



ISSN: 1402-6198  
Rapport 2001:4

HÖGSKOLAN I KALMAR

Blekingekustens Vattenvårdsförbund  
och  
Vattenvårdsförbundet för  
västra Hanöbukten

Årsrapport 2000

Stefan Tobiasson 

Fredrik Lundgren **TOXICON**

Anders Sjölin **TOXICON**

Kjell Wickström **SMHI**

Institutionen för

NATURVETENSKAP



---

# Innehåll

---

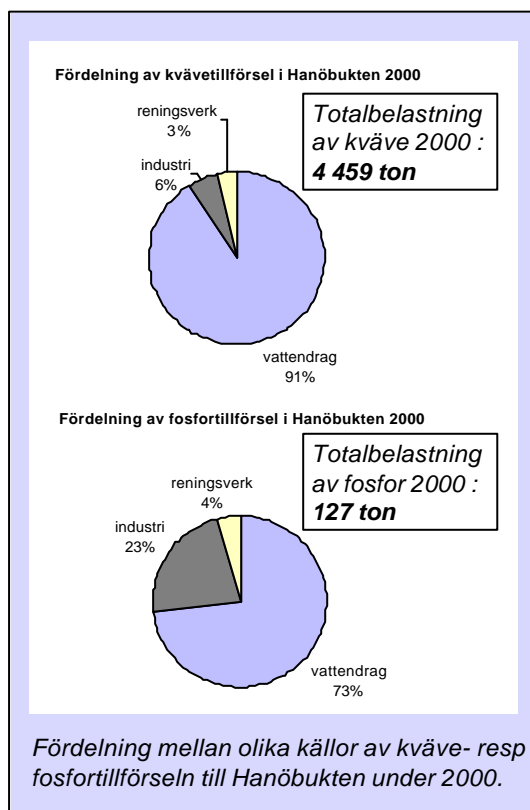
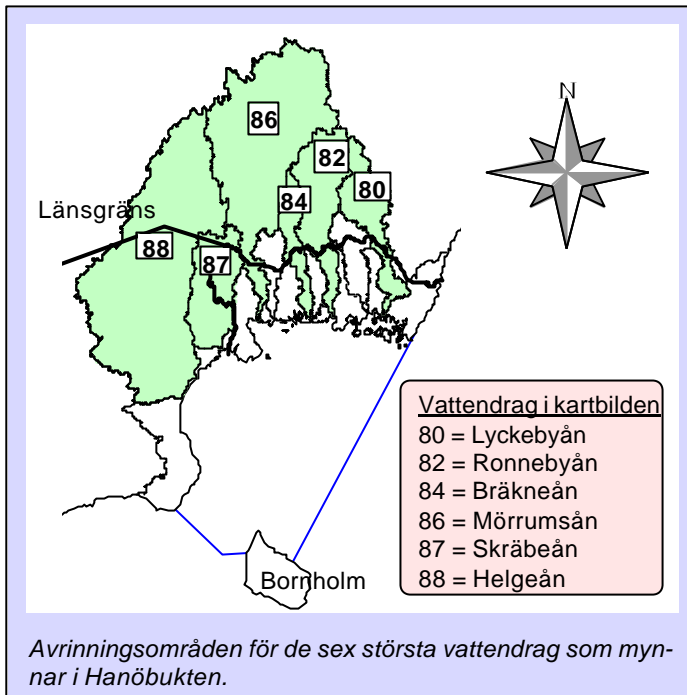
Sammanfattning.....	4
Inledning .....	9
Tillståndet i olika vattenområden 2000 .....	10
Västra Hanöbukten .....	10
Åhus och upp till Sölvesborgsområdet .....	12
Pukaviksbukten och Karlshamn .....	15
Ronnebyområdet och västerut .....	17
Karlskrona / Torhamnsområdet .....	19
Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund .....	22
Tillförsel av föroreningar .....	25
Hydrografi i utsjön .....	27
Hydrografin i Blekinge och Västra Hanöbukten .....	29
Salthalt .....	30
Siktdjup .....	31
Syreförhållanden .....	32
Närsalter .....	32
Organiskt kol (TOC) och klorofyll a .....	36
Sediment och mjukbottenfauna .....	37
Sediment .....	37
Bottenfauna .....	39
Makroalger på hårbotten .....	47
Utbredning och förekomst av alger .....	48
Förekommande arter .....	50
Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll .....	52
Metaller och andra gifter i musslor .....	53
Metaller i musslor .....	53
EOCl och klorfenoler i musslor .....	55
Mobil grundområdesfauna.....	56
Sediment och vegetation .....	57
Artantal .....	58
Abundans .....	58
Biomassa .....	58
Jämförelse med undersökningar från 80-talet .....	58
Sjukdomstecken hos lerstubb .....	59
Statistisk utvärdering .....	59
Slutsatser .....	62
Fiskfysiologiska undersökningar .....	63
Gallanalyser .....	64
CYP1A-halt och EROD-aktivitet .....	64
Aminotransferasanalyser .....	65
Klorid- och laktatanalyser .....	65
Hematologi .....	67
Leverglykogen och leverhistologi .....	67
Morfometri .....	69
Reproduktionsstudier .....	69
Makroskopisk bedömning .....	70
Slutsatser .....	70
Referenser.....	71
Bilagor .....	73

# Kustundersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten - sammanfattning av resultat från undersökningarna 2000

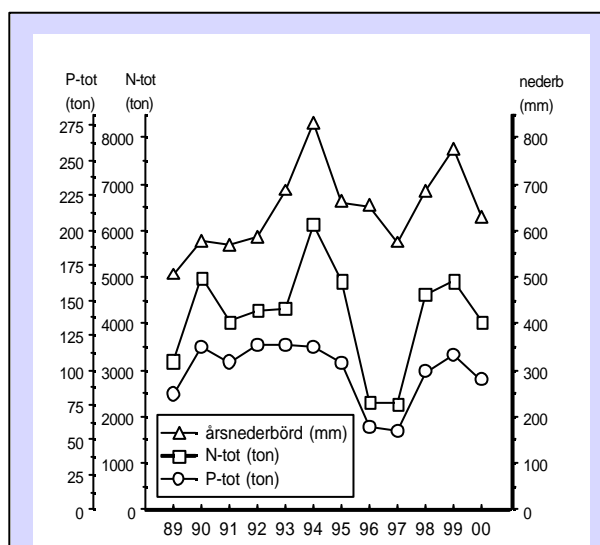
Under 2000 genomförde Högskolan i Kalmar, SMHI och TOXICON i Landskrona den samordnade kustkontrollen i Hanöbukten. I provtagningarna ingick såväl vattenundersökningar som undersökningar av biologiska variabler. Syftet med undersökningarna är att övervaka miljön i Hanöbuktens kustvatten och att konstatera 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



mänsklig aktivitet. Framförallt bestäms dock näringstransporten i åarna av flödet vilket i sin tur avgörs av nederbördsmängden. Under 2000 föll merparten av nederbörden under vintern och senhösten. Sommarhalvåret och fram till oktober var däremot torr med påfallande liten transport av näringsämnen till kusten.



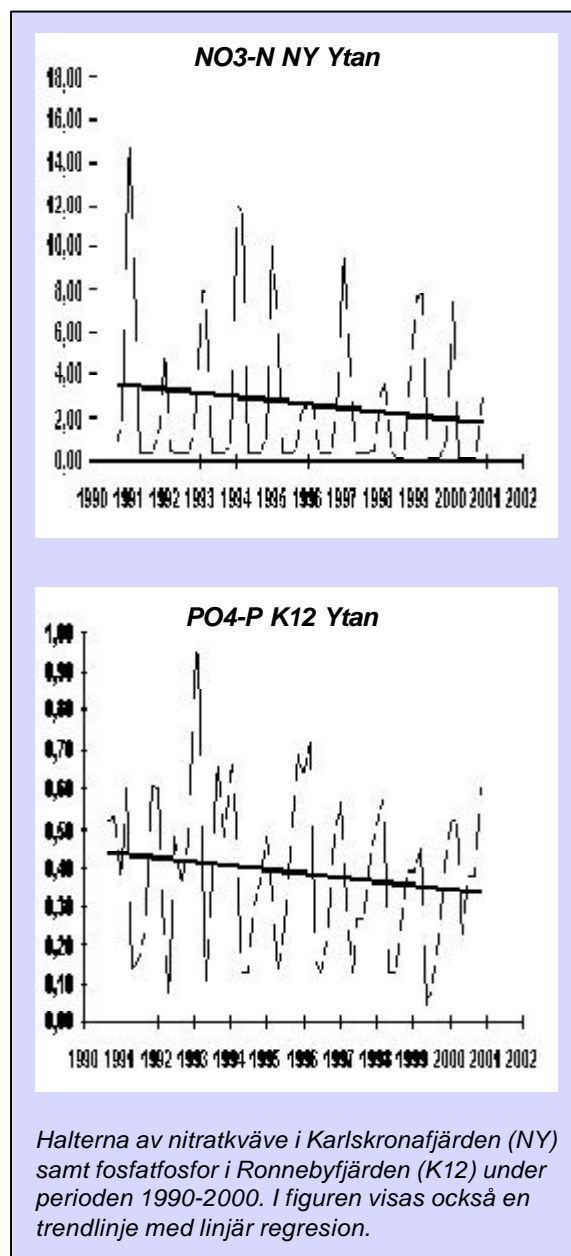
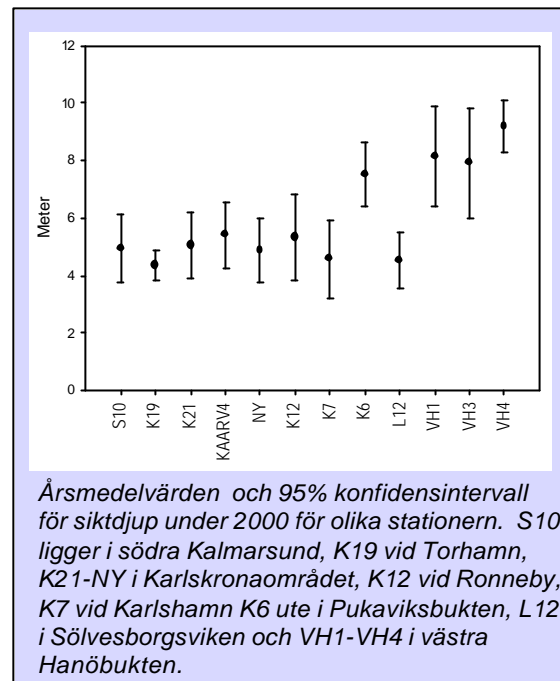
Sammantaget var 2000 ett av de mildaste åren på länge främst beroende på den varma hösten. Nederbördsmängden var ungefär 5% större än under ett normalår och transporten av näringsämnen via åarna var något mindre än 1999.

## Hydrografiska mätningar

Salhaltsskiktningen 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 även om 2000 var märkbart bättre än de tre tidigare åren.

Siktdjupet är normalt betydligt mindre i skärgårdsområden och vikar än i öppna havet. Under 2000 varierade medelsiktdjupet mellan 4 och 9 meter med de högsta värdena i västra Hanöbukts öppna kust och de lägsta värdena i Blekinges skärgårdsområden.

Blekinge och västra Hanöbukts kustvatten skiljer sig från utsjön genom något högre halter av närsalter och något lägre salthalter. Kvävehalterna



uppvisade dessutom en mycket tydlig årsfluktuation, framför allt styrd av planktonproduktionen i vatten. För övriga parametrar syns inga tydliga enhetliga skillnader vilket antyder att vattenutbytet mellan skärgården och utsjön är förhållandevis bra.

Flertalet av de undersökta vattenområdena hade enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder låga till medelhöga halter av näringsämnen. I Sölvesborgsviken samt vid Karlshamn och Kristianopel var halterna däremot höga. Vintervärden av oorganiskt fosfor och kväve har under den senaste femårsperioden minskat i Östersjön. I Västra Hanöbukten syns ingen liknande trend. I Ronneby- och Karlskronaområdet kan däremot en svag trend med minskande halter märkas under motsvarande tidsperiod.

## Sediment och bottenfauna

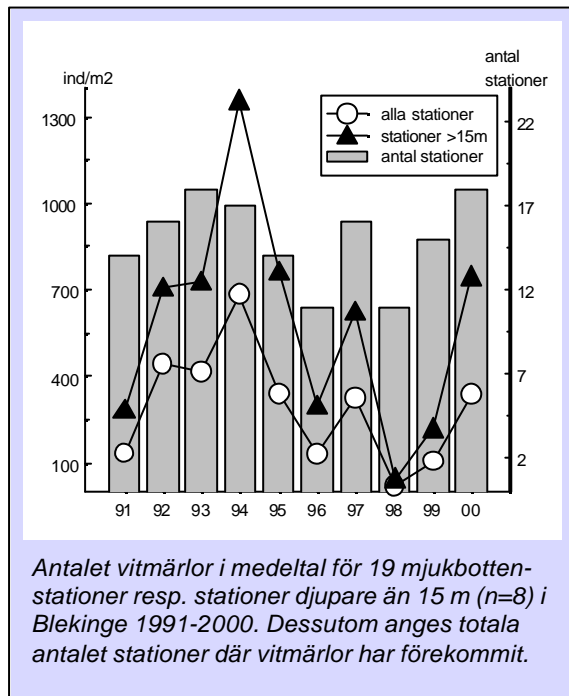
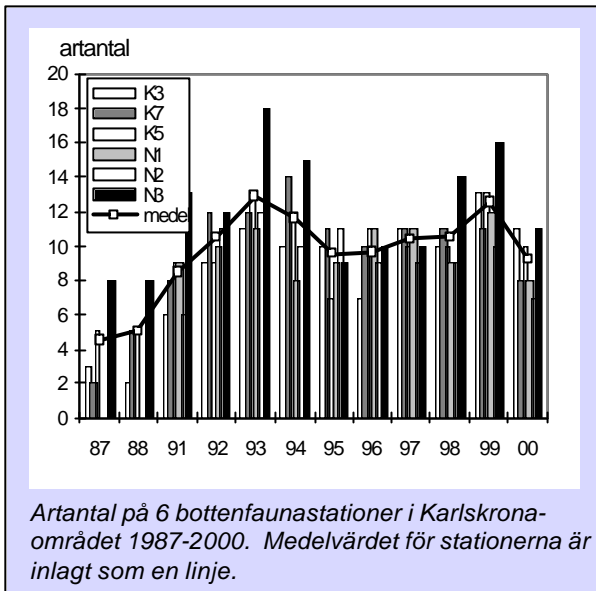
På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur som på olika sätt påverkas av föroreningar och annan störning. Vid ökad föroreningsgrad försvinner några känsliga arter, medan andra mer tåliga arter kan breda ut sig. I Hanöbukten påträffades djur på samtliga 28 undersökta stationer vid undersökningarna 2000 och totala antalet påträffade arter var 36, vilket är något fler än de tidigare åren. Åtminstone en station var förhållandevis artfattig, vilket tyder på en viss påverkan. Det gäller stationen vid Kristianopel som flera år visar tydliga tecken på utslagning av bottendjuren till följd av syrebrist.

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

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. Situationen i Karlskronafjärden är dock fortfarande betydligt bättre än på 80-talet.

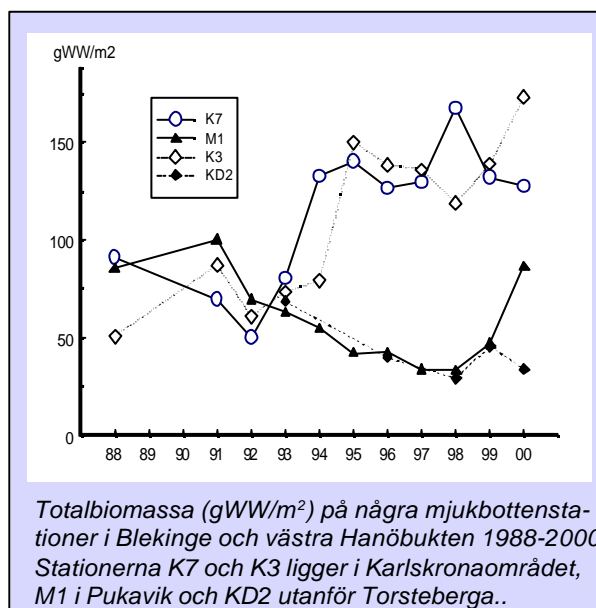
Ett antal djurarter uppvisar naturliga fluktuationer i sin förekomst. Det gäller t ex den i området vanligt förekommande vitmärulan som har visat sig variera i cykler om ungefär sju år och som nu har börjat öka igen och kan förväntas nå



Förändringarna i 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 Karlskronabasängen har den ökat på flera stationer vilket kan vara ett tecken på att förhållandena har blivit något bättre, även om just 2000 verkar ha varit ett sämre år än under slutet av 90-talet. På ett par stationer i Pukaviksbukten och västra Hanöbukten har biomassan under många år sjunkit till mycket låga nivåer. Vid undersökningen 2000 hade dock biomassan stigit betydligt på stationerna i Pukaviksbukten medan stationen vid Helgeåns mynning fortfarande hade mycket låg biomassa.

en ny topp inom ett par år. Resultaten från provtagningarna visar också 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 stationen PMK5 vid Torhamn och N7 i Valjeviken.

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, såvada 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.

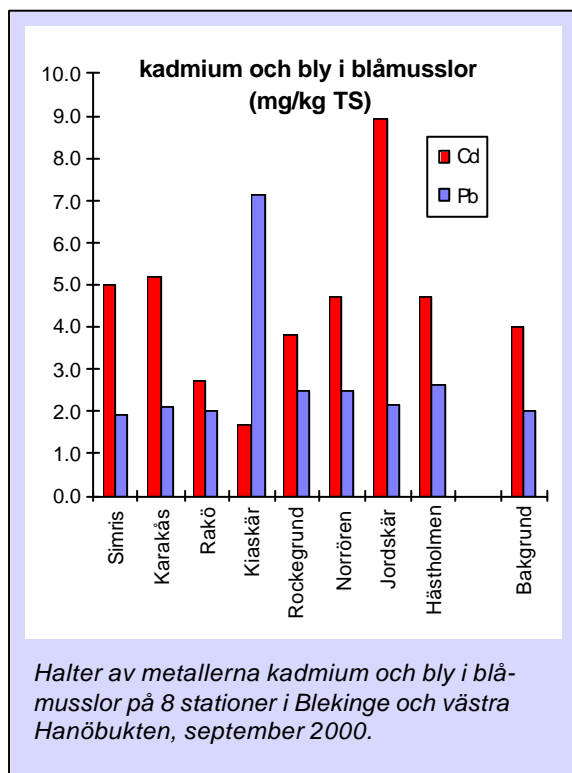
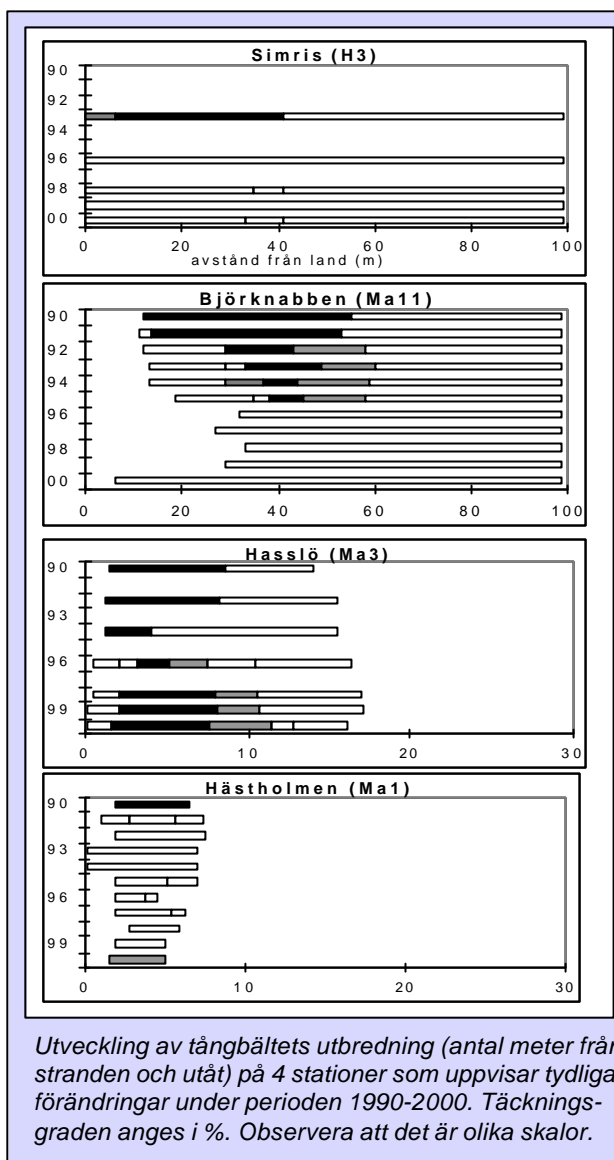


En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast den artfattiga stationen i Kristianopel klassas som påverkad.

### Makroalger på hårbotten

Under perioden 1990-2000 har det skett stora förändringar på algstationerna i Blekinge och västra Hanöbukten. Dessvärre har nästan alla förändringar, åtminstone då det gäller tängens situation, varit till det sämre. I dagsläget finns bara sammanhängande tångbälten på 9 av de 15 undersökta stationerna. 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. Sedan 1999 hade dock tängen utvecklats positivt på några av de undersökta stationerna som nästan förlorat sitt tångbestånd. Mängden påväxt på tängen under hösten var i allmänhet måttlig men betydligt högre än 1999.

Antalet förekommande arter i rödalgsbältet var ungefär detsamma 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 16 arter av alger, framför allt rödalger men även endel brun- och grönalger. Statistisk analys antyder att artsammansättningen främst styrs av vågexponeringen på respektive lokal.

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

### Metaller och klorföreningar i blåmusslor

För att se på gifthanrikning i levande organismer analyserades tungmetaller och klorföreningar 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 ett par stationer i västra Hanöbukten

och kraftigt förhöjd utanför Mörrums Bruk. Även blyhalten var kraftigt förhöjd på en lokal i Sölvesborgsviken.

Halterna av EOC1 var högst i Mörrums Bruks utsläppsområde. De uppmätta halterna var betydligt högre än vid undersökningen 1999.

### **Mobil grundområdesfauna**

Mobilgrundområdesfauna, dvs småfisk och kräftdjur på grunt vatten, undersöktes för tredje året i rad utanför Östra Stärkelsens fabrik vid Jämjö. Av resultaten går det ej att fastställa någon effekt av fabriken utsläpp. Såväl artantal som individtätthet och biomassa var jämförbara på recipientlokalerna och referenslokalen vid Torhamn. Inte heller hade den lilla fisken lerstubb förstörade ögon som vid undersökningen 1999.

En utvärdering av treårsperioden visar att mobil grundområdesfauna är en relativt svag metod när

det gäller recipientkontroll främst beroende på den stora variation som djurarterna uppvisar. Metodens stora fördel är dess höga ekologiska relevans, dvs hur den återspeglar ett helt samhälle och hur detta påverkas. Metoden verkar därmed vara mer lämpad för monitorering av olika kustområdens generella hälsotillstånd.

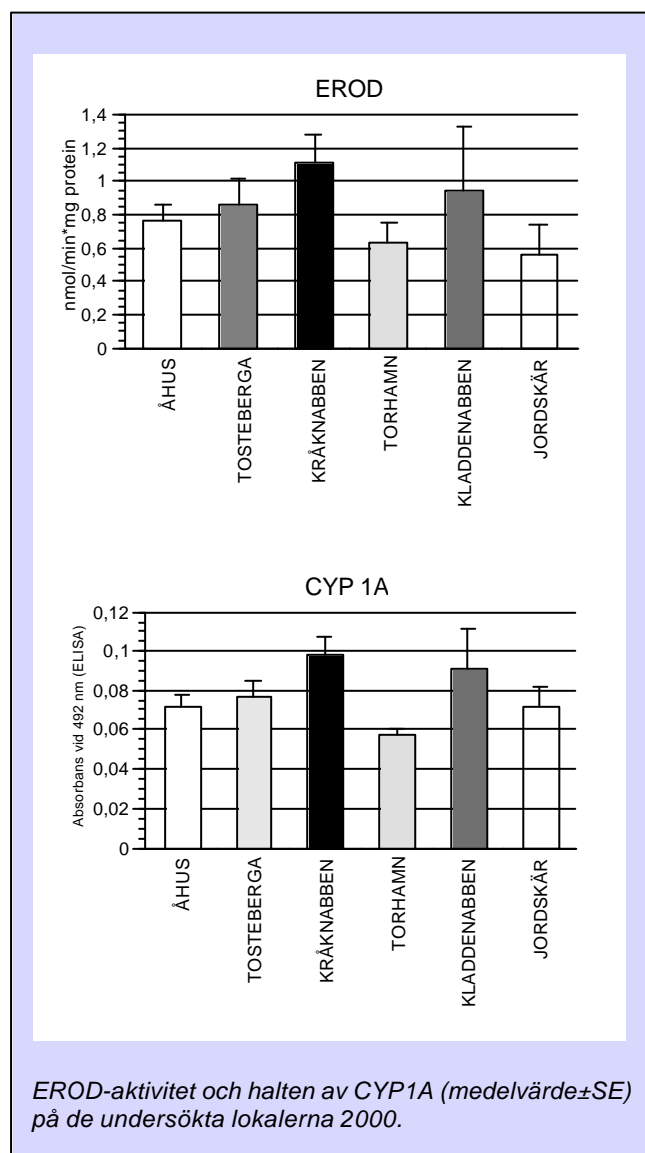
### **Fiskfysiologiska undersökningar**

Fiskfysiologiska undersökningar gjordes utanför de båda massbruken i Mörrum och Nymölla samt på referenslokaler.

EROD-aktiviteten, ett mått på avgiftningen av främmande ämnen, uppvisade ingen förhöjning i recipientområdena. Däremot var halten av CYP1A, det enzym som är verksamt vid EROD-aktivitet, förhöjd vid Nymölla. Skillnaden var dock inte signifikant högre än i båda referensområdena. I övrigt fanns det ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar har påverkats negativt i utsläppsområdena. Undersökningen visade också att det förekom mycket parasiter i bukhalan hos fisk på samtliga undersökta lokaler, såväl utanför utsläpp som i referensområden.

*Power-analys av total abundans, total biomassa samt abundans och biomassa för lerstubb. Tabellen visar hur många replikat som behövs för att säkerställa en given, konstant förändring under en given period. Prognosen avser att med 80 % sannolikhet kunna fastställa en årlig förändring som motsvarar 5 % av första undersökningens medelvärde för 5- respektive 10-årsperioder.*

	5 år	10 år
Total abundans	172	35
Total biomassa	61	13
Abundans Lerstubb	27	6
Biomassa Lerstubb	33	7



## 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.

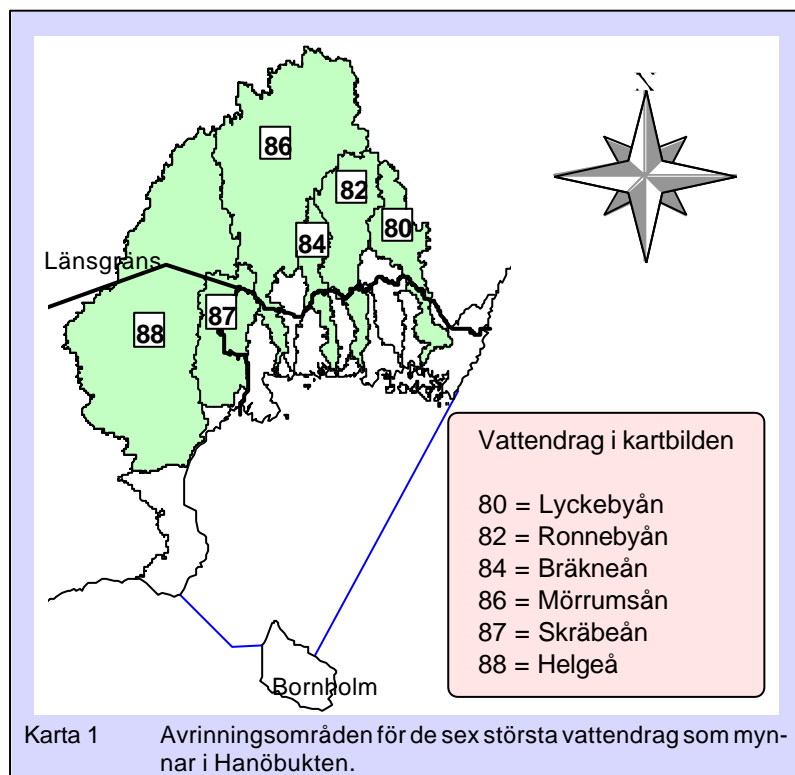
Under 2000 genomfördes samordnad recipientkontroll i Blekinge och västra Hanöbukten enligt de program som fastställdes i februari 1998. Kontrollen har därmed omfattat fysikaliska/kemiska parametrar i vatten, biologiska undersökningar av bottenfauna, makroalger och mobil grundområdesfauna, fiskfysiologi för tånglake samt mätning av metaller och andra gifter i blåmusslor. 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 undersökningsresultat 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 senaste åren. I föreliggande rapport görs en utvärdering av metodens lämplighet för fortsatt 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).

Efter fem års undersökningar ska en mer omfattande genomgång av resultaten göras med statistisk trendanalys och jämförelser med andra studier.



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 har ombesörjts av SVELAB i Kalmar och SGAB i Luleå, medan klorerade substanser har analyserats av SINTEF kjemi i Oslo, Norge. SMHI i Norrköping ansvarar för provtagning och analys av hydrografiska mätningar. Undersökningar av de grunda bottenarnas mobila epifauna och 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 2000

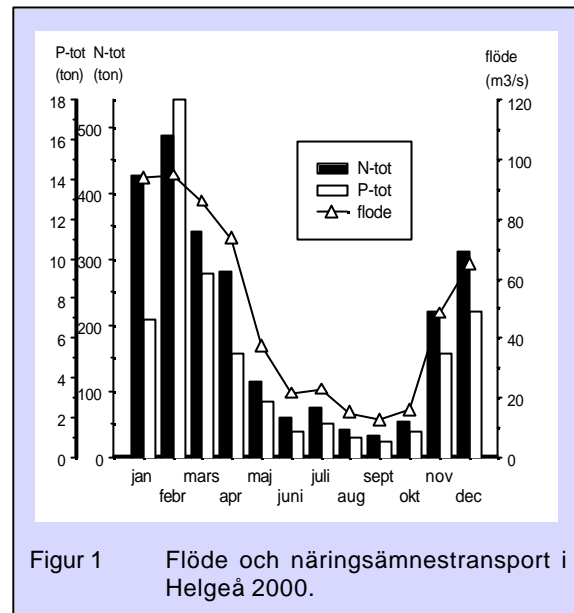
## Västra Hanöbukten

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 välsorterad 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 1999 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. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 2.

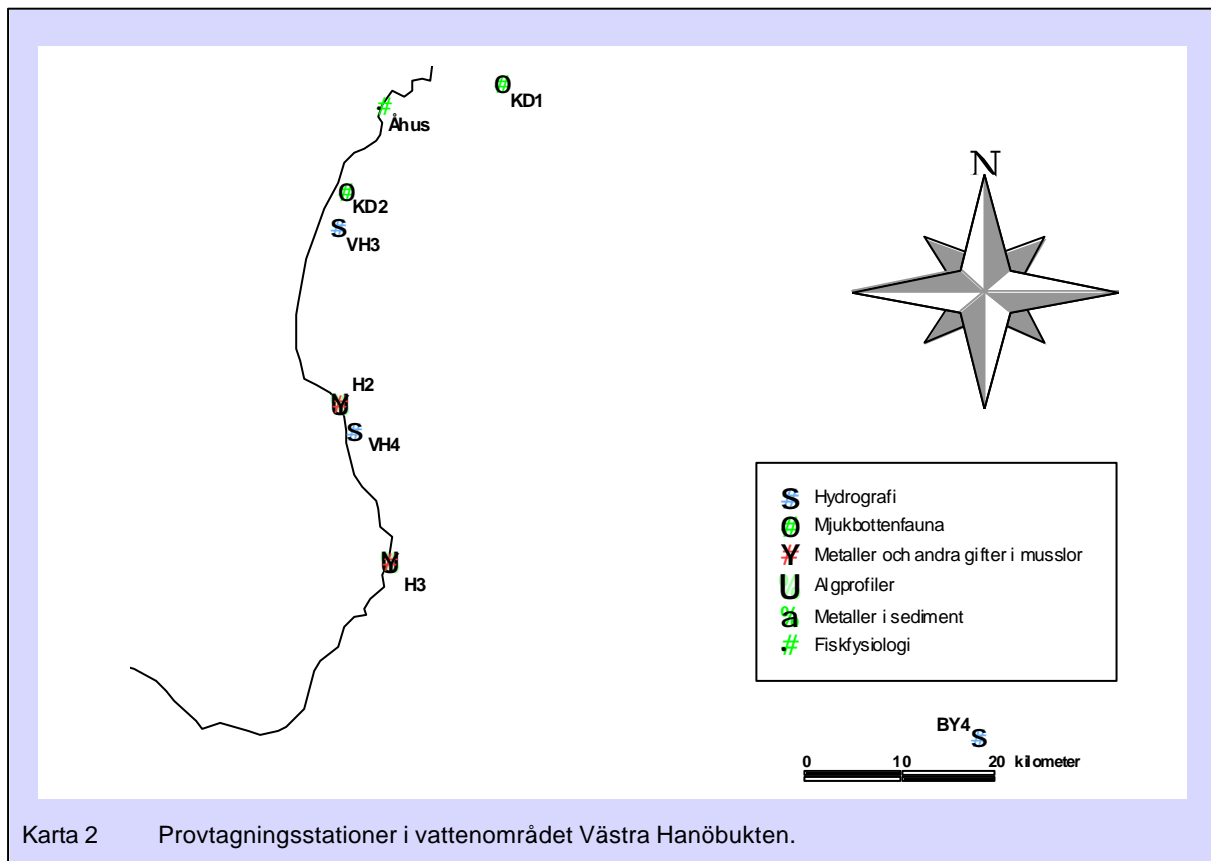
Någon tydlig förändring av vinterhalterna av närsalter för området kan inte ses under de senaste åren. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för halter av fosfat (oorganiskt

fosfor) har området en medelhög halt. Även för halterna av nitrat (oorganiskt kväve) uppvisar området en medelhög halt.

Den minskning av närsalter som skett i Östersjön de senaste åren kan inte spåras i västra Hanöbukten. De senaste årens milda vintrar



Figur 1 Flöde och näringsämnestransport i Helgeå 2000.



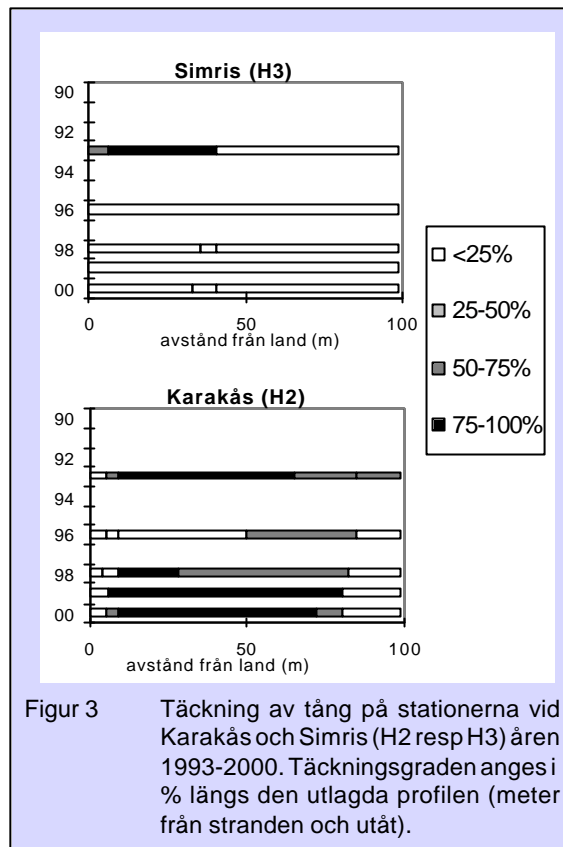
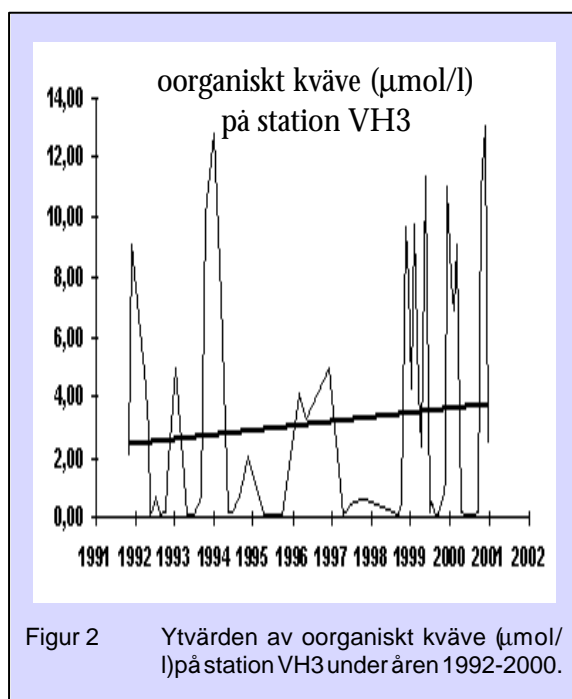
Karta 2 Provtagningsstationer i vattenområdet Västra Hanöbukten.

med riklig nederbörd och höga vattenflöden är den troligaste förklaringen att denna trend inte kan påvisas i området.

Årets undersökningarna visar att siktdjupet har förbättrats. Siktdjupet för 2000 har förändrats från ett stort djup till mycket stort djup jämfört med 1999.

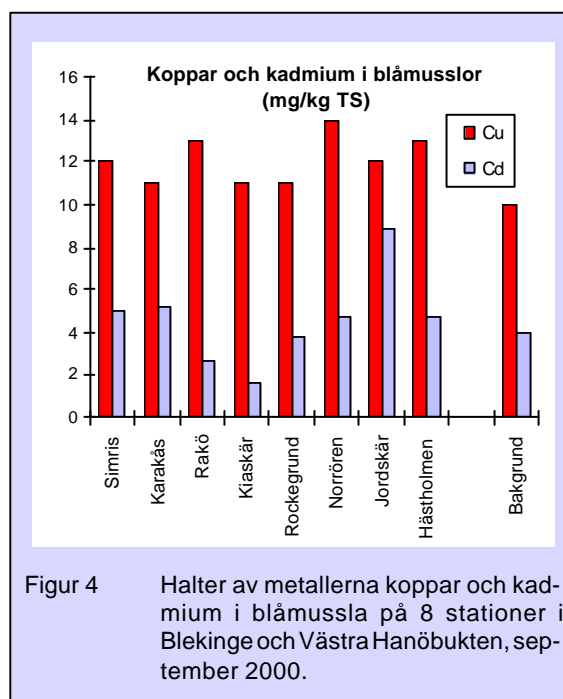
En bottenfaunastation provtas i området (KD2). Stationen har provtagits tidigare vid ett par tillfällen och uppvisar ingen nämnvärd förändring sedan dess. Biomassan är väldigt låg men artsammansättningen antyder inte att området är förorenat. Artsammansättningen var nästan identisk med den vi fann på KD1 en bit norrut (se nästa vattenområde). Djurlivet på platsen verkar 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 mellan 1993 och 1996. Förändringen förklarades då med den stränga vintern 1994/95 som kan ha inneburit att isen skrapade av tång ner till ett par meters djup (Tobiasson 1997). Vid besöket 1998 hade tången ökat sin utbredning och täckning igen och en tydlig återhämtning var på gång (figur 3). Vid provtagningen 1999 hade förbättringen fortsatt vid stationen Karakås medan algprofilen vid Simris åter hade förlorat mycket av den tång som fanns 1998. Den troliga orsaken är betning av den lilla tång-



gråsuggan *Idotea baltica*. Situationen var ungefär densamma vid undersökningen 2000. Det vuxna tångbeståndet vid Simris hade tätat något men de små plantorna var nästan helt bortbetade. Även vid Karakås hade tången skadats av betare.

