

Blekingekustens Vattenvårdsförbund  
och  
Vattenvårdsförbundet för  
västra Hanöbukten

Årsrapport 2001

*Stefan Tobiasson* 

*Roland Engkvist* 

*Bo Juhlin* **SMHI**

*Olof Liungman* **SMHI**

*Kjell Wickström* **SMHI**

*Fredrik Lundgren* **TOXICON**

*Anders Sjölin* **TOXICON**

---

# Innehåll

---

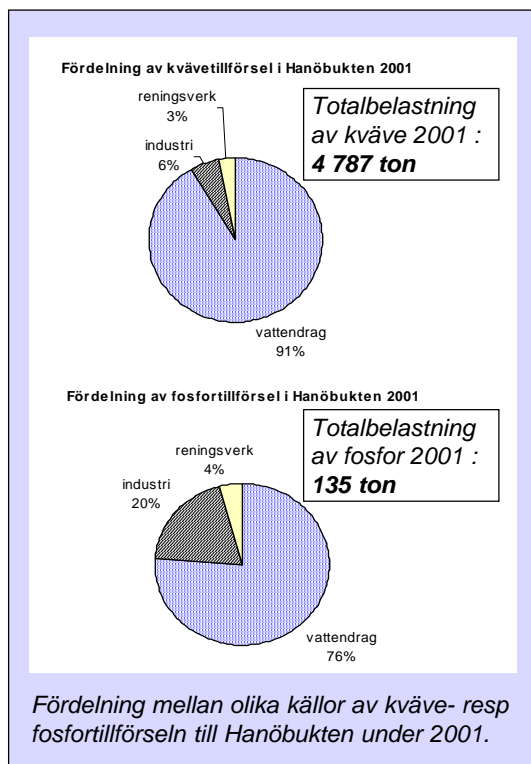
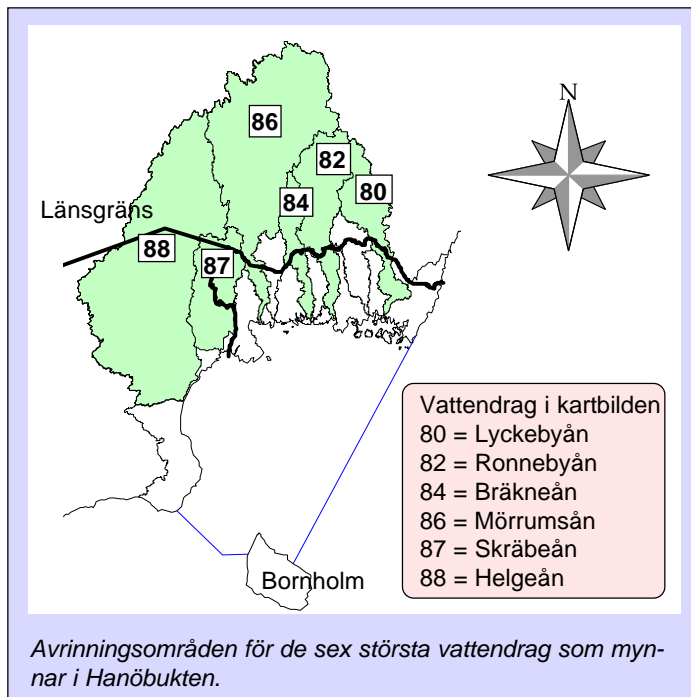
Sammanfattning .....	4
Inledning .....	9
Tillståndet i olika vattenområden 2000 .....	10
Västra Hanöbukten .....	10
Åhus och upp till Sölvesborgsområdet .....	12
Pukaviksbukten och Karlshamn .....	16
Ronnebyområdet och västerut .....	19
Karlskrona / Torhamnsområdet .....	21
Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund .....	24
Tillförsel av föroreningar .....	27
Hydrografi i utsjön .....	29
Hydrografi i Blekinge och Västra Hanöbukten .....	31
Salthalt .....	32
Siktdjup .....	33
Syreförhållanden .....	33
Närsalter .....	34
Organiskt kol (TOC) och klorofyll a .....	37
Trendanalys av hydrografiska data .....	38
Sediment och mjukbottenfauna .....	40
Sediment .....	40
Bottenfauna .....	42
Utvärdering av bottefaunaprovtagning i Yttre redde .....	50
Makroalger på hårbotten .....	52
Utbredning och förekomst av alger .....	53
Förekommande arter .....	55
Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll .....	57
Metaller och andra gifter i musslor och sediment .....	59
Metaller i musslor .....	59
EOCl och klorfenoler i musslor .....	61
Metaller i sediment .....	61
Ftalat och klorparaffin i sediment .....	62
Organiska klorföreningar i sediment .....	63
Fiskfysiologiska undersökningar .....	64
Gallanalyser .....	65
CYP1A-halt och EROD-aktivitet .....	66
Aminotransferasanalyser .....	66
Histologi .....	67
Morfometri .....	68
Reproduktionsstudier .....	68
Makroskopisk bedömning .....	69
Referenser .....	70
Bilagor	

## *Kustundersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten - sammanfattning av resultat från undersökningarna 2001*

Under 2001 genomförde Högskolan i Kalmar, SMHI och TOXICON i Landskrona den samordnade kustkontrollen i Hanöbukten. I provtagningarna ingick såväl vatten- och sedimentundersökningar som undersökningar av biologiska variabler. Syftet med undersökningarna är att övervaka miljön i Hanöbuktens kustvatten och att konstatera eventuell påverkan från utsläpp eller andra förändringar. Programmet ska ge underlag för fortsatt planering, åtgärder och fortsatt övervakning i Hanöbukten och dess tillrinningsområde.

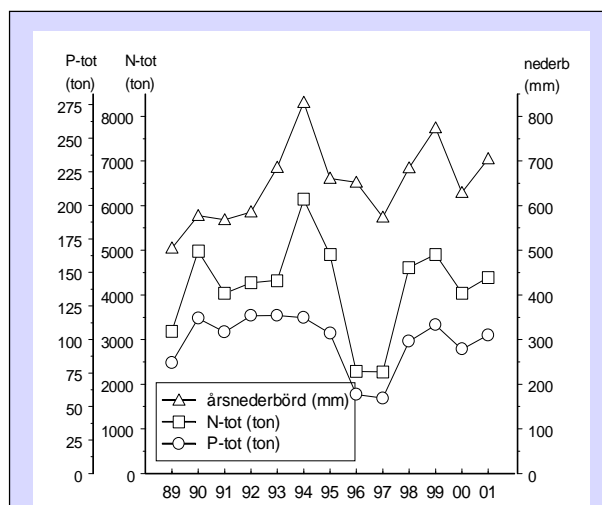
### *Tillförsel av föroreningar*

En stor del av kväve- och fosfortransporten till kustvattnet sker med vattendragen och är på olika sätt påverkad av



ungefär 15% högre än ett normalår. Årtransporten av näringsämnen var därmed något större än 2000 och inträffade fr a mellan januari -mars och oktober-december. Mer än 90% av kvävet kom via vattendragen medan motsvarande siffra för fosfor var 76%. Här kommer 18% från massindustrin.

mänsklig aktivitet. Näringstransporten i åarna bestäms främst av flödet vilket i sin tur speglar nederbördsmängden. Under 2001 föll merparten av nederbörden under hösten. Sommarmånaderna var däremot torra med liten transport av näringsämnen till kusten. Resten av året var nederbörden relativt jämt fördelad. Sammantaget var 2001 något varmare och nederbördsmängden



*Nederbörd i Hanöbuktens avrinningsområde samt beräknad vattendragstransport av kväve och fosfor till kusten från de sex största vattendragen (Helgeå, Skräbeån, Mörrumsån, Bräkneån, Ronnebyån och Lyckebyån) 1989-2001.*

## Hydrografiska mätningar

Någon egentlig salthaltsskiktning förekom inte i kustvattnet utom för stationerna KL8 vid Kristianopel och K7 vid Karlshamn. Salthaltsskiktningen är i allmänhet svag i skärgårdsområdet vilket medför att syreförhållandena oftast är goda i samtliga stationers bottenvatten. I Karlskronabassängen förekommer dock ibland låga syrgashalter i bottenvattnet. Syreförhållandena var under 2001 stabila med en normal årscykel och med de lägsta halterna under sensommaren. Det lägsta värdet uppmättes på station NY vid Karlskrona, där halten var låg enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Enligt samma bedömningsgrunderna var siktdjupet generellt bra i hela området under 2001. Bedömningen grundar sig på provtagningen i augusti månad.

Under 2001 inträffade åter en generell höjning av närsaltaltern i Blekinge och västra Hanöbuktenens kustvatten. Halterna var dessutom något högre än halterna i utsjön, vilket tillsammans med en något lägre salthalt är typiskt för kustvattnet.

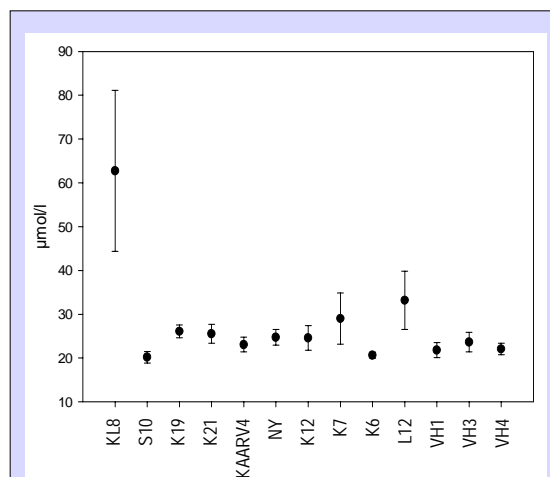
Flertalet av de undersökta områdena hade enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder höga till mycket höga halter av nitrat. Men år 2001 är det endast KL8 i Kalmarsund som uppvisade mycket höga halter av närsalter. Det fanns någon station inom samtliga delområden, som för den senaste tioårsperioden uppvisade en sjunkande trend för oorganiska närsalter. Enligt trendanalyserna som gjorts i flerårsanalysen pekar dessa på svaga sjunkande trender framför allt i västra Hanöbukten. Det gick inte att påvisa någon signifikant koppling mellan utsläppen från de olika punktkällorna och de redovisade resultaten från mätstationerna.

## Sediment och bottenfauna

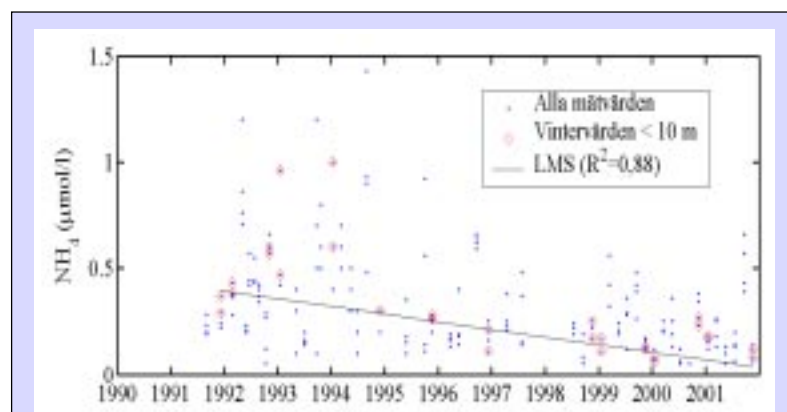
På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur som på olika sätt påverkas av föroreningar och annan störning. Vid ökad föroreningsgrad försvinner några känsliga arter, medan andra mer tåliga arter kan breda ut sig. I Hanöbukten påträffades djur på samtliga 28 undersökta stationer vid undersökningarna 2001 och totala antalet påträffade arter var 37, vilket är något fler än de tidigare åren. Ett par stationer var

förhållandevis artfattiga, vilket kan tyda på en viss påverkan. På stationen vid Kristianopel, som återkommande visat tecken på utslagning av botten djuren till följd av syrebrist, hade situationen märkbart förbättrats sedan tidigare år. Positiv utveckling har också skett på ytterligare ett par stationer med tidvis syreproblem. Det gäller en station i Valjeviken och en i Torhamnsområdet.

Generellt har det skett små förändringar av mjukbottenarnas djursamhälle de senaste fem åren



Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalkväve under 2001 för olika stationerna. S10 och KL8 ligger i södra Kalmarsund, K19 vid Torhamn, K21-NY i Karlskronaområdet, K12 vid Ronneby, K7 vid Karlshamn K6 ute i Pukaviksbukten, L12 i Sölvesborgsviken och VH1-VH4 i västra Hanöbukten.

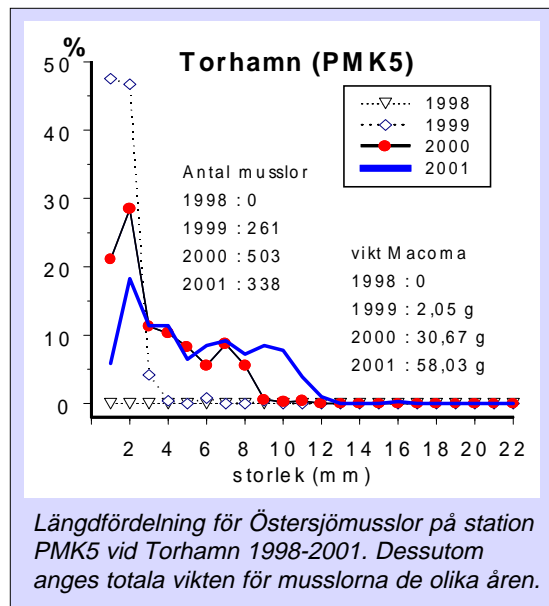


Halten  $\text{NH}_4$  vid station VH4 (S. Hanöbukten) 1991-2001. Den linjära regressionen är anpassad till vintervärdena för djup mindre än 10 m (röda ringar).

vad gäller artsammansättningen, vilket bekräftas av en statistisk analys av hela artsammansättningen med s k multivariatanalys.

Efter flera år av gynnsam utveckling för botten-djursamhället i Karlskronaområdet minskade såväl artantal som individtätethet på flertalet provtagna stationer i området 2000 och 2001. Situationen i Karlskronafjärden är dock fortfarande betydligt bättre än på 80-talet.

Ett antal djurarter uppvisar naturliga fluktuationer i sin förekomst. Det gäller t ex den i området vanligt förekommande vitmärlan som har visat sig variera i cykler om ungefär sju år. Resultaten från provtagningarna visar att den nyrekrytering av östersjömusslor som inträffade 1998 på flera stationer hade överlevt. Det innebär att ett mer normalt botten-djursamhälle håller på att utvecklas på ett par stationer som tidigare haft problem. Det gäller stationerna PMK5 vid Torhamn och N7 i Valjeviken. Den nyligen invandrade havsborstmasken *Marenzelleria viridis* fanns på 17 av de provtagna stationerna 2001 vilket är det högsta antalet hittills.

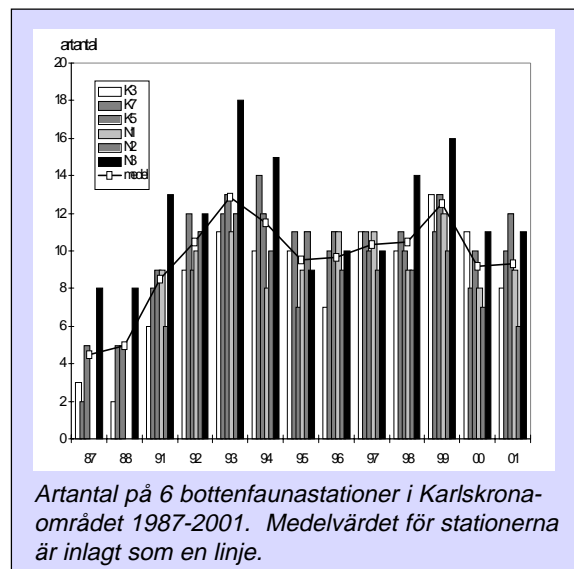


Längdfördelning för Östersjömusslor på station PMK5 vid Torhamn 1998-2001. Dessutom anges totala vikten för musslorna de olika åren.

tydligt på en del stationer. I Karlskronabassängen har den ökat på flera stationer vilket kan vara ett tecken på att förhållandena har blivit något bättre, även om just åren 2000-2001 bröt den trenden på några stationer. På ett par stationer i Pukaviksbukten och västra Hanöbukten har biomassan under många år sjunkit till mycket låga nivåer. Vid undersökningarna 2000 och 2001 hade dock biomassan stigit betydligt på stationerna i Pukaviksbukten medan stationen vid Helgeåns mynning fortfarande hade mycket låg biomassa.

En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att alla stationer är opåverkade till obetydligt påverkade.

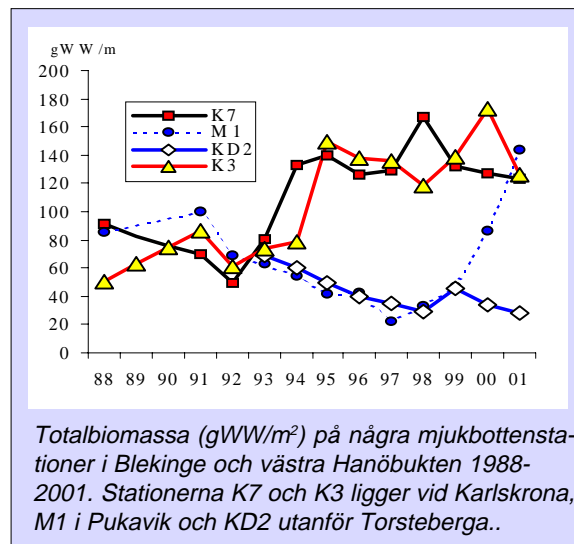
Enligt en utvärdering av bottenfaunalokaler i Yttre redden finns dettecken på en lindrig störning av nya reningsverkets utsläpp.



Artantal på 6 bottenfaunastationer i Karlskronaområdet 1987-2001. Medelvärde för stationerna är inlagt som en linje.

Individtäteten på stationerna i Blekinge har varit högst på sandiga bottnar med mycket småmaskar samt på stationer med mycket vitmärlor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera, såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. I Blekinge och västra Hanöbukten har vi inte kunnat finna någon sådan trend under de år som provtagningarna har utförts.

Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor. Sett över en lite längre tidsperiod har biomassan förändrats mycket

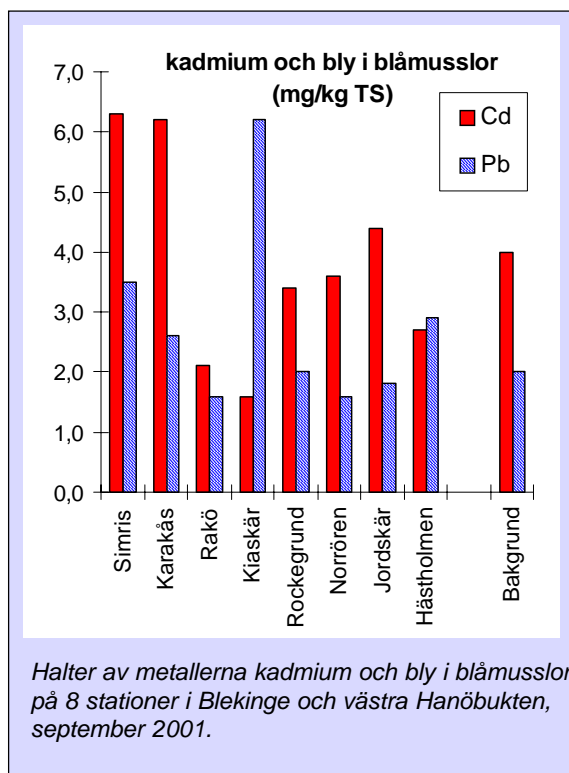
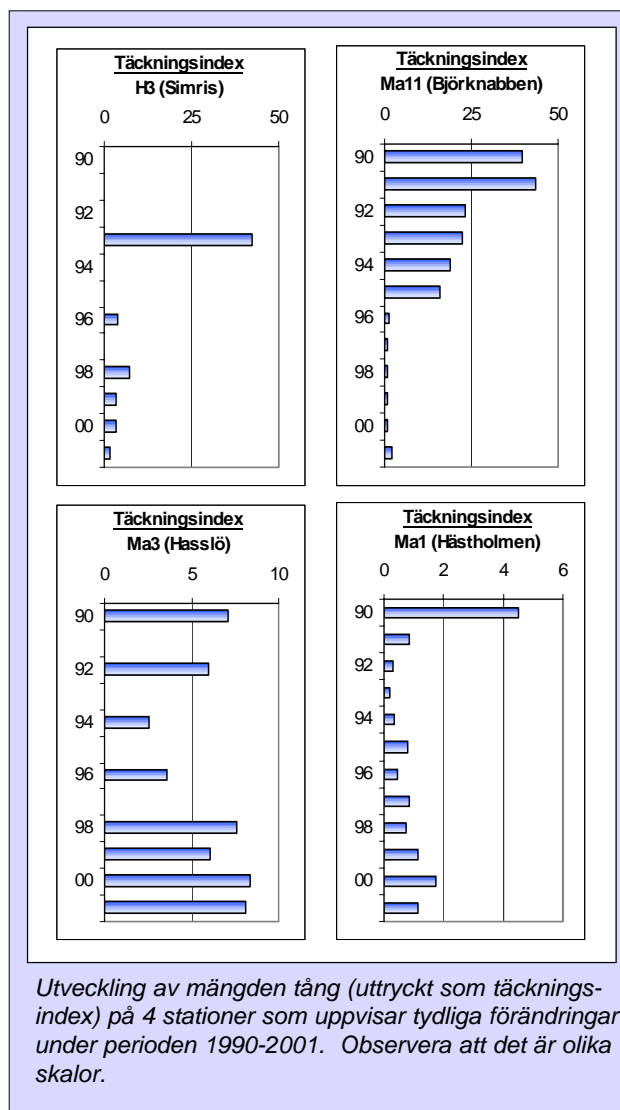


Totalbiomassa (gWW/m<sup>2</sup>) på några mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1988-2001. Stationerna K7 och K3 ligger vid Karlskrona, M1 i Pukavik och KD2 utanför Torsteberga..

## ***Makroalger på hårbotten***

Under perioden 1990-2001 har det skett stora förändringar på algstationerna i Blekinge och västra Hanöbukten. Dessvärre har nästan alla förändringar, åtminstone då det gäller tångens situation, varit till det sämre. I dagsläget finns bara sammanhängande tångbälten på 7 av de 15 undersökta stationerna. Det är främst på de vägexponerade stationerna som tången har försvunnit och det går inte självklart att koppla förändringarna till de punktutsläpp som sker i området. Några stationer hade utvecklats positivt sedan 2000 men överlag var det ytterligare en liten tillbakagång för tången. Mängden påväxt på tången var i allmänhet något högre än 2000 och dominerades av fintrådiga brunalger. Statistisk analys av djursamhället i tången visar att detta är förvånansvärt stabilt mellan åren och att skyddade och mer näringsbelastade lokaler har avvikande djursammansättning.

Förekommande arter i rödalgsbältet var ungefär samma som de tidigare åren och de dominerande arterna uppvisade inga stora skillnader gentemot föregående år. Det var främst gaffeltång och rödris som dominerade men det fanns ytterligare 19 arter av alger, framför allt rödalger men även brun- och grönalger. Statistisk analys visar att sammansättningen sannolikt styrs av vägexponeringen och djupet.



Kemisk analys av blåstång visar att tillväxten var kvävebegränsad på flertalet provtagna stationer.

## ***Metaller och klorföreningar i blåmusslor***

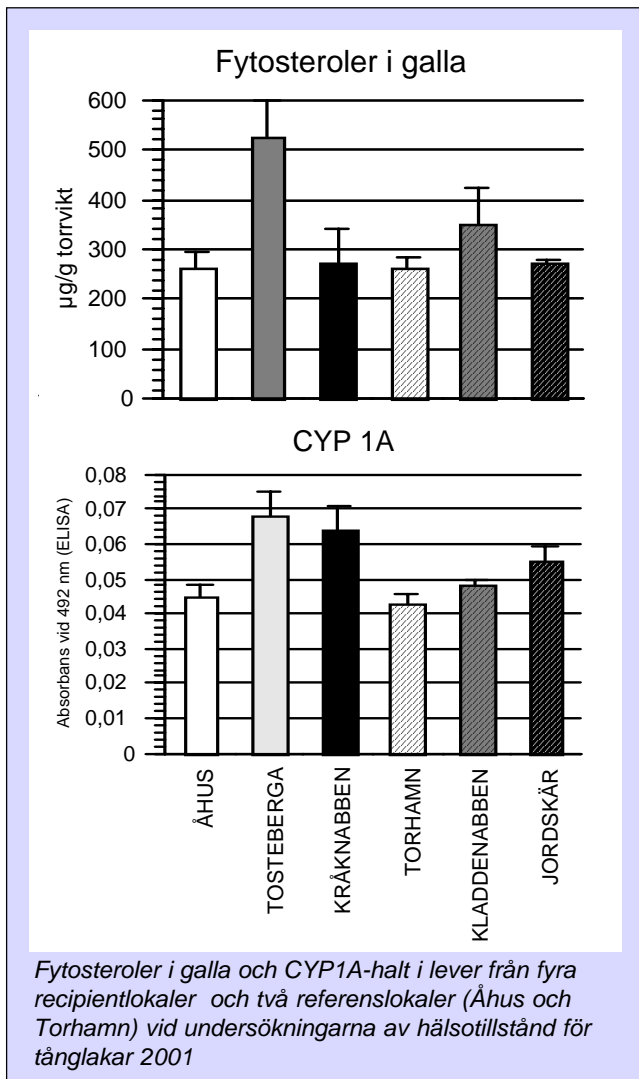
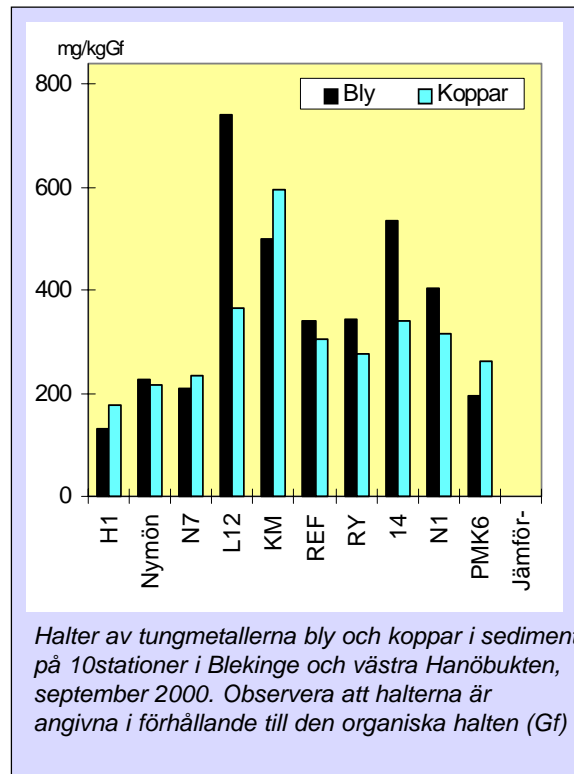
För att se på gifthantering i levande organismer analyserades tungmetaller och klorföreningar i blåmusslor. Mätningarna visar att halterna var relativt måttliga för flertalet metaller. De metaller som hittills visat sig ha de starkaste biologiska effekterna är kvicksilver, kadmium, bly och koppar. Av dessa var blyhalten liksom tidigare provtagningsår kraftigt förhöjd på en lokal i Sölvesborgsviken. På ett par stationer i västra Hanöbukten var kadmiumhalten tydligt förhöjd.

Halterna av EOC1 var högst i Mörrums Bruks utsläppsområde men även i västra Hanöbukten uppmättes anmärkningsvärt höga halter. Halterna var jämförbara med de som uppmättes 2000.

## Miljögifter i sediment

Under 2001 mättes halterna av tungmetaller och andra miljögifter i sediment på tio stationer i Hanöbukten. På samma sätt som vid mätningen av metaller i musslor var blyhalten tydligt förhöjd i Sölvesborg. Även andra stationer i närheten av städer hade höga halter av bly medan kadmiumhalterna var högst i områden utan punktbelastning. Halten av ftalater och klorparaffiner mättes utanför Ronnebyhamn och på ett par referensstationer. Mätningen visar att halterna fortfarande är förhöjda närmast Tarketts utsläpp men att de är betydligt lägre än 1987.

Ämnen som organiska klorföreningar, harts- och fettsyror samt steroler förknippas i första hand med utsläpp från massabruk. Undersökningen utanför Nymölla och på två referensstationer visar att halterna av fett och hartssyror var mycket låga medan en viss förhöjning kunde konstateras vid bruket då det gäller organiska klorföreningar.



## Fiskfysiologiska undersökningar

Undersökningarna av hälsotillstånd och fortplantning hos tånglake på sex lokaler 2001 visar att det var signifikant högre halt av fytosteroler vid Tosteberga än på referenslokalen vid Åhus. Halten av övriga extraktivämnen skiljde sig däremot inte åt. Inte heller noterades skillnader i EROD-aktivitet, ett mått på avgiftningen av främmande ämnen. Lokalen vid Torsteberga hade däremot högre halt av CYP1A, det enzym vars aktivitet mäts i EROD-analysen, än referenslokalen vid Torhamn. Sammantaget bedöms dock ej en högre påverkan föreligga vid Tosteberga, varken för fytosteroler eller med avseende på avgiftningssystemet cytokrom P450 (CYP1A) då lokalen ej avvek signifikant från båda referenslokalerna. Tånglakar i recipienterna uppvisade inte heller några tecken på försämrad kondition och fortplantningen var god.

Tånglakarna hade stor parasitförekomst i bukhålan på samtliga lokaler. Fynd av grumlad lins erhöles på recipientlokalerna men fynden bedöms ej påverka tånglakarna negativt med utgångspunkt från att varken den fysiologiska konditionen eller fortplantningen var nedsatt respektive störd på recipientlokalerna.

## Inledning

Syftet med undersökningarna är att övervaka miljön i Hanöbukstens kustvatten och att konstatera eventuell påverkan från utsläpp eller andra förändringar. Programmet ska ge underlag för fortsatt planering, åtgärder och fortsatt övervakning i Hanöbukten och dess tillrinningsområde. Undersökningarna utgör ett basprogram som kan kompletteras med specialundersökningar.

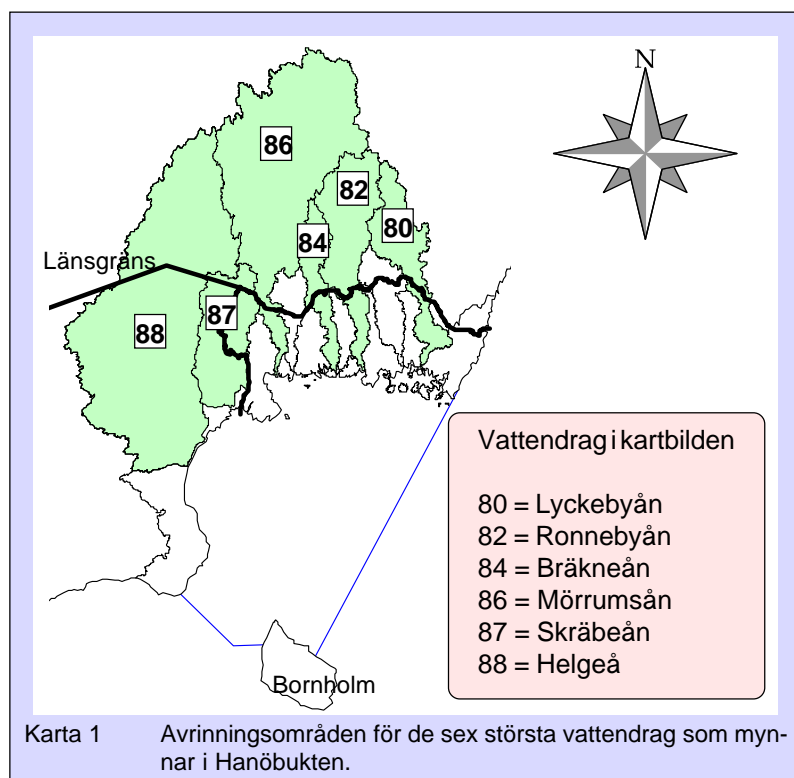
Under 2001 genomfördes samordnad recipientkontroll i Blekinge och västra Hanöbukten enligt de program som fastställdes i februari 1998. Kontrollen har därmed omfattat fysikaliska/kemiska parametrar i vatten, biologiska undersökningar av bottenfauna och makroalger, fiskfysiologi för tånglake samt mätning av metaller och andra gifter i blåmusslor och sediment. Metoder och stationsnät för de olika provtagningsmomenten redovisas i bilaga 1. Provpunkterna i respektive provtagningsområde samt för varje undersökningstyp framgår också i ett antal kartor i rapporten.

I denna rapport redovisas resultaten för hela vattenområdet från Blekinge och västra Hanö-

bukten gemensamt. Vid utvärderingen av erhållna undersökningresultat har om möjligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav använts. Äldre recipientdata för de biologiska parametrarna finns för Blekingekusten och i viss mån även i västra Hanöbukten vilket möjliggör en bedömning av utvecklingen över tiden. Undersökningsmomentet mobil grundområdesfauna har ingått i undersökningarna de tre tidigare åren men utgick efter förra årets utvärdering av metodens lämplighet för recipientkontroll.

I denna rapport redovisas och kommenteras endast de viktigaste resultaten. Rådata redovisas i bilagor. Samtliga data kan dessutom erhållas i excel-format från konsulterna. Rapporter, data och mer information finns på de båda vattenförbundens hemsidor : [www.hanobukten.org](http://www.hanobukten.org) respektive [www.student.ec.se/mifo99/bkvf/huvudsida.htm](http://www.student.ec.se/mifo99/bkvf/huvudsida.htm).

I årets rapport har statistisk trendanalys gjorts på hydrografiska data och delar av bottenfaunamaterialet. Tångens utveckling har utvärderats inom ett eget projekt och har redovisats separat.



Undersökningar av mjukbottnar och makroalger samt metaller och andra gifter i blåmusslor har utförts av Institutionen för Biologi och miljövetenskap, Kalmar Högskola. Analyserna av kväve, fosfor och kol i alger samt tungmetaller i musslor samt organiska miljögifter i sediment har ombesörjts av ALcontrol i Växjö, medan klorerade substanser i musslor har analyserats av SINTEF kjemi i Oslo, Norge. SMHI i Norrköping ansvarar för provtagning och analys av hydrografiska mätningar. Undersökningar av fiskfysiologiska undersökningar av tånglake har gjorts av TOXICON AB i Landskrona. Varje undersökare svarar för utvärdering och sammanställning av sin del. Högskolan i Kalmar svarar för slutlig rapportframställning. Kartmaterialet har framställts av Ingemar Andersson på Länsstyrelsen i Blekinge.

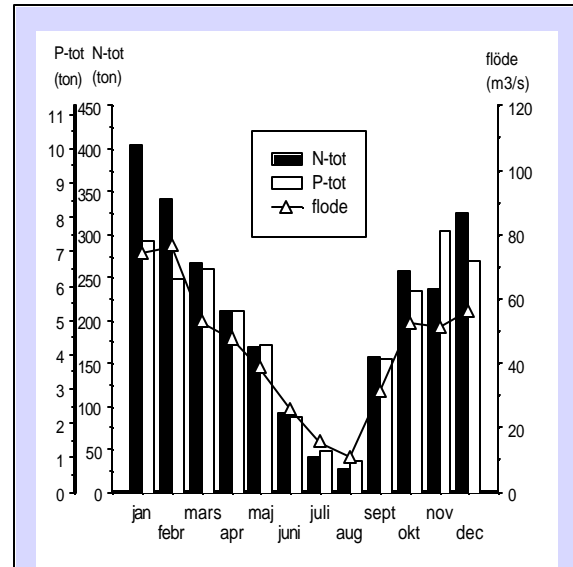
# Tillståndet i olika vattenområden 2001

## Västra Hanöbukten

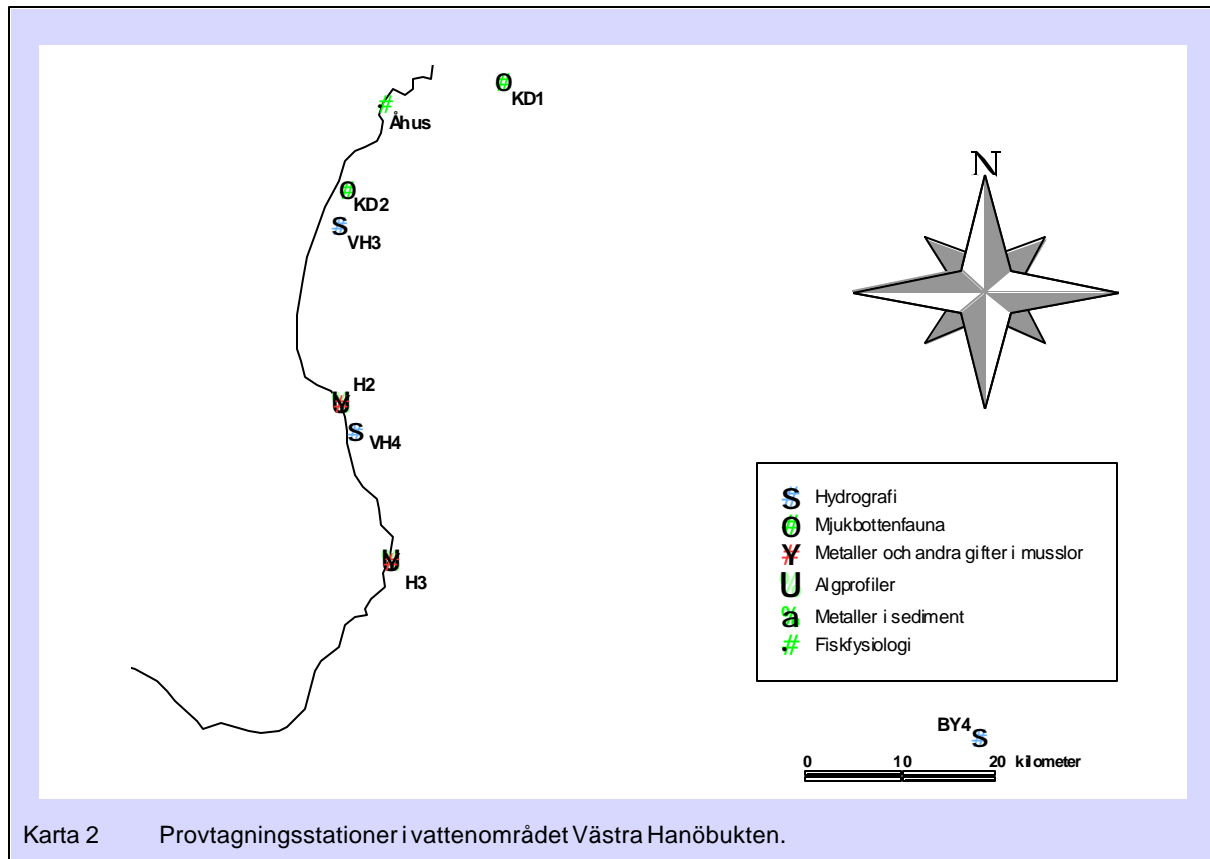
Kusten söder om Åhus ner till Simrishamn är öppen med företrädesvis sandstränder i norra delen och klipp-/moränkust från Stenshuvud och söderut. Vattenomsättningen är mycket god ända in till stranden och bottenarna består fr a av väl sorterad sand, åtminstone ner till 25 meters djup där lite mer blandade substrat vidtar. Det finns ett stort vattendrag (Helgeå) och några mindre som mynnar i västra Hanöbukten och därmed tillför näringsämnen och föroreningar. Vattenföring och närsalttransport från Helgeån 2001 framgår av figur 1. Helgeån är det i särklass största vattendraget som belastar Hanöbukten och påverkar därmed i hög grad resultaten av speciellt de hydrologiska mätningarna utanför kusten. Uppvällning av näringsrikt bottenvatten är vanligt längs hela kuststräckan och bidrar sannolikt med mycket när-salter. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 2.

Under vintern 2001 observerades förhållandevis höga vinterhalter av nitrat och nitrit samt

silikat, däremot var halterna av fosfat mera normala. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för halter av fosfat (oorganiskt fosfor) har området en medelhög halt. För halterna av nitrat (oorganiskt kväve) uppvisar området en



Figur 1 Flöde och näringsämnestransport i Helgeå 2001.



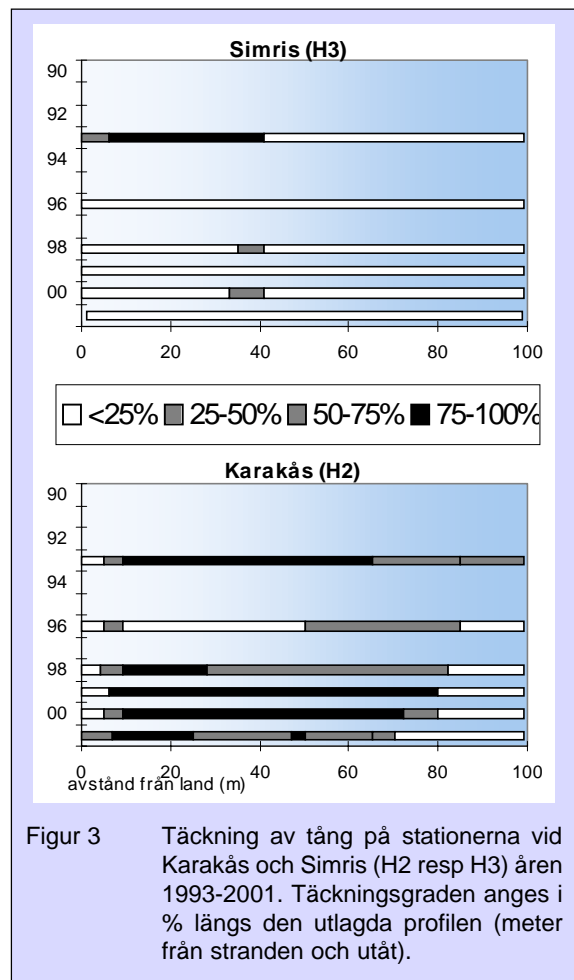
nitrat (oorganiskt kväve) uppvisar området en hög halt.

Den minskning av närsalter som skett i Östersjön de senaste åren kan enligt flerårsanalysen även i viss utsträckning påvisas för västra Hanöbukten. Detta trots de senaste årens milda vintrar med riklig nederbörd och höga vattenflöden. Det är troligtvis så att även vattenutbytet i Hanöbukten har förbättrats tack vare de ostadiga väderförhållandena.

