
Figur 3.2.1.4

Modellert primærproduksjon i Nordsjøen i 2005. Produksjonen er vist som prosentvis forskjell i forhold til et middel for perioden 1985–2005. De røde områdene hadde høyere og de blå områdene lavere produksjon. Produksjonen er modellert, men ikke målt.

Modelled primary production in the North Sea in 2005. The production is expressed as %-deviation from a mean based on the period 1985–2005. The blue area had an increase, whereas the red area had a decrease in the production. The production is modeled, not measured.

3.2.2 Sekundærproduksjon – dyreplankton

Dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak domineres av hoppekreps (kopepoder) og krill, som begge er viktig føde for flere kommersielt viktige fiskearter i Nordsjøen. I 2005 ble det observert høyere dyreplanktonbiomasse ved norskekysten i Skagerrak sammenlignet med året før. Våren 2005 ble det observert uvanlig stor forekomst av kaldtvannssarten *Calanus hyperboreus*, som tyder på innstrømming av kaldt atlantisk vann til området.

Tone Falkenhaus

tone.falkenhaus@imr.no

Nordlige Nordsjøen

Dyreplanktonet i de nordlige områdene av Nordsjøen påvirkes av innstrømmingen av atlantisk vann og domineres av oseaniske arter. Raudåte (*Calanus finmarchicus*) er den viktigste komponenten med opptil 80 % av den totale dyreplanktonbiomassen i vårsesongen, og er den viktigste arten for dyreplanktonspisende fisk i denne delen av Nordsjøen. Sesongmessig produksjonssyklus og produktivitet av raudåte varierer mellom år, og mye tyder på at raudåtebestanden i Nordsjøen avhenger av tilførsel fra Norskehavet. Raudåte er avhengig av dypere områder for overvintring, for eksempel Norskerenna (300–700 m dyp). Omfanget av overvintring i Nordsjøen er imidlertid ikke kjent, og heller ikke forholdet mellom tilførte og lokale raudåtepopulasjoner.

En eventuell transport av plankton mellom Nordsjøen og Norskehavet avhenger av strømforholdene i de dypene organismene

befinner seg i. Sesongmessige variasjoner i den vertikale fordelingen av dyreplankton vil derfor innvirke på retningen og omfanget av transporten. Dyreplanktonbiomassen i området mellom Norge og Shetland (snittet Start Point–Utsira) i januar var fordelt dypere enn 100 m, og dominert av overvintrende *C. finmarchicus* (Figur 3.2.2.1). I april var biomassen hovedsakelig fordelt i de øvre 100 m. I begge periodene ble de høyeste verdiene registrert i de østre delene av snittet, over Norskerenna.

Sentrale Nordsjøen

Havområdene i den sentrale Nordsjøen er grunne (under 100 m), og vannmassene blandes vertikalt. Områdene nær kysten er påvirket av ferskvannstilførselen fra land, mens atlantisk vann kan forekomme i de sentrale områdene. Dette resulterer i store geografiske variasjoner i artssammensetningen av dyreplankton, som vist for snittet Hanstholm–Aberdeen i april 2005 (Figur 3.2.2.2). Nær kysten av Danmark (Hanstholm) forekom et mangfoldig hoppekrepsamfunn av blant annet *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Oithona*

og *Pseudocalanus*. Disse artene tåler store variasjoner i miljø, og ved mangel på planteplankton kan de gå over til å spise smådyr (mikroorganismer). I de sentrale delene av snittet forekom artene *Candacia armata* og *Rhincalanus nasutus*, som regnes som indikatorer på atlantisk vann.

