

OM MILJÖTILLSTÅNDET I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

HAVET

2007

Klimatets påverkan
Höga TBT-halter
Stor syrebrist
Havsörnar varnar
Sälar på uppgång

HAVET – om miljötillståndet i svenska havsområden

ges ut av Naturvårdsverket i samarbete med Sveriges tre marina forskningscentrum i Umeå, Stockholm och Göteborg; UMF, SMF och GMF.

Rapporten utkommer årligen och kan laddas ned eller beställas kostnadsfritt på Internet: www.havet.nu

Författarna ansvarar själva för innehållet i artiklarna.

Redaktion

Kristina Viklund, UMF, kristina.viklund@umf.umu.se

Annika Tidlund, SMF, annika@smf.su.se

Ulrika Brenner, SMF, ulrika@smf.su.se

Roger Lindblom, GMF, roger.lindblom@science.gu.se

Styrgrupp

Sverker Evans, Naturvårdsverket

Tove Lundeborg, Naturvårdsverket

Elin Håkansson, Naturvårdsverket

Johan Wikner, UMF

Kristina Viklund, UMF

Tina Elfving, SMF

Annika Tidlund, SMF

Ulrika Brenner, SMF

Mats Lindegårdh, GMF

Roger Lindblom, GMF

Upplaga: 5000 ex.

Grafisk form och original: Grön idé AB

Omslagsfoto: Bengt Hedberg

ISSN 1654-6741

ISBN 978-91-620-1262-5

Tryck: Grafiska Punkten, Växjö 2007.

Tryckt på FSC-certifierat, klorfritt papper.

Ett hav med skilda karaktärer

JA, DÅ VAR DEN KLAR. Den allra första samlade beskrivningen av våra svenska havsområdens miljötillstånd, baserad på den nationella miljöövervakningen. Efterlängtd av många, som vill bilda sig en uppfattning om hur läget egentligen är, mitt i alla politiska diskussioner och skrivelser i massmedia. Förhoppningsvis kommer rapporten även att tillgodose behov hos, och ge nya perspektiv till alla er som tidigare använt er av rapporterna Östersjö och Bottniska viken.

MEN EN SAMLAD BESKRIVNING BEHÖVER INTE betyda att full enighet råder om hur miljösituationen är i våra hav, och hur utvecklingen kommer att bli. Vad är en god respektive dålig havsmiljö? En enkel fråga får ofta ett komplext svar. Kunskapen om den miljö som finns under ytan i våra hav är fortfarande mer bristfällig än för andra miljöer. Mätningarna har inte alltid pågått tillräckligt länge för att vi ska kunna urskilja vad som är en faktisk förändring, och vad som är naturlig variation. Därför är samarbeten över olika kunskapsområden viktiga, och en diskussion mellan dem som utför, använder och analyserar miljöövervakningen nödvändig. Inför produktionen av denna rapport har utförare och representanter från myndigheter med marin verksamhet träffats vid ett seminarium, där man visat sina resultat, jämfört och diskuterat. Inte minst har länsstyrelserna bidragit i diskussionen, med sin stora kännedom om lokala förhållanden och problem. Det höjer kvaliteten på rapporten, och seminariet fungerar dessutom som en inspirationskälla för alla som till vardags sliter med sin del av miljöövervakningen. Miljösamordnarna vid de tre marina centrumen har summerat resultaten till en beskrivning av miljötillståndet i våra havsområden, både med utgångspunkt från miljömålen och från olika geografiska områden.

SOM REDAKTÖR FÖR DENNA TYP AV RAPPORT slås man av vilka stora skillnader det finns mellan våra havsområden. Kattegatt, där isen nästan aldrig ligger, jämförs med Bottenviken, som oftast är istäckt sex månader per år. Skagerrak, med sin höga salthalt, jämförs med Bottenhavets brackvattenmiljö. Det fosforbegränsade Bottenviken jämförs med Egentliga Östersjön, där fosfor finns i överskott och somrarna präglas av besvärliga blomningar av cyanobakterier.

MAN SLÅS ÄVEN AV VILKET ENORMT ARBETE som ligger bakom varje liten siffra, och varje punkt i diagrammen. Det ligger många timmar till sjöss, på laboratorier och vid datorerna innan man som utförare kan bidra med sin lilla pusselbit till bilden av havsmiljöns tillstånd. När redaktörerna tar över arbetet blir uppgiften att förtydliga, sortera och göra rapporten attraktiv för de målgrupper vi vänder oss till. Det är en stor och spännande utmaning. Resultatet håller du nu i din hand.

Trevlig läsning!

Redaktörerna

Innehåll



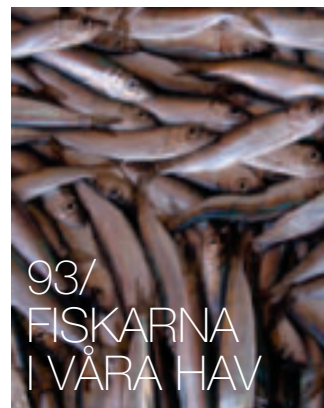
Tillståndet i våra havsområden – kort sammanfattning	4
Havsmiljöns tillstånd ur miljömålsperspektiv.....	6



Nytt övervakningsprogram för kust och hav	10
Samarbete lönar sig – kustsamarbete i Bottniska viken	13
Fint och fult i den marina naturvården	15
Havets genetik viktig i hållbar förvaltning	17



Klimatförändringar under femhundra år	22
Varmare på senare tid.....	25
Möjliga climateffekter under ytan	26
Klimatet påverkar kustfiskbestånden	28
Vädret 2006 – mildt med många värmerekord	31



Närsaltsbelastningen – på samma nivå trots åtgärder.....	36
Höga fosfathalter  i Egentliga Östersjön	41
Naturlig variation i Bottniska  vikens bakterieförekomst	45
Sommarens växtplankton-  samhälle har förändrats	47
Djurplankton visar  på stabilt system.....	51
Cyanobakterieblomningar i Östersjön.....	53

Stor variation i makrovegetation 	58
Mjukbottenfauna  – nytt index för jämförelse.....	62
Vitmärlan varnar  för föroreningar	68

Miljögifter – klassgränser  att diskutera.....	72
Organiska tennföreningar  – ett hot mot livet i våra hav	77
TBT finns i sediment längs hela Sörmlandskusten.....	82
Sälar på uppgång 	84
Havsörn  – i miljöövervakningens tjänst....	90

Fiskbestånd i utsjön ur balans.....	94
Kustfisk – bestånden  speglar miljön	97
Hälsotillståndet hos  abborre och tånglake.....	100

ADRESSER TILL
HAVSMILJÖSVERIGE..... **103**

 = Ingår i programområde "Kust och Hav" som finansieras av Naturvårdsverket.

MILJÖ- TILLSTÅNDET I VÅRA HAV

SKAGERRAK

Svaga bestånd av torsk och annan bottenlevande fisk, höga halter och effekter av giftiga ämnen från båtbottnfärger, samt dåliga syreförhållanden i vissa kust- och fjordlokaler är viktiga miljöproblem i Skagerrak. Förekomsten av giftiga tennföreningar från bottenfärger antyder att nuvarande förbud ej har önskad verkan. Positiva tecken är att andelen bifångster i fisket minskar, att det finns livskraftiga bestånd av knubbsäl och en god förekomst av bottenvegetation på klippbottnar.

KATTEGATT

Tillståndet präglas sedan en tid av svaga bestånd av torsk och annan bottenlevande fisk, viss förekomst av syrebrist i bottenvattnet, minskande halter av miljögifter och god reproduktion av knubbsäl. Syresituationen är något bättre än på 80- och 90-talen, men problemen för fisken gör att situationen är bekymmersam. Även om flera faktorer kan ha samverkat, är det troligt att ett allt för hårt fisketryck starkt bidragit till beståndens svaga ställning. Kunskapen om miljötillståndet i Kattegatt begränsas idag av bristen på övervakning av makrovegetation, det ringa antalet lokaler för mjukbottenprovtagning i utsjön och avsaknaden av lokaler för miljögifter i de södra delarna.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN - UTSJÖ

I Egentliga Östersjöns öppna havsområden har någon förbättring av övergödningssituationen inte kunnat observeras. I de övre vattenlagren har fosfathalterna ökat och kvävehalterna minskat, båda som en effekt av att syresituationen i bottenvattnet är den sämsta någonsin sedan observationerna startade. På djup större än 80 meter saknas liv helt. Överfisket av de bottenlevande fiskbestånden fortsätter. Den minskande förekomsten av torsk har fått skarpsillen att ta allt större plats. Detta dominansskifte från rovfisk till planktonätande fisk påverkar sannolikt hela ekosystemet. Halterna av de miljögifter som sedan länge förbjudits i vårt närområde fortsätter att minska. Andra substanser ökar däremot, och halterna av vissa organiska miljögifter i fet fisk överstiger fortfarande EUs gränsvärden.

BOTTENVIKEN

Vikaresälens fortplantningsproblem är det främsta tecknet på miljöstörning i Bottenviken och påverkan av miljögifter är den troligaste orsaken. Halterna av kadmium och dioxiner under vår och sommar gör att tillståndet med avseende på dessa ämnen klassificeras som dålig. Bottenviken är i övrigt näringsfattigt, väl syresatt och utan dokumenterade övergödningsproblem. Den invandrade havsborstmasken *Marenzelleria viridis*, vars antal ökade kraftigt runt sekelskiftet, har nu planat ut i förekomst utan säkerställda störningar på ekosystemet.

BOTTENHAVET

Södra Bottenhavet har en hög lokal belastning av organiska miljögifter. Dioxinsituationen under vår- och sommarperioden visar på dålig status enligt de i denna rapport föreslagna klassgränserna, medan situationen för övriga miljögifter bedöms som god. En klart lägre kullstorlek hos havsörnarna vid södra Bottenhavet än i övriga svenska havsområden antyder att biologiska miljögiftseffekter förekommer. Det finns också en hög förekomst av tarmsår hos säl. Bottenhavets utsjöområde har en god näringsstatus utan tydliga övergödningssymptom, men med en svag ökning av förekomsten av cyanobakterier under de senaste åren. Förekomsten av havsborstmasken *Marenzelleria viridis* har stabiliserats även här.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN - KUST

De sedimentlevande djursamhällenas utbredning och sammansättning påvisar i allmänhet god miljöstatus i de kustnära bottenmiljöerna enligt de kvalitetskriterier som utarbetats för bottenfauna. Blåstångens djuputbredning i den norra delen av havsområdet har gradvis förbättrats. De lokaler i ytterskärgården som övervakas uppvisar nu god till hög miljöstatus. Brist på övervakningsdata från södra Egentliga Östersjön försvårar emellertid en bedömning för hela kuststräckan. Den höga frekvensen av tarmsår hos gråsäl och ökande halter av avgiftningssenzym i fisk, som mäts i Östergötland, indikerar förekomst av miljögifter.

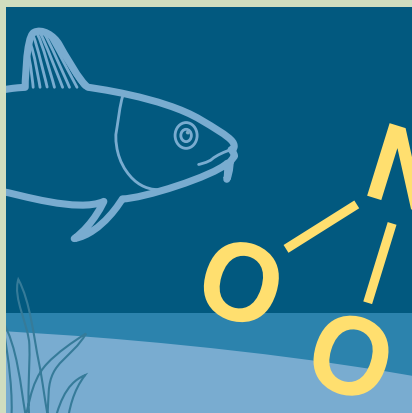
Havsmiljöns tillstånd

ur miljömålsperspektiv

TINA ELFWING, MATS LINDEGARTH OCH JOHAN WIKNER, MILJÖSAMORDNARE VID SVERIGES TRE MARINA FORSKNINGSCENTRUM

Sveriges havsområden karaktäriseras av en unik salthaltsgradient från nära nog oceanlika förhållanden i Skagerrak till nästan sötvatten i Bottenviken. Detta ger dramatiska skillnader i växt- och djurlivet. En stor artrikedom i Västerhavet övergår i en betydligt sparsammare, men unik, blandning av både saltvatten- och sötvattenarter i Östersjön. Här sammanfattas resultaten från miljöövervakningen till en beskrivning av miljötillståndet i våra hav utifrån de viktigaste miljömålen.

INGEN ÖVERGÖDNING



Sämsta syresituationen någonsin

I havsmiljön är övergödning ett av de allvarligaste hoten, och leder till förändrad förekomst och artsammansättning av både djur och växter, samt till syrefria bottenar som slår ut bottenlevande djur.

Av de öppna svenska havsområdena är det Egentliga Östersjön som uppvisar de tydligaste tecknen på övergödning, exempelvis i form av en ökad utbredning av syrefria bottenar. Detta är dock en komplex situation som även är beroende av naturliga storskaliga variationer i vattenutbytet. Under 2006 var syresituationen i Egentliga Östersjöns djupvatten den sämsta sedan mätningarna började vid mitten av 1890-talet. De senaste årens ökade utbredning av syrefria områden anses dock främst kunna förklaras av

försämrade syresättning av vattenmassan. Syrebrist i djupvattnet ökar frisättningen av sedimentbunden fosfat till vattenmassan. Samtidigt gynnas den bakteriella omvandlingen av oorganiskt kväve till kvävgas, vilket minskar mängden tillgängligt kväve för havets organismer. De senaste årens ökning av fosfat och minskning av oorganiskt kväve har därför sin orsak i interna biogeokemiska processer och inte i ändrad tillförsel från land. Om syresituationen förbättras kan alltså interna processer i havsmiljön få kvävehalterna i ytvattnet att åter öka, och fosfathalterna att minska.

Sommarblommande cyanobakterier som *Anabaena* och *Nodularia* har ökat i Egentliga Östersjön. Dessa organismer har genom sin förmåga att ta upp kvävgas en konkurrensfördel gentemot övriga växtplanktonarter när fosfortillgången är god. Den senaste ökningen anses bero på klimatrelaterade faktorer, såsom högre vattentemperatur och lägre salthalt, snarare än ökad tillgång på fosfor.

I Kattegatts och Skagerraks utsjöområden är tecknen på övergödning mindre framträdande. Motsvarande områden i Bottenviken och Bottenhavet saknar tydliga tecken på övergödning.

I de områden som undersöks i yttre kustvatten indikerar prover på sedimentlevande bottenfauna och från de

hårda bottenarnas algbälten i huvudsak god vattenkvalitet. Om den positiva utvecklingen hos makroalger i Egentliga Östersjön orsakats av en minskad tillgång under våren på oorganiskt kväve i utsjövattnet kan detta komma att förändras om syresituationen i djupvattnet förbättras och kvävehalterna åter ökar.

Tillståndet i Västerhavets och i Egentliga Östersjöns inre kustvatten varierar, och är i flera fall otillfredsställande, särskilt där belastningen av näring från land är hög och vattenutbytet begränsat. Det nationella övervakningsprogrammet täcker dock bara ett fåtal stationer i inre kustvatten, och regionala- och recipientkontrollprogram behandlas inte i årets rapport.

Det kan ta olika lång tid innan effekter av vidtagna åtgärder kan konstateras i ett kustområde respektive i öppet hav. I kustvatten kan en minskad näringstillförsel få effekt ganska snabbt, särskilt där vattenutbytet med öppet hav är litet. I öppet hav däremot, kommer en minskad tillförsel i avrinningsområdet inte att ge mätbara effekter på kort sikt. Vattenmassans långa omsättningstid och de stora mängderna fosfor i sedimenten ger långa återhämtningstider. Långsiktigt är det dock nödvändigt att begränsa fosfor- och kväveutsläpp för att motverka övergödning av våra havsområden. 🐟

GIFTER I MILJÖ



Otillfredsställande trots minskningar

Under 1960-talet blev det uppenbart att flera fiskätande djur, såsom havsörn och säl, uppvisade kraftiga reproduktionsstörningar på grund av miljögiftsbelastning. Tack vare vidtagna åtgärder kan vi sedan flera decennier konstatera att halterna sjunker för de flesta av de miljögifter som övervakas. Halterna av dioxiner och flera andra organiska miljögifter, såsom PCB, är dock fortfarande så höga i fet fisk från Östersjön att kostrekommendationer krävs för kvinnor i fertil ålder.

De minskade miljögiftshalterna har följts av en positiv utveckling främst för havsörn och säl. Men det finns oroande signaler. I norra Egentliga Östersjön och södra Bottenhavet har andelen gråsäl med tarmsår ökat och havsörnens kullar ligger väsentligt under förväntad nivå. Orsakssambanden är inte klarlagda, men kuststräckan uppvisar höga dioxinkoncentrationer, som dessutom verkar variera under årstiden. En studie längs Bott-

niska vikens kust visade att strömmingen har betydligt högre halter av dioxiner om den fångades under sommarmånaderna jämfört med den ordinarie provtagningsperioden på hösten.

Den kraftiga haltökningen av impregneringsmedlet PFOS och flamskyddsmedlet HBCDD är alarmerande. Dessa ämnen har nyligen införts bland ämnen som ingår i miljögiftsövervakningen, men har också analyserats retrospektivt i sillgrisslägg som sparats i Miljöprovbanken. Även de höga halterna av organiska tennföreningar, s.k. TBT, från båtbottnfärger, är oroande. Trots att detta mycket giftiga ämne är förbjudet sedan 90-talet på mindre fartyg och båtar, både i Sverige och EU, återfinns höga halter i sediment i alla undersökta områden, från farleder och hamnar till naturhamnar och referensstationer. På västkusten mäts biologiska effekter av TBT på nätsnäckor, och skador kunde visas även från stationer som skulle fungera som referenser.

Bedömningar av miljögiftssituationen i havet är förknippad med stor osäkerhet. Dels har mätserierna brister i den geografiska täckningen, vilket gör det svårt att generalisera över större områden. Dels utgör kunskapsluckorna om olika ämnens långsiktiga effekter på miljö och hälsa ett betydande problem. I rapporten redovisas ett förslag till klassgränser för olika ämnen. Detta utvecklingsarbete bör fortsätta, eftersom det är ett viktigt verktyg i åtgärdsarbetet för att reducera effekterna av metaller och organiska miljögifter i havet. 🐟

BEGRÄNSAD KLIMATPÅVERKAN



Varmare och sötare vatten

Klimatförändringen ger varmare vatten och minskat istäcke. Dessutom förutspås att salthalt, nederbördsmönster och medelvindhastighet kommer att förändras. Alla havsområden kommer att påverkas, men exakt vilka effekter vi kommer att se under ytan att svårt att förutsäga. Både hydrografiska förhållanden, havets kemi och förekomsten av arter kommer att påverkas. Exempelvis kommer vikaresälen att få problem med fortplantningen om isutbredningen minskar, liksom torsken om södra Östersjön blir kraftigt utsötat.

I några miljöövervakningsprogram har förändringar som beror på höjd vattentemperatur observerats. Abborrarna växer snabbare, och en generell ökad förekomst av varmvattenarter har noterats på bekostnad av kallvattenarter. Även bland växtplankton har artsammansättningen förändrats i alla havsområden. Detta tros bero på förändrad temperatur och salthalt, och inte på ändrad närsaltstillgång. Även om dessa förändringar kan förefalla logiska i förhållande till förväntade scenarier, behövs längre tidsserier för biologiska data innan vi kan vara säkra på att förändringarna beror på ett förändrat klimat. 🐟

ETT RIKT VÄXT- OCH DJURLIV



Ökad mångfald på gott och ont

I sitt naturliga tillstånd innehåller den marina miljön en enorm mångfald av livsmiljöer och arter av djur och växter. Skillnader i salthalt gör dock att skillnaderna är stora mellan våra olika havsområden. Kunskap om långsiktiga förändringar i

sammansättning och mångfald av djur och växter hämtas från program för fastsittande alger, planktonalger, ryggradslösa djur på sedimentbottnar, kustfisk, säl och havsörn.

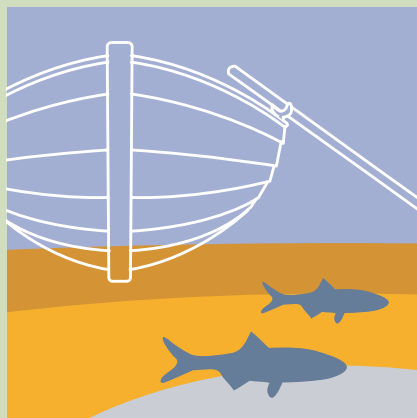
I några delar av Västerhavet och Östersjön var kvaliteten och mångfalden av botten djur i år sämre än förväntat. Låg förekomst av vitmärla och dåliga syreförhållanden i bottenvattnet är förklaringarna. Trots detta innebär inte året som gick några dramatiska förändringar i den biologiska mångfalden. I perspektiv över de senaste decennierna antyder övervakningen förbättringar på vissa områden. Lokalt har man i Östersjön observerat att blåstången åter koloniserar djupare vatten. Populationerna av havsörn och säl ökar också generellt.

Tillförlitligheten hos slutsatser om den biologiska mångfalden skiljer sig

mellan delprogram. Förbättringen i status hos säl och havsörn är odiskutabel, men tillståndet för den biologiska mångfalden av djur och växter på bottenarna är mer svårbedömd. Detta beror på botten samhällenas naturliga variation som ställer stora krav på omfattande och representativa stationsnät. Det finns inte heller några fastställda bedömningsgrunder för biodiversitet.

En annan källa till osäkerhet är effekten av introducerade arter. Flera nya arter har etablerat sig i våra vatten under de senaste decennierna. Havsborstmasken *Marenzelleria* i Östersjön och brunalgen *Sargassum* i Västerhavet är två exempel. Osäkerheten beror på okunskap kring effekter på befintliga arter och processer, samt i vilken mån inflödet av arter kommer att fortgå eller kanske till och med öka. 🐦

HAV I BALANS SAMT I EVANDE KUST OCH SKÄRGÅRD



Inte särskilt hållbart ännu

Bevarande och utveckling av svenska kustområden kräver att dess biologiska resurser och ekologiska funktioner nytt-

jas på ett långsiktigt hållbart sätt. I detta sammanhang är bestånden av fisk och skaldjur av särskild betydelse.

I början av 1990-talet förändrades dominansen av sill och torsk i stora delar av Östersjön mot en dominans av skarp-sill. I Västerhavet och i Egentliga Östersjön har förekomsten av många bottenfiskar, inklusive torsk, minskat så kraftigt att framtiden för dessa bestånd är osäker. Det finns i vissa fall tecken på att ändrade produktionsförhållanden kan ha bidragit till en minskad återväxt, men mycket talar för att huvudsaken till förändringarna är en längre tids fiske på långsiktigt ohållbara nivåer. Effekter av beslutade åtgärder på EU-nivå går ännu inte att mäta, men ett positivt tecken är att andelen bifång-

ster har minskat som följd av utveckling av mer selektiva redskap.

Det är också viktigt att bevaka vad det långsiktigt ökande och mer mångsidiga nyttjandet av den marina miljön kan leda till. Några aktuella exempel är ökad rekreation, vindkraftsetablering, gasledning, specialiserat fiske och akvakulturanläggningar. Sammantaget kan alla dessa aktiviteter leda till storskaliga effekter, vilket ställer nya krav på miljöövervakning och planeringsunderlag. Med hjälp av utveckling av nya metoder, nya indikatorer och en tydligare utvärdering, där denna rapport är avsedd att utgöra ett bidrag, kan miljöövervakningen spela en viktig roll i strävan mot en mer åtgärdsinriktad, adaptiv förvaltning. 🐦



ATT FÖRVALTA HAVSMILJÖN

**Nytt övervakningsprogram för kust och hav
Kustsamarbete i Bottniska viken
Fint och fult i den marina naturvården
Havets genetik viktig i hållbar förvaltning**

Nytt övervakningsprogram för kust och hav

SVERKER EVANS & TOVE LUNDEBERG, NATURVÅRDSVERKET

FAKTA

Programmets mål

Programområde Kust och Hav ska ge underlag för att redovisa fysiska, kemiska och biologiska miljöförhållanden och deras förändringstakt i svenska havsområden. Dessutom ska effekterna av miljöförbättrande åtgärder kunna påvisas. Programmet är av övergripande karaktär och ska spegla tillståndet i stort.

- Programmet är behovsstyrt och ska fokusera på uppföljning av nationella miljömål, de regionala marina konventionernas prioriterade verksamheter och förordningen om kvaliteten på vattenmiljön.
- Programmet är främst inriktat mot uppföljning av kända hot.
- Övervakningen sker i områden som så långt som möjligt är opåverkade av lokala källor. Mät- och analysresultaten från dessa områden tjänar som underlag till bedömningar av ekologisk och kemisk status och för uppföljning av ekologiska miljömål i lokalt belastade vattenförekomster.
- Programmet ger underlag för tidstrender och för att uppskatta storleken av förändringar hos nyckelvariabler.

De samlade resultaten från programområdet ska tillsammans med miljöinformation från övriga sektorsmyndigheter och regionala/lokala aktörer bidra till bedömningar av ekologisk och kemisk status, ge underlag för att fastställa gränser för haltnivåer och utsläppsmängder, stödja de internationella förhandlingarna om miljöskyddsåtgärder samt bidra till planering och styrning av samhällssektorerna.

Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram för kust och hav har reviderats. Under 2007 införs successivt ett antal förändringar av programmet. I flera fall har vi kunnat införa välbehövliga utökningar, eftersom medelstilldelningen samtidigt har ökat. Förändringarna har gjorts med utgångspunkt från miljömålen och från internationella krav på information om förhållandena i de svenska havsområdena. Stor vikt har lagts vid att få en effektiv samordning mellan den nationella och regionala övervakningen.

■ Naturvårdsverkets nationella marina miljöövervakningsprogram är en produkt av de beslut om miljömål och prioriteringar som fattas på nationell nivå och av internationella åtaganden i havsområden som gränsar mot Sverige. Genom miljöövervakningen tar vi fram data som behövs för att följa upp om våra svenska miljömål har nåtts. Den är samtidigt en viktig informationskälla som ger underlag både för översyner av målen och för prioriteringar av miljöskyddsåtgärder.

Långsiktig inriktning

Östersjön är ett innanhav där numera åtta av totalt nio kuststater är medlemmar i EU, vilket påverkar miljöpolitiken i hela vårt närområde. Det svenska marina övervakningsprogrammet utgör ett viktigt bidrag till kuststaternas koordinerade övervakningssystem och miljöanalysarbete i Östersjön och Nordostatlanten via de marina konventionerna Helcom och OSPAR. Genom sin långsiktiga inriktning utgör också övervakningen ett viktigt stöd för den marina forskningen för att identifiera de storskaliga processerna i havet och

orsakssambanden mellan mänskliga verksamheter på land och deras påverkan på kustvattnen och på det öppna havet.

Utformningen av Naturvårdsverkets marina miljöövervakningsprogram utgår från dagens kunskap om miljöproblem i de svenska havsområdena. Förändringarna av programområdets innehåll och struktur är en anpassning till nya hotbilder och omvärldskrav.

Samordning en förutsättning

En samordning av den nationella och regionala övervakningen är en förutsättning för att kunna följa förändringar i miljötillståndet. Ett litet antal trendstationer vid kusten har hittills drivits på nationell nivå för att ge jämförelsemått mellan kust och öppet hav samt möjligheter att bedöma påverkan från svenskt territorium. Inom den regionala övervakningen utförs mätningar i ett större antal områden men de är fortfarande få, särskilt för de biologiska variablerna. Naturvårdsverkets satsning på att utöka trendövervakningen i kustområdena avses även att kunna bidra till regionala bedömningar av miljötillståndet. En översyn och revision av de regionala övervakningsprogrammen genomförs 2007 – 2008.

Flera miljömål

De nationella mål som särskilt berör havsmiljön är "Hav i balans samt levande kust och skärgård", "Giffri miljö", "Ingen övergödning" och "Ett rikt växt- och djurliv". När det gäller påverkan från land i våra kust- och skärgårdsområden finns kopplingar till målen "Levande sjöar och vattendrag", "Myllrande våtmarker", "Levande skogar", "Ett rikt odlingslandskap" och "God bebyggd miljö".



Foto: Jerker Lokrantz/azote

För att kunna fastställa havsmiljöns status krävs en mängd olika provtagningar och undersökningar. I den nationella miljöövervakningen ingår allt från vattnets kemi till sälar och havsörnar. Under de närmaste åren kommer en del välbehövliga utökningar att införas.

Miljökvalitetsmålen är emellertid allmänt formulerade, och saknar en formell rättslig status. För att få en sådan status krävs att målen omvandlas till rättsligt bindande regler, som exempelvis krav på högsta tillåtna halter av vissa ämnen i vattenmiljön, vilka i sin tur leder till utsläppsregleringar. I och med genomförandet av EU:s ramdirektiv för vatten och förordningen om kvaliteten på vattenmiljön (VFF; 2004:660) har de lagliga förutsättningarna skapats för att följa upp de nationella mål som berör de svenska inlands- och kustvattenmiljöerna. Vattendirektivet och VFF har en stor inverkan på programmets utformning.

I arbetet med att genomföra VFF behövs underlag för att bedöma ekologisk status i samtliga 554 vattenförekomster utmed den svenska kusten. Om varje vattenförekomst skall bedömas utifrån faktiska data skulle detta innebära ett mycket omfattande program, vilket inte är realistiskt att genomföra. Alternativet är att samla in data från ett antal vattenförekomster och sedan extrapolera resultaten till omkringsliggande områden eller att interpolera resultaten

till mellanliggande områden med hjälp av exempelvis modeller eller expertbedömningar.

Övervakningen inriktas framför allt på tre problemområden: övergödning, metaller och miljögifter och biologisk mångfald (arter och livsmiljöer), vilka svarar mot var sitt miljömål. De samlade resultaten från programmet ger emellertid också underlag för att utvärdera effekter av till exempel klimatförändringar eller introduktion av främmande arter.

Ovärderliga tidsserier

Basen i det reviderade programmet är det löpande mätprogrammet (trendövervakningen). Det genererar tidsserier av tillräckligt god kvalitet och är programområdets största del. Sedan åtskilliga decennier har svensk miljöövervakning följt tillståndet i havet med hjälp av trendövervakning. Den syftar till att bedöma tidsutvecklingen av miljötillståndet i alla de större havsbassängerna.

Övervakningen utförs både i öppet hav och i kustområden och sker normalt genom mätningar en gång per år. I den fria

vattenmassan görs dock flera provtagningar under året för att fånga upp säsongsvariationerna hos de fysisk-kemiska och biologiska mätvariablerna. Den nationella trendövervakningen förläggs i möjligaste mån i områden som är opåverkade av lokala källor.

Avvägningar har gjorts mellan möjligheterna för programmet att erhålla god tidstäckning (följa förändringar) och god geografisk täckning (beskriva tillståndet i alla Sveriges havsområden). En utgångspunkt har också varit att behålla långa tidsserier som har visat sig vara ovärderliga för att bedöma utvecklingen i våra kust- och havsområden över flera decennier. Tidsserierna är också nödvändiga för att kunna tolka data som samlas in med glesare mellanrum än en gång per år.

Mätkampanjer ger heltäckande bild

Ett nytt inslag är återkommande mätkampanjer. De omfattar huvudsakligen mätprogram som utförs någon gång under en sexårscykel. Syftet med dessa kampanjer är främst att bidra till en förtätning av stationsnätet för exempelvis närings-

➤ Mätning av sedimentation i Egentliga Östersjön, en del av den nationella miljöövervakningen.

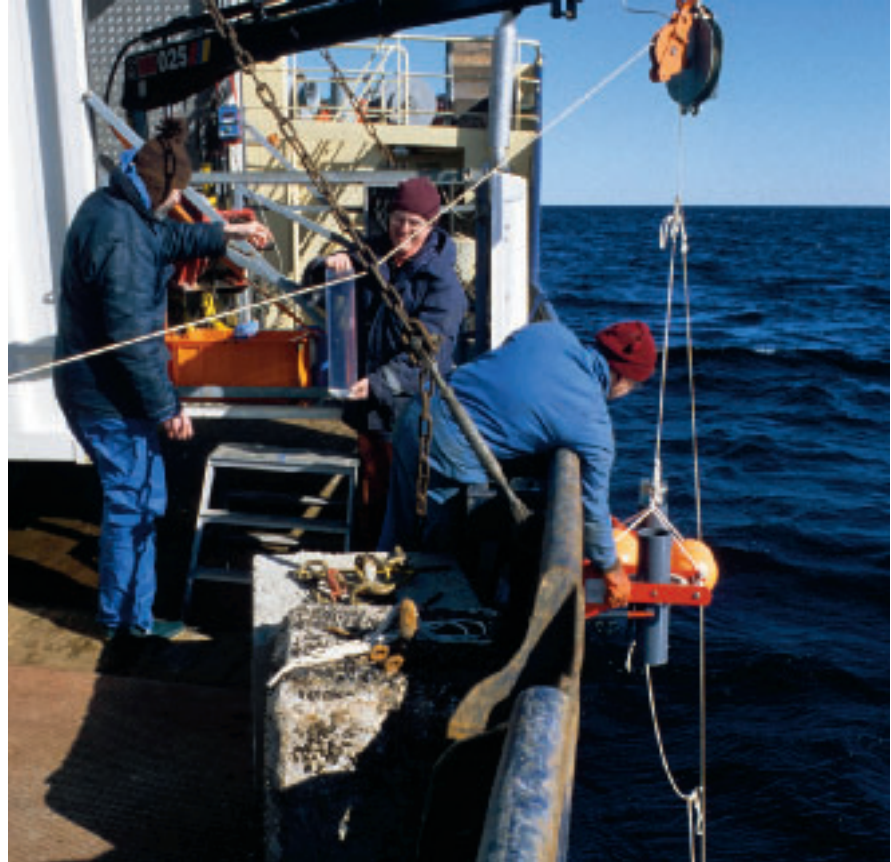


Foto: P-O Sandman

ämnen i vattnet, vegetation eller plankton i kustområdena. Stationerna inom detta "omdrevsnät" kommer att kunna läggas både i opåverkade och påverkade områden för att kunna bidra till en mera sammanhållen och heltäckande bild av miljötillståndet. Naturvårdsverket, länsstyrelser och vattenmyndigheter kommer att samverka vid planering och genomförande av mätkampanjer. Länsstyrelser och vattenmyndigheter kommer att ges möjlighet att bidra till mätningarna inom sina geografiska områden.

En del av budgeten avsätts också till utredningar, analys och infrastruktur. Det kan bestå av sammanställningar av tillstånd och trender, informationsinsatser och utvecklingsprojekt som tillsammans med mätprogrammen ska ge förutsättningarna för att uppfylla programområdets målsättningar. Utbyggnaden av regionalt anpassade kustzonsmodeller är exempel på en sådan utvecklingsverksamhet. Ett annat exempel är förstärkning av analysen av data som samlas in.

Andra områden kompletterar

Övriga programområden inom Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning bidrar också med information som har betydelse för havsmiljön. "Sötvatten" och "Luft" bidrar med belastningsinformation till havet. Programområdet "Miljögifts-

samordning" genomför screening-studier för att undersöka förekomsten av farliga ämnen i havsmiljön samt driver en miljöprovbänk. Programområde "Landskap" bidrar med fågelräkning och ringmärkning vid Ottenby fågelstation samt en internationellt samordnad räkning av simfåglar på ett hundratal utvalda övervintringsområden.

Den regionala övervakningen i kustområdena kompletterar också den nationella bilden. Annan miljöpåverkan orsakad av människan, såsom fiskets effekter, oljespill till havs och radioaktiva ämnen, faller på andra myndigheter att dokumentera och åtgärda.

Reviderat program införs 2007

Det reviderade nationella övervakningsprogrammet för kust och hav börjar införas under år 2007. Det årliga anslaget ökades från 21,5 Mkr år 2006 till 29,8 Mkr 2007, vilket har möjliggjort en välbehövlig förstärkning i form av utökade mätningar framför allt i kustområdena. I kustområdena kommer det att etableras flera nya undersökningsområden inom programmen fria vattenmassan, bottenfauna, makrovegetation och kustfisk. I öppet hav sker en komplettering med djurplankton. Flyginventering av gråsäl planeras också att införas. Antalet provtagningsstationer för insamling av biologiskt material utökas

med 6-8 stycken, där de flesta är belägna vid kusten. Dessutom kommer ett utökat antal substanser att analyseras vid några utvalda lokaler.

De återkommande mätkampanjerna planeras inledas med mätningar av miljögifter i vatten, i enlighet med krav från ramdirektivet för vatten. Parallellt sker en långsiktig planering av hur kommande mätkampanjer ska genomföras. För utredningar, analys och infrastruktur avsätts också årligen särskilda pengar för att stärka analyser och utvärderingar av övervakningsdata.

Förbättrad utvärdering

De införda förändringarna bedöms förbättra programmets möjligheter att utvärdera tillstånd och förändringar i den svenska havsmiljön. Det finns dock fortfarande behov att öka programinsatserna nära kusten, för att i samverkan med den regionala övervakningen kunna följa upp Vattenförvaltningsförordningens krav på kvalitetsbedömningar och för att tillgodose kraven från havsmiljökonventionerna att redovisa resultaten av åtgärder på regional nivå. 🐟

LÄSTIPS

Kust och hav – revision av nationell miljöövervakning 2006. NV rapport 5718, 2007.

Samarbete lönar sig

– kustsamarbete i Bottniska viken

ANNELI SEDIN, LÄNSSTYRELSEN I VÄSTERBOTTENS LÄN

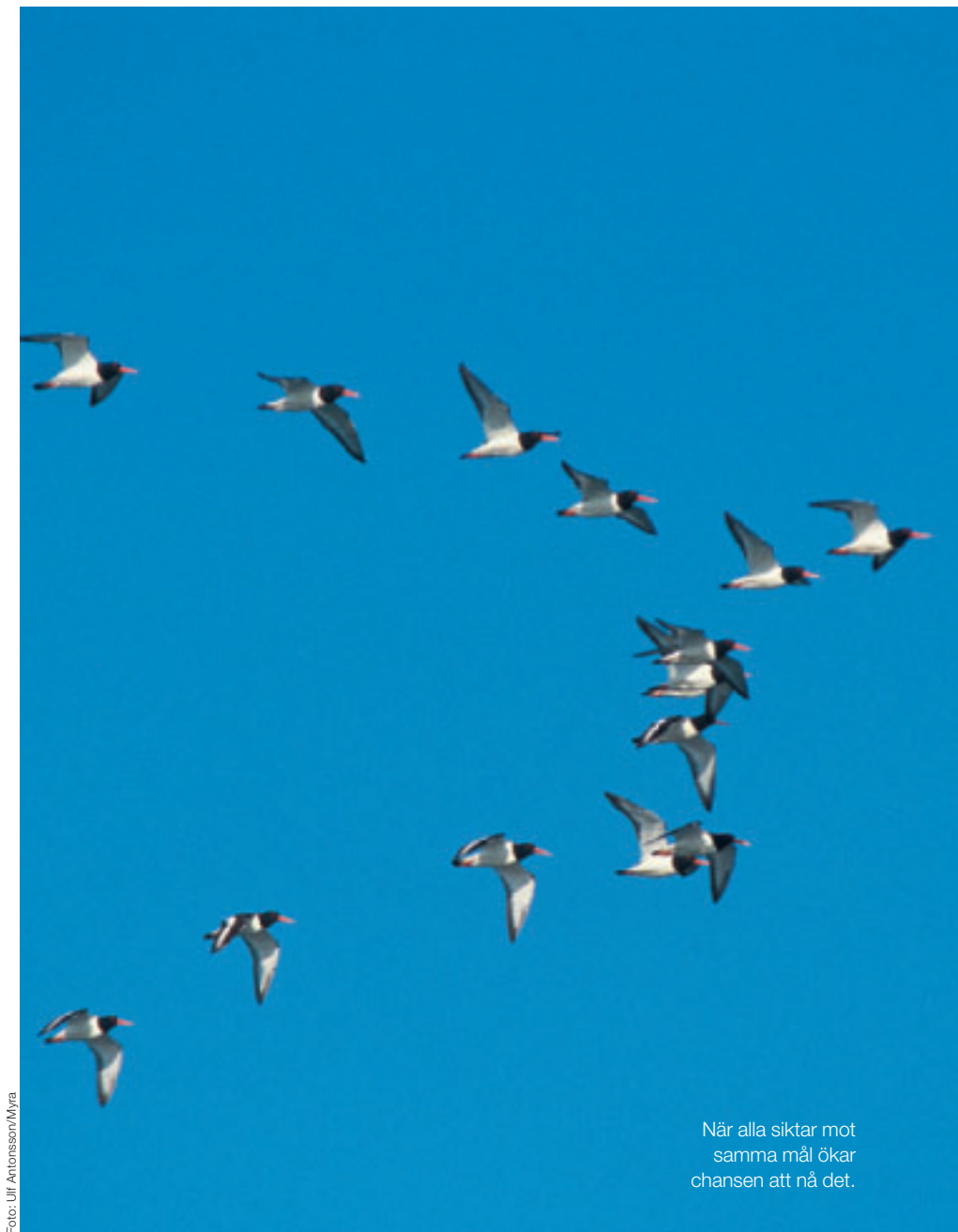
Samverkan är ett nyckelord inom den nya vattenförvaltningen. Genom samarbete mellan länsstyrelserna i de fem nordligaste kustlänen åstadkommer vi samordning och utveckling av miljöövervakningen. Vi finner arbetsformer för den nya vattenförvaltningen och når samsyn i viktiga frågor. Vi har insett att det finns mycket att vinna på samarbete.

■ För att samarbeta kring vattenförvaltningen har länsstyrelserna vid kustlänen i Bottniska viken bildat en arbetsgrupp, Kustgrupp Nord. Den nya förvaltningen är i sin linda, och många frågor ännu olösta. Aldrig förr har det varit så viktigt med samarbete. Med engagemang, god vilja och kompetens har vi tagit fram en gemensam arbetsplan för arbetet med kustvatten i Bottenvikens och Bottenhavets vattendistrikt.

Ökad samordning

Inom vattenförvaltningen ligger fokus i dagsläget på hur den fördjupade karakteriseringen ska genomföras. Med en ny nationell kustgrupp kommer informationsutbytet mellan Sveriges länsstyrelser att förbättras ytterligare under året, något som vi ser fram emot.

När det gäller miljöövervakningen leder samarbetet till en ökad samordning, något som gör att resultaten blir lättare att utvärdera och förbättrar den geografiska täckningen. Sedan 2002 har länsstyrelserna samarbetat inom olika regionala utvecklingsprojekt. Ett samordnat program för kustfisk i Bottniska viken har utvecklats, där kustlänen samarbetar med Fiskeriverket och Naturvårdsverket. Varje län bekostar var sitt provfiskeområde, och för att



När alla siktar mot samma mål ökar chansen att nå det.

Foto: Ulf Antonsson/Myra

säkerställa programmets fortlevnad har vi tagit fram en modell för samfinansiering. Två provfiskeområden bekostas via den nationella miljöövervakningen.

Designprojektet är ett annat regionalt utvecklingsprojekt, vars syfte är att ta fram ett samordnat övervakningsprogram för Bottenvikens kustvatten, där hänsyn tas till de hotbilder som finns, kraven i den nya vattenförvaltningen och behov av underlag för att följa upp regionala och nationella miljömål. Under projektets sista år kommer förslaget att anpassas till hela Bottniska viken.

Lång tradition

I Bottniska viken har vi en lång tradition av samarbete. Redan 1972 bildades Kommittén för Bottniska viken, som skulle främja samarbetet kring forskning och skyddet av vårt havsområde. 1991 beslutade kommittén för Bottniska viken att genomföra ett stort projekt, "Bottniska viken året 1991", för att öka kunskaperna kring Bottniska vikens havsmiljö. Detta resulterade bl.a. i forskningsprojekt kring näringstransporter, biokemiska och ekologiska processer, miljögifter och fisk.

I mitten av 80-talet bildades samarbetsgruppen Åtgärdsgrupp Nord som bestod av länsstyrelserna i kustlänen från Uppsala och norrut. Gruppen kartlade olika påverkanskällor och gjorde gemensamma beräkningar av tillförsel av näringsämnen till havet. Dessutom utvecklades en strategi för regional miljöövervakning av mjukbottenfauna. Vidareutveckling av denna strategi ledde till ett samordnat program för mjukbottenfauna som har drivits sedan 1995. I programmet står länsstyrelserna för finansiering av de kustnära områdena, medan nationell övervakning finansierar områdena i utsjön.