Årets undersökningarna visar att siktdjupet har förbättrats. Siktdjupet för 2001 ligger enligt bedömningsgrunderna på mycket stort djup.

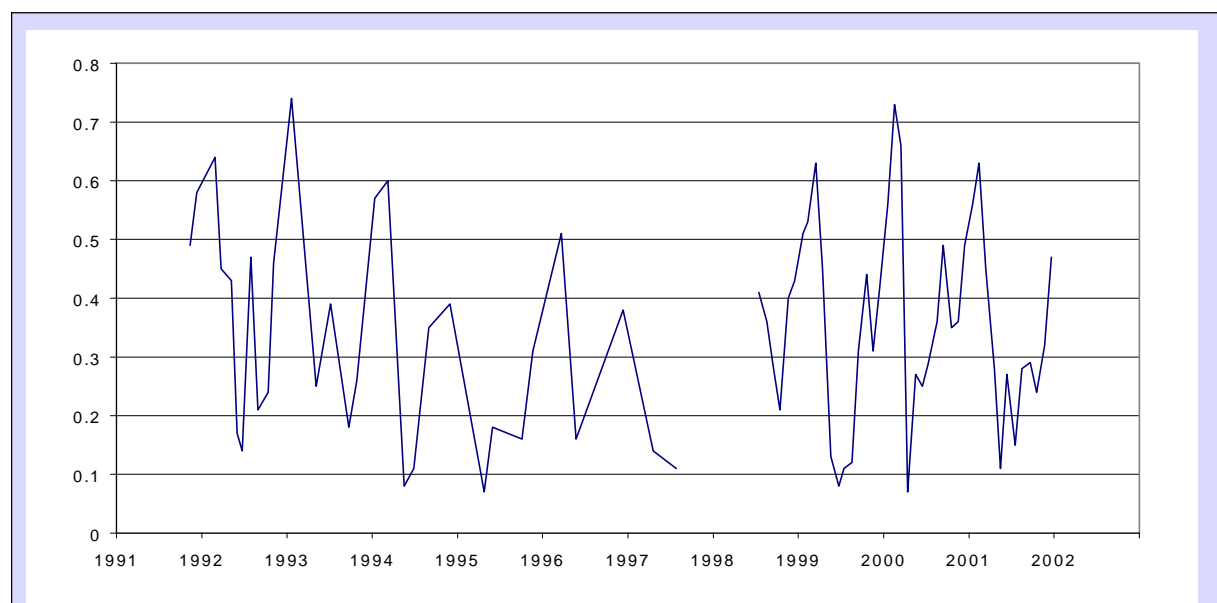
En bottenfaunastation provtas i området (KD2). Stationen har provtagits tidigare vid ett par tillfällen och uppvisar ingen nämnvärd förändring sedan dess. Biomassan är väldigt låg men artsammansättningen antyder inte att området är förorenat. Artsammansättningen var nästan identisk med den vi fann på KD1 en bit norrut (se nästa vattenområde). Den lilla sandmärlan har åter etablerat sig på stationen och den nyligen invandrade havsborstmasken *Marenzelleria viridis* finns numera i ett glest bestånd. I övrigt verkar djurlivet på platsen vara väldigt stabilt.

De båda algprofilerna i området har undersökts vid ett par tidigare tillfällen och vi kunde då konstatera stora försämringar vad gäller tångbältet fram till 1996. Förändringen förklarades

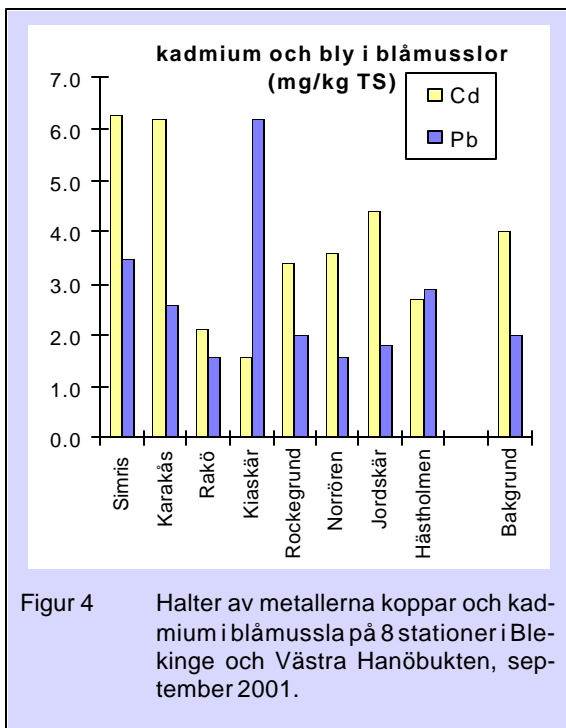


Figur 3 Täckning av tång på stationerna vid Karakås och Simris (H2 resp H3) åren 1993-2001. Täckningsgraden anges i % längs den utlagda profilen (meter från stranden och utåt).

då med den stränga vintern 1994/95 som kan ha inneburit att isen skrapade av tång ner till ett par meters djup (Tobiasson 1997). Sedan dess har tången ökat sin utbredning och täckning igen vid Karakås (figur 3). Vid Simris har



Figur 2 Halten av fosfatfosfor i ytvatten på station VH3 under åren 1991-2001



Den troliga orsaken är betning av tånggräsugan *Idotea baltica*.

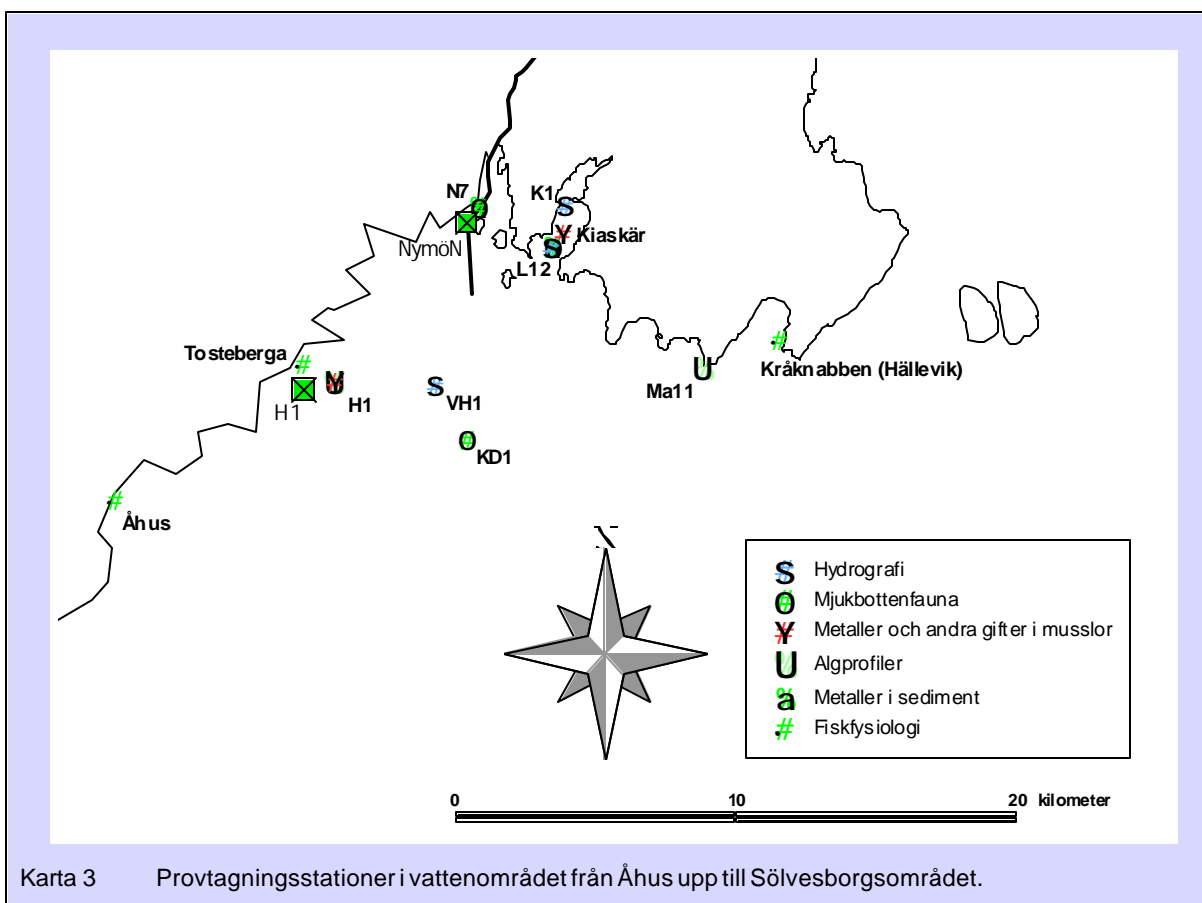
Mätningen av metaller i blåmusslor visar att halterna av kadmium var förhöjda både vid Karakås och Simris (figur 4). Enligt naturvårds-

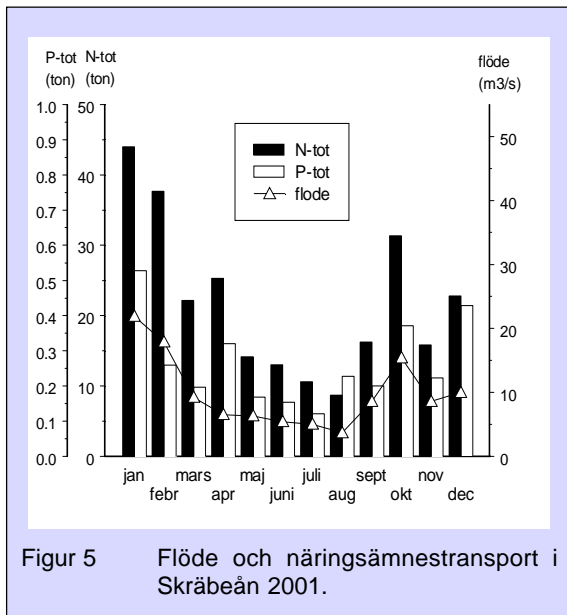
verkets bedömningsgrunder klassas de uppmätta kadmiumhalterna som tydligt avvikande. Det är svårt att knyta de uppmätta halterna till en speciell föroreningskälla, men eftersom förhöjda halter har noterats vid Simris vid flera på varandra följande mättillfällen kan det finnas anledning att undersöka varifrån detta kadmium kan härstamma. En tänkbar förklaring är att det kommer från berggrunden

Halterna av EOC1 (Extraherbart organiskt klor) i musslor var ungefär lika höga som 2000 på båda de undersökta stationerna. Halterna har vid ett flertal mättillfällen varit i nivå med de som vi uppmäter i recipientområdet till Mörums Bruk vilket är anmärkningsvärt.

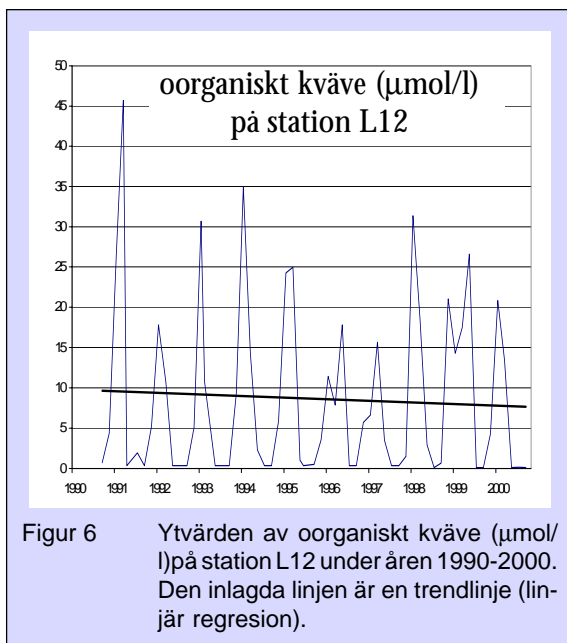
### **Åhus och upp till Sölvesborgsområdet**

Kuststräckan från Åhus och norrut är flack med ett antal små moränöar som på en del ställen bildar en smal "skärgård". I detta område har Stora Nymölla sitt utsläpp, det belastas dessutom av vatten från Skräbeån för vilken flöde och närsalttransport under 2001 framgår av figur 5. Utanför "skärgården" består bottenarna





figur 5. Utanför "skärgården" består bottenarna uteslutande av sand och grus. Följer man kusten en bit mot öster kommer Sölvesborgs- och Valjeviken som ligger mer skyddade för vågor och vind. Här består bottenarna av gyttja med stort inslag av organiskt material. Sölvesborgsviken belastas av ett mindre vattendrag och av det kommunala reningsverket samt dräneringsvatten från dikad åkermark. Dessutom sker utsläpp i viken från tre ytbehandlingsindustrier. Listerlandet har öppen moränkust med enstaka skär och öar omväxlande med sandstränder och enstaka partier med klippkust som vid Listerhuvud och på Hanö. På södra delen av Listerlandet vid Hällevik och Torsö återfinns vikar



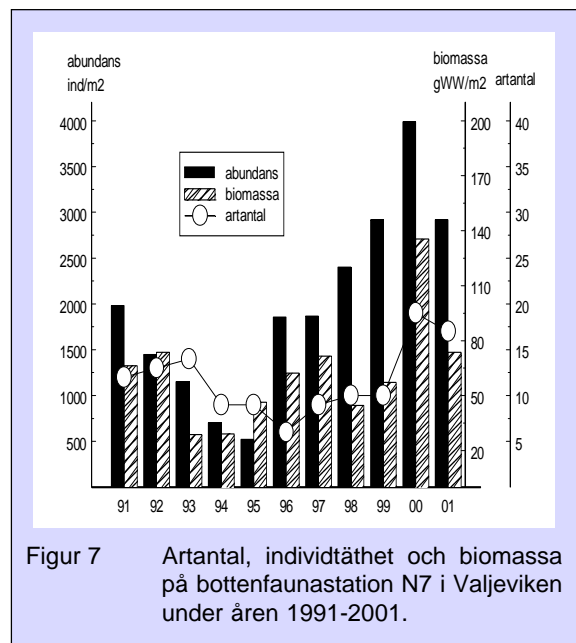
där inslaget av sand är stort. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 3.

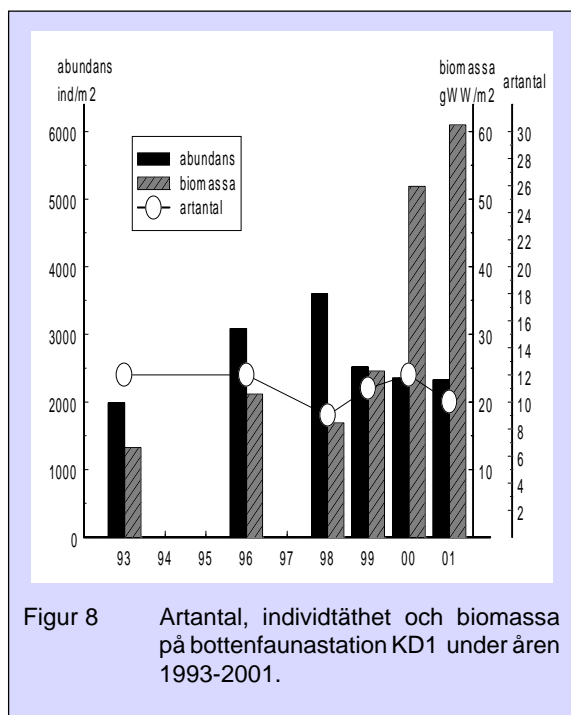
Station L12 i Sölvesborgsområdet hade vintern 2001 höga halter av fosfat och nitrat. Under den senaste 10-årsperioden fram till 2000 har halterna stadigt minskat för att under 2001 åter igen öka. Station L12 ligger i en skyddad vik med sämre vattenomsättning än övriga stationer, vilket har betydelse för mätresultaten. Station VH1 som ligger mer öppet med en större vattenomsättning hade en medelhög halt av nitrat.

Siktdjupet vid stationen (L12) är även 2001 enligt bedömningsgrunderna medelstort. Trenden under de senaste åren är dock oförändrad och siktdjupet pendlar mellan litet till medelstort siktdjup.

Bottenfaunastationerna L12 och N7 ligger båda i skyddade vikar (Sölvesborgs- resp Valjeviken) med en viss organisk belastning. Följaktligen har de en djursammansättning som antyder förorenade förhållanden. Provpunkten i Valjeviken (N7) är den enda stationen i länet där förhållandena blev tydligt sämre under ett antal år. Fram till 1996 sjönk artantalet tydligt (figur 7) men även den totala djursammansättningen vittnade om en försämring (Tobiasson m fl, 1996). Vid provtagningen 1997 var dock situationen något bättre och sedan dess har stationen blivit både art och individrik.

I vattenområdet finns även en station som





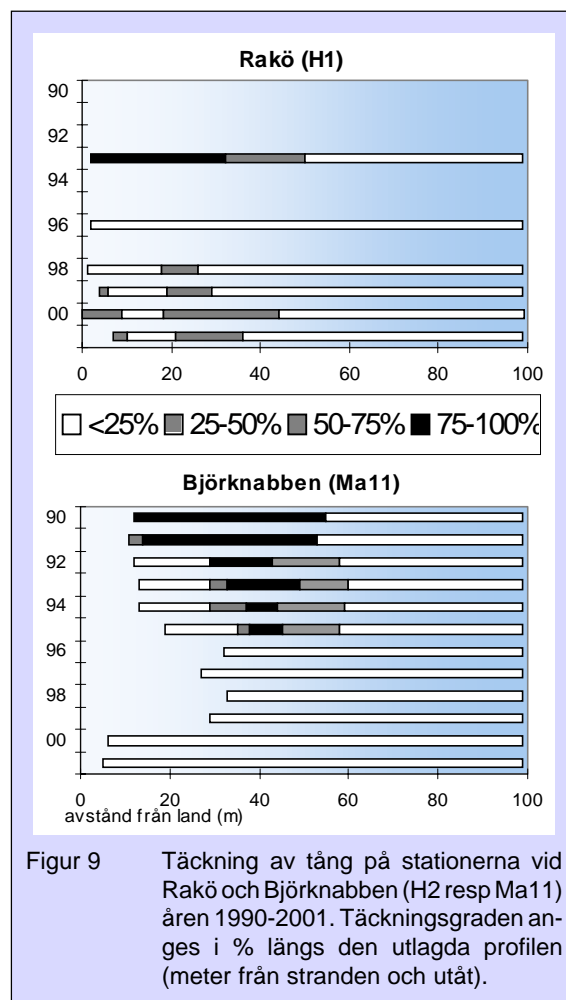
ligger betydligt mer vågexponerat. Det är KD1 som ingår i programmet för västra Hanöbukten. Stationen har provtagits tidigare vid ett par tillfällen och uppvisar ingen nämnvärd förändring sedan dess (figur 8) bortsett från då det gäller biomassan. Denna har nästan tredubblats sedan de första provtagningarna. Hela viktökningen beror på stovuxna musslor. Sedimentet på platsen är väldigt fast och trots extra tyngder på skopan är det svårt att få upp botten-sediment djupare än 5-6 cm. En del stora sandmusslor sitter ungefär på det djupet och kommer inte alltid med vilket kan innebära plötsliga viktsförändringar som den här. Det är dock andra året i följd som biomassan ökar och det kan därför vara en verklig förändring. En annan tydlig förändringen på stationen sedan förra provtagningstillfället är att den lilla sandmärulan (*Bathyporeia pilosa*) har ökat markant. Arten är dock känd för att kunna variera i förekomst mellan åren.

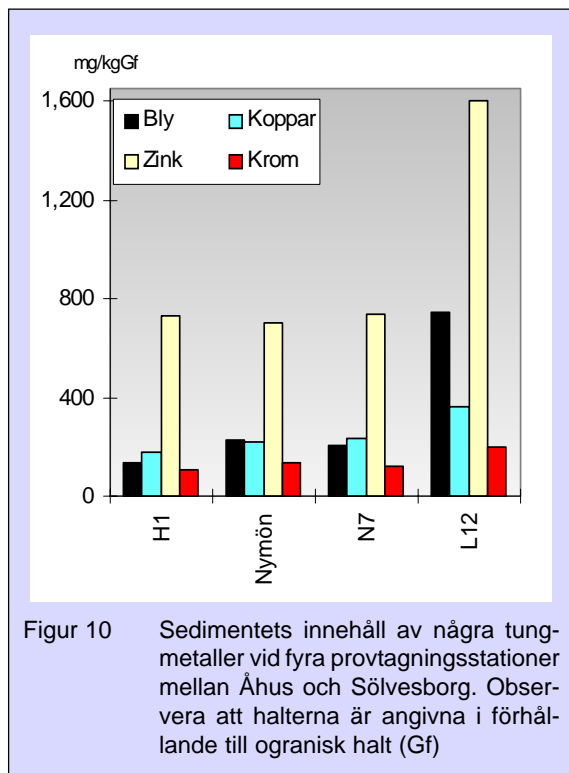
Vid Rakö undersöks en algprofil ingående i västra Hanöbuktes program. Den har undersökts vid flera tidigare tillfällen och vi kunde då konstatera stora försämringar för tångbältet fram till 1996. Sedan dess har tången ökat sin utbredning och täckning igen och en återhämtning verkar vara på gång. En liten försämring hade inträffat jämfört med 2000 och det är fortfarande långt kvar till det fina tångbälte som fanns på stationen 1993 (figur 9).

Algprofilen vid Björknabben (MA11) förlorade sitt strandnära blåstångbälte 1992. Sedan dess har försämringen stadigt fortsatt och idag finns nästan ingen tång kvar på stationen. En viss nyrektytering noterades vid dykningarna 2000 vilken fanns kvar och hade tätat till besöket 2001. Ungefär 50 m västerut fanns fortfarande ett bestånd med mindre betad/skadad tång (mest blåstång) kvar. Den var längre västerut. Rödalger, speciellt gaffeltång (*Furcellaria*), hade oförändrad hög täckning och biomassa.

Under hösten 2001 mättes halterna av tungmetaller och andra miljögifter i sediment på fyra stationer i området. På samma sätt som vid mätningen av metaller i musslor var blyhalten tydligt förhöjd i Sölvesborg (figur 10). Även andra stationer i närheten av städer hade höga halter av bly medan kadmiumhalterna var högst i områden utan punktbelastning.

Ämnen som organiska klorföreningar, harts- och fettsyror samt steroler förknippas i första hand med utsläpp från massabruk. Undersökningen



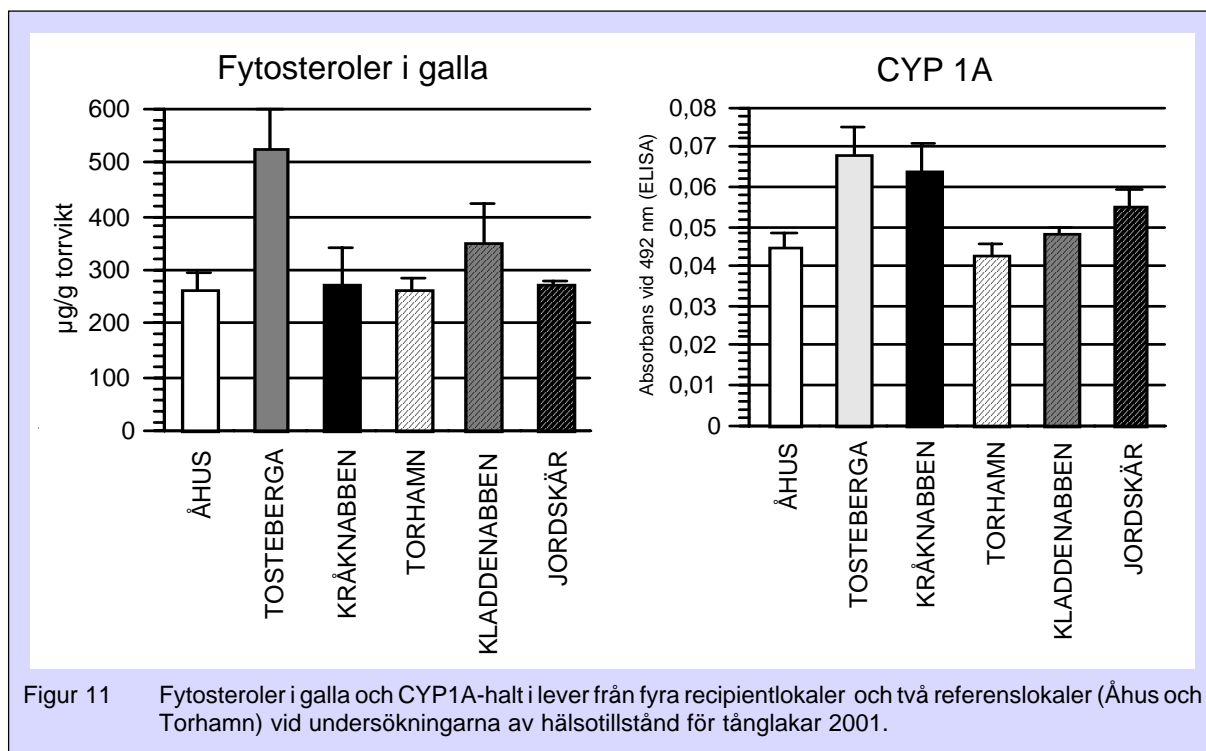


visar att halterna av fett- och hartssyror var högst i referensområdena medan en viss förhöjning kunde konstateras vid Nymölla bruk då det gäller organiska klorföreningar.

Halterna av tungmetaller i blåmussla analyserades dels i yttre delen av Sölvesborgsviken (Kiaskär) och dels vid Torsteberga (Rakö). I

Sölvesborgsviken uppmättes liksom tidigare år tydligt förhöjda halter av bly (figur 4, sidan 12). De förhöjda halterna av bly i blåmusslor från Sölvesborgsviken är inte särskilt förvånande eftersom halten av bly i sedimentet är förhöjd. Eventuellt kan muddringsarbetena i hamnen ha inneburit en ökad exponering för det bly som ligger i sedimentet.

Under 2001 gjordes liksom de tre tidigare åren fiskfysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massbruken i Mörrum och Nymölla. Undersökningarna 2001 visar att det var signifikant högre halt av fytosteroler vid Tosteberga än på referenslokalen vid Åhus. Halten av övriga extraktivämnen skiljde sig däremot inte åt. Inte heller noterades skillnader med avseende på EROD-aktivitet, ett mått på avgiftningen av främmande ämnen. Lokalen vid Torsteberga hade däremot högre halt av CYP1A, det enzym vars aktivitet mäts i EROD-analysen, än referenslokalen vid Torhamn. Sammantaget bedöms dock ej en högre påverkan föreligga vid Tosteberga, varken för fytosteroler eller med avseende på avgiftningssystemet cytokrom P450 (CYP1A) då lokalen ej avvek signifikant från båda referenslokalerna. Tångglakar i recipienterna uppvisade inte

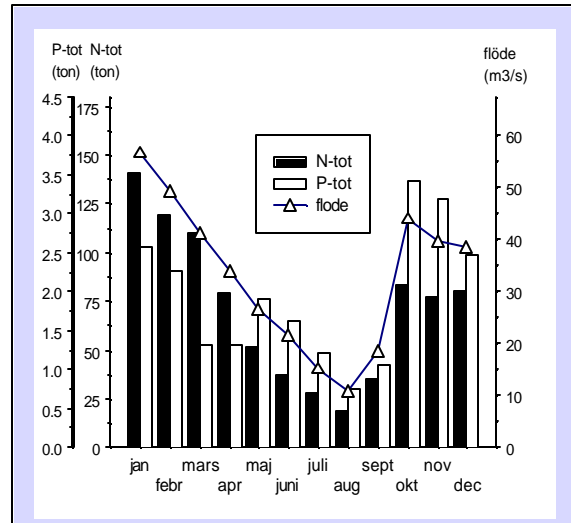


heller några tecken på försämrad kondition och fortplantningen var god.

Tånglakarna hade stor parasitförekomst i bukhålan hos fisk på samtliga lokaler. Fynd av grumlad lins erhöles på recipientlokalerna men fynden bedöms ej påverka tånglakarna negativt med utgångspunkt från att varken den fysiologiska konditionen eller fortplantningen var nedsatt respektive störd på recipientlokalerna.

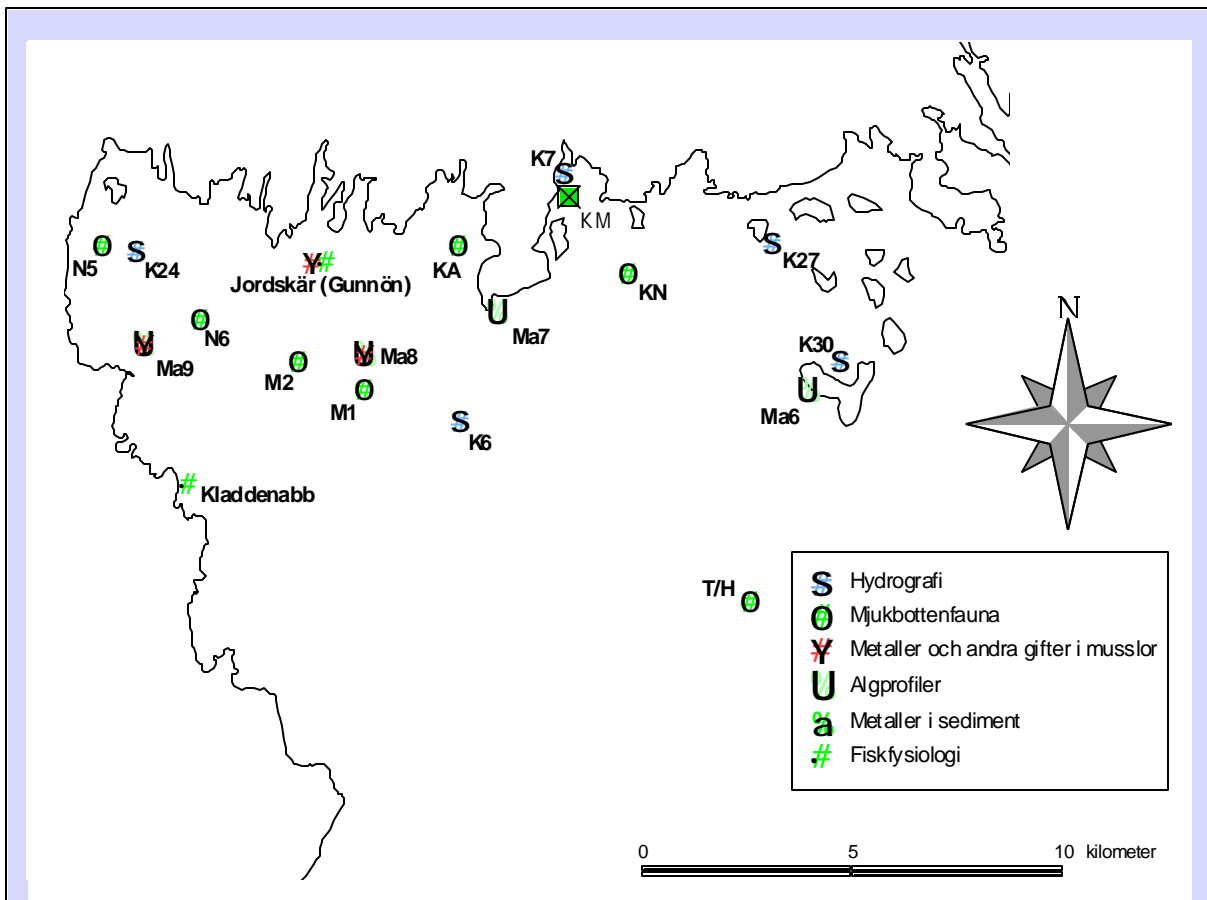
### Pukaviksbukten och Karlshamn

Pukaviksbukten är tämligen öppen ut mot havet och vattenomsättningen måste därmed betraktas som god. Det är endast i den inre delen in mot Pukavik som vattenutbytet är något begränsat. Bottnarna i Pukaviksbukten består därför med något undantag uteslutande av finsand eller sand. I Pukaviksbukten mynnar Mörrumsån, Blekinges största vattendrag. Här finns också länets största fosforutsläpp (Mörrums bruk). I figur 12 visas flöde och transport av näringsämnen via Mörrumsån 2001. Kusten från Pukaviksbukten förbi Karlshamn bort till



Figur 12 Flöde och näringsämnestransport i Mörrumsån 2001. Från nationella (tidigare PMK) mätningar.

skärgården stax öster därom är även den exponerad för vågor och vind. På den exponerade södra delen av Starnö finns en låg klippkust. I Karlshamns hamn där vattenstationen K7 ligger är dock vattenutbytet inte lika stort och



Karta 4 Provtagningsstationer i vattenområdet Pukaviksbukten och Karlshamn.

området belastas av utsläpp från såväl industri som kommunalt reningsverk och dagvatten. Dessutom mynnar ett vattendrag i hamnen (Mieån). De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 4.

Halterna av närsalter i området visar ingen tydlig trend sett över en 10-årsperiod varken för nitrat eller fosfat. Mätningar vid station K6 visar att nivån liksom tidigare var medelhög medan station K7 i Karlshamns hamn hade höga halter av såväl fosfat och nitrat. Siktdjupsförhållandena har varit oförändrade de senaste åren med ett stort till mycket stort siktdjup, vilket motsvarar 7-10 meters siktdjup.

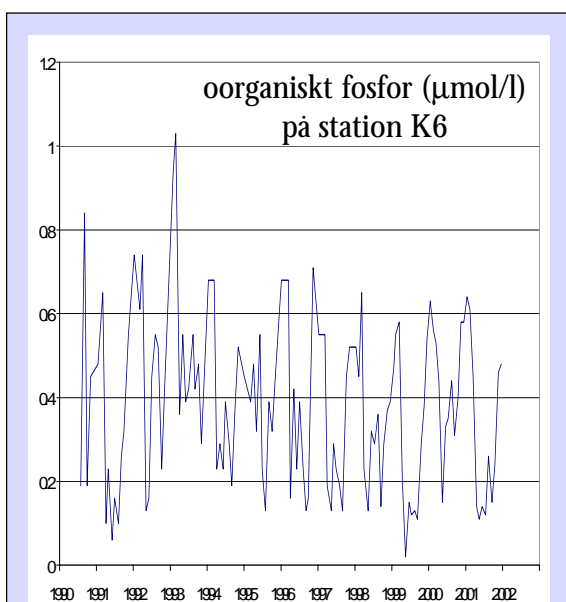
Bottnarna i Pukaviksbukten består, som tidigare konstaterats, nästan uteslutande av sand. Detta avspeglar sig även i djursamhällena som domineras av sandrörsbyggande havsborsmaskar (*Pygospio elegans*), små daggmaskar (*Oligochaeta*) och musslor. Djursamhällets struktur styrs för övrigt i väldigt hög grad av djupet och i Pukaviksbukten antyder djursamhällets artsammansättning, med undantag för stationen längst in i viken (N5), låg grad av eutrofiering (Tobiasson m fl, 1996). Då det gäller artantalet på stationerna i Pukaviksbukten har det varierat mellan 10 och 15 vilket är tämligen normalt.

Stationen i yttre delen av Pukaviksbukten (M1) har provtagits sedan 1987 (figur 14).

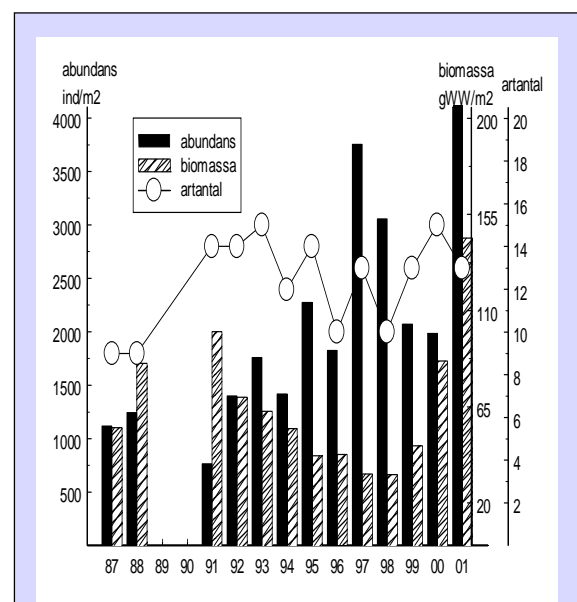
Individantalet har varierat mellan åren, men visar en liten tendens till att öka. Det är framförallt mängden av småmaskar som har fluktuerat mellan åren. För biomassan kunde man under hela 90-talet se en tydlig trend med sjunkande värden. Det var främst östersjömusslorna som minskade. Man kan dock se att biomassan på stationen var låg även vid 1987 års provtagning. Mängden musslor och därmed även den totala biomassan har de senaste åren ökat igen och är inte längre låg. På mjukbottenstationen vid Nypgrund (M2) har biomassan sjunkit under i stort sett hela provtagningsperioden och hade under 2000 den hittills lägsta biomassan. 2001 var den åter hög och en nedåtgående trend synes därför ha brutits.

Det finns bara en bottenfaunastation i området söder om Karlshamn (KN). Bottensubstratet på stationen, liksom i hela kustområdet utanför Karlshamn, är sand. Stationen håller ett djursamhälle som är typiskt för denna typ av botten och såväl artsammansättning som individ- och biomassa har varit mycket stabil under alla de provtagna åren. Det finns inget som antyder att stationen är påverkad av föroreningar.

Algprofilen vid Rockegrund (MA8) hade fortfarande ingen tång. Biomassa och täckningsgrad av rödalger var oförändrat relativt



Figur 13 Ytvärden av oorganiskt fosfor ( $\mu\text{mol/l}$ ) på station K6 under åren 1990-2001.



Figur 14 Artantal, individtätthet och biomassa på bottenfaunastation M1 i Pukaviksbukten under åren 1987-2001.

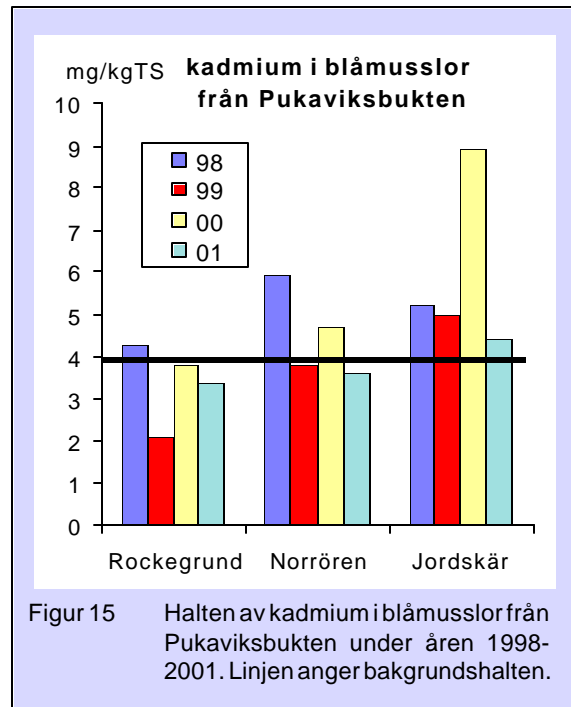
hög och stationen hade mycket blåmusslor.

Algprofilen vid Norrören (MA9) förlorade yttre delen av sitt tångbälte under 93/94. Vid besöket 1996 hade ytterligare tång försvunnit i den djupare delen av bältet. Sammanlagt hade ungefär 20 av 40 meter bälte försvunnit mellan 1995 och 1996. Sedan dess har tången utvecklats positivt på stationen även om det inte fanns riktigt lika mycket tång som före 1994 ännu. Rödalgsbältet hade inte förändrats märkbart.

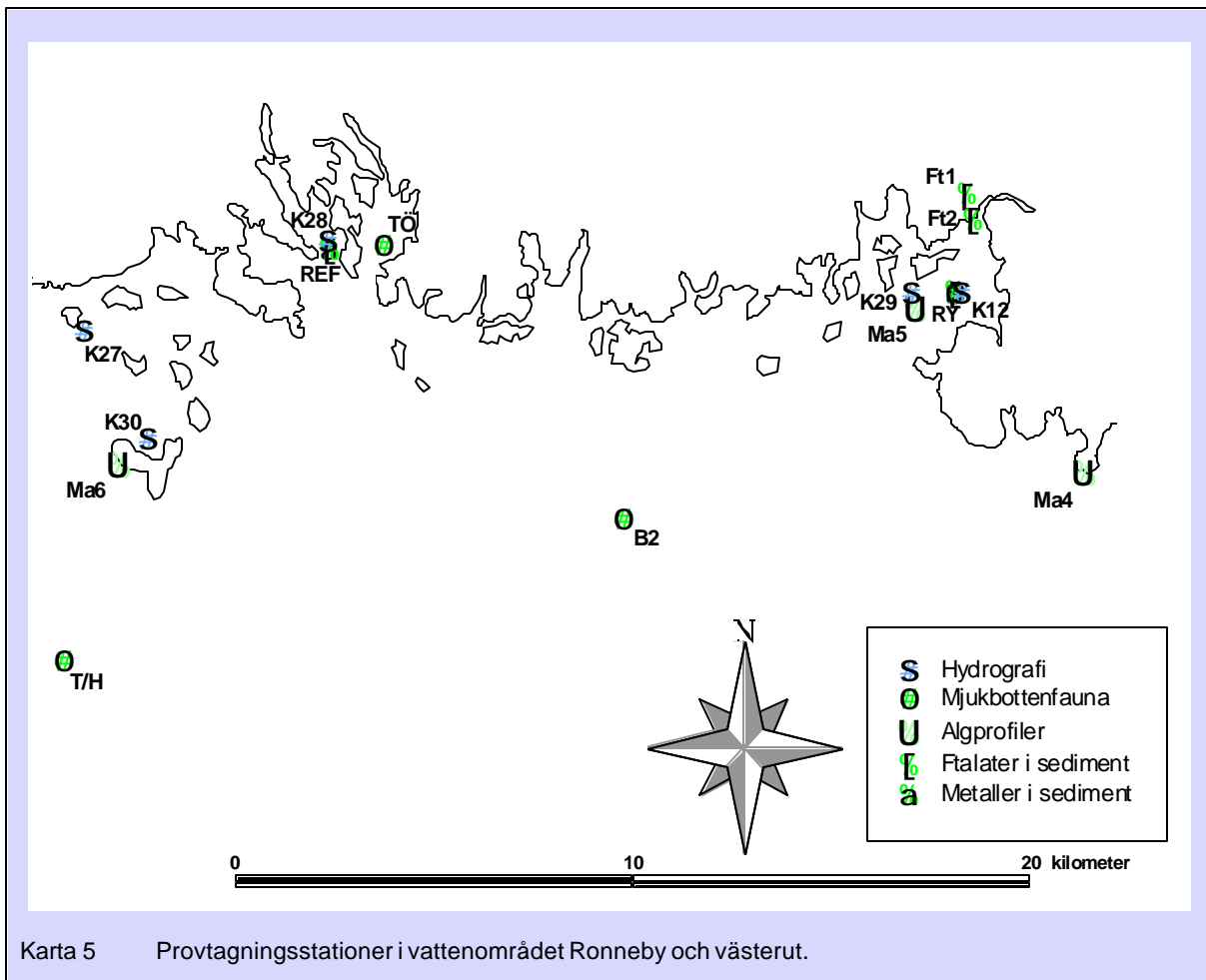
Algprofilen vid Stjärnö S udde (MA7) hade oförändrat svagt bestånd av tång. Rödalggen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) dominerade de grundare delarna av profilen och rödalgsbältet hade en oförändrat hög täckning och biomassa.