I de sentrale delene av Nordsjøen forekommer raudåte (*Calanus finmarchicus*) og den nært beslektede *C. helgolandicus* i omtrent like store mengder. Geografiske variasjoner i stadiefordelingen av raudåte i april tyder på at populasjonsutviklingen er forskjellig i ulike vannmasser, og at de to *Calanus*-artene har forskjellig reproduksjonssyklus og gytetidspunkt (Fig 3.2.2.3). I de vestlige delene av snittet Hanstholm–Aberdeen dominerte kopepodittstadiet CIV. Dette er individer som er produsert i år, og som tilhører første generasjon av raudåte (sannsynligvis hovedsakelig *C. finmarchicus*). I de sentrale og østlige delene dominerte stadiene CI og CII, og innslag av voksne hunner (hovedsakelig *C. helgolandicus*) viser at populasjonsutviklingen var på et tidligere stadium.

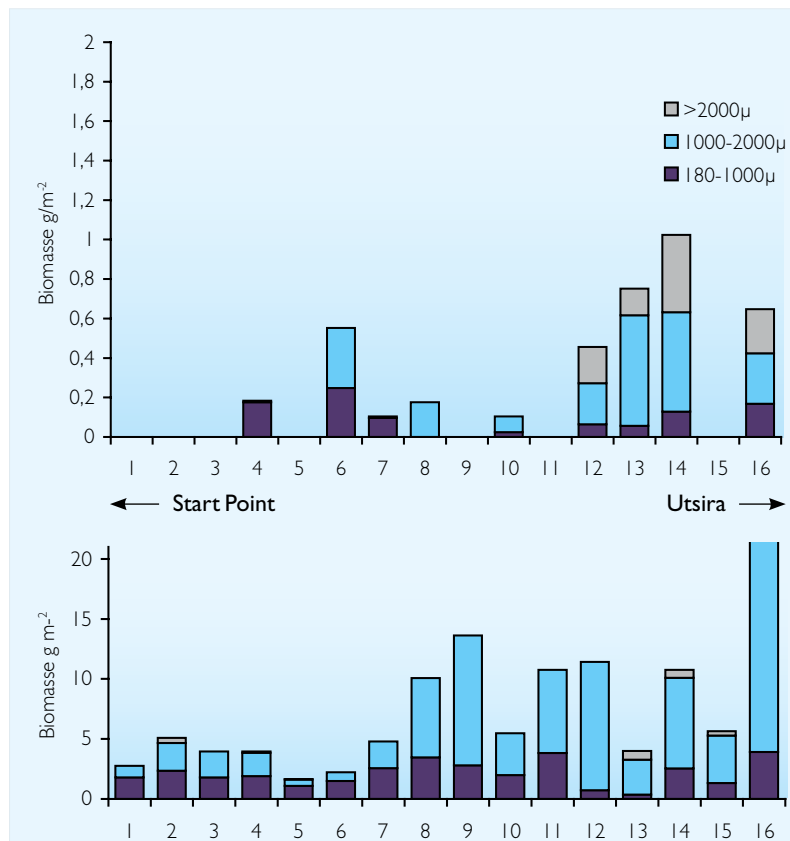
Skagerrak

Langs norskekysten av Skagerrak forekommer en blanding av ulike vannmasser: kystvann i de øvre 30 m, skagerrakvann under dette og atlantisk vann i de dypere vannlagene. Dette vises i dyreplanktonet, som har innslag av både kystnære og mer oseaniske arter. Raudåte er en viktig komponent i planktonet i perioden februar–mai. Senere i sesongen ble arten *C. helgolandicus* mer vanlig. I juli–september dominerte *Pseudocalanus/Paracalanus* både i antall og i biomasse.

I april 2005 ble det observert uvanlig stor forekomst av kaldtvannsarten *C. hyperboreus*, som indikerer innstrømming av atlantisk vann til området. Dette bekreftes av temperatur og saltholdighet samt artsammensetting av planteplankton i samme periode (kapittel 3.2.1.)