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

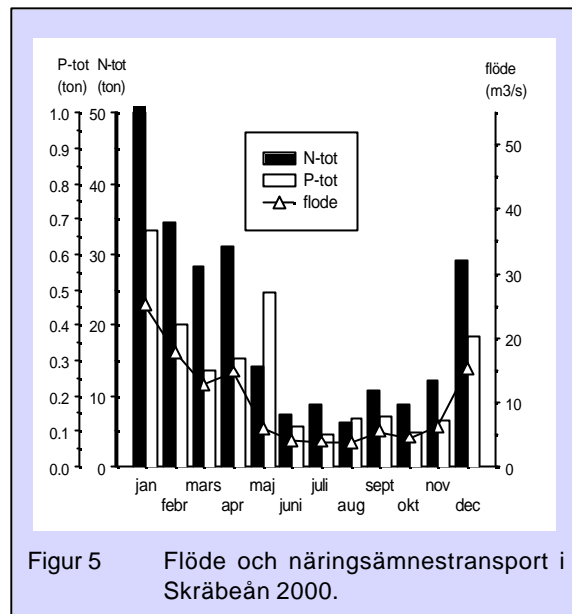


verkets bedömningsgrunder klassas de uppmätta kadmiunhalterna som tydligt avvikande. Det är svårt att med säkerhet knyta de uppmätta halterna till en speciell föroreningskälla, men eftersom förhöjda halter har noterats vid Simris vid två på varandra följande mättillfällen kan det finnas anledning att undersöka varifrån detta kadmium kan härstamma.

Halterna av EOCl (Extraherbart organiskt klor) i musslor var något högre än tidigare på båda de undersökta stationerna. Vid Simris har halterna vid samtliga mättillfällen varit i nivå med de som vi uppmäter i recipientområdet till Mörrums Bruk vilket kan tyckas vara anmärkningsvärt.

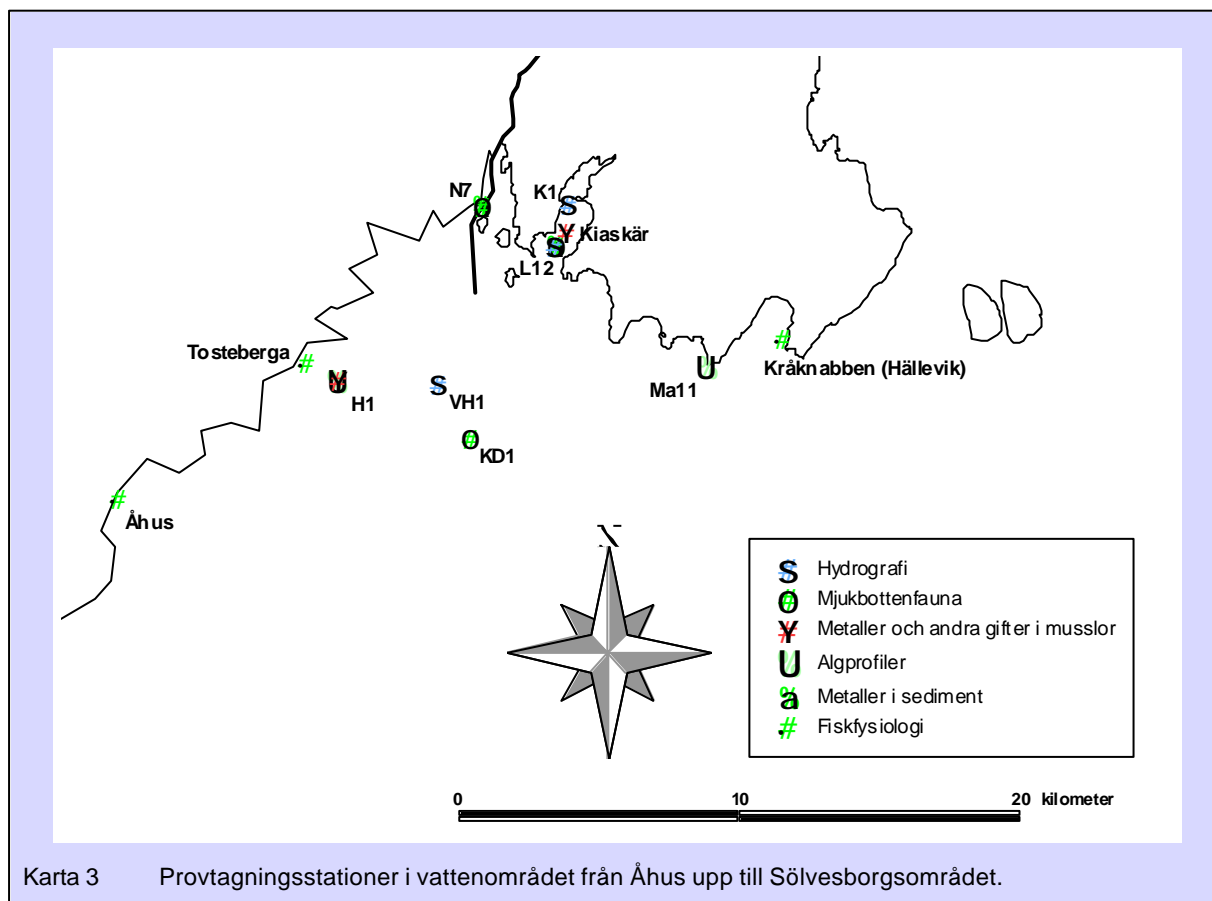
### Åhus och upp till Sölvesborgsområdet

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 2000 framgår av figur 5. Utanför "skärgården" består bottenarna

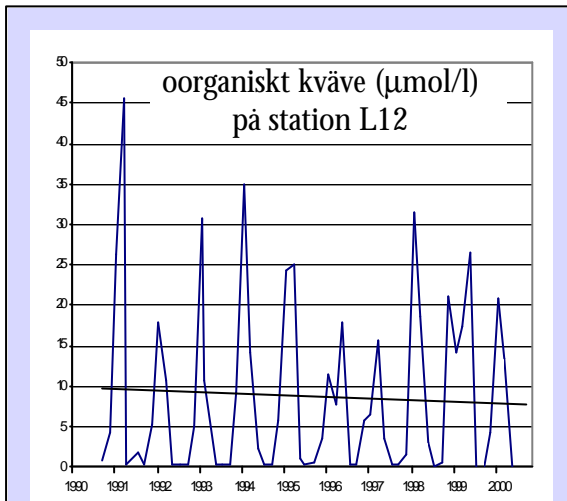


Figur 5 Flöde och näringsämnestransport i Skräbeån 2000.

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.



Karta 3 Provtagningsstationer i vattenområdet från Åhus upp till Sölvesborgsområdet.



Figur 6 Ytvärden av oorganiskt kväve ( $\mu\text{mol/l}$ ) på station L12 under åren 1990-2000. Den inlagda linjen är en trendlinje (linjär regression).

Listerlandet har öppen moränkust med enstaka skär och öar omväxlande med sandstränder och enstaka partier med klippkust som vid Listers huvud och på Hanö. På södra delen av Listerlandet vid Hällevik och Torsö återfinns vikar där inslaget av sand är betydande. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 3.

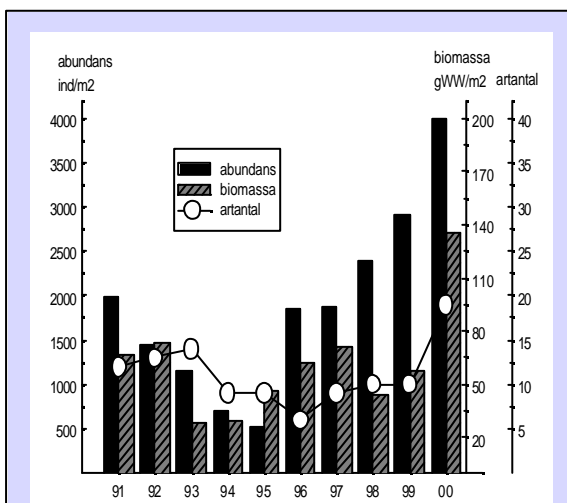
Station L12 i Sölvesborgsområdet visar för vinterperioden 2000 medelhöga halter av fosfat. Under den senaste 10-årsperioden har halterna stadigt minskat. Samma trend visar halterna av nitrat (figur 6) även om minskningen inte är lika tydlig. Halterna av nitrat i ytvattnet är höga enligt bedömningsgrunderna men ligger i nivå med 1999 års värden. Station L12 ligger långt

inne 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 uppvisar en låg halt av nitrat.

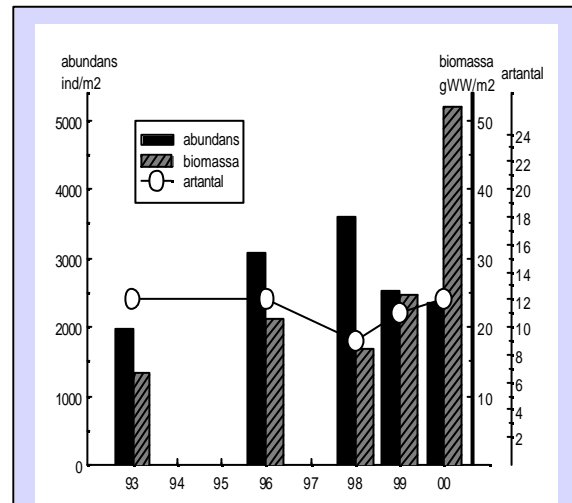
Siktdjupet vid stationen (L12) har förbättrats något mot föregående år från litet siktdjup till medelstort siktdjup. Trenden under de senaste åren är dock oförändrad och siktdjupet pendlar mellan dessa två värden.

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. Vid provtagningen 2000 hade den näst högsta artantal av alla stationer. Ökningen i biomassa beror främst på att en stor åldersgrupp med östersjömusslor hade vuxit till sig.

I vattenområdet finns även en station som ligger betydligt mer växexponerat. Det är KD1 som ingår i programmet för västra Hanöbukten. Stationen har provtagits tidigare vid ett par tillfällen och uppvisar ingen nämnvärd föränd-



Figur 7 Artantal, individtäthet och biomassa på bottenfaunastation N7 i Valjeviken under åren 1991-2000.



Figur 8 Artantal, individtäthet och biomassa på bottenfaunastation KD1 under åren 1993-2000.

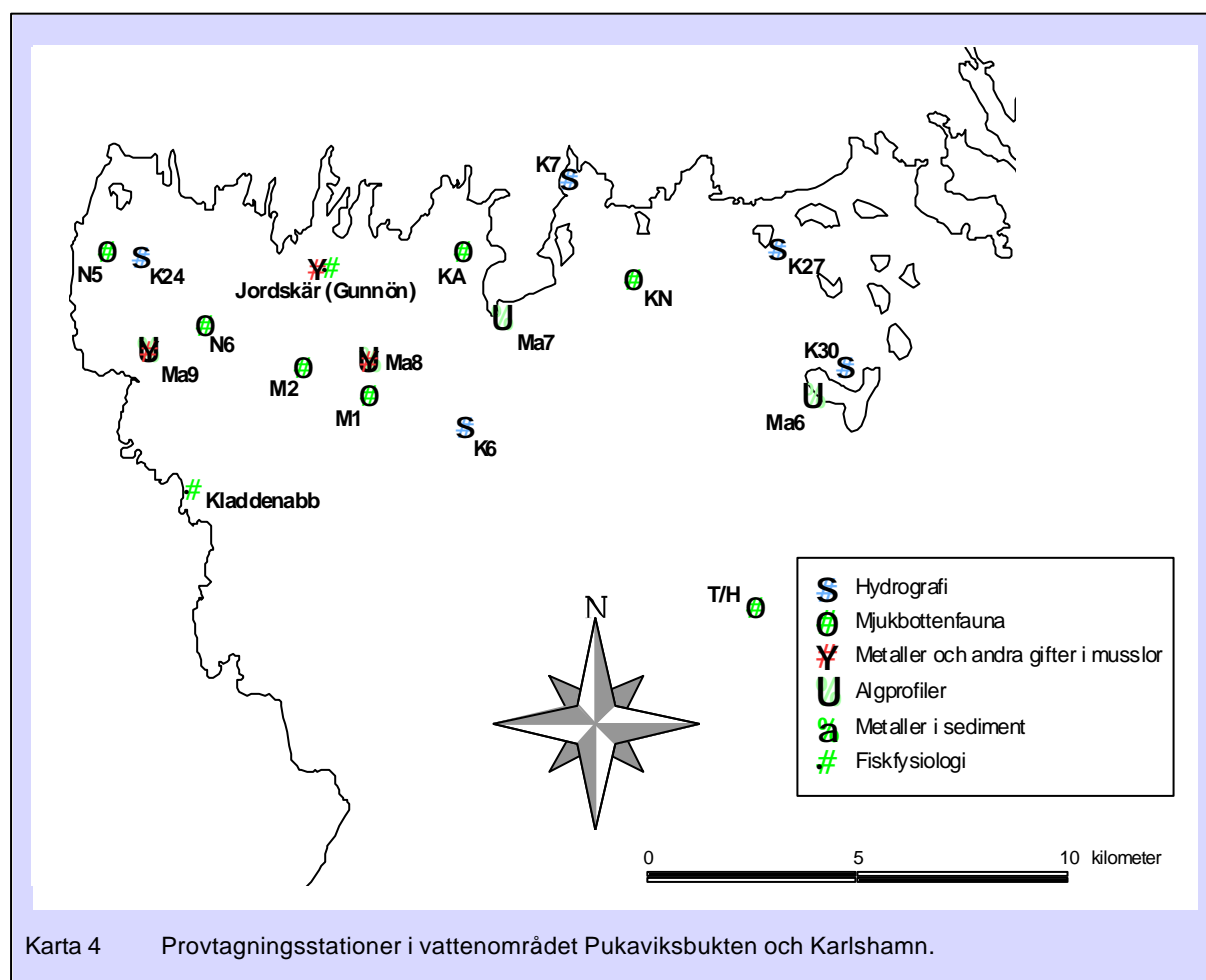
ring sedan dess (figur 8) bortsett från då det gäller biomassan. Denna är fortfarande låg men den hade nästan fördubblats sedan tidigare års provtagningar. Hela viktökningen beror på stovuxna musslor. Sedimentet på platsen är väldigt fast och trots extra tyngder på skopan är det svårt att få upp bottensediment 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. Nästa års provtagning får visa om denna förklaring kan vara riktig. En annan tydlig förändringen på stationen mellan de olika provtagningstillfällena är att den lilla sandmärlan (*Bathyporeia pilosa*) stadigt har minskat. Arten är dock känd för att kunna variera i förekomst mellan åren. Fortsatta årliga provtagningar får visa hur stabilt djurlivet är på platsen.

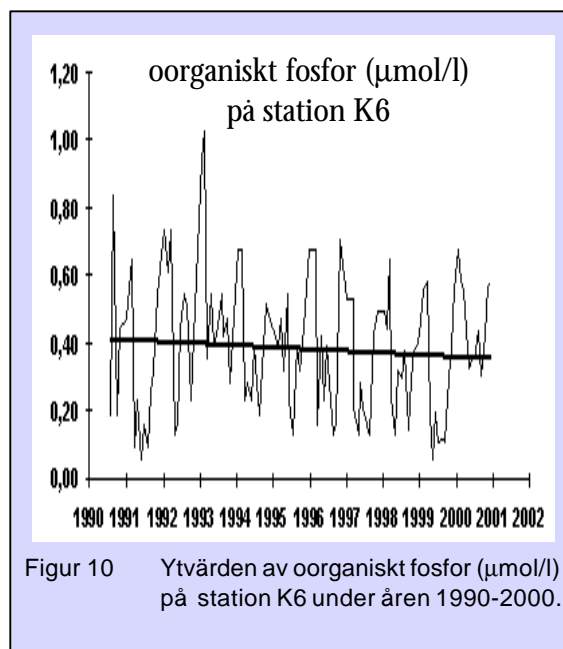
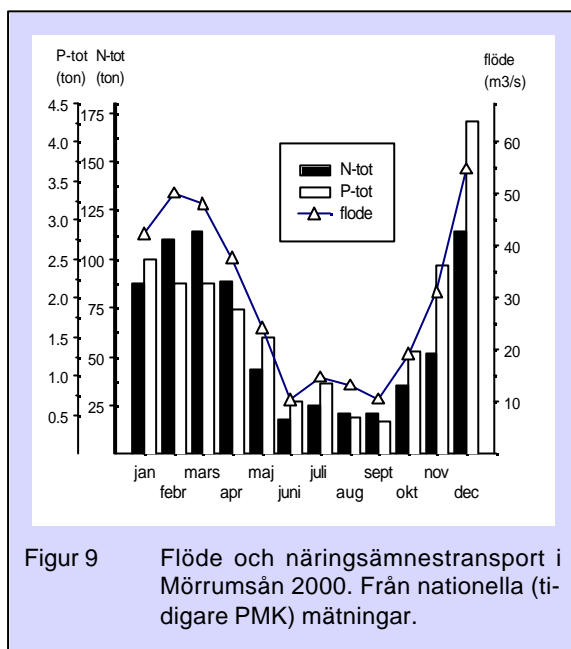
Vid Rakö undersöks en algprofil ingående i västra Hanöbuktens program. Den har undersökts vid ett par tidigare tillfällen och vi kunde då konstatera stora försämringar för tangbältet mellan 1993 och 1996. Förändringen förklara-

des med den stränga vintern 1994/95 som kan ha inneburit att isen skrapade av tang ner till ett par meters djup. Vid besöken 1998 till 2000 hade tangen ökat sin utbredning och täckning igen och en återhämtning verkar vara på gång.

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

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). Resultaten från 2000 var de hittills högsta som vi uppmätt. De förhöjda halterna av bly i blåmusslor från Sölvesborgsviken är inte särskilt





förvånande eftersom halten av bly i sedimentet är förhöjd (Tobiasson 2000). Eventuellt kan muddringsarbetena i hamnen ha inneburit en ökad exponering för det bly som ligger i sedimentet.

Under 2000 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 Stora Nymölla har påverkats negativt. Däremot kunde man i undersökningen konstatera hög förekomst av inälvparasiter på samtliga undersökta lokaler. Det var ingen nämnvärd skillnad mellan recipient- och referenslokaler.

### **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 9 visas flöde och transport av näringsämnen via Mörrumsån 1999. Kusten från Pukaviksbukten

förbi Karlshamn bort till 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 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 (figur 10). Mätningar vid station K6 visar att nivån av fosfat har ökat något från låg till medelhög halt mellan 1999 och 2000. Station K7 som ligger i Karlshamns hamn visar höga halter av fosfat men vattenutbytet där är lägre och området belastas av utsläpp från industrier, dagvatten och det kommunala reningsverket. Denna station visar på en ökning jämfört med 1999 då halten av fosfat var medelhög. Mätningar från bägge stationerna visar att halten av nitrat i området har ökat. För station K6 från mycket låg halt till medelhög halt år 2000 vilket bekräftas från station K7, där halten ökat från medelhög till hög halt. På samma sätt som för fosfat visar dock halterna över en längre period ingen tydlig trend.

Siktdjupsförhållandena är oförändrade de senaste tre åren med ett mycket stort siktdjup för perioden 1998 till 2000.

Bottnarna i Pukaviksbukten består, som tidigare konstaterats, nästan uteslutande av sand. Detta avspeglar sig även i djursamhällena som domineras av sandrörbyggande 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 11). 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. Biomassan hade visserligen ökat något sedan 1998 men var fortfarande anmärkningsvärt låg. De två senaste åren ökade dock mängden musslor och därmed även den totala biomassan igen. På mjukbottenstationen vid Nypgrund (M2) har biomassan sjunkit under i stort sett hela provtagningsperioden och hade under 2000 den

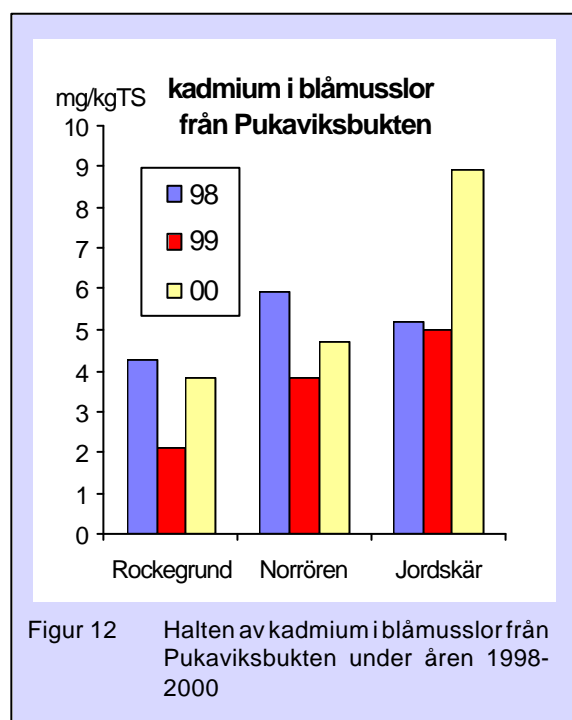
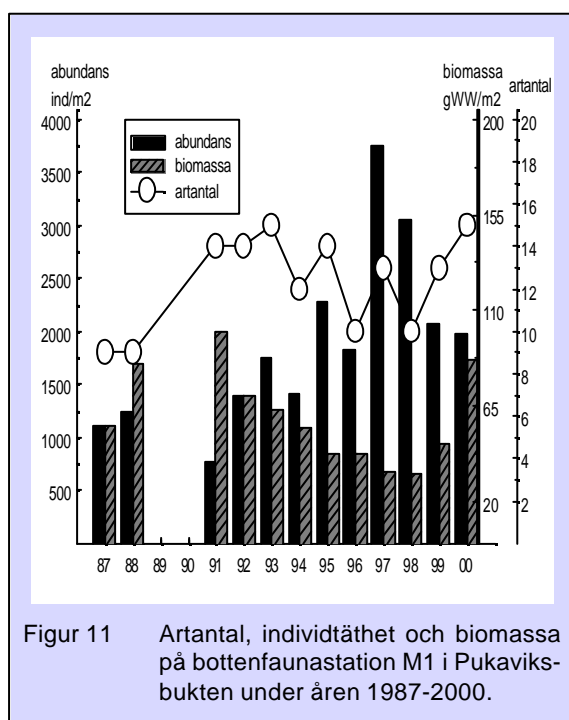
hittills lägsta biomassan. För första gången var den lägre än på stationen M1.

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 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. Rödalgen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) dominerade de grundare delarna av profilen och rödalgsbältet hade en oförändrat hög täckning och biomassa.



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, med en halt som var dubbelt så hög som angiven bakgrundshalt (figur 12). 2000 var det tredje året med tydligt förhöjda kadmiumhalter på denna station och det finns därmed anledning att utreda varifrån detta kadmium kam härstamma och kanske också hur stort område som har denna höga halt. Stationen hade även hög halt av krom vid mätningen 2000.

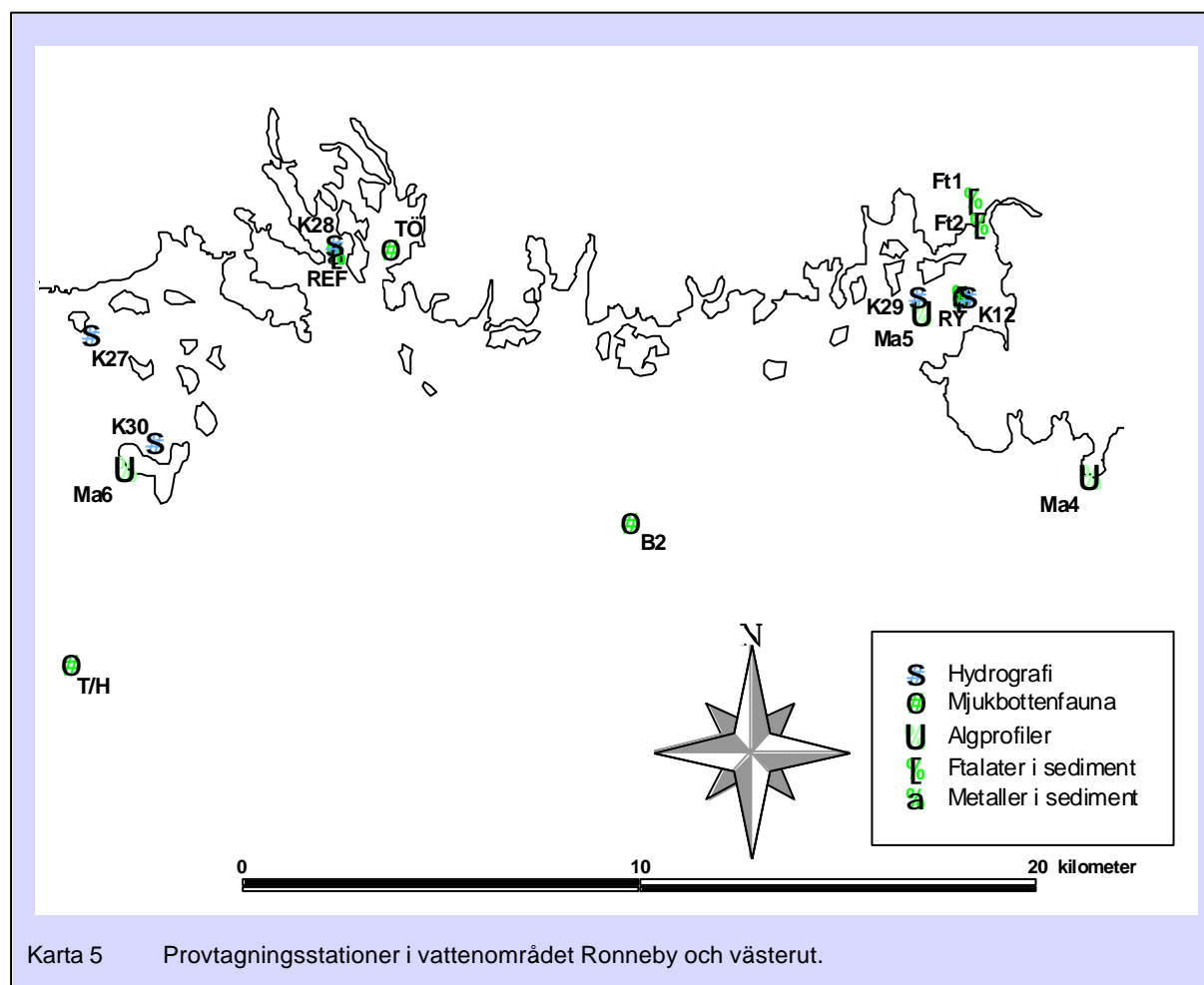
Halterna av EOC1 uppvisar en svag gradient från Mörrums Bruks utsläppsområde. De uppmätta halterna var på flera stationer betydligt högre än vid undersökningen 1999.

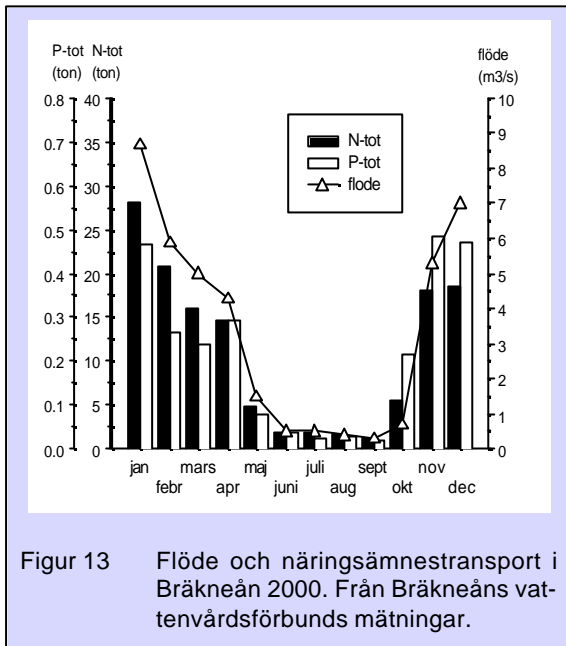
Under 2000 gjordes liksom de två tidigare åren fiskfysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massbruken i Mörrum och Nymölla. Det fanns ingenting i

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 inälvsparasiter på samtliga undersökta lokaler. Det var ingen nämnvärd skillnad mellan recipient- och referenslokaler.

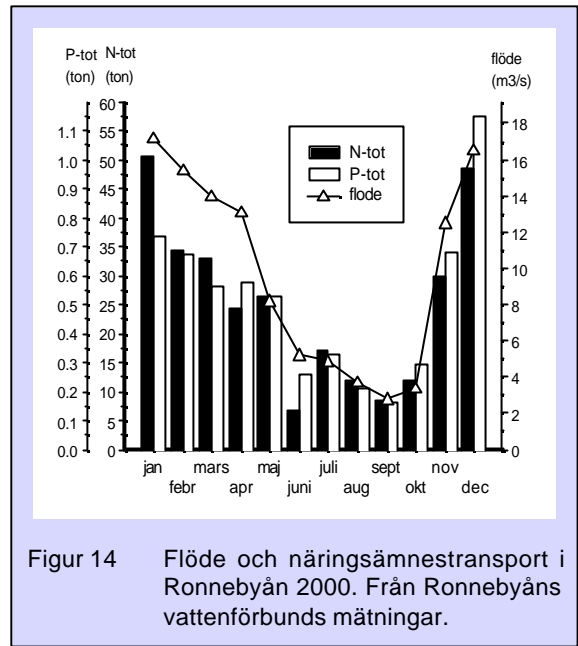
### **Ronnebyområdet och västerut**

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 tätnar öarna till en bredare skärgård, exempelvis vid Tärnö. Ett större vattendrag (Bräkneån) mynnar i detta område och dessutom fanns där under 2000 tre fiskodlingar med en total tillståndsgiven produktion på 110 ton. Flöde och transport av näringsämnen via Bräkneån för 2000 framgår av figur 13. Området utanför Ronneby karaktäriseras av en smal morännskärgård med låga öar. Ronnebyfjärden är en halvöppen fjärd med relativt god kontakt med utsjövattnet. Fjärden belastas fr a





Figur 13 Flöde och näringsämnestransport i Bräkneån 2000. Från Bräkneåns vattenvårdsförbunds mätningar.



Figur 14 Flöde och näringsämnestransport i Ronnebyån 2000. Från Ronnebyåns vattenvårdsförbunds mätningar.

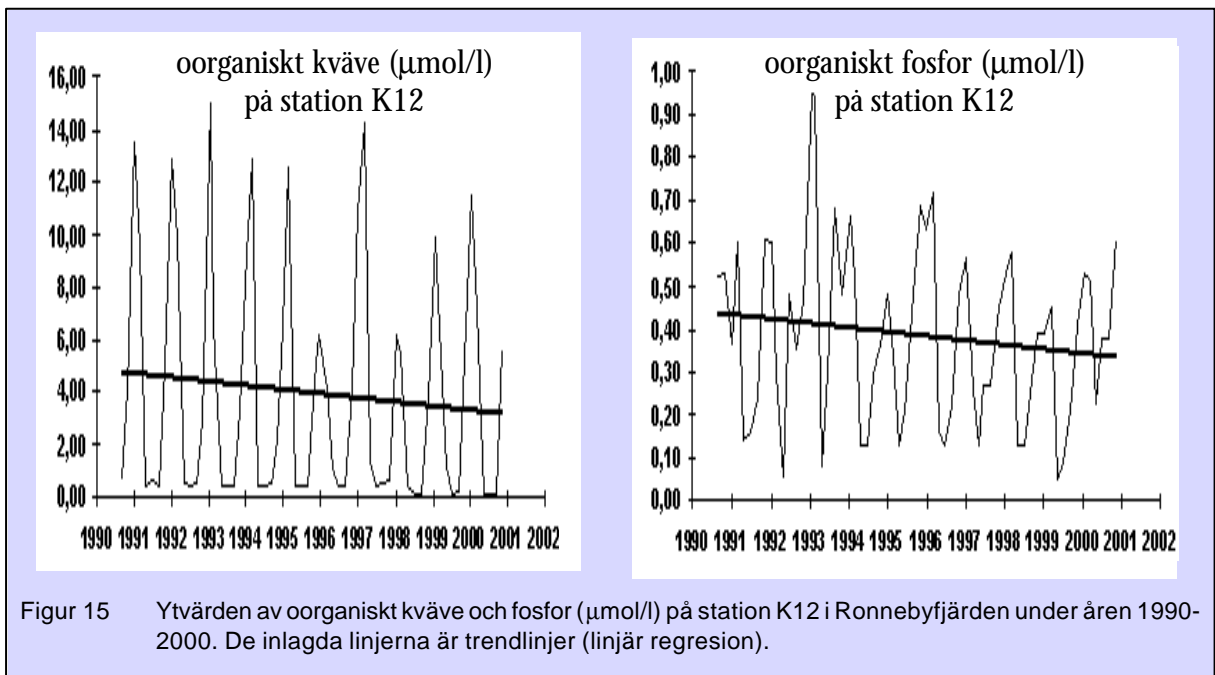
av Ronnebyån, men i dess yttre del finns även en stor fiskodling (tillståndsgiven produktion: 260 ton). Flöde och transport av näringsämnen via Ronnebyån för 1999 framgår av figur 14. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 5.

För Ronnebyområdet är vintervärdena av fosfat vid station K12 medelhöga. Det är en höjning av värdena jämfört med 1999 då halterna var låga. För den senaste 10-årsperioden är dock trenden sjunkande (figur 15). Värdena för nitrat har ökat under den senaste treårsperioden. För vinterperioden 1999 var halterna medel-

höga. Under 2000 har halterna stigit till höga halter. Sett ur en längre period har halterna avtagit om än inte lika markant som för fosfatvärdena.

Siktdjupsförhållandena för stationen har ökat. Från 1999 då siktdjupet var stort till mycket stort siktdjup 2000. Någon tydlig trend för siktdjupet kan inte ses för de senaste åren.

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 krä-



Figur 15 Ytvärden av oorganiskt kväve och fosfor ( $\mu\text{mol/l}$ ) på station K12 i Ronnebyfjärden under åren 1990-2000. De inlagda linjerna är trendlinjer (linjär regresion).

ver bottenar med låg föroreningsbelastning (Lep-päkoski 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.

Bottenfaunastationen i Ronnebyfjärden (RY) uppvisade en liten förbättring sedan 1998 och 1999 med avseende på artsammansättningen. Antalet arter eller högre taxa ökade något från 9 till 12 (figur 16). Biomassan ökade också något, mest beroende på ökad mängd musslor (sand- och östersjömusslor). 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.

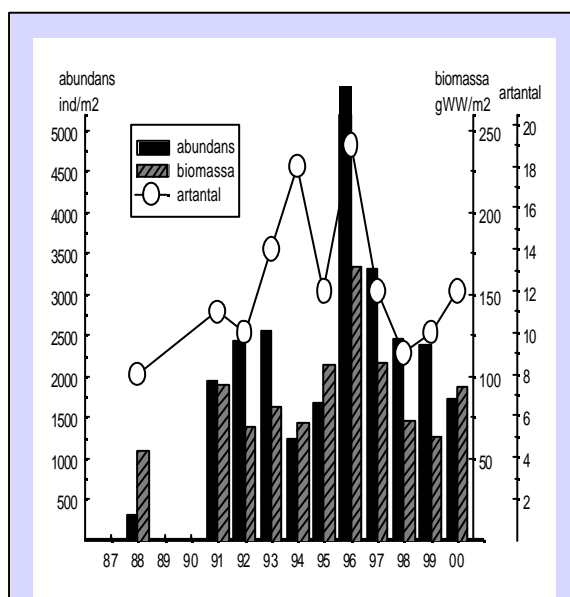
På algstationen i Ronnebyfjärden (Ma5) fann vi 1998 ett litet bestånd (ca 20 plantor) med ungefär 3-åriga blåstångplantor. Dessvärre fanns bara ett par av plantorna kvar vid besöket 1999 och 2000 var samtliga plantor borta. Situationen är därmed lika dålig som tidigare. Vi besökte även andra kustavsnitt på öarna i närheten och fann på några platser fina tångsamhällen. På en av de båda andra, mer vågexponerade stationerna i

området (Ma6 på Tärnö) hade utvecklingen varit försiktigt positiv även om det fortfarande fanns väldigt lite tång kvar även på denna lokal.

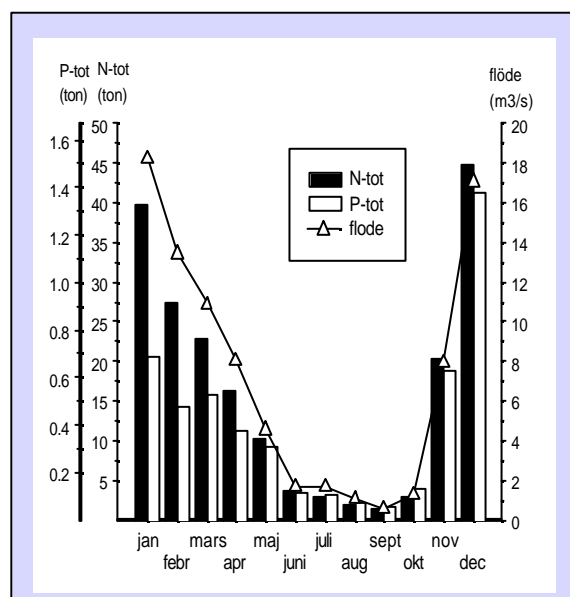
### **Karlskrona- / Torhamnsområdet**

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 framgår av figur 17. Kusten i Torhamnsområdet 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.

