



ISSN: 1402-6198
Rapport 1999:2

HÖGSKOLAN I KALMAR

Blekingekustens Vattenvårdsförbund
och
Vattenvårdsförbundet för
västra Hanöbukten

Årsrapport 1998

Fredrik Lundgren TOXICON

Anders Sjölin TOXICON

Stefan Tobiasson 

Kjell Wickström SMHI

Institutionen för

NATURVETENSKAP

Sammanfattning	2
Inledning	5
Metodik och omfattning.....	5
Tillförsel av föroreningar.....	6
Hydrografi i utsjön.....	8
Ytvattnet	8
Bottenvattnet	8
Hydrografin i Blekinge och Västra Hanöbukten	9
Salthalt	10
Siktdjup	10
Syreförhållanden	10
Närsalter.....	11
Organiskt kol (TOC) och klorofyll a.....	13
Sediment och mjukbottenfauna	14
Sediment	14
Bottenfauna.....	15
Makroalger på hårbotten	22
Utbredning och förekomst av alger	22
Förekommande arter	23
Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll	26
Metaller och andra gifter i musslor	27
Metaller i musslor.....	27
EOCl och klorfenoler i musslor	28
Mobil grundområdesfauna	29
Sediment och vegetation	29
Artantal	30
Abundans	30
Biomassa	31
Jämförelse med äldre undersökningar	31
Längdfördelning hos lerstubb.....	32
Fiskfysiologiska undersökningar	33
Gallanalyser	33
EROD-analyser	34
Aminosyratransferasanalyser	34
Leverhistologi	35
Morfometri	35
Reproduktionsstudier	36
Makroskopisk bedömning	36
Slutsatser	36
Tillståndet i olika vattenområden.....	37
Västra Hanöbukten	37
Sölvesborgsområdet och ner till Åhus.....	38
Pukaviksbukten och Karlshamn	39
Ronnebyområdet och västerut.....	41
Karlskrona / Torhamnsområdet	43
Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund	45
Referenser	46
Bilagor	48

Sammanfattning

Högskolan i Kalmar, SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut) och TOXICON svarade under 1998 för den samordnade kustkontrollen i Blekinge och västra Hanöbukten. Under 1998 genomfördes för första gången recipientkontroll gemensamt för de båda kustområdena. I provtagningarna ingick fysikalisk/kemiska vattenundersökningar, biologiska och kemiska undersökningar av bottenfauna och makroalger samt mätning av kemiska miljögifter och tungmetaller i blåmusslor. Dessutom gjordes undersökningar på grunda bottnars mobila epifauna vid Blekinges ostkus samt fiskfysiologiska studier utanför massbrukens utsläpp. I slutet av rapporten finns som vanligt en avdelning där resultaten redovisas vattenområdesvis. Det blir därmed lite lättare att hitta den information som hör till ett visst vattenområde eller en speciell utsläppare.

Tillförsel av föroreningar

Vintern 1997/98 var mild och följdes av en både kylig och regnig vår. Sommaren var också kall och regnig och temperaturen nådde inte under hela sommaren upp till 20 °C ute på Utklippan. Bortsett från september och en bit in i oktober var även hösten ruggig och desutom relativt blåsigt.

Sammantaget var 1998 aningen mildare än normalt med ett totalt temperaturöverskott på nära 0,5 °C jämfört med ett normalår. Nederbörden var ungefär 5-30% större än ett normalår. Den något högre nederbördsmängden innebar att transporten av näringsämnen via åarna var betydligt större än under de två tidigare åren.

Hydrografiska mätningar

Ytvattentemperaturen i Östersjön följde medelkurvan under större delen av året utom under sommarmånaderna då den låg klart under normalvärdet på det kalla och ostadiga vädret.

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

Frånvaron av tydlig temperaturskiktning innebar att syrehalterna i bottenvattnet på stationerna i Blekinge och västra Hanöbukten var förhållandevis höga, även på platser som tidigare år har visat

tendenser till syretäring. De senaste 5 årens mätningar tyder på förhållandevis stabila syreförhållanden i bottenvattnet.

Närsaltsituationen i Blekinge under 1998 påminner mycket om tidigare år. Halterna för fosfor låg generellt 25% högre i kustområdet jämfört med utsjön. Även kvävehalterna var högre vid kusten och uppvisade dessutom mycket tydlig årscykel fr a styrd av planktonproduktionen i vatten. För såväl fosfor som kväve utmärkte sig provstationen i Sölvesborg med höga halter.

Sediment och bottenfauna

Sedimentprover analyserades med avseende på såväl kornstorleksfördelning som organiskt innehåll. Det var inga stora förändringar jämfört med tidigare års mätningar på flertalet stationer. Då det gäller syreförhållandena i sedimentet kunde vi notera en liten försämring i fjärdarna utanför Karlskrona.

Bottendjur påträffades på samtliga 28 undersökta stationer och totala antalet påträffade arter i länet var betydligt högre än 1997. Samtliga försvunna arter förekom då i få exemplar och endast på någon enstaka station varför det får anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller ej. Alla funna arter är normalt förekommande i våra vatten. En art som tidigare inte påträffats i prover från recipientkontrollen påträffades. Det var det lilla kräftdjuret *Cyathura carinata* som vi fann på en av de nya stationerna i Torhamnsområdet.

För länet som helhet hade individantal och biomassa förändrats signifikant sedan 1997. Individtätheten på stationerna i Blekinge har varit högst på sandiga bottnar med mycket småmaskar samt på stationer med mycket vitmärlor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. I Blekinge har vi inte kunnat finna någon sådan trend under de år som provtagningarna har utförts. Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor. Mellan 1997 och 1998 minskade antalet östersjömusslor på flera stationer. Sett över en lite längre tidsperiod har biomassa förändrats mycket tydligt på en del stationer. I Karlskronabassängen har den ökat på flera stationer medan den har minskat i Pukaviksbukten. Ökningen i Karlskronabassängen 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.

Det var framförallt en av de nya stationerna i Torhamnsområdet som utmärkte sig som speciellt artfattigt. Där hade såväl artantal som biomassa minskat drastiskt sedan ett tidigare besök 1995, sannolikt beroende på syrebrist. Även stationerna vid Kristianopel och den djupa stationen ute i Hanöbukten hade ett något lägre artantal än övriga stationer.

Slutsatsen av provtagningarna på mjukbottenarnas djursamhällen blir att det generellt har skett mycket små förändringar på stationerna vad det gäller artsammansättningen men att det i Karlskronafjärden har blivit betydligt bättre sedan 80-talet. En lite oroande tendens med minskande biomassa på ett par stationer i Pukaviksbukten saknar ännu så länge förklaring. En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast den artfattiga stationen i Torhamnsområdet klassas som något påverkad.

Makroalger på hårbotten

Under perioden 1990-98 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 8 av de 15 undersökta stationerna. Sedan 1997 hade dock tången utvecklats positivt på platser med väletablerat tångbestånd.

Antalet förekommande arter i rödalgsbältet var samma som 1997 och de dominerande arterna uppvisade inga stora skillnader gentemot föregående år. Statistisk analys antyder att artsammansättningen främst styrs av exponeringsgraden. Kemisk analys av blåstång visar att tillväxten var mer eller mindre kvävebegränsad vid de provtagna stationerna.

Slutsatsen av de gjorda mätningarna är att det har skett stora negativa förändringar av tångbestånden i fr a Blekinge. De går dock inte med självklarhet att koppla 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. En del förändringar tex de vi kunde konstatera nere i västra Hanöbukten beror på vädersituationen och alg-

samhällena på dessa platser hämtas relativt snabbt.

Metaller och andra gifter i sediment och musslor

Under 1998 analyserades tungmetaller och andra gifter i blåmusslor. Mätningarna visar att halterna på en del platser var relativt höga och fr a kadmium- och kopparhalterna men även bly- och zinkhalterna var förhöjda. Den station som uppvisade den högsta avvikelsen ligger vid Karakås söder om Kivik och det var den enda av de åtta stationerna som visade stor avvikelse i förhållande till bakgrunden. Även referensstationen vid Torhamn hade höga halter av koppar och dessutom bly.

Halterna av klorfenoler och -guajakoler var lägre än detektionsgränsen på samtliga stationer. För EOC1 var halterna däremot tydligt högre utanför Mörrums Bruk än på övriga stationer.

Mobil grundområdesfauna

Mobil grundområdesfauna, dvs småfisk och kräftdjur på grunt vatten, undersöktes för första gången inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför Östra Stärkelsens fabrik vid Jämjö. Av resultaten går det ej att fastställa någon effekt av utsläppet. Såväl artantal som individtäthet och biomassa var jämförbara på recipientlokalerna och referenslokalen vid Torhamn.

Jämför man 1998 års undersökning med äldre undersökningar ser man att den totala biomassan generellt ligger på samma nivå på de fyra stationerna medan det föreligger skillnader mellan åren.

Fiskfysiologiska undersökningar

Under 1998 gjordes för första gången fiskfysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massabruken i Mörrum och Nymölla.

På en station registrerades låg EROD-aktivitet vilket kan tolkas som en hämning av enzymsystemet som svarar för avgiftningen av främmande ämnen. I övrigt fanns det ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar i områdena har påverkats negativt.

Inledning

Under 1998 genomfördes samordnad recipientkontroll i Blekinge och västra Hanöbukten enligt de program som fastställts av Länsstyrelserna i Blekinge och Skåne 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.

Första halvåret svarade Kalmar Högskola för provtagningen av vattenprover. Under denna tid gjordes de kemiska analyserna av SVELAB AB i Kalmar. Därefter övertog SMHI, Norrköping ansvaret för såväl provtagning som analys, med juli som det första provtagningstillfället. Undersökningar av mjukbottnar och makroalger samt metaller och andra gifter i blåmusslor har utförts vid Institutionen för Naturvetenskap, 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 kemi i Oslo, Norge. 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.

Syftet med undersökningarna är att ge information om eventuella miljöeffekterna av den verksamhet som bedrivs samt att ge information om det allmänna tillståndet och om eventuella trender i kustens vattenmiljö. Undersökningarna utgör ett basprogram som kan kompletteras med specialundersökningar.

I denna rapport redovisas och kommenteras endast de viktigaste resultaten. Rådata redovisas i bilagor. Samtliga data finns dessutom lagrade i databas hos konsulterna och kan fås på diskett.

Metodik och omfattning

Metodik och stationsnät för de olika provtagningsmomenten redovisas i bilaga 1. Provpunkterna för varje undersökningstyp framgår också i en karta före resultatredovisningen av respektive undersökningstyp. Samtliga provpunkter i respektive provtagningsområde framgår dessutom av kartorna 7-12.

För Blekingekusten har programmet i princip varit oförändrat sedan 1990 även om en del små förändringar införts. Den största förändringen 1998 är att fiskfysiologiska studier samt studier på den mobila grundområdesfaunan vid Blekinges ostkust har tillkommit. Avsikten är att efter tre års undersökningar göra en utvärdering av metodens lämplighet för fortsatt recipientkontroll. Även under 1980-talet har undersökningar utförts i området vad avser den mobila faunan på grundområden och detta material kan i viss mån användas som jämförelsematerial.

En annan förändring fr o m 1998 är att metaller och andra miljögifter numera ska mätas i blåmusslor i stället för som tidigare i östersjömusslor. Detta ger bättre möjligheter till jämförelser med andra områden. Dessutom ingår metallinnehåll i blåmusslor i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav.

För västra Hanöbukten är förändringen större eftersom det tidigare inte har varit årliga provtagningar längs denna kuststräcka av den omfattning som i föreliggande program.

För första gången redovisas i denna rapport resultaten för hela vattenområdet från Blekinge och västra Hanöbukten gemensamt. Äldre recipientdata för de biologiska parametrarna finns i viss mån även i västra Hanöbukten vilket möjliggör en bedömning av utvecklingen över tiden.

Tillförsel av föroreningar

För att kunna tolka mellanårsförändringar i kustzonen är det viktigt att känna till hela 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. För Blekinges kust gällde detta 86% av kvävet och 69% av fosfor under 1992 (källa: Länsstyrelsen i Blekinge). Största transporten kom via Mörrumsån och fr. a Helgeå. Stora punktutsläpp från reningsverk och industrier längs kusten förekommer också, liksom 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 et al, 1985). För fosfor är motsvarande siffror 7-11%.

Förutom tillförsel till kusten som direkt härrör från mänsklig aktivitet förekommer också en "naturlig" del. Den utgörs av t ex uppvällning av näringsrikt bottenvatten och tillförsel via kustströmmar från andra områden. 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 genom denitrifikation till atmosfären (Larsson m fl, 1985).

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

Vintern 1997-98 var genomgående mild, och riktigt vinterväder rädde bara i slutet av januari och i början av februari. Den 31 januari var det mycket hårt väder vid Blekingekusten med nordvind på över 20 m/s och temperatur kring -9°. Även den 27 - 28 februari blåste det över 20 m/s, denna gång vid vind mellan sydväst och väst.

Den lindriga vintern till trots lät den riktiga vårvärmen vänta på sig, och bortsett från den 31 mars, då temperaturen steg till ca 15° i innerskärgården, dröjde det till de sista dagarna i april innan vårvärmen kom på allvar. En vecka in i maj blev det sedan riktigt varmt med omkring 20° utom i ytterskärgården, där temperaturen på Utklippan stannade vid 14°.

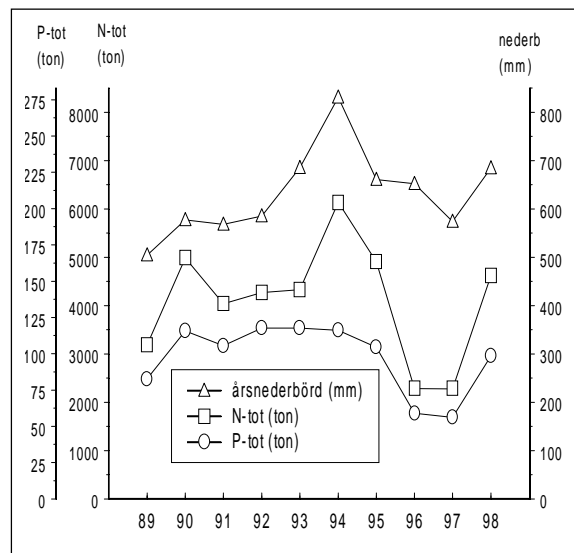
Den 20 maj inleddes en övervägande kylig och regnig period, som sedan kom att vara under hela sommaren. Under midsommarhelgen rädde visserligen uppehållsväder, men även då var det ganska kyligt till en början. Helgen avslutades dock med sommarens enda riktigt varma dag den 21 juni med 24° på Hanö och i Skillinge. I samband med att ett intensivt lågtryck rörde sig norrut över Baltikum den 28 juli rädde sommarens sämsta väder, åtminstone på den norra delen av Hanöbukten. Det rädde då nordvind samtidigt som det kom 20 - 30 mm regn och eftermiddagstemperaturen bara orkade upp till 12°. Hur kylig sommaren var illustreras av att temperaturen aldrig nådde över 20-gradersstreckets vid Utklippan. Som kontrast kan nämnas att den aldrig var *lägre* än 20° under inte mindre än 16 nätter sommaren innan.

I september stabiliserades vädret och hösten var till en början ganska varm och vacker. I oktober skedde dock en övergång till regnigt och blåsigt väder med medelvindhastigheter på drygt 20 m/s såväl den 18 som den 28. Vid månads-skiftet oktober - november tog det förhållandevis varma vädret slut, och novembermånaden blev en av seklets allra kallaste. Redan den 17 gjorde också vintern entré med dygnsmedeltemperaturer under noll och snö. I mitten av december kom dock vintern av sig, åtminstone tillfälligt.

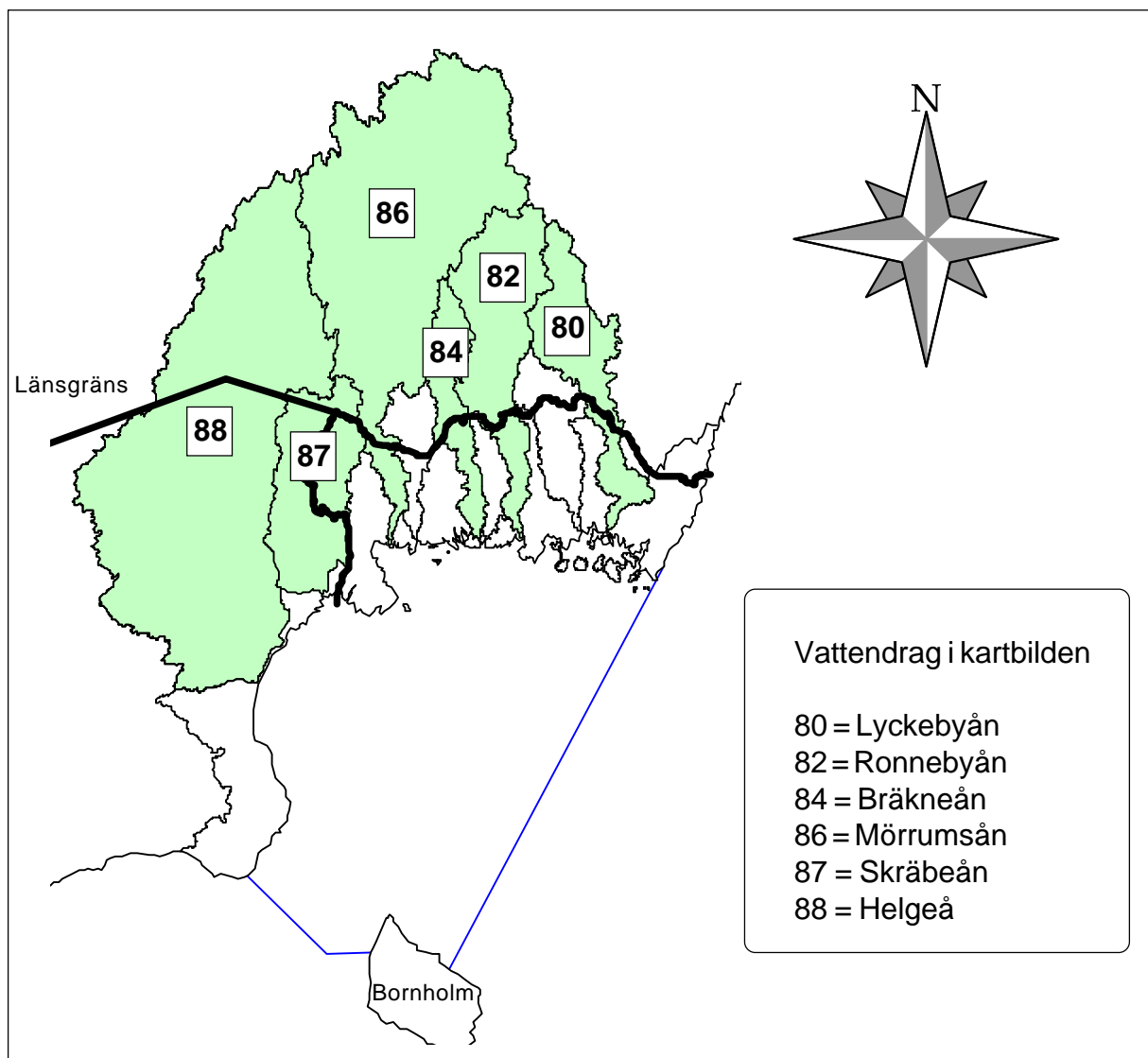
Som helhet var det gångna året 0,1 - 0,4 grader varmare än normalt vid Blekingekusten, en helt obetydlig avvikelse, men det är ändå notabelt att alla de senaste elva åren med undantag för 1996 haft högre medeltemperatur än genomsnittet för den nu använda normalperioden 1961-90. Årsnederbörden var 5 - 30 procent större än den normala, med de största avvikelserna vid kusten strax norr om Kivik, och under de tre sommarmånaderna var antalet soltimmar ca 20 procent under det normala. Liksom under de flesta andra år på 90-talet var frekvensen av

vindar över 20 m/s lägre än den normala.

Den något högre nederbördsmängden innebär att transporten av näring via åarna var betydligt större än 1996-97. I figur 1 visas nederbörden i Hanöbuktsens avrinningsområde och den beräknade åtransporten av kväve och fosfor från 1989 till 1998 i de sex största vattendragen (Karta 1). Det framgår ganska tydligt att det finns ett direkt samband mellan transport och nederbörd, speciellt vad det gäller kväve. Under 1980-talet hade vi hög tillrinning av sötvatten till Östersjön. Dessutom kom en stor del av tillrinningen under vintertid, då vattendragen är rika på näringsämnen (Bergström 1994). Under stor del av 90-talet har tillrinningen däremot varit relativt låg och belastningen på kusten därmed mindre än under perioden innan.



Figur 1 Nederbörd i Hanöbuktsens avrinningsområde samt beräknad vattendragstransport av kväve och fosfor till kusten från de sex största vattendragen (Helgeå, Skräbeån, Mörrumsån, Bräkneån, Ronnebyån och Lyckebyån) 1989-98.



Karta 1 Avrinningsområden för de sex största vattendrag som mynnar i Hanöbukten.

Hydrografi i Utsjön

Ytvattnet

Efter det dramatiska året 1997, med rekordtemperaturer, algbloomingar och utflöde av översvämningsvatten från Polen och Tyskland till södra Östersjön, framstår 1998 som ett normalt år.

Närsalthalterna i Östersjöns ytvatten var emellertid något lägre än normalt i början av året, i april var dock ordningen återställd och resten av året följde samtliga ytvattenparametrar medelkurvan. Det dåliga sommarvädret återspeglades tydligast i de mer kustnära områdena där ytvattentemperaturerna under perioden juni till augusti var lägre än normalt.

I början av året var ytvattnet homogent ned till haloklinen (saltsprängskiktet) på ca 40 m djup i södra och 70 m djup i norra Östersjön. I april började en termoklin (temperatursprängskikt) utvecklas, först i söder och senare även i norr. Skiktet låg som grundast, på ca. 10 m djup, under maj – juni, medan det låg djupare ca. 20 m i augusti-september. Därefter djupnade det ytterligare, samtidigt som det försvagades, och i december var vattnet åter homogent ner till haloklinen. Ytvattentemperaturen följde medelkurvan under större delen av året utom under sommarmånaderna då den låg klart under normalvärdet. Avvikelsen var störst i den nordvästra delen av området. Salthalten i ytlagret var generellt sett något under det normala hela året.

I norra och centrala Östersjön var halterna av samtliga näringsämnen, fosfor, kväve och kisel lägre än normalt under januari, medan de i de södra delarna låg under normalvärdena ända fram till april månad. Under resten av året följdes dock medelkurvan i samtliga områden. Som vanligt under sommarmånaderna

var halterna av oorganisk kväve under detektionsgränsen, fosfat strax över medan det som alltid fanns silikat i överskott.

Vårblomningen började i Arkonabassängen i söder i månadsskiftet mars/april och i slutet av april pågick en blomning i hela egentliga Östersjön.

Bottenvattnet

I egentliga Östersjön förvärrades syresituationen under året och i november var syrehalterna lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70-80 m i hela området. Svavelväte förekom dessutom i bottenvattnet i Hanöbukten, Bornholmsbassängen och östra Gotlandsbassängen. I norra och västra Gotlandsbassängerna var syrehalterna under slutet av året mycket låga, vilket innebär att svavelväte kan bildas i stora områden om den nuvarande skiktningen består och inga nya inflöden äger rum.

I början av året förekom syrgaskoncentrationer lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70 m och i bottenvattnet var koncentrationerna ca 0,3 ml/l. Inga effekter av de små inflöden som förbättrade situationen i Arkona syntes här. I maj försämrades situationen och svavelväte började uppträda i bottenvattnet. I juni förekom svavelväte i både Hanöbukten och Bornholmsbassängens djupvatten. Under sommaren och början av hösten blev förhållandena allt sämre och i september var halterna lägre än 2 ml/l på djup större än 60 m och svavelväte förekom på djup större än 70 m, i både Hanöbukten och Bornholmsbassängen. Under oktober försvann svavelvätet i Hanöbukten men återkom igen i november. I december hade nytt friskt vatten kommit in i Bornholmsbassängen och syre återfanns i bottenvattnet, om än i låga koncentrationer, medan det fortfarande förekom svavelväte i intermediära skikt. Gränsen för koncentrationer under 2 ml/l låg på ca 70 m djup.

Hydrografi i Blekinge och Västra Hanöbukten

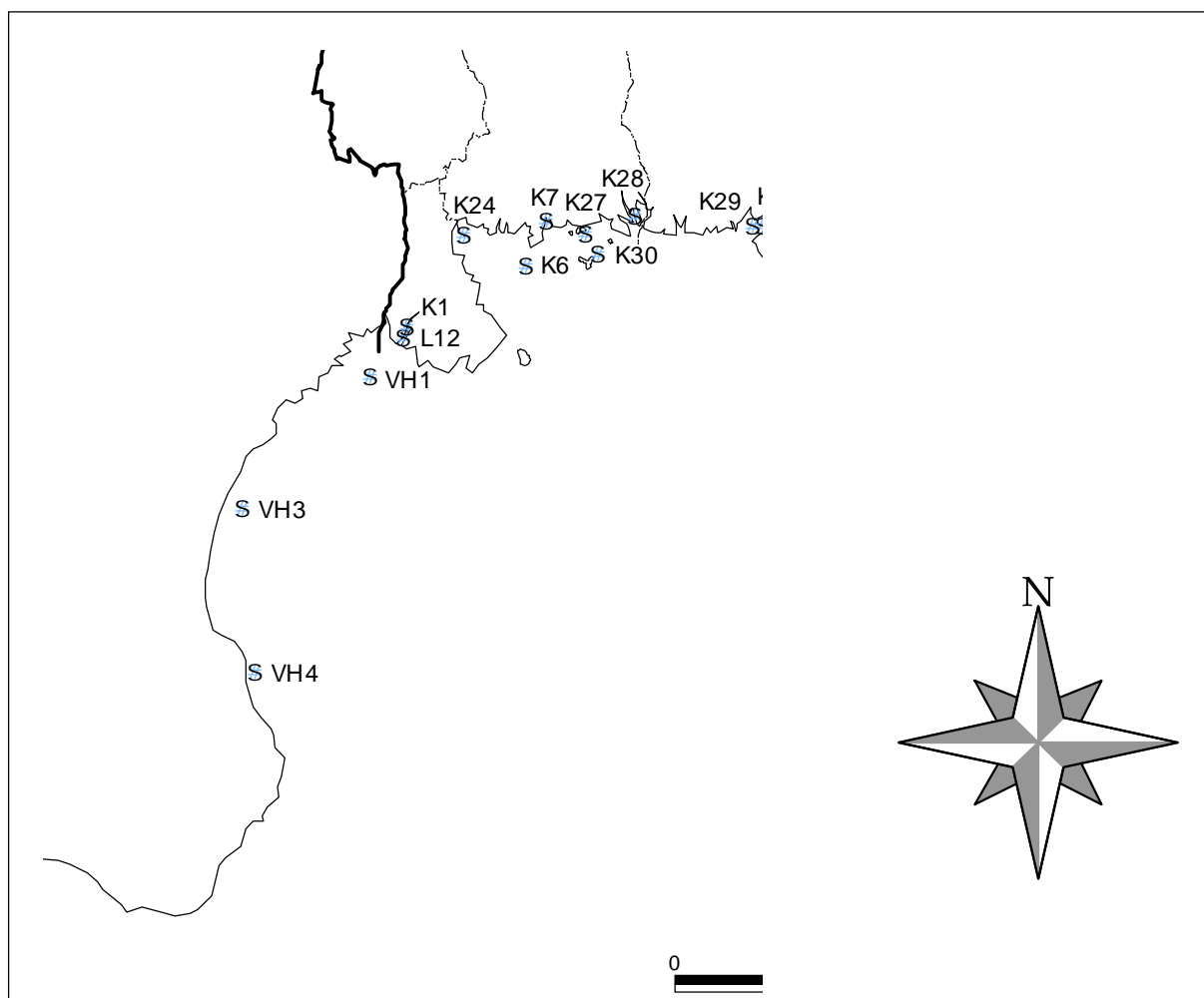
Årets vattenprovtagning har genomförts i all väsentlighet enligt gällande provtagningsprogram (se bilaga 1).

Vi har delat in provtagningsområdet, som inkluderar både programmet för Västra Hanöbukten och Blekinge, i sex stycken delområden. Västra Hanöbukten (station VH3 och VH4), Sölvesborg (VH1 och L12), Pukaviksbukten (K6 och K7), Ronneby (K12), Karlskrona (NY, K21, K19 och KAARV4) och södra Kalmarsund (S10). I karta 2 framgår geografiska läget för stationerna.

De olika delområdena jämförs med förhållandena i utsjön. Utsjön representeras av stationen BY4 (Christiansö) som ingår i SMHI:s oceanografiska stationsnät.

Vi har valt att i figurerna redovisa syrgashalten, kväve-fosforkvoten, klorofyll, siktdjup, salthalt, totalkväve och totalfosfor. För vissa av parametrarna har vi valt att redovisa årsmedelvärdet med 95% konfidensintervall, vilket enkelt kan sägas var ett mått på hur trovärdigt det beräknade medelvärdet är. Ett litet konfidensintervall indikerar hög trovärdighet medan ett stort intervall indikerar låg trovärdighet. Om man betraktar en 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.



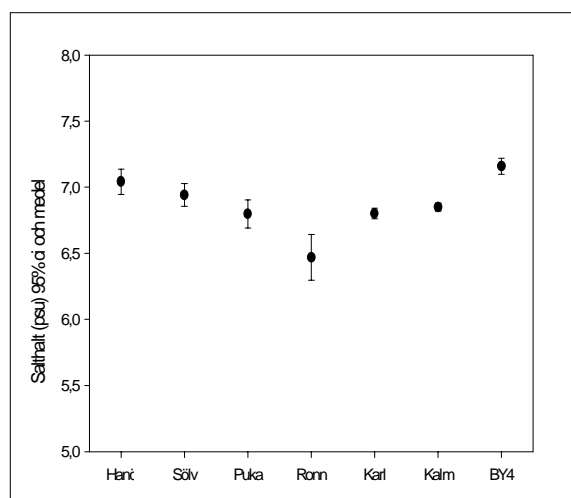
Karta 2 Hydrografiska provtagningsstationer i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten, samt referensstationen BY4 ute i Hanöbukten.

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. Skillnaden i salthalt mellan ytan och botten kan där vara flera promille, se station K12 (bilaga 2) utanför Ronneby. Ett fenomen som påverkar salthalten speciellt för västra Hanöbukten är så kallad uppvällning. Det uppstår när kraftiga frånlandsvindar pressar ut ytvattnet från kusten och detta ersätts av saltare bottenvattnet som "väller" upp vid kusten. I ytterskärgården och i utsjön förekommer sällan någon salthaltsskiktning av betydelse. Skillnaden mellan bottenvattnet och ytvattnet är endast några tiondels promille. Bottenvattnets salthalt i utsjön (BY4) påverkas av saltvatteninflödena från Kattegatt genom Bälten och Öresund. Därremot påverkas inte de grundare områdena längs kusten. Den lägsta medelsalthalten 1998 uppmättes vid station K12 i Ronnebyområdet till 6,5 psu medan den i övriga områden låg i intervallet 6,8-7,1 psu (figur 2). De små konfidensintervallen visar att det under året är stabila salthaltsförhållanden med små variationer.

Siktdjup

Siktdjupet uppvisar stora variationer både i rum och tid. I området påverkas siktdjupet av varia-



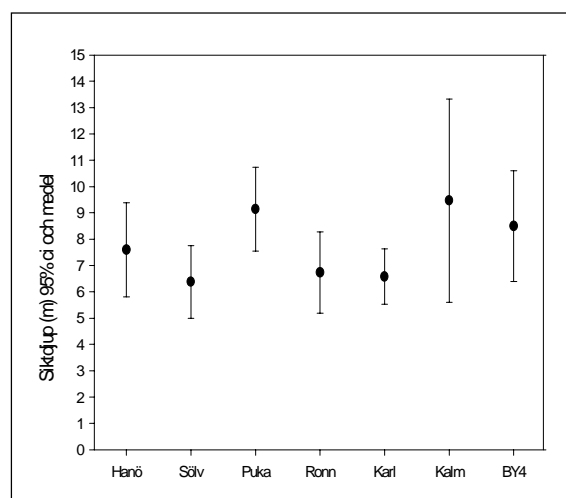
Figur 2 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för salthalten i de olika delområdena under 1998.

tioner i primärproduktionen där algförekomsten når sitt maximum under sommaren. Andra faktorer som påverkar siktdjupet är tillrinningen och i grundare områden även vägklimatet. Någon tydlig årscykel finns därför inte, även om det sämsta siktdjupet ofta observeras under sommaren. Siktdjupets medelvärde har under 1998 legat mellan 6,5-9,5 meter (figur 3). Det största siktdjupet observerades i södra Kalmarsund där siktskivan var synlig ner till 13,5 meter. Det sämsta siktdjupet, 5 meter, observerades i Sölvesborgsområdet (station L12).

Syreförhållanden

I Blekinge och västra Hanöbukts kustvattenområde är syresättningen av bottenvattnet god under hela året. Årsmedelvärdena 1998 uppvisar inga stora avvikelser från tidigare år. De senaste 5 årens undersökningar tyder på förhållandevis stabila syreförhållanden i bottenvattnet. Syrgashalterna uppvisar en tydlig årscykel med de lägsta värdena i juli-augusti då även vattentemperaturen är hög. Även syremättnadsvärdena uppvisar en årscykel, men mindre utpräglad, med ett mindre minimum under augusti-september. I området finns inga bottnar med utpräglat stagnanta förhållanden. Vattenutbytet mellan utsjön och skärgårdsområdet är också bra vilket borgar för goda syreförhållanden. På referensstationen BY4 vid Christiansö låg syremättnaden i ytan hela året kring 100 %.

De lägsta syrgashalterna i bottenvattnet un-

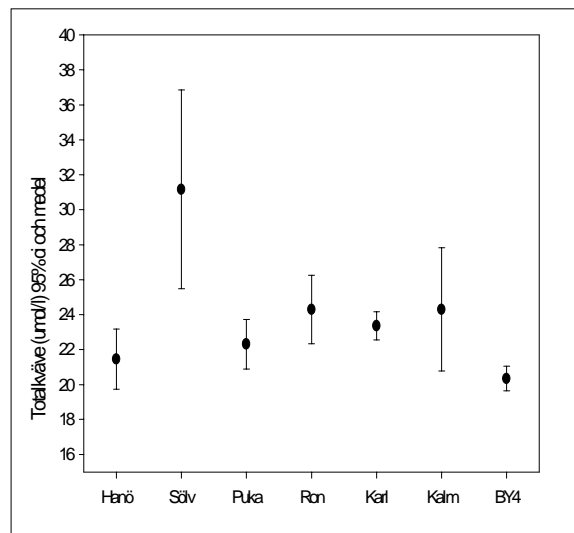


Figur 3 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för siktdjup i de olika delområdena 1998.

niem 1,5 $\mu\text{mol/l}$ (0,014-0,021 mg/l), och för nitrit +nitrat 6-7 $\mu\text{mol/l}$ (0,084-0,098 mg/l). 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 produktionsäsongens slut i september-oktober. Under 1998 låg medelhalterna för totalkväve mellan 20-25 $\mu\text{mol/l}$ (0,28-0,35 mg/l) i samtliga delområden utom Sölvesborg där framförallt station L12 uppvisade höga värden, som mest 37 $\mu\text{mol/l}$ (0,5 mg/l) (figur 6). Totalkvävehalten för utsjön låg, runt 20 $\mu\text{mol/l}$ (0,28 mg/l), ungefär på samma nivå under hela året med ett mindre maximum i februari.

Kisel

Kisel är viktig för produktionen eftersom vårblomningen i stor utsträckning utgörs av kiselalger. Kisel tillförs genom sötvattentillrinningen. I övergödda sjöar har man funnit att koncentrationen av kisel i vattenmassan har minskat under senare år. Flera analyser av de långa tidsserier som finns tillgängliga har påvisat minskande mängder kisel samtidigt som mängden kväve och fosfor ökat. Något 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 en nedgång i halterna i samband med vårblomningen.

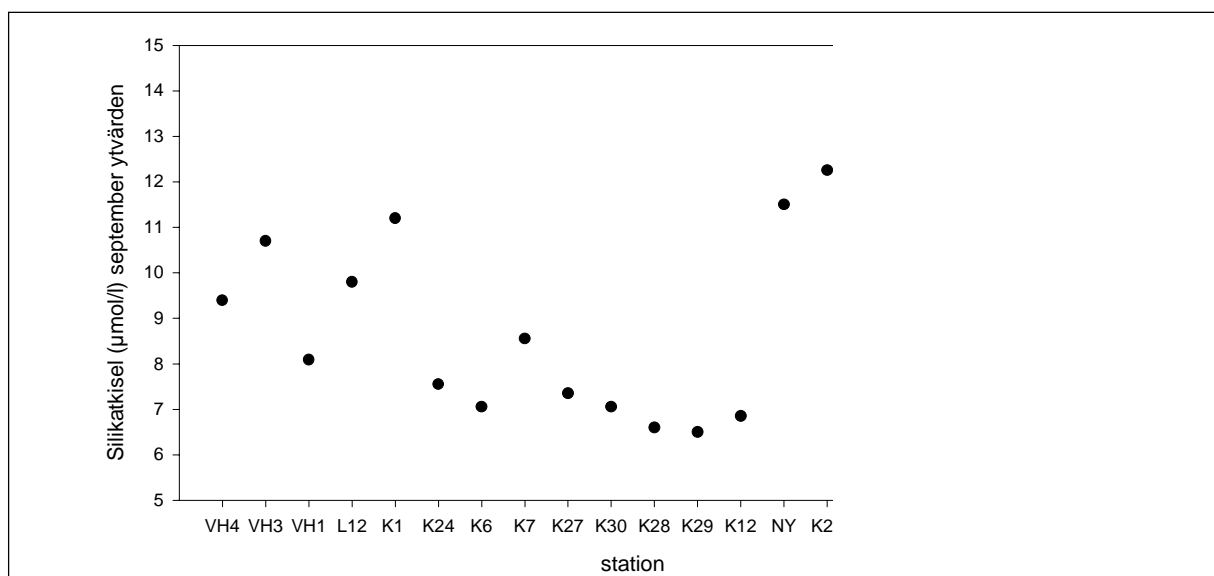


Figur 6 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalkväve under 1998 för de olika delområdena.