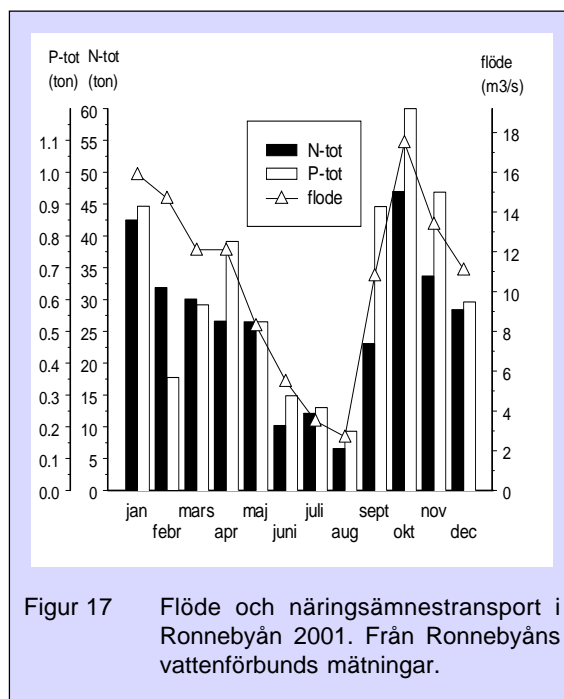
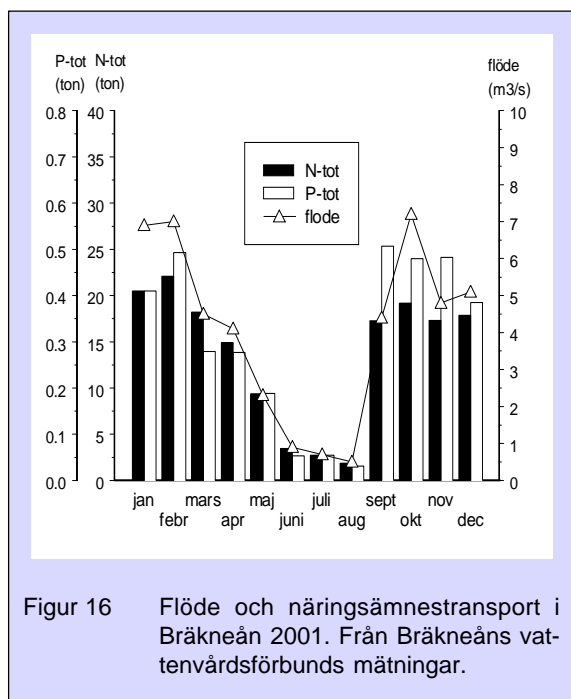
Under hösten 2001 mättes halterna av tungmetaller i sediment på en station utanför Karlshamn. Halterna av koppar var förhöjda i sedimentet liksom i viss mån nickel och krom medan kadmiumhalterna var tämligen låga.

Då det gäller halterna av tungmetaller i



blåmusslor så var de ungefär i samma storleksordning som bakgrundshalterna för flertalet metaller. På den inre stationen (Jordskär) var kadmium-halten kraftigt förhöjd 2000, med en





halt som var dubbelt så hög som angiven bakgrundshalt (figur 15). 2001 var kadmiumhalten måttligt förhöjd.

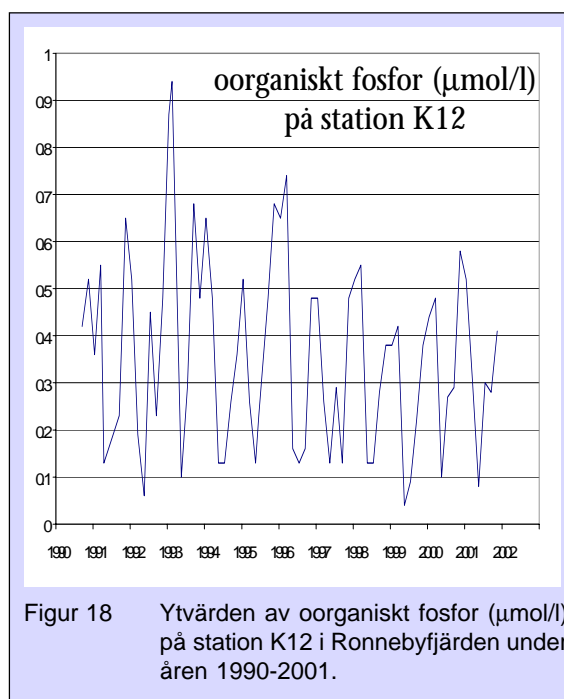
Halterna av EOCi i musslor uppvisar liksom tidigare en svag gradient från Mörrums Bruks utsläppsområde. De uppmätta halterna var något lägre än vid undersökningen 2000.

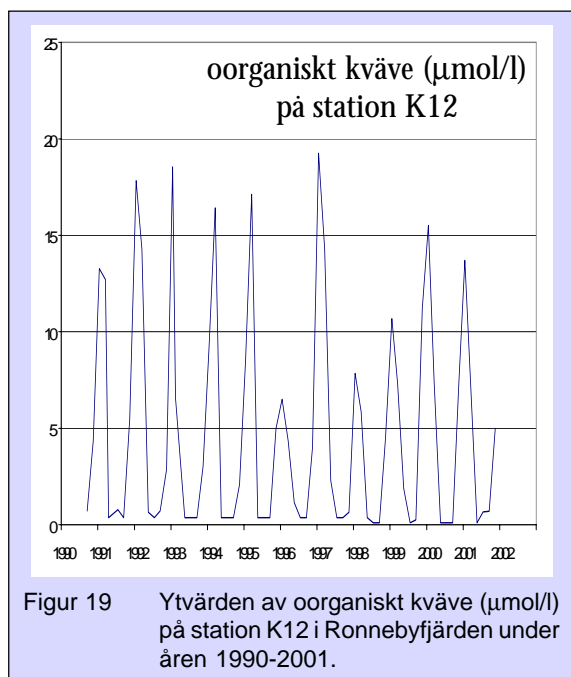
Under 2001 gjordes liksom de två tidigare åren fiskfysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massbruken i Mörrum och Nymölla. Det fanns ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar i området utanför Mörrums Bruk har påverkats negativt. Däremot kunde man i undersökningen konstatera hög förekomst av inälvparasiter på flera undersökta lokaler. Det var dock ingen skillnad mellan recipient- och referenslokaler.

### ***Ronnebyområdet och västerut***

Från Karlshamn och österut består kusten av en smal skärgård som på några ställen flikas upp av fjärdar som sträcker sig ett par kilometer in i landskapet. I några områden tätar öarna till en bredare skärgård, exempelvis vid Tärnö. Ett större vattendrag (Bräkneån) mynnar i detta område och dessutom fanns där under 2001 tre fiskodlingar med en total tillståndsgiven pro-

duktion på 110 ton. Flöde och transport av näringsämnen via Bräkneån för 2000 framgår av figur 16. Området utanför Ronneby karakteriseras av en smal moränkskärgård med låga öar. Ronnebyfjärden är en halvöppen fjärd med relativt god kontakt med utsjövattnet. Fjärden belastas fr a av Ronnebyån, men i dess yttre del finns även en stor fiskodling (tillståndsgiven produktion: 260 ton). Flöde och transport av näringsämnen via Ronnebyån för 2001 framgår av figur 17. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 5.





I Ronnebyområdet var vintervärdena av fosfat vid station K12 medelhöga. Det är en höjning av värdena jämfört med 1999 då halterna var låga men ligger på samma nivå som 2000. För den senaste 10-årsperioden är dock trenden sjunkande (figur 18). Värdena för nitrat har ökat under den senaste treårsperioden. För vinterperioden 2001 var halterna medelhöga jämfört med 2000 då tillståndsklassningen gav höga halter. Sett ur en längre tidsperiod har halterna sjunkit om än inte lika markant som för fosfatvärdena.

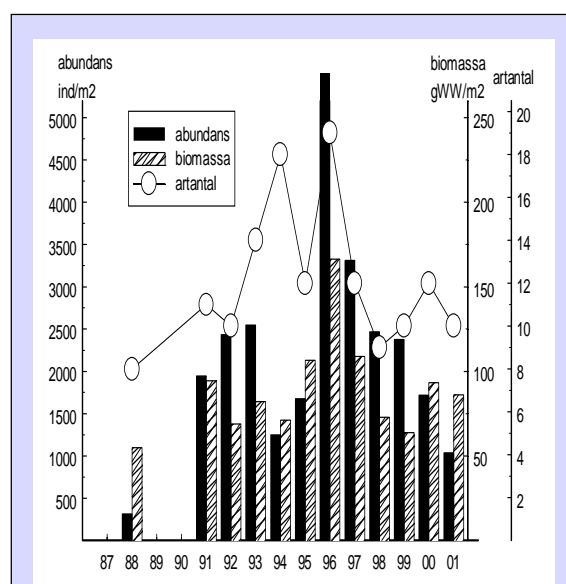
Siktdjupet i området pendlar mellan stort till mycket stort. Någon tydlig trend för siktdjupet kan inte ses för de senaste åren. Noteras bör att bedömning av siktdjupet grundar sig på resultatet från ett enda mätillfälle under augusti månad.

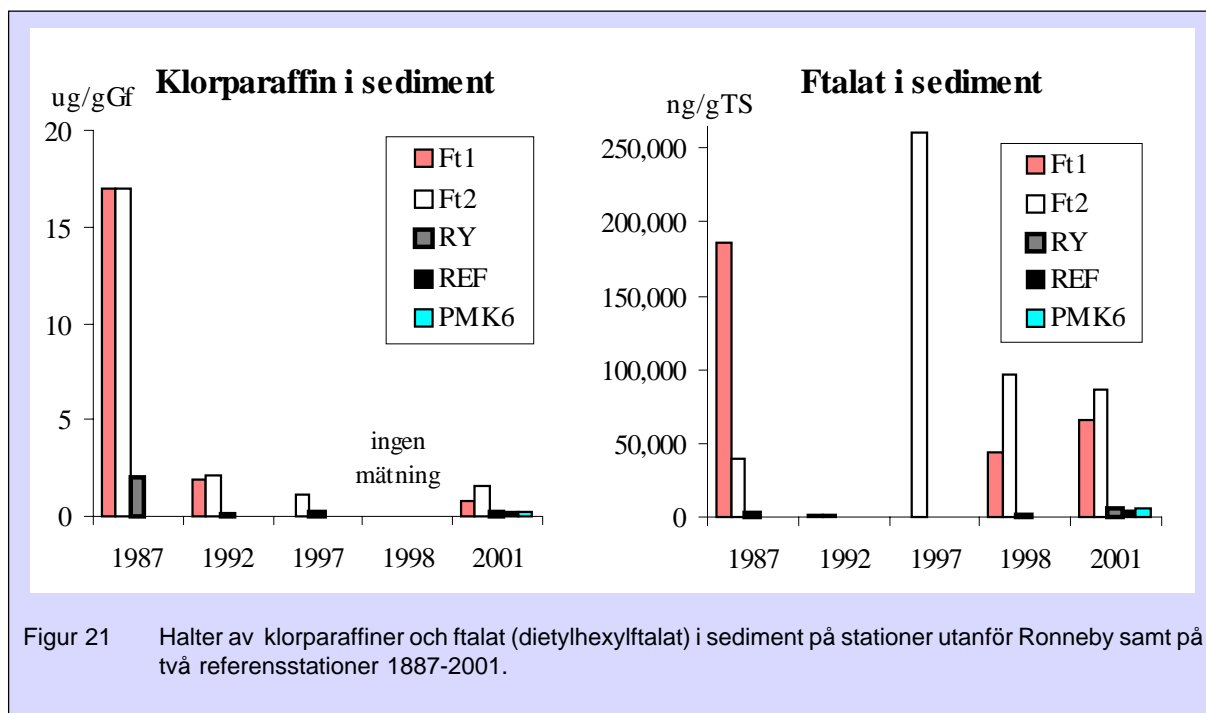
Det finns endast en mjukbottenstation i området väster om Ronneby (TÖ). Den har varierat mellan åren vad gäller biomassa och individantal men har genomgående hållit djurarter som kräver bottenar med låg föroreningsbelastning (Leppäkoski 1975). En förklaring till fluktuationerna mellan olika år finns i det faktum att botten till viss del täcks av lösdrivande rödalger vissa år. Dessa kommer med i några av bottenproven varvid en del djur som inte lever nere i sedimentet utan i vegetationen kommer med. 2001 var artantal och biomassa ovanligt lågt.

Bottenfaunastationen RY i Ronnebyfjärden har inte förändrats nämnvärt de senaste åren även om abundansen minskat stadigt sedan toppnoteringen 1996. Antalet arter eller högre taxa har legat mellan 9 och 12 de senaste åren (figur 20). Den provtagna botten visar tecken på en viss övergödning men det verkar inte som om syrebrist uppträder. Bottenfaunastationen söder om Ronnebyfjärden (B2) visade inga tecken på förorening och har inte nämnvärt förändrats under provtagningsperioden trots en viss förändring av sedimentet.

På algstationen i Ronnebyfjärden (Ma5) fann vi 1998 ett litet bestånd (ca 20 plantor) med ungefär 3-åriga blåstångplantor. Dessvärre fanns bara ett par av plantorna kvar vid besöket 1999 och 2000 var samtliga plantor borta. Situationen är därmed lika dålig som tidigare. Vi besökte även andra kustavsnitt på öarna i närheten och fann på några platser fina tångsamhällen. På de båda vägexponerade stationerna i området (Ma6 på Tärnö och Ma4 på Lindö) hade tången minskat ytterligare och det fanns väldigt lite tång kvar.

Under hösten 2001 mättes halterna av tungmetaller och andra miljögifter i sediment på ett antal stationer i området. Halterna av flertalet tungmetaller var betydligt högre än angivna bakgrundsvärden på i princip alla stationer. Om halterna normeras för organisk halt fram-





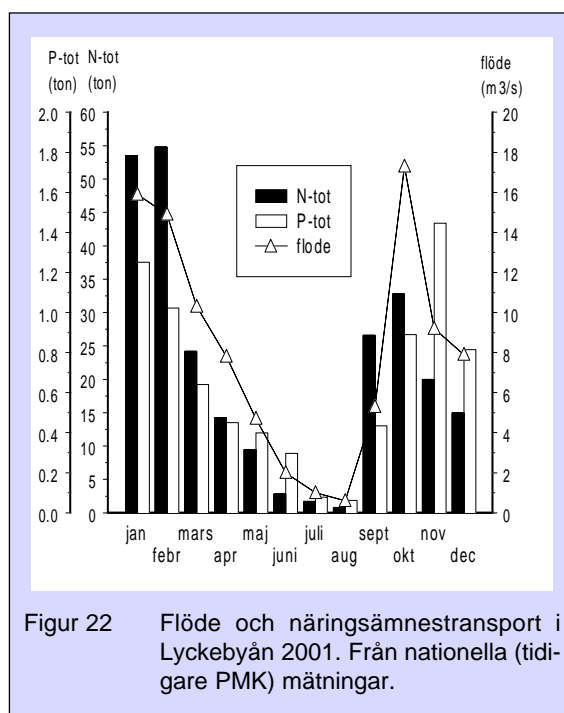
står ändå inte stationerna i Ronnebyområdet som så särskilt metallförorenade, åtminstone inte jämfört med övriga stationer i undersökningen.

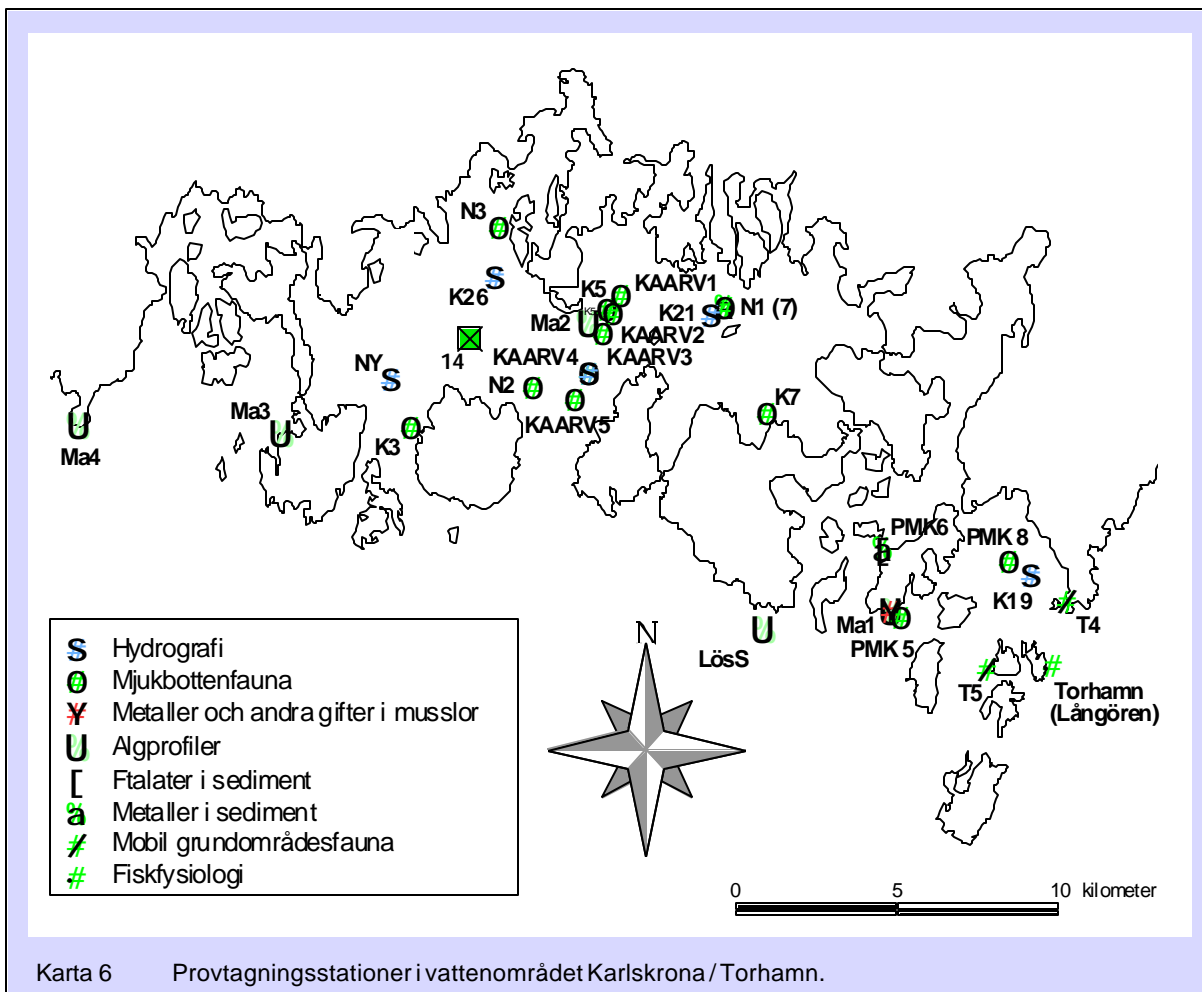
Halterna av ftalater i sediment utanför Ronnebyans mynning var i samma storleksordning som vid undersökningen 1998 (figur 21). Halterna var fortfarande betydligt högre än i referensområdena. En förklaring till att halterna inte sjunkit kan vara att ftalaterna bryts ned väldigt långsamt i det dåligt syresatta sedimentet. Även halterna av klorparaffiner var förhöjda i å-mynningen men uppvisar en tydligare minskning över tiden. Halten var nu ungefär en tiondel av vid mätningen 1987.

### Karlskrona- / Torhamnsområdet

Karlskrona skärgård ligger innanför ett antal stora öar med smala sund emellan. Öarna i Karlskrona skärgård är genomgående låga. I fjärdarna ligger djupområden på 10-20 meter. Hela bassängen kännetecknas av att sedimentet består av findetritusgyttja med relativt hög organisk halt. Ett större vattendrag (Lyckebyån) belastar området liksom utsläpp från reningsverk motsvarande ungefär 46 600 personekvivalenter, fr a från Karlskrona stad. Flöde och transport av kväve och fosfor i Lyckebyån 2001 framgår av figur 22. Kusten i Torhamnsom-

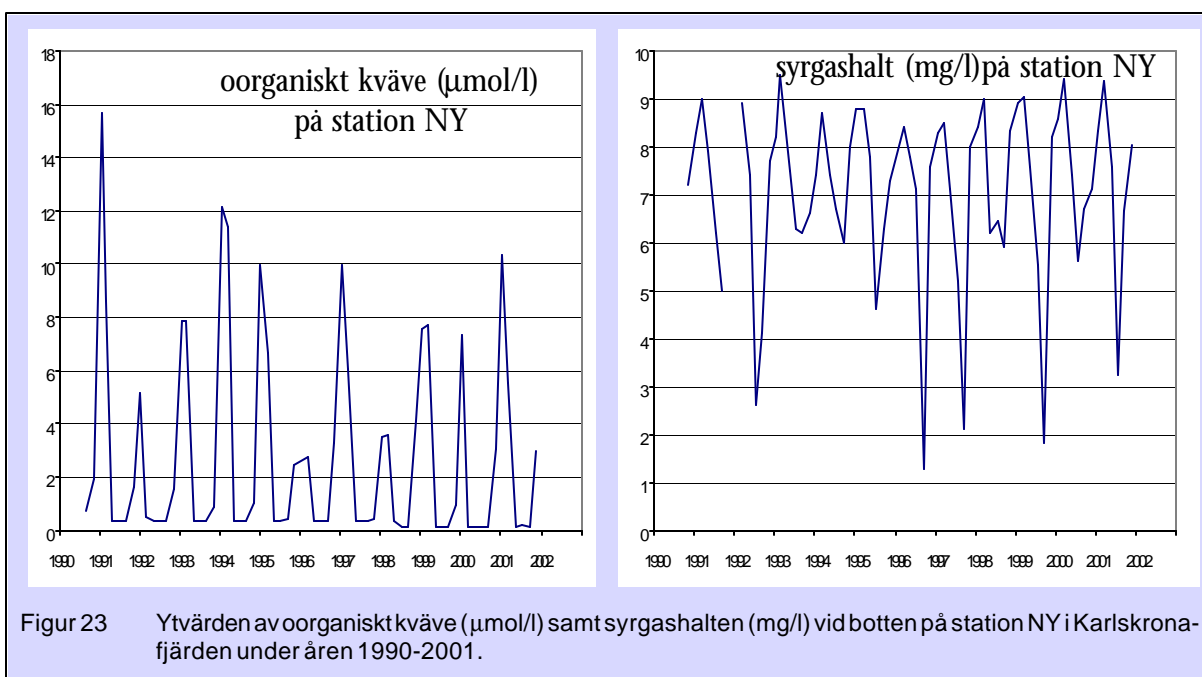
rådet består mestadels av förhållandevis grund skärgård med låga moränöar. Stora delar av grundområdena, både i Torhamns och Sturkö skärgård, täcks av undervattensvegetation ut till ungefär sex meters djup (Nilsson 1995). Området saknar såväl punktutsläpp som större vattendrag och är föreslaget som referensområde. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 6.

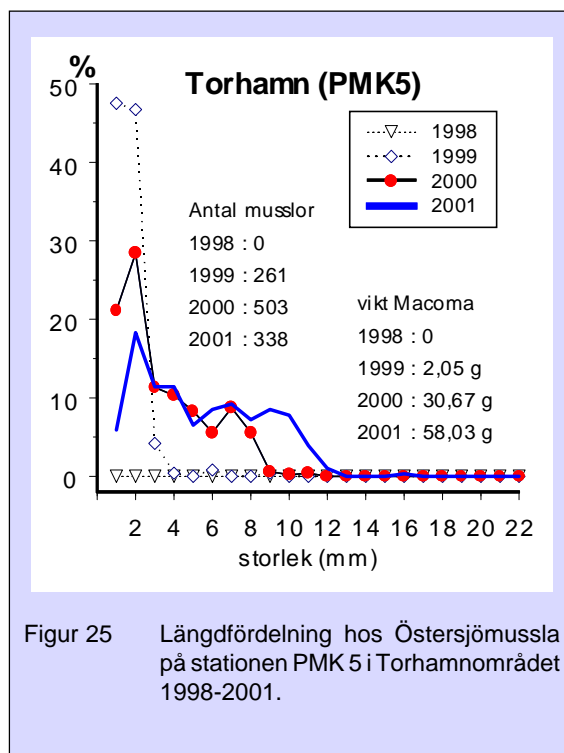
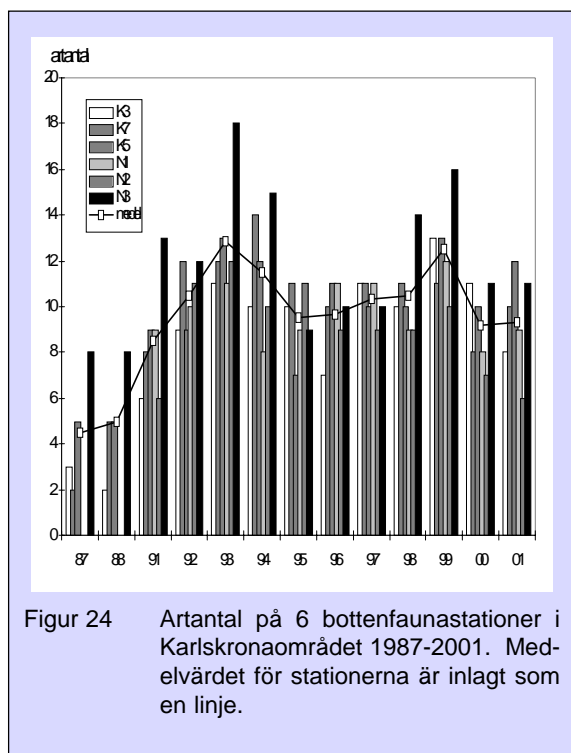




I likhet med flertalet andra områden uppvisar Karlskrona/Torhamnsområdet en trend med minskade halter av nitrat och fosfat sett under en längre tidsperiod. Halten av fosfat hade dock

ökat jämfört med föregående år och halten av fosfat var år 2001 medelhög vid station NY jämfört med 1999 års mätningar då halten var låg. Även nitratvärdena ökade 2001 jämfört





med föregående år. Halten av nitrat var medelhöga både under 1999 och 2000 men steg till höga under 2001.

Station NY har under de senaste åren haft de lägsta syrehalterna i Blekinges kustvatten och hade under 2001 som lägst 3,0-4,0 ml/l.

Siktdjupet vid station NY visar inga större förändringar mot föregående år utan var liksom 2000 stort. För den senaste treårsperioden finns en svag trend mot minskande siktdjup men under hela perioden 1990 till 2001 kan ingen tydlig trend ses.

Vid en analys av alla bottenfaunastationer i fjärdarna runt Karlskrona kan man ganska tydligt se att Yttre redan har en artsammansättning som skiljde sig från de övriga delarna, med ett betydligt större inslag av arter som kräver förhållandevis rena botten (Nilsson & Tobiasson, 1996). I de övriga fjärdarna tyder artsammansättningen snarare på något förorenade förhållanden. Under 90-talet hade flera av stationerna en ökning av artantalet (figur 24) vilket antyder att situationen har blivit betydligt bättre. Vid de senaste två provtagningarna var dock artantalet lägre än på många år och medelartantalet för de sex undersökta stationerna sjönk med mer än tre arter. Det låg därmed ungefär på samma nivå som vid prov-

tagningen 1991.

I nuvarande provtagningsprogram finns två stationer med bottenfaunaundersökningar i Torhamnsområdet. Den ena (PMK 8) ligger tämligen grunt (4 m) och hade mycket djur och hög biomassa, medan den andra (PMK 5) ligger betydligt djupare (13 m). Den senare verkar ha problem med syresättningen och hade 1999 ett djursamhälle nästan helt dominerat av de föroreningståligen fjädermygglarverna. Glädjande nog kunde vi konstatera att sedimentet 1999 även höll en stor mängd små östersjömusslor som till 2001 hade vuxit till sig ordentligt (figur 25). Ett mer normalt bottendjursamhälle har därmed utvecklats på stationen.

Statistisk utvärdering av bottenfaunalokalerna i Yttre redan visar att det finns tecken på en liten förändring i anslutning till att utsläppen från det nya avloppsreningsverket började. Utvärderingen visar också att det sannolikt räcker att behålla tre av de ursprungligen sex stationerna för att kunna avläsa förändringar.

På algprofilen vid Hästholmen (Ma1) hade det glesa och smala tångbältet tätat ytterligare och dessutom ökat sin utbredning mot djupet. Fortfarande fanns det dock bara en bråkdel så mycket tång som vid undersökningen 1990.

Algprofilen vid Getskär utanför Karlskrona Örlögshamn (Ma2) hade däremot fortfarande ett tätt tångbälte som för övrigt domineras av sågtång nästan ända upp till vattenbrynet. Rödalgsbältet hade fortsatt låg täckning på stationen vilket sannolikt kan förklaras med dålig sikt och mycket slam.

Under hösten 2001 mättes halterna av tungmetaller i sediment på ett par stationer utanför Karlskrona liksom en station vid Torhamn. Halterna var generellt över eller mycket över angivna jämförvärden på flera av metallerna. I Karlskronaområdet var halterna av bly och koppar var mest förhöjda och även efter normalisering för glödförlust framstår halterna som relativt höga. I Torhamnsområdet (PMK6) var kadmiumhalterna höga liksom vid andra undersökningar i området.

Under perioden 1992-2001 har analyser av tungmetaller i sediment utförts vid två tidigare tillfällen, 1992 och 1997. Metallhalterna var överlag något lägre än vid senaste mätningen 1997 men de båda stationerna i Karlskronaområdet (7 och 14) uppvisar en tendens till ökande halter av zink och koppar, men även krom (figur 26). Även i Valjeviken (N7) och på referensstationen (REF) har en eller flera av metallerna ökat under perioden. På flera andra stationer ökade halterna mellan 1992 och 1997

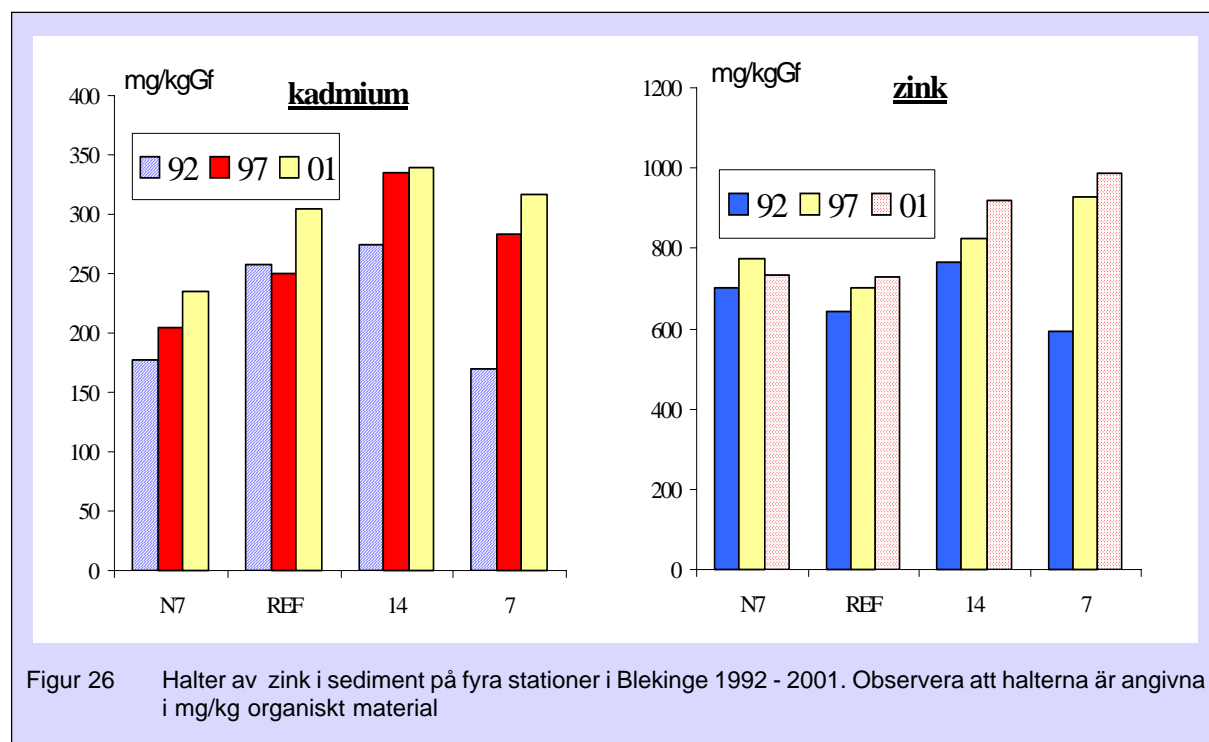
men har sedan varit oförändrade eller sjunkit.

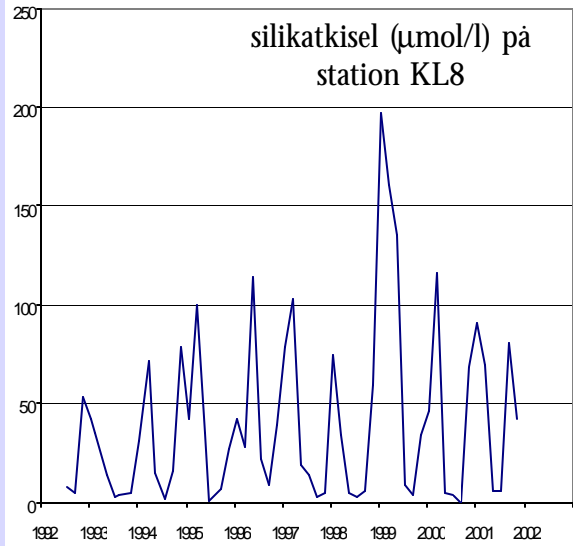
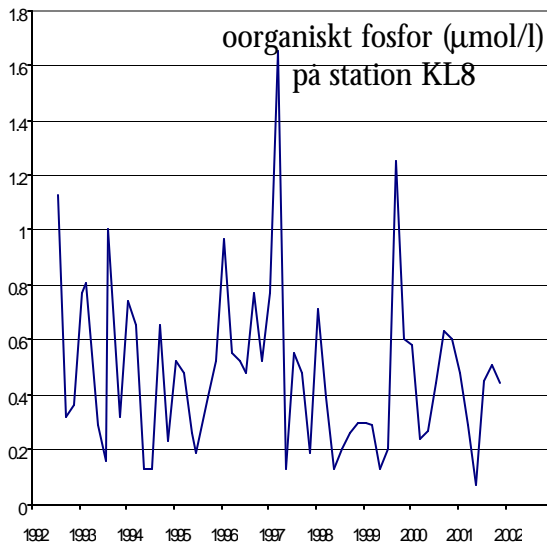
Analysen av tungmetaller i musslor visar att halterna vid Hästholmen var något högre än bakgrundsvärdena för koppar och bly. Förhöjningen var dock förhållandevis måttlig.

### Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund

Östra Blekingekusten, från Torhamnsudde till Kristianopel, består mest av låga moränstränder med enstaka skär och mindre öar som möter fritt vatten. I skyddade lägen, som till exempel innanför Kristianopel, finner man ofta stränder med marskvegetation och med finsedimentbotten. I exponerade lägen består botten ofta av en blandning av grovt minerogent material som sand, grus och sten med ett lågt innehåll av organiskt material. Kuststräckan har, bortsett från lokalt vid Kristianopel, liten föroreningsbelastning. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 7.

Vinterhalterna av fosfat har ökat något från låg till medelhög halt vid Torhamn (K19). Vid station S10 var halterna medelhöga både 2000 och 2001. Vid station KL8, som är en instängd skärgårdsstation med litet vattendjup, är halten av fosfat åter igen låg jämfört med 2000 då

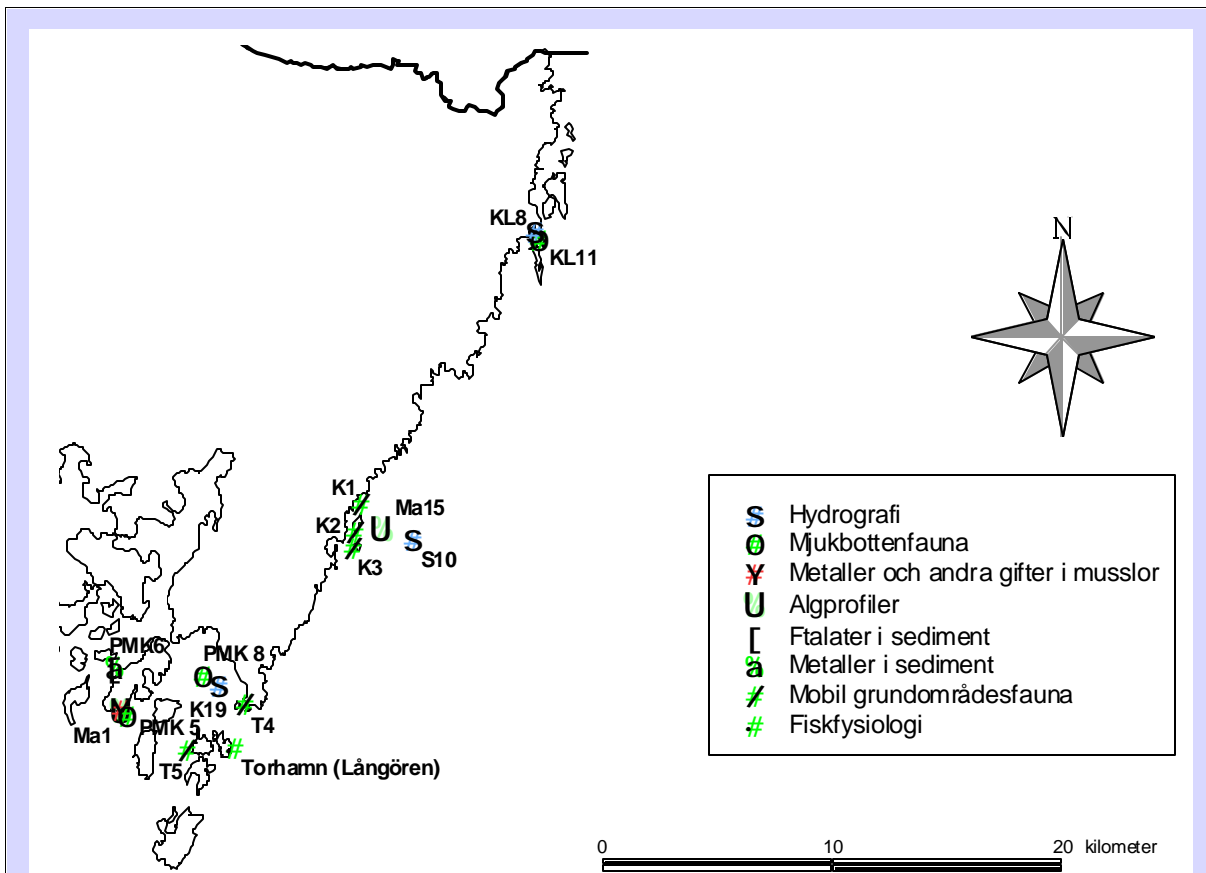




Figur 27 Ytvärden av oorganiskt fosfor ( $\mu\text{mol/l}$ ) och silikat (mg/l) vid botten på station KL8 vid Kristianopel under åren 1992-2001.

halten var medelhög. För denna station finns en svag trend mot lägre halter, sett ur ett längre tidsperspektiv. Halterna av nitrat vid station S10 är 2001 åter nere på mycket låg halt, vilket innebär samma nivå som 1999. Vid den mer instängda stationen KL8 är halterna av nitrat betydligt högre. Enligt bedömningsgrunderna

är halterna mycket höga. En ökning har skett vid station K19 från mycket låga halter 1999 till medelhög halt 2001. Under den senaste tioårsperioden är halterna av nitrat i stort sett oförändrade och ingen tydlig trend kan ses för området.

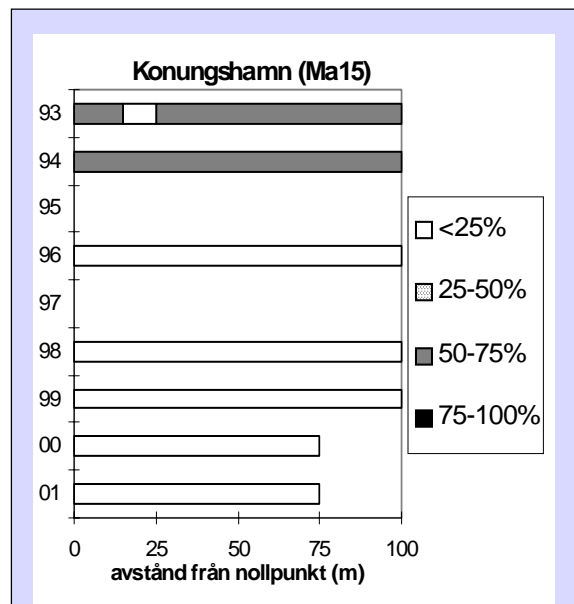


Karta 7 Provtagningsstationer vid blekinges ostkust.

För siktdjupet finns endast mätningar från station S10. I jämförelse mellan 2000 och 2001 kan ingen förändring ses. Siktdjupet för bägge åren är mycket stort.

Bottenfaunastationen i området (S11M) provtas inte längre. Den låg på en exponerad sand/grusbotten och var svår att provta på ett tillfredsställande sätt. Därmed saknas denna undersökningstyp i området.

