

## Vattenmassans biologi

**Agneta Andersson och Johan Wikner**  
Umeå Marina Forskningscentrum  
Umeå universitet

Förekomsten av kiselalger och dino-flagellater visar ingen generell uppgång eller nedgång vid någon av stationerna i Bottenviken, Örefjärden eller Bottenhavet under perioden 1991–2000. Växtplanktonhalterna visar dock på stor variation mellan år, vilket kan påverka andra organismer i ekosystemet.

### Stor variation

Årsmedelkoncentrationen av kiselalger varierade stort vid de olika stationerna. Störst koncentration observerades vid Örefjärden, därefter kom stationen i Bottenhavet. I Bottenviken var koncentrationen lägst. Detta kan bero på varierande tillgång av olika närsalter vid stationerna. Fosfathalten, beräknad på årsbasis, är vid stationen i Bottenviken endast ca 10 % av fosfathalterna vid de sydligare stationerna. Detta är sannolikt förklaringen till den låga omfattningen av vårbloomingen av kiselalger vid den nordligaste stationen.

Fosfathalterna är relativt lika i Örefjärden och Bottenhavet. Silikathalterna, däremot, är ca 20 % lägre i Bottenhavet än i Örefjärden. Detta kan vara en del av förklaringen till att kiselalghalten är större vid kuststationen. Tillsattsexperiment har visat att silikatberikning ger positiv respons på klorofyllhalten vid försök gjorda på havsvatten från stationen i Bottenhavet. Liknande försök utförda på havsvatten från Örefjärden gav däremot inte någon positiv respons på växtplanktonsamhället (Andersson et al. 1996). Detta tyder på viss kiselbegränsning hos kiselalger i Bottenhavet.

### Skifte i dominansförhållanden

Dinoflagellatkoncentrationen var relativt lika mellan stationen i Bottenviken och kuststationen. Ungefär dubbelt så höga koncentrationer uppmättes i Bottenhavet. Förklaringen till detta kan vara den något högre salthalten vid stationen i Bottenhavet jämfört med de övriga stationerna.



FOTO: KRISTINA WIKLUND

Provtagning av vattenmassan i Örefjärden.

### Kiselalger och dinoflagellater

Årsmedelvärdet av kiselalger (Diatomophyceae) är signifikant lägre vid A13 stationen jämfört med de övriga stationerna.<sup>1,2</sup> Förekomsten av dinoflagellater (Dinophyceae) är signifikant högre vid C1 stationen än vid B3 stationen. Kvoten Diatomophyceae: Dinophyceae är signifikant högre vid B3 stationen jämfört med de övriga stationerna. Data baseras på medelvärden under en 10-årsperiod, 1991-2000. Standardavvikelse av årsmedelvärden anges inom parentes.

*The annual average biovolume of diatoms (Diatomophyceae) is significantly higher at the A13 station than at the other stations.<sup>1,2</sup> The annual average of dinoflagellates (Dinophyceae) is significantly higher at the C1 station than at the B3 station. The ratio Diatomophyceae:Dinophyceae is significantly higher at the B3 station compared to the other stations. Standard deviations of the annual means are presented within parenthesis.*

	A13	B3	C1
Diatomophyceae Biovolym (mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> )	0.04 (0.02)	0.29 (0.21)	0.14 (0.10)
Dinophyceae Biovolym (mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> )	0.03 (0.02)	0.03 (0.01)	0.08 (0.07)
DIAT/DINO	1	10	2