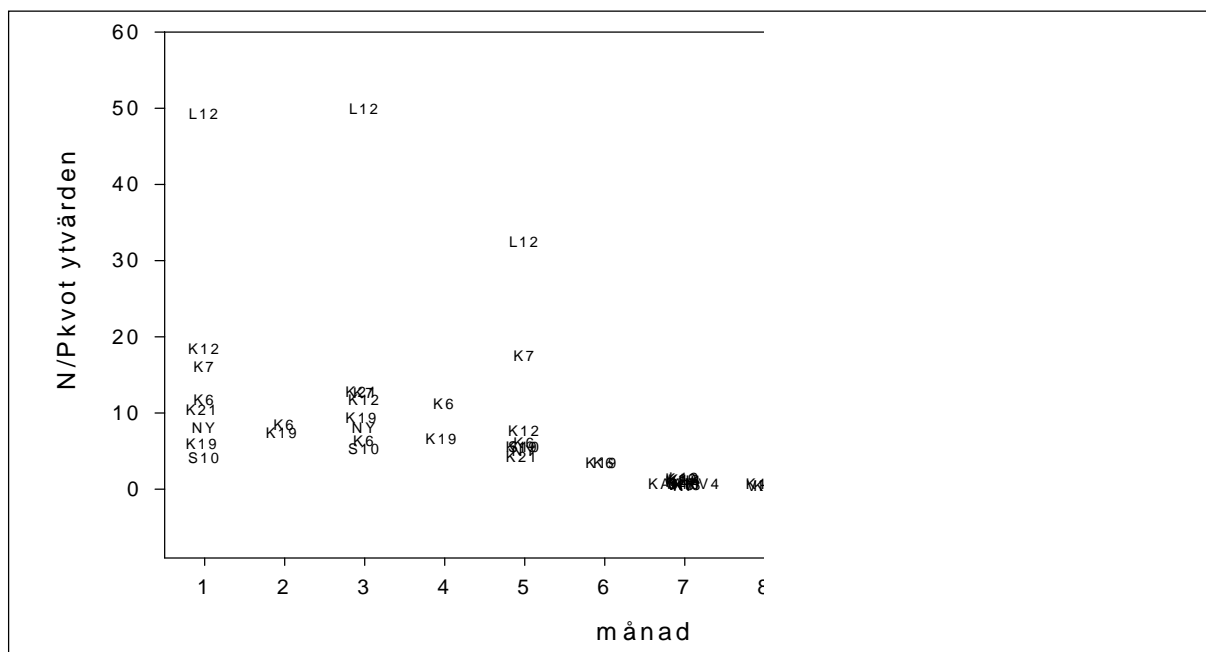
N/P kvoter

Vid primärproduktionen, då alger växer till 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. Om kvoten är större än 16 innan primärproduktionen startar på våren kommer fosfor att ta slut för kvävet. Vi talar då om att produktionen är fosforbegränsad. Om däremot kvoten är mindre än 16 kommer kvävet att ta slut först och produktionen är kvävebegränsad.

Det normala förhållandet för kustvattnen i södra Östersjön är kvoter mellan 7-10, det vill säga att kvävebegränsning råder. För de flesta



Figur 7 Ytvärdena för silikatkiel september 1998 för samtliga stationer inklusive påbyggnadsnätet.



Figur 8 N/P kvoten i ytvattnet på samtliga stationer i Blekinge läns kustvatten och västra Hanöbukten 1998

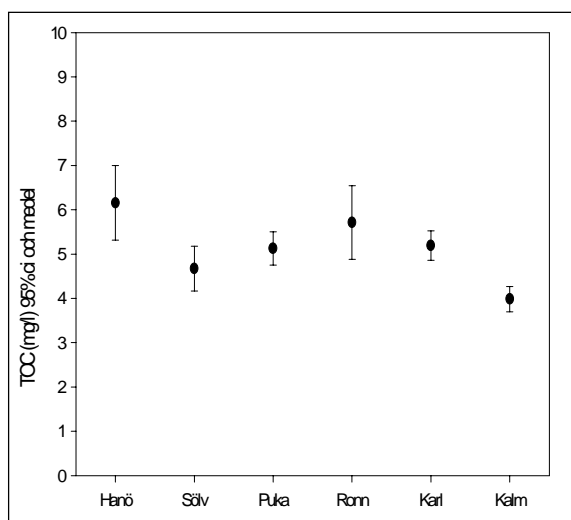
stationerna var kvävet begränsande inför vårblomningen med N/P kvoter mellan 4-10. Det var endast på stationerna L12 och K12 som det rädde brist på fosfor med kvoter mellan 20-50 (figur 8). Höstens provtagning pekar på att även station VH3 var fosforbegränsad.

Organiskt kol (TOC) och klorofyll-a

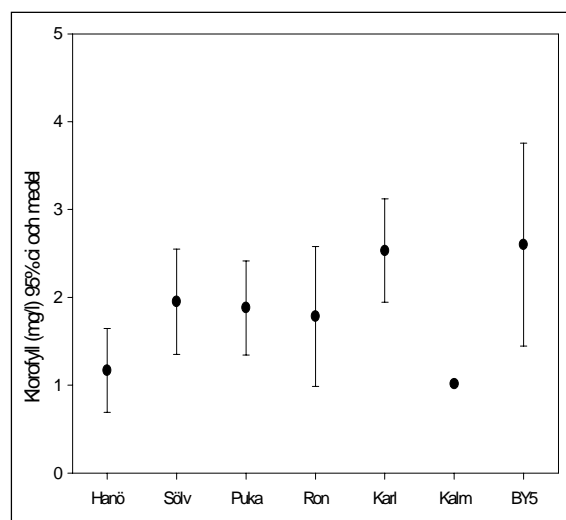
TOC har ingen tydlig årsvariation men halterna tenderar att vara högst i samband med vårflödena då tillförseln via åarna är som störst. Inga onormalt höga värden har observerats under

1998. För skärgårdsområdet ligger halterna i nivå med övriga Kalmarsund. Det högsta observerade värdet var 7 mg/l i Västra Hanöbukten. I södra Kalmar sund var halterna som lägst cirka 4 mg/l.

Klorofyll-a halterna är ofta låga under vinterhalvåret för att under vårblomningen öka. Under hela produktionstiden mars-september är variationerna stora både tidsmässigt och rumsligt. Medelvärdet för klorofyll-a låg under 1998 mellan 1- 2,5 mg/l (figur 10) och var som högst 3,0 mg/l i Karlskronaområdet.



Figur 9 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för TOC under 1998 för de olika delområdena.



Figur 10 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för klorofyll i de olika delområdena under 1998.

Sediment och mjukbottenfauna

Mjukbottenundersökningarna 1998 genomfördes huvudsakligen mellan den 25 och 27 maj. Resultaten avseende sedimentanalyser, artantal, individantal samt biomassa återfinns i bilagorna 3 till 5. Geografiskt läge för de olika stationerna framgår av karta 3.

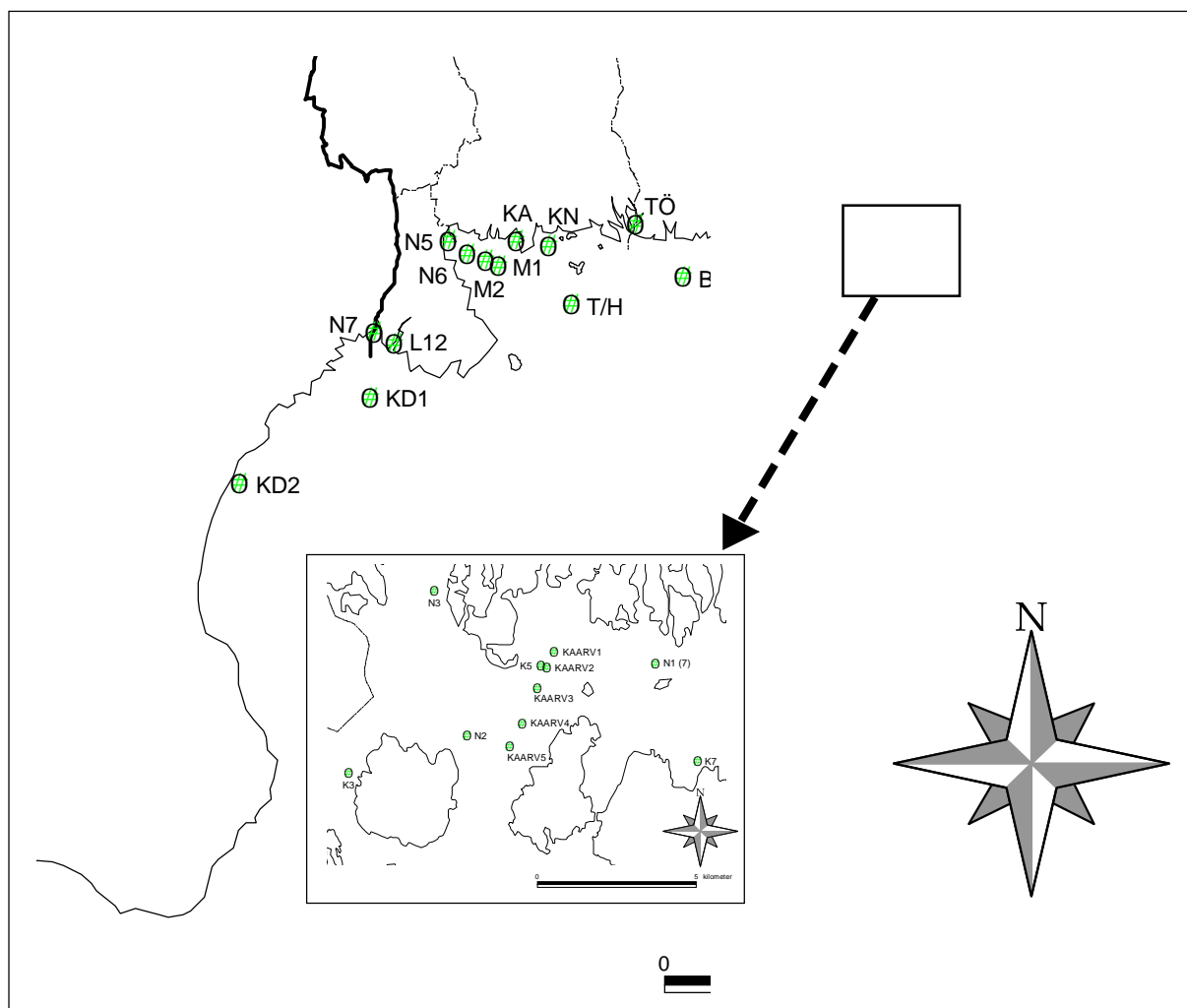
Sediment

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. I exponerade områden, till exempel öster om Blekinge eller ute i Hanöbukten, ansamlas det sedimenterade organiska materialet däremot

först på 50-60 meters djup. Förändringar i sedimentsammansättningen kan i sin tur påverka mängd och artsammansättning hos bottenfaunan. Det är därför viktigt att kontinuerligt ta prover på sedimentet med avseende på glödförlust och kornstorleksfördelning för att lättare kunna tolka förändringar i bottenfaunan.

Bottensedimentet brukar delas in i tre huvudtyper. Vattenhalt och organisk halt ligger till grund för indelningen. Ackumulationsbotten har finkornigt sediment medan erosionsbotten oftast består av grus eller sand. Detta gör tillsammans med skillnaden i organiskt halt att syresättningen av sedimentet går olika djupt i de tre botten typerna.

I 1998 års provtagning hade 16 av de ordinarie stationerna ackumulationsbotten (organisk halt >10%), tre transportbotten (organisk halt 4-10%) och 9 erosionsbotten (organisk halt <4%) (Håkansson, 1985).



Karta 3 Mjukbottenstationer i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten. Infälad karta visar stationerna i Karlskronaområdet.

Om man jämför glödförlusten på de provtagna stationerna under 1991-98 kan man konstatera att de varit förhållandevis likartade mellan åren. På några stationer (T/H ute i Hanöbukten, TÖ vid Tjärö och L12 i Sölvesborgsviken) har den varierat något vilket för L12 kan förklaras med att den ligger nära en relativt grund farled varför fartygstrafiken kan påverka sedimentets sammansättning mellan åren. På en station i Pukaviksbukten (N6), minskade glödförlusten stadigt under perioden 1991 till 1995 från 5,3 till 1,8 men har sedan dess ökat igen och var 1998 uppe i 6,0% igen (figur 11).

Om man gör motsvarande jämförelser som för glödförlust 1991-98 men med avseende på kornstorleksfördelningen visar de flesta stationerna på ett oförändrat sediment. Det är egentligen bara på två stationer (B2 söder om Ronnebyfjärden och N6 i Pukaviksbukten) som sedimentet förändrats markant. På station B2 har sedimenttypen ändrats från en grov sand till en finsand. På N6 blev sedimentet först grövre (från en siltig gyttjelera till sandbotten) och därefter åter finare (tillbaka till siltig sand).

Då det gäller syreförhållandena i sedimenten har även dessa varit i stort sett oförändrade mellan åren även om en viss förbättring har skett i fjärdarna utanför Karlskrona under den senaste tioårsperioden. Sedan 1997 hade dock det oxiderade skiktets tjocklek minskat på flera av stationerna i detta område. Förändringen är inte så stor, men åtminstone på stationen närmast reningsverkets nya utsläppspunkt (KAARV1) hade förhållandena blivit så dåliga att man kan befara att djursammansättningen kan förändras på lite sikt. Nästa års provtagningar får visa om förändringen är tillfällig eller bestående.

Bottenfauna

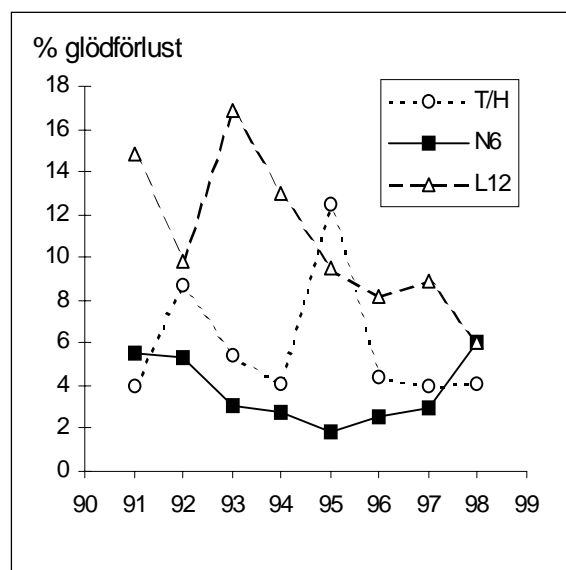
På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur. Eftersom östersjövattnet är utsötat finns här dock betydligt färre arter än i rent marin miljö. Totalt förekommer ett drygt femtiotal arter av större bottendjur i våra vatten. De allra flesta bottendjur i Östersjön gynnas av en viss ökning 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, rovbormaskar och framförallt fjädermygglarver.

Arter

Djur påträffades på samtliga 28 bottenfauna-stationer. Antalet arter eller högre taxa var totalt 33, vilket är betydligt mer än 1997 då det fanns 26. Artantalet varierade mellan 6-16 per station (förra året 6-14). De arter som kommit till sedan 1997, förekom endast på enstaka stationer och i lågt individantal. Flera av arterna hör dessutom huvudsakligen till de strandnära vegetationsklädda bottenarna. Det får därför anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller inte. Alla arterna är normalt förekommande i våra vatten, men det lilla kräftdjuret *Cyathura carinata* har inte tidigare påträffats i prover från recipientkontrollen längs denna kuststräcka.

Artantal, individantal och biomassa hade förändrats sedan 1997 på stationerna enligt tabell 1. Förändringen var inte signifikant (5%-nivån) för artantalet medan såväl individantal som biomassa på stationerna hade minskat. 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*. Mellan 1997 och 1998 var det fr.a *Pygospio* och *Monoporeia* (vitmärkla) som minskade medan *Oligochaeterna* minskade i västra delen av Blekinge på de sandiga



Figur 11 Glödförlusten på stationerna T/H, N6 och L12 under åren 1991-1998

bottnarna men de ökade på de gyttjigare stationerna i östra länsdelen. Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor och mellan 1997 och 1998 minskade denna art på flera stationer.

Så mycket som 12 av arterna förekom endast på en av stationerna och 21 av stationerna hade 9 arter eller mer.

Det var inget område som utmärkte sig som speciellt artfattigt även om den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) hade ett något lägre artantal. Även den nya stationen i Källafjärden (PMK5) vid Torhamn hade relativt lågt artantal till följd av dåliga syreförhållanden. En del arter förekommer kommenteras separat här nedan. För mer information, se bilaga 5.

Den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* fanns på 21 av de 28 stationerna. Masken förekom huvudsakligen på sandiga och inte alltför grunda stationer. Den ökade starkt fram till 1993 men har sedan dess inte förändrats anmärkningsvärt mer än på någon enstaka station. Mellan 1997 och 1998 minskade dock antalet tydligt på flera stationer. På några stationer förekom den i mycket hög täthet ex vis i Pukaviksbukten (M1) och utanför Karlshamn (KA). Stationerna vid Åhus och Torsteberga (KD2 resp KD1) hade inte förändrats nämnvärt vare sig då det gäller *Pygospio* eller de andra arterna sedan de tidigare provtagningarna (1993 och 1996).

Havsborstmasken *Nereis diversicolor* betraktas som tämligen föroreningsstälig och trivs bra i sediment som är organiskt belastade. Den hade förändrats märkbart både i antal och biomassa på stationen i Kristianopel (KL11) och vid Aspö (K3). På båda stationerna hade den ökat medan den på övriga stationer inte hade förändrats nämnvärt.

Marenzelleria viridis, som också är en havsborstmask, förekom 1998 på 9 av stationerna. Detta är ett något mindre antal stationer än det varit under de senaste tre åren. Båda stationerna i västra Hanöbukten (KD1 och KD2) hade ett glest bestånd av masken. Arten hittades för första gången 1990 i Blekinge (Persson, 1991) men har ännu inte etablerat några täta bestånd. På andra sidan Östersjön och upp till Finska kusten rapporteras den däremot ha bildat mycket täta bestånd (>1 000 individer/m²) och man befärar att den kan bli ett hot mot den i Östersjön ursprungligare rovborstmasken *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 dagmaskar (*Oligochaeta*) minskade på flertalet stationer i Blekinge mellan 1996 och 1997. Till 1998 minskade de ytterligare på de sandiga stationerna i västra Blekinge och även på stationerna i västra Hanöbukten var tätheten betydligt lägre än 1996. I Karlskronaområdet ökade den något jämfört med 1997 men uppnådde ändå inte särskilt hög täthet på någon station. Totalt sett var det bara den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) och (N7) i Valjeviken som helt saknade *Oligochaeta*.

Mängden av den lilla vitmärkan (*Monoporeia affinis*) kan variera mycket mellan åren. Man har visat att den varierar i cykler om ungefär 7 år. I Blekinge kulminerade tätheten 1994 på flertalet stationer. Efter att ha minskat 1995 och 1996 ökade den åter under 1997 men tätheterna sjönk under 1998 till de hittills lägsta sedan 1991 (figur 12). Arten är vanlig på djupa och inte så organiskt belastade bottenar och fanns på 16 av de 24 stationerna i Blekinge (22 av 25 under 1997). Den är mer kallvattenberoende släktingen *Ponto-*

Tabell 1 Jämförelse av artantal, individtäthet och biomassa för bottenjur på 26 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten mellan 1997 och 1998 (1996 och 1998 i västra Hanöbukten). 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	minskn.	signifikans	
			Teckentest	Wilcoxon
Artantal/0,36 m ²	6	11	n.s	n.s
Individant/m ²	8	18	ja	ja
Biomassa/m ²	7	19	ja	ja

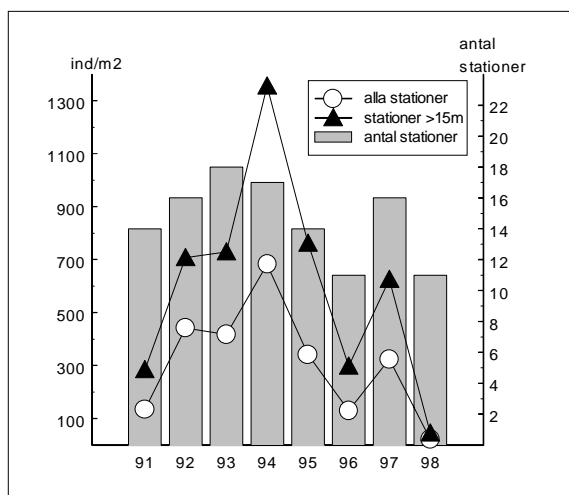
poreia femorata förekom i tämligen glesa bestånd på den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) men däremot inte, som tidigare, på stationer inne i Karlskronafjärden. De båda stationerna i Västra Hanöbukten saknade, liksom vid tidigare provtagningar, helt vitmärslor. Vid provtagningen 1993 hade de båda stationerna däremot ett relativt stort antal av den lilla sandmärslan (*Bathyporeia pilosa*). Antalet sjönk dock 1996 och hade vid provtagningen 1998 nästan helt försvunnit. Eftersom vi saknar resultat från åren dessmellan kan man inte säkert säga att den stadigt har minskat under perioden. Den är däremot känd för att vandra ut och in i 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.

Gruppen fjädermygglarver (*Chironomidae*) har ofta en stark ställning på organiskt förorenade bottenar. Gruppen ökade kraftigt till 1996 och förekom då på 19 av de 25 stationerna. Till 1997 minskade dock antalet stationer till 15 och arten var den som minskade mest, räknat som antal stationer med förekomst. Till 1998 ökade förekomsten något igen och arten fanns på 21 av de 26 stationerna i Blekinge. Stationerna i Skåne saknade *Chironomider*. På den dåligt syresatta stationen i Torhamnsområdet (PMK5), var biomassan för gruppen så mycket som $\sim 7 \text{ g/m}^2$ och

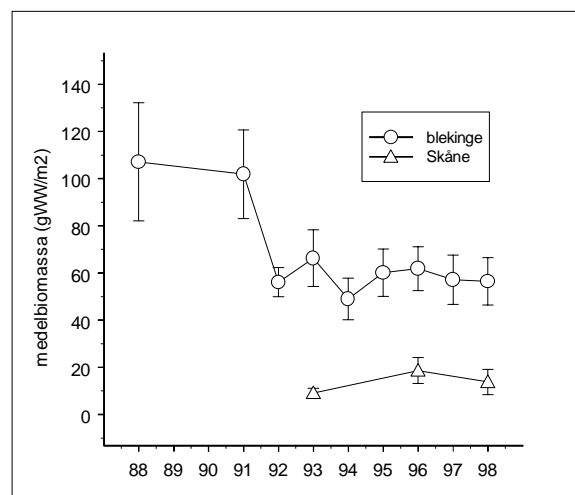
arten dominerade såväl i individantal som biomassa.

En grupp djur som kan bli mycket talrik fr a på mättligt 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 ökade på ett stort antal stationer sedan provtagningen 1997 och fanns på nästan samtliga stationer i provtagningsprogrammet.

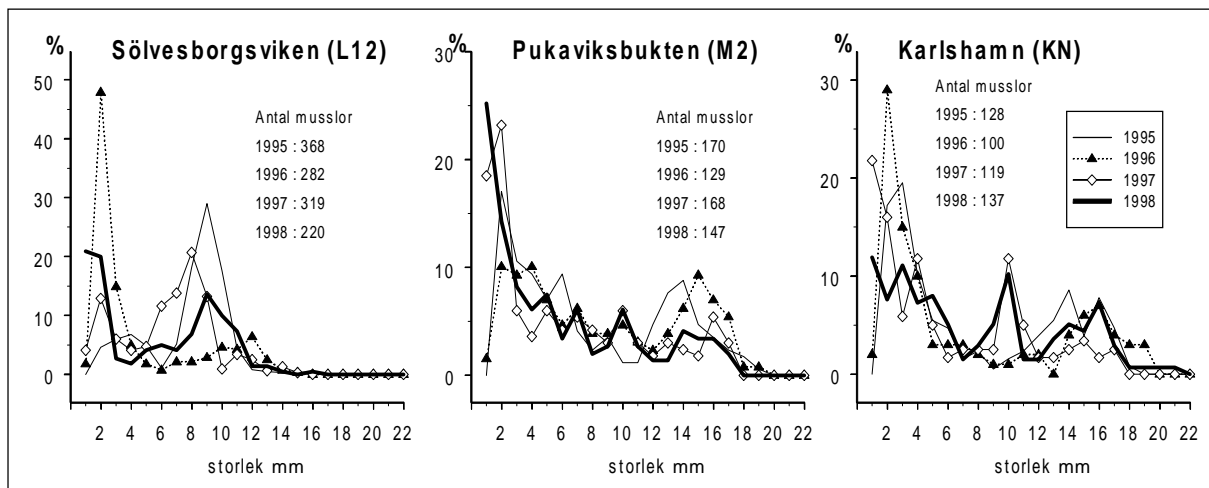
Den föroreningståliga östersjömusslan (*Macoma baltica*) förekom på alla stationer utom på PMK5 vid Torhamn. Vid provtagningen 1995 fanns det gott om östersjömusslor på stationen och biomassan var $\sim 90 \text{ g/m}^2$. Minskningen hänger med största sannolik ihop med dåliga syreförhållanden. Östersjömussla 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 drygt 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 1995-1998 ger samma resultat och det framgår tydligt att det är 1991 som avviker från de övriga åren (figur 13). Detta skulle kunna tolkas som att en stor årskull blev överårig och dog ut, men en



Figur 12 Antalet vitmärslor i medeltal för 19 mjukbottenstationer resp. stationer djupare än 15 m (n=8) i Blekinge 1991-98. Dessutom anges totala antalet stationer som hade vitmärslor.



Figur 13 Biomassaförändringar för Östersjömusslorna på 8 erosionsbottenar i Blekinge och två i västra Hanöbukten 1988-98.



Figur 14 Längdfördelning hos Östersjömussla från 3 stationer i Blekinge 1995-1998.

fördjupad statistisk analys av mätvärdena visar att det framförallt var mellanstora musslor som skiljer 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 nivån låg högre under perioden 1988-91. I samma figur visas biomassan för östersjömusslor på de båda stationerna i västra Hanöbukten. Biomassan har varit betydligt lägre alla de provtagna åren.

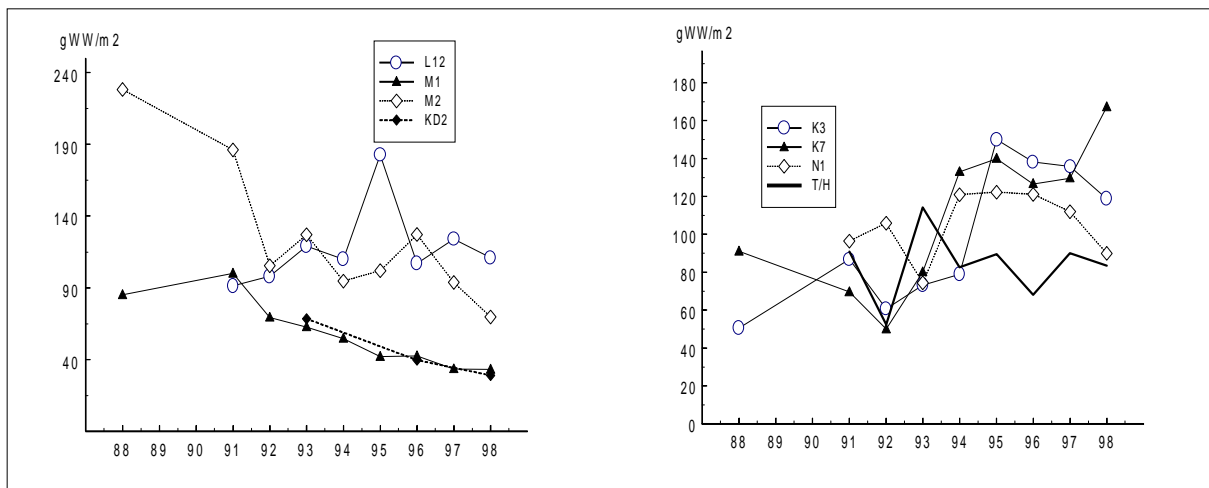
I figur 14 visas storleksfördelningen hos östersjömussla på tre av stationerna i Blekinge från 1995 till 1998. Östersjömusslan kan bli ungefär 10 år och drygt 20 mm lång i våra vatten. På stationen vid Sölvesborg (L12) växte musslorna från 8 till 10 mm mellan 1997 och 1998 vilket får betraktas som tämligen normalt. Tillväxten är normalt betydligt större på transport- och ackumulationsbottnar än på erosionsbottnar (Olafsson, 1986). Resultatet stämmer väl med tidigare år. I Pukaviksbukten (M2), som är en utpräglad erosionsbotten, var 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. En topp vid 1-2mm under vissa år visar att det finns en viss återväxt. I Karlshamnsfjärden (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 hade dock stationen förhållandevis mycket småmusslor. Beståndet var inte så särskilt stort 1998 heller, men utvecklingen tyder på att populationen kommer att

fortleva. Tillväxten mellan 1997 och 1998 var ungefär 1-2 mm för de små musslorna och 1 mm för vuxna musslor. Toppen vid 10 mm fanns även 1997 och är svår att förklara.

En annan musselart är hjärtmusslan (*Cardium glaucum*) som fr a finns på måttligt djupa bottnar med fast gyttja eller gyttjig sand. Arten har ökat kraftigt i förekomst sedan tidigare år och fanns 1998 på 13 av de provtagna stationerna mot tidigare 3. Även den tredje stora musslan, sandmussla (*Mya arenaria*) har ökat sedan 1997. Denna mussla har dock haft ungefär motsvarande förekomst tidigare.

Individtäthet och biomassa

Individtätheten på stationerna i Blekinge har varit högst på sandiga bottnar med mycket småmaskar, samt på stationer med mycket vitmärkor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. I Blekinge kan man se en tendens till minskad individtäthet på några stationer från 1993 och fram till 1998. Det beror framförallt på nedgången i populationen av vitmärkan (*Monoporeia affinis*) sedan 1994 (se föregående sida). Dessutom ökade såväl havsborstmaskan (*Pygospio*) och daggmaskar (*Oligochaeta*) som fjädermygglarver (*Chironomidae*) fram till 1993 för att sedan minska igen. I Valjeviken har individtätheten ökat sedan 1993 beroende på att först fjädermygglarver och sista året småsnäckorna har ökat i antal.



Figur 15 Totalbiomassa (gWW/m²) på några mjukbottenstationer i Blekinge och Skåne 1988-98.

Biomassan har också förändrats mycket tydligt på en del stationer. På stationerna M1 och M2 i Pukaviksbukten har de minskat stadigt (figur 15). Biomassan är nu nere på väldigt låga nivåer på M1 och det främsta skälet till att biomassan sjunker är att mängden östersjömusslor har minskat. Mjukbottenstationen KD2 utanför Helgeåns utlopp följer nästan exakt kurvan för M1 och har alltså också mycket låg biomassa. I Karlskronabassängen ökade biomassan istället på några stationer (K3 i Västra fjärden och K7 i Kyrkfjärden), åtminstone fram till 1995. Den har dock minskat något sedan dess på K3 men ligger fortfarande klart över den nivå som gällde före 1995. Ökningen i Karlskronabassängen 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 (jfr figur 40 på sidan 44). Många av stationerna i Karlskronaområdet, möjligen med undantag för Yttre redde söder om Karlskrona, antyder att området fortfarande är eutrofierat men också att situationen har blivit bättre sedan 1988. På stationen i Sölvesborg steg biomassan stadigt fram till 1995 men har därefter sjunkit igen och ligger på ungefär 125 gWW/m²). Samtidigt som dessa förändringar sker på de kustnära och relativt grunda stationerna så har biomassan ute i Hanöbukten (T/H) förändrats väldigt lite bortsett från 1992 då den var förhållandevis låg.

Statistisk analys

Liksom de tre tidigare åren har bottenfaunadata analyserats med multivariata metoder (klus-

teranalys 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 (jfr figur 16). 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 2). I tabellen visas också värden på sedimentets organiska halt (Gf) och djupet på stationen. "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.

Vid jämförelse mellan figurerna 16A-C kan man se att grundmönstret har varit i princip det samma under alla åren med ökande djup åt höger i bilden. Det finns också en tendens tillökande organisk halt nedåt i bilden. Däremot har gruppindelningen varierat lite mellan de tre åren. De flesta stationerna ligger troget kvar i "sin" grupp medan andra har bytt mellan ett par olika. Detta gäller t ex M1 i Pukaviksbukten som trots sitt sandiga sediment hamnade i grupp 6 tillsammans med länets relativt grunda ackumulationsbottnar 1996. Resultaten från 1997 placerar dock åter stationerna där de hör hemma, tillsammans med andra sandbottnar i grupp 4. Vid provtagningen 1998 hamnade den tillsammans med de båda "skänestationerna". De tre

stationerna har samma djup och sedimenttyp och hade en nästan identisk djursammansättning.

I **grupp 1** återfinns den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H), som framförallt utmärker sig genom lågt artantal och förekomsten av typiska kall- och renvattenarter (*Halicryptus*, *Monoporeia* och *Pontoporeia*). Antalet av såväl *Monoporeia* som *Pontoporeia* var relativt lågt och artsammansättningen liknar därför ganska mycket den som vi finner i Yttre red den (grupp 3). Artantalet är dock något lägre på T/H och det saknas några av de typiska "grundarterna". Även i **grupp 2** finns en ensam station, N6 i Pukaviksbukten. Den hade under 1998 en ovanligt fattig fauna med både relativt lågt artantal men fr a låg individtäthet och biomassa. Tidigare år har stationen återfunnits bland de lite djupare mjukbottenstationerna i grupp 3.

Grupp 3 består uteslutande av stationer i Yttre red den vid Karlskrona. Stationerna är gytjtjiga och ligger på runt 20 m djup. Antalet arter är inte så särskilt högt men där återfinns kallvattenarter som *Halicryptus*, och *Monoporeia* blandat med mer föroreningståliga arter. I **grupp 4** finns i huvudsak stationer på mellan 15 och 25 meters djup med sandigt bottensediment. Art-

sammansättningen karaktäriseras av östersjömusslor i kombination med arter som behöver relativt stor vattenomsättning .

Grupp 5 består av en enstaka station. Det är den för provtagningsåret 1998 nya stationen i Kallafjärden (PMK5) som nästan enbart beboddes av de taliga fjädermygglarverna (*Chironomidae*). Som enda station i undersökningen saknades Östersjömusslor och såväl art- och individantal som biomassa var låg.

Som tidigare nämnts består **grupp 6** huvudsakligen av måttligt djupa stationer med organiskt sediment. De ligger alla i förhållandevis skyddade lägen i skärgården eller innanför öar. Artantalet på stationerna i denna grupp varierade mellan 9 och 15 med en dominans för östersjömussla och småsnäckor (*Hydrobidae* och *Paludestrina*). I **grupp 7** slutligen återfinns vi de båda skänestationerna tillsammans med M1 i Pukaviksbukten. Artsammansättningen karaktäriseras fr a av stora populationer av havsborstmasken *Pygospio elegans* och sandmusslan (*Mya arenaria*). Biomassan var relativt låg på alla tre stationerna.

Det framgår tydligt att djupet är den vikti-

Tabell 2 Värden för 28 mjukbottenstationer 1998 grupperade tillsammans med multivariatanalys (MDS), se fig 16 och text. Artnamnen är förkortade, se bilaga 4.

	Gf (%)	djup (m)	artantal	Arter	Förklaringsgrad (%)	Likhet tot	Anm
<i>grupp 1</i> T/H	4,2	39	6	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 2</i> N6	3,5	16	8	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 3</i> KAARV1-5, K5, N2	14-21	13-21	7-10	Maco,Oligo,Halic Chir,Monop	86	75	
<i>grupp 4</i> B2, TÖ, KN KA, M2	0,4-1,8	15-25	10-16	Maco,Pygo,Hydro Oligo,Myti	66	68	
<i>grupp 5</i> PMK5	24	13	7	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 6</i> KL11, PMK8, K7 N1, N3, K3, RY N5, L12, N7	9,5-34	2-15	9-15	Maco,Palu,Hydro Oligo,Chir	70	69	
<i>grupp 7</i> M1, KD1,KD2	0,3-0,5	14-15	9-10	Pygo,Hydro,Mya Maco,Oligo	78	85	

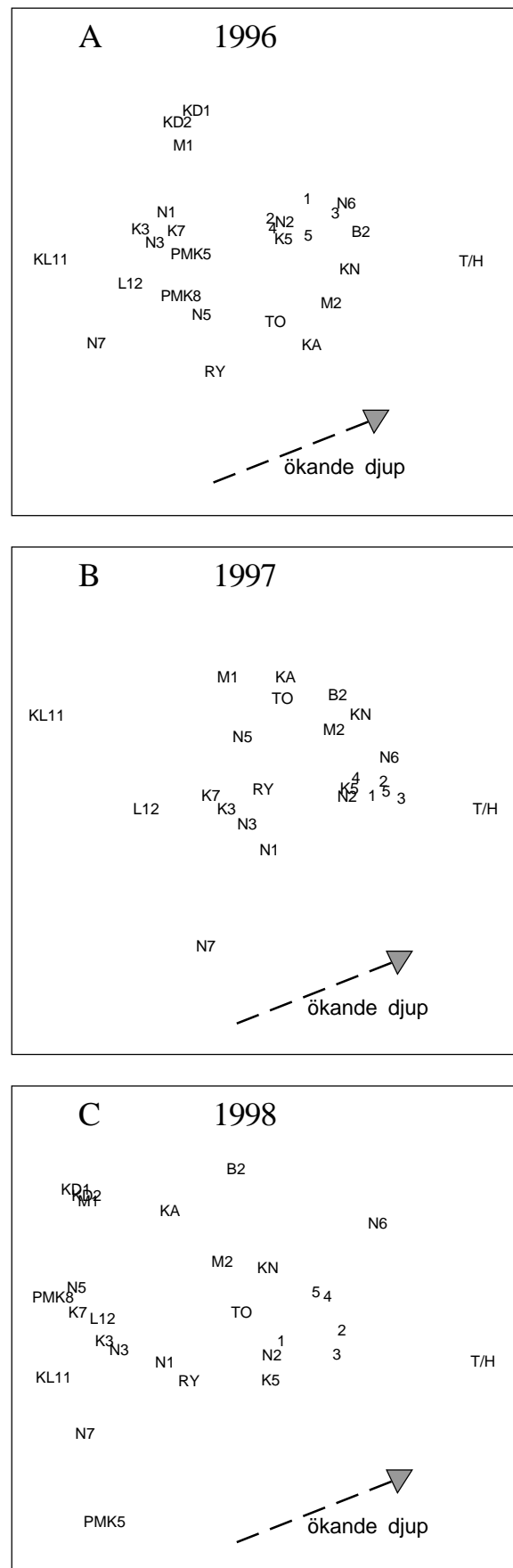
gaste faktorn då det gäller att strukturera botten-samhällena. Om man analyserar ett vist djup-intervall ser man att sedimenttypen kommer närmast, men även geografiska skillnader finns. Stationerna i Karlskronabassängen har därför likartat djursamhälle och skiljer sig något från bottenar med samma djup och glödförlust i Karlshamn eller Ronneby (Nilsson och Tobiasson, 1996).