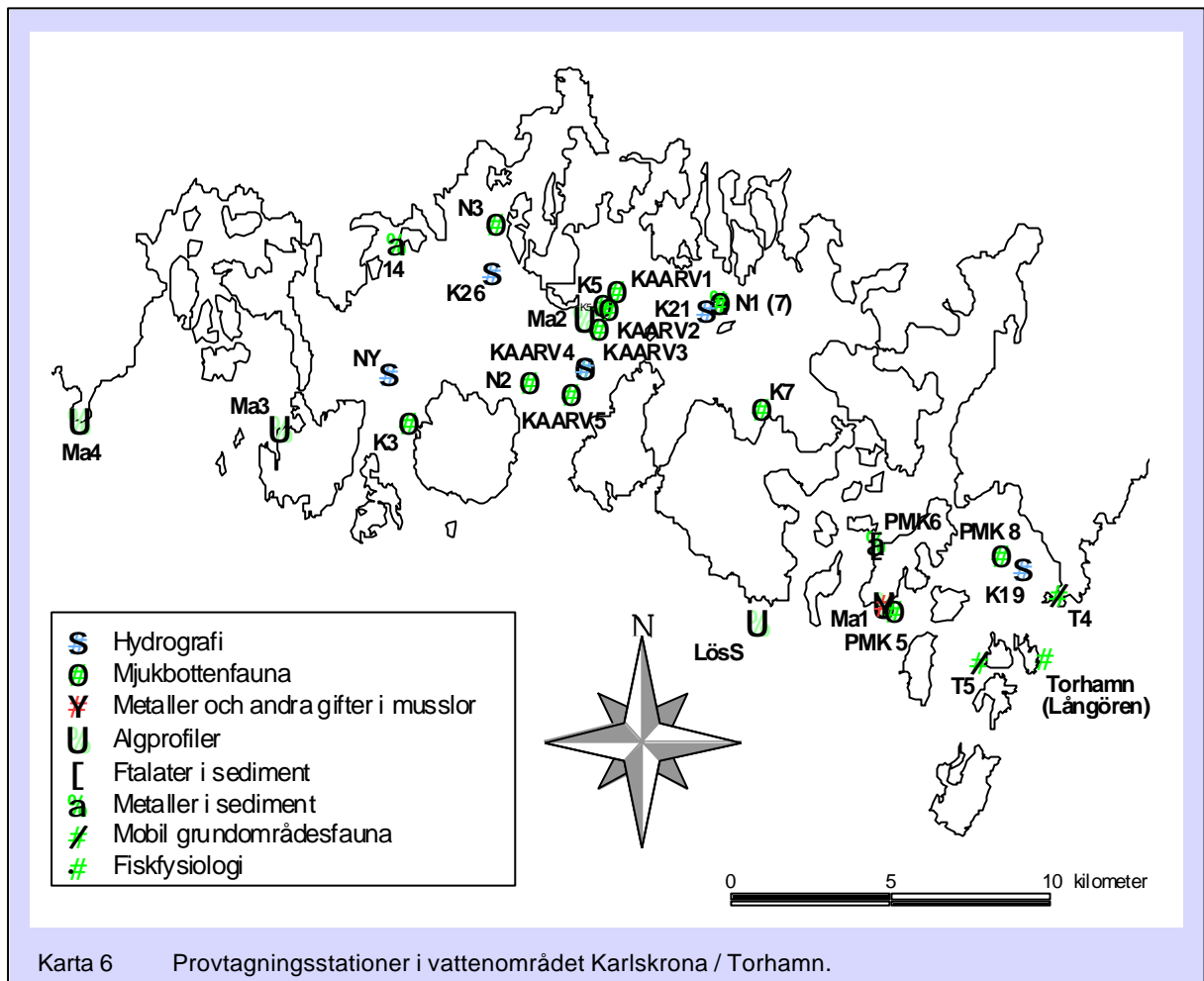
I likhet med flertalet andra områden visar Karlskrona/Torhamnsområdet en trend med minskade halter av nitrat och fosfat sett under en längre tidsperiod. Halten av fosfat har dock ökat



Figur 16 Artantal, individtäthet och biomassa på bottenfaunastation RY i Ronnebyfjärden under åren 1988-2000.

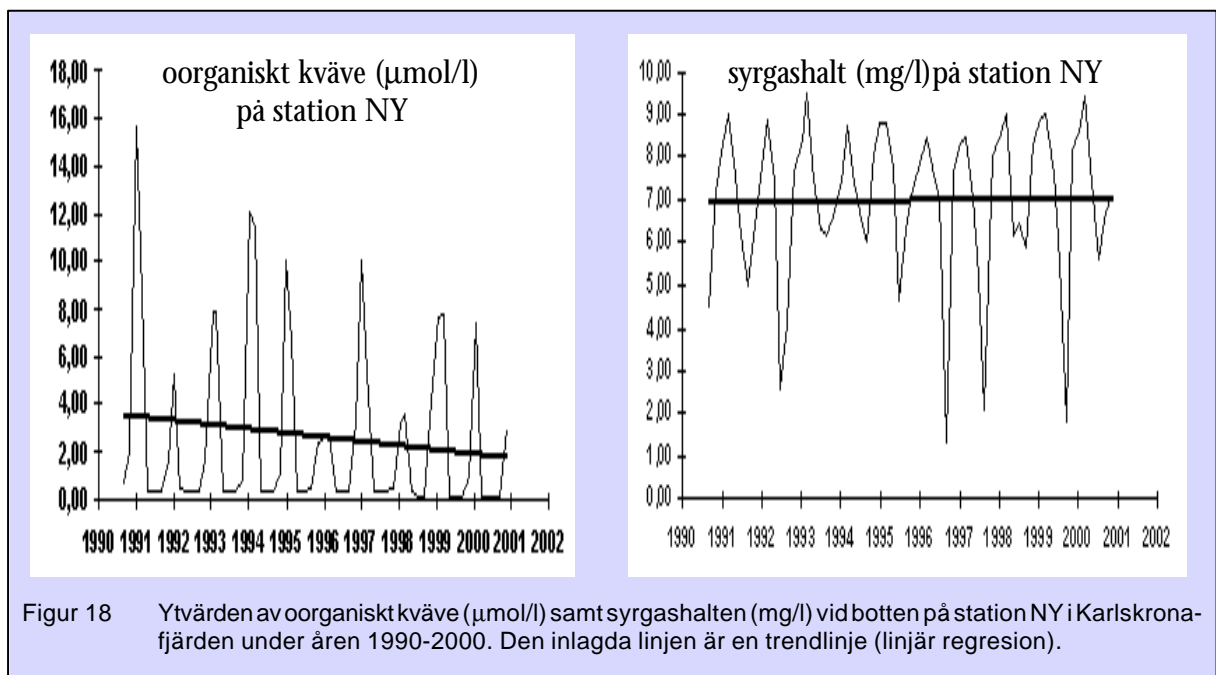


Figur 17 Flöde och näringsämnestransport i Lyckebyån 2000. Från nationella (tidigare PMK) mätningar.



jämfört med föregående år. Halten av fosfat var år 2000 medelhög vid station NY jämfört med 1999 års mätningar då halten var låg. Jämfört med 1998 års värden är dock halten lägre och

under en längre period är trenden minskande. Nitratvärdena för 2000 visar ingen förändring mot föregående år. Halterna av nitrat är medelhöga både under 1999 och 2000. Trenden på



sikt är en minskande halt av nitrat (figur 18).

Station NY har under de senaste åren visat upp de lägsta syrehalterna i Blekinges kustvatten. Under 2000 har stationen inte visat upp lika låga halter som under 1999. Syrehalterna under 2000 har som lägst varit mindre hög halt (4.0 – 6.0 ml/l) enligt Naturvårdsverkets tillståndsklassning.

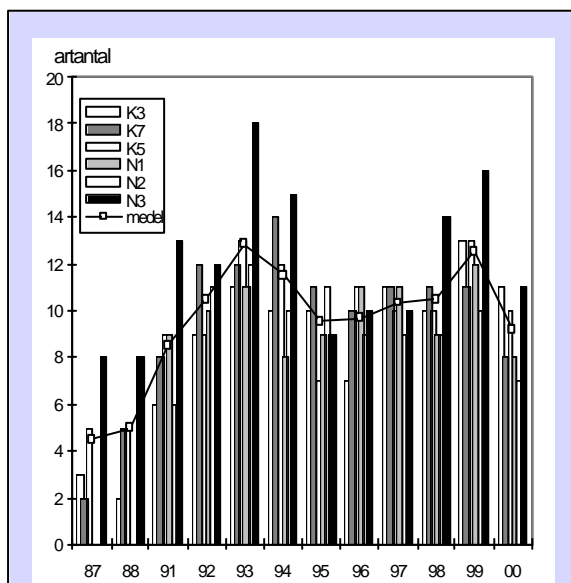
Siktdjupsförhållandena för 2000 vid station NY visar inga större förändringar mot föregående år. För 2000 liksom för 1999 är siktdjupet stort. För den senaste treårsperioden finns en svag trend mot minskande siktdjup men under hela perioden 1990 till 2000 kan ingen tydlig trend ses.

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 19) vilket antyder att situationen har blivit betydligt bättre. Vid provtagningen 2000 var dock artantalet lägre än på många år och medelartantalet för de sex

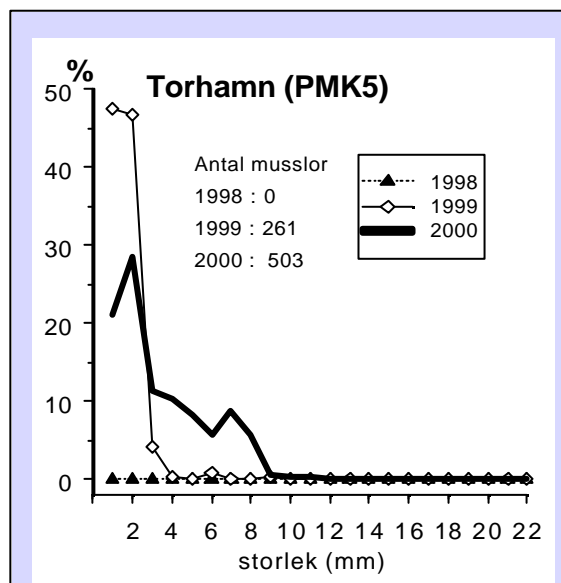
undersökta stationerna sjönk med mer än tre arter. Det låg därmed ungefär på samma nivå som vid provtagningen 1991.

I nuvarande provtagningsprogram finns två stationer med bottenfaunaundersökningar i Torhamnområdet. 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 föroreningsstålga fjädermygglarverna. Glädjande nog kunde vi konstatera att sedimentet 1999 även höll en stor mängd små östersjömusslor som till 2000 hade vuxit till sig ordentligt (figur 20). Det verkar därmed som om ett mer normalt botten-djursamhälle håller på att utvecklas på stationen.

På algprofilen vid Hästholmen (MA1) hade det glesa och smala tångbältet tätat något. Fortfarande fanns det dock bara en bråkdel så mycket tång som vid undersökningen 1990. Algprofilen vid Getskär utanför Karlskrona Örlogshamn (MA2) hade däremot fortfarande ett tätt tångbälte som för övrigt domineras av sågtång nästan ända upp till vattenbrynet. Rödalg-bältet hade fortsatt låg täckning på stationen vilket sannolikt kan förklaras med dålig sikt och mycket slam.



Figur 19 Artantal på 6 bottenfaunastationer i Karlskronaområdet 1987-2000. Medelvärde för stationerna är inlagt som en linje.



Figur 20 Längdfördelning hos Östersjömussla på stationen PMK5 i Torhamnområdet 1998-2000.

Analysen av tungmetaller i musslor visar att halterna vid Håstholmen var något högre än bakgrundsvärdena på ett par metaller. Det gäller speciellt metallerna koppar och bly. Förhöjningen var dock förhållandevis måttlig.

### Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund

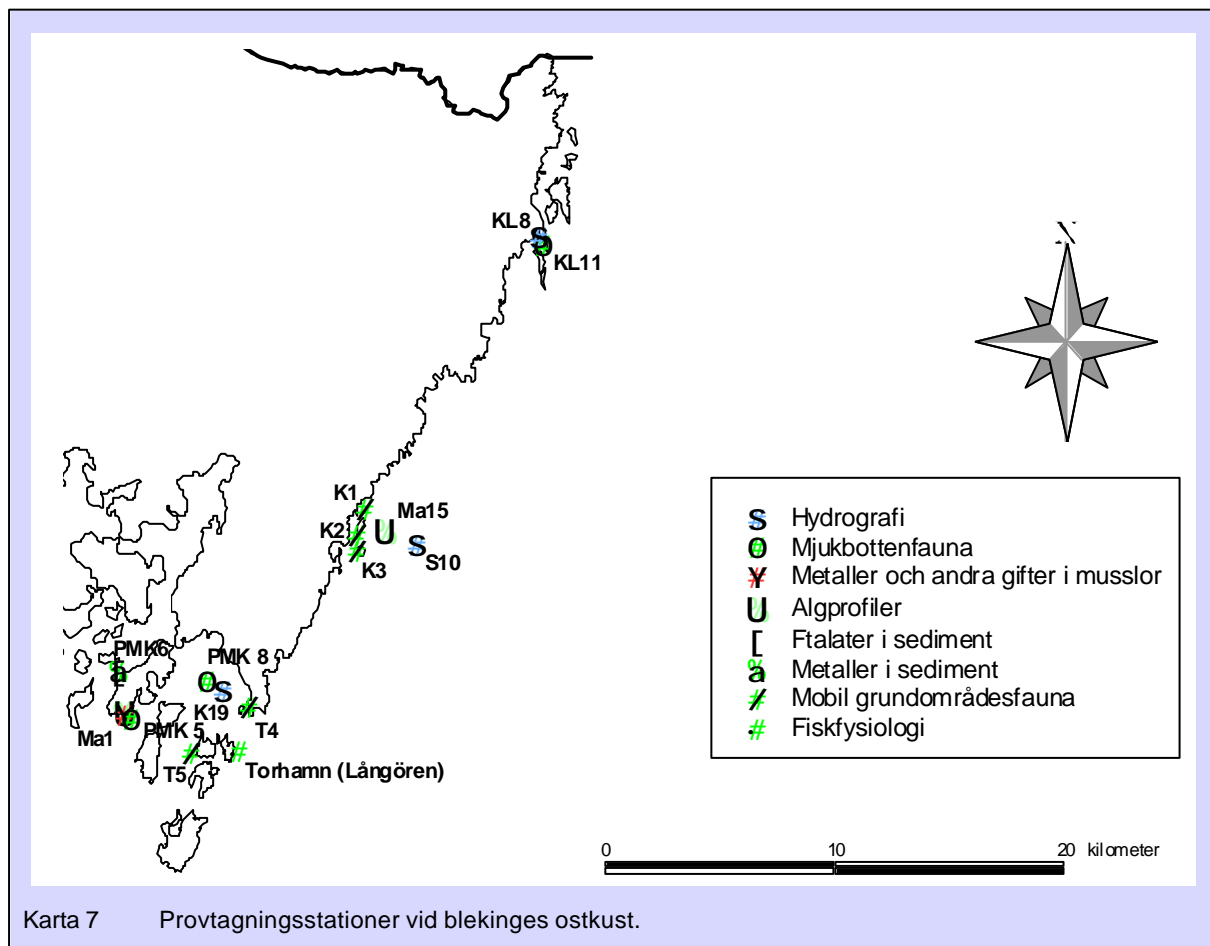
Östra Blekingekusten, från Torhamnsudde till Kristianopel, består mest av låga moränstränder med enstaka skär och mindre öar som möter fritt vatten. I skyddade lägen, som till exempel innanför Kristianopel, finner man ofta stränder med marskvegetation och med finsedimentbotten. I exponerade lägen består 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.

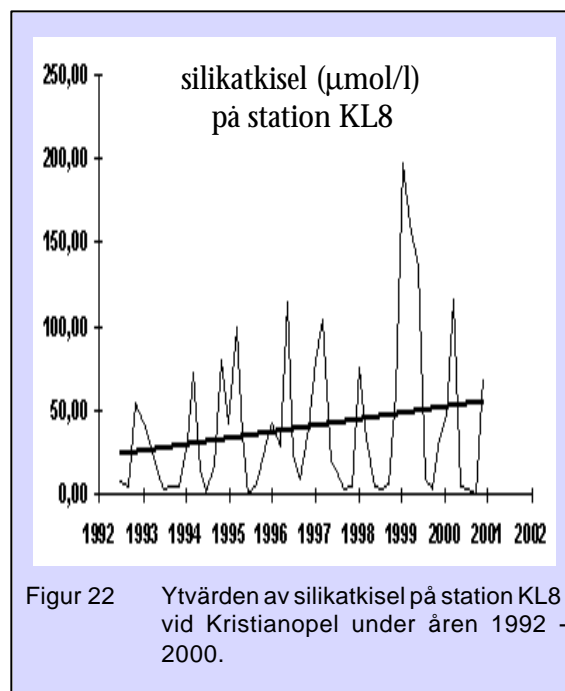
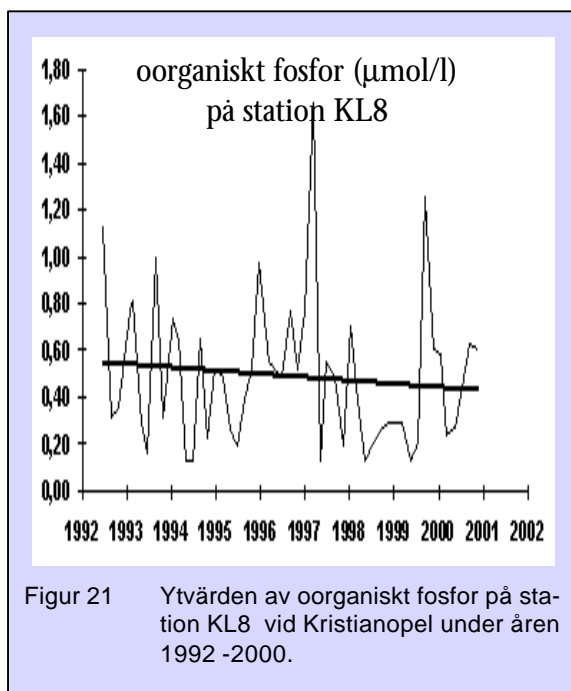
Vinterhalterna av fosfat är i stort sett oförändrade för området i jämförelse mellan 1999

och 2000. Vid station K19 är halterna låga för bägge åren. Vid station S10 är halterna medelhöga för bägge åren. Vid station KL8, som är en instängd skärgårdsstation med litet vattendjup, har halten av fosfat ökat från mycket låga halter 1999 till medelhöga halter 2000. För denna station finns en svag trend mot lägre halter, sett ur ett längre tidsperspektiv (figur 21). Halterna av nitrat har ökat något vid station S10, som ligger mer öppet, från mycket låga halter 1999 till låga halter 2000. Vid den mer instängda stationen KL8 är halterna betydligt lägre under 2000 och har minskat jämfört med 1999 från mycket höga halter till höga halter. En ökning har skett vid station K19 från mycket låga halter 1999 till höga halter 2000. Under den senaste tioårsperioden är halterna av nitrat i stort sett oförändrade och ingen tydlig trend kan ses för området.

För siktdjupet finns endast mätningar från station S10. I jämförelse mellan 1999 och 2000 kan ingen förändring ses. Siktdjupet för bägge åren är mycket stort.

Bottenfaunastationen i området (S11M)



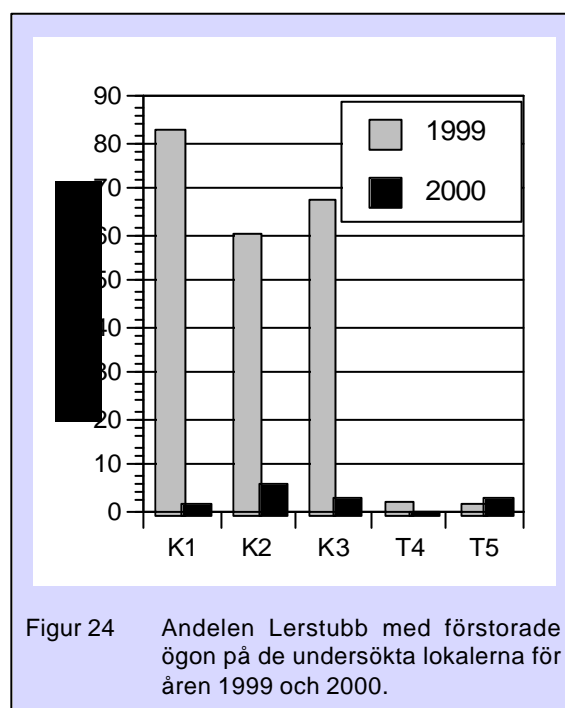
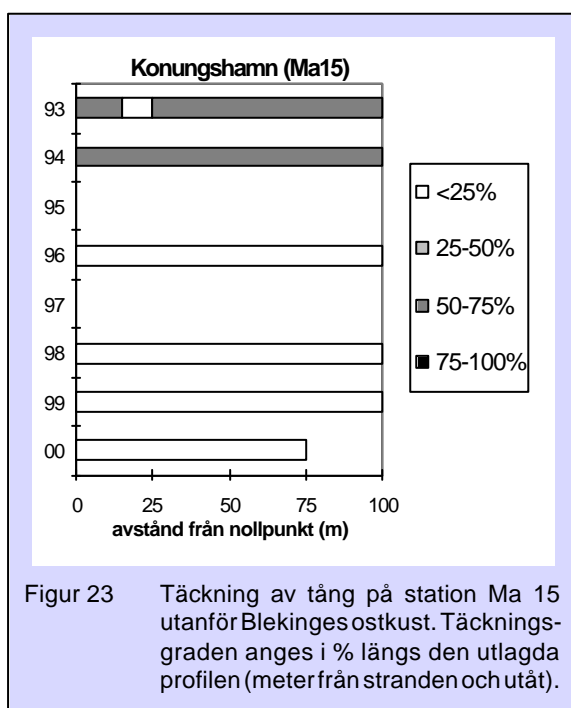


provatas inte längre. Den låg på en exponerad sand/grusbotten och var svår att provta på ett tillfredsställande sätt. Därmed saknas denna undersökningstyp i området.

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 23). Den troligaste förklaringen till minskningen var den stränga vintern med mycket packis längs kusten det året. Under 1998 och 1999 försämrades

situationen för tangytterligare 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 finns så djupt som 9 meter. Den djupast belägna plantan fanns på ca 11,5 m. 2000 återfann vi inga av dessa djupa plantor.

Resultaten från årets undersökning av djursamhällen på grunda bottnar pekar ej på några negativa effekter av utsläppen då recipient- och referensstationerna jämförs. Tvärtom har statio-



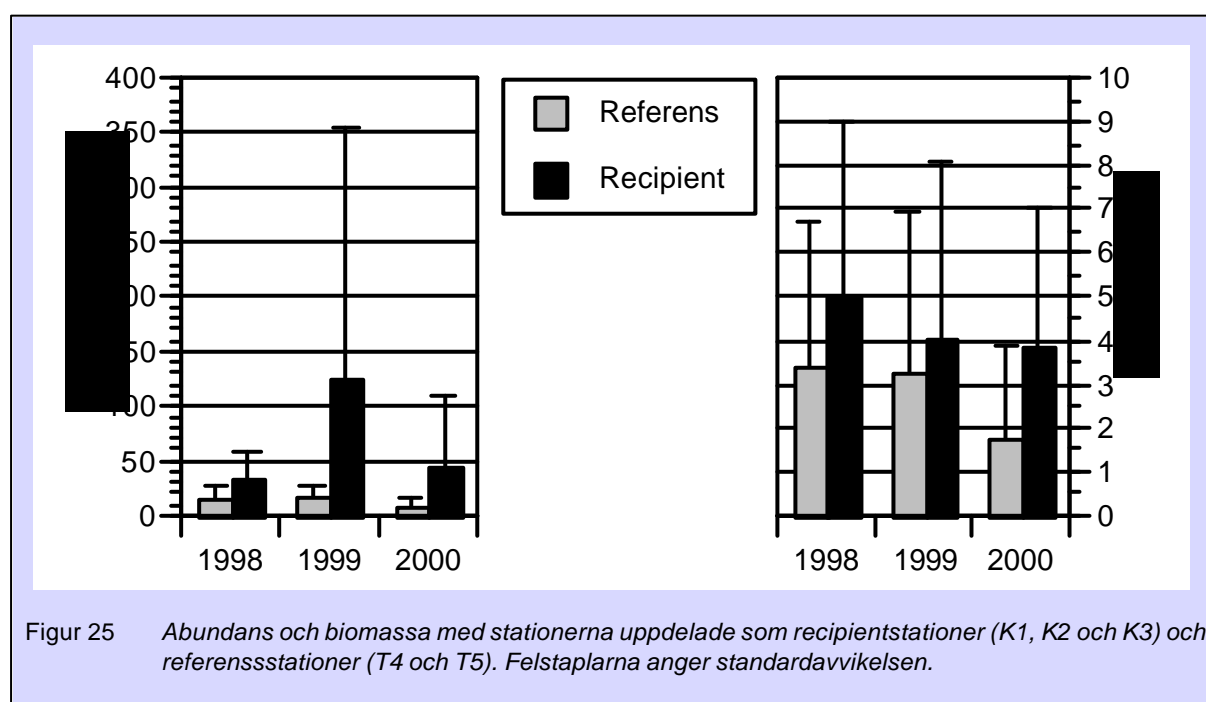
nera vid Östra Stärkelsefabriken vid Jämjö i allmänhet högre individantal och biomassa än referensstationerna. Fjolårets situation med högre frekvens av ögonförstoring hos lerstubb på recipientlokalerna förelåg ej i årets undersökning och samtliga stationer uppvisar likartade, låga frekvenser (figur 24).

Sammanfattas de tre åren (1998-2000) fås en liknande bild som vid årets provtagning. Resultaten pekar inte på någon negativ påverkan på recipient-stationerna relativt referensstationerna.

En utvärdering av treårsperioden visar att mobil grundområdesfauna är en relativt svag metod när det gäller recipientkontroll. Detta beror främst på den stora variation som djurarterna uppvisar (figur 25). Metodens stora fördel är dess höga ekologiska relevans, dvs hur den återspeglar ett helt samhälle och hur detta påverkas. Tidpunkten för provtagningen är ur provtagningssynpunkt bra eftersom den mobila epifaunan ligger på sitt årsmaximum vid denna tiden på året. Men tittar man på verksamheten på Lyckeby Stärkelsen så föreligger deras verk-

samhet nästan uteslutande under perioden september till december. Eventuella direkta effekter av utsläppen kommer därför aldrig att kunna detekteras. Ej heller är det troligt att mer långtgående recipienteffekter kan detekteras då provtagningen utförs cirka nio månader efter att utsläppen upphört, och då recipientområdet får anses vara välventilerat. Ur denna synpunkt är provtagningstillfället ej optimalt lagd. Placeringen av referensstationerna är förklarlig då det finns en rad äldre data att tillgå för jämförelser. Referensstationerna ligger dock båda i västläge medan recipientstationerna ligger i östläge och därmed påverkas helt olika av viktiga abiotiska faktorer (vind, vågor etc.). Referensstationerna borde ha placerats längs samma kuststräcka som recipientstationerna.

Sammanfattningsvis visar denna utvärdering att det är tveksamt om metoden mobil grundområdesfauna kan påvisa effekter som kan relateras till mänskliga utsläppskällor. Metoden verkar vara mer lämpad för monitorering av olika kustområdets generella hälsotillstånd.



## Tillförsel av föroreningar

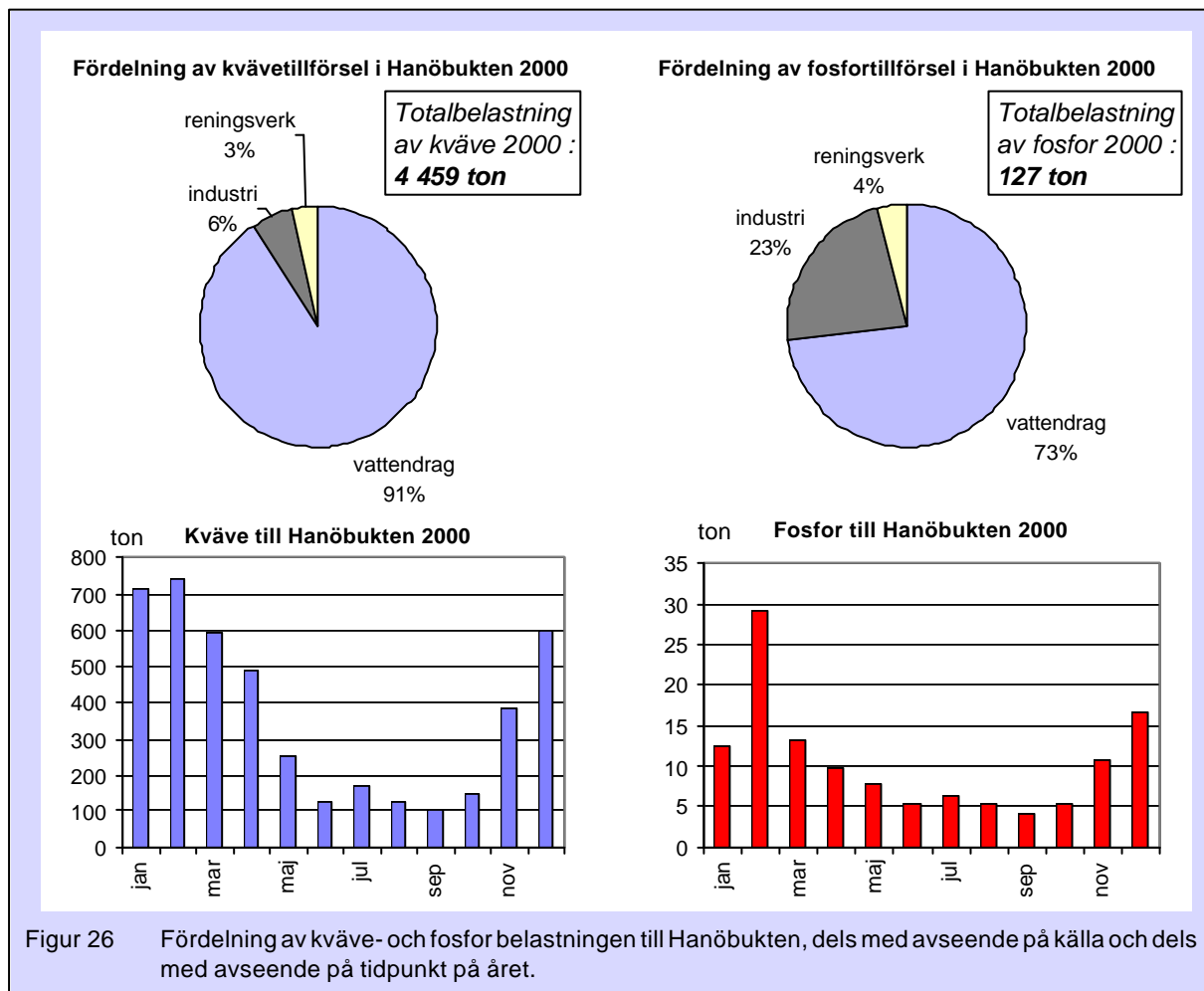
För att kunna tolka mellanårsförändringar i kustzonen är det viktigt att känna till belastningen av närsalter, organiskt material och gifter. En stor del av kväve- och fosfortransporten till kustvattnet sker med vattendragen och är på olika sätt påverkad av mänsklig aktivitet. Största transporten av 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%.

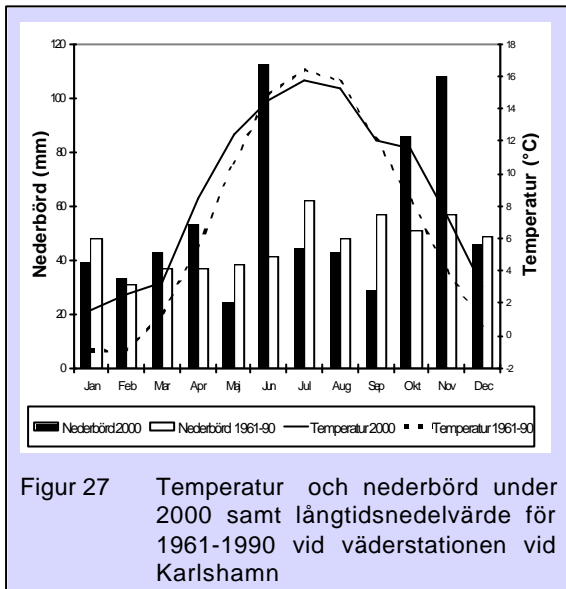
Näringstransporten från större punktutsläpp samt vattendrag under 2000 redovisas i bilaga 2 och i figur 26. Där framgår att kvävetillförseln till 91% kom via vattendragen. För fosfor är mot-

svarande siffra 73% och här bidrog massaindustrin med så mycket som 23%. 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 uppvällning av näringsrikt bottenvatten och tillförsel via kustströmmar från andra områden. I Hanöbukten är speciellt tillförseln från uppvällning 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





Figur 27 Temperatur och nederbörd under 2000 samt långtidsmedelvärde för 1961-1990 vid väderstationen vid Karlshamn

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.

Friska och mycket milda västvindar karakteriserade årets två första månader. I de södra farvattnen stormade det den 30 januari med den högsta uppmätta medelvinden på Hanö med W 28 m/s. Det bildades aldrig någon nämnvärd is längs kusten eftersom vattentemperaturerna låg betydligt över de normala. I Blekinge och på Öland nådde snötäckets i allmänhet inte upp till en decimeter under hela vintern 1999/2000.

Våren blev överlag mild och lagom till påskhelgen 20-24 april kom mycket varm luft in över södra Sverige. Varmluften föregicks av för årstiden mycket kraftig åska över främst östra Skåne och västra Blekinge. April avslutades med högsommarvärme och upp mot 29° i södra Götaland. Även maj inleddes med värme men från mitten av månaden blev det kyligare. I Skåne märktes väderomslaget den 17 i form av åskkurar som lokalt var kraftiga.

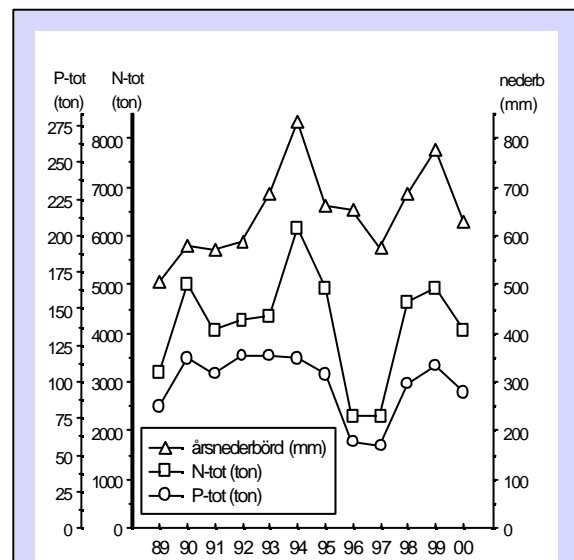
Juni bjöd främst på mycket moln och ideliga lågtryck. Den 26 juni fick norra Skåne mycket stora nederbörds mängder med drygt 70 mm på en del håll i den nordvästra delen. I juli föll måttliga 30-50 mm längs sydöstra Sveriges kusttrakter och i augusti i stort sett samma mängder. Det noterades inga högsomrardagar (maximitemperaturer på minst 25°) i juli eller augusti utom på någon enstaka plats och sommarvädret

var därmed både ostadigt och svalt.

Den 2 september drabbades södra Skåne av våldsamma skyfall. Resten av september blev annars i huvudsak solig och torr. Sedan följde en lång period med synnerligen blött och mildt väder. Men precis som i juli kom Skåne lindrigt undan och nederbörds mängderna låg nära de normala under hela hösten samt i december. Däremot var det anmärkningsvärt lite sol också i sydöstra Götaland från oktober fram till julkhelgen. Under perioden september-december förekom inga stormvindar i sydöstra Sverige. Strax före jul blev det kallare och en del snö föll i mellandagarna. Vid årsskiftet var det ändå barmark i sydöstra Skåne och östra Blekinge, medan det i övrigt låg 1-10 cm i sydöstra Götaland.

Sammantaget var 2000 ett av de 3-6 varmaste vi haft med ett överskott på omkring 1,7°. I Karlshamn med mätningar sedan 1860 är det endast tre år som varit en aning varmare nämligen 1934, 1949 och 1990. Efter den ganska svala sommaren såg det inte ut att kunna bli ett verkligt varmt år, men hösten blev synnerligen mild. I sydöstra Sverige blev årsnederbörden i allmänhet omkring 5% över den normala.

Transporten av näringsämnen via åarna följer i stort sett kurvan för årsnederbörden och var därmed betydligt mindre än 1999 (figur 28).



Figur 28 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) 1989-2000.

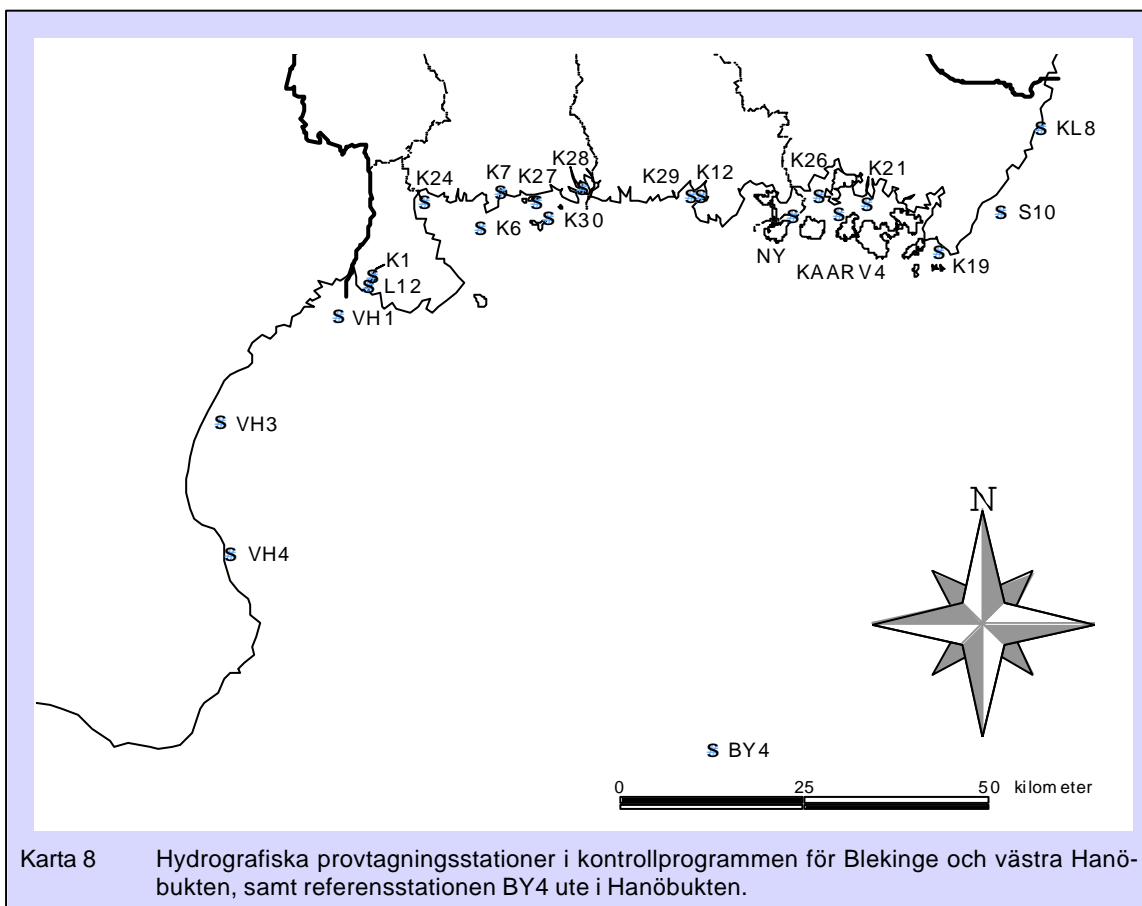
## Hydrografi i Utsjön

Under januari-mars var Östersjöns vatten som vanligt välblandat ned till haloklinen (saltsprängskiktet). Haloklinens läge är i stort sett konstant under året och återfinns på 60-70 meters djup i de centrala och nordligaste delarna av Östersjön. Temperaturen i ytan låg i januari kring 3.5 grader. Avkylningen fortsatte och det lägsta värdet på 2.5 grader uppmättes i februari och mars. I april började ytvattentemperaturen stiga och en termoklin utvecklades på 5-10 meters djup. Under sommaren då temperaturen fortsatte stiga, förstärktes termoklinen och låg på 15 meters djup. Den högsta temperaturen i Egentliga Östersjön, 17.6 grader, uppmättes i slutet av augusti och då låg termoklinen på ca 20 meter. I slutet av september hade ytvattnet börjat kylas av och djupet till termoklinen ökade därmed. I mitten av december låg temperaturskiktningen på ca 60 meter och ytvattnet var åter homogent ned till haloklinen. Temperaturen i ytvattnet låg under början av sommaren och hösten över det normala medan den låg nära långtidsmedel under resten av året.