Dyreplanktonbiomassen langs snittet Torungen–Hirtshals er delvis knyttet til bunndyp som varierer fra under 100 m på norsk og dansk side til 600 m i det sentrale Skagerrak. De høyeste biomasseverdiene ble registrert over Norskerenna (Stasjon Torungen–Hirtshals 20 nm) som er et overvintringsområde for dyreplankton (f.eks. *Calanus finmarchicus*). Fra april til juni ble 60–80 % av dyreplanktonbiomassen registrert i de øvre 50 m. Fra juli til oktober er hoveddelen av biomassen fordelt under 50 m og dominert av overvintrende raudåte (Figur 3.2.2.4).

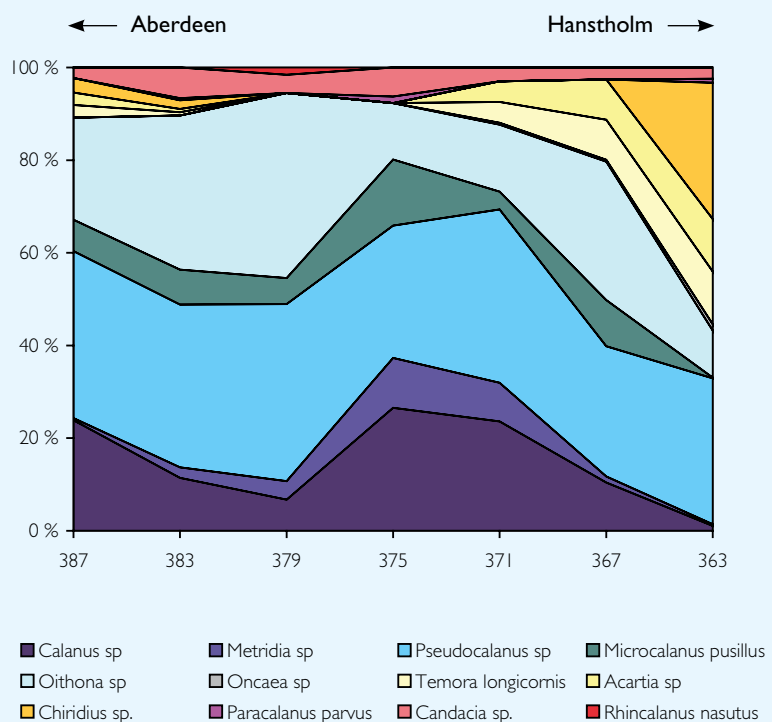
Prøvetaking av dyreplankton på strekningen Torungen–Hirtshals (Stasjon 1



