

Vattenmassans biologi

Johan Wikner Umeå Marina Forskningscentrum, Umeå universitet



Masoud Enderén/Norlandia

En tydlig förändring av djurplanktonsamhällets sammansättning kan visas för perioden 1994–2001. Hoppkräftor ökade i andel av den totala djurplanktonbiomassan både i Bottenvikens utsjö och Bottenhavets kustzon₅₁. Främst var det arten *Limnocalanus macrurus* som ökade i Bottenviken. I Bottenhavets kustzon ökade i stället släktena *Acartia* och *Eurytemora*.

Biomassan av hinnkräftan *Evadne nordmanni* minskade i Bottenhavets kustzon under samma period₅₁. En tendens till minskad förekomst av samma art observerades i Bottenviken, men kunde inte säkerställas sta-

tistiskt. I Örefjärden noterades också en tendens till minskning av hela hinnkräftesamhället, som inte var statistiskt signifikant. Höga halter av *Daphnia* spp. förekom enskilda år under senare delen av mätperioden, främst i samband med hög tillrinning.

Orsaken till förändringarna i art-sammansättning är oklar, men det finns en del som tyder på att vattnets salthalt spelar en viktig roll. Salthalten och temperaturen har tidigare visast vara de viktigaste faktorerna för att bestämma djurplanktonförekomst och artsammansättning i Östersjön (Viitasalo et al. 1995). En successiv minskning av salthalten har

observerats i både Bottenviken och Bottenhavet under mätperioden (se avsnittet "Hydrografi/hydrokemi" i denna rapport).

Hinnkräftan *Evadne nordmanni* har sin huvudsakliga utbredning i havsområden med betydligt högre salthalter än Bottniska viken. I Bottniska viken lever arten troligtvis vid sin nedre toleransgräns avseende salthalt, vilket innebär att den förväntas missgynnas av sänkt salthalt i vattnet. Hoppkräftan *Limnocalanus macrurus*, en art som härstammar från söt- och brackvatten, har däremot troligtvis gynnats av den lägre salthalten (J. Albertsson 1999). Att tem-

peraturen skulle förklara förändringen av kallvattenarten *L. macrurus* är inte sannolikt, eftersom ingen systematisk minskning av temperaturen förekommit under perioden.

På samma sätt som för *Limnocalanus macrurus* kan den ökande förekomsten av *Daphnia* spp. troligtvis förklaras med stor tillrinning av sötvatten, med minskad salthalt som resultat. Höga halter av *Daphnia* spp. noterades främst i samband med de nederbördsrika åren 1998, 2000 och till del 2001 på stationerna i Bottenhavet och Bottenviken. Släktet *Daphnia* spp. förekommer främst i sötvatten, varför tillväxt i marin miljö sannolikt gynnats p.g.a. lägre salthalter. Ökad tillförsel av släktet *Daphnia* via älvvatten vid hög tillrinning kan också ha bidragit till den förhöjda förekomsten. Förekomsten

av *Daphnia* spp. i Örefjärden 1997 avviker dock från denna förklaring.

Förändringarna i vattnets salthalt verkar alltså kunna förklara stora delar av de förändringar i zooplanktonsamhället som observerats under perioden 1994–2001. En alternativ hypotes är att minskningen av vitmärla gett en bättre överlevnad av hoppkräftornas vilägg, vilket gynnat hoppkräftorna. Andra orsaker till förändringarna, såsom förändrat födointag eller predation från rovdjur, kan heller inte helt uteslutas. Resultaten motiverar därför en fördjupad analys, för att förstå drivkrafterna bakom förändringarna i djurplanktonsamhället.

Att stora svängningar kan förekomma i djurplanktonsamhällen mellan olika år visades bl.a. i HELCOMs 3:e Periodiska utvärdering

för åren 1979–1993. Utvärdering av längre tidsserier har sedan dess inte gjorts för Botteniska viken. Förekomsten av dominerande arter stämmer dock i stort väl med tidigare utförda undersökningar (Albertsson 1999, Albertsson 2001, Sandström 1980).

