

Hydrografi/hydrokemi

Philip Axe SMHI, Amund E. Bjerkebæk Lindberg Umeå Marina Forskningscentrum

Under den första halvan av året uppvisade ytvattnet i båda bassängerna temperaturer som låg under eller mycket under medelvärdet för jämförelseperioden 1991–2000. Ytvattnet i Bottenviken uppvisar en mycket liten mellanårsvariation, bl.a. eftersom det fryser vid $\sim -0,3$ °C.

Som ett resultat av den varma sommaren steg temperaturerna i båda bassängerna under juli och augusti. Efter detta höll sig temperaturerna i ytvattnet över det normala till slutet på september. Året avslutades med att temperaturerna i ytvattnet sjönk till jämförelseperiodens värden eller något lägre under årets sista två månader. Som mest var temperaturen i båda bassängernas ytvatten ~ 6 °C högre än medeltemperaturen för perioden och den lägsta

temperaturen i ytvattnet var ~ 2 °C under medelvärdet.

För djupvattnet tenderar temperaturen generellt att vara något mer konstant än i ytan. Årstidsvariationen i Bottenhavets djupvattnet motsvarade $0,8$ °C (max.-min.). Motsvarande årstidsvariation för Bottenviken var ~ 2 °C. För Bottenhavet låg temperaturen ca en standardavvikelse lägre än medelvärdet för perioden under hela året. I Bottenviken, däremot, var temperaturen i djupvattnet generellt högre än medelvärdet för perioden. Variationen var större än i Bottenhavet, dock inte större än en standardavvikelse från medelvärdet för perioden.

FORTSATT LÄGRE SALTHALTER

Under hela 2003 var salthalterna i Bottenhavets ytvatten normala i för-

hållande till medelvärdet 1991–2000. Variationerna var mycket små. I Bottenviken, däremot, var salthalterna i ytvattnet lägre än jämförelseperiodens medelvärde under hela året, vilket kan vara en indikation på relativt stor sötvatteninströmning. I Bottenhavets djupvatten var salthalterna normala i början av året. Under resten av året låg salthalterna i Bottenhavets djupvatten ungefär en standardavvikelse under medelvärdet för jämförelseperioden. I Bottenviken låg salthalterna i djupvattnet under medelvärdet för jämförelseperioden under hela året.

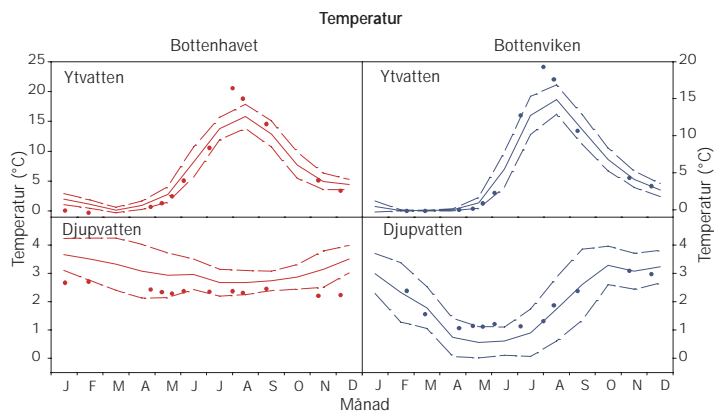
Sett över en längre tidsperiod har dock en tydlig utsötning skett i Bottenviken och Bottenhavet. Salthalterna har sjunkit i Bottenvikens bottenvatten under perioden 1985 till 2002,

Temperaturen i bassängerna låg nära medelvärdet för jämförelseperioden 1991–2000. Under sommaren skedde det dock en mycket snabb uppvärmning av ytvattnet i båda bassänger. I djupvattnet var variationen mindre.

Figuren visar årsmedelvärden för jämförelseperioden 1991–2000 (+/- SD). Punkterna visar 2003 års värden.

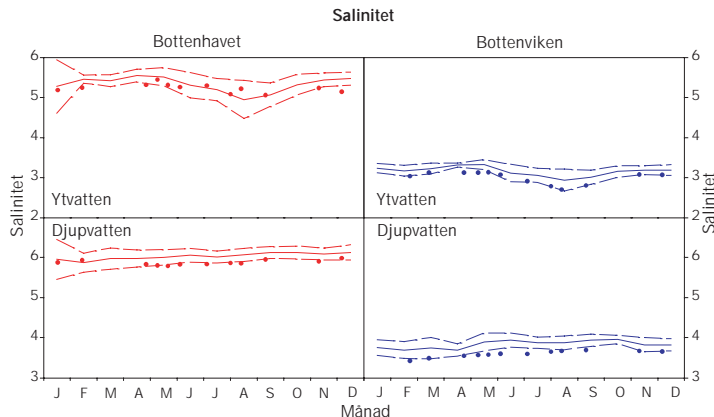
During the summer of 2003 there was an unusually fast and heavy increase of the temperature in the surface layer (upper 5 meters), for the rest of the year the temperatures were close to the mean values for the period 1991–2000. In the bottom water (below 80 meters) the variation in temperature was small.