Från övervakning till åtgärder

I framtiden hoppas vi att det finns ett samordnat övervakningsprogram i hela Bottniska viken, där både den nationella och regionala övervakningen samt övervakningen i påverkade områden är samordnad. Vi kommer då att kunna koncentrera oss på insatser för att förbättra statusen i våra kustvatten. Kustgrupp Nord:s arbete med åtgärdsprogram kommer att underlättas om vi får till stånd ett antal kustråd, som kan delta i arbetet med sin kompetens. 🐟

FAKTA

Den nya vattenförvaltningen

Den nya vattenförvaltningen har sin grund i att EU:s medlemsstater vill vårda sina vattenresurser bättre. I den nya vattenförvaltningen ska arbetet ske i avrinningsområden, alltså följa vattnets egna gränser. Målet är att allt yt- och grundvatten ska ha en god vattenkvalitet år 2015. Arbetet sker i 6-årscykler. Vid varje ny cykel görs en noggrann beskrivning av vattenmiljöerna. Man ser då även över åtgärdsprogram och miljöövervakning utifrån den kunskap som kommit in.

Under 2007 ska en fördjupad kartläggning genomföras där kustvattnets ekologiska status ska klassificeras med hjälp av nya bedömningsgrunder. Dessutom ska en påverkansanalys genomföras och risken för att god status inte kommer att uppnås ska bedömas.

Samverkan är ett nyckelord inom den nya vattenförvaltningen. Målet är att skapa delaktighet och inflytande för alla berörda. Samverkan kan vara allt ifrån informationsinsatser och aktivt deltagande till formella samråd. I den nya vattenförvaltningen strävar man efter att bilda samverkansorgan med utgångspunkt från avrinningsområden, s.k. vattenråd. För kusten bör en bred representation eftersträvas, med deltagare från såväl kommuner och industrier som markägar- och brukarorganisationer och frivilliga organisationer inom till exempel miljö, fiske och båtsport. Tillsammans med länsstyrelserna kan vattenråden hjälpa till med arbetet med att bedöma våra vatten och ta fram förslag på åtgärdsprogram, något som ger rätt åtgärder på rätt plats med lokal förankring inför beslut.



Foto: Gustaf Almquist/azote

➤ Ett samordnat program för kustfisk i Bottniska viken har utvecklats, där kustlänen samarbetar med Fiskeriverket.

Fint och fult

i den marina naturvården

ANNELIE MATTISSON & MATS NORDIN, LÄNSSTYRELSEN I STOCKHOLMS LÄN / MARTIN ISÆUS, AQUABIOTA WATER RESEARCH

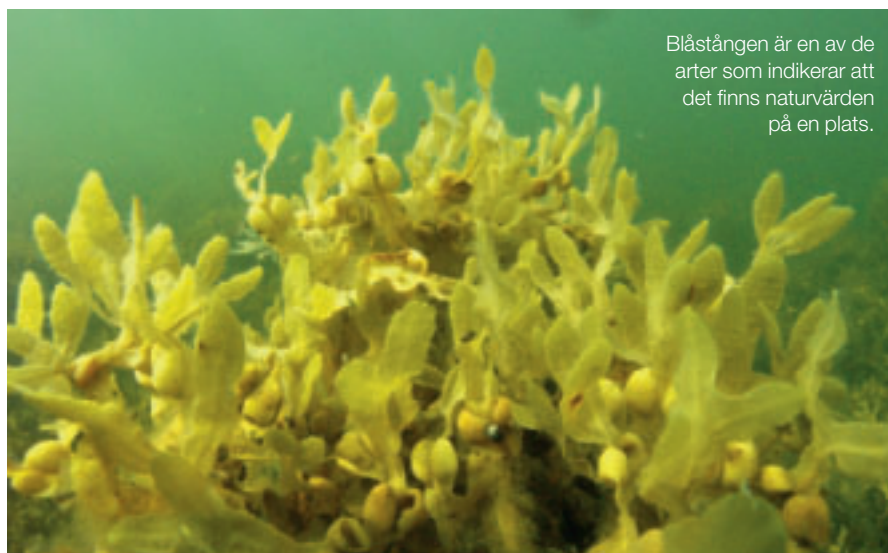
I Svenska Högarnas naturreservat i Stockholms län har försök gjorts att ta fram en naturvärdeskarta för de marina miljöerna. Kartan bygger på en summering av sannolikheter att det förekommer egenheter som ses som positiva utifrån ett naturvårdsperspektiv och sådana som ses som negativa. Metoden är förhållandevis billig, och skulle kunna fungera som ett underlag för naturvärdesbedömning och jämförelse av områden. I nuläget är detta mycket svårt eftersom det ännu inte finns några fullt fungerande riktlinjer för bedömning av vad som är värdefullt i våra marina miljöer.

■ Naturvården ställs hela tiden inför nya utmaningar. Under de senaste åren har Sveriges marina miljöer äntligen börjat få den uppmärksamhet de förtjänar.

Vad är skyddsvärt?

Det är emellertid långt ifrån självklart vad som bör anses som skyddsvärt. Artrika och unika miljöer brukar ofta lyftas fram som särskilt skyddsvärda. Men i artfattiga Östersjön, där många livsmiljöer liknar varandra, är det få områden som kan värderas utifrån dessa kriterier. Samtidigt finns ofta begränsat med kunskap om andra värden såsom exempelvis områdets funktion för reproduktion eller som tillflyktsområden. Den kunskap som finns är även ofta generell medan detaljerade områdesbeskrivningar är ovanligt. Bedömningar av marina områdens naturvärden har därför ofta varit baserade på alldeles för lite fakta.

Naturvården har ett behov av att värdera natur, att tycka att viss natur är mer värdefull än annan. Ett problem är dock att det i princip bara är marinbiologer som



Blåstången är en av de arter som indikerar att det finns naturvärden på en plats.

Foto: Sara Hallén/tångsånt

har kunskaper om hur naturen ser ut och fungerar under ytan, och vi i förvaltningen upplever att de ogärna omsätter sina kunskaper i de värderingar som naturvården behöver. Företeelser och organismer anses också olika viktiga av olika forskare, och kritik forskare emellan är därför oundviklig. Det är därför angeläget att diskutera vilka kriterier som är viktiga för att bedöma naturvärden i Östersjön.

Bedömningen avgör skydd

Från ett naturvårdsperspektiv är naturvärdesbedömningen grundläggande. Vid prioriteringar av skyddsinsatser måste naturvårdaren vara någorlunda säker på att det är de riktigt värdefulla områdena man satsar på. När marinbiologiska inventeringar görs i naturvårdssyfte är det därför mycket viktigt att, redan innan inventeringen görs, tänka efter vilken kunskap som är nödvändig för att bedöma områdets naturvärde. Självklart behöver underlag

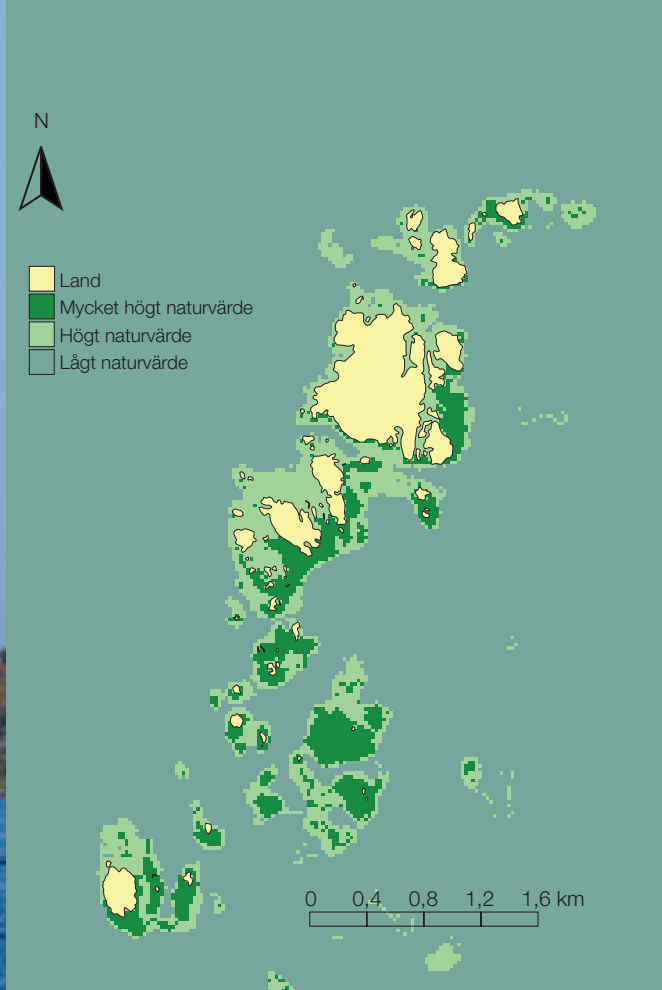
även samlas in för områdets skötsel, men bedömningen av skyddsvärdet är primär.

Inventering av Svenska Högarna

Svenska Högarna ligger i Stockholms yttersta skärgård innan det öppna havet tar vid. Reservatet inkluderar en ögrupp på 71 öar där huvudön är ca 0,5 km² stor, omgivet av ett ca 26 km² stort havsområde med maxdjup nedåt 100 m. Miljön utmärks av vågexponerade klippstränder, men det finns även mindre exponerade miljöer och några väl skyddade vikar. Ett av reservatets syften när det bildades 1988, var att skydda de marinbiologiska värdena. Dessa värden beskrevs emellertid aldrig i reservatsbeslutet. Under 2006 lät därför länsstyrelsen utföra en större marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning av Svenska Högarnas naturreservat för att ta reda på om området har de marina naturvärden som angetts i reservatsbeslutet.



Foto: Per Björkman/Myra



Karta: AquaBiota Water Research

➤ Svenska högarna är den yttersta utposten mot Östersjön i Stockholms skärgård, och är sedan 1988 skyddat som naturreservat.

➤ Ett förslag till karta över naturvärdena på Svenska högarna. I kartan har positiva och negativa egenskaper summerats.

Modellering av egenskaper

En svårighet med marinbiologiska inventeringar är att de är dyra och mödosamma. Det finns inga flygbilder för undervattensmiljöerna. Samtidigt är det omöjligt att besöka varenda plats för att få en heltäckande bild. Vid inventeringen av Svenska Högarna besöktes strategiska och representativa platser. Den information som samlades in användes därefter för att modellera, eller skatta, sannolikheten för att ett område hyser vissa arter eller egenskaper vars naturvärden det idag råder konsensus om.

- Blåstång – indikerar naturvärden
- Kransalger – indikerar naturvärden
- Fintrådiga alger på hårt substrat – indikerar låga naturvärden
- Fintrådiga alger som växer på blåstång – indikerar låga naturvärden
- Lösliggande alger – indikerar låga naturvärden
- Svavelbakterier – indikerar låga naturvärden

De egenskaper som beskrivs som negativa indikerar övergödning och de som ses som positiva indikerar en mer naturlig havsmiljö.

Summan av fint och fult

Sannolikheten för att de olika algerna och egenskaperna ska finnas på specifika lokaler visades i kartor. Företeelserna gavs olika vikt för att tillsammans ge ett underlag för en beskrivning som speglar vår allmänna bedömning. Kartorna sammanfattades därefter i en naturvärdeskarta som visar summan av alla positiva och negativa egenskaper där ett högt värde också indikerar högt naturvärde. Kartan visar att de grunda områdena ned till 5-10 m djup domineras av höga och mycket höga naturvärden där de huvudsakliga ytorna med mycket höga naturvärden återfinns på ögruppens östra sida, vilket överensstämmer med dykarnas observationer.

Metoden som vi beskrivit är i sin linda. I modelleringen som gjordes för Svenska Högarna handlade naturvärdesbedöm-

ningen mycket om huruvida reservatet var negativt påverkat av övergödning. För att kunna göra bra naturvärdesbedömningar behövs fler organismer och egenskaper som kan indikera såväl högt som lågt naturvärde och som inte bara visar huruvida ett vattenområde är övergött eller ej. Det handlar dels om huruvida olika naturtypers värde skiljer sig åt även i opåverkat tillstånd, dels om effekter av andra påverkanfaktorer som t.ex. fritidsfiske, yrkesmässig båttrafik och fritidsbåtar.

Någon måste tycka till

En erfaren naturvårdare sa en gång att naturvärden är en humanism där det av nöden krävs att människor tycker till, att någon till syvende och sist bestämmer sig för att "detta är fint och detta bör vi skydda" och "detta är mindre fint och är inte värt vår insats". För att kunna göra dessa slutgiltiga omdömen krävs emellertid ett så gott underlag som möjligt. Vi tror att naturvärdeskartan skulle kunna bli ett sådant verktyg. 🐦

Havets genetik viktig i hållbar förvaltning

KERSTIN JOHANNESSON & CARL ANDRÉ, GÖTEBORGS UNIVERSITET / LENA KAUTSKY, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Genetiska skillnader mellan olika populationer av marina organismer är betydligt mer omfattande än vad vi tidigare trott. Denna kunskap är av mycket stor betydelse för förvaltning av biologisk mångfald. I Östersjön finns t.ex. ett flertal genetiskt unika bestånd, men även västkustens fjordar hyser lokala bestånd som behöver förvaltas med stor omsorg för att inte riskera att försvinna helt.

■ Biologisk mångfald innehåller variation på tre nivåer: ekosystem, arter och gener. Det har länge varit känt att det hos många landlevande arter finns lokala bestånd som är genetiskt skilda. Inte minst gäller detta raser och sorter inom jordbruk och skogsbruk. Däremot har uppfattningen tidigare varit att havets organismer oftast inte har särskilt stora genetiska skillnader mellan geografiska områden eftersom larver och sporer sprider sig långa sträckor med havsströmmarna. Denna uppfattning håller dock på att omvärderas.

Genetiken kartlagd

Under de sista åren har fler och fler arter fått sin genetiska variation kartlagd genom DNA-analyser. Vi har sammanställt tillgängliga data för marina arter runt svenska kusten och gjort egna genetiska undersökningar av bl.a. torsk och tång. Sammantaget framträder ett spännande men också oroväckande mönster. Ett flertal av våra vanliga marina arter är starkt genetiskt förändrade i Östersjön i förhållande till Skagerrak-Kattegatt. Det finns också exempel på genetiskt lokala populationer av t.ex. torsk på svenska västkusten.

Kunskapen om hur bestånden avgränsas genetiskt är central för en hållbar förvalt-

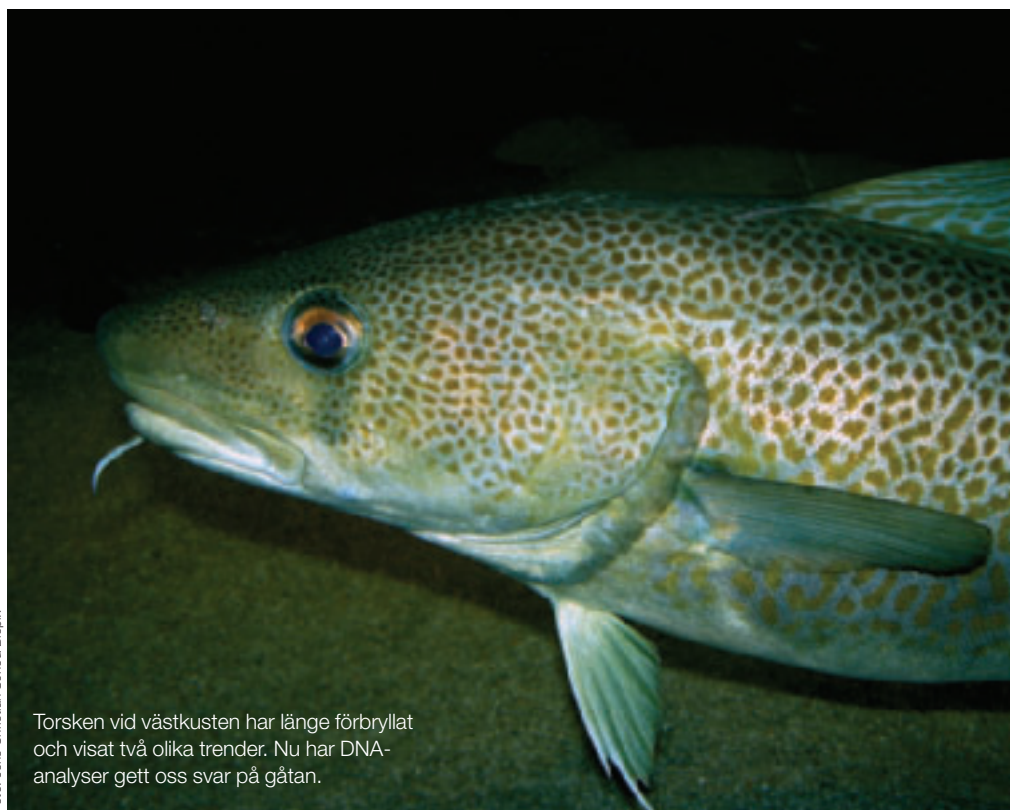


Foto: Jens Christian Schou/Biopix

Torsken vid västkusten har länge förbryllat och visat två olika trender. Nu har DNA-analyser gett oss svar på gåtan.

ning. Idag matchar den genetiska kartan dåligt avgränsningarna i förvaltningen – gränser som snarare har en politisk än en biologisk förklaring.

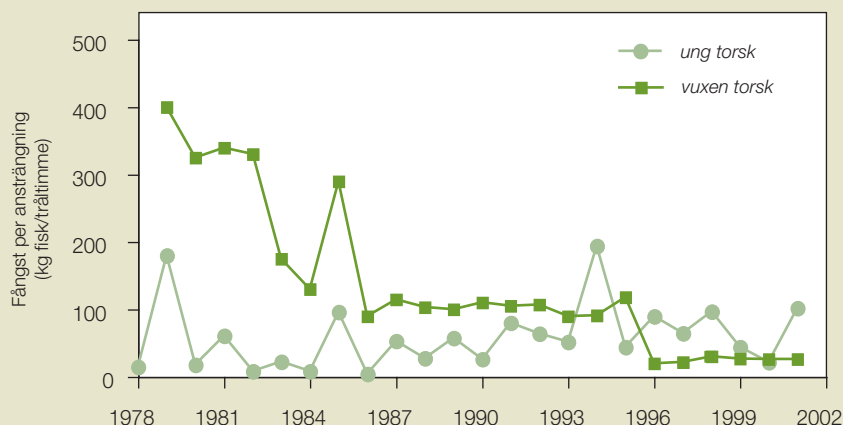
Fiskbestånd av olika ursprung

Något som förbryllat yrkesfiskare och forskare under en längre tid är att torsken vid svenska västkusten visat två olika trender. Stor torsk har reducerats kraftigt i området medan det fortsatt funnits god tillgång på ung torsk. Förväntningarna på att småtorsken ska förbättra bestånden har år efter år grusats.

DNA-analyser av både vuxen och ung

torsk visar att medan den större torsken har en lokal anknytning så domineras småtorsken av individer från Nordsjön. Dessa driver in till Västerhavet med strömmar, men när de blir lekmogna vid cirka två års ålder vandrar de tillbaka till centrala Nordsjön. Vid västkusten har det tidigare troligen funnits flera lokala torskbestånd, men många av dessa är idag förmodligen uttraderade. I Gullmarsfjorden finns dock fortfarande ett lokalt bestånd kvar, och man kan med genetiska markörer tydligt skilja detta bestånd från Nordsjötorsken. Likaså finns det lokala bestånd av torsk i norska fjordar i norra Skagerrak.

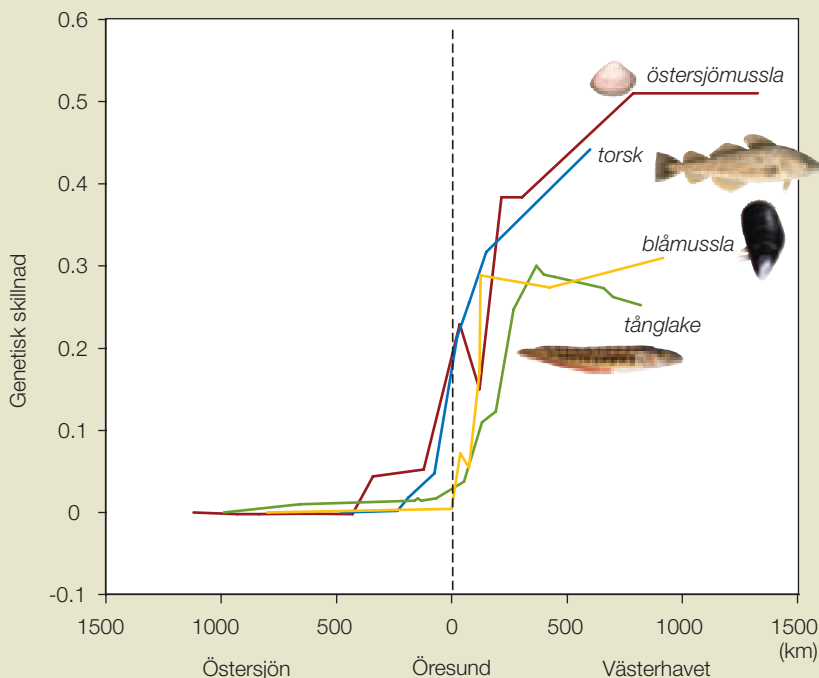
TORSKFÅNGST I SKAGERRAK – KATTEGATT



➤ Medan tillgången på vuxen torsk har minskat kraftigt i Skagerrak och Kattegatt under de sista 25 åren, så verkar ungtorsk inte visa motsvarande negativa trend. DNA-analyser visar att stor del av småtorsken kommer som larver från Nordsjön och att denna torsk vandrar tillbaka till Nordsjön istället för att förstärka de kustnära bestånden. Bilden visar fångst per ansträngning av stor och liten torsk i Skagerrak och Kattegatt.



GENETISKA FÖRÄNDRINGAR MELLAN ÖSTERSJÖN OCH VÄSTERHAVET



➤ Exempel på arter som visar stora genetiska förändringar där Östersjön övergår i Västerhavet. Alla arter uppvisar inte detta mönster, men en majoritet av de arter som är genetiskt analyserade har någon form av genetisk förändring i Östersjön. Kunskapen om dessa förändringar är centrala för förvaltning av dessa arter.

För att rädda små, lokala bestånd är det av central betydelse att man kan skilja dem från de större som dominerar det kommersiella fisket. Fisket ska alltså inte ske på blandade bestånd.

Ett liknande exempel gäller Rügensillen som vandrar från ett begränsat lekområde vid tyska Östersjökusten till Skagerrak, där de speciellt sommartid blandar sig med bestånd av Nordsjösill. För att vårda Rügensillen bör därför sillfisket i Skagerrak ske under perioder när så lite sill som möjligt från Rügen finns där.

Särpräglad Östersjötorsk

Torsken i Östersjön är i ännu högre grad genetiskt särpräglad. Redan på 1960-talet visades att blodgruppen hos Östersjöns torsk var olik den i Nordsjön. Idag finns detaljerade DNA-studier som påvisar kraftiga genetiska skillnader mellan torsken i Kattegatt och i södra Östersjön. Så stora skillnader kan bara upprätthållas om bestånden är kraftigt separerade under sin fortplantning. Östersjötorsken har också en rad anpassningar till sin speciella miljö som saknas hos torsk i Kattegatt och i övriga Nordsjön. Den leker t.ex. på sommaren istället för på vintern som i Nordsjön, och den har ägg som flyter vid lägre salthalt vilket förhindrar att de sjunker ned i Östersjöns syrefria bottenvatten.

Naturligtvis har dessa resultat en mycket stor betydelse för hur man ska förvalta Östersjötorsken. Det är inte arten torsk som ska rödlistas och räddas i första hand – torsk finns det relativt gott om i t.ex. Barents hav. Däremot behövs kraftiga insatser för att rädda det unika beståndet i Östersjön, och troligen också de lokala bestånden i bland annat Gullmarsfjorden. Fiskar vi slut på den sista Östersjötorsken så får vi nog vänta länge innan ett nytt bestånd har etablerats och anpassats till denna speciella miljö, om det någonsin sker. Ett tragiskt öde eftersom vi samtidigt vet att Östersjön under 1980-talet var kapabel att producera torsk för mer än 200 miljoner kronor per år. Vilken fiskodling!

Unik smaltång

Det är inte bara torsken i Östersjön som genomgår en mindre genetisk revolution när man passerar Öresund. Ny forskning visar att i Östersjön finns genetiskt unika bestånd av en rad marina arter. Detta innebär att hotbilden mot Östersjöns biologiska



➤ Smaltång (*Fucus radicans*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) är mycket nära släkt. Deras olikheter framgår dock tydligt i de områden där de växer sida vid sida. Smaltångens (till vänster) busklikna och smalbladiga bål, samt avsaknaden av flytblåsor är karaktärsdrag. Smaltång dominerar uteslutande svenska kusten ifrån Öregrund till Umeå, medan blåstången är ensam av de två uteslutande övriga svenska kusten. Smaltången är hittills bara funnen i Östersjön och den kan vara en art som också bara finns här.

mångfald är än mer allvarlig än vi tidigare trott.

Ett lika spännande som märkligt exempel är smaltången, en ny art av tång som till helt nyligen ansågs vara en dvärgform av blåstång. Smaltången är den helt dominerande fleråriga arten av brunalg i Bottenhavet. Liksom sin nära släkting blåstången bildar den tångskogar som hyser ett rikt liv av andra arter. Men smaltången är alltså inte en dvärg av blåstång utan en helt egen art med den ovanliga egenskapen att huvudsakligen föröka sig genom kloning, d.v.s. genom att små utskott av tången lossnar, faller ned till botten och fäster med nya fästorgan. Den är mycket nära släkt med blåstång, och har troligtvis helt nyligen uppstått i Östersjön från blåstång. Om så är fallet så har vi här en unik art för Östersjön.

Saknar genetisk variation

Eftersom smaltången klonar sig i stora delar av sitt utbredningsområde, saknar den nästan helt genetisk variation i dessa bestånd. Utefter svenska kusten av Bottenviken utgör en och samma klon 80 procent av alla individer. Om denna klon inte klarar en framtida miljöförändring, t.ex. en klimatförändring som orsakar lägre saltinnehåll i Bottenhavet, kan alltså stora delar av smaltångens bestånd raderas ut i ett svep. Eftersom det i smaltångens undervattensskogar lever många andra arter får detta ekosystem sig en rejäl knäck om smaltången skulle försvinna. Miljömyndigheterna måste i detta fall se till att, så gott det går, skydda bestånd av smaltång. Om storskaliga klimatförändringar hotar kanske också en genbank måste läggas upp för att kunna återskapa försvunna bestånd.

Variation inom små avstånd

Den vanliga blåstången uppvisar också stora genetiska skillnader mellan bestånden i Östersjön och Västerhavet. Men vad som förvånar än mer är att bestånd av blåstång på betydligt mindre avstånd från varandra, bara 10 meter, kan uppvisa genetiska skillnader. Detta förklaras av att spermier och ägg är kortlivade och att det befruktade ägget snabbt sjunker till botten. Därmed sprider sig blåstångens gener ovanligt dåligt.

Med genetisk variation på så små avstånd som hos blåstång kan man förvänta sig att det också finns kraftiga lokala anpassningar till olika miljöer. Mycket riktigt så varierar också blåstången i form och storlek mellan olika miljöer, även om en del av dessa olikheter kan förklaras av direkt miljöpåverkan. Det som är gene-



Foto: Patrik Larsson

Strandsnäckor finns på klippor och stenar utmed svenska västkusten. Ett par av arterna uppvisar stora genetiska skillnader redan på några meters avstånd, ofta genom lokala anpassningar på mikroskala som en följd av att strandmiljön är extremt variabel.

tiska skillnader i anpassningar är dock desto viktigare, och kan betyda att lokala blåstångsbestånd, specialanpassade till en viss miljö, kan vara svåra att ersätta. Under den ur evolutionär synvinkel korta tid som blåstång levit konstant under vattenytan i Östersjön har den förlorat förmågan att tåla uttorkning och infrysning. Dessa egenskaper är väsentliga för artens överlevnad på västkusten liksom på övriga tidvattenskuster. Östersjöplantor av blåstång skulle därför inte överleva om de flyttades till Västerhavet. Försök har gjorts att återinplantera blåstång i områden där den eliminerats av miljöstörningar. Att sådana försök hittills har misslyckats kan eventuellt förklaras av att unika genetiska egenskaper saknats hos de plantor man använt från andra miljöer. Även här behöver vi alltså beakta att en tångplanta från ett bestånd inte kan förutsättas ha samma egenskaper som en tångplanta från ett annat bestånd.

Strandsnäckor med eget protein

Hos strandsnäckor har vi studerat detta fenomen i detalj och visat att hos några av de svenska strandsnäcksorterna finns på bara några få meters håll mycket viktiga genetiska olikheter som kan betyda skillnaden mellan liv eller död. I fallet levande-födande strandsnäck (Littorina saxatilis) finns ett litet protein som katalyserar en central kemisk reaktion i cellen i samband med att snäckorna torrläggts vid lågvatten och vackert väder. Detta protein har två olika varianter, den ena varianten är helt dominerande högt uppe på klippstranden

där snäckorna ofta utsätts för uttorkning. Den andra varianten finns nära vattenlinjen, där snäckorna sällan blir torrlagda. Om man flyttar snäckor från vattenlinjen någon meter upp på klippan, eller tvärtom, så minskar deras överlevnad med i grova drag 40 procent, enbart på grund av att de har fel sorts protein och därmed alltså fel gen som bestämmer proteinets konstruktion. Det kan tyckas konstigt att snäckor ifrån en relativt torr miljö högt upp på stranden inte skulle trivas bättre om de flyttades ned en bit där de oftare kan befinna sig under vatten. Skälet är att det protein det handlar om är bra att ha när man ofta sitter indragen i skalet och då behöver spara på energi så mycket som möjligt. Det här snåla proteinet är dock sämre i situationer när man inte behöver spara, eftersom man då växer sämre i förhållande till andra individer.

Kraftfullt redskap för förvaltning

Naturligtvis kan man inte förvalta arter på en skala av några få meter, men kunskapen om enskilda arters genetiska variation över olika rumsskalor är nödvändig för en långsiktigt uthållig förvaltning. Med DNA-analys har vi fått ett kraftfullt redskap för att ta fram denna kunskap. 🐌

LÄSTIPS

Johannesson K & André C. 2006. *Invited review: Life on the margin - genetic isolation and loss of variation in a peripheral marine ecosystem.* Molecular Ecology. 15: 2013-2030.

Stenseth NC, PE Jorde, Kung-Sik Chan, H Knutsen, C André, M Skogen & K Lekve. 2006. *Ecological and genetical impact of larval drift: the Atlantic Cod as an example.* Proc Royal Soc Lon Ser B. 273: 1085-1092.

Ruzzante D, Mariani S, Bekkevold D, Andre C, Mosegaard H, Clausen L, Dahlgren T, Hutchinson W, Hatfield E, Torstensen E, Brigham J, Simmonds J, Laikre L, Larsson L, Stet R, Ryman N, Carvalho G. 2006. *Biocomplexity in a highly migratory marine pelagic fish.* Proc Royal Soc Lon Ser B. 273: 1459-1464.

Tatarenkov A, Bergström L, Jönsson RB, Serrao EA, Kautsky L & Johannesson K 2005. *Intriguing asexual life in marginal populations of the brown seaweed Fucus vesiculosus.* Molecular Ecology 14: 647-651



VÄDER OCH KLIMAT

**Klimatförändringar under femhundra år
Varmare på senare tid
Möjliga klimateffekter under ytan
Klimatet påverkar kustfiskbestånden
Vädret 2006 – milt med många värmerekord**

Klimatförändringar under femhundra år

DANIEL HANSSON, CHRISTIN ERIKSSON & ANDERS OMSTEDT, GÖTEBORGS UNIVERSITET

I flera år har istäcket på Östersjön haft en mindre utbredning än vad som räknas som normalt, samtidigt som vintrarna varit milda. Det har lett till en oro för att Östersjöns is snart är ett minne blott, endast omskrivet i historieböckerna. Men är verkligen isarna i Östersjön på väg att försvinna helt? Ny forskning visar att istäcke och vintertemperatur varierat kraftigt genom historien som följd av många och snabba klimatförändringar.

■ Isen på Östersjön brukar roa skridskoentusiaster betydligt mer än handelsflottan. För sjöfarten var isläggnings vintertid länge ett gissel. Isbrytare, som kunde hålla farlederna isfria, introducerades i större skala först efter ett riksdagsbeslut 1972. Inte förrän då kunde hamnarna längs den norrländska kusten hållas öppna även vintertid. Isfria hamnar var något som dessförinnan endast var de sydligare hamnarna förunnat.

Isen visar klimatförändringar

Isläggnings är nära knuten till, och mycket känslig för, förändringar i lufttemperaturen under vintersäsongen. Det gör isutbredningen till en nyckelparameter att studera i samband med klimatförändringar. Den maximala utbredningen av Östersjöns is nås normalt i slutet av februari eller början av mars, och kan på så vis ses som en integrerad faktor av vinterns svårighetsgrad.



Foto: Askilaboratoriet



➤ Isens utbredning i Östersjön varierar mycket från år till år. Den maximala isutbredningen infaller normalt i slutet av februari eller i början av mars. Under en normal vinter är norra och större delen av centrala Östersjön isbelagd och isen har i medeltal en area på cirka 200 000 km².

En mycket mild vinter är isutbredningens area mindre än 100 000 km² och begränsad till de nordligaste och östligaste delarna av innanhavet (streckad linje). Under en hård vinter är isarean 300 000 km² eller mer, och större delen av Östersjön är islagd (heldragen linje). I södra Östersjön, öster om Bornholm, lägger sig sällan isen ens under mycket stränga vintrar.

➤ Isläggnings är mycket känslig för lufttemperaturen. Om medeltemperaturen en vinter överstiger två grader bildas ingen is alls

Om luftens medeltemperatur över Östersjön en vinter överstiger $+2^{\circ}\text{C}$ bildas ingen havsis. Skulle lufttemperaturen i medeltal över en vinter istället understiga -6°C kommer däremot hela Östersjön att bli isbelagd, något som skulle ställa till problem för sjöfarten även med dagens isbrytarservice. En normal vinter varierar temperaturen mellan en och två minusgrader. Om en klimatförändring sker bör den därför omgående avspeglas i isens utbredning i Östersjön.

Två luftmassor som styr

Klimatet i Östersjöregionen varierar mycket från år till år, inte minst från vinter till vinter. Detta beror i hög grad på att regionen är belägen mittemellan två luftmassor. I väster finns den fuktiga och milda atlantluften medan det i öster finns en torr, kylig luftmassa över Ryssland.

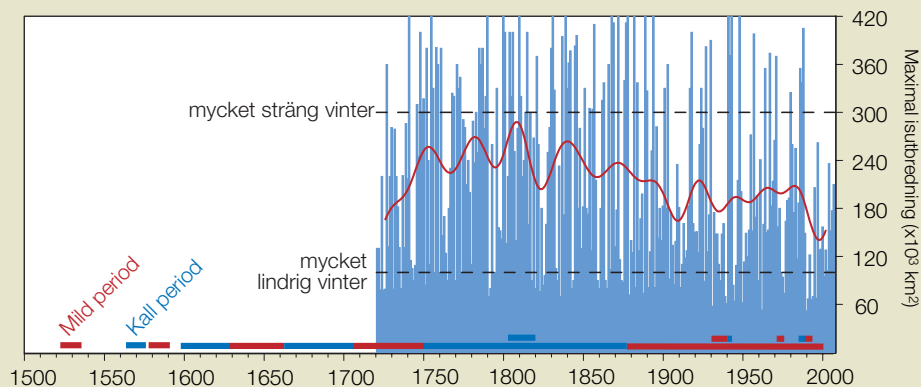
För Sveriges del innebär det att södra halvan oftast styrs av atlantluft samtidigt som den norra halvan får dras med kyligare luft från öster. Gränsen mellan dessa två luftmassor förflyttas hela tiden, varför relativt snabba förändringar i temperatur inte är något ovanligt i vår region. Vintertid kan den kalla torra luften i öster lätt få fotfäste i hela Östersjöregionen, och på så sätt pumpa in mycket kall luft i området. Detta gynnar en kraftig istillväxt i Östersjön. Emellanåt är det den milda luften som dominerar regionen, och då är det ofta återkommande djupa lågtryck som förskjuter gränsen till den kalla luftmassan norrut. En säsong dominerad av denna vädersituation gör vintrarna milda och missgynnar isbildning i vårt innanhav.

Präglas av kalla och varma stadier

Ibland förekommer det att långa perioder domineras av liknande vädersituationer. Så skedde bland annat under den så kallade Lilla Istiden, vilket var ett generellt kallt stadium från cirka 1400-talet fram till slutet av 1800-talet. Under denna tid gynnades den kalla luften i öster framför den milda luften i väster, och vintrarna var generellt mer isrika än vad de är idag. Ett bra exempel är vintern 1658 då Karl X Gustav gick med sin armé över Lilla och Stora Bält.

I slutet av 1870-talet förändrades balansen igen, och vår region trädde in i ett mildare stadium som varar än idag. Den milda atlantluften gynnas nu generellt mer framför den kalla torra luften i öster,

VINTERPERIODER OCH ISUTBREDDNING I ÖSTERSJÖN



➤ Sedan 1720 finns isläggningsrelativt väl dokumenterat för varje år, vilket visas med staplarna i figuren. De kalla vintrarna har minskat i förekomst under 1900-talet, men de mycket milda vintrarna har inte blivit vanligare. Medelvärde över tio år, illustrerad av den röda heldragna linjen, visar på stora, nästan cykliska, variationer över årtionden. Dessutom syns tydligt att 1900-talet haft mindre is än föregående århundrade.

Första hälften av 1700-talet uppvisar liknande tendenser som senare delen av 1900-talet. Mest is fanns det i Östersjön på 1800-talet fram till dess att Lilla Istiden avslutades under 1870-talet, då området istället övergick till en varm period.

Med modellering har vi visat att sedan år 1500 har femton kalla och milda perioder inträffat i Östersjöregionen. Växlingen från en period till en annan har gått snabbare än man tidigare trott. Några av perioderna har dessutom varit lika varma och isfattiga som nutidens vintrar. Lilla Istidens (1400-1870) vintrar var inte heller genomgående kalla. Tvärtom var de ibland mycket milda och med stor variation. Kalla perioder har generellt en större årlig variation än milda perioder.

vilket har reducerat isarna under 1900-talet jämfört med tidigare. Enskilda vintrar har dock kunnat bjuda på extrem kyla, vilket bland annat var fallet under krigsvintrarna 1940-1942.

Modeller ger mer information

För Östersjön finns den maximala isutbredningen sedan vintern 1720 relativt väl dokumenterad, om än med viss osäkerhet innan havsobservationer påbörjades under senare hälften av 1800-talet. Tidigare än så finns endast fragment att tillgå. Bäst är informationen i sydvästra Östersjön, i området kring Polen, Tyskland och Danmark, då dessa länder har haft en intensiv fartygstrafik. I norra och östra delen av Östersjön är informationen däremot begränsad.

När klimatet studeras är det viktigt att de tillgängliga mätserierna är tillräckligt långa, mer än 100 år, för att kunna beskriva långtidsvariationerna i klimatet. För att komma runt detta problem kan man med hjälp av modeller förlänga informationen bakåt, till tiden innan instrumentella data finns tillgängliga. För detta ändamål används två typer av modeller; dynamiska

modeller, som beskriver de fysiska processerna i naturen, eller statistiska modeller, som efter bestämda samband försöker återskapa tidigare förhållanden. Båda modelltyperna fungerar bra för isläggningsrelativt i Östersjön, och ger oss en mängd information om både temperatur och isutbredning som vi tidigare saknat.

Genom att undersöka några av vår tids längsta klimatdataserier, som beskriver vinterns lufttemperatur och isförhållanden i Östersjöområdet under de senaste femhundra åren, kan man studera hur klimatets naturliga variabilitet i området under vintern har sett ut.

Svåra isvintrar allt sällsyntare

Situationen idag, med avseende på isutbredningen, liknar mycket den som var under 1730- och 1930-talen. Dessa årtionden karakteriseras av milda vintrar och lite is i Östersjön. De allra mildaste vintrarna, och följaktligen också de vintrar med minst is, inträffade 1961 och 1989. Då var endast drygt 12 procent av Östersjöns yta täckt av is, vilket motsvarar en yta ungefär lika stor som Bottenhavet.

I kontrast till detta finns flera vintrar



Konstnär: J.P. Lemke. Foto: Nationalmuseum, Stockholm

➤ Nyckeln till framtiden ligger i historien. Att Karl X Gustav gick med sin här över Stora och Lilla Bält år 1658 visar att den vintern var ovanligt kall. Det överensstämmer också med vad modellerna visar.

då nästan hela Östersjön varit isbelagd. Senast det skedde var vintern 1987, då 97 procent av Östersjön inklusive Skagerrak och Kattegatt var täckta av is. Liknande situationer har inträffat flera gånger under 1900-talet, inte minst i början av 1940-talet. Förekomsten av sådana riktigt kalla och svåra isvintrar har under senare tid minskat och är nu ganska sällsynta, även om det ur ett historiskt perspektiv kan gå flera tiotals år mellan dem. Normalt brukar de återkomma med en period på 5–15 år.

Däremot har mycket lindriga isvintrar hittills inte ökat nämnvärt i förekomst, i motsats till vad man kan tro från debatten och trots att vi befinner oss i en mild period. Mycket lindriga vintrar har en återvändande frekvens på 5–10 år, men kan förstås bli vanligare om vintertemperaturerna fortsätter att öka. Om så blir fallet beror på förändringar i lufttemperaturen och den storskaliga atmosfärcirkulationen.

Klimatet svänger mycket och snabbt

Den dynamiskt modellerade isutbredningen över de senaste femhundra åren visar att klimatet i vår region har några tidigare okända egenskaper. Sett ur detta längre perspektiv går det inte att avgöra om nuvarande klimat är något unikt. Framförallt är det de mycket milda perio-

derna under 1730- och 1930-talet som visar samma tendenser som nuvarande klimat, men det finns också perioder tidigare som var nästan lika milda. Alla dessa perioder var lika fattiga på is som milda i temperatur som 1990-talet. Skillnaderna är minimala.

Våra modellberäkningar visar också att milda perioder förekom under den så kallade Lilla Istiden och att klimatet då varierade betydligt mer än vad vi hittills trott. Detta ger upphov till en ny fråga; Var det ovanligt kallt under Lilla Istiden? Svaret på den frågan är både ja och nej.

Med hjälp av statistiska undersökningar har vi funnit att Östersjöregionens vinterklimat präglas av mer eller mindre långvariga perioder av ihållande antingen milda eller stränga vintrar. De långvariga perioderna, exempelvis Lilla Istiden, innehåller i sin tur flera kortare perioder av både kallare och varmare vintrar. Övergångarna mellan de olika klimattyperna har varit mycket snabba. Flera oberoende serier från Östersjön påvisar dessa övergångar samtidigt, vilket stärker uppfattningen att vinterklimatet styrs av snabba förändringar.

Totalt rör det sig om femton kalla respektive milda perioder som avviker från långtidsmedelvärdet över de senaste femhundra åren. Av dessa var åtta varmare och sju kallare än medelvärdet. De kalla perioderna har en högre grad av årlig variation mellan vintrarna än vad de milda perioderna har. Det betyder att så länge en mild period pågår är sannolikheten lägre att mycket kalla vintrar inträffar. Den nu pågående perioden är en varm period, som pågått sedan slutet på 1800-talet.

Naturlig variation eller inte?

Detta sammantaget gör att vi inte med säkerhet kan fastslå att Östersjöområdets nuvarande vinterklimat inte rymmer inom den naturliga variationen, trots att det förmodligen är andra mekanismer som driver klimatet idag än tidigare. Däremot kan vi vara nästan helt säkra på att 1900-talet var det århundrade som var mildast under de gångna femhundra åren.

Förändringarna under dessa femhundra år tros kunna bero på förändringar i den atmosfäriska cirkulationen, som i sin tur kan beskrivas av lufttrycket över Östersjöregionen. Om trycket i regionen förändras, exempelvis genom att högtryck förstärks eller försvagas, kan de två luftmassorna som slåss om herraväldet; den fuktiga,

milda luftmassan över Atlanten och den torra, kalla luftmassan över Ryssland, dominera vårt klimat på olika sätt. Ytterligare en förklaring till den varma period som just nu pågår, är att växthusgaser kan ha spelat en viss roll. Det är dock ännu oklart hur stor denna faktor är.

Nyckeln till framtiden ligger i historien

Det är alltid riskabelt att försöka förutsäga framtiden utan att ha förstått historien. Genom att försöka förstå hur klimatet har varierat i Östersjöområdet under de senaste femhundra åren kan vi få en relativt bra bild av hur stora variationerna varit. Dels under förindustriell tid, före år 1800, och dels under den industriella perioden, från år 1800 fram till idag. Det är också viktigt att förstå hur klimatet varierar på den regionala skalan för att kunna förstå på vilket sätt eventuella globala klimatförändringar kan komma att påverka regionen.