Alla Blekingestationer under perioden 1991-97 har analyserats med multivariatmetod enligt ovan (Tobiasson 1998). Av resultatet kan man konstatera att flertalet stationer har haft väldigt likartad artsammansättning mellan åren. Undantag utgörs av N6 i Pukaviksbukten och den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) som gradvis har förbättrats från tämligen "fattiga" stationer till mer artrika. Som tidigare konstaterats (sidan 15) har även sedimenttypen förändrats i motsvarande grad, speciellt på N6 i Pukaviksbukten.

Även station K3 i Karlskronabassängens västra del hade succesivt fått ett mer artrikt djursamhälle. Artsammansättningen har dock förändrats så att arter som i större utsträckning gynnas av större organisk belastning har ökat. För många stationer var 1991 ett tydligt avvikande år med lågt artantal och färre representanter för de föroreningskänsliga arterna. Den enda stationen som tydligt försämrades med avseende på artinnehåll under perioden var N7 i Valjeviken. Denna har dock hämtat sig något de senaste två åren.

Slutsatsen av provtagningarna på mjukbottenarnas djursamhällen blir att det generellt har skett mycket små förändringar på stationerna vad det gäller artsammansättningen men att det i Karlskronafjärden har blivit betydligt bättre sedan 80-talet. En lite oroande tendens med minskande biomassa på stationerna M1 och M2 i Pukaviksbukten saknar ännu så länge förklaring. Framtiden får visa om biomassan fortsätter sjunka eller om den vänder upp igen.

En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999) visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast stationen i Källafjärden (PMK 5) klassas som något påverkad.



Figur 16 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 hårbotten

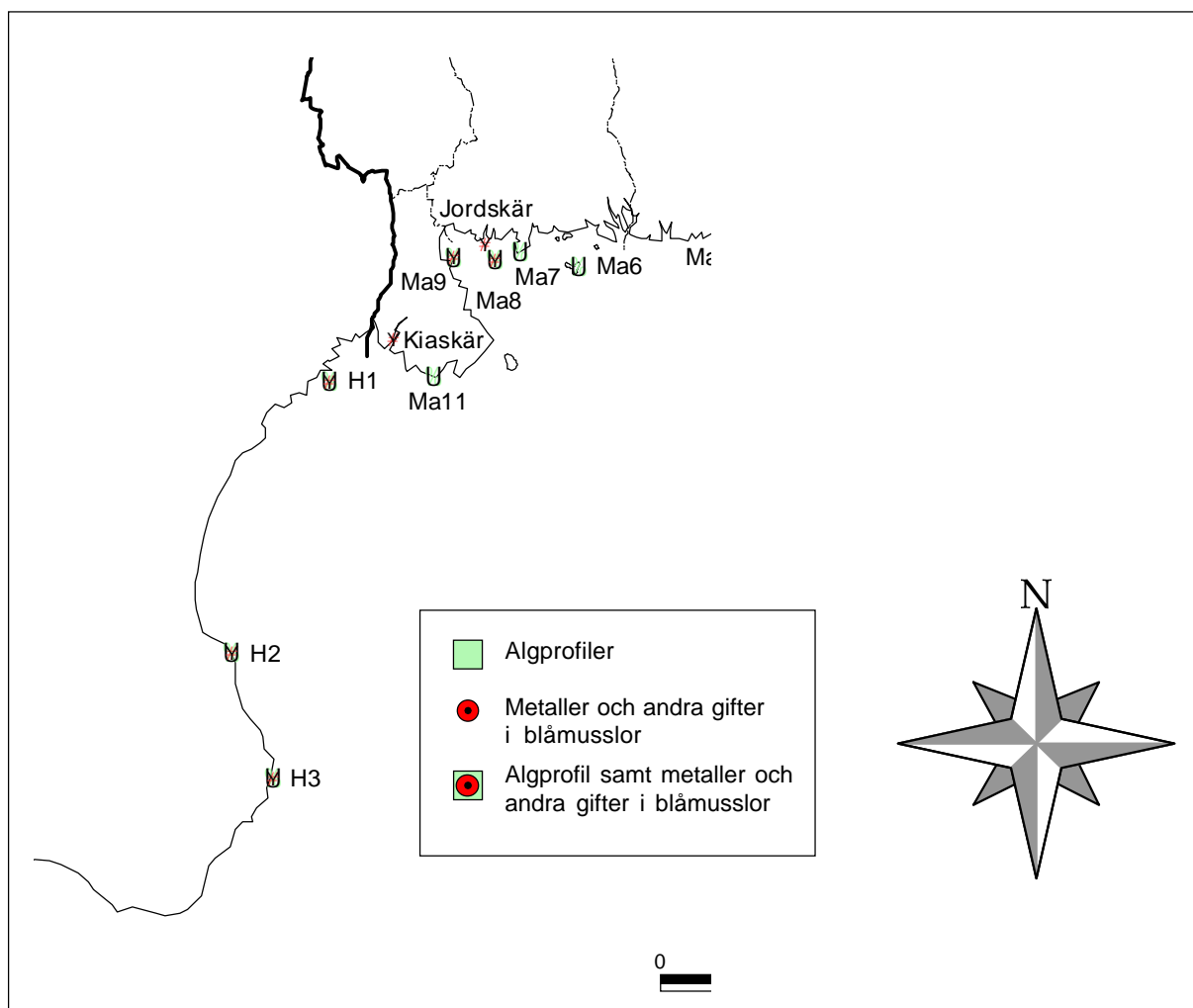
Under 1998 (16-28 september) besöktes 12 algstationer i Blekinge och tre i Skåne. Kvantitativ provtagning av alger genomfördes endast i rödalgsbältet. Dessutom togs tångplantor för kontroll av djurlivet. Rådata redovisas i bilagorna 6 till 8. De provtagna stationernas lägen framgår i karta 4.

Utbredning och förekomst av alger

Grunda hårbottnar i Östersjön har tidigare dominerats av ett Fucussamhälle. I takt med förändringar i bland annat vattenkvaliteten har blåstängen minskat medan finträdiga ettåriga grön-, brun- och rödalger ökat. Tångbältet är av stort ekologiskt värde som uppväxtplats och "skafferi" för många djur som lever bland tångplantorna. De allra viktigaste bältesbildande algerna längs blekinge- och skånekusten är blåstängen (*Fucus*

vesiculosus) och sågtängen (*Fucus serratus*).

Tångens utbredning påverkas av en mängd faktorer. En ökad närsaltsbelastning ger ett minskat siktdjup, genom intensivare planktonblomningar, vilket i sin tur påverkar tångens djuputbredning genom att ljustillgången blir sämre. Även påväxt av filtrerande djur och finträdiga alger ökar med en ökad närsaltsbelastning. Det kan dock vara fel att relatera alla förändringar i tångsamhället till föroreningar. Tångbältets övre gräns styrs framförallt av hårda isvintrar. Ett annat exempel på en regleringsmekanism som troligtvis spelar en viktig roll i tångsamhällets dynamik, och som inte med självklarhet kan kopplas till en ökad belastning av närsalter, är betning av tånggräsuggor (*Idothea spp.*) och tångmärlor (*Gammarus spp.*). Undersökningar visar att det finns ett signifikant samband mellan antalet tånggräsuggor och minskning av mängden tång (Tobiasson, 1994).



Karta 4 Algprofiler samt stationer för mätning av metaller och andra gifter i blåmusslor i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten.

Under åren 1990-1997 har sammanlagt 13 hårbottenstationer undersökts genom dykning. Fem av stationerna har besökts vartannat år och en station (MA12) 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. I Skåne har de tre undersökta stationerna besökts även 1993 och 1996.

1990 fanns det ett sammanhängande tångbälte (>25% täckning) vid 9 av de 11 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 Skåne 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 och bältets täckningsgrad och bredd har dessa parametrar jämförts över alla provtagningsstationer. Av tabell 3 framgår att djuputbredningen av enstaka plantor inte visade någon förändring under perioden. Däremot har det skett en tydlig förskjutning mot ytan av tångbältets djuputbredning och en minskning av täckningsgraden i bältet. Likaså har det skett avsevärda förändringar av bältets bredd. Detta illustreras även i figur 17. Här framgår tydligt att negativa förändringar ägt rum på ett flertal stationer.

Förändringarna sedan 1997 var både till det bättre och sämre. Ett flertal av de stationer som

under senare år har förlorat sina tångbälten hade ytterligare försämrats. Det gäller stationerna vid Hästholmen (Ma1), Lindö (Ma4), Tärnö (Ma6) och Björknabben (Ma11). På de tre stationerna med redan etablerade tångbälten hade det skett en förbättring. Även på de tre stationerna i Skåne hade tången utvecklats positivt sedan senaste besöket (1996). Vid Simrishamn (H3) var hela bottenytan täckt av små tångplantor och om de får stå ifred kommer där att finnas ett tätt och välutvecklat bälte om ett par år. Sammanhängande bälte av blåstång (*Fucus vesiculosus*) och/eller sågtång (*Fucus serratus*) fanns vid åtta stationer 1998.

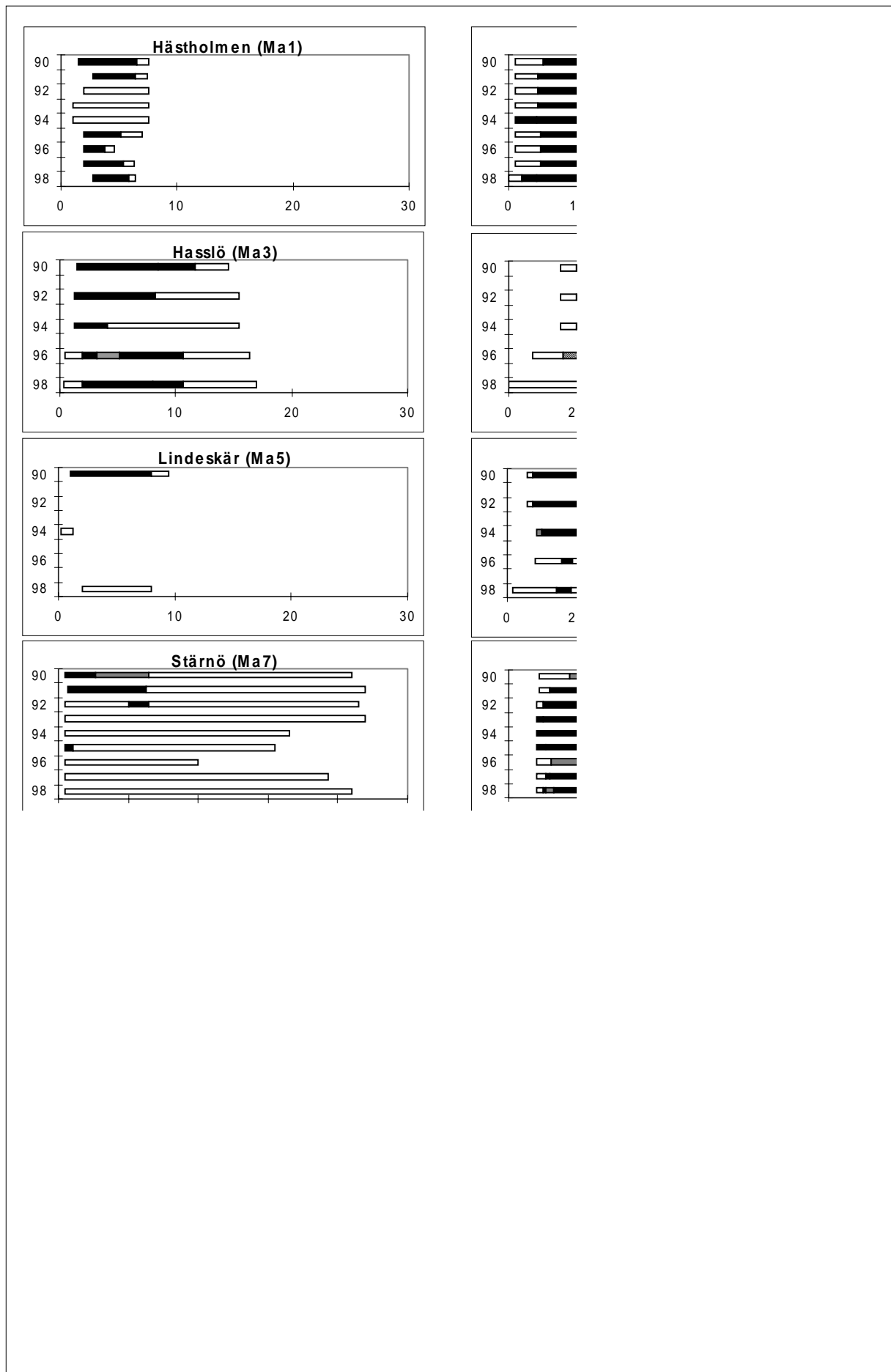
Slutsatsen av de gjorda mätningarna är att det har skett stora negativa förändringar av tångbestånden i fr a Blekinge. De går dock inte med självklarhet att koppla till de punktkällor som finns i området. Däremot kan man se en allmän förändring av Östersjöns strandnära ekosystem som kan ha en koppling till utsläpp av olika slag. En del förändringar t ex de vi kunde konstatera nere i västra Hanöbukten beror på vädersituationen och algsamhällena på dessa platser hämtar sig relativt snabbt.

Förekommande arter

I de kvantitativa prover som togs i rödalgsbältet fanns totalt 17 arter eller högre taxa av makroskopiska alger. Det är lika många arter som 1997 då provtagning gjordes på motsvarande stationer, med undantag för H1-H3 i västra Hanöbukten. Det var dessutom i stort sett samma arter som fanns vid de båda tillfällena. Den artrikaste stationen var Ma3 vid Hasslö med 10 arter medan proverna från Karakås (H2) endast innehöll 3 arter. Mest anmärkningsvärt är att

Tabell 3 Förändringar i Fucussamhällena i Blekinge och västra Hanöbukten på de 11 stationer som hade ett tångbälte 1990 resp 1993

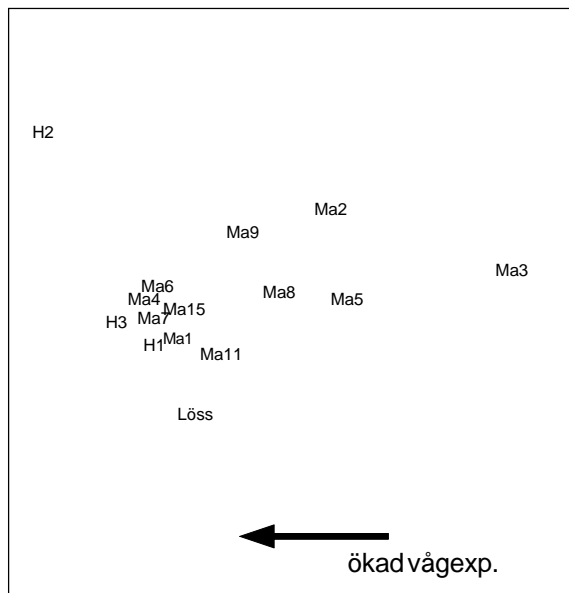
	djuputbredning tångbältet	djuputbredning enstaka plantor	täckningsgrad i tångbältet	tångbältets bredd
ökning	0	1	0	0
oförändrat	1	6	1	1
minskning	8	2	8	8



Figur 17 Utveckling av tångbältets utbredning (antal meter från stranden och utåt) på 12 stationer under perioden 1990-1998. Täckningsgraden anges i %. Observera att det är olika skalor.

denna station saknade gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) som på flertalet stationer domineras. Antalet arter var högre på fyra av de sex profilerna som besöktes och provtogs även 1997. Inte i något fall var skillnaden mer än 2 arter och profilerna hade i stort sett samma artsammansättning de båda åren. Provtagningsdjupet var då samma som 1998 i flertalet profiler vilket gör jämförelsen relevant.

Statistik analys med MDS (jfr mjukbotten kapitlet sida 20) visar att algsammansättningen i rödalgsbältet succesivt förändras med förändrad exponeringsgrad (figur 18). De mest exponerade algprofilerna ligger till vänster i figuren medan

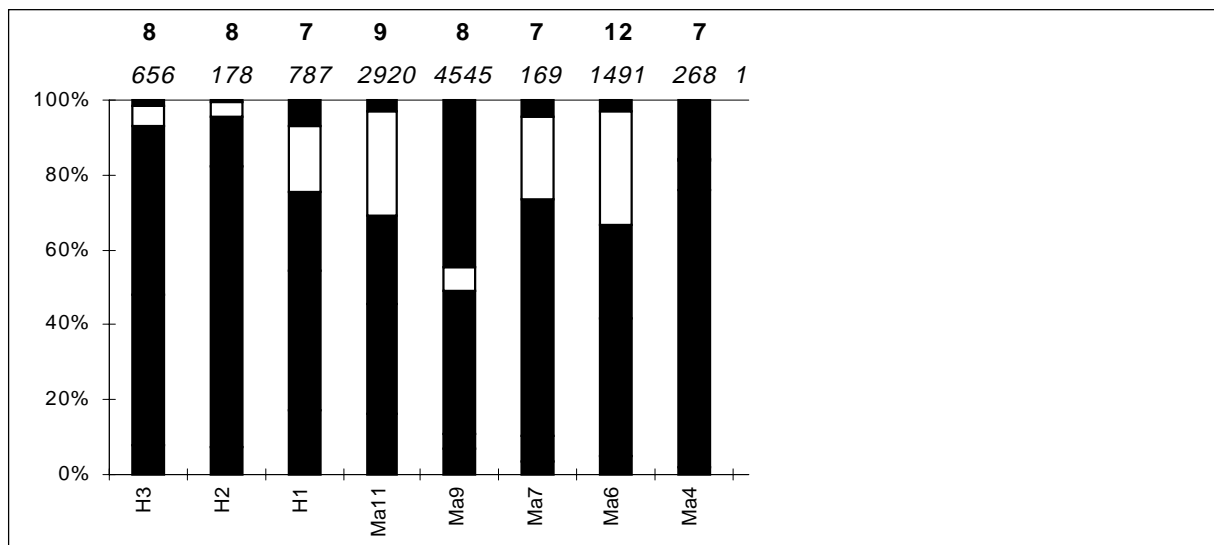


Figur 18 Algsammansättningen i rödalgsbältet analyserad med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 19.

de i högra kanten ligger inomskärs. Det är också så att proverna i profilerna till höger är insamlade på 3 m djup medan de övriga, utom Ma1 som också provtogs på 3 m, insamlats på 6 m. Vid provtagningen 1997 besöktes endast 6 av profilerna men man kan se att förhållandena var liknande då. Det verkar alltså som om artsammansättningen i rödalgsbältet är stabil mellan åren vilket gör förutsättningarna för att upptäcka förändringar större.

Påväxtalger i tångbältet analyserades i alla de 12 profiler som hade tång på ungefär rätt djup (1,0-1,5 m). Antalet arter av påväxtalger varierade mellan 3 och 7 och även här var artantalet högst på Ma3 vid Hasslö. Även påväxtalgernas biomassa var i särklass högst vid denna profil (47,5 gDW/100 gDW *Fucus*). I allmänhet dominerades påväxten av brunalgen fjäderslick (*Pilayella littoralis*) men även tångludd (*Elachista fucicola*) och, på Ma3, skäggtång (*Dictyosiphon foeniculaceus*) var vanliga. Endast på profilen vid Karlskrona (Ma2) var påväxt av rödalgen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) betydande. Jämfört med påväxtmängden 1996 var de nu uppmätta mängderna lägre utom vid Hasslö.

Djursamhället undersöktes på samma 12 stationer som påväxtalgerna ovan. Studier på djursamhället i tången har inte utförts tidigare och jämförelse data saknas därför. Antalet arter var på flertalet stationer mellan 7 och 9 men liksom för algerna avvek profilen vid Hasslö (Ma3) genom att ha betydligt högre artantal (17 arter). Även



Figur 19 Procentuell fördelning mellan olika djurgrupper i tångproverna vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanbukten 1998. I figuren anges också de olika stationernas artantal och individ täthet (gww/100 g *Fucus*).

Sammanfattning	2
Inledning	5
Metodik och omfattning.....	5
Tillförsel av föroreningar.....	6
Hydrografi i utsjön.....	8
Ytvattnet	8
Bottenvattnet	8
Hydrografin i Blekinge och Västra Hanöbukten	9
Salthalt	10
Siktdjup	10
Syreförhållanden	10
Närsalter	11
Organiskt kol (TOC) och klorofyll a	13
Sediment och mjukbottenfauna	14
Sediment	14
Bottenfauna	15
Makroalger på hårbotten	22
Utbredning och förekomst av alger	22
Förekommande arter	23
Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll	26
Metaller och andra gifter i musslor	27
Metaller i musslor	27
EOCl och klorfenoler i musslor	28
Mobil grundområdesfauna	29
Sediment och vegetation	29
Artantal	30
Abundans	30
Biomassa	31
Jämförelse med äldre undersökningar	31
Längdfördelning hos lerstubb	32
Fiskfysiologiska undersökningar	33
Gallanalyser	33
EROD-analyser	34
Aminosyratransferasanalyser	34
Leverhistologi	35
Morfometri	35
Reproduktionsstudier	36
Makroskopisk bedömning	36
Slutsatser	36
Tillståndet i olika vattenområden.....	37
Västra Hanöbukten	37
Sölvesborgsområdet och ner till Åhus	38
Pukaviksbukten och Karlshamn	39
Ronnebyområdet och västerut	41
Karlskrona / Torhamnsområdet	43
Östra Blekingekusten / södra Kalmarsund	45
Referenser	46
Bilagor	48

Sammanfattning

Högskolan i Kalmar, SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut) och TOXICON svarade under 1998 för den samordnade kustkontrollen i Blekinge och västra Hanöbukten. Under 1998 genomfördes för första gången recipientkontroll gemensamt för de båda kustområdena. I provtagningarna ingick fysikalisk/kemiska vattenundersökningar, biologiska och kemiska undersökningar av bottenfauna och makroalger samt mätning av kemiska miljögifter och tungmetaller i blåmusslor. Dessutom gjordes undersökningar på grunda bottenmobila epifauna vid Blekinges ostkus samt fiskfysiologiska studier utanför massbrukens utsläpp. I slutet av rapporten finns som vanligt en avdelning där resultaten redovisas vattenområdesvis. Det blir därmed lite lättare att hitta den information som hör till ett visst vattenområde eller en speciell utsläppare.

Tillförsel av föroreningar

Vintern 1997/98 var mild och följdes av en både kylig och regnig vår. Sommaren var också kall och regnig och temperaturen nådde inte under hela sommaren upp till 20 °C ute på Utklippan. Bortsett från september och en bit in i oktober var även hösten ruggig och desutom relativt blåsigt.

Sammantaget var 1998 aningen mildare än normalt med ett totalt temperaturöverskott på nära 0,5 °C jämfört med ett normalår. Nederbörden var ungefär 5-30% större än ett normalår. Den något högre nederbördsmängden innebar att transporten av näringsämnen via åarna var betydligt större än under de två tidigare åren.

Hydrografiska mätningar

Ytvattentemperaturen i Östersjön följde medelkurvan under större delen av året utom under sommarmånaderna då den låg klart under normalvärdet på det kalla och ostadiga vädret.

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

Frånvaron av tydlig temperaturskiktning innebar att syrehalterna i bottenvattnet på stationerna i Blekinge och västra Hanöbukten var förhållandevis höga, även på platser som tidigare år har visat

tendenser till syretäring. De senaste 5 årens mätningar tyder på förhållandevis stabila syreförhållanden i bottenvattnet.

Närsaltsituationen i Blekinge under 1998 påminner mycket om tidigare år. Halterna för fosfor låg generellt 25% högre i kustområdet jämfört med utsjön. Även kvävehalterna var högre vid kusten och uppvisade dessutom mycket tydlig årscykel fr a styrd av planktonproduktionen i vattenet. För såväl fosfor som kväve utmärkte sig provstationen i Sölvesborg med höga halter.

Sediment och bottenfauna

Sedimentprover analyserades med avseende på såväl kornstorleksfördelning som organiskt innehåll. Det var inga stora förändringar jämfört med tidigare års mätningar på flertalet stationer. Då det gäller syreförhållandena i sedimentet kunde vi notera en liten försämring i fjärdarna utanför Karlskrona.

Bottendjur påträffades på samtliga 28 undersökta stationer och totala antalet påträffade arter i länet var betydligt högre än 1997. Samtliga försvunna arter förekom då i få exemplar och endast på någon enstaka station varför det får anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller ej. Alla funna arter är normalt förekommande i våra vatten. En art som tidigare inte påträffats i prover från recipientkontrollen påträffades. Det var det lilla kräftdjuret *Cyathura carinata* som vi fann på en av de nya stationerna i Torhamnsområdet.

För länet som helhet hade individantal och biomassa förändrats signifikant sedan 1997. Individtätheten på stationerna i Blekinge har varit högst på sandiga botten med mycket småmaskar samt på stationer med mycket vitmärkor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. I Blekinge har vi inte kunnat finna någon sådan trend under de år som provtagningarna har utförts. Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor. Mellan 1997 och 1998 minskade antalet östersjömusslor på flera stationer. Sett över en lite längre tidsperiod har biomassa förändrats mycket tydligt på en del stationer. I Karlskronabassängen har den ökat på flera stationer medan den har minskat i Pukaviksbukten. Ökningen i Karlskronabassängen 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.

Det var framförallt en av de nya stationerna i Torhamnsområdet som utmärkte sig som speciellt artfattigt. Där hade såväl artantal som biomassa minskat drastiskt sedan ett tidigare besök 1995, sannolikt beroende på syrebrist. Även stationerna vid Kristianopel och den djupa stationen ute i Hanöbukten hade ett något lägre artantal än övriga stationer.

Slutsatsen av provtagningarna på mjukbottenarnas djursamhällen blir att det generellt har skett mycket små förändringar på stationerna vad det gäller artsammansättningen men att det i Karlskronafjärden har blivit betydligt bättre sedan 80-talet. En lite oroande tendens med minskande biomassa på ett par stationer i Pukaviksbukten saknar ännu så länge förklaring. En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast den artfattiga stationen i Torhamnsområdet klassas som något påverkad.

Makroalger på hårdbotten

Under perioden 1990-98 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 8 av de 15 undersökta stationerna. Sedan 1997 hade dock tången utvecklats positivt på platser med väletablerat tångbestånd.

Antalet förekommande arter i rödalgsbältet var samma som 1997 och de dominerande arterna uppvisade inga stora skillnader gentemot föregående år. Statistisk analys antyder att artsammansättningen främst styrs av exponeringsgraden. Kemisk analys av blåstång visar att tillväxten var mer eller mindre kvävebegränsad vid de provtagna stationerna.

Slutsatsen av de gjorda mätningarna är att det har skett stora negativa förändringar av tångbestånden i främst Blekinge. De går dock inte med självklarhet att koppla 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. En del förändringar tex de vi kunde konstatera nere i västra Hanöbukten beror på vädersituationen och alg-samhällena på dessa platser hämtar sig relativt snabbt.

Metaller och andra gifter i sediment och musslor

Under 1998 analyserades tungmetaller och andra gifter i blåmusslor. Mätningarna visar att halterna på en del platser var relativt höga och främst kadmium- och kopparhalterna men även bly- och zinkhalterna var förhöjda. Den station som uppvisade den högsta avvikelsen ligger vid Karakås söder om Kivik och det var den enda av de åtta stationerna som visade stor avvikelse i förhållande till bakgrunden. Även referensstationen vid Torhamn hade höga halter av koppar och dessutom bly.

Halterna av klorfenoler och -guajakoler var lägre än detektionsgränsen på samtliga stationer. För EOCi var halterna däremot tydligt högre utanför Mörrums Bruk än på övriga stationer.

Mobil grundområdesfauna

Mobil grundområdesfauna, dvs småfisk och kräftdjur på grunt vatten, undersöktes för första gången inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför Östra Stärkelsens fabrik vid Jämjö. Av resultaten går det ej att fastställa någon effekt av utsläppet. Såväl artantal som individtätthet och biomassa var jämförbara på recipientlokalerna och referenslokalen vid Torhamn.

Jämför man 1998 års undersökning med äldre undersökningar ser man att den totala biomassan generellt ligger på samma nivå på de fyra stationerna medan det föreligger skillnader mellan åren.

Fiskfysiologiska undersökningar

Under 1998 gjordes för första gången fiskfysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massabruken i Mörrum och Nymölla.

På en station registrerades låg EROD-aktivitet vilket kan tolkas som en hämning av enzym-systemet som svarar för avgiftningen av främmande ämnen. I övrigt fanns det ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar i områdena har påverkats negativt.

Inledning

Under 1998 genomfördes samordnad recipientkontroll i Blekinge och västra Hanöbukten enligt de program som fastställts av Länsstyrelserna i Blekinge och Skåne 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.

Första halvåret svarade Kalmar Högskola för provtagningen av vattenprover. Under denna tid gjordes de kemiska analyserna av SVELAB AB i Kalmar. Därefter övertog SMHI, Norrköping ansvaret för såväl provtagning som analys, med juli som det första provtagningstillfället. Undersökningar av mjukbottnar och makroalger samt metaller och andra gifter i blåmusslor har utförts vid Institutionen för Naturvetenskap, 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 kemi i Oslo, Norge. 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.

Syftet med undersökningarna är att ge information om eventuella miljöeffekterna av den verksamhet som bedrivs samt att ge information om det allmänna tillståndet och om eventuella trender i kustens vattenmiljö. Undersökningarna utgör ett basprogram som kan kompletteras med specialundersökningar.

I denna rapport redovisas och kommenteras endast de viktigaste resultaten. Rådata redovisas i bilagor. Samtliga data finns dessutom lagrade i databas hos konsulterna och kan fås på diskett.

Metodik och omfattning

Metodik och stationsnät för de olika provtagningsmomenten redovisas i bilaga 1. Provpunkterna för varje undersökningstyp framgår också i en karta före resultatredovisningen av respektive undersökningstyp. Samtliga provpunkter i respektive provtagningsområde framgår dessutom av kartorna 7-12.

För Blekingekusten har programmet i princip varit oförändrat sedan 1990 även om en del små förändringar införts. Den största förändringen 1998 är att fiskfysiologiska studier samt studier på den mobila grundområdesfaunan vid Blekinges ostkust har tillkommit. Avsikten är att efter tre års undersökningar göra en utvärdering av metodens lämplighet för fortsatt recipientkontroll. Även under 1980-talet har undersökningar utförts i området vad avser den mobila faunan på grundområden och detta material kan i viss mån användas som jämförelsematerial.

En annan förändring fr o m 1998 är att metaller och andra miljögifter numera ska mätas i blåmusslor i stället för som tidigare i östersjömusslor. Detta ger bättre möjligheter till jämförelser med andra områden. Dessutom ingår metallinnehåll i blåmusslor i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav.

För västra Hanöbukten är förändringen större eftersom det tidigare inte har varit årliga provtagningar längs denna kuststräcka av den omfattning som i föreliggande program.

För första gången redovisas i denna rapport resultaten för hela vattenområdet från Blekinge och västra Hanöbukten gemensamt. Äldre recipientdata för de biologiska parametrarna finns i viss mån även i västra Hanöbukten vilket möjliggör en bedömning av utvecklingen över tiden.

Tillförsel av föroreningar

För att kunna tolka mellanårsförändringar i kustzonen är det viktigt att känna till hela 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. För Blekinges kust gällde detta 86% av kvävet och 69% av fosfor under 1992 (källa: Länsstyrelsen i Blekinge). Största transporten kom via Mörrumsån och fr. a Helgeå. Stora punktutsläpp från reningsverk och industrier längs kusten förekommer också, liksom 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 et.al, 1985). För fosfor är motsvarande siffror 7-11%.

Förutom tillförsel till kusten som direkt härrör från mänsklig aktivitet förekommer också en "naturlig" del. Den utgörs av t.ex. uppvällning av näringsrikt bottenvatten och tillförsel via kustströmmar från andra områden. 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 genom denitrifikation till atmosfären (Larsson m.fl, 1985).

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

Vintern 1997-98 var genomgående mild, och riktigt vinterväder rädde bara i slutet av januari och i början av februari. Den 31 januari var det mycket hårt väder vid Blekingekusten med nordvind på över 20 m/s och temperatur kring -9°. Även den 27 - 28 februari blåste det över 20 m/s, denna gång vid vind mellan sydväst och väst.

Den lindriga vintern till trots lät den riktiga vårvärmen vänta på sig, och bortsett från den 31 mars, då temperaturen steg till ca 15° i innerskärgården, dröjde det till de sista dagarna i april innan vårvärmen kom på allvar. En vecka in i maj blev det sedan riktigt varmt med omkring 20° utom i ytterskärgården, där temperaturen på Utklippan stannade vid 14°.

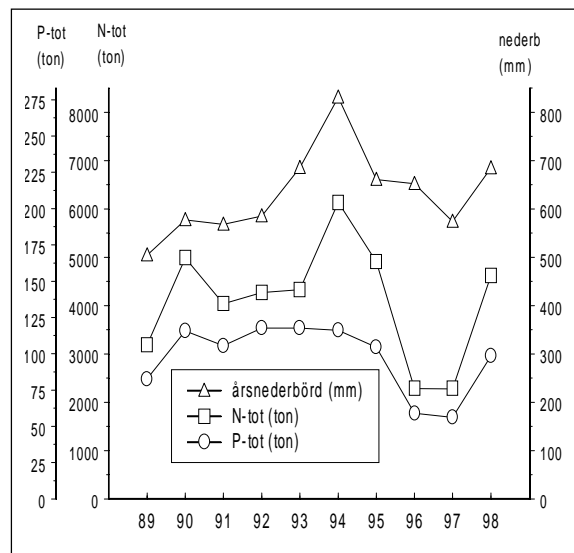
Den 20 maj inleddes en övervägande kylig och regnig period, som sedan kom att vara under hela sommaren. Under midsommarhelgen rädde visserligen uppehållsväder, men även då var det ganska kyligt till en början. Helgen avslutades dock med sommarens enda riktigt varma dag den 21 juni med 24° på Hanö och i Skillinge. I samband med att ett intensivt lågtryck rörde sig norrut över Baltikum den 28 juli rädde sommarsämsta väder, åtminstone på den norra delen av Hanöbukten. Det rädde då nordvind samtidigt som det kom 20 - 30 mm regn och eftermiddagstemperaturen bara orkade upp till 12°. Hur kylig sommaren var illustreras av att temperaturen aldrig nådde över 20-gradersstreck vid Utklippan. Som kontrast kan nämnas att den aldrig var *lägre* än 20° under inte mindre än 16 nätter sommaren innan.

I september stabiliserades vädret och hösten var till en början ganska varm och vacker. I oktober skedde dock en övergång till regnigt och blåsigt väder med medelvindhastigheter på drygt 20 m/s såväl den 18 som den 28. Vid månads-skiftet oktober - november tog det förhållandevis varma vädret slut, och novembermånaden blev en av seklets allra kallaste. Redan den 17 gjorde också vintern entré med dygnsmedeltemperaturer under noll och snö. I mitten av december kom dock vintern av sig, åtminstone tillfälligt.