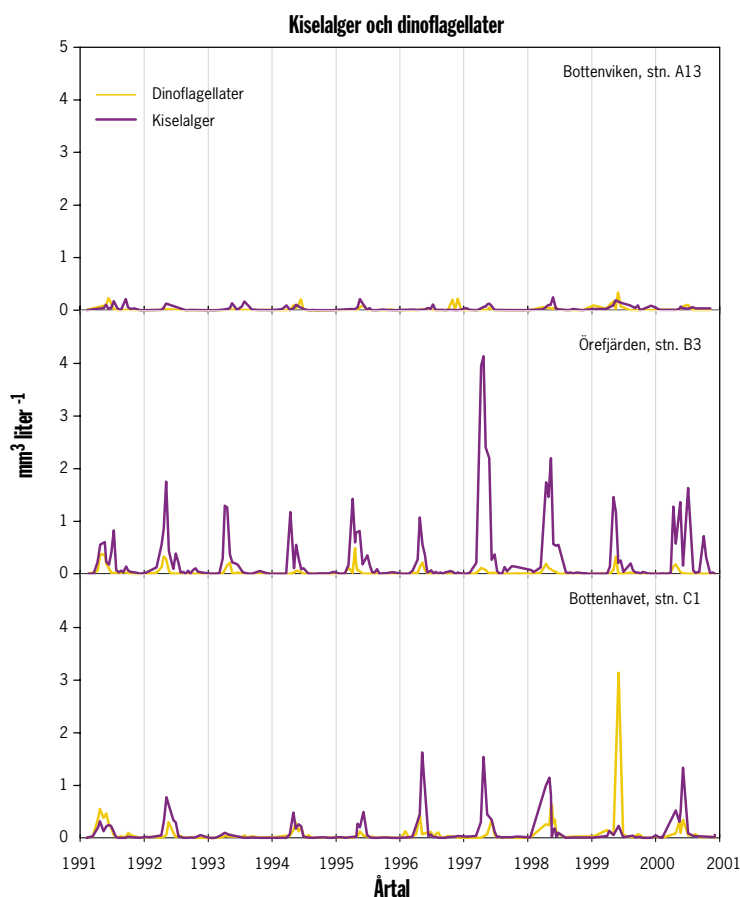
Många dinoflagellatarter är knutna till högre salthalter. Eftersom många dinoflagellater kan tillgodogöra sig energi via den heterotrofa mikrobiella näringsväven är de inte lika

beroende av oorganiska närsalter som kiselalger. Tillförseln av alloktoniskt organiskt material via älvar är större i Bottenviken än i Bottenhavet. Likaledes är betydelsen av den

heterotrofa mikrobiella näringsväven större i Bottenviken än i Bottnhavet. Sannolikt är det därför dinoflagellaterna inte uppvisar lika stor skillnad som kiselalgerna från norr till söder i Bottniska viken.

Under år 2000 observerades en anmärkningsvärd nedgång av vitmärlor i Norrbyområdet (Leonardsson 2000). Detta skulle teoretiskt kunna bero på en minskad födotillgång via sedimenterande alger. Kiselalger anses sedimentera ut ur vattenmassan, medan dinoflagellaterna inte gör det i någon större utsträckning. Har ett skift från kiselalgsdominans till dinoflagellatdominans skett så skulle det kunna tänkas minska sedimentationen och därmed födotillgången för bottenfauna. Denna rapport visar dock att något sådant skift inte har skett i Örefjärden. I Bottnhavet, däremot, var 1999 ett bottenår för kiselalger, medan en extrem topp av dinoflagellater observerades. Det är möjligt att sedimentationen var ovanligt låg i Bottnhavets utsjö detta år, pga låg förekomst av kiselalger. Detta kan ha haft en negativ inverkan på bottenfaunans tillväxt även i kustområdet.

Varför har då denna förskjutning i dominansförhållandena skett vid utsjöstationen i Bottnhavet? En faktor som skulle kunna bidra till detta är att nederbörden varit stor under åren



Ingen av växtplanktonklasserna kiselalger och dinoflagellater uppvisar någon generell förändring under åren 1991–2000 vid stationerna A13, i Bottenviken, B3 i Örefjärden och C1 i Bottnhavet. Havsvattenprov togs med slang från 0–20 m djup 12 gånger per år vid utsjöstationerna och 18 gånger per år vid kuststationerna.

*The abundance of Diatomophyceae and Dinophyceae showed no general changes from 1991 to 2000 at the A13 station in the Bothnian Bay, the B3 station in the Öre estuary in the northern Bothnian Sea and the C1 station in the Bothnian Sea. Seawater samples were taken from 0–20 m depth by using a plastic hose 12 times per year at the off-shore stations and 18 times per year at the coastal station.*

## Bakteriebiomassa

Deskriptiv statistik för bakteriebiomassan i Örefjärden (1988-2001) och på utsjöstationerna (1991-2001) i Bottniska viken. Värderna för 2002 anger medelvärde för stationerna i bassängen. Högre värden 2002 och ökande trend<sub>S2</sub> visas för utsjö-miljön, medan lägre värden och sjunkande trend visas för kuststationerna.