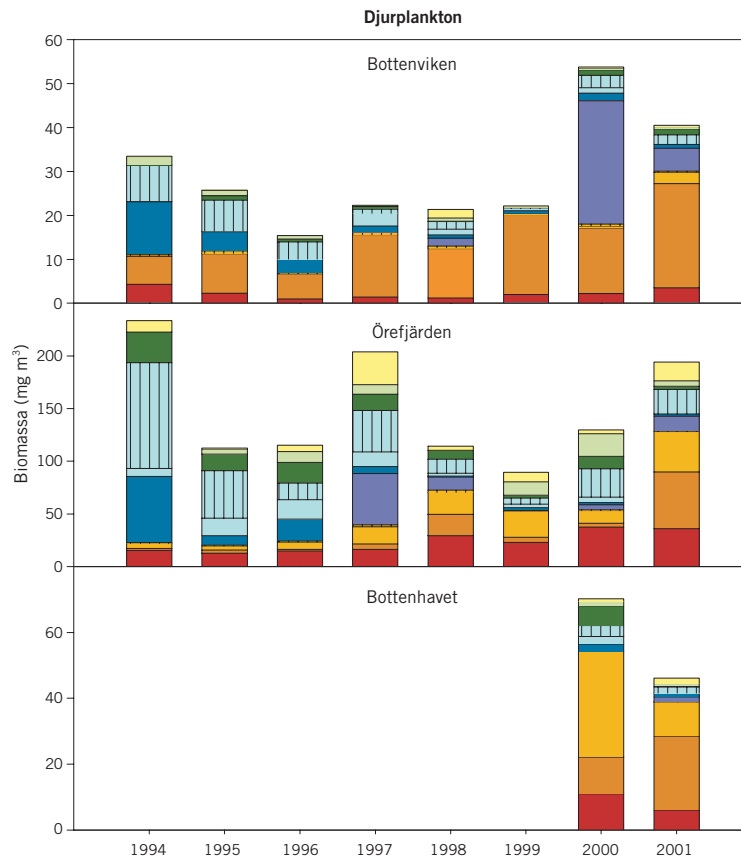
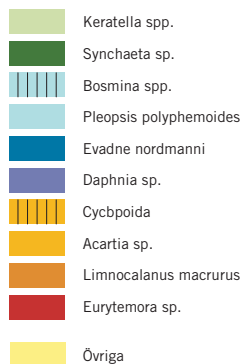
INGEN STORSKALIG ÖVERGÖDNING

I en övergödningssituation förväntas hinnkräftor gynnas i förhållande till hoppkräftorna, samtidigt som den totala förekomsten hos djurplanktonen förväntas öka (Johansson 1992). Speciellt verkar arter som *Eurytemora* vanligare på näringsrikare lokaler än en näringsfattigare, medan det omvända gäller släktet *Acartia*.

Ingen signifikant förändring av den totala djurplanktonbiomassan kunde visas på någon av stationerna.

Hoppkräftorna ökade i Bottenvikens och Bottenhavets utsjö, likväl som i Örefjärden. *Eurytemora* spp. och *Acartia* spp. stod för den största ökningen i Örefjärden, medan *L. Macrurus* ökat mest i Bottenvikens utsjö. Även hinnkräftor av släktet *Daphnia* spp. har ökat i Bottenvikens utsjö, medan hjuldjur av släktet *Keratella* spp. har minskat. Provtagningar av djurplankton började utföras med högre frekvens i Bottenhavet först år 2000.

Copepods have increased in the off-shore environment of Bothnian Bay, the Bothnian Sea and the Öre estuary. Eurytemora spp. and Acartia spp. have shown the largest increase in the Öre estuary, while L. macrurus as well as Cladocerans in the genus Daphnia spp have shown the largest increase in the offshore environment of the Bothnian Bay, while rotifers in the genus Keratella spp. have decreased.



Trendanalys för djurplankton i Örefjärden, norra Bottenhavskusten_{S1}. Hoppkräftorna *Eurytemora* spp. och *Acartia* spp. ökar medan hinnkräftorna *Synchaeta* spp. och *Evadne nordmanni* minskar. Trend anger den genomsnittliga linjära förändringen per år under 1994–2001 och $p(\alpha)$ visar risken för ett typ I fel (signifikansnivån). Styrka visar den trend som behövs för att med 80% sannolikhet upptäckas i en tidsserie om 8 år ($\alpha=0.05$). Taxa som visar signifikanta trender ($p<0.05$) har markerats med blått.

Trend analysis of mesozooplankton in the Öre estuary, coastal zone of the northern Bothnian Sea. The copepods Eurytemora spp. and Acartia spp. increase, while the cladocerans Synchaeta spp. and Evadne nordmanni decrease. Trend show the average linear change per year during 1994–2001 and $p(\alpha)$ shows the risk of a type I error (the significance level). "Styrka" (power) shows the trend required to be detected with 80% probability in a time series of 8 years ($\alpha=0.05$). Taxa showing significant trends ($p<0.05$) are labelled with blue.