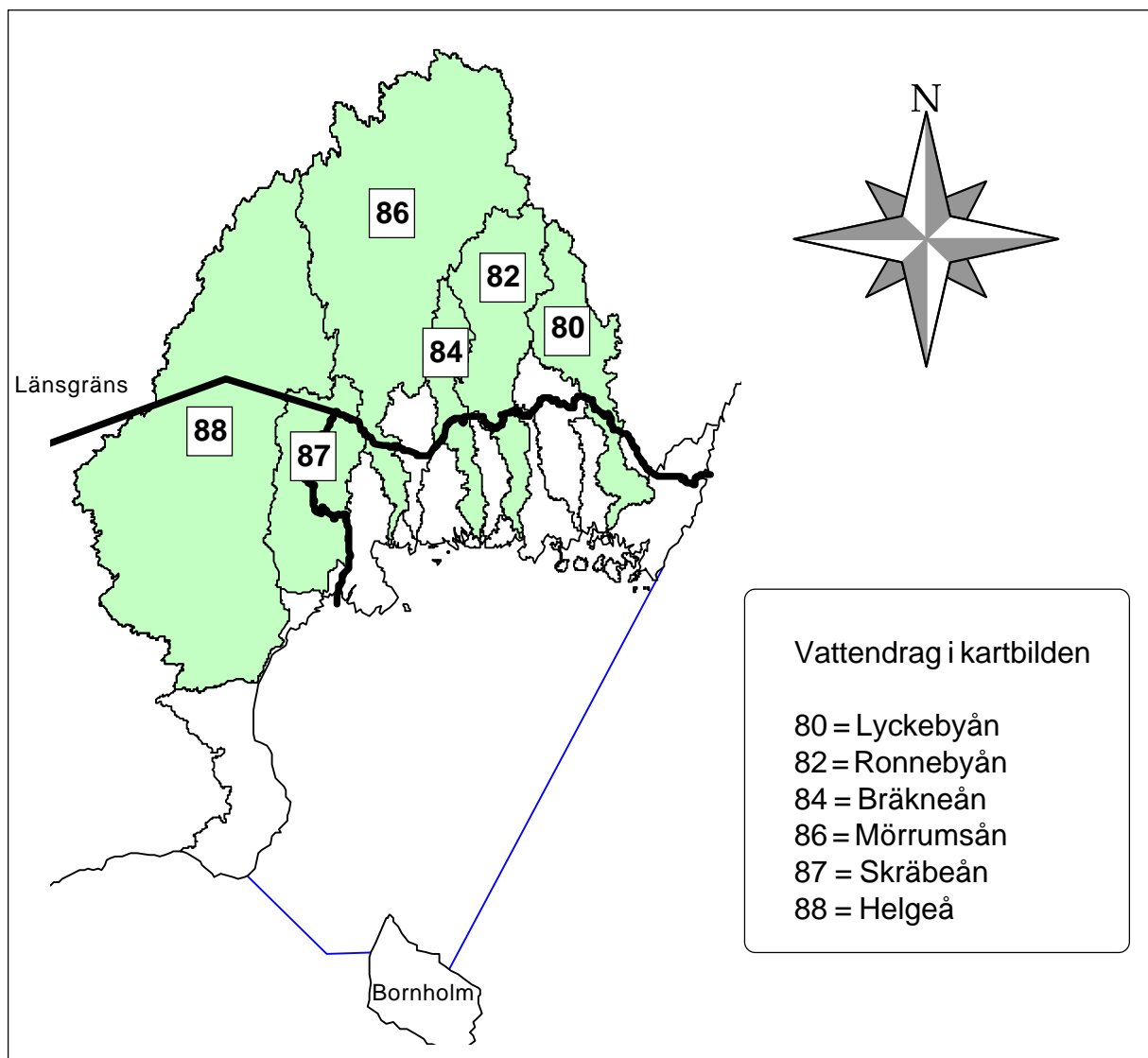
Som helhet var det gångna året 0,1 - 0,4 grader varmare än normalt vid Blekingekusten, en helt obetydlig avvikelse, men det är ändå notabelt att alla de senaste elva åren med undantag för 1996 haft högre medeltemperatur än genomsnittet för den nu använda normalperioden 1961-90. Årsnederbörden var 5 - 30 procent större än den normala, med de största avvikelserna vid kusten strax norr om Kivik, och under de tre sommarmånaderna var antalet soltimmar ca 20 procent under det normala. Liksom under de flesta andra år på 90-talet var frekvensen av

vindar över 20 m/s lägre än den normala.

Den något högre nederbördsmängden innebär att transporten av näring via åarna var betydligt större än 1996-97. I figur 1 visas nederbörden i Hanöbukstens avrinningsområde och den beräknade åtransporten av kväve och fosfor från 1989 till 1998 i de sex största vattendragen (Karta 1). Det framgår ganska tydligt att det finns ett direkt samband mellan transport och nederbörd, speciellt vad det gäller kväve. Under 1980-talet hade vi hög tillrinning av sötvatten till Östersjön. Dessutom kom en stor del av tillrinningen under vintertid, då vattendragen är rika på näringsämnen (Bergström 1994). Under stor del av 90-talet har tillrinningen däremot varit relativt låg och belastningen på kusten därmed mindre än under perioden innan.



Figur 1 Nederbörd i Hanöbukstens avrinningsområde samt beräknad vattendragstransport av kväve och fosfor till kusten från de sex största vattendragen (Helgeå, Skräbeån, Mörrumsån, Bräkneån, Ronnebyån och Lyckebyån) 1989-98.



Karta 1 Avrinningsområden för de sex största vattendrag som mynnar i Hanöbukten.

Hydrografi i Utsjön

Ytvattnet

Efter det dramatiska året 1997, med rekordtemperaturer, algbloomingar och utflöde av översvämningvattnet från Polen och Tyskland till södra Östersjön, framstår 1998 som ett normalt år.

Närsalthalterna i Östersjöns ytvatten var emellertid något lägre än normalt i början av året, i april var dock ordningen återställd och resten av året följde samtliga ytvattenparametrar medelkurvan. Det dåliga sommarvädret återspeglades tydligast i de mer kustnära områdena där ytvattentemperaturerna under perioden juni till augusti var lägre än normalt.

I början av året var ytvattnet homogent ned till haloklinen (saltsprängskiktet) på ca 40 m djup i södra och 70 m djup i norra Östersjön. I april började en termoklin (temperatursprängskikt) utvecklas, först i söder och senare även i norr. Skiktet låg som grundast, på ca. 10 m djup, under maj – juni, medan det låg djupare ca. 20 m i augusti-september. Därefter djupnade det ytterligare, samtidigt som det försvagades, och i december var vattnet åter homogent ner till haloklinen. Ytvattentemperaturen följde medelkurvan under större delen av året utom under sommarmånaderna då den låg klart under normalvärdet. Avvikelsen var störst i den nordvästra delen av området. Salthalten i ytlagret var generellt sett något under det normala hela året.

I norra och centrala Östersjön var halterna av samtliga näringsämnen, fosfor, kväve och kisel lägre än normalt under januari, medan de i de södra delarna låg under normalvärdena ända fram till april månad. Under resten av året följdes dock medelkurvan i samtliga områden. Som vanligt under sommarmånaderna

var halterna av oorganisk kväve under detektionsgränsen, fosfat strax över medan det som alltid fanns silikat i överskott.

Vårblomningen började i Arkonabassängen i söder i månadsskiftet mars/april och i slutet av april pågick en blomning i hela egentliga Östersjön.

Bottenvattnet

I egentliga Östersjön förvärrades syresituationen under året och i november var syrehalterna lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70-80 m i hela området. Svavelväte förekom dessutom i bottenvattnet i Hanöbukten, Bornholmsbassängen och östra Gotlandsbassängen. I norra och västra Gotlandsbassängerna var syrehalterna under slutet av året mycket låga, vilket innebär att svavelväte kan bildas i stora områden om den nuvarande skiktningen består och inga nya inflöden äger rum.

I början av året förekom syrgaskoncentrationer lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70 m och i bottenvattnet var koncentrationerna ca 0,3 ml/l. Inga effekter av de små inflöden som förbättrade situationen i Arkona syntes här. I maj försämrades situationen och svavelväte började uppträda i bottenvattnet. I juni förekom svavelväte i både Hanöbukten och Bornholmsbassängens djupvatten. Under sommaren och början av hösten blev förhållandena allt sämre och i september var halterna lägre än 2 ml/l på djup större än 60 m och svavelväte förekom på djup större än 70 m, i både Hanöbukten och Bornholmsbassängen. Under oktober försvann svavelvätet i Hanöbukten men återkom igen i november. I december hade nytt friskt vatten kommit in i Bornholmsbassängen och syre återfanns i bottenvattnet, om än i låga koncentrationer, medan det fortfarande förekom svavelväte i intermediära skikt. Gränsen för koncentrationer under 2 ml/l låg på ca 70 m djup.

Hydrografi i Blekinge och Västra Hanöbukten

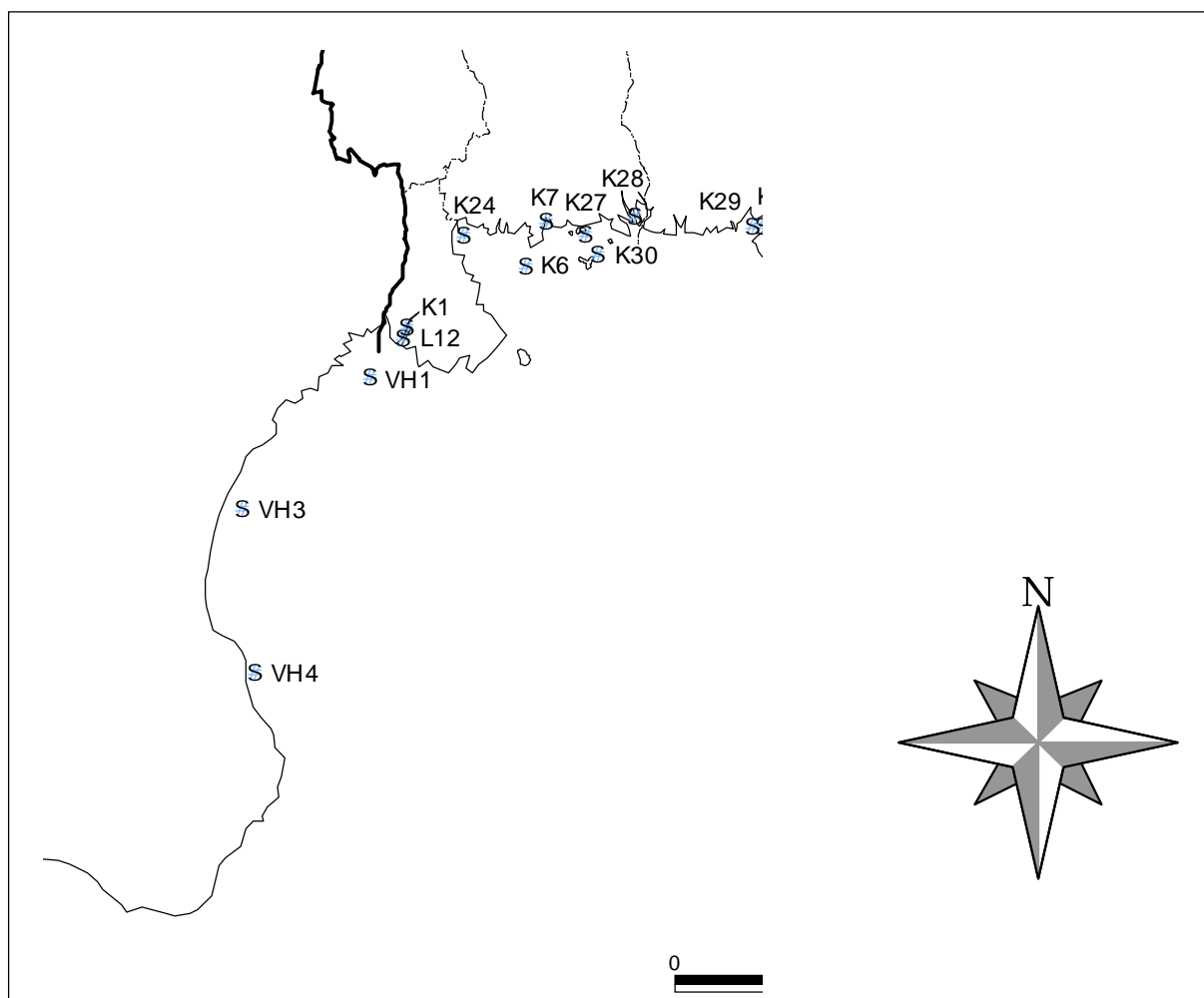
Årets vattenprovtagning har genomförts i all väsentlighet enligt gällande provtagningsprogram (se bilaga 1).

Vi har delat in provtagningsområdet, som inkluderar både programmet för Västra Hanöbukten och Blekinge, i sex stycken delområden. Västra Hanöbukten (station VH3 och VH4), Sölvesborg (VH1 och L12), Pukaviksbukten (K6 och K7), Ronneby (K12), Karlskrona (NY, K21, K19 och KAARV4) och södra Kalmarsund (S10). I karta 2 framgår geografiska läget för stationerna.

De olika delområdena jämförs med förhållandena i utsjön. Utsjön representeras av stationen BY4 (Christiansö) som ingår i SMHI:s oceanografiska stationsnät.

Vi har valt att i figurerna redovisa syrgashalten, kväve-fosforkvoten, klorofyll, siktdjup, salthalt, totalkväve och totalfosfor. För vissa av parametrarna har vi valt att redovisa årsmedelvärdet med 95% konfidensintervall, vilket enkelt kan sägas var ett mått på hur trovärdigt det beräknade medelvärdet är. Ett litet konfidensintervall indikerar hög trovärdighet medan ett stort intervall indikerar låg trovärdighet. Om man betraktar en 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.



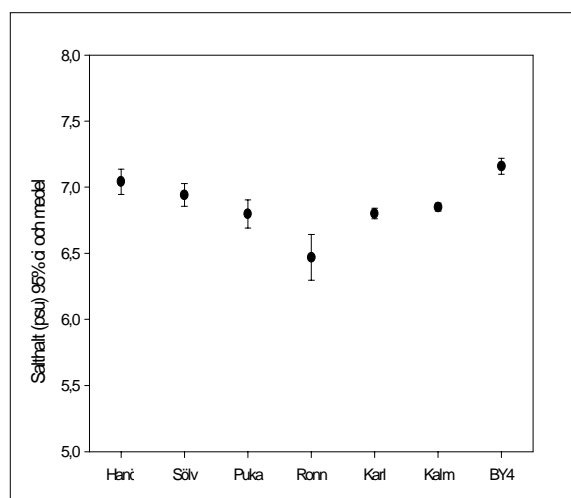
Karta 2 Hydrografiska provtagningsstationer i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten, samt referensstationen BY4 ute i Hanöbukten.

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. Skillnaden i salthalt mellan ytan och botten kan där vara flera promille, se station K12 (bilaga 2) utanför Ronneby. Ett fenomen som påverkar salthalten speciellt för västra Hanöbukten är så kallad uppvällning. Det uppstår när kraftiga frånlandsvindar pressar ut ytvattnet från kusten och detta ersätts av saltare bottenvattnet som "väller" upp vid kusten. I ytterskärgården och i utsjön förekommer sällan någon salthaltsskiktning av betydelse. Skillnaden mellan bottenvattnet och ytvattnet är endast några tiondels promille. Bottenvattnets salthalt i utsjön (BY4) påverkas av saltvatteninflödena från Kattegatt genom Bälten och Öresund. Därremot påverkas inte de grundare områdena längs kusten. Den lägsta medelsalthalten 1998 uppmättes vid station K12 i Ronnebyområdet till 6,5 psu medan den i övriga områden låg i intervallet 6,8-7,1 psu (figur 2). De små konfidensintervallen visar att det under året är stabila salthaltsförhållanden med små variationer.

Siktdjup

Siktdjupet uppvisar stora variationer både i rum och tid. I området påverkas siktdjupet av varia-



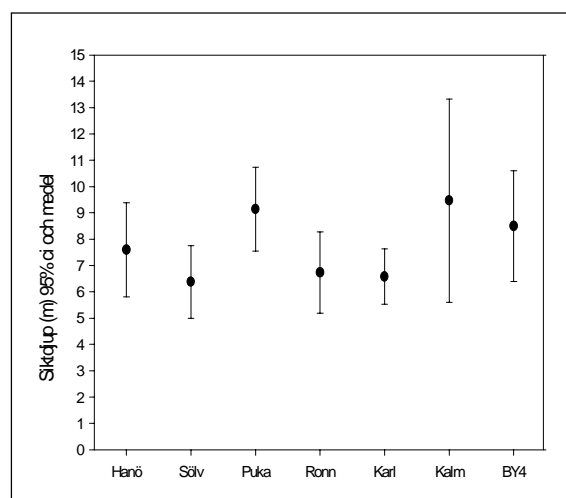
Figur 2 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för salthalten i de olika delområdena under 1998.

tioner i primärproduktionen där algförekomsten når sitt maximum under sommaren. Andra faktorer som påverkar siktdjupet är tillrinningen och i grundare områden även vägklimatet. Någon tydlig årscykel finns därför inte, även om det sämsta siktdjupet ofta observeras under sommaren. Siktdjupets medelvärde har under 1998 legat mellan 6,5-9,5 meter (figur 3). Det största siktdjupet observerades i södra Kalmarsund där siktskivan var synlig ner till 13,5 meter. Det sämsta siktdjupet, 5 meter, observerades i Sölvesborgsområdet (station L12).

Syreförhållanden

I Blekinge och västra Hanöbukten kustvattenområde är syresättningen av bottenvattnet god under hela året. Årsmedelvärdena 1998 uppvisar inga stora avvikelser från tidigare år. De senaste 5 årens undersökningar tyder på förhållandevis stabila syreförhållanden i bottenvattnet. Syrgashalterna uppvisar en tydlig årscykel med de lägsta värdena i juli-augusti då även vattentemperaturen är hög. Även syremättnadsvärdena uppvisar en årscykel, men mindre utpräglad, med ett mindre minimum under augusti-september. I området finns inga bottnar med utpräglat stagnanta förhållanden. Vattenutbytet mellan utsjön och skärgårdsområdet är också bra vilket borgar för goda syreförhållanden. På referensstationen BY4 vid Christiansö låg syremättnaden i ytan hela året kring 100 %.

De lägsta syrgashalterna i bottenvattnet un-

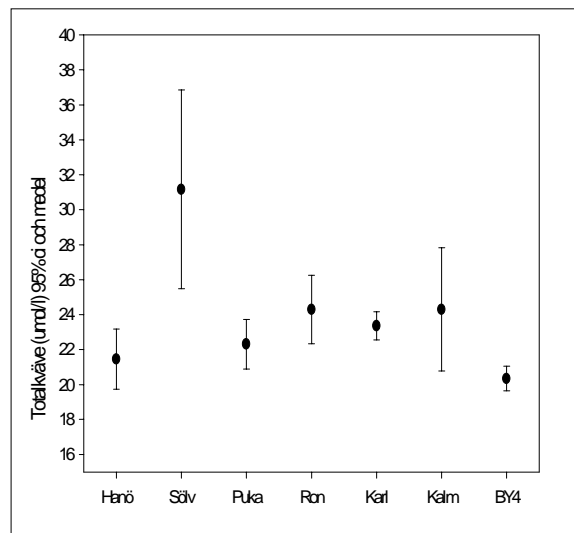


Figur 3 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för siktdjup i de olika delområdena 1998.

niem 1,5 $\mu\text{mol/l}$ (0,014-0,021 mg/l), och för nitrit +nitrat 6-7 $\mu\text{mol/l}$ (0,084-0,098 mg/l). 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 produktionsäsongens slut i september-oktober. Under 1998 låg medelhalterna för totalkväve mellan 20-25 $\mu\text{mol/l}$ (0,28-0,35 mg/l) i samtliga delområden utom Sölvesborg där framförallt station L12 uppvisade höga värden, som mest 37 $\mu\text{mol/l}$ (0,5 mg/l) (figur 6). Totalkvävehalten för utsjön låg, runt 20 $\mu\text{mol/l}$ (0,28 mg/l), ungefär på samma nivå under hela året med ett mindre maximum i februari.

Kisel

Kisel är viktig för produktionen eftersom vårblomningen i stor utsträckning utgörs av kiselalger. Kisel tillförs genom sötvattentillrinningen. I övergödda sjöar har man funnit att koncentrationen av kisel i vattenmassan har minskat under senare år. Flera analyser av de långa tidsserier som finns tillgängliga har påvisat minskande mängder kisel samtidigt som mängden kväve och fosfor ökat. Något 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 en nedgång i halterna i samband med vårblomningen.

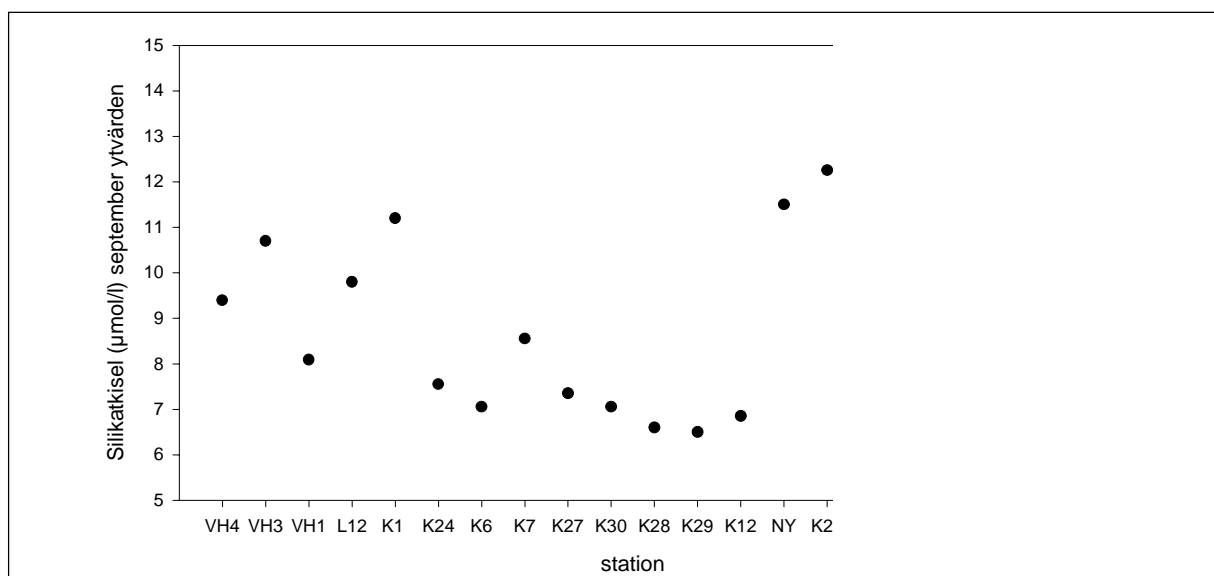


Figur 6 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för totalkväve under 1998 för de olika delområdena.

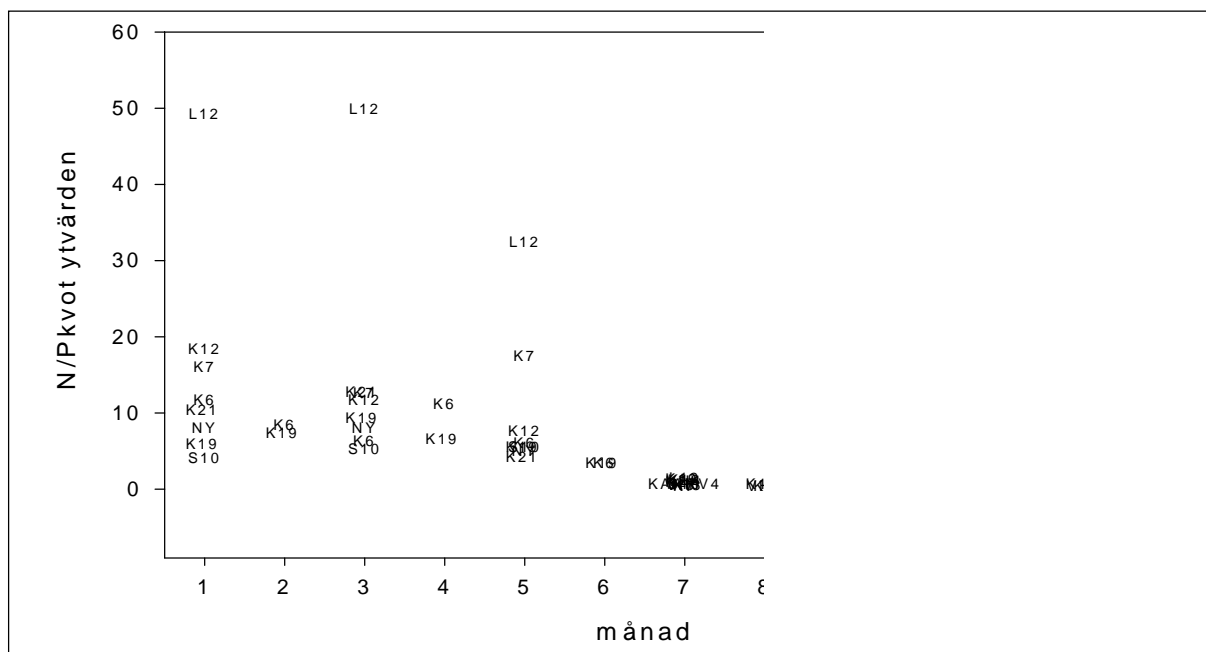
N/P kvoter

Vid primärproduktionen, då alger växer till 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. Om kvoten är större än 16 innan primärproduktionen startar på våren kommer fosfor att ta slut för kvävet. Vi talar då om att produktionen är fosforbegränsad. Om däremot kvoten är mindre än 16 kommer kvävet att ta slut först och produktionen är kvävebegränsad.

Det normala förhållandet för kustvattnen i södra Östersjön är kvoter mellan 7-10, det vill säga att kvävebegränsning råder. För de flesta



Figur 7 Ytvärdena för silikatkiel september 1998 för samtliga stationer inklusive påbyggnadsnätet.



Figur 8 N/P kvoten i ytvattnet på samtliga stationer i Blekinge läns kustvatten och västra Hanöbukten 1998

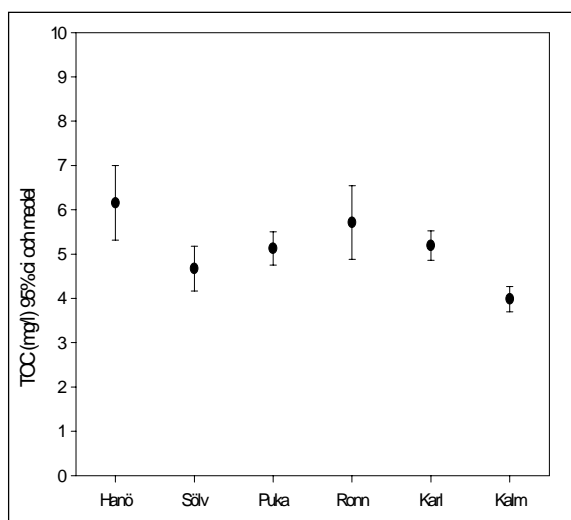
stationerna var kvävet begränsande inför vårblomningen med N/P kvoter mellan 4-10. Det var endast på stationerna L12 och K12 som det rädde brist på fosfor med kvoter mellan 20-50 (figur 8). Höstens provtagning pekar på att även station VH3 var fosforbegränsad.

Organiskt kol (TOC) och klorofyll-a

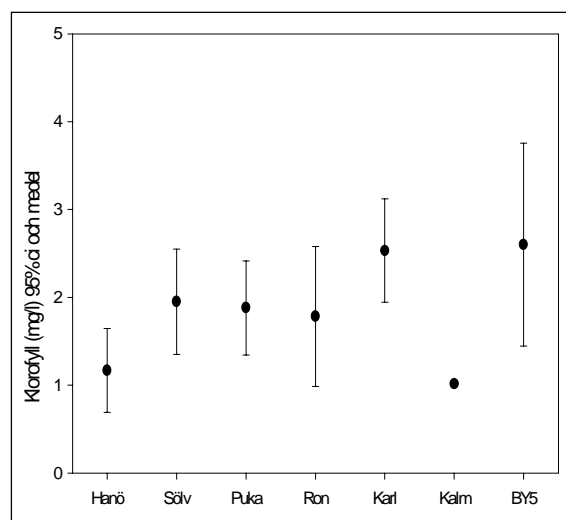
TOC har ingen tydlig årsvariation men halterna tenderar att vara högst i samband med vårflödena då tillförseln via åarna är som störst. Inga onormalt höga värden har observerats under

1998. För skärgårdsområdet ligger halterna i nivå med övriga Kalmarsund. Det högsta observerade värdet var 7 mg/l i Västra Hanöbukten. I södra Kalmar sund var halterna som lägst cirka 4 mg/l.

Klorofyll-a halterna är ofta låga under vinterhalvåret för att under vårblomningen öka. Under hela produktionstiden mars-september är variationerna stora både tidsmässigt och rumsligt. Medelvärdet för klorofyll-a låg under 1998 mellan 1- 2,5 mg/l (figur 10) och var som högst 3,0 mg/l i Karlskronaområdet.



Figur 9 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för TOC under 1998 för de olika delområdena.



Figur 10 Årsmedelvärden och 95% konfidensintervall för klorofyll i de olika delområdena under 1998.

Sediment och mjukbottenfauna

Mjukbottenundersökningarna 1998 genomfördes huvudsakligen mellan den 25 och 27 maj. Resultaten avseende sedimentanalyser, artantal, individantal samt biomassa återfinns i bilagorna 3 till 5. Geografiskt läge för de olika stationerna framgår av karta 3.

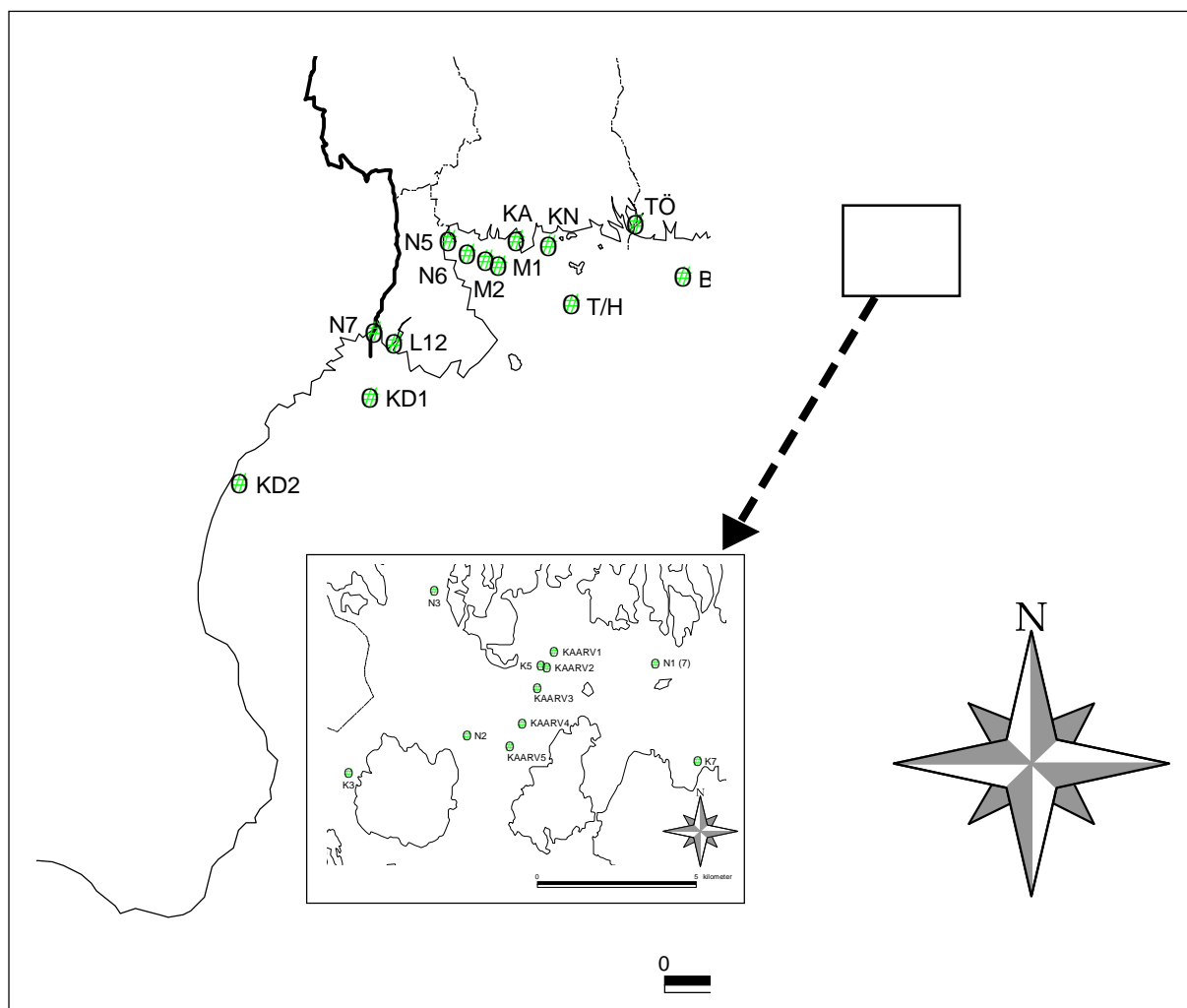
Sediment

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. I exponerade områden, till exempel öster om Blekinge eller ute i Hanöbukten, ansamlas det sedimenterade organiska materialet däremot

först på 50-60 meters djup. Förändringar i sedimentsammansättningen kan i sin tur påverka mängd och artsammansättning hos bottenfaunan. Det är därför viktigt att kontinuerligt ta prover på sedimentet med avseende på glödförlust och kornstorleksfördelning för att lättare kunna tolka förändringar i bottenfaunan.

Bottensedimentet brukar delas in i tre huvudtyper. Vattenhalt och organisk halt ligger till grund för indelningen. Ackumulationsbotten har finkornigt sediment medan erosionsbotten oftast består av grus eller sand. Detta gör tillsammans med skillnaden i organiskt halt att syresättningen av sedimentet går olika djupt i de tre botten typerna.

I 1998 års provtagning hade 16 av de ordinarie stationerna ackumulationsbotten (organisk halt >10%), tre transportbotten (organisk halt 4-10%) och 9 erosionsbotten (organisk halt <4%) (Håkansson, 1985).



Karta 3 Mjukbottenstationer i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten. Införd karta visar stationerna i Karlskronaområdet.

Om man jämför glödförlusten på de provtagna stationerna under 1991-98 kan man konstatera att de varit förhållandevis likartade mellan åren. På några stationer (T/H ute i Hanöbukten, TÖ vid Tjärö och L12 i Sölvesborgsviken) har den varierat något vilket för L12 kan förklaras med att den ligger nära en relativt grund farled varför fartygstrafiken kan påverka sedimentets sammansättning mellan åren. På en station i Pukaviksbukten (N6), minskade glödförlusten stadigt under perioden 1991 till 1995 från 5,3 till 1,8 men har sedan dess ökat igen och var 1998 uppe i 6,0% igen (figur 11).

Om man gör motsvarande jämförelser som för glödförlust 1991-98 men med avseende på kornstorleksfördelningen visar de flesta stationerna på ett oförändrat sediment. Det är egentligen bara på två stationer (B2 söder om Ronnebyfjärden och N6 i Pukaviksbukten) som sedimentet förändrats markant. På station B2 har sedimenttypen ändrats från en grov sand till en finsand. På N6 blev sedimentet först grövre (från en siltig gyttjelera till sandbotten) och därefter åter finare (tillbaka till siltig sand).

Då det gäller syreförhållandena i sedimenten har även dessa varit i stort sett oförändrade mellan åren även om en viss förbättring har skett i fjärdarna utanför Karlskrona under den senaste tioårsperioden. Sedan 1997 hade dock det oxiderade skiktets tjocklek minskat på flera av stationerna i detta område. Förändringen är inte så stor, men åtminstone på stationen närmast reningsverkets nya utsläppspunkt (KAARV1) hade förhållandena blivit så dåliga att man kan befara att djursammansättningen kan förändras på lite sikt. Nästa års provtagningar får visa om förändringen är tillfällig eller bestående.

Bottenfauna

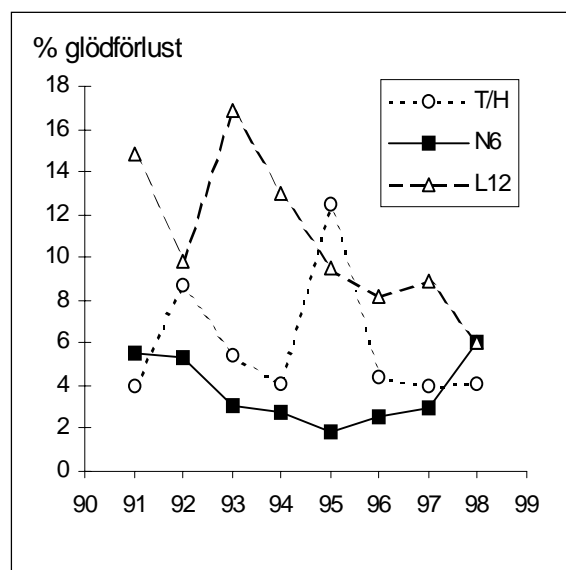
På och i sedimentet finns normalt ett relativt stort antal djur. Eftersom östersjövattnet är utsötat finns här dock betydligt färre arter än i rent marin miljö. Totalt förekommer ett drygt femtiotal arter av större bottendjur i våra vatten. De allra flesta bottendjur i Östersjön gynnas av en viss ökning 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, rovbormaskar och framförallt fjädermygglarver.

Arter

Djur påträffades på samtliga 28 bottenfauna-stationer. Antalet arter eller högre taxa var totalt 33, vilket är betydligt mer än 1997 då det fanns 26. Artantalet varierade mellan 6-16 per station (förra året 6-14). De arter som kommit till sedan 1997, förekom endast på enstaka stationer och i lågt individantal. Flera av arterna hör dessutom huvudsakligen till de strandnära vegetationsklädda bottenarna. Det får därför anses slumpmässigt om de kommer med i proverna eller inte. Alla arterna är normalt förekommande i våra vatten, men det lilla kräftdjuret *Cyathura carinata* har inte tidigare påträffats i prover från recipientkontrollen längs denna kuststräcka.

Artantal, individantal och biomassa hade förändrats sedan 1997 på stationerna enligt tabell 1. Förändringen var inte signifikant (5%-nivån) för artantalet medan såväl individantal som biomassa på stationerna hade minskat. 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*. Mellan 1997 och 1998 var det fr.a *Pygospio* och *Monoporeia* (vitmärkla) som minskade medan *Oligochaeterna* minskade i västra delen av Blekinge på de sandiga



Figur 11 Glödförlusten på stationerna T/H, N6 och L12 under åren 1991-1998

bottnarna men de ökade på de gyttjigare stationerna i östra länsdelen. Förändringarna i biomassa beror nästan alltid på fluktuationer i mängden Östersjömusslor och mellan 1997 och 1998 minskade denna art på flera stationer.

Så mycket som 12 av arterna förekom endast på en av stationerna och 21 av stationerna hade 9 arter eller mer.