Algprofilen MA15 utanför Östra Stärkelsefabriken vid Konungshamn hade 1994 ett ganska välutvecklat blåstångbestånd mellan 1,5 och 3m djup. 1996 var det mesta av detta bälte borta och kvarvarande plantor var mycket slitna (figur 28). Den troligaste förklaringen till minskningen var den stränga vintern med mycket packis längs kusten det året. Under 1998 och 1999 försämrades situationen för tång ytterligare och i den undersökta profilen fanns bara ett litet antal plantor kvar. Dessa uppvisade tecken på att ha blivit hårt betade. En utvidgad undersökning 1999 visade dock att ett glest men ändå livskraftigt bestånd med sågtång fanns så djupt som 9 meter. Den djupast belägna plantan fanns på ca 11,5 m. 2000 och 2001 återfann vi inga av dessa djupa plantor.



Figur 28 Täckning av tång på station Ma 15 utanför Blekinges ostkust. Täckningsgraden anges i % längs den utlagda profilen (meter från stranden och utåt).

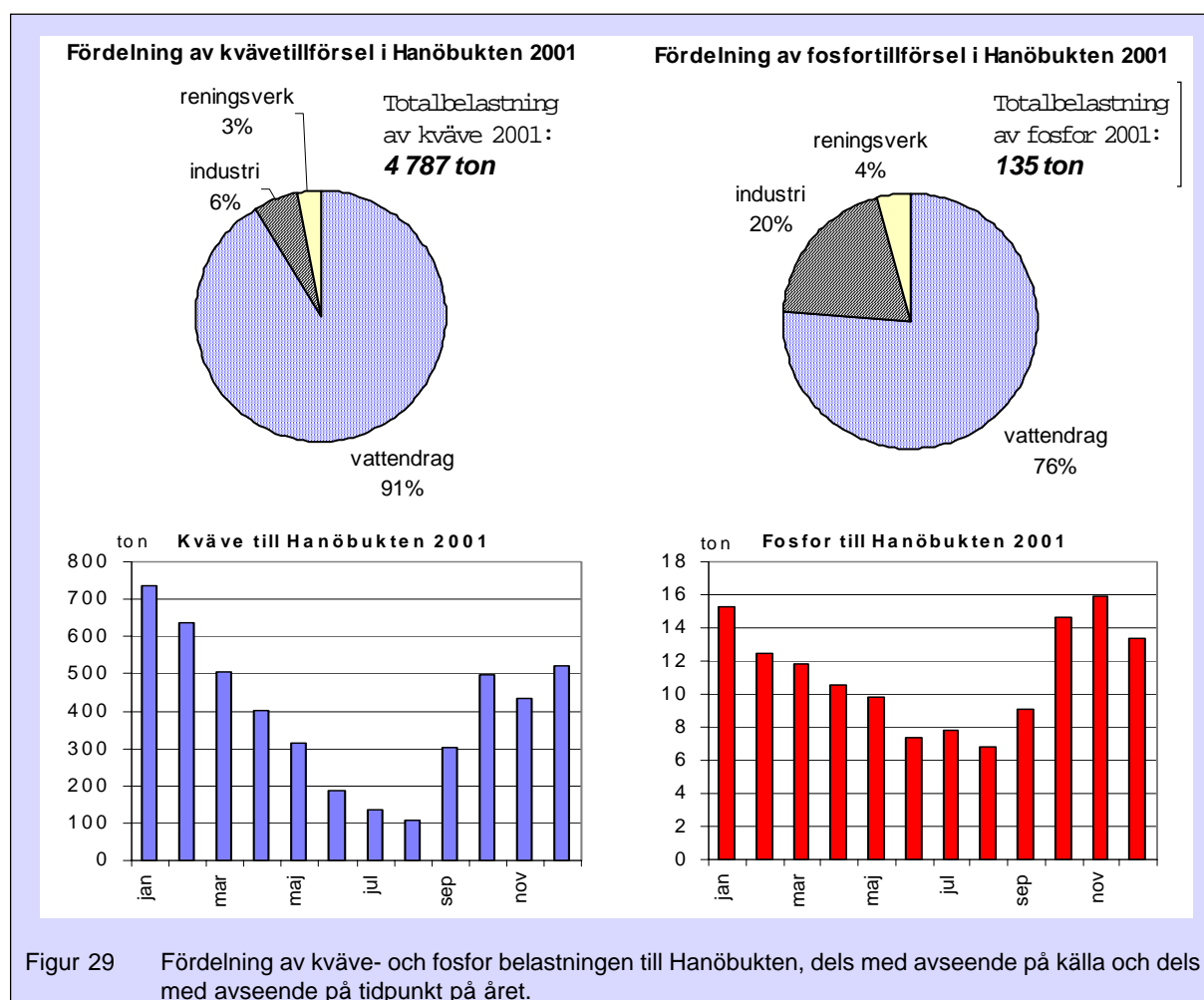
## *Tillförsel av föroreningar*

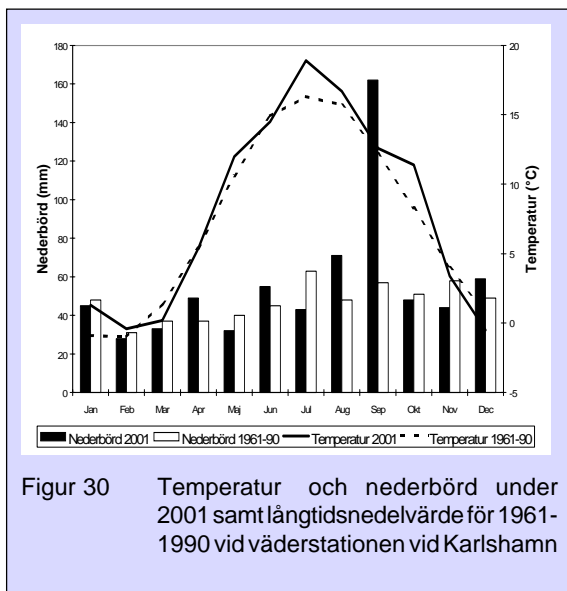
För att kunna tolka mellanårsförändringar i kustzonen är det viktigt att känna till belastningen av närsalter, organiskt material och gifter. En stor del av kväve- och fosfortransporten till kustvattnet sker med vattendragen och är på olika sätt påverkad av mänsklig aktivitet. Största transporten av näringsämnen till Hanöbukten kommer via Mörrumsån och fr.a Helgeå. Stora punktutsläpp från reningsverk och industrier längs kusten förekommer också, liksom från några fiskodlingar. Viktiga "mänskliga" källor som vi saknar data från är dagvatten och luftnedfall av kväve. Luftnedfallet av kväve i egentliga Östersjön beräknas vara mellan 27 och 40% av totalbelastningen enligt olika beräkningar (Naturvårdsverket 1987, Larsson m fl 1985). För fosfor är motsvarande siffra 7-11%.

Näringstransporten från större punktutsläpp samt vattendrag under 2001 redovisas i bilaga 2 och i figur 29. Där framgår att kvävetillförseln

till 91% kom via vattendragen. För fosfor är motsvarande siffra 76% och här bidrog massaindustrin med 18%. I figur 26 framgår också att merparten av tillförseln kom under vinterhalvåret vilket är naturligt eftersom flödet i vattendragen är högst då.

Förutom tillförsel till kusten som direkt kommer från mänsklig aktivitet förekommer också en "naturlig" del. Den utgörs av t ex uppvallning av näringsrikt bottenvatten och tillförsel via kustströmmar från andra områden. I Hanöbukten är speciellt tillförseln från uppvallning stort. När det gäller kväve tillkommer också kvävefixeringen av de blågröna algerna. Beräkningar visar att för hela Östersjön kan denna del stå för upp emot 12-15% av totalbelastningen (Naturvårdsverket 1987, Larsson m fl 1985). Ungefär 40% av det kväve som tillförs Östersjön uppskattas återgå till atmosfären genom denitrifikation (Larsson m fl 1985).





En viktig faktor att ta hänsyn till när det gäller tillförseln av framför allt näringsämnen är temperatur och nederbördsförhållanden under året. Hög vattentemperatur, speciellt under sensommaren, kan öka kvävefixeringen märkbart medan riklig nederbörd, speciellt utanför växtperioden, ökar tillförseln via vattendrag.

Året inledess med snö och hårda ostvindar. Resten av vintern var annars mild med ett par omfattande regnområden.

Våren inleddes med bistert vinterväder och månadsmedeltemperaturen var lägre än normalt. Temperaturen steg sedan succesivt men med undantag för en vecka med sommarväder i början av maj blev våren sval och ostadig.

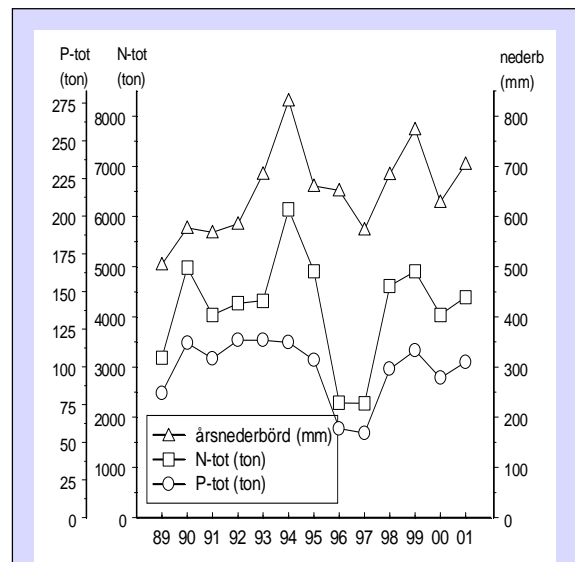
Det svala och ostadiga vädret fortsatte ända fram till midsommar. Bland annat drabbades Blekinge av ett kraftigt regn när Sölvesborg fick 50 mm den 3:de juni. Juli präglades av värmeböljor och åskväder. Under nätterna 8-10 sjönk inte temperaturerna under 20 grader utmed kusterna och det innebär tropisk natt. Värmen fortsatte även i augusti vilket bidrog till att svåra åskväder bildades. Månadsnederbörden blev därför den dubbla av det normala på många håll.

Det blev en varm men ostadig inledning på hösten. Ett intensivt lågtryck rörde sig den 8:de september in över södra Östersjön, Ölands södra udde noterades för 109 mm och det

orsakade skador på vägar på södra Öland. Det ostadiga vädret fortsatte med fler regnväder, totalt sett blev det 2-4 gånger så mycket nederbörd som normalt under september. Nederbörden fortsatte en bit in i oktober men sedan vidtog torrare väder. Det blev tillfälligt kallare i början av november och större delen av landet var snötäckt den 8:de. Resten av året var relativt stabilt med normal temperatur och nederbörds-mängd. Inför julhelgen var praktiskt taget hela landet snötäckt och det var kallt ända fram till årsskiftet.

Tack vare den varma sommaren och milda hösten var 2001 sammantaget något varmare än normalt även om det inte kom upp i samma nivå som 2000. Temperaturöverskottet var ca 0,7°C. Nederbörden var väldigt ojämt fördelad, både rumsligt och tidsmässigt. Merparten av nederbörden kom i september och för sydöstra Sverige blev årsnederbörden i allmänhet omkring 15% över den normala.

Transporten av näringsämnen via åarna följer i stort sett kurvan för årsnederbörden och var därmed något större än 2000 (figur 31).

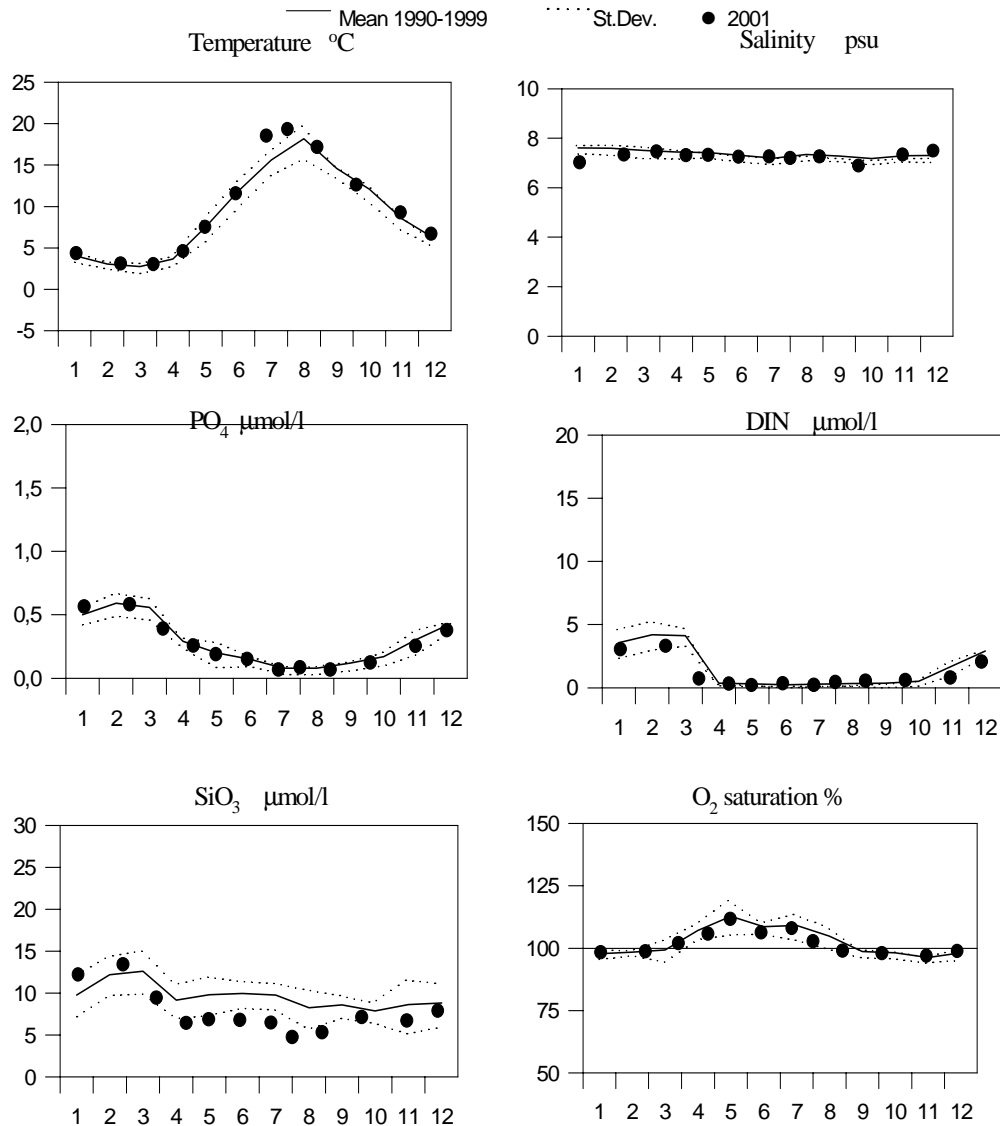


Figur 31 Nederbörd i Hanöbukstens avrinningsområde samt beräknad vattendrags-transport av kväve och fosfor till kusten från de sex största vattendragen (Helgeå, Skräbeån, Mörrumsån, Bräkneån, Ronnebyån och Lyckebyån) 1989-2001.

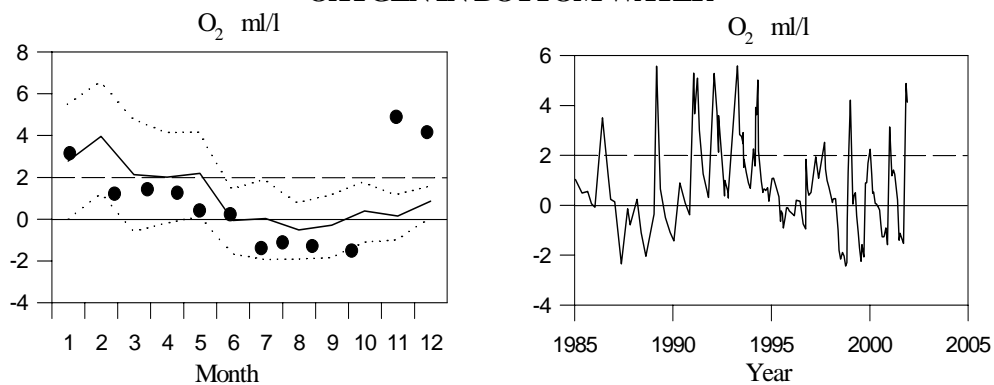


## STATION BY4 SURFACE WATER

### Annual Cycles



### OXYGEN IN BOTTOM WATER



Figur 32 Resultat från mätstationsstationen BY4 vid Christinsö under 2001 samt medelvärden och standardavvikelse för perioden 1990-1999.

## Hydrografi i Blekinge och Västra Hanöbukten

Under 2001 skedde åter en generell höjning av närsalthalterna i Blekinge och västra Hanöbuktens kustvatten halterna är dessutom något högre än halterna i Utsjön. Det tillsammans med en något lägre salthalt är signifikativt för kustvattnet. Någon egentlig salt-haltsskiktning förekom inte i kustvattnet utom för stationerna KL8 vid Kristianopel och K7 vid Karlshamn. Syreförhållandena har under året varit stabila med en normal årscykel och med de lägsta halterna under sensommaren. Det lägsta värdet uppmättes vid station NY, där halten var låg enligt tillståndsklassningen. Enligt bedömningsgrunderna var siktdjupet generellt bra i hela området under 2001. Bedömningen grundar sig på provtagningen i augusti månad.

Flertalet av de undersökta områdena hade enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder höga till mycket höga halter av nitrat. Men år 2001 är det endast KL8 i Kalmarsund som uppvisade mycket höga halter av närsalter. Det fanns någon station inom samtliga delområden, som för den senaste tioårsperioden uppvisade en sjunkande trend för oorganiska närsalter. Enligt trendanalyserna som gjorts i flerårsanalysen pekar dessa på svaga sjunkande trender framför allt i västra Hanöbukten. Det gick inte att påvisa någon signifikant koppling mellan utsläppen från de olika punktkällorna och de redovisade resultaten från mätstationerna.

Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav är ett relativt grovt verktyg för att bedöma miljö kvaliteten i den marina miljön. Bedömningen görs dels genom att klassificera tillståndet enligt en bestämd tillståndsskala som bl.a. annat är relaterad till effekter på biota. I

bedömningen ingår också att fastställa avvikelser från naturliga halter (jämförvärden) för områden med varierande vattenomsättningsklasser, så kallade typområden.

I årets rapport redovisas detta i två tabeller där samtliga stationer och parametrar har vär-

Tabell 1 Statistisk **tillståndsklassning** av hydrografiska mätdata 2001 enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten - Kust och hav" (Naturvårdsverket 1999). För mer information se även bilaga 4.

	Siktdj aug	Syre aug-sept	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	NO <sub>2+3</sub> -N jan-mars	NH <sub>4</sub>	Tot-N	Tot-P juli	Tot-N juli	Klorof-a
VH4 (S Hanöbukten)	1	1	3	2	3	1	3	2	2	
VH3 (Åhus)	1	1	3	2	4	1	3	2	2	1
VH1 (Nymölla)	1	1	3	3	3	1	3	3	2	
L12 (Sölvesborg)	3	1	4	3	4	2	4	5	3	
K6 (Pukaviksbukten)	1	1	3	3	2	1	2	2	2	1
K7 (Karlshamn)	2	1	4	4	4	1	3	5	3	
K12 (Ronneby)	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3
NY (NV Aspö)	2	3	3	3	4	2	3	4	3	
KAARV4 (Y redde)	1	1	3	3	4	2	3	3	3	4
K21 (SE Verkö)	2	1	3	3	4	3	4	4	3	
K19 (Torhamn)		1	3	2	3	2	3	5	4	5
S10 (Ö Blekinge)		1	3	2	1	1	1	2	2	
KL8 (Kristianopel)		2	2	3	5	4	5	5	5	

Klassningen har gjorts med Naturvårdsverkets rapport 4914 enligt följande:

klass	näringsämnen	siktdjup	syrgas
1	mycket låg halt	mycket stort siktdjup	hög halt
2	låg halt	stort siktdjup	mindre hög halt
3	medelhög halt	medelstort siktdjup	låg halt
4	hög halt	litet siktdjup	mycket låg halt
5	mycket hög halt	mycket litet siktdjup	svavelväte

derats enligt bedömningsgrunderna för tillstånd och avvikelse tabell 1 och 2 samt bilaga 4.

Resultaten av årets mätningar enligt bedömningsgrunderna redovisas för organiskt kväve och fosfor också som kartbilder (se under respektive avsnitt).

Årets vattenprovtagning har genomförts i all väsentlighet enligt gällande provtagningsprogram (bilaga 1).

Provtagningsområdet, som inkluderar både programmet för Västra Hanöbukten och Blekinge, är indelat i sex delområden; Västra Hanöbukten (stationerna VH3 och VH4), Sölvesborg (VH1 och L12), Pukaviksbukten (K6 och K7), Ronneby (K12), Karlskrona (NY, K21, K19 och KAARV4) och södra Kalmarsund (S10). De olika delområdena jämförs med förhållandena i utsjön som representeras av stationen Christansö (BY4) som ingår i SMHIs oceanografiska stationsnät.

Vi har valt att i figurerna redovisa syrgashalten, kvävefosforkvoten, klorofyll, siktdjup, salthalt, totalkväve och totalfosfor. För vissa av parametrarna har vi valt att redovisa årsmedelvärdet med 95 % konfidensintervall, vilket

enkelt kan sägas var ett mått på hur trovärdigt det beräknade medelvärdet är. Ett litet konfidensintervall indikerar hög trovärdighet medan ett stort intervall indikerar låg trovärdighet. Om man betraktar en tidserie av medelvärden och konfidensintervall kan man ofta anta att om två medelvärden skiljer sig så pass åt att de inte ligger innanför varandras konfidensintervall är skillnaden mellan medelvärdena signifikant.

Blekinge och västra Hanöbukts kustvatten skiljer sig från utsjön genom högre halter av närsalter och något lägre salthalter. För övriga parametrar syns inga tydligt enhetliga skillnader. Det pekar på att vattenutbytet mellan skärgården och utsjön är förhållandevis bra

### ***Salthalt***

Salthaltsskiktningen är i allmänhet svag i hela området. Den kraftigaste skiktningen uppträder i de inre delarna av skärgården där den största tillrinningen från land, via de stora åarna sker och då framförallt under våren då tillrinningen har sitt maximum. Kortvariga förlopp med salthaltsskiktning av någon betydelse

Tabell 2 Statistisk **avvikelseklassning** av hydrografiska mätdata 2001 enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav" (Naturvårdsverket 1999). För mer information se även bilaga 4.

	Siktdj aug	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	NO <sub>2+3</sub> -N jan-mars	NH <sub>4</sub>	Tot-N	Tot-P juli	Tot-N	Klorof-a
VH4 (S Hanöbukten)	3	4	4	4	2	3	3	3	
VH3 (Åhus)	2	4	3	5	2	4	3	2	1
VH1 (Nymölla)	3	5	4	5	2	3	3	3	
L12 (Sölvesborg)	4	5	4	5	3	5	5	3	
K6 (Pukaviksbukten)	2	4	4	3	1	3	3	3	2
K7 (Karlshamn)	4	5	5	5	2	4	5	3	
K12 (Ronneby)	4	4	3	4	2	4	4	3	4
NY (NV Aspö)	3	3	4	4	2	3	4	3	
KAARV4 (Y redden)	2	3	4	4	2	3	4	3	4
K21 (SE Verkö)	3	3	4	5	2	4	4	3	
K19 (Torhamn)		4	2	4	3	3	5	4	5
S10 (Ö Blekinge)		4	2	2	1	2	3	3	
KL8 (Kristianopel)		3	2	5	5	5	5	5	5

Klassningen har gjorts med Naturvårdsverkets rapport 4914 enligt följande:

**klass**

- 1 ingen / obetydlig avvikelse
- 2 liten avvikelse
- 3 tydlig avvikelse
- 4 stor avvikelse
- 5 mycket stor avvikelse

har observerats under 2001. Vattenmassan har i övrigt vid mätillfällena varit i stort sett homogen och välblandad. De stationer som till och från uppvisar salthaltsskiktning av betydelse är Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund och Karlshamn (K7) i Pukaviksbukten. Bägge dessa stationer har vid tillfällena haft ett skikt med utsötat ytvatten. För Kristianopel var salthalten i ytan cirka 3 psu och för Karlshamn var ytsalthalten under 2,5 psu. Det kan noteras från bägge stationerna att halterna av nitrat, totalkväve och även kisel var höga under samma period. Nitrathalten i station K7 var så höga som närmare 40  $\mu\text{mol/l}$ . Medelsalthalten för stationerna vid västra Hanöbukten var något lägre än normalt och låg runt 7 psu. För övriga stationer är salthalterna några tiondelar lägre. Salthaltsskillnaderna mellan yt- och bottenvatten ligger, förutom de två ovan nämnda, inom några tiondels psu. De små konfidensintervallerna i alla stationer utom K7 och KL8 visar att det under året har varit stabila salthaltsförhållanden med små variationer.

### Siktdjup

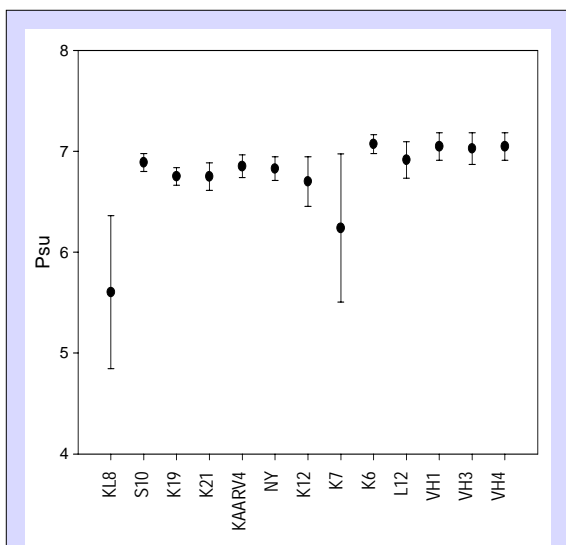
Siktdjupet uppvisar betydande rumsliga och tidsmässiga variationer. I området påverkas siktdjupet av variationer i primärproduktionen där förekomsten av plankton och alger når sitt maximum under sommaren. Andra faktorer som påverkar siktdjupet är tillrinningen och det

lösta material åar och vattendrag för med sig. I grundare områden påverkas siktdjupet även den upprivning av material som sker på grund av vågpåverkan. De lägsta siktdjupen har observerats under sommarperioden. Siktdjupens medelvärden har under 2001 legat mellan 4,1 meter och 8 meter. Det största siktdjupet under 2001 observerades i västra Hanöbukten station VH4 och var så stort som 14 meter. Det lägsta siktdjupet som observerades var vid Kristianopel (KL8) vid östra Blekingekusten där siktdjupet var 0,8 meter. Denna station är belägen inne i en grund vik med ringa vattendjup vilket förklarar det låga värdet. Både högsta och lägsta värdena ligger utanför 95 % konfidensintervall och representerar extrema situationer.

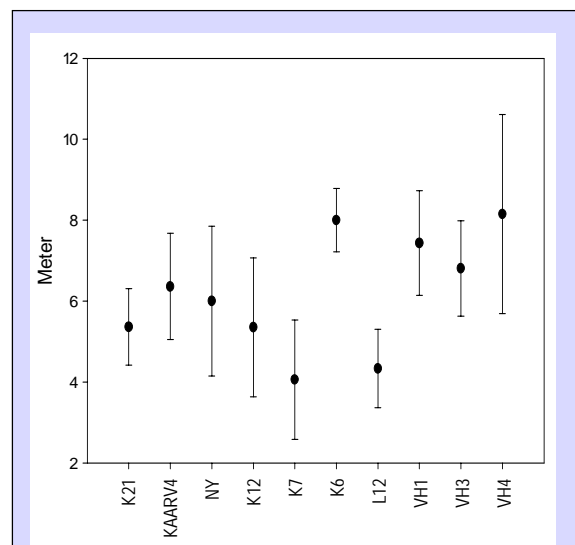
Vid de stationer som provtagits med avseende på siktdjupet och där värden finns för augusti, vilket är en förutsättning för tillståndsklassning enligt bedömningsgrunderna, uppvisar fem stationer ett mycket stort siktdjup i följande områden: Karlskrona (KAARV4), Pukaviksbukten (K6), Sölvesborg (VH1), Västra Hanöbukten (VH3 och VH4). Endast stationen L12 uppvisar medelstort siktdjup vilket är klass 3 på bedömningsskalan.

### Syreförhållanden

I Blekinge och Västra Hanöbuktens kustvattenområde är syresättningen av bottenvattnet mes-



Figur 33 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för salthalten på de olika stationerna under 2001.



Figur 34 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för siktdjup på de olika stationerna 2001.

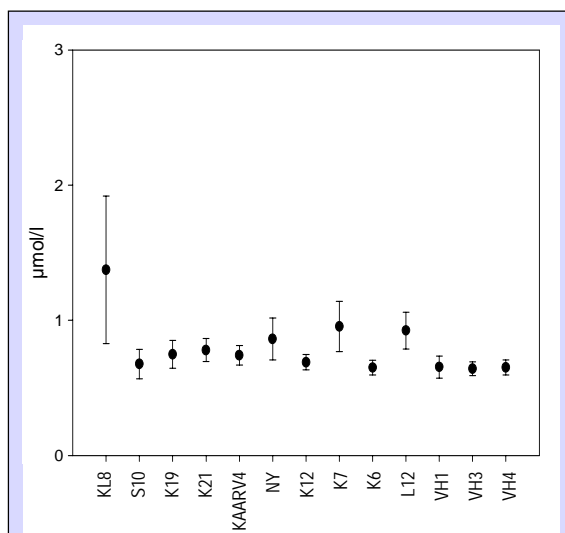
tadels god under hela året. Syrevärdena är i allmänhet något bättre under 2001 än medelvärdet för perioden 1991-2000.

Syrgashalterna uppvisar en tydlig årscykel med de lägsta värdena i juli-augusti då även vattentemperaturen är hög. I området finns normalt inga bottnar med utpräglat stagnanta förhållanden. Vissa år uppstår dock under senare delen av sommaren sämre syreförhållanden i Karlskronafjärdarna. Det lägsta värdet under 2001, låg halt enligt tillståndsklassningen, uppmättes vid station NY i Karlskrona skärgård, med ett värde på 3,2 ml/l. För samtliga övriga stationer utom station KL8 låg syrehalterna på en hög halt dvs. ett värde > 6,0 ml/l vilket är den högsta klassen i bedömningsgrunderna för syre. I station KL8 var det mindre hög halt med ett lägsta uppmätta värde på 5,5 ml/l.

### Närsalter

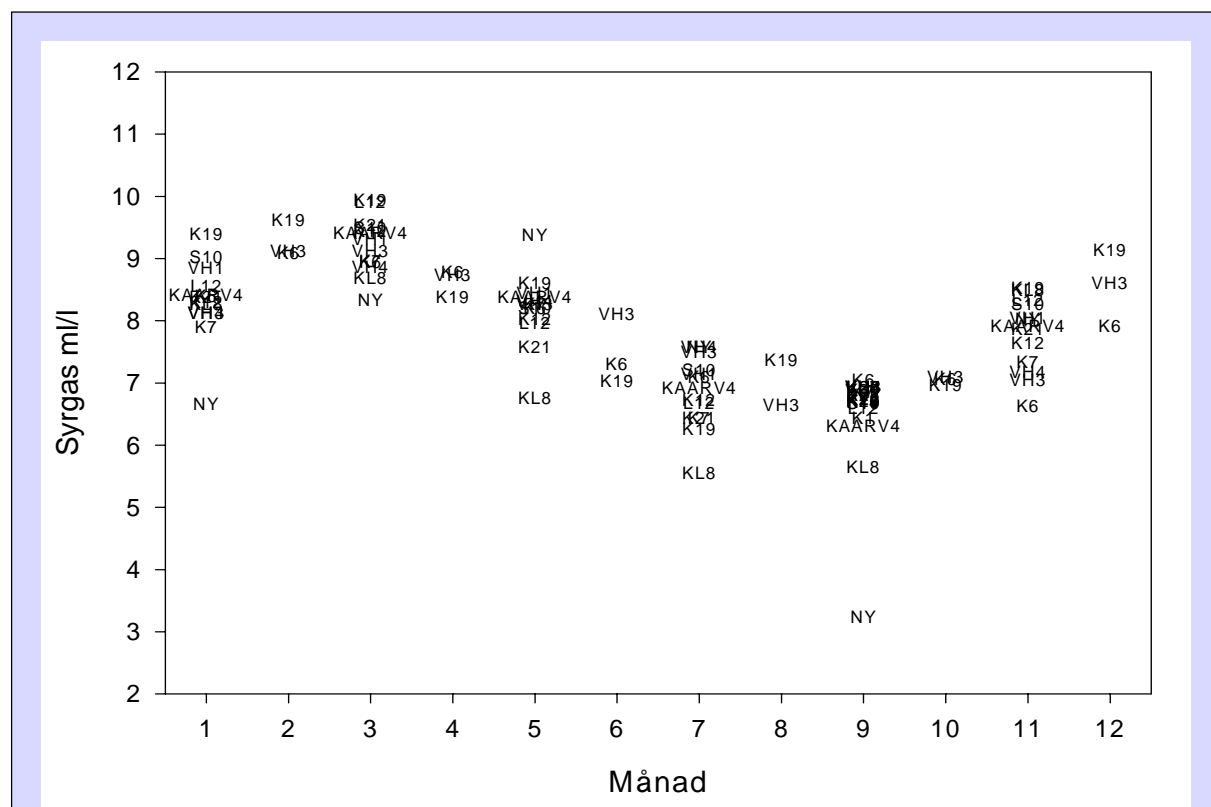
#### Fosfor

Fosfor analyseras som fosfat-fosfor (oorganisk fosfor) och som totalfosfor (oorganisk och or-



Figur 36 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalfosfor under 2001 på de olika stationerna.

ganisk fosfor). Fosfor förekommer vintertid framförallt i oorganisk form. Naturvårdsverkets jämförvärden för fosfat-fosfor ligger för yt-vatten under vinterperioden mellan 0,20 och 0,35 mmol/l beroende på vattenomsättningsklass. Dessa jämförvärden är en skattning motsvarande 1950 års värden. Generellt kan sägas



Figur 35 Syrgashalten i bottenvattnet på samtliga mätstationer i Blekinge läns kustvatten och västra Hanöbukten 2001.

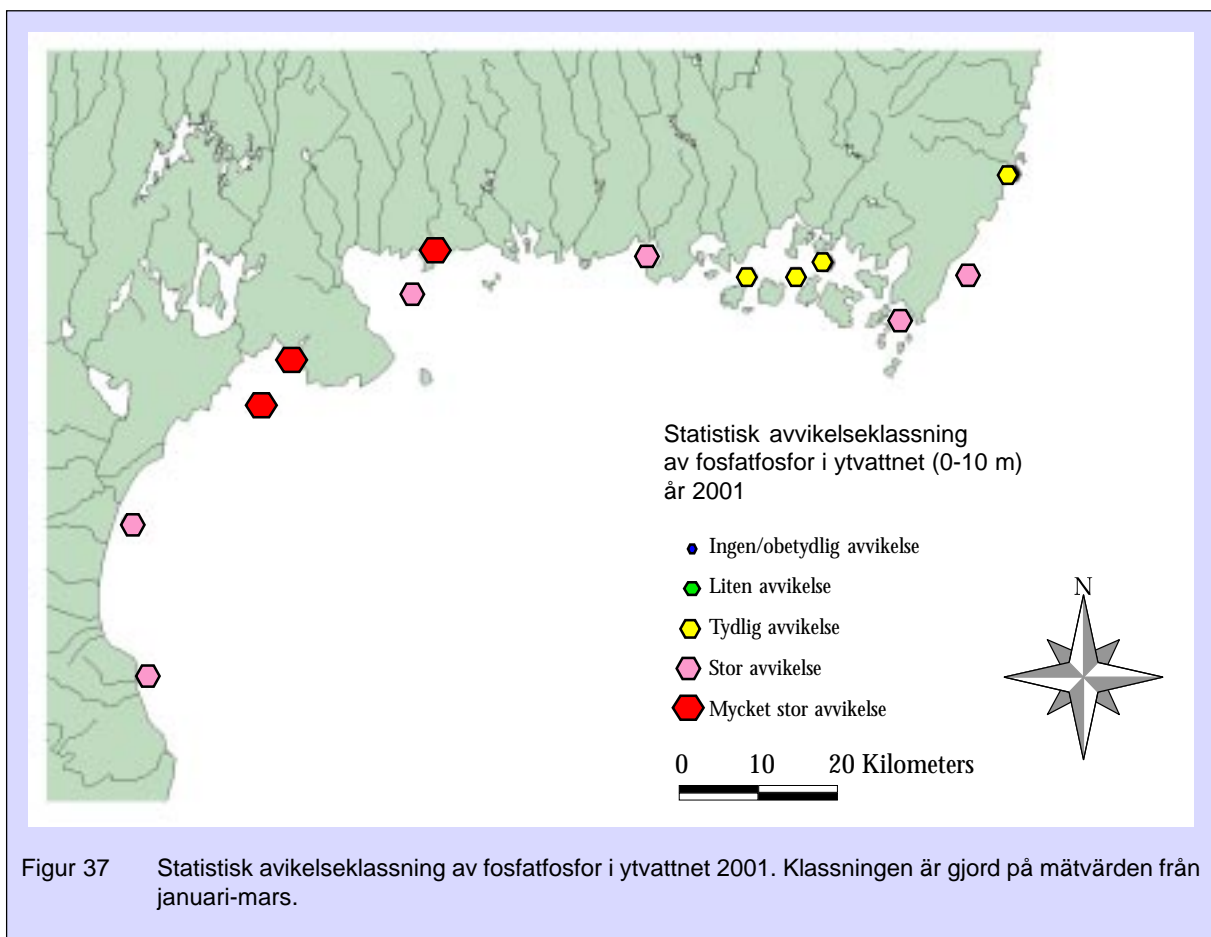
att det lägre värdet gäller för områden med hög omsättning och det högre värdet för områden med lägre vattenomsättning. Medelvintervärdet för området Blekinge och västra Hanöbukten ligger vid 0,6 mmol/l. Enligt tillståndsklassningen motsvarar detta värde en medelhög halt. Det lägsta värdet, 0,48 mmol/l (låg halt) finns i station KL8. De högsta värdena, 0,8-0,9 mmol/l, hittas under 2001 utanför Sölvesborg (L12) och Karlshamn i Pukaviksbukten vilket motsvarar en hög halt. Jämfört med 1950 års värden är dock avvikelsen obetydlig. Det talar för att bedömningsgrunderna inte alltid ger en korrekt bild av tillståndet. Det finns inga tydliga geografiska skillnader mellan de olika delområdena.

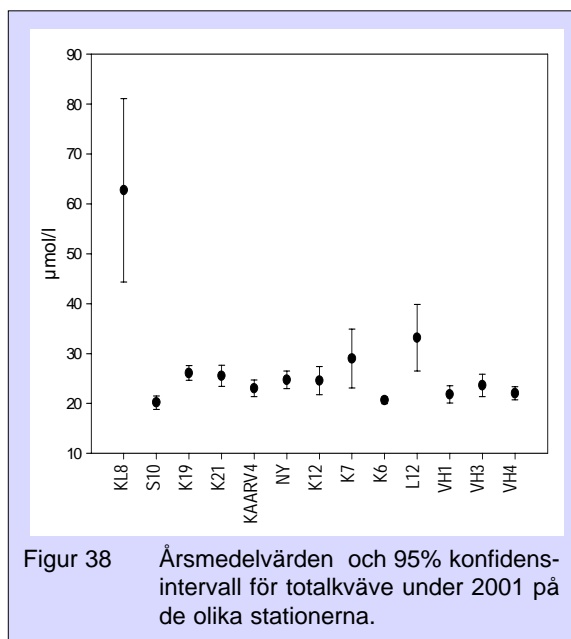
Jämförvärdet för halten av totalfosfor under vinterhalvåret ligger mellan 0,35 och 0,41 mmol/l och för sommarperioden mellan 0,20 och 0,28 mmol/l. Halterna av totalfosfor är ett mått på allt fosfor som finns både löst och uppbundet i partiklar i biomassan. För området är medelvärdet för vinterhalterna 2001 cirka 0,9 mmol/l, vilket motsvarar en medelhög halt

enligt tillståndsklassningen. De högsta värdet för totalfosfor uppmättes i station K7 till 1,25 mmol/l motsvarande hög halt.