The figure shows year mean temperature with (+/- SD) (lines) and data from 2003 (dots)



Fortfarande uppvisar bottenvattnet i båda bassängerna lägre salthalt än den under medelperioden 1991–2000. I Bottenhavet hade dock salthalten i ytvattnet närmast sig normalsituationen. Figuren visar årsmedelvärden för jämförelseperioden 1991–2000 (+/- SD). Punkterna visar 2003 års värden.

During the last years a decrease in the salinity concentrations have been detected – a situation which also was noticeable during 2003. The figure shows year mean salinity with (+/- SD) (lines) and data from 2003 (dots).



från 4,5 till 3,5 psu. I ytvattnet har salthalten sjunkit under samma period från 3,5 till 2,8 psu. I Bottenhavet kan en liknande sänkning av salthalterna ses för perioden 1980 till 1995. Efter 1995 har salthalterna i Bottenhavet hållit sig relativt konstanta, förutom i ytvattnet där salthalterna under 2000 sjönk med 0,5 psu. Under 2003 skedde en viss återhämtning i salthalt då värdena steg något både i Bottenviken och Bottenhavet.

SYRGAS – FORTFARANDE SJUNKANDE I BOTTENHAVET

Under året skedde inga drastiska ändringar av syrgashalterna i bassängerna, även om koncentrationerna ökade något. För norra delen av Bottenhavet kan det urskiljas en viss tendens till sjunkande syrgasvärden under perioden 1993–2003. Koncentrationerna i Bottenviken var som vanligt högre än i Bottenhavet, vil-

ket delvis kan förklaras med att kallare vatten med lägre salinitet kan lösa större mängd syrgas. Andra orsaker till de högre syrgashalterna i Bottenviken är svagare stratifiering som tillåter större omblandning, och att den biologiska produktionen och syreförbrukningen på botten är mindre jämfört med Bottenhavet. Syrgashalterna låg mellan 7,5 och 9,0 ml/l i Bottenhavet och 5,4 och 6,8 ml/l i Bottenviken.

KVÄVE- OCH FOSFORHALTER RELATIVT NORMALA

I början på året var halterna av löst oorganiskt kväve 5,0 µM på C3 och 4,6 µM på C14, vilket i bägge fall är något högre än jämförelseperiodens medelvärde (4,5 µM). I slutet på året var halterna mellan 2 och 3 µM på både C3 och C1, men fortfarande inom naturlig mellanårsvariation (e.g. en standardavvikelse av medel-

värdet för årstiden). På station C14 var halterna strax under 2 µM.

Även halterna av löst oorganiskt fosfor följde den normala årstidsvariationen, med höga halter under vintern och låga under sommaren. Halterna var i början på året över 0,2 µM på både C3 och C14, vilket dock inte är högre än jämförelseperioden. På slutet av året var halterna på C3 endast något lägre än jämförelseperioden (0,15 µM). På C14, däremot, var koncentrationerna av löst, oorganiskt fosfor lägre än medelvärdet.