Vi har förstätt att klimatet i området svänger snabbare och mer än vad vi tidigare trott, vilket hjälper oss att bättre bedöma framtidsutsikterna. Att Östersjön kommer att bli isfri i framtiden är förmodligen inte ett troligt scenario, eftersom vi ännu inte funnit några bevis på att en sådan situation någonsin har uppstått i vårt innanhav. Området i Bottenviken och Finska viken är vintertid alldeles för kallt för att is inte skall bildas.

Även om den årliga variationen i både lufttemperatur och isläggning är mycket stor i regionen är tendensen på en skala av årtionden trots allt att det blir varmare och att Östersjöregionen värmts upp snabbare än globalt över det senaste århundradet. Om detta fortsätter är det troligt att isutbredningen kommer att bli mindre. Vilken konsekvens detta får för ekosystemet är idag ovisst. 🐦

Varmare på senare tid

KURT EHLERT & HANS ALEXANDERSSON, SMHI

Under de senaste femton åren har vi haft varmare och blötare väder än tidigare. Årsmedeltemperaturen har ökat närmare en grad, och nederbörden omkring sju procent. Tillrinningen till havet har också ökat, framför allt i Norrlandslänen samt i södra och sydvästra Sverige.

■ I klimatsammanhang jämförs, enligt en internationell överenskommelse, aktuella värden med medelvärden för en längre period. För närvarande jämförs aktuella värden med den s.k. standardnormalperioden 1961–1990. Detta ska vi göra fram till år 2021 då en ny 30-årsperiod, 1991–2020, är fullbordad.

Eftersom halva den nya perioden har gått kan vi se vartåt det lutar genom att jämföra de senaste femton åren med de trettio närmast dessförinnan.

Varmare väder

När det gäller temperaturen finns en klar förhöjning den senare perioden. För året som helhet är ökningen störst i mellersta Sverige och utmed Norrlandskusten. Vintern är den årstid då temperaturen ökat mest, drygt två grader i nordvästra Svealand och större delen av Norrland. Ökningen under vår och sommar är något större i södra än i norra Sverige, och sommartid är den högst i Östersjöns kusttrakter. Detta skulle kunna innebära en högre avdunstning under vår och sommar, som i sin tur kan innebära att avrinningen och därmed vattenföringen i vattendragen påverkas i negativ riktning.

Mer regn...

Nederbörden har ökat i så gott som hela landet, men inte statistiskt signifikant.

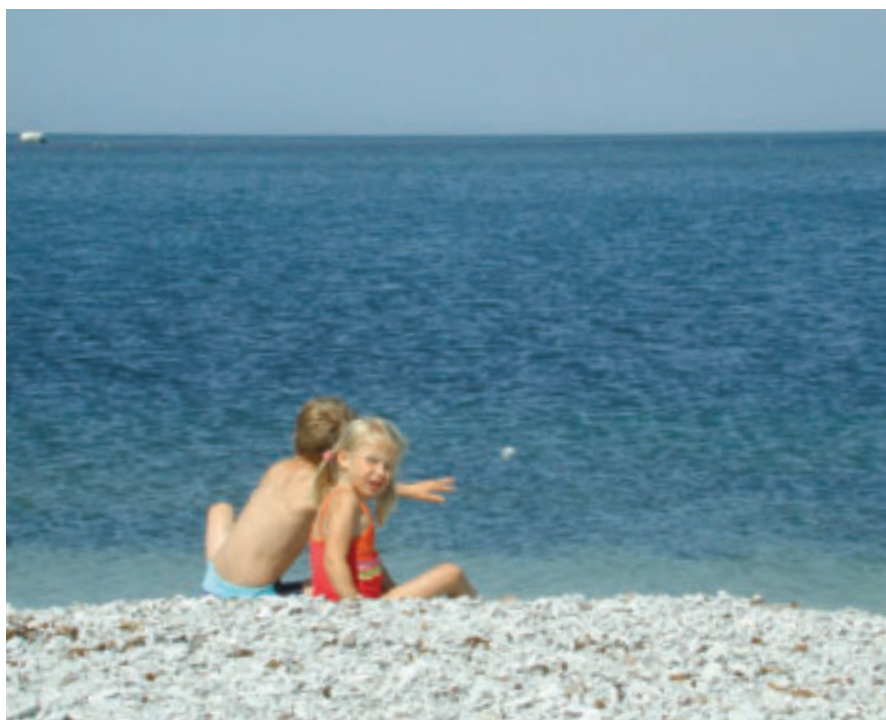


Foto: Per Bengtsson/Grön idé

➤ Det har helt klart blivit varmare de senaste femton åren, och heta dagar har blivit vanligare.

Störst är ökningen i mellersta och norra Norrland där medelvärdet ökat med närmare 15 procent. Även i Götaland är ökningen markant med en ökning på 10 procent främst i de västra och inre delarna. I Svealand och Södra Norrland däremot är ökningen endast 0–5 procent.

...och mer tillrinning

I vattendragen som mynnar i Bottenviken och norra Bottenhavet är medeltalet på vattenföringen 6–15 procent högre för den senaste perioden. För vattendragen som mynnar i södra Bottenhavet och i Egentliga Östersjön är medeltalet generellt sett lägre. Skillnaden är 1–10 procent men

endast undantagsvis statistiskt signifikant. Skillnaden i nederbörd är där relativt låg. Att vattenföringen är lägre under den senare perioden skulle kunna förklaras av högre temperatur och därmed högre avdunstning. I södra och västra Götaland har vattenföringen ökat med mellan 3 och 14 procent, vilket stämmer väl med den ökade nederbörden. 🐦

LÄSTIPS

Klimat i förändring, SMHI:s Faktablad nr 29, <http://www.havet.nu/?d=186&id=54640275>.

Tillrinningen till havet, Faktablad nr 26 <http://www.havet.nu/?d=186&id=54640276>.

Möjliga klimateffekter under ytan

TINA ELFWING, STOCKHOLMS MARINA FORSKNINGSCENTRUM

Alla förutsägelser om hur livet i havet kommer att påverkas av klimatförändringen är ännu mycket osäkra. Ändå är det viktigt att fundera över frågan, eftersom åtgärder för att komma tillrätta med nuvarande miljöproblem måste kunna utvärderas gentemot ett framtida tillstånd. I denna korta sammanställning ligger fokus på hur diskussionerna hittills har gått kring några viktiga områden.

■ När många viktiga faktorer ändras samtidigt, som temperatur, salthalt, nederbörd och strömmar, kan enskilda arter gynnas av en förändring men missgynnas av en annan. Dessutom gör de komplexa näringskedjorna i havet att det är svårt att förutse hur klimatförändringar kommer att påverka. En direkt effekt på en art kan ha stora effekter på hela näringsväven.

Varmare och sötare vatten

Salthalten i våra hav bestäms av balansen mellan tillförseln av sötvatten från land och saltvatten från Nordsjön. En ökad nederbörd kommer att ge lägre salthalt i Östersjön. Hur mycket är ännu väldigt osäkert, delvis beroende på att befintliga modeller inte har inkluderat eventuella förändringar i inflödet av salt vatten via Kattegatt.

Om ytvattnet i Egentliga Östersjön sjunker från nuvarande 7 till 4 promille är viktiga marina arter som blåmussla, blåstång och torsk i farozonen. Blir utflödet från Östersjön med den baltiska ytströmmen starkare och mer utsötat påverkas också den svenska västkusten, och arter som krabba och hummer kan tvingas att retirera norrut till saltare vatten. Sommarblomningar av cyanobakterier kan börja uppträda i Kattegatt om vi får ett starkt

utflöde från Östersjön av utsötat, varmare vatten med ett fosforöverskott.

Även ett varmare vatten är att vänta. Det kan göra att sydliga organismer som klarar låga salthalter blir vanliga i svenska vatten. Ostron vill ha varmt vatten och tål ganska låg salthalt, och i somras observerades det japanska ostronet *Crassostrea gigas* på ett flertal platser i Bohuslän. Om den kommer att föröka sig och bli vanligare återstår att se.

Osäkert i näringsvävens bas

Klimatförändringen kommer att ha stor inverkan på växtplanktonsamhället. En minskad salthalt kommer direkt att påverka utbredningen av marina planktonarter. Uppvärmning missgynnar kallvattenarter som vårblommande kiselalger, men gynnar varmvattenarter, som cyanobakterien *Nodularia*. Nya arter från varmare vatten kan också etablera sig.



Blomningar av cyanobakterier riskerar att bli vanligare även på västkusten.

Effekterna på växtplanktonproduktionen är dock avhängig av hur man bedömer att närsaltstillgången kommer att förändras. Generellt ger mer nederbörd ökad tillförsel av näringsämnen till havet. Men sannolikt kommer flödena i södra Östersjöns näringsrika floder att minska, åtminstone under sommaren. Milda och blöta vintrar kan dock öka läckaget från odlad mark, speciellt av kväve. Sannolikt kommer också markanvändningen att förändras när nya grödor blir möjliga att odla. Även detta kommer att påverka närsaltsflödena. Ökade sötvattenflöden förväntas särskilt i norr, där övergödningsproblemen är små och älvarna näringsfattiga. Däremot kommer nog älvarnas tillförsel av humusämnen och annat organiskt material, som kraftigt försämrar ljusförhållandena för växtplankton, att öka.

Om det dessutom blir blåsigare kommer den vertikala omblandningen att öka, varvid mer näringsämnen från djupare vatten blir tillgängliga. Effekten av närsaltstillskott i ytvattnet kommer att vara särskilt tydligt i de alltför områden som blir isfria

under vintern, eftersom ett istäcke förhindrar omblandning.

Om närsaltstillgången i Egentliga Östersjön förblir oförändrad eller ökar kommer den ökade temperaturen och förlängda säsongen att öka växtplanktonproduktionen. Cyanobakterieblomningar kommer sannolikt att bli ett än vanligare inslag. Å andra sidan skulle en ökad andel fosforfattigt älvvatten från norr på sikt kunna få genomslag även i södra Östersjön. Skulle det resultera i betydligt lägre fosforhalter, så kommer det att begränsa blomningar av cyanobakterier, vars konkurrensfördel är egen kvävefixering i ett vatten med fosforöverskott.

Det kan dock ta lång tid innan ett ökat tillflöde av fosforfattigt vatten får synliga effekter. Stora mängder fosfor finns redan i systemet, som beroende på syresituationen i djupvattnet antingen finns fastlagt i sediment eller frisatt i vattnet. Dessutom finns det stora utsläppskällor av fosfor kvar runt detta havsområde.

Syretillgång på bottenarna

Förändringar i växtplanktonproduktionen kommer i sin tur att påverka utbredningen av syrefria bottenar eftersom belastningen av syretärande material till bottenarna förändras. Här finns, som sagt, prognoser som pekar åt olika håll. Men även andra faktorer påverkar.

Ett varmare vatten gör att temperaturskiktningen under sommaren blir starkare och varar längre. Vattnet under temperatursprångskiktet isoleras då från syretillförsel från ytan under längre tid, med ökad risk för syrebrist, främst i högproduktiva kustnära områden med begränsat vattenutbyte. Dessutom löser varmare vatten mindre syre, så att syretillgången vid skiktningens början är lägre om djupvattnet blir varmare. Samtidigt ökar ämnesomfattningen och syrebehovet hos djur och bakterier vid ökad temperatur.

En ökad tillrinning av sötvatten till Östersjön kommer att förskjuta det permanenta salthaltssprångskiktet i Egentliga Östersjön och Finska viken till något större djup. En ökad omblandning kan då förbättra syresituationen, eftersom en ökad areal av bottenarna finns ovanför språngskiktet.

Förändrat fiskesamhälle

Även bland fiskarna kommer varmvattenarter, såsom abborre och gös, att gynnas på



Foto: Johan Ekblom/razie

71 I somras observerades det japanska ostroget *Crassostrea gigas* på ett flertal platser i Bohuslän.

bekostnad av kallvattenarter, såsom torsk och tånglake. Den lägre salthalten kommer att påverka artsammansättningen hos djurplankton, då marina arter som *Pseudocalanus* sp. får svårt att överleva. Dessa förändringar kommer med all sannolikhet påverka fiskfaunan, men hur är svårt att sätta om. En ökad nederbörd kan ge stabilare vattenföring i mindre vattendrag, vilket gynnar fortplantningen för vissa arter, såsom havsöring.

Utom allt tvivel kommer torsken att direkt påverkas. Ett ändrat klimat med lägre salthalt minskar den vattenvolym där både salthalt och syretillgång är tillräckligt höga för att torskens lek skall lyckas. Östersjötorsken har under tusentals år anpassat sig genetiskt och fysiologiskt för livet i utsötat vatten. Den hotas idag både av ett kraftigt överfiske och av syrebrist i det saltare djupvattnet den kräver för sin fortplantning. Om detta mycket specialiserade torskbestånd försvinner kan det inte ersättas med invandrad torsk från Nordsjön.

Skarpsillens ägg däremot flyter ytligare än torskens, och påverkas därför inte av syrebrist på djupet. Dessutom ökar äggöverlevnaden hos skarpsillen med en högre temperatur. En dubbel nitlott för torsken är att skarpsill också äter torskägg.

Den dominans av skarpsill vi ser i dagens Östersjön kan alltså förstärkas, och i värsta fall kan torskfiske bli omöjligt. Om inte klimatförändringarna blir för stora, kan dock ett ändrat fiske delvis motverka dessa befarade effekter. 🐟

LÄSTIPS

Förändringar under ytan – Sveriges havsmiljögranskad på djupet, Naturvårdsverket 2007, <http://www.havet.nu/?d=186&id=54640283>.

Climate Change in the Baltic Sea Area - HELCOM Thematic Assessment 2007, <http://www.havet.nu/?d=186&id=54640279>.



Foto: Per Bengtsson/Grön Idé

Klimatet påverkar kustfiskbestånden

MAGNUS APPELBERG, JAN ANDERSSON, FREDRIK LJUNGHAGER & KERSTIN SÖDERBERG, FISKERIVERKET

Vattnet har blivit varmare under sommar-månaderna i alla Sveriges kustområden. Detta har påverkat kustfiskbeståndens utveckling. Förekomst, tillväxt och täthet av arter som föredrar varmt vatten ökar, samtidigt som kallvattenarterna minskar. Utvecklingen tycks vara generell och gälla för både ost- och västkusten.

■ Det varmare klimatet har stor inverkan på kustfisksamhällenas utveckling. En hög vattentemperatur gynnar varmvattenarter, men missgynnar arter som föredrar låg temperatur. Eftersom klimatförändringen också kan resultera i förändrad primärproduktion och avrinning från land kan dock temperatureffekterna på fiskbestånden överskuggas av andra effekter, t.ex. förändringar i siktdjup och salthalt.

Varmare vatten påverkar

Vattnets temperatur under sommarhalvåret har stigit under de senaste trettio åren. Det gäller för alla våra havsområden. Ökningen är ca två grader sedan 1975 även om mellanårsvariationen är stor.

Den tydligaste effekten av temperaturökningen ses i fiskens tillväxt. Exempelvis kan närmare 70 procent av variationen i årlig tillväxt hos treåriga abborrar förklaras av sommartemperaturen. Temperaturens storskaliga inverkan på fiskbestånden återspeglas också i samvariationen i abborrens individtillväxt i olika kustavsnitt.

Värme får stor effekt i norr

Varma somrar är särskilt betydelsefulla för fisken i norr. De fyra somrar under senare tid som i Bottniska viken var ovanligt varma har också gett upphov till starka årsklasser av främst abborre.

En kraftig ökning av biomassan av mört och benlöja i fångsterna vid Holmöarna, i norra Kvarken, och en samtidig minskning av sikfångsterna i området, indikerar att varmvattenarterna gynnas. Man kan emellertid inte bortse från att predation från säl kan ha haft en inverkan. Mörten och benlöjan återfinns långt ned i näringskedjan. Deras ökning medförde därför att den s.k. trofiska medelnivån, d.v.s. andelen fiskar högt upp i näringsväven, minskade i området.

Artdiversiteten minskar

I Finbo i södra Bottenhavet har en minskad förekomst av kallvattenarterna lake, tånglake och sik medfört att artdiversiteten minskat samtidigt som fiskbiomassan ökat. Det kan vara en effekt av det allt varmare vattnet, men kan också bero på att produktiviteten i området ökat till följd av ökad närsaltbelastning. Arter som gynnas av både hög vattentemperatur och hög primärproduktion, som abborre, gös, mört och björkna, har ökat sin biomassa. Skrubbskäddan däremot har av hittills okänd anledning minskat. Även andelen stora fiskar har minskat i området och samhället har i allt högre grad kommit att bestå av småvuxna individer. Någon förändring i den trofiska medelnivån har dock inte noterats, vilket visar att ökningen har varit lika stor hos rovfiskar som abborre och gös, som hos mört, björkna och braxen längre ned i näringsväven.

Större braxen och gös

Även i Forsmark i södra Bottenhavet ökade biomassan fram till 1997, varefter den åter sjönk. Trots den generella minskningen har braxen och även gös ökat under senare

år. Det är främst storleken hos dessa arter och inte antalet som ökat. Båda dessa arter gynnas av hög vattentemperatur och produktivitet och den ökade förekomsten har resulterat i att andelen stor fisk ökat kraftigt i området. Däremot har inte den trofiska medelnivån påverkats.

Fler arter i Egentliga Östersjön

Mätningar i Kvädöfjärden i Östergötlands innerskärgård visar att medeltemperaturen under maj–september ökat med knappt två grader och att siktdjupet minskat från sju till drygt tre meter sedan 1960-talet.

FAKTA

Varm- och kallvattenarter

Kustfiskbestånden i våra hav är en blandning av arter med marint ursprung, och arter som härstammar från sötvattenmiljöer. Fisksamhället i Västerhavet utgörs i stort sett uteslutande av marina arter. I Östersjöns kustområden avtar andelen marina arter ju längre norrut man kommer.

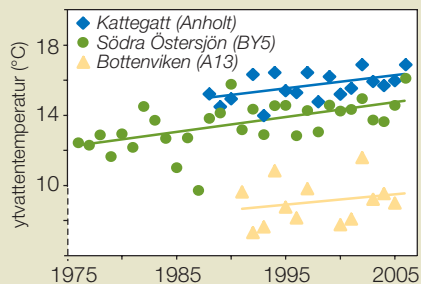
Fiskarterna kan förenklas indelas i:

VARMVATTENARTER, d.v.s. fiskar som trivs bäst i varmt vatten. Dit hör många av de sötvattenarter som lever i Östersjöns inre skärgårdar, som abborre, gös, gädda, mört, braxen och björkna.

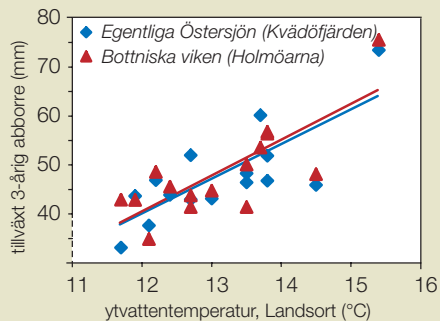
KALLVATTENARTER utgörs av marina arter som torsk, tånglake, kolja och vittling, men även sötvattenarter som sik, simpör och lake.

Provfiskena i kustområdet är inriktade mot att beskriva förändringar i fisksamhällena i de grunda kustområdena, vilket i första hand omfattas av varmvattenarter. En ökning av vattentemperaturen bör gynna dessa.

VATTENTEMPERATUR



ABBORRENS TILLVÄXT



← SMHIs mätningar av vattentemperaturen på en meters djup under maj till september visar att vattnet i alla havsområden har blivit varmare.

← Abborrens tillväxt är starkt beroende av vattentemperaturen under sommaren. Temperaturen övergripande påverkan på kustbestånden framgår också av samvariationen i tillväxt hos abborren mellan de båda bassängerna.

FÖRÄNDRINGAR I BOTTNISKA VIKENS KUSTFISKBESTÅND



← Artdiversiteten går ner, eftersom kallvattenarter som sik, lake och tånglake minskar i förekomst.

← Biomassan ökar, eftersom varmvattenarterna gynnas av högre vattentemperatur och primärproduktion. Trots minskningen i Forsmark under senare år så ökar biomassan hos varmvattenarter som gös och braxen.

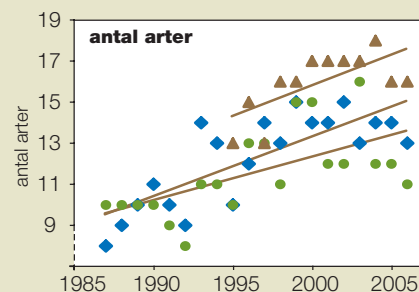
Förändringarna har analyserats med linjär regression. Förändringarna som visas i figurerna är statistiskt signifikanta.

Arter som gynnas av både hög vattentemperatur och hög primärproduktion, som gös, har ökat sin biomassa.

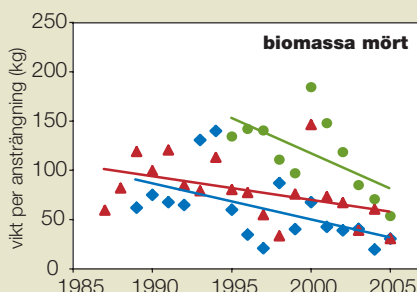


FÖRÄNDRINGAR I EGENTLIGA ÖSTERSJÖNS KUSTFISKBESTÅND

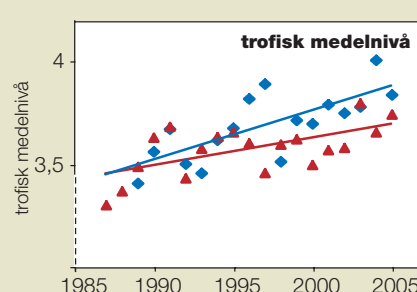
◆ Kvädöfjärden ▲ Simpevarp ● Mönsterås ▲ Vinö



↗ Antalet fångade arter har ökat de senaste 20 åren. Det är främst varmvattenarter som tillkommit.



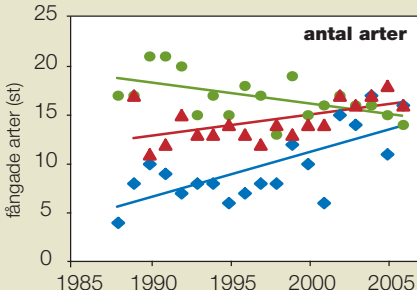
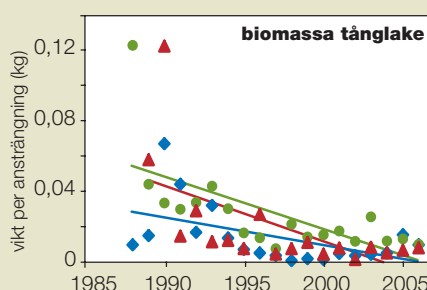
↗ Biomassan av den planktonätande mörtens minskar...



↗ ...vilket gör att den trofiska medelnivån ökar i de områden som har oförändrat bestånd av rovfiskar.

FÖRÄNDRINGAR I VÄSTERHAVETS KUSTFISKBESTÅND

◆ Lundåkra ● Vendelsö ▲ Fjällbacka



↖ Kallvattenarten tånglake har minskat kraftigt i alla provfiskade områden.

↗ Antalet fångade fiskarter har ökat i Öresund och i Skagerraks kustområden, medan en minskning skett i det ursprungligen artrika Kattegatt. Områdena tycks bli alltmer lika vad gäller artsammansättning.

Förändringarna har analyserats med linjär regression. Förändringarna som visas i figurerna är statistiskt signifikanta.

I Kvädöfjärden har antalet fångade fiskarter ökat kraftigt. Varmvattengynnade arter som braxen, gös och sutare saknades i början av perioden, men förekommer numera regelbundet. Andra arter som skarpsill och nors, vilka inte är varmvattengynnade har också tillkommit under senare år. En motsvarande statistiskt säkerställd ökning av artantalet ses även i Vinö och Mönsterås vid Smålandskusten.

Fångsterna av abborre och gädda har varit stabila över åren i alla områden i Egentliga Östersjön utom i Mönsterås. Mörtens biomassa har däremot minskat i Kvädöfjärden och i småländska Simpevarp och under senare år även i Mönsterås. Detta avspeglar sig som en tydligt stigande trofisk medelnivå, d.v.s. att andelen fiskar högt upp i näringsväven har ökat.

Rovfiskarna saknas fortfarande

Mönsterås är den enda av övervakningsstationerna som är påverkad av de rekryteringsstörningar som också observerats i Kalmarsund och i Egentliga Östersjöns ytterskärgårdar. Problemen med abborrens och gäddans fortplantning upptäcktes

i Kalmarsund i slutet av 1990-talet. Dessa rovfiskar är fortfarande sällsynta i Mönsterås och har ersatts av sommarlekande och växtätande karpfiskar som björkna och sarv. Det har resulterat i att den trofiska medelnivån är betydligt lägre än i de tre andra områdena.

Västerhavet också varmare

I Västerhavets kustområden har tre områden provfiskats under en längre period; Lundåkra i Öresund, Vendelsö i Kattegatt, och Fjällbacka i Skagerrak. Även vattnet i Västerhavet har blivit varmare de senaste 30 åren. Mätningarna vid Anholt visar att särskilt september månad har blivit varmare.

Förlängd tillväxstsäsong

De förhöjda ytvattentemperaturerna och den förlängda tillväxstsäsongen kan förväntas öka förekomst och biomassa av arter som ål och stensnultra, och samtidigt missgynna kallvattenarter som t.ex. torsk och tånglake.

Tånglakens biomassa har mycket riktigt minskat i Västerhavets kustområden. Torsken, däremot, är så starkt påverkad

av fisket att mindre förändringar i klimatet inte kan förväntas resultera i mätbara effekter på biomassan bland de storlekar som fångas i denna typ av provfiske.

Ålen, som borde ha gynnats, är även den utsatt för stort fisketryck och påverkan från vattenkraftsutbyggnad och liknande. Biomassan av gulålen i fångsterna minskade signifikant i både Skagerrak och Öresund. Utvecklingen var likartad i Kattegatt fram till slutet av 1990-talet, varefter fångsterna ökade.

Även stensnultra uppvisar en vikande trend, där biomassan minskat i Kattegatt. Att motsvarande förändring inte noterades i Fjällbacka beror sannolikt på att arten där förekommer i låga tätheter i provfiskena.

I Fjällbacka och Lundåkra har antalet fångade arter ökat signifikant. I Vendelsö, som ursprungligen hade en större artrikedom, minskade emellertid antalet fiskarter under samma period. Den förlängda tillväxstsäsongen verkar alltså ha påverkat sammansättningen av arter. 🐟

Vädret 2006

– milt med många värmerekord

HANS ALEXANDERSSON, KURT EHLERT, TORBJÖRN GRAFSTRÖM & AMUND LINDBERG, SMHI

2006 blev ett mycket milt år trots en ganska kylig start, där speciellt mars månad var betydligt kallare än normalt. Men från och med juli blev det mycket stora temperaturöverskott i nästan hela Sverige. Varje månad sattes värmerekord i någon del av landet. 2006 kommer kanske framför allt att bli ihågkommet som året då klimatförändringen började tas på allvar i hela världen

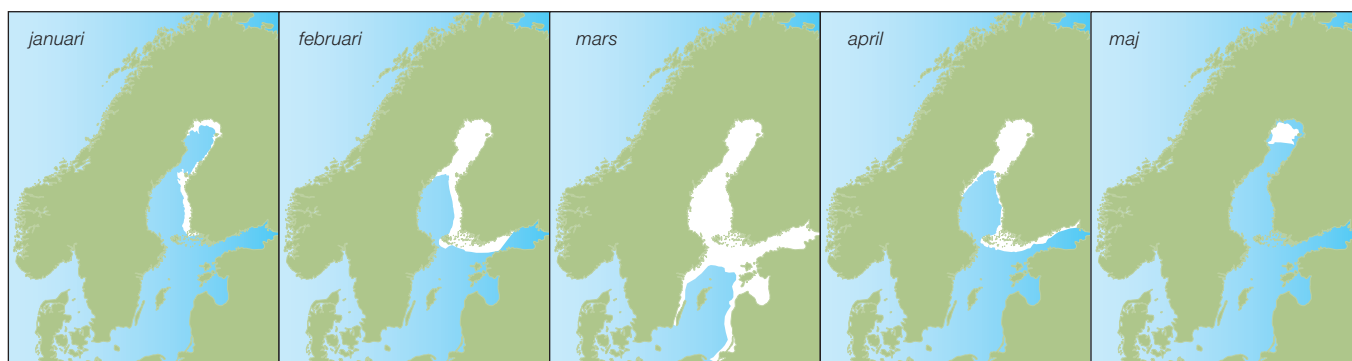
■ Totalt sett hamnade årsmedeltemperaturen för landet som helhet på en sjätte plats för perioden 1860–2006. Nederbörden hamnade också på en sjätte plats, efter en mycket blöt andra halva av året. Under hösten var ytvattentemperaturen längs hela svenska kusten betydligt över medelvärdena för tidigare år. Detta är första gången sedan 1930-talet som en svensk isbrytare inte har behövt genomföra någon assistans före nyår.

Sen isläggning

I mitten av december 2005 lade sig den första isen i ytterskärgårdarna i Bottenvikens nordligaste del. Utanför skärgårdarna dröjde isläggningen, eftersom ytvatten-



Foto: Askilaboratoriet



➤ Isläggningen 2006 var ovanligt sen. Inte förrän början på februari var Bottenviken islagd. Den maximala utbredningen nåddes i mitten på mars.



Foto: Per Bengtsson/Grön idé

Sommaren 2006 slogs många värmerekord i landet. Badtemperaturen på västkusten var behaglig redan tidigt i juli.

temperaturen fortfarande var 3–4 grader varmare än normalt. Till nyårshelgen hade dock vattentemperaturen sjunkit kraftigt, och det bildades nyis närmast kusten i Skelleftebukten och sydvart till Holmöarna. Kylan höll i sig och runt den 10 januari var Bottenhavets skärgårdar istäckta.

Under den första veckan i februari sjönk ytvattentemperaturen snabbt i samtliga farvatten och hela Bottenviken blev islagd. Kort därefter drog ett lågtryck med kall luft förbi södra Sverige. Tunn skärgårdsis lade sig då från Stockholms skärgård ned till Kalmarsund. Sista veckan i februari strömmade varmare luft in över de nordliga farvattnen och istillväxten avstannade tillfälligt i Bottniska viken

Maximal isutbredning i mars

I början av mars svepte mycket kalla nordostliga vindar ned över större delen av Sverige. En snabb isläggning följde i Bottenhavets norra och östra delar. Hela Bottenhavet blev istäckt i mitten på mars. Under denna kalla period var även Egentliga Östersjöns fjärdar och skyddade vikar på västkusten täckta av tunn is, och årets maximala isutbredning uppnåddes. Istäcket sträckte sig då från Kalmarsund via fyrarna Gustav Dalén, Almagrundet och vidare österut till Ristna vid Estlands kust. Under resten av månaden var det fortfarande kallt, och isen växte till i tjocklek i samtliga farvatten ned till norra Egentliga Östersjön.

De milda sydvindarna under april smälte bältet med sammanpackad is mellan Kalmarsund och Stockholms skär-

gård liksom till havs i södra Bottenhavet. I slutet av april försvann den sista isen i södra Bottenhavet liksom den fasta isen i Stockholms skärgård.

Helt isfritt 1 juni

I början av maj bildades ett brett område med öppet vatten på den finska sidan av Bottenviken. Solen och värmen smälte dock isen snabbt och från i mitten på maj var det isfritt i norra Bottenvikens skärgårdar. Hela maj fanns det dock fortfarande enstaka stora isbumlingar kvar ute till havs i norra Bottenviken. Den 1 juni var samtliga svenska farvatten isfria. Endast mindre flak med rutten is förekom då i Bottenvikens skärgårdar.

Varierande tillrinning under vintern

Tillrinningen till Bottenviken var under vintermånaderna januari–april relativt hög, cirka 30 procent över medeltalet för månaderna. Vårfloden under maj blev ungefär den normala. Även till Bottenhavet var tillrinningen under vintermånaderna över den normala, framförallt i januari och februari. Tillrinningen i samband med vårfloden blev relativt måttlig. Till Egentliga Östersjön var tillrinningen under januari, februari och mars mycket låg, ungefär hälften av medeltalet för månaderna. Tillrinningen till Västerhavet var lägre än normalt under de första månaderna av året men blev under våren och sommaren något över den normala.

Vintern blev ovanligt snörik i södra Sverige. I mitten av mars låg snön halvmeterdjup i stora delar av inre och östra Göta-

land. När vårvärmen hastigt kom i slutet av månaden blev det därför också en kraftig vårflod i dessa områden, på en del håll den största sedan 1985. I april samverkade snösmältning och riklig nederbörd vilket medförde att tillrinningen blev 30 procent över medeltalet.

Temperaturrekord

Medan mars var mycket kallare än normalt i hela landet blev det från juli och framåt mestadels stora temperaturöverskott med rekordhög månadsmedeltemperaturer. Totalt blev det därmed otroliga sex månader i rad med månadstemperaturrekord någonstans i Sverige. September och december var de månader då störst delar av landet hade rekordvarmt.

Värme och skyfall i söder ...

Södra Sverige och framförallt Skåne utsattes för en riktigt häftig väderomkastning under sommaren. Nästan hela juli var det hett och torrt, men de allra sista dagarna av månaden började allt kraftigare åskväder dyka upp. I augusti fortsatte åskan, och det blev våldsamma skyfall på många platser i södra och mellersta Sverige. Jordbrukarna i Skåne, som bönade om regn i den svåra torkan i juli, kunde väl inte ana hur väl önskningarna skulle uppfyllas! I Lund fick man exempelvis ynka 7 mm under den heta julimånaden, men rekordmängden 264 mm i augusti. Följden blev att man inte ens kom ut med maskiner på fälten i slutet av augusti. Svåra skyfall i augusti drabbade inte bara Skåne utan också östra Blekinge, sydöstra Östergötland, Göteborg, Stock-

VÄDER OCH TILLRINNING, 2006

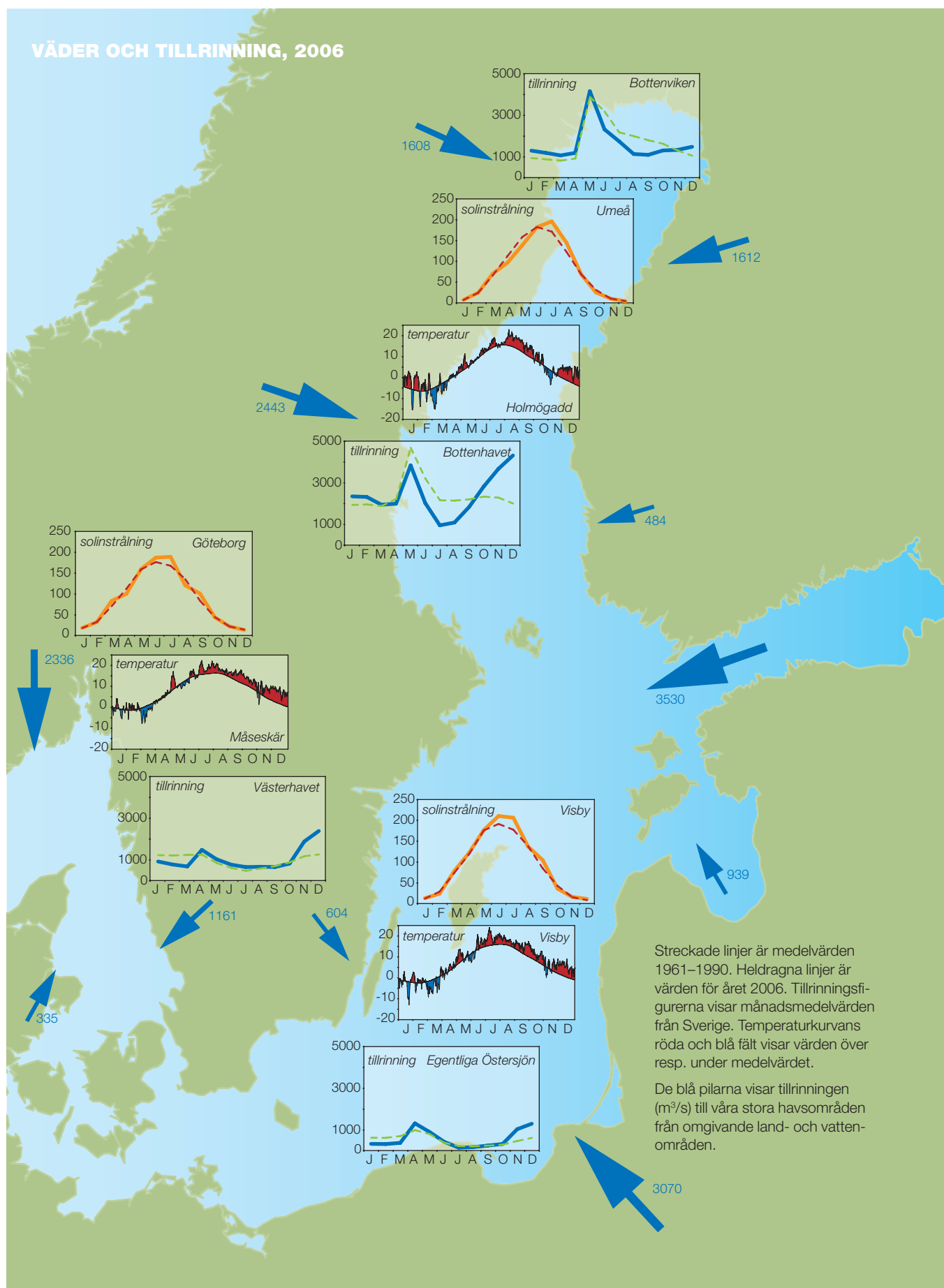




Foto: Sikten Jonsson/N

☞ Sommaren 2006 brann 15 km² skog ned nordväst om Boden. Det var den största skogsbranden i Sverige på över 70 år.

holms södra skärgård, Närke, Tunabygden vid Borlänge och nordvästra Hälsingland. Vid flera tillfällen rapporterades om nederbördsmängder på drygt 100 mm på ett dygn.

... och torka och storbrand i norr

Norra Norrland fick inte någon nämnvärd del av de rikliga augustiregnen, utan torkan förvärrades med flera skogsbränder som följd. Den största inträffade i mitten av augusti vid Bodträskfors, nordväst om Boden, där 15 km² skog förstördes. Det är den största skogsbranden i Sverige sedan 1933 (Ormsjöbranden). På Gotland eldhärjades visserligen ett något större område 1992, men en stor del av ytan där var ängsmark. Under hela sommaren uppmättes totalt 35 mm regn i Haparanda, den torraste sommaren där sedan mätningarnas början 1860. Det tidigare rekordet innehades av den kända torrsommaren 1969, då man fick ihop 36 mm på vår utpost i nordost.

Den torra sommaren medförde en mycket låg tillrinning till Bottniska viken. I augusti och september var vattenföringen i Bottenvikens älvar runt hälften av den normala.

Blöt höst ...

Norrland tog till stor del revansch för den uteblivna sommarnederbörden under hösten. Mest spektakulära var de ymniga snöfallen i slutet av oktober när nästan en meter snö uppmättes i norra Jämtland (Skärvången, 92 cm), det största registrerade snödjupet i Sverige i oktober månad sedan 1925. Snön smälte sedan till stor del bort under november och december och tillsammans med rikliga regn medförde detta att vattenmagasinen fylldes till brädden. Tillrinningen till Bottenviken blev 40 procent över medeltalet för månaden och för Bottenhavet blev tillrinningen mer än dubbelt så hög.

... med svåra översvämningar

Hela Sverige hade alltså en blöt andra årshalva. Värst blev det till slut i västra Götaland där kulmen nåddes efter ett intensivt regn den 11–12 december som gav 50–90 mm i ett stråk en till två mil från kusten från södra Halland till södra Bohuslän. Följden blev omfattande och svåra översvämningar längs flera vattendrag, bl.a. Sävåån, Mölnålsån, Kungsbackåån, Rolfsån och Suseån där de beräknade återkomsttiderna för

flödena låg på 20–50 år (återkomsttid = den tidsperiod inom vilken ett flöde i genomsnitt inträffar eller överskrids en gång). Den samlade nederbörden för oktober till december blev otroliga 790 mm i Mollsjönäs på Vättlefjäll ett par mil nordväst om Göteborg.

Tillrinningen till Västerhavet blev också på grund av den rikliga nederbörden mycket hög under november och december.

Varmt ytvatten även 2006

Under hösten 2006 var än en gång ytvattentemperaturen längs hela svenska kusten betydligt över medelvärdena för tidigare år. Isläggningen i Norrbottens innerskärgårdar kom dock igång 1–2 veckor tidigare än normalt, men efter denna kortvariga kyla avstannade isläggningen. I samband med kraftiga vindar och varierande vattenstånd försvann isen. Först efter nyår lade sig isen utanför ytterskärgårdarna av norra Bottenviken. 🐦



VATTNETS KEMI OCH BIOLOGI

Närsaltsbelastningen – på samma nivå trots åtgärder
Höga fosfathalter i Egentliga Östersjön
Naturlig variation i bakterieförekomst
Sommarens växtplanktonsamhälle har förändrats
Djurplankton visar på stabilt system
Cyanobakterieblomningar i Östersjön

Närsaltsbelastningen

– på samma nivå trots åtgärder

LARS SONESTEN, SLU

Den svenska närsaltsbelastningen på havet har totalt sett inte minskat de senaste 35–40 åren, vilket framförallt beror på att vattenavrinningen har ökat under senare tid. Totalfosforhalten har dock minskat till följd av olika åtgärder, men minskningen kompenseras i viss mån av den ökade avrinningen. Närsaltsbelastningen hade dock varit ännu värre om inga åtgärder satts in.

■ Transporterna av närsalter och andra ämnen via vattendrag övervakas inom Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram. För att få den totala belastningen från land, med undantag för kustmynnande punktutsläpp, kompletteras flodtransporterna med uppskattningar av belastningen från oövervakade områden.

Närsaltsbelastningen på havet har under det 40-tal år som övervakningen har funnits inte minskat, utan ligger i stort sett på ungefär samma nivåer som tidigare eller har i vissa fall till och med ökat något. Detta till trots att stora insatser har gjorts för att framförallt minska på fosforbelastningen, men på senare år även på kvävebelastningen. Närsaltshalterna har dock stagnerat eller i fallet den totala fosforhalten, till och med minskat. Stagnationen eller minskningen av närsalterna kompenseras dock till stor del av det ökade vattenflödet, vilket gör att transporten av kväve och organiskt material i stort har ökat, medan fosfortransporten har stagnerat.

Belastningen på de olika bassängerna

Bilden är i stort sett den samma för närsaltsbelastningen på de olika havsbassängerna

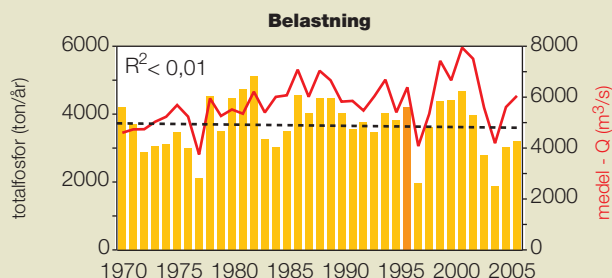
som den är för den totala belastningen på havet. Fosforbelastningen är nära oförändrad, medan kvävebelastningen överlag har ökat något. Mest har kvävebelastningen ökat på Kattegat och Skagerrak, för vilka även fosforbelastningen har ökat något, dock inte lika mycket som kvävebelastningen. Även till Bottenviken och Bottenhavet har kvävebelastningen ökat, vilket främst är en följd av det ökade vattenflödet i den norra delen av landet. Kväveökningen till Kattegat är även den till viss del orsakad av ett ökat vattenflöde. Dessa tre havsbassänger får ta emot de största vattenmängderna från de stora landområden som de avvattnar, vilket gör att belastningsmönstret för dessa till mycket stor del bestämmer mönstret för hela landet.



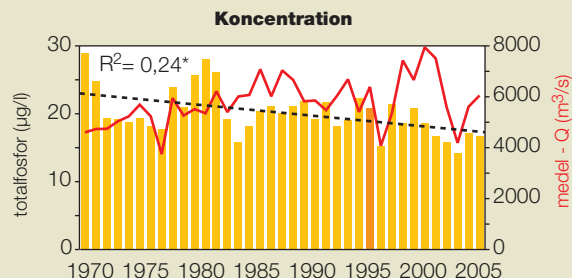
Våra älvar avvattnar stora landområden och transporterar mängder av närsalter ut till havet.