Under årets första månader fram till slutet av

mars låg närsaltskoncentrationerna på typiska vintervärden utom i söder där vårbloomingen hade kommit igång. I april var kvävekoncentrationerna i det närmaste noll vid Christiansö (BY4) medan fosfatkoncentrationerna var normala för årstiden. Vårbloomingen startade i slutet av mars i de södra delarna av Östersjön. Resten av sommaren och vintern var närsaltskoncentrationerna normala, dvs. låga fosfatkoncentrationer, kvävehalter nära noll och god tillgång på silikat.

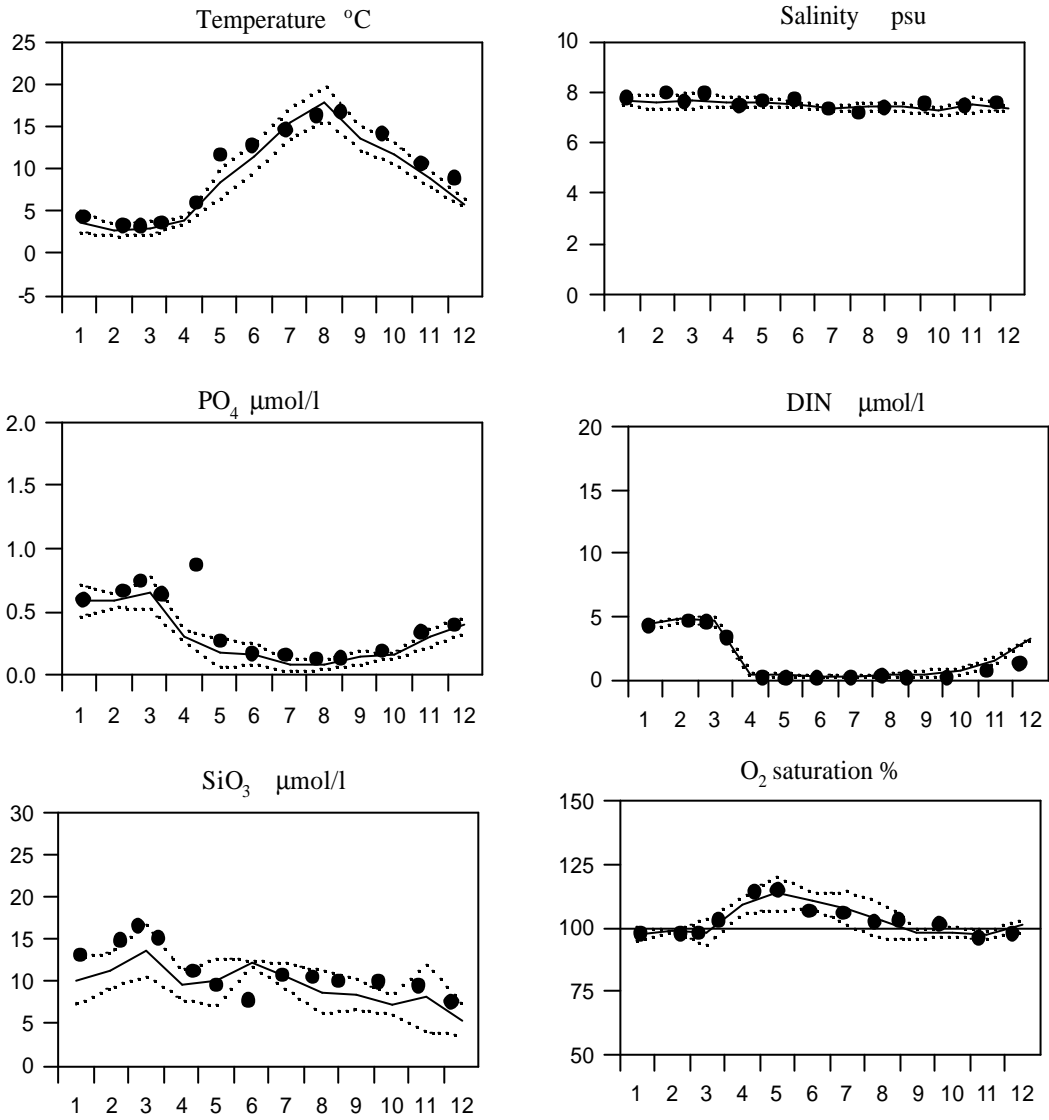
Under praktiskt taget hela året var syreförhållandena i djupvattnet generellt sett mycket dåliga och syrgashalterna låg under det normala i hela Egentliga Östersjön. Halter under 2 ml/l på ett djup av 60-80 meter observerades under hela året. Fram i oktober förekom svavelväte från 70 m djup i Hanöbukten, från ca 80 m i Bornholmsbassängen. Dessa resultat indikerar att syresituationen var sämre än normalt för årstiden. Vid Christiansö (BY4) var syrgaskoncentrationen i djupvattnet nära 0 ml/l eller mindre vid samtliga provtagningstillfällen utom i januari då syrgashalten var drygt 2 ml/l.



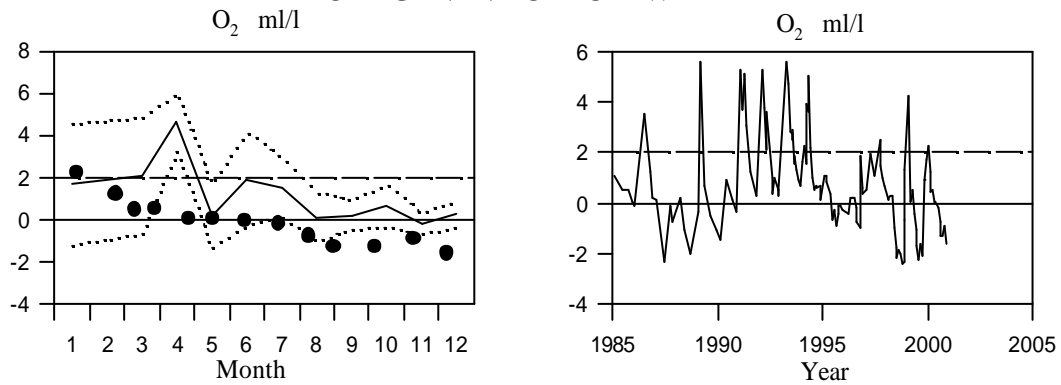
## STATION BY4 SURFACE WATER

### Annual Cycles

— Mean 1986-1995    ..... St.Dev.    ● 2000



### OXYGEN IN BOTTOM WATER



Figur 29 Resultat från mätstationsstationen BY4 vid Christinsö under 2000 samt medelvärden och standardavvikelse för perioden 1986-1995.

## Hydrografi i Blekinge och Västra Hanöbukten

Under 2000 skiljde sig Blekinge och västra Hanöbuktens kustvatten från utsjön genom högre halter av närsalter och en något lägre salthalt. Någon egentlig salthaltsskiktning 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 K21, sydost Verkö, där halten var mindre hög enligt tillståndsklassningen. Enligt bedömningsgrunderna var siktdjupet generellt bättre under 2000 än året innan. Bedömningen grundar sig på provtagningen i augusti månad.

Flertalet av de undersökta områdena hade enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder låga till medelhöga halter av närsalter. Det är endast stationerna L12 i Sölvesborgsområdet, K6 vid Karlshamn och KL8 i Kalmarsund som uppvisade höga halter av närsalter. Det fanns någon station inom samtliga delområden, utom västra Hanöbukten, som för den senaste tioårsperioden uppvisade en sjunkande trend för oorganiska närsalter. 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 avvikelsen 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 värderats

Tabell 1 Statistisk **tillståndsklassning** av hydrografiska mätdata 2000 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	Tot-N	Klorof-a —juli—
VH4 (S Hanöbukten)	1	1	3	2	1	1	2	3	2	
VH3 (Åhus)	1	1	3	2	3	1	2	3	2	2
VH1 (Nymölla)	1	1	3	2	3	1	3	3	2	
L12 (Sölvesborg)	3	1	3	3	4	4	4	5	4	
K6 (Pukaviksbukten)	1	1	3	2	2	1	3	3	2	1
K7 (Karlshamn)	2	1	3	3	3	1	3	5	4	
K12 (Ronneby)	1	1	3	2	4	3	4	4	2	1
NY (NV Aspö)	2	2	3	3	3	1	3	4	2	
KAARV4 (Y redden)	1	1	3	3	3	1	3	4	2	4
K21 (SE Verkö)	2	2	2	2	4	2	3	4	3	
K19 (Torhamn)		1	2	2	4	2	3	4	2	1
S10 (Ö Blekinge)	1	1	3	4	2	1	1	2	2	
KL8 (Kristianopel)		1	3	4	4	4	4	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

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 årsmedel-

värdet 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 tidsserie 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 Hanöbuktens 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. Någon tydlig salthaltsskiktning

Tabell 2 Statistisk **avvikelseklassning** av hydrografiska mätdata 2000 enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten - 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)	2	4	3	2	2	2	3	2	
VH3 (Åhus)	2	5	3	4	2	3	4	3	2
VH1 (Nymölla)	2	4	3	4	2	3	4	2	
L12 (Sölvesborg)	4	5	4	5	5	5	5	4	
K6 (Pukaviksbukten)	2	4	3	4	2	3	4	2	2
K7 (Karlshamn)	3	5	4	5	2	3	5	4	
K12 (Ronneby)	3	4	3	5	5	4	4	3	1
NY (NV Aspö)	3	3	4	3	2	3	4	3	
KAARV4 (Y redden)	2	3	4	3	2	3	4	2	4
K21 (SE Verkö)	3	2	3	4	3	3	4	3	
K19 (Torhamn)		2	4	5	3	3	4	3	1
S10 (Ö Blekinge)	3	5	4	3	2	2	3	2	
KL8 (Kristianopel)		4	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

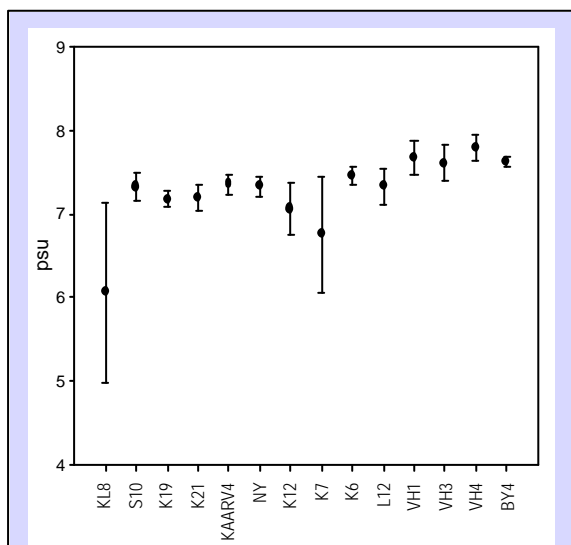
under 2000 kan inte ses i mätningarna. Vattenmassan har vid mätstillfällena varit i stort sett homogen och välblandad. De enda stationer som uppvisar en avvikelse från detta har varit Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund och Karlshamn (K7) i Pukaviksbukten. Bägge dessa stationer har vid tillfällena haft ett skikt med utsötat ytvatten. För Kristianopel var salthalten i ytan 3,5 promille och för Karlshamn var ytsalthalten 2,7 promille. Bägge dessa värden är provtagna under mars månad. Det kan noteras från bägge stationerna att halterna av nitrat, totalkväve och även kisel var höga under samma period. Medelsalthalten för stationerna vid västra Hanöbukten var något högre än övriga med en medelsalthalt runt 7,5 promille (figur 30). För övriga stationer är salthalterna några tiondelar lägre. Salthaltsskillnaderna mellan yt- och bottenvatten ligger, förutom de två ovan nämnda, inom några tiondels promille. De små konfidensintervallerna visar att det under året har varit stabila salthaltsförhållanden med små variationer. Någon uppvällning av bottenvatten har inte uppmätts under året.

### Siktdjup

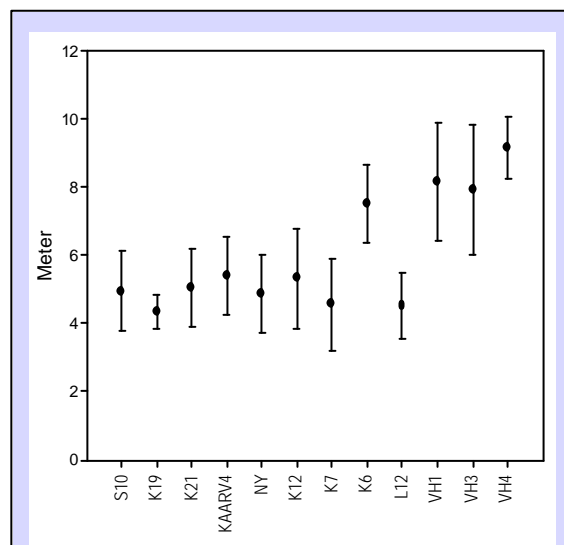
Siktdjupet uppvisar betydande rumsliga och tidsmässiga variationer. I området påverkas siktdjupet av variationer i primärproduktionen där förekomsten av plankton och alger når sitt maximum under sommaren. Andra faktorer som

påverkar siktdjupet är tillrinningen och det lösta material åar och vattendrag för med sig. I grundare områden påverkar även den upprivning av material som sker på grund av vägpåverkan. De lägsta siktdjupen har observerats under sommarperioden. Siktdjupens medelvärden har under 2000 legat mellan 4,2 meter och 9 meter (figur 31). De största siktdjupen under 2000 observerades i västra Hanöbukten. Siktdjupen vid stationerna VH1, VH3 och VH4 översteg alla 10 meter. Det lägsta siktdjupet som observerades var vid Kristianopel (KL8) vid östra Blekingekusten där siktdjupet var 0,7 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 sju stycken ett mycket stort siktdjup i följande områden: Södra Kalmarsund (S10), Karlskrona (KAARV4), Pukaviksbukten (K6), Sölvesborg (VH1), Västra Hanöbukten (VH3 och VH4). För stationerna i följande områden: Karlskrona (NY och K21) och Pukaviksbukten (K7) är siktdjupet stort. Endast en station av de provtagna uppvisar ett medelstort siktdjup nämligen station L12 i Sölvesborgsområdet.



Figur 30 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för salthalten på de olika stationerna under 2000.



Figur 31 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för siktdjup på de olika stationerna 2000.

## Syreförhållanden

I Blekinge och Västra Hanöbukts kustvattenområde är syresättningen av bottenvattnet mestadels god under hela året. Årsmedelvärdena för 2000 visar på en förbättring mot 1999.

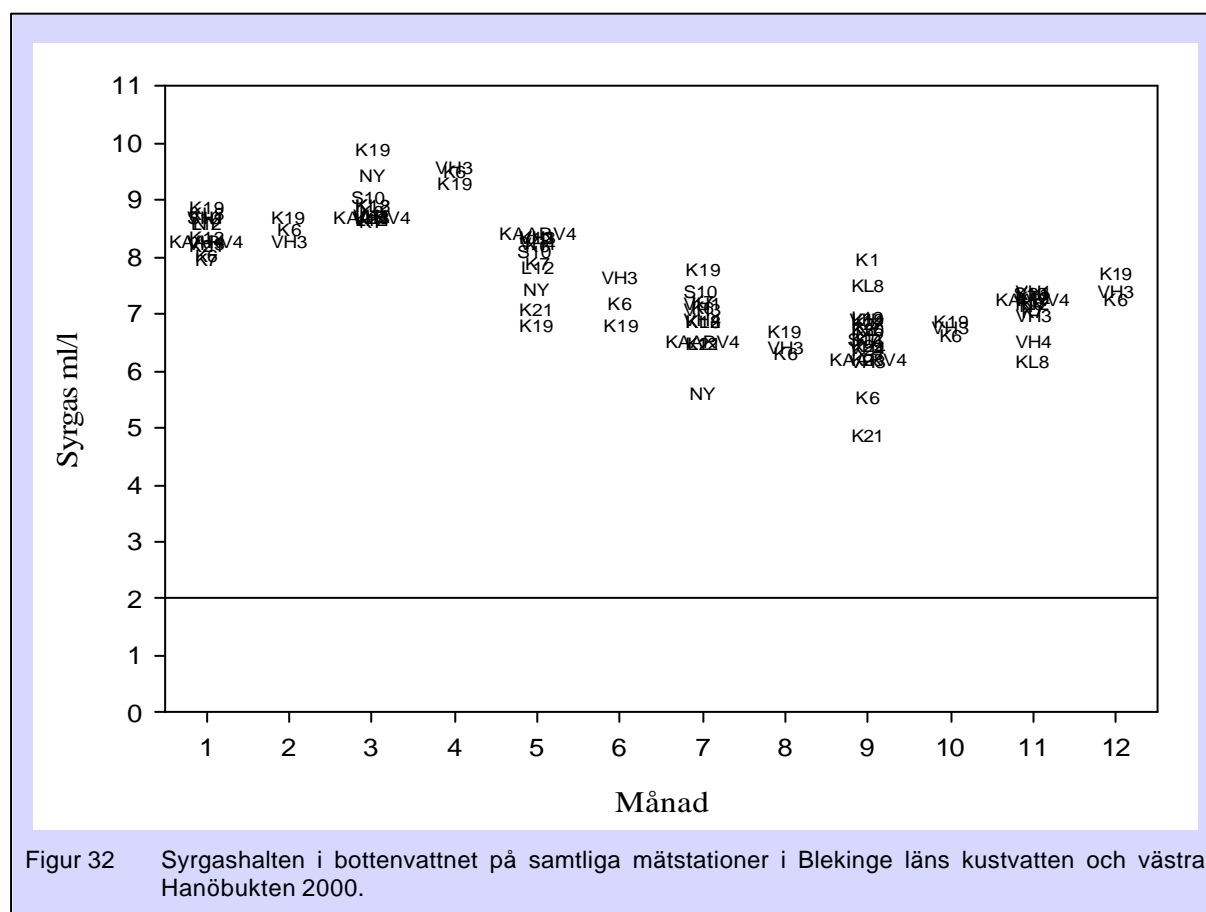
Syrgashalterna uppvisar en tydlig årscykel med de lägsta värdena i juli-augusti då även vattentemperaturen är hög (figur 32). I området finns normalt inga bottenar med utpräglat stagnanta förhållanden. Vissa år uppstår dock under senare delen av sommaren sämre syreförhållanden i Karlskronafjärdarna. Det lägsta värdet under 2000, mindre hög halt enligt tillståndsklassningen, uppmättes vid station K21, sydost Verkö, med ett värde strax under 5 ml/l. Detta är klart högre än 1999 års lägsta värde som uppmättes i samma område vid station NY, nordväst Aspö. För station K21 är det ändå en förbättring i jämförelse med 1999 då syrehalten vid stationen var låg med ett värde på 3,2 ml/l. För samtliga övriga stationer låg syrehalterna på en hög halt dvs. ett värde > 6,0 ml/l vilket är den högsta klassen i bedömningsgrunderna för syre.

Förhållandena i Karlshamnssområdet vid station NY har förbättrats från mycket låg halt till mindre hög halt. För station K21 i samma område har halten ökat från låg halt till mindre hög halt. För stationer i följande områden Karlskrona (K19 och KAARV4), Ronneby (K12) och Pukaviksbukten (K6) har förhållandena förbättrats från mindre hög halt till den högsta klassningen hög halt.

## Närsalter

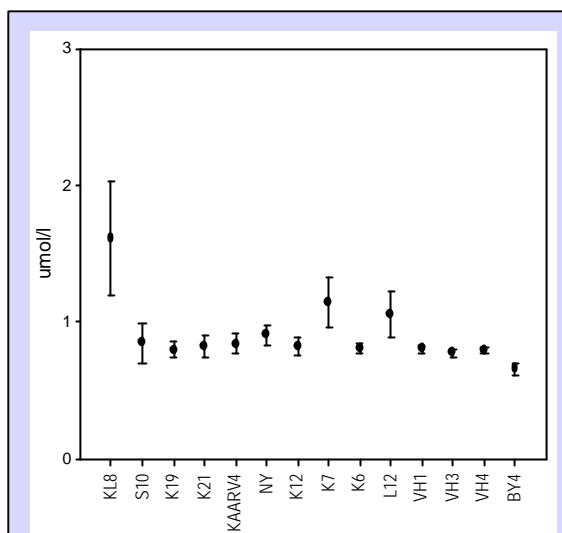
### Fosfor

Fosfor analyseras som fosfat-fosfor (oorganisk fosfor) och som totalfosfor (oorganisk och organisk fosfor). Fosfor förekommer vintertid framförallt i oorganisk form. Naturvårdsverkets jämförvärden för fosfat-fosfor ligger för ytvatten under vinterperioden mellan 0,20 och 0,35 µmol/l beroende på vattenomsättningsklass. Dessa jämförvärden är en skattning motsvarande 1950 års värden. Generellt kan sägas att det lägre värdet gäller för områden med hög omsättning



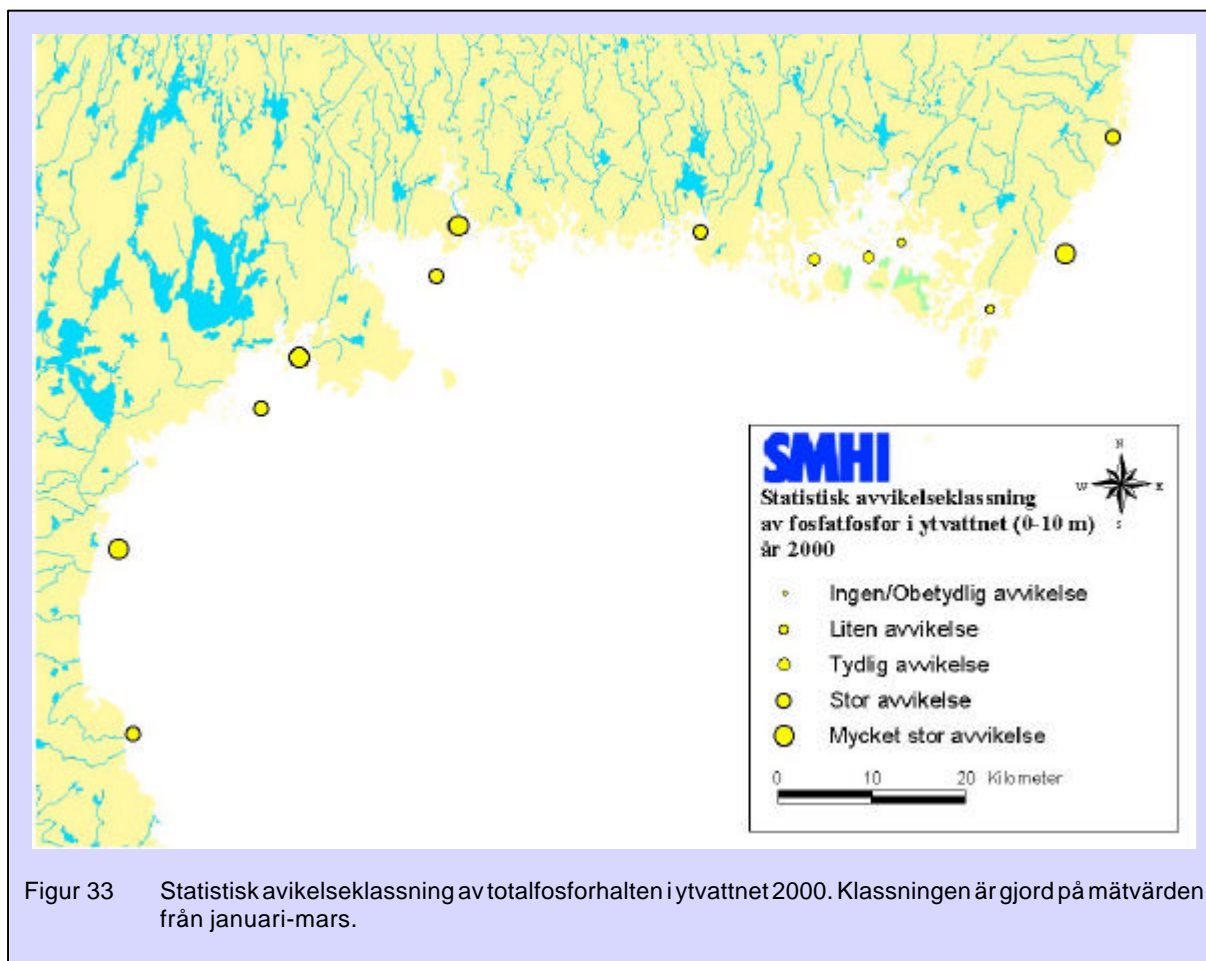
och det högre värdet för områden med lägre vattenomsättning. Medelvärdet för området Blekinge och västra Hanöbukten ligger vid 0,6  $\mu\text{mol/l}$ . Enligt tillståndsklassningen motsvarar detta värde en medelhög halt. Det lägsta värdet, 0,45  $\mu\text{mol/l}$  (låg halt), finns vid Torhamn (K19) i Karlskronaområdet. De högsta värdena, 0,7  $\mu\text{mol/l}$ , finns vid östra Blekinge (S10) i södra Kalmarsund samt vid Karlshamn (K7) i Pukaviksbukten vilket motsvarar en medelhög halt. Jämfört med 1950 års värden är dock avvikelsen obetydlig. Det finns inga tydliga geografiska skillnader mellan de olika delområdena.

Jämförvärdet för halten av totalfosfor under vinterhalvåret ligger mellan 0,35 och 0,41  $\mu\text{mol/l}$  och för sommarperioden mellan 0,20 och 0,28  $\mu\text{mol/l}$ . 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 0,93  $\mu\text{mol/l}$  vilket motsvarar en medelhög halt enligt tillståndsklassningen. För sommarvärdena är medelvärdet endast något lägre nämligen 0,90  $\mu\text{mol/l}$  vilket



Figur 34 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalfosfor under 2000 på de olika stationerna.

motsvarar en hög halt. För totalfosfor är halterna generellt högre vid Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund, Karlshamn (K7) i Pukaviksbukten samt vid Sölvesborg (L12). För övriga stationer finns inga generella skillnader (figur 34).

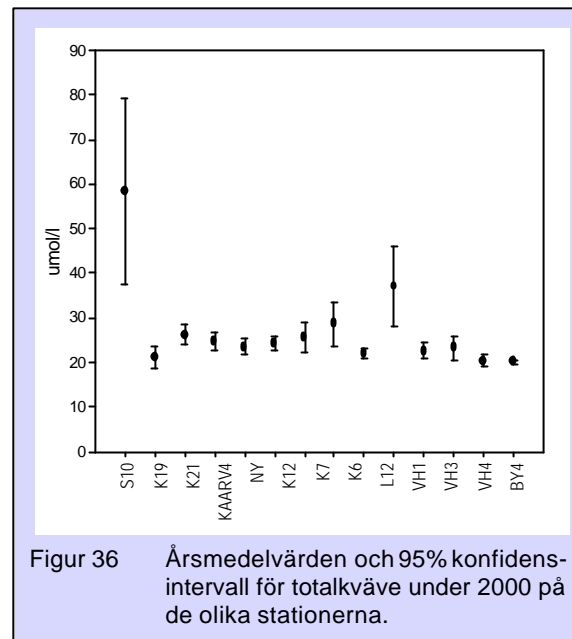


Figur 33 Statistisk avvikelseklassning av totalfosforhalten i ytvattnet 2000. Klassningen är gjord på mätvärden från januari-mars.

## Kväve

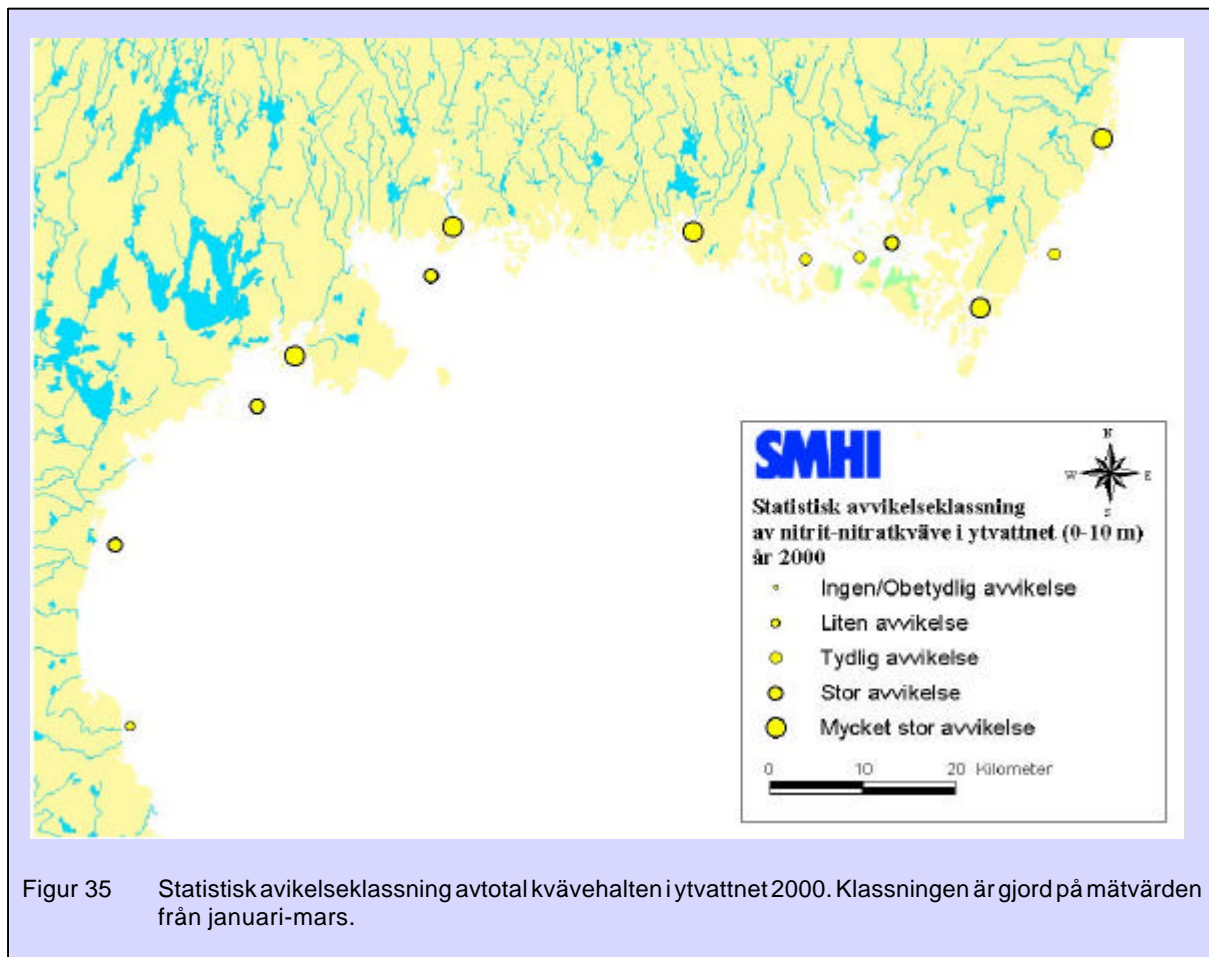
Kväve analyseras som totalkväve (oorganiskt och organiskt kväve) samt de oorganiska fraktionerna ammonium-kväve och nitrit+nitrat-kväve. Både ammonium och nitrit+nitrat är direkt tillgängliga för den biologiska produktionen och uppvisar tydliga årscykler. Under vintern ökar halterna successivt för att snabbt minska då vårblomning kommer igång.

Naturvårdsverkets jämförvärden för ammonium-kväve under vintern är 0,10  $\mu\text{mol/l}$  respektive 0,62  $\mu\text{mol/l}$  beroende på vattenomsättningsklass. För nitrat + nitritkväve ligger värdena mellan 2,0 och 9,0  $\mu\text{mol/l}$  beroende på vattenomsättningen. Jämförvärden för totalkväve ligger mellan 12 och 20  $\mu\text{mol/l}$  för vinterperioden och mellan 12 och 17  $\mu\text{mol/l}$  för sommarperioden. Andelen oorganiskt kväve är störst under vintern och utgör då ca 30 % av det totala kväveinnehållet. Efter vårblomningen förblir halterna av ammonium och nitrit+nitrat låga ända fram till produktionssäsongens slut i september-oktober.



Figur 36 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalkväve under 2000 på de olika stationerna.

2000 års värden för nitrat-kväve visar inte på några generella skillnader geografiskt (figur 35). De stationer som har typiskt högre värden är samma stationer som uppvisar högre fosfatvärden. Det högsta vintervärdet för nitrat uppvisas vid Kristianopel (KL8). Stationen ligger i



Figur 35 Statistisk avvikelseklassning av total kvävehalten i ytvattnet 2000. Klassningen är gjord på mätvärden från januari-mars.

södra Kalmarsund och är en instängd vik med ringa vattenomsättning. Vintervärdet vid denna station är 22.33  $\mu\text{mol/l}$  vilket är en hög halt. Även stationen L12 vid Sölvesborg visar upp en hög halt av nitrat 21.1  $\mu\text{mol/l}$ . Även för totalvärdena för nitrat visar dessa två stationer upp de högsta värdena 52.7  $\mu\text{mol/l}$  respektive 45,7  $\mu\text{mol/l}$ .

### Kisel

Kisel är viktig för produktionen eftersom värblomningen i stor utsträckning utgörs av kiselalger. Kisel tillförs huvudsakligen genom söt-vattentillrinningen. 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 silikatkiel och varierar på samma sätt som de övriga närsalterna med en topp under vintern och nedgång i halterna i samband med värblomningen.

Höga värden för silikatkiel kan ses vid Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund där värdet uppmättes som högst till 115,6  $\mu\text{mol/l}$  och i Karlshamn (K7) där värdet var 88,7  $\mu\text{mol/l}$ . Bägge dessa värden uppmättes i mars månad.

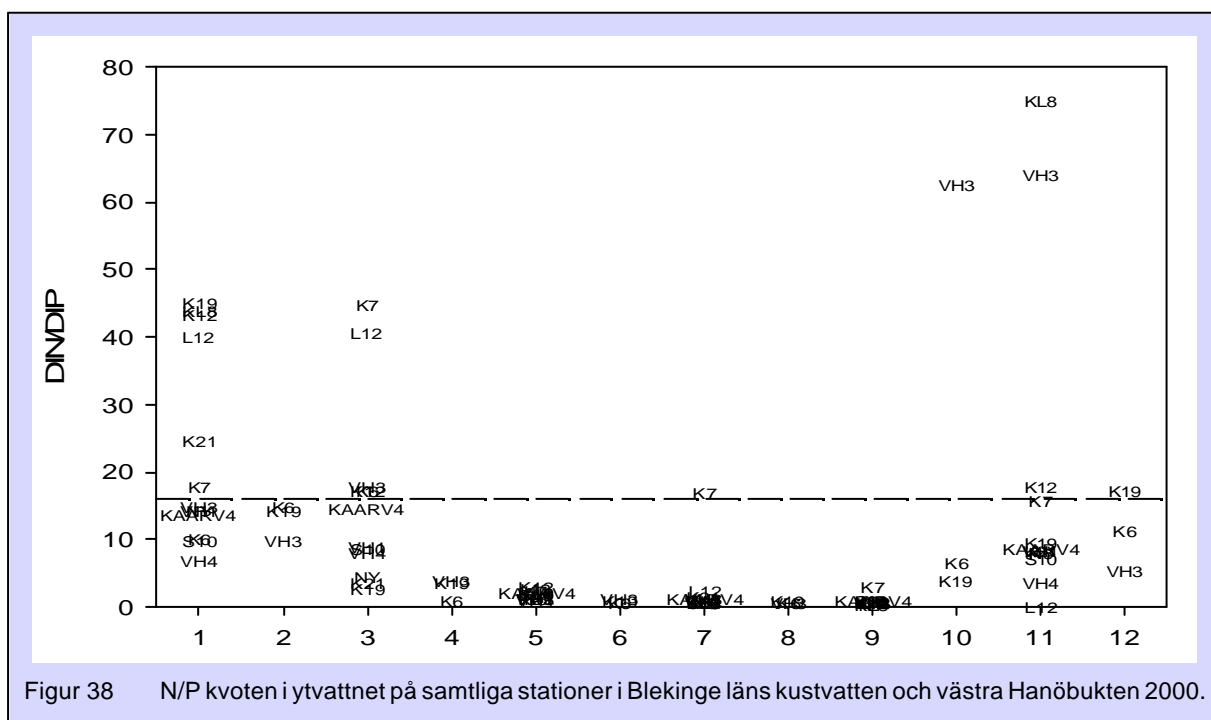
### N/P kvoter

Vid primärproduktionen förbrukas det ungefär 16 gånger mer oorganiskt kväve än oorganiskt fosfor. Detta brukar uttryckas som att N/P kvoten eller Redfield-kvoten skall vara 16. Produktionen är fosforbegränsad om kvoten är större än 16. Om däremot kvoten är mindre än 16 kommer kvävet att ta slut först och produktionen är kvävebegränsad. Det normala förhållandet för kustvatten i södra Östersjön är kvoter mellan 7-10 det vill säga att kvävebegränsning råder.

För Torhamn (K19) och sydost Verkö (K21) i Karlskronaområdet, Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund, Karlshamn (K7) i Pukaviksbukten samt för station K12 i Ronneby var fosfor det begränsande ämnet i januari med N/P-kvoter mellan 18 och 45 (figur 38).

För mars månad var Karlshamn (K7) och Sölvesborg (L12) fosforbegränsad.

I oktober-november var N/P-kvoten hög, mellan 65 och 75 för stationerna Åhus (VH3) i västra Hanöbukten och för Kristianopel (KL8) i södra Kalmarsund. Orsaken till detta var höga värden på kväve vid dessa stationer. Att stationen Åhus som ligger i ett område med god vattenomsättning har höga kvävehalter beror troligen på dess närhet till Helgeån vilket har påverkat kvävehalterna.



Figur 38 N/P kvoten i ytvattnet på samtliga stationer i Blekinge läns kustvatten och västra Hanöbukten 2000.