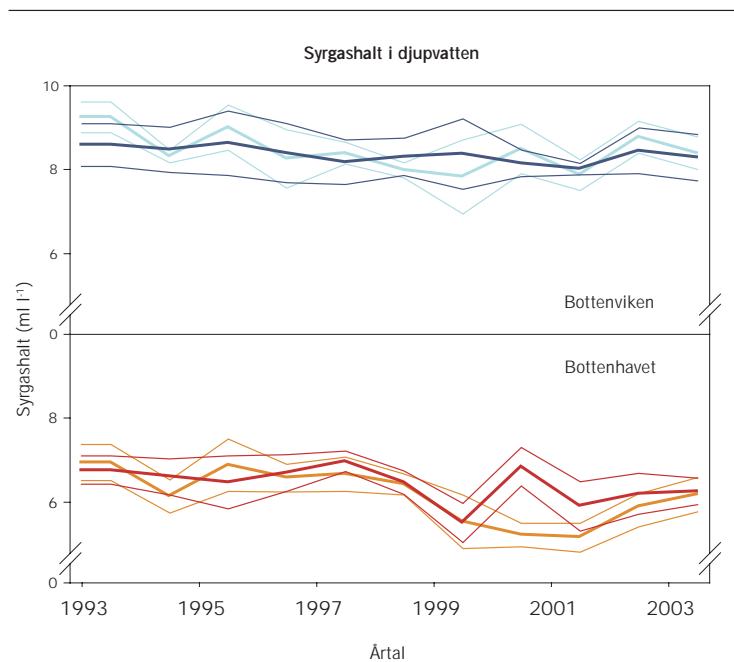
På station C3 var halterna av totalkväve och totalfosfor i ytvattnet (endast 1 m) under veckorna 19 och 21 extremt höga. Halterna av totalkväve låg exempelvis på ca 30 µM, att jämföra med medelvärdet på 17 µM. Proverna är analytisk godkända. Eftersom ingen motsvarande extrem förhöjning observerades på systerstationen C14, var det en lokal effekt som dock bestod över en 3 veckors period utan en klar förklaring. Vecka 19 kan möjligen inverkan av ismältning ha bidragit, då höga kvävehalter observeras i is och spridd is förekom vid provtagningsstillfället.

Silikatkoncentrationerna var högre än normalt i Bottenhavet under 2003, vilket ledde till en låg kvot både mellan löst oorganiskt fosfor och silikat och löst oorganiskt kväve och silikat. I Bottenviken var dessa kvoter däremot normala under 2003.

LÄGRE FOSFORHALTER

I BOTTENVIKEN

Effekten av ytvattnets utsötningen har varit en stadig minskning i totalfosforhalterna i Bottenviken, från 0,3 µM år 1985 till 0,15 år 2000. Halterna av löst oorganiskt fosfor har under samma period halverats, och låg år 2000 på 0,05 µM. I Bottenhavet, däremot, har halterna varit relativt stabila under perioden, förutom i bottenvattnet där de ökat från 0,75 µM år 1995 till 1,25 µM år 1999.



Syrgashalterna i djupvattnet uppvisar högre halter i Bottenviken än i Bottenhavet. Under året steg syrgashalterna något i båda bassängerna, vilket följer den utveckling som inleddes under 2002. I norra Bottenhavet är det dock en tendens till minskande syrgas-koncentrationer under perioden 1993–2003.

Time series showing oxygen levels in the deep layer in the Bothnian Bay and the Bothnian Sea. The data still indicates an increase in oxygen concentrations, an event that was initiated during 2002.

En liknande ökning har även observerats i Norra Egentliga Östersjön. Under år 2000 bröts den ökande trenden, och halterna sjönk återigen till $0,75 \mu\text{M}$ i Bottenhavet, men inte i Egentliga Östersjön.

FÖRVÄNTAD KVOT

Kvoten mellan oorganiskt kväve och oorganiskt fosfor visade typiska värden i både Bottenviken och Bottenhavet. Kvoten i marina vatten håller sig normalt kring 15:1, vilket är i god överensstämmelse med förhållandet i marina fytoplanktons biomassa (normalt 16:1). Kvoten har en typisk årsvariation. Bottenhavet fungerar i stort sett som andra marina vatten. Kvoten ligger här normalt runt 15–20 under vintern. I slutet på april, då växtsäsongen börjar, sjunker kvoten snabbt. I mitten eller slutet på juli är värdena som lägsta. Sedan stiger kvoten igen, och uppnår vinternivåer i slutet på september. Under vintern låg kvoten nära medelvärdet för perioden 1991–2000.