Det var inget område som utmärkte sig som speciellt artfattigt även om den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) hade ett något lägre artantal. Även den nya stationen i Källafjärden (PMK5) vid Torhamn hade relativt lågt artantal till följd av dåliga syreförhållanden. En del arter förekommer kommenteras separat här nedan. För mer information, se bilaga 5.

Den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* fanns på 21 av de 28 stationerna. Masken förekom huvudsakligen på sandiga och inte alltför grunda stationer. Den ökade starkt fram till 1993 men har sedan dess inte förändrats anmärkningsvärt mer än på någon enstaka station. Mellan 1997 och 1998 minskade dock antalet tydligt på flera stationer. På några stationer förekom den i mycket hög täthet ex vis i Pukaviksbukten (M1) och utanför Karlshamn (KA). Stationerna vid Åhus och Torsteberga (KD2 resp KD1) hade inte förändrats nämnvärt vare sig då det gäller *Pygospio* eller de andra arterna sedan de tidigare provtagningarna (1993 och 1996).

Havsborstmasken *Nereis diversicolor* betraktas som tämligen föroreningsstälig och trivs bra i sediment som är organiskt belastade. Den hade förändrats märkbart både i antal och biomassa på stationen i Kristianopel (KL11) och vid Aspö (K3). På båda stationerna hade den ökat medan den på övriga stationer inte hade förändrats nämnvärt.

Marenzelleria viridis, som också är en havsborstmask, förekom 1998 på 9 av stationerna. Detta är ett något mindre antal stationer än det varit under de senaste tre åren. Båda stationerna i västra Hanöbukten (KD1 och KD2) hade ett glest bestånd av masken. Arten hittades för första gången 1990 i Blekinge (Persson, 1991) men har ännu inte etablerat några täta bestånd. På andra sidan Östersjön och upp till Finska kusten rapporteras den däremot ha bildat mycket täta bestånd (>1 000 individer/m²) och man befärar att den kan bli ett hot mot den i Östersjön ursprungligare rovborstmasken *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 dagmaskar (*Oligochaeta*) minskade på flertalet stationer i Blekinge mellan 1996 och 1997. Till 1998 minskade de ytterligare på de sandiga stationerna i västra Blekinge och även på stationerna i västra Hanöbukten var tätheten betydligt lägre än 1996. I Karlskronaområdet ökade den något jämfört med 1997 men uppnådde ändå inte särskilt hög täthet på någon station. Totalt sett var det bara den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) och (N7) i Valjeviken som helt saknade *Oligochaeta*.

Mängden av den lilla vitmärklan (*Monoporeia affinis*) kan variera mycket mellan åren. Man har visat att den varierar i cykler om ungefär 7 år. I Blekinge kulminerade tätheten 1994 på flertalet stationer. Efter att ha minskat 1995 och 1996 ökade den åter under 1997 men tätheterna sjönk under 1998 till de hittills lägsta sedan 1991 (figur 12). Arten är vanlig på djupa och inte så organiskt belastade bottenar och fanns på 16 av de 24 stationerna i Blekinge (22 av 25 under 1997). Den är mer kallvattenberoende släktingen *Ponto-*

Tabell 1 Jämförelse av artantal, individtäthet och biomassa för bottenjur på 26 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten mellan 1997 och 1998 (1996 och 1998 i västra Hanöbukten). 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	minskn.	signifikans	
			Teckentest	Wilcoxon
Artantal/0,36 m ²	6	11	n.s	n.s
Individant/m ²	8	18	ja	ja
Biomassa/m ²	7	19	ja	ja

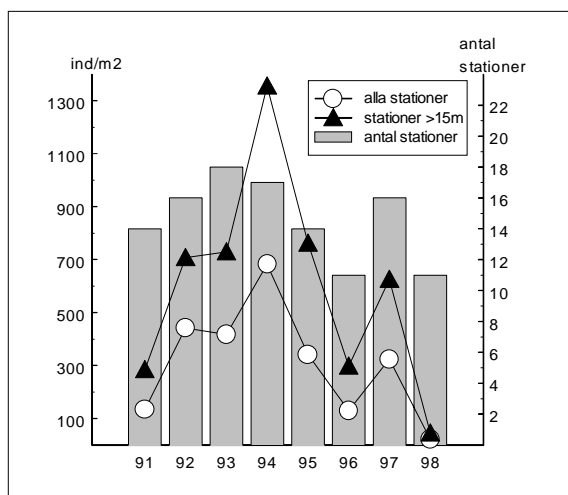
poreia femorata förekom i tämligen glesa bestånd på den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) men däremot inte, som tidigare, på stationer inne i Karlskronafjärden. De båda stationerna i Västra Hanöbukten saknade, liksom vid tidigare provtagningar, helt vitmärslor. Vid provtagningen 1993 hade de båda stationerna däremot ett relativt stort antal av den lilla sandmärslan (*Bathyporeia pilosa*). Antalet sjönk dock 1996 och hade vid provtagningen 1998 nästan helt försvunnit. Eftersom vi saknar resultat från åren dessmellan kan man inte säkert säga att den stadigt har minskat under perioden. Den är däremot känd för att vandra ut och in i 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.

Gruppen fjädermygglarver (*Chironomidae*) har ofta en stark ställning på organiskt förorenade bottenar. Gruppen ökade kraftigt till 1996 och förekom då på 19 av de 25 stationerna. Till 1997 minskade dock antalet stationer till 15 och arten var den som minskade mest, räknat som antal stationer med förekomst. Till 1998 ökade förekomsten något igen och arten fanns på 21 av de 26 stationerna i Blekinge. Stationerna i Skåne saknade *Chironomider*. På den dåligt syresatta stationen i Torhamnsområdet (PMK5), var biomassan för gruppen så mycket som $\sim 7 \text{ g/m}^2$ och

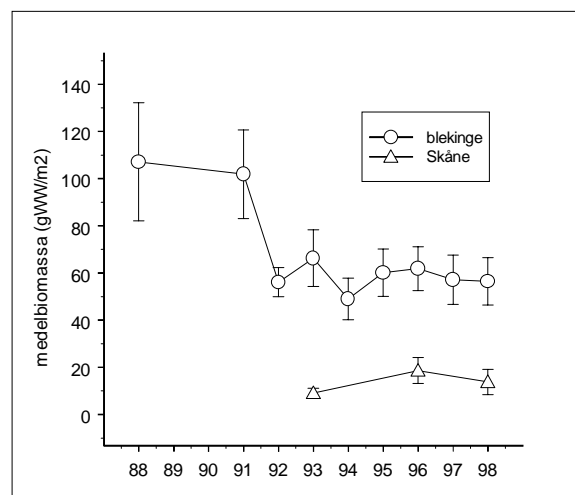
arten dominerade såväl i individantal som biomassa.

En grupp djur som kan bli mycket talrik fr a på mättligt 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 ökade på ett stort antal stationer sedan provtagningen 1997 och fanns på nästan samtliga stationer i provtagningsprogrammet.

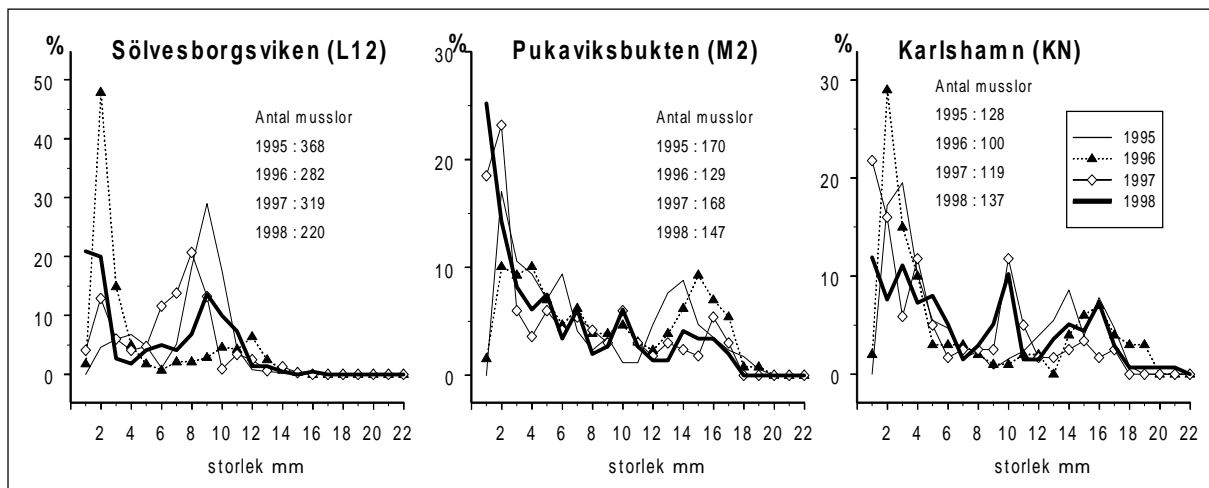
Den föroreningståliga östersjömusslan (*Macoma baltica*) förekom på alla stationer utom på PMK5 vid Torhamn. Vid provtagningen 1995 fanns det gott om östersjömusslor på stationen och biomassan var $\sim 90 \text{ g/m}^2$. Minskningen hänger med största sannolik ihop med dåliga syreförhållanden. Östersjömussla 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 drygt 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 1995-1998 ger samma resultat och det framgår tydligt att det är 1991 som avviker från de övriga åren (figur 13). Detta skulle kunna tolkas som att en stor årskull blev överårig och dog ut, men en



Figur 12 Antalet vitmärslor i medeltal för 19 mjukbottenstationer resp. stationer djupare än 15 m (n=8) i Blekinge 1991-98. Dessutom anges totala antalet stationer som hade vitmärslor.



Figur 13 Biomassaförändringar för Östersjömusslorna på 8 erosionsbottenar i Blekinge och två i västra Hanöbukten 1988-98.



Figur 14 Längdfördelning hos Östersjömussla från 3 stationer i Blekinge 1995-1998.

fördjupad statistisk analys av mätvärdena visar att det framförallt var mellanstora musslor som skiljer 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 nivån låg högre under perioden 1988-91. I samma figur visas biomassan för östersjömusslor på de båda stationerna i västra Hanöbukten. Biomassan har varit betydligt lägre alla de provtagna åren.

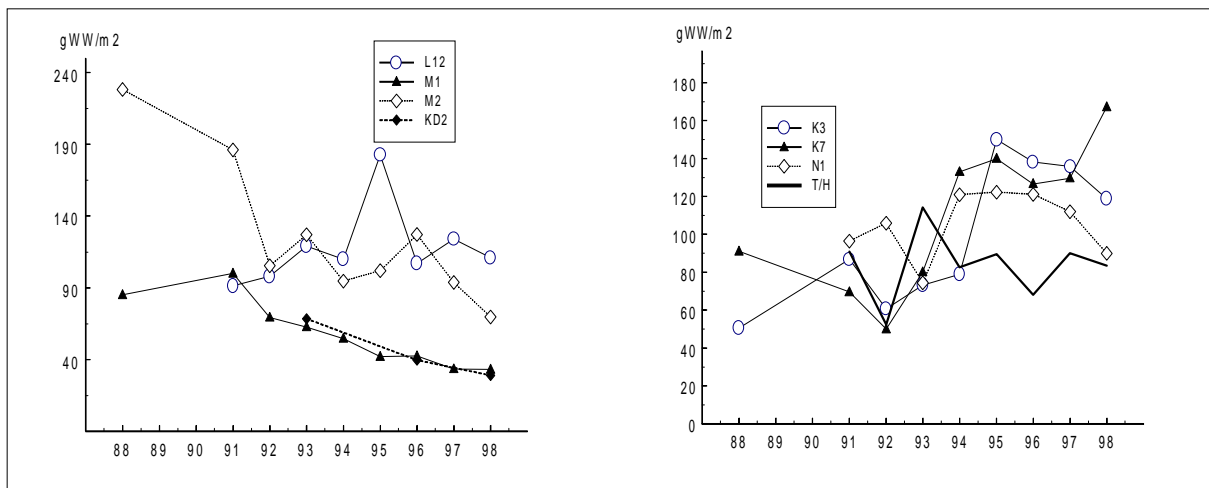
I figur 14 visas storleksfördelningen hos östersjömussla på tre av stationerna i Blekinge från 1995 till 1998. Östersjömusslan kan bli ungefär 10 år och drygt 20 mm lång i våra vatten. På stationen vid Sölvesborg (L12) växte musslorna från 8 till 10 mm mellan 1997 och 1998 vilket får betraktas som tämligen normalt. Tillväxten är normalt betydligt större på transport- och ackumulationsbottnar än på erosionsbottnar (Olafsson, 1986). Resultatet stämmer väl med tidigare år. I Pukaviksbukten (M2), som är en utpräglad erosionsbotten, var 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. En topp vid 1-2mm under vissa år visar att det finns en viss återväxt. I Karlshamnsfjärden (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 hade dock stationen förhållandevis mycket småmusslor. Beståndet var inte så särskilt stort 1998 heller, men utvecklingen tyder på att populationen kommer att

fortleva. Tillväxten mellan 1997 och 1998 var ungefär 1-2 mm för de små musslorna och 1 mm för vuxna musslor. Toppen vid 10 mm fanns även 1997 och är svår att förklara.

En annan musselart är hjärtmusslan (*Cardium glaucum*) som fr a finns på måttligt djupa bottnar med fast gyttja eller gyttjig sand. Arten har ökat kraftigt i förekomst sedan tidigare år och fanns 1998 på 13 av de provtagna stationerna mot tidigare 3. Även den tredje stora musslan, sandmussla (*Mya arenaria*) har ökat sedan 1997. Denna mussla har dock haft ungefär motsvarande förekomst tidigare.

Individtäthet och biomassa

Individtätheten på stationerna i Blekinge har varit högst på sandiga bottnar med mycket småmaskar, samt på stationer med mycket vitmärkor. Förändringar i individantal mellan olika år har nästan alltid berott på variationer hos dessa arter. Eftersom de är kortlivade är denna typ av förändringar svåra att utvärdera såvida det inte rör sig om mycket tydliga trender. I Blekinge kan man se en tendens till minskad individtäthet på några stationer från 1993 och fram till 1998. Det beror framförallt på nedgången i populationen av vitmärkan (*Monoporeia affinis*) sedan 1994 (se föregående sida). Dessutom ökade såväl havsborstmasken (*Pygospio*) och daggmaskar (*Oligochaeta*) som fjädermygglarver (*Chironomidae*) fram till 1993 för att sedan minska igen. I Valjeviken har individtätheten ökat sedan 1993 beroende på att först fjädermygglarver och sista året småsnäckorna har ökat i antal.



Figur 15 Totalbiomassa (gWW/m²) på några mjukbottenstationer i Blekinge och Skåne 1988-98.

Biomassan har också förändrats mycket tydligt på en del stationer. På stationerna M1 och M2 i Pukaviksbukten har de minskat stadigt (figur 15). Biomassan är nu nere på väldigt låga nivåer på M1 och det främsta skälet till att biomassan sjunker är att mängden östersjömusslor har minskat. Mjukbottenstationen KD2 utanför Helgeåns utlopp följer nästan exakt kurvan för M1 och har alltså också mycket låg biomassa. I Karlskronabassängen ökade biomassan istället på några stationer (K3 i Västra fjärden och K7 i Kyrkfjärden), åtminstone fram till 1995. Den har dock minskat något sedan dess på K3 men ligger fortfarande klart över den nivå som gällde före 1995. Ökningen i Karlskronabassängen 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 (jfr figur 40 på sidan 44). Många av stationerna i Karlskronaområdet, möjligen med undantag för Yttre redde söder om Karlskrona, antyder att området fortfarande är eutrofierat men också att situationen har blivit bättre sedan 1988. På stationen i Sölvesborg steg biomassan stadigt fram till 1995 men har därefter sjunkit igen och ligger på ungefär 125 gWW/m²). Samtidigt som dessa förändringar sker på de kustnära och relativt grunda stationerna så har biomassan ute i Hanöbukten (T/H) förändrats väldigt lite bortsett från 1992 då den var förhållandevis låg.

Statistisk analys

Liksom de tre tidigare åren har bottenfaunadata analyserats med multivariata metoder (klus-

teranalys 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 (jfr figur 16). 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 2). I tabellen visas också värden på sedimentets organiska halt (Gf) och djupet på stationen. "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.

Vid jämförelse mellan figurerna 16A-C kan man se att grundmönstret har varit i princip det samma under alla åren med ökande djup åt höger i bilden. Det finns också en tendens tillökande organisk halt nedåt i bilden. Däremot har gruppindelningen varierat lite mellan de tre åren. De flesta stationerna ligger troget kvar i "sin" grupp medan andra har bytt mellan ett par olika. Detta gäller t ex M1 i Pukaviksbukten som trots sitt sandiga sediment hamnade i grupp 6 tillsammans med länets relativt grunda ackumulationsbottnar 1996. Resultaten från 1997 placerar dock åter stationerna där de hör hemma, tillsammans med andra sandbottnar i grupp 4. Vid provtagningen 1998 hamnade den tillsammans med de båda "skänestationerna". De tre

stationerna har samma djup och sedimenttyp och hade en nästan identisk djursammansättning.

I **grupp 1** återfinns den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H), som framförallt utmärker sig genom lågt artantal och förekomsten av typiska kall- och renvattenarter (*Halicryptus*, *Monoporeia* och *Pontoporeia*). Antalet av såväl *Monoporeia* som *Pontoporeia* var relativt lågt och artsammansättningen liknar därför ganska mycket den som vi finner i Yttre red den (grupp 3). Artantalet är dock något lägre på T/H och det saknas några av de typiska "grundarterna". Även i **grupp 2** finns en ensam station, N6 i Pukaviksbukten. Den hade under 1998 en ovanligt fattig fauna med både relativt lågt artantal men fr a låg individtäthet och biomassa. Tidigare år har stationen återfunnits bland de lite djupare mjukbottenstationerna i grupp 3.

Grupp 3 består uteslutande av stationer i Yttre red den vid Karlskrona. Stationerna är gytjtjiga och ligger på runt 20 m djup. Antalet arter är inte så särskilt högt men där återfinns kallvattenarter som *Halicryptus*, och *Monoporeia* blandat med mer föroreningståliga arter. I **grupp 4** finns i huvudsak stationer på mellan 15 och 25 meters djup med sandigt bottensediment. Art-

sammansättningen karaktäriseras av östersjömusslor i kombination med arter som behöver relativt stor vattenomsättning .

Grupp 5 består av en enstaka station. Det är den för provtagningsåret 1998 nya stationen i Kallafjärden (PMK5) som nästan enbart beboddes av de taliga fjädermygglarverna (*Chironomidae*). Som enda station i undersökningen saknades Östersjömusslor och såväl art- och individantal som biomassa var låg.

Som tidigare nämnts består **grupp 6** huvudsakligen av måttligt djupa stationer med organiskt sediment. De ligger alla i förhållandevis skyddade lägen i skärgården eller innanför öar. Artantalet på stationerna i denna grupp varierade mellan 9 och 15 med en dominans för östersjömussla och småsnäckor (*Hydrobidae* och *Paludestrina*). I **grupp 7** slutligen återfinns vi de båda skänestationerna tillsammans med M1 i Pukaviksbukten. Artsammansättningen karaktäriseras fr a av stora populationer av havsborstmasken *Pygospio elegans* och sandmusslan (*Mya arenaria*). Biomassan var relativt låg på alla tre stationerna.

Det framgår tydligt att djupet är den vikti-

Tabell 2 Värden för 28 mjukbottenstationer 1998 grupperade tillsammans med multivariatanalys (MDS), se fig 16 och text. Artnamnen är förkortade, se bilaga 4.

	Gf (%)	djup (m)	artantal	Arter	Förklaringsgrad (%)	Likhet tot	Anm
<i>grupp 1</i> T/H	4,2	39	6	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 2</i> N6	3,5	16	8	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 3</i> KAARV1-5, K5, N2	14-21	13-21	7-10	Maco,Oligo,Halic Chir,Monop	86	75	
<i>grupp 4</i> B2, TÖ, KN KA, M2	0,4-1,8	15-25	10-16	Maco,Pygo,Hydro Oligo,Myti	66	68	
<i>grupp 5</i> PMK5	24	13	7	-	-	-	en station se bil 4
<i>grupp 6</i> KL11, PMK8, K7 N1, N3, K3, RY N5, L12, N7	9,5-34	2-15	9-15	Maco,Palu,Hydro Oligo,Chir	70	69	
<i>grupp 7</i> M1, KD1,KD2	0,3-0,5	14-15	9-10	Pygo,Hydro,Mya Maco,Oligo	78	85	

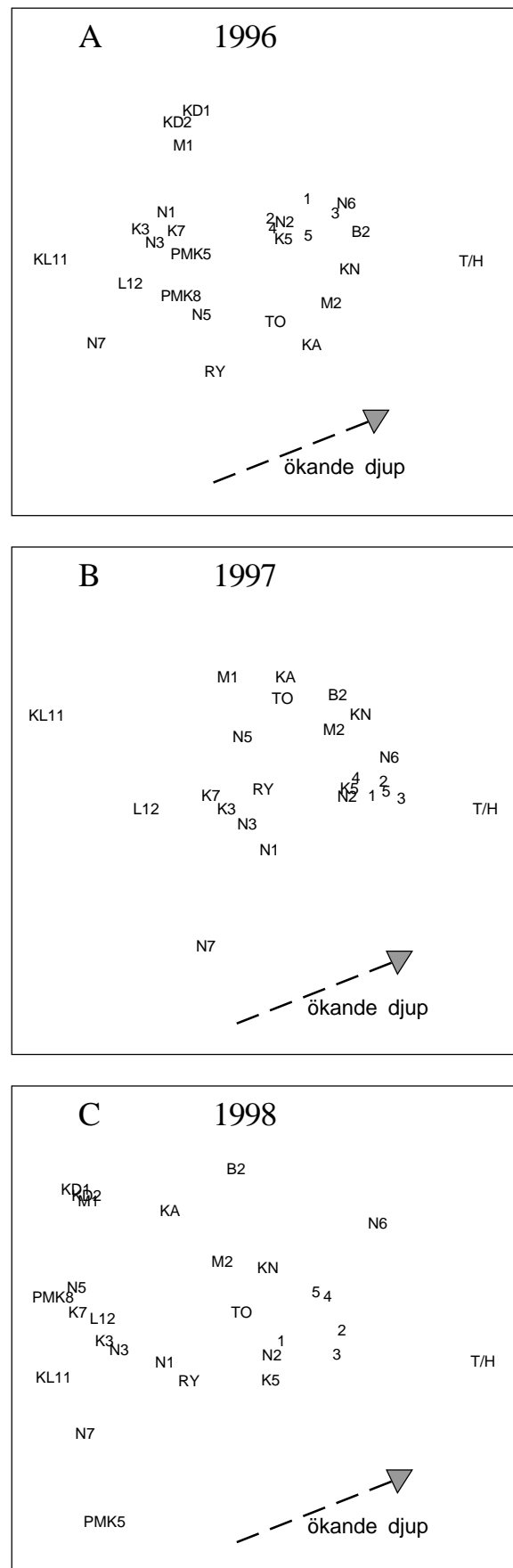
gaste faktorn då det gäller att strukturera botten-samhällena. Om man analyserar ett vist djup-intervall ser man att sedimenttypen kommer närmast, men även geografiska skillnader finns. Stationerna i Karlskronabassängen har därför likartat djursamhälle och skiljer sig något från bottenar med samma djup och glödförlust i Karlshamn eller Ronneby (Nilsson och Tobiasson, 1996).

Alla Blekingestationer under perioden 1991-97 har analyserats med multivariatmetod enligt ovan (Tobiasson 1998). Av resultatet kan man konstatera att flertalet stationer har haft väldigt likartad artsammansättning mellan åren. Undantag utgörs av N6 i Pukaviksbukten och den djupa stationen ute i Hanöbukten (T/H) som gradvis har förbättrats från tämligen "fattiga" stationer till mer artrika. Som tidigare konstaterats (sidan 15) har även sedimenttypen förändrats i motsvarande grad, speciellt på N6 i Pukaviksbukten.

Även station K3 i Karlskronabassängens västra del hade succesivt fått ett mer artrikt djursamhälle. Artsammansättningen har dock förändrats så att arter som i större utsträckning gynnas av större organisk belastning har ökat. För många stationer var 1991 ett tydligt avvikande år med lågt artantal och färre representanter för de föroreningskänsliga arterna. Den enda stationen som tydligt försämrades med avseende på artinnehåll under perioden var N7 i Valjeviken. Denna har dock hämtat sig något de senaste två åren.

Slutsatsen av provtagningarna på mjukbottenarnas djursamhällen blir att det generellt har skett mycket små förändringar på stationerna vad det gäller artsammansättningen men att det i Karlskronafjärden har blivit betydligt bättre sedan 80-talet. En lite oroande tendens med minskande biomassa på stationerna M1 och M2 i Pukaviksbukten saknar ännu så länge förklaring. Framtiden får visa om biomassan fortsätter sjunka eller om den vänder upp igen.

En tillståndsklassning av resultaten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999) visar att alla stationer utom en är opåverkade till obetydligt påverkade. Endast stationen i Källafjärden (PMK 5) klassas som något påverkad.



Figur 16 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 hårbotten

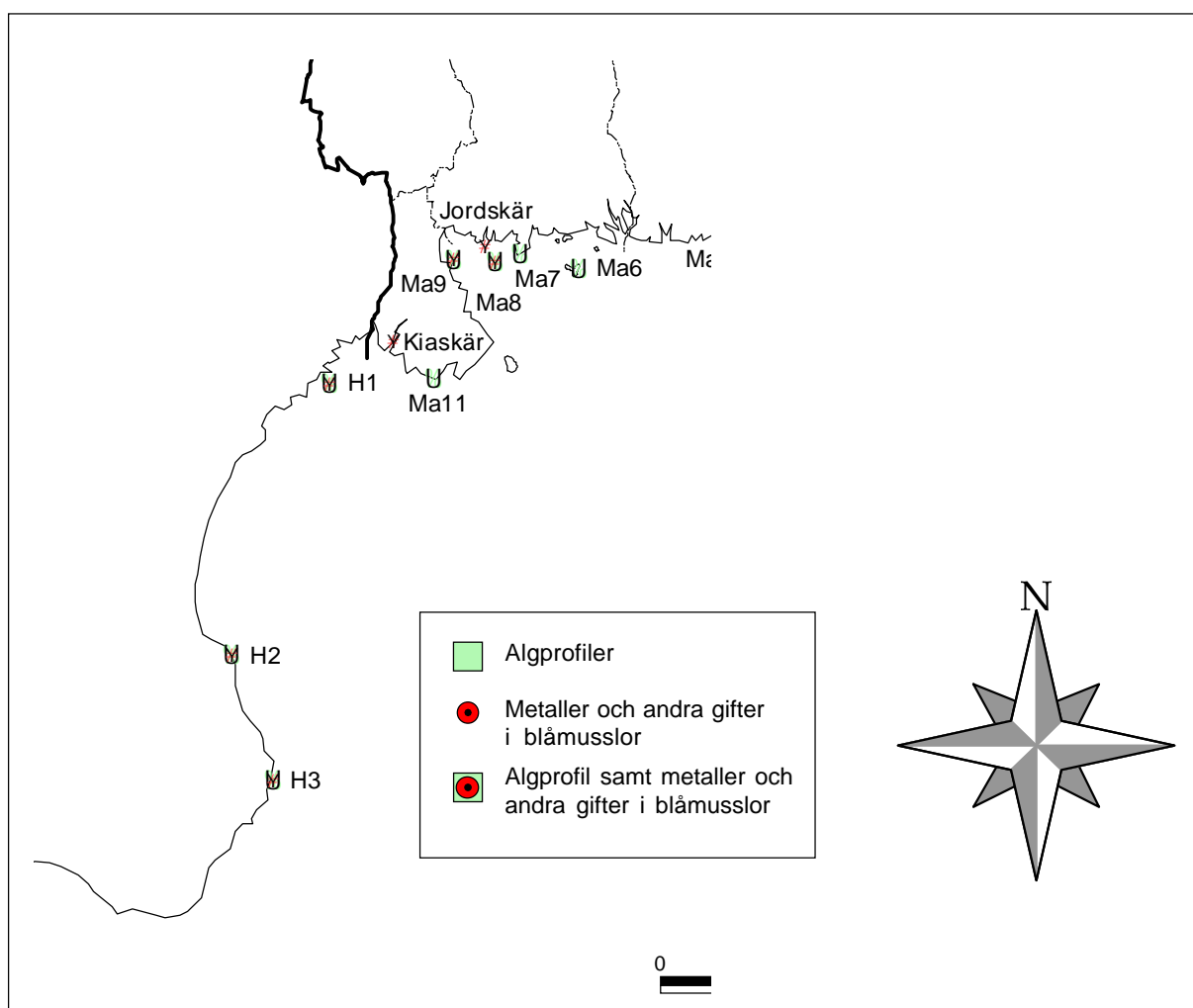
Under 1998 (16-28 september) besöktes 12 algstationer i Blekinge och tre i Skåne. Kvantitativ provtagning av alger genomfördes endast i rödalgsbältet. Dessutom togs tångplantor för kontroll av djurlivet. Rådata redovisas i bilagorna 6 till 8. De provtagna stationernas lägen framgår i karta 4.

Utbredning och förekomst av alger

Grunda hårbottnar i Östersjön har tidigare dominerats av ett Fucussamhälle. I takt med förändringar i bland annat vattenkvaliteten har blåstången minskat medan finträdiga ettåriga grön-, brun- och rödalger ökat. Tångbältet är av stort ekologiskt värde som uppväxtplats och "skafferi" för många djur som lever bland tångplantorna. De allra viktigaste bältesbildande algerna längs blekinge- och skånekusten är blåstången (*Fucus*

vesiculosus) och sågtången (*Fucus serratus*).

Tångens utbredning påverkas av en mängd faktorer. En ökad närsaltsbelastning ger ett minskat siktdjup, genom intensivare planktonblomningar, vilket i sin tur påverkar tångens djuputbredning genom att ljustillgången blir sämre. Även påväxt av filtrerande djur och finträdiga alger ökar med en ökad närsaltsbelastning. Det kan dock vara fel att relatera alla förändringar i tångsamhället till föroreningar. Tångbältets övre gräns styrs framförallt av hårda isvintrar. Ett annat exempel på en regleringsmekanism som troligtvis spelar en viktig roll i tångsamhällets dynamik, och som inte med självklarhet kan kopplas till en ökad belastning av närsalter, är betning av tånggräsuggor (*Idothea spp.*) och tångmärlor (*Gammarus spp.*). Undersökningar visar att det finns ett signifikant samband mellan antalet tånggräsuggor och minskning av mängden tång (Tobiasson, 1994).



Karta 4 Algprofiler samt stationer för mätning av metaller och andra gifter i blåmusslor i kontrollprogrammen för Blekinge och västra Hanöbukten.

Under åren 1990-1997 har sammanlagt 13 hårbottenstationer undersökts genom dykning. Fem av stationerna har besökts vartannat år och en station (MA12) 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. I Skåne har de tre undersökta stationerna besökts även 1993 och 1996.

1990 fanns det ett sammanhängande tångbälte (>25% täckning) vid 9 av de 11 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 Skåne 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 och bältets täckningsgrad och bredd har dessa parametrar jämförts över alla provtagningsstationer. Av tabell 3 framgår att djuputbredningen av enstaka plantor inte visade någon förändring under perioden. Däremot har det skett en tydlig förskjutning mot ytan av tångbältets djuputbredning och en minskning av täckningsgraden i bältet. Likaså har det skett avsevärda förändringar av bältets bredd. Detta illustreras även i figur 17. Här framgår tydligt att negativa förändringar ägt rum på ett flertal stationer.

Förändringarna sedan 1997 var både till det bättre och sämre. Ett flertal av de stationer som

under senare år har förlorat sina tångbälten hade ytterligare försämrats. Det gäller stationerna vid Hästholmen (Ma1), Lindö (Ma4), Tärnö (Ma6) och Björknabben (Ma11). På de tre stationerna med redan etablerade tångbälten hade det skett en förbättring. Även på de tre stationerna i Skåne hade tången utvecklats positivt sedan senaste besöket (1996). Vid Simrishamn (H3) var hela bottenytan täckt av små tångplantor och om de får stå ifred kommer där att finnas ett tätt och välutvecklat bälte om ett par år. Sammanhängande bälte av blåstång (*Fucus vesiculosus*) och/eller sågtång (*Fucus serratus*) fanns vid åtta stationer 1998.

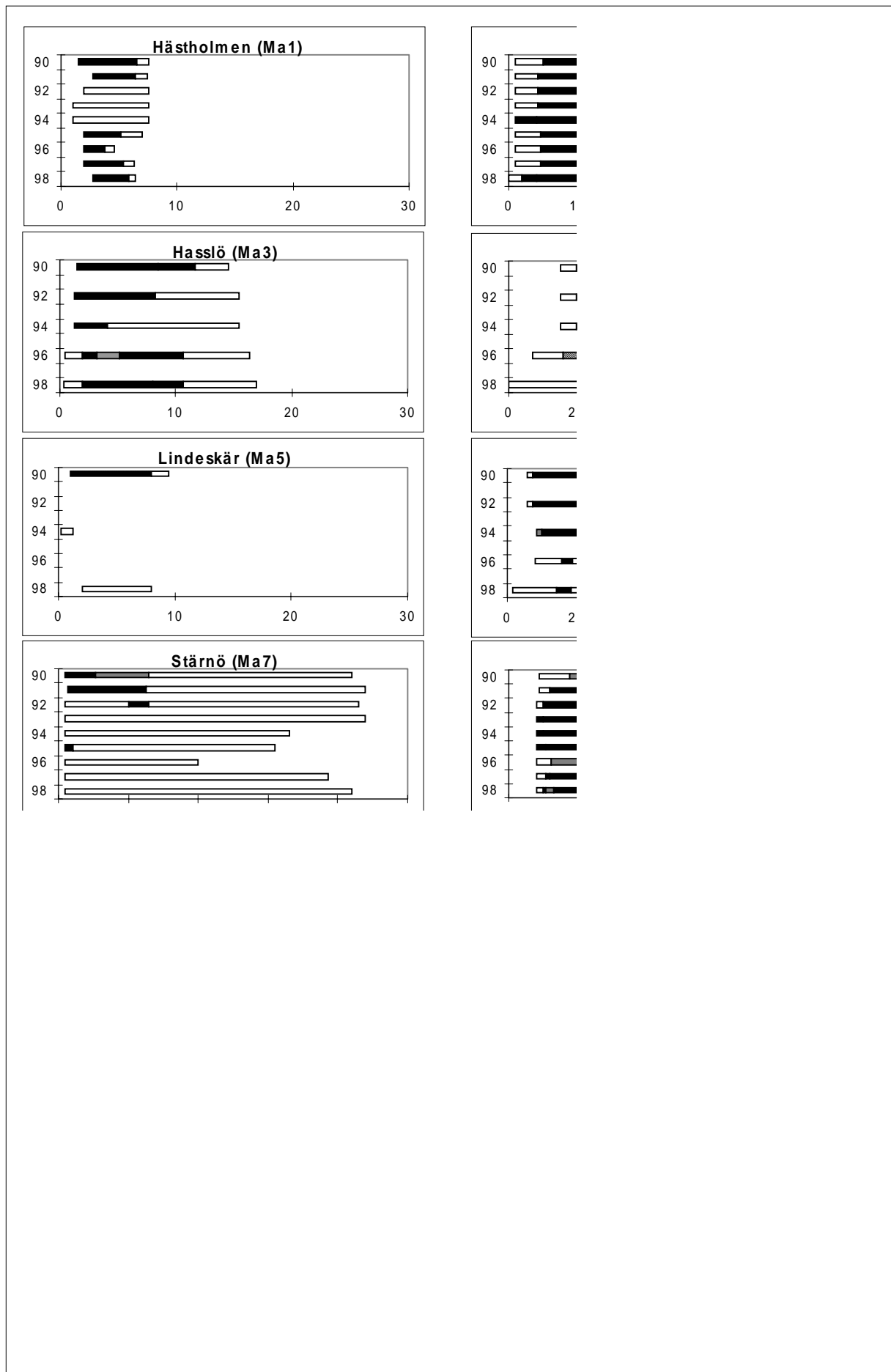
Slutsatsen av de gjorda mätningarna är att det har skett stora negativa förändringar av tångbestånden i fr a Blekinge. De går dock inte med självklarhet att koppla till de punktkällor som finns i området. Däremot kan man se en allmän förändring av Östersjöns strandnära ekosystem som kan ha en koppling till utsläpp av olika slag. En del förändringar t ex de vi kunde konstatera nere i västra Hanöbukten beror på vädersituationen och algsamhällena på dessa platser hämtar sig relativt snabbt.

Förekommande arter

I de kvantitativa prover som togs i rödalgsbältet fanns totalt 17 arter eller högre taxa av makroskopiska alger. Det är lika många arter som 1997 då provtagning gjordes på motsvarande stationer, med undantag för H1-H3 i västra Hanöbukten. Det var dessutom i stort sett samma arter som fanns vid de båda tillfällena. Den artrikaste stationen var Ma3 vid Hasslö med 10 arter medan proverna från Karakås (H2) endast innehöll 3 arter. Mest anmärkningsvärt är att

Tabell 3 Förändringar i Fucussamhällena i Blekinge och västra Hanöbukten på de 11 stationer som hade ett tångbälte 1990 resp 1993

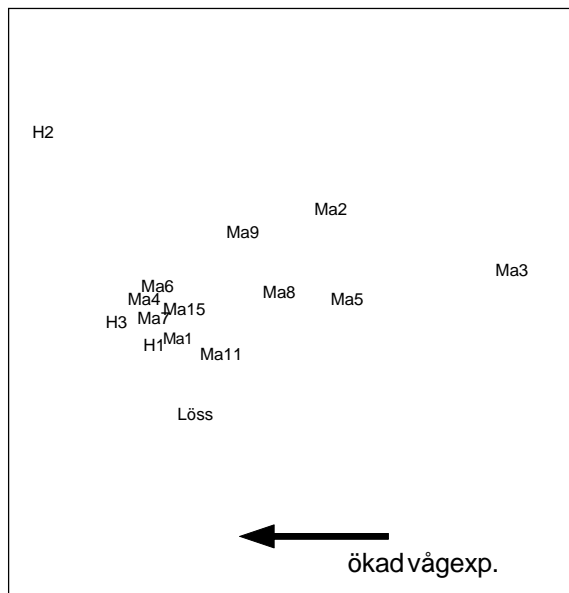
	djuputbredning tångbältet	djuputbredning enstaka plantor	täckningsgrad i tångbältet	tångbältets bredd
ökning	0	1	0	0
oförändrat	1	6	1	1
minskning	8	2	8	8



Figur 17 Utveckling av tångbältets utbredning (antal meter från stranden och utåt) på 12 stationer under perioden 1990-1998. Täckningsgraden anges i %. Observera att det är olika skalor.

denna station saknade gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) som på flertalet stationer domineras. Antalet arter var högre på fyra av de sex profilerna som besöktes och provtogs även 1997. Inte i något fall var skillnaden mer än 2 arter och profilerna hade i stort sett samma artsammansättning de båda åren. Provtagningsdjupet var då samma som 1998 i flertalet profiler vilket gör jämförelsen relevant.