Foto: Bengt Hedberg

FOSFOR

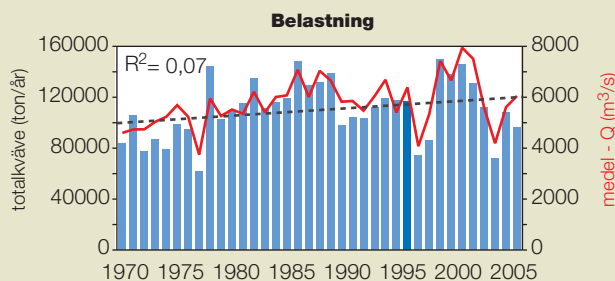


Den årliga fosforbelastningen via vattendragen på havet har inte ändrats nämnvärt (staplar och streckad regressionslinje). Årsmedelvattenföringen (röd linje) tenderar däremot till att öka något med tiden, speciellt är det större skillnad mellan olika år under senare tid.

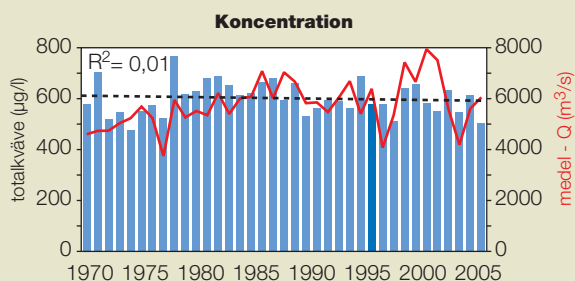


De flödeskorrigerade totalfosforhalterna minskar med tiden (staplar och streckad regressionslinje), vilket anses bero på de insatta åtgärderna för att minska närsaltsbelastningen på såväl våra inlandsvatten som havet. Håltminskningen är statistiskt signifikant.

KVÄVE

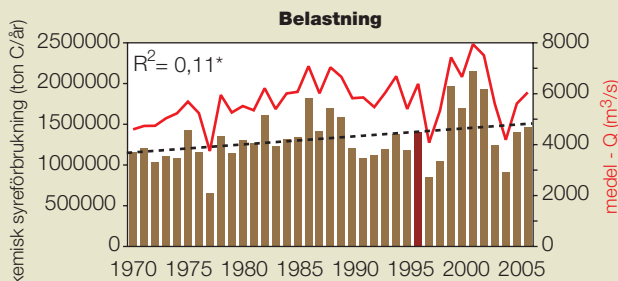


Den årliga kvävebelastningen via vattendragen på havet har ökat något (staplar och streckad regressionslinje). Ökningen sätts i samband med den ökade årsmedelvattenföringen (röd linje).

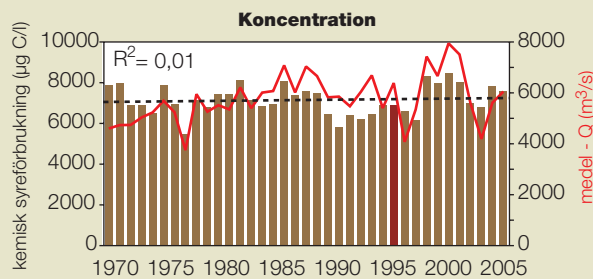


De flödeskorrigerade totalkvävehalterna har inte ändrats nämnvärt under perioden (staplar och streckad regressionslinje).

ORGANISKT MATERIAL



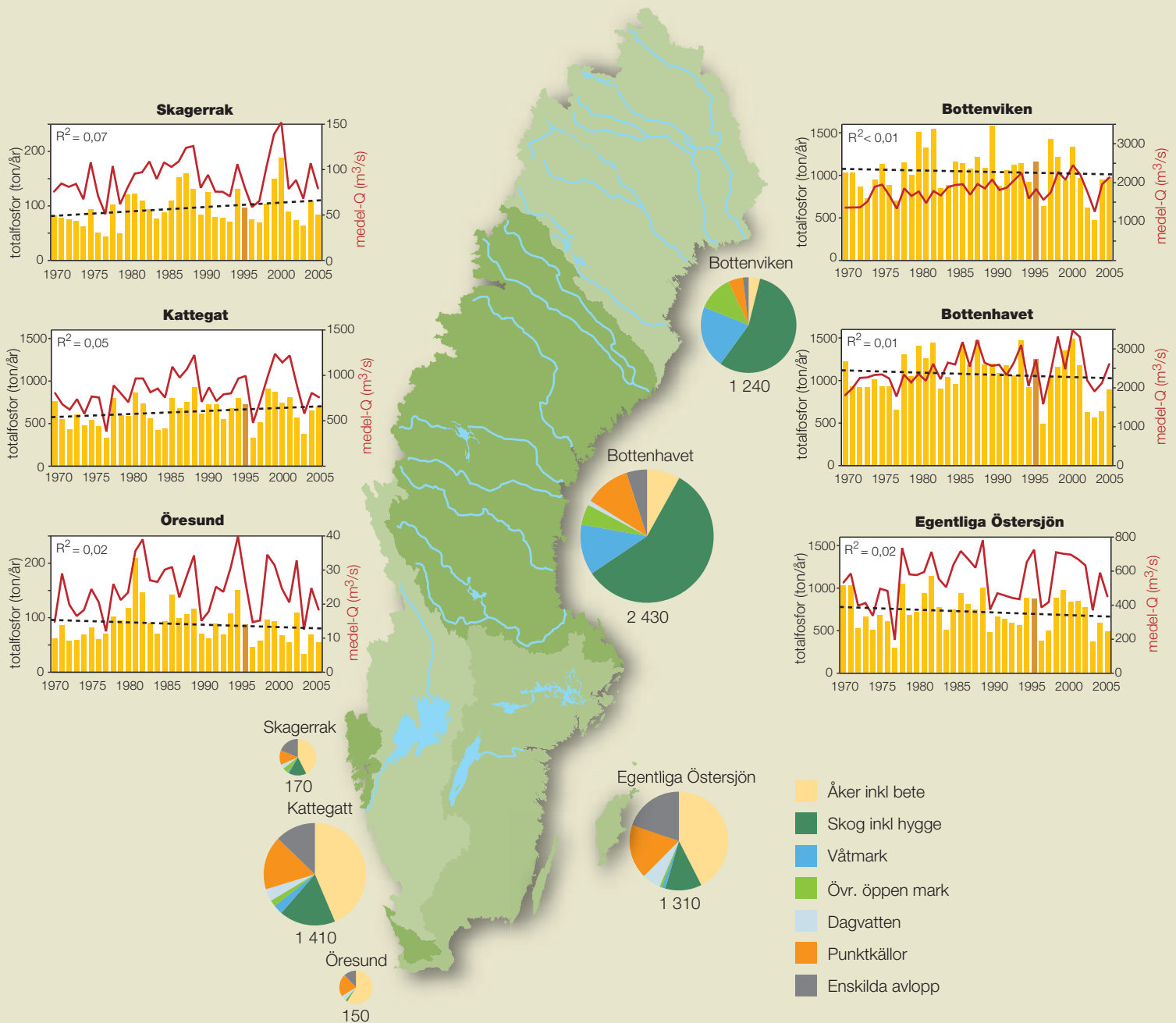
Den årliga belastningen av organiskt material (CODMn) via vattendragen på havet har ökat något (staplar och streckad regressionslinje). Ökningen är statistisk signifikant. Den sätts i samband med den ökade årsmedelvattenföringen (röd linje).



De flödeskorrigerade halterna av organiskt material (CODMn) har inte ändrats nämnvärt under perioden (staplar och streckad regressionslinje).

FOSFOR

Belastning 1969 – 2005 samt källfördelning, brutto ton per havsbassäng



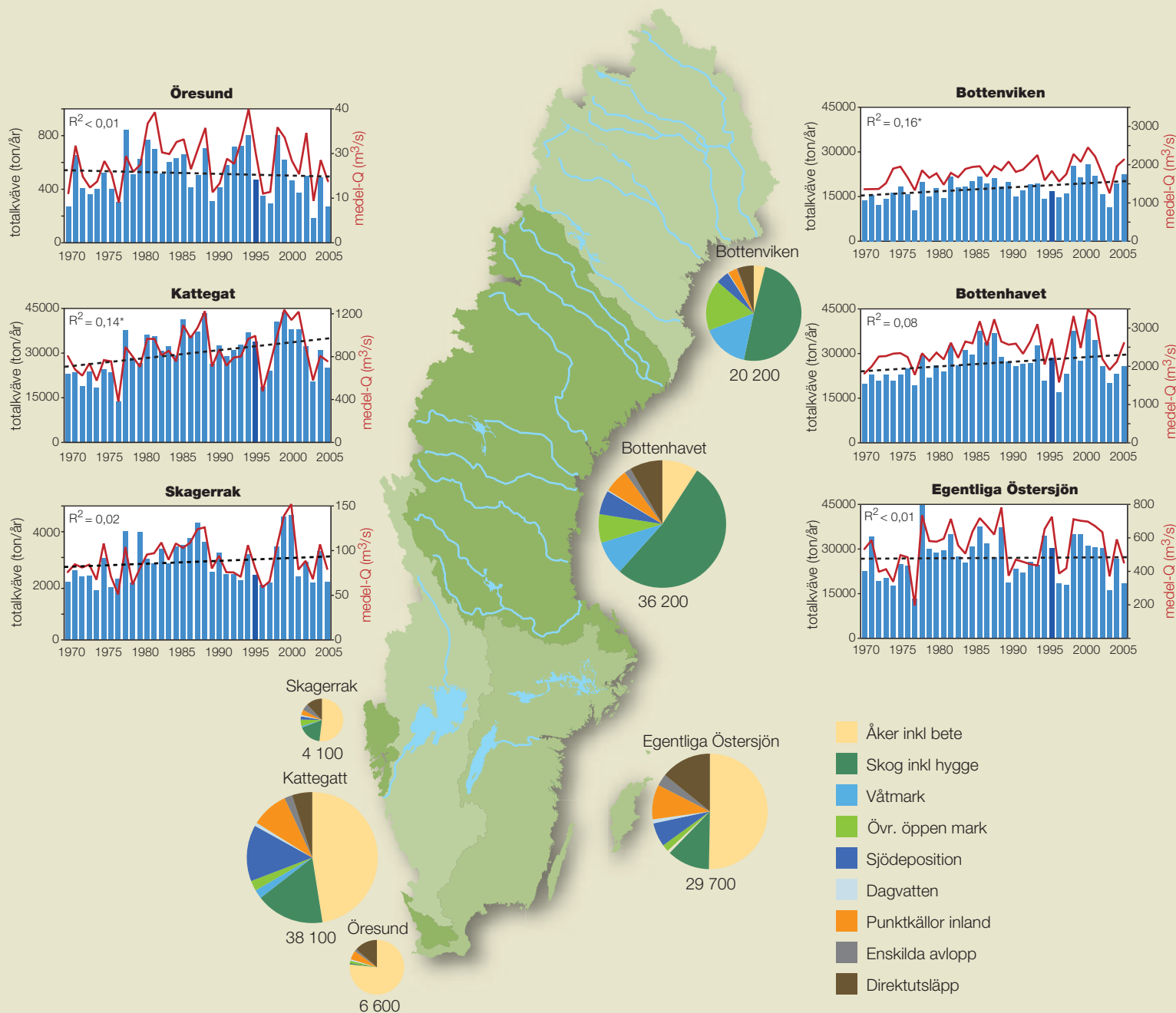
➤ Viktiga källor till den totala fosforbelastningen på havet är framförallt läckage från skogsmark i den norra delen av landet, medan olika punktsläpp och enskilda avlopp är mer betydelsefulla i den södra delen. Även kustmynnande punktsläpp är medtagna i denna figur. Belastningen avser bruttobelastningen, vilket innebär att ingen hänsyn till eventuell retention i inlandsvattnen har kunnat beräknas. Källa: TRK

Den årliga fosforbelastningen via vattendragen på de olika havsbassängerna har inte förändrats nämnvärt under åren, med undantag för en något ökad belastning på Kattegat och Skagerrak (staplar och streckade regressionslinjer, R^2 -värdet anger regressionernas förklaringsgrad). Årsmedelvattenföringen (röd linje) tenderar till att antingen vara mer eller mindre oförändrad eller till svag ökning med tiden. Noterbart är också att skillnaden i vattenföring

mellan olika år tenderar till att öka med tiden. Belastningen 1995 som är basåret för den fördjupade miljömålsuppföljningen har markerats med mörkare staplar för att underlätta jämförelser i tiden.

KVÄVE

Belastning 1969 – 2005 samt källfördelning, netto ton per havsbassäng



➔ Viktiga källor till den totala kvävebelastningen på havet är framförallt läckage från skogsmark i den norra delen av landet, medan olika punkutsläpp och enskilda avlopp är mer betydelsefulla i den södra delen. Även kustmynnande punkutsläpp är medtagna i denna figur. Belastningen avser nettobelastningen, vilket innebär att hänsyn har tagits till eventuell retention i inlandsvattnen. Källa: TRK

Den årliga kvävebelastningen via vattendragen tenderar till att överlag ha ökat för merparten av havsbassängerna (staplar och streckade regressionslinjer, R²-värdet anger regressionernas förklaringsgrad, asteriskerna anger att lutningen är statistiskt signifikant). Årsmedelvattenföringen (röd linje) tenderar till att antingen vara mer eller mindre oförändrad eller till svag ökning med tiden. Noterbart är

också att skillnaden i vattenföring mellan olika år tenderar till att öka med tiden. Belastningen 1995 som är basåret för den fördjupade miljömålsuppföljningen har markerats med mörkare staplar för att underlätta jämförelser i tiden.

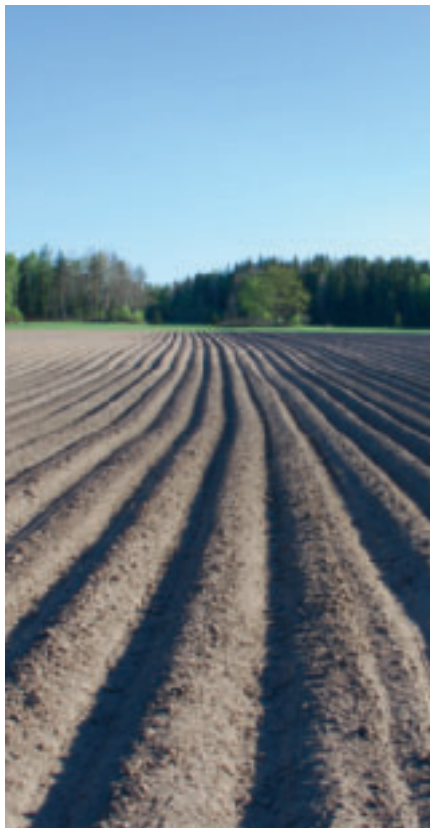


Foto: Per Bengtson/Grön Idé

7 I södra Sverige är jordbruket den största källan till närsaltsbelastningen på havet.

Var kommer näringen ifrån?

Utredningar av källorna till de närsalter som belastar såväl inlandsvatten som havet görs med jämna mellanrum. Senast detta gjordes var kring sekelskiftet i samband med en större rapportering till Helcom (PLC-4, Pollution Load Compilation nr 4). Beräkningarna inför nästa motsvarande rapportering påbörjades under 2006 och skall vara klara vid slutet av 2007. Meningen är att dessa rapporteringar skall ske ungefär vart sjätte år.

De källfördelningsmodelleringar som utfördes inom TRK-projektet (Transport, Retention, Källfördelning) som utgjorde underlaget till PLC-4, visade att såväl fosfor- som kvävebelastningen i den norra delen av landet framförallt kommer från skogsmark. I den södra delen av landet kommer däremot en större andel från jordbruksmark. Andra viktiga källor i den södra delen är olika punktkällor, samt för fosfor även enskilda avlopp. Även om läckaget från skogsmark är betydligt lägre än från jordbruksmark och därigenom halterna i vattendragen lägre, blir belastningen från de skogsdominerade områdena i den norra delen av landet mycket betydelsefull

FAKTA

Nationell övervakning av belastningen på havet

Övervakningen av den svenska belastningen av ett flertal ämnen har i dess nuvarande form pågått i ett 40-tal år. Övervakningen sker numera inom Naturvårdsverkets nationella sötvattensprogram "Flodmynningar". Antalet vattendrag och därigenom andelen av den yta som täcks av övervakningen har successivt ökat, men har varit förhållandevis oförändrad sedan mitten av 1980-talet. Nytt för programmet från och med 2007 är framförallt att metaller, inklusive kvicksilver, mäts månadsvis i samtliga flodmynningar, mot att tidigare endast ha undersökts i vissa stationer. Även en utökning av såväl ett mindre antal stationer som utökad provtagning har skett från och med i år.

Belastningen på havet beräknas av den ansvariga datavärden med hjälp av de haltuppgifter som tas fram inom övervakningsprogrammet, samt vattenföringsuppgifter från SMHI. De månadsvisa halterna räknas om till dygnsalter genom linjär interpolering och multipliceras sedan med dygnsmedelvattenföringen. Månads- och årstransporter beräknas därefter för de enskilda vattendragen. Flodmynningsnätet täcker ungefär 85 procent av den totala svenska vattenavrinningen, vilket innebär att uppskattningar måste göras för återstoden för att kunna uppskatta den totala belastningen på havet. Uppskattningarna av dessa övervakade områden görs genom att använda den arealspecifika belastningen, d.v.s. belastningen per ytenhet, från likartade övervakade områden i närheten. Belastningsberäkningar för samtliga undersökta ämnen från och med 1969 finns hos den nationella datavärden.

Belastningsdata används dels nationellt för att övervaka påverkan på havet genom t.ex. uppföljningar av miljömålen, dels internationellt som underlag till olika rapporteringar till organisationer som Helcom (Helsingforskommissionen), Ospar (Oslo-Paris konventionen) och Europeiska miljöbyrå (EEA). I de fall när flodmynningsbelastningen kompletteras med utsläpp från kustmynnande punktkällor sker rapporteringarna inom konsortiet SMED (Svenska MiljöEmissionsData).

En tillbakablick över Flodmynningsövervakningens historia ges i 2007-års upplaga av Sötvatten som är Naturvårdsverkets årliga rapport för programområdet Sötvatten.

för den totala belastningen på havet. Detta beror främst på att dessa områden utgör så stor del av landets totala yta.

En jämförelse med andra länder

Enligt Helcom:s PLC-4 utgör den totala svenska fosforbelastningen ca 14 procent av den uppskattade totala belastningen på hela Östersjön och Kattegat, medan kvävebelastningen utgör drygt 20 procent. Polen har den största närsaltsbelastningen på dessa vatten (26 resp 37 procent), medan Finland och Ryssland bidrar med en något lägre belastning än Sverige som har den näst största belastningen av både fosfor och kväve.

Varför inga tydliga effekter?

Trots att många åtgärder har satts in för att minska belastningen på både inlandsvatten och havet saknas tydliga effekter på den totala belastningen på havet. Detta kan ha flera orsaker varav den högre vattenavrinningen under senare år är en viktig förklaring. Den har till viss del tagit ut haltminskningen av fosfor i våra vattendrag och har gjort att transporten av kväve och organiskt material istället har ökat. Tröghet

i både mark och vatten gör att det tar tid, i vissa fall mycket lång tid, uppåt decennier, innan effekterna av insatta åtgärder kan skönjas fullt ut. Detta gör bl.a. att vi ännu inte kan se några påtagliga effekter av utbyggnaden av kväverening vid avloppsreningsverk i inlandet eller effekter av de insatta åtgärderna inom t.ex. jordbruket på hela vattensystemet. Däremot har de insatta åtgärderna i många fall haft en positiv effekt på närområdet i såväl inlandsvatten som kustområden. Viktigt är också att komma ihåg att närsaltsbelastningen och situationen i såväl våra inlandsvatten som havet sannolikt skulle ha varit värre om vi inte hade vidtagit redan insatta åtgärder. 🐦

LÄSTIPS

På Naturvårdsverkets hemsida, www.naturvardsverket.se kan du läsa mer om flodmynningar samt hitta den årliga rapporten Sötvatten.

Nationell datavärd för sjöar och vattendrag är Institutionen för miljöanalys vid SLU: www.ma.slu.se

SMED, Svenska MiljöEmissionsData: www.smed.se

TRK-projektet (Transport, Retention, Källfördelning): www.nciws.slu.se/TR

Höga fosfathalter

i Egentliga Östersjön

LARS ANDERSSON & PHILIP AXE, SMHI / JOHAN WIKNER, UMEÅ MARINA FORSKNINGSCENTRUM

Fosfathalterna i Egentliga Östersjön är mycket höga. Havsområdet har också ett tydlig överskott av fosfat jämfört med oorganiskt kväve. Överskottet har förstärkts sedan 1990-talet. I Skagerrak, däremot, har fosfathalterna minskat. I Bottniska viken ses generellt inga trender. Förhållandena i Bottenviken utmärker sig genom ett naturligt stort överskott på oorganiskt kväve i förhållande till fosfat.

■ I Egentliga Östersjön är fosfathalterna i ytvattnet mycket höga jämfört med värden från slutet av 1970-talet, och även jämfört med förhållandena i Bottniska viken. Frisättningen av fosfor från bottensedimenten när syrehalterna vid bottarna blir låga bedöms i ett kortare perspektiv som betydligt större än tillförseln av fosfor till havet via mänskliga utsläpp. Det gör att det främst finns ett samband mellan höga fosfathalter och låg tillförsel av syrerikt saltvatten till Östersjön. Antropogen tillförsel kan i ett längre tidsperspektiv ha bidragit till en ackumulering av näringsämnen i bottensediment. Vetenskapliga belägg för detta saknas dock.

Ökande halter sedan 2004

Fosfathalterna har ökat stadigt sedan 2004 i de norra och västra delarna av Egentliga Östersjön. Året därpå uppmättes de högsta koncentrationerna i östra Gotlandsbassängen samt i de södra delarna av Östersjön. Under 2006 var vinterhalterna mycket höga i Arkonabassängen, söder om Skåne. Det är emellertid inte bara vinterhalterna som är förhöjda, utan även sommartid har höga koncentrationer uppmätts. I Arkona- och Bornholmsbassängerna låg fosfatkon-



Foto: Per Bengtsson/Grön idé

centrationerna under sommaren 2005 på nivåer som var typiska för vinterförhållanden under början av 2000-talet.

Syrebrist ger höga fosfathalter

Redan på 1980-talet började en ökning av fosfathalter att registreras. Vinterhalterna av såväl oorganiskt kväve som fosfat ökade fram till början av 90-talet. Efter ett stort saltvatteninflöde 1993, som kortvarigt syresatte bottenvattnet, sjönk syrehalterna i djupvattnet snabbt igen, och fosfat frigjordes ur sedimenten. Fosfatrikt vatten lyftes då upp till högre nivåer, men eftersom det var relativt gott om syre vid haloklinen kunde en stor del av fosfor åter bindas i sedimenten. Halterna ökade därför aldrig i ytvattnet.

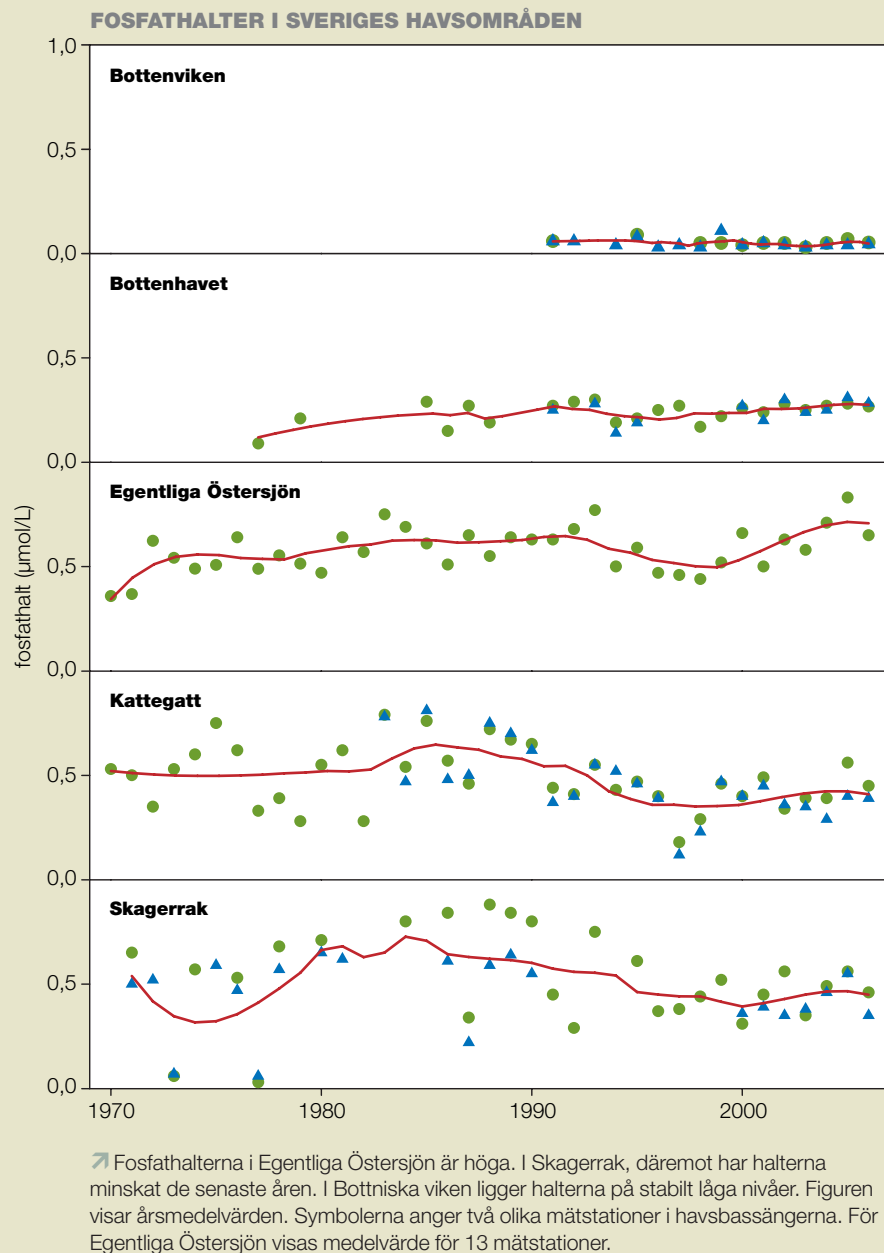
År 2003 skedde återigen ett relativt stort inflöde till Östersjön, vilket syresatte bottenvattnet i de flesta av Östersjöns delar. Detta medförde i sin tur att stora mängder fosfat åter bands i sedimenten i djuphålorna, medan en del av det fosfatrika vattnet blandades upp i högre liggande vattenlager. Denna gång var syresituationen emellertid mycket dålig även på högre nivåer, och stora mängder fosfor kunde transporteras upp i ytlagret.

Minskad kvot

Samtidigt som fosfathalterna har ökat har halterna av oorganiskt kväve minskat. Halterna minskade fram till år 2004, och har efter detta legat på en ganska konstant nivå. Minskningen av oorganiskt kväve är troligen också kopplad till interna havsprocesser och den ökade förekomsten av syrefritt bottenvatten, där kväve kan avges från havsmiljön genom denitrifikation. Minskningen av oorganiskt kväve i ytvattnet bedöms därför inte vara en konsekvens av reduktion av kväve via åtgärder på land. Kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat ligger i Egentliga Östersjön klart under den som växtplankton behöver. Från mitten av 90-talet har kvoten minskat ytterligare, vilket förklaras av både de ökande fosfathalterna och de minskande halterna av oorganiskt kväve.

Rekorddålig syresituation

I de centrala och norra delarna av Egentliga Östersjön var syreförhållandena under år 2006 de sämsta som har registrerats vad gäller utbredning av låga syrehalter och svavelväte. Svavelväte förekom i djupvattnet



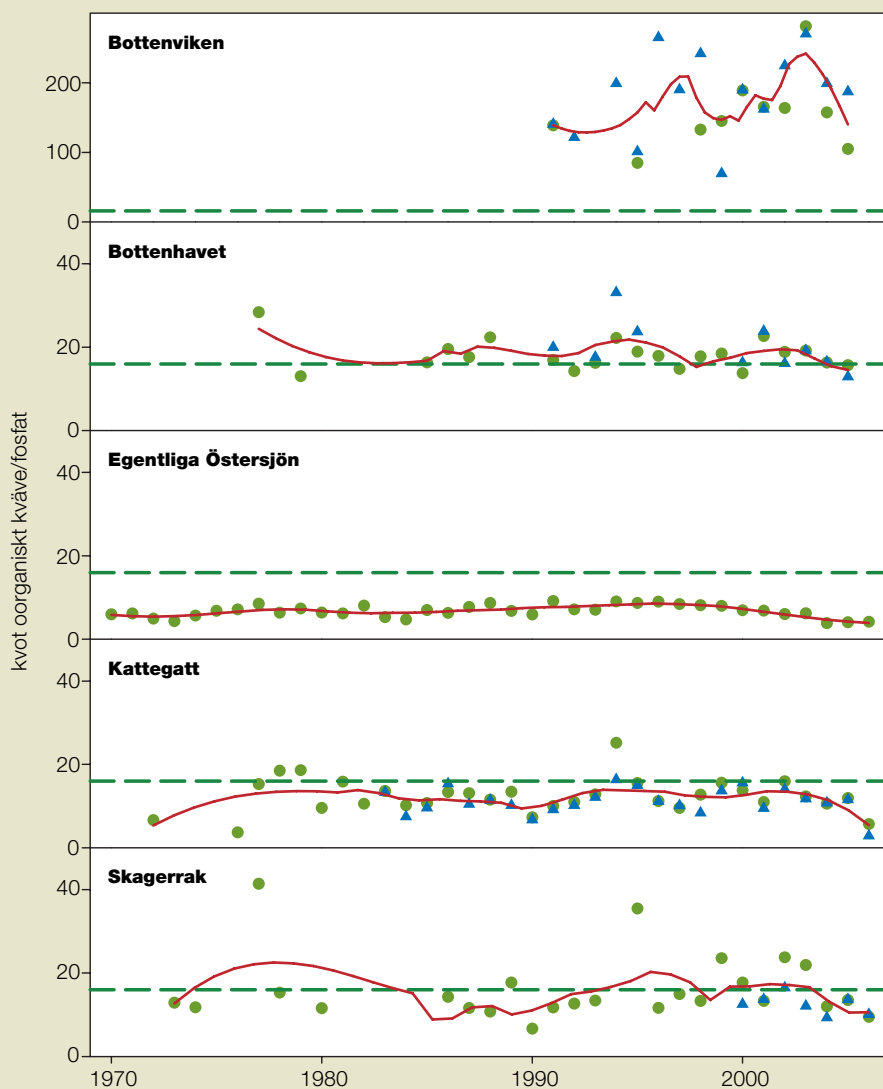
net i västra och östra Gotlandsbassängerna samt i norra Egentliga Östersjön under hela året. I östra Gotlandsbassängen återfanns svavelväte från 125 meters djup och nedåt. I norra delen av Egentliga Östersjön och i västra Gotlandsbassängen förekom svavelväte i början av året från djup på 125 meter. Senare under sommar och höst förekom svavelväte så grunt som 70 meter.

I västra Gotlandsbassängen var upp till 65 procent av bottenarean utsatt för djupvattnet med total syrebrist, d.v.s. svavelväte, och ytterligare 8 procent av botten påverkad av vatten med en syrehalt mellan 0 och 2 ml per liter.

Minskande fosforhalter i Skagerrak

Till skillnad från Egentliga Östersjön har fosfathalterna i Skagerrak minskat sedan början på 1990-talet. Vattnet i Skagerrak består av ett flertal vattenmassor med olika ursprung, vilket återspeglas i den stora mellanårsvariationen. Under ett par vinturar under 1970-talet uppmättes låga halter av både fosfat och oorganiskt kväve, vilket berodde på att vårbloomingen dessa år startade redan i januari, innan vinterhalter hade hunnit byggas upp. Under 1995 var halten oorganiskt kväve extremt högt, vilket kan sättas i samband med översvämningar på kontinenten och en transport

KVOT MELLAN KVÄVE OCH FOSFOR



↑ I Egentliga Östersjön ligger kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat under 16, den nivå som är optimal för växtplankton (streckad linje i figuren). Detta tyder på kvävebegränsning av växtplankton. I Skagerrak ligger nivån runt 16. Bottenviken skiljer sig markant från alla andra svenska havsbassänger, med mycket hög kvot och stor variation mellan år. Observera skillnader mellan skalor i figuren.

av kväverikt vatten från södra Nordsjön. Kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat ligger i Skagerrak normalt kring 16, vilket visar på balans vad gäller växtplanktons behov.

Goda syreförhållanden

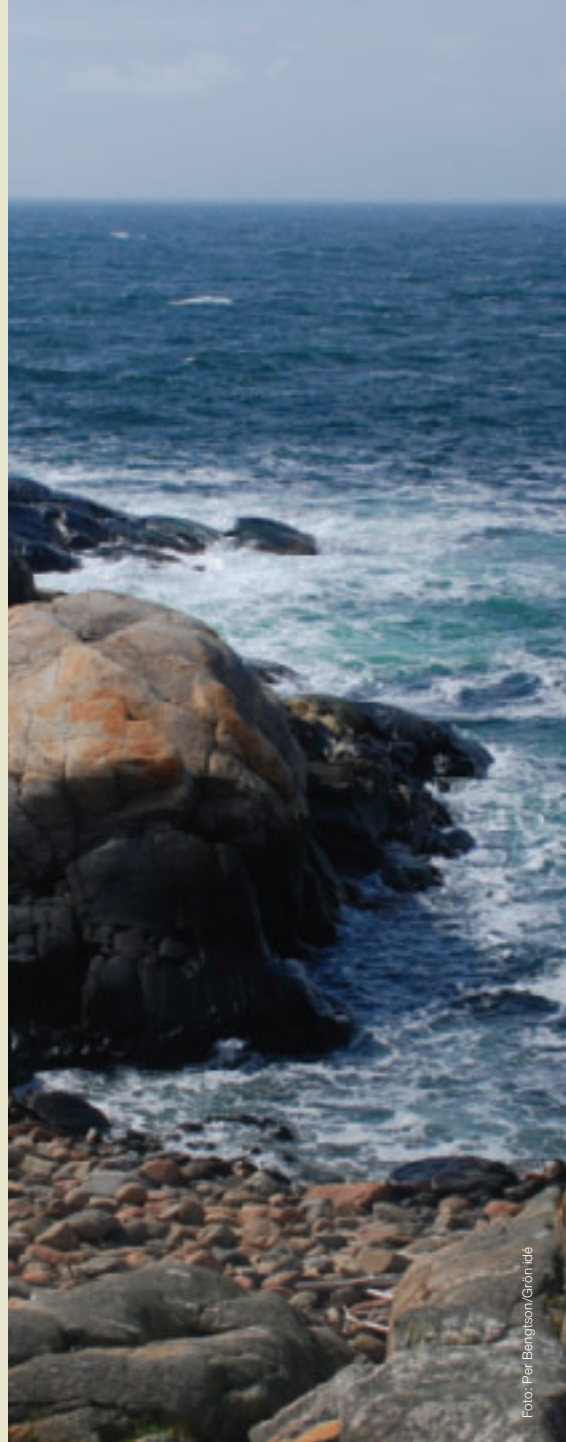
I de öppna delarna av Skagerrak är normalt sett aldrig syrehalterna i djupvattnet ens i närheten av kritiska värden, och under 2006 sjönk aldrig halterna i djupvattnet under 4 ml per liter. Det lägsta syrevärdet i Skagerraks kustvatten, 2 ml per liter, uppmättes i slutet av augusti vid stationen Släggö i Gullmarsfjordens mynning.

Kattegatt påverkat av Östersjön

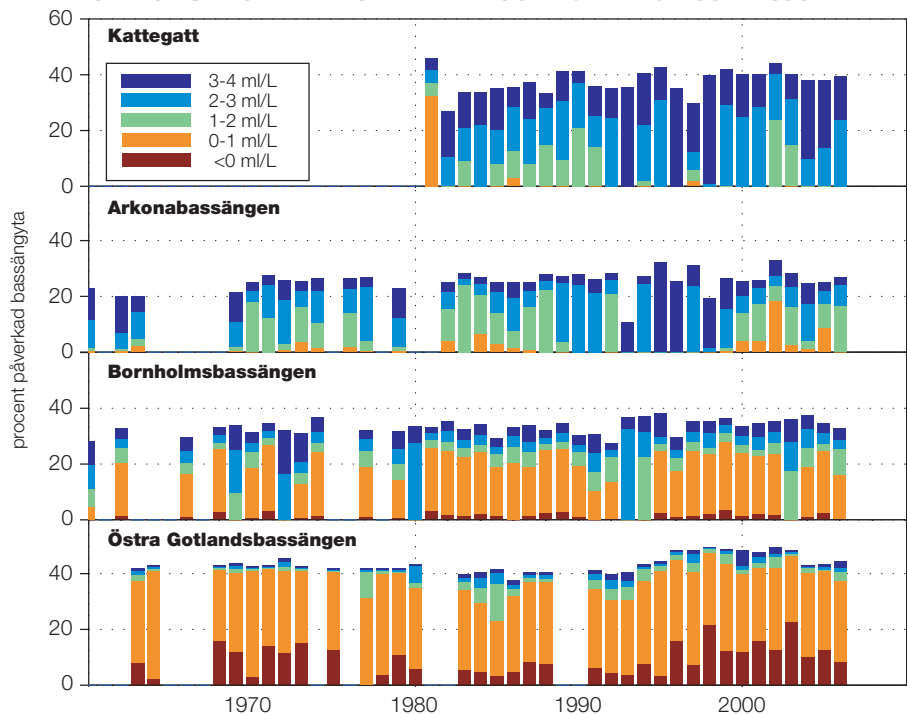
Kattegatts ytvatten påverkas starkt av utflödet från Östersjön, speciellt i de södra delarna. Fosfatkoncentrationerna låg under 70-talet på en relativt konstant nivå, även om mellanårsvariationerna var mycket stora. Under 80-talet låg halterna på en något högre nivå, för att under 90-talet minska och därefter plana ut. Halterna av oorganiskt kväve steg från början av 70-talet fram till slutet på 80-talet. Från mitten av 90-talet fram till i dag har vinterkoncentrationerna sjunkit. De extremt låga halterna av både fosfat och oorganiskt kväve under 1997 och 1998 berodde på att

vårblomningen dessa år startade redan i januari innan riktiga vinterhalter hade byggts upp. Till skillnad från i Skagerrak ligger kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat i stort sett alltid under 16 i Kattegatt, vilket tyder på ett överskott av fosfat.

Kattegatt var under 80- och 90-talen ofta utsatt för syrebrist i djupvattnet, men situationen har under senare år varit klart bättre. Den lugna och varma hösten under 2006 medförde dock att syrehalterna i bottenvattnet i sydöstra Kattegatt samt i Öresund sjönk till värden strax under 2 ml per liter under en kort period i slutet av oktober.



SYRESITUATIONEN I VÄSTERHAVET OCH EGENTLIGA ÖSTERSJÖN



7 I Kattegatt är syresituationen klart bättre än i Egentliga Östersjön, där en stor del av djupvattnet har låg syrehalt. Figuren visar hur stor andel av bottenarean som har djupvattnet med angivna syrehalter.

Stabila nivåer i Bottniska viken

Vinterhalterna av fosfat är normalt cirka 5 gånger lägre i Bottenviken än i Bottenhavet. Ingen trend i vinterhalter av fosfat kan påvisas i vare sig Bottenhavet eller Bottenviken. Inte heller kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat verkar ha förändrats under den tid mätningarna pågått. Halten av oorganiskt kväve är normalt ungefär dubbelt så hög i Bottenviken som i Bottenhavet.

Halterna av oorganiskt kväve i Bottenviken sjönk under åren 1991-2000. Därefter ökade halterna till år 2002, för att sedan åter avta. En liknande utveckling har förekommit i Bottenhavet. Ökningen kan sannolikt förklaras av ökad vattenföring i älvarna och därmed ökad kvävetillförsel kring millenieskiftet.

Hög kvot i Bottenviken

När det gäller kvoten mellan oorganiskt kväve och fosfat utmärker sig Bottenviken i förhållande till alla andra svenska havsområden. Kvoten är där i genomsnitt hela 168 och betydligt mer variabel än i andra havsområden. I Bottenhavet ligger kvoten normalt på cirka 17.

Syrehalterna i Bottenhavet under 2006 låg något under det normala under vintern, och mycket under det normala från juni till december. Bakterietillväxten och därmed syrekonsumtionen i Bottenhavet var dock

inte högre 2006 än tidigare år. Försämrade nerblandning av syre till djupare vattenlager är därför en troligare förklaring till de låga syrehalterna i Bottenhavet än ökad sedimentation och syrekonsumtion. I Bottenviken är det aldrig några problem med syrehalterna i djupvattnet eftersom i stort sett hela vattenmassan blandas om under huvuddelen av året.

Utsötning på gång

I både Bottenviken och Bottenhavet har det pågått en utsötning sedan 1980-talet. Salthalten i ytvattnet sjunker med 0.024 psu per år i Bottenviken och 0.033 psu per år i Bottenhavet. Under maj var salthalten så låg som 4,3 psu, vilket är det lägsta värdet på 29 år.

Även i östra Gotlandsbassängen var salthalten ovanligt låg under delar av året 2006. Under september och oktober var den som lägst 6,3 – 6,5 psu. Det är den lägsta salthalt som uppmätts vid denna station och årstid sedan 1970.

På västkusten ses inte samma tendens till utsötning som i Bottniska viken, utan salthalterna var relativt normala under år 2006.

Lång och varm höst

Ytvattentemperaturen i Sveriges havsbassänger var relativt normal under år 2006.

Temperaturen var något lägre än normalt (median för perioden 1970 till 2000) i Västerhavet under årets första månader.

Även i södra Östersjön var det kallt. Ytvattentemperaturen i Bornholmsbassängen under januari var den fjärde kyligaste sedan 1970. När våren kom steg temperaturen snabbt och i Bornholmsbassängen samt öster om Gotland var ytvattens temperatur under sommaren den högsta på 22 respektive 28 år.

Hösten 2006 var varm och lång. I Bottenhavet låg ytvattentemperaturen i september på över 18 grader, och i Egentliga Östersjön och Västerhavet uppmättes de högsta temperaturerna på 20 år. Sett över en längre tidsperiod minskar dock temperaturen i Bottenhavets ytvatten. Minskningen är av storleksordningen 0.12 grader per år. 🐦

Naturlig variation

i Bottniska vikens bakterieförekomst

JOHAN WIKNER & NINA DAGBERG, UMEÅ MARINA FORSKNINGSCENTRUM

Bakterieplankton utgör en av de största levande massorna i havet. Bakterier utför många viktiga omvandlingar av ämnen, såsom nedbrytning av organiskt material. De är också föda för små djurplankton och har på så sätt en viktig roll i näringsväven. I Bottniska viken har bakterieförekomsten varit stabil sedan början på 90-talet.

■ Bakterieförekomsten i utsjön visade inte någon signifikant systematisk förändring, vare sig i Bottenviken eller Bottenhavet under perioden 1991–2006. År 2000

var det dock ett maximum i Bottenhavet som var signifikant högre än de lägsta värdena på 1990-talet. För samtliga stationer syns ett minimum 2002. Bottenviken och Bottenhavet, liksom Bottenhavet och Örefjärden samvarierar. Detta tyder på att de mellanårsvariationer som förekommer främst är av storskalig natur och sannolikt drivna av meteorologiska förändringar. Bakterieförekomsten i Bottenviken ligger i genomsnitt 19 procent lägre än i Bottenhavet. Det stämmer med den något lägre totala produktionen av organiskt material som förekommer i Bottenviken. Som

förväntat är också bakterieförekomsten i Bottenviken 23 procent lägre än i Örefjärden, där produktionen av organiskt material är högre.

Förhöjd bakteriehalt

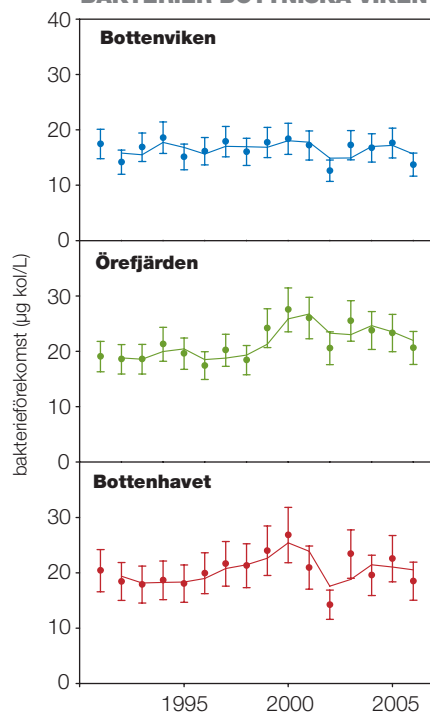
Bakterieförekomsten visar på en något förhöjd näringsstatus i Bottenhavets nordvästra kustområde, Örefjärden, under början av 2000-talet. Ökad tillrinning från land via älvar kan vara en förklaring, snarare än av människan direkt orsakade utsläpp av näringsämnen. Speciellt runt millenieskiftet var nederbörden hög i avrinnings-



Bakteriearter i havet lever främst av organiskt material från växtplankton, men i Bottenviken och längs kusterna också i betydande utsträckning av löst organiskt material från tillrinnande sötvatten.

