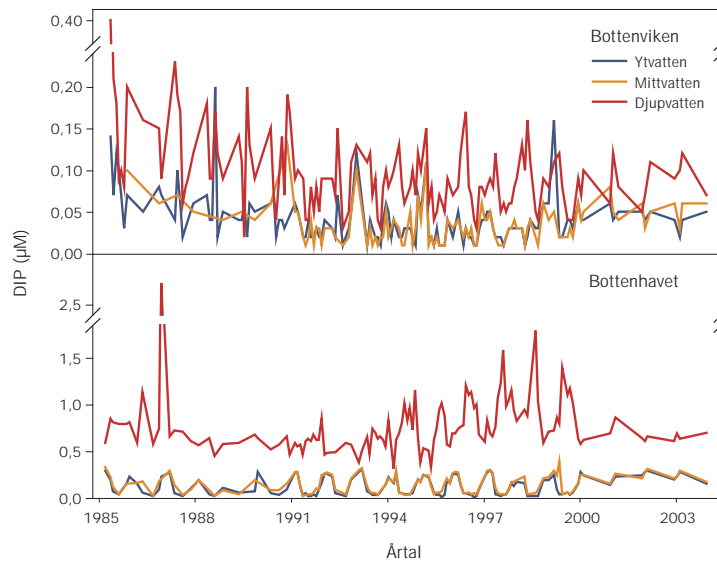


Från 1993 till 2000 dubblerades DIP-halterna i djupvattnet i Bottenhavet. Ytvattnet har inte påverkats av detta. I Bottenviken ses inte denna effekt.

From 1993 to 2000 there was a doubling of the summer DIP concentration in deep water in the Bothnian Sea. This change does not appear to have affected the surface values however. In the Bothnian Bay, no such signal is apparent.



Pelagisk biologi

Agneta Andersson Umeå Marina Forskningscentrum, Ekologi och Geovetenskap, Umeå universitet,
Johan Wikner Umeå Marina Forskningscentrum

Primärproduktionen visade minskande trender i hela Bottniska viken under 1991–2001₅₁. Trenden var mest tydlig i Örefjärden, men signifikant minskande värden uppmättes även i Bottenhavet och Bottenviken. Minimumvärden uppmättes under 2001. Under 2002 och 2003 visade primärproduktionen ökande värden. I Bottenhavet och Örefjärden motsvarar produktionen år 2003 värdena för år 1998. I motsats till primärproduktionen var bakterieproduktionen, bakteriebiomassan och växtplanktonbiovolymen ganska stabil under perioden. Kvoten mellan bakterieproduktion och primärproduktion ökade därför i alla bassänger från 1998 med en topp under 2001. Observationen tyder på en temporär förändring av ekosystemets funktion i Bottniska viken, sannolikt orsakad av några nederbördsrika år.

SÖTVATTENTILLFÖRSEL KAN FÖRKLARA LÅG PRODUKTION

Det är inte möjligt att med säkerhet fastställa vad orsaken till den minskan-

de primärproduktion var under slutet av 90-talet. Det är dock möjligt att stora älvutflöden kan ha påverkat primärproduktionen negativt. Stora älvutflöden för med sig lätta partiklar såväl som löst organiskt material i form av humusämnen som färgar vattnet. Dessutom medför det sötare vattnet att det omblandade ytskiktet blir djupare. Detta har tydligt visats i de hydrografiska resultaten under samma period. Om växtplanktonen blandas om i ett djupare skikt, som delvis hamnar under det belysta vattenskiktet, kommer den ljusmängd växtplanktonen tillförs att minska. Dessutom kan lägre ljusinstrålning p.g.a. ökad mängd ljusadsorberande ämnen och partiklar, ha medfört en lägre växtplanktonproduktion.

Till skillnad från Egentliga Östersjön bestäms siktdjupet i Bottniska viken till stor del av mängden humusämnen i vattnet och i mindre utsträckning av planktonkoncentrationen. Vid de extremt höga älvutflödena under 1998 och 2000 uppmättes ett betydligt lägre siktdjup och ett försämrat

ljus klimat i kustregionen. Under 2002 och 2003 visade primärproduktionen ökande värden. Dessa år var ganska torra, med låg nederbörd.

