat i forbindelse med fiskedød. Den anses ikke at være skadelig for mennesker. *C. parva* er fundet i juni, men deres biomasse var ikke tilstrækkelig til at udgøre nogen risiko.

Planteplanktonets biomasse (opgjort som mg vådvægt/l = mg vv/l eller mm<sup>3</sup>/l) er beregnet til 0,7 mm<sup>3</sup>/l. Biomassen er beregnet som tidsvægtet sommern gennemsnit af de tre prøver, hvor hver prøve havde følgende værdier: 25.04.2007: 0,9 mm<sup>3</sup>/l, 26.06.2007: 0,7 mm<sup>3</sup>/l og 29.08.2007: 0,4 mm<sup>3</sup>/l, se figur 10.

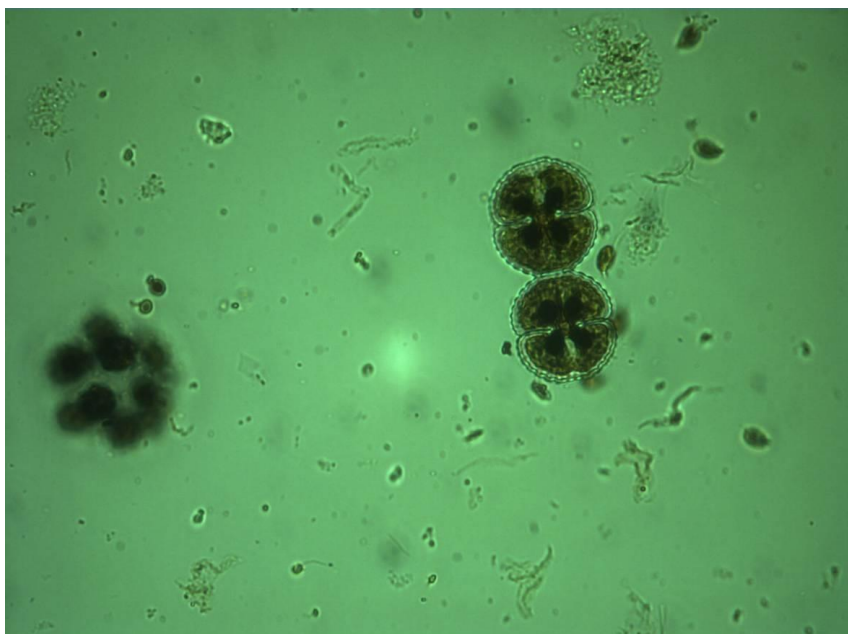
I april dominerede rekylalger i forskellige størrelsesgrupper (20-30µm, 30-40µm og 40-50µm) med 87% af biomassen, mens gulalger og grøn timer udgjorde hver godt 6%. Blandt gulalgerne var det *Mallomonas* spp. der dominerede, mens det var forskellige typer grøn timer (små og større solitære og kolonidannende).

I juni var det den lille stilkalge *Chrysochromulina parva*, der dominerede med 37% af den samlede biomasse. Subdominans forekom af blågrønalgeslægten *Anabaena* med 25% af biomassen, med *Anabaena cif. mendotae* som den dominerende art. Øjealgerne havde en forholdsvis stor andelsbiomasse (13%) af en ubestemt art.

I slutningen af august forekom der nogenlunde co-dominans mellem furealger (32%), rekylalger (29%) og grøn timer (26%). Furealgerne var domineret af de store *Ceratium hirundinella* og *Peridinium willei*.

