



NOVANA

Teknisk anvisning for marin overvågning

2.7 Mesozooplankton

Torkel Gissel Nielsen
Afdeling for Marin Økologi

Flemming Møhlenberg
DHI – Institut for vand og miljø

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Indhold

2.7	Mesozooplankton	2.7-3
2.7.1	Baggrund	2.7-3
2.7.2	Formål	2.7-3
2.7.3	Mesozooplankton	2.7-3
2.7.3.1	Definition	2.7-3
2.7.3.2	Sammensætning	2.7-4
2.7.3.3	Årstidsvariation	2.7-4
2.7.4	Indsamling af mesozooplankton	2.7-4
2.7.4.1	Placering af stationer	2.7-4
2.7.4.2	Indsamlingsfrekvens	2.7-4
2.7.4.3	Metoder	2.7-4
2.7.4.4	Indsamlingsdybder	2.7-5
2.7.4.5	Konservering af prøverne	2.7-5
2.7.4.6	Opdeling af prøve	2.7-6
2.7.4.7	Koncentration	2.7-6
2.7.4.8	Biomasse	2.7-6
2.7.5	Kvalitetssikring	2.7-7
2.7.6	Referencer	2.7-7
Appendiks 2.7.1 -Liste over vigtigste systematiske grupper med kode-betegnelser for copepodstadier		2.7-8
Appendiks 2.7.2 - Kulstofindhold af mesozooplankton-organismer		2.7-11

2.7 Mesozooplankton

2.7.1 Baggrund

Mesozooplankton består primært af organismer, som ernærer sig af planteplankton. Mesozooplankton domineres af vandlopper, dog kan dafnier i perioder bidrage væsentligt til biomassen. Samtidig udgør de fødegrundlaget for planktivore fisk (fiskelarver, sild, brisling), coelenterater (fx vandmænd). Denne centrale rolle i det akvatiske fødenet kunne retfærdiggøre, at mesozooplankton fik en fremtrædende rolle i Vandmiljøplanens undersøgelser. Intuitivt skulle man formode, at ændringer i tilførslen af næringssalte via ændringer i fødegrundlaget (planteplankton) ville manifestere sig i kvantitative ændringer i zooplanktonet. Imidlertid har de få men omfattende tidsserieundersøgelser ikke entydigt kunne etablere en sammenhæng mellem eutrofieringens udvikling og ændringer i zooplanktonet.

Årsagerne hertil er givet flere; f.eks. kan anføres, at varierende hydrografiske forhold i undersøgelsesperioden kan maskere eutrofieringsbetingede ændringer i datamaterialet, samt det faktum, at mesozooplankton ikke udelukkende er kontrolleret "nedefra" af fytoplanktonmængden men også "ovenfra" af prædatorer. Således kan ændringer i prædationstrykket eksempelvis gennem fiskeriomlægninger også tænkes at overlejre effekten af eutrofieringsændringer. Da mesozooplanktonet i nogle havområder er i stand til at kontrollere biomassen af det større planteplankton i sommerperioden (1), er det væsentligt at have kendskab til, hvor stor mesozooplanktons græsningspotentiale er for at kunne evaluere udviklingen i fytoplanktonbiomasse.

2.7.2 Formål

Vejledningens formål er at give retningslinier for, hvordan mesozooplanktonundersøgelser kan indgå i overvågningsprogrammet for havmiljøet.

Vejledningen henvender sig primært til de medarbejdere, som skal planlægge og udføre undersøgelserne, og den indeholder forslag til metoder for indsamling og prøveforbehandling.

2.7.3 Mesozooplankton

2.7.3.1 Definition

Traditionelt defineres mesozooplankton som zooplankton i størrelsesintervallet 0,2-2 mm. Da de mindste hjuldyr og de første udviklingsstadie af vandlopperne (nauplier) er mindre end 0,2 mm, indsamles de derfor ikke kvantitativt med det tidligere anbefalede 0,1

mm net. Derfor anbefaler vi nu et net med maskevidde på 0,06 mm, således at disse små former/stadier også kan inkluderes i græsnings- og produktionsberegningerne.

2.7.3.2 Sammensætning

Mesozooplankton udgøres primært af flercellede organismer, som enten tilbringer hele deres liv (holoplankton) eller kun dele heraf (meroplankton) i de fire vandmasser. Typiske repræsentanter for det holoplanktoniske zooplankton er vandlopper og hjuldyr, mens meroplankton omfatter larvestadier af muslinger, snegle, børsteorm, storkrebs, pighude o.a. Generelt stiger meroplanktonets betydning med aftagende vanddybde.