### ***Kväve***

Kväve analyseras som totalkväve (oorganiskt och organiskt kväve) samt de oorganiska fraktionerna ammonium-kväve och nitrit+nitrat-kväve. Både ammonium och nitrit+nitrat är direkt tillgängliga för den biologiska produktionen och uppvisar tydliga årscykler. Andelen oorganiskt kväve är störst under vintern och utgör då ca 30 % av det totala kväveinnehållet. Efter värblomningen förblir halterna av ammonium och nitrit+nitrat låga ända fram till produktionssäsongens slut i september-oktober. Naturvårdsverkets jämförvärden för ammonium-kväve under vintern är 0,10 mmol/l respektive 0,62 mmol/l beroende på vattenomsättningsklass. För nitrat + nitritkväve ligger värdena mellan 2,0 och 9,0 mmol/l beroende på vattenomsättningen. Jämförvärden för totalkväve ligger mellan 12 och 20 mmol/l för vinterperioden och mellan 12 och 17 mmol/l





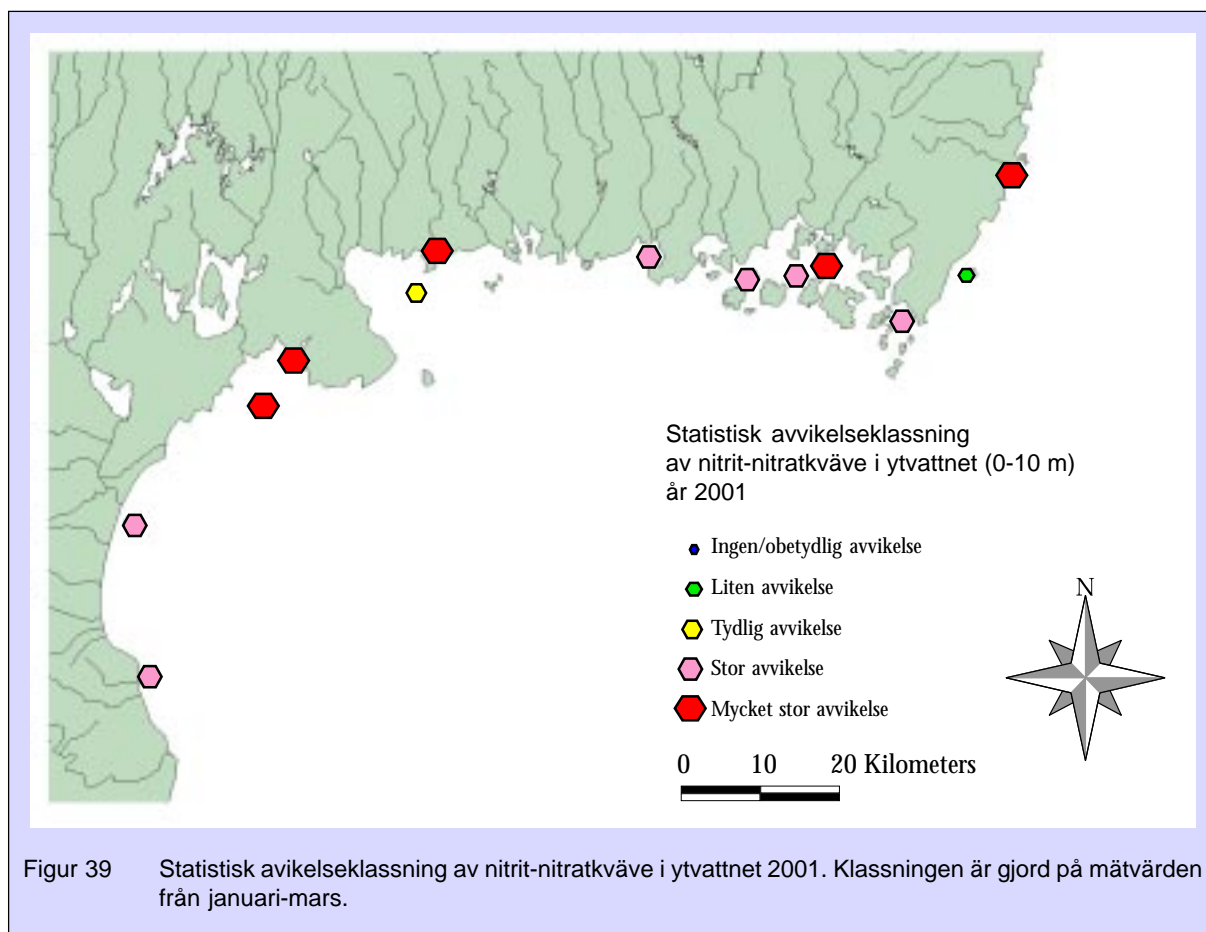
för sommarperioden.

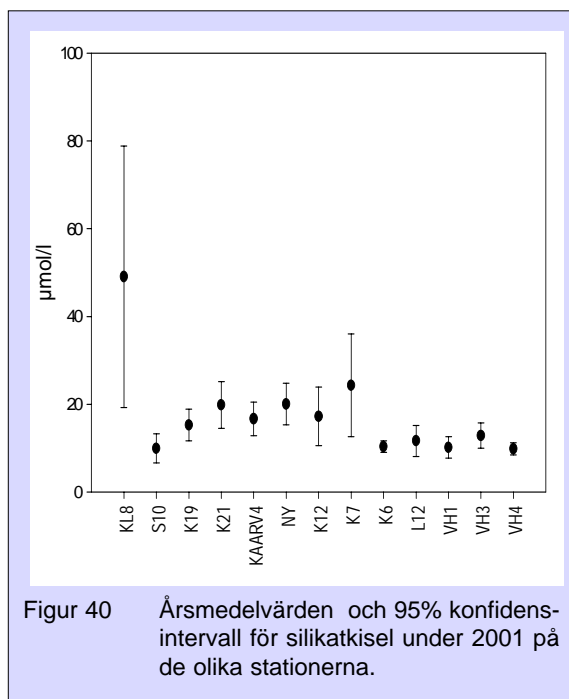
De stationer som har typiskt högre värden är samma stationer som uppvisar högre fosfatvärden. Det högsta vintervärdet 2001 för nitrat uppvisas vid Kristianopel (KL8) där nitrathalten var så hög som 32,8 mmol/, vilket mot-

svara mycket hög halt enligt tillståndsklassningen. Stationen ligger i södra Kalmarsund och är en instängd vik med ringa vattenomsättning. Även stationen L12 vid Sölvesborg visar upp en hög halt av nitrat 19,1 mmol/l. Även för totalvärdena för nitrat visar dessa två stationer upp de högsta värdena 76,1 mmol/l respektive 43,5 mmol/l.

### Kisel

Kisel är viktigt för produktionen eftersom värblomningen i stor utsträckning utgörs av kiselalger. Kisel tillförs huvudsakligen genom sötvattentillrinningen. I övergödda sjöar har man funnit att koncentrationen av kisel i vattenmassan har minskat under senare år. Flera analyser av de långa tidsserier som finns tillgängliga har påvisat minskande mängder kisel samtidigt som mängden kväve och fosfor ökat. Någon motsvarande trend syns inte för de kortare serier som finns för kustvattnet. Kisel är tillgängligt som silikat kisel och varierar på samma sätt som de övriga närsalterna med en topp under vintern och nedgång i halterna i samband



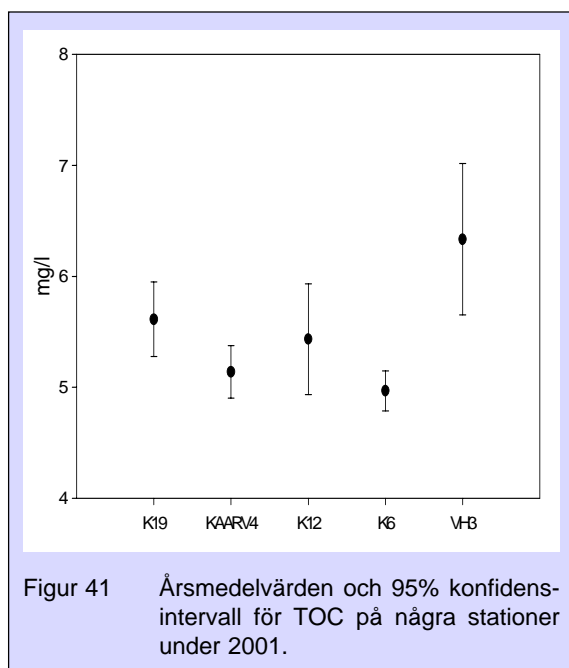


med vårbloomningen.

Höga värden för silikat kisel kan ses vid Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund där värdet uppmättes som högst till 90,3 mmol/l och i Karlshamn (K7) där värdet var 86,5 mmol/l. Värdena uppmättes i mars respektive januari.

### Organiskt kol (TOC)

TOC (totalt organiskt kol) är ett mått på den totala mängden kol i vattenmassan både i löst

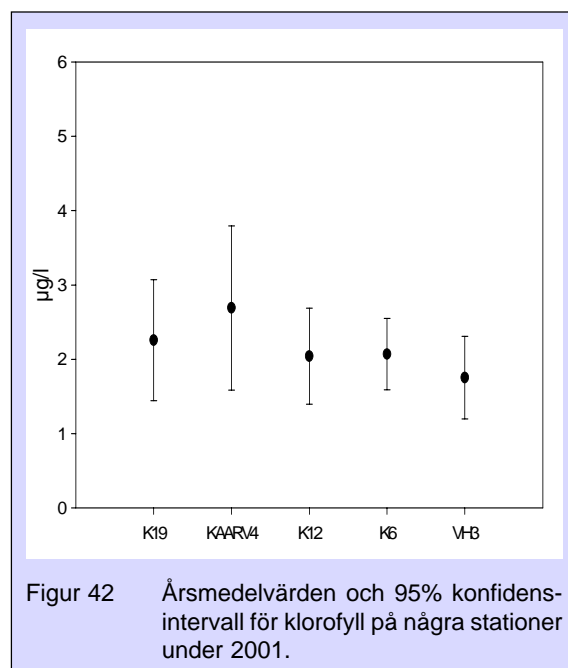


och partikulärt organiskt material. Det är på så sätt relaterat till mängden organiskt dött och levande material. TOC har ingen tydlig årsvariation men halterna tenderar att vara högst i samband med vårflödena då tillförseln via vattendragen är som störst. Inga tydliga geografiska skillnader kan ses under 2001. Det lägsta värdet som uppmättes, 3,8 mg/l, var i västra Hanöbukten (VH1) i januari. Det högsta värdet 7,8 mg/l uppmättes i K19 i april.

### Klorofyll-a

Klorofyllkoncentrationen ger ett grovt mått på växtplanktonbiomassan i vattnet. Klorofyllhalten i växtplankton varierar bl.a. med ljusförhållanden, temperatur och närsaltstillgång. Vid blomning, normalt en kraftig på våren och en något mindre kraftig på sommaren, ser man markanta toppar i klorofyll-a.

Eftersom variationen är stor i tid och rum väljer man den stabilaste månaden augusti för Naturvårdsverkets tillståndsklassning. För de stationer som är provtagna med avseende på klorofyll under 2000 är halterna vid Pukaviksbukten (K6), Ronneby (K12), Åhus (VH3) och Torhamn (K19) vid Karlskrona mycket låga, under 1,5 mg/l. Endast vid Karlskrona (KAARV4) är klorofyll-a högre med en hög halt, 4,8 mg/l. Det är också vid denna station som variationen över hela året är som störst.



## Trendanalys av hydrografiska data

Trendanalys har utförts på hydrografiska data med hjälp av sk linjär LMS-regression, en robust metod för data som kan innehålla enstaka mycket avvikande värden. Resultaten redovisas i bilaga 5. En översiktlig genomgång av resultaten ges nedan.

Sammanfattningsvis kan man säga att det krävs längre serier, helst med tätare mättillfällen, för att det säkert ska gå att identifiera långsiktiga trender. Nuvarande underlag är otillräckligt för att man ska kunna dra några säkra slutsatser angående långsiktiga förändringar. Resultaten ger dock vissa antydningar.

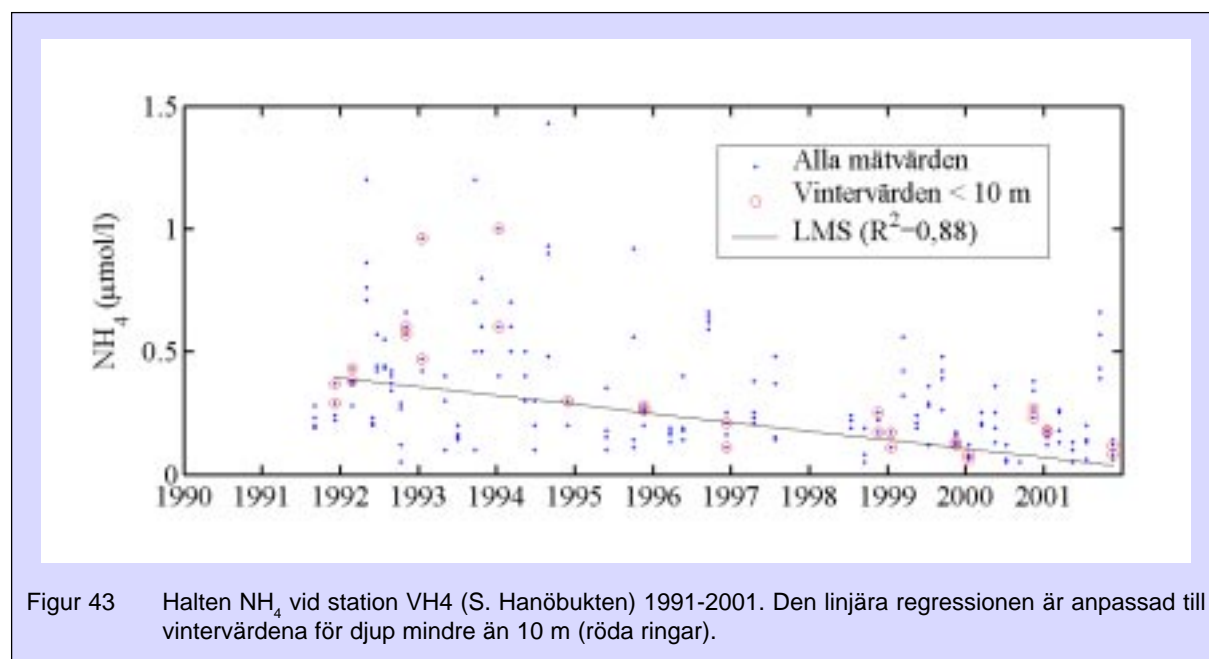
Alla stationerna i västra Hanöbukten (VH1, VH3 och VH4) uppvisar minskande vinterhalter av ammonium, där minskningen tycks ligga på ca 0,04 mmol/l per år vid samtliga stationer. Figur 43 visar samtliga mätvärden, vintervärdena för provtagningsdjup grundare än 10 m och regressionslinjen genom de sistnämnda för stationen VH4. VH4 är den sydligaste stationen och uppvisar också sjunkande halter för  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SiO}_4$  och TotP, även om dessa trender inte är lika tydliga. Däremot syns ingen trend i TotN.

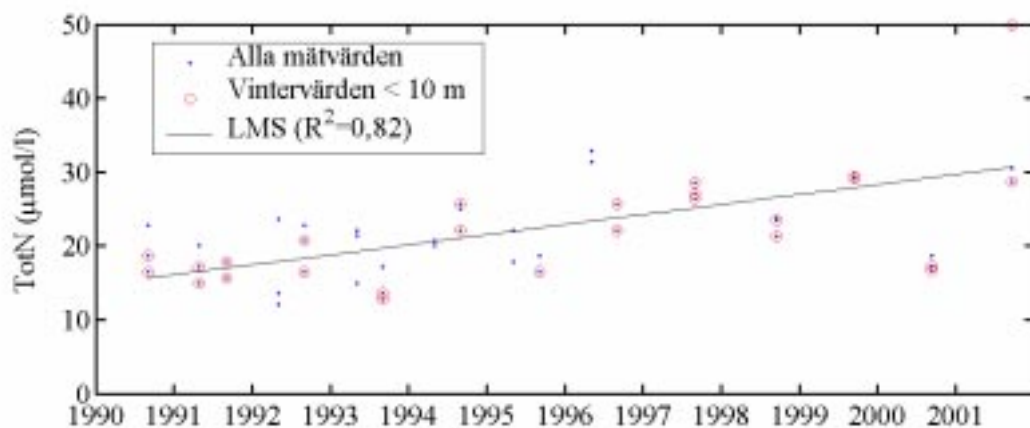
Både station K1 (Sölvesborg) och K24 (Pukaviksbukten) i nordvästra hörnet av Hanöbukten uppvisar ökande halter TotN; 2,6 mmol/l per år respektive 1,4 mmol/l per år (se figur 44).

Det bör däremot påpekas att för det första saknar båda stationerna värden för perioden november t o m februari, så att "vintersäsongen" har fått utökas till att omfatta september-april. För det andra uppvisar inte station L12 (Sölvesborg) någon identifierbar trend. Istället minskar  $\text{NO}_2$ -halterna något vid denna station. Observera att  $\text{NO}_2$  endast har mätts vid station L12 sedan 1998.

Tre strandnära stationer längs Blekinges kust mellan Karlshamn och Ronneby (K27, K28 och K29) uppvisar samtliga en bågformad förändring i både TotP och TotN under perioden 1990-2001, dvs en ökning under början av perioden, en topp någonstans i mitten följt av en minskning under de senaste åren. Om detta är statistiskt signifikant är däremot oklart. Ett typiskt exempel visas i figur 45. Något längre ut från kusten men i samma område ligger stationerna K6 och K7. Som framgår av tabellen ovan uppvisar stationerna K6, K27 och K28 nedåtgående trender i halten  $\text{NH}_4$  och mätvärdena från station K7 antyder något liknande. Sikt djupet vid station K27 och K29 har däremot också en nedåtgående trend.

I Karlskronas skärgård kan få trender skönjas. På station K26 antyder resultaten en nedåtgående trend i både  $\text{PO}_4$ , TotP och  $\text{NH}_4$  samt en uppåtgående trend i  $\text{O}_2$ -halten. Den låga mätfrekvensen (en till två gånger per år; se t ex figur xx) innebär däremot att man måste vara



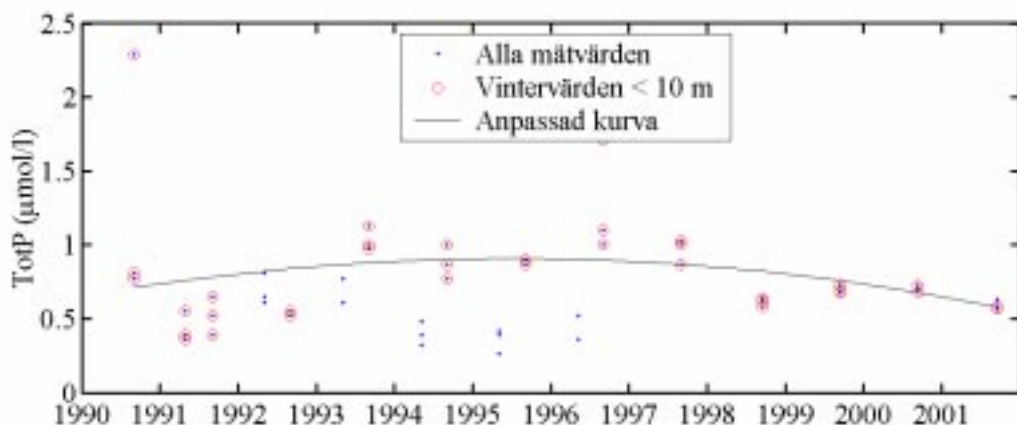


Figur 44 Halten TotN vid station K24 (Pukaviksbukten) 1990-2001. Den linjära regressionslinjen är anpassad till vintervärdena (september-april) för djup mindre än 10 m (röda ringar).

försiktig i tolkningen av trendanalysen. Stationerna KAARV4 och K21 uppvisar ökande  $\text{SiO}_4$ -halter, men för station KAARV4 finns endast mätvärden för 1998 och trenden för station K21 är av tveksamt statistiskt signifikant ( $R^2 = 0,57$ ).

Trendanalysen för stationerna S10 (östra Blekinge) och KL8 (Kristianopel) tycks antyda nedåtgående trender i flera närsalter, men spridningen på mätvärdena är stor och det är oklart om dessa trender är i överensstämmelse med verkligheten.

Mätningarna av Chl-a har tyvärr visat sig mer eller mindre oanvändbara. I de fall där mätningar gjorts efter 1997 så visar det sig att de integrerade värdena genomgående ligger på en mycket högre nivå efter 1997 än före. Eftersom detta mönster upprepas på i stort sett alla stationer där mätningar utförts efter 1997 så är det knappast troligt att naturliga orsaker ligger bakom. Kort sagt, det verkar som om mätningarna utförts på mycket olika sätt före och efter årsskiftet 1997-98.



Figur 45 Halten TotP vid station K27 1990-2001. En parabolisk kurva har anpassats till vintervärdena (september-april) för djup < 10 m (röda ringar).

## *Sediment och mjukbottenfauna*

*I Hanöbukten påträffades djur på samtliga 28 undersökta stationer vid undersökningarna 2001, det totala antalet arter var 37, vilket är fler än något tidigare år. Ett par av stationerna var förhållandevis artfattiga, medan artantalet på andra stationer ökat. På stationen vid Kristianopel, som tidigare visat tydliga tecken på återkommande utslagning av botten djuren till följd av syrebrist hade situationen märkbart förbättrats sedan tidigare år. Generellt hade annars endast små förändringar av mjukbottenarnas djursamhälle skett sedan föregående år vad gäller artsammansättningen, vilket bekräftas av en statistisk multivariationsanalys.*

*En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att samtliga stationer är opåverkade till obetydligt påverkade.*

*Förändringar i bottenfaunans biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor. Sett över en lite längre tidsperiod har biomassan förändrats mycket tydligt på en del stationer. I Karlskronabassängen har den ökat på flera stationer, vilket kan vara ett tecken på att förhållandena har blivit något bättre, speciellt om man även beaktar att antalet förekommande arter har ökat. Provtagningsresultaten 2001 innebar på vissa stationer ett litet avbrott i denna positiva trend, då biomassan istället minskat.*

*Utvärderingen av bottenfaunalokalerna i Yttre redan visar att det finns tecken på en liten förändring i anslutning till att utsläppen från det nya avloppsreningsverket började. Utvärderingen visar också att det sannolikt räcker med att behålla tre av de ursprungligen sex stationerna för att kunna avläsa förändringar.*

Mjukbottenundersökningarna 2001 genomfördes huvudsakligen mellan den 14 och 17 maj. Resultaten avseende sedimentanalyser, artantal, individantal samt biomassa återfinns i bilagorna 6 till 8. Stationernas geografiska läge framgår av karta 9.

### ***Sediment***

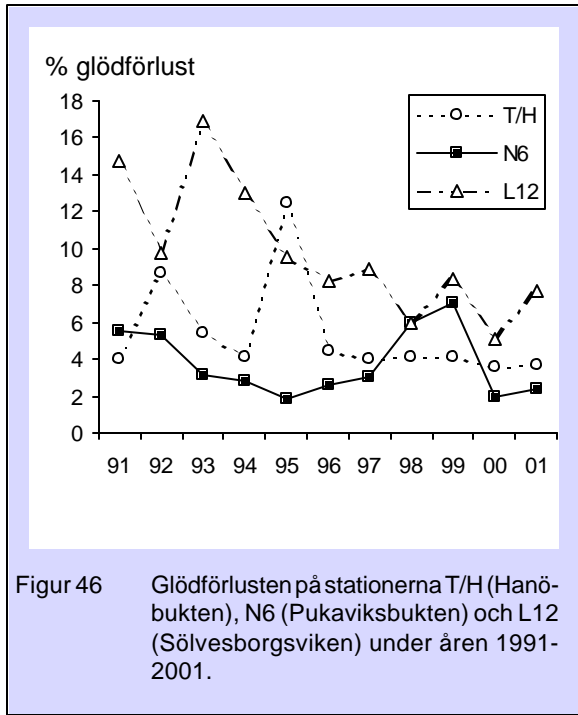
Sedimentet påverkas olika mycket av produktionen av växtplankton och större fastsittande alger och växter beroende på exponeringsgrad. I instängda, skyddade vattenområden ansamlas organiskt material i sedimentet redan på grunt vatten (Håkansson 1985). I exponerade områden, till exempel öster om Blekinge eller ute i Hanöbukten, ansamlas det sedimenterade organiska materialet däremot först på 50-60 meters djup (Persson 1989). Förändringar i sedimentsammansättningen kan i sin tur påverka mängd och artsammansättning hos bottenfaunan. Det är därför viktigt att kontinuerligt ta prover på sedimentet med avseende på glödförlust och kornstorleksfördelning för att lättare kunna tolka förändringar i bottenfaunan.

Bottensedimentet brukar delas in i tre huvudtyper där vattenhalt och organisk halt ligger till grund för indelningen (Håkansson 1985). Ackumulationsbotten har finkornigt sediment medan erosionsbotten oftast består av grus eller sand. Transportbotten har ett sediment med glödförlust någonstans däremellan eller som varierar mellan olika tillfällen. Skillnaden i organisk halt och vattenomsättning gör att syresättningen av sedimentet går olika djupt i de tre botten typerna.

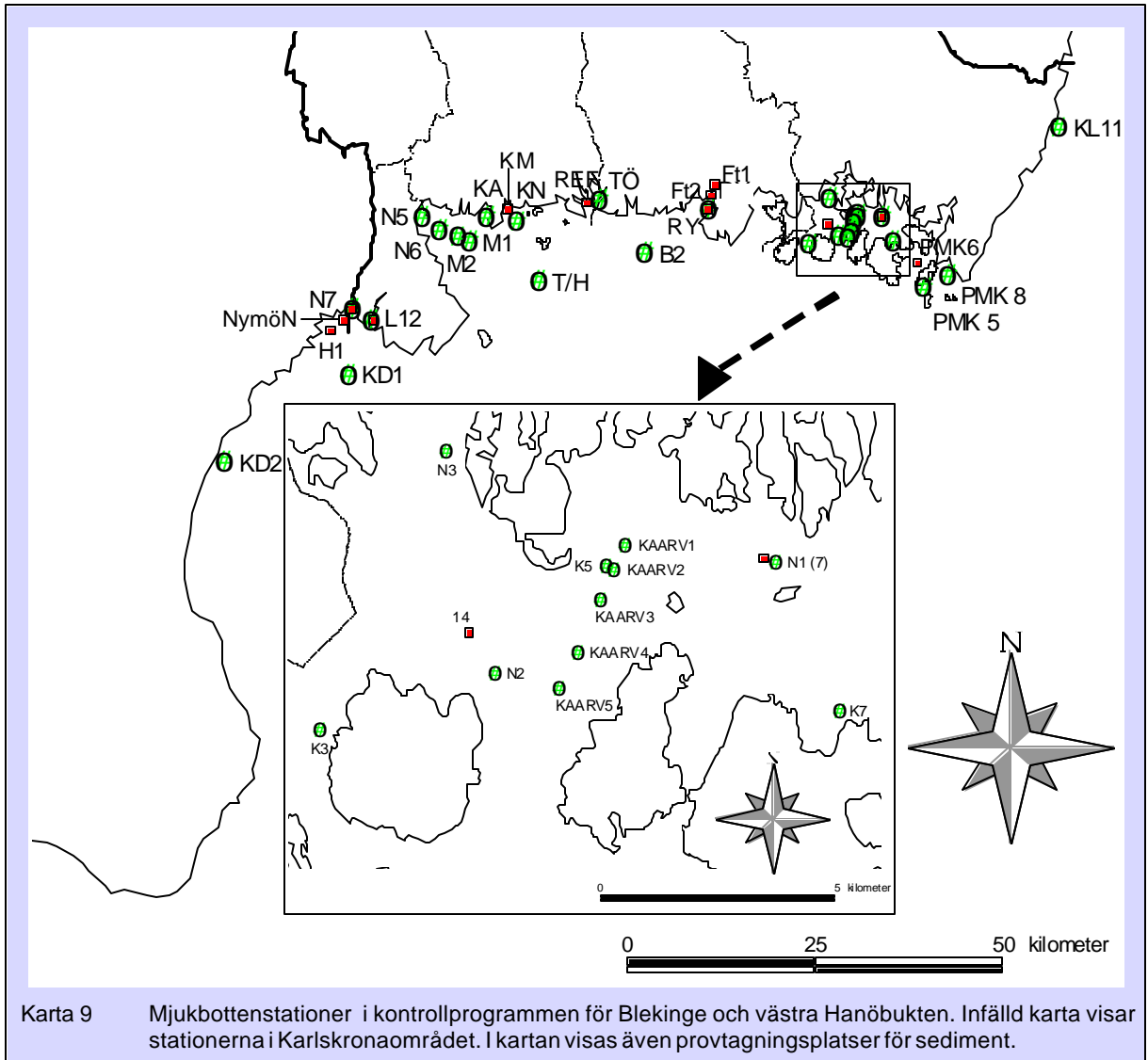
Vid 2001 års provtagning hade 15 av de ordinarie stationerna ackumulationsbotten (organisk halt >10%), två transportbotten (organisk halt 4-10%) och 11 erosionsbotten (organisk halt <4%).

Om man jämför glödförlusten på de provtagna stationerna under 1991-2001 kan man konstatera att den på flertalet stationer har varit förhållandevis likartad mellan åren. På några stationer, t ex T/H ute i Hanöbukten, TÖ vid Tjärö och L12 i Sölvesborgsviken, har den dock varierat något (figur 46) vilket för L12 kan förklaras med att den ligger nära en relativt

grund farled varför fartygstrafiken kan påverka sedimentets sammansättning mellan åren. Även en av stationerna i Pukaviksbukten (N6) har haft en skiftande organisk halt mellan åren. Vid årets provtagning låg värdet dock på samma nivå som året innan, något som även gäller för stationen i Torhamnsvärdan (PMK 8). På den djupa stationen T/H har glödförlusten sedan 1996 legat på en jämn nivå efter det kraftigt förhöjda värdet 1995. Förändringar mellan 2000 och 2001 inträffade på två av stationerna i Karlskronaområdet, KAARV4 och KAARV5, där glödförlusten minskade från 17,7 resp 18,1% till 14,8 resp 13,9%. Jämfört med tidigare år var glödförlusten på dessa stationer dock kraftigt förhöjd år 2000. Kommande års mätningar får visa om det är tillfälliga avvikelser eller om det rör sig om stabila förändringar i glödförlusten. Sedimentet innehåller en del slagg från båttrafiken vilket kan påverka glödförlusten.



Figur 46 Glödförlusten på stationerna T/H (Hanöbukten), N6 (Pukaviksbukten) och L12 (Sölvesborgsviken) under åren 1991-2001.



Karta 9 Mjukbottenstationer i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten. Infälld karta visar stationerna i Karlskronaområdet. I kartan visas även provtagningsplatser för sediment.

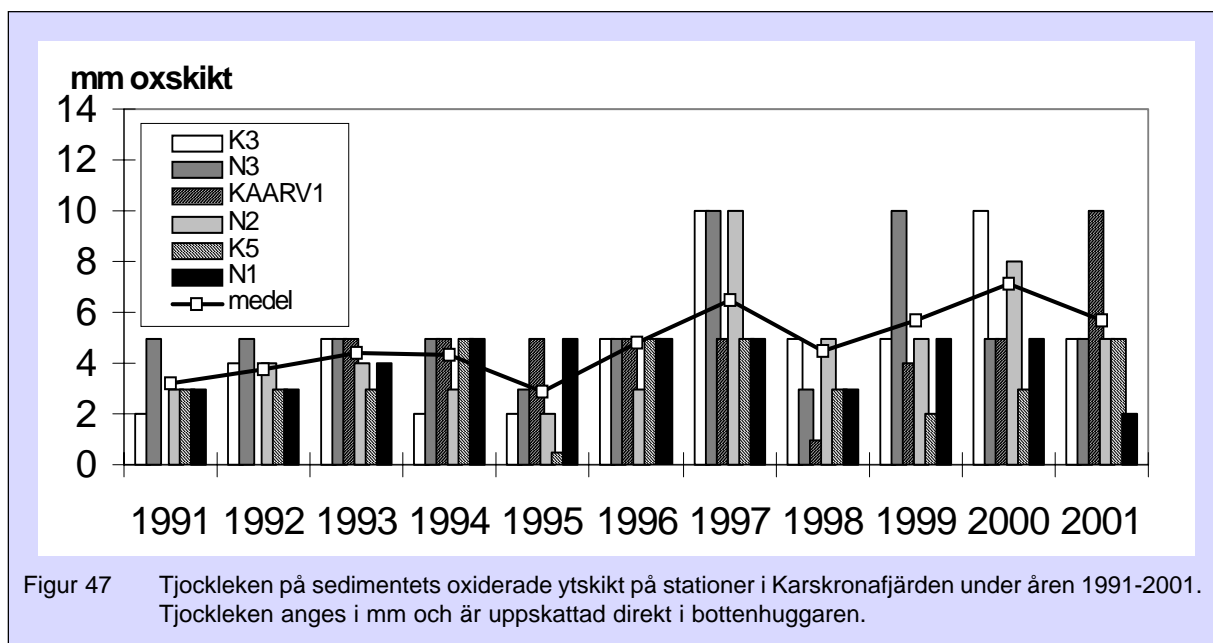
En liknande jämförelse med avseende på kornstorleksfördelningen mellan 1991-2001, visar att de flesta stationerna har ett relativt oförändrat sediment. På två stationer, B2 söder om Ronnebyfjärden och N6 i Pukaviksbukten, har sedimentet dock förändrats markant under perioden. På station B2 har sedimenttypen ändrats från en grov sand till en finsand, som liksom år 2000 var ovanligt väl sorterad med 85,6% finsand (bilaga 6). På station N6 blev sedimentet först grövre (från en siltig gyttjeler till sandbotten) och från 1995 åter finare (tillbaka till siltig sand). Sedimentet blev återigen grövre 2000, men återgick 2001 till ett något finare sediment med ett ökat innehåll av den minsta fraktionen och en minskad mängd sand. Fluktuationerna tyder på att stationen påverkas av kontinuerlig omlagring. Stationen väster om Stjärnö (KA), som 1999 förändrades från sand till grövre sand med inslag av grus, hade 2001 en större andel av den minsta fraktionen och materialet var fortfarande mycket osorterat. På stationen söder om Karlshamn (KN) återgick sedimentet till den kornstorleksfördelning som fanns på stationen 1998-99. Jämfört med år 2000 hade förändringar skett framförallt på stationen vid Helgeåns mynning (KD2) där materialet blivit något grövre och mer väl sorterat, vilket även gäller för sedimentet på station M1, där de grövsta fraktionerna (>1mm) ökat och materialet nu klassas som en grusig sand.

Då det gäller syreförhållandena i sedimen-

ten har även dessa varit i stort sett oförändrade mellan åren på flertalet stationer med en viss förbättring i fjärdarna utanför Karlskrona under den senaste tioårsperioden (figur 47). På några stationer har tjockleken på det oxiderade skiktet varit något sämre vid enskilda provtagningar. Det gäller fr a 1995 men även vid provtagningen 1998 noterades ett minskat oxiderat skikt i sedimentet, åtminstone på stationen närmast reningsverkets nya utsläppspunkt (KAARV1). Förhållandena var så dåliga att man beförde att djursammansättningen kunde förändras på sikt (Lundgren m fl 1999). Provtagningarna 1999 och 2000 visade att förhållandena åter var bra vad avser syresituationen i sedimentet. 2001 var det oxiderade skiktets tjocklek det högsta under tioårsperioden (10-mm), vilket visar att försämringen var av tillfällig natur.

### Bottenfauna

På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur. Eftersom östersjövattnet är utsötat finns här dock betydligt färre arter än i rent marin miljö. Totalt förekommer ett drygt femtiotal arter av större bottendjur i det undersökta området. De flesta bottendjur i Östersjön gynnas av en viss ökning av mängden organiskt material i vatten och sediment. Detta leder till bättre tillväxt och fler individer. Med ökad föroreningsgrad försvinner emellertid några känsliga arter, i allmänhet kräftdjur, medan

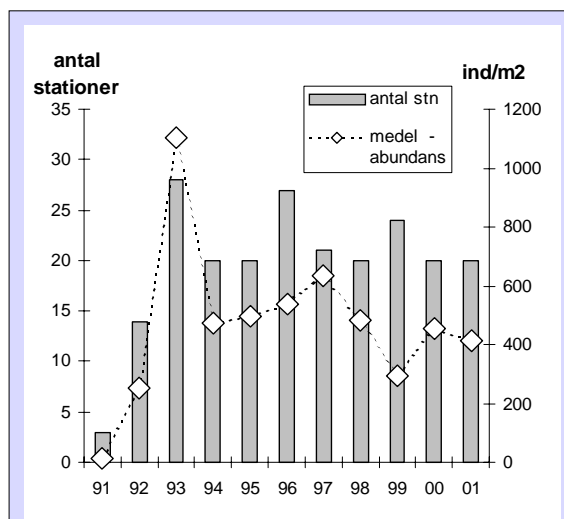


musslor och maskar fortsätter att öka. De djur i våra vatten som är mest tåliga mot förorening är östersjömusslor, rovborstmaskar och framförallt fjädermygglarver (Leppäkoski 1975).

Artantal, individantal och biomassa hade sedan 2000 förändrats enligt tabell 3. Artantalet per station hade minskat i området som helhet, även om det totala antalet påträffade arter var högre än året innan. Abundansen hade minskat på ett signifikant antal stationer, förändringen var dock inte så stor att den kunde detekteras i Wilcoxsons match pair rank test. På enstaka stationer eller i områden var förändringen mycket tydlig. Exempelvis minskade individtätheten på flera av stationerna i Karlskronaområdet. Stora förändringar i individantal beror oftast på fluktuationer i populationer av små men talrika djur. Som exempel kan nämnas småmaskar som *Oligochaeter* och *Pygospio elegans* och kräftdjur som vitmärkla (*Monoporeia affinis*). Mellan 2000 och 2001 minskade antalet *Pygospio* något medan antalet *Oligochaeter* ökade. Dessutom minskade *Monoporeia* och den lilla snäckan *Paludestrina* väsentligt liksom även antalet fjädermygglarver (*Chironomidae*). Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor (*Macoma baltica*), men på vissa stationer bidrog 2001 även sandmusslor (*Mya arenaria*) till förändringarna. På tre stationer (L12, N5 och KL11) bidrog havsborstmasken (*Nereis diversicolor*) med en väsentlig del till den totala biomassan på stationen.

### Arter

Djur påträffades på samtliga 28 bottenfauna-stationer. Antalet arter eller högre taxa var totalt 37, vilket är mer än tidigare år (bilaga 6). Artantalet varierade mellan 6- 20 per station



Figur 48 Antalet stationer med *Pygospio elegans* inom provtagningsprogrammet i Blekinge 1991-2001. I figuren anges även tätheten för arten på stationer med förekomst (medelvärde).

(förra året 7- 21). Fem arter saknades från 1999, medan 6 taxa tillkommit. De arter som kommit till eller försvunnit förekom endast på enstaka stationer och i lågt individantal. Flera av arterna hör dessutom huvudsakligen till de strandnära vegetationsklädda bottenarna och kan komma med om proverna innehåller lösdrivande alger. Det får därför anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller inte. Alla arterna är normalt förekommande längs denna del av kusten.

Sju av arterna förekom endast på en av stationerna, 2000 var motsvarande antal 8. På 23 av stationerna fanns 9 arter eller mer vilket är lika många som året innan.

Det var inget område som utmärkte sig som speciellt artfattigt även om stationerna N6 och N2 endast hade 6 arter vardera. N2 har även tidigare haft ett lågt artantal medan N6 år 2000 hyste 10 arter, och därmed minskat med 4

Tabell 3 Jämförelse av artantal, individtäthet och biomassa för bottendjur på 26 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten mellan 2000 och 2001. Siffrorna anger antalet stationer där ökning eller minskning skett samt om förändringen är statistiskt säkerställd (teckentest resp. Wilcoxon Matched-Pairs signed - Rank Test, Clarke 1980).

	ökning (antal stn)	minskn (antal stn)	signifikans	
			Teckentest	Wilcoxon
Artantal/0,36 m <sup>2</sup>	7	15	nej	ja
Individantal/m <sup>2</sup>	8	20	ja	nej
Biomassa/m <sup>2</sup>	12	16	nej	nej

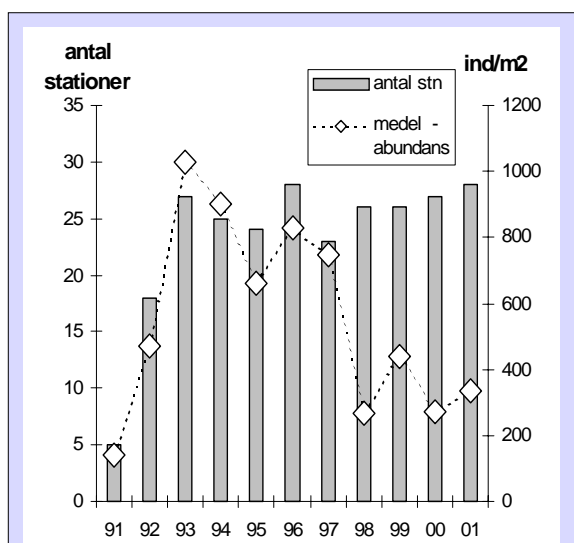
jämfört med föregående år. KAARV4 i Karlskronaområdet och den tidvis dåligt syresatta stationen vid Kristianopel (KL11) hade 9 resp 8 arter vilket är 1 resp 2 fler än året innan. Den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) hade liksom året tidigare 9 arter. År 2000 ökade artantalet kraftigt på stationen i Källafjärden (PMK5) till hela 13 arter, 2001 var antalet 11. En del arters förekomster kommenteras separat här nedan. För mer information, se bilaga 7 och 8.

Den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* fanns på 20 av de 28 stationerna. Masken förekom huvudsakligen på sandiga och inte alltför grunda stationer. Den ökade starkt fram till 1993, sjönk därefter kraftigt i individtäthet och har sedan dess inte förändrats anmärkningsvärt mer än på någon enskilda station (figur 48)

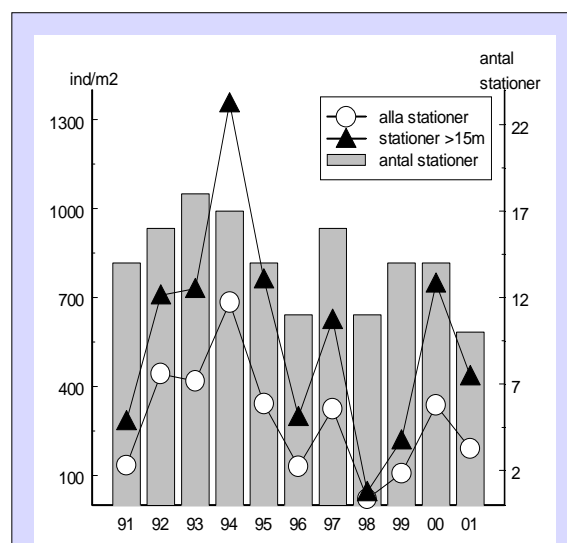
Havsborstmasken *Nereis diversicolor* betraktas som tämligen föroreningstålig och trivs bra även i sediment som är organiskt belastade (Leppäkoski 1975). Arten har stadigt förekommit på lite drygt hälften av de provtagna stationerna, främst på gyttjiga men även på sandiga bottenar. Den hade minskat märkbart både i antal och biomassa på stationen i Kristianopel (KL11) och i Torhamnsfjärden (PMK8) 1999, men började återhämta sig förra året. I år var tätheten på station KL11 återigen mycket hög .

*Marenzelleria viridis*, som också är en havsborstmask, förekom 2001 på 17 av stationerna, vilket är en ökning jämfört med tidigare år, då den fanns på 14 stationer. Båda stationerna i västra Hanöbukten (KD1 och KD2) hade ett gles bestånd av masken. Den högsta tätheten fanns på station M1 med drygt 60 individer/m<sup>2</sup>. Arten förekommer inte i lika höga tätheter som *Nereis*, och det är endast utbredningen, inte tätheterna av arten, som ökat jämfört med föregående år. Arten hittades för första gången 1990 i Blekinge (Persson 1991). På andra sidan Östersjön upp till Finska kusten rapporteras den ha bildat mycket täta bestånd (>1 000 individer/m<sup>2</sup>) och man befärar att den kan bli ett hot mot den i Östersjön mer ursprungliga rovborstmasken *Nereis diversicolor*.