I Bottenviken, däremot, finns ett tydligt överskott av oorganiskt kvä-

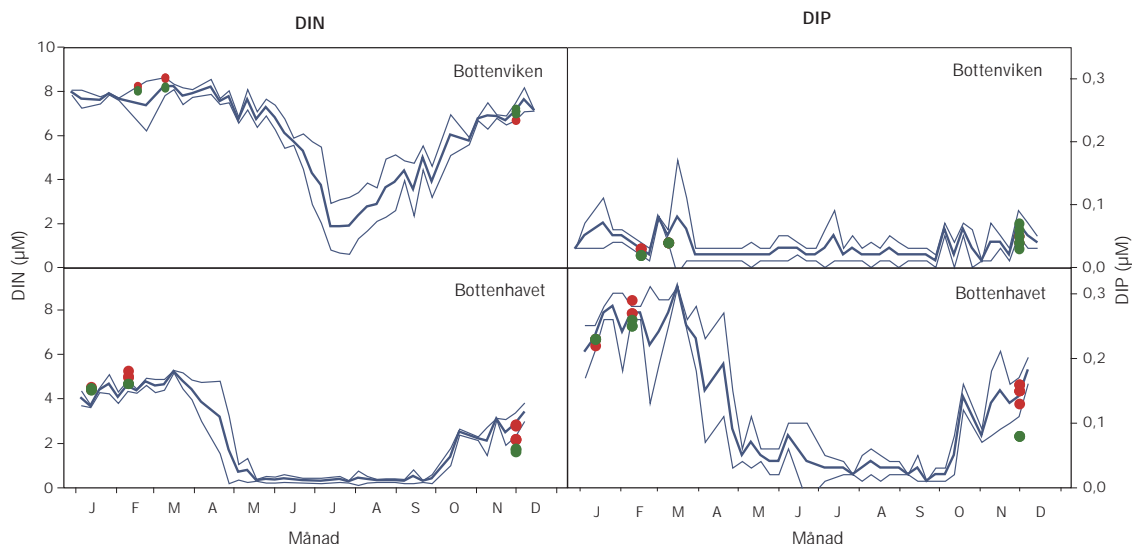


Carl Henrik Stangenberg/UMF

ve, och kvoten varierar kraftigt under året. Kvoten ligger i Bottenviken normalt på mellan 50 och 400. De högsta värdena observeras i mitten på maj, då tillrinningen från älvarna ökar. Minimum i kvoten uppstår i slutet på juli. Under 2003 var kvoten i Bottenviken mellan 100 och 300, vilket är normalt.

Förhållandet mellan oorganiskt kväve och fosfor påverkar i första

hand växt- och bakterieplankton som lever av lösta ämnen. Exempelvis kommer en brist på kväve relativt fosfor att gynna kvävefixerande organismer såsom cyanobakterier framför organismer som endast kan nyttja kväve i löst form. Förändringar i denna kvot, såväl som kvoten mellan kväve, fosfor och silikat, kan tyda på förändringar i fytoplanktonsamhällets struktur.

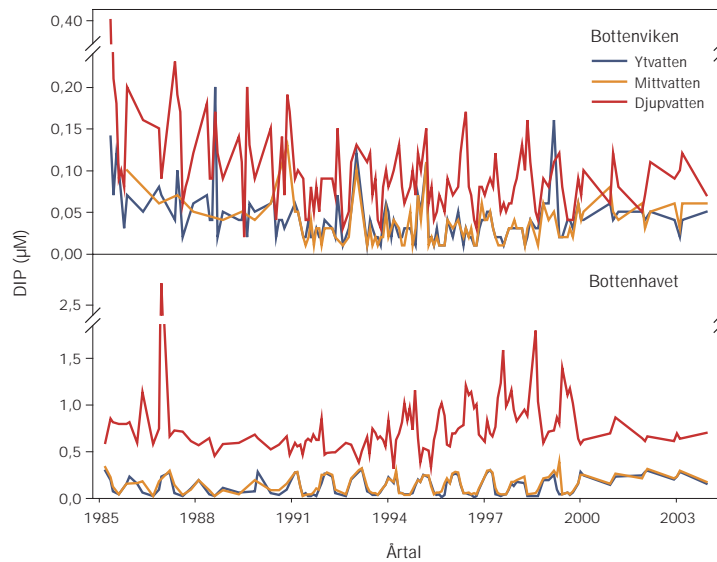


Effekten av värblomningen på DIN och DIP syns tydligt i Bottenhavet. Från slutet på mars till början på maj sjönk halterna drastiskt, för att åter höjas i slutet på september. I Bottenviken är inte effekten på DIP lika utpräglad, eftersom halterna överlag är låga. DIN i Bottenviken visar tydligt värblomning från mitten på maj. Linjerna visar årsmedelvärden för jämförelseperioden 1991–2000 (+/-SD). Punkterna visar värden uppmätta under 2003.

The effect of the spring bloom on DIN and DIP concentrations can be clearly seen, with nutrients in the Bothnian Sea being reduced dramatically from the end of March to the beginning of May, before recovering at the end of September. In the Bothnian Bay, the signal in DIP is not so clear (due to low concentrations throughout the year), but there is a strong signal in DIN, showing the spring bloom taking place in the middle of May. The lines show year mean values with (+/-SD). The dots represent the data from 2003.

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.