Foto: Bengt Hedberg

BAKTERIER BOTTNISKA VIKEN



➤ Bakterieförekomsten har ökat med i genomsnitt 1,8 procent per år under den senaste 16 års perioden i Örefjärden. I Bottenvikens svenska utsjöområde och nordvästra Bottenhavets ytvatten har den varit stabil. Osäkerhetsstaplar visar 2 × standardavvikelsen för årsvärdena. Linjen utgör en anpassning baserat på 2-års löpande medelvärden.

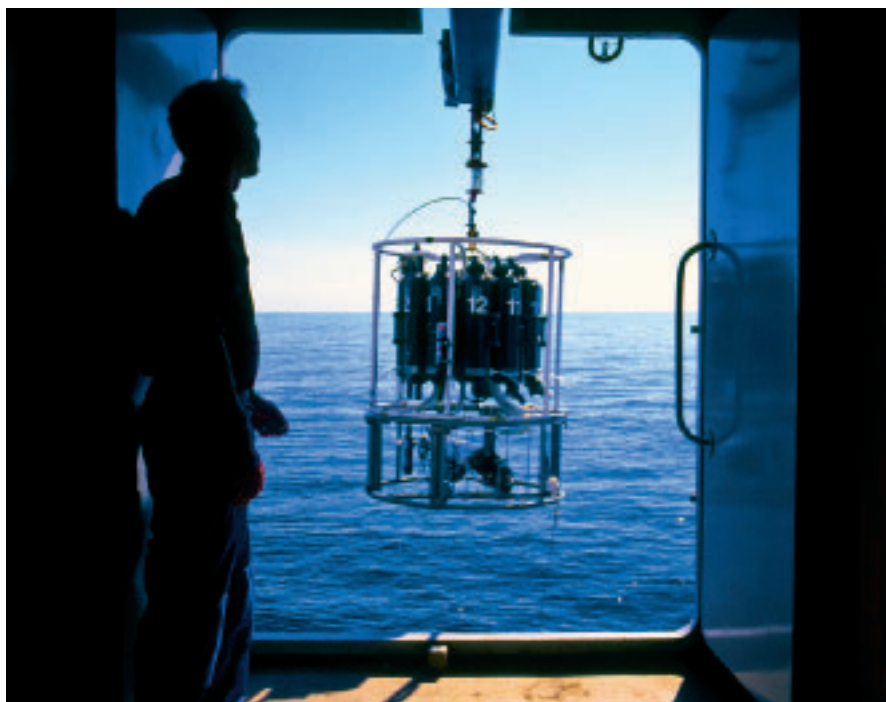


Foto: Andreas Palmén

➤ Vattenprover för bland annat bakterieanalys tas med en rosetthämtare, som kan hämta vatten från 12 olika djup vid samma provtagning.

BAKTERIEFÖREKOMST I BOTTNISKA VIKEN

Havsbassäng	Trend (%/år)	±95 % K.I. (%/år)	Signifikans	n
Bottenviken	-0,29	1,28	0,602	16
Örefjärden	1,8*	1,42*	0,018*	16
Bottenhavet	0,59	1,71	0,473	16
Bottniska viken	0,74	1,08	0,166	48

➤ En trend av ökande bakterieförekomst kan visas för Örefjärden i nordvästra Bottenhavet. Se statistikruta för förklaring av storheter. Statistiskt säkerställd trend markeras med *.

området. Tendensen de senaste åren är en återgång till normal näringsstatus.

I utsjön i Bottenviken och Bottenhavet verkar näringsförhållanden ha varit stabila under perioden 1994–2006. Förändringar större än 1,3 respektive 1,7 procent per år, skulle ha kunnat upptäckas i Bottenviken och Bottenhavet om de förkommit.

Bakteriehalten ökade framförallt 1998–2000 vid norra Bottenhavskusten för att sedan ligga kvar på en högre nivå. Detta bidrar till en positiv trend för hela tidsserien, och kan tolkas som att en högre näringstillgång förekommit vid kusten från år 2000 och framåt. Ökningen var som mest 27 procent år 2000 jämfört med tidsseriens medelnivå. Med denna relativt modesta förändring kan man inte utesluta

att minskad predation från små protozoer också kan vara en förklaring till den ökade bakterieförekomsten.

Kustområdet i Bottenhavet var inte signifikant skilt från utsjön sett över hela perioden 1991–2006. För perioden 1999–2006 ligger dock kustområdena 12 procent över utsjöns nivå. Produktiviteten i norra Bottenhavets kustområdet verkar därmed varit högre än i utsjön under början av 2000-talet. 🐟

LÄSTIPS

Sandberg, J., Andersson, A., Johansson, S. och Wikner, J. 2004. *Pelagic food web and carbon budget in the northern Baltic Sea: potential importance of terrigenous carbon*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 268: 13–29.

FAKTA

Statistik

Trendanalys på tidsserier utfördes med linjär regression av modell I. Data var inte signifikant skild från normal fördelning enligt Shapiro-Wilk test ($p > 0,05$). Trendens 95-procentiga konfidensintervall och antal mätår (n) anges.

Osäkerhetsmått för enskilda år beräknades från residualerna mellan observerat värde och det löpande 2-års medelvärdet, varefter genomsnittlig standardavvikelse för enskilda år beräknades. Skillnad i nivå mellan bassänger testades med parat t-test. Samvariation testades med en Pearsonkorrelation.

Sommarens

växtplanktonsamhälle har förändrats

SUSANNA HAJDU & ULF LARSSON, STOCKHOLMS UNIVERSITET /

AGNETA ANDERSSON & SIV HUSEBY, UMEÅ MARINA FORSKNINGSCENTRUM / ANN-TURI SKJEVIK, SMHI

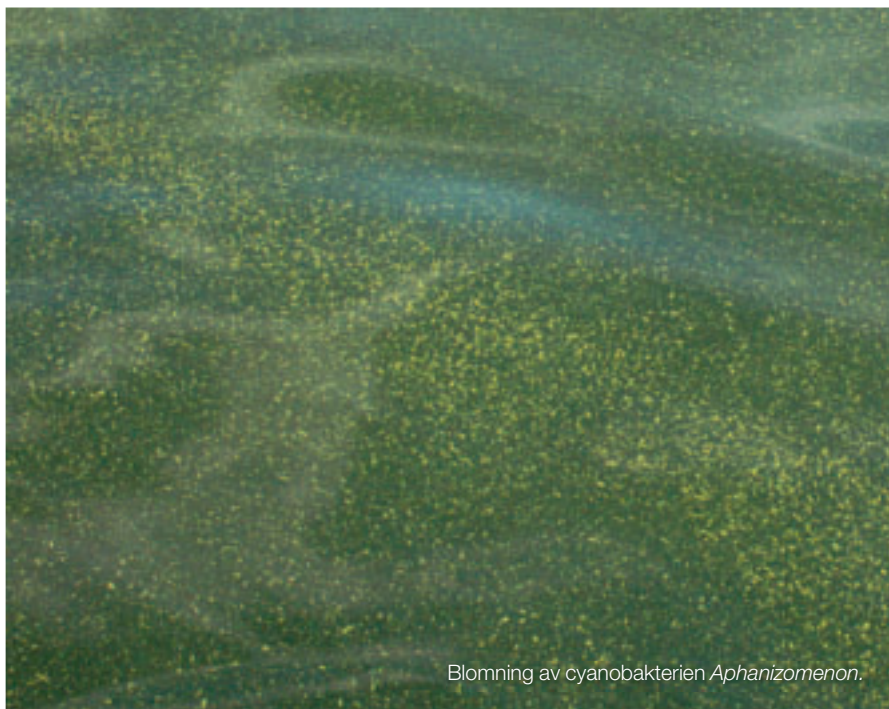
Växtplanktonsamhällets sammansättning under sommaren har förändrats i alla havsområden under senare år. Exempelvis har filamentösa cyanobakterier ökat i Egentliga Östersjön. Den troligaste förklaringen är ändrade hydrografiska förutsättningar, så som ökad humustillförsel från land, försämrat ljusklimat, minskad salinitet och ökad temperatur orsakad av ändringar i klimatet.

■ Växtplankton är viktiga nyckelorganismer i det marina ekosystemet, då de utgör den basala födan i näringsväven. En förändring i miljön, t.ex. ökad eutrofiering eller klimatförändringar, orsakar förändringar av växtplanktonsamhällets artsammansättning, biomassa och produktivitet. Detta i sin tur påverkar balansen i havet, d.v.s. produktiviteten högre upp i näringsväven, t.ex. produktionen av djurplankton och fisk.

Vi har utvärderat växtplanktonsamhället under sommaren, som är en relativt stabil period då potentiellt giftiga arter och algbloomingar kan förekomma och många människor exponeras för havets växtplankton. De kommande bedömningsgrunderna för kustvattnens kvalitet enligt EUs vattendirektiv är även de baserade på sommarvärden.

Tydliga skillnader

Artsammansättningen visar stora skillnader mellan olika havsområden. I Bottniska viken dominerar autotrofa ciliater, kiselalger (Diatomophyceae) och dinoflagellater (Dinophyceae). I Egentliga Östersjön är cyanobakterierna viktiga, särskilt i utsjön, men dinoflagellaterna har också en hög andel i biomassan. Grönalgerna är vanli-



Blomning av cyanobakterien *Aphanizomenon*.

Foto: Robert Kautsky

gare i Bottniska viken än i Egentliga Östersjön. På västkusten dominerar samhället framförallt av kiselalger och i mindre utsträckning av dinoflagellater. Mellan Bottniska viken och Egentliga Östersjön är skillnaderna i artsammansättning större än skillnaderna i biomassa. Växtplanktonbiomassan är 4-6 gånger högre på västkusten än i Östersjöområdet. Mätt i klorofyll är skillnaden betydligt mindre, eftersom kiselalgerna innehåller små mängder klorofyll i förhållande till sin volym.

Förändringar i alla havsområden

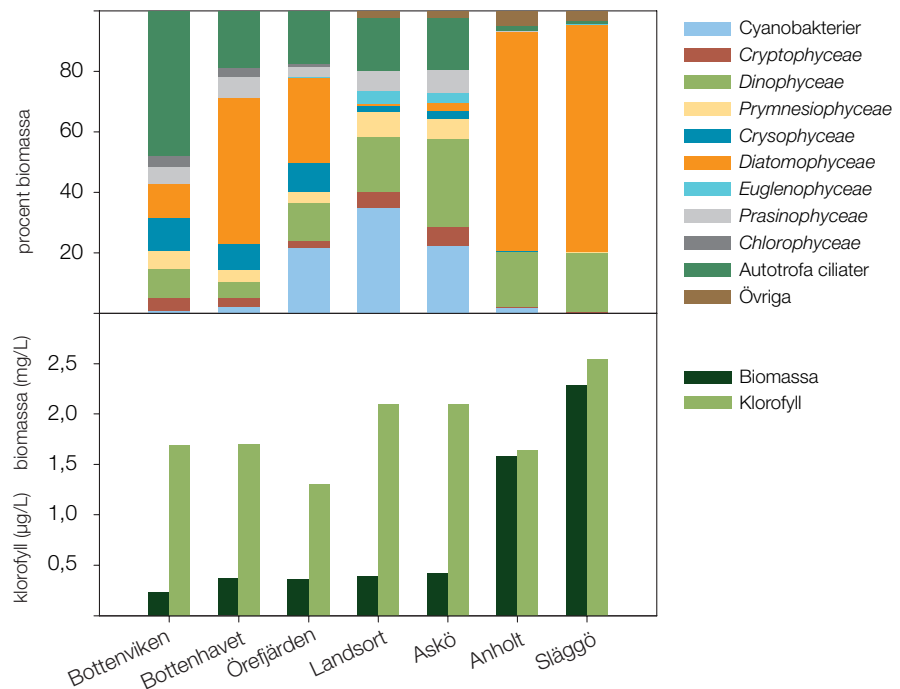
Växtplanktonsamhället har förändrats i alla havsområden under senare år. Förändringen syns i vissa fall på totalbiomassan, men mest bara på grupp- eller artnivå.

Ökad klorofyllhalt i Bottniska viken

Klorofyllhalten har under de senaste åren visat en generell ökning i Bottniska viken, medan algernas biomassa för det mesta har varit oförändrad. Detta indikerar att klorofyllinnehållet i algerna har ökat, vilket kan ha orsakats av förändringar i ljusklimatet. Algerna varierar sitt klorofyllinnehåll beroende på vilket ljusklimat de befinner sig i. I medeltal innehåller alger från Bottenviken två gånger mer klorofyll per viktsenhet än alger från Bottenhavet. Humushalten är sannolikt högre i Bottenviken än längre söderut, på grund av ökad landavrinning, vilket kan orsaka ett sämre ljusklimat samt ett högre klorofyllinnehåll i algerna. De kolonibildande cyanobakterierna har visat en tendens till ökning under de

VÄXTPLANKTONSAMHÄLLET

➤ Växtplanktonsamhället under sommaren uppvisar tydliga skillnader i olika havsområden. I Bottniska viken dominerar en autotrof ciliat och kiselalger (diatomophyceae). I södra Bottenhavet och Egentliga Östersjön dominerar cyanobakterier och dinoflagellater (dinophyceae), och på västkusten dominerar kiselalger. Den totala växtplanktonbiomassan är 4-6 gånger högre på västkusten än i Bottniska viken och Östersjön. Klorofyllhalten är däremot relativt jämn från norr till söder, eftersom kiselalgerna innehåller små mängder klorofyll i förhållande till sin volym.



senaste åren i Bottenhavets utsjö och kuststationer. Däremot har ingen förändring i förekomst av kolonibildande cyanobakterier observerats i Bottenviken. Rekylalger (cryptophyceae) har minskat vid samtliga stationer i Bottniska viken. Häftalger (prymnesiophyceae) har visat en tendens till ökning vid kuststationen i Bottenhavet. Halterna av totalkväve och totalfosfor har varit stabila, och kan därför inte förklara förändringarna i växtplanktonsamhällen. Möjligen kan klimatologiska faktorer vara förklaringen. Exempelvis har salthalten visat tendens att minska från början av 90-talet och framåt. Det kan delvis förklaras av ökad nederbörd och därmed ökad älvutsläppning. I området har nederbörden ökat med ca 30 procent under sommaren senaste 15 åren.

Cyanobakterier ökar

I norra Egentliga Östersjön har cyanobakterierna, särskilt sötvattensläktet *Anabaena*, ökat och dinoflagellaterna (dinophyceae), särskilt den marina arten *Dinophysis norvegica*, minskat både i utsjön och i kustområdet. Vid utsjöstationen Landsortsdjupet visar den totala växtplanktonbiomassan en nedåtgående trend, vilket för det mesta beror på att dinoflagellaternas biomassa har sjunkit signifikant från åren 1990-1997 till 1998-2006. Det är framförallt den potentiellt giftiga *Dinophysis norvegica*, som står

för minskningen. Cyanobakteriernas totala biomassa visar ingen ökning, men biomassan av sötvattensläktet *Anabaena* (kvävefixerare) har ökat markant. Biomassan av den giftiga *Nodularia spumigena*, som bildar stora ytansamlingar under sommaren i Egentliga Östersjön, har också ökat. Ökningen är nästan signifikant.

Vid Askö visar varken den totala växtplanktonbiomassan eller dinoflagellaternas biomassa någon tydligt trend. Växtplanktonsamhället har istället omstrukturerats. Biomassan av den marina dinoflagellaten, *Dinophysis norvegica* har minskat även i detta område och cyanobakteriernas biomassa har ökat. Det senare beror på att de kvävefixerare släktena *Aphanizomenon* och *Anabaena* har ökat i mängd. Biomassan av *Aphanizomenon* har ökat signifikant bara de sista fyra åren. Växtplanktonsamhällets omstrukturering kan mera relateras till hydrografiska/klimatologiska förändringar (t.ex. minskad salthalt, ökad temperatur) än till eutrofiering.

Minskad klorofyllhalt på Västkusten

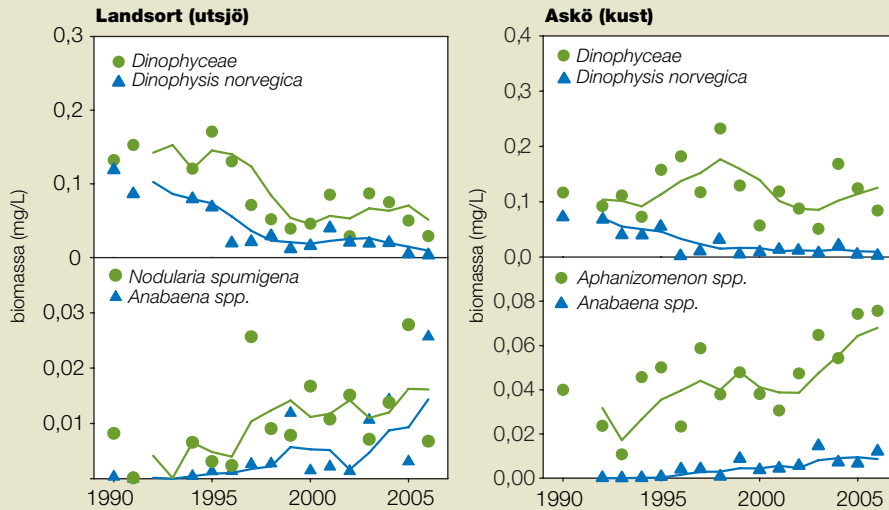
Klorofyllhalten har minskat vid både Anholt E och Släggöstationen under senare år. Även biomassan av grupperna nanoflagellater och autotrofa dinoflagellater har minskat. För den senare gruppen gäller detta framför allt vid Släggö, och exempel på arter som minskat är *Prorocentrum*

micans och de potentiellt skadliga arten *Lingulodinium polyedrum*. Biomassan vid Släggö visar ett extremt värde i 2005. Det orsakades till största delen av kiselalgen *Proboscis alata*, som ofta blommar under sommaren. Trots att den har en stor biovolym inverkar den mycket lite på klorofyllhalten. Arten har ökat även vid Anholt E, där kiselalgerna (diatomophyceae) visar en svag tendens till ökning under perioden 1994-2006. Tidsserierna vid Släggö är för korta för att göra säkra uttalanden om trender.

Svårt att förklara

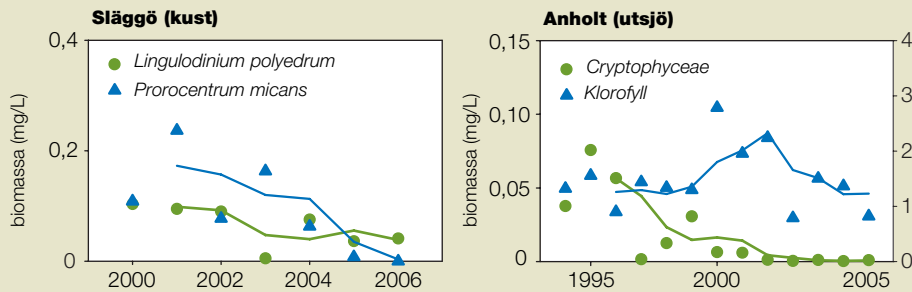
Det är svårt att påvisa samband mellan förändringarna i växtplanktonsamhälle och närsalterna, då sommarhalterna av totalkväve och totalfosfor inte visar någon tydligt trend i de olika havsområden. Förändringen i växtplanktonsamhället kan ha många orsaker och är därför svåra att härleda särskilt då vi saknar information om många omvärldsvariablers utveckling. Vi vet t.ex. att fiskpopulationerna har ändrats kraftigt, vilket kan ha påverkat förekomsten av djurplankton, som i sin tur kan ha medfört ändrat predationstryck på växtplankton. Sådana hypoteser förblir dock spekulativa tills mer data blir tillgängliga.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN



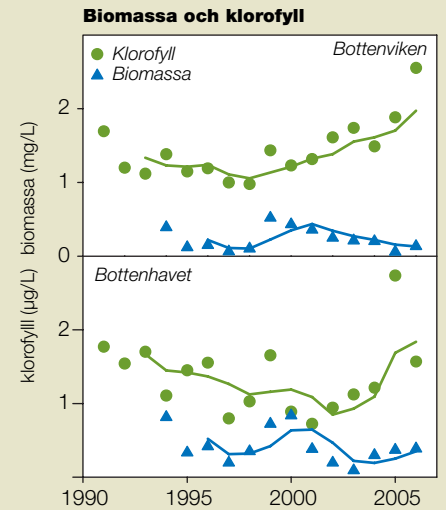
➤ I norra Egentliga Östersjön har cyanobakterierna, särskilt sötvattensläktet *Anabaena*, ökat och dinoflagellaterna (dinophyceae), särskilt den marina arten *Dinophysis norvegica*, minskat både i utsjön och i kustområdet. Biomassan av den giftiga *Nodularia spumigena*, som bildar stora ytansamlingar under sommaren i Egentliga Östersjön, har också ökat i utsjön (Landsort). *Aphanizomenon* har ökat i Asköområdet de senaste fyra åren. Linjen visar tre års löpande medelvärde.

VÄSTKUSTEN



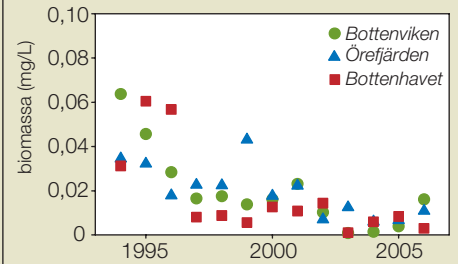
➤ På västkusten har klorofyllhalten minskat under senare år. *Prorocentrum micans* och de potentiellt skadliga arten *Lingulodinium polyedrum* har minskat. Linjen (hel eller sträckad) i diagrammen visar tre års löpande medelvärde, för Släggö två år.

BOTTNISKA VIKEN

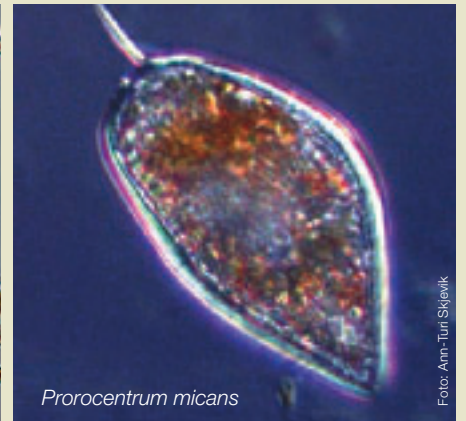


➤ I Bottniska viken har klorofyllhalten ökat på alla stationer, medan algernas biomassa för det mesta har varit oförändrad de senaste 15 åren. Detta indikerar att klorofyllinnehållet i algerna har ökat. Orsaken kan möjligen vara förändringar i ljusmiljön på grund av ökad humustillförsel från land. Linjen i diagrammen visar tre års löpande medelvärde.

Rekylalger – Chryptophyceae



➤ Rekylalgerna (chryptophyceae) har minskat vid samtliga stationer i Bottniska viken.



Klimatet påverkar

Den troligaste förklaringen till de förändringar vi observerat är dock ändrade fysikaliska förutsättningar, så som ökad humustillförsel från land, försämrade ljusklimat, minskad salinitet på grund av ökad nederbörd, ökad temperatur och djupare omblandning av vattenmassan. Våra resultat överensstämmer med en nyligen publicerad analys av långtidstrender i norra Egentliga Östersjön, som visade på ett negativt samband mellan förekomst av dinoflagellaten *Dinophysis norvegica* samt nanoplanktongruppen cryptophyceae, och minskande salthalt och ökande vattentemperatur. Sambandet med cyanobakterierna var däremot positivt, vilket även det stämmer överens med våra resultat. Även ökad humustillförsel kan ha en stimulerande effekt på cyanobakteriernas tillväxt enligt ny forskning.

Hur förändringarna i växtplanktonsamhället påverkar ekosystemet i havet återstår att se, men cyanobakterierna är mindre ätliga än nanoflagellaterna och tillför dessutom kväve till de kvävebegränsade havsområdena. En ökning av cyanobakterieblomningarna påverkar också sommarturismen negativt då den orsakar otrevliga och giftiga ansamlingar i kustområden. 🐦

LÄSTIPS

Stolte, W., Balode, M., Carlsson, P., Grzebyk, D., Janson, S., Lips, I., Panosso, R., Ward, C. J. and Granéli, E. 2006. *Stimulation of nitrogen-fixing cyanobacteria in a Baltic Sea plankton community by land-derived organic matter or iron addition*. Marine Progress Series 327: 71-82.

Suikkanen, S., Laamanen, M. and Huttunen, M. 2007. *Long-term changes in summer phytoplankton communities of the open northern Baltic Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 71: 580-592.

FAKTA

Dataunderlag och statistiska metoder

Sommarmedelvärde från juni till august. Växtplanktonbiomassan anges i mg våtvikt per liter havsvatten och inkluderar alger > 2 µm.

Dataserierna: Bottniska viken (1990)1994 – 2006, (0-20m, från 2000 0-10m, n=4 per år i medeltal) från stationerna A13 (Bottenviken), B3 och B7 (Örefjärden) och C1 och C3 (Bottenhavet), norra Egentliga Östersjön 1990 – 2006, (0-20 m, n=7 per år) från stationerna BY31 (Landsortsdjupet) och Askö B1, Västkusten 1994 - 2006 (0-10 m, n=6 per år i medeltal) från Anholt E i Kattegat och 2000 – 2006 (0-10 m, n= 7 per år, 2006 n= 6) från Släggö i Skagerrak.

Skillnader i total biomassa och förekomst av olika växtplanktonklasser i olika havsområden testades med envägs Anova och Tukeys post hoc test i SPSS® 14 for Windows. Normalfördelning av data testades med Wilks normalfördelningstest. För vissa alggrupper log-transformerades data så att normalfördelning erhöles. För Bottniska viken och västkuststationerna testades förändringar i tiden med linjär eller kurvanpassad regression. Hela mätperioden inkluderades i analysen. Signifikansnivån 0,05 användes.

Dataserierna i Egentliga Östersjön har delats in i två perioder, 1990-1997 och 1998-2006, och testats med MannWhitney U-test (icke-parametrisk) och post hoc test. Förändringen anses vara signifikant vid $p < 0.05$. Trenden i *Aphanizomenon* förekomst vid Askö B1 har testats i fyra års perioder med Kruskal-Wallis Anova och post hoc test.

FÖRÄNDRINGAR FÖR PLANKTON I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

Havsområde		Kvalitetsfaktor	Förändring
Bottenviken	Utsjö	Växtplankton biomassa	➔
	Utsjö	Klorofyll-a	⬆
	Utsjö	Cyanobakterier	➔
	Utsjö	Rekylalger	⬇
Bottenhavet	Utsjö	Växtplankton biomassa	➔
	Kust och utsjö	Klorofyll-a	⬆
	Kust och utsjö	Cyanobakterier	⬆
	Kust och utsjö	Rekylalger	⬇
Eg. Östersjön	Utsjö	Växtplankton biomassa	⬇
	Utsjö och kust	<i>Dinophysis norvegica</i>	⬇
	Utsjö	Cyanobakterier	➔
	Utsjö	<i>Anabaena</i> , <i>Nodularia</i>	⬆
	Kust	Växtplankton biomassa	➔
	Kust	Dinoflagellater	➔
	Kust	Cyanobakterier	⬆
Västkusten	Kust	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Anabaena</i>	⬆
	Utsjö	Växtplankton biomassa	⬇
	Utsjö	Klorofyll-a	⬇
	Utsjö	Nanoflagellater	⬇
	Kust	Dinoflagellater	⬇

📌 Pilar visar viktigare statistiskt säkerställda förändringar.

Djurplankton

visar på stabilt system

SIV HUSEBY & JOHAN WIKNER, UMEÅ MARINA FORSKNINGSCENTRUM

Djurplankton är en länk mellan lägre trofinivåer, som växt- och bakterieplankton, och högre trofinivåer som fisk. Djurplanktonsamhällets storlek och sammansättning påverkas såväl av övergödning som fiske, men även av abiotiska faktorer såsom salinitet och temperatur. Djurplanktonbiomassan har varit stabil i Bottniska viken, förutom en förhöjning vid norra Bottenhavskusten efter millennieskiftet.

■ Djurplankton i Bottniska viken kan delas upp i tre huvudgrupper; hoppkräftor (Copepoda), hinnkräftor (Cladocera) och hjuldjur (Rotifera). Övriga djurplankton

utgör mindre än 1 procent av den totala biomassan. Hoppkräftorna utgör den största delen av biomassan vid alla mätstationer i Bottniska viken. Vid utsjöstationerna står de för mer än 80 procent av den totala biomassan, i Örefjärden för mer än 60 procent. Den näst största gruppen i biomassa är hinnkräftorna som i utsjön står för mellan 11 och 18 procent av den totala biomassan, medan de i Örefjärden står för över 30 procent av totala biomassan.

Ökning vid Bottenhavskusten

En ökning av totala djurplanktonbiomassan med 29 procent har skett från perioden 1995–1999 till 2000–2005 i Örefjärden.

Förändringen stämmer väl i tid med de nederbördsrika åren vid millennieskiftet, då salthalten sjönk i exempelvis Örefjärden. Den dominerande hoppkräftearten i Örefjärden, *Eurytemora affinis*, är en sötvattenart, som bör gynnas av låga salthalter.

Den totala djurplanktonbiomassan visar i övrigt inga säkerställda trender i Bottniska viken. Nivåerna är typiska för Bottenviken och Bottenhavet. Resultaten tyder på att näringsituationen i Bottniska viken är stabil, och håller sig inom förväntade gränser. Detta stöds även av resultaten från övervakningen av växt- och bakterieplankton.

FAKTA

Provtagning djurplankton

Tidsserierna som utvärderats omfattar i Bottenviken och Örefjärden 12 år, medan Bottenhavet provtagits sex år. Djurplankton har tidigare inte mätts i övriga svenska havsområden inom svensk miljöövervakning, men införs i programmet från 2007.

Djurplankton insamlas med en tre m lång håv med öppningsarean 0,26 m² och maskstorlek 90 µm på håvduk och sållkopp. Håvdrag görs från botten till ytan. Prover tas sex gånger per bassäng och år. Samtliga djurplankton räknas. Data är valda för perioden juni–september. Då är mängden djurplankton som störst i vattnet.

Pungräkor (mysider) saknas i denna redovisning eftersom de ofta upphåller sig för nära botten för att kunna provtas kvantitativt med håvmetoden. Årsvärden skapades genom stegvis integrering.



Foto: Andreas Palmén

DJURPLANKTON I BOTTNISKA VIKEN

Havsbassäng	Trend (%/år)	±95 % K.I. (%/år)	Signifikans	n	Medel
Bottenviken	3,9	6,6	0,246	12	0,13
Örefjärden	-1,9	46	0,577	12	0,37
Bottenhavet	11	205	0,279	6	0,24

➤ Den totala djurplanktonbiomassan visar inga säkerställda trender i Bottniska viken. Perioden 1994–2005 har analyserats för Bottenviken och Örefjärden. För Bottenhavet finns endast data 2000–2005. Medelvärden för tidsserierna ges i mg/m³.

Foto: Christer Håggström

⬅ Hoppkräftan *Limnocalanus macrurus* härstammar från sött vatten, men trivs i Bott-niska vikens bräckta vatten.

Tidsserien i Bottenhavet är ännu för kort för att kunna ge säkerställda trender. En trend större än 6,6 procent per år skulle behövs i Bottenviken för att vara signifi-kant. Mellanårsvariationen för Örefjärden påverkas i stor utsträckning av extremvär-det 1994. Även utan 1994 saknas en säker-ställd trend, medan styrkan ökar markant till att kunna upptäcka en förändring om 4,1 procent per år.

Inga säkerställda trender kunde heller visas för de större djurplanktongrupperna för hela perioden. Däremot förekom en säkerställd ökning av hoppkräftor 1996–2001 i Örefjärden. En ökning större än 5,3 procent per år skulle behövas för en signifi-kant trend för hoppkräftorna. Hinnkräf-torna visar störst mellanårsvariationer och skulle behövt ändrats mer än 15 procent per år för en säkerställd trend i Örefjärden.

Lägst i Bottenviken

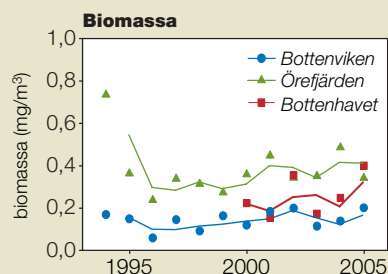
Den totala djurplanktonbiomassan är 1,7 gånger lägre i Bottenviken än i Bottenhavet, vilket stämmer väl med den lägre växt- och bakterieplanktonproduktiviteten i Botten-viken. Den högre biomassan vid kusten i Bottenhavet är också nära säkerställd för de få år som hittills kan jämföras. Den totala djurplanktonbiomassan följer därför väl vad som förväntas utifrån näringsstatus i de olika havsområdena. 🐟

LÄSTIPS

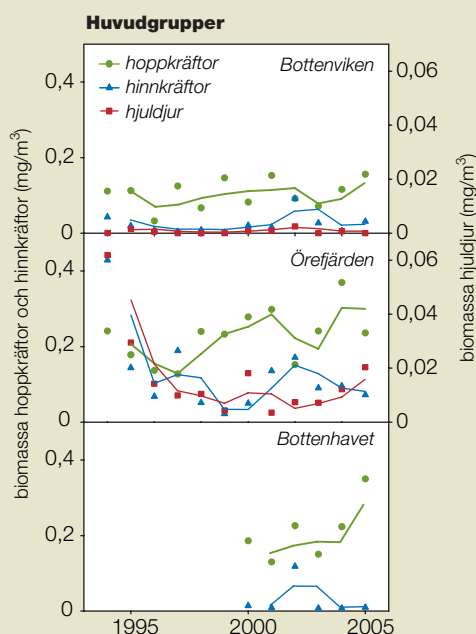
Sandström, O. 1980. *Ecology of the plankton fauna in the Gulf of Bothnia*. Dep. of Animal Ecology, Umeå University, Umeå, Sweden.

Viitasalo, M., Vourinen, I. och Saesmaa, S. 1995. *Mesozooplankton dynamics in the northern Baltic Sea: implications of variations in hydrography and climate*. J. Plankt. Res. 17 1857–187.

DJURPLANKTON I BOTTNISKA VIKEN

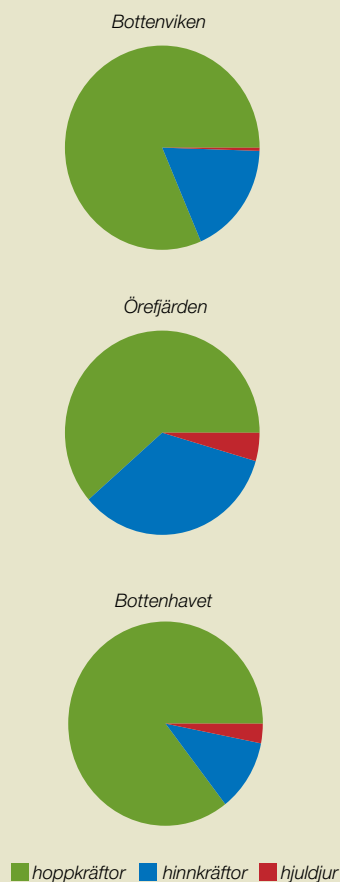


↗ Total biomassa av djurplankton under perioden maj till september i Bottenviken, Örefjärden och Bottenhavet. Linjen visar på 2-årigt löpande medelvärde.



↗ Biomassa av huvudgrupperna hoppkräftor, hinnkräftor och hjuldjur i Bottenhavet, Örefjärden och Bottenhavet. Linjen visar 2-årigt löpande medelvärde. Biomassan är årsintegrerad för perioden maj till september.

Fördelning av planktongrupper



↗ Hoppkräftor dominerar djurplank-tonbiomassan på samtliga stationer i Bottniska viken. Hinnkräftor är vanli-gare på kuststationen, och hjuldjur har något större biomassa i Botten-havet än Bottenviken.

FAKTA

Statistik

- Normalfördelning av data testades med Shapiro-Wilks test och om så behöv-des logtransformerades data för att ge normalfördelning.
- Förändringar testades med linjär regression med en signifikansnivå på 0.05. Trendens 95-procentiga konfidensintervall och antal mätår (n) anges.
- Skillnad mellan tidsperioder testades med ett t-test.
- Skillnader mellan bassänger testades med ett parat t-test.

Nä, nu blommar det igen!

Cyanobakterieblomningar i Östersjön

GUNNAR ANEER & HELENA HÖGLANDER, LÄNSSTYRELSEN I STOCKHOLMS LÄN / PIA ANDERSSON & MARTIN HANSSON, SMHI

Sol och bad... och en illaluktande rabarberkräm av alger! Somrarna 2005 och 2006 utsattes Östersjön för kraftiga blomningar av cyanobakterier under bästa semestertid, till förtret för turister och boende runt Östersjön. Under 2005 drabbades stora delar av Egentliga Östersjön norr om Öland, medan blomningarna under 2006 främst drabbade södra Östersjön. Täcket av cyanobakterier var på vissa håll så kraftigt att fåglar kunde gå på det utan att sjunka igenom. Folk drog sig för att bada eller att ge sig ut på havet och flera turistanläggningar fick mycket sämre beläggning än på länge.

■ Cyanobakterier är inget nytt för Östersjön. De har förekommit här i minst 8 000 år. Mer eller mindre stora blomningar uppstår naturligt varje år. Kraftigast blir blomningarna i Egentliga Östersjön, men även i Bottenhavet har kraftiga blomningar uppstått under senare år. Orsakerna till att blomningar uppstår och kopplingarna mellan de påverkande faktorerna är många.

Obalans mellan näringsämnena

Växtplankton och cyanobakterier behöver cirka 16 gånger mer kväve än fosfor för att tillväxa optimalt. I Egentliga Östersjön råder naturligt en obalans mellan de två ämnena under sommaren med en brist på kväve i förhållande till fosfor. Det gör att många växtplanktonarter inte kan tillväxa då. En del cyanobakterier har emellertid den unika förmågan att kunna fixera kväve från luften. Det ger dem en stor konkurrensfördel under sommaren. Cyanobakteriernas tillväxt begränsas istället av tillgången på fosfor. En av de vanliga arterna,



➤ Ansamling av katthårsalgen *Nodularia spumigena* i en småbåtshamn i Nynäshamn sommaren 2005. Det är lätt att förstå att många människor valde att lägga sin semester på andra platser än vid havet.

Aphanizomenon sp., kan till och med lagra fosfor under perioder när det finns gott om det, som under våren. Den lagrade fosfor kan de sedan använda för sin tillväxt under sommaren då det oftast finns mindre att tillgå. Utan fosfor i lämplig form kan inte heller cyanobakterierna tillväxa.

Fosfor binds vid bottenarna

Avrinningen från land, via jordbruk, skogsbruk, åar och floder, tillför fosfor till Östersjön. Den tas upp av olika växtplank-

ton som tillväxer, bryts ner och sedimenterar. På så sätt förs fosfor ner till Östersjöns botten. Vårens blomning av kiselalger är här en viktig transportör av näring från ytan till bottenarna. Den största fosforkällan i Östersjön är dock den mängd fosfor som efter år av tillförsel redan finns bunden till bottenarna.

Vid goda syrgasförhållanden binds stora delar av fosfor till olika järnföreningar i sedimenten. Vid dåliga syreförhållanden på bottenarna kan järnföreningarna



7 Satellitbild över Egentliga Östersjön den 11 juli 2005. Mitt i semestertiden var hela vårt hav en enda algsoppa, från södra Åland ner till Gdanskbukten utanför Polen.

MODIS AQUA 2005-07-11, data från NASA bearbetade av SMHI.

inte längre binda fosfor till sig och en del löses ut i vattnet i form av fosfatjoner. Bottenvattnet blir därmed kraftigt berikat på fosfat, den form av fosfor som alger och cyanobakterier behöver för sin tillväxt. För att komma växterna tillgodo måste fosfaten emellertid ta sig upp till ytan där planktonen befinner sig.

Skiktning försvårar omblandningen

I Östersjön råder naturligt en salthaltsskiktning i vattenmassan. Tillrinningen från land gör att Östersjöns ytvatten har låg salthalt medan inflöden av tyngre och saltare vatten från Kattegatt gör att bottenvattnet får en högre salthalt. Ett saltsprångsskikt, eller så kallad haloklin, skiljer de två vattenmassorna åt och densitetsskillnader gör att de inte kan blanda sig så lätt med varandra.

Ytvattnet tillförs kontinuerligt syrgas genom utbyte med atmosfären samt genom algers fotosyntes. I djupvattnet förbrukas syre genom nedbrytning av växter och djur, och tillförsel av syrgas kan endast ske genom inflöde av nytt vatten från Kattegatt eller genom vertikal omblandning. Salthaltsskiktningen försvårar kraftigt den vertikala omblandningen, och djupvattnet är nästan helt beroende av att få regelbunden tillförsel av syrerikt vatten från Kattegatt.

Inflöden för upp fosfor

Inflöden från Kattegatt kan endast ske om vindar och vattenstånd är gynnsamma så att det kan övervinna det naturliga utflödet av sötare vatten. Trösklarna vid Öresund och danska Bälten är dessutom grunda, vilket ytterligare försvårar införseln. När vattnet emellertid lyckas passera de grunda trösklarna sprider sig det saltare och därmed tyngre vattnet in i Östersjön utmed botten. På sin väg blandar det sig gradvis med omgivande vatten och salthalten minskar kontinuerligt. Är inflödet tillräckligt stort och tillräckligt salt, minst 20 promille, kan det till och med tränga undan vattnet i de djupaste bassängerna i Egentliga Östersjön. När detta sker trycks det gamla vattnet ibland upp genom haloklinen och fosfat från bottenvattnet kan blandas upp till ytvattnet.

Om inflödena kommer för sällan uppstår syrgasbrist i vattnet på de djupare bottenarna, och fosfat frigörs. När nya inflöden kommer, syresätter de normalt bara

FAKTA

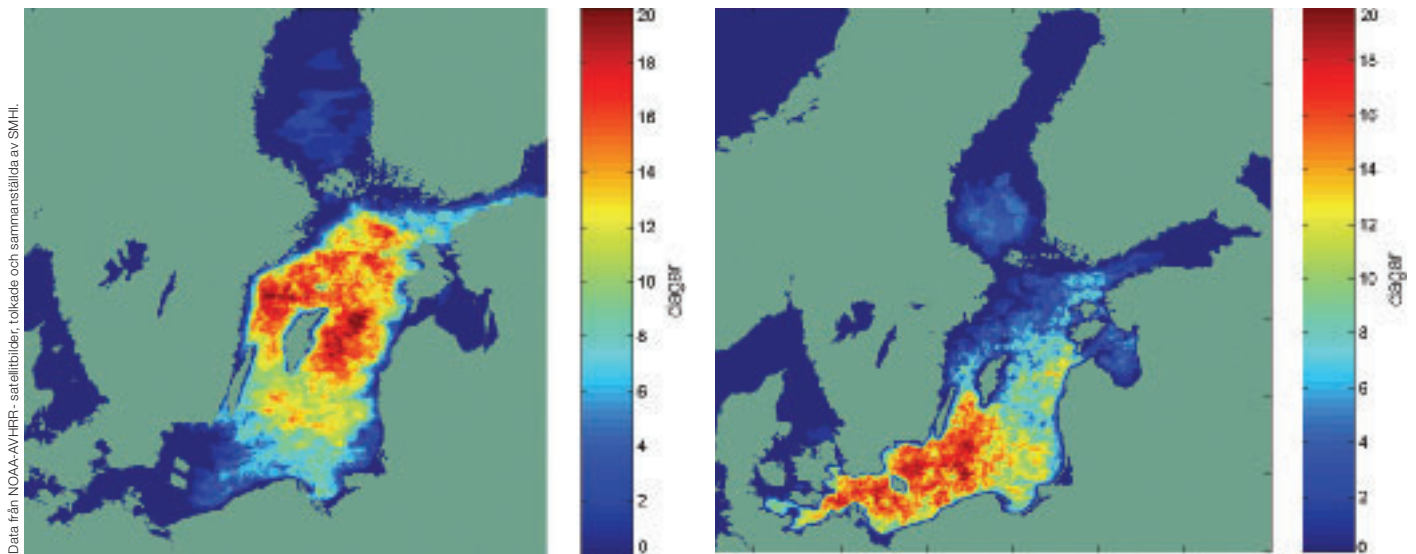
Cyanobakterier

Cyanobakterier, som tidigare kallades blågrönalger, är fotosyntetiserande bakterier. De har bakteriers uppbyggnad och förökning men i sitt levnadssätt liknar de mer växtplankton. De arter som finns i Östersjön trivs bäst i det bräckta Östersjövattnet som varken är för sött eller salt. Vissa av arterna har en unik förmåga att kvävefixera, det vill säga att ta upp kvävgas från luften. På så sätt tillför de både sig själva och resten av ekosystemet näring i form av kväve i användbar form.