2.7.3.3 Årstidsvariation

Biomassen af mesozooplankton er især korreleret til temperaturen og i langt mindre grad til fødemængden. Om vinteren er zooplanktonbiomassen lav, og overvintrende stadier af vandlopper dominerer. På grund af den lave biomasse og en lang generationstid omsættes kun en mindre del af algernes forårsopblomstring af zooplankton, mens hovedparten udsynker til bunden. Under og umiddelbart efter algernes forårsopblomstring domineres zooplanktonet ofte af protozoer og hjuldyr, der grundet en kort generationstid (ukønnet formering) kan "følge med" og udnytte den store alge koncentration.

Mesozooplanktonets biomasse stiger i takt med temperaturen til et maksimum i juli-september. I områder med stor vanddybde er vandlopperne (5-6 slægter) ofte helt dominerende i perioden sommer-vinter. Dog kan dafnier med ukønnet formering være betydende i sensommeren i forbindelse med opblomstringer af store dinoflagellater.

2.7.4 Indsamling af mesozooplankton

2.7.4.1 Placering af stationer

Stationer udvælges således, at undersøgelsesområderne repræsenteres bedst muligt, samtidigt med at de hydrografiske forhold viser mulig tidslig variation. For hvert undersøgelsesområde (amt) anbefales 1-3 stationer.

2.7.4.2 Indsamlingsfrekvens

Der indsamles med samme hyppighed som for de øvrige pelagiske parametre.

2.7.4.3 Metoder

Kvantitativ indsamling af mesozooplankton kan ske med planktonnet eller planktonpumpe. Fordele og ulemper ved de to metoder er beskrevet i (2). Hvis det på nogen måde er muligt, bør planktonpumpe

pe anvendes, da indsamlingen herved bliver "mere kvantitativ" og især på lavere vanddybde mere repræsentativ (indsamlingen kan ske helt fra bunden og til overfladen).

Pumpe

Der anvendes en kommerciel dykpumpe med et 60 µm net (0,3-0,5 m² areal) monteret på dykpumpens afgangsstuds (2). Dykpumpens kapacitet efter påmontering af net skal være mindst 150 l min⁻¹. Pumpekapaciteten bør tjekkes jævnligt.

Indsamlingen sker under vertikal ophaling med en hastighed på ca. 0,5 m sek⁻¹.

Det anbefales, at dykumpen forsynes med et mekanisk flow-meter i afgangsstuds (2), således at variationer i pumpehastigheden (spændingsforsyningen) ikke får indflydelse på de senere koncentrationsberegninger.

Net

Hvis indsamlingen foretages med net, anbefales et WP-2 net med maskevidde 60 µm (3). For at kunne estimere det filtrerede vandvolumen, herunder nettets filtrations effektivitet, anbefales anvendelse af to flow-metre, et i netmundingen og et udenfor. Flow-metrene skal være af envejs-typen.

Hvis der ikke anvendes flow-metre, kan WP-2 nettets effektivitet sættes til 65% (2). Det skal samtidigt understreges, at lodet i nettets bund skal være mindst 25 kg, hvis flow-metre udelades. Indsamlingen foretages under vertikal ophaling med en hastighed på 0,5 m sek⁻¹.

2.7.4.4 Indsamlingsdybder

På lav vanddybde indsamles fra bunden til overfladen, på større vanddybde indsamles fra 50 m til overfladen.

2.7.4.5 Konservering af prøverne

Efter plankton- eller pumpenettet er skyllet grundigt, opsamles prøven og konserveres i 2-3% formalin (1 del 40% formalin og 15-20 dele vand). Formalinopløsningen mættes med borax (Na₂B₄O₇·10 H₂O) til pH 8 - 8,2. Tilsætning af konserveringsmiddel bør ske gradvist (fx halvdelen initialt og efter ½ time resten). Kraftig "skrumpning" af dyrene kan da minimeres.

Af hensyn til arbejdsmiljøet kan det være nødvendigt at anvende andre konserveringsmidler, fx neutral Lugol (se afsnit om fytoplankton) i en koncentration på ca. 1%.

For visse dyr kan indfarvningen med Lugol blive så udpræget, at vigtige karakterer for bestemmelsen sløres. I så tilfælde kan indfarvningen fjernes (oxideres) ved tildrypning af en Na₂S₂O₃-opløsning. Hvis prøven skal gemmes, må den refixeres.

2.7.4.6 Opdeling af prøve

Inden identifikation deles prøven med karrusel-splitter (4) og en delprøve indeholdende 300-500 individer bestemmes til lavest mulige taksonomiske niveau med anvendelse af stereolup (50x forstørrelse). For vandlopper angives ligeledes stadie og køn. (se *Appendiks 2.7.1*).