NÄRSALTHALTER INGEN FÖRKLARING

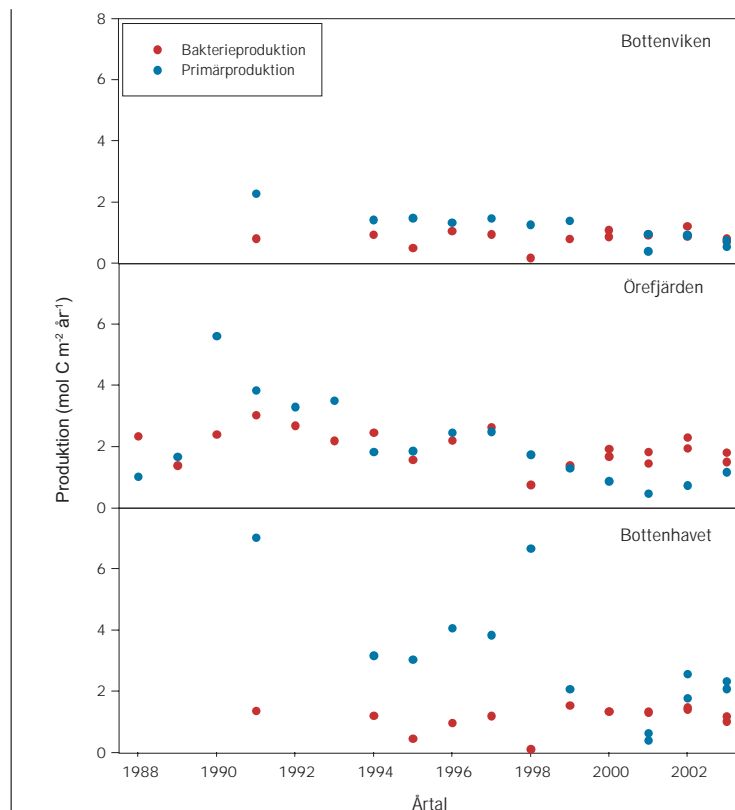
De minskande trenderna i primärproduktion i Bottenhavets utsjö under slutet av 90-talet kan inte förklaras med sjunkande närsaltshalter. Kväve, som får en ökande betydelse som begränsande ämne mot sydöstra Bottenhavet (Andersson et al. 1996), visade inga onormala förändringar under tidsperioden. Fosforhalterna ökade däremot i bottenvattnet under slutet av 90-talet. Den svagt minskande primärproduktionen i Bottenviken sammanfaller dock med något minskande fosforkoncentrationer i bottenvattnet. Även om fosfor utgör en tillväxtbegränsande faktor för växtplankton i Bottenviken (Andersson et al. 1996), bedömer vi det osannolikt att minskande fosforhalt är en huvudförklaring till den lägre växtplanktonproduktion i Bottenviken.

MINSKNINGEN AV BOTTENDJUR – KOPPLAD TILL PRIMÄRPRODUKTION? Oavsett vad de minskande primärproduktionsvärdena berodde på, torde förändringen ha haft stor betydelse för andra organismers produktivitet i ekosystemets. En lägre produktion av växtplankton, främst stora diatoméer och dinoflagellater, gör att mängden sedimentterande föda till bottenjuren minskar. Minskande sedimentation under vårbloomingen uppmättes under 1997–1999 i Bottenhavets utsjö och i Örefjärden. Detta kan ha varit en orsak till den drastiska nedgången i förekomst av vitmärla, *Monoporeia affinis*, under slutet av 90-talet (Leonardsson och Karlsson 2003).

Det är också troligt att produktion och sammansättning av djurplankton kan ha påverkats av den lägre primärproduktionen (Wikner, 2003). Detta kan i sin tur ha haft en negativ inverkan på fiskproduktionen. Intressant i detta sammanhang är den minskande trend som ses i fångsten av flera fiskarter i Bottniska viken (Söderberg, K. i denna rapport). Orsaken till denna minskning är dock inte utredd.

EKOSYSTEM MED OLIKA BASER

Växtplankton och heterotrofa bakterier konkurrerar om oorganiska när-salter, t.ex. fosfat. I en situation där ljusklimatet försämras kan mycket väl växtplanktonen bli utkonkurrerade av bakterier. När dessutom stora mängder organiskt kol av terrestriskt ursprung tillförs systemet, blir inte kol en begränsande faktor för bakteriernas tillväxt. Vid en sådan situation kan basresursen i näringsväven förskjutas från att vara växtplanktonbaserad till att vara bakteriebaserad. Födoväven börjar då vid en lägre nivå, och kolbiomassan kommer att passera genom fler trofinivåer innan det når toppkonsumenterna. Vid varje trofinivå förloras kol från näringskedjan genom bildning av koldioxid. Övergången till en näringsväv baserad på bakterier innebär därmed att produktiviteten i högre trofinivåer minskar, jämfört med när större växtplankton utgör födo-



Primärproduktionen minskade i hela Bottniska viken under 90-talet. Bakterierproduktionen, bakteriebiomassan och växtplanktonbiomassan var däremot mer stabila. Kvoten mellan bakterierproduktion och primärproduktion visade ett maximum under 2001.

The primary production decreased during the 90's in the entire Gulf of Bothnia, while the bacterial production, bacterial biomass and phytoplankton biovolume concentration were more stable. The ratio primary production to bacterial production showed a maximum 2001.

bas. En konsekvens är att produktionen av exempelvis fisk minskar. I överensstämmelse med detta har löst organiskt material av terrestriskt ursprung visats ha en stor betydelse för födovävens struktur i delar av Bottniska viken (Sandberg et al 2004).