Taxa	Trend (% år ⁻¹)	p (α)	Styrka (% år ⁻¹)
<i>Eurytemora</i> spp.	15	0.02	19
<i>Acartia</i> spp.	26	0.02	32
<i>Limnocalanus macrurus</i>	9.5	0.11	67
<i>Cyclopoida</i>	-5.2	0.71	30
<i>Bosmina</i> spp.	-12	0.11	39
<i>Evadne nordmanni</i>	-17	0.02	68
<i>Pleopis polyphemoides</i>	-23	0.11	36
<i>Daphnia</i> spp.	8.7	0.23	73
<i>Synchaeta</i> spp.	-25	0.02	29
<i>Keratella</i> spp.	5.9	0.54	24
Övriga	9.8	0.54	38
Hoppkräftor	17	0.01	30
Hinnkräftor	-22	0.11	34
Hjuldjur	-17	0.17	19
Alla djurplankton	1.2	0.90	15

Trendanalys för djurplankton i Bottenviken_{S1}. Hoppkräftorna har liksom i Örefjärden ökat främst beroende på *Limnocalanus macrurus*. Hinnkräftor i släktet *Daphnia* spp. har ökat, medan hjuldjur i släktet *Keratella* spp. minskat signifikant. En minskning av *Evadne nordmanni* och ökning av *Acartia* spp. ligger också nära signifikans. Storheter som i föregående tabell.

Trend analysis for mesozooplankton in the Bothnian Bay S1. The copepods have increased like in the Öre estuary, primarily due to an increase in Limnocalanus macrurus. Cladocerans in the genus Daphnia spp. have increased while rotifers in the genus Keratella spp. have decreased significantly. A decrease of Evadne nordmanni was also close to significant. Parameters are defined as in table 1.

Taxa	Trend (% år ⁻¹)	p (α)	Styrka (% år ⁻¹)
<i>Eurytemora</i> spp.	6.9	0.90	22
<i>Acartia</i> spp.	16.3	0.08	93
<i>Limnocalanus macrurus</i>	18.3	0.02	21
<i>Cyclopoida</i>	-9.1	0.27	22
<i>Bosmina</i> spp.	-25.8	0.11	37
<i>Evadne nordmanni</i>	-24.7	0.06	54
<i>Pleopis polyphemoides</i>	-0.9	1.00	54
<i>Daphnia</i> spp.	15.4	0.05	96
<i>Synchaeta</i> spp.	13.0	0.45	45
<i>Keratella</i> spp.	-18.9	0.02	28
Övriga	9.4	0.08	80
Hoppkräftor	13.1	0.02	19
Hinnkräftor	-14.9	0.54	39
Hjuldjur	-6.1	0.54	22
Alla djurplankton	5.6	0.71	19

Med den uppmätta mellanårsvariationen skulle förändringar över 15% per år behövs för att med 80% säkerhet påvisat en förändring för hela djurplankton samhället (antal år=8, $\alpha=0.05$). Samtidigt har förekomsten av *Acartia* spp. ökat i Örefjärden och visar en liknande tendens i Bottenviken. Det senare är något oväntat, eftersom *Acartia* spp. anses vanligare vid högre salthalter. Även om *Eurytemora* spp. också ökat i Örefjärden tyder utvecklingen inte på gödning av planktonsamhället i norra Bottenhavets kustzon och Bottenvikens utsjö. Detta överensstämmer även med observationer på växtplankton, bakterieplankton och syrehalter. Dessa variabler har snarare visat på en svagt minskande trend, och därmed sjuvande näringsstatus, åtminstone vid kuststationen i Örefjärden (jmf. Bottniska viken 2000 och 2001).

PROVTAGNING DJURPLANKTON

Djurplankton provtas med en WP-2 håv genom ett håvdrag från c.a. 3 m över botten till ytan. Infångade djurplankton sköljs ner i en säll kopp med ett bottenfilter som har 90 µm maskor. Djurplankton som är c.a. 100 µm och större kommer därmed att provtas kvantitativt. Här ingår hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor. Pungräkor (mysider) uppehåller sig dock ofta för nära botten för att provtas kvantitativt med denna metod, och saknas därför i redovisningen.

Mellan 6 och 8 prover har tagits per år. Analyserna baseras på årsmedelvärden. Sedan år 2000 provtas en station av två per havsbassäng varje provtagning, varvid varje station provtas varannan gång. På så sätt beaktas även den rumslig variationen. Värden från 2000 kan därför med större tillförlitlighet generaliseras över de undersökta bassängerna än resultaten från tidigare år.

STATISTIK

- S1 Trendanalys utfördes med säsongsbaserat icke parametriskt Mann-Kendall test enligt Hirsch och Slack (1984). En analys med linjär regression utfördes också eftersom tidsserierna visade god likhet med normalfördelning och hade låg autokorrelation. Mann-Kendall och regressionsanalyserna överensstämde till 80% vad gäller trender signifikans och storlek. Avvikande fall mellan metoderna förekom runt signifikansnivån 0.05, där metodernas p-värden vanligen låg nära varandra.
- S2 Styrkan hos tidsserierna bestämdes genom beräkning av icke-centralitetsparametern, trend i procent, variationskoefficient och antal år enligt (Cohen 1977). Genom beräkning i SPSS bestämdes styrkan från en icke-central t-fördelning med $\alpha=0.05$ och 6 frihetsgrader.