Gruppen daggmaskar (*Oligochaeta*) minskade i antal på flera stationer i det undersökta området mellan 2000 och 2001. Den mest dramatiska förändringen inträffade på stationen M1 där gruppen tvärt om ökade från 261 individer/m<sup>2</sup> 2000 till 3 306 individer/m<sup>2</sup> 2001. Dessutom förekom ett gles bestånd av arten på den djupa stationen i Hanöbukten (T/H), där den tidigare saknats. Arten ökade totalt sett kraftigt i antal fram till 1993 men har sedan dess minskat igen, speciellt på sandiga bottenar (figur 49). 2001 fanns *Oligochaeta* på alla de 28 undersökta stationerna.



Figur 49 Antalet stationer med *Oligochaeta* inom provtagningsprogrammet i Blekinge 1991-2001. I figuren anges även tätheten för arten på stationer med förekomst (medelvärde).



Figur 50 Antalet vitmålror i medeltal för 19 mjukbottenstationer resp. stationer djupare än 15 m (n=8) i Blekinge 1991-2001. Dessutom anges totala antalet stationer som hade vitmålror.

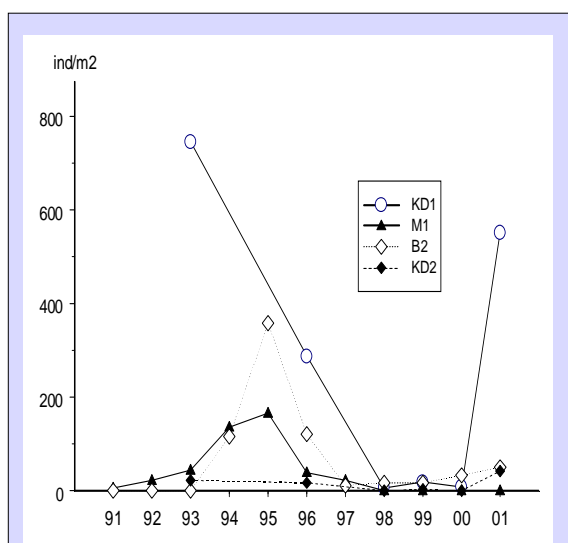
Mängden av den lilla vitmärslan (*Monoporeia affinis*) kan variera mycket mellan åren. Arten är vanlig på djupa och inte så organiskt belastade bottenar och fanns på 17 av de 28 stationerna (23 av 28 under 2000). Både utbredningen och tätheten av arten var lägre än tidigare år. På samtliga stationer utom två hade tätheterna av arten minskat. Sedan tidigare är det känt att förekomsten av arten varierar i cykler om ungefär 7 år. I Blekinge kulminerade tätheten 1994 på flertalet stationer. Den nya kulmen som kunde förväntas under 2001 har ännu inte utvecklats (figur 50). De stationer som hade de högsta tätheterna var T/H, TÖ, de enda stationer där arten ökat sedan 2000. Riktigt täta bestånd saknades dock 2001, och tätheterna hade sjunkit på de tidigare *Monoporeia*-rika stationerna N6 och M2 i Pukaviksbukten, KN söder om Karlshamn och B2 söder om Ronnebyfjärden. Den än mer kallvattenberoende släktingen *Pontoporeia femorata* förekom endast på den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) i något tätare bestånd än det senaste året, men däremot inte som tidigare på stationer inne i Karlskronafjärden. De båda stationerna i Västra Hanöbukten har under varje tidigare provtagning helt saknat vitmärslor, men hade 2000 för första gången glesa bestånd. Vid provtagningen 1993 hade de båda stationerna däremot ett relativt stort antal av den lilla sandmärslan (*Bathyporeia pilosa*). Antalet sjönk dock

1996 och arten hade vid provtagningen 1998 nästan helt försvunnit (figur 51). Vid 1999 års provtagning hade den åter ökat något i antal för att minska igen 2000. 2001 förekom arten på sammanlagt fyra stationer, KD1, KD2, N7 och B2. Tätheten på station KD1 var den högsta under provtagningsperioden (552 ind/m<sup>2</sup>) med undantag av provtagningsstillfället 1993. Även vid Helgeåns mynning (KD2) fanns återigen ett bestånd av arten som är känd för att vandra ut och in längs kusten och därför kan variera mycket mellan åren. Djuret gräver i sanden och är därmed känsligt för om sedimentet blir grövre. Provtagningsserien i Blekinge antyder att det kan finnas en cyklisk variation liknande den för vitmärslan men tidsserien är ännu så länge för kort för att uttala sig om detta.

Gruppen fjädermygglarver (*Chironomidae*) har ofta en stark ställning på organiskt förorenade bottenar. Några av arterna inom gruppen betraktas som de mest tåliga av alla vad avser hög organisk belastning och dåliga syreförhållanden (Leppäkoski 1975). Jämfört med 2000 var såväl mängden som utbredningen av *Chironomider* lägre (14 stationer 2001 jämfört med 20st 2000). På station N7 hade dock antalet ökat, och där fanns nu den högsta tätheten av arten. På stationerna i Skåne saknades fortfarande *Chironomider*.

En grupp djur som kan bli mycket talrik fr a på måttligt djupa bottenar är småsnäckorna. De representeras i våra vatten av gruppen *Hydrobiidae* och den snarlika *Potamopyrgus antipodarum* (= *Paludestrina jenkinsi*). Snäckorna kryper ovanpå bottenytan och äter av det organiska materialet på ytsedimentet. Sedan provtagningen 2000 hade gruppen ökat på vissa stationer och minskat på andra, oftast rörde det sig om små förändringar. På den tidigare snäckrika stationen L12 var minskningen dock tydlig. Gruppen var fortfarande representerad på flertalet av de stationer i provtagningsprogrammet där den tidigare förekommit. N7 i Valjeviken var vid provtagningarna 2001 den enda stationen med riktigt höga tätheter (>1000 ind/m<sup>2</sup>), av framförallt *Paludestrina*.

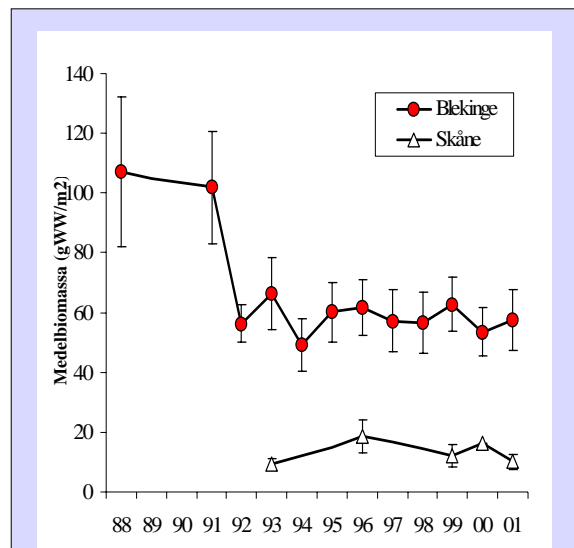
Den föroreningståliga östersjömusslan (*Macoma baltica*) förekom 2001 på alla stationer i undersökningsområdet, även om tätheten mins-



Figur 51 Antalet sandmärslor (*Bathyporeia pilosa*) på 4 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1991-2001.

kat på flera stationer. Musslor, framförallt av den minsta storleksklassen fanns i år på station KL11 vid Kristianopel som tidigare år saknat arten vid flera tillfällen. Anledningen till avsaknaden av musslor har tidigare troligen varit den tidvis dåliga syresättningen i området. Vid undersökningarna 1998 saknades arten på en station i Källafjärden (PMK5), sannolikt också beroende på syrebrist (Lundgren m fl 1999). Vid 1999 års undersökning fanns återigen ett ganska stort antal östersjömusslor på stationen. Dessa var genomgående små vilket antyder att syresituationen har varit bättre under ett par år. Liksom år 2000 var återväxten 2001 riktigt bra på stationen och ett mer normalt djursamhälle med östersjömusslor i alla tre storleksklasserna har nu etablerats.

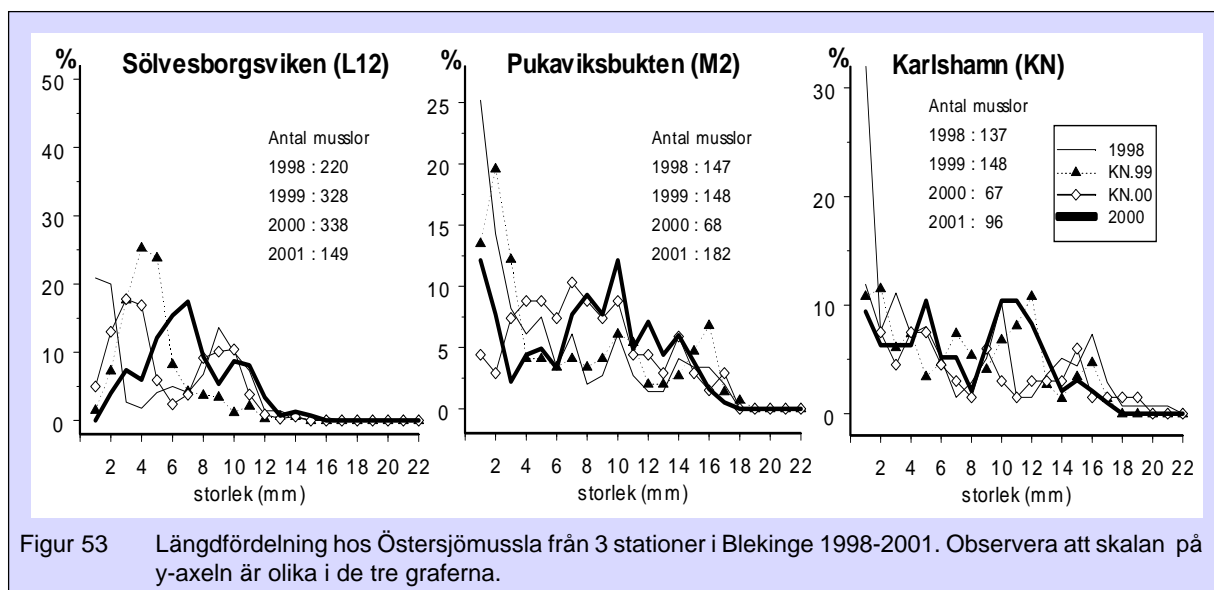
Östersjömusslan är det i särklass vanligaste djuret på mjuka bottenar i Blekinge och utgör oftast merparten av biomassan på stationerna. På de exponerade sandbottenarna i västra Hanöbukten har den inte samma särställning men svarar ändå för en betydande del av den totala biomassan. I 1994 års rapport konstaterades att biomassan för östersjömusslorna minskat på erosionsbottnar i Blekinge sedan 1991 en anlys av skillnaderna mellan åren visade att det framförallt var mellanstora musslor som minskade i antal. Sedan dess har biomassan varit oförändrad (figur 52). I samma figur visas biomassan för östersjömusslor på de båda stationerna i västra Hanöbukten och biomassan här har varit betydligt lägre alla de provtagna åren. I figur 53 visas storleksfördelningen hos arten på tre av



Figur 52 Biomassaförändringar för Östersjömusslorna på 7 erosionsbottnar i Blekinge och två i västra Hanöbukten 1988-2001.

stationerna i Blekinge från 1997 till 2001. Antalet musslor på station L12 vid Sölvesborg hade mer än halverats jämfört med 2000, framförallt var det de minsta musslorna (<5mm) som saknades. Årstillväxten för de musslor som fanns kvar var dock lika god som tidigare, dvs 3-4mm. Stationen verkar ha en snabb omsättning på musslor då de bara i enstaka fall blir större än 12 mm.

Tillväxten är normalt betydligt större på transport- och ackumulationsbottnar än på erosionsbottnar (Olafsson 1986). Resultatet stämmer väl med tidigare år. I Pukaviksbukten (M2), som är en utpräglad erosionsbotten, var

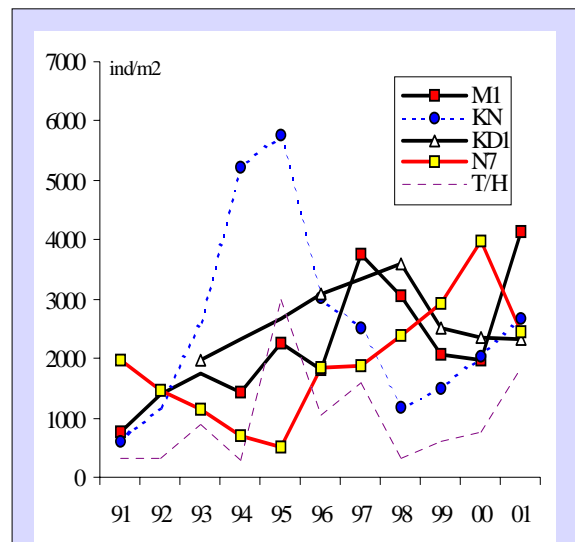


Figur 53 Längdfördelning hos Östersjömussla från 3 stationer i Blekinge 1998-2001. Observera att skalan på y-axeln är olika i de tre graferna.

också tillväxten mer blygsam. Antalet musslor var betydligt högre än år 2000. Vuxna musslor verkar växa ungefär 1 mm/år. En tillväxt i denna storleksordning är normal på sandiga bottenar och stationen har en jämn åldersfördelning. Den återväxt som visas med en topp vid 1-2mm och som saknades året innan, var tillbaka, om än mer blygsamt än tidigare år, och dominerade tillsammans med individer med en längd mellan 10-11 mm. Även söder om Karlshamn (KN) är sedimentet sandigt med en glödförlust på ungefär 1%. Fram till 1993 var antalet småmusslor så litet att det förelåg risk för att hela beståndet skulle försvinna. Åren 1994-1997 liksom år 2000 hade dock stationen förhållandevis mycket småmusslor även om beståndet 2000 var det minsta sedan 1993. 2001 var beståndet något större trots en lägre andel småmusslor.

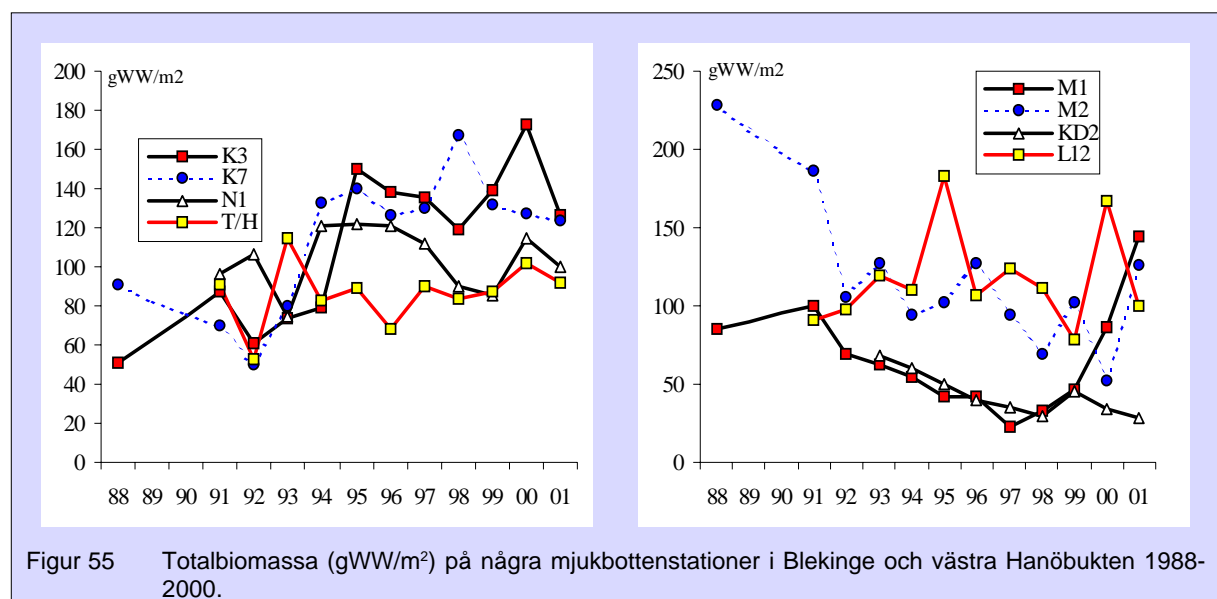
### ***Individtäthet och biomassa***

Individtätheten på stationerna i Blekinge och västra Hanöbukten har varit högst på sandiga bottenar med mycket småmaskar, samt på stationer med mycket vitmärslor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade, är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. Även snäckor och musslor kan i vissa fall ha avgörande betydelse för individantalet, vilket var fallet för några av stationerna 2001. I Blekinge fanns en tendens



Figur 54 Individtätheten på några stationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1991-2001.

till minskad individtäthet på några stationer från 1993 och fram till 1998 (figur 54) framförallt beroende på nedgången i populationen av vitmärslan (*Monoporeia affinis*) sedan 1994 (jfr figur 50). Dessutom ökade såväl havsborstmasken *Pygospio* som i viss mån daggmaskar (*Oligochaeter*) fram till 1993 för att sedan minska igen. I Valjeviken ökade individtätheten mellan 1993 och 2000 beroende på att först fjädermygglarver sedan småsnäckor och östersjömusslor ökade i antal. Individantalet sjönk 2001 tillbaka till den nivå som förelåg 1999, framförallt beroende på att antalet musslor minskat. Denna minskning av det totala individantalet kunde märkas på flera av stationerna i



Figur 55 Totalbiomassa (gWW/m²) på några mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1988-2000.

Blekinge jämfört med år 2000. Minskningen förorsakades liksom tidigare framförallt av lägre tätheter av kräftdjuret *Monoporeia*, småmaskar och östersjömusslor. Minskningen var störst på stationerna PMK5, B2, N6 och L12. På ett fåtal stationer hade antalet djur däremot ökat betydligt, nämligen på station T/H, M1, PMK8 och KL11. På den djupa stationen T/H var individantalet det högsta sedan 1995, framförallt beroende på ett mycket stort antal *Monoporeia*. Även på stationen utanför Kristianopel, KL11, var individantalet betydligt högre än år 2000. Östersjömusslor återfanns på stationen till skillnad från året innan, och tätheterna var betydligt högre än tidigare år. Bottendjurens situation har således förbättrats på stationen. Individtätheten på de båda stationerna i västra Hanöbukten har genomgående varit tämligen hög och jämn. Det finns ingen genomgående trend för flera stationer i ett område som antyder påverkan från utsläpp.

Biomassan har förändrats mycket tydligt på en del stationer. På stationerna M1 och M2 i Pukaviksbukten minskade den stadigt fram till 1998 (figur 55). Biomassan var då nere på väldigt låga nivåer på M1, men den har succesivt

ökat igen och hade 2001 det högsta värdet under provtagningsperioden. Det främsta skälet till att biomassan nu ökat igen är att mängden östersjömusslor, som tidigare var låg nu har kommit upp i högre nivåer. Mjukbottenstationen KD2 utanför Helgeåns utlopp har tidigare nästan exakt följt kurvan för M1 men hade 2001 fortfarande mycket låg biomassa.

I Karlskronabassängen minskade biomassan på flera stationer jämfört med år 2000, då värdena var höga till följd av det större antalet musslor. Sett i ett längre tidsperspektiv ökade biomassan på station K3 i Västra fjärden, K7 i Kyrkfjärden och KAARV4 tydligt fram till 1994-1995, medan KAARV1 och KAARV2 ökade mest den senare perioden fram till 2000. Många av stationerna i Karlskronaområdet, möjligen med undantag för Yttre redden söder om Karlskrona, antyder att området fortfarande är eutrofierat men också att situationen har blivit bättre sedan 1988. På stationen i Sölvesborg (L12) steg biomassan stadigt fram till 1995 men sjönk igen till sitt lägsta värde 1999 för att 2000 återhämta nästan hela den nedgången. 2001 var värdet återigen lägre. Även den närliggande stationen i Valjeviken (N7)

Tabell 4 Värden för 28 mjukbottenstationer 2001 grupperade tillsammans med multivariatanalys (MDS), se fig 51 och text. Artnamnen är förkortade, se bilaga 7.

	Gf (%)	djup (m)	artantal	Arter	Förklaringsgrad (%)	Likhet tot	Anm
<i>grupp 1</i> T/H	3,7	39	9	Monop, Maco, Pontop Harmoth, Halic	-	-	en station
<i>grupp 2</i> KA, M2, KN	0,7-0,9	15-23	9-13	Pygo, Oligo Maco	92	68	
<i>grupp 3</i> KAARV1-5 N1, N2, K5 TÖ, N6, B2	13,9-21,0 / 0,3-4,7	13-25	6-12	Maco, Oligo Monop	96	57	
<i>grupp 5</i> PMK8, L12 N5	1,7-8,6	4-7	16-20	Maco, Hydrob, Oligo, Ner	93	56	
<i>grupp 6</i> K7, K3 N3, KL11 PMK5, RY	20,5-27,5	2-12	8-11	Maco, Palu Ner	92	69	
<i>grupp 7</i> M1, KD1, KD2	0,2	14-16	10-13	Pygo, Oligo Maco, Hydro	93	45	
<i>grupp 8</i> N7	22,6	7	17	Palu, Maco, Chir Mya	-	-	en station



nera. Jämfört med år 2000 var det främst station (KL11) som förändrats nämnvärt, beroende på ett större antal djur totalt sett, samt förekomst av östersjömusslor som året innan saknades på stationen. Förekomsten av djur på stationen har tidigare varierat en hel del mellan olika år.

Slutsatsen av den statistiska analysen av bottenfaunaundersökningarna 2001 är att det generellt har skett små förändringar på stationerna vad gäller artsammansättningen, och att djursammansättningen på grunda stationer med rotad vegetation och stationer med lösdrivande alger kan variera mycket mellan åren. Dessa miljöer håller normalt ett stort antal arter. Situationen på stationen utanför Kristianopel (KL11) var bättre än tidigare år vad gäller förekomsten av bottendjur.

En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999) visar att alla stationer år 2001 var opåverkade till obetydligt påverkade.

### **Utvärdering av bottenfauna-provtagningen i Yttre redde**

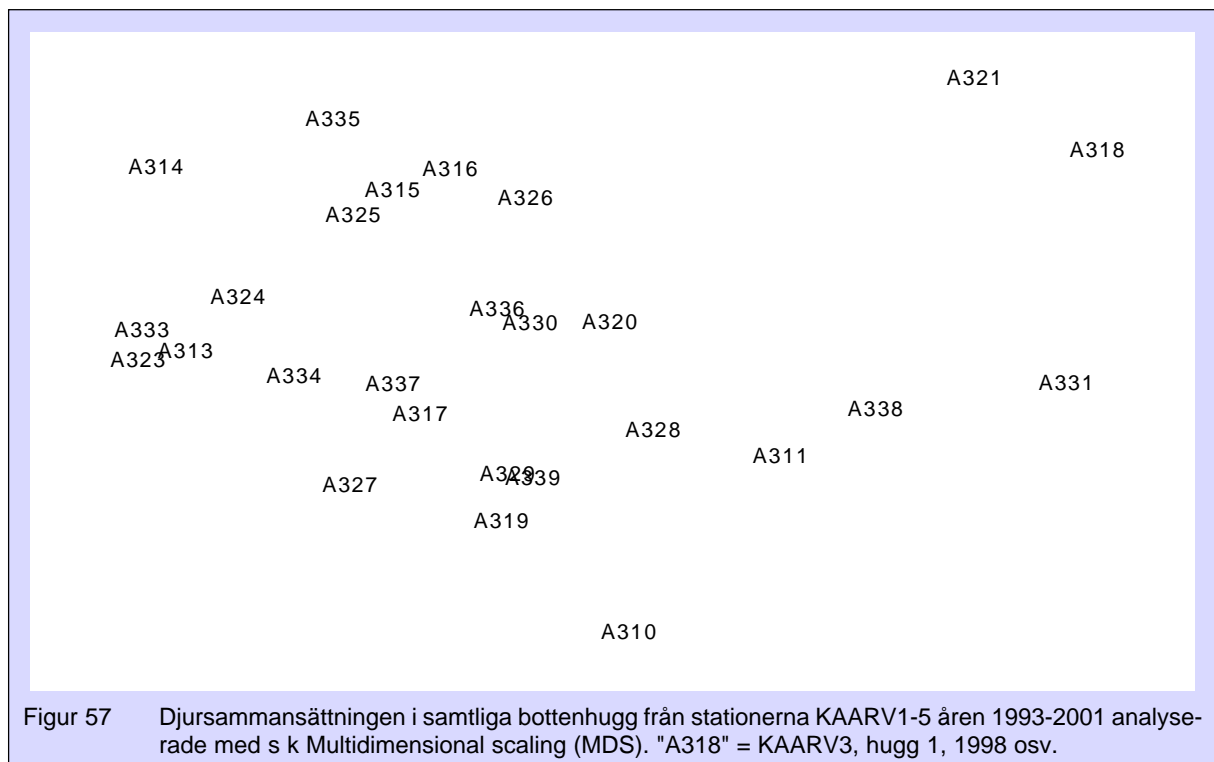
Inför projektering av Karlskrona nya reningsverk, med utsläppspunkt i Yttre redde, tillskapades sex bottenfaunalokaler i anslutning till

denna. Lokalen 6 provtogs 1993-1996 och lokalerna 1-5 har hittills provtagits varje år sedan 1993. Lokal 6 slopades då dess sedimentstruktur avvek från övriga lokalers.

Provtagningsprogrammet är upplagt för att kunna upptäcka förändringar i bottenfaunasamhället som kan kopplas till utsläppet eller till andra möjliga påverkansfaktorer. 25-procentiga förändringar i summavariabler som total biomassa och total abundans kan upptäckas med 90 % sannolikhet mellan 2 år, medan sannolikheten att upptäcka förändringar hos enskilda arter är betydligt lägre.

Nedanstående genomgång syftar till att avslöja eventuella förändringar kopplade till utsläpp och till att utvärdera provtagningsprogrammet.

Analys av artsammansättningen med multivariat metod (MDS, se tidigare) visar att lokalerna uppvisar en ökad spridning efter 1997. Speciellt 1998 ökade samtliga av lokalerna 1-5 sin spridning vilket kan tolkas som en störning i samband med att lokalerna utsattes för det nya avloppsvattnet. Om antalet av en viss art ökar starkt i ett prov och andra arter plötsligt minskar kan det t ex vara tecken på att en art gynnas och en annan missgynnas av t ex övergödning. Hög spridning även 2001 gör att området bör



studeras även framöver. I figur 57 visas utvecklingen vid lokalen KAARV3 där proverna för 1998 (A318, A328 och A338) ligger långt ifrån varandra jämfört med t ex proverna för 1993 (A313, A323 och A333). Även spridningen mellan olika arter var betydligt större 1998 än 1993.

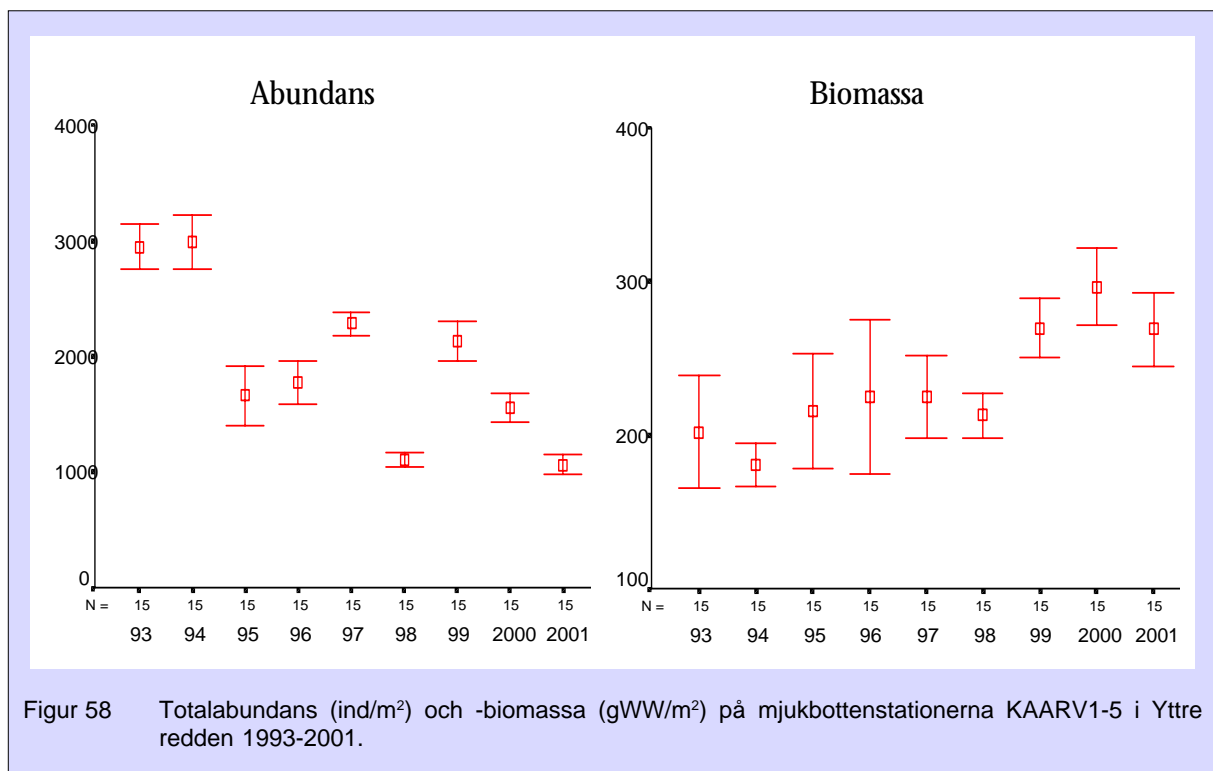
Variansanalys (ANOVA) på multivariata spridningsdata för åren 1993-2001 visar att det finns skillnader i spridningen mellan olika år ( $p < 0,04$ ) och Fishers starka post-hoc-test pekar ut åren 1998 och 2001 som avvikare med större spridning än övriga ( $p < 0,05$ ).

Även analysen av enskilda parametrar som abundans och biomassa visar att det har skett en förändring av bottenarnas djursamhällen i Yttre redden. Det verkar som om totalbiomassan stabiliseras eller ökar medan totalabundansen går ner (figur 58). De flesta arter minskade i antal, mängden småmaskar (*Oligochaeta*) och skorv (*Saduria*) är oförändrad, medan stora östersjömusslor tenderar att öka. Djursamhället vid lokalerna i Yttre Redden verkar därmed ha utvecklats mot minskad abundans och biomassa för de flesta arterna. Tydligt undantag är att stora östersjömusslor ökar både i antal och i biomassa. Trenderna har dock börjat innan utsläppet från nya reningsverket.

### Urval av lokaler

Lokal 1 ligger i anslutning till en elkabel och till diverse skrot på botten. Sedimentet avviker också från övriga lokaler genom att ha ett ganska grunt sedimentlager ovanpå lera. Den sydligaste stationen (KAARV 5) ligger relativt nära en hårdare botten vid utloppet från Karlskronabassängen. Lokalen har bl a haft inslag av djur som mestadels finns på hårdare botten (t. ex blåmusslor och slammärlor) vilket kan tyda på influenser från utanför liggande havsområden. När man vill avslöja miljöeffekter är det viktigt att undvika störande faktorer, såsom olika djup och sedimentkvalité mm. Sammantaget talar data för att man i framtida provtagningar kan dra in lokalerna KAARV 1 och KAARV 5 och behålla lokalerna KAARV 2-4. De senare har visat sig tillsammans räcka som underlag för att statistiskt kunna fastlägga att stora Östersjömusslor har ökat i området.

Eftersom det finns tendenser till minskande djurförekomster och ökad spridning av data i anslutning till att utsläppen från det nya avloppsreningsverket började, finns det anledning att noggrant följa den fortsatta utvecklingen i området, vilket sannolikt med tillräcklig effektivitet kan göras med hjälp av fortsatt provtagning och utvärdering av lokalerna KAARV 2-4.



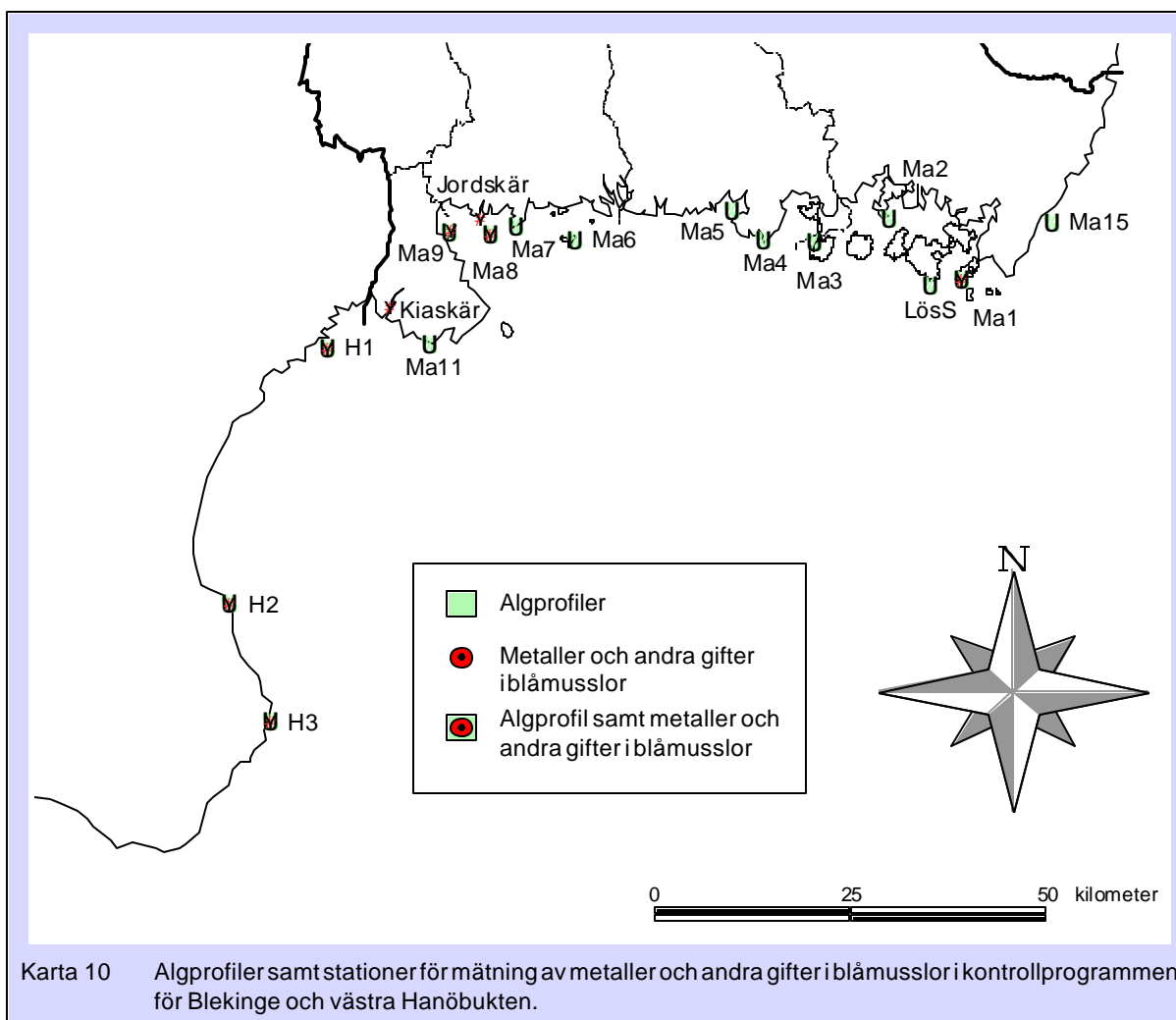
## Makroalger på hårdbottnar

Under perioden 1990-2001 har det skett stora förändringar på algstationerna i Blekinge och västra Hanöbukten. Dessvärre har nästan alla förändringar, åtminstone då det gäller tångens situation, varit till det sämre. I dagsläget finns bara sammanhängande tångbälten på 7 av de 15 undersökta stationerna. Det är främst på de vågexponerade stationerna som tången har försvunnit. De går inte med självklarhet att koppla försämringarna till de punktkällor som finns i området. Däremot kan man se en allmän förändring av Östersjöns strandnära ekosystem som kan ha en koppling till utsläpp av olika slag. Mängden påväxt på tången under hösten var i allmänhet något högre än 2000 och dominerades av fintrådiga brunalger.

Antalet förekommande arter i rödalgsbältet var något högre än tidigare år men de dominerande arterna uppvisade inga stora skillnader gentemot föregående år. Det var främst gaffeltång och rödris som dominerade men det fanns ytterligare 19 arter av framför allt rödalger men även endel brun- och grönalger. Statistisk analys antyder att artsammansättningen främst styrs av vågexponeringen på respektive lokal.

Statistisk analys av djursamhället i tången visar att detta är förvånansvärt stabilt mellan åren och att de skyddade, och sannolikt mer näringsrika, lokalerna vid Hasslö och Ronnebyhamn har en avvikande artsammansättning.

Kemisk analys av blåstång visar att tillväxten var kvävebegränsad på flertalet av de provtagna stationerna.



Under 2001 (10 september-17 oktober) besöktes totalt 15 algstationer i Hanöbukten. Kvantitativ provtagning av alger genomfördes i rödalgsbältet. Dessutom togs tångplantor för kontroll av djurlivet. Rådata redovisas i bilagorna 9 till 11. De provtagna stationernas lägen framgår i karta 10.

Under åren 1990-2001 har sammanlagt 16 hårbottenstationer undersökts genom dykning. Fem av stationerna besöktes vartannat år fram till 1998 och en station (Ma12 nordost Hasslö) endast under 1991. Från och med 1998 besöks inte heller stationen vid Listers huvud (Ma10) medan en station vid Sturkö (Löss) i östra Blekinge har tillkommit. Längs skånes ostkust har de tre undersökta stationerna besökts även 1993, 1996 och 1998-2000.

### Utbredning och förekomst av alger

Grunda hårbotten i Östersjön har, efter vad man vet, tidigare dominerats av ett tångsamhälle. I takt med förändringar i bland annat vattenkvaliteten har blåstången minskat medan fintrådiga ettåriga grön-, brun- och rödalger ökat. Tångbältet har stort ekologiskt värde som uppväxtplats och "skafferi" för många djur. De viktigaste bältesbildande algerna längs Blekinge- och östra Skånekusten är blåstång (*Fucus vesiculosus*) och sågtång (*Fucus serratus*).

Tångens utbredning påverkas av en mängd faktorer. Ökad närsaltbelastning ger ett minskat siktdjup genom intensivare planktonblomningar, vilket i sin tur påverkar tångens djuputbredning genom att ljusstillgången blir sämre (Kautsky et al 1984). Även påväxt av filtrerande djur och fintrådiga alger ökar med en ökad närsaltbelastning. Det kan dock vara fel att

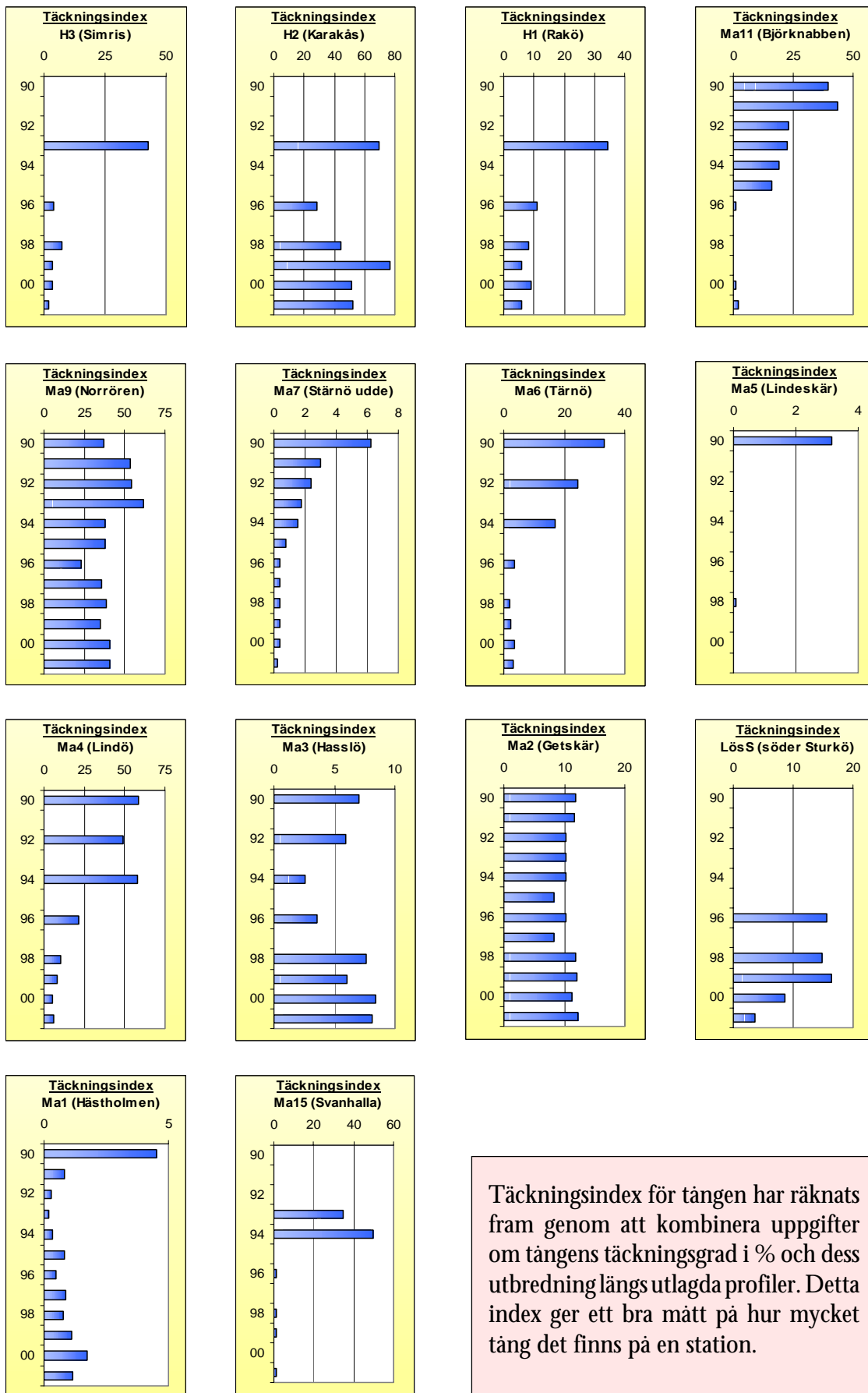
relatera alla förändringar i tångsamhället till föroreningar. Tångbältets övre gräns styrs framförallt av hårda isvintrar och av uttorkning i samband med långvarigt lågvatten. Ett annat exempel på en regleringsmekanism som troligtvis spelar en viktig roll i tångsamhällets dynamik, och som inte med självklarhet kan kopplas till en ökad belastning av närsalter, är betning av tånggräsuggor (*Idothea spp.*) och eventuellt tångmärlor (*Gammarus spp.*). Undersökningar visar att det finns ett signifikant samband mellan antalet tånggräsuggor och en minskning av mängden tång (Engkvist 2000).