Det relativa förhållandet mellan bakterie- och växtplanktonproduktionen försköts också kraftigt mot bakterier under slutet av 1990-talet. I båda studerade havsområdena i Bottenhavet visades den största dominansen av bakterieplankton under 2001. En motsvarande dynamik i Bottenviken var mindre tydlig, eventuellt beroende på det redan stora inflytandet av bakterieplankton där.

PREDATORER HÅLLER NIVÅN

Det kan tyckas märkligt att endast primärproduktionen minskade under sluttet av 90-talet, och att inte växtplanktonbiomassan visade samma tydliga minskning. Det är dock känt att predatorer kan hålla bytesdjur på en stabil nivå, även om bytesdjurens produktivitet varierar. Ett exempel är ett tillsats-experiment som utfördes i Egentliga Östersjön av Kuuppo et al. (2003). När näringsämnen för bakterier tillsattes uppmättes en tydligt förhöjd bakterieproduktion. Däremot ökade inte bakteriebiomassan. Ökad biomassa hos predatorerna, ciliater, kunde däremot detekteras. På motsvarande sätt kan betningstrycket från metazooplankton ha minskat när produktiviteten hos växtplanktonen minskade. Predatorer kan således kontrollera bytets biomassa, medan resurstillgången kontrollerar bytets produktion.

Kristina Wiklund/UMF



Carl Henrik Strangberg/UMF

PROVTAGNING I VATTENMASSAN

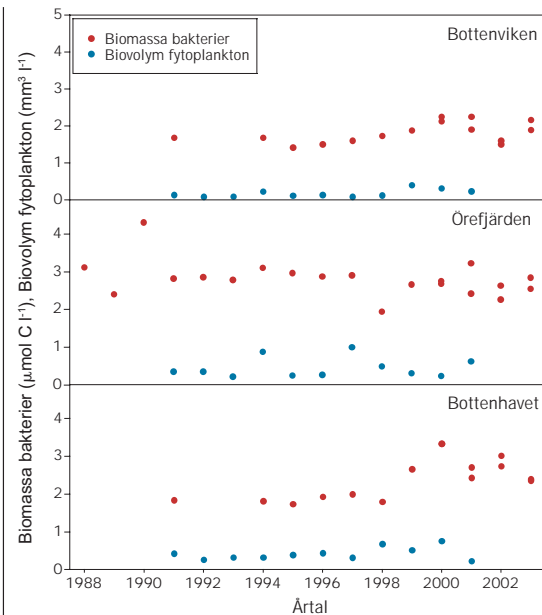
Provtagning utfördes 12–20 gånger per år i den fotiska zonen (0–20 m eller 0–10 m) vid 1–2 stationer per havsområde. Bakterieproduktion mättes med ³H tyminidin teknik (Fuhrman & Azam 1982, Smith & Azam 1992) och primärproduktionen mättes med ¹⁴C-teknik (Gargas 1975). Växtplankton analyserades enligt HELCOM combine manualen, bakteriebiomassan mättes enligt Blackburn et al (1998). Integrerade årsvärden beräknades för primär- och bakterieproduktionen. Årsmedelvärden beräknades för bakteriebiomassa och växtplankton biovolym.

STATISTIKRUTA:

S1. Trender testades med linjär regression på otransformerade data. Signifikansnivå om 0.05 tillämpades. En analys av standardiserade residualer mot standardiserade predikerade värden utfördes.

Den årliga primärproduktion visade minskande trender i hela Bottniska viken från 1991–2001 ^{S1}. Bakterieproduktionen, bakteriebiomassan och växtplanktonbiovolymen var generellt mer stabila eller visade ökande värden. Fetmarkerade siffror anger signifikant förändring.

| Parameter | Område | Trend % | p-värde |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|
| Bakterieproduktion | Bottenviken | 1,5 | 0,664 |
| Bakterieproduktion | Örefjärden | -0,6 | 0,054 |
| Bakterieproduktion | Bottenhavet | 2,3 | 0,576 |
| Bakteriebiomassa | Bottenviken | 3,6 | 0,013 |
| Bakteriebiomassa | Örefjärden | -0,5 | 0,439 |
| Bakteriebiomassa | Bottenhavet | 5,9 | 0,011 |
| Växtpl biovolym | Bottenviken | 10,6 | 0,049 |
| Växtpl biovolym | Örefjärden | 2,4 | 0,701 |
| Växtpl biovolym | Bottenhavet | 4,7 | 0,239 |
| Primprod | Bottenviken | -9,9 | 0,002 |
| Primprod | Örefjärden | -13,8 | 0,000 |
| Primprod | Bottenhavet | -14,5 | 0,032 |
| Bakt.prod/Primprod | Bottenviken | 14,9 | 0,111 |
| Bakt.prod/Primprod | Örefjärden | 19,4 | 0,033 |
| Bakt.prod/Primprod | Bottenhavet | 22,3 | 0,045 |



Bakterieproduktion/Primärproduktion