Statistik analys med MDS (jfr mjukbotten kapitlet sida 20) visar att algsammansättningen i rödalgsbältet succesivt förändras med förändrad exponeringsgrad (figur 18). De mest exponerade algprofilerna ligger till vänster i figuren medan

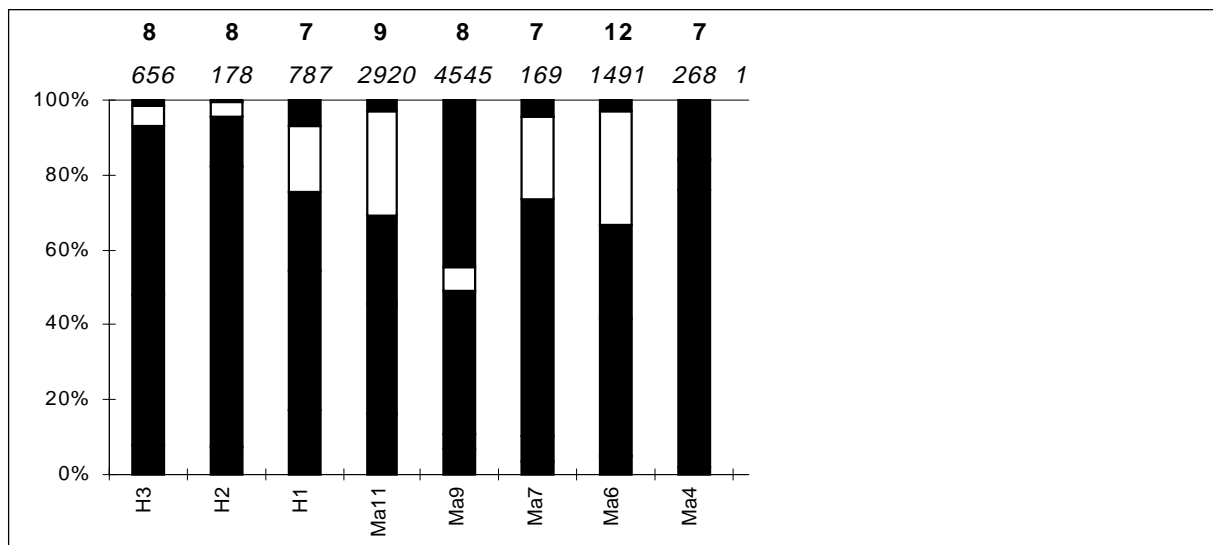


Figur 18 Algsammansättningen i rödalgsbältet analyserad med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 19.

de i högra kanten ligger inomskärs. Det är också så att proverna i profilerna till höger är insamlade på 3 m djup medan de övriga, utom Ma1 som också provtogs på 3 m, insamlats på 6 m. Vid provtagningen 1997 besöktes endast 6 av profilerna men man kan se att förhållandena var liknande då. Det verkar alltså som om artsammansättningen i rödalgsbältet är stabil mellan åren vilket gör förutsättningarna för att upptäcka förändringar större.

Påväxtalger i tångbältet analyserades i alla de 12 profiler som hade tång på ungefär rätt djup (1,0-1,5 m). Antalet arter av påväxtalger varierade mellan 3 och 7 och även här var artantalet högst på Ma3 vid Hasslö. Även påväxtalgernas biomassa var i särklass högst vid denna profil (47,5 gDW/100 gDW Fucus). I allmänhet dominerades påväxten av brunalgen fjäderslick (*Pilayella littoralis*) men även tångludd (*Elachista fucicola*) och, på Ma3, skäggtång (*Dictyosiphon foeniculaceus*) var vanliga. Endast på profilen vid Karlskrona (Ma2) var påväxt av rödalgen liten havsmossa (*Ceramium tenuicorne*) betydande. Jämfört med påväxtmängden 1996 var de nu uppmätta mängderna lägre utom vid Hasslö.

Djursamhället undersöktes på samma 12 stationer som påväxtalgerna ovan. Studier på djursamhället i tången har inte utförts tidigare och jämförelse data saknas därför. Antalet arter var på flertalet stationer mellan 7 och 9 men liksom för algerna avvek profilen vid Hasslö (Ma3) genom att ha betydligt högre artantal (17 arter). Även



Figur 19 Procentuell fördelning mellan olika djurgrupper i tångproverna vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanbukten 1998. I figuren anges också de olika stationernas artantal och individ täthet (gww/100 g Fucus).

täthet och biomassa var betydligt högre på denna station än på de övriga. I figur 19 framgår den procentuella artfördelningen mellan olika organismgrupper. Man kan se att tångmärlor (*Gammarus*) och eller tånggråsuggor (*Idotea*) dominerade på flertalet stationer. Vid Hasslö (Ma3) dominerade dock det lilla kräftdjuret *Leptocheirus pilosus* som trivs bra på epifytbevuxen och nedslammad vegetation. Arten fanns inte på någon av de övriga stationerna. I figur 19 framgår också totala djurtätheten i tången vilken varierade betydligt mellan olika stationer.

Statistisk analys med MDS (figur 20) bekräftar att Ma3 hade ett avvikande djursamhälle. Stationerna är dessutom ordnade på ungefär samma sätt som vid analysen av rödalgbältets artsammansättning (figur 18).

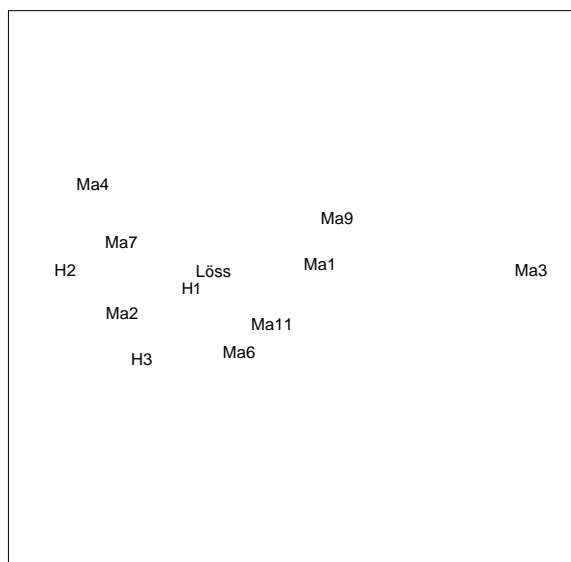
Blåstångens kväve-, fosfor- och kolinnehåll

Kväveinnehållet varierade mellan 6 och 16 mg/g torrsvikt (se bilaga 9), med maxvärde vid Getskär (MA2). 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

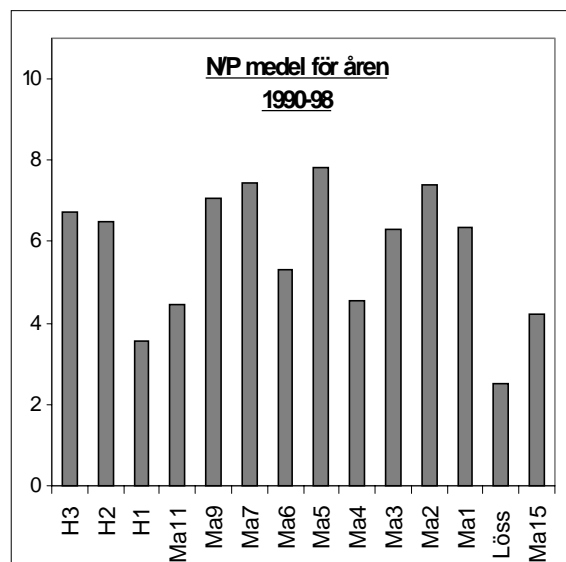
(1989) är kväveinnehållet oftast högre på exponerade stationer. Detta stämmer dock dåligt då det gäller mätningarna i Blekinge. Om man däremot jämför blåstångens kväveinnehåll i Blekinge under perioden 1991-97 med kvävebelastningen i länet, kan man se en viss överensstämmelse (Tobiasson 1998).

Fosforinnehållet varierade mellan 1,6 och 2,9 mg/g torrsvikt med maxvärde vid Rakö (H1) och minimum vid Hasslö (MA3). Värdet för totalkol varierade mellan 370-412 mg/g torrsvikt, vilket var i samma storleksordning som tidigare år.

Kväve-fosforkvoten varierade 1998 mellan 5,9 och 6,5. Data tyder enligt Notini (1990) på att blåstångens tillväxt var mer eller mindre kvävebegränsad på de provtagnastationerna. 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 ex vis. stationen vid Ronnebyfjärden har haft hög kvot (figur 21). På de tre stationerna i Skåne finns endast tidigare mätningar gjorda 1993. N/P-kvoterna låg då mellan 5 och 8, dvs något högre än 1998.



Figur 20 Artsammansättningen för djur i tångbältet analyserat med multivariat metod enl. beskrivning på sidan 19.



Figur 21 Medelvärden för kväve/fosfor-kvoten (vikt) i toppskott av blåstång från 1990-98 års undersökningar. För stationerna i västra Hanöbukten (H1-H3) finns endast data från 1993 och 1998 och för station LÖSS från 1998.

Metaller och andra gifter i sediment och musslor

Under 1998 analyserades tungmetaller för första gången i blåmusslor (*Mytilus edulis*) på åtta stationer i Blekinge och östra Skåne. På sju av dessa stationer analyserades också extraherbart organiskt klor (EOCl) samt klorfenoler och klorguajakoler i musslorna. Resultaten av de gjorda mätningarna redovisas i bilaga 10. De provtagna stationernas lägen framgår av karta 4 på sidan 22.

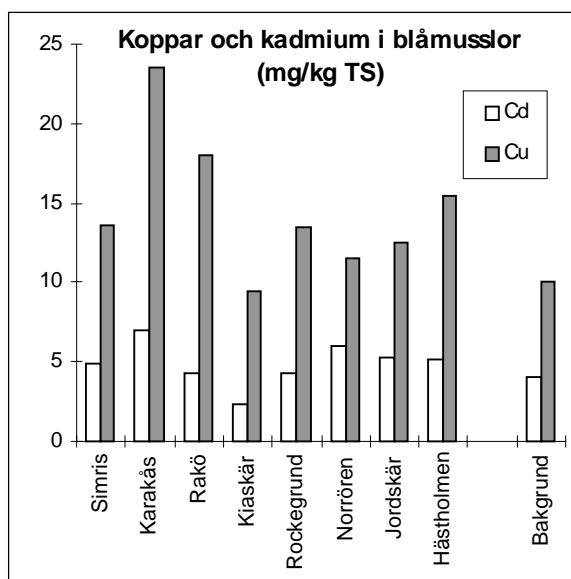
Metaller i musslor

De uppmätta halterna av tungmetaller i blåmussla låg med några undantag i närheten av bakgrundsvärdena. Kadmium och kopparvärdena låg dock i allmänhet något över bakgrunden liksom bly på några stationer. Det är svårt att se något samband mellan uppmätta halter och utsläppskällor. I viss mån påverkas halterna i köttet av hur snabbt musslorna växer och deras storlek. Även åldern har en avgörande betydelse.

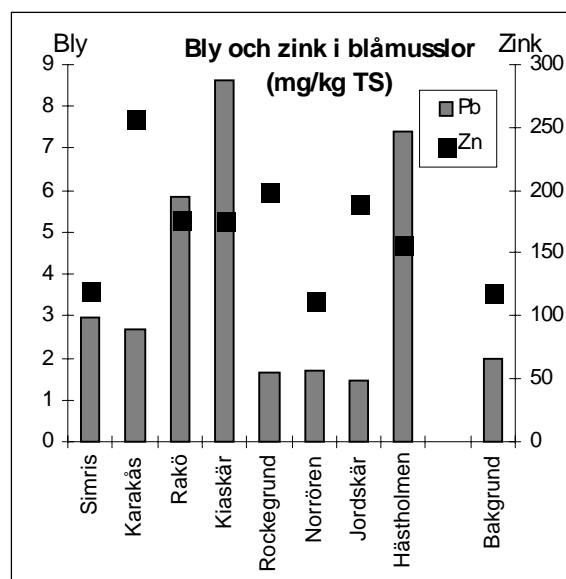
De metaller som hittills visat sig ha de starkaste biologiska effekterna är kvicksilver, kadmium och koppar. Två av dessa (koppar och

kadmium) var förhöjda i förhållande till angivna bakgrundsvärden (Naturvårdsverket 1999) på stationen vid Karakås (H2) (figur 22). Stationen hade också förhöjda halter av zink (figur 23). Sammantaget gör detta att stationen var den enda av de åtta som visade stor avvikelse i förhållande till bakgrunden. Även referensstationen vid Torhamn (Ma1) hade höga halter av koppar och dessutom bly.

Sammanfattningsvis visar mätningarna av tungmetaller i blåmusslor att halterna på en del platser var relativt höga men eftersom 1998 är det första året som tungmetaller mäts i blåmusslor är det omöjligt att säga något om hur halterna har förändrats under åren. Det går inte heller att säga om de uppmätta halterna är typiska eller temporära och följande års mätningar blir avgörande för hur de olika områdena ska klassas då det gäller tungmetallbelastning. Däremot finns det 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 4 och man kan se att framför allt kadmium- och kopparhalterna men även bly- och zinkhalterna var förhöjda. De stationer som uppvisade den högsta avvikelsen



Figur 22 Halter av metallerna koppar och kadmium i blåmussla på 8 stationer i Blekinge och Västra Hanöbukten, september 1998.



Figur 23 Halter av metallerna zink och bly i blåmussla på 8 stationer i Blekinge och Västra Hanöbukten, september 1998.

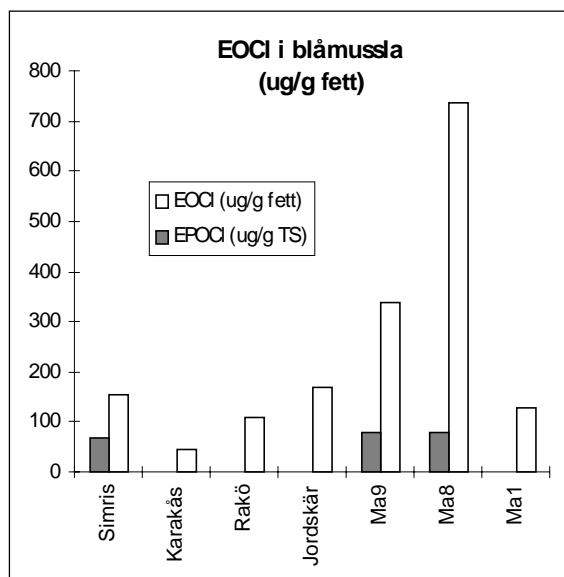
var som tidigare konstaterats Karakås söder om Kivik. Om fortsatt höga halter uppmäts på lokalen bör en analys av orsaken genomföras.

EOCl och klorfenoler i musslor

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

Halterna av klorfenoler och -guajakoler var lägre än detektionsgränsen på samtliga stationer. För EOCl var halterna däremot tydligt högre utanför Mörrums Bruk än på övriga stationer (bilaga 10). Speciellt om halterna anges i förhållande till fettinnehåll får man en väldigt tydlig bild (figur 24). Den syrapersistenta delen (EPOCl) var nästan lika hög vid stationen Simris som på de båda stationerna vid Mörrums bruk vilket är lite förvånande. Det har inte gått att finna en rimlig förklaring till det höga värdet.

Sammanfattningsvis visar undersökningen av



Figur 24 Halter av extraherbart organiskt klor i blåmussla på 7 stationer i Blekinge och Skåne september 1998.

klorerade föreningar i blåmusslor att området utanför Mörrums bruk var märkbart påverkat av utsläppet. Mätningen gjordes för första gången under 1998 och följande års mätningar för visa huruvida de förhöjda halterna består. Det finns inga jämförvärden för klorerade föreningar i Naturvårdsverkets rapport med bedömningsgrunder.

Tabell 4 Avvikelseklassning av uppmätta metallhalter i blåmusslor vid provtagningen i Blekinge och Västra Hanöbukten 1998. Jämförvärden och klassning är hämtat från "Bedömningsgrunder för miljö-kvalitet - Kust och hav" (Naturvårdsverket 1999).

	Simris	Karakås	Rakö	Kiaskär	Ma8	Ma9	Jordskär	Ma1	Medel
Cd	2	4	2	1	2	3	3	3	2,5
Cr	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0
Cu	2	4	3	1	2	2	2	3	2,4
Ni	2	2	1	1	2	1	1	1	1,4
Pb	2	2	3	3	1	1	1	3	2,0
Zn	2	3	2	2	2	1	2	2	2,0
medelklass	1,8	2,7	2,0	1,5	1,7	1,5	1,7	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 4 - stor avvikelse
 2 - liten avvikelse 5 - mycket stor avvikelse
 3 - tydlig avvikelse

Mobil grundområdesfauna

Undersökningarna av mobil grundområdesfauna genomfördes 8-9 september 1998. Denna typ av undersökningar har inte tidigare ingått i vattenförbundens mätningar men ersätter från 1998 mjukbottenprovtagningen för Östra stämkelsen. Under 1980-talet gjordes undersökningar i samma områden och detta material kan nu i viss mån användas som jämförelsematerial. Avsikten är att efter tre års undersökningar göra en utvärdering av metodens lämplighet för fortsatt recipientkontroll. Resultaten från undersökningarna 1998 redovisas i bilagorna 11 och 12. De provtagna områdena framgår i karta 5.

Sediment och vegetation

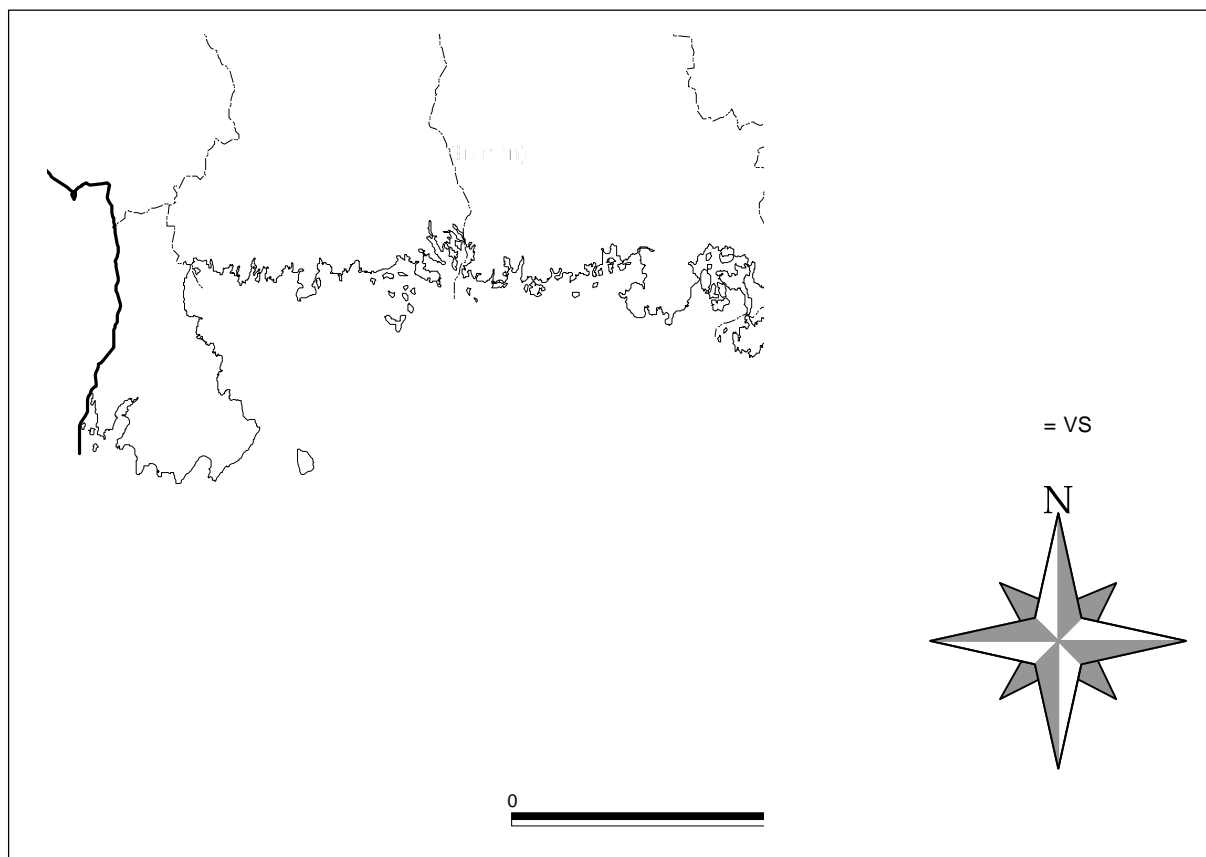
De undersökta lokalerna har botten av likartad karaktär, med en låg organisk halt i sedimenten. De fem lokalerna kan beskrivas som erosionsbotten. I tidigare studier har ej sedimentundersökningar gjorts, men bottenarna bedömdes även vid 1980-talets undersökningar som

erosionsbotten (Lagenfelt, 1990).

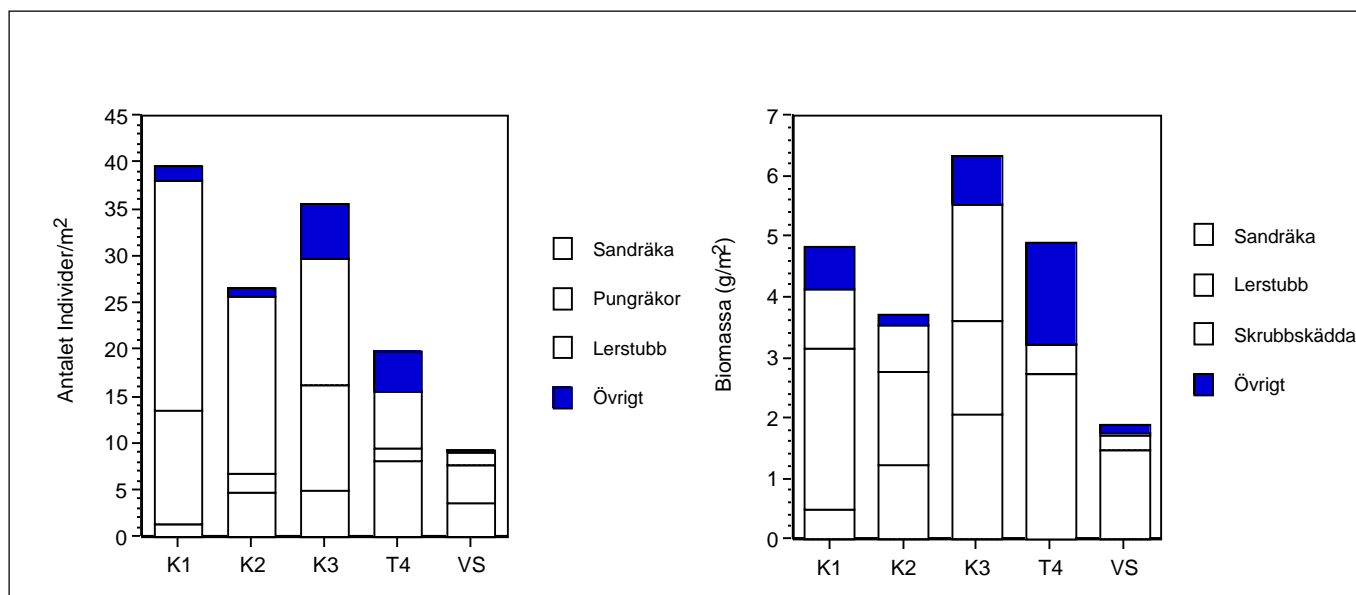
Salthalt och temperatur var likartade på lokalerna vid provtagningen 8-9 september (bilaga 11). Medeldjupet i fallfällproverna låg mellan 0.4-0.7 m på lokalerna. Fetch, ett mått på lokalens exponeringsgrad, var högst på referenslokal 1 (T4), och lägst på K2 (Långaskär). På K1 kunde den ej bestämmas eftersom radiallinjerna i huvudsak var längre än 100 km. Detta gällde delvis även station T4 och K3, varför fetch-värdena för dessa stationer bedöms som osäkra.

Vegetationstäckningen var mellan 0-20% och 20-40% och vegetationen utgjordes av antingen nate (*Potamogeton sp.*) eller nating (*Ruppia sp.*) på lokalerna. Under 1980-talet har vegetationen på lokalerna K1-K3 och T4 klassificerats som botten med nate/nating (Lagenfelt, 1990). Täckningsgraden var generellt sett något högre tidigare är jämfört med i föreliggande undersökning.

Finträdiga alger förekom och täckte såväl vegetation som naken botten till uppskattnings-



Karta 5 Områden för studier på mobil grundområdesfauna i kontrollprogrammet för Blekinge och Västra Hanöbukten.



Figur 25 Abundansen och biomassan av de dominerande arterna/grupperna (utan tånglus) på lokalerna hösten 1998.

vis 0-20% på lokalerna. En större förekomst registrerades dock på lokal K2 där 40-60% av botten var täckt av de lösdrivande finträdiga algmattorna. Allmänt känt är att tånglus ökar med andelen fast vegetation men även med ökande mängd finträdiga alger. Mängden tånglus kvantifierades därför för att en eventuell koppling till mängden finträdiga alger på lokalerna skulle kunna göras. Såväl biomassan som tätheten (se del abundans och biomassa) av tånglus var störst på lokal K2, vilket även var den lokal där den största täckningen av finträdiga alger registrerades.

Artantal

Till mobil epifauna räknas fisk och större kräftdjur (tånglus räknas i denna undersökning ej till mobil epifauna utan redovisas endast för att kunna göra en eventuell koppling till mängden finträdiga alger på lokalerna). Åtta till nio arter tillhörande mobil epifauna erhöles 1998 på de

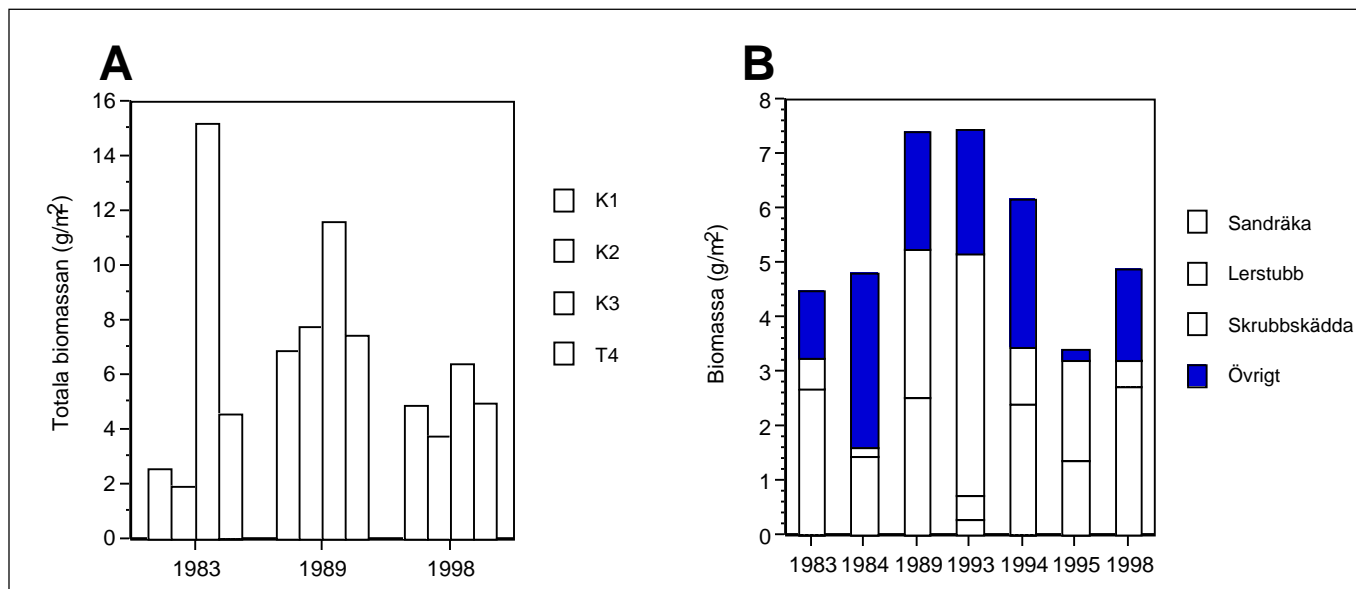
lokaler som besökts tidigare, medan det på lokal V Stämmaskär endast erhöles sex arter (tabell 5). 1989 erhöles 9-10 arter på lokalerna förutom på K1 där 13 arter hittades (insekter ej medräknade vid summering av arter för 1989). De skillnader som förekom i antal arter/m² mellan 1989 och 1998, beror huvudsakligen på skillnader i antal tagna replikat. I 1989 togs 10 replikat, medan det 1998 togs 15 replikat. Eftersom artantalet ej ökar linjärt med antalet replikat, ger beräkningen antalarter/m² inte ett korrekt jämförelsemått om ej skillnader i antal replikat beaktas.

Abundans

Antalet individer per kvadratmeter varierade mellan 9-40. Recipientlokalerna K1, K2 och K3 hade de högsta tätheterna och referenslokalen V Stämmaskär lägst. De antalsmässigt dominerande arterna/grupperna på lokalerna var lerstubb, sandräka och pungräkor (*Praunus flexuosus* och *Neomysis integer*). Dessa arter/grupper

Tabell 5 Antalet arter som erhöles på lokalerna i föreliggande undersökning jämfört med vid undersökningen 1989.

	K1	K2	K3	T4	VS
Antalet arter 1998	8	8	9	8	6
Antalet arter 1989	13	9	10	9	-
Antalet arter/m ² 1998	1,1	1,1	1,2	1,1	0,8
Antalet arter/m ² 1989	2,6	1,8	2	1,8	-



Figur 26 Totala biomassan på lokal K1, K2, K3 och T4 vid tre provtagningsstillfällen (utan tånglus) **A** samt Biomassan (indelad i dominerande arter/grupper) på lokal V Torhamnsudde (T4) under perioden 1983-1998 (utan tånglus) **B**.

förekom på samtliga lokaler. Tätheten av lerstubb var högre på recipientlokalerna K1-K3 jämfört med referenslokalerna. Pungträkor förekom i relativt höga tätheter på K1 och K3 (figur 25). Abundansdata har ej redovisats från tidigare undersökningar på lokal K1, K2 och K3 varför några jämförelser med äldre data ej kan göras här. Referenslokal T4 har haft tätheter på ca 10 och upp till ca 160 individer per kvadratmeter, huvudsakligen beroende på massförekomst av pungträkan *Neomysis integer*, under perioden 1993-1995 (Törnqvist, 1996).

Biomassa

Biomassan var endast 1,9 g/m² på lokal V Stämmaskär medan de övriga lokalerna hade en biomassa på 3,7-6,3 g/m² (bilaga 12). De arter/grupper som dominerade biomassamässigt på recipientlokalerna K1-K3 var sandräka, lerstubb och skrubbskädda. På referenslokal T4 (V Tor-

hamnsudde) var sandräka, ler- och sandstubb de dominerande arterna medan det på den andra referenslokalen (V Stämmaskär) endast var sandräka som bidrog med biomassa av värde (figur 25).

Jämförelser med äldre undersökningar

Värden på totala biomassan (minus tånglus) på lokal K1-K3 och T4 finns från 1983 och 1989. Generellt sett ligger totala biomassan vid varje provtagningsår på ungefär samma nivå på de fyra lokalerna (med undantag för den höga biomassan på lokal K3 1983) medan det mellan åren föreligger skillnader för lokalerna (figur 26 A).

Det är endast på referenslokal T4 som en längre tidsserie för biomassavärden finns (data från Lagenfelt, 1987; Lagenfelt, 1990; Törn-

Tabell 6 Medellängd (±SE) av lerstubb på lokalerna hösten 1998. Stjärna indikerar att lokalen är statistiskt signifikant skild till 95% (Scheffe's post-hoc test) från K2, medan ES står för ej signifikant skild. Antalet lerstubb per lokal anges också.

	Medellängd±SE	Antalet lerstubb	Signifikant skild från K2
K1	23,36 ± 0,26	184	*
K2	21,46 ± 0,24	142	-
K3	24,14 ± 0,46	101	*
T4	22,74 ± 0,56	46	ES
VS	26,00 ± 2,27	11	*

qvist, 1996). Totala biomassan och i synnerhet de olika arternas förekomst och betydelse för biomassan förändras från år till år (figur 26 B). 1998 dominerade sandräka, vilken tidigare endast erhållits 1993 och då med låg biomassa. Tidigare provtagningsår har skrubbskädda och/eller lerstubb varit den art som bidragit med den största biomassan. 1994 bidrog pungräkor med lika stor biomassa som lerstubb. Generellt sett har totala biomassan varit relativt stabil under den aktuella perioden med ett medelvärde på $5,53 \pm 1,54$. Lokalen kan därmed under följande provtagningar utgöra ett bra material för jämförelser.

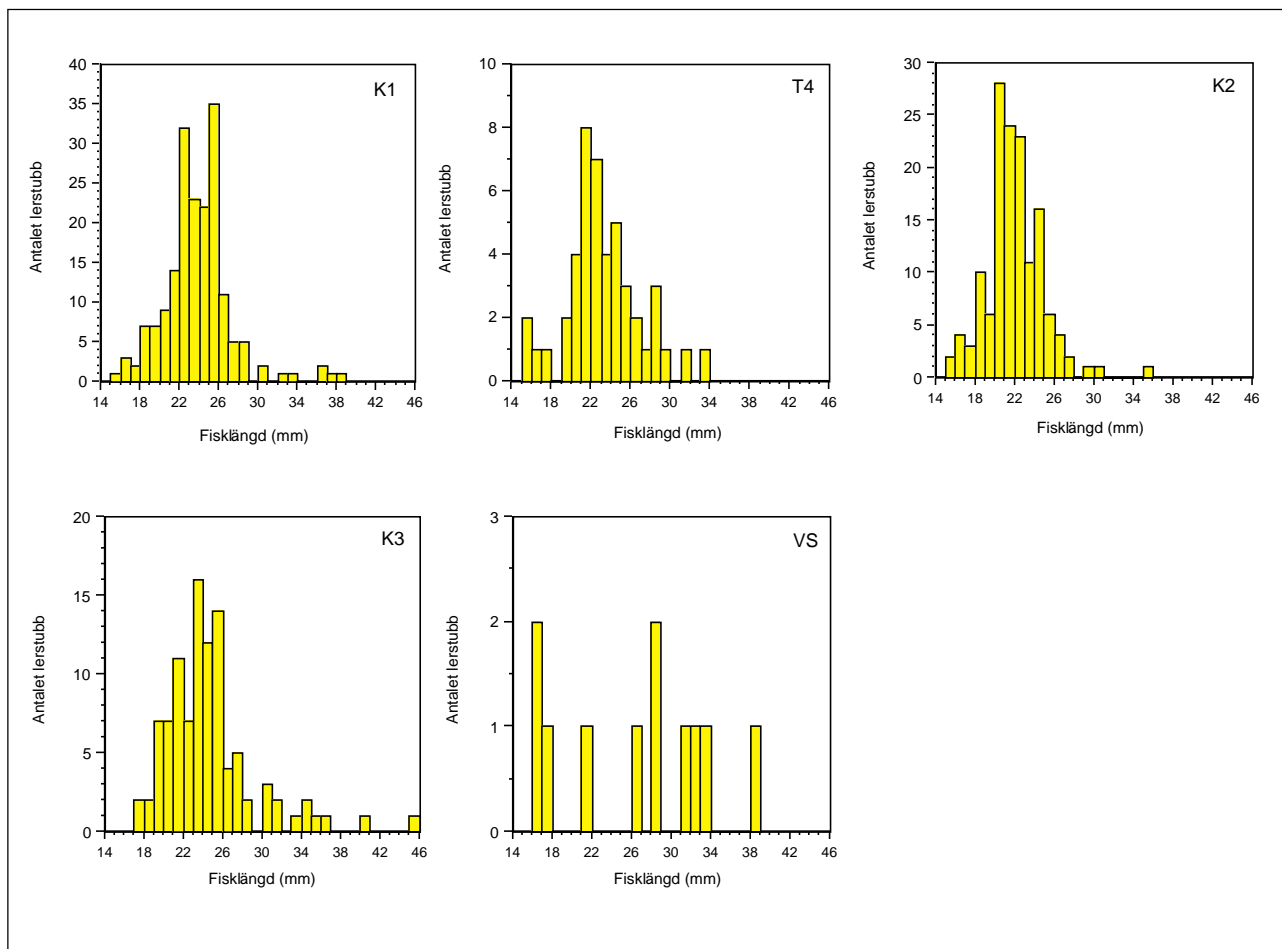
Längdfördelning hos lerstubb

Antalet lerstubb på de olika lokalerna varierade mellan 11 (lokal VS) och 184 (lokal K1). Medellängden av lerstubb var signifikant lägre (ANOVA, Scheffe´s post-hoc test) på K2 jämfört med K1, K3 och VS (tabell 6). Detta kan tolkas som att tillväxten av lerstubb var något

lägre på K2 jämfört med övriga lokaler; dock ej jämfört med referenslokal 1 (T4). 1989 var tillväxten av lerstubb på lokal K2 snabbare jämfört med K1 och K3 (Lagenfelt, 1990). Längdfördelningen var normalfördelad på lokalerna förutom på lokal V Stämmaskär där för få individer erhöles 1998 (figur 27).