Figur 3.2.2.1

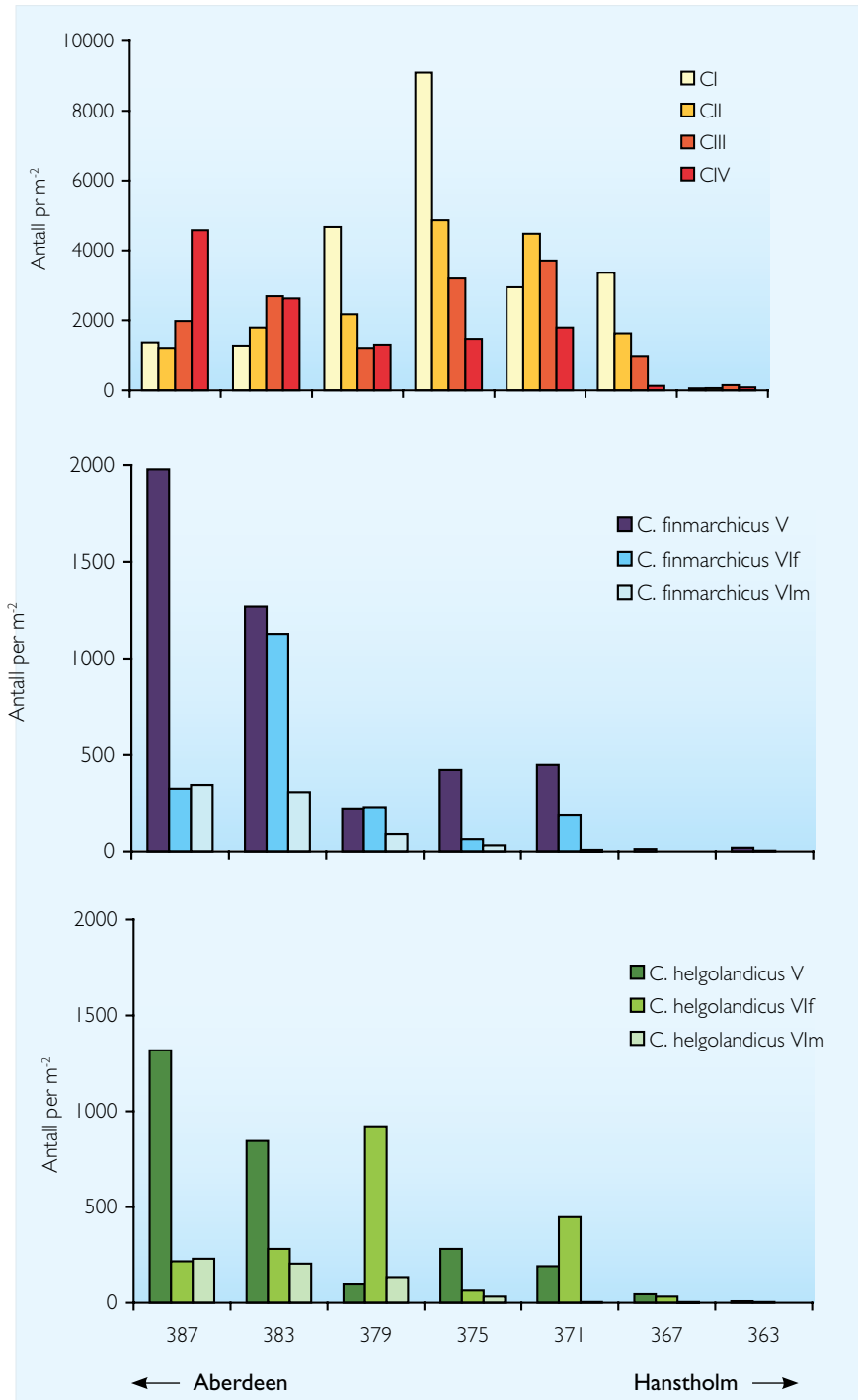
Dyreplanktonbiomasse (g tørrvekt m^{-2}) av tre størrelsesfraksjoner langs snittet Start Point–Utsira i januar og april 2005. Andel av biomassen (%) som befinner seg i øvre 100 m er angitt på de stasjoner der det ble tatt høvtrekk i to ulike dyp.

Zooplankton biomass (g dry weight m^{-2}) of three size fractions on the transect Start Point–Utsira in January and April 2005. The proportion (%) situated above 100 m depth is indicated at stations where sampling was made in two depth intervals.