## Billeder

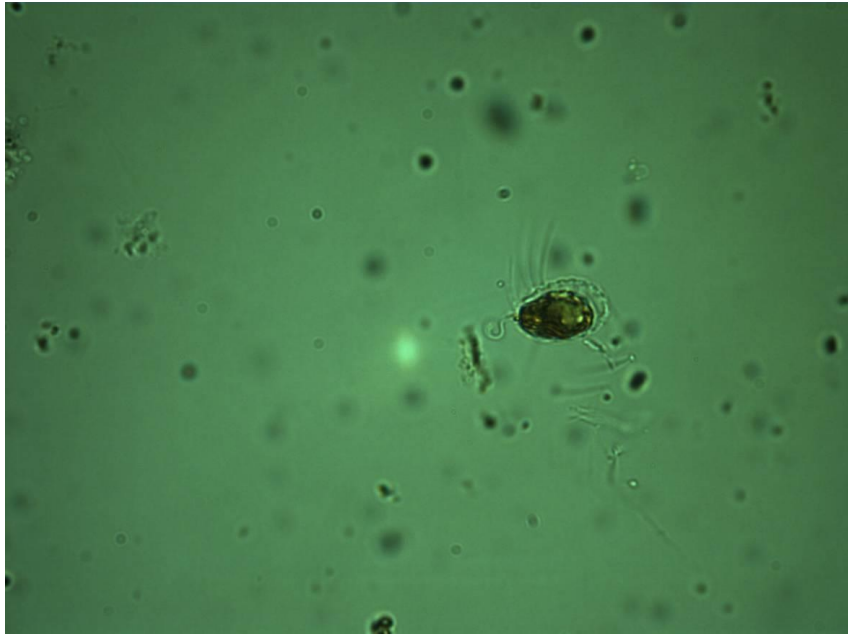
(Alle fotos og billedtekster af ferskvandsbiolog Jacob P. Jacobsen, Orbicon A/S.)



Figur 1: *Cosmarium* sp. Billedet viser to celler, der er ved at dele sig. *Cosmarium* hører til blandt koblingsalgerne (grønalger), hvilket erkendes ved deres symmetri omkring midteraksen. Der er registreret flere arter. Slægten hører til blandt de alger, der oftest optræder i søer i en god økologisk balance.



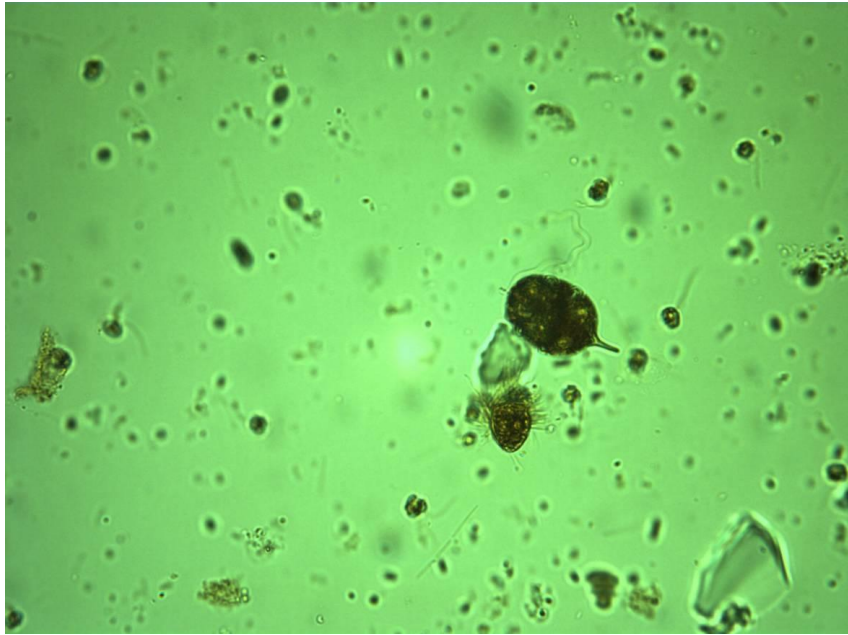
Figur 2: *Ceratium hirundinella* kendes som en markant furealge på sine horn. Midterfuren kan erkendes på billedet over det mindste, nedre horn i højre side. I denne fure ligger en svingtråd, som ved bevægelse får algen til at rotere. Som de andre furealger har de foruden en midterfure også en længdefure, med hvilke de kan bevæge sig op og ned i vandfasen. *C. hirundinella* kan foretage vertikale vandring i vandsøjlen, hvor den om natten opholder sig på dybt vand, hvor den optager næringsstoffer, og om dagen vandrer op i de øvre lag for at udføre fotosyntese. Dette giver arten væsentlige konkurrencemæssige fordele i forhold til andre alger. Disse vandring foretager de ofte, når der er mangel på næringsstoffer i de øvre vandmasser.