*Descriptive statistics for the bacterial biomass in the Öre estuary (1988-2001) and at the off-shore stations (1991-2001) in the Gulf of Bothnia. Values for 2002 show the average value for the stations in a basin. Higher values during 2002 and an increasing trend<sub>S2</sub> is demonstrated for the off-shore environment, while lower values and decreasing trend is shown for the coastal stations.*

	Bottenviken		Örefjärden	Bottnhavet		Signifikansnivå för lutningskoefficienterna: *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001
	Ytvatten	Djupvatten	Ytvatten	Ytvatten	Djupvatten	
Värde 2002 (µmol kol liter <sup>-1</sup> )	2.08	1.72	2.84	2.48	2.28	
Medelvärde (µmol kol liter <sup>-1</sup> )	1.83	1.39	2.91	2.29	1.73	
Variationskoefficient (±%)	16	22	14	24	37	
Lutningskoefficient	0.065*	0.064**	-0.053*	0.126*	0.162***	
R <sup>2</sup>	0.518	0.508	0.311	0.513	0.792	

## Statistik

S1 Skillnad i årsmedelvärde för växtplanktongrupperna mellan stationer testades med envägs ANOVA samt post hoc tester. För kiselalger var halten signifikant lägre på station A13 än de övriga (p= 0,001). För dinoflagellater var halten signifikant högre på C1 stationen (p= 0,035). Kvoten mellan kiselalger och dinoflagellater var signifikant högre på station B3 än de övriga (p= 0,002).

S2 Tidsserierna för bakteriebiomassa testades för signifikanta trender med linjär regressionsanalys, modell I. Några av de viktigare resultaten visas i tabell 2. Tidsserien för Bottnhavet (stn. C1), djupvatten, visade att en linjär modell på ett bra sätt beskrev utvecklingen med tiden (residual analys). Detsamma gällde kuststationen i Örefjärden, även om 1998 års ovanligt låga värde avvek från sambandet. För övriga utsjö-stationer beror den signifikanta trenden främst på höga värden under senare delen av tidsperioden. Normal-fördelade värden och homogen varians förekom i samtliga fall.

## Kiselalger och dinoflagellater dominerar vårbloomingen

Kiselalger, eller diatomeer, är encelliga mikroalger som lever som enskilda celler eller i kolonier. Tillsammans med dinoflagellater dominerar de vårbloomingen. Denna växtplanktonklass (Diatomophyceae) har enbart fotoautotrof näringsförsörjning (dvs tar energi från solljus och kol från koldioxid). Cellväggen består av två fasta kiselinlagrade cellhalvor. En stor andel av kiselalgerna sedimenterar ut ur vattenmassan och utgör föda för bottenfauna. Kiselalgerna har chrysolaminaran och lipider som upplagsnäring. De är vanliga i både sjöar, brackvatten och hav.

Dinoflagellater, eller pansarflagellater, är encelliga mikroalger med två gissel. Vissa arter har en cellvägg, eller pansarvägg, av cellulosa. Tillsammans med kiselalgerna dominerar de vårbloomingen. Denna växtplanktonklass (Dinophyceae) inkluderar arter som är autotrofa, mixotrofa och heterotrofa. Stärkelse och lipider utgör upplagsnäring. Dinoflagellater anses inte sedimentera ut ur vattenmassan i någon större utsträckning. De flesta dinoflagellater (~90 %) är marina arter.