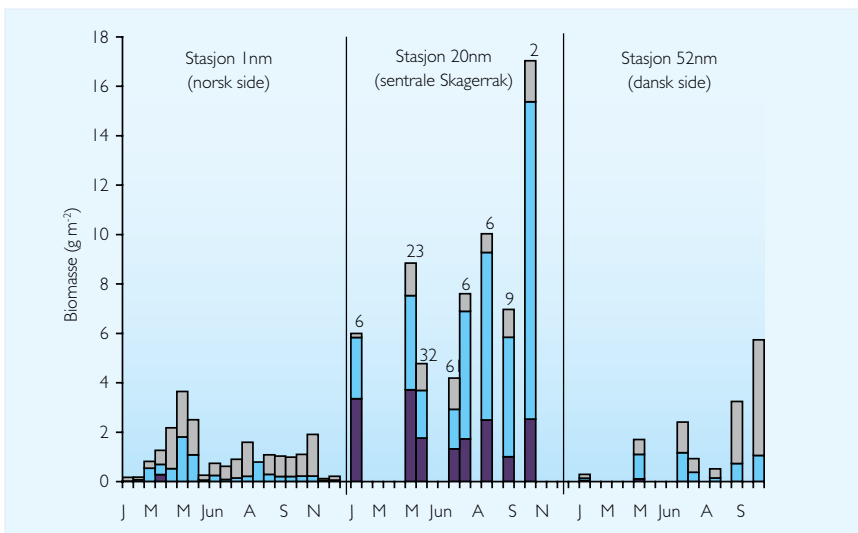


Figur 3.2.2.2

Artsammensetting av hoppekreps langs snittet Hanstholm–Aberdeen, april 2005. Species composition of copepods on the transect Hanstholm–Aberdeen in April 2005.



Figur 3.2.2.3
 Stadiesammensetting av *Calanus finmarchicus* og *C. helgolandicus* langs snittet Hanstholm-Aberdeen, april 2005.
 Stage composition of *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus* on the transect Hanstholm-Aberdeen in April 2005.

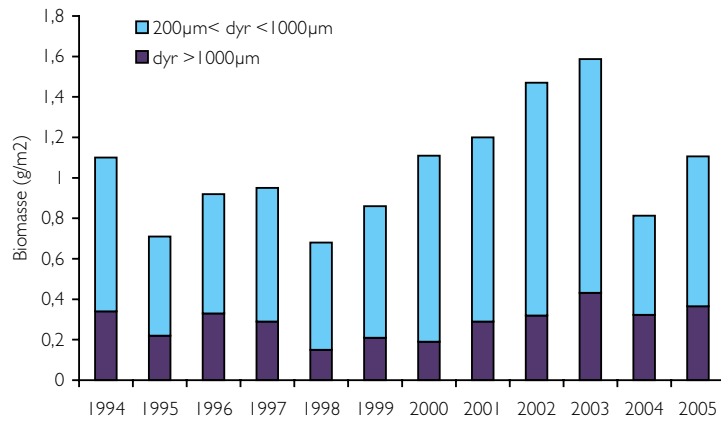


Figur 3.2.2.4
 Sesongmessig variasjon i dyreplanktonbiomasse (g tørrvekt/m²) på tre lokaliteter langs snittet Torungen-Hirtshals i Skagerrak i 2005. Andel av biomassen (%) som befinner seg i øvre 50 m er angitt på den dypeste stasjonen (20 nm) der det ble tatt håvtrekk i to ulike dyp. Høye verdier i oktober skyldes oppblomstring av planteplankton.
 Seasonal variation in zooplankton biomass (g dry weight/m²) at three stations on the transect Torungen-Hirtshals, Skagerrak, in 2005. The proportion (%) situated above 50 m depth is indicated at the deepest stations where sampling was made in two depth intervals. High values in October are due to a phytoplankton bloom.

nm) har foregått hver 14. dag siden 1994 i regi av SFTs kystovervåkningsprogram. I 2005 ble det observert høyere dyreplanktonbiomasse ved norskekysten (Stasjon 1 nm) sammenlignet med året før. Etter en jevn økning i biomassen fra 1998 til 2003, og en nedgang i 2004, er gjennomsnittsverdien for 2005 på høyde med middelet for observasjonsperioden (Figur 3.2.2.5).