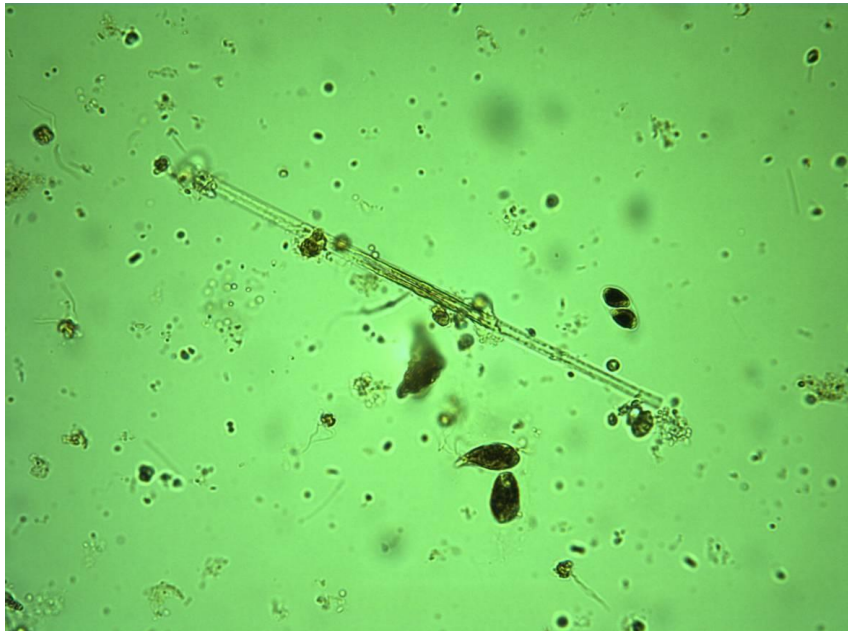
Figur 3: *Mallomonas caudatum*. En gulalge der hører til blandt de egentlige rentvandsarter. Arten optræder ofte i foråret.



Figur 4: *Anabaena* sp (billede taget med fasekontrast). En blågrønalgeslægt der er potentielt toksisk. Slægten skal dog optræde i langt større koncentrationer for at udgøre en risiko for f.eks. drikkende fugle og hunde.



Figur 5: *Euglenoid, øjealge*. Der blev registreret en del af disse store øjealger med piskesvingtråd i forenden og en forlænget spids i bagenden. Algen bevæger sig fremad ved at piske svingtråden som en propel på et fly. Nedenunder ligger en ciliat. Der ses desuden en del *Chrysochromulina parva*.



Figur 6: En stor pennat kiselalge og diverse rekyalger. De små celler på billedet er aflange grønalger, der ofte ses i søer med en god vandkvalitet.

## Dyreplankton

*Der blev i Nordsø registreret i alt 36 arter/identifikationstyper i perioden april-august 2007, tabel 2.*

Gruppe		Antal
Rotatoria	Hjuldyr	14
Cladocera	Dafnier	11
Calanoida	Calanoide vandlopper	2
Cyclopoida	Cyclopoide vandlopper	7
Meroplankton	Meroplankton	2
		<b>36</b>

Tabel 2. Oversigt over registrerede grupper af dyreplankton, antallet af arter/identifikationstyper i Nordsø i 2007.