Sammanfattningsvis överensstämde recipientlokalerna K1, K2 och K3 med referenslokal 1 (T4, V Torhamnsudde) med avseende på de analyserade biologiska parametrarna (artantal, individtätethet och biomassa). Några eventuella effekter av Lyckeby Stärkelsens utsläpp, beläget V Gräsö, på epifaunan i recipientområdet kunde således ej fastställas.

Referenslokal 2 (VS, V Stämmaskär) hade lägre artantal, individtätethet och biomassa av mobil epifauna jämfört med referenslokal 1 och recipientlokalerna. Möjligen är referenslokal 2 en mindre väl vald referenslokal. Nästkommande års undersökningar kan klargöra om så är fallet.



Figur 27. Längdfördelning av lerstubb på de fem lokalerna för undersökning av mobilgrundområdes fauna i Blekinge och Västra Hanöbukten hösten 1998.

Fiskfysiologiska undersökningar

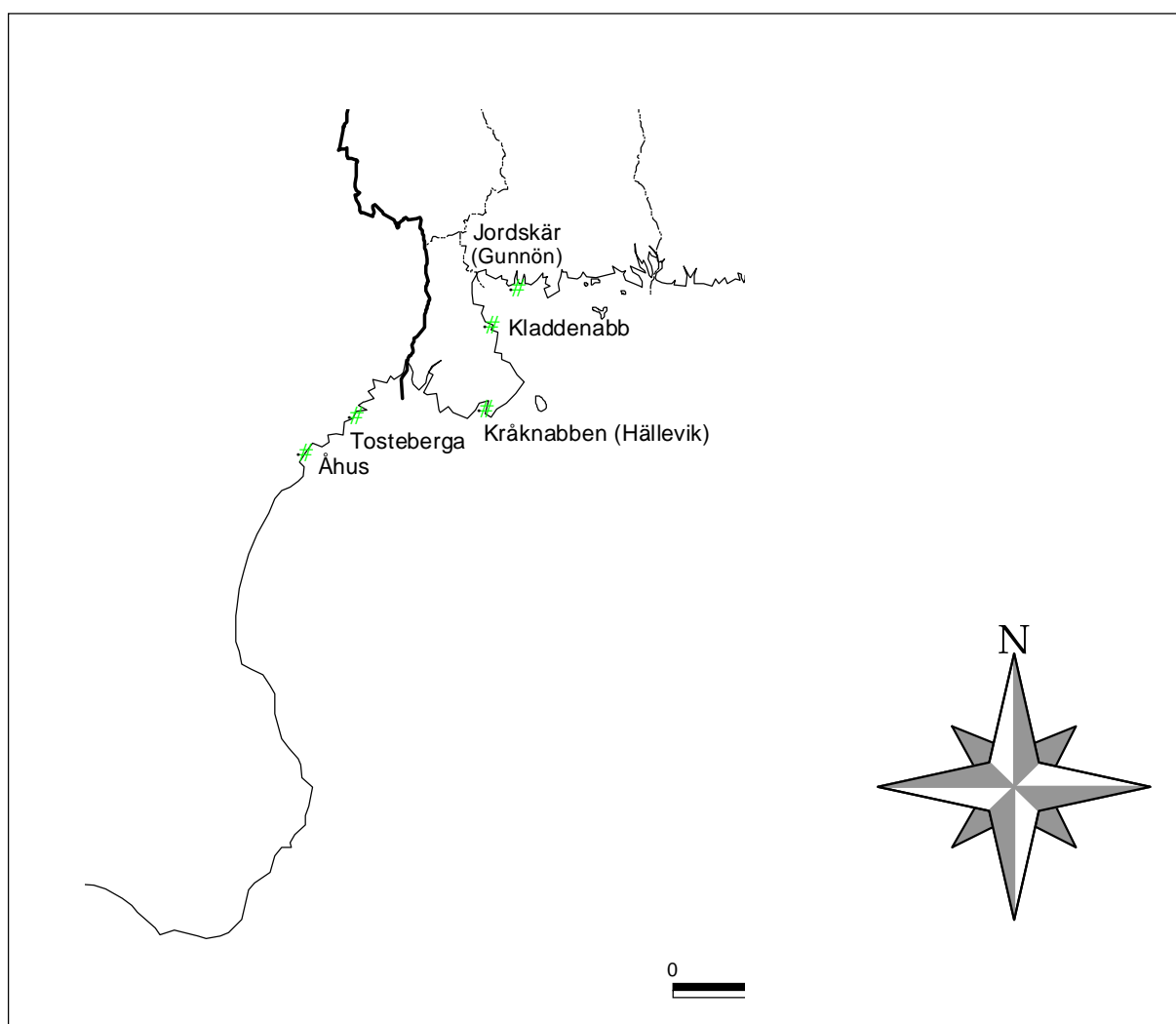
Under 1998 startade Blekingekustens- och västra Hanöbukts vattenvårdsförbund ett kontrollprogram där fiskhälsostudier ingår. Tånglake som i SNV's allmänna råd föreslagits som modellart för studier av skogsindustriella utsläpp på väst- och sydkusten (SNV, 1994), användes i undersökningarna.

Gallanalyserna och analysen av EROD-aktiviteten i levern är parametrar som används som mått på exponeringsgraden av skogsindustriella avloppsvatten. Förhöjda halter av ALAT och/eller ASAT kan indikera skador på levercellerna. En histologisk studie genomfördes för att få ett mått på eventuella cellskador eller cellförändringar i levern. Morfometriska mätningar (total- och organvikter samt totallängd) ger ett grovt

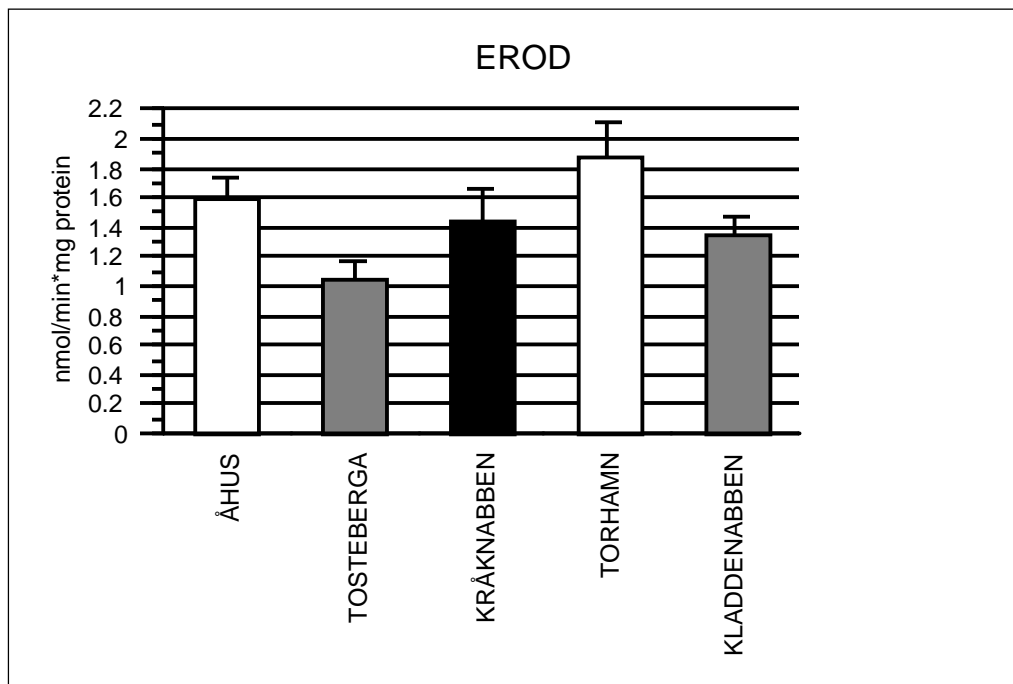
mått på den fysiologiska konditionen. I reproduktionsstudien noterades antalet levande, och eventuella döda och/eller missbildade, yngel. Samtliga yngels längd och totalvikten av ynglen noterades också. Reproduktionsindex beräknades sedan.

Gallanalyser

Halterna av klorfenoler, klorjukoler och hartsyror i fiskgalla låg under eller runt detektionsgränsen. Totala halten fettsyror låg runt 2000 µg/g TS medan halten fytosteroler låg på mellan 200-300 µg/g TS på lokalerna. Inga statistiska skillnader mellan lokalerna förelåg för fettsyror eller fytosteroler. Detta indikerar att exponering för avloppsvatten från massafabrikerna Mörrum och Stora Nymölla ej kunde påvisas vid de kemiska gallanalyserna.



Karta 6 Områden för fiskfysiologiska studier i kontrollprogrammet för Blekinge och Västra Hanöbukten.



Figur 28 EROD-aktivitet (medelvärde±SE) i nmol/min* mg protein på de olika lokalerna.

EROD-analyser

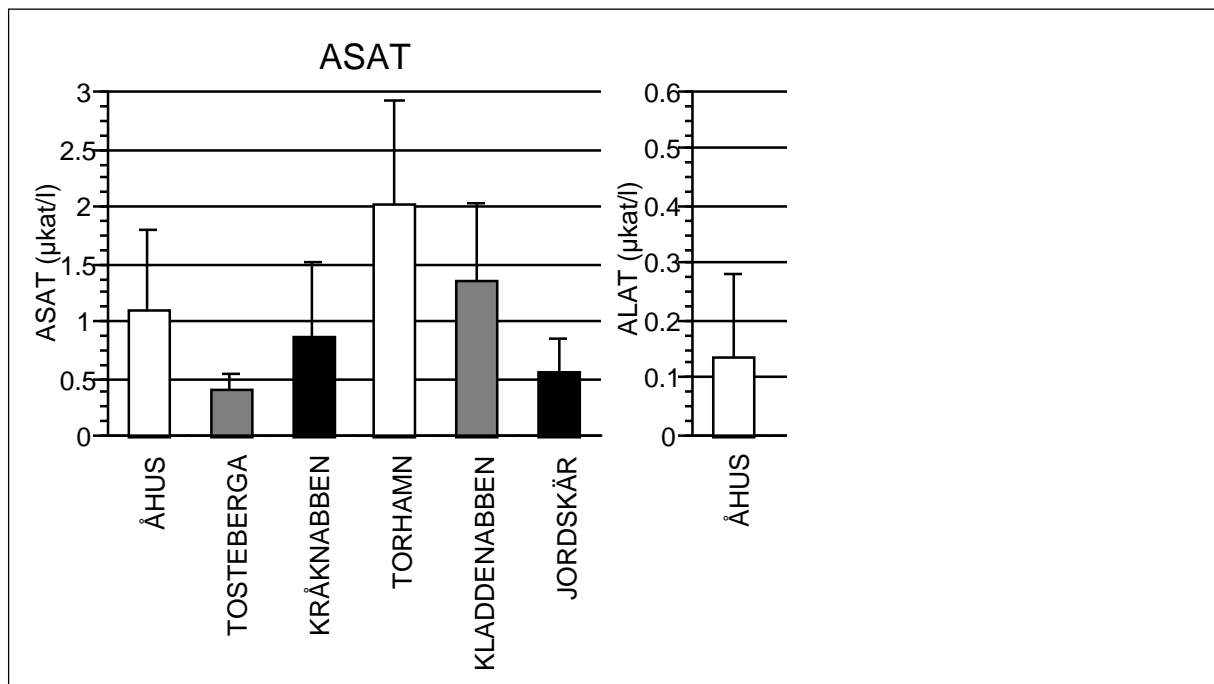
En statistiskt signifikant (Fisher's post hoc-test) lägre EROD-aktivitet erhöles på Jordskär relativt övriga lokaler (figur 28). Detta överensstämmer med undersökningar i Pukaviksbukten 1995 där signifikant lägre EROD-aktiviteter noterades på recipientlokal Gunnön (Jordskär) relativt referenslokal Torhamn (Sandström et al., 1996). Följande års undersökningar kan förhoppningsvis klargöra om detta är en temporär eller karakteristisk förändring hos fisk i recipienten.

Aminotransferasanalyser

Förhöjda aminotransferasaktiviteter, ett tecken på membranskada och/eller ökad intracellulär aktivitet, detekterades inte i recipienten. ALAT-aktiviteten låg runt detektionsgränsen på samtliga stationer, medan ASAT-aktiviteten var klart lägre på några recipientlokaler relativt referenslokalerna (figur 29). En sänkt aminotransferasaktivitet i blod bedöms dock ej som en skadlig påverkan.

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

Station	Total vikt (g)	Somatisk vikt (g)	Total längd (mm)	LSI (%)	KF (%)
Torhamn	58.1 ± 3.0	45.5 ± 2.6	233 ± 4	2.4 ± 0.1	0.19 ± 0.01
Åhus	49.4 ± 6.3	40.8 ± 5.5	224 ± 8	1.9 ± 0.1	0.18 ± 0.02
Tosteberga	52.7 ± 3.5	43.3 ± 2.8	233 ± 4	2.1 ± 0.1	0.19 ± 0.01
Kråknabben	66.1 ± 5.8	54.0 ± 4.8	238 ± 6	2.0 ± 0.1	0.22 ± 0.01
Kladdenabben	64.3 ± 4.0	51.8 ± 3.8	240 ± 4	1.8 ± 0.1	0.21 ± 0.01
Jordskär	64.9 ± 14	49.2 ± 13	234 ± 14	2.2 ± 0.1	0.20 ± 0.09



Figur 29 ASAT/ALAT-aktivitet (medelvärde±SE) i µkat/L på de olika lokalerna.

Leverhistologi

Det förekom en generellt hög förekomst av parasiter i levern hos tånglakar på samtliga stationer. Inga skillnader mellan recipient- och referenslokalerna kunde ses med avseende på frekvensen av parasiter eller på vakuoliseringsgraden av levercellernas cytoplasma. Detta överensstämmer med 1996-års histologiska undersökning där ingen skillnad mellan referenslokal Torhamn och recipientlokal Kladdenabben erhöles (Grotell & Härdig, 1997).

Morfometri

Inga negativa effekter på fiskarnas kondition kunde noteras i recipienten (tabell 8). Detta tyder på att tånglakarna i recipienten inte hade nedsatt fysiologisk status.

Den högsta relativa levervikten (LSI och LTI) erhöles på Torhamn (tabell 7), vilket överensstämmer med undersökningar under perioden 1993-1996 (Lagenfelt, 1996; Grotell & Härdig, 1997). Leverförstoring på recipientlokalerna har därmed ej noterats i de senaste årens undersökningar.

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

Station	Yngelvikt /hona (g)	Antalet yngel/hona	Fekunditet (%)	Reproduktion (%)
Torhamn	7.9 ± 0.6	30.9 ± 2.4	70.5 ± 4.2	69.9 ± 4.0
Åhus	6.6 ± 1.1	28.9 ± 6.0	68.4 ± 6.7	67.5 ± 6.6
Tosteberga	7.9 ± 0.8	34.9 ± 3.7	78.0 ± 3.6	77.8 ± 3.6
Kråknabben	11.3 ± 1.3	41.9 ± 4.3	79.6 ± 4.6	78.6 ± 4.7
Kladdenabben	10.1 ± 6.0	38.8 ± 3.8	76.6 ± 3.9	76.3 ± 3.9
Jordskär	11.9 ± 3.5	35.8 ± 11.1	70.6 ± 6.1	70.2 ± 6.0

Reproduktionsstudier

En mycket låg yngeldödlighet och få missbildade yngel erhöles på samtliga lokaler. Längdfördelningen av yngeln tydde på att tillväxten ej var nedsatt på recipientlokalerna. Fekunditeten och reproduktionen skilde sig ej mellan stationerna (tabell 8). 1998-års studie tyder på att tånglakens fortplantning är normal i recipienten till massafabrikerna Stora Nymölla och Mörrum.

Makroskopisk bedömning

En relativt riklig parasitförekomst noterades på såväl referens- som recipientlokaler, vilket överensstämmer med den leverhistologiska studien. Hudsår och fenerosion noterades ej förutom hos enstaka exemplar på Kladdenabben och Jordskär.

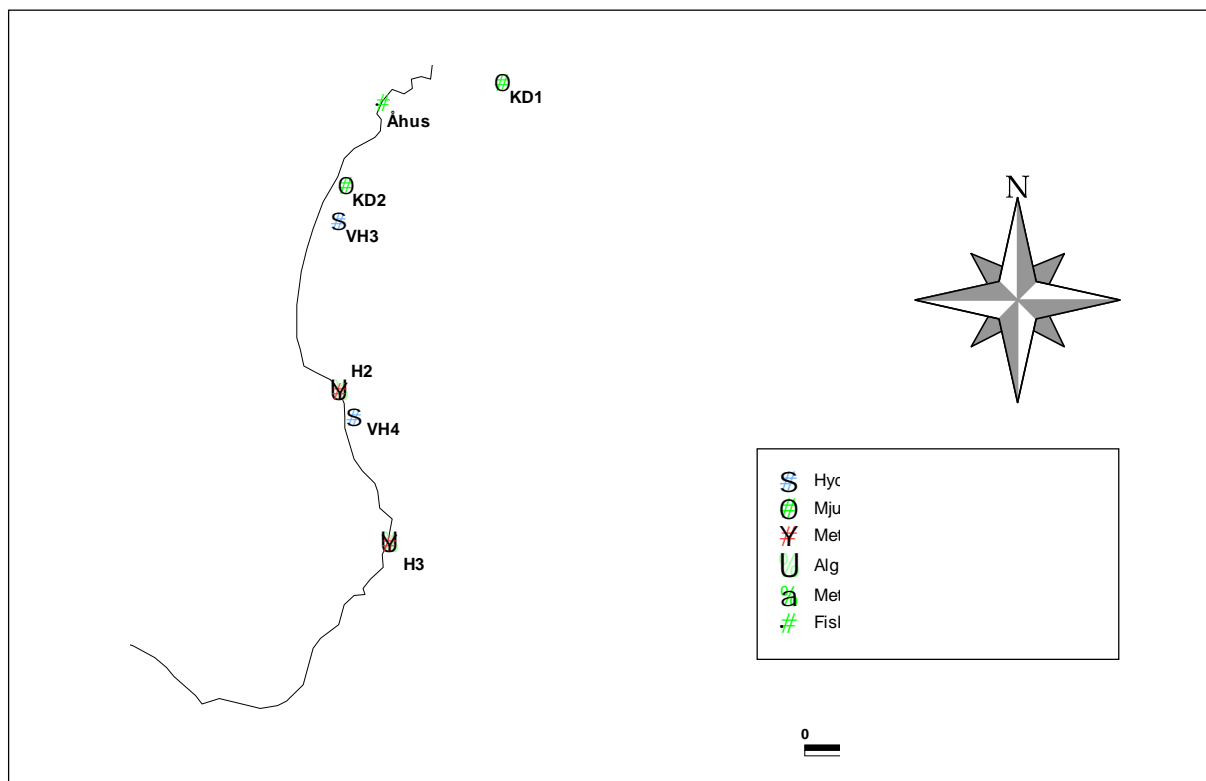
Slutsatser

Inga effekter på fortplantningen registrerades hos tånglakarna i recipienten. Såväl överlevnad som tillväxt av yngel anses vara normal på loka-

lerna. Mycket få missbildade yngel noterades på lokalerna.

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. Detta verifierades i den histologiska undersökningen, där inga nämnvärda skillnader mellan recipient- och referenslokalerna erhöles angående patologiska förändringar i lever. Dessutom indikerade de morfometriska mätningarna att samtliga stationer har fiskar i god fysiologisk kondition.

En statistiskt signifikant lägre EROD-aktivitet registrerades på recipientlokalen Jordskär relativt övriga lokaler. Detta kan tolkas som en hämning av enzymsystemet involverat i avgiftningen av främmande ämnen och har tidigare noterats i recipienten till Mörrums bruk. Möjligen föreligger det alltså komponenter i avloppsvattnet med hämmande effekter på avgiftningssystemet i tånglake. Huruvida hämningen är av temporär eller permanent karaktär kan följande års undersökningar klargöra.



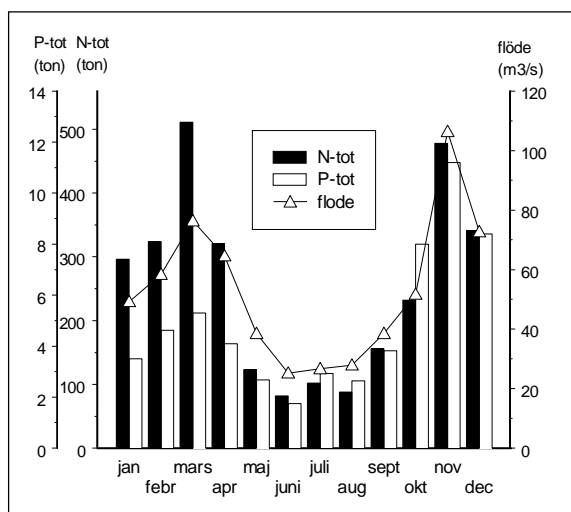
Karta 7 Provtagningsstationer i vattenområdet Västra Hanöbukten.

Tillståndet i olika vattenområden

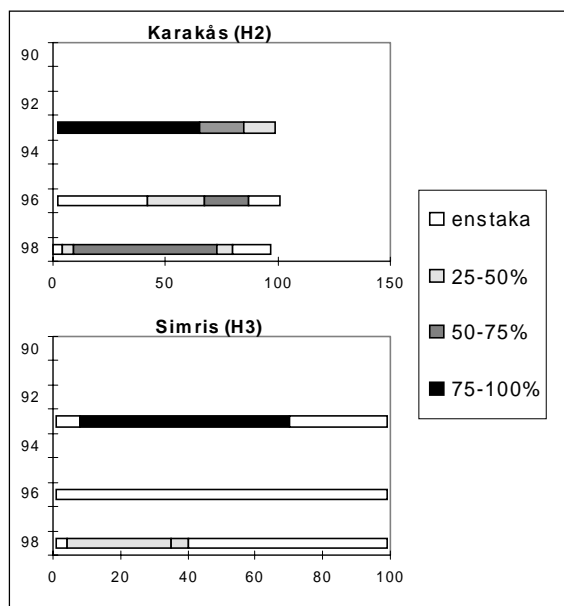
Nedan följer en genomgång av vattenområdena från väster till öster. Det blir därmed lite lättare att hitta den information som hör till ett visst kustavsnitt eller till en speciell utsläppare. Områdesindelningen är något förändrad sedan tidigare år. Några delområden har slagits samman och dessutom har västra Hanöbukten tillkommit i årets rapport. Resultaten av de hydrologiska undersökningarna finns redan redovisade områdesvis på sidan 10 och framåt och tas därför inte med här.

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 Hanöbukten och därmed tillför näringsämnen och föroreningar. Vattenföring och närsalttransport från Helgeån framgår av figur 30. 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 7.



Figur 30 Flöde och näringsämnestransport i Helgeå 1998.



Figur 31 Täckning av tång på stationerna vid Karakås och Simris (H2 resp H3). Täckningsgraden anges i % längs den utlagda profilen (meter från stranden och utåt).

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 den är förorenad. Artsammansättningen var nästan identisk med den vi fann på KD1 en bit norrut. Fortsatta årliga provtagningar får visa hur stabilt djurlivet är på platsen.

De båda algprofilerna i området har undersökt vid ett par tidigare tillfällen och vi kunde då konstatera stora försämringar då det gäller tångbältet mellan 1993 och 1996. Förändringen skyldes då på den stränga vintern 1994/95 som kan ha inneburit att isen skrapade av tång ner till ett par meters djup. Vid besöket 1998 hade tånget ökat sin utbredning och täckning igen och en tydlig återhämtning var på gång (figur 31).

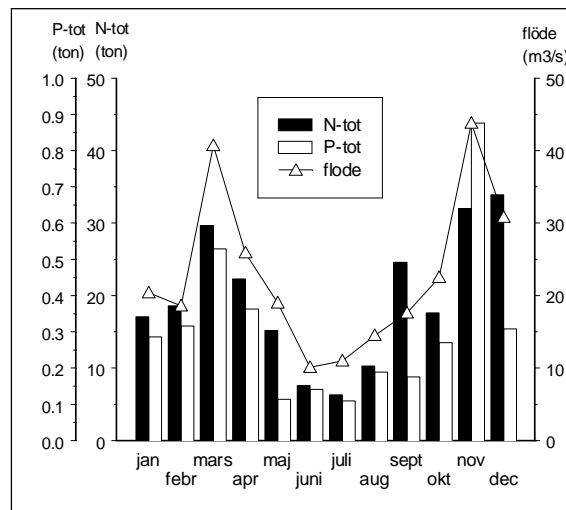
Mätningen av metaller i blåmusslor visade att halterna var låga vid Simris medan de var höga på ett flertal metaller vid Karakås. För metallerna koppar och zink var halterna till och med mycket höga. Fortsatta studier får visa om området är förorenat av metaller eller om det var en tillfällighet. Halterna av EPOCI (Extraherbart syrapersistent organiskt klor) var hög i musslor på stationen vid Simris. Halterna var i samma storleksordning som utanför Mörrums Bruk.

Sölvesborgsområdet och ner till Åhus

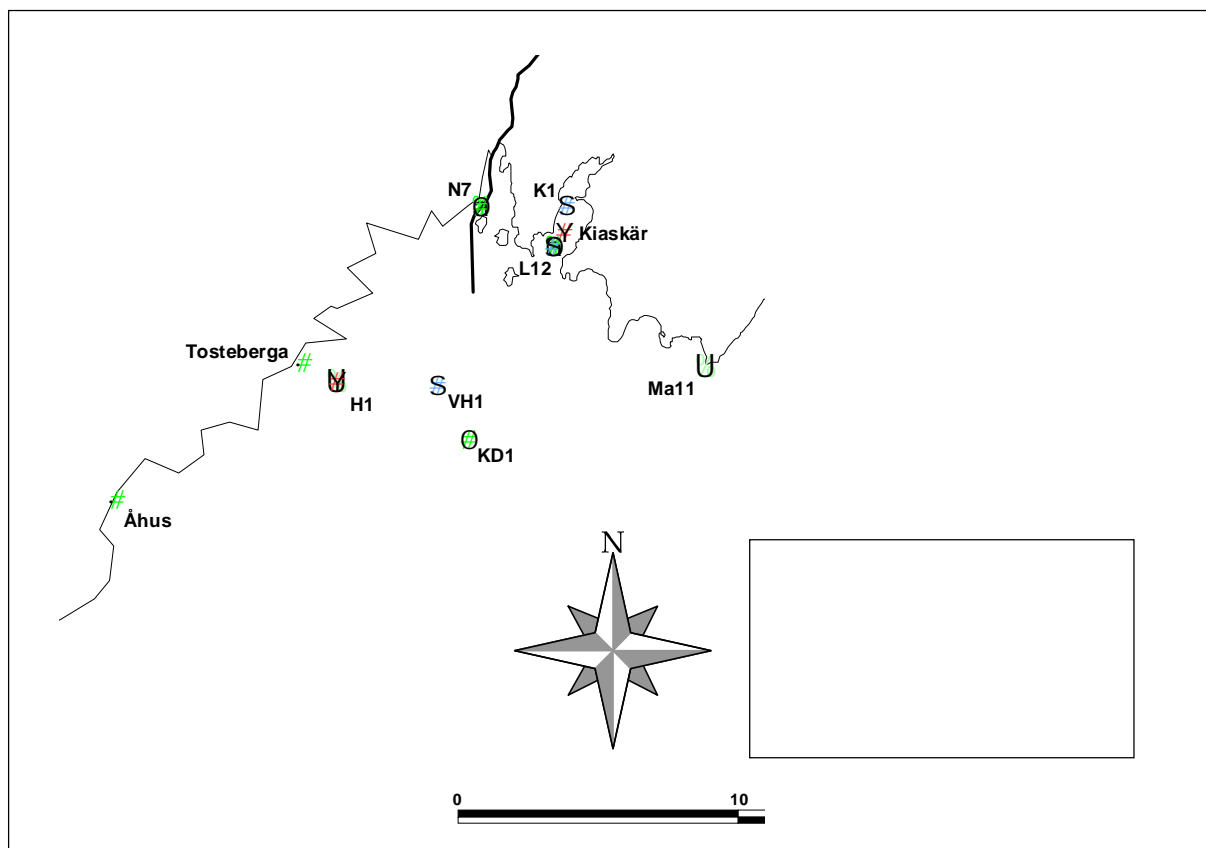
Listerlandet har öppen moränkust med enstaka skär och öar omväxlande med sandstränder och enstaka partier med klippkust som vid Listershuvud och på Hanö. På södra delen av Listerlandet vid Hällevik och Torsö återfinns vikar där inslaget av sand är betydande. Ytterligare en bit mot väster kommer Sölvesborgs- och Valjeviken som ligger mer skyddat för vågor och vind. Här består bottenarna av findetritusgyttja med ett 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. Kuststräckan ner till Åhus 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. Flöde och närsalttransport framgår av figur 32. Utanför "skärgården" består bottenarna uteslutande av sand och grus. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta

8.

Bottenfaunastationerna L12 och N7 ligger båda i skyddade vikar 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 33) men även den totala



Figur 32 Flöde och närsämnestransport i Skräbeån.



Karta 8 Provtagningsstationer i vatenområdet Sölvesborgsområdet och ner till Åhus.

djursammansättningen vittnade om en försämring (Tobiasson m fl, 1996). Vid provtagningen 1997 var dock situationen något bättre igen och 1998 hade ytterligare en liten förbättring skett.

I vattenområdet finns numera även en station som ligger betydligt mer vågexponerat. Det är KD1 som ingår i programmet för västra Hanöbukten. Stationen har provtagits tidigare vid ett par tillfällen och uppvisar ingen nämnvärd förändring sedan dess (figur 34). Biomassan är väldigt låg men artsammansättningen antyder inte att den är förorenad. Den enda tydliga förändringen på stationen mellan de tre 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.

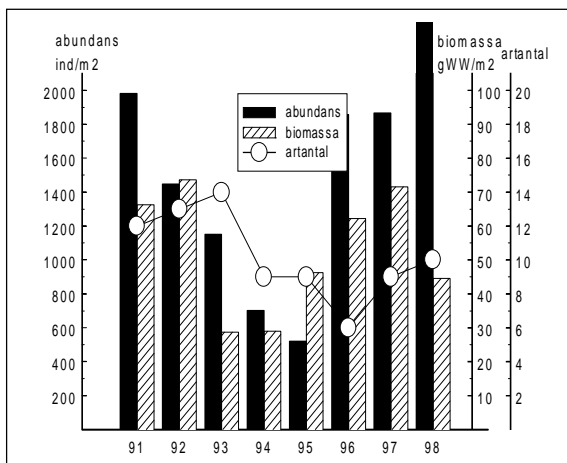
Algprofilen vid Björknabben (MA11) förloade sitt strandnära, blåstångbälte 1992. Sedan dess har försämringen stadigt fortsatt och idag finns nästan ingen tång kvar på stationen. Ungefär 50 m västerut fanns fortfarande ett bestånd med *Fucus* (mest blåstång) kvar. Den var mindre betad/skadad ju längre västerut man kom. Rödalgerna, speciellt gaffeltång (*Furcellaria*), hade oförändrad hög täckning och biomassa. Vid Rakö undersöks en algprofil ingående i västra Hanöbukten program. Den har undersökts vid ett par tidigare tillfällen och vi kunde då konstatera stora försämringar då det gäller tångbältet mellan 1993 och 1996. Förändringen skyldes då på den stränga vintern 1994/95 som kan ha inneburit att isen skrapade av tång ner till ett par meters djup. Vid besöket 1998 hade tånget ökat sin utbredning och täckning igen och en återhämtning verkar vara på gång.

Halterna av tungmetaller i blåmussla analyserades dels i yttre delen av Sölvesborgsviken (Kiaskär) och dels vid Torsteberga (Rakö). På båda stationerna var blyhalten hög vilket är förvånande då det gäller Rakö. Vid Sölvesborg är halten av bly i sedimentet förhöjd och det är därför inte så förvånande att även blåmusslorna har höga halter. Kopparhalten var hög vid Rakö vilket är svårt att finna en rimlig förklaring till.

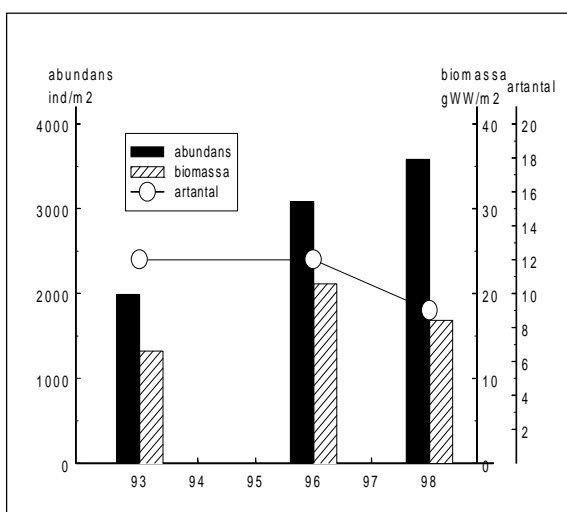
Under 1998 gjordes för första gången fisk-fysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massabruken i Mörrum och Nymölla. Det fanns ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar i området utanför Stora Nymölla har påverkats negativt.

Pukaviksbukten och Karlshamn

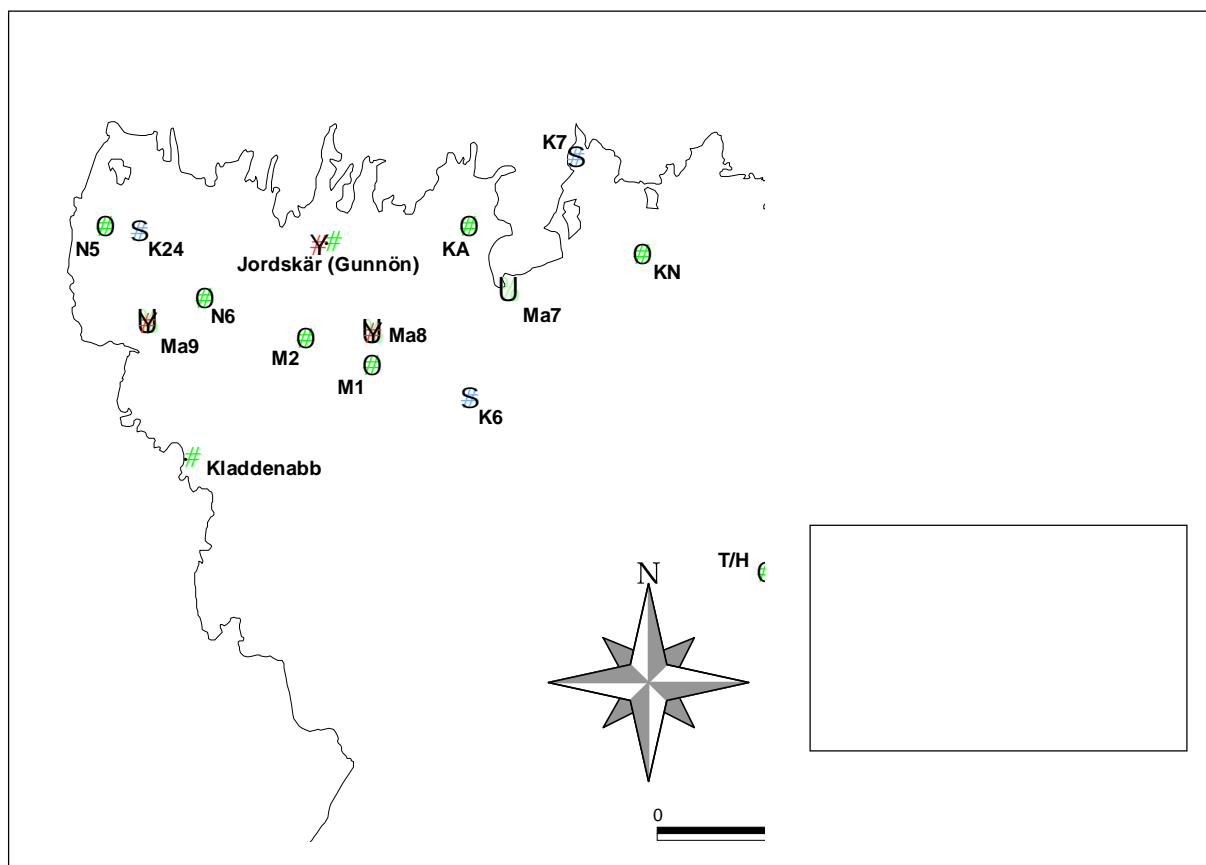
Skärgården väster om Ronneby övergår vid Karlshamn till en kust som är betydligt mer exponerad för vågor och vind. På den exponerade södra delen av Stjärnö finns en låg klippkust. I Karlshamns hamn där vattenstationen K7 ligger är dock vattenutbytet inte lika stort och området belastas av utsläpp från såväl industri som kommunalt reningsverk och dagvatten. Dessutom



Figur 33 Artantal, individtäthet och biomassa på bottenfaunastation N7 i Valjeviken under åren 1991-97.



Figur 34 Artantal, individtäthet och biomassa på bottenfaunastation KD1 under åren 1993-98.