## Organiskt kol (TOC)

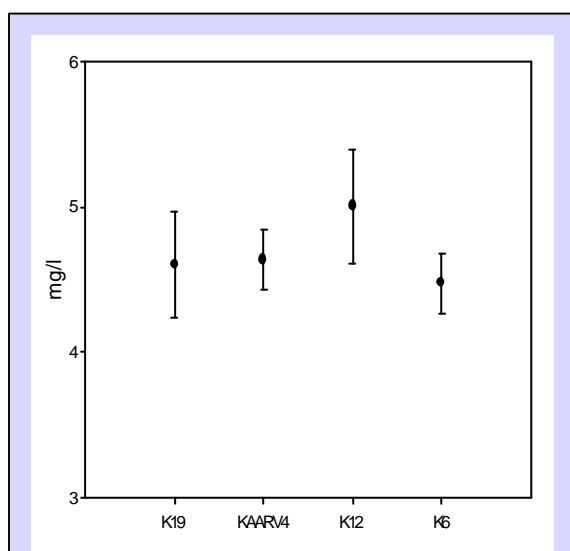
TOC (totalt organiskt kol) är ett mått på den totala mängden kol i vattenmassan både i löst och partikulärt organiskt material. Det är på så sätt relaterat till mängden organiskt dött och levande material. TOC har ingen tydlig årsvariation men halterna tenderar att vara högst i samband med vårflödena då tillförseln via vattendragen är som störst. Inga tydliga geografiska skillnader kan ses under 2000. Det lägsta värdet som uppmättes, 1,1 mg/l var vid Torhamn (K19) i Karlskrona i november. Det högsta värdet 8,1 mg/l uppmättes i Pukaviksbukten i april.

## Klorofyll-a

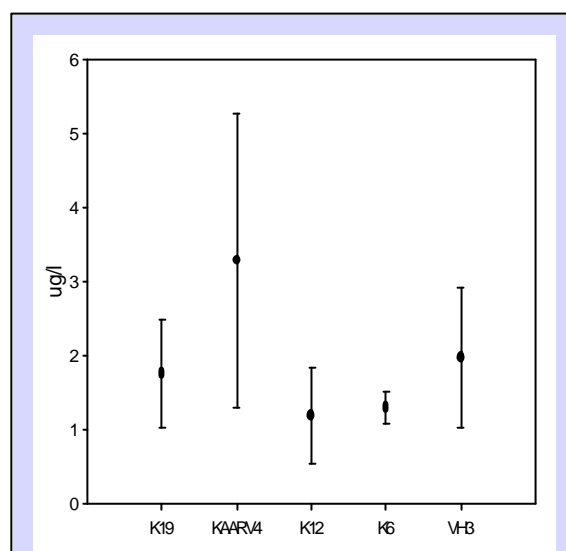
Klorofyllkoncentrationen ger ett grovt mått på

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.



Figur 39 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för TOC på några stationer under 2000.



Figur 40 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för klorofyll i de olika delområdena under 2000.

---

## **Sediment och mjukbottenfauna**

---

*I Hanöbukten påträffades djur på samtliga 28 undersökta stationer vid undersökningarna 2000 och totala antalet påträffade arter var 36, vilket är något fler än de tidigare åren. Ett par av stationerna var förhållandevis artfattiga, vilket tyder på en viss påverkan. Åtminstone den som ligger vid Kristianopel visar tydliga tecken på återkommande utslagning av bottendjuren till följd av syrebrist. Generellt har det skett små förändringar av mjukbottenarnas djursamhälle de senaste fem åren vad gäller artsammansättningen, vilket bekräftas av en statistisk analys av hela artsammansättningen med s k multivariatanalys. Störst har variationen varit på stationer med vegetation*

*En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast den artfattiga stationen i Kristianopel klassas som påverkad.*

*Förändringar i 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 i motsvarande grad. Provtagningsresultaten 2000 innebar ett litet avbrott i denna positiva trend.*

Mjukbottenundersökningarna 2000 genomfördes mellan den 22 och 25 maj. Resultaten avseende sedimentanalyser, artantal, individantal samt biomassa återfinns i bilagorna 5 till 7. Geografiskt läge för de olika stationerna framgår av karta 9.

### **Sediment**

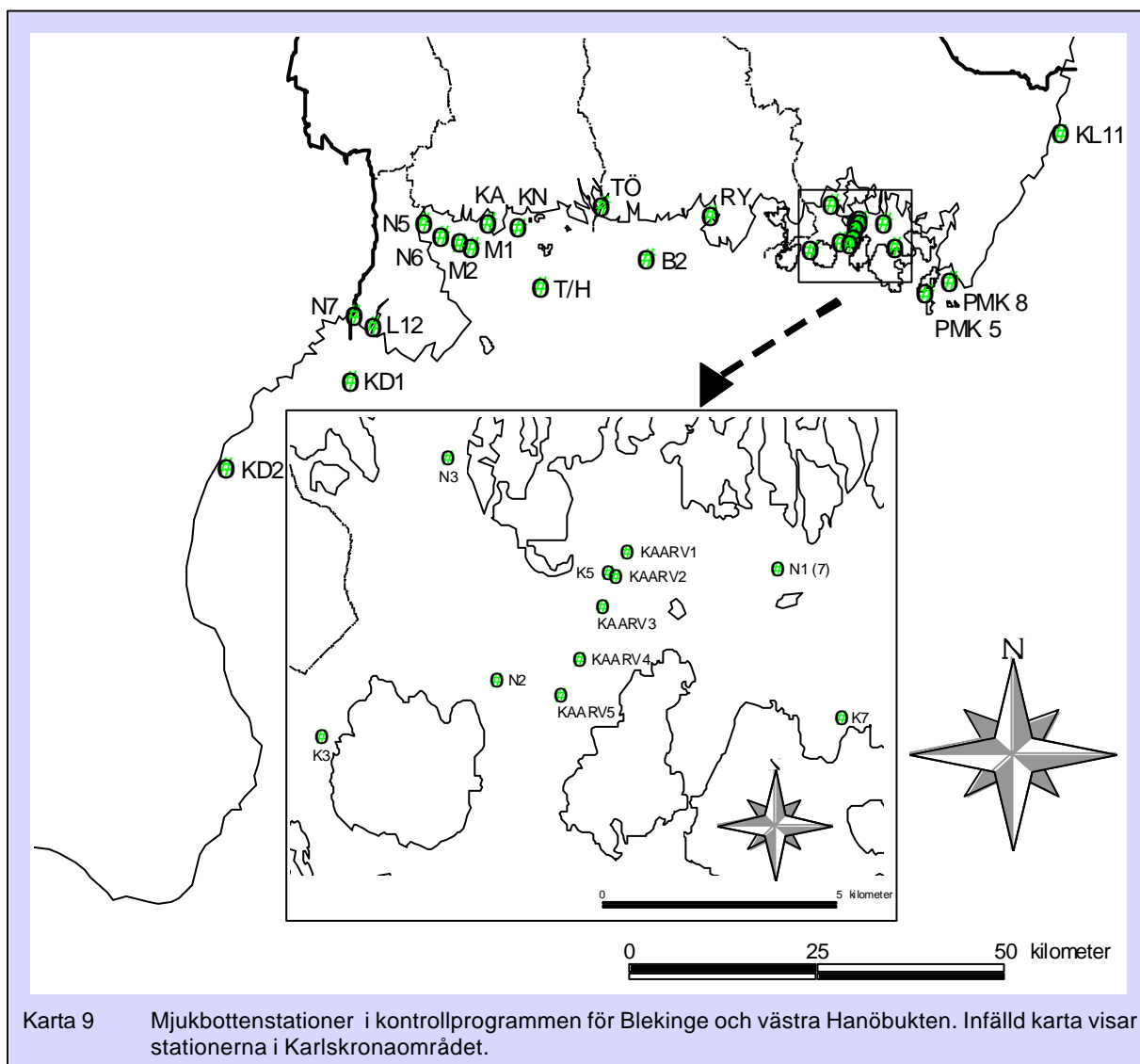
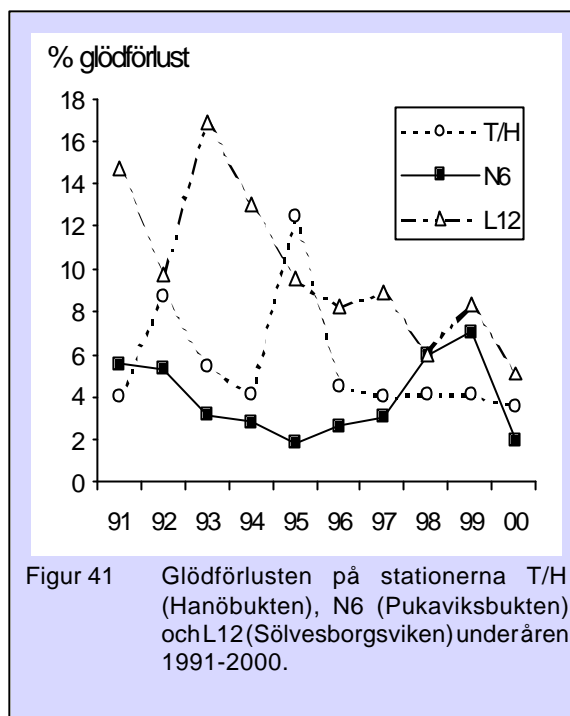
Sedimentet påverkas olika mycket av produktionen av växtplankton och större fastsittande alger och växter beroende på exponeringsgrad. I instängda, skyddade vattenområden ansamlas organiskt material i sedimentet redan på grunt vatten (Håkansson 1985). I exponerade områden, till exempel öster om Blekinge eller ute i Hanöbukten, ansamlas det sedimenterade organiska materialet däremot först på 50-60 meters djup (Persson 1989). Förändringar i sediment-sammansättningen 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 2000 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 1991-2000 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 41) 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 en skiftande organisk halt mellan åren. Här hade glödförlusten minskat drastiskt sedan 1999. Tydligt ligger stationen i ett område med en viss omlagring av sedimentet. Ytterligare en tydlig minskning mellan 1999 och 2000 uppmättes på stationen i Torhamnsfjärden (PMK 8) där glödförlusten sjönk från 16,6 till 9,4%. Stationen har endast provtagits vid ett fåtal tillfällen och värdena har skiftat mycket, vilket gör det svårt att dra några slutsatser kring den plötsliga förändringen. En förklaring kan vara att sedimentet blir mer organiskt i tät vegetation och proverna i 1999 års undersökning innehöll mycket växter. Andra stora förändringar mellan 1999 och 2000 inträffade på två av stationerna i Karlskronaområdet, KAARV4 och KAARV5, där glödförlusten ökade från 11,1 resp 10,7% till 17,7 resp 18,1%. Detta innebär att de inte längre skiljer sig från



övriga närliggande stationers höga värden. Kommande års mätningar får visa om det endast är tillfälliga avvikelser eller om det rör sig om stabila förändringar i glödförlusten. Sedimentet innehåller en del slagg från båttrafiken vilket kan påverka glödförlusten.

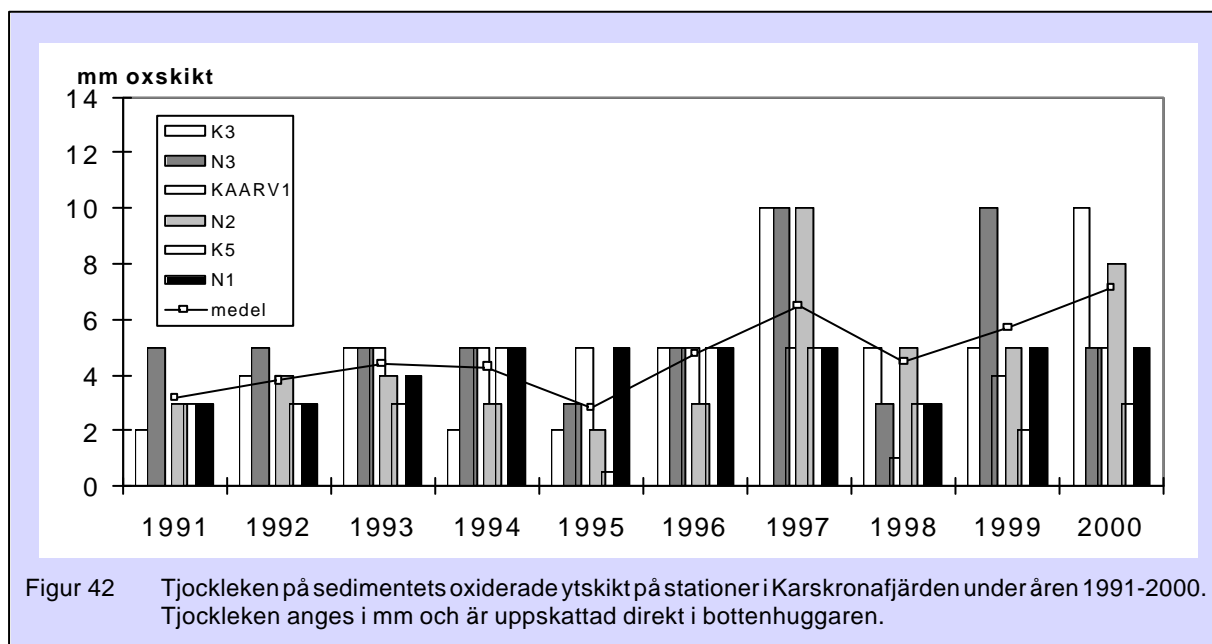
Om man gör motsvarande jämförelser som för glödförlust 1991-2000 men med avseende på kornstorleksfördelningen visar de flesta stationerna på ett oförändrat sediment. På två stationer, B2 söder om Ronnebyfjärden och N6 i Pukaviksbukten, har sedimentet dock förändrats markant under perioden 1991-2000. På station B2 har sedimenttypen ändrats från en grov sand till en finsand, som 2000 var ovanligt välsorterad med 82,4% finsand (bilaga 5). På N6 blev sedimentet först grövre (från en siltig gyttjelera till sandbotten) och från 1995 åter finare (tillbaka till siltig sand). Sedimentet har 2000 blivit något grövre igen med en minskning av den minsta fraktionen och en ökning av mängden sand, vilket tyder på att stationen påverkas av kontinuerlig omlagring. Stationen väster om Stårnö (KA), som 1999 förändrades från sand till grövre sand med inslag av grus, fortsatte att bli grövre med ökat grusinslag. Även stationen söder om Karlshamn (KN) blev grövre 2000 och här ökade de riktigt grova fraktionerna (>1 mm) markant.

Då det gäller syreförhållandena i sedimenten 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 42). 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 och att försämringen därmed var av tillfällig natur.

### **Bottenfauna**

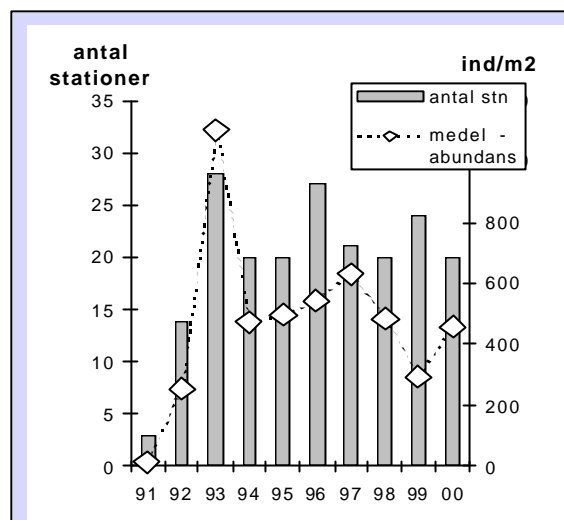
På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur. Eftersom östersjövattnet är utsötat finns här dock betydligt färre arter än i rent marin miljö. Totalt förekommer ett drygt femtiotal arter av större bottendjur i det undersökta området. De flesta bottendjur i Östersjön gynnas av en viss 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, rovbörstmaskar och framförallt fjädermygglarver (Leppäkoski 1975).



Artantal, individantal och biomassa hade förändrats sedan 1999 på stationerna enligt tabell 3. Det fanns inga signifikanta förändringar sedan 1999 för Blekinge/västra Hanöbukten som helhet. På enstaka stationer eller i områden var däremot förändringen mycket tydlig. Exempelvis minskade såväl individtätheten som artantalet på 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 vitmärla (*Monoporeia affinis*). Mellan 1999 och 2000 ökade *Pygospio* lika mycket som *Oligochaeter* minskade. Dessutom ökade *Monoporeia* och den lilla snäckan *Paludestrina* väsentligt medan fjädermygglarver (*Chironomidae*) minskade. Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor (*Macoma baltica*), men på flera (6) stationer bidrog även Sandmusslor (*Mya arenaria*) i hög grad till förändringarna 2000. På två stationer (L12 och KL11) visade sig havsborstmasken (*Nereis diversicolor*) bidra med den största biomassan.

### Arter

Djur påträffades på samtliga 28 bottenfauna-stationer. Antalet arter eller högre taxa var totalt 36, vilket är mer än något annat år förutom 1996 (bilaga 6). Artantalet varierade mellan 7-21 per station (förra året 6-17). Två arter, *Alkmaria romijni* och *Palaemon adspersus*, saknades från 1999, medan 6 andra taxa tillkommit varav en nattslända (*Trichoptera*) och en vattengräsugga *Sphaeroma hookeri* var nya för hela perioden 1991-2000. 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 vege-



Figur 43 Antalet stationer med *Pygospio elegans* inom provtagningsprogrammet i Blekinge 1991-2000. I figuren anges även tätheten för arten på stationer med förekomst (medelvärde).

tationsklädda bottenarna och kan komma med om proverna innehåller löslöslivande alger. Det får därför anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller inte. Alla arterna är normalt förekommande längs denna del av kusten.

Åtta av arterna förekom endast på en av stationerna vilket är fler än 1999 då det var 5 arter. 23 av stationerna hade 9 arter eller mer vilket är färre än 1999.

Det var inget område som utmärkte sig som speciellt artfattigt även om de närliggande stationerna N2 och KAARV4 i Karlskronaområdet och den tidvis dåligt syresatta stationen vid Kristianopel (KL11) endast hade 7 arter. Den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) hade efter tre år med endast 6 arter nu ökat till 9. Vidare ökade artantalet ytterligare på stationen i Källafjärden (PMK5) från 7 arter 1998 till hela 13 arter 2000. En del arterns förekomst kommenteras separat här nedan. För mer informa-

Tabell 3 Jämförelse av artantal, individtäthet och biomassa för bottenfauna på 26 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten mellan 1999 och 2000. 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>	11	12	nej	nej
Individantal/m <sup>2</sup>	9	19	nej	nej
Biomassa/m <sup>2</sup>	15	13	nej	nej

tion, se bilaga 6 och 7.

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 enstaka station (figur 43)

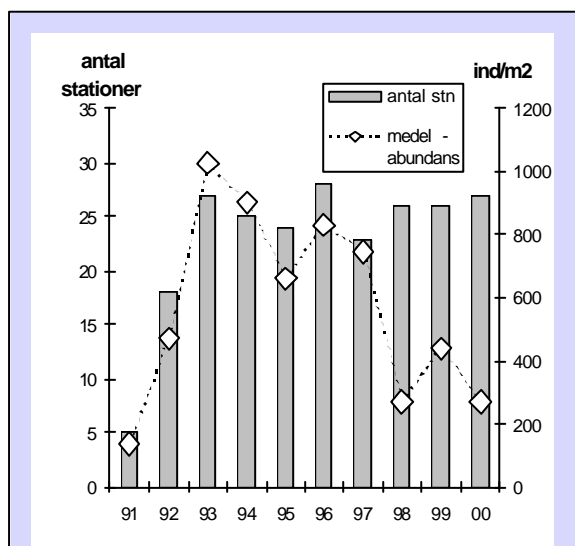
Havsborstmasken *Nereis diversicolor* betraktas som tämligen föroreningstål och trivs bra även i sediment som är organiskt belastade (Leppäkoski 1975). Arten har stadigt förekommit på lite drygt hälften av de provtagna stationerna, främst på gytjiga men även på sandiga bottenar. Den hade minskat märkbart både i antal och biomassa på stationen i Kristianopel (KL11) och i Torhamnsfjärden (PMK8) 1999, men hade börjat återhämtat sig till 2000.

*Marenzelleria viridis*, som också är en havsborstmask, förekom 2000 på 14 av stationerna. Båda stationerna i västra Hanöbukten (KD1 och KD2) hade ett glest bestånd av masken. Den högsta tätheten fanns på K7 i Kyrkfjärden med ca 100 individer/m<sup>2</sup>. Arten hittades för första gången 1990 i Blekinge (Persson 1991) men har ännu inte etablerat några täta bestånd. På andra sidan Östersjön upp till Finska kusten rapporteras den däremot 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 rov-

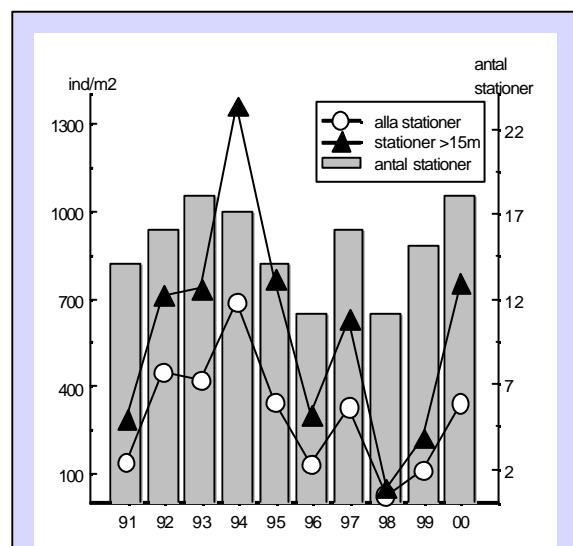
borstmasken *Nereis diversicolor*. Vid undersökningarna i Kalmar län 1997 fanns den så långt norrut som till Västervik (Lindqvist m fl 1998), dock i tämligen låga tätheter.

Gruppen daggmaskar (*Oligochaeta*) minskade på alla stationer i Karlskronaområdet utom KAARV1 mellan 1999 och 2000. Den mest dramatiska förändringen för gruppen inträffade på stationen L12 vid Sölvesborg som tvärt om ökade från 69 individer/m<sup>2</sup> 1999 till 1062 individer/m<sup>2</sup> 2000. Således har L12 återhämtat sig från de två senaste årens ovanligt låga värden. Dessutom hade N7 i Valjeviken efter tre år utan arten åter ett glest bestånd. Arten ökade totalt sett kraftigt fram till 1993 men har sedan dess minskat igen, speciellt på sandiga bottenar (figur 44). 2000 var det endast den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) som helt saknade *Oligochaeta*.

Mängden av den lilla vitmärlan (*Monoporeia affinis*) kan variera mycket mellan åren. Arten är vanlig på djupa och inte så organiskt belastade bottenar och fanns på 23 av de 28 stationerna (20 av 28 under 1999). Man har visat att den varierar i cykler om ungefär 7 år. I Blekinge kulminerade tätheten 1994 på flertalet stationer. Arten har visserligen ökat sedan 1999 då den förekom tämligen sparsamt, men det var endast fyra stationer, N6 och M2 i Pukaviksbukten, KN söder om Karlshamn och B2 söder om Ronneby-

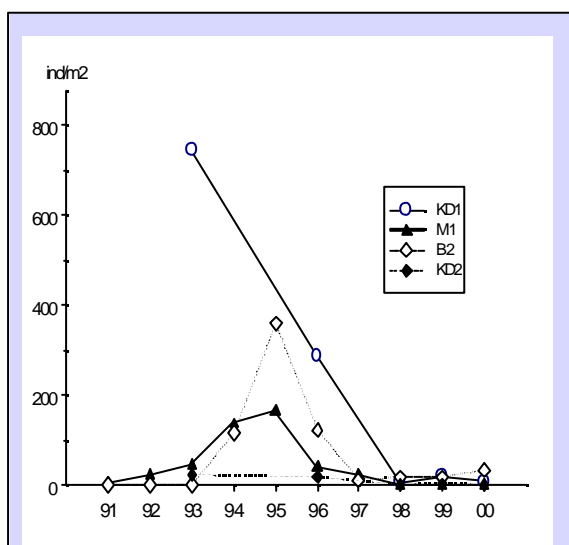


Figur 44 Antalet stationer med *Oligochaeta* inom provtagningsprogrammet i Blekinge 1991-2000. I figuren anges även tätheten för arten på stationer med förekomst (medelvärde).



Figur 45 Antalet vitmärlor i medeltal för 19 mjukbottenstationer resp. stationer djupare än 15 m (n=8) i Blekinge 1991-2000. Dessutom anges totala antalet stationer som hade vitmärlor.

fjärden, som hade riktigt täta bestånd (figur 45). En ny kulmen hos arten kan sannolikt förväntas under 2001-2002. Den än mer kallvattenberoende släktingen *Pontoporeia femorata* förekom endast på den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) i något tätare bestånd än de senaste tre åren, men däremot inte som tidigare på stationer inne i Karlskronafjärden. De båda stationerna i Västra Hanöbukten har under varje tidigare provtagning helt saknat vitmärlor, men hade 2000 för första gången glesa bestånd. Vid provtagningen 1993 hade de båda stationerna däremot ett relativt stort antal av den lilla sandmärklan (*Bathyporeia pilosa*). Antalet sjönk dock 1996 och arten hade vid provtagningen 1998 nästan helt försvunnit (figur 46). Vid 1999 års provtagning hade den åter ökat något i antal men sjönk igen 2000 och saknades helt på KD2 utanför Helgeåns mynning. Eftersom vi saknar resultat från åren däremellan kan man inte säkert säga att den stadigt har minskat under perioden. Arten är däremot känd för att vandra ut och in längs kusten och kan därför variera mycket mellan åren. Djuret gräver i sanden och är därför känslig för om sedimentet blir grövre. Ingen sådan förändring har dock skett på stationerna och de fortsatta provtagningarna får därför ge svar på om arten håller på att minska eller om det endast är mellanårsvariationer. Provtagningsserien i Blekinge antyder att det kan finnas en cyklisk variation liknande den för vitmärklan men tids-



Figur 46 Antalet sandmärklar (*Bathyporeia pilosa*) på 4 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1991-2000.

serien 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 1999 var mängden *Chironomider* lägre och på den dåligt syresatta stationen i Källafjärden (PMK5) sjönk antalet drastiskt från 1999 års extremt höga värden, men den hade totalt sett fortfarande den största mängden. Stationerna i Skåne saknade fortfarande *Chironomider*.

En grupp djur som kan bli mycket talrika fr a på måttligt djupa bottenar är småsnäckorna. De representeras i våra vatten av gruppen *Hydrobiidae* och den snarlika *Paludestrina jenkinsi*. Snäckorna kryper ovanpå bottenytan och äter av det organiska materialet på ytsedimentet. Gruppen minskade på hälften av stationer sedan provtagningen 1999 men fanns fortfarande kvar på flertalet stationer i provtagningsprogrammet. N7 i Valjeviken och L12 vid Sölvesborg var de enda stationerna med höga tätheter, framför allt av *Paludestrina*.

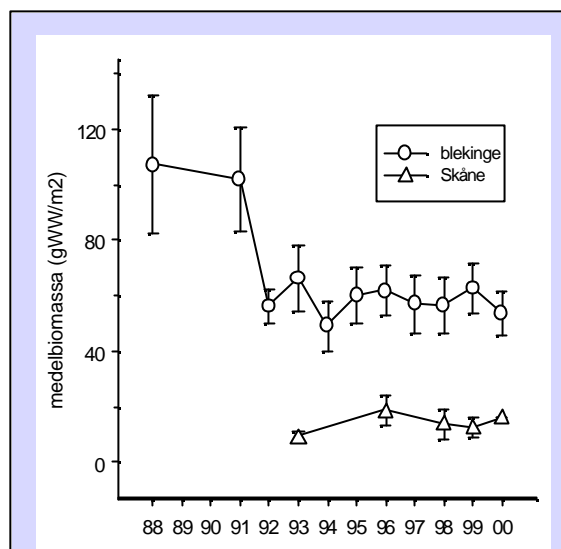
Den föroreningståligen östersjömusslan (*Macoma baltica*) förekom på alla stationer förutom på KL11 vid Kristianopel. Stationen har vid flera provtagningar saknat arten eller endast haft glesa bestånd, vilket troligen beror på den tidvis dåliga syresättningen. Vid undersökningarna 1998 saknades arten 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. Även 2000 var återväxten riktigt bra och ett mer normalt djursamhälle håller på att etableras.

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 Skåne har den inte samma särställning men svarar ändå för ca halva biomassan. I 1994 års rapport konstaterades att biomassan för östersjömusslorna i Blekinge hade minskat signifikant på erosionsbottenar

sedan 1991. Motsvarande analys med mätvärden även från 1995-2000 ger samma resultat och det framgår tydligt att det är biomassan 1991 som avviker från de övriga åren (figur 47). Detta skulle kunna tolkas som att en stor årskull blev överårig och dog ut, men en fördjupad statistisk analys av mätvärdena visar att det framförallt var mellanstora musslor som minskade i antal mellan åren. Det är därför svårt att finna en nöjaktig förklaring på de konstaterade förändringarna. Det saknas mätningar från 1989 och 1990 men det verkar som om biomassan var högre under perioden 1988-91. 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.

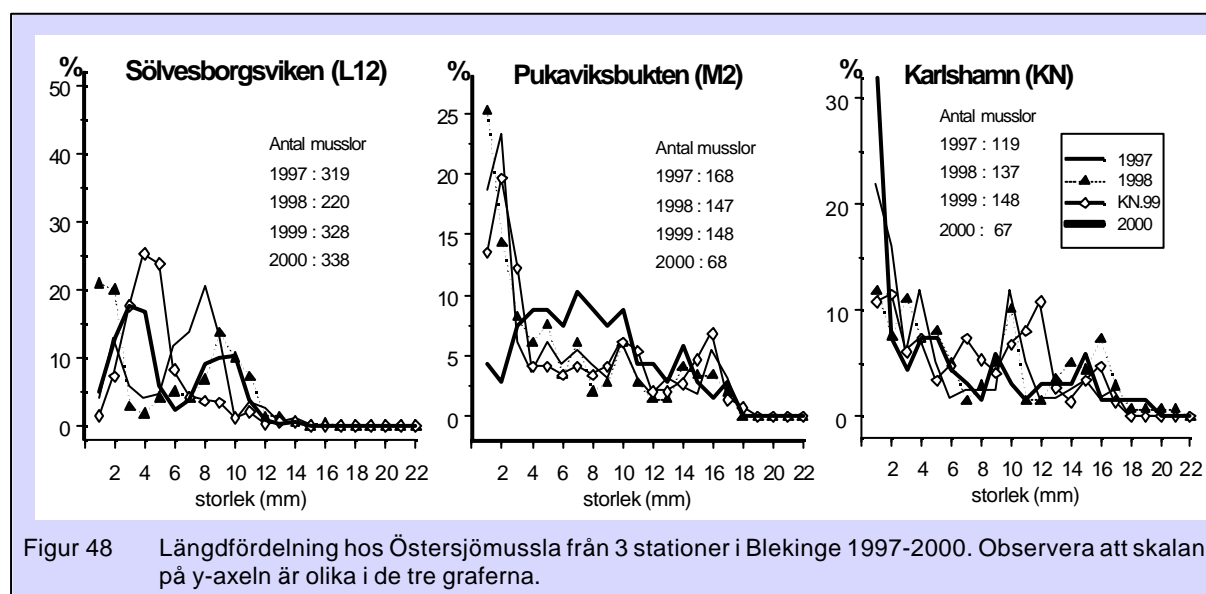
I figur 48 visas storleksfördelningen hos östersjömussla på tre av stationerna i Blekinge från 1997 till 2000. Östersjömusslan kan bli ungefär 10 år och drygt 20 mm lång i våra vatten (Olafsson 1986). På stationen vid Sölvesborg (L12) växte musslorna från 8 till 10 mm mellan 1997 och 1998 vilket får betraktas som normalt, medan årstillväxten verkar ha varit större till 2000. De minsta musslorna hade vuxit drygt 3 mm mellan 1998 och 1999 vilket även den nytillkomna årskullen till 2000 gjorde. Detta är tämligen mycket men knappast onormalt på en gytjig botten som den här. Stationen har en snabb omsättning på musslor där 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



Figur 47 Biomassaförändringar för Östersjömusslorna på 8 erosionsbottnar i Blekinge och två i västra Hanöbukten 1988-2000.

väl med tidigare år. I Pukaviksbukten (M2), som är en utpräglad erosionsbotten, var också tillväxten mer blygsam. Vuxna musslor verkar växa ungefär 1 mm/år. En tillväxt i denna storleksordning är normal på sandiga bottnar och stationen har en väldigt jämn åldersfördelning. Den återväxt som under flera år tidigare visats med en topp vid 1-2mm uteblev helt 2000. Söder om Karlshamn (KN) är också 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 och nu senast 2000 hade dock stationen förhållandevis mycket småmusslor även om beståndet 2000 var det minsta

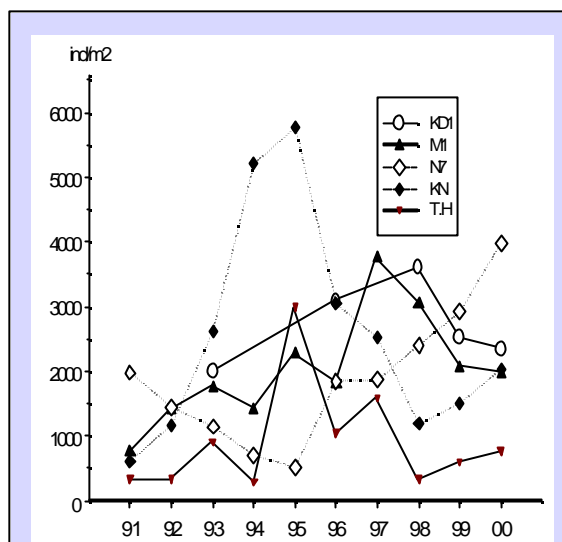


Figur 48 Längdfördelning hos Östersjömussla från 3 stationer i Blekinge 1997-2000. Observera att skalan på y-axeln är olika i de tre graferna.

sedan 1993. Tillväxten mellan 1999 och 2000 var ungefär 2-3 mm för hela beståndet, vilket förefaller vara något högt jämfört med tidigare år, särskilt för de vuxna musslorna. Det bör påpekas att antalet musslor var tämligen lågt på båda stationerna M2 och KN vilket gör analysen något osäker.

### Individdätthet och biomassa

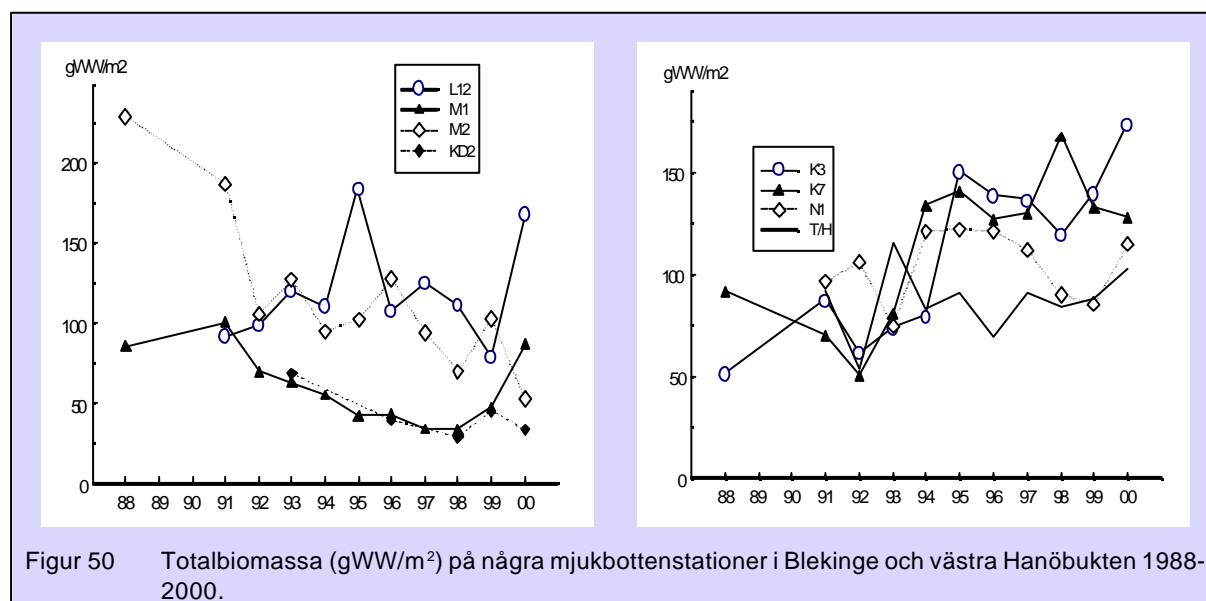
Individdättheten på stationerna i Blekinge och västra Hanöbukten har varit högst på sandiga bottenar med mycket småmaskar, samt på stationer med mycket vitmärlor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. Även snäckor och musslor kan i vissa fall ha avgörande betydelse för individantalet, vilket var fallet för ett fåtal stationer 2000. I Blekinge fanns en tendens till minskad individdätthet på några stationer från 1993 och fram till 1998 (figur 49) framförallt beroende på nedgången i populationen av vitmärulan (*Monoporeia affinis*) sedan 1994 (jfr figur 37). Dessutom ökade såväl havsborstmasken *Pygospio* som i viss mån dagmaskar (*Oligochaeta*) fram till 1993 för att sedan minska igen. I Valjeviken har individdättheten ökat sedan 1993 beroende på att först fjädermygglarver sedan småsnäckor och östersjömusslor har ökat i antal till 2000. Individdättheten på de båda stationerna i västra Hanöbukten har varit tämligen hög och jämn. Det



Figur 49 Individdättheten på några stationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1991-2000.

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 50). Biomassan var då nere på väldigt låga nivåer på M1, men den har succesivt ökat igen till 2000. Det främsta skälet till att biomassan var så låg är att mängden östersjömusslor hade minskat. Mjukbottenstationen KD2 utanför Helgeåns utlopp har tidigare nästan exakt följt kurvan för M1 men hade 2000 fortfarande mycket låg biomassa.



Figur 50 Totalbiomassa (gWW/m<sup>2</sup>) på några mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1988-2000.

I Karlskronabassängen har biomassan ökat på flera stationer. K3 i Västra fjärden, K7 i Kyrkfjärden och KAARV4 ökade tydligast fram till 1994-1995, medan KAARV1 och KAARV2 ökade mest den senare perioden fram till 2000. Ökningen i Karlskronabassängen kan vara ett tecken på att förhållandena har blivit något bättre, men dessvärre har motsvarande ökning av artantalet helt gått tillbaka 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. Den närliggande stationen i Valjeviken (N7) har även den ökat sin biomassa kraftigt till 2000. Samtidigt som dessa förändringar skett på de kustnära och relativt grunda stationerna så har biomassan ute i Hanöbukten (T/H) förändrats relativt lite bortsett från 1992 då den var förhållandevis låg.