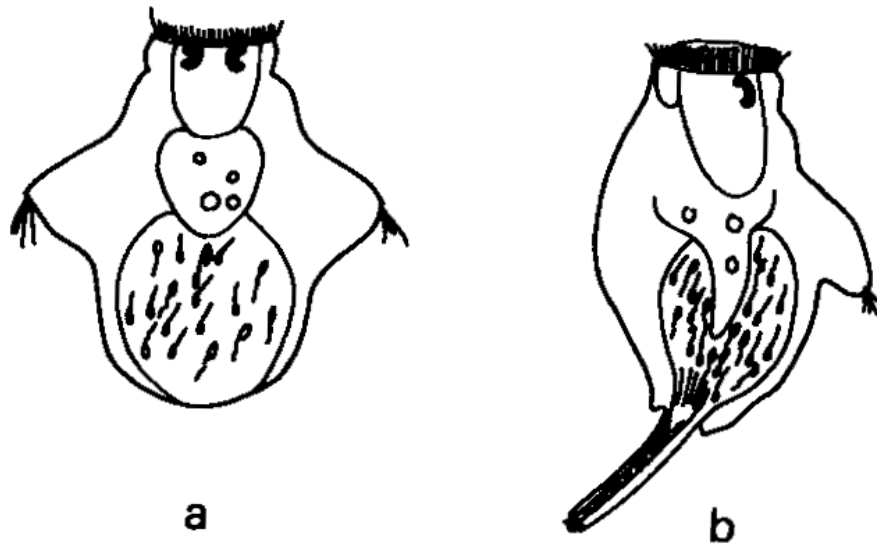
*Artsrigdommen var moderat, dog skal det sætte i relation til, at der kun er analyseret 3 prøver i 2007. Der er kun registreret en enkelt egentlig rentvandsart, nemlig hjuldyret *Hexarthra mira*. Hjuldyret *Lecane quadridentata* anses i nogle tilfælde som en rentvandsart, og denne blev fundet i august. Der er imidlertid registreret flere arter blandt hjuldyrene der er knyttet til vegetation i søen; *Lecane luna*, *Lecane quadridentata*, *Rotaria neptunia* og *Testudinella patina*. Deres tilstedeværelse tyder på en god udviklet undervandsvegetation.*

*Dyreplanktonets samlede biomasse (opgjort som  $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt}/\text{l} = \text{mg vv}/\text{l}$ ) blev opgjort til  $2,8 \text{ mm}^3/\text{l}$ . Biomassen er beregnet som tidsvægtet sommergennemsnit af de tre prøver, hvor hver prøve havde følgende værdier: 25.04.2007:  $6,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ , 26.06.2007:  $1,8 \text{ mm}^3/\text{l}$  og 29.08.2007:  $1,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ , se figur 10.*

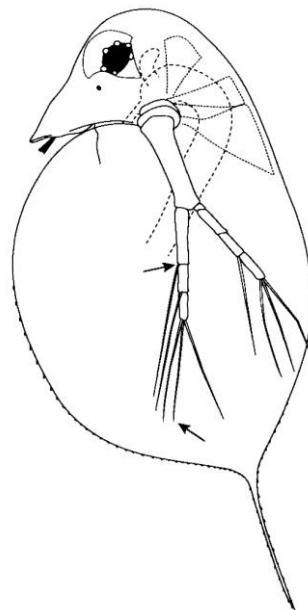
*I april var det dafnier der dominerede med 82% af biomassen, især den store *Daphnia hyalina*. De cyclopoide vandlopper udgjorde 14%.*

*I juni dominerede de cyclopoide vandlopper med 66% af biomassen med *Mesocyclops leuckarti* som dominerende art. Det store rovlevende hjuldyr, *Asplanchna priodonta*, forekom i juni med betydelig biomasse ( $0,3 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 14% af den samlede biomasse.*

*I slutningen af august var der dominans af cyclopoide vandlopper, med sub-dominans af dafnier.*



Figur 7: Hjuldyret *Hexarthra mira*, en rentvandsart, der kan leve selv ved lave koncentrationer af planteplankton. (a) set bagfra (b) set fra siden. Fundet i augustprøven. Op til 50  $\mu\text{m}$ . Her på tegningen en han. (Efter Wesenberg-Lund)