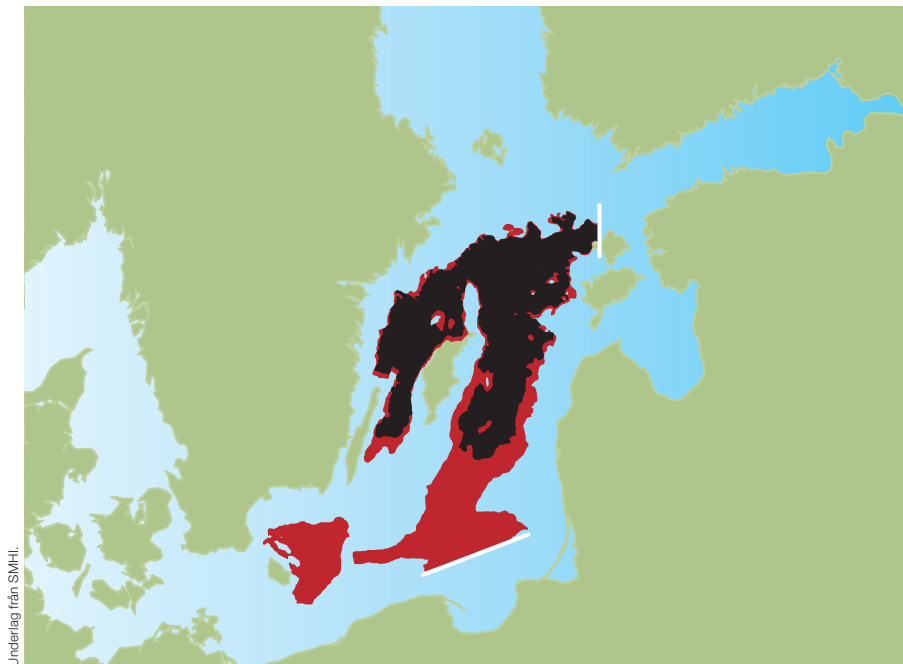
I Östersjön dominerar tre kvävefixerande släkter: *Aphanizomenon*, *Nodularia* och *Anabaena*. *Nodularia*, som oftast är giftig, förknippas främst med algblooming eftersom den vid lugnt, varmt och soligt väder stiger upp till ytan och bildar ansamlingar som till och med är synliga på satellitbilder. Mängdmässigt brukar *Aphanizomenon* dock dominera, i synnerhet i norra delarna av Östersjön. Den bildar emellertid sällan ytansamlingar sommartid utan finns mer jämnt spridd i vattenmassan. Den är hittills inte dokumenterad som giftig i Östersjön.

För att trivas behöver Östersjöns kvävefixerande cyanobakterier sol, värme, lugnt väder, lagom salt vatten (upp till ca 10 promille) samt god tillgång på fosfor.

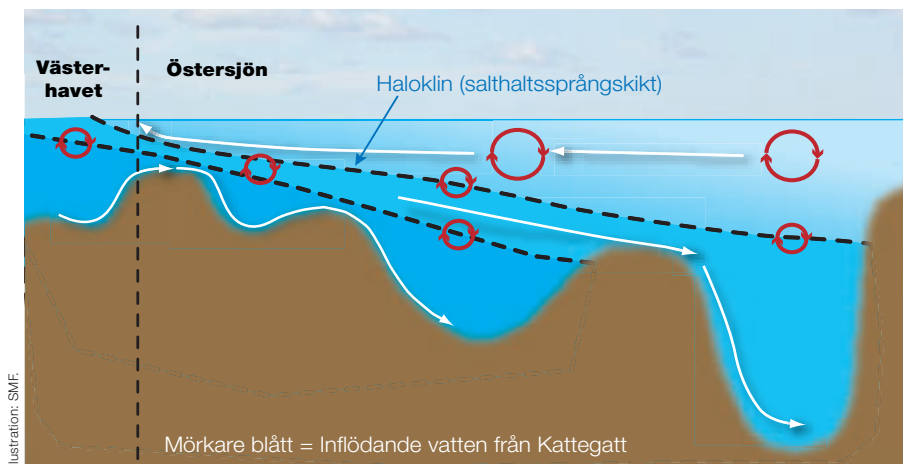
Cyanobakteriernas tillförsel av kväve till Östersjön sommartid motsvarar 25–50 procent av den årliga kvävetillförseln via floder och nederbörd. Kvävet blir tillgängligt för andra organismer när cyanobakterierna konsumeras av vissa djurplankton eller efter att de bryts ner av bakterier. Det tillskottet kan vara avgörande för produktionen av t.ex. fiskyngel under sommaren då det oftast råder kvävebrist.



➤ Sammanställning av 2005 (till vänster) och 2006 års blomningars varaktighet och utbredning i Östersjön. Skalan anger antal dagar med synliga ytnära blomningar av cyanobakterier. Många människor runt Östersjön drabbades. Flera turistanläggningar påverkades negativt med kännbara ekonomiska konsekvenser.



➤ Utbredningen av syrefria bottenar med svavelväte (svart) och bottenar med låg syrehalt (< 2 ml per liter, rött) i november 2006. Utanför de vita strecken saknas data. I det svarta och röda området kan inget växt- och djurliv förekomma och bottenarna kan betraktas som döda.



➤ Ett lodrätt snitt genom Egentliga Östersjön. Salthaltsskiktningen i Östersjön visas med en ytligt utåtgående ström som till delar består av sötvatten som gradvis blandas ut med saltare vatten. Tillfälliga inflöden av ordentligt salt vatten från Kattegatt vilka kommer in längs med bottenarna ger bottenvattnet dess högre salthalt och tillför syre. Det inflödande bottenvattnet lyfter upp det gamla bottenvattnet. Tyvärr är inflödena oftast små och inte tillräckligt salta. De betydelsefulla stora inflödena kommer numera mycket sällan.

bottnarna tillfälligt men bidrar samtidigt med uppblandning av fosfor från bottenvattnet.

Extremt dåliga syreförhållanden

De senaste 30 åren har syrgashalten varit låg eller mycket låg i Egentliga Östersjöns bottenvatten. Områden med låga halter av syrgas eller med syrgasbrist hade under hösten 2006 och våren 2007 en utsträckning som motsvarar omkring hälften av Egentliga Östersjöns yta.

Vid syrgasbrist bildas även svavelväte vid bottnarna genom vissa svavelbakteriers aktivitet. Svavelväte är ett kraftigt gift för flertalet organismer. Under hösten 2006 noterades den största utbredningen av svavelväte och syrgasbrist sedan mätningarna startade. På grund av den nu höga svavelvätehalten kan högre liv därför inte finnas på djup större än omkring 70 meter.

Denna situation är resultatet av en lång tids hög belastning av näring från omgivande land och brist på tillräckligt stora eller regelbundna inflöden av salt och syrerikt vatten från Kattegatt.

Höga fosforhalter

Endast ett fåtal större inflöden av syrerikt vatten har skett de senaste 25 åren, de senaste var under 1993 och 2003. Inflödet 2003 förbättrade förhållandena i djupvattnet för en kortare period, samtidigt som fosfor fördes från bottenvattnet upp till Östersjöns ytlager. Den kalla och blåsiga sommaren 2004 medförde emellertid att stora ytblomningar av cyanobakterier uteblev.

Ytterligare uppblandning av fosfor i samband med stormen Gudrun i januari 2005 ökade fosforhalterna i ytvattnet ännu mer, särskilt i de norra delarna av Egentliga Östersjön. Soligt, lugnt och varmt väder sommaren 2005 i kombination med de höga fosforhalterna gjorde den stora blomningen möjlig. Cyanobakterierna tog under sin tillväxt upp näring från vattnet och blomningen resulterade i att fosfathalterna i norra och centrala Egentliga Östersjön minskade till normala halter. I sydväst, där blomningen av någon anledning

FAKTA

Algblomningar

I såväl sjöar som hav frigörs näring under höst och vinter. Näring tillförs från land och från nedbrytningen av döda växt- och djurdelar. Brist på ljus och i viss mån låga temperaturer gör att växtplankton inte kan ta hand om näringen under den kalla årstiden. Efter islossningen, när ljuset återvänder, kan växtplankton, oftast dominerade av kiselalger, snabbt växa till på grund av näringen. Den begynnande temperaturskiktningen i ytvattnet håller dessutom kvar algerna i den solbelysta delen av vattenmassan. Vattnet grumlas då av de stora mängderna av algerna; vi får en blomning av växtplankton. Vårblomningen är ett naturligt och nödvändigt inslag i de flesta vattenmiljöer, men går mestadels spårlöst förbi eftersom den oftast inte bildar några ansamlingar på ytan. Det mesta av näringen tas upp av de vårblommande algerna som sedan blir mat för djurplankton eller sedimenterar. På bottnarna kommer näringen botten djuren tillgodo eller lagras upp i sedimenten. Vårblomningen av kiselalger är en av de viktigaste transportmekanismerna för organiskt material till bottnarna.

I Egentliga Östersjön råder numera till havs oftast en obalans mellan näringsämnen kväve och fosfor. Det finns vanligen fosfor i överskott, vilket kan utnyttjas av cyanobakterierna men inte av de övriga växtplanktongrupperna. På grund av detta kan sedan cyanobakterierna växa till och under gynnsamma väderförhållanden skapa blomningar under högsommaren.

uteblev trots goda förhållanden, förblev fosfathalterna höga ända in till sommaren 2006. Den ovanligt varma, lugna och soliga sommaren då gjorde att den kraftiga blomningen i sydvästra Östersjön blev ett faktum. Vindar och strömmar förde till och med ut cyanobakterier i södra Kattegatt via Öresund. Blomningar av cyanobakterier i Kattegatt är annars ovanliga eftersom salthalten är för hög i området.

Vad väntar i framtiden?

Östersjöns hälsotillstånd är i dag sådant att blomningar av cyanobakterier kan förväntas fortsätta att vara vanliga inslag under de kommande somrarna.

Vi har de sämsta syrgasförhållandena som uppmätts någonsin, höga fosforhalter i bottenvattnet med särskilt höga halter i området mellan Bornholmsdjupet och Gdanskdjupet, precis som inför blomningarna 2006. Förutsättningarna verkar vara goda för cyanobakterieblomningar under 2007. Hur det blev vet vi när detta läses.

Cyanobakteriernas kraftiga tillväxt sker oftast när ytvattentemperaturen är högre än cirka 16 grader. En förstärkt växthuseffekt kan göra att högre temperaturer blir vanligare framöver och dessutom att de

inträder tidigare. Det finns således en risk att denna typ av blomningar blir vanligare i framtiden. En högre genomsnittlig vattentemperatur kan även förväntas leda till en ökad nedbrytningshastighet av döda växt- och djurrester. Syrgasförbrukningen ökar då i bottenvattnet med ökad syrgasbrist som följd i de djupare delarna av Egentliga Östersjön. Detta ökar läckaget av fosfor från bottensedimenten och denna fosfor kan, om den kommer upp till ytvattnet, ge cyanobakterierna ökad näringstillgång. Ser vi möjligen en ond spiral här och större risker för problematiska blomningar? Dessvärre kan vi inte säga hur det kommer att bli. Men tecken på att blomningar inte kommer att vara ovanliga finns... 

LÄSTIPS

Andersson, L. S. och Hallberg, R. (2000). *Svår syrebrist – ingen ny historia*. Östersjö 2000: 55–59.

Hajdu, S., Larsson, U., Walve, J. (2003). *Östersjöns blågrönalger – viktiga kvävekällor*. Östersjö 2003: 48–51.

Hansson, M. (2006). *Cyanobakterieblomningar i Östersjön, resultat från satellitövervakning 1997–2005*. SMHI rapport Oceanografi nr 82. ISSN 0283–7714.



LIVET PÅ BOTTNARNA

**Stor variation i makrovegetation
Mjukbottenfauna – nytt index för jämförelse
Vitmärlan varnar för föroreningar**

Stor variation

i makrovegetation

JAN KARLSSON, GÖTEBORGS UNIVERSITET / HANS KAUTSKY, STOCKHOLMS UNIVERSITET.

Algbältets utbredning kan ge viktiga upplysningar om flera olika miljöfaktorer. Fleråriga arters djuputbredning påverkas exempelvis av partikelmängden i vattenmassan, vilket till viss del avspeglar närtsaltsförhållandena i vattnet. Ettåriga arter återspeglar i högre grad faktorer som förhöjd närtsaltshalt i ett område, närtsaltspulser samt temperatur- och salthaltsförhållanden. Variationen är dock stor inom denna parameter, och vissa arter kan därför vara svåra att följa i tiden.

■ Algsamhällena längs Sveriges kuster har en viktig roll i den marina miljön, där de binder solenergi och närtsalter i sin biomassa. Algbäddarna gynnar också den biologiska mångfalden genom att skapa en tredimensionell struktur över klippbotten. Den fastsittande algvegetationen ger en integrerad bild av vattenkvaliteten

och återspeglar miljöförhållandena på de platser där de observeras, vilket gör dem till mycket användbara miljöindikatorer.

Beroende på artens livscykel så varierar längden på den tidsperiod som integreras och vilka miljöfaktorer som avspeglas. Fleråriga arters djuputbredning påverkas exempelvis i hög grad av ljusförhållandena i vattnet, vilket i sin tur beror av partikelmängden i vattenmassan. En del av partiklarna i vattnet är växtplankton, och mängden växtplankton avspeglar närtsaltsförhållandena i vattnet. Ettåriga arter återspeglar i högre grad faktorer som ligger nära i tiden, t.ex. förhöjd närtsaltshalt i ett område, närtsaltspulser samt temperatur- och salthaltsförhållanden.

Mosaik på västkusten

På västkusten är makroalgsamhället mer artrikt än i Östersjön. Merparten av vegetationen uppvisar en mosaikartad struktur,

vilket gör att många karakteristiska, men glest förekommande arter är svåra att följa i tiden. Av de ca 350 arter som är kända från västkusten har 26 procent, eller 91 arter, återfunnits vid inventeringarna. Av dessa har 25 arter återfunnits i mer än 5 procent av provtagningsytorna, men endast 5 taxa har en samlad täckningsgrad på 10 procent eller mer.

De flesta arter uppvisar variationer i framförallt täckningsgrad mellan åren. Hur denna variation ser ut, om det finns mönster etc. är ett av det nationella programets viktigaste bidrag till bedömningar av vad som händer i havet, och dessa resultat kan även användas som referens för andra undersökningar.

Stor variation men även trender

Vid västkusten har det hos ett antal arter eller grupper av arter noterats signifikanta förändringar i växtdjup samt i hur stor yta som täcks av arten eller gruppen i fråga.

Endast en art och en artgrupp har ökat i täckningsgrad. Exponerade lokaler är mer homogena än de som finns i mer skyddade områden. Den ökning i täckningsgrad som noterats hos julgransalg liksom den minskade djuputbredningen hos skräppetare, karragenalg och kräkel har i hög grad skett vid de mest skyddade lokalerna.

Den vertikala utbredningen, d.v.s. växtdjupet för den ytligaste och den djupast funna plantan, har krympt för ektång, skräppetare, karragenalg och rödbladd genom att främst den nedre djuputbredningsgränsen lyfts, medan det för kräkel skett en sänkning av den övre vegetationsgränsen.

Rödalgen köttblad har krympt sitt djuputbredningsområde både när det

De vegetationsklädda bottenarna följs årligen inom den nationella miljöövervakningen.

Foto: Lena Bergström

FAKTA

Vad bestämmer makroalgers djuputbredning?

Primärt är det tillgången på lämpligt substrat (hårda bottenar) som begränsar var merparten av makroalgerna kan växa. Eftersom vatten filtrerar bort ljus så är det tillgången på ljus som i hög grad styr växternas maximala djuputbredning. I ett normalt fungerande algsamhälle finns också ett raffinerat samspel mellan olika arters förmåga att utnyttja det avtagande ljuset, vilket gör att konkurrens mellan arter också spelar en stor roll för djuputbredningen. Andra naturliga faktorer som avgör utbredningen av arterna är salthalt, temperatur, exponering mot vågor eller ström och närvaron av betande djur. Samspelet mellan de många faktorerna gör att det alltid finns en viss grad av oförutsägbarhet i arternas uppträdande.

Människan kan påverka detta samspel på många olika sätt. En allvarig påverkan utgörs av övergödningen som medför ökad grumling av vattenmassan, med en minskad djuputbredning av den fastsittande vegetationen som följd.

Foto: HydroGIS AB



Den invandrade perukalgen (*Gracilaria vermiculophylla*), som är en rödalga, har på svenska västkusten sitt kärnområde runt Göteborg.

galler övre och nedre växtgräns samt minskat i täckningsgrad. Julgransalgen har gått åt motsatt håll och expanderat i både övre och nedre gräns med en åtföljande ökning av täckningsgraden.

Då programdelen i Västerhavet hittills endast omfattat relativt få och geografiskt avgränsade lokaler saknas det i nuläget underlag för en jämförande diskussion kring regional utveckling inom och mellan de olika vattenområdena längs västkusten. Under 2007 kommer ytterligare minst ett provtagningsområde att etableras i Kattegatt vilket öppnar för framtida jämförelser mellan olika havsområden.

Skräppetaren på tillbakagång?

Sedan 2003 har det årligen kommit alarmerande rapporter om att skräppetaren minskat drastiskt i förekomst och areell täckning längs den norska sydkusten, i synnerhet i mellan- och innerskärgård, och på djup större än 2 meter. Förutom ett upplyft av den nedre utbredningsgränsen ser vi inte motsvarande drastiska nedgångar vid de svenska lokalerna. Sedan 1994 har den samlade täckningsgraden av skräppetare vid de provtagna lokalerna minskat, men variationen mellan år och olika loka-

ler är stor, vilket gör minskningen ej statistiskt säkerställd. Efter en utbredningstopp så kommer normalt 1–3 år med minskad utbredning. Detta variationsmönster är likartat vid samtliga lokaler men med betydligt kraftigare fluktuationer vid de mer skyddade lokalerna.

I Brofjorden minskade förekomsten av skräppetare under både 2005 och 2006, enligt undersökningar utförda av Bohuskustens Vattenvårdsförbund. Tyvärr saknas ytterligare uppgifter från kustnära vatten längs västkusten. Undersökningar gjorda i utsjöområden i Kattegatt och Skagerrak och i Kosterområdet har inte visat på någon minskning i förekomsten av skräppetare, trots att det senare området ligger relativt nära de aktuella norska farvattnen.

Goda förhållanden

Vissa av de arter som normalt finns på västkusten, exempelvis inom släktena *Ectocarpus*, *Erythrotrichia* och *Ulva* förknippas ofta med störda miljöer eller hög närsaltsbelastning. Förekomsten av dessa alger har dock varit mycket låg på lokalerna på västkusten under hela perioden från 1993 och framåt. Dessa alggrupper kan emellertid mycket snabbt blomma upp och breda

ut sig under perioder med gynnsamma förhållanden vilket innebär att de är svåra att fånga upp med provtagning en gång per år.

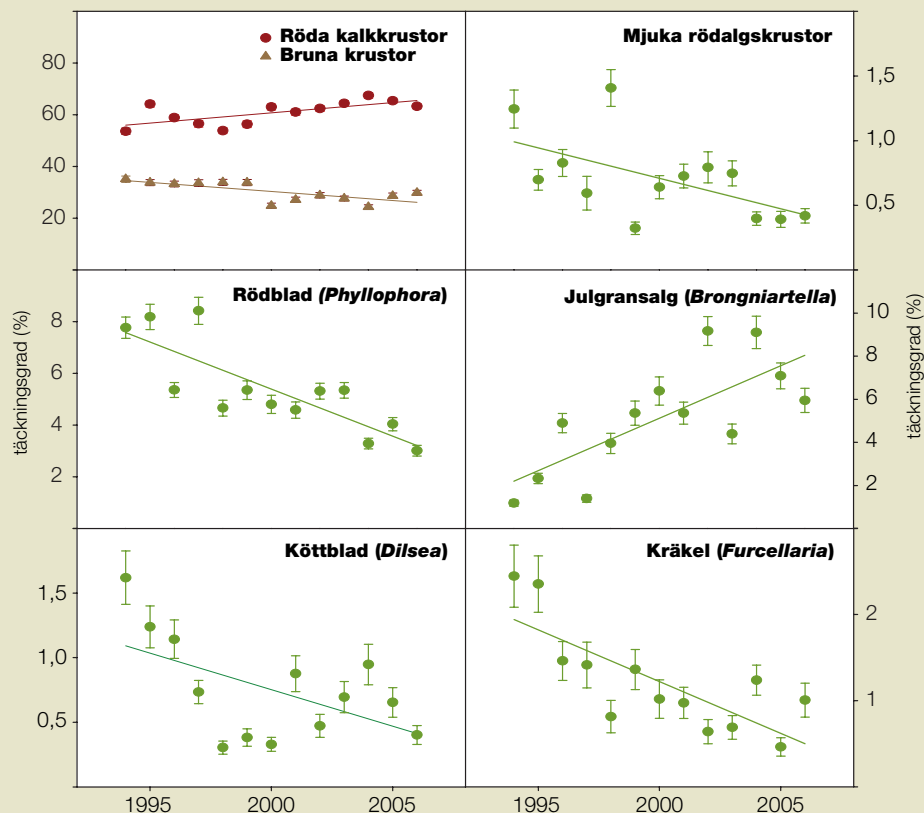
Under 2006 års provtagning iakttoogs endast sporadisk förekomst av svavelbakterier, *Beggiatoa* sp. Dessa är normalt associerade till områden med syrebrist, men har under hela perioden 1993–2006 endast förekommit i ringa omfattning på provtagningslokalerna. Detta tyder på goda miljöförhållanden, och får anses vara normalt för exponerade lokaler i ytter- och mellanskärgård med god vattenomsättning.

Invandrade arter

Till Västerhavet har de senaste 25 åren ett antal makroalger invandrat. Flera av dem är i dag utbredda i haven runt Europa men härstammar från andra världsdelar, och har kommit till Europa med hjälp av människan.

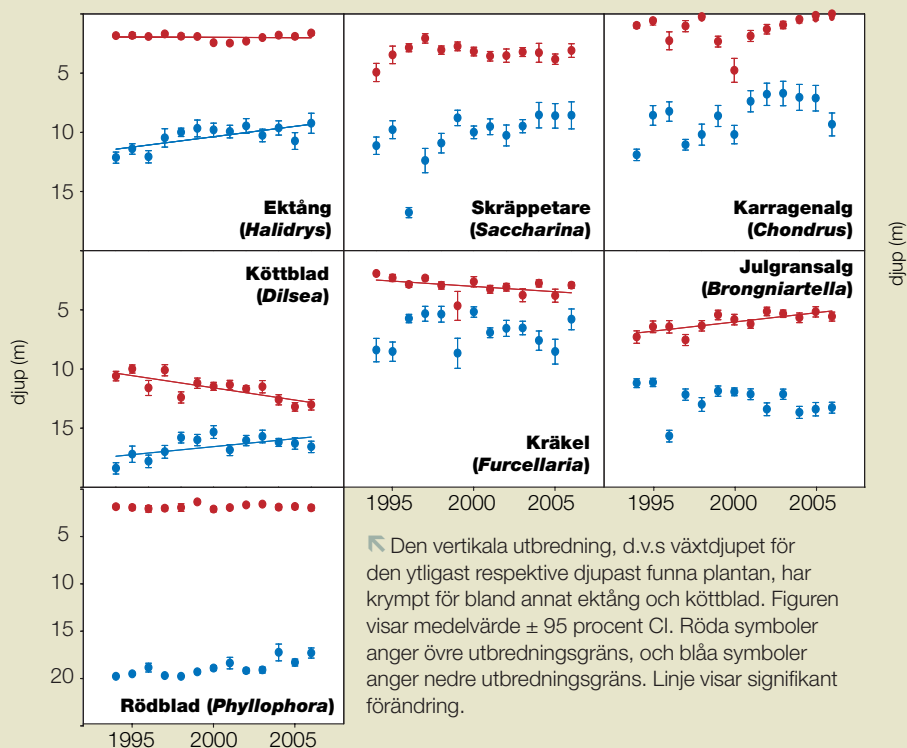
Brunalgen sargassosnärja (*Sargassum muticum*) kom till Sverige i mitten av 1980-talet och finns nu fastsittande från norska gränsen till Öresund, men med betydligt glesare utbredning söder om Göteborg än norr därom, Väröhalvön undantagen. I provtagningsområdet utanför Gullmaren

TÄCKNINGSGRAD



➤ Täckningsgraden har minskat för vissa arter, medan den har ökat för andra. Den ökning i täckningsgrad som noterats hos julgransalg och gruppen fintrådiga rödalger liksom minskningen hos skräppetare, rödblåd och kräkel har i hög grad skett vid de mest skyddade lokalerna. Figuren visar medelvärde $\pm$ 95 procent CI. Förändringarna i figuren är signifikanta.

VERTIKAL UTBREDNING



är sargassosnärjan allmän, och förekommer vid tre av lokalerna i djupintervallet 0,5–14 m, dock med liten täckningsgrad. Sargassosnärjan är allmän i den norska delen av Skagerrak och finns upp till Sognefjorden på Vestlandet. I danska vatten är den allmän i Limfjorden och finns längs östkusten ner i Bælthavet.

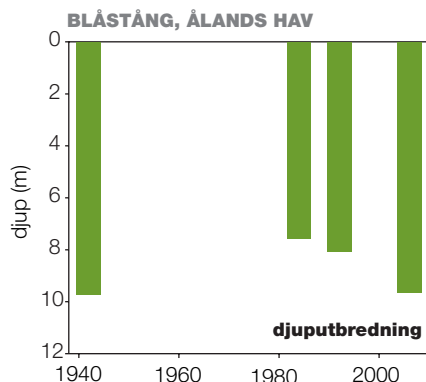
Den iögonfallande perukalgen (*Gracilaria vermiculophylla*), som är en rödalga, har på svenska västkusten sitt kärnområde runt Göteborg där den första gången påträffades 2003. Lokalt har den även påträffats i Bua och Träslövsläge i Halland, samt observerats en gång 2004 i Brofjorden i nära anslutning till nationella övervakningsprogrammets område. Arten har ännu inte observerats i detta program. I danska vatten finns den, förutom på Nordsjökusten, i Limfjorden och i Bælten. Perukalgen är en av de få nytilkomna marina invandrarna som har gått in i Östersjön, där den finns i Kielområdet.

Rödalgen japanplym (*Heterosiphonia japonica*) observerades första gången i Sverige i Kosterområdet år 2002. Arten är mycket vanlig i norra Bohuslän och har observerats i Göteborgs skärgård, men har ännu inte anträffats i anslutning till nationella övervakningsprogrammet. I Norge är denna art allmän längs hela Skagerrakkusten, och i danska vatten finns den i Limfjorden.

Ytterligare två rödalger, *Neosiphonia harveyi* och *Aglaothamnion halliae* har på senare år letat sig in i våra vatten, men då dessa har en storlek och ett utseende som gör att de inte lämpar sig för identifikation via den fotometodik som används inom programmet så är det osäkert om de finns med i undersökningsmaterialet. Båda arterna har sannolikt en vid spridning längs västkusten.

Gammal inventering värdefull

För Egentliga Östersjön finns möjligheter att jämföra aktuella inventeringar av makrovegetation med drygt 50 år gamla resultat, vilket naturligtvis är mycket värdefullt ur ett miljöperspektiv. Grunden för detta är det arbete som botanisten Mats Waern utförde på 1940-talet. Han var en av pionjärerna vad gäller inventering av fastsittande alger i Sverige, och den förste som på vetenskapligt sätt karterade växternas djuputbredning och täckningsgrad. Hans undersökningar utfördes framför allt kring



Blåstångens djuputbredning minskade med hela 3 meter på Waerns stationer i Ålands Hav mellan 1940-talet och 1984, men redan år 1992 hade djuputbredningen ökat något. Denna återhämtning fortsatte under 1990-talet. Idag återfinns blåstång på samma djup som på 1940-talet på 6 av lokalerna.

Gräsö och Singö i Ålands Hav men även i Gullmarsfjorden på svenska västkusten.

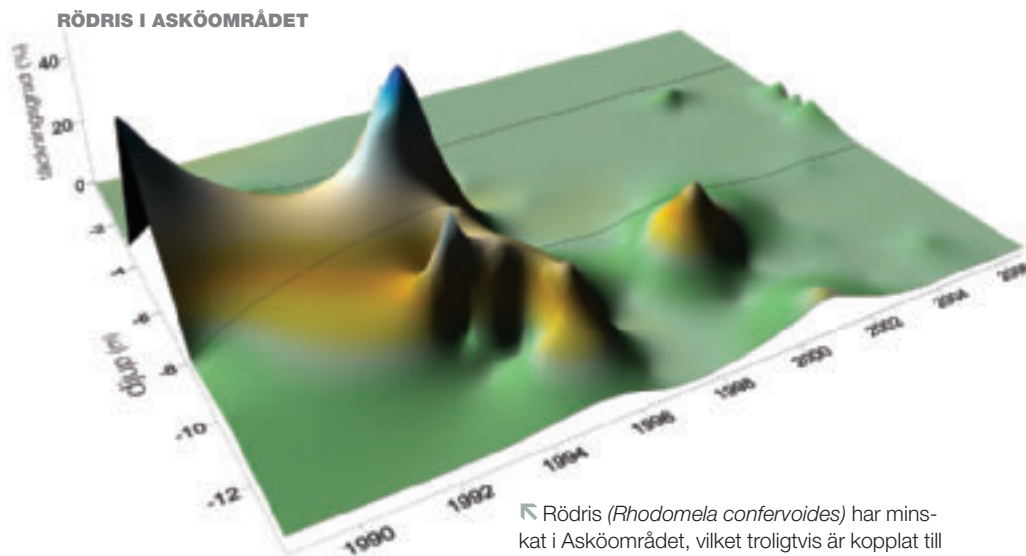
Sensationell återhämtning

Mats Waerns lokaler har återbesökts ett antal gånger sedan 1940-talet. Ett återbesök år 2006 i Ålands Hav antyder en smält sensationell återhämtning av de grunda, vegetationsklädda bottenarna. Blåstångens djuputbredning minskade med ca 3 meter mellan 1940-talet och 1984, vilket är väldigt mycket, men redan år 1992 hade djuputbredningen ökat något. Denna återhämtning fortsatte under 1990-talet. Idag återfinns blåstång på samma djup som på 1940-talet på 6 av de 8 återbesökta lokalerna.

Mycket av denna positiva trend kan även ses i Asköområdet i Egentliga Östersjön. Generellt sett finner man blåstång ca 1-2 m djupare än på mitten på 1970-talet. På hälften av lokalerna återfinns blåstång på större djup idag än i början av 1990-talet. Men på ca 25 procent av lokalerna har ingen förändring skett, och på vissa lokaler har blåstångens djuputbredning minskat. I enstaka fall har arten helt försvunnit. Bilden är alltså inte helt entydig vilket visar att många faktorer spelar roll för arternas förekomst. Norra Egentliga Östersjön har uppnått högsta klass enligt vattendirektivets gränsvärden för de marina, vegetationsklädda bottenarna. Klassningen är baserad på Waerns djuputbredningsdata.

Mindre näring – mer blåstång

Orsaken till blåstångens återhämtning i djupled är troligtvis minskad grumlighet i



Rödris (*Rhodomela confervoides*) har minskat i Asköområdet, vilket troligtvis är kopplat till den minskning i salthalten som skett i Östersjöns vatten det senaste decenniet.

vattnet tack vare minskade närsaltsflöden. Exempelvis har kväveföreningar minskat signifikant i Asköområdet, vilket har minskat växtplanktonens vårblomning i vattenmassan. Att blåstången breder ut sig även geografiskt kan delvis ha sin förklaring i en minskning av de fintrådiga algerna. Även detta är kopplat till en minskande närsaltsbelastning. Uppgifterna om de fintrådiga algernas minskande utbredning är dock inte helt entydiga. Det finns områden i södra Östersjön där en ökning rapporterats, något vi dock inte kan se i det nationella programmet kring Gotland och i Asköområdet.

Medan förändringar i blåstångens utbredning kan kopplas till närsaltsbelastningen finns det förändringar hos andra arter där man inte kan göra denna koppling. Att *Rhodomela confervoides* har minskat i Asköområdet medan *Sphacelaria arctica* har ökat är troligtvis kopplat till den minskning i salthalten som skett i Östersjöns vatten det senaste decenniet. Att salthalten även skulle kunna förklara blåstångens återhämtning är uteslutet, eftersom blåstång är en marin art, som gynnas av höga salthalter. 🐟

FAKTA

Övervakning av vegetationsklädda bottenar

Sedan 1993 sker övervakning av fytalzonens makroalgsamhällen vid sex lokaler i Gullmarsfjordens mynning på den svenska västkusten samt vid trettio lokaler i Asköområdet i Egentliga Östersjön. Sedan år 2000 övervakas även fem lokaler på Gotland.

På lokalerna i Egentliga Östersjön skattas djuputbredning och procent täckningsgrad av bottenytan för de dominerande växterna och blåmussla. Från 6 av Askölokalerna, fördelade med vardera två i inre-, mellan- och yttre skärgårdsområdet, och 4 av Gotlandslokalerna tas ca 80 respektive 50 kvantitativa prover på bestämda djup. Proverna analyseras på förekomst och biomassa av olika växtarter och blåmussla.

På västkusten görs avläsning genom fotografering under högsommaren en gång per år, på djup mellan 0 och 20 m. Totalt tas 140 bilder per lokal. Metodiken är vald för att täcka in så många arter som möjligt. Faktoriell variansanalys har använts för att följa algvegetationens och enskilda arters tidsmässiga och rumsliga utveckling.

Nomenklaturen för registrerade taxa följer i huvudsak Guiry & Guiry (2007) AlgaeBase version 4.2. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>, samt, för arter specifika för det aktuella havsområdet, Nielsen et al. (1995) Distributional index of the benthic macroalgae of the Baltic Sea area. Acta Botanica Fennica. Helsinki, Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. Svensk nomenklatur, där sådan finnes, följer Tolstoy & Willén (1997) Tolstoy, A. & Willén, T. 1997. Preliminär checklista över makroalger i Sverige. Uppsala, ArtDatabanken, SLU.

Mjukbottenfauna

– nytt index för jämförelse

HANS CEDERWALL, STOCKHOLMS UNIVERSITET / KJELL LEONARDSSON & JAN ALBERTSSON, UMEÅ MARINA FORSKNINGSCENTRUM / ANNA DIMMING & MARINA MAGNUSSON, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Extremt skilda förhållanden längs Sveriges kust gör miljötillståndet för botten samhällena svåra att jämföra med varandra. Arbetet med att ta fram fungerande bedömningsgrunder för mjukbottenfauna har dock kommit mycket långt. Årets rapportering bygger för första gången på en redovisning med det nya miljökvalitetsindex som utgör grunden för jämförelsen.

■ Till skillnad från de flesta andra länder karakteriseras Sveriges långa kuststräcka av en extrem salthaltsgradient. Utanför norra Bohuslans kust råder rent marina förhållanden, medan man i Haparanda skärgård har nästan sötvatten. Detta förhållande avspeglas tydligt i djurlivet i havets ojämförligt vanligaste miljö; de mjuka sand- och lerbottenarna. Såväl antalet arter som artsammansättningen påverkas kraftigt av dessa skillnader i salthalt.

Stora skillnader

I Skagerrak finner man ungefär tusen olika arter, varav ca en tredjedel är bottenlevande. Redan i södra Östersjön finns endast ett hundratal kvar. Artantalet minskar sedan alltmer norrut längs Östersjökusten.

I Västerhavet finns endast marina arter, vilkas antal minskar starkt när man passerar in genom Öresund. I stället tillkommer brackvattensarter och längre norrut djur från sötvattensmiljöer. I Bottenviken saknas marina djur nästan helt och havsområdet domineras av sötvattensarter.

BQI sammanfattar allt

Dessa skilda förhållanden gör att det blir ovanligt svårt att jämföra miljötillståndet mellan olika områden. Arbetet med att ta fram bedömningsgrunder för EUs vatten-

direktiv har dock resulterat i ett gemensamt jämförbart mått.

För varje lokal beräknas ett sammanfattande miljökvalitetsindex, BQI – Benthic Quality Index - för mjukbottenfauna. Det är uppbyggt av tre faktorer; proportionen mellan känsliga och toleranta arter, antal arter och antal individer. Låg diversitet ger låga indexvärden, men gränsvärdena för de olika statusklasserna har definierats med hjälp av gamla data från områden med god till hög status och med hänsyn till den naturliga variationen i olika områden.

Kompletterande metod

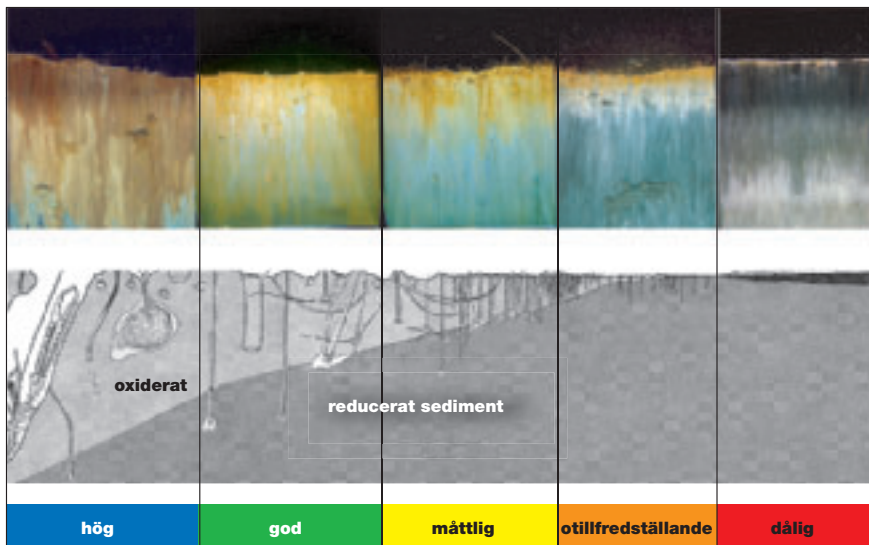
På västkusten kompletteras den vanliga provtagningen med undersökningar med sedimentprofilkamera i utvalda områden som ofta drabbas av syrebrist. Fördelarna

FAKTA

Mjukbottenfauna

Djursamhället på de mjuka bottenarna är ett lämpligt ekosystem för miljöövervakning. Djuren är relativt långlivade och mer eller mindre stationära som vuxna. Det gör att samhället påverkas av den miljö som råder på platsen och således kan ge värdefull information om olika sorters stress, som syrebrist eller miljögifter, som området utsatts för. Metoderna för programmet är kvantifierbara (antal arter, antal individer samt biomassa), väl utprovade under årens lopp, och taxonomin är relativt välkänd. Dessa underlag används sedan för att beräkna BQI för de olika lokalerna.

TILLSTÅNDSKLASSNING MED SEDIMENTPROFILKAMERA



➤ En illustration av botten djursamhällen längs en gradient av ökad stress från vänster till höger, samt sedimentprofilbilder av motsvarande tillstånd. Intervallen inom de olika tillståndsklasserna är preliminära och beroende på vattendjup.



Foto: Christer Håggström

➔ Ishavsgråsugga, en av mjukbottenarnas invånare.

är att det går snabbt att ta många fotografier över ett större område och att dokumentationen sker utan större påverkan på botten.

Tekniken kan liknas vid ett omvänt periskop, som tränger in i sedimentet och tar en A4-stor bild av botten. Bilden genomgår sedan en digital analys, där djurens aktivitet i och på sedimentet analyseras och en bedömning görs av hur djupt syret har trängt ner i sedimentet. Ett miljö-kvalitetsindex, direkt jämförbart med BQI kan då beräknas. Metoden är föreslagen att ingå i bedömningsgrunden för mjukbottenfauna.

På följande sidor presenteras statusen för de olika havsområdena i närmare detalj. 🐟

LÄSTIPS

Bedömningsgrunden för mjukbottenfauna,
http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrund_BQI_20070411.pdf

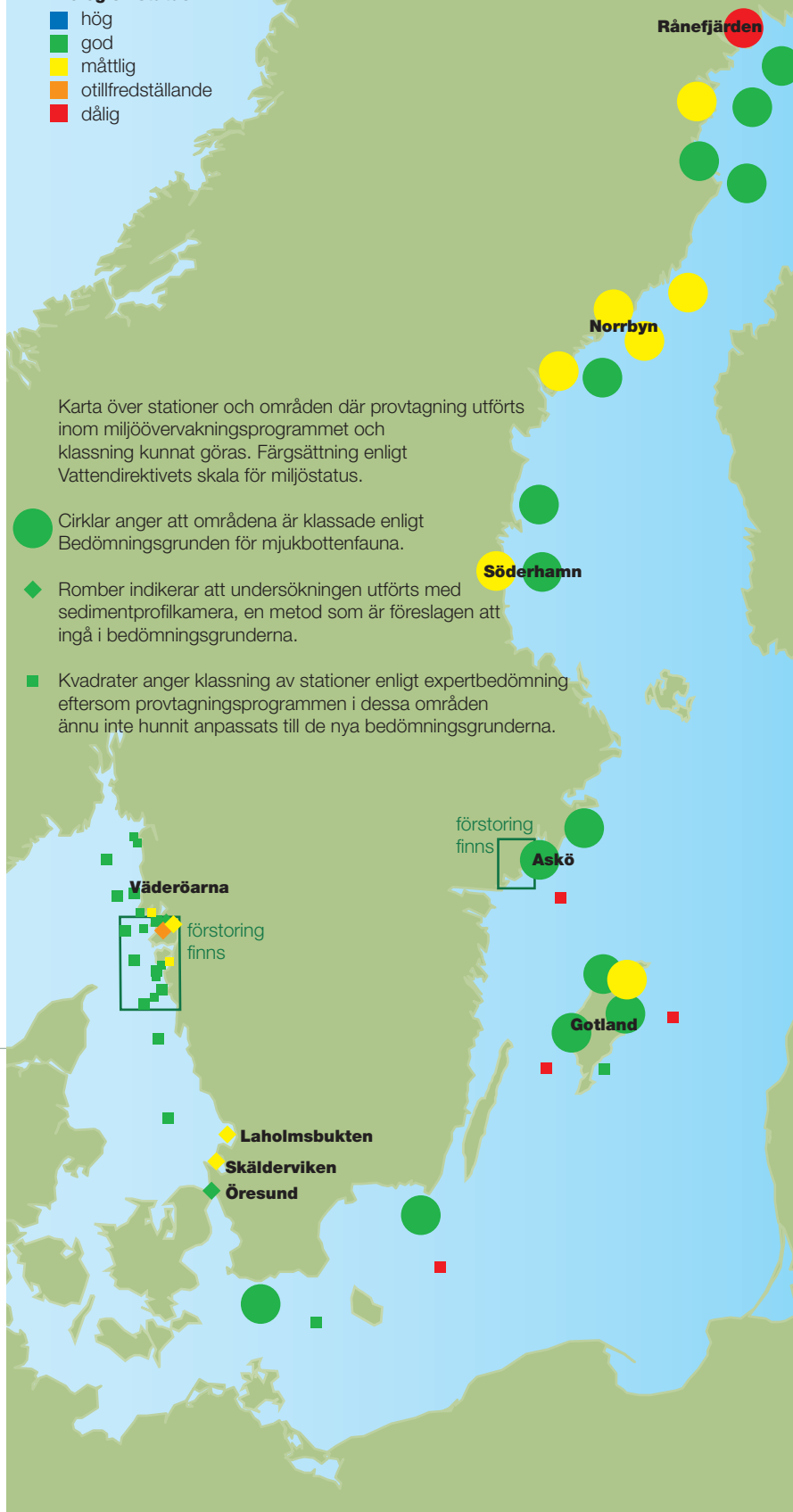
➔ Svenska utsjöområden visar generellt god status. Undantagen är Norra Kvarken som klassats till måttlig och djupområdena i Egentliga Östersjön, där syresituationen kraftigt har försämrats, liv saknas och statusen följaktligen är dålig.