### **Statistisk analys**

Liksom de tre tidigare åren har bottenfaunadata analyserats med multivariata metoder (klusteranalys och multidimensional scaling (MDS)) (Field m fl, 1982). I princip beräknas likheten i artsammansättning mellan alla ingående stationer (Bray-Curtis Similarity Index), därefter rangordnas de efter likhet och plottas så att alla likhetsjämförelser blir så riktiga som möjligt, åskådliggjorda med stationernas inbördes avstånd i en tvådimensionell plott (figur 46). Inringade grupper i plotten har sammankopplats med klusteranalys. Grupperna har sedan i sin tur analyserats med avseende på vilka arter som bäst förklarar att stationerna har grupperats tillsammans (tabell 4). I tabellen visas också värden på sedimentets organiska halt (Gf) och djupet på stationerna. "Förklaringsgrad" anger hur många procent av likheten inom gruppen som förklaras av angivna arter och "Likhet tot" anger i % hur lika stationerna är till artsammansättning inom respektive grupp.

Tabell 4 Värden för 28 mjukbottenstationer 2000 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	3,6	39	9	Monop, Maco, Pontop, Halic	-	-	en station
<i>grupp 2</i> N6, M2	0,7-2,0	16-17	10-13	Monop, Maco, Myti	-	-	en station
<i>grupp 3</i> KAARV1 & 3-5,	18-19,5	19-21	9	Maco, Oligo	91	71	
<i>grupp 4</i> B2, TÖ, KN KAARV2, K5, N2	0,4-3,3 / 18-20	13-25	7-13	Maco, Pygo, Oligo, Monop, Halic	91	44	
<i>grupp 5</i> PMK8	9,4	4	21	Coroph, Oligo, Maco, Ner	-	-	en station
<i>grupp 6</i> KA, N5 N1, N3, K3 PMK5, RY	0,6-2,1 / 21-26	7-15	8-15	Maco, Oligo Palu, Chir	90	48	
<i>grupp 7</i> M1, KD1, KD2	0,2-0,3	14-15	10-15	Pygo, Hydro, Oligo Maco	94	57	
<i>grupp 8</i> KL11	27	2	7	Oligo, Prost, Ner	-	-	en station
<i>grupp 9</i> K7, N7, L12	5-25	6-7	8-19	Maco, Palu, Ner Hydro	80	67	

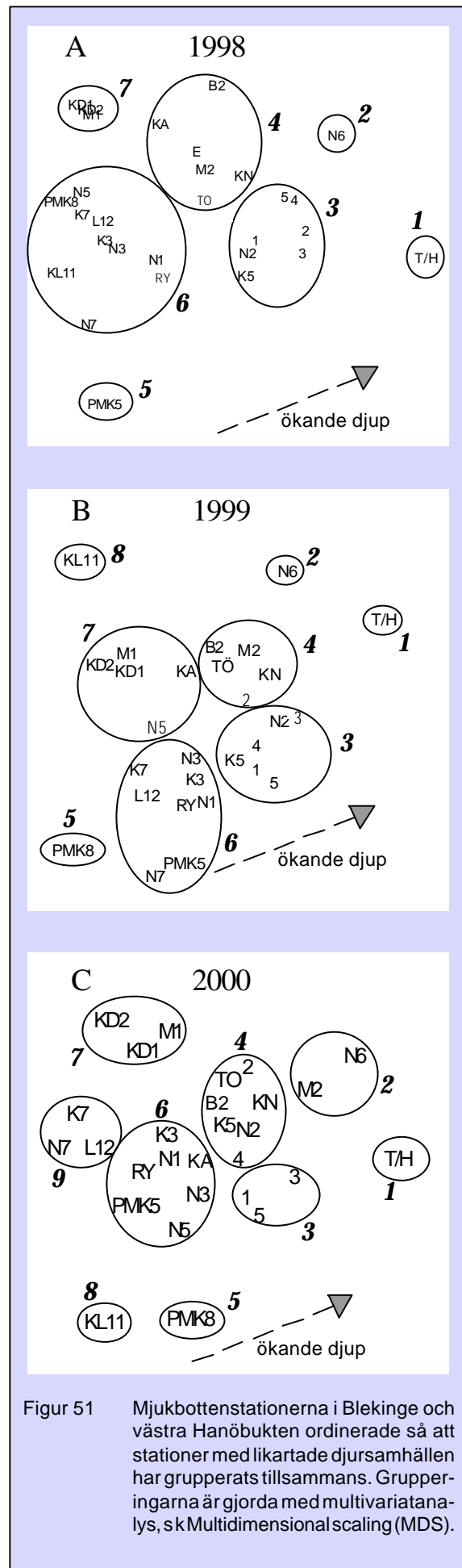
Vid jämförelse mellan figurerna 51A-C kan man se att grundmönstret har varit i princip det samma under alla åren. Det framgår tydligt att djupet är den viktigaste faktorn då det gäller att strukturera bottensamhällena. Om man analyserar ett visst djupintervall ser man att sedimenttypen kommer därefter, men även geografiska skillnader finns. Stationerna i Karlskronabasängen har därför likartat djursamhälle och skiljer sig något från bottnar med samma djup och glödförlust i Karlshamn eller Ronneby (Nilsson och Tobiasson 1996).

Alla Blekingestationer under perioden 1991-97 analyserades med multivariatmetod enligt ovan (Tobiasson 1998). Av resultatet kunde man konstatera att flertalet stationer hade haft väldigt likartad artsammansättning mellan åren.

Motsvarande analys för perioden 1997-2000 ger ett liknande resultat men med något större förändringar mellan åren, speciellt på grunda stationer med vegetation. Den enda station som tydligt försämrades med avseende på artinnehåll under perioden 1997-2000 var N7 i Valjeviken. Stationen har dock hämtat sig betydligt de senaste tre åren.

Slutsatsen av provtagningarna på mjukbottenarnas djursamhällen 2000 blir att det generellt har skett små förändringar på stationerna vad det gäller artsammansättningen men att det i Karlskronafjärden har blivit betydligt bättre sedan 80-talet även om resultaten från 2000 i viss mån bryter den trenden. En annan slutsats man kan dra är att djursammansättningen på grunda stationer med rotad vegetation och stationer med lösdrivande alger varierar mycket mellan åren och att dessa stationer normalt håller ett stort antal arter. Liksom många tidigare år var situationen i Kristianopel dålig då det gäller botten-djur.

En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999) visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast stationen i Kristianopel (KL11) klassas som något påverkad. På bottenstationen i Källafjärden (PMK5) håller ett mer normalt djursamhälle på att utvecklas.



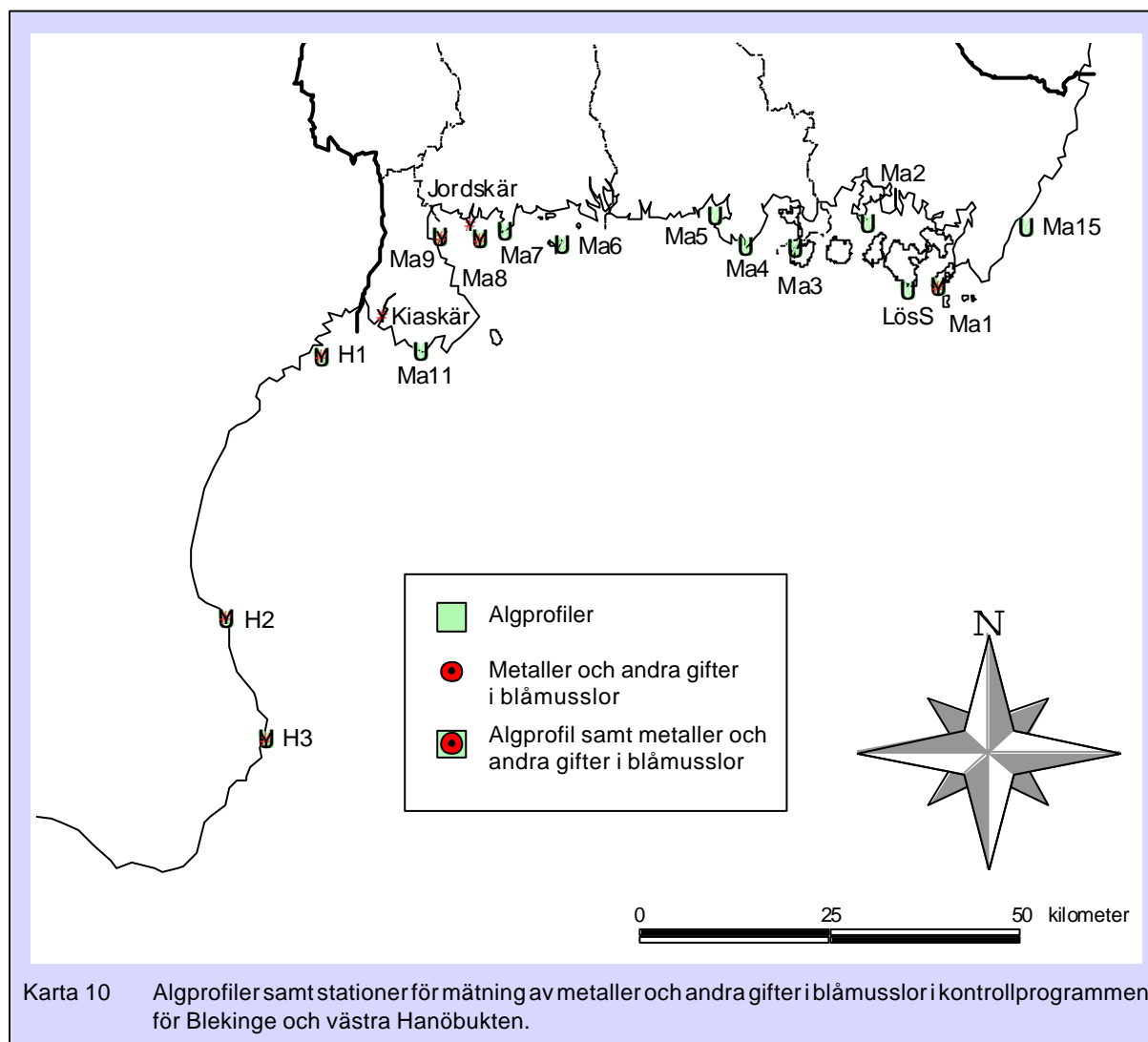
Figur 51 Mjukbottenstationerna i Blekinge och västra Hanöbukten ordinerade så att stationer med likartade djursamhällen har grupperats tillsammans. Grupperingarna är gjorda med multivariatanalys, s.k. Multidimensional scaling (MDS).

## Makroalger på hårdbottnar

Under perioden 1990-2000 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 9 av de 15 undersökta stationerna. Sedan 1999 hade dock tången utvecklats positivt på flera platser med väletablerat tångbestånd. 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 högre än 1999.

Antalet förekommande arter i rödalgsbältet var samma som de två 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 16 arter av framför allt rödalger men även endel brun- och grönalger. Statistisk analys antyder att artsammansättningen främst styrs av vågexponeringen på respektive lokal.

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



Under 2000 (11 september-22 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 8 till 10. De provtagna stationernas lägen framgår i karta 10.

### **Utbredning och förekomst av alger**

Grunda hårbottenar i Östersjön har efter vad man vet tidigare dominerats av ett tångsamhälle. I takt med förändringar i bland annat vattenkvaliteten har blåstången minskat medan fint-rådiga 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. En ökad närsaltbelastning ger ett minskat siktdjup genom intensivare planktonblomningar, vilket i sin tur påverkar tångens djuputbredning genom att ljustillgången 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 tånggråsuggor (*Idothea spp.*) och tångmärlor (*Gammarus spp.*). Undersökningar visar att det finns ett signifikant samband mellan antalet tånggråsuggor och en minskning av mängden tång (Engkvist 2000).

Under åren 1990-2000 har sammanlagt 16 hårbottenstationer undersökts genom dykning. Fem av stationerna har besökts 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.

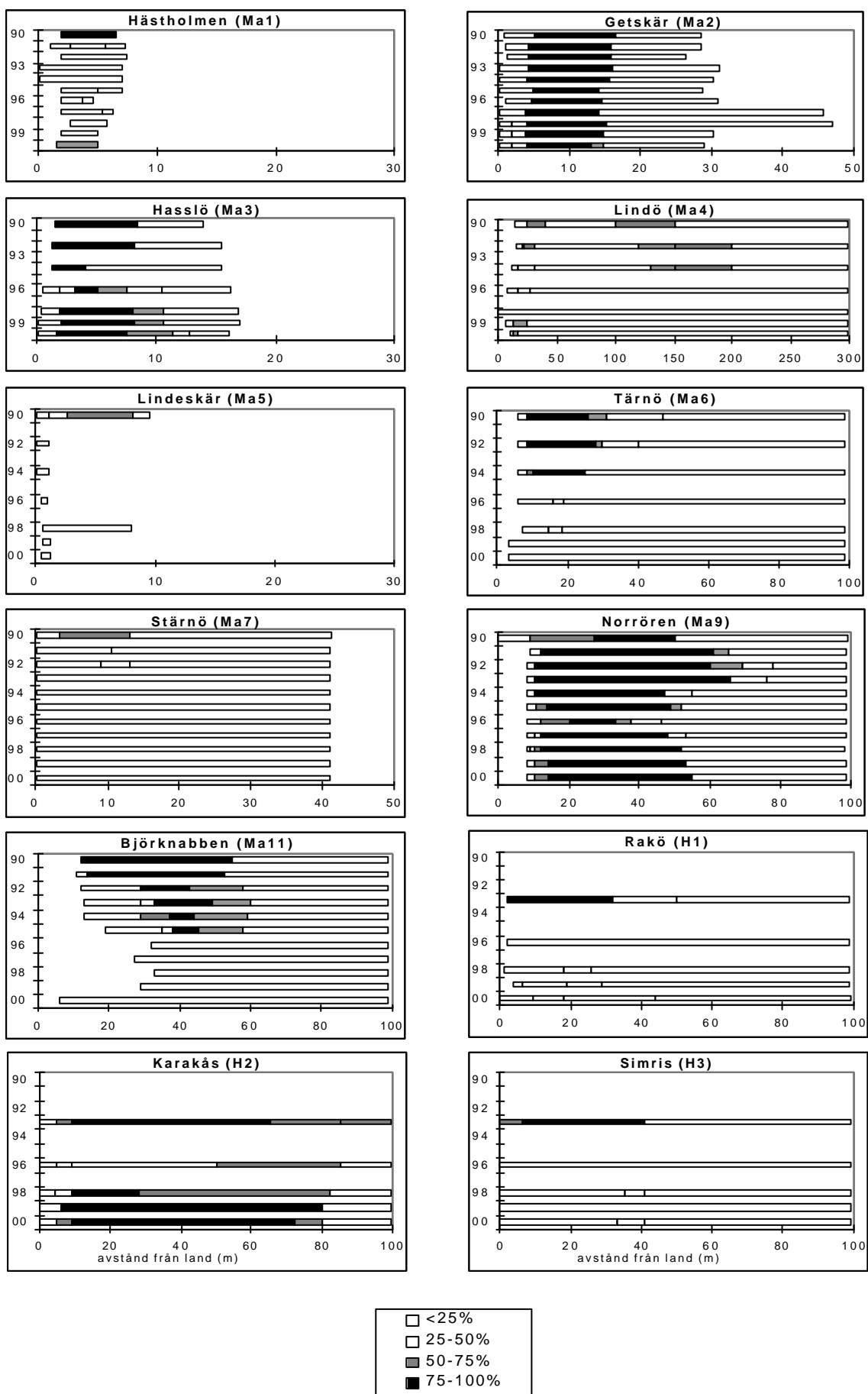
1990 fanns det ett sammanhängande tångbälte (>25% täckning) vid 9 av de 11 då undersökta stationerna i Blekinge. 1992 hade antalet reducerats till 6. På fyra av dessa sex återstående stationer hade dessutom negativa förändringar av både djuputbredning och täckningsgrad för bältet ägt rum. Även på stationerna 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 succesiv men sett över hela provtagningsperioden ändå väldigt tydligt negativ. Det har också skett avsevärda förändringar av bältets bredd. Detta illustreras även i figur 52. Här framgår tydligt att negativa förändringar ägt rum på ett flertal stationer.

Det går inte att med självklarhet koppla

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 2000. Siffrorna anger antalet stationer där respektive förändring har skett.

	djuputbredning för tångbältet			djuputbredning för enstaka tångplantor		
	1990/93-96	1996-2000	1990/93-2000	1990/93-96	1996-2000	1990/93-2000
ökning	1	5	1	3	5	3
oförändrat	0	4	1	3	1	0
minskning	12	4	11	7	7	10



Figur 52 Utveckling av tångbältets utbredning (antal meter från stranden och utåt) på 12 stationer under perioden 1990-2000. Täckningsgraden anges i %. Observera att det är olika skalor.

försämringen av tångsituationen till de punkt-källor 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. En del 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 stationen vid Karakås (H2) har helt återhämtat sig då det gäller tångutbredningen.

Förändringarna sedan 1999 var både till det bättre och sämre. 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 stationerna vid Hästholmen (Ma1), Tärnö (Ma6), och Björknabben (Ma11). Även på stationen vid Simris (H3) hade det skett en viss förtätning av det sedan tidigare vuxna beståndet. Däremot hade flertalet av de plantor som etablerades till 1998 blivit helt nedbetade och beståndet hade nästan helt försvunnit. 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.

Sammanhängande bälte av blåstång (*Fucus*

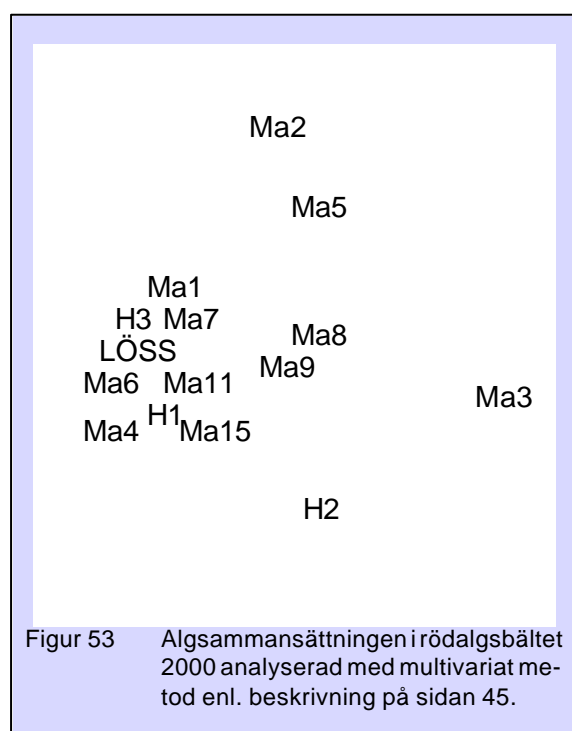
*vesiculosus*) och/eller sågtång (*Fucus serratus*) fanns vid 9 stationer 2000 vilket är samma som 1999.

### **Förekommande arter**

I de kvantitativa prover som togs i rödalgsbältet fanns totalt 18 arter eller högre taxa av makroskopiska alger. Det är ungefär lika många arter som tidigare år. På flertalet stationer var det dessutom i stort sett samma arter som dominerade vid de alla tillfällena. Artantalet 2000 varierade mellan 4 och 17 med det högsta antalet vid Hasslö (Ma3). Flertalet av de "nya" arterna på stationen förekom i mycket små mängder. Mest anmärkningsvärt är att stationen vid Karakås i stort sett helt saknade gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) som annars dominerar på flertalet vågexponerade stationer. Antalet arter på stationerna var för övrigt i stort sett samma som 1998 och 1999. Inte i något fall utöver Ma3 var skillnaden mer än 2 arter. Inte heller totala biomassan var signifikant förändrad sedan 1998 mer än på någon enstaka station. Det gäller fr a stationen utanför Ronneby (Ma5). På denna plats tas provet på 3 m djup vilket innebär att brunalgen *Pillayella* kan utgöra en stor del av växtbiomassan. Denna art kan vissa år bli väldigt vanlig och täcka i stort sett hela botten. Även biomassan av gaffeltång hade dock förändrats från 1999. Arten täcker inga stora ytor på lokalen och vid fläckvis förekomst av kan rutorna på en slumpen hamna i olika algsamhällen vid olika tillfällen.

Statistisk analys med MDS (jfr mjukbotten kapitlet sida 43) ger en viss antydning av vad som kan vara avgörande för algsammansättningen (figur 53). Vid undersökningarna 1998 och 1999 verkade vågexponeringen vara en viktig strukturerande faktor och motsvarande mönster antyds även vid 2000 års mätningar. Man kan också se att tre av de fyra stationer som provtas på 3 m 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. Även H2 vid Karakås avviker, mest på grund av dominans för rödalgen *Phyllophora*.

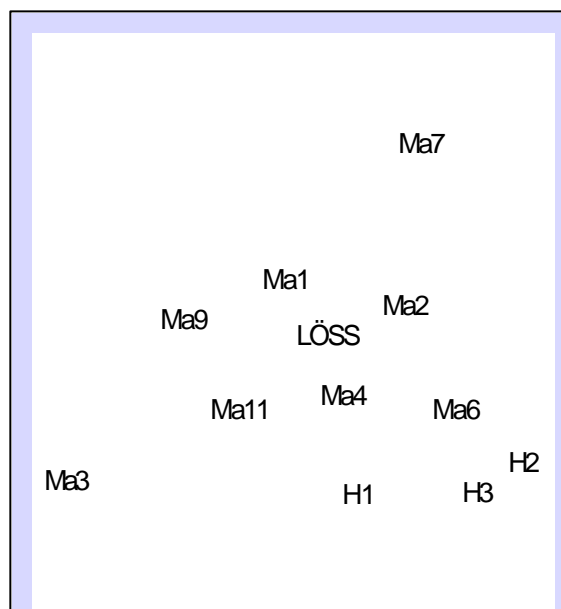
Påväxtalger i tångbältet analyserades i alla de 12 profiler som hade tång på ungefär rätt djup (1,0-1,5 m) samt dessutom på Ma5 i Ronneby-



Figur 53 Algsammansättningen i rödalgsbältet 2000 analyserad med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 45.

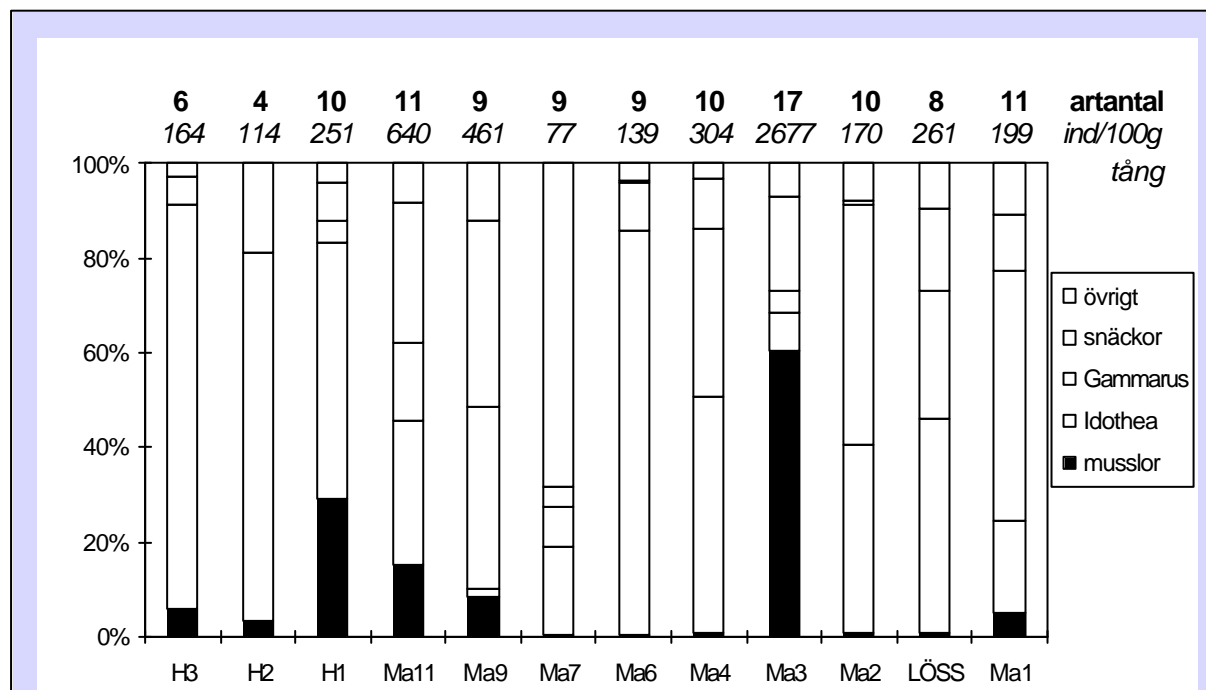
fjärden där proverna togs en bit vid sidan om profilen. Antalet arter av påväxtalger varierade mellan 4 och 9 och liksom de två tidigare åren var artantalet högst på Ma3 vid Hasslö. Påväxtalgernas biomassa var i allmänhet betydligt högre än 1999 (som högst 5,3 gDW/100 gDW Fucus vid Sturkö). I allmänhet dominerades påväxten av brunalger som fjäderslick (*Pilayella littoralis*), tångludd (*Elachista fucicola*) och, på Ma9 och Ma3, skäggtång (*Dictyosiphon foeniculaceus*). Endast på profilen vid Björknabben (Ma11) var påväxt av rödalgen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) dominerande.

Djursamhället undersöktes på samma 12 stationer som påväxtalgerna ovan. Studier på djursamhället i tången har bara utförts två gånger tidigare och äldre jämförelsedata saknas därför. Antalet arter på stationerna var mellan 4 och 9 och liksom 1998 och 1999 avvek profilen vid Hasslö (Ma3) genom att ha betydligt högre artantal (17 arter). Även täthet och biomassa var betydligt högre på denna station än på de övriga trots att den hade minskat sedan 1999. I figur 54 framgår den procentuella artfördelningen mellan olika organismgrupper. Man kan se att tångmärlor (*Gammarus*) och/eller tånggråsuggor (*Idotea*) dominerade på flertalet stationer. Vid



Figur 55 Artsammansättningen för djur i tångbältet 2000 analyserat med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 45.

Hasslö (Ma3) dominerade dock småmusslor och även vid Karakås (H2) hade dessa en stark ställning. I figur 54 framgår också totala djurtätheten i tången vilken varierade betydligt mellan olika stationer om än inte så mycket som 1999.



Figur 54 Procentuell fördelning mellan olika djurgrupper i tångproverna vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanöbukten 2000. Över staplarna anges de olika stationernas artantal och individtäthet (gww/100 g Fucus).

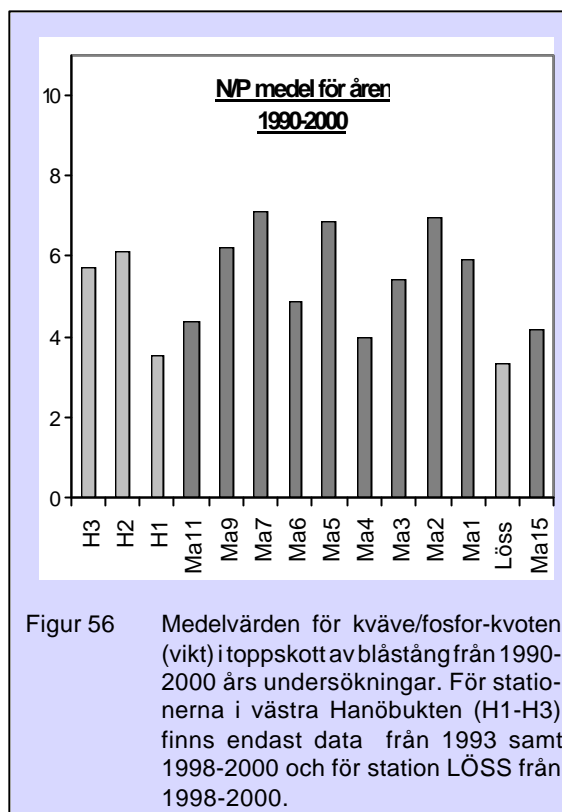
Statistisk analys med MDS (figur 55) bekräftar att Ma3 hade ett avvikande djursamhälle. Analyser ger i stort sett samma bild som vid undersökningarna 1999 och liksom för rödalgerna verkar vägexponeringen bäst kunna förklara djursammansättningen på de undersökta lokalerna.

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

Kväveinnehållet varierade mellan 2 och 15 mg/g torrsvikt (se bilaga 11), med lägsta värdet vid Norrören (MA9). Halten av kväve är 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. Om man däremot jämför blåstångens kväveinnehåll i Blekinge under perioden 1991-97 med kvävebelastningen i länet, kan man se en viss överensstämmelse (Tobiasson 1998).

Fosforinnehållet varierade mellan 2,4 och 4,2 mg/g torrsvikt med maxvärde vid Ronneby (MA5) och minimum vid Hästholmen (Ma1). Värdet för totalkol varierade mellan 371-400 mg/g torrsvikt, vilket var i samma storleksordning som tidigare år.

Kväve-fosforkvoten varierade 2000 mellan



Figur 56 Medelvärden för kväve/fosfor-kvoten (vikt) i toppskott av blåstång från 1990-2000 års undersökningar. För stationerna i västra Hanöbukten (H1-H3) finns endast data från 1993 samt 1998-2000 och för station LÖSS från 1998-2000.

0,6 och 4,2 vilket enligt Notini (1990) tyder på att blåstångens tillväxt var tydligt kvävebegränsad i hela området. Om man ser på medelvärdet för N/P-kvoterna under alla de år mätningar har gjorts visar det sig att de exponerade stationerna genomgående har haft låga kvoter medan exempelvis stationen i Ronnebyfjärden (Ma5) har haft hög kvot (figur 56).

## 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 tre av stationerna. Det gäller en lokal utanför Simrishamn en utanför Karakås samt en utanför Mörrums Bruk. Blyhalten var tydligt förhöjd på lokalen i Sölvesborgsviken.

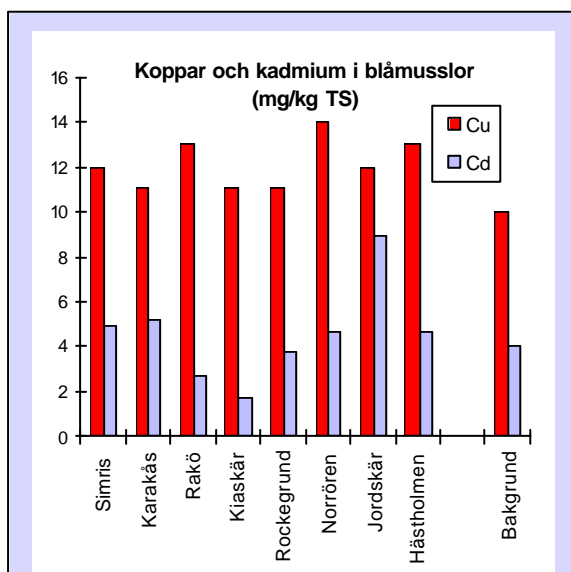
Halterna av EOCi uppvisar svag gradient från Mörrums Bruks utsläppsområde. De uppmätta halterna var på flera stationer betydligt högre än vid undersökningen 1999.

För att se på gifthanrikning i levande organismer analyserades under 2000 tungmetaller i blåmusslor (*Mytilus edulis*) på åtta stationer i Blekinge och västra Hanöbukten. Årets provtagning var den andra i ordningen. På sju av dessa stationer analyserades också extraherbart organiskt klor (EOCI) i musslorna. Resultaten av de gjorda mätningarna redovisas i bilaga 12. De provtagna stationernas lägen framgår av karta 10 på sidan 47.

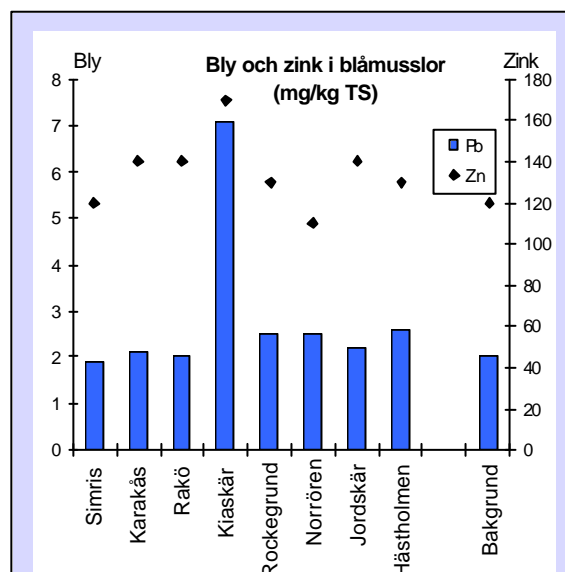
### Metaller i musslor

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. De uppmätta halterna av tungmetaller i blåmussla låg med några undantag i närheten av bakgrundsvärdena. Vid mätningarna 1999 var bly och kopparvärdena i allmänhet något över bakgrundsvärdena liksom kadmiumvärdena på några stationer (Tobiasson m fl 2000). Samma sak gäller för provtagningen 2000. Det är svårt att se något samband mellan uppmätta halter och utsläppskällor. I viss mån påverkas halterna i köttet av hur snabbt musslorna växer samt deras storlek. Musslor som



Figur 57 Halter av metallerna koppar och kadmium i blåmussla på 8 stationer i Blekinge och Västra Hanöbukten, september 2000.



Figur 58 Halter av metallerna zink och bly i blåmussla på 8 stationer i Blekinge och Västra Hanöbukten, september 2000.

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 undvikit att ta med musslor som såg missformade ut. Trots detta är det en avsevärd skillnad mellan olika stationer vad det gäller musslornas medelvikt (bilaga 11). 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) på några av stationerna (figur 57). Mycket stor avvikelse uppvisade halterna av kadmium vid Jordskär. Halten har även tidigare varit hög på stationen (tabell 6) och mätningen 2000 gav det hittills högsta värdet (8.9 mg/kg TS). 2000 var det tredje året med tydligt förhöjda kadmiumhalter på denna station och det finns därmed anledning att utreda varifrån detta kadmium kan härstamma och kanske också hur stort område som har denna höga halt. Uppenbarligen är stationen belastad med kadmium och sannolikt har närheten till Mörrumsån

stor betydelse. Närhet till större vattendrag har bl a i Kalmar län visat sig ge höga kadmiumhalter trots att inga kända kadmiumutsläpp sker. Stationen vid Jordskär hade också tydligt förhöjd halt av krom. Tydligt förhöjda kadmiumhalter uppmättes också på stationerna vid Karakås och Simris. Vid Karakås har halten varierat mycket mellan åren vilket gör utvärderingen lite osäker. Vid Simris däremot har halterna nu varit tydligt förhöjda vid två på varandra följande mättillfällen vilket innebär att det även här finns anledning att undersöka varifrån detta kadmium kan härstamma. Stationen vid Simris uppvisade i övrigt inga förhöjda metallhalter.

I Sölesborgsviken uppmättes liksom tidigare är tydligt förhöjda halter av bly (figur 58). Resultaten från 2000 var de hittills högsta som vi uppmätt. De förhöjda halterna av bly i blåmusslor från Sölesborgsviken är inte särskilt förvånande eftersom halten av bly i sedimentet är förhöjd (Tobiasson 2000). Eventuellt kan muddringsarbetena i hamnen ha inneburit en ökad exponering för det bly som ligger i sedimentet. Även zinkhalten var hög på stationen.

### ***EOCl och klorfenoler i musslor***

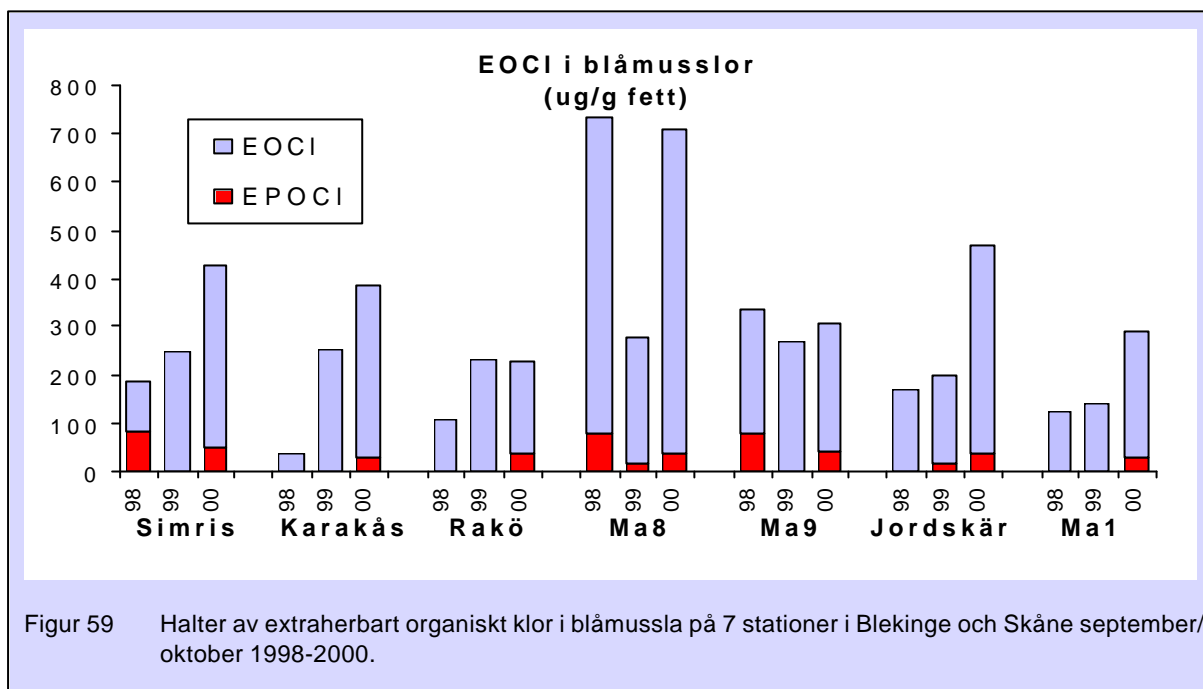
Endast en liten del av de ämnen som ingår i summaparametern EOCl (extraherbart organiskt

Tabell 6 Avvikelseklassning av uppmätta metallhalter i blåmusslor vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanöbukten 1998-2000. Jämförvärden och klassning är hämtat från "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav" (Naturvårdsverket 1999).

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

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



klor) är kända. I storleksordningen 1 % utgörs av de för skogsindustrin typiska klorfenolära ämnena (Södergren 1988). Trots detta har man funnit signifikanta samband mellan EOCI och klorguajakoler vilket talar för att parametern mycket väl kan användas för att uppskatta influensområden för skogsindustriutsläpp.