Figur 8: *Daphnia hyalina* er den store dafnie på op til 1,5 mm længde, som dominerede dyreplanktonet i Nordsø i april. (Efter Glagolev)



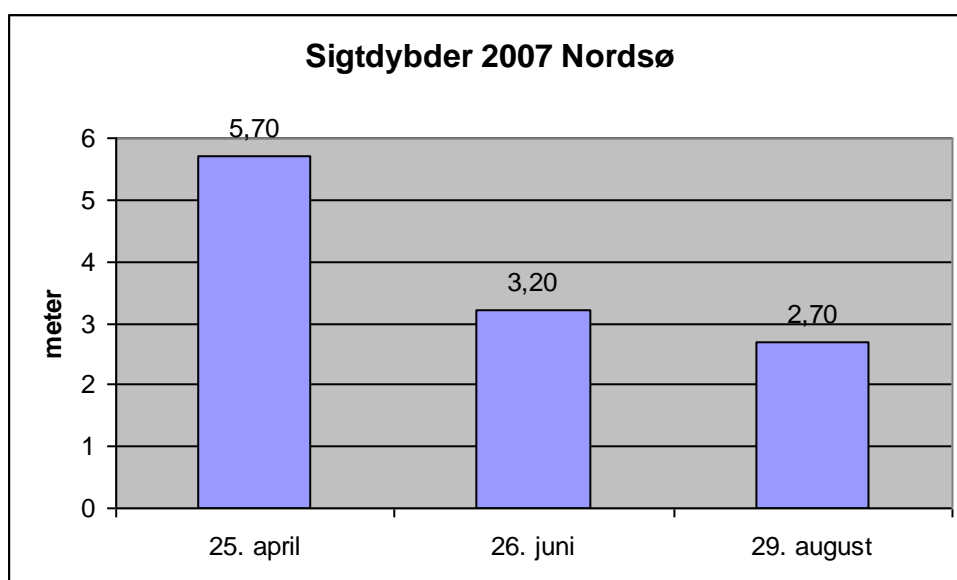
## Græsning

Dyreplanktonets græsningstryk på planteplanktonet lå på 168% i april, på 53% i juni og på 95% i august. 100% svarer til en græsning på 1 døgn. At græsningen ligger på 168% betyder, at dyreplanktonet har kunnet græsse planteplanktonet på 0,6 døgn. Omvendt gælder for en græsningsrate på 53%, at dyreplanktonet vil græsse den tilgængelige planteplanktonbiomasse på godt 2 døgn.

Beregningsmæssigt ville dyreplanktonets græsning have påvirket planteplanktonbiomassens niveau i april. Det kan tolkes derhen, at planteplanktonet i væsentlig grad har været styret af græsningen fra dyreplanktonet i april. Denne fase kendes fra søer i god økologisk balance som "rent-vandsfasen". Dette kommer af, at dyreplanktonet har været i stand til at græsse så meget på planteplanktonet, at planteplanktonets niveau bliver så lavt, at gennemsigtigheden af vandet forøges væsentligt. Dette fænomen vil kunne ses på målingerne af sigtdybden, se figur 9. Fasen kommer ofte senere på foråret, men pga. det utroligt varme forår i 2007 har processerne været hurtigere end ellers.

Omvendt ser det imidlertid ud til, at det har været næringsstofniveauerne i Nordsøen, der har kontrolleret planteplanktonbiomassen i juni og august, og i mindre grad græsningen fra dyreplanktonet. Dog vil det være svært at sige noget entydigt om dynamikken blandt både plante- og dyreplanktonet, da der kun er 3 prøver at analysere på. Optimalt ville have været et sted mellem 6-8 prøver fordelt over forår, sommer og efterår.

På baggrund af biomassenniveauerne af det tilgængelige planteplankton, har dyreplanktonet antageligt ikke været fødebegrænset på noget tidspunkt i de dage, hvor prøverne er udtaget.