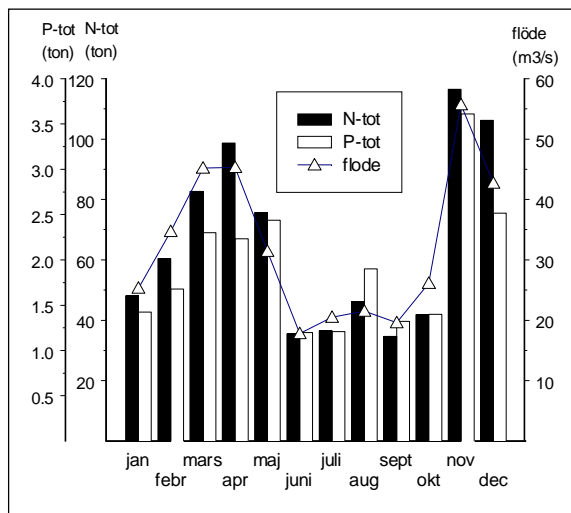


Karta 9 Provtagningsstationer i vattenområdet Pukaviksbukten och Karlshamn.

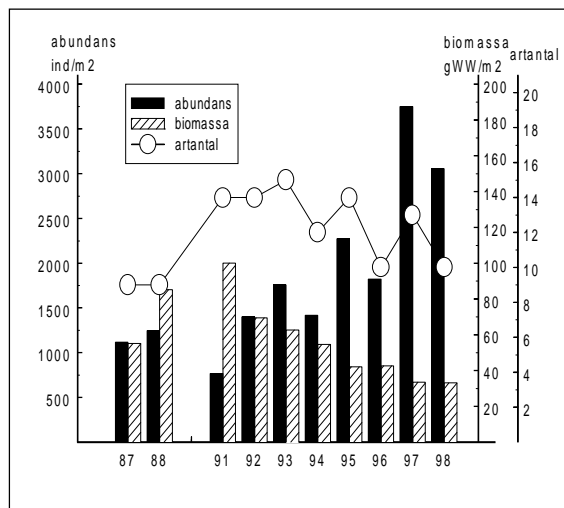
mynnar ett vattendrag i hamnen (Mieån). Pukaviksbukten är tämligen öppen mot öppna havet och vattenomsättningen måste därmed betraktas som god. Det är endast i den inre delen in mot Pukavik som vattenutbytet är något begränsat. Bottnarna i Pukaviksbukten består med något undantag uteslutande av finsand eller sand. I Pukaviksbukten mynnar Mörrumsån, Blekinges största vattendrag. Här finns också länets största fosforutsläpp (Mörrums bruk). I figur 35 visas flöde och transport av näringsämnen via Mörrumsån 1997. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 9.

Det finns bara en bottenfaunastation i området (KN), och den ligger en bit söder om Karlshamn. Bottensubstratet på stationen, liksom i hela kustområdet utanför Karlshamn, är sand. Bottnen 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 förorenad. Bottnarna i Pukaviksbukten består också som tidigare konstaterats nästan uteslutande av sand. Detta avspeglar sig även i djursamhällena

som domineras av sandrörsbyggande havsborsmaskar (*Pygospio elegans*), små daggmaskar (*Oligochaeter*) 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). Mjukbottenstationen vid Nypgrund (M2) visade under några år i början av 90-talet tecken på stress av något slag, men har sedan dess förbättrats betydligt. Då det gäller art- och individantal på stationerna i Pukaviksbukten har det varit tämligen normalt och stabilt under senare år, biomassan däremot har sjunkit (figur 18, sidan 16). Stationen i yttre delen av Pukaviksbukten (M1) har provtagits sedan 1987 (figur 36). Individantalet har varierat mellan åren, men visar en liten tendens till att öka. Det är framförallt mängden av småmaskar som har fluktuerat mellan åren. Artantalet däremot verkar ha minskat sedan 1991 men fortfarande är dock artantalet högre än i slutet av 80-talet. För biomassan kan man se en tydlig trend med sjunkande värden under hela 90-talet. Det är främst östersjömusslorna som har minskat. Man kan



Figur 35 Flöde och näringsämnestransport i Mörrumsån 1997. Från nationella (tidigare PMK) mätningar.



Figur 36 Artantal, individtätet och biomassa på bottenfaunastation M1 i Pukaviksbukten under åren 1987-97.

dock se att biomassan på stationen var låg även vid 1987 års provtagning.

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 visade en oförändrat hög täckning och biomassa.

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

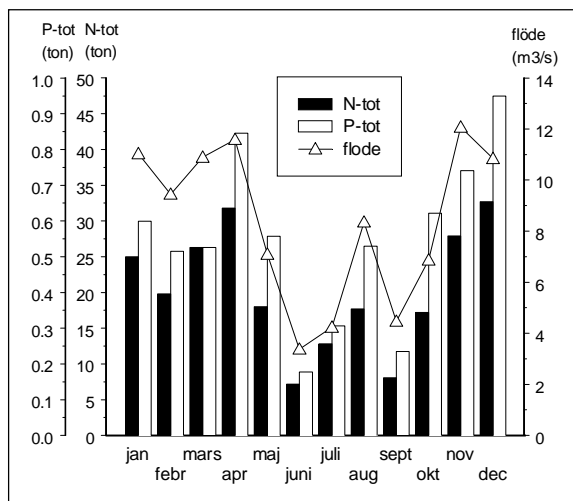
Algprofilen vid Norrören (MA9) förlorade yttre delen av sitt tångbälte under 93/94. Vid besöket 1996 hade ytterligare tång försvunnit i den djupare delen av bältet. Sammanlagt hade ungefär 20 av 40 meter bälte försvunnit mellan 1995 och 1996. Sedan dess har tången utvecklats positivt på stationen och det fanns 1998 nästan lika mycket tång som före 1994. Rödalgsbältet hade inte förändrats märkbart. Algprofilen vid Listers huvud (MA10), där det inte förekommit sammanhängande tångbälte sedan 1990, har utgått ur programmet.

Då det gäller halterna av tungmetaller i blåmusslor så var de ungefär i samma storleksordning som bakgrundshalterna. På de båda inre stationerna var zink-halterna förhöjda, men i övrigt var halterna alltså tämligen låga. Halterna av EOC1 i blåmusslor var tydligt förhöjda i närheten av Mörrums bruks utsläpp medan halterna av klorfenoler och -guajakoler var så låga att de inte kunde detekteras.

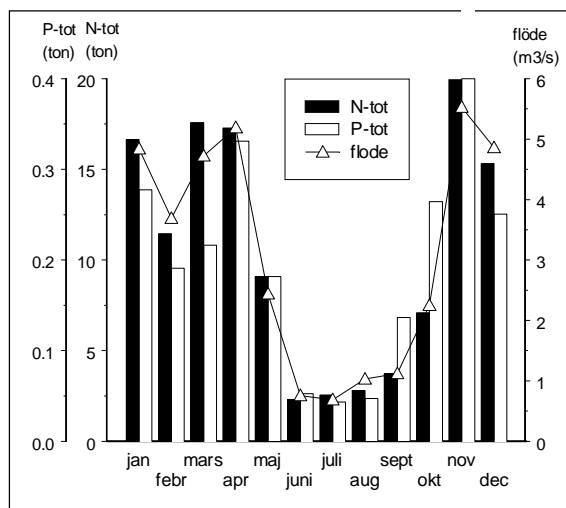
Under 1998 gjordes för första gången fisk-fysiologiska undersökningar inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten. Undersökningar gjordes utanför de båda massabruken i Mörrum och Nymölla. Låg EROD-aktivitet registrerades vid Jordskär vilket kan tolkas som en hämning av enzymsystemet som svarar för avgiftningen av främmande ämnen. Även vid tidigare mätningar i recipienten har denna avvikelse noterats och följande års undersökningar får visa om hämningen är temporär eller permanent. I övrigt fanns det ingenting i de gjorda undersökningarna som tyder på att hälsotillståndet för fiskar i området utanför Mörrums Bruk har påverkats negativt.

Ronnebyområdet och västerut

Området utanför Ronneby karaktäriseras av en smal moränskärgård med låga öar. Ronnebyfjärden är en halvöppen fjärd med relativt god kontakt med utsjövattnet. Fjärden belastas fr a av Ronnebyån, men i dess yttre del finns även en stor fiskodling (tillståndsgiven produktion: 260 ton). Flöde och transport av näringsämnen via Ronnebyån för 1997 framgår av figur 37. Från Ronneby och västerut består kusten av en smal skärgård som på några ställen flikas upp av fjärdar som sträcker sig ett par kilometer in i landskapet. Ställvis tättnar öarna till en bredare skärgård exempelvis vid Tärnö. Ett större vattendrag (Bräkneån) mynnar i området och dessutom fanns där under 1998 tre fiskodlingar med



Figur 37 Flöde och näringsämnestransport i Ronnebyån 1997. Från Ronnebyåns vattenförbunds mätningar.

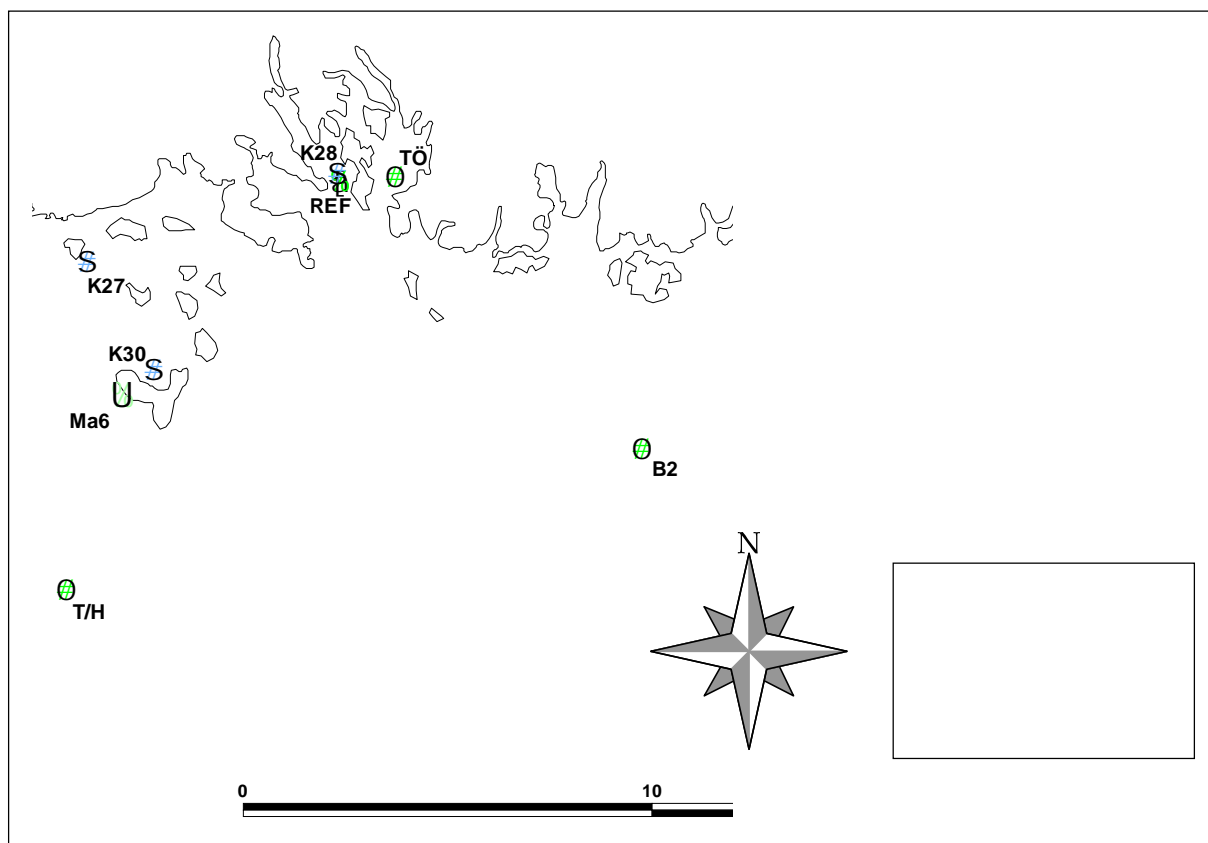


Figur 38 Flöde och näringsämnestransport i Bräkneån 1997. Från Bräkneåns vattenförbunds mätningar.

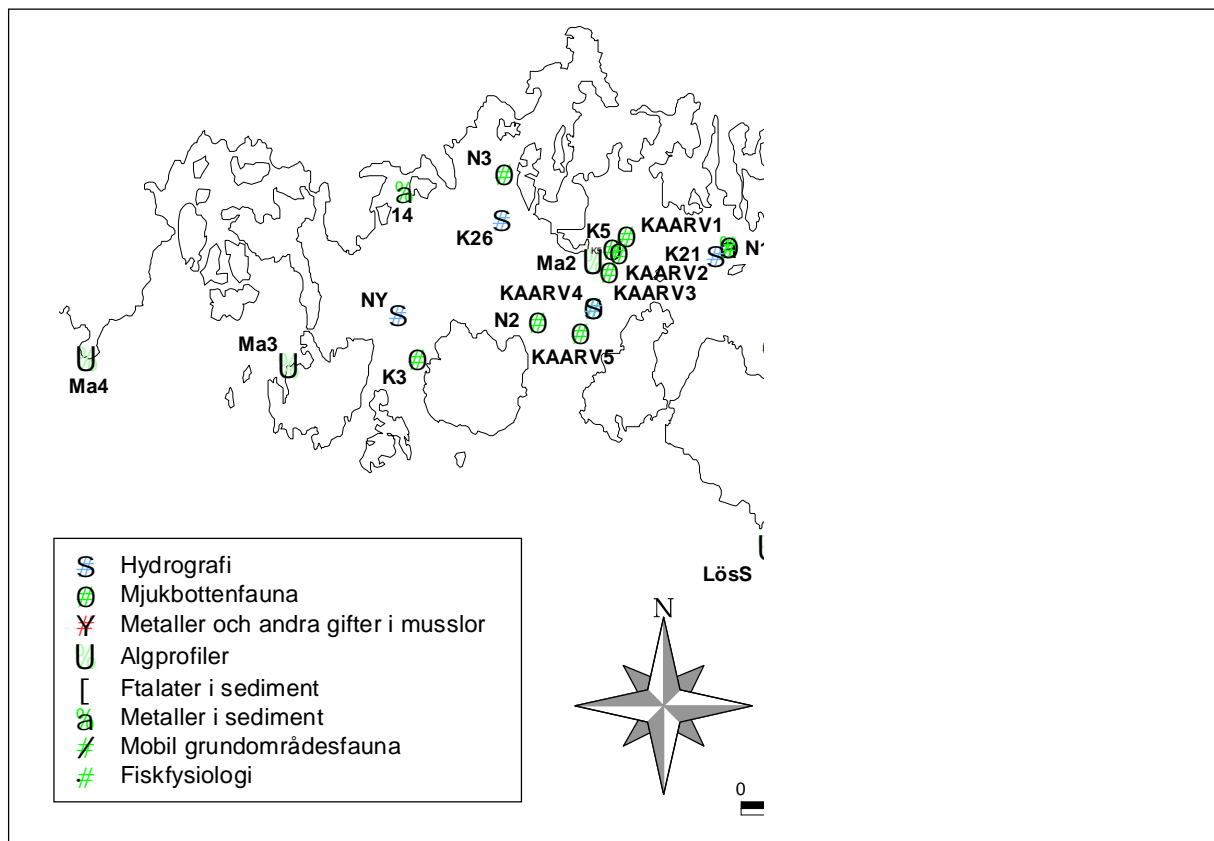
en total tillståndgiven produktion på 110 ton. Flöde och transport av näringsämnen via Bräkneån för 1998 framgår av figur 38. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 10.

Bottenfaunastationen i Ronnebyfjärden (RY) visade på en liten försämring sedan 1996 och 1997 med avseende på artsammansättning. På

stationen har antalet arter eller högre taxa minskat från 19 till 9. Flera av dessa hörde dock snarare till de vegetationsklädda grunda bottenarna än till mjuka sediment. 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



Karta 10 Provtagningsstationer i vattenområdet Ronneby och västerut.



Karta 11 Provtagningsstationer i vattenområdet Karlskrona / Torhamn.

inte nämnvärt förändrats under provtagningsperioden. Det finns endast en mjukbottenstation i området väster om Ronneby (TÖ). Den har varierat mellan åren vad gäller biomassa och individantal men har genomgående hållit djurarter som kräver bottnar med låg föroreningsbelastning (Leppäkoski, 1975).

På algstationen i Ronnebjfjärden (Ma5) hade en liten förbättring skett sedan 1996. Stationen har i stort sett helt saknat tång de senaste åren men vid undersökningen 1998 fann vi ett litet bestånd (ca 20 plantor) med ungefär 3-åriga blåstångplantor. Detta kan vara början på en positiv utveckling av tången i området. Vi besökte även andra kustavsnitt på öarna i närheten och fann på några platser fina tångsamhällen. På de båda andra, mer vågexponerade stationerna i området (Ma4 på Lindö och Ma6 på Tärnö) hade utvecklingen varit negativ och det fanns nästan ingen tång kvar.

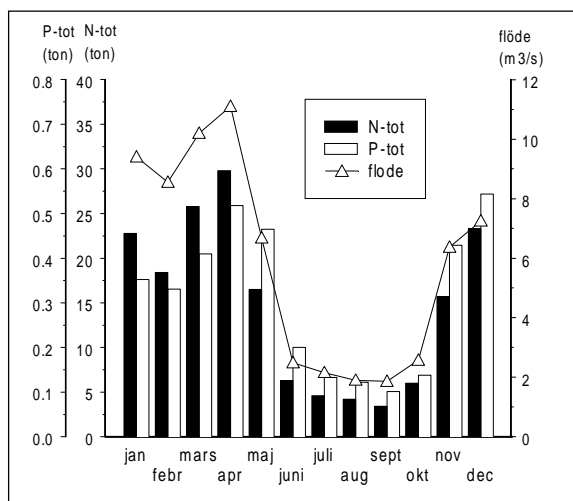
Karlskrona- / Torhamnsområdet

Kusten i Torhamnsområdet består mestadels av förhållandevis grund skärgård med låga moränöar. Stora delar av grundområdena, både i Torhamns och Sturkö skärgård, täcks av undervat-

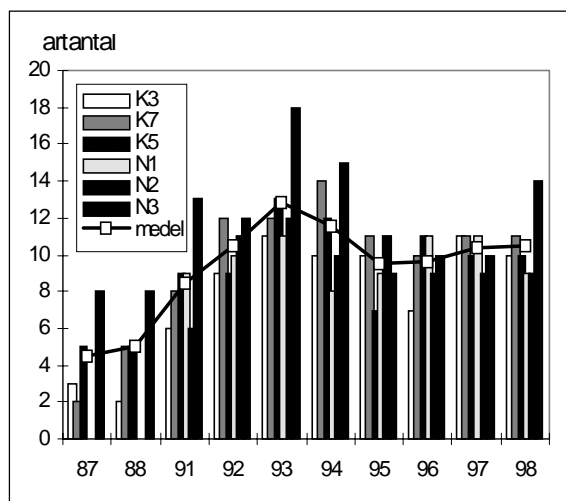
tensvegetation ut till ungefär sex meters djup. Området saknar såväl punktutsläpp som större vattendrag och är tänkt som referensområde. Karlskrona skärgård ligger innanför ett antal stora öar med smala sund emellan. Öarna i Karlskrona skärgård är låga. I fjärdarna ligger djupområden på 10-20 meter. 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 39. De olika provtagningsstationernas lägen framgår av karta 11.

I nuvarande provtagningsprogram finns två stationer med bottenfaunaundersökningar i Torhamnsområdet. Den ena (PMK 8) ligger tämligen grunt (4 m) och hade mycket djur medan den andra (PMK 5) ligger betydligt djupare (13 m). Den verkar ha problem med syresättningen och hade det svagaste djursamhället av all de undersökta stationerna.

Algprofilen vid Hästholmen (MA1) hade förlorat en del av sitt redan glesa tångbälte och



Figur 39 Flöde och näringsämnestransport i Lyckebyån 1998. Från nationella (tidigare PMK) mätningar.

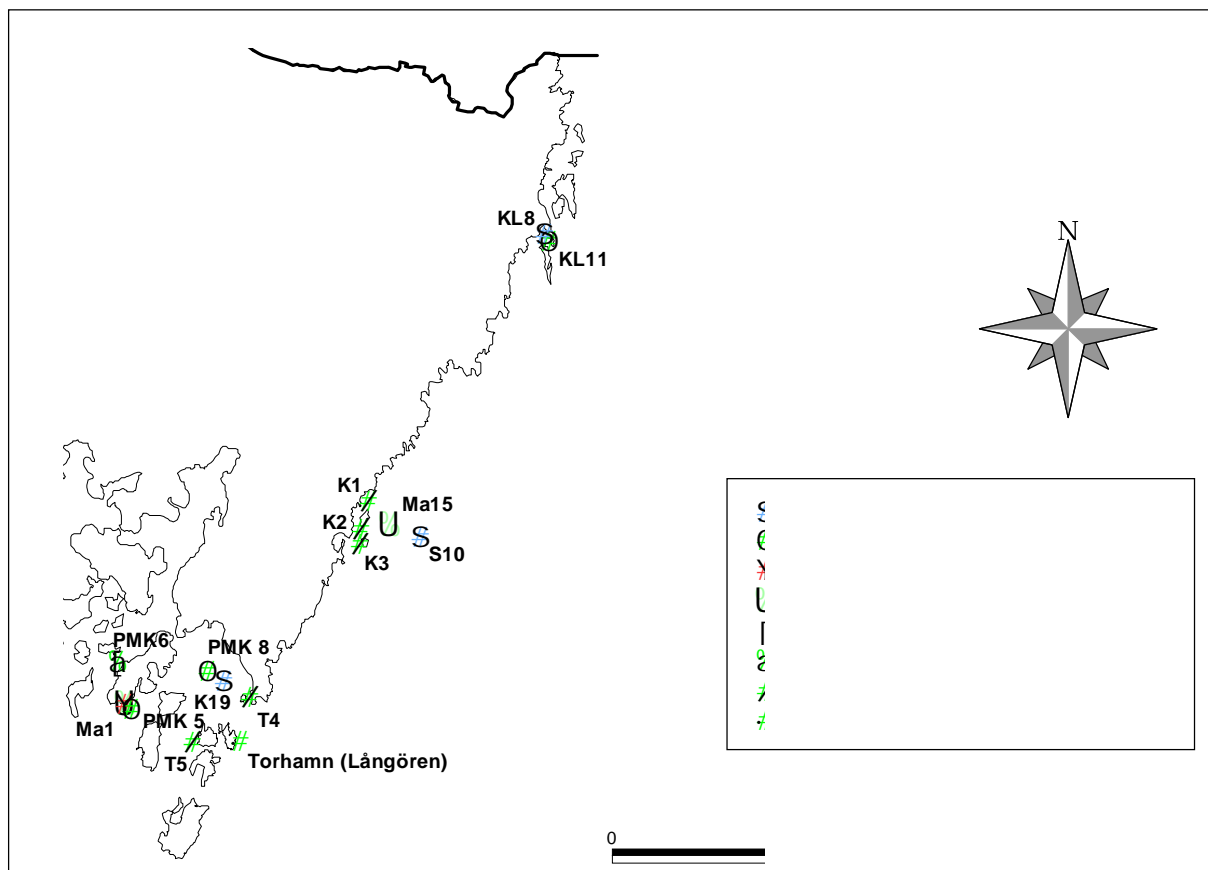


Figur 40 Artantal på 6 bottenfaunastationer i Karlskronaområdet 1987-98. Medelvärdet för stationerna är inlagt som en linje.

det som nu återstår är både smalt och illa åtgånget. Algprofilen vid Getskär utanför Karlskrona Örlogshamn (MA2) hade däremot ett bättre och speciellt mot ytan tätare tångbälte än tidigare. Det är för övrigt sägtång som dominerar denna station. Rödalgsbältet hade fortsatt låg täckning.

Vid en analys av alla bottenfaunastationer i

fjärdarna runt Karlskrona kan man ganska tydligt se att Yttre redden har en artsammansättning som skiljde sig från de övriga delarna, med ett betydligt större inslag av arter som kräver förhållandevis rena bottnar (Nilsson & Tobiasson, 1996). I de andra fjärdarna tyder artsammansättningen snarare på något förorenade förhållanden. Under 90-talet har flera av stationerna



Karta 12 Provtagningsstationer vid blekinges ostkust.

haft en ökning av såväl artantal som biomassa (figur 40) vilket antyder att situationen dock har blivit något bättre.

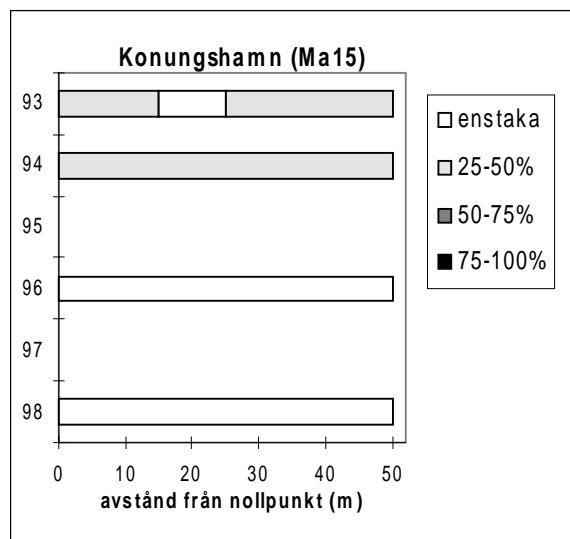
Analysen av tungmetaller i musslor visar att halterna vid Hästholmen var något högre än bakgrundsvärdena på ett antal metaller. Det gäller speciellt metallerna koppar och bly men även i viss mån kadmium.

Östra Blekingekusten/ södra Kalmarsund

Östra Blekingekusten, från Kristianopel till Torhamnsudde, 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 12.

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

Undersökning av den mobila epifaunan på grunda botten har däremot tillkommit sedan



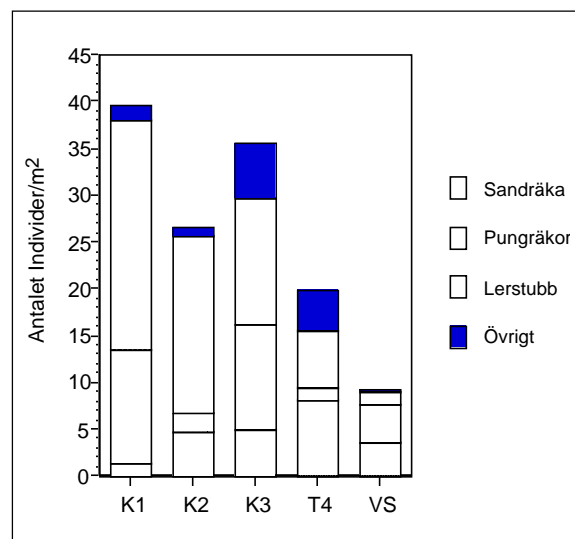
Figur 41 Täckning av tång på station Ma 15 utanför Blekinges ostkust.

tidigare. Årets provtagningar är de första inom ramen för de samordnade kontrollprogrammen inom Blekinge och västra Hanöbukten och det är därför för tidigt att dra några långtgående slutsatser.

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 41). Den troligaste förklaringen till minskningen är den stränga vintern med mycket packis längs kusten. Stationen besöktes under 1998 och det visade sig att försämringen hade fortskridit. I den undersökta profilen fanns bara ett litet antal plantor kvar. En utvidgad undersökning visade dock att ett glest men ändå livkraftigt bestånd med sågtång finns så djupt som 9 meter. Den djupaste plantan fann vi så djupt som på ca 11,5 m.

Av resultaten går det ej att fastställa någon effekt av utsläppet. Såväl artantal som individtätthet och biomassa var jämförbara på recipientlokalerna och referenslokalen vid Torhamn. Däremot avvek den andra referenslokalen (väster Stämmaskär, VS) både vad det gäller artantal, individtätthet (figur 42) och biomassa och hade genomgående lägre väden.

Jämför man 1998 års undersökning med äldre undersökningar ser man att den totala biomassan generellt ligger på samma nivå på de fyra stationerna medan det föreligger skillnader mellan åren.



Figur 42 Abundansen av de dominerande arterna/grupperna av mobil grundområdesfauna (utan tånglus) på lokalerna hösten 1998.

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 β -naphthoflavone or Clophen A50. *Biochem. Pharmacol.* **34**: 3309-3314.
- Bergström, S., 1994. Klimatvariationer eller mänsklig påverkan? - Exempel från Östersjön. Seminarie anteckningar från Naturvårdsverkets seminarium om projektet "Storskaliga miljöeffekter och ekologiska processer i Östersjön".
- Cederwall, H. & Larsson, U., 1988. Miljökvalitetsbeskrivning, I: fria vattnet och mjukbottenfaunan. -Technical report from Askö Lab. no. 4.
- Clarke, G.M., 1980. *Statistics and experimental designe*. London, Edward Arnold Ltd.
- Degerman, E. L. Pihl, R. Rosenberg, I. Lagenfelt, E. Thörnlöf och M. Ulmestrand. 1986. Fisk och kräftdjur på grunda bottnar från Bohuslän till Blekinge. SNV rapport 3082.
- Engqvist, R. & Persson, L-E., 1993. Blekingekustens Vattenvårdsförbund, årsrapport 1992. - Rapport, Högskolan i Kalmar.
- 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.
- 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**.
- Lindqvist, K., Andersson, J., Smith, S. 1998. Smordnad kustvattenkontroll i Kalmar län 1997. SMHI och Fiskeriverket
- Naturvårdsverket. 1987. Aktionsplan mot havsföroreningar. Naturvårdsverket informerar.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och Hav. Rapport 4914.
- 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 algtillväxten 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.
- 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.
- Thörnqvist, S. 1996. Fiskeriutredning Stora Papyrus Nymölla -grundområdesfauna-. Fiskeriverket. 19 sidor.
- 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.

Bilagor

- Bilaga 1 Kortfattad beskrivning av använda metoder.
- Bilaga 2 Resultat av vattenprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 1998.
- Bilaga 3 Resultat av sedimentprovtagning på ordinarie mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten 1998.
- Bilaga 4 Resultat av mjukbottenprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 1998.
- Bilaga 5 Förändringar i olika arters förekomst på mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten under åren 1991-98.
- Bilaga 6 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten 1998 - fältmätningar.
- Bilaga 7 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten. 1998 - algbiomassor i de kvantitativa proverna i rödalgsbältet samt påväxtalger på tången.
- Bilaga 8 Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten. 1998 - djurlivet i tångbältet.
- Bilaga 9 Innehåll av kol, kväve och fosfor i blåstång vid 1998 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.
- Bilaga 10 Halter av tungmetaller och organiska miljögifter i blåmusslor vid 1998 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.
- Bilaga 11 Resultat av undersökningar av mobil grundområdesfauna vid Blekinge ostkust hösten 1998 - omvärldsfaktorer.
- Bilaga 12 Resultat av undersökningar av mobil grundområdesfauna vid Blekinge ostkust hösten 1998 - artantal, abundans och biomassa.
- Bilaga 13 Fiskfysiologi vid Blekingekusten och västra Hanöbukten 1998.
- Bilaga 14 Konsulternas kvalitetssäkringsarbete under 1998.

Bilaga 5

1(1)

Förändringar i olika arters förekomst på mjukbottenstationer i Blekinge och västra Hanöbukten under åren 1991-98

Bilaga 7

1(1)

Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten. 1998 - algbiomassor i de kvantitativa proverna i rödalgsbältet samt påväxtalger på tången.

Resultat av algprovtagningar i Blekinge och västra Hanöbukten. 1998 - djurlivet i tångbältet.

Bilaga 13
1(1)

Fiskfysiologiska undersökningar vid Blekingekusten och västra Hanöbukten 1998.

Resultat av vattenprovtagningar i Blekinge 1996.

Resultat av sedimentprovtagningar 1998, ordinarie mjukbotten stationer.

Station	Djup, m	Provtagare	Sedimenttyp(SGU)	H ₂ S	Oxidskikt cm	Vattenhalt%	Glödförlust%
KD1	14	V	finsand	-	> 5	57	0,3
KD2	14	V	sand	-	> 5	54	0,2
N7	7	V	FG	+	0,3	95	24,1
L12	6	V	FG	-	5	86	6,0
N5	7	V	sand	-	> 5	65	1,9
N6	15	V	finsand	-	> 5	84	6,0
M1	15	V	sand	-	> 5	55	0,2
M2	17	V	sand	-	> 5	62	0,6
KA	15	V	sand	-	> 5	68	1,5
KN	23	V	grusigsand	-	> 5	62	0,9
T/H	39	V	lerig FG	-	> 5	80	4,1
TÖ	15	V	finsand	-	> 5	70	1,5
RY	10	V	FG	+	0,5	95	23,2
B2	25	V	sand	-	> 5	55	0,4
K3	9	V	FG	+	0,5	94	21,1
N3	10	V	FG	+	0,3	93	21,0
KAARV1	19	V	FG	+	0,1	92	23,2
KAARV2	20	V	FG	+	0,5	93	20,1
KAARV3	19	V	FG	+	0,5	92	17,4
KAARV4	21	V	FG	+	0,5	90	12,8
KAARV5	21	V	FG	+	1,0	91	12,8
N2	14	V	FG	+	0,5	94	18,7
K5	13	V	FG	+	0,3	94	20,8
N1 (7)	15	V	FG	+	0,3	93	20,6
K7	7	V	FG	-	> 5	95	21,8
PMK8	4	V	FG	+	> 5	89	11,6
PMK5	13	V	FG	+	0,2	95	22,3
KL11	2	E	FG	+	0,2	97	31,1

FG = findetrusgyttja, + = förekomst, K = kajakhämtare, V = Van Veen-huggare, E = Ekmanhuggare

Bilaga 5 1(2)

Resultat av mjukbottenprovtagningar 1997. Ordinarie stationsnät

I den övre tabellen på respektive sida är abundansen (individer/m²) redovisad, i den undre biomassan (g våtvikt/m²). Angivna siffror är medelvärden av tre stickprover och anges med standarderror (SE).

Bilaga 6 1(2)

Resultat av mjukbottenprovtagningar 1997. Enhuggsstationer i Östra fjärden och Ronnebyfjärden

I den övre tabellen på respektive sida är abundansen (individer/m²) redovisad, i den undre biomassan (g våtvikt/m²). Längst till höger är medelvärden och standarderror (SE) angivet för de olika arterna i respektive område.

Bilaga 7

Resultat av algprofilprovtagningar i Blekinge 1997 - fältobservationer

Resultat av algprofilprovtagningar i Blekinge 1997 - algbiomassor i de kvantitativa proverna i rödalgsbältet.

Värdena i tabellen är medelvärden från tre prover mätt som biomassan (g torrsvikt/m² , 60°C) och anges med standarderror (SE).

Bilaga 9
1(1)

Innehåll av Kol (C), kväve (N) och fosfor (P) (mg/g torrsvikt) i blåstång vid 1998 års undersökningar i Blekinge och västra Hanöbukten.

Station	Kol(C)	Kväve(N)	Fosfor(P)
H 3	397	12	2,2
H 2	380	13	2,6
H 1	389	6	2,9
Ma 11	384	7	2,4
Ma 9	397	11	2,6
Ma 8			
Ma 7	388	13	2,6
Ma 6	381	8	2,5
Ma 5	390	10	2,4
Ma 4	370	6	2,7
Ma 3	412	6	1,6
Ma 2	383	16	2,7
Löss	388	7	2,8
Ma 1	388	7	1,9
Ma 15			

Kvoter mellan Kol (C), kväve (N) och fosfor (P) i blåstång vid 1998 års undersökningar i Blekinge och Skåne.

Station	N/P	C/N	C/P
H 3	5,5	33	180
H 2	5,0	29	146
H 1	2,1	65	134
Ma 11	2,9	55	160
Ma 9	4,2	36	153
Ma 8			
Ma 7	5,0	30	149
Ma 6	3,2	48	152
Ma 5	4,2	39	163
Ma 4	2,2	62	137
Ma 3	3,8	69	258
Ma 2	5,9	24	142
Löss	2,5	55	139
Ma 1	3,7	55	204
Ma 15			

Halter av tungmetaller och andra miljögifter i sediment och östersjömussor.

Blekingekustens Vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten

Årsrapport 1998

Fredrik Lundgren TOXICON

Anders Sjölin TOXICON

Stefan Tobiasson 

Kjell Wikström SMHI

Kalmar 1999-05-20

Till intressenter i
Vattenvårdsförbundet för
västra Hanöbukten

Hej !

Här kommer en nästan färdig årsrapport för 1998. Vi saknar fortfarande uppgifter om närsalttransporten till kusten för 1998 men Ingemar har lovat att de för Blekinges del ska komma i Maj. Då det gäller genomgången av de olika vattenområdena (sista kapitlet) kan ni fundera över om ni här vill ha med vattendelen också för att det ska bli mer fullständigt. Kustområdet är redan i resultatredovisningen av hydrografen uppdelad i motsvarande vattenområden så det blir ju lite "tårta på tårta" så att säga. Det återstår också en del layoutmässigt att lösa, figurer och tabeller har ännu inte fått sina rätta nummer eftersom det fortfarande kan komma till ett antal sådana. Utseendet på rapportens framsida är inte heller löst ännu. Kom gärna med förslag. Som ni kommer att märka saknas det i stor utsträckning äldre data i Skåne vilket gör att jämförelser med tidigare år är omöjlig att göra på motsvarande sätt som i Blekinge.

Till detta utskick har jag, som vanligt, tagit mej friheten att inte bifoga alla bilagorna utan bara en förteckning över vilka bilagor som kommer att finnas med. Slutligen har vi också väntat med att skriva sammanfattningen tills alla analyserna är klara.

Väl mött på tisdag

Vänliga hälsningar

Stefan Tobiasson
Högskolan i Kalmar
Box 905
391 29 KALMAR

0480 / 44 73 12
stefan.tobiasson@ng.hik.se

telefax 44 73 05



ISSN: 1402-6198
Rapport 1999:2

HÖGSKOLAN I KALMAR

Blekingekustens Vattenvårdsförbund
och
Vattenvårdsförbundet för
västra Hanöbukten

Årsrapport 1998

Fredrik Lundgren TOXICON

Anders Sjölin TOXICON

Stefan Tobiasson 

Kjell Wickström SMHI

Institutionen för

NATURVETENSKAP