Kustområden i Västerhavet och Egentliga Östersjön har generellt god status, förutom många av västkustens fjordar som uppvisar sämre status. Lokaler i Västerhavet visar en negativ trend, i motsats till lokalerna i Egentliga Östersjön, där flera förbättringar kan noteras. Undantaget är Gotlands kustvatten, som verkar vara på väg ur god till måttlig status. I Bottniska Viken mår kustområdena sämre. Orsaken är framför allt att den känsliga vitmärlan minskat mycket kraftigt inom stora områden de senaste tio åren. I Rånefjärden har den försvunnit helt, och området status klassas som dåligt.

STATUS FÖR BOTTENDJURSAMHÄLLET, 2006

Ekologisk status

- hög
- god
- måttlig
- otillfredställande
- dålig



VÄSTERHAVET

■ Västkusten har en mycket hög diversitet. Närmare femtio olika arter och över tusen individer kan hittas i ett enda bottenprov. Fram till 2006 har 335 olika taxa registrerats i proverna.

Västerhavsprogrammets lokaler skiljer sig markant åt vad gäller artsammansättning, beroende på om de är placerade i öppet hav, vid kust eller i fjord.

Hav och kust

Lokalerna i öppna havet har ett stort inslag av grävande depositionsätare, vilket är utmärkande för områden med en lugn sedimentationsmiljö. Exempel på grävande depositionsätare är sjöborren *Brissopsis lyrifera* och havsborstmasken *Heteromastus filiformis*.

Lokalerna längs kust- och ytterskärgård domineras av arter som trivs på botten med god vattenomsättning där vattenmassan innehåller rikligt med organiskt material. Här är det en fördel att vara suspensionsätare (filtrerare). En mycket vanligt förekommande suspensionsätare är ormstjärnan *Amphiura filiformis*.

Miljöstatusen är god i både hav- och kustlokaler. Dock kan man se en negativ trend sedan 2002 i samtliga områden. Generellt har kustlokalerna också lägre BQI-värden än havslokalerna.

Ett exempel på en tillfällig störning som

gav utslag på 2004 års provtagning är en lokal belägen innanför Väderöarna. Vid provtagningens fyra bottenhugg var tre nästan helt utan djurliv. Det fjärde hugget och närliggande lokaler var dock rika på liv, vilket tyder på att det ej rörde sig om någon utbredd miljöstörning. Trolig orsak var att huggen hamnat på fläckar som var mekaniskt påverkade av fiskeaktivitet. I området bedrevs ett intensivt burfiske efter havskräfta vid provtagningstiden.

Fjord

Bland de mer skyddade lokalerna i innerskärgård och fjordar är depositionsätande arter både i och ovanpå sedimentet det dominerande inslaget i faunan.

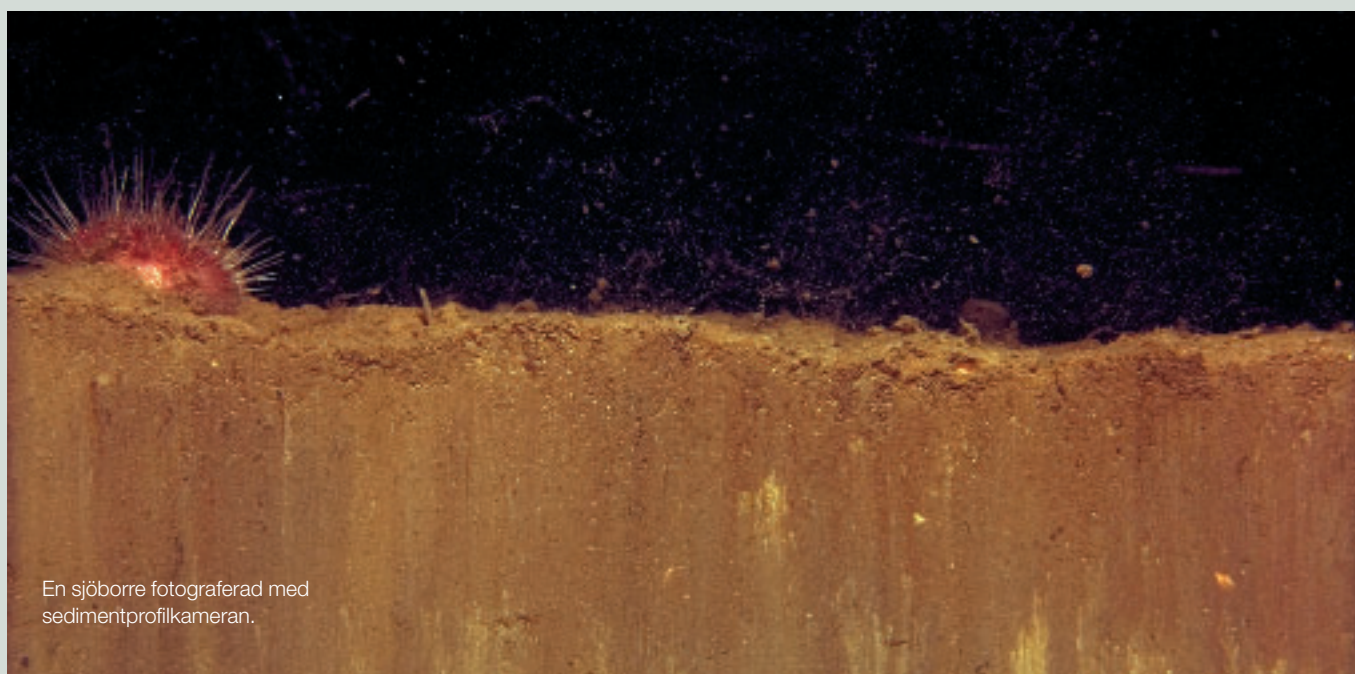
Västkustens innerskärgård och fjordar har generellt lägre miljöstatus än områden längre ut till havs, och flera lokaler har försämrats de senaste åren. Bottenkvaliteten i delområdena Skälderviken, Laholmsbukten och Öresund har hela tiden varit relativt stabil medan fjordarna i Skagerrak har visat på en större variation.

Alla dessa områden är kända för att drabbas av låga syrekoncentrationer i bottenvattnet under kortare eller längre perioder. I Skagerraks fjordar gör trösklarna i inloppen att vattnet stängs in. Det leder till syrefattiga miljöer om inte årliga stormar ordnar inflöden av friskt vatten.



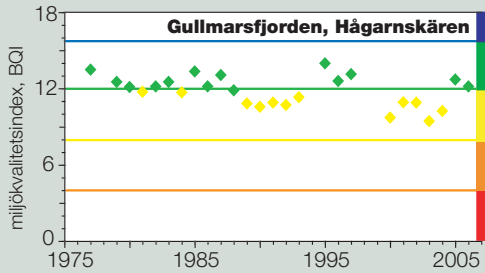
I Kattegatt är det en kombination av hög kvävetillförsel och den kraftiga skiktning som uppstår när de sötare vattenmassorna från Östersjön möter det saltare vattnet i Kattegatt som kan ge upphov till syrebrist vid botten.

Hakefjorden har haft måttlig miljöstatus sedan 2004. Höga tätheter av den opportunistiska havsborstmasken *Scalibregma inflatum* i kombination med en minskning av antalet arter gav lokalen dess låga status. Dock kan man se en förbättring under 2006 då havsborstmasken minskat i antal och



En sjöborre fotograferad med sedimentprofilkameran.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN



BQI-värdet ligger strax under gränsen till god status.

Bottenkvaliteten i Koljöfjorden är klassad som otillfredsställande och flera av stationerna i området saknar makroskopiskt liv till följd av att syrebrist ofta förekommer i bottenvattnet. Situationen är likartad i Havstensfjord som klassas som måttlig.

Analysen av bottenfaunan från provtagningslokalen Hågarnskären i Gullmarsfjorden visar att där har varit en god till måttlig miljöstatus sedan slutet av 1970-talet. Dock ser man en negativ trend där lägre BQI-värden har blivit mer frekventa från slutet av 1980-talet. Efter 1997 kan man se en tydlig nedgång i lokalens miljöstatus, men det är svårt att avgöra om området blev påverkat av den omfattande syrebristen i fjorden i slutet av 90-talet, då Hågarnskären endast har ett djup på 34 m och syrebrist främst påverkar de djupare delarna i fjordarna. 🐟

FAKTA

Programmet

Övervakningsprogrammet för bottenfaunan i Västerhavet är sedan 2002 samordnat mellan Naturvårdsverket, Bohusläns Vattenvårdsförbund och länsstyrelserna. Vissa av provtagningslokalerna har undersökts sedan 1970-talet, men många nya tillkom i och med omläggningen.

Programmet omfattar 30 stationer fördelade på hav, kust och fjord. De provtas årligen med 0,1 kvadratmeter stora hugg i maj, 2 eller 4 replikat på varje station. Som ett komplement ingår sex områden som ofta är utsatta för låga syrekoncentrationer i bottenvattnet. Dessa undersöks genom fotografering av sedimentprofiler. I varje område fördelas 12 stationer slumpvis med 4 replikat på varje station.



Foto: Jerker Lokrantz/azote

■ Egentliga Östersjön karaktäriseras av sin permanent skiktade vattenmassa. De övre vattenlagren, ner till 60–80 m, är sötare än det salta och tunga djupvattnet. Utbytet mellan dessa vattenmassor är mycket dåligt.

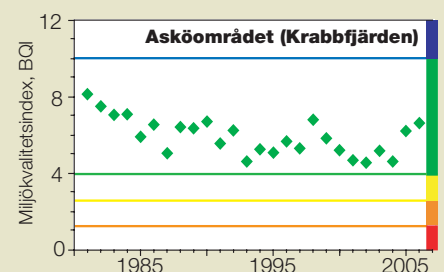
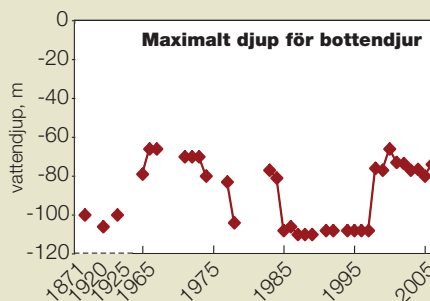
Syrebrist på djupen

Djupvattnet är därmed beroende av den sporadiska tillförseln av syrerikt västerhavsvatten för att högre liv ska kunna finnas. Under perioder utan inflöde tar syret sakta slut i djupområdena. Denna process går numera snabbare eftersom övergödningen orsakar större sedimentation, och mer syre således används vid nedbrytningen.

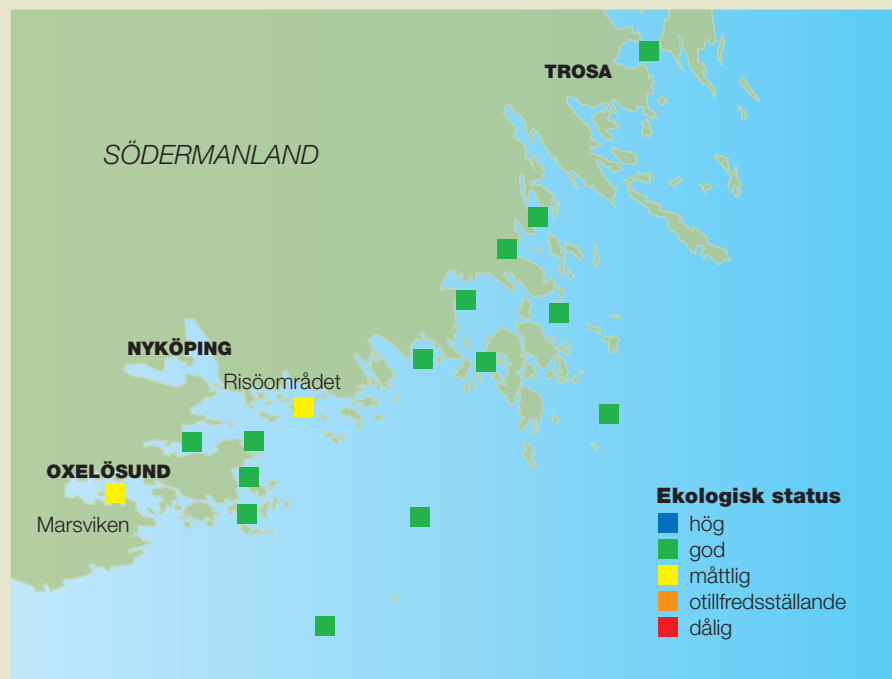
Salthaltssprångskiktets läge har varierat genom århundradena beroende på variationer i mängden tillfört havs- respektive sötvatten. Detta påverkar djurlivet i djuphålorna.

Figuren visar djuputbredningsgränsen för bottenjur i Västra Gotlandsbassängen sedan mitten av 60-talet, med enstaka värden från tidigare år. Under 60- och 70-talet var samtliga djur på större djup än 60–80 meter utslagna av syrebrist. Under 1980-talet, då inga stora saltvatteninflöden förekom och nederbörden var riklig, sänktes salthaltssprångskiktet med ca 20 meter. Detta gjorde det möjligt för bottenjuren att kolonisera tidigare livlösa bottenar. Saltvatteninbrotten 1993–94 och den minskade nederbörden resulterade i att språngskiktet åter förstärktes. När syret i djupvattnet väl förbrukats försvann djurlivet på nytt från de djupa bottenarna.

Idag har vi en situation liknande den under 1970-talet, då vi inte hittar några djur under 80 meters djup. Samtliga djuphål är således klassade för dålig status.



fortsättning ...



FAKTA

Programmet

Övervakningsprogrammet har bedrivits i samma form sedan 1994, men de flesta stationer har provtagits sedan 1970- eller 1980-talen. I ett intensivområde mellan Askö och Landsort finns 25 stationer placerade, medan resterande 39 stationer är spridda över hela den svenska ekonomiska zonen i Egentliga Östersjön. De provtas årligen med 0,1 kvadratmeter stora hugg i maj, 1–5 replikat på varje station.

Under 2006 insamlades dessutom på uppdrag prover från ett stort antal stationer i Södermanlands och Gotlands läns kustområden.

Programmet har inför 2007 års provtagning ändrats för att mer efterlikna programmet för Bottniska viken.



Illustration: Camilla Bolner/azote

I Asköområdet bröts vitmärlans dominans av Östersjömusslan på 1970-talet.

Södermanlands skärgård

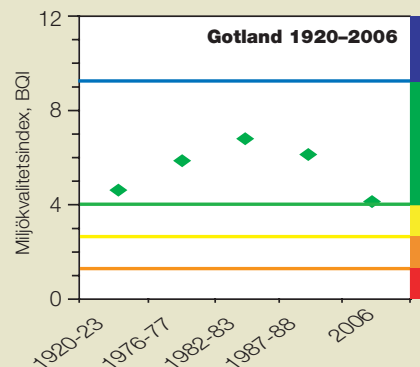
I Asköområdet skedde stora förändringar under 1970-talet när den starka dominansen av vitmärla bröts till förmån för östersjömusslan. Denna utveckling fortsatte under början av 1980-talet, vilket avspeglas i de sjunkande BQI-värdena. Sedan dess har förändringarna varit mindre. Under 2000-talet minskade statusen i området men har under de senaste åren förbättrats, huvudsakligen eftersom vitmärlan åter ökat. Det kan bero på de minskade kvävehalter i vattnet, men även naturliga förändringar, såsom förändrat predationstryck, kan åstadkomma samma förändring. Hittills har området aldrig haft lägre status än god.

Den ekologiska statusen var god i större delen av Södermanlands skärgård som specialundersöktes år 2006. Endast två av vattenförekomsterna, Marsviken och Risöområdet, hade måttlig status. I jämförelse med tidigare undersökningar vid Oxelösund och Hartsö-Enskär under 1980-talet, har förhållandena förbättrats.

Gotlands kustvatten

Under 2006 besöktes för femte gången de 11 stationer runt Gotland som ursprungligen undersöktes av Christian Hessle åren 1920–23.

Av figuren framgår att den ekologiska statusen var högst under början på 80-talet medan de lägsta värdena, strax ovanför



gränsen god-måttlig, uppmättes 2006. Det är oroande att statusen i det kustområde som rimligen borde vara minst påverkat uppvisar så låga värden. Risken är uppenbar att området hamnar under god status.

I fyra av de 21 vattenförekomsterna besöktes mer än 5 stationer, vilket enligt bedömningsgrunden är minimum för att bestämma ekologisk status för området. Av dessa fyra uppnådde Fårösund endast måttlig status. Kappelhamnsviken, Östra samt Västra Gotlands mellankustvatten fick god status. 🐟



Foto: Andreas Palmén.

➤ Varje år i maj och juni tas prover på bottenfaunan i Bottniska viken.

I Bottniska vikens öppna havsområden resulterade klassningen för undersökningsområdena i god ekologisk status. Detta med undantag för områdena i Norra Kvarken där klassningen enligt bedömningsgrunden endast blev måttlig status. Inget av de skyddade områdena i kustzonen nådde upp till god status. Samtliga klassades till måttlig, utom Rånefjärden som har dålig ekologisk status.

Stora förändringar

Översiktskartan på artikelns första uppslag ger endast en momentanbild av miljöförhållandena. För att förstå resultaten behövs kunskap om hur miljötillståndet förändrats över tiden. För tio år sedan skulle samtliga områden ha klassats med god ekologisk status. Sedan dess har bottenfaunasamhället i Bottniska viken ändrats radikalt.

Den tidigare totalt dominerande vitmärlan *Monoporeia affinis* minskade dramatiskt i antal i de flesta undersökningsområden kring millennieskiftet. Orsaken är inte klarlagd. Då vitmärlan klassas som känslig enligt bedömningsgrunden har detta även fått återverkningar i klassningen av den ekologiska statusen i havsområdet. I Rånefjärden, där vitmärlan helt försvunnit, blir genomslaget i klassningen särskilt stor och Rånefjärdens status klassas därför som dålig.

Ny art expanderar

Samtidigt hade den nya havsborstmasken *Marenzelleria viridis* spridit sig till norrlandskusten. Arten expanderade snabbt i antal i Bottenhavet i början av 2000-talet, men har de senaste åren tenderat att plana ut eller minska i flera områden. Samtidigt har en mindre omfattande spridning



Foto: Vincent Westberg

➤ Den invandrade havsborstmasken *Marenzelleria* har spridit sig till norrlandskusten.

förekommit i Bottenviken. Där tycks dock processen gå mycket långsammare, och endast enstaka individer påträffas i undersökningsområdena.

Vid första anblicken kan det förefalla som om *Marenzellerias* expansion är en orsak till vitmärlans kraftiga nedgång. Så tycks dock inte vara fallet, då motsvarande minskning av vitmärla kan påvisas i områden där havsborstmasken etablerades först senare, eller inte alls. Däremot torde etableringen av *Marenzelleria* ha underlättats och påskyndats av vitmärlornas nedgång.

Återhämtningen av vitmärla pågår, men det kommer att dröja ytterligare några år innan de uppnår tidigare nivåer. Längst tid

FAKTA

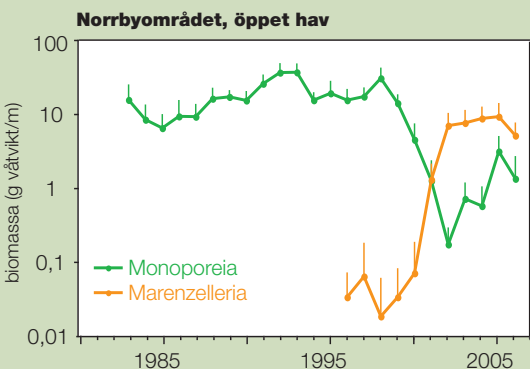
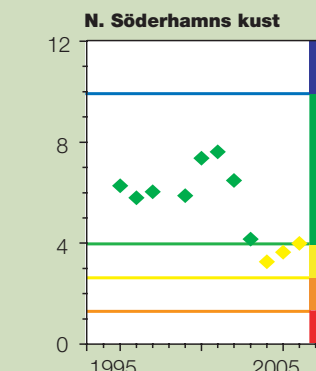
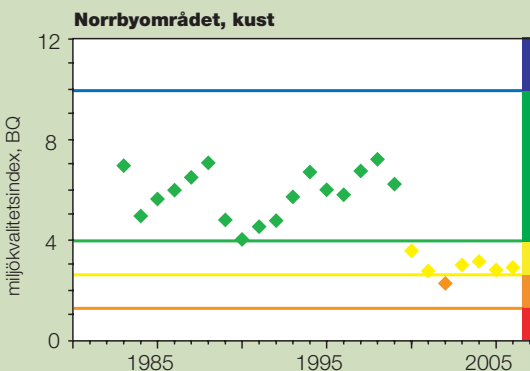
Programmet

Mjukbottenfaunan följs sedan 1995 i ett samordnat nationellt och regionalt övervakningsprogram med enhetlig metodik, rapportering och utvärdering av resultat.

Provtagningsstationerna är placerade gruppvis inom större utvalda trendområden, vanligen parvis placerade så att ett kustområde har ett närbeläget utsjöområde på ungefär samma breddgrad. Detta ger en god bild av området och möjliggör tillförlitlig statistisk uppskattning av den lokala variationen. Områden lokaliserade till utsjön har 10 stationer per område medan områden i kustzonen har 20 stationer. På varje station insamlas ett 10 kvadratdecimeter stort hugg per år under perioden maj-juni.

Även resultat från kontrollprogrammen för Holmöarna och Skelleftebukten ingår i analyserna.

tycks det ta i kustområdena kring Norrbyn, där den ekologiska statusen inte varit högre än måttlig under de senaste sju åren. I detta område verkar vitmärlans tätheter ha planat ut på en markant lägre nivå än innan nedgången. 🐙



Vitmärslan varnar

för föroreningar

BRITA SUNDELIN, ANN-KRISTIN ERIKSSON, MARIE LÖF & THERESE JACOBSON, STOCKHOLMS UNIVERSITET



FAKTA

Vitmärslans reproduktion

Reproduktionen hos de båda sedimentlevande vitmärslarterna, sötvattensarten *Monoporeia affinis* och den marina vitmärslan *Pontoporeia femorata* följs inom miljöövervakningen sedan 14 år för att tidigt kunna upptäcka förekomsten av förorenade sediment.

Vi följer reproduktionen vid ett antal referensstationer där vattnet är opåverkat av lokala utsläppskällor; 5 stationer i norra Bottenhavet och 9 stationer i norra Egentliga Östersjön. Resultaten fungerar sedan som referens vid undersökningar av förorenade områden.

De äggbärande vitmärslorna samlas in med bottenskrapa och van Veen-huggare (5 hugg/station) i februari. Sedimentproppar från samma stationer tas i september med en kajakhämtare, för att bestämma syrehalt i bottenvatten och sediment samt organiskt kol, redoxpotential, sulfidhalt och pH på olika nivåer i sedimentet.

Den sedimentlevande vitmärslan följs inom miljöövervakningen för att få referensvärden vid undersökningar av förorenade sediment. Genom att studera olika typer av skador på ägganlag, ägg och embryon har vi utvecklat en metod för att särskilja effekter av miljögifter, syrebrist, och temperaturstress. Kraftiga parasitangrepp de senaste åren har också visat sig ha stor påverkan på reproduktionen.

■ Vitmärslan följs inom två områden, i norra Egentliga Östersjön och i norra Bottenhavet. Dessa båda bassänger skiljer sig för vissa av de variabler vi studerar. Vi har försökt att ta reda på varför.

Populationskrasch fick följder

Efter 1999 noterades en mycket kraftig minskning av populationstätheten längs hela Bottenhavskusten. Detta resulterade i en stor variation i resultaten, och medförde att analyserna blev mer osäkra under några år. Därför kompletterar vi numera Van Veen huggen, som bl.a. används för att beräkna djurtätheten, med en insamling av djur med bottenskrapa.

Mindre miljögifter i norr

Andelen missbildade ägg och embryon är ett känsligt mått på förekomsten av miljögifter i sedimentet. Denna variabel har hela tiden varit högre i Egentliga Östersjön än i Bottenhavet vilket indikerar att Egentliga

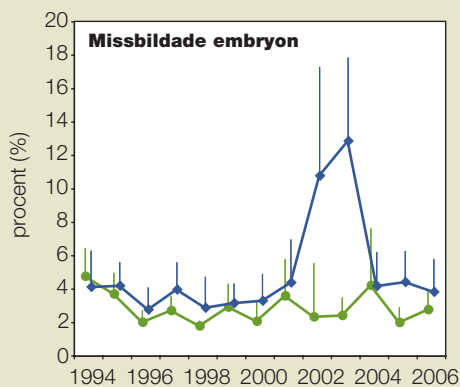


Provtagningen av vitmärslor görs i februari, då vitmärslans embryon är under utveckling.

Foto: Siv Huseby

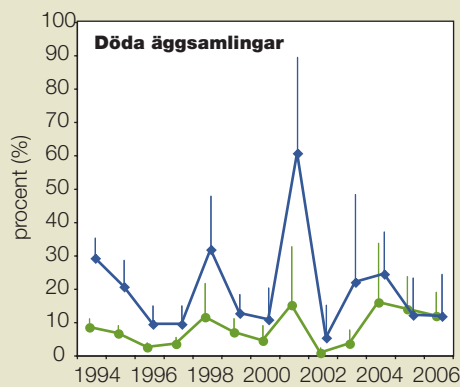
JÄMFÖRELSE MELLAN HAVSOMRÅDEN

— Bottenhavet — Egentliga Östersjön

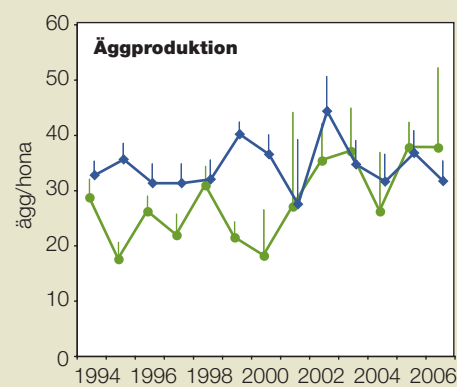


En jämförelse av olika reproduktionsvariabler hos vitmärslan (*Monoporeia affinis*) i de två havsområden som undersöks inom programmet.

Andelen missbildade embryon, vilket indikerar miljögifter i sedimentet, är genomgående vanligare i vitmärslor från Egentliga Östersjön jämfört med Bottenhavet.



Helt eller delvis döda äggsamlingar indikerar syrebrist under utvecklingen. Även detta är vanligare i söder än i norr. Intressant att notera är att båda bassängerna följer samma mönster.



Äggproduktionen, antalet ägg per hona, är högre hos vitmärslorna i söder. När populationerna i Bottenhavet mycket drastiskt minskade efter 1999 ökade äggproduktionen där, troligtvis på grund av minskad konkurrens om födan.

Data analyserades med hjälp av variansanalys. Om varianserna inte var homogena logit transformerades data. Data baseras på $\pm$ CI från 5 hugg samt 1 bottenkrap.

Östersjön är mer förorenad av olika typer av miljögifter.

Den markanta uppgången av missbildningarna i Egentliga Östersjön efter 2001 beror på en speciell typ av skada, där lipider läcker ut från äggmembranet och embryot dör före kläckningen. Vad som orsakar skadan är ännu inte klarlagt. Denna speciella missbildning, som inte alls förekommer i samma utsträckning i Bottenhavet, medför att skillnaderna ökat mellan bassängerna under senare år. En jämförelse av perioden innan skadan uppträdde visar dock att signifikanta skillnader fanns även då.

Syrebrist vanligare i söder

Genomgående är det en högre andel honor med döda äggsamlingar i Östersjön jämfört med Bottenhavet. Detta är sannolikt ett resultat av att övergödningen är större i Egentliga Östersjön. Andelen honor med helt eller delvis döda äggsamlingar är nämligen starkt korrelerad till syrekonzentrationen i bottenvattnet. Vitmärslan är särskilt känslig för syrebrist under den sexuella mognaden då ägganlagen tillväxer. Vid låga syrehalter kan inte äggen utvecklas normalt, utan förblir obefrukta eller dör i ett mycket tidigt skede efter befruktningen.

Under senare år har vi sett en liten ökning av döda äggsamlingar i Bottenha-

vet. Om detta är ett tecken på att Bottenhavet har blivit mer eutrofierat är oklart. En intressant iakttagelse är att de båda bassängerna följer samma mönster under de fjorton år som vi följt vitmärslan. Detta tyder på att det framför allt är storskaliga processer som sker samtidigt i de båda bassängerna som ger upphov till döda äggsamlingar.

Äggproduktionen numera lika stor

Vitmärslan i Östersjön har tidigare haft fler ägg än honorna i Bottenhavet. Efter vitmärslapopulationens krasch i Bottniska viken har äggproduktionen där ökat kraftigt och idag ser vi inga skillnader mellan bassängerna. Denna variabel följer inte alls samma mönster i de två bassängerna, vilket tyder på att mer regionala faktorer styr vitmärslans fortplantningskapacitet.

I Bottenhavet har vi funnit en stark korrelation mellan äggproduktion och mängden kol i vårbloomingen, som efter sedimentation till botten utgör vitmärslornas huvudsakliga föda. Resultaten indikerar att vitmärslapopulationerna i Bottenhavet innan kraschen var födobegränsade, och att de få kvarvarande vitmärslorna inte längre konkurrerar om födan.

Motsvarande koppling har vi inte kunnat visa i Egentliga Östersjön. Det kan möjligen bero på att Östersjöns högre äggproduktion resulterar i syrebrist och i

förlängningen döda äggsamlingar, vilket ger motsatt effekt på äggproduktionen. För att bestämma en fortplantningskapacitet direkt kopplad till näringssituationen skulle vi behöva räkna ägganlagen innan befruktning, vilket inte är möjligt inom programmet idag.

Kraftiga parasitangrepp

Vid provtagning i januari 2005 observerades ett ökat antal vitmärslor med vita opalescenta skal i Bottenhavet. Denna typ av skada förekommer även hos den nordamerikanska arten *Diporeia* sp. där man kunnat koppla det vitaktiga utseendet med muskelparasiter. En histologisk analys bekräftade att vitmärslan angripits av mikrosporidier, en mikroparasit som sprids genom vattnet och förekommer hos både fiskar och kräftdjur.

Parasitangreppet medför att vitmärslan tappar rörelseförmågan och så småningom dör. Den kan också spridas vidare till avkomman genom infektion av könskörtlarna, gonaderna. Studier har också visat att kombinationen av parasiter och miljögifter ger synergistiska effekter, d.v.s. att effekterna förstärker varandra. Det finns en mängd olika mikrosporidier, och vi vet ännu inte vilken art som angripit vitmärslan, men genetiska analyser genomförs för närvarande av forskare i England.

Under 2007 gjordes en omfattande

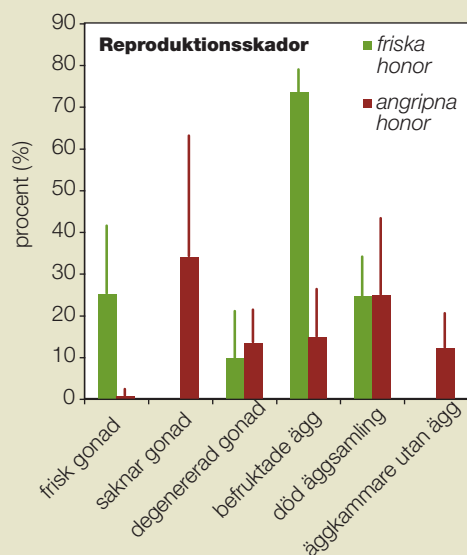
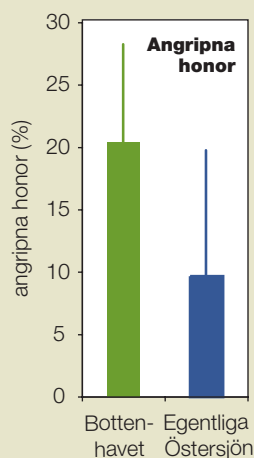
SVÅRA PARASITANGREPP

➤ Vitmålorna har under senare år drabbats av muskelparasiter som ger svåra reproduktionsskador och leder till döden. Under januari 2007 genomfördes därför en omfattande studie av fenomenet.

Parasitangreppen är störst i Bottenhavet, men även populationerna i Egentliga Östersjön är drabbade.

De parasitangripna vitmålorna har mycket kraftiga reproduktionsskador. Figuren jämför friska och angripna honor i Bottenhavet.

En tredjedel av de parasitangripna vitmålorna visade inga tecken på sexuell mognad trots sin storlek, och saknade helt gonadanlag. Ytterligare några hade degenererade könskörtlar. Endast 15 procent av de angripna honorna hade befruktade ägg i äggkammaren, vilket normalt 75 procent har vid denna årstid. Övriga hade äggkammare med inga eller döda ägg.



Data baseras på medelvärde ± CI av 4 stationer i Bottenhavet och 8 stationer i Egentliga Östersjön. I analysen ingick 376 respektive 780 individer från de båda havsområdena.

analys av parasitangreppen vid samtliga stationer inom delprogrammet. Antalet angripna djur verkade vara högre i Bottenhavet än i Östersjön, men stora skillnader mellan stationerna medförde att vi inte fick signifikanta skillnader mellan bassängerna.

De infekterade djuren visade på mycket grava reproduktionsskador i form av försenad sexuell utveckling och degenererade ägganlag. Drygt en tredjedel utvecklade över huvud taget inga gonader, och endast 15 procent av honorna hade befruktade ägg jämfört med 75 procent av de friska djuren. Vitmälarna reproducerar sig bara en gång i livet. Parningen sker i november och därefter dör hanarna. I januari när provtagning sker finns nästan bara befruktade honor.

Orsaken till de kraftiga parasitangreppen är oklar. Vi har mycket osäkra uppgifter före 2005, men har uppmärksammat de angripna djuren även tidigare. Därför drar vi slutsatsen att det inte är en ny företeelse, men att fenomenet troligen ökat under senare år. En möjlig förklaring är att vitmålorna är i dålig kondition, kanske på grund av kortvarig näringsbrist i samband med den kraftiga tillrinningen år 2005, och att detta har medfört en större känslighet för parasitangrepp. En annan förklaring är att den nyligen invandrade borstmasken *Marenzelleria sp.* har fört med sig nya parasiter till vitmälarna. 🐛



➤ Den övre bilden visar en frisk vitmålshona där de välutvecklade gonaderna syns som det mörka partiet längs ryggen. Den undre bilden visar en kraftigt parasitangripen hona, med ett förskadan typiskt opalescent skal.



GIFTER I HAVSMILJÖN

Miljögifter – klassgränser att diskutera
Organiska tennföreningar - ett hot mot livet i våra hav
TBT finns i sediment längs hela Sörmlandskusten
Sälar på uppgång
Havsörn – i miljöövervakningens tjänst

Miljögifter

– klassgränser att diskutera

ANDERS BIGNERT & ELISABETH NYBERG, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET / LILLEMOR ASPLUND, URS BERGER, ULLA ERIKSSON & KATRIN HOLMSTRÖM, STOCKHOLMS UNIVERSITET / ANDERS WILANDER, SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET / PETER HAGLUND, UMEÅ UNIVERSITET

I årets redovisning av miljögifter har figurerna kompletterats med en klassning av status, motsvarande Vattendirektivets bedömningsgrunder. De valda klassgränserna är ännu mycket osäkra, men vi hoppas kunna stimulera till en diskussion bland ekotoxikologer. Klassningen skulle kunna användas för att underlätta jämförelsen av olika ämnen och det hot för miljön de utgör.

■ Koncentrationerna av många av de klassiska miljögifterna har minskat markant under den period som miljögiftsövervakningen har pågått. Minskningarna har också haft en påtaglig positiv effekt på fiskätande djur som tidigare varit hårt drabbade. Utvecklingen för dessa ämnen ser alltså ut att vara på rätt väg även om t.ex. PCB fortfarande visar förhöjda koncentrationer i Östersjön.

Djupt otillfredsställande läge

Beträffande oavsiktligt producerade dioxiner och dibensofuraner får tillståndet däremot betecknas som djupt otillfredsställande. Även bland det fåtal ämnen som den marina miljögiftsövervakningen utökats med, sticker framförallt HBCDD och PFOS ut med halter som ökar på ett oroväckande sätt.

Ett försök till klassning

I redovisningen har vi gjort ett försök till klassning i fem kategorier, motsvarande Vattendirektivets bedömningsgrunder. Detta för att tydligare kunna illustrera förändring över tid och underlätta jämförelsen av olika ämnen.

I många fall är klassningen osäker. Det krävs mycket arbete för att sätta klassgränser som ger en rättvis bild av både ämnets belastning i miljön och dess giftighet.

Gränser för metaller

Med miljömålet "Giftfri miljö" i åtanke, bör den lägsta klassgränsen, som innebär mycket god status eller referensvärden, ligga mycket nära noll. När den lägsta klassgränsen väl satts har de följande gränserna vanligen fördubblats i varje steg.

För kvicksilver använde vi samma gränsvärde som Livsmedelsverket angett som maximal halt i barnmat.

Den lägsta klassgränsen för bly är satt så att den ska vara jämförbar med kadmium beträffande giftighet. Osäkerheten angående detta antagande är dock stor. Exempelvis påverkas förmodligen biotillgängligheten för kadmium, och troligen även för bly, av skillnader i salthalt. Upptaget underlättas av lägre salthalt, vilket kanske kräver olika gränser för olika havsområden.

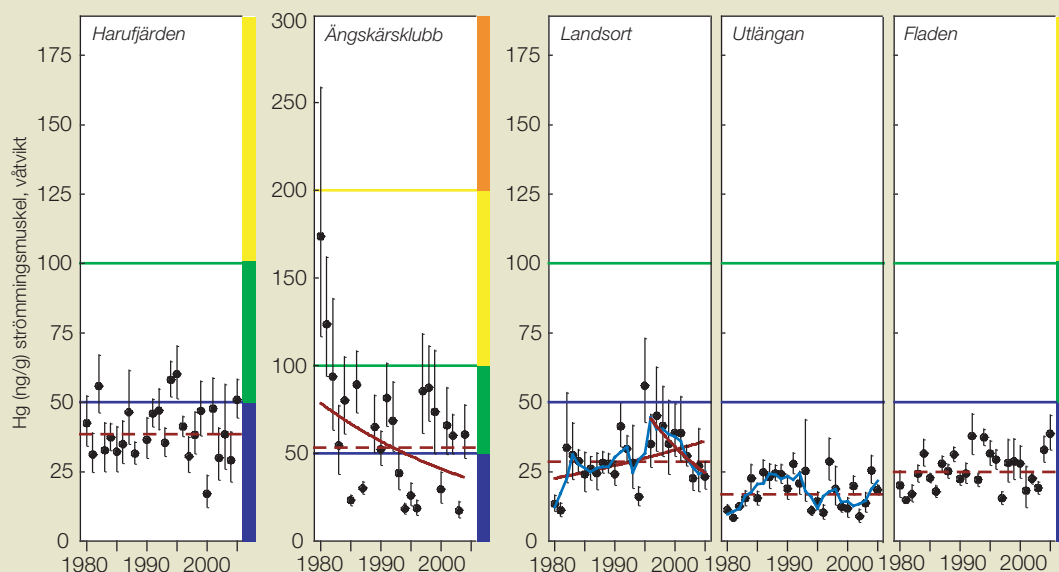
■ I det första utkastet till statusklassning av miljögifter valdes den lägsta klassgränsen för kvicksilver till Livsmedelsverkets gränsvärde för maximal halt i barnmat.



Foto: Ablestock

METALLER I STRÖMMING

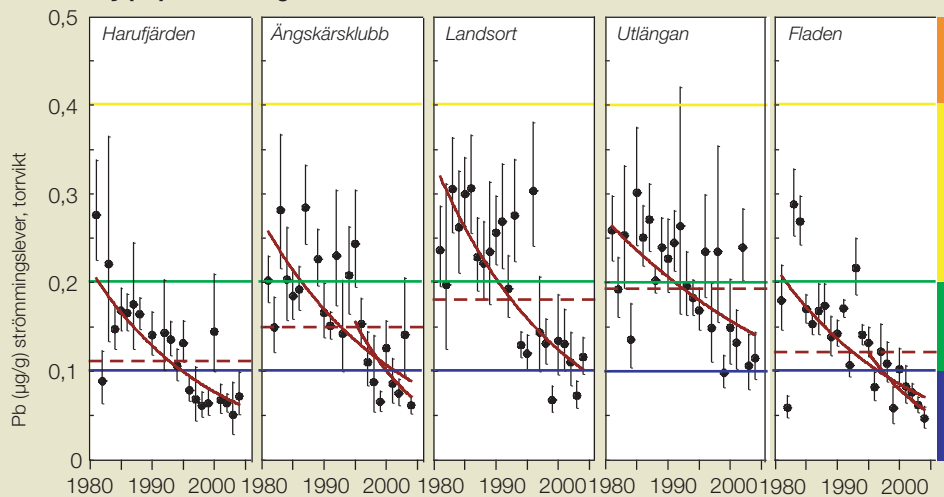
Kvicksilver (Hg) i strömmingsmuskel



☞ Kvicksilver har övervakats i bland annat sill/strömming sedan 1979. Halterna är förhållandevis låga och inga dramatiska förändringar har skett med undantag från lokalen vid Ångskärsklubb, utanför Gävlebukten (notera den annorlunda skalan). Där har en markant minskning skett, men fortfarande ligger koncentrationerna ofta över den lägsta klassgränsen.

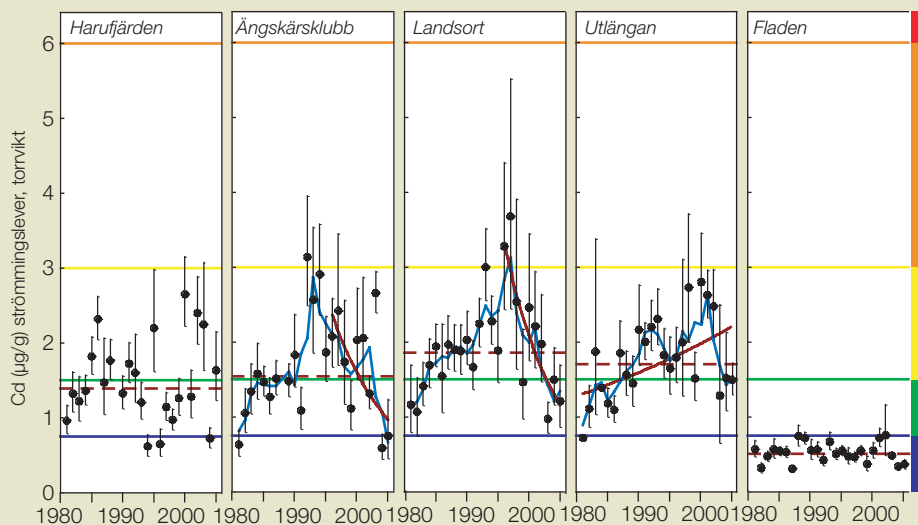
Det finns några få längre tidsserier i övervakningsprogrammet. De antyder att halterna i havet har halverats sedan början av 70-talet. Detta till skillnad från koncentrationerna i vissa insjöar som kan vara betydligt högre.

Bly (Pb) i strömmingslever



☞ Beträffande bly kan övervakningsprogrammet övertygande visa en markant minskning i alla längre tidsserier sedan blytillsatserna i bensin försvann. Halterna ser ut att vara på god väg ned i den bästa klassen, även om koncentrationerna i Egentliga Östersjön fortfarande är högre jämfört med Bottenviken och Västerhavet.