Figur 9: Sigtdybden måles med en hvid skive, der nedsænkes i vandet, indtil den lige akkurat ikke kan ses længere. Afstanden fra vandoverfladen til skiven måles. April-målingen er den største sigtdybde, der har været målt i Nordsø i de sidste 6 år. Dette er bl.a. et resultat af dyreplanktonets effektive græsning på planteplanktonet i forårssæsonen. Bunddybden blev samme sted målt til 5,90 m. (Naturskolen Ålækkestedet)

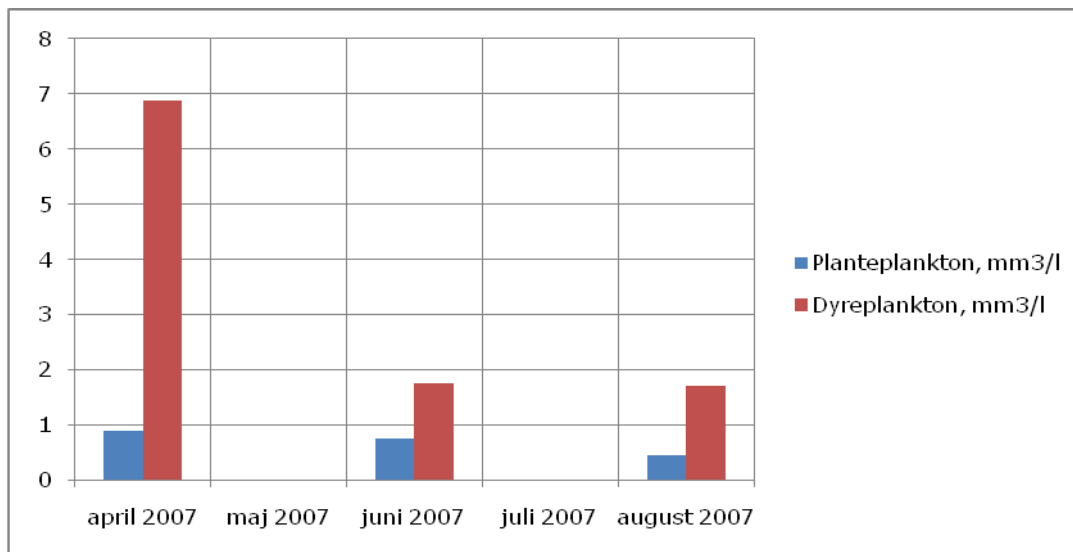
## Konklusion

*De data der er til rådighed tyder på, at Nordsø har en god økologisk balance med en moderat biomasse af planteplankton og en artssammensætning, der ofte ses i søer med en lav-moderat næringsstofbelastning. Biomassen af dyreplankton er tilsyneladende i stand til i perioder at kontrollere biomassen af planteplankton. Ellers tyder resultaterne på, at den lave biomasse af planteplankton skyldes lave koncentrationer af næringsstoffer.*

*Der er kun fundet én art af dyreplankton, der regnes blandt rentvandsarterne, men der er desuden fundet 4 arter, der er knyttet til undervandsvegetationen i søer. Fundene af disse dyr tyder på en god og veludviklet undervandsvegetation i Nordsøen.*

*Mere nøjagtig viden om tilstanden i Nordsøen samt effekten af græsning og næringsstofniveauer kan skaffes ved flere undersøgelser af både plante- og dyreplankton og måling af flere sigtddybder over året, kombineret med kemiske analyser.*

*Nordsøen er bestemt en spændende sø at kigge på plankton i.*



Figur 10: Viser plante- og dyreplanktonbiomassen i mm<sup>3</sup>/l (= mg vådvægt/l) i Nordsø i 2007. (Jacob P. Jacobsen, Orbicon A/S)

## Bilag 1

### Prøvetagning

#### Planteplankton

##### Kvantitativ prøve

Som udgangspunkt indsamles der fra Nordsøen én integreret prøve, der består af delprøver, som blandes. Blandingsprøverne sammensættes afhængigt af lysforholdene.

