

Næringsalter, tilvekst av planteplankton og beitepress i norske havområder

Beregnet tilvekst av planteplankton i 2015 varierte veldig mellom stasjonene innen hvert havområde, men gjennomsnittene var størst i Barentshavet og i Nordsjøen. Mengde planteplanktonbiomasse på sensommeren og høsten varierte også, men gjennomsnittet var høyest i Norskehavet og Nordsjøen. Den lave biomassen i forhold til beregnet tilvekst tyder på at størstedelen av planteplanktonet ble beitet ned av dyreplankton og synker (sedimenterer) ut av den øverste delen av vannsøylen i alle tre havområdene.

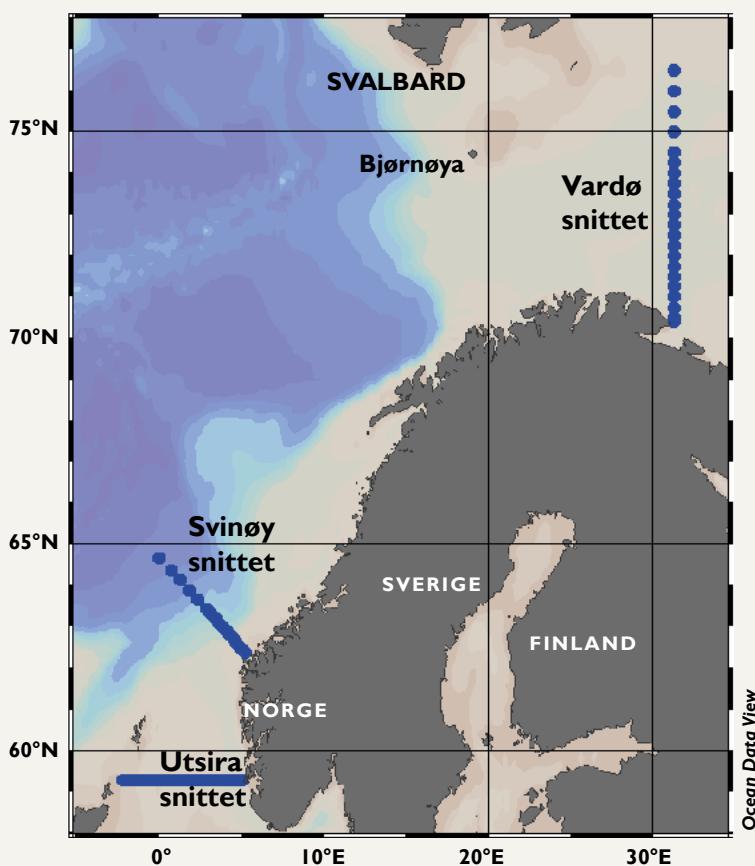
KJELL GUNDERSEN | kjell.gundersen@imr.no, LINDA F. LUNDE, MARIANNE PETERSEN og JANE S. MØGSTER

Veksten av planteplankton bestemmer tilveksten av dyreplankton og er dermed også viktig for større marine ressurser som pelagisk fisk. Å bestemme biomassen til planteplankton og ta prøver av næringsalter utgjør en viktig del av havovervåkingen til Havforskningsinstituttet. Kjemisk analyse av vannprøver fra de norske havområdene er en fast del av denne overvåkingen.

Undersøker tre faste snitt

Minst to ganger hvert år blir det gjennomført undersøkelser på faste oseanografiske snitt (figur 1) for blant annet å måle konsentrasjonen av næringsalter og mengde biomasse av planteplankton i Nordsjøen (Utsira), Norskehavet (Svinøy) og Barentshavet (Vardø). Prøvene blir samlet inn ved hjelp av en CTD-rosett som er utstyrt med vannflasker som tar

vannprøver i bestemte dyp fra overflaten og helt ned til bunnen. Her viser vi resultatene av næringsalt- og biomasseundersøkelsene fra 2015. Den årlige tilveksten av mikroplankton for hvert havområde ble beregnet (se faktaboks *Plantep plankton*) og sammenlignet med mengde planteplanktonbiomasse mot slutten av vekstsesongen.



Figur 1. Kart som viser tre av snittene som utgjør en del av Havforskningsinstituttets havovervåkningsstrategi i Nordsjøen (Utsirasnittet), Norskehavet (Svinøysnittet) og Barentshavet (Vardøsnittet).

Location of sampling stations along the three cruise transects. The sampling represents only a small part of all the open ocean monitoring activities at IMR, in the North Sea (Utsira transect), the Norwegian Sea (Svinøy transect) and the Barents Sea (Vardø transect).