Halterna av EOCI var på flera stationer högre än föregående år. Likom vid undersökningen 1998 var halterna tydligt högre utanför Mörrums Bruk än på övriga stationer (Lundgren m fl

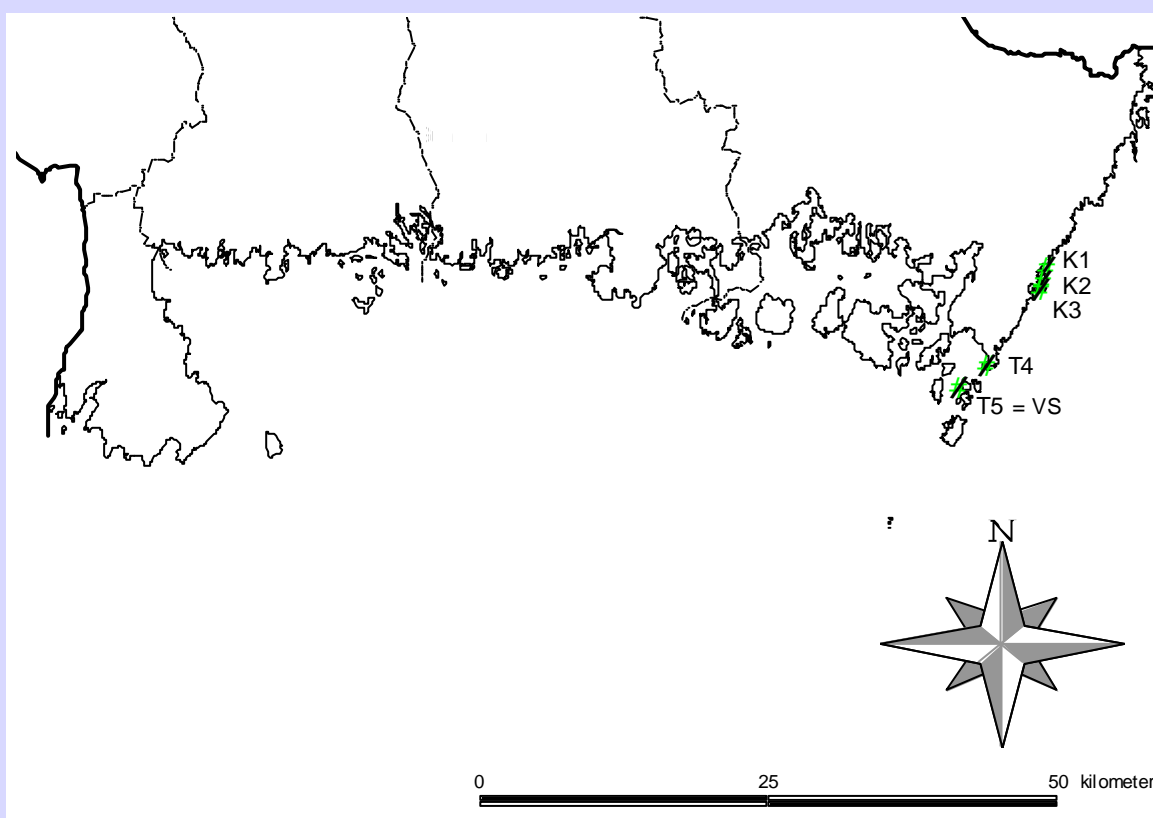
1999). Speciellt om halterna anges i förhållande till fettinnehåll får man en tydlig bild (figur 59). Den syrapersistenta delen (EPOCI) låg på en jämn nivå.

Sammanfattningsvis visar undersökningen av klorerade föreningar i blåmusslor att halterna överlag var högre än vid mätningen 1999. Det finns inga jämförvärden för klorerade föreningar i Naturvårdsverkets rapport med bedömningsgrunder.

## Mobil grundområdesfauna

Resultaten från årets undersökning av djursamhällen på grunda bottnar pekar ej på några negativa effekter på recipientstationerna. Tvärtom hade stationerna vid Östra Stärkelsefabriken vid Jämjö i allmänhet högre individantal och biomassa än referensstationerna. Inte heller för hela treårsperioden 1998-2000 pekar resultaten på att utsläppsområdet har påverkats negativt. Fjolårets situation med högre frekvens av ögonförstoring hos lerstubb på recipientlokalerna förelåg ej i årets undersökning och samtliga stationer uppvisar likartade, låga frekvenser.

En utvärdering av treårsperioden visar att det är tveksamt om metoden mobil grundområdesfauna kan påvisa effekter som kan relateras till mänskliga utsläppskällor. Detta beror främst på djurarternas stora variation. Tidpunkten för provtagningen är ur provtagningssynpunkt bra eftersom den mobila epifaunan ligger på sitt årsmaximum vid denna tiden på året. Ser man däremot på verksamheten på LyckebyStärkelsen så föreligger den nästan uteslutande under perioden september till december. Eventuella direkta effekter av utsläppen kommer därför aldrig att kunna detekteras. Ej heller är det troligt att mer långtgående recipienteffekter kan detekteras så långt efter att utsläppen upphört då recipientområdet får anses vara välventilerat. Placeringen av referensstationerna är förklarlig då det finns en rad äldre data att tillgå för jämförelser. Referensstationerna ligger dock båda i västläge medan recipientstationerna ligger i östläge och därmed påverkas helt olika av viktiga abiotiska faktorer som vind och vågor. Referens- recipientstationerna borde ha placerats längs samma kuststräcka. Metodens stora fördel är dess höga ekologiska relevans, dvs hur den återspeglar ett helt samhälle och hur detta påverkas och den verkar därför vara mer lämpad för monitorering av olika kustområdens generella hälsotillstånd.



Karta11 Områden för studier på mobil grundområdesfauna i kontrollprogrammet för Blekinge och Västra Hanöbukten.

Mobil epifauna provtogs på fem lokaler 12-13 september 2000. I årets rapport redovisas resultat från det tredje årets provtagning av mobil epifauna inom ramen för Blekingekustens vattenförbunds recipient-kontrollprogram. Dessutom görs en statistisk utvärdering av resultaten från de tre årens undersökningar med avsikten att utröna om metoden är lämplig för recipientkontroll. Den statistiska bearbetningen bestod i variansanalyser (ANOVA), korrelationer och power-analyser. Stationsvisa och årsvisa indelningar gjordes och för variansanalyserna, vilka kräver normalfördelning, logaritmerades värdena för att åstadkomma detta. Som eftertest användes Scheffe's post-hoc test, med signifikansnivån 5 %. Resultaten från undersökningarna 2000 redovisas i bilagorna 13 och 14. De provtagna områdena framgår i karta 11.

### **Sediment och vegetation**

De undersökta lokalerna har bottnar av likartad karaktär, med en låg organisk halt i sedimenten (bilaga 13). De fem lokalerna kan beskrivas som erosionsbottnar. Sedimentdata från tidigare års undersökningar (Toxicon, 1998; Toxicon, 1999) överensstämmer med årets undersökning.

Salthalt och temperatur var likartade på lokalerna vid provtagningen 12-13 september (tabell 3). Medeldjupet i fallfällproverna låg på 0.50 m på lokalerna (bilaga 13). Fetch, ett mått på lokalens exponeringsgrad, var högst på referenslokal 1 (T4), och lägst på K2 (Långaskär). På K1 kunde den ej bestämmas eftersom radiallinjerna i huvudsak var längre än 100 km. Detta gällde

delvis även station T4 och K3, varför fetchvärdena för dessa stationer bedöms som osäkra (bilaga 13).

Vegetationstäckningen var mellan 0-20% och 60-80% och vegetationen utgjordes huvudsakligen av nate (*Potamogeton sp.*) eller nating (*Ruppia sp.*) (bilaga 13). På samtliga lokaler dominerade nating. Under 1980-talet har vegetationen på lokalerna K1-K3 och T4 klassificerats som bottnar med nate/nating (Lagenfelt, 1990). Täckningsgraden var lägre år 2000 på K1, K3 och T5 jämfört med 1999, och K2 hade en något högre täckningsgrad jämfört med 1999-års undersökning.

Fintrådiga alger förekom endast sparsamt och täckte såväl vegetation som naken botten till uppskattningsvis <1% på K2 och T5, 1-20% på K3 och T4, samt 20-40% på K1. Allmänt känt är att tanglus ökar med andelen fast vegetation men även med ökande mängd fintrådiga alger. Liksom undersökningen 1999 kunde någon koppling mellan mängden tanglus och mängden fintrådiga alger inte göras vid årets undersökning (bilaga 13). 1998 hade K2 högst täckningsgrad av fintrådiga alger samt högst täthet/biomassa av tanglus.

### **Artantal**

Sex till åtta arter tillhörande mobil epifauna erhöles 2000 på lokalerna (tabell 7), vilket stämmer väl överens med tidigare års resultat. K2:s resultat låg i föreliggande undersökning på samma nivå som övriga stationer, vilket indikerar att

Tabell 7 Antalet arter som erhöles på lokalerna i föreliggande undersökning jämfört med vid undersökningarna 1998 och 1999.

	K1	K2	K3	T4	T5
Antalet arter 1998	8	8	9	8	6
Antalet arter 1999	7	2	10	8	7
Antalet arter 2000	7	6	6	8	6
Antalet arter/m <sup>2</sup> 1998	1,1	1,1	1,2	1,1	0,8
Antalet arter/m <sup>2</sup> 1999	0,9	0,3	1,3	1,1	0,9
Antalet arter/m <sup>2</sup> 2000	0,9	0,8	0,8	1,1	0,8

fjolårets låga artantal var en tillfällig nedgång.

Pungräkor, sandräka, lerstubb och skrubbskädda återfanns på samtliga lokaler. Av tidigare funna arter var det hela sex arter som ej återfanns i årets undersökning (*Palaemon elegans*, *Scophthalmus maximus*, *Spinachia spinachia*, *Gasterosteus aculeatus*, *Pungitius pungitius* och *Syngnathus typhle*). Alla dessa arter har dock endast varit förekommande i enstaka exemplar. Tånglaken (*Zoarces viviparus*) var en ej tidigare påträffad art i årets undersökning.

### Abundans

Antalet individer per kvadratmeter varierade ungefär mellan 8 och 95 i årets undersökning (bilaga 14). Liksom tidigare är sköt individantalet i höjden, denna gång på K1, beroende på stor förekomst av pungräkan *Neomysis integer*. Abundansen för K1 låg också signifikant högre än övriga stationer. I övrigt låg individantalet på ungefär samma nivåer som föregående år. I övrigt kan inga mönster skönjas vad gäller variationen i abundans mellan stationerna (figur 60).

### Biomassa

Biomassan var 1,4-4,8 g/m<sup>2</sup> på lokalerna (bilaga 14). Station K1 hade högst biomassa och var signifikant högre än referensstationerna T4 och T5. Lerstubb dominerade generellt tillsam-

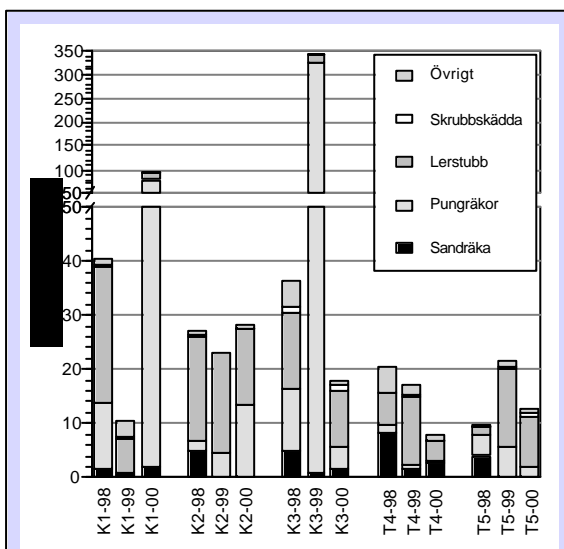
mans med skrubbskädda där denna påträffades. Bland kräftdjuren dominerade sandräka och pungräkor. Lerstubben hade minskat igen på referensstationerna efter fjolårets ökning. Sandräkan ligger kvar på fjolårets lägre nivåer jämfört med 1998 års resultat. Den totala biomassan på respektive lokal stämmer relativt väl överens mellan de tre provtagningarna 1998-2000 (figur 61). Undantaget är station K1 där en kraftigt reducerad biomassa noterades 1999.

### Jämförelser med undersökningar från 80-talet

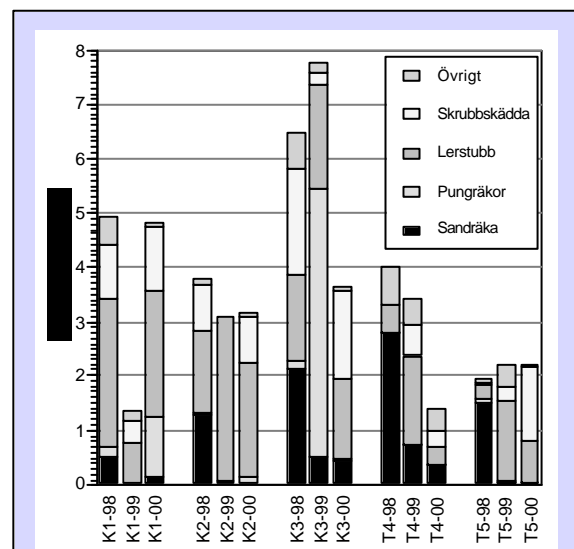
Data på total biomassa finns från 1983 för samtliga lokaler och från 1984 och 1989 på K1, K2, K3 och T4. Station K3 har generellt haft en högre genomsnittlig biomassa än de båda referensstationerna men ligger vid årets undersökning på samma nivå som övriga (figur 62). Generellt verkar biomassan sjunka över den aktuella perioden på flertalet stationer. De eventuella trenderna maskeras av årliga variationer inom de olika grupperna. Lerstubb är dock den art som överlag bidrar med betydande del av biomassan, och samtidigt uppvisar den lägsta variationen mellan olika replikat.

### Sjukdomstecken hos lerstubb

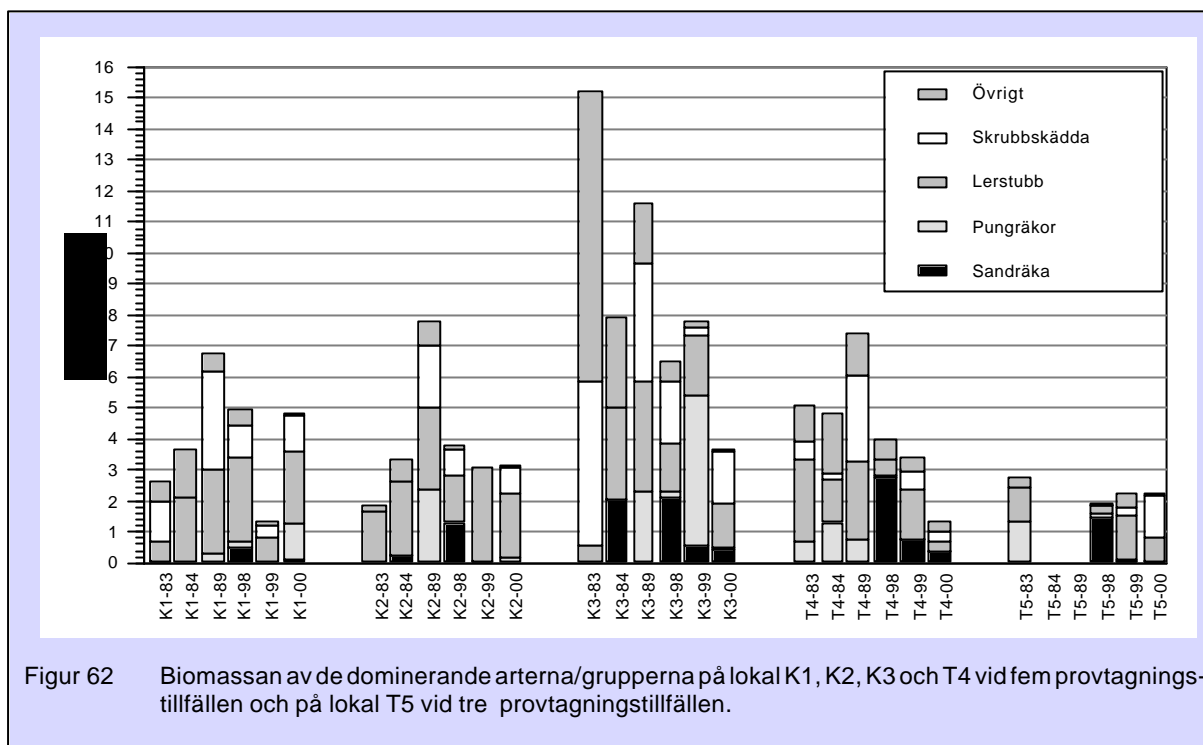
Den kraftigt förhöjda frekvensen av ögonförsto-



Figur 60 Abundansen av de antalsmässigt dominerande arterna/grupperna (utan tånglus och insecta) hösten 1998 och 1999.



Figur 61 Biomassan av de viktmsässigt dominerande arterna/grupperna (utan tånglus och insecta) hösten 1998 och 1999.



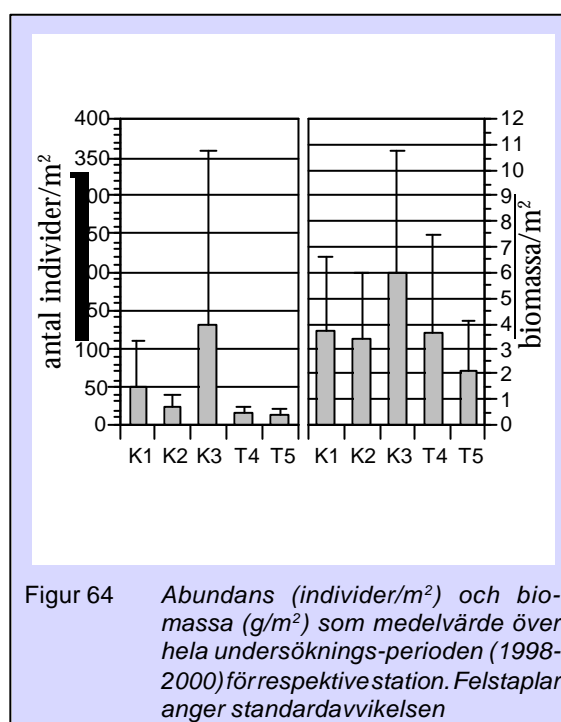
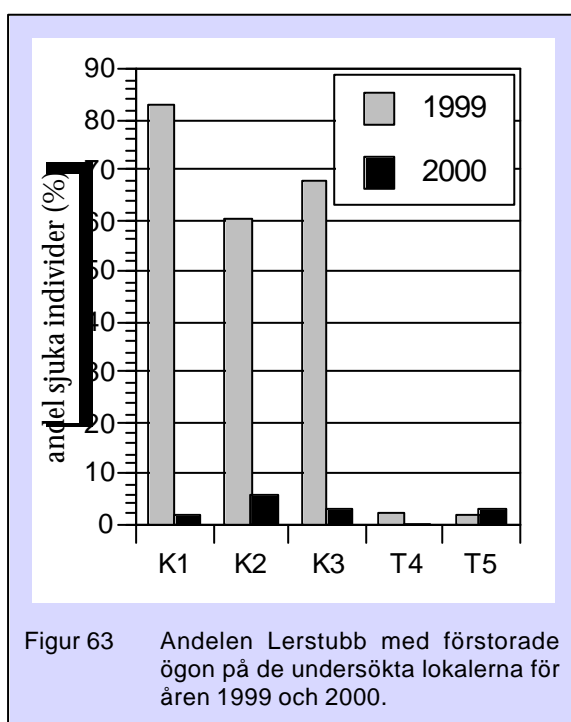
ring hos lerstubb vid 1999 års provtagnings på recipientlokalerna hade vid årets provtagnings minskat till nivåer liknande dem från referens-lokalerna (figur 63). Orsaken till denna tillfälliga ögonförstoring är oklar men den kan ha berott på en invasion av en parasitisk sugmask.

### Statistisk utvärdering

Årets undersökningar innefattar även en sam-

manfattning och utvärdering av den gångna tre-årsperioden.

Stationerna jämfördes med avseende på abun-dans och biomassa (ANOVA, Scheffe's post-hoc). Station K3 hade högst abundans och var signifikant högre än övriga stationer. Samma mönster fann man då biomassan jämfördes, men med mindre uttalade skillnader. Station K3 hade dock signifikant högre biomassa än K2 och referensstationerna (T4 och T5) (figur 64).

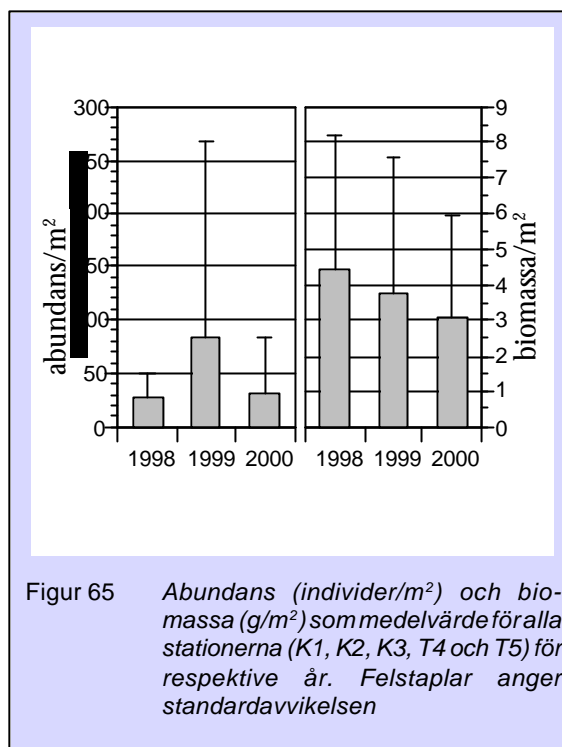


Då de inbördes åren jämfördes så att alla stationer från ett visst år lades samman fann man att biomassan minskat signifikant varje år sedan 1998 men att abundansen ej uppvisade några signifikanta skillnader (figur 65).

Då stationerna delades in i recipient- och referensstationer visade medelvärdena på att både abundansen och biomassan låg signifikant högre på recipientstationerna än på referensstationerna sett över hela perioden (figur 66). Även när man tittade på de separata åren låg både recipientstationernas abundans och biomassa signifikant högre än referenserna utom i ett fall. Biomassan skilde sig ej mellan recipient och referens år 1999. Det faktum att recipientstationerna låg högre än referensstationerna tyder på att det ej föreligger någon negativ påverkan på den mobila epifaunan i recipientområdet (figur 66).

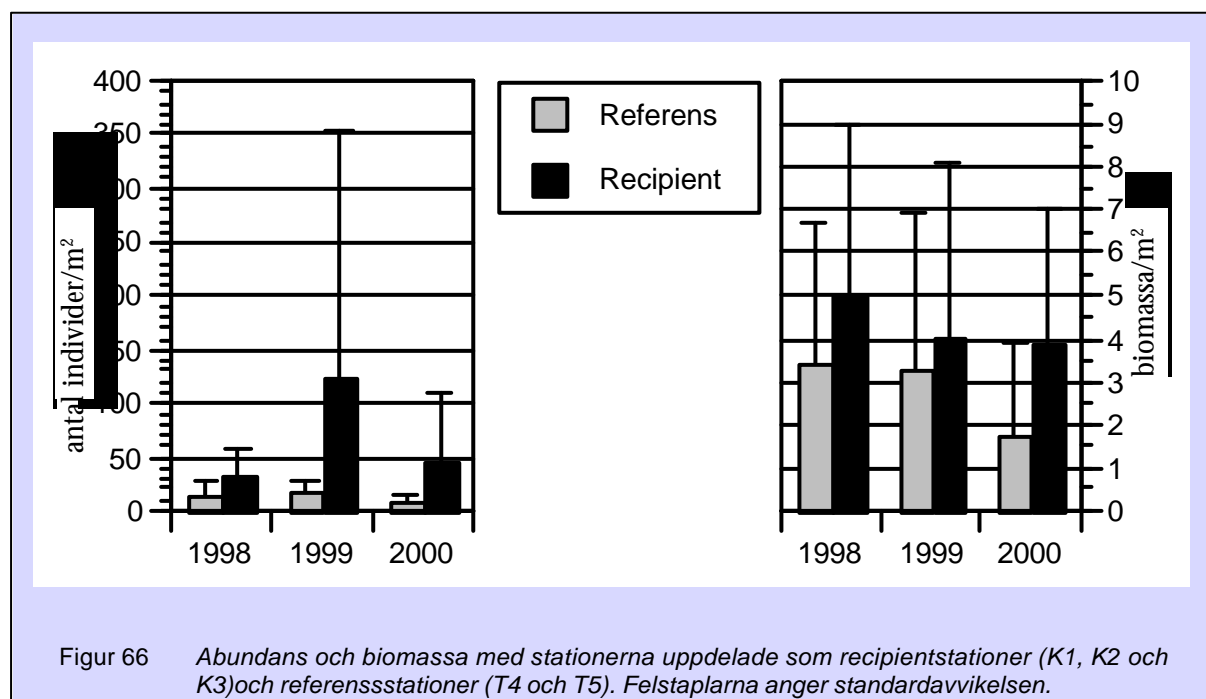
Glödförlusten uppvisade inga starka korrelationer med den totala biomassan eller den totala abundansen vilket tyder på att den organiska halten ej har stor påverkan på biota i föreliggande undersökning.

Tånglusen har innefattats i undersökningarna under hela perioden framför allt för att undersöka hur arten varierar i förhållande till andra parametrar, främst förekomsten av fintrådiga alger. Materialet delades in efter förekomst av fintrådiga alger och jämfördes sedan med abundans och biomassa av dels tånglus och

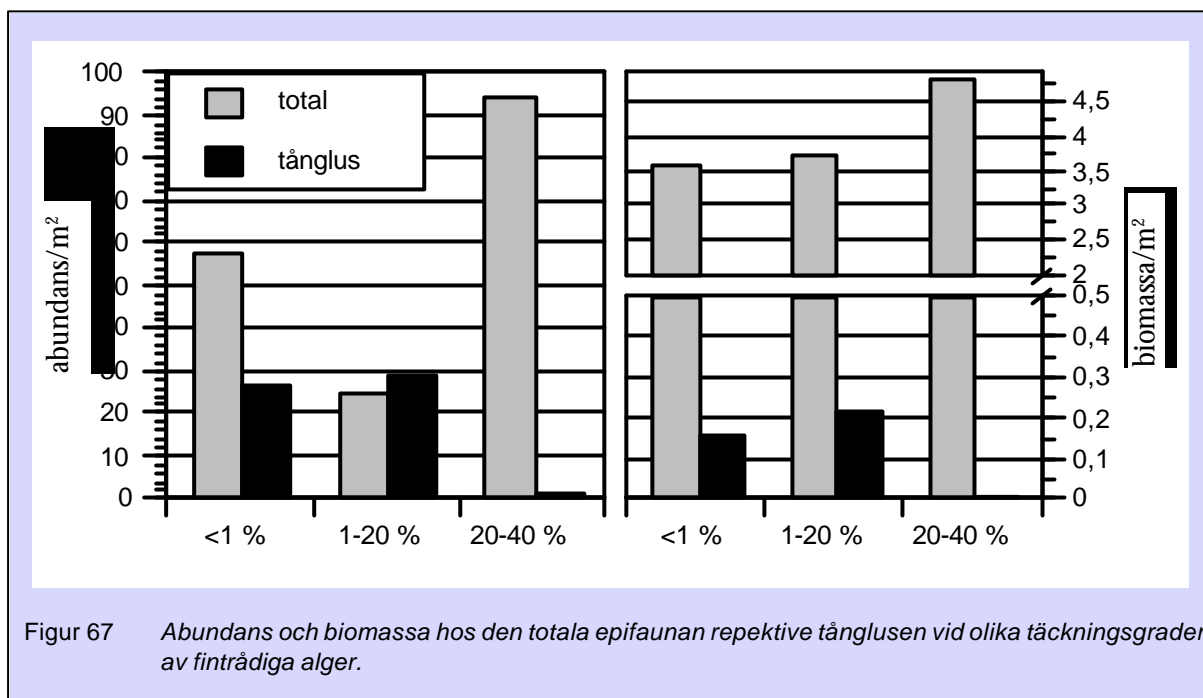


Figur 65 Abundans (individer/m<sup>2</sup>) och biomassa (g/m<sup>2</sup>) som medelvärde för alla stationerna (K1, K2, K3, T4 och T5) för respektive år. Felstaplar anger standardavvikelsen

delsttotalvärden. Tånglusen hade signifikant lägre abundans vid 20-40 % täckningsgrad av fintrådiga alger jämfört med de lägre täckningsgraden. Samma mönster gällde för biomassan, men här var skillnaden signifikant endast mellan 1-20 % och 20-40 % täckningsgrad (figur 67). Den totala abundansen och biomassan uppvisade ett helt annat mönster med signifikant lägre abundans vid 1-20 % täckningsgrad av fintrådiga alger och en total biomassa som ej skilde



Figur 66 Abundans och biomassa med stationerna uppdelade som recipientstationer (K1, K2 och K3) och referensstationer (T4 och T5). Felstaplarna anger standardavvikelsen.



sig åt med avseende på förekomst av fintrådiga alger (figur 67). Dessa resultat tyder på att förekomsten av tånglus inte var proportionell mot täckningsgraden av fintrådiga alger och att tånglusens biomassa ej verkade minska med ökande förekomst av fintrådiga alger inom det uppmätta intervallet (1-40 % täckningsgrad). De olika stationerna uppvisade ej några tydliga skillnader med avseende på tånglusen. Däremot gav en jämförelse av tånglusens abundans och biomassa med tiden en signifikant minskning över hela perioden, men även den totala biomassan uppvisade samma tendens om än ej lika tydlig. Förekomsten av fintrådiga alger uppvisade ingen tydlig uppåtgående eller nedåtgående trend under samma period.

Slutligen gjordes en sk "Power-analys" där

man undersöker den statistiska styrkan i materialet och gör en prognos på hur många replikat som krävs för att, med en given sannolikhet och med en given varians, kunna fastställa en given förändring. Vi valde en "power" på 0,80 i denna utvärdering. Detta innebär att man med 80 % säkerhet kan fastställa den stipulerade förändringen som vi satte till 5 % årlig förändring i 5 respektive 10 år med utgång från årets undersökning (tabell 8). Datamaterialet vi valde att titta på bestod av alla recipientstationer (K1-K3) eller enbart station K2. Valda parametrar var total abundans, total biomassa samt abundans och biomassa för lerstubb. Lerstubben valdes därför att det är den enskilda art som uppvisar lägst variation vad gäller abundans och biomassa

Analysen visade att variationen i materialet

Tabell 8 Power-analys av total abundans, total biomassa samt abundans och biomassa för lerstubb. Tabellen visar hur många replikat som behövs för att säkerställa en given, konstant förändring under en given period. Prognosen avser att med 80% sannolikhet kunna fastställa en årlig förändring som motsvarar 5 % av första undersökningens medelvärde för 5- respektive 10-årsperioder.

	summa K1-K3		K2	
	5 år	10 år	5 år	10 år
Total abundans	172	35	202	41
Total biomassa	61	13	230	47
Abundans Lerstubb	27	6	67	14
Biomassa Lerstubb	33	7	79	17

var så stor att det krävs ett orealistiskt antal replikat per år eller en lång tidsserie (typ 10 år) för att nå en acceptabel statistisk styrka i resultatet. Resultat visar också att enskilda arter kan ge ett bättre underlag än totalvärden, pga en lägre variation. En nackdel med att enbart titta på enskilda arter är att möjligheterna till ekologiska tolkningar minskar avsevärt.

### **Slutsats**

Resultaten från årets undersökning pekar ej på några negativa effekter hos mobil epifauna då recipient- och referensstationerna jämförs. Tvärtom har recipientstationerna i allmänhet högre abundans och biomassa än referensstationerna. Fjölårets situation med högre frekvens av ögonförstoring hos lerstubb på recipientlokalerna förelåg ej i årets undersökning och samtliga stationer uppvisar likartade, låga frekvenser.

Sammanfattas de tre åren (1998-2000) fås en liknande bild som vid årets provtagning. Resultaten pekar inte på någon negativ påverkan på recipientstationerna relativt referensstationerna. Däremot har biomassan minskat generellt över alla stationerna under perioden. Tånglusens förmodade koppling till förekomst av fintrådiga alger kan ej påvisas under perioden. Förekomsten av tånglus var lägre vid högre täckningsgrad av fintrådiga alger.

Power-analyser visade att mobil epifauna, som metod, är statistiskt svag under rådande förhållande och att orealistiskt många replikat krävs under en femårsperiod för att kunna fastställa en årlig femprocentig förändring. Lerstubben uppvisade en större styrka i resultaten än vad totalvärdena gjorde.

Mobil grundområdesfauna är en relativt svag metod när det gäller recipientkontroll. Detta

beror främst på den stora variation som djurarterna uppvisar. Därtill kommer de övriga faktorer som påverkar grundområdenas ekosystem, såsom temperatur, vind och vågor. Detta gör att orsak och verkan är svårt att tolka. Metodens stora fördel är dess höga ekologiska relevans, dvs hur den återspeglar ett helt samhälle och hur det påverkas.

Ytterligare en faktor som kan kommenteras är tidpunkten för provtagningen. Ur provtagningssynpunkt ligger provtagningarna bra eftersom den mobila epifaunan ligger på sitt årsmaximum vid denna tiden på året. Men tittar man på verksamheten på LyckebyStärkelsen så föreligger deras verksamhet nästan uteslutande under perioden september till december (muntl. Erik Persson, LyckebyStärkelsen). Eventuella direkta effekter av utsläppen kommer därför aldrig att kunna detekteras. Ej heller är det troligt att mer långtgående recipienteffekter kan detekteras då provtagningen utförs cirka nio månader efter att utsläppen upphört, och då recipientområdet får anses vara välventilerat. Ur denna synpunkt är provtagningstillfället ej optimalt lagd.

Placeringen av referensstationerna är förklarlig då det finns en rad äldre data att tillgå för jämförelser. Referensstationerna ligger dock båda i västläge medan recipientstationerna ligger i östläge och därmed påverkas helt olika av viktiga abiotiska faktorer (vind, vågor etc.). Referensstationerna borde ha placerats längs samma kuststräcka som recipientstationerna.

Sammanfattningsvis visar denna utvärdering att det är tveksamt om metoden mobil grundområdesfauna kan påvisa effekter som kan relateras till mänskliga utsläppskällor. Metoden verkar vara mer lämpad för monitorering av olika kustområdets generella hälsotillstånd.

## Fiskfysiologiska undersökningar

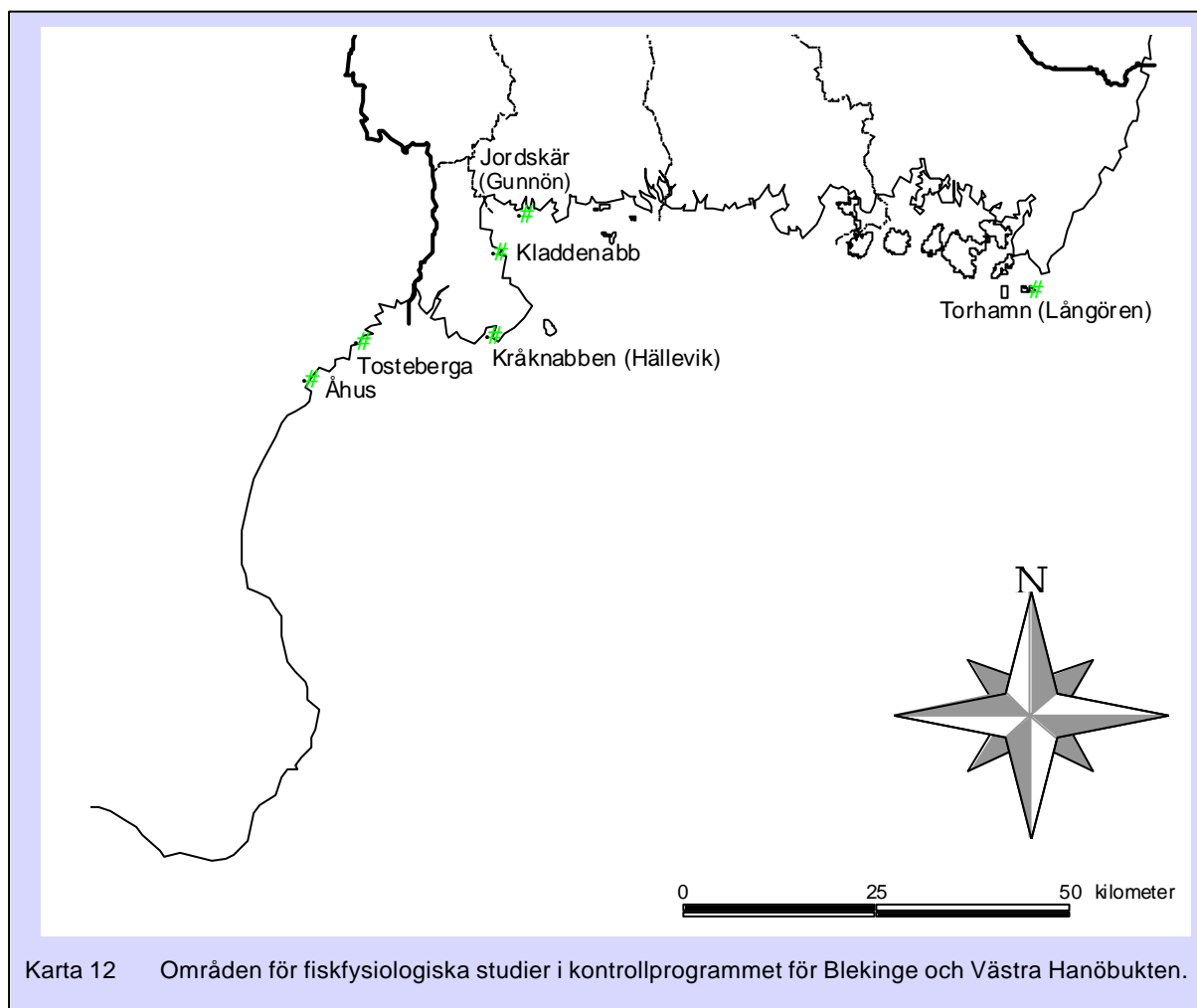
Gallanalyserna från recipientområdena visade inte på förhöjda värden av ämnen som används som indikatorer på exponering för skogsindustriella vatten. Inte heller förekom skillnader med avseende på EROD-aktiviteten, ett mått på avgiftningen av främmande ämnen, mellan lokalerna. Däremot var halten av CYP1A (det enzym vars aktivitet mäts i EROD-analysen) signifikant högre på Kråknabben relativt referenslokal Torhamn. Sammantaget bedöms dock ej avgiftningen av främmande ämnen vara förhöjd i recipienten då ingen recipientlokal var signifikant skild från båda referenslokalerna.

Mätningen av aminotransferasenzymerna ASAT och ALAT i blodplasma indikerade inga tecken på membranskador i levern hos tånglake i recipienterna. Det fanns inga tecken på patologiska förändringar i lever, leverförstoring eller försämrad kondition i recipienterna.

En negativ påverkan i recipienten med avseende på de parametrar som enligt kontrollprogrammet enbart skall analyseras under 2000 (klorid, laktat, glykogen, hematologi) bedöms ej föreligga. Huruvida fiskarnas osmoreglering är tillfredsställande kan dock ej bedömas då mätningen av klorid ej gav pålitliga resultat pga apparatproblem.

Fortplantningen i recipienterna var god med en hög yngelöverlevnad samt en låg frekvens missbildade yngel. Längdfördelningen av ynglen skilde sig ej nämnvärt åt mellan referens- och recipientlokalerna. Den makroskopiska bedömningen visade på en stor parasitförekomst i bukhålan hos fisk på samtliga lokaler. Inga kliniska fynd, som kan kopplas till massafabrikernas utsläpp, noterades.