Fastlæggelse af prøvetagningsdybden sker ud fra måling af lysnedtrængning i vandet med secchi-skive. Prøverne udtages i overfladen (=0,2 m) og i dybderne = 1 og 2 \* Secchi-dybden. Notér hvilke dybder delprøverne udtages i.

Udtagning af prøver tæt ved bunden (<1 m over bunden) foretages kun, hvis det sikres, at der ikke kommer ophvirvlet bundmateriale med.

Til prøvetagningen anvendes en "Hjerteklapvandhenter" med lod.

Blandingsbeholder (spand/balje) og prøveflaske skylles i prøvetagningsvandet, før de tages i brug. Vandhenteren sænkes ned i den/de ønskede dybder, lukkes, hales op og tømmes i en spand.

Første delprøve tages i overfladen (0,2 m). Proceduren gentages, indtil der er udtaget prøver fra de nødvendige dybder. Delprøver blandes i spanden, hvorfra blandingsprøven udtages og hældes på en 100 ml glasflaske (farvet glas eller omviklet med staniol).

Planktonprøven konserveres med en sur lugolopløsning, 0,5-1,0 ml/100 ml prøve, eller til prøven er cognacfarvet.

##### Kvalitativ prøve

Til supplerung af artslisten anvendes prøver, der er taget med et planktonet (maskediameter 25 µm). Nettet trækkes både vandret og lodret gennem vandet, indtil en passende koncentration opnås. Hvis prøven bliver *meget* tyk, bør den fortyndes. Netprøverne kan *ikke* anvendes til hverken kvantitative eller semikvantitative vurderinger af plankton, men *kun* til artsbestemmelse, da de afspejler en vilkårlig koncentration af større former i søen.

Planktonprøven konserveres med en sur lugolopløsning, 0,5-1,0 ml/100 ml prøve, eller til prøven er cognacfarvet.

## Dyreplankton

### Kvantitativ prøve

#### Materialer

Til dyreplanktonprøvetagning anvendes samme "Hjerteklapvandhenter", 1 stor balje, plasticøse, plastiktragt, filtreringsudstyr (sender jeg), 2 opsamlingsbeholdere med mål hhv. til prøven, der skal filtreres, og prøven, der skal stilles til sedimentation, sprøjteflaske med destilleret vand, formærket glasflaske til filtreret prøve og lugol.

#### How to

3 stationer i Nordsøen udvælges, hvor den ene svarer til stationen for planteplankton. På hver station udtages første prøve altid i 0,5 meters dybde og sidste prøve 0,5 meter over søbunden, hvor dybden regnes til midten af vandhenteren. Er dybden på stationen mellem 2-4 meter udtages 3 prøver, er dybden >4 meter udtages 4 delprøver. Prøverne udtages med nogenlunde ækvivalente afstande.

Vandprøverne fra de tre stationer og alle dybderne blandes og omrøres, og der udtages én prøvemængde på i alt 9 liter til filtrering, og én prøvemængde til sedimentation på i alt 1,8 liter.

Prøverne til filtrering filtreres i felten gennem et 90 µm filter, og filtratet overføres vha. destilleret vand fra sprøjteflaske via tragt til en klar 100 ml glasflaske indeholdende 3 ml lugol. Flasken efterfyldes med destilleret vand til i alt 100 ml. Der påføres etiket med angivelse af dato, dybder, antal liter og filtertype.

Prøverne til sedimentation påhældes en glasflaske eller dunk og lugolfikseres til cognacfarve.

### Kvalitativ prøve

De kvantitative prøver suppleres med en kvalitativ prøve taget som en vertikal netprøve (her 70 µm maskestørrelse) udtaget på de samme tre stationer. Netprøven overføres til en separat flaske og konserveres med lugol. Netprøven bruges i forbindelse med udarbejdelse af artslisten.