Kiselalgen *Thalassiosira baltica*



Dinoflagellaten *Peridiniella catenata*

FOTO: LOUISE WEINBERG

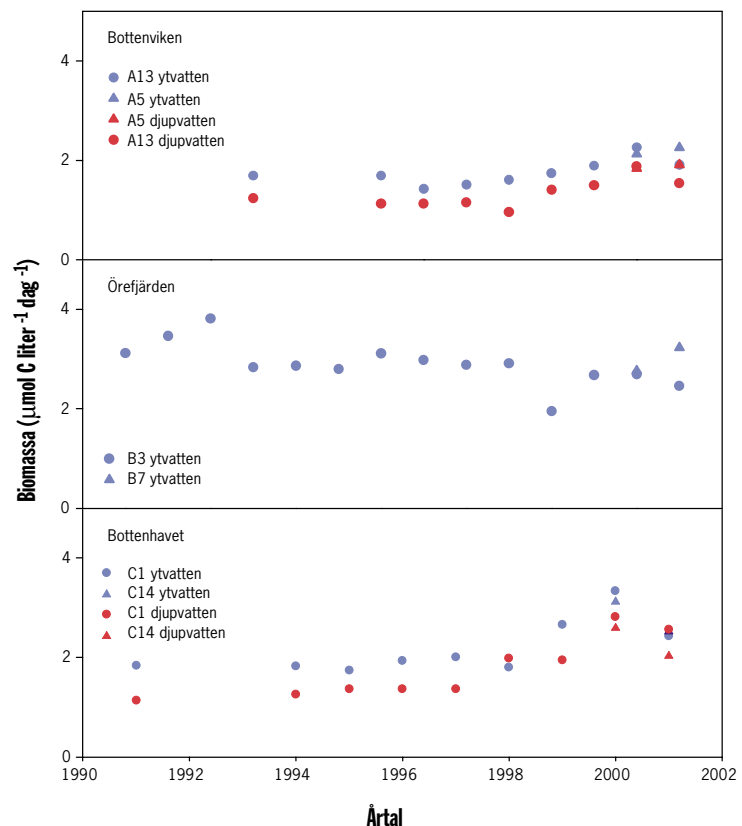
1998 och 2000. Ökad nederbörd och därmed ökad tillrinning av löst organiskt kol gynnar den heterotrofa mikrobiella näringsväven. Kiselalger är rent autotrofa organismer medan dinoflagellater har en autotrof, mixotrof eller heterotrof näringsförsörjning. Genom sin mångsidiga näringsförsörjning skulle dinoflagellaterna kunna ta till vara ökad produktion i den heterotrofa mikrobiella näringsväven. Möjligen är det resultatet av detta som observerades vid Bottenhavetsstationen 1999, året efter det nederbördsrika året 1998.

### Minskande produktivitet i kustområdet

Planktonproduktiviteten på mätstationen i Örefjärden minskar fortfarande. Bakteriebiomassan har minskat signifikant sedan slutet av 1980-talet<sup>s2</sup>. Detta stämmer väl med den minskning i växtplanktonproduktion som redovisades i fjolårets Bottniska viken-rapport. Båda variablerna kan dock tolkas som något höga i början av perioden och något låga i slutet, snarare än en systematisk linjär förändring. De låga värdena de senaste åren är sannolikt en konsekvens av hög tillrinning och därmed lägre ljusinstrålning till vattenmassan, orsakat av humusämnen och suspenderat material i älvsvattnet (Jutman och Wikner 2001).

Minskningen av planktonproduktionen verkar dock begränsad till kustzonen. Bakteriebiomassan i både yt- och djupvatten i Bottenvikens och Bottenhavets utsjö visar en ökning under 1998–2000<sup>s2</sup>. I Bottenhavet har den varit så stor som 9,4 %

### Biomassa bakterier



Bakteriebiomassa redovisat som årsmedelvärden för ytvatten (0–20 m) och djupvatten (20–100 m). Linjär regression<sup>s2</sup> över hela perioden antyder signifikant minskning av bakteriebiomassan i kustzonen (Örefjärden), medan signifikant ökande halter observerats i utsjön i båda bassängerna och vattenlagren.

Bacterial biomass shown as weighted annual values for surface (0–20 m) and deep water (20–100 m). Linear regression<sup>s2</sup> of the whole period suggests a significant decrease in bacterial biomass in the coastal zone (Öre estuary), while significantly increasing values have been observed in the off-shore environment in both basins and water layers.

per år i genomsnitt. Lägre värden under 2001 tyder på att ett trendbrott skett. Skillnaden mellan stationer i samma bassäng är relativt liten, vilket antyder att den observerade dynamiken är en mellanårsvariation, snarare än rumslig heterogenitet i bassängerna. Dynamiken är också liknande i både yt- och djupvatten.

### **Bakterier gynnade av hög tillrinning**

Orsaker till ökningen i bakteriebiomassa överensstämmer relativt väl i tiden med den höga älvvatten tillrinning som förekommit speciellt 1998

och 2000. Högre tillförsel av både löst och partikulärt organiskt material kan direkt bidra med näringsämnen till bakterieplankton. Likaså tillförs mer kväve och fosfor till havsmiljön, främst i organisk form. Bakteriell konsumtion av det organiska älv-materialet bidrar sannolikt till en mineralisering av främst kväve, vilket gynnar växtplanktonproduktionen. Något högre klorofyllvärden i Bottenhavet under de senaste 3 åren stödjer också att en högre växtplanktonproduktion förekommit.