Dyreplankton i økosystemet

Langtidsvariasjoner i dyreplankton i Nordsjøen er knyttet til regionale endringer i klima (vind, temperatur) og variasjoner i innstrømming fra utenforliggende havområder. I løpet av de siste 20 årene har vi observert en rekke endringer i både mengde og artssammensetting av dyreplankton i Nordsjøen. Etter 1988 har forekomst av *C. finmarchicus* avtatt, mens *C. helgolandicus* har økt både i antall og utbredelse (se faktaboks). Slike endringer i artssammensetting, størrelsesfordeling og produksjonssykluser i dyreplanktonet vil ha betydning for høyere ledd i næringskjeden. Raudåta gyter tidlig vår og fører til at maksimumstettheten av kopepoder sammenfaller med tidspunktet for forekomst av pelagiske fiskelarver. En økning i dyreplanktonarter med senere gytetidspunkt (f.eks. *C. helgolandicus*) kan gi et misforhold mellom fiskelarver og byttedyr. Små dyreplanktonformer spises av evertebrate predatorer, dvs. små planktoniske rovdyr (f.eks. maneter), men er mindre fordelaktig for fisk. En økning i andelen små arter vil føre til lengre næringskjeder og dårligere energioverføring til høyere ledd.



Figur 3.2.2.5

Dyreplanktonbiomasse som gjennomsnittlig g tørrvekt/m² fordelt på to størrelsesfraksjoner, 180–1000 µm og > 1000 µm, for årene 1994–2005 på Stasjon Torungen–Hirtshals 1 nm. Zooplankton biomass as mean g dry weight/m² for the upper 50 m divided into two size fractions, 180–1000 µm and > 1000 µm, for the years 1994–2005 at Station Torungen–Hirtshals 1 nm.

Zooplankton

Zooplankton in coastal waters of Skagerrak has been sampled twice a month since 1994. In 2005 higher average zooplankton biomass (1.1 g dw m⁻²) was recorded than in 2004, which is close to the mean value for 1994–2005. High abundances of the cold-water species *Calanus hyperboreus* were recorded, indicating inflow of Atlantic water.

In 2005 the zooplankton monitoring was extended, including Skagerrak and the central- and northern North Sea. In April 2005, the average zooplankton biomass

in the northern North Sea (7.6 g dw m⁻²) was dominated by the large herbivorous copepod *Calanus finmarchicus*. In the shallow central North Sea, the zooplankton biomass was lower (2.8 g dw m⁻²) and predominated by small omnivorous species.

In the central North Sea, the calanoid copepods *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus* co-occurred at similar densities. Differences in the population structures of the two species in April are explained by species-specific differences in the seasonal production cycle.

Nesten like – men det er utenpå!

Hoppekrepsene *Calanus finmarchicus* (Gunnerus) og *C. helgolandicus* (Claus) tilhører samme slekt og lever side om side i Nordsjøen. Allerede i 1903 ble de beskrevet som to forskjellige arter av havforsker Georg Ossian Sars. Artene har svært lik morfologi, og helt opp til 1960-tallet diskuterte forskerne om det kun var snakk om to forskjellige varianter av den samme arten. Nyere forskning har vist at de er to genetisk forskjellige arter, med ulik økologi. *C. finmarchicus* lever i kalde, nordlige vannmasser og gyter tidlig om våren, mens *C. helgolandicus* er knyttet til varmere, sørligere vannmasser og gyter senere på sommeren. I varme perioder øker utbredelsen av *C. helgolandicus* nordover, mens forekomsten av *C. finmarchicus* går tilbake. For å registrere klimatiske effekter på dyreplanktonet er det derfor viktig å skille de to artene. Fra og med 2005 gjøres dette på Havforskningsinstituttet som en del av den utvidede planktonovervåkingen i Nordsjøen. Artsbestemmelse gjøres kun på større kopepodittstadier (CV–CVI) ved å dissikere ut og sammenligne formen på kopepodens femte benpar. Et tidkrevende, men viktig arbeid!



Artsbestemmelse av *Calanus finmarchicus* (a) og *C. helgolandicus* (b). Artene skilles ved å sammenligne fasongen på innerste del av femte benpar (hvit pil). Species determination of *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus*. The species are identified by the shape of the inner part of the 5th pair of swimming legs (white arrow).