Sammanfattningsvis kan sägas att tånglakar fångade i recipienten till Nymöllas och Mörrums bruk ej uppvisade negativa hälsoeffekter jämfört med tånglakar från referenslokalerna. Ej heller var fortplantningen störd i recipienten.



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 12.

Gallanalyserna och analysen av EROD-aktiviteten 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. Kloridhalten kan ge en uppfattning om det föreligger effekter på fiskens osmoregulatoriska förmåga. Laktathalten används huvudsakligen för att se om sumpningen varit tillfredsställande, då halten är ett mått på om syrgasbrist förekommer. Hematologistudierna kan ge en uppfattning om anemier föreligger samt immunologisk information. Glykogenhalten är ett grovt mått på fiskens näringsdepå av kolhydrater. En histologisk studie på lever och njure 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 kondi-

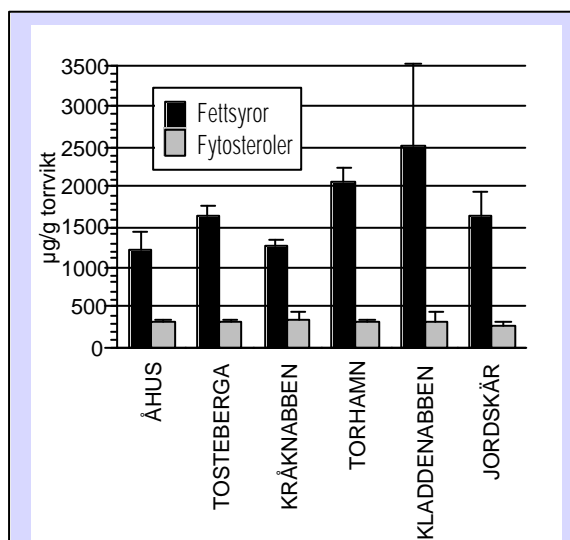
tionen och hälsotillståndet. I reproduktionsstudien noteras antalet levande, och eventuella döda och/eller missbildade, yngel. Samtliga yngels längd och totalvikten av ynglen noteras också. Ett antal reproduktionsindex beräknas därefter.

## Gallanalyser

Halterna av hartssyror i fiskgalla låg under detektionsgränsen i samtliga prover. Inga statistiskt signifikanta skillnader förelåg mellan lokalerna för fettsyror, halten totalhalten steroler (data visas ej) och fytosteroler (figur 68). I de statistiska analyserna var Torhamn 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. Sammantaget indikerar detta att exponering för avloppsvatten från massafabrikerna Mörrum och Stora Nymölla ej kunde påvisas vid de kemiska gallanalyserna. Halterna överensstämmer dessutom relativt väl med vad som erhöles i tidigare års undersökningar (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000).

### CYP1A-halt och EROD-aktivitet

Inga signifikanta skillnader förelåg mellan lokalerna med avseende på EROD-aktiviteten (CYP1A's enzymaktivitet) med undantag för att recipientlokalerna Kråknabben och Jordskär skiljdes åt (figur 69). CYP1A-halten var signifikant högre på Kråknabben relativt referenslokal Torhamn (figur 69). 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 EROD-stimulerande ämnen i högre grad än referenslokalerna. Detta resonemang utgår från att referenslokalerna uppvisar ett intervall vari EROD-aktiviteten anses vara inom den naturliga årsvariationen på referensområdena. Stora skillnader mellan åren i EROD-aktivitet har noterats på referenslokalerna under de tre år som undersökningarna genomförts (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000), men även vid tidigare undersökningar (Sand-



Figur 68 Extraktivämnena fettsyror och fytosteroler (medelvärde ± SE) i galla på de olika lokalerna. Fem poolade prov per lokal med undantag för Jordskär och Torstoberga där tre respektive fyra poolade prover erhöles.

ström *et al.*, 1996; Grotell & Härdig, 1997), vilket visar på relativt stora naturliga årsvariationer i referensområdet. Inga signifikanta skillnader mellan lokalerna erhöles med avseende på kvoten EROD/CYP1A, vilket visar att det inte föreligger någon aktivitetshämmning av enzymsystemet CYP1A på recipientlokalerna jämfört med referenslokalerna (figur 69).

### Aminotransferasanalyser

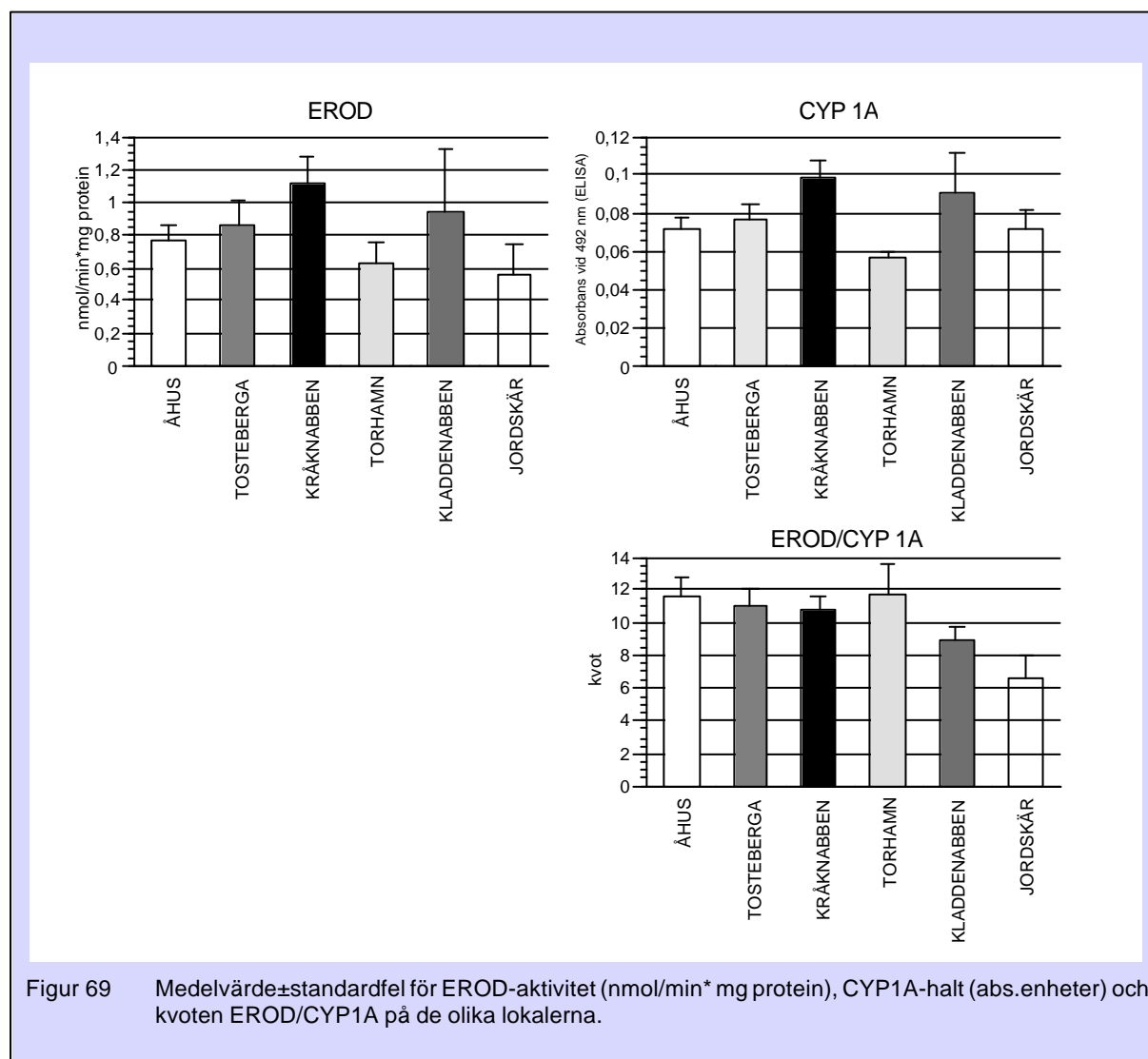
Aktiviteten av ASAT och ALAT i blodplasma lag ungefär i nivå med vad som erhöles tidigare år på lokalerna. Enda undantaget var referenslokal Torhamn där aktiviteten av ASAT/ALAT var betydligt (och signifikant) högre relativt övriga lokaler (figur 70). Orsaken till de förhöjda aktiviteterna av ASAT/ALAT är oklar. Några skador på levercellerna kunde ej påvisas i den histologiska undersökningen, varför de relativt höga aminotransferasvärdena ej härhör till

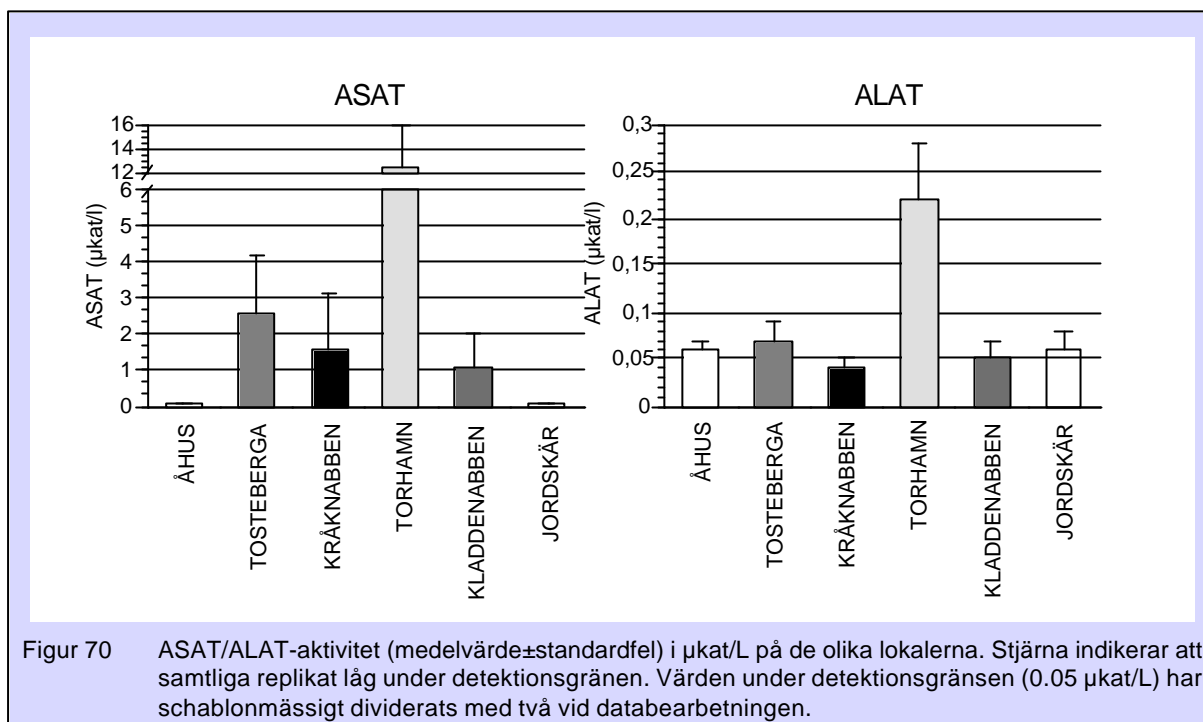
en kronisk skada på levercellernas membran. Därmed är det troligaste att de höga värdena (i synnerhet för ASAT) är utfallet av en tillfällig stressituation. Såväl sumpning som provtagning på tånglakarna skilde sig dock ej åt mellan de olika lokalerna. Som för tidigare år erhöles därmed ej förhöjda aminotransferasaktiviteter i recipienten, vilket tillsammans med resultaten från den histologiska studien (se nedan) visar att fiskarna i recipienten ej har cellulära skador.

### Klorid- och laktatanalyser

Kloridhalterna lag generellt betydligt under vad som normalt erhöles (Balk *et al.*, 1994). Orsaken antas bero på att provens höga fetthinnehåll stört den jonselektiva elektrodens mätning av klorid. Inga slutsatser kan därför göras angående resultaten från kloridanalyserna (figur 71).

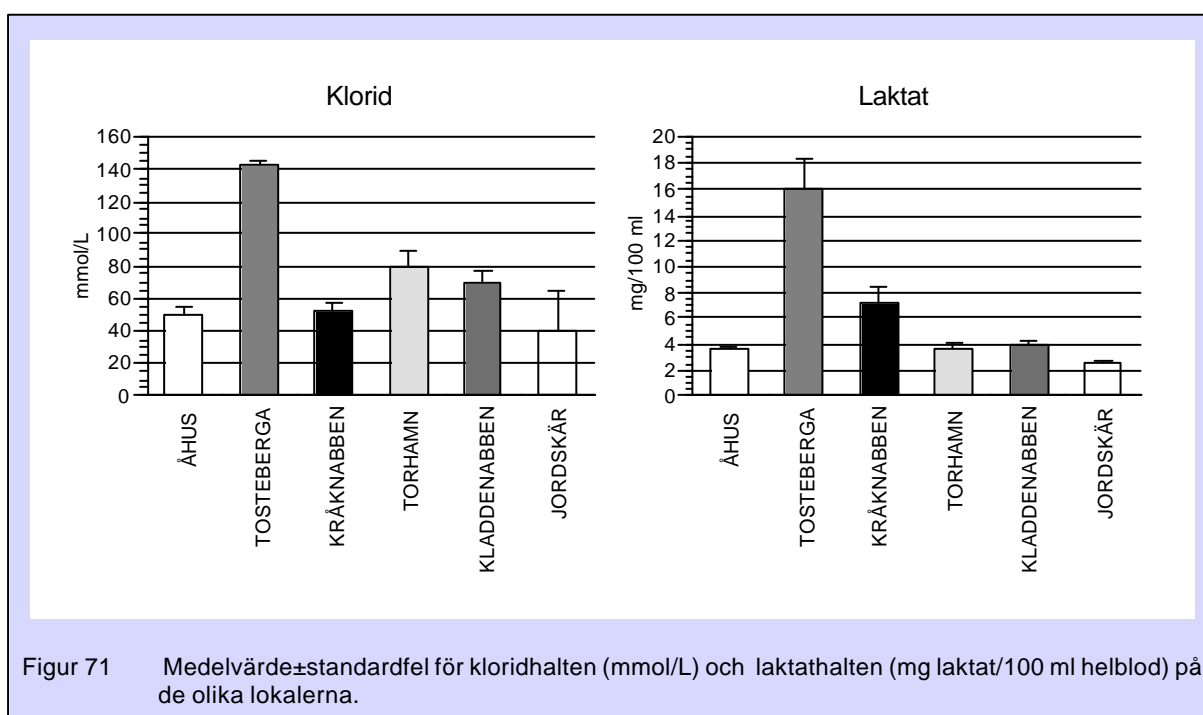
Laktathalterna lag på ca 3-4 mg/100 ml





helblod på lokalerna med undantag för de 2-4 gånger högre halterna som erhöles på lokal Kråknabben respektive Tosteberga (figur 71). Tosteberga och Kråknabben var också signifikant skilda från båda respektive en (Torhamn) referenslokal. Den höga laktathalten på Tosteberga beror på att några av fiskarna på lokalen var utsatta för syrgasbrist i samband med sumpning/provtagning. Då dessa "stressade" fiskar ej medtages i databearbetningen erhålls en laktathalt på ca 7,5 mg laktat/100 ml helblod, vilken dock fortfarande var signifikant skild från båda referens-

lokalerna. Då svaga korrelationer mellan laktat och övriga fysiologiska parametrar erhöles för dessa "stressade" fiskar, bedöms de förhöjda laktathalterna hos dessa fiskar på Tosteberga ej ha påverkat övriga analyserade parametrar i studien. Då sumpning och provtagning i övrigt utförts på ett likartat sätt på de olika lokalerna och då motsvarande värden (ca 3-8 mg laktat/100 ml helblod) uppmätts på lokal Fjällbacka inom nationella kontrollprogrammet (Balk *et al.*, 1994), utgör dock de uppmätta laktathalterna på såväl recipient- som referenslokalerna troligen ett normalintervall.



## Hematologi

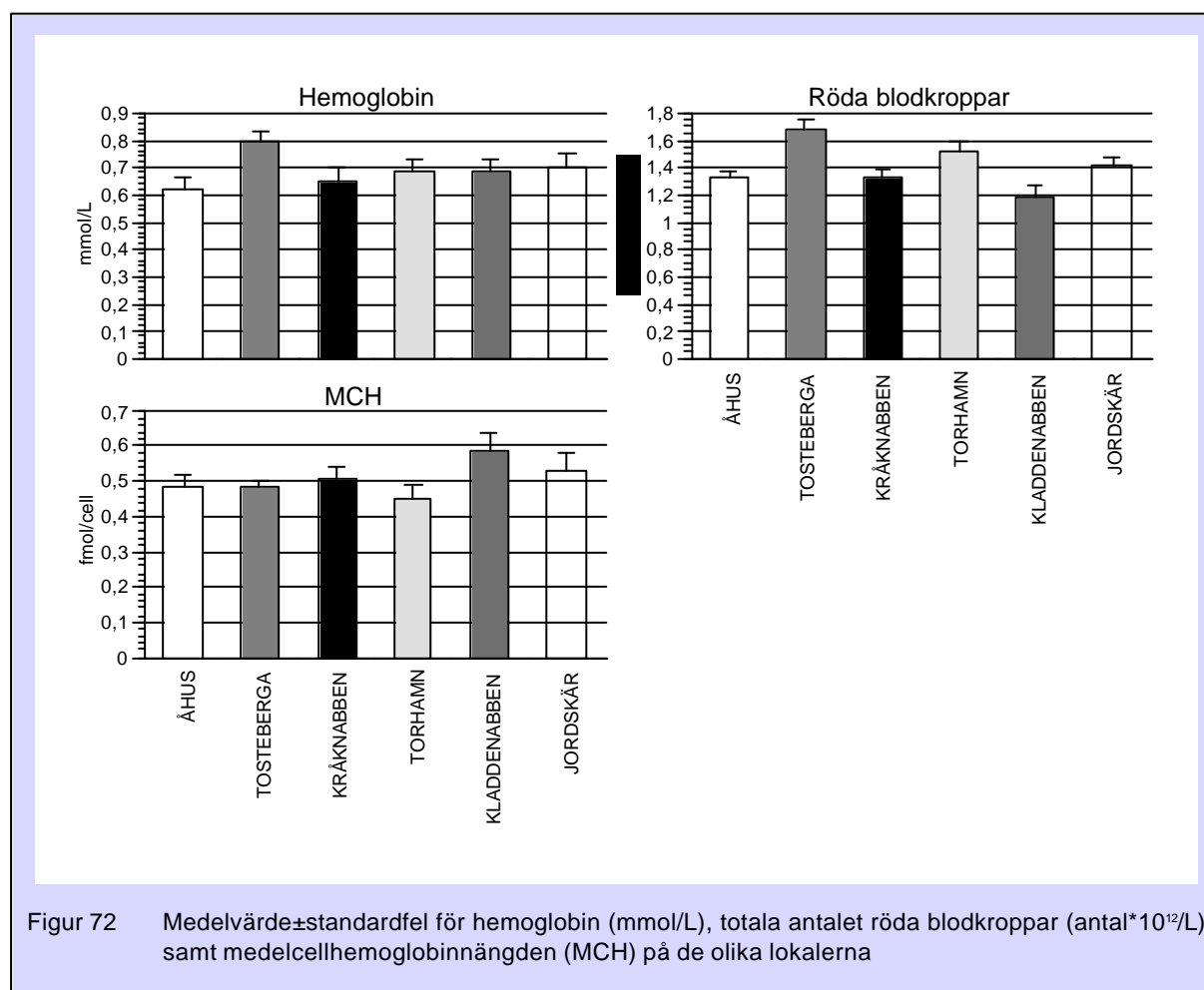
Antalet röda blodkroppar var signifikant högre på lokal Tosteberga relativt Åhus, Kladdenabben och Kråknabben. Inga skillnader förelåg mellan lokalerna med avseende på hemoglobinhalt och MCH (medelcellhemoglobinnmängden) (figur 72). Då ingen av recipientlokalerna var signifikant högre eller lägre än båda referenslokalerna för någon av de tre parametrarna, bedöms den "röda blodkroppsbilden" ej vara påverkad i recipienten.

Totala antalet vita blodkroppar var ej signifikant skilda åt mellan lokalerna. Däremot erhöles en signifikant lägre andel lymfocyter och en signifikant högre andel granulocyter på Torhamn relativt övriga lokaler. Åhus var också signifikant skild från Kladdenabben med avseende på andelen granulocyter. En lägre andel lymfocyter indikerar ett nedsatt immunsystem medan en ökad mängd granulocyter tyder på bakterieinfektioner, inflammationer eller cell- och vävnadsskador (Sandström *et al.*, 1997). Den höga granulocytandelen kan dock inte kopp-

las ihop med detta i föreliggande studie, då det bl a erhöles en svag korrelation mellan andelen granulocyter och ASAT/ALAT (data visas ej). Det kan dock inte uteslutas att fiskarna på Torhamn har ett nedsatt immunförsvar. Kladdenabben hade signifikant högre andel trombocyter relativt referenslokalerna (figur 73). Ett ökat trombocytantal sätts ofta i samband med akut blodbrist och inflammatoriska tillstånd (Sandström *et al.*, 1997). Då ingen sådan koppling kan göras, med utgångspunkt från övriga analyserade parametrar i årets studie, bedöms istället den relativt höga trombocytandelen på Kladdenabben ligga inom normalvariationen. Sammantaget visar differentialräkningen av de vita blodkropparna att recipientlokalerna ej hade ett nedsatt immunförsvar.

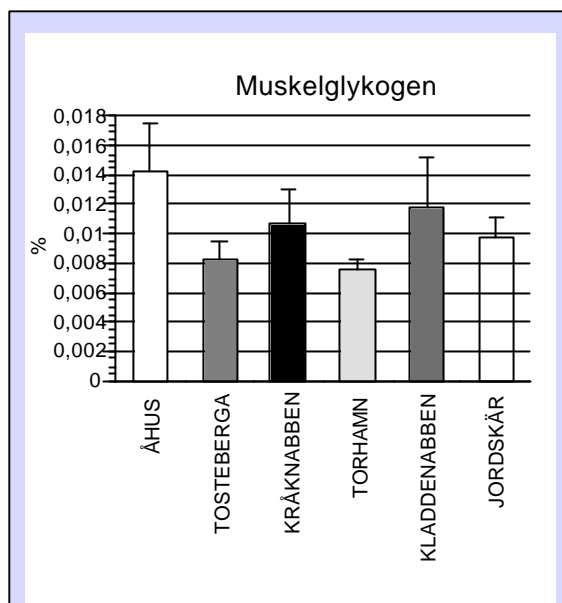
## Leverglykogen och leverhistologi

Halten leverglykogen låg under detektionsgränsen på samtliga lokaler. Inga signifikanta skillnader erhöles för muskलगlykogen mellan lokalerna (figur 74). Muskelglykogenhalterna

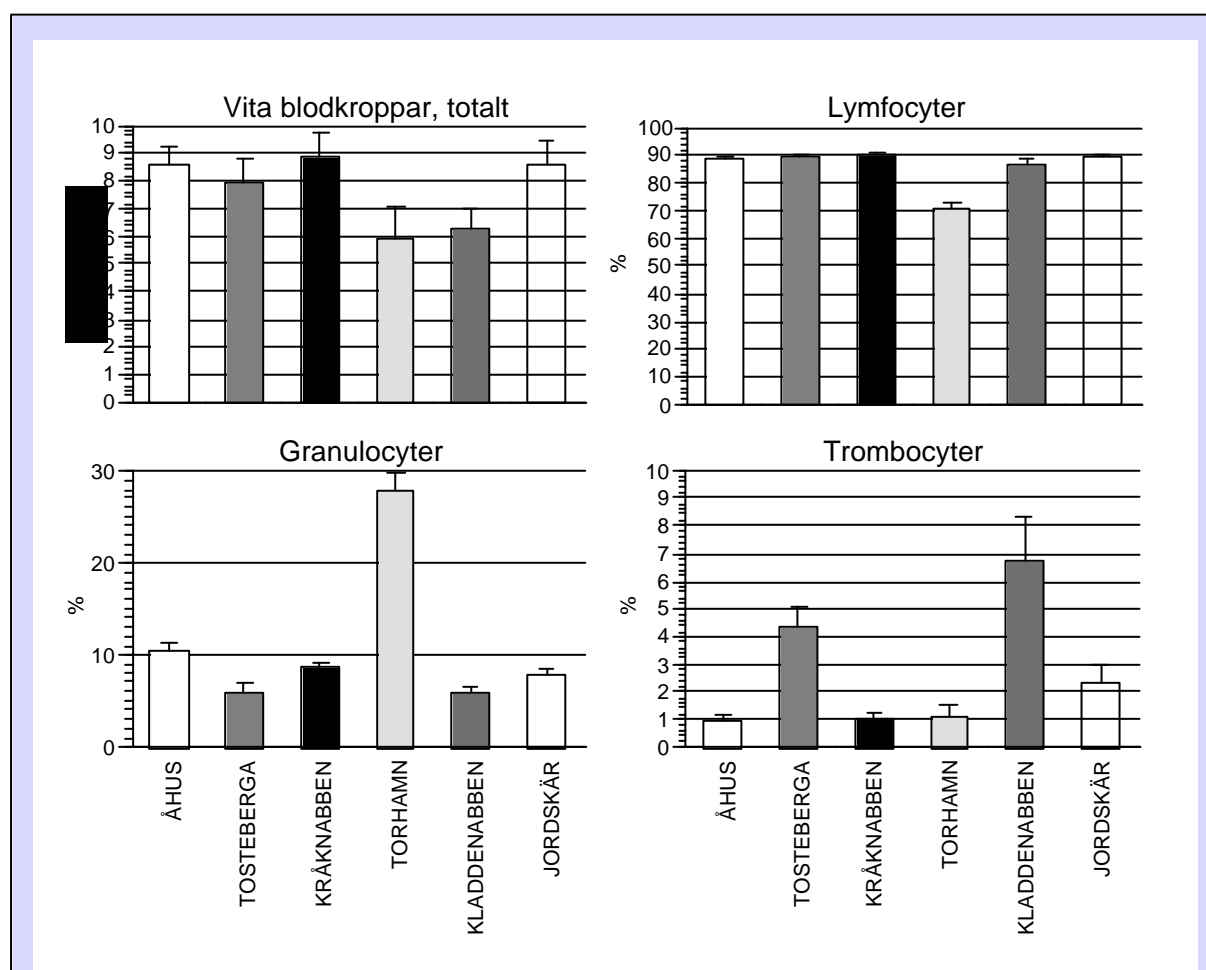


låg i nivå med vad som erhållits i referensområden (Balk *et al.*, 1994).

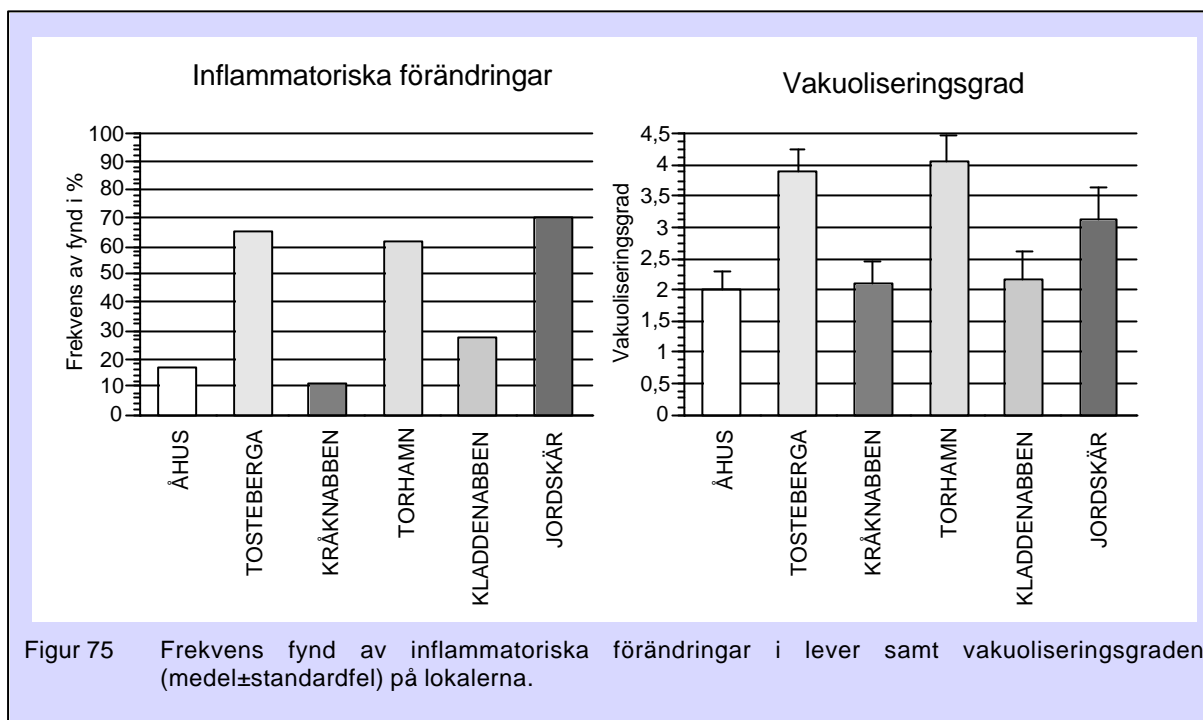
Områden av inflammatoriska förändringar i lever, som uteslutande torde bero på parasitinväsning, hade högst frekvens i tånglakar från Torhamn, Jordskär och Tosteberga (figur 75). Detta överensstämmer med tidigare års studier (Lundgren *et al.*, 1999; Tobiasson *et al.*, 2000) och indikerar att förekomsten av parasiter ej vara högre i recipienten relativt referenslokalerna. En hög vakuolisering av levercellernas cytoplasma erhöles på samtliga lokaler. Vakuoliseringen torde åtminstone delvis bero på förfettning. Recipientlokal Tosteberga och Torhamn hade högst vakuoliseringsgrad och de var båda signifikant skilda från Åhus och Kråknabben (figur 75). Ingen recipientlokal var därmed signifikant skild från båda referenslokalerna med avseende på vakuoliseringsgrad.



Figur 74 Medelvärde ± standard för glykogenhalten i muskel (mg glykogen/100 mg vävnad) på de olika lokalerna.



Figur 73 Medelvärde ± standardfel för totala antalet vita blodkroppar (antal\*10<sup>9</sup>/L) och andelen (%) lymfocyter, granulocyter och trombocyter på de olika lokalerna.



### Morfometri

Tånglakar från Torhamn var signifikant kortare än tånglakar från recipientlokalerna Tosteberga och Kråknabben samt referenslokal Åhus (tabell 1). Totalvikten och den somatiska vikten var högst på Tosteberga, men skillnaden var ej signifikant högre än båda referenslokalerna. Konditionsfaktorn var signifikant högre på Tosteberga relativt båda referenslokalerna (tabell 9). Liksom 1998 och 1999 bedöms det i föreliggande studie 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). I föreliggande studie var LSI (tabell 1) och LTI signifikant högre på Torhamn relativt övriga lokaler.

### Reproduktionsstudier

En mycket låg yngeldödlighet och få missbildade yngel erhöles på samtliga lokaler. Längdfördelningen av ynglen tydde på att tillväxten ej var nedsatt på recipientlokalerna. För samtliga yngel-

Tabell 9 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	63,5 ± 2,1	52,9 ± 1,7	243 ± 3	1,9 ± 0,07	21,6 ± 0,5
Åhus	68,0 ± 4,9	56,9 ± 4,1	264 ± 6	1,4 ± 0,04	21,1 ± 1,1
Tosteberga	80,6 ± 3,1	67,7 ± 2,6	263 ± 3	1,5 ± 0,05	25,4 ± 0,7
Kråknabben	72,6 ± 2,2	59,8 ± 1,8	258 ± 3	1,4 ± 0,03	22,9 ± 0,4
Kladdenabben	62,4 ± 3,6	59,1 ± 3,3	250 ± 5	1,3 ± 0,06	23,4 ± 0,9
Jordskär	67,1 ± 7,7	55,1 ± 6,5	245 ± 9	1,3 ± 0,04	21,9 ± 1,8

parametrar var recipientlokalerna inte i något tillfälle signifikant lägre än referenslokalerna (tabell 10). I några tillfällen var det istället högre värden för yngelparimetrarna på recipientlokalerna jämfört med referenslokalerna. Antalet retarderade yngel (Neumann *et al.*, 1999) visade ej på signifikanta skillnader mellan lokalerna (data visas ej). Inga signifikanta skillnader mellan lokalerna erhöles heller med avseende på absolut och relativ gonadvikt, med undantag för att Kråknabben var högre än Åhus med avseende på GSI2 (gonadvikt/total längd). Föreliggande studie bekräftar därmed resultaten från 1998- och 1999-års studie som visade att tånglakens fortplantning är 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 något högre frekvens av fiskar med grumlad ögonlins noterades på samtliga recipientlokaler relativt referenslokalerna. Linsgrumlingen, som möjligen bero på en parasitinvasion i ögat, bedöms dock ej påverkat varken födosökandet eller fortplantningen, då negativa effekter ej noterades på fortplantning och fysiologisk kondition. Fenerosion noterades på två fiskar på lokal Tosteberga. Då fenerosion inte påträffats här tidigare och då det rör sig om en låg fyndfrekvens

bedöms sjukdomsförekomsten ej kunna härledas till Nymölla bruks utsläpp utan troligen är det naturliga faktorer som ligger bakom de två fynden av fenerosion.

### **Slutsatser**

Signifikant högre exponering för EROD-stimulerande ämnen erhöles ej på recipientlokalerna relativt referensområdet. Ej heller registrerades en högre exponering för extraktivämen i recipienten jämfört med referensområdet.

Inga indikationer på membranskador i levern (ASAT/ALAT-förhöjningar) förelåg på recipientlokalerna. På samtliga lokaler förekom en hög frekvens av parasiter i såväl mage-tarm som lever, vilket även verifierades i den histologiska undersökningen, där inga nämnvärda skillnader mellan recipient- och referenslokalerna erhöles. Fiskarna i recipienten bedöms ej ha nedsatt immunförsvar relativt referenslokalernas fiskar. De morfometriska mätningarna indikerade att samtliga stationer har fiskar i god fysiologisk kondition.

Inga effekter på fortplantningen registrerades hos tånglakarna i recipienten. Såväl överlevnad som tillväxt av yngel anses vara normal på lokalerna. Mycket få missbildade yngel noterades på lokalerna.

Tabell 10 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	7,0 ± 0,3	46,4 ± 2,0	87,7 ± 2,8	86,3 ± 2,8
Åhus	7,2 ± 0,7	46,4 ± 4,4	81,8 ± 5,5	80,6 ± 5,5
Tosteberga	9,0 ± 0,5	61,1 ± 3,1	89,8 ± 3,2	80,9 ± 4,6
Kråknabben	9,0 ± 0,4	49,6 ± 2,5	82,9 ± 3,1	81,6 ± 3,1
Kladdenabben	6,5 ± 0,4	41,2 ± 2,1	72,5 ± 4,2	71,7 ± 4,3
Jordskär	8,6 ± 1,1	48,7 ± 5,9	92,3 ± 6,9	89,9 ± 7,3

---

## 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 S-naphthoflavone or Clophen A50. *Biochem. Pharmacol.* **34**: 3309-3314.
- Andersson, T. & Förlin, L., 1992. Regulation of the cytochrome P450 enzyme system in fish. *Aquat. Toxicol.* **24**:1-20.
- Balk, L., Latsson, Å. & Förlin, L. 1994. Övervakning av miljögifters effekter på fisk med hjälp av biokemiska och fysiologiska variabler. Rapport från verksamheten 1992. Naturvårdsverket.
- 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. Miljö kvalitetsbeskrivning, I: fria vattnet och mjukbottenfaunan. - Technical report from Askö Lab. no. 4.
- Clarke, G.M., 1980. *Statistics and experimental designe*. London, Edward Arnold Ltd.
- Degerman, E. L. Pihl, R. Rosenberg, I. Lagenfelt, E. Thörnlöf och M. Ulmestrand. 1986. Fisk och kräftdjur på grunda bottenar från Bohuslän till Blekinge. SNV rapport 3082.
- Engqvist, 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.
- 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.
- Lagenfelt, I. (1996). Fiskeriutredning. Stora Papyrus Nymölla. Fiskfysiologiska undersökningar. Rapport 96-03-31. Fiskeriverket.
- Lagenfelt, I. 1985. Recipientundersökningar vid SSF:s Östra Stärkelsefabriken 1983-1984. Fiskeriverket. 18 sidor.
- Lagenfelt, I. 1987. Torhamns ytterskärgård-marin inventering- Länsstyrelsen Blekinge län 1987:1. 71 sidor.
- Lagenfelt, I. 1990. Östra Stärkelsefabrikernas, grundområdesfauna och bottenvegetation, 1989. Fiskeriverket. 20 sidor.
- 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 miljö kvalitet - 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.
- Pihl, L. 1985. Food selection and consumption of mobile epibenthic fauna in shallow marine areas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 22:169-179.
- Pihl, L. & R. Rosenberg. 1982. Production, abundance and biomass of mobile epibenthic marine fauna in shallow waters, western Sweden. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 57: 273-301
- 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.
- Sandström, O., L. Förlin, 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., Engqvist, 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.
- TOXICON. 1998. Mobil grundområdesfauna 1998. Blekingekustens vattenvårdsförbund. Toxiconrapport 134/98. 24 s.
- TOXICON. 1999. Mobil grundområdesfauna 1999. Blekingekustens vattenvårdsförbund. Toxiconrapport 120/99. 24 s.

---

## *Bilagor*

---

- Bilaga 1 Kortfattad beskrivning av använda metoder.
- Bilaga 2 Utsläpp av näringsämnen till Hanöbukten under 2000.
- Bilaga 3 Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2000.
- Bilaga 4 Tillståndsklassning av vattenresultat enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.
- Bilaga 5 Resultat av sedimentprovtagning på ordinarie mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 2000.
- Bilaga 6 Förändringar i olika arters förekomst på mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten under åren 1991-2000.
- Bilaga 7 Resultat av mjukbottenprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2000.
- Bilaga 8 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2000 - fältmätningar.
- Bilaga 9 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2000 - algbiomassor i de kvantitativa proverna i rödalgsbältet samt påväxtalger på tången.
- Bilaga 10 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 2000 - djurlivet i tångbältet.
- Bilaga 11 Innehåll av kol, kväve och fosfor i blåstång vid 2000 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.
- Bilaga 12 Halter av tungmetaller och organiska miljögifter i blåmusslor vid 2000 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.
- Bilaga 13 Resultat av undersökningar av mobil grundområdesfauna vid Blekinge ostkust hösten 2000 - omvärldsfaktorer.
- Bilaga 14 Resultat av undersökningar av mobil grundområdesfauna vid Blekinge ostkust hösten 2000 - artantal, abundans och biomassa.
- Bilaga 15 Fiskfysiologi vid Blekingekusten och västra Hanöbukten 2000.
- Bilaga 16 Konsulternas kvalitetssäkringsarbete under 2000.