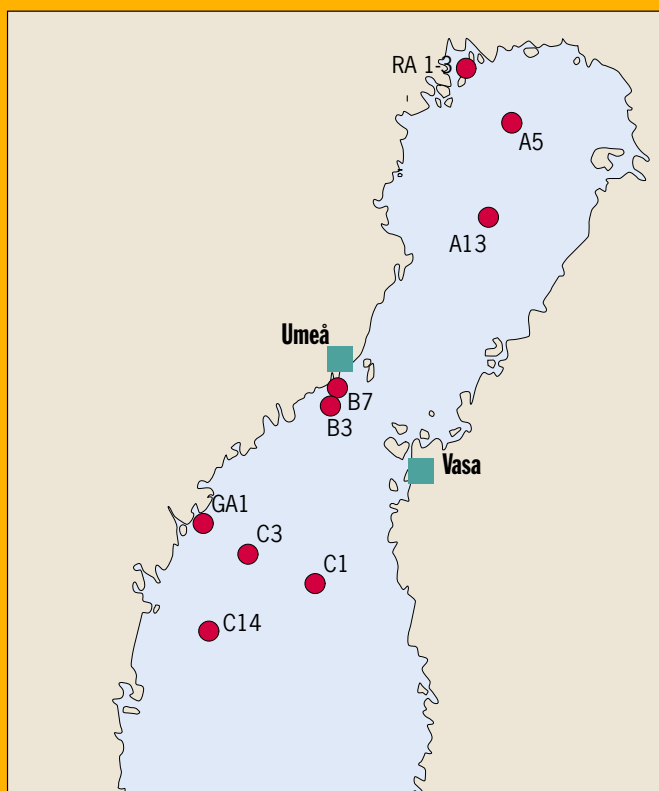
Tolkningen att produktiviteten ökat stöds också av att den bakteriella

tillväxten och syrekonsumtionen varit något högre än genomsnittet under de senaste 3 åren, främst i Bottenhavets djupvatten. Förhöjd syrekonsumtion pga den höga tillrinningen av näringsämnen är därmed också en rimlig förklaring till de relativt låga syrgashalterna som noteras i Bottenhavets djupvatten under motsvarande period. Förändringar i djurplanktonsamhället kan också påverka betningen av bakterier, och därmed bakteriesamhällets totala biomassa. En analys av tidsserierna för djurplankton planeras till kommande år.

### **Provtagning av vattenmassan i Bottniska viken**

Från och med år 2000 gjordes en omläggning av det nationella miljöövervakningsprogrammet för vattenmassan i Bottniska viken. Mätvariabler är i huvudsak desamma som tidigare, men en förändring av frekvensen av prover i tid och rum har genomförts. Färre prover per år tas för de flesta variabler med tillräcklig styrka att upptäcka förändringar. De frigjorda resurserna läggs istället på att ta två stationer per bassäng för att få ökad rumslig generaliserbarhet och replikering av mätdata. Det nya programmet skall på ett effektivt sätt uppfylla Naturvårdsverkets uppdrag att följa trender i havsmiljön på bassängs- och årsbasis.

Kartan visar de stationer som från år 2000 provtas inom det nationella programmet i Bottenviken (A5 och A13), Örefjärden (B3 och B7) och Bottenhavet (C3 och C14). Station C1 utgår från och med år 2001. Stationsbeteckningarna följer fr.o.m. år 2000 HELCOMs nomenklatur, där bokstaven anger havsområde enligt Havsområdesregistret. Dessutom övervakas Råneå fjärden (RA1-3) på uppdrag av länsstyrelsen Norrbotten, och Gaviksfjärden (GA1) på uppdrag av länsstyrelsen i Västernorrland.



### **Bakterieplankton visar näringsstatus**

Bakterieplankton uppvisar den största biomassen bland alla konsumenter (virus, bakterieplankton, djurplankton, pungräkor, fisk, fågel, säl m. fl.) i Bottniska vikens näringsväv. Endast större växtplankton (>10 mm), och i Bottenhavet encelliga, fotosyntetiska cyanobakterier, har en större biomassa.

Ökad näringsstillgång ger generell en högre bakteriell biomassa i akvatiska ekosystem (Cole et al. 1988). Resurstillgången verkar därmed viktigare för att reglera bakteriebiomassen än rovdjur såsom encelliga djurplankton. Bakterieplankton kan med fördel användas som mått på näringsstatus, eftersom både tillförsel i form av internt producerat organiskt material från växtplankton och externt organiskt material tillfört via älvar (eller exv. avlopp) registreras.