Våroppblomstringen og forbruk av næringsalter i overflaten

Når solen blir sterkere om våren og lufttemperaturen øker, så stiger også temperaturen i havoverflaten og vannsøylen begynner å stabilisere seg. Økt temperatur og tilførsel av ferskvann (f.eks. fra regn eller avrenning fra land) gjør at overflaten får et stabilt lag med vann som har lavere tetthet. Dette laget kan strekke seg så dypt som 50 til 100 meter fra overflaten, og turbulent mikning i denne sonen gjør at planteplanktonet forblir nær overflaten, der det er tilstrekkelig sollys og næringsalter. Dette fører til en rask og kraftig økning i tilveksten i planteplanktonet, og vi kan få en oppblomstring. Høy vann-temperatur i overflaten sammenfaller med høy tilvekst av planteplankton og et høyt forbruk av næringsalter (f.eks. nitrat) i alle tre havområdene. Vi kan ha flere oppblomstringer i løpet av et år, men den største forekommer om våren og er vanligvis dominert av diatoméer (se faktaboks *Planteplankton*). Veksten i planteplanktonet er høy inntil næringsaltene begynner å ta slutt utpå sommeren. Omfanget, tidspunktet og lengden av våroppblomstringen er avgjørende for hvor mye mat som blir tilgjengelig for tilvekst av dyreplankton i havområdene. Den årlige tilveksten av planteplankton kalles ny primærproduksjon (NPP).

Årlig vekst av planteplankton og beitepress fra dyreplankton

Forbruket av nitrat er direkte relatert til mengde planteplankton som produseres innen en vekstsesong (NPP), og basert på forbruket av dette næringsaltet kan vi beregne den årlige tilveksten. I 2015 varierte beregnet tilvekst og målt planteplanktonbiomasse relativt mye innen hvert havområde (figur 2). Beregnet biomasse (kalkulert fra mengde planteplankton målt som klorofyll) var relativt lav i forhold til forventet biomasse (beregnet fra nitratforbruket) ved slutten av vekstsesongen (blå linje i figur 2). Den lave biomassen er et resultat av at dyreplankton beiter ned planteplanktonet gjennom store deler av vekstsesongen i alle havområdene (se faktaboks *Dyreplankton*). Beregnet tap av planteplanktonbiomasse (kalkulert som % av total planktontilvekst, PB_{Total}) på grunn av beiting og sedimentering ut av den øverste delen av vannsøylen, varierte mellom 39 og 95 % for Nordsjøen, 67 og 93 % for Norskehavet og 70 og 93 % for Barentshavet. Dette viser at størstedelen av planteplanktontilveksten ble beitet ned av dyreplankton og sank ut av den øverste delen av vannsøylen i alle tre havområdene.

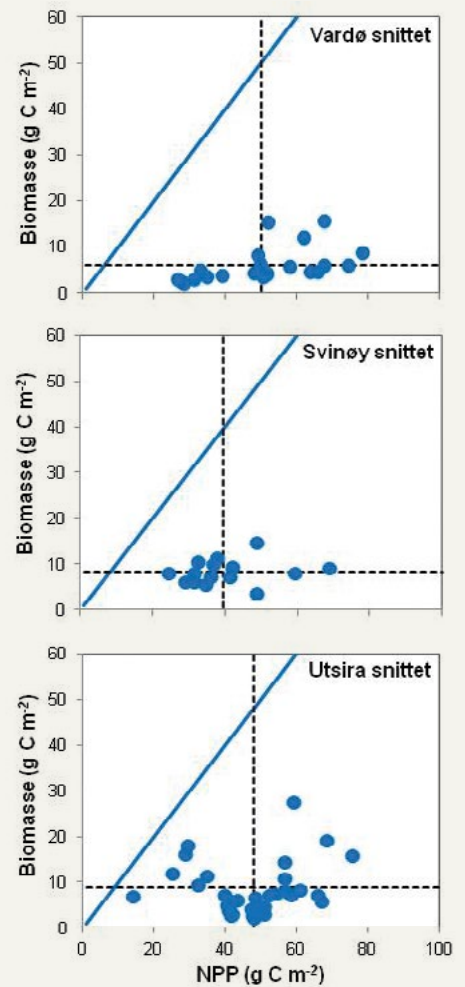
Nutrient dynamics, new phytoplankton growth and zooplankton grazing in Norwegian open ocean waters

Chemical seawater analysis and biogeochemistry are crucial parts of the ocean monitoring programme at IMR. Annually, approximately a third of the open ocean monitoring is seasonal transect cruises to the North Sea, the Norwegian Sea and the Barents Sea as reported here. The surveyed transects in this report (Figure 1) are usually executed at least twice a year in each region in order to monitor commercial marine resources, plankton ecology and ocean biogeochemistry. The vertical distribution of dissolved inorganic nu-

trients (nitrate) was used to calculate annual new primary production (NPP). Estimated phytoplankton growth was variable within each of the regions, but calculated averages were higher in the Barents Sea and in the North Sea (Figure 2). Remaining phytoplankton biomass did also show spatial variability, but calculated averages were higher in the Norwegian Sea and in the North Sea (Figure 2). The low biomass towards the end of the growth season, compared with estimated total phytoplankton growth, suggests that a major part of new production was effectively grazed down by zooplankton in all the three regions investigated (Figure 3).