2.7.4.7 Koncentration

På baggrund af optællingerne, det filtrerede vandvolumen og prøve-
delingen, udregnes koncentrationen af de enkelte organismer som
antal m^{-3} og antal pr. m^{-2} .

2.7.4.8 Biomasse

For at få et sammenligningsgrundlag mellem stationer med forskellig
sammensætning af mesozooplankton bør biomassen estimeres. Til
dette foreligger to muligheder:

1. De enkelte individers dimensioner måles i prøven, hvorved volumenen og biomasse kan estimeres.
2. Der anvendes generelle biomasseværdier for de enkelte organismer.

Metode 1 giver det mest korrekte estimat, men set i lyset af ambitionerne for mesozooplanktonundersøgelserne i øvrigt, forekommer metoden unødigt detaljeret (og kostbar).

Mod metode 2 kan anføres, at der forekommer årstidsvariation i størrelse og vægt hos vandloppernes forskellige stadier, samt at især visse meroplanktonorganismer udviser så stor størrelsesvariation, at der vanskeligt kan fastlægges "typiske" vægte for disse.

For vandlopperne, som oftest vil dominere den samlede biomasse, vil anvendelsen af fastlagte biomasseværdier dog næppe introducere betydelige fejl, da den årstidsbetingede størrelser hos de enkelte arter ikke covarierer.

For prøver domineret af meroplankton (især muslinge- og balanlarver) samt dafnier kan det være nødvendigt i en mindre del af prøven at bestemme størrelsesvariationen, og fx inddele organismene i 4 størrelsesklasser med hver fastlagte biomasseværdier. For andre grupper måles længde og bredde af 10 individer, så volumen kan bestemmes og omregnes til kulstof ved hjælp af en faktor på 0,12 μg kulstof μm^{-3} (6).

I *Appendiks 2.7-2* er angivet biomasseværdier (μg kulstof) for de enkelte mesozooplanktonorganismer. Værdierne baserer sig primært på en litteratursammenstilling udført af en arbejdsgruppe under Baltiske Marinbiologer (5).

2.7.5 Kvalitetssikring

Optimal kvalitetssikring af de indsamlede zooplanktonprøver, hvor flere replikate prøver oparbejdes, vanskeliggøres af de store udgifter, som er forbundet med oparbejdningen af denne parameter. Det vil sige, at der i praksis kun oparbejdes en prøve pr. indsamlingsdato. Denne procedure understreger behovet for veluddannede medarbejdere til oparbejdning af prøverne. Det er derfor vigtigt, at der jævnligt afholdes workshops, hvor den nødvendige interkalibrering kan finde sted, og eventuelle taksonomiske ændringer kan blive implementeret i oparbejdningen.

De bedste forudsætninger for at opnå en sikker bestemmelse af variationer i abundans og biomasse af zooplankton er, at oparbejdningen foretages af den samme person år efter år. I forbindelse med eventuel udskiftning af medarbejderen er det derfor essentielt, at tilstrækkelig videnoverførsel finder sted mellem medarbejderne. Dette vil i praksis sige, at de to tællere gennem en længere periode oparbejder prøver parallelt, indtil overensstemmelsen i bestemmelserne af organismerne er tilfredsstillende.

2.7.6 Referencer

- (1) Kirøboe, T. & Nielsen, T.G. Mesozooplankton, produktion og græsning. I planktondynamik og stofomsætning i Kattegat. (T. Fenchel red.) p. 77-101.
- (2) Møhlenberg, F., 1987. A submersible netpump for quantitative zooplankton sampling; comparison with conventional net sampling. *Ophelia* 27(2): 101-110.
- (3) Smaller mesozooplankton. Report of Working Party No 2. I: Zooplankton sampling, p. 153-159. Monographs on Oceanographic Methodology, The Unesco Press, 1974.
- (4) Kott, P., 1953. Modified whirling apparatus for the subsampling of plankton. *Aust. J. Mar. Fresw. Res* 4 (2): 387-393.
- (5) Hernroth, L., (ed). Recommendation on Methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. - Mesozooplankton Biomass Assessment. The Marine Biologists Publication No. 1. ISSN 0282-8839, 32pp.
- (6) Hansen, P. J., Bjørnsen, P. K. & B. W. Hansen (1997). Zooplankton grazing and growth: Scaling within the 2-2,000 - μm body size range. *Limnol. Oceanogr.* 42(4) 687-704.