1990 fanns det ett sammanhängande tångbälte (>25% täckning) vid 9 av de 11 då undersökta stationerna i Blekinge. 1992 hade antalet reducerats till 6. På fyra av dessa sex återstående stationer hade dessutom negativa förändringar av både djuputbredning och täckningsgrad för bältet ägt rum. Även på stationerna i västra Hanöbukten har stora förändringar skett. Vid provtagningen 1993 fanns på alla tre ett tätt och fint tångbälte som sträckte sig ner till drygt 3 m djup. Nästan all ytnära tång (ner till drygt 2 meter) försvann dock till besöket 1996. Den troliga orsaken var att isen hade skrapat bort plantorna (Tobiasson 1997).

För att söka en allmän trend i förändringar av tångens djuputbredning har denna parameter jämförts över alla provtagningsstationer. I tabell 5 framgår att det har skett en tydlig förskjutning mot ytan av tången utbredning. För tångbältet inträffade denna förändring främst mellan 1990/93 fram till 1996. För den totala djuputbredningen för enstaka tångplantor har förändringen varit mer successiv men sett över hela provtagningsperioden ändå tydligt

Tabell 5 Förändringar i tångsamhällen i Blekinge och västra Hanöbukten på 13 stationer som hade ett tångbälte 1990 resp 1993 jämfört med undersökningen 1996 och 2001. Siffrorna anger antalet stationer där respektive förändring har skett.

	djuputbredning för tångbältet			djuputbredning för enstaka tångplantor		
	1990/93-96	1996-2001	1990/93-2001	1990/93-96	1996-2001	1990/93-2001
ökning	1	4	1	3	5	3
oförändrat	0	5	1	3	2	1
minskning	12	4	11	7	6	9



Figur 59 Utveckling av tängens täckningsindex (förklaring i figuren) på 14 stationer under perioden 1990-2001. Stationen Ma8 (Rockegrund) saknas eftersom där inte har funnits tång under perioden. Observera att det är olika skalor.

negativ. Det har också skett avsevärda förändringar av mängden tång. Detta illustreras i figur 59. Här framgår tydligt att negativa förändringar ägt rum på ett flertal stationer.

Enligt en nyligen utförd genomgång av tångdata från Blekingekusten har vägexponerade lokaler förlorat ungefär 90% av sina tångbestånd sedan 1990 (Engkvist m fl 2002). Samtidigt är de skyddade lokalerna oförändrade eller har återhämtat sig efter en nedgång i mitten på 90-talet. Även tångens täckningsgrad på 1 m djup och tångbältets utbredning har minskat signifikant på dessa lokaler.

Det går inte att med självklarhet koppla försämringen av tångsituationen till de punktkällor som finns i området. Däremot kan man se en allmän förändring av Östersjöns strandnära ekosystem som kan ha en koppling till utsläpp av gödande ämnen. En del dramatiska förändringar, t ex de vi kunde konstatera nere i västra Hanöbukten, beror på vädersituationen och algsamhällena på dessa platser förväntades hämta sig relativt snabbt. Återhämtningen har dock gått trögt på två av stationerna mest beroende på intensiv betning av *Idotea*. Endast på stationen vid Karakås (H2) fanns ett tätt, fint bälte med nästan samma utbredning som 1993. Det fanns dock skador i nedre delen av bältet till följd av kraftig betning.

Förändringarna sedan 2000 vad det gäller tångens utbredning var inte särskilt stora. På några av de stationer som under senare år har förlorat sina tångbälten hade en liten förbättring skett och på några fanns en viss nyrekrytering. Det gäller främst stationen vid Björknabben (Ma11) men även vid Hästholmen (Ma1). Även vid Norrören (Ma9) hade tången tätat något i bältet men däremot hade de djupast växande plantorna försvunnit. Stationen är för övrigt den enda vägexponerade i Blekinge som fortfarande har ett välutvecklat tångbälte kvar. Dessvärre var det fler stationer som utvecklades negativt än positivt sedan 2000. På stationen vid Simris (H3) hade det skett en utglesning av det vuxna beståndet. Dessutom hade alla de plantor som etablerades till 1998 försvunnit och stationen hade därmed inget tångbälte kvar. Även stationen söder Sturkö (LösS) hade förlorat de sista resterna av tång-

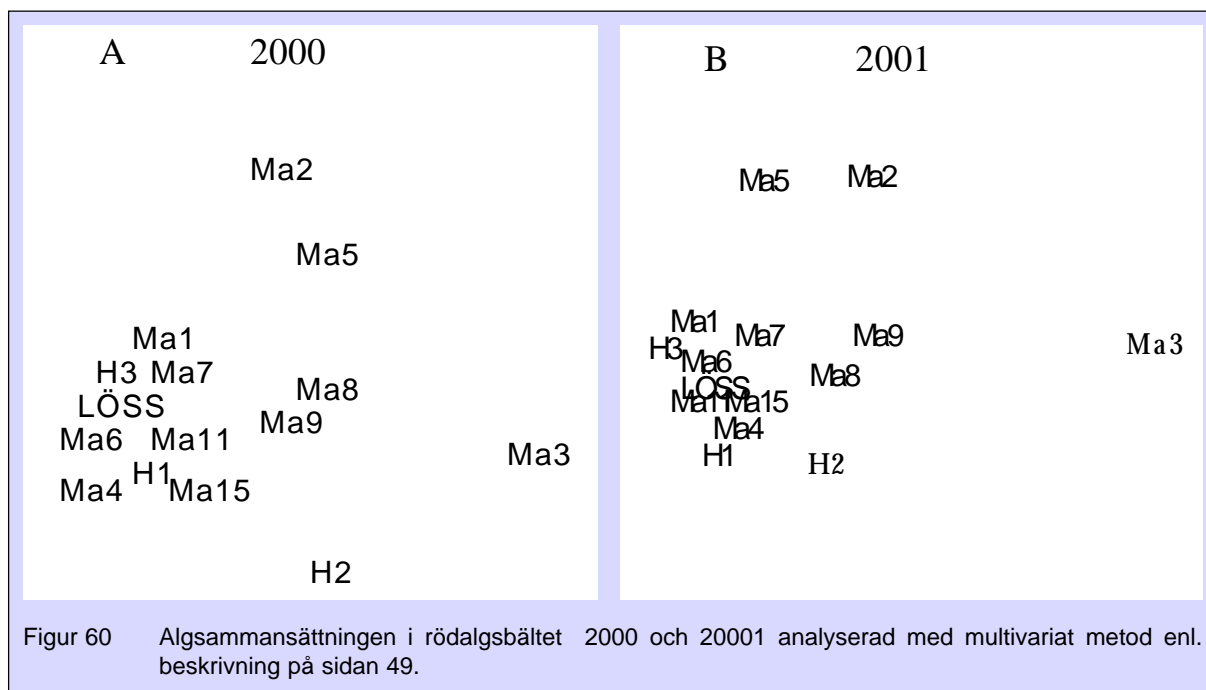
bältet. Sedan 1999 har det totalt sett ändå skett en viss förbättring på många stationer.

Sammanhängande bälte av blåstång (*Fucus vesiculosus*) och/eller sågtång (*Fucus serratus*) fanns därmed vid 7 stationer 2001 vilket är två färre än 2000.

### **Förekommande arter**

I de kvantitativa prover som togs i rödalgsbältet fanns totalt 21 arter eller högre taxa av makroskopiska alger, vilket är något fler än tidigare år. På flertalet stationer var det i stort sett samma arter som dominerade som vid tidigare tillfällen. Artantalet på olika stationer 2001 varierade mellan 6 och 12, som vanligt med det högsta antalet vid Hasslö (Ma3). Mest anmärkningsvärt på denna station var den kraftiga beväxningen av snärjtång eller Sudare (*Chorda filum*). Arten anses vara gynnad av näringsrika förhållanden. Även vid Rakö (H1) var artantalet högt (11 arter) men här dominerade helt andra arter. De vägexponerade stationernas rödalgsbälte domineras överlag av gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) och rödris (*Polysiphonia nigrescens*). Stationen vid Karakås (H2) avvek vid provtagningen 2000 genom att i stort sett helt sakna gaffeltång i proverna men var vid provtagningen 2001 mer lik de övriga vägexponerade stationerna med avseende på algsammansättningen även om gaffeltång fortfarande hade en avsevärt mindre framträdande roll på denna station (figur 60).

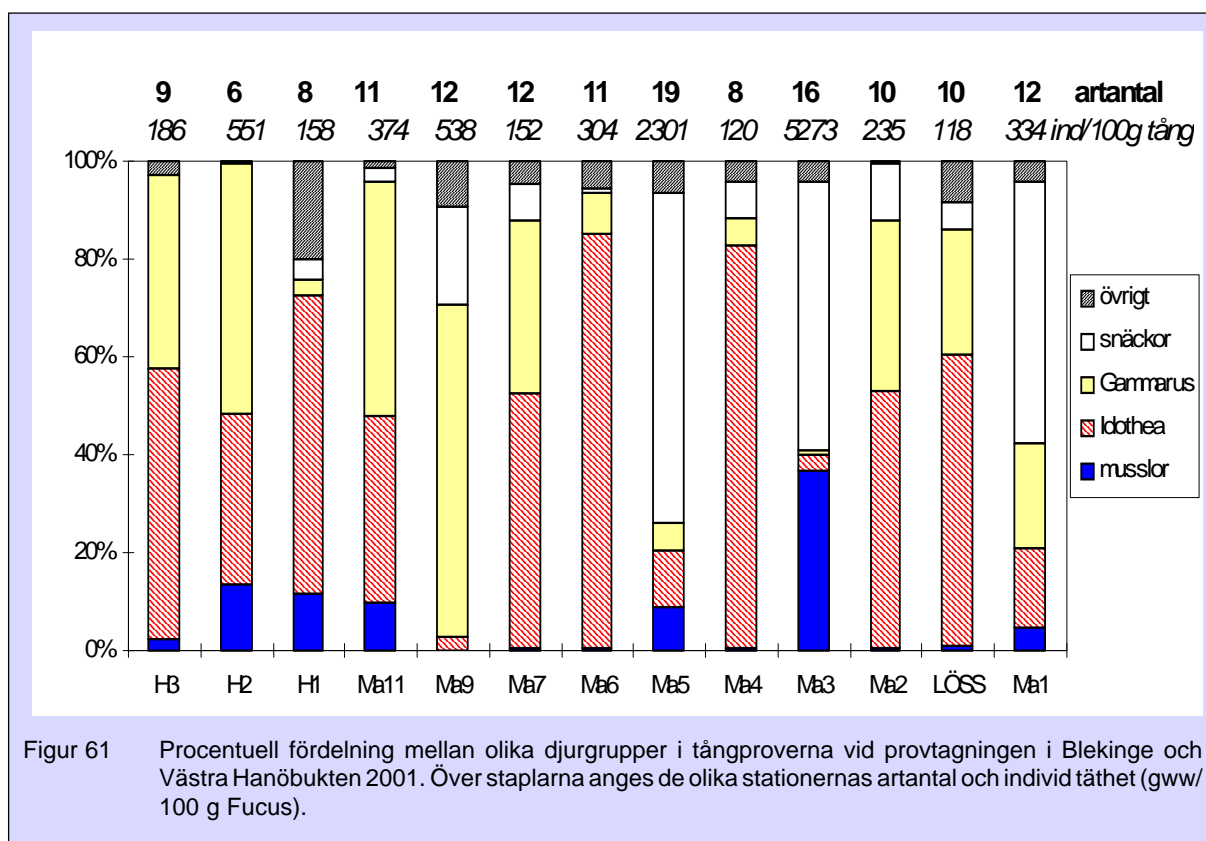
Inte i något fall utöver Ma3 var skillnaden i antalet arter mer än 3. Vid Karakås (H2) ökade artantalet till samma nivå som på övriga stationer. Antalet arter på stationerna var för övrigt i stort sett samma som 1998-2000. Inte heller totala biomassan hade förändrats signifikant mellan åren mer än på någon enstaka station. Det gäller fr a stationen utanför Ronneby (Ma5) och Hasslö (Ma3). På dessa platser tas provet på 3 m djup vilket innebär att brunalgen *Pilayella* kan utgöra en stor del av växtbiomassan. Denna art kan vissa år bli väldigt vanlig och täcka i stort sett hela botten. Vid Hasslö berodde nästan hela förändringen på ökningen av snärjtång. Vid Getskär (Ma2) hade biomassan av samtliga alger ökat.



Statistisk analys av algsammansättningen i rödalgsbältet med ickeparametrisk ANOVA visar att det inte finns någon signifikant skillnad mellan 2000 och 2001.

Statistisk analys med MDS (jfr mjukbotten kapitlet sida 49) ger också en viss antydning av vad som kan vara avgörande för algsammansättningen (figur 60). Liksom vid undersökning-

arna 1998-2000 verkar vägexponeringen vara en viktig strukturerande faktor. Alternativt kan det vara en näringsgradient. Man kan också se att tre av de fyra stationer som provtas på 3 istället för 6 meters djup (Ma1-3 och Ma5) avviker något från övriga. Stationen Ma3 vid Hasslö hade betydligt mer brun- och grönalger än de övriga som dominerades av rödalger.



Figur 61 Procentuell fördelning mellan olika djurgrupper i tångproverna vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanöbukten 2001. Över staplarna anges de olika stationernas artantal och individtätethet (gw/100 g Fucus).

Påväxtalger i tångbältet analyserades i alla de 12 profiler som hade tång på ungefär rätt djup (1,0-1,5 m) samt dessutom på Ma5 i Ronnebyfjärden där proverna togs på en ö vid sidan om profilen. Antalet arter av påväxtalger varierade mellan 4 och 10 och liksom tidigare år var artantalet högst på Ma3 vid Hasslö. Påväxtalgernas biomassa var i allmänhet något högre än 2000 (som högst 8,2 gDW/100 gDW *Fucus* vid Hasslö). I allmänhet dominerades påväxten av brunalger som fjäderslick (*Pilayella littoralis*), tångludd (*Elachista fucicola*) och, på Ma3, skäggtång (*Dictyosiphon foeniculaceus*). Endast på stationerna vid Karakås (H2) och vid Getskär (Ma2) var påväxt av rödalgen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) dominerande.

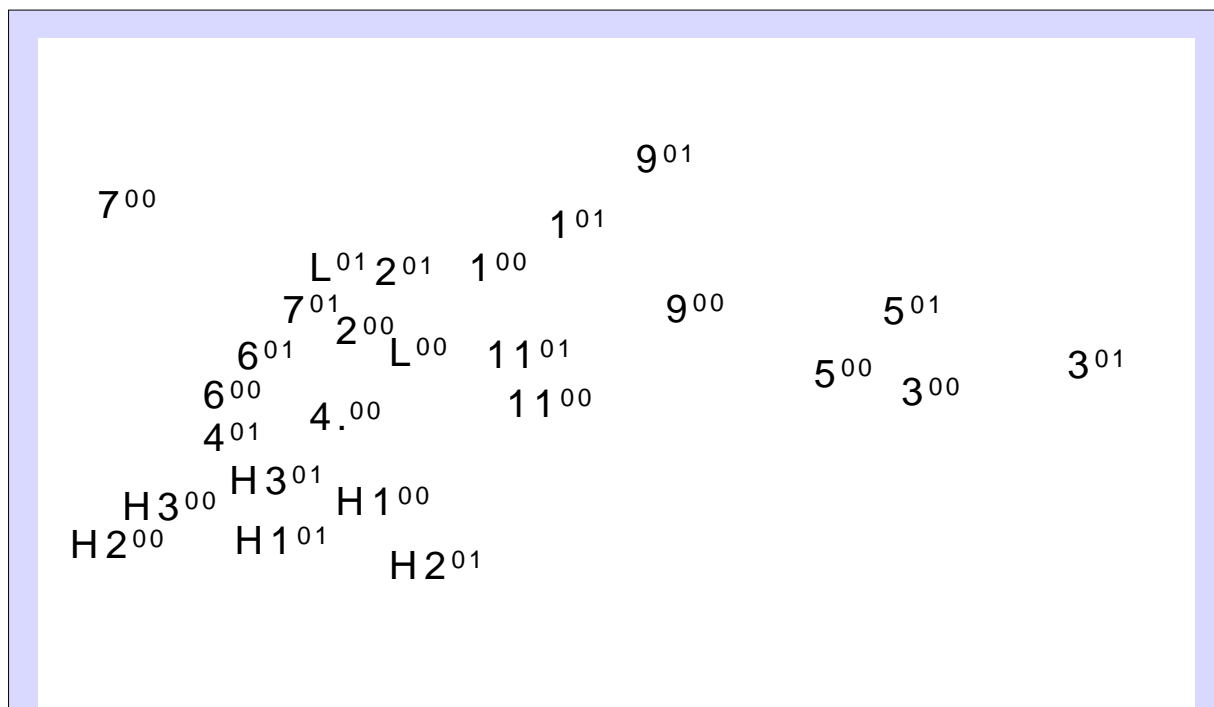
Djursamhället undersöktes på samma 12 stationer som påväxtalgerna ovan. Antalet arter på stationerna var mellan 6 och 19 och liksom tidigare hade proverna från de mindre vägexponerade stationerna vid Hasslö (Ma3) och Lindeskär (Ma5) högst artantal (16 resp 19 arter). Även täthet och biomassa var betydligt högre på dessa stationer än på de övriga. Artantalet var överlag något högre än de tidigare åren. I figur 61 framgår den procentuella art-

fördelningen mellan olika organismgrupper. Man kan se att tångmärlor (*Gammarus*) och/eller tånggräsuggor (*Idotea*) dominerade på flertalet stationer. Vid Hasslö (Ma3) dominerade dock småmusslor och snäckor. Även vid Torhamn (Ma1) och Lindeskär (Ma5) fanns det mycket snäckor. I figur 61 framgår också totala djurtätheten i tången vilken varierade betydligt mellan olika stationer. Vägexponerade lokaler med gles tång hade låg djurtäthet.

Statistisk analys med MDS visar att djursamhället på flertalet stationer är förvånansvärt stabilt mellan åren (figur 62). Man kan också se att Ma3 och Ma5 hade ett avvikande djursamhälle samt att de tre stationerna i västra Hanöbukten hade likartad djursammansättning. Liksom för rödalger verkar vägexponeringen vara viktig för hur djursammansättningen på de undersökta lokalerna ser ut.

### **Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll**

Kväveinnehållet 2001 varierade mellan 5,4 och 19 mg/g torrsvikt (se bilaga 12), med lägsta värdet vid Sturkö (LösS). Halten av kväve är



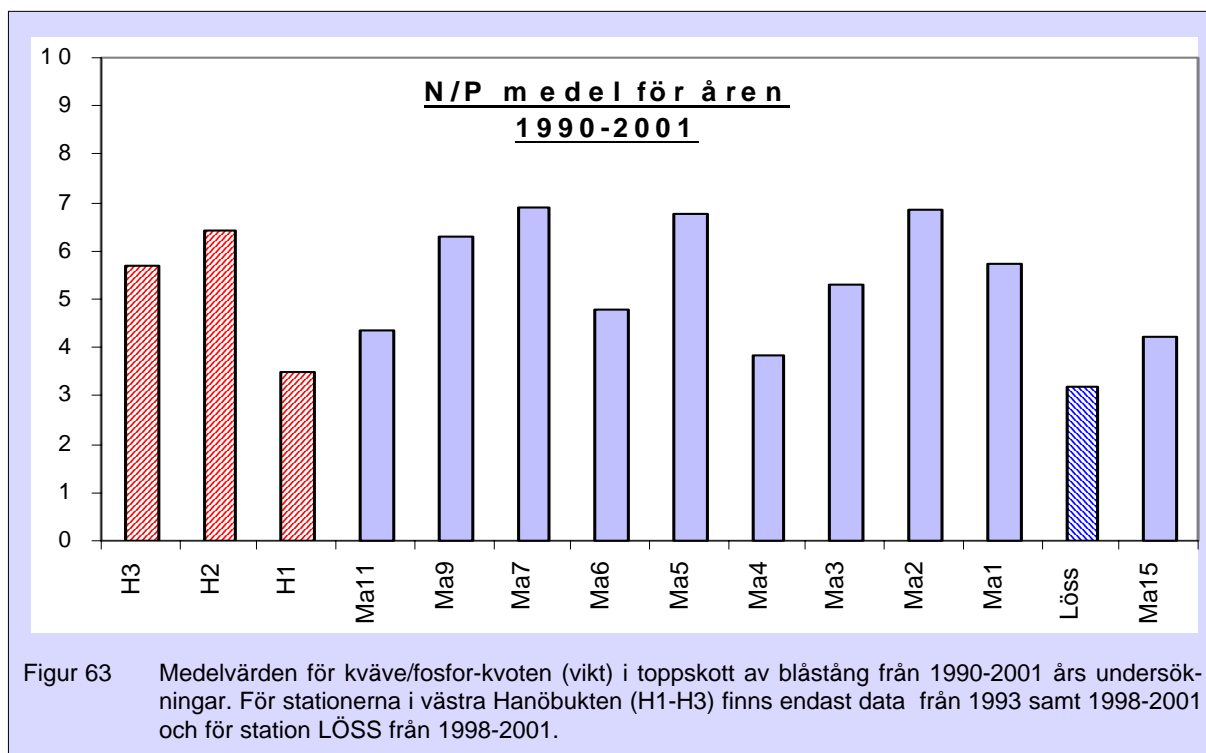
Figur 62 Artsammansättningen för djur i tångbältet på 12 stationer 2000 (=00) och 2001 (=01) analyserat med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 49. "Ma" har utelämnats i stationsbeteckningen dvs "2<sup>01</sup>" = Ma2 år 2001.

ofta väl korrelerad med halten i det omgivande vatten (Kornfeldt, 1982). En annan viktig faktor är vägexponeringen, och enligt Ilvessalo & Tuomi (1989) är kväveinnehållet oftast högre på exponerade stationer. Detta stämmer dock dåligt då det gäller mätningarna i Blekinge och västra Hanöbukten. Om man däremot jämför blästängens kväveinnehåll i Blekinge under perioden 1991-97 med kvävebelastningen i länet, kan man se en viss överensstämmelse (Tobiasson 1998).

Fosforinnehållet 2001 varierade mellan 1,8 och 2,9 mg/g torrsvikt med maxvärde vid Simris (H3) och minimum vid Tärnö (Ma6). Värdet för totalkol varierade mellan 370-400 mg/g

torrsvikt, vilket är i samma storleksordning som tidigare år.

Kväve-fosforkvoten varierade 2001 mellan 2,7 och 7,6 med flertalet värden under 6. Detta tyder enligt Notini (1990) på att blästängens tillväxt var kvävebegränsad. Vid Karakås (H2), Norrören (Ma9) och Lindeskär (Ma5) var det balans mellan näringsämnen och inget verkade vara begränsande. Om man ser på medelvärdet för N/P-kvoterna under alla de år mätningar utförts är det svårt att finna en genomgående mönster men det verkar som om vägexponerade stationerna har haft låga kvoter medan exempelvis stationen i Ronnebyfjärden (Ma5) har haft hög kvot (figur 63).



## *Metaller och andra gifter i sediment och musslor*

För att se på gifthanrikning i levande organismer analyserades tungmetaller och andra gifter i blåmusslor. Mätningarna visade att halterna var relativt måttliga för flertalet metaller. De metaller som hittills visat sig ha de starkaste biologiska effekterna är kvicksilver, kadmium och koppar. Av dessa var kadmiumhalten tydligt förhöjd på två av stationerna. Det gäller en lokal utanför Simrishamn en utanför Karakås. Blyhalten var tydligt förhöjd på lokalen i Sölvesborgsviken. Annars var halterna av tungmetaller i musslor något lägre än 2000.

Halterna av EOC1 i musslor uppvisar svag gradient från Mörrums Bruks utsläppsområde. De uppmätta halterna var i samma storleksordning som vid undersökningen 1999.

Halterna av tungmetaller i sediment var överlag något lägre än vid mätningen 1997 men låg generellt över eller mycket över angivna jämförvärden för flera av metallerna. Speciellt i Sölvesborg och vid Karlshamn var halterna höga men även i Karlskronafjärden uppmättes höga halter av en eller flera metaller. På stationerna vid Karlskrona finns en tendens till att halterna har ökat de senaste 10 åren.

Sedimentets halter av klorparaffiner och ftalat vid Ronnebyåns mynning var fortfarande betydligt högre än på referensstationerna. Halten av klorfenoler och klorguajakoler utanför Nymölla var lägre än detektionsgränsen medan halten av EOC1 var tydligt förhöjd utanför Brukets utsläpp.

För att se på gifthanrikning i levande organismer analyserades under 2001 tungmetaller i blåmusslor (*Mytilus edulis*) på åtta stationer i Blekinge och västra Hanöbukten. Årets provtagning var den fjärde i ordningen. På sju av dessa stationer analyserades också extraerbart organiskt klor (EOC1) i musslorna. Resultaten av de gjorda mätningarna redovisas i bilaga 13.

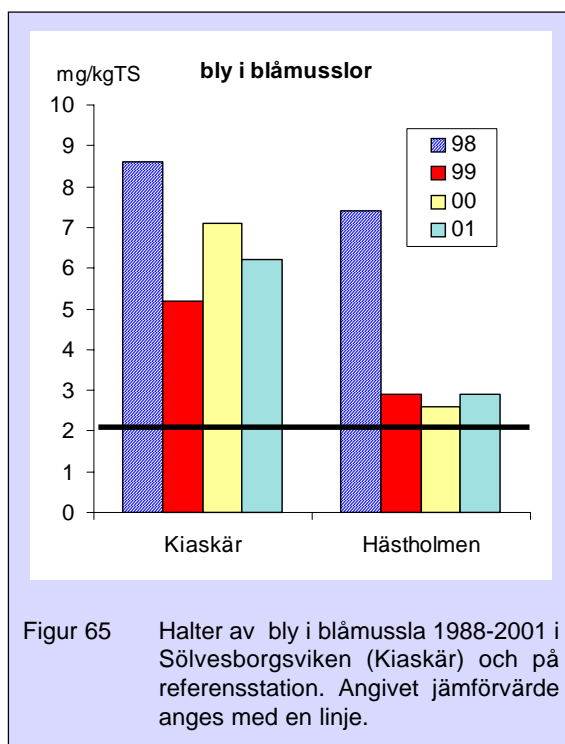
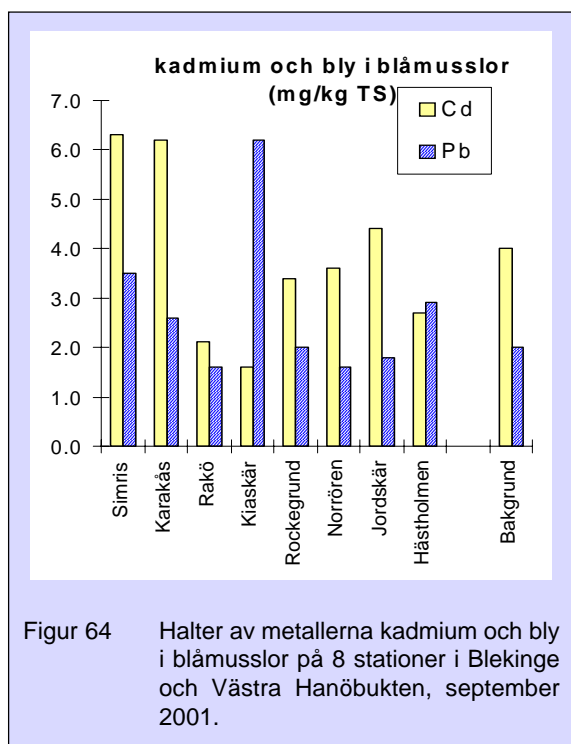
Under 2001 gjordes också analyser av tungmetaller i sediment på 10 stationer liksom analyser av klorerade föreningar på 4 stationer. Utanför Ronneby samt på två referensstationer analyserades sedimentet med avseende på ftalater och klorparaffiner. Resultaten från sedimentanalyserna redovisas i bilagorna 14-15. De provtagna stationernas lägen framgår av karta 10 på sidan 52 resp 9 på sidan 41.

### **Metaller i musslor**

Det finns ett ganska stort bakgrundsmaterial från andra områden att tillgå för just blåmusslor och i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder används arten för att bedöma avvikelse från angivna jämförvärden. Resultatet av en sådan klassning framgår i tabell 6. Vid nästa alla tidigare mätningarna har kopparvärdena legat

något över bakgrundsvärdena liksom kadmiumvärdena på några stationer (Tobiasson m fl 2001). Det är svårt att se något samband mellan uppmätta halter och utsläpsskällor. I viss mån påverkas halterna i köttet av hur snabbt musslorna växer samt deras storlek. Musslor som växer snabbt beroende på god tillgång på organiska partiklar kan därmed få lägre halter. Även åldern har en avgörande betydelse. Vid provtagningen har vi strävat efter att samla in musslor av en viss storleksklass och dessutom undvika att ta med musslor som såg missformade ut. Trots detta är det en avsevärd skillnad mellan olika stationer vad det gäller musslornas medelvikt (bilaga 13). Detta förklaras med olika tillgång på föda men också olika väg- och is-exponering som innebär att musslorna på en del platser inte blir särskilt gamla.

De metaller som hittills visat sig ha de starkaste biologiska effekterna är kvicksilver, kadmium och koppar. Av dessa var kadmiumhalten tydligt förhöjd i förhållande till angivna bakgrundshalter (Naturvårdsverket 1999) vid Karakås och Simris (figur 64). Kadmiumhalterna har varit tydligt förhöjda på de båda stationerna vid flertalet av mättillfällena. Vid mätningen 2001 var även



kromhalten tydligt förhöjd och stationerna var de som generellt hade högst halter av tungmetaller. Det finns ingen känd föroreningskälla vad avser kadmium och de höga kadmiumhalterna kan ha sitt ursprung i berggrunden eftersom man har problem med höga kadmiumhalter även i en del brunnar. Efter flera års höga kadmiumhalter vid Jordskär uppmättes tämligen mätliga halter 2001.

Det finns en tendens till att halterna är högre längre in i Pukaviksbukten men inte så tydligt som de två tidigare åren. Närhet till större vattendrag har bl a i Kalmar län visat sig ge höga kadmiumhalter trots att inga kända kadmiumutsläpp sker.

I Sölvesborgsviken uppmättes liksom tidigare år tydligt förhöjda halter av bly (figur 65).

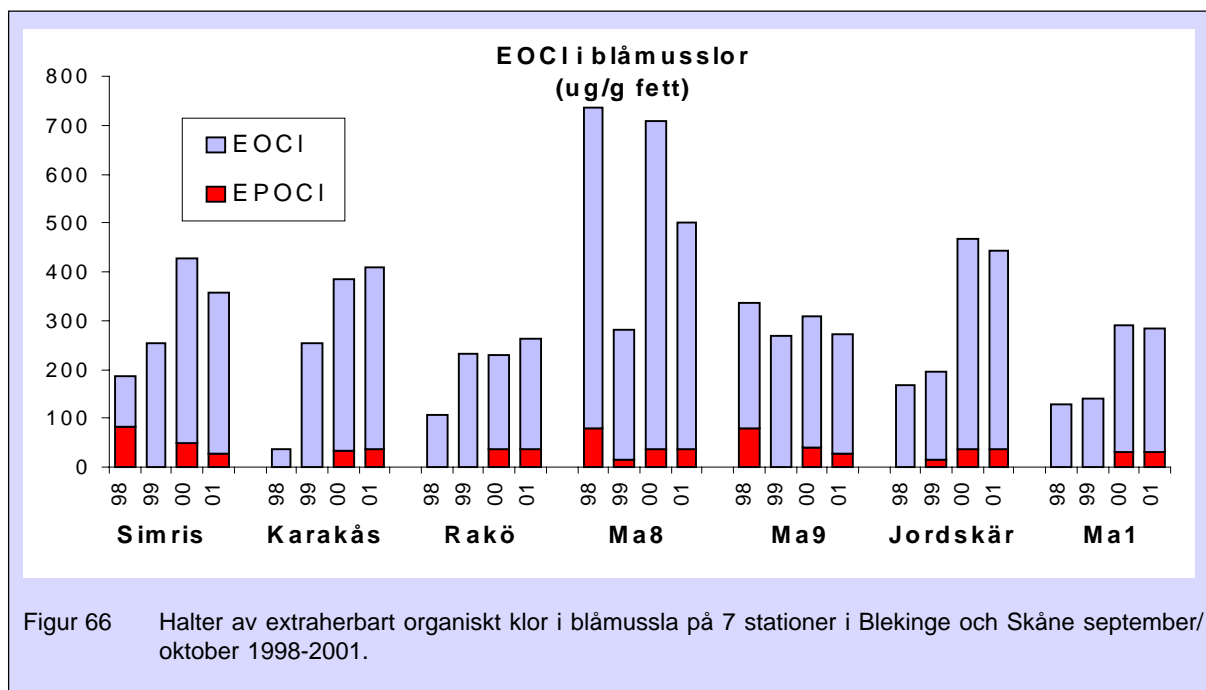
Tabell 6 Avvikelseklassning av uppmätta metallhalter i blåmusslor vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanöbukten 1998-2001. Jämförvärden och klassning är hämtat från "Bedömningsgrunder för miljökvalitet - Kust och hav" (Naturvårdsverket 1999).

	Simris				Karakås				Rakö				Kiaskär				Ma8				Ma9				Jordskär				Ma1			
	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01	98	99	00	01
Cd	2	3	3	3	4	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	3	3	5	2	3	1	2	1		
Cr	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1		
Cu	2	2	1	2	4	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2
Hg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ni	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pb	2	3	1	2	2	2	2	2	3	2	1	1	3	3	3	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	3	2	2	
Zn	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	

Avvikelseklassning har gjorts genom att dividera uppmätt halt med jämförhalt. Klassningen av kvoterna har sedan gjorts för de olika metallerna enl. Naturvårdsverkets rapport 4914 enligt följande:

- 1 - ingen / obetydlig avvikelse
- 2 - liten avvikelse
- 3 - tydlig avvikelse
- 4 - stor avvikelse
- 5 - mycket stor avvikelse

- Cd = kadmium
- Cr = krom
- Cu = koppar
- Hg = kvicksilver
- Ni = nickel
- Pb = bly
- Zn = zink



De förhöjda halterna av bly i blåmusslor från Sölvesborgsviken är inte särskilt förvånande eftersom halten av bly i sedimentet är förhöjd (Tobiasson 2000). Även vid referensstationen i Torhamnsområdet har hög halt av bly uppmätts vid ett av de fyra mättillfällena men generellt har halterna varit betydligt lägre där.

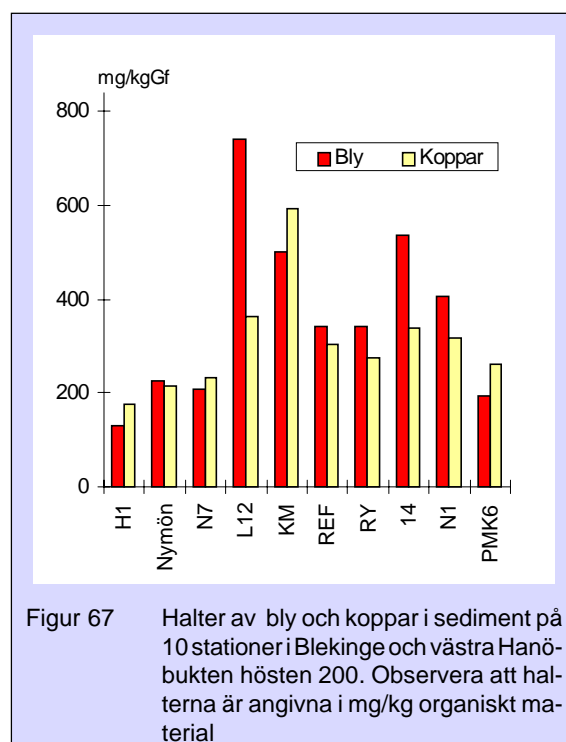
### EOCl och klorfenoler i musslor

Endast en liten del av de ämnen som ingår i summaparametern EOCl (extraherbart organiskt klor) är kända. I storleksordningen 1 % utgörs av de för skogsindustrin typiska klorfenolära ämnena (Södergren 1988). Trots detta har man funnit signifikanta samband mellan EOCl och klorguajakoler vilket talar för att parametern mycket väl kan användas för att uppskatta influensområden för skogsindustriutsläpp.

Halterna av EOCl var med undantag av Rockegrund (Ma8) i samma storleksordning som föregående år. Likom vid tidigare undersökningar var halterna tydligt högre utanför Mörrums Bruk än på övriga stationer. Speciellt om halterna anges i förhållande till fettinnehåll får man en tydlig bild (figur 66). Den syrapersistenta delen (EPOCl) låg på en jämn nivå. Även i västra Hanöbukten uppmättes anmärkningsvärt höga halter av EOCl.

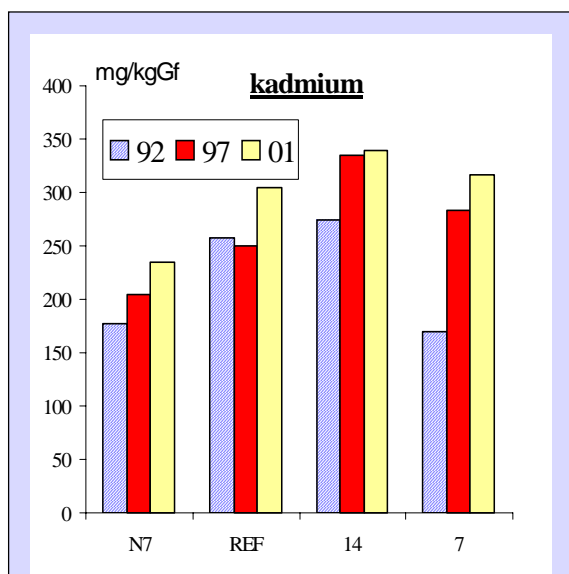
### Metaller i sediment

Metallhalterna i sediment var generellt över eller mycket över angivna jämförvärden på metallerna bly, koppar, kadmium och zink. Flera av de undersökta metallerna, speciellt bly men även koppar, uppvisar en stark affinitet till organiskt material. Det innebär att halterna ökar med ökande glödförlust (=organisk halt). För att kompensera för detta har halterna angi-



vits även per organisk halt (jfr bilaga 14). Dessvärre saknas uppgift om vilken glödförlust som gäller för jämförvärdet varför detta inte kan räknas om på motsvarande sätt.

Generellt uppmättes höga halter av metaller på stationerna L12 vid Sölvesborg och KM utanför Karlshamn (figur 67). Vid Sölvesborg var det främst bly- och zinkhalterna som var höga, vilket konstaterats även i andra mätningar (Tobiasson 2000). Utanför Karlshamn var det främst kopparhalterna, men även i viss mån halterna av nickel och krom, som var höga. Även stationerna vid Karlskrona hade höga halter av några metaller, åtminstone jämfört med referensstationerna. Även efter kompensering för glödförlust hade stationerna H1 och Nymön i västra Hanöbukten de lägsta halterna av i princip alla metaller. Endast kadmiumhalterna var högre på dessa stationer än på flera av de övriga stationerna. Högst halt av kadmium hade referensstationen vid Torhamn (PMK6) som även tidigare visat sig ha höga halter av just denna metall. Generellt verkar det som om flertalet metaller var högst i närheten av tätorterna. Undantaget är kadmium som snarare hade lägre halter i dessa områden och högst i områden utan direktutsläpp. Däremot kan man möjligen ana att halterna av kadmium var högre i närheten av åmynningar.



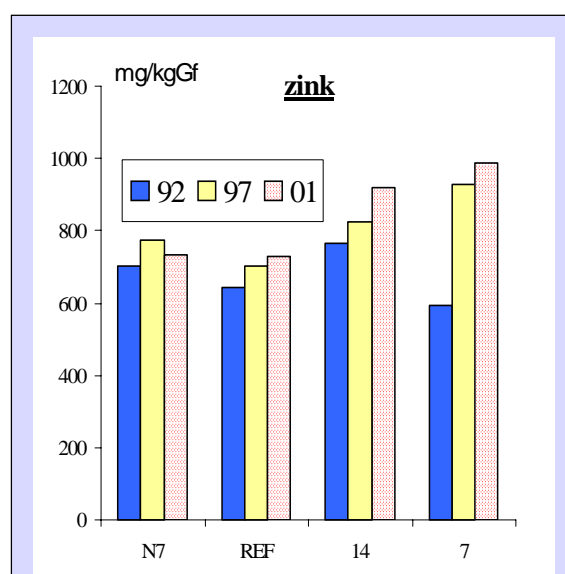
Figur 68 Halter av kadmium i sediment på fyra stationer i Blekinge 1992, 1997 respektive 2001. Observera att halterna är angivna i mg/kg organiskt material

Under perioden 1992-2001 har analyser av tungmetaller i sediment utförts vid två tidigare tillfällen, 1992 och 1997. Provtagningen utfördes då på våren och en direkt jämförelse med tidigare års resultat är därför svårt att göra. Den organiska halten (glödförlusten) har också varit olika mellan åren på några av stationerna. Prov har dock vid alla tillfällen tagits på de två översta centimetrarna i sedimentet och genom att normalisera resultaten för glödförlust kan ändå vissa slutsatser dras när det gäller utvecklingen över tiden.