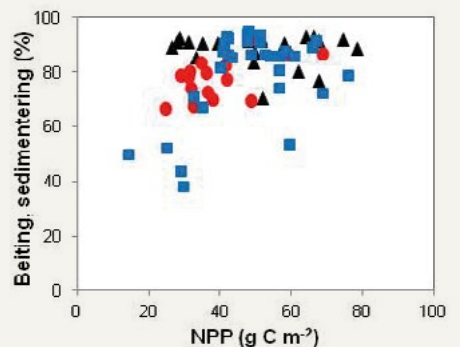
Figur 3. Beregnet tap av planteplanktonbiomasse i den øverste delen av vannsøylen (beiting og sedimentering) plottet mot tilveksten av planteplankton (NPP) i Barentshavet (hele svarte triangler), Norskehavet (hele røde sirkler) og Nordsjøen (hele blå firkanter). Beiting og sedimentasjon ble kalkulert som en fraksjon (%) av totalmengden av planteplanktonbiomassen.

Loss of phytoplankton biomass from surface waters (grazing and sinking) plotted as a function of new production (NPP) in the Barents Sea (whole black triangles), the Norwegian Sea (red circles) and in the North Sea (whole blue squares). Grazing and sinking were calculated as a fraction (%) of total amount of phytoplankton biomass.



Figur 2. Planteplanktonbiomasse (Biomasse) plottet mot tilveksten av planteplankton (NPP) i Barentshavet (Vardøsnittet, 26.–28. september), Norskehavet (Svinøysnittet, 2.–12. august) og i Nordsjøen (Utsirasnittet, 27.–31. juli) i 2015. Gjennomsnittsverdiene for hvert enkelt snitt er vist for biomasse og NPP (svart, stiplet linje). Total planteplanktonbiomasse (PB_{Total}), beregnet fra NPP, er også angitt (blå, heltrukket linje).

Phytoplankton biomass (Biomasse) plotted as a function of new primary production (NPP) in the Barents Sea (Vardø transect, 26.–28. September), the Norwegian Sea (Svinøy transect, 2.–12. August) and in the North Sea (Utsira transect, 27.–31. July) in 2015. Calculated averages for each transect are shown for biomass and NPP (black, broken line). Total phytoplankton biomass (PB_{Total}) calculated from NPP, is also shown (blue, whole line).



Planteplankton og ny primærproduksjon (NPP)

Planteplankton, eller fytoplankton, er encellede mikroskopiske organismer som bruker lys og næringsalter for å vokse (fotosyntese). Diatomeer (*Chaetoceros debilis*, venstre) og dinoflagellater (*Ceratium bucephalum*, høyre) er eksempler på noen av de vanligste gruppene av planteplankton i havområdene våre. Planteplankton kan ta til seg næring i form av nitrat, men

bruker også i mindre grad regenererte næringsalter som nitritt og ammonium for å vokse. Hovedmengden av nitrat i havoverflaten (0–50 meter) kommer opprinnelig fra dyp større enn 100 meter. Dette skjer når næringsfattige vannlag i overflaten blander seg med dypere, næringsrikt vann om vinteren. Nitrat som blir tilført overflaten er tilgjengelig som ny næring til plante-

planktonet som lever der. Beregningen av årlig ny tilvekst gjøres ved å kalkulere forbruket av nitrat i den øvre delen av vannsøylen. Ved å beregne mengden nitrat som var der til å begynne med, og så trekke fra det som var igjen ved slutten av vekstsesongen, får vi et uttrykk for hvor mye nytt nitrat som ble tatt opp og brukt til ny primærproduksjon (NPP) det året.

Foto: J. H. Simonsen

Diatomeer (*Chaetoceros debilis*)

Foto: J. H. Simonsen

Dinoflagellater (*Ceratium bucephalum*)

Dyreplankton og beregning av beiting

Dyreplankton er små, flercellede organismer som lever av planteplankton (herbivore dyreplankton), av å spise andre dyreplankton (carnivore dyreplankton) eller en blanding av de to (mixotrofe dyreplankton). Figuren viser krill (*Meganyctiphanes norvegica*) og hvalåte (*Clione limacina*) som re-

presenterer to av de større gruppene av dyreplankton fra våre havområder. Bare en liten del av planteplanktonet som beites blir absorbert av dyreplankton. Storparten blir gjort om til fekalpellets som raskt synker ut av den øvre delen av vannsøylen. Vi kan beregne totalmengden av planteplanktonbio-

masse som blir produsert fra NPP uten innblanding fra herbivore og mixotrofe dyreplankton. Da vi også måler hvor mye planteplanktonbiomasse (PB) som er igjen mot slutten av året, kan vi beregne mengden som er forsvunnet på grunn av beiting og sedimentasjon.

Foto: C. T. Broms

Storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*)

Foto: C. T. Broms

Hvalåte (*Clione limacina*)