Appendiks 2.7.1

Liste over vigtigste systematiske grupper med kodebetegnelser for copepodstadier

COPEPODA					
RUBIN	SPE.	USIK.	Art/gruppe	Stadie	Kode
ACARTIA Z		spp.	<i>Acartia</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
CALANUS Z		spp.	<i>Calanus</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
CENT HAM			<i>Centropages</i> <i>hamatus</i>		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
CENT TYP			<i>Centropages</i> <i>typicus</i>		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
CYCLOPSZ		spp.	<i>Cyclops</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	2
EURYTEMZ		spp.	<i>Eurytemora</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
HARPACTI			Harpacticoida		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
METRIDIZ		spp.	<i>Metridia</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
NAUPLIE			150 Nauplie 150 µm		
NAUPLIE			250 Nauplie 250 µm		
NAUPLIE			300 Nauplie 300 µm		
NAUPLIE			400 Nauplie 400 µm		
NAUPLIE			500 Naupli 500 µm		
OITHONAZ		spp.	<i>Oithona</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1

COPEPODA (fortsat)					
RUBIN	SPE.	USIK.	Art/gruppe	Stadie	Kode
ONCEAE Z		spp.	<i>Onceae</i> spp.		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
PARA PAR			<i>Paracalanus parvus</i>		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
PSEU MIN			<i>Pseudocalanus minutus</i>		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
TEMO LON			<i>Temora longicornis</i>		4,3
				c.IV-V	2
				c.I-III	1
COPEPOEG			50 Copepod Fg 50 µm		
			70 Copepod Fg 70 µm		
			125 Copepod Fg 125 µm		
			150 Copepod Fg 150 µm		
CLADOCERA					
RUBIN	SPE.	USIK.	GR.		
BO CO.MA			<i>Bosmina coregoni maritima</i>		
EVAD NOR			<i>Evadne nordmanni</i>		
EVAD SPI			<i>Evadne spinifera</i>		
PODO INT			<i>Podon intermedius</i>		
PODO LEU			<i>Podon leuckarti</i>		
PLEO POL			<i>Pleopsis polyphemoides</i>		
ROTATORIA					
RUBIN	SPE.	USIK.	GR		
KERA CRU			<i>Keratella cruciformis</i>		
KERA QUA			<i>Keratella quadrata</i>		
SYNCHAEZ		spp.	<i>Synchata</i> spp.		

ANDRE GRUPPER			
RUBIN	SPE.	USIK.	GR.
BIVALVIA			Bivalvia
BRYOZOA			Bryozoa
CIRRIPED			Cirripedia
ECHINODE			Echinodermata
GASTROPO			Gastropoda
OIKO DIO			<i>Oikopleura dioica</i>
FRIT BOR			<i>Fritilaria borealis</i>
POLYCHAE			Polychaeta
SAGITTAZ		spp.	<i>Sagitta</i> spp.

Appendiks 2.7.2

Kulstofindhold af mesozooplanktonorganismer

Copepoda	Kode	Individuel vægt i µg kulstof
<i>Acartia</i> sp.	4	3
	3	4
	2	1,5
	1	0,5
<i>Calanus</i> sp.	4	70
	3	95
	2	50
	1	5
<i>Centropages hamatus</i>	4	11
	3	14
	2	4
	1	2
<i>Centropages typicus</i>	4	13
	3	16
	2	5
	1	2
<i>Eurytemora</i> spp.	4	6
	3	7
	2	3
	1	1
<i>Metridia</i> spp.	4	11
	3	14
	2	8
	1	2
<i>Oithona</i> spp.	4	0,5
	3	1
	2	0,3
	1	0,1
<i>Paracalanus parvus</i>	4	2
	3	2
	2	0,5
	1	0,3
<i>Pseudocalanus minutus</i>	4	4
	3	6
	2	3
	1	1,5
<i>Temora longicornis</i>	4	12
	3	13
	2	4,5
	1	2
Længde i mm		
Copepod nauplier	0,5	2

Copepoda	Kode	Individuel vægt i µg kulstof
	0,4	1
	0,3	0,5
	0,25	0,4
	0,2	0,2
	0,15	0,1
	0,1	0,05
Ægklasse	0,050	0,01
	0,070-0,08	0,04
	0,125	0,15
	0,150	0,25
Cladocera		
<i>Bosmina cor. Maritima.</i>	>0,75	5
	0,5-0,75	2
	<0,5	0,5
<i>Evadne spp.</i>	>1 mm	8
	0,75-1	4
	0,5-0,75	2
	<0,5	
<i>Podon spp.</i>	>1 mm	10
	0,75-1	5
	0,5-0,75	3
	<0,5	0,5
Rotatoria		
<i>Keratella quadrata</i>		0,25
<i>Keratella cruciformis</i>		0,02
<i>Synchaeta spp.</i>		0,02
Andre grupper		
Bivalvia	2-0,3	0,15
	0,1-0,2	0,05