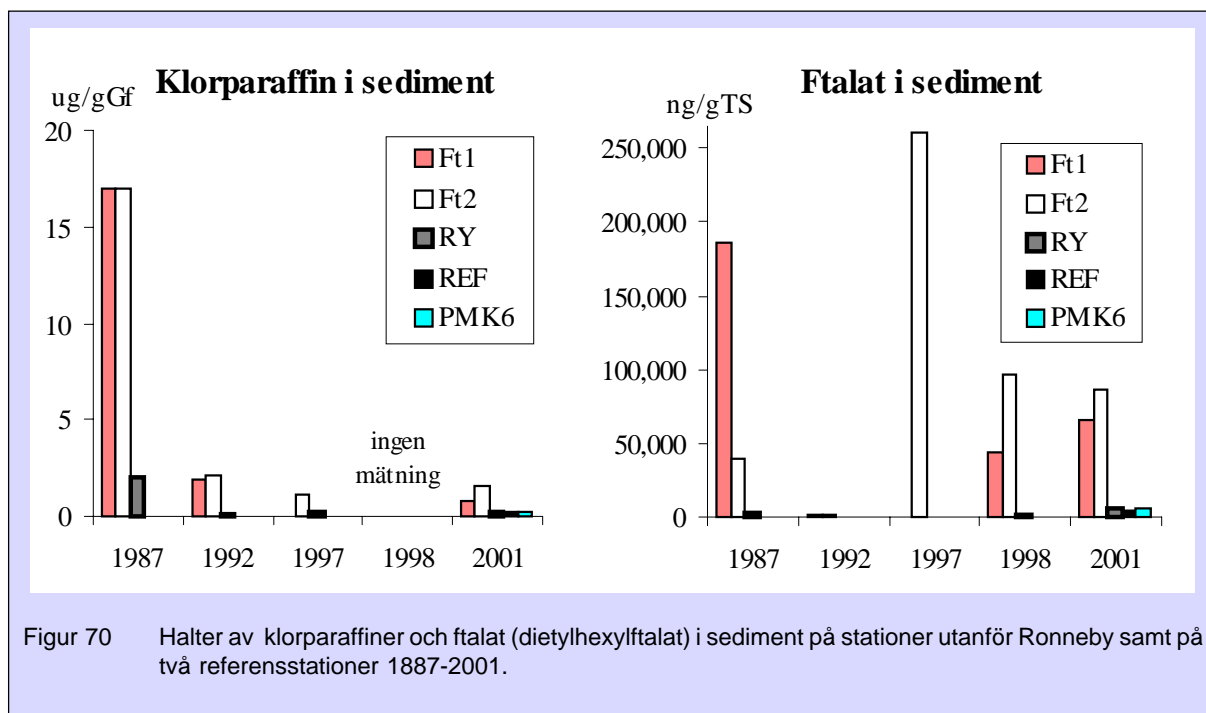
Metallhalterna var överlag något lägre än vid senaste mätningen 1997 men några stationer uppvisar en tendens till ökande metallhalter under tioårsperioden (figur 68 och 69). Det gäller främst de båda stationerna i Karlskronaområdet (7 och 14) som har haft ökande halter av zink och koppar, men även krom. Även i Valjeviken (N7) och på referensstationen (REF) har en eller flera av metallerna ökat under perioden. På flera andra stationer ökade halterna mellan 1992 och 1997 men har sedan varit oförändrade eller sjunkit.

### Ftalat och klorparaffin i sediment

Halterna av ftalater i sediment utanför Ronnebyåns mynning var i samma storleksordning som vid undersökningen 1998 (figur 70). Hal-



Figur 69 Halter av zink i sediment på fyra stationer i Blekinge 1992, 1997 respektive 2001. Observera att halterna är angivna i mg/kg organiskt material



terna var fortfarande betydligt högre än i referensområdena. En förklaring till att halterna inte sjunkit kan vara att ftalaterna bryts ned väldigt långsamt i det dåligt syresatta sedimentet.

Även halterna av klorparaffiner var förhöjda i å-mynningen men uppvisar en betydligt tydligare minskning över tiden (figur 70). Halten var nu ungefär en tiondel av vid mätningen 1987.

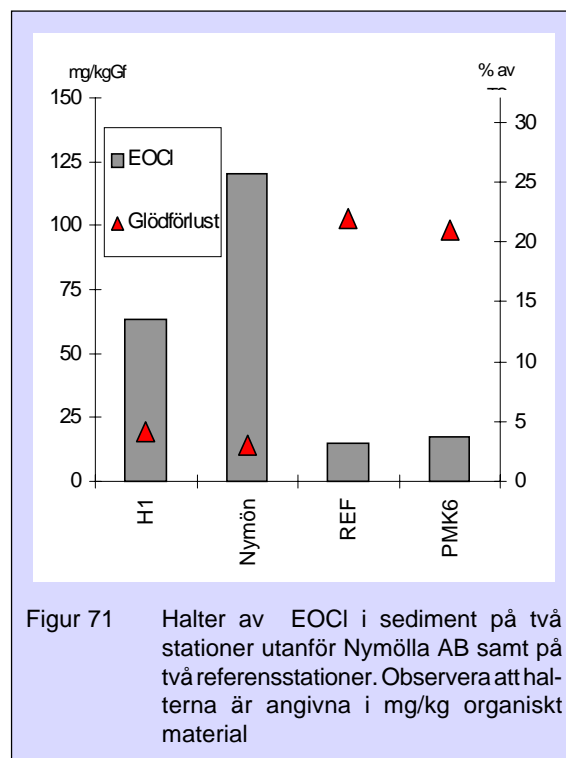
### Klororganiska föreningar i sediment

Halten av stor sett samtliga klorfenoler och klorguajakoler var lägre än detektionsgränsen och det går därför inte att dra några slutsatser av dessa data. Som tidigare nämnts är endast en liten del av de ämnen som ingår i summaparametern EOCl (extraherbart organiskt klor) kända. Trots detta har man funnit signifikanta samband mellan EOCl och klorguajakoler vilket talar för att parametern mycket väl kan användas för att uppskatta influensområden för skogsindustriutsläpp.

Klorerade organiska föreningar analyserades på fyra platser varav två utanför massafabriken i Nymölla. De två referensstationerna hade betydligt högre glödförlust (organisk halt) vilket gör att halterna måste korrigeras på samma sätt som metallanalyserna. Av figur 71 framgår

att EOCl-halter var betydligt högre på stationerna i recipienten än på referensstationerna.

Halterna av Fett- och hartssyror låg under detektionsgränsen på samtliga stationer medan alkanoler och steroler förekom i mätbara halter. Båda grupperna av ämnen förekom i högre halter i de båda referensområdena än utanför Nymölla.

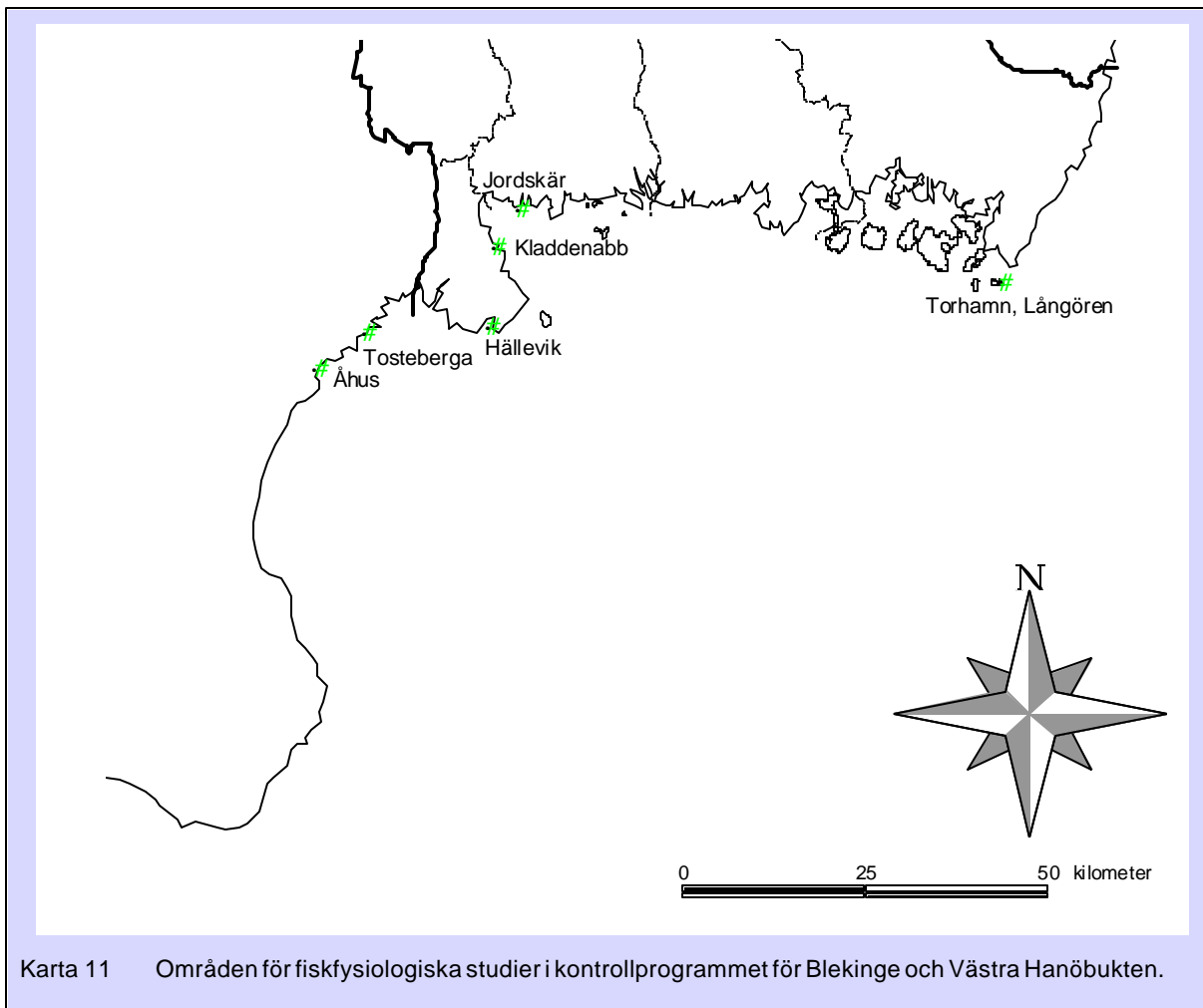


## Fiskfysiologiska undersökningar

Undersökningarna av hälsotillstånd och fortplantning hos tånglake på sex lokaler i Blekinge och västra Hanöbukten 2001 visar att det var signifikant högre halt av fytosteroler vid Tosteberga än på referenslokalen vid Åhus. Halten av övriga extraktivämnen skiljde sig däremot inte åt. Inte heller noterades skillnader med avseende på EROD-aktivitet, ett mått på avgiftningen av främmande ämnen. Lokalen vid Torsteberga hade däremot högre halt av CYP1A, det enzym vars aktivitet mäts i EROD-analysen, än referenslokalen vid Torhamn. Sammantaget bedöms dock ej en högre påverkan föreligga vid Tosteberga, varken för fytosteroler eller med avseende på avgiftningssystemet cytokrom P450 (CYP1A) då lokalen ej avvek signifikant från båda referenslokalerna. Tånglakar i recipienterna uppvisade inte heller några tecken på membranskador i levern.

Det fanns inga tecken på histopatologiska förändringar i lever, leverförstoring eller försämrad kondition i recipienterna. Fortplantningen i recipienterna var god med en hög yngelöverlevnad samt en mycket låg frekvens missbildade yngel. Längdfördelningen av ynglen skilde sig ej nämnvärt åt mellan referens- och recipientlokalerna.

Tånglakarna hade stor parasitförekomst i bukhålan hos fisk på samtliga lokaler. Fynd av grumlad lins erhöles på recipientlokalerna men fynden bedöms ej påverka tånglakarna negativt med utgångspunkt från att varken den fysiologiska konditionen eller fortplantningen var nedsatt respektive störd på recipientlokalerna.

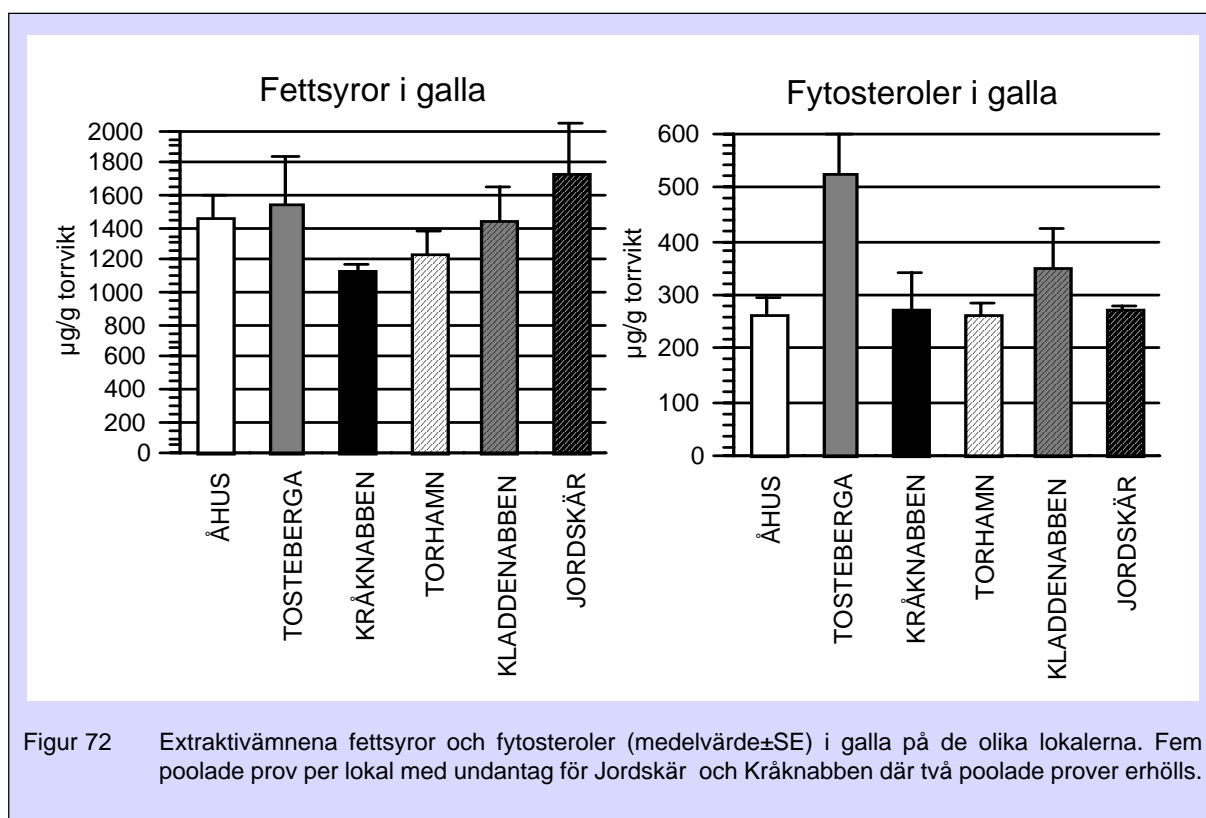


Under 1998 startade Blekingekustens- och västra Hanöbuktens vattenvårdsförbund ett kontrollprogram där fiskhälsostudier ingår. Tånglake som i SNV's allmänna råd föreslagits som modellart för studier av skogsindustriella utsläpp på väst- och sydkusten (SNV, 1994), användes i undersökningarna. Under 1999 och 2000 upprepades samma studier. Provtagningspunkter framgår av karta 11.

Gallanalyserna och analysen av EROD-aktiviteten samt CYP1A-halten i levern är parametrar som används som mått på exponeringsgraden av skogsindustriella avloppsvatten. Förhöjda halter av enzymerna ALAT och/eller ASAT kan indikera skador på levercellerna. En histologisk studie på lever kan ge information om eventuella cellskador eller cellförändringar. Morfometriska mätningar (total- och somatisk vikt, organvikter samt totallängd) kan användas för att räkna fram ett antal index som ger ett grovt mått på konditionen och hälsotillståndet. I reproduktionsstudien noteras antalet levande, och eventuella döda och/eller missbildade, yngel. Samtliga yngels längd och totalvikten av ynglen noteras också. Ett antal reproduktionsindex beräknas därefter.

## Gallanalyser

Halterna av hartssyror i fiskgalla låg under eller runt detektionsgränsen i samtliga prover. Inga statistiskt signifikanta skillnader förelåg generellt sett mellan lokalerna med avseende på fettssyror (figur 72) och totalhalten steroler (data visas ej). Halten fytosteroler var signifikant högre på Tosteberga relativt referenslokal Åhus (figur 72). En högre påverkan av fytosteroler relativt referensområdet bedöms dock ej föreligga på Tosteberga då lokalen ej var signifikant skild från båda referenslokalerna. I de statistiska analyserna var Kråknabben och Jordskär ej inkluderade beroende på att det ej erhöles fem replikat på dessa lokaler vilket är ett minimum för att en variansanalys (envägs-anova) skall kunna utföras. Halterna av extraktivämnena på dessa lokaler låg dock i nivå med vad som erhöles på de övriga lokalerna. Halterna av extraktivämnena i fiskgalla överensstämmer relativt väl med vad som erhöles i tidigare års undersökningar (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000; Tobiasson *et al.*, 2001).



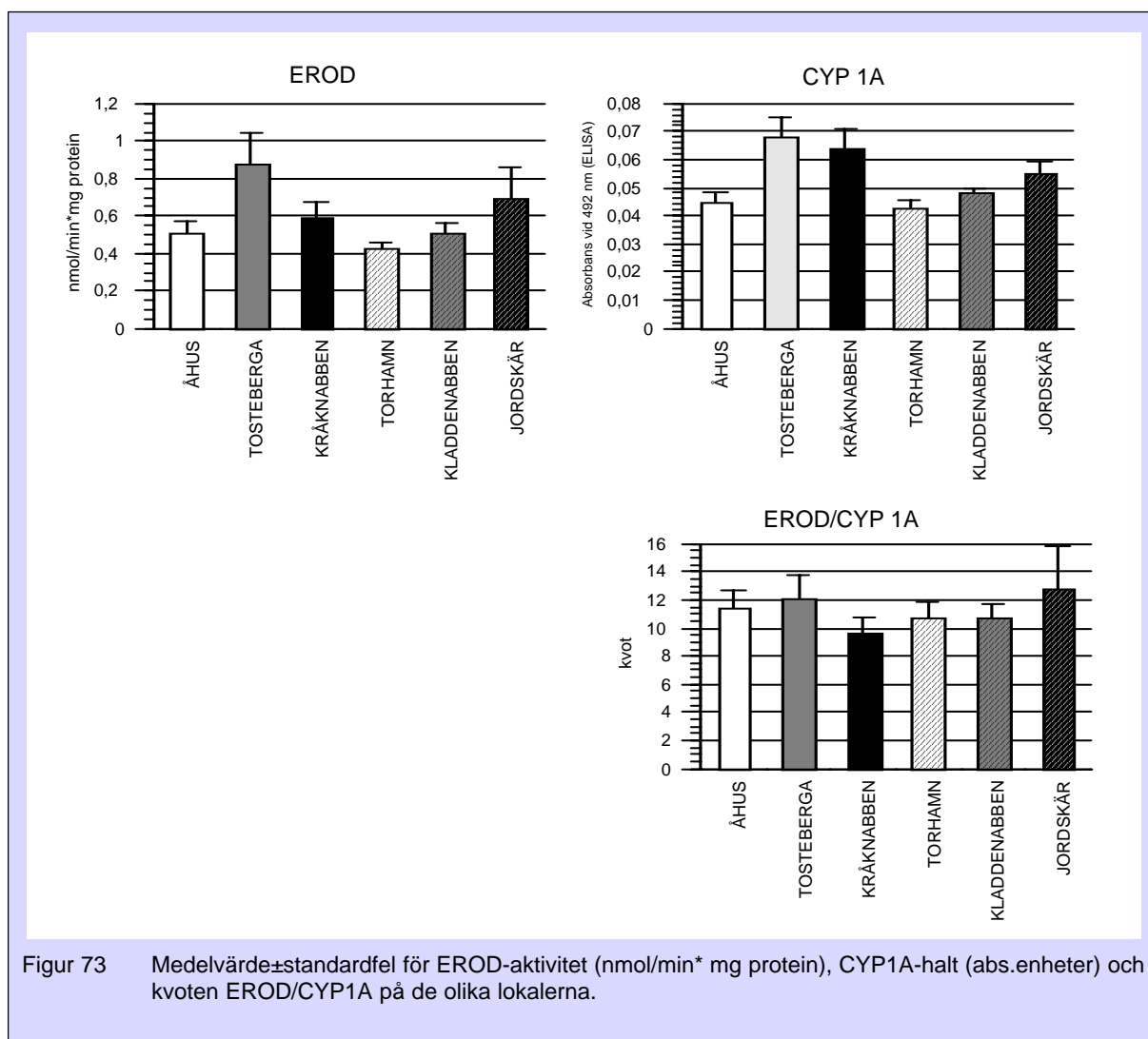
## CYP1A-halt och EROD-aktivitet

Inga signifikanta skillnader förelåg mellan lokalerna med avseende på EROD-aktiviteten (CYP1A's enzymaktivitet). Högst aktivitet noterades på Tosteberga (figur 73). CYP1A-halten var signifikant högre på Tosteberga relativt referenslokal Torhamn (figur 73). Om det förutsätts att aktiviteten och/eller halten av enzymet CYP1A på en recipientlokal måste vara signifikant högre (eller lägre) relativt båda referenslokalerna för att räknas som en statistiskt signifikant skillnad, görs bedömningen att tånglakar i recipienten ej är exponerade för ämnen som inducerar CYP1A i högre grad än referenslokalerna. Detta resonemang utgår från att referenslokalerna uppvisar ett intervall vari enzymet CYP1A's halt och aktivitet antas vara ett uttryck för den naturliga årsvariationen på referensområdet. Stora skillnader mellan åren i

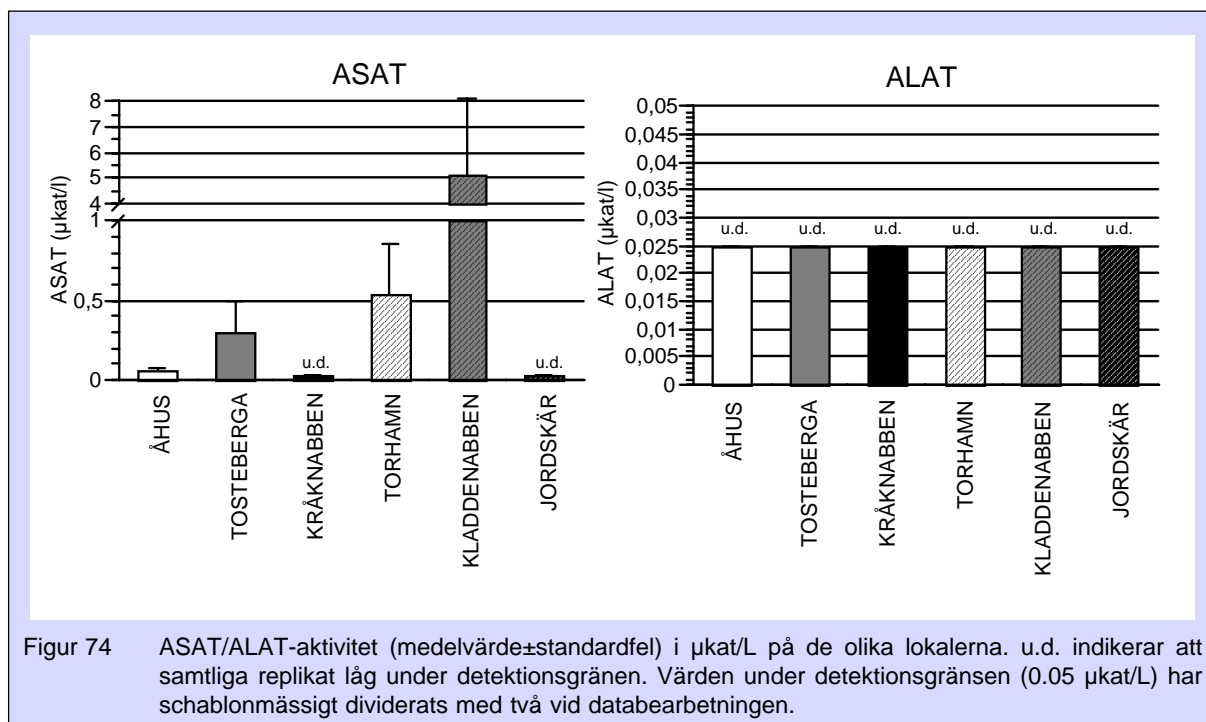
EROD-aktivitet har noterats på referenslokalerna under de fyra år som undersökningarna genomförts (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000; Tobiasson *et al.*, 2001), men även vid tidigare undersökningar (Sandström *et al.*, 1996; Grotell & Härdig, 1997), vilket visar på relativt stora naturliga årsvariationer i referensområdet. Inga signifikanta skillnader mellan lokalerna erhöles i föreliggande studie med avseende på kvoten EROD/CYP1A, vilket visar att det inte föreligger någon aktivitetshämning av enzymsystemet CYP1A på recipientlokalerna jämfört med referenslokalerna (figur 73).

## Aminotransferasanalyser

Samtliga analyserade prover hade ALAT-värden under detektionsgränsen. I majoriteten av proverna var även ASAT-värdena under detektionsgränsen, medan enstaka fiskar hade ASAT-



Figur 73 Medelvärde±standardfel för EROD-aktivitet (nmol/min\* mg protein), CYP1A-halt (abs.enheter) och kvoten EROD/CYP1A på de olika lokalerna.

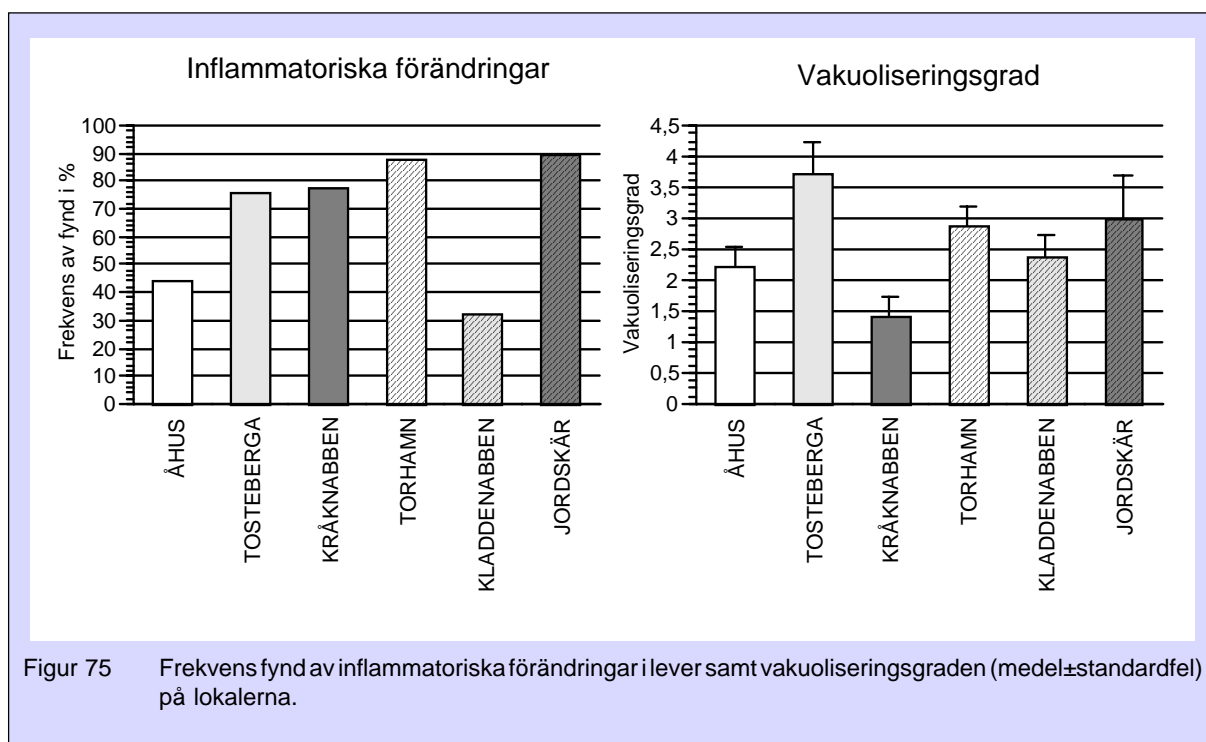


värden som låg ca 10-100 gånger över detektionsgränsen. Detta förklarar t ex varför Kladdenabben ej är signifikant högre med avseende på ASAT, trots det betydligt högre medelvärdet relativt övriga lokaler, då spridningen här är mycket stor (figur 74). Ingen uppenbar korrelation, på individnivå, till övriga analyserade parametrar erhöles för de förhöjda aktiviteterna av ASAT. Som för tidigare är erhöles därmed ej

signifikant förhöjda aminotransferasaktiviteter i recipienten, vilket tillsammans med resultaten från den histologiska studien (se nedan) indikerar att fiskarna i recipienten ej har cellulära skador.

### Histologi

Områden av inflammatoriska förändringar i lever, som uteslutande torde bero på parasit-



invasion, hade högst frekvens i tånglakar från Torhamn, Jordskär, Tosteberga och Kråknabben (figur 75). Detta överensstämmer med tidigare års studier (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000; Tobiasson *et al.*, 2001) och indikerar att förekomsten av parasiter ej vara högre i recipienten än i referenslokalerna. Vakuoliseringen av levercellernas cytoplasma, som åtminstone delvis antas bero på förfettning, hade ungefär samma frekvens på de olika lokalerna, med undantag för att en något lägre frekvens erhöles på Kråknabben. Inga signifikanta skillnader i vakuoliseringsgrad erhöles mellan lokalerna (figur 75). Sammantaget förekom histologiska skillnader mellan lokalerna, men tydliga skillnader mellan tånglakar på recipient- och referenslokaler saknades.

### **Morfometri**

Tånglakar från Tosteberga och Torhamn var signifikant kortare än tånglakar från Kladdenabben och Åhus respektive Kladdenabben, Åhus och Jordskär (tabell 7). Totalvikten, den somatiska vikten och konditionsfaktorn var signifikant lägre på Torhamn relativt Jordskär, Kladdenabben, och Åhus (samt Kråknabben med avseende på totalvikt). Tosteberga hade signifikant lägre totalvikt och somatisk vikt relativt Åhus. Noterbart är att det för första gången erhöles att en recipientlokal (Tosteberga) hade signifikant lägre värden relativt en referenslokal (Åhus) för vikt- och längdparametrarna. Liksom tidigare år bedöms det i föreliggande studie dock ej föreligga negativa

effekter på fiskarnas kondition i recipienten. Tånglakarna i recipienten hade därmed inte nedsatt fysiologisk status.

Den högsta relativa levervikten (LSI och LTI) erhöles på Torhamn, vilket överensstämmer med tidigare års undersökningar (Lagenfelt, 1996; Grotell & Härdig, 1997; Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson, 2000). I föreliggande studie var LSI (tabell 7) och LTI signifikant högre på Torhamn relativt Åhus, varför ej heller några tecken på leverförstoring erhöles i recipienten.

### **Reproduktionsstudier**

En mycket låg yngeldödlighet och endast ett missbildat yngel (på Tosteberga) erhöles på samtliga lokaler. Längdfördelningen av ynglen tydde på att tillväxten ej var nedsatt på recipientlokalerna. För parametrarna medelvikt yngel/hona och det embryosomatiska indexet (ESI) hade Tosteberga signifikant lägre värden relativt referenslokal Torhamn (data visas ej). För övriga yngelparametrar hade recipientlokalerna ej signifikant lägre värden relativt en referenslokal (tabell 8). Antalet retarderade yngel (Neumann *et al.*, 1999) låg på 0,3-3% men inga signifikanta skillnader mellan lokalerna erhöles (data visas ej). Den relativa gonadvikten (GSI) var signifikant lägre på Tosteberga relativt Torhamn medan den absoluta och den relativa gonadvikten GSI2 (gonadvikt/honans längd) ej hade lägre värden på någon recipientlokal jämfört med en referenslokal. Noterbart är att Tosteberga hade lägst värden för några para-

Tabell 7 Urval av morfometriska parametrar (medelvärde±SE). KF=somatisk konditionsfaktor (100\*(somatisk vikt/längd) och LSI=leversomatisktindex (relativ levervikt).

Station	Total vikt (g)	Somatisk vikt (g)	Total längd (mm)	LSI (%)	KF (%)
Torhamn	48,8 ± 1,9	40,2 ± 1,7	228 ± 3	1,9 ± 0,05	17,3 ± 0,5
Åhus	63,3 ± 2,4	53,9 ± 2,0	256 ± 3	1,5 ± 0,05	20,8 ± 0,5
Tosteberga	52,9 ± 2,6	45,6 ± 2,2	236 ± 4	1,8 ± 0,10	18,9 ± 0,6
Kråknabben	61,8 ± 4,7	51,7 ± 3,5	252 ± 8	1,6 ± 0,10	20,3 ± 0,9
Kladdenabben	62,4 ± 2,5	53,2 ± 2,2	253 ± 3	1,6 ± 0,09	20,8 ± 0,7
Jordskär	71,4 ± 7,0	58,8 ± 5,6	259 ± 6	1,7 ± 0,20	22,4 ± 1,6

metrar, men då skillnaden ej var signifikant lägre relativt båda referenslokalerna för någon av parametrarna bedöms tånglakens fortplantning som normal i recipienterna till massafabrikerna Stora Nymölla och Mörrum.

### ***Makroskopisk bedömning***

En relativt riklig parasitförekomst noterades på såväl referens- som recipientlokaler, vilket överensstämmer med den leverhistologiska studien. En relativt hög frekvens (22-30%) av fiskar med grumlad ögonlins, möjligen beroende på

en parasitinvasion, noterades på recipientlokalerna Kråknabben, Kladdenabben och Tosteberga. Troligen har inte den högre frekvensen av fiskar med grumlad lins påverkat populationerna på recipientlokalerna negativt då recipientlokalerna varken hade fiskar med nedsatt fysiologisk status eller med försämrad reproduktion. Tre fiskar med fenerosion noterades på Jordskär, men då försöksmaterialet var mycket litet och då de fiskar med fenerosion varken uppvisade effekter på konditionen eller på reproduktionen bedöms inga negativa hälsoeffekter hos tånglakarna föreligga på lokal Jordskär.

Tabell 8 Urval av parametrar i reproduktionsstudien (medelvärde±SE). Yngelvikt och antalet yngel anger totala vikten respektive totala antalet yngel i förhållande till honans somatiska vikt. Fekunditet och reproduktion är ett uttryck för totala antalet yngel/honans somatiska vikt respektive antalet levande yngel/honans somatiska vikt.

Station	Yngelvikt /hona (g)	Antalet yngel/hona	Fekunditet (%)	Reproduktion (%)
Torhamn	5,4 ± 0,3	29,4 ± 1,6	70,7 ± 3,0	69,5 ± 2,9
Åhus	5,7 ± 0,4	38,8 ± 2,0	72,2 ± 2,4	69,9 ± 2,7
Tosteberga	4,6 ± 0,3	33,2 ± 1,7	74,5 ± 2,9	71,7 ± 2,8
Kråknabben	6,4 ± 1,2	32,3 ± 6,4	60,2 ± 10,9	59,6 ± 10,7
Kladdenabben	5,8 ± 0,4	33,1 ± 2,0	63,2 ± 3,6	62,6 ± 3,6
Jordskär	9,1 ± 1,2	53,0 ± 7,4	88,1 ± 7,7	87,9 ± 7,5

---

## *Referenser*

---

- Andersson, T., M. Pesonen and C. Johansson. (1985). Differential induction of cytochrome P450-dependent monooxygenase, epoxide hydrolase, glutathione transferase and UDP-glucuronosyltransferase activities in the liver of rainbow trout by  $\beta$ -naphthoflavone or Clophen A50. *Biochem. Pharmacol.* **34**: 3309-3314.
- Bradford, M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* **72**: 248-254.
- Cederwall, H. & Larsson, U., 1988. Miljökvalitetsbeskrivning, I: fria vattnet och mjukbottenfaunan. - Technical report from Askö Lab. no. 4.
- Clarke, G.M., 1980. *Statistics and experimental design*. London, Edward Arnold Ltd.
- Engkvist, R., Malm, T. & Tobiasson, S. 2000. Density dependent grazing effects by the isopod *Idothea baltica* L on *Fucus vesiculosus* L in the Baltic Sea. *Aquat. Ecol.* **34**(3):253-260.
- Engkvist, R., Nilsson, J. & Tobiasson, S. 2002. Utbredning av blå- och sågtång i Kalmar och Blekinge län: utvärdering och kvalitetssäkring av regionala data. Högskolan i Kalmar. Rapport 2002:4.
- Field, J.G., Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. -*Mar. Ecol. Prog. Ser.* **8**:37-52.
- Förlin, L. and T. Andersson. (1985). Storage conditions of rainbow trout liver cytochrome P450 and conjugating enzymes. *Comp. Biochem. Physiol.* **80B** 569-573.
- Grotell, C. & J. Härdig (1997). Tånglakeundersökning i Pukaviksbukten år 1996. MFG.
- Håkansson, L., Rosenberg, R. 1985. Praktisk kustekologi. Naturvårdsverket. SNV pm 1987.
- Ilvessalo & Tuomi, J., 1989. Nutrient availability and accumulation of phenolic compounds in the brown alae *Fucus vesiculosus*. *Mar. Biol.* **101**:115-119.
- Kornfeldt, R. A., 1982. Relations between nitrogen and phosphorous content of macroalgae and the wathers of northern Öresund. *Bot. Mar.* **25**:197-201.
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U., Waern, M. 1984. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since 1940 's indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **28**:1-8.
- Larsson, U., Elmgren, R. & Wulff, F., 1985. Eutrophication and the Baltic sea: causes and consequences. *Ambio* **14**.
- Leppäkoski, E. 1975. Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine an brackish-water environments. *Acta Academiae Aboensis, ser B Vol.* **35** nr 2.
- Lindqvist, K., Andersson, J., Smith, S. 1998. Smordnad kustvattenkontroll i Kalmar län 1997. SMHI och Fiskeriverket
- Lundgren, F., Sjölin, A., Tobiasson, S. & Wickström, K., 1999. Blekingekustens vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten. Årsrapport 1998. Högskolan i Kalmar Rapport 1999:2.S
- Naturvårdsverket. 1987. Aktionsplan mot havsföreningar. Naturvårdsverket informerar.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet - Kust och Hav. Rapport 4914.
- Neumann, E., Sandstöm, O. & Thoresson, G. 1999. Guidelines for coastal monitoring. National board of Fisheries, Institute of Coastal Research.
- Nilsson, J., 1995. Sturkö innerskärgård - marin inventering. Rapport 95:3. Högskolan i Kalmar.
- Nilsson, J. & Tobiasson, S., 1996. Blekingekustens Vattenvårdsförbund, årsrapport 1995. -Rapport 96:1, Högskolan i Kalmar.
- Notini, M., 1990. Studier av alg tillväxten på grunda bottnar i Hanöbukten, 1988. -Rapport, Miljöforskargruppen AB, Fryksta.
- Olafsson, E.B., 1986. Density dependence in suspension-feeding and deposit-feeding populations of the bivalve *Macoma baltica*: a field experiment. *Journal of Anim. Ecol.* **55**.
- Persson, L-E. 1991. Naturvårdsverket Rapport 3937. Övervakning av mjukbottenfauna vid Sveriges Sydkust. Rapport från verksamheten 1990.

- Persson, L-E. & Göransson, P. 1989. Hanöbukten som naturresurs, del 1 Miljö. Rapport från länsstyrelserna i Blekinge och Kristianstads län samt Lunds universitet.
- Rosenberg, R. 1984. Biologisk värdering av grunda svenska havsområden. SNV pm 1911.
- Rosseuw, P.J., A.M. Leroy. 1987. Robust regression and outlier detection. Wiley.
- Sandström, O., L. Förllin, I. Lagenfelt, E. Lindesjö & M. Vetemaa (1996). Undersökning av hälsotillstånd och fortplantning hos tånglake i recipienten till Mörrums bruk 1995. Fiskeriverket.
- SNV, 1994. Vattenrecipientkontroll vid skogsindustrier. Naturvårdsverket Almäna Råd 94:2.
- Södergren, A. 1988. Biologiska effekter av blekeriavlopp. Slutrapport från projektområdet Miljö/cellulosa 1. Naturvårdsverket.
- Tobiasson, S., Engkvist, R., Nilsson, J. & Persson, L-E., 1996. Blekingekustens Vattenvårdsförbund. Femårsrapport 1991-1995. Högskolan i Kalmar.
- Tobiasson, S. 1997. Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten. Samordnad kustvattenkontroll i Kristianstads län - biologi. Årsrapport 1996. -Rapport 97:2, Högskolan i Kalmar.
- Tobiasson, S. 1998. Blekingekustens Vattenvårdsförbund, årsrapport 1997. -Rapport 1998:1, Högskolan i Kalmar.
- Tobiasson, S. 2000. Undersökning av eventuell miljöpåverkan i samband med underhållsmuddring i Sölvesborgs ytterhamn samt tippning av muddringsmassor SW Utkörningen. Högskolan i Kalmar Rapport 2000:3.
- Tobiasson, S., Lundgren, F., Sjölin, A. & Wickström, K. 2000. Blekingekustens vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten. Årsrapport 1999. Högskolan i Kalmar Rapport 2000:5.
- Tobiasson, S., Lundgren, F., Sjölin, A. och W. Wickström. (2001). Blekingekustens Vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten- Årsrapport 2000-. Högskolan i Kalmar. Rapport 2001:4.

---

## *Bilagor*

---

- Bilaga 1 Kortfattad beskrivning av använda metoder.*
- Bilaga 2 Utsläpp av näringsämnen till Hanöbukten under 2001.*
- Bilaga 3 Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2001.*
- Bilaga 4 Tillstånds- och avvikelseklassning av hydrografiska data från undersökningarna i Blekinge och västra Hanöbukten 2001 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.*
- Bilaga 5 Trendanalys av hydrografiska mätvärden från åren 1990-2001 i Blekinge och västra Hanöbukten*
- Bilaga 6 Resultat av sedimentprovtagning på ordinarie mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 2001.*
- Bilaga 7 Förändringar i olika arters förekomst på mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten under åren 1991-2001.*
- Bilaga 8 Resultat av mjukbottenprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2001.*
- Bilaga 9 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2001 - fältmätningar.*
- Bilaga 10 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2001 - algbiomassor i de kvantitativa proverna i rödalgsbältet samt påväxtalger på tången.*
- Bilaga 11 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2001 - djurlivet i tångbältet.*
- Bilaga 12 Innehåll av kol, kväve och fosfor i blåstång vid 2001 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.*
- Bilaga 13 Halter av tungmetaller och organiska miljögifter i blåmusslor vid 2000 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.*
- Bilaga 14 Halter av tungmetaller, ftalater och klorparaffiner i sediment vid 2001 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.*
- Bilaga 15 Halter av organiska klorföreningar, harts- och fettsyror samt steroler i sediment vid 2001 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.*
- Bilaga 16 Fiskfysiologi vid Blekingekusten och västra Hanöbukten 2001.*
- Bilaga 17 Konsulternas kvalitetssäkringsarbete under 2001.*