Kadmium (Cd) i strömmingslever



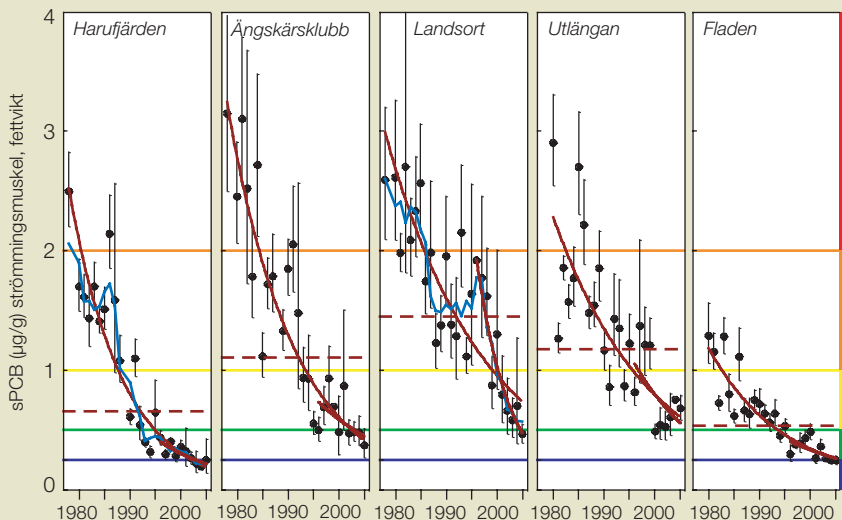
☞ Den dramatiska ökningen av kadmium under 90-talet har vänt, och koncentrationerna är i stort sett tillbaka på de nivåer som rådde i början av 80-talet. Dock är koncentrationerna i Östersjön fortfarande inte nere i den lägsta klassen. En tänkbar förklaring till de, jämfört med västkusten, höga halterna är att upptaget av kadmium underlättas av lägre salthalt. Koncentrationerna i Egentliga Östersjön borde dock kunna vara lika låga som i Bottniska viken där ju salthalten är ännu lägre.

I figurerna i detta avsnitt redovisas de medelkoncentrationer (geometrisk medelvärden) som uppmätts. För att visa inomårsvariationen kompletteras medelvärdet med ett 95 procent konfidensintervall (för vissa år har endast ett poolat prov med flera individer men bara en kemisk analys utförts och då saknas konfidensintervall). Det geometriska medelvärdet för hela perioden visas med den streckade linjen. Om tidsförloppet går att beskriva med exponentiellt avtagande koncentrationer har en log-linjär regressionslinje redovisats (röd). Om förloppet däremot beskrivs signifikant bättre med en utjämnad linje (glidande medelvärden) har denna linje istället redovisats (blå). Karta över stationerna finns på sidan 76.

PCB OCH DIOXIN I STRÖMMING

➤ Koncentrationerna av PCB är tydligt på väg ned. Efter att ha planat ut under 90-talet har trenden nu återigen vänt nedåt. Den här positiva utvecklingen har skett parallellt med en markant ökning av havsörn, säl och utter som alla livnar sig på fisk. Fortfarande är dock koncentrationerna högre i Egentliga Östersjön än i Bottenviken och Västerhavet.

PCB i strömmingsmuskel

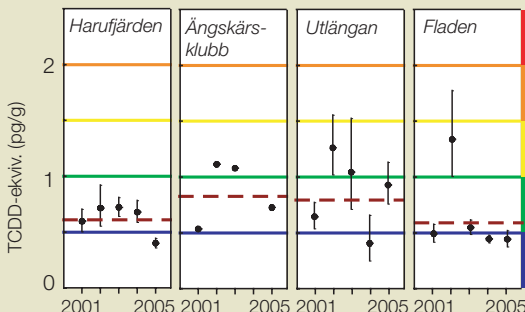


➤ Vissa typer av PCBer är dioxinlika, d.v.s. de har en giftverkan som påminner om dioxiner och dibensofuraner. Man kan översätta denna giftverkan till dioxinets genom att använda s.k. TCDD-ekvivalenter.

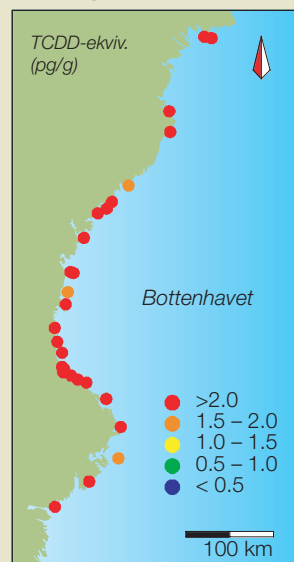
Proven inom det nationella övervakningsprogrammet tas i ung strömming på hösten. De korta tidsserierna visar även de att provresultaten är lägst i norr och i väster. Det förefaller dock som strömming fångad under vår och sommar har betydligt högre koncentrationer av dioxiner och dioxinlika PCBer. En undersökning längs Bottniska vikens kust under sommaren gav i genomsnitt tre gånger högre koncentrationer än höstproven. Nästan samtliga prov låg över 2 pg/g. Orsakerna kan vara flera. För att bättre kunna studera detta har månatliga prov insamlats och väntar på att analyseras.

Dioxinlika PCB-er i strömmingsmuskel

höstprover



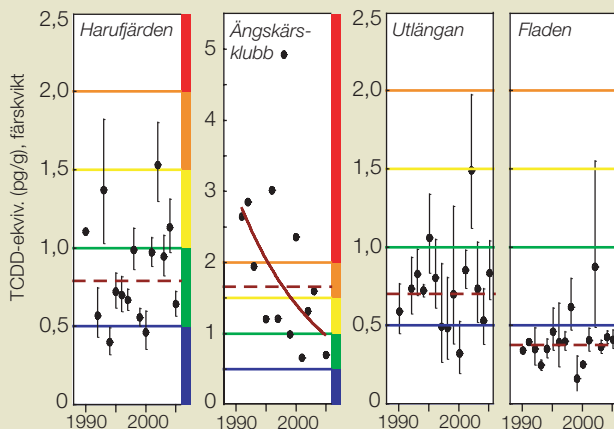
sommarprover



Dioxiner i strömmingsmuskel

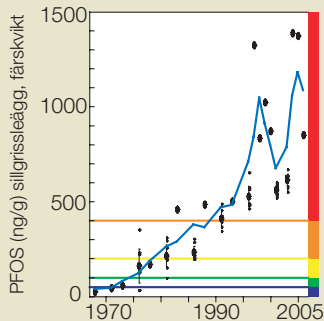
➤ Klorerade dioxiner och dibensofuraner har mätts i sill och strömming sedan början på 90-talet. Under denna period har koncentrationerna vid de olika lokalerna legat på ungefär samma nivå. Undantaget är Ångskärsklubb utanför Gävlebukten där halterna ligger på en mycket hög nivå, men åtminstone visar en nedåtgående trend. Notera den dubblerade skalan.

Retrospektiva studier av dioxinhalter har gjorts, dels i strömming från Ångskärsklubb från början av 1979 och dels i sillgrissleägg från Stora Karlsö från slutet av 60-talet. Båda visar tydligt minskande halter, men minskningen i den senare serien upphör redan i mitten av 80-talet.



PFC OCH BROMERADE FLAMSKYDDSMEDEL I SILLGRISSEÄGG

PFOS



☞ Flera perfluorerade ämnen, PFCer, har precis börjat analyseras inom det ordinarie övervakningsprogrammet. PFCer är både fett- och vattenavstötande och används därför bland annat för behandling av ytskikt. Många av de perfluorerade ämnena har visats sig vara extremt stabila d.v.s. de är varken kemiskt eller biologiskt nedbrytbara i miljön. Det är ännu lite för tidigt att redovisa resultaten. För ett av dessa ämnen, PFOS, analyserades dock en längre tidsserie på sparat, fryst, material.

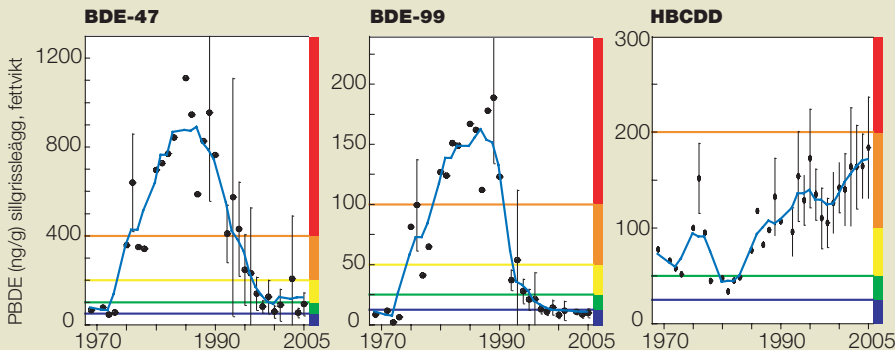
FAKTA

PFOS

PFOS är ett mycket svårnedbrytbart ämne som används i en mängd olika produkter, bland annat i impregneringsmedel i papper, textilier och läder. PFOS används också vid förkromning och inom halvledarindustrin. Det finns indikationer på att PFOS är giftigt för akvatiska organismer. De halter som uppmäts i den marina miljön, bland annat i säl, tyder på att det finns en risk för förgiftning via näringskedjan.

Resultatet av den retrospektiva studien visar en skrämmande ökning av PFOS, ca 25-30 ggr, sedan början på 70-talet. Det produktionsstopp som frivilligt infördes år 2000 av den största tillverkaren, 3M, kommer förhoppningsvis att leda till att trenden bryts.

Bromerade flamskyddsmedel



Bromerade flamskyddsmedel har analyserats retroaktivt från början på 70-talet och framåt i sillgrissleägg från Stora Karlsö som sparats i Miljöprovbanken. Analyserna visar dramatiska öknings av polybromerade difenyletrar, PBDE. Efter denna upptäckt slutade man producera lågbromerade difenyletrar, men fortsatte produktionen av hög bromerade PBDE och även exempelvis hexabromocyclododekan, HBCDD.

☞ Den kraftigt stigande trenden för de lågbromerade ämnena, t.ex. BDE-47 och BDE-99 vände ganska abrupt och sjönk nästan, men inte riktigt, tillbaka till nivåer i närheten av 70-talets värden. De nuvarande, trots allt förhöjda nivåerna av BDE-47, kan möjligen vara ett resultat av nedbrytning av hög bromerade PBDE.

☞ HBCDD tillverkas fortfarande, dock ej i Sverige. Här fortsätter uppgången, och den genomsnittliga ökningstakten är ca 3 procent om året.



Foto: Janos Jurka/N



Foto: Klas Rune/N

Gränser för organiska ämnen

Gränsen för PCB är baserad på Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999. Den sattes till 250 ng/g fett, vilket möjligen är lite väl lågt om man jämför med de ekotoxikologiska bedömningskriterier som utarbetats av OSPAR. Å andra sidan strävar det nationella miljömålet till koncentrationer nära noll för denna typ av substanser.

Klassgränserna för dioxin och dioxinlika PCBer har valts med jämna intervall för att lättare kunna jämföras med de gränsvärden som finns för konsumtion av fet fisk. Här har vi börjat med gränsen till den sämsta klassen, som lagts vid 2 pg/g TCDD-ekvivalenter. Proven tas i ren muskel för att minska onödig spridning. Om man i stället skulle ta med skinn och det fett som sitter alldeles under skinnet kan man förvänta sig att få nästan dubbelt så höga koncentrationer. En gräns på 2 pg/g motsvarar då ungefär den gräns vid 4 pg/g som är satt som högsta tillåtna gräns för försäljning av fisk till mänsklig konsumtion. För djurfoder är gränsen strängare - 2 pg/g färskvikt.

För bromerade flamskyddsmedel sattes den lägsta klassgränsen i nivå med de lägsta koncentrationerna som uppmättes på 70-talet.

Den lägsta klassgränsen för PFOS är godtyckligt vald till 50 ng/g. Med tanke på det nationella miljömålet som syftar till en giftfri miljö bör dock klassgränsen ligga i närheten av noll.

Påskynda arbetet

Det bör återigen påpekas att försöket till klassning är högst preliminärt och behäftat med stora osäkerheter. Syftet har snarast varit att försöka provocera fram en diskussion bland ekotoxikologer för att påskynda arbetet att ta fram relevanta klasser. Ett sådant verktyg kan användas för att jämföra olika ämnen och ge en allmän bild av det hot som ämnet utgör i miljön. Och kanske framför allt underlätta arbetet med att prioritera åtgärder. 🐦

LÄSTIPS

"Giftfri miljö – utopi eller verklig chans?" serien Formas Fokuserar, 2006

"Organiska miljögifter" Bernes, Monitor 16, Naturvårdsverket, 1998

Bignert, A., Olsson, M., Persson, W., Jensen, S., Zakrisson, S., Litzén, K., Eriksson, U., Häggberg, L. and Alsberg, T. 1998. *Temporal trends of organochlorines in Northern Europe, 1967–1995. Relation to global fractionation, leakage from sediments and international measures.* Environmental Pollution 99:177–198.

FAKTA

Miljögiftsprogrammet

Miljögifter övervakas inom det nationella marina övervakningsprogrammet i flera fiskarter (sill/strömming, torsk, abborre, tånglake), samt i blåmusslor och sillgrissleägg.

De miljögifter som studeras är:

METALLER:

- kvicksilver
- bly
- kadmium
- nickel
- krom
- koppar
- zink

ORGANISKA ÄMNEN:

- industrikemikalier och oavsiktligt bildade ämnen (PCBer, HCB, dioxiner och dibensofuraner, PAHer),
- pesticider (DDT, HCHer, t.ex. lindan),
- flamskyddsmedel (PBDEer, polybromerade difenyletrar och HBCDD, hexabromocyclododekan).

Det senaste tillskottet är perfluorerade ämnen där bland annat PFOS ingår.

Undersökningarna har i första hand inriktats på tidsserier från ett relativt litet antal lokaler som är valda så att lokala utsläpp så långt möjligt undvikits. Detta gör stationerna lämpliga att använda som referenslokaler till regionala och lokala undersökningar.

Sverige har mycket långa tidsserier jämfört med andra länder. Men antalet lokaler borde vara fler. Ett problem med det glesa provtagningsnätet är att det blir svårt att veta hur pass representativ en viss lokal är för ett större område. En utökning med nya stationer är dock planerad redan till årets insamling.



Lind Y., Bignert A. and Odsjö T. 2006. *Decreasing lead levels in Swedish biota 1969–2004.* J. Environ. Monit., 8, 824–834.

Sellström U., Bignert A., Kierkegaard A., Häggberg L., de Wit C., Olsson M., Jansson B. 2003. *Temporal Trend Studies on Polybrominated Diphenyl Ethers and Hexabromocyclododecane in Guillemot Egg From the Baltic Sea.* Environ. Sci. Technol. 37: 5496 – 5501.

Bignert A., Nyberg E., Sundqvist K. L., Wiberg K. 2006. *Spatial and seasonal variation in concentrations and patterns of the PCDD/F and dioxinlike PCB content in herring from the northern Baltic Sea.* J. Environ. Monit. DOI:10.1039/b700667e

Holmström K., Järnberg U., Bignert A. 2005. *Temporal trends of PFOS and PFOA in Guillemot Eggs from the Baltic Sea, 1968–2003.* Environ. Sci. Technol. 39 (1): 80–84.

Organiska tennföreningar

– ett hot mot livet i våra hav

INGEMAR CATO, SGU / MARINA MAGNUSSON, ÅKE GRANMO & ANDERS BORGEGREN, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Tributyltenn och andra organiska tennföreningar har länge använts som tillsats i båtbottnfärger. Ämnena är giftiga redan i mycket låga koncentrationer, och kan ge upphov till allvarliga skador på det marina livet. Bland annat har snäckor visats få hormonstörningar som medför att honorna parallellt med sina egna könsorgan utvecklar hanliga könsorgan, s.k. imposex. Analyser av sediment och snäckor från svenska kust- och havsområden, hamnar och marinor visar i många fall på skrämmande höga värden.

■ Organiska tennföreningar, däribland tributyltenn (TBT), har använts som gift med bred biocidverkan i bland annat träskyddsmedel och textilier. TBT är framförallt känt som en tillsats i båtbottnfärger,

med syfte att förhindra påväxt av t.ex. alger och havstulpaner. De påväxthämmande färgerna började nyttjas under 1960-talet, och användningen på fartyg, fritidsbåtar och fisknät har medfört en omfattande spridning av TBT i den marina miljön runt om i världen.

Allvarliga skador vid låga doser

Föreningarna räknas till de mest giftiga substanser som släppts ut i miljön, fullt jämförbara med dioxiner och furaner. Redan i mycket små doser ger föreningarna upphov till allvarliga skador på det marina livet. Under 1995 uppgick den årliga världsproduktionen av organiska tennföreningar till ofattbara 35 000 ton.

För TBT anger Oslo-Pariskommissionen den ekotoxikologiska maximala säker-

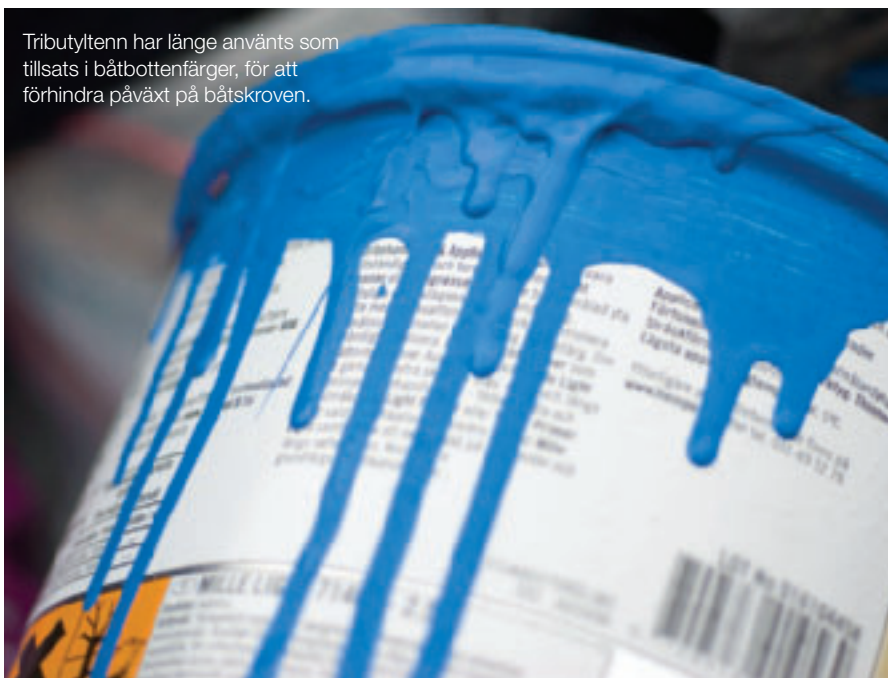
hetsgränsen i miljön (EAC) till mellan 5 och 50 miljarddelar gram per kg torrt sediment och mindre än 1 miljarddelar gram per liter havsvatten. Sveriges geologiska undersöknings (SGU) riksomfattande studie visar att halterna i svenska kust- och havssediment ligger mellan 10 och 100 gånger högre, i många hamnar och marinor mer än 1000 gånger högre, än angivna EAC-värden. Resultat som förskräcker.

Minskad ostronproduktion

TBT utvecklades ursprungligen för att få bukt med den tropiska magsjukdomen bilharzia (snäckfeber) som orsakas av sugmaskar av släktet *Schistosoma*. Med giftet försökte man bekämpa de värdsnäckor som fungerar som mellanvärd för parasitens larver. Då TBT även visade sig vara

Tributyltenn har länge använts som tillsats i båtbottnfärger, för att förhindra påväxt på båtskroven.

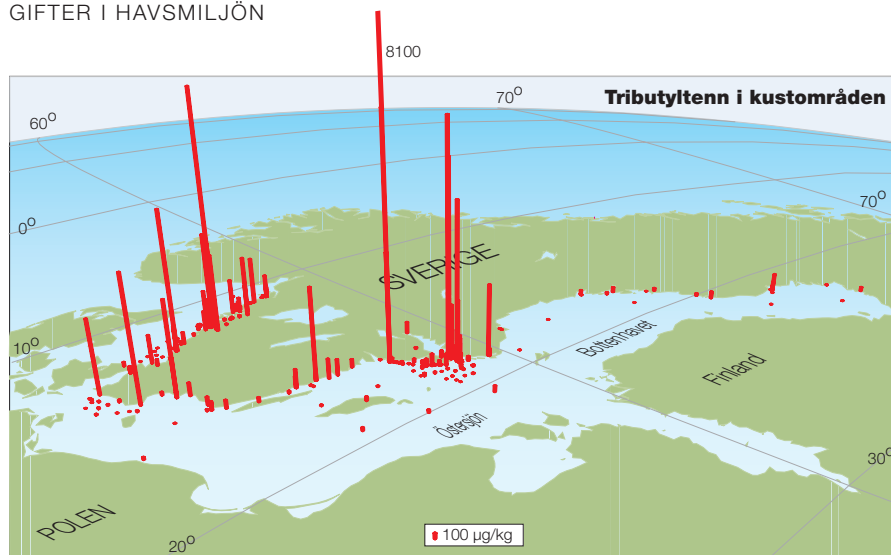
Foto: Robert Kautsky/azote



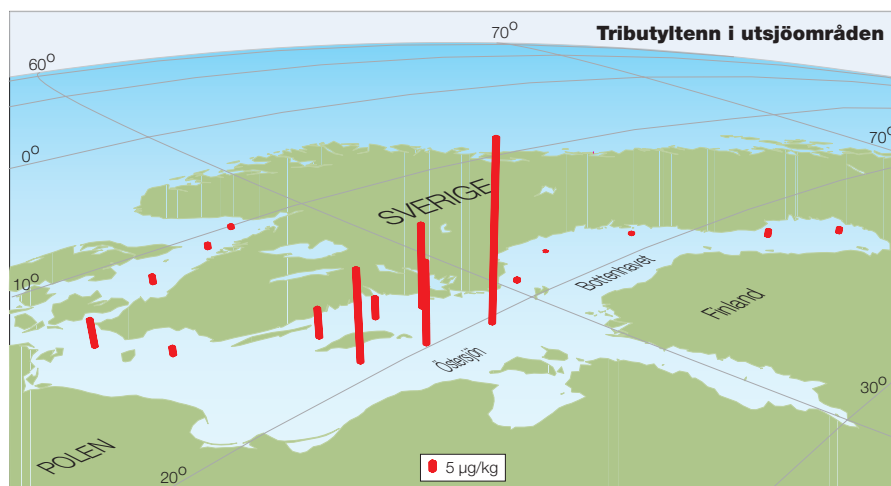
FAKTA

Tributyltenn (TBT)

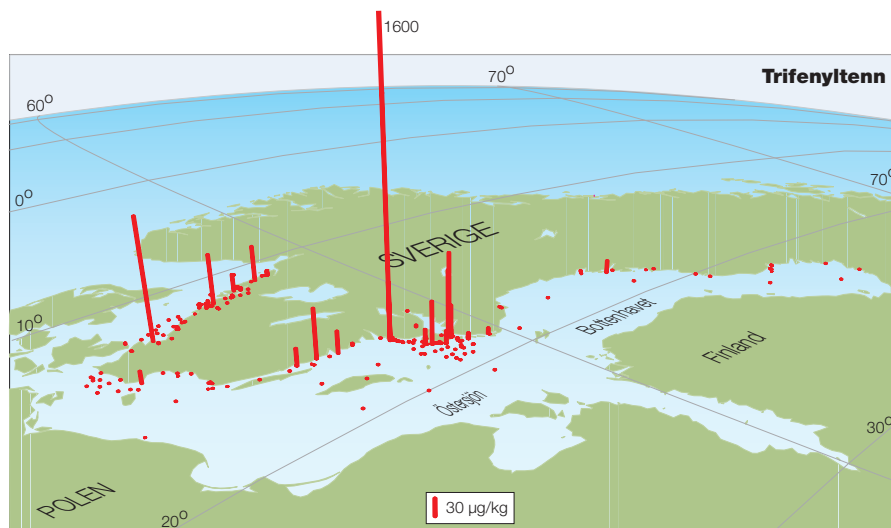
TBT är en organisk metallförening med tre butylkedjor (C_4H_9) som är bundna till en tennatom (Sn). Under gynnsamma syrerika förhållanden bryts föreningen ned till det mindre giftiga dibutyltenn (DBT) med två butylkedjor och vidare till monobutyltenn (MBT) med en butylkedja och slutligen till fria tennjoner (Sn^{4+}). Under syrefria förhållanden, t.ex. i sediment eller på platser med syrefritt bottenvatten, sker i stort sett ingen nedbrytning alls. I dessa fall handlar det om halveringstider på många år till årtionden. Sedimenten fungerar därför som en depå från vilka TBT åter kan frigöras. TBT-förorenade sediment kan under mycket lång tid utgöra en sekundär källa utöver den primära källan som idag främst är båtbottnfärger.



➤ Halten av tributyltenn (TBT) i ytsediment (0–1 cm) från svenska kust- och havsområden, hamnar och marinor. Skalstocken 100 µg/kg torrsubstans är gränsen för mycket hög halt enligt norska bedömningsgrunder (SFT). Att lägre halter uppträder i Bottniska vikens hamnar och marinor beror på att färg innehållande TBT nyttjats i betydligt mindre utsträckning i detta kustavsnitt.



➤ Halten av tributyltenn (TBT) i ytsediment (0–1 cm) från sediment i öppet hav. Analyserna ingår i den nationella miljöövervakningen. Notera att skalan är annorlunda jämfört med den översta figuren.



➤ En annan organisk tennförening som också blandats in i båtbottnfärger är trifenylytten (TFT). I Oxelösunds marina låg TFT-halten så högt som 1 600 µg/kg ts. Figuren visar halten av TFT i ytsediment (0–1 cm) från svenska kust- och havsområden, hamnar och marinor.

ett effektivt gift mot påväxt på båtskrov användes det på 60-talet och framåt som tillsats i båtbottnfärger. De första tecknen på ekotoxikologiska effekter kom i slutet på 1970-talet från den franska ostronindustrin i Archachon Bay. Buktens hyser ett tiotal marinor med en sammanlagd trafik på över 10 000 båtar under sommarhalvåret. Mellan 1975 och 1982 minskade ostronproduktionen avsevärt. Laboratoriestudier visade att ostronlarverna endast kunde överleva fem dagar i buktens TBT-haltiga vatten. Organiska tennföreningar hittas numera överallt i ekosystemet, från plankton, alger, musslor, snäckor, fiskar och fåglar till havsuttrar, sälar, delfiner och valar.

TBT ger hormonstörningar

TBT ändrar och stör produktionen av de hormoner som styr utvecklingen, tillväxten och fortplantningen hos djur och människor. Ämnet blockerar bl.a. det enzym som svarar för omvandlingen av det hanliga hormonet testosteron till det honliga hormonet östrogen. Detta resulterar i att testosteron lagras upp till abnormt höga nivåer. Hittills har främst framgäslade snäckor, exempelvis nätsnäcka och purpursnäcka, undersökts. Hos nätsnäcka har honorna parallellt med sina egna könsorgan utvecklat hanliga könskaraktärer såsom pseudopenis och sädesledare (s.k. imposex). Snäckorna får då minskad reproduktionskapacitet. Dessutom har exempelvis skalförtjockning, immunotoxiska störningar, beteenderubbningar och omfattande dödlighet rapporterats. Nätsnäckan kan påverkas redan vid så låga halter som 1 miljarddels gram per liter havsvatten. Man känner hittills inte till något annat miljögift som i så låga koncentrationer orsakar sådana förändringar.

Sterila snäckor

Hos purpursnäckan, *Nucella lapillus*, blir honorna sterila till följd av att sädesledaren växer över honans könsöppning. Purpursnäckan har dessutom direktutveckling d.v.s. saknar ett frisimmande larvstadium, vilket minskar möjligheten till spridning. Detta tillsammans med sterilitet gör att nyrekryteringen minskar, vilket i sin tur gör att risken för lokal utrotning ökar. Detta är troligen en av orsakerna till att purpursnäckan numera är ovanlig längs den svenska kusten. Dessa förändringar

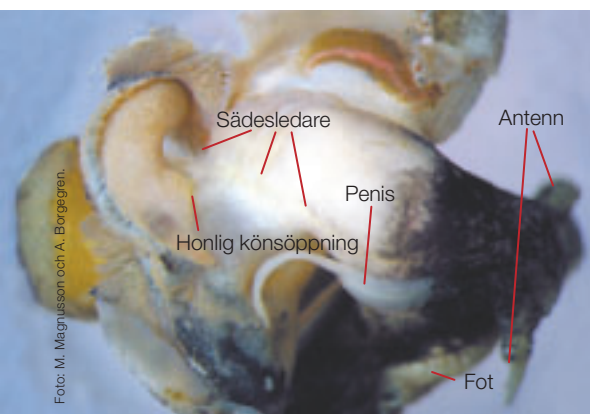


Foto: M. Magnusson och A. Borggren.

➤ Då nätsnäckor utsätts för TBT får de hormonstörningar. Honorna utvecklar hanliga könskaraktärer, såsom sädesledare och pseudo-penis. Denna typ av störning kallas imposex.

kan alltså leda till utrotning av hela populationer och därmed ge allvarliga störningar i ekosystemet.

Inte bara snäckor

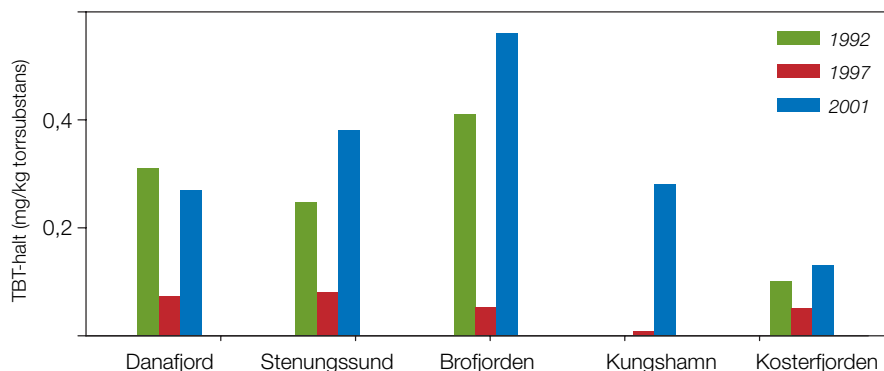
Även musslor påverkas av höga halter av detta miljögift, med dvärgväxt och skador på larvutvecklingen som följd. Vid Bohuskusten har TBT återfunnits i bl.a. blåstång, blåmussla, tånglake och torsklever. TBT-halterna i t.ex. blåmussla har ökat mellan 1992 och 2001. Detta är anmärkningsvärt, eftersom det har skett efter att det svenska användningsförbudet av båtbottnfärger innehållande organiska tennföreningar infördes.

Hur TBT påverkar högre djur är mindre känt. Förhöjda TBT-koncentrationer har konstaterats hos marina däggdjur, och forskningsresultat visar att ämnet tränger igenom både blod-hjärnbarriären och leverbarriären samt hämmar immunförsvaret hos däggdjur. Döda havsuttrar och delfiner som har hittats i olika länder har visat sig ha höga TBT-koncentrationer i levern. Det har också observerats försämrat flyktbeteende hos sillstim som varit exponerade för TBT. Vår kunskap om TBTs effekter på människor är begränsad, men effekter såsom kraftigt irriterad hud och andningsproblem har rapporterats.

Internationella restriktioner

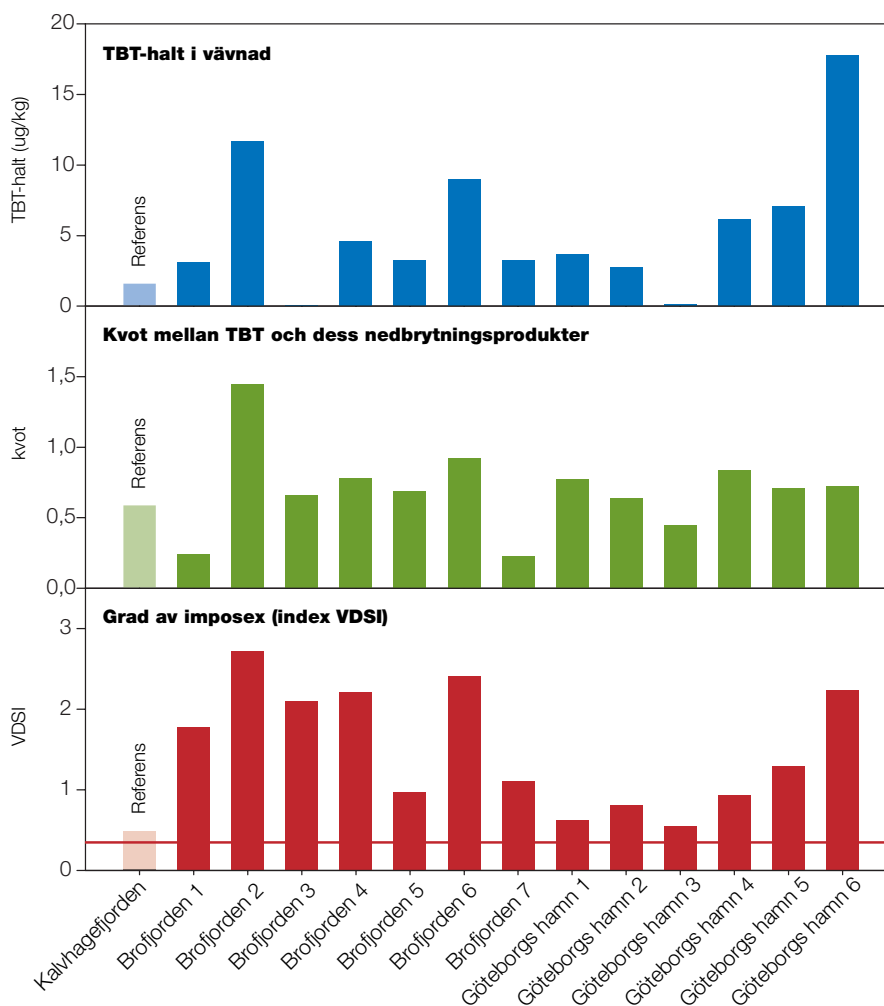
Sedan mitten av 1980-talet har användningen av TBT-baserade färger i många länder förbjudits för applicering på båtar mindre än 25 meter samt på utrustning för akvatisk odling och fångst (nät). I Sverige

TRIBUTYLTENN HOS BLÅMUSSLA



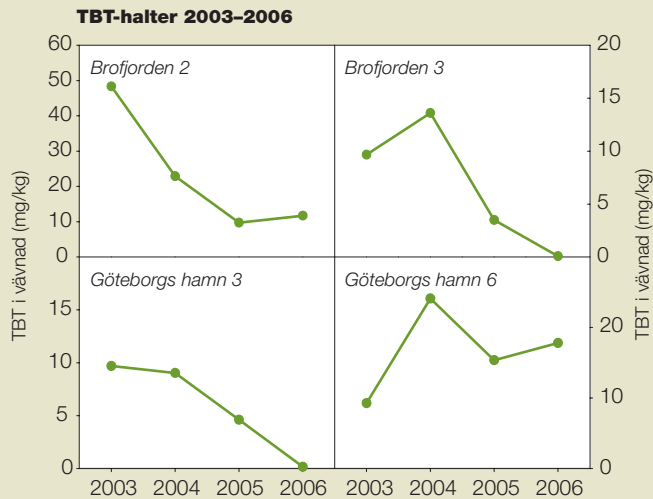
➤ Halten av tributyltenn (TBT) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten övervakas av Bohuskustens vattenvårdsförbund. Sedan 1992 har TBT-halten ökat markant, men svängningarna mellan de olika åren är stor.

TRIBUTYLTENN HOS NÄTSNÄCKOR

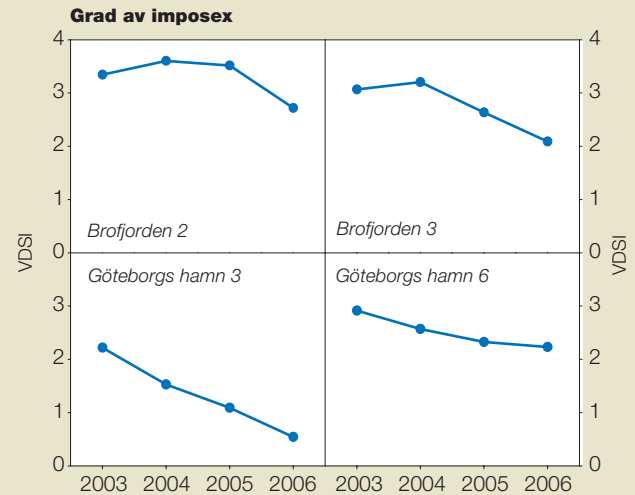


➤ Alla undersökta områden, såväl referensstationer som stationer vid punktkällor, är påverkade av TBT. Vid flera lokaler runt de större hamnarna uppvisade samtliga honor fysiologiska förändringar. Figuren visar TBT-halt i vävnaden hos nätsnäckor, kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter samt graden av imposex (VDSI) år 2006 för undersökta lokaler på Västkusten. När kvoten (figuren i mitten) är mindre än 1 innebär det att nedbrytningen av TBT är större än tillförseln. Strecket i den nedersta figuren anger gränsen för måttlig status enligt det danska klassificeringssystemet. Här redovisas de stationer som provtas årligen, samt en av referensstationerna (Kalvhagefjorden).

NÄTSNÄCKOR, 2003–2006



➤ TBT-halterna i vävnaderna hos nätsnäckor verkar vara på väg att minska på flera lokaler. Lokaler som visas i figurerna är alla mycket utsatta.



➤ Även graden av imposex (VDSI) verkar minska på många av de undersökta lokalerna.

infördes motsvarande användningsförbud först 1989 och för fartyg längre än 25 meter 1993. Inom hela EU infördes användningsförbudet för mindre båtar 1999. Färgerna är dock fortfarande tillåtna på större båtar och fartyg som går i oceanfart.

FNs internationella sjöfartsorganisation (IMO) antog den 5 oktober 2001 en juridiskt bindande internationell konvention om kontroll av skadliga antifoulingsystem på fartyg. Konventionen innebär ett internationellt förbud mot påmålning av organiska tennföreningar (bl.a. TBT) på fartyg från och med den 1 januari 2003, och ett totalförbud mot förekomsten av organiska

tennföreningar på fartyg från och med den 1 januari 2008. För att detta skulle träda i kraft krävs att 25 procent av medlemsländerna, motsvarande en fjärdedel av världens skeppstonnage, skrev på.

Panama skriver under

I september 2007 skrev Panama på resolutionen, efter påtryckningar från EU, vilket innebär att den kommer att träda i kraft 2008. Panamas påskrift är av stor betydelse då inte mindre än 70 procent av Panamaflaggade fartyg passerar EU-hamnar.

Inom EU har man dock sedan juli 2003 förbjudit användningen av dessa färger på

alla inom medlemsstaterna registrerade båtar och fartyg oavsett storlek. Fartyg registrerade utanför EU, d.v.s. 85 procent av världens fartygsflotta, omfattas således inte av förbudet, och många av dessa trafikerar också våra vatten. Från och med 2008 tillåter inte EU båtar och fartyg målade med dessa färger att gå in till hamn inom EU-området såvida färgen inte är förseglad. Både nationellt och internationellt har således berömvärt stora ansträngningar gjorts under en 20-årsperiod för att fasa ut dessa oerhört giftiga färgtillsatser.

Muddring stort problem

Detta innebär ändå inte att föreningarna inom överskådlig tid försvinner ur den marina miljön, eftersom organiska tennföreningar binds starkt till partiklar i vattenmassan och till bottenbotten. Inte minst utgör underhållsmuddringar i hamnar och marinor ett stort problem till följd av kraftigt TBT-förorenade sediment. Fysisk omröring av sedimenten ökar spridningen markant.

Skrämmande bild

Under 2002 påbörjade SGU ett projekt med syfte att kartlägga förekomsten och spridningen av organiska tennföreningar i svenska havssediment. Resultaten ger en skrämmande bild av Sveriges havsmiljö. TBT och dess nedbrytningsprodukter



Foto: Fredrik Broman/MegaPix

förekommer i så gott som alla sedimentprover, även ute i öppet hav. Koncentrationen varierar från mindre än 1 µg per kg torrs substans till anmärkningsvärt höga 10 200 µg per kg torrs substans. Enligt norska bedömningsgrunder är en halt på mer än 100 µg per kg torrs substans att betrakta som mycket hög.

Höga halter i marinor

De högsta koncentrationerna påträffas i hamnar, marinor, invid skeppsvarv och utanför fritidsbåtsvarv. Lägre men fortfarande höga koncentrationer påträffas i örlogsbaser. Anmärkningsvärt är att några av de högsta halterna (8 600 µg per kg torrs substans) påträffas i marinor, exempelvis Björlanda Kile vid Nordre älv, som är norra Europas största marina med plats för 2 300 båtar. Mitt ute i norra Egentliga Östersjön uppmättes inom ramen för den nationella miljöövervakningen TBT-halter på upp till 110 µg per kg torrs substans. Andra i det närmaste lika giftiga organiska tennföreningar som också blandats in i dessa båtbottnfärger är fenyltenn. I allmänhet ligger halterna i sediment under detektionsgränsen, men i många kustnära områden och hamnar har dessa föreningar, främst trifenylyltenn (TFT), påvisats av SGU. I Oxelösunds marina låg TFT-halten så högt som 1 600 µg per kg torrs substans.

Klassificering nödvändig

Resultaten visar på behovet och nödvändigheten av att genomföra en systematisk inventering och riskklassificering av alla hamnar, marinor, båt- och skeppsvarv i Sverige med avseende på organiska tennföreningar i både sediment och biota. En sådan inventering måste också inkludera båtuppläggningsplatser där skroven blästrats, skrapats och målats i årtionden med färg innehållande dessa giftiga tennföreningar. Färgspill och slipdamm sköljs bl.a. med regnvatten ned i hamnbassängerna. Det kan i nuvarande läge inte uteslutas att ett stort antal uppläggningsplatser, marinor och hamnar behöver saneras för att säkerställa den framtida marina miljön.

Alla västkustlokaler påverkade

På västkusten pågår ett övervakningsprogram som studerar effekterna av TBT på nätsnäckor. Undersökningen, som utförs av forskare vid Göteborgs universitet, visar att alla undersökta områden, såväl referens-

FAKTA

Övervakning av organiska tennföreningar och dess biologiska effekter:

Fram till idag har drygt 250 ytsedimentprover från svenska kust- och havsområden, hamnar och marinor analyserats med avseende på organiska tennföreningar. Dessutom har 16 prover från den nationella miljöövervakningen i utsjön analyserats. Huvuddelen av provtagningarna har utförts av Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU). Även kommuner och länsstyrelser har genomfört provtagningar av sediment för analys av organiska tennföreningar.

Effekterna av de organiska tennföreningarna studeras bland annat med hjälp av nätsnäckan. Den lever på grunda leriga bottenar i hela Europa, och har visat sig vara mycket känslig för organiska tennföreningar. De påverkas dock på kort sikt inte så mycket att de dör ut, utan utvecklar i första hand imposex. Populationer av snäckor kan därför fortleva i även gravt förorenade områden, till exempel nära hamnar och båtvarv. Nätsnäckan anses därför vara en bra indikatorart, och används nu internationellt inom olika miljöövervakningsprogram för att undersöka biologiska effekter av organiska tennföreningar.

I övervakningen, som utförs av forskare vid Göteborgs universitet, undersöks både punktkällor och referensområden. Inloppet till Göteborgs Hamn och Brofjorden valdes ut 2003 som punktkällor. Som referenslokaler valdes vikar i Strömstad, Lysekils skärgård och vid Onsala. År 2004 utökades studien till att även omfatta sju småbåtshamnar, belägna mellan Göteborg och Strömstad. Ungefär 70-80 snäckindivider vid varje lokal samlas in från 0,4-4 meters djup med hjälp av fällor betade med fisk. Av dessa undersöks 50 individer med avseende på imposex. Vid analys av imposex sker en klassificering av utvecklingen av penis och sädesledare enligt en femgradig skala, där 0 är en normal hona och 4 är en hona med fullt utvecklad penis och sädesledare. Halten av organiska tennföreningar i nätsnäckans vävnad analyseras av forskare vid Umeå universitet. Sedimenten på samtliga lokaler analyseras på halten organiska tennföreningar.

stationer som stationer vid punktkällor är påverkade. Vid flera lokaler runt de större hamnarna uppvisade samtliga honor fysiologiska förändringar. Graden av imposex, såväl som halterna i vävnaderna, verkar dock vara på väg att minska på flera lokaler.

Gifter används fortfarande

Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT minskar på ett flertal lokaler. När kvoten är mindre än ett innebär det att nedbrytningen av TBT är större än tillförseln. Nätsnäckorna verkar främst ta upp de organiska tennföreningarna från vattnet och inte från sedimentet. Detta indikerar att tennbaserade färger trots förbudet fortfarande används. Studier visar att snäckor kan påverkas vid så låga vattenhalter som 1 ng per liter. Få svenska mätvärden i vatten finns, men i vissa norska havsområden har koncentrationer av TBT på upp till 50 ng per liter uppmätts.

Det finns i Sverige ännu inga bestämda bedömningsgrunder för imposex. Danmark har utarbetat ett förslag för danska farvatten och Skagerrakregionen, som bygger på fem kvalitetsklasser i enlighet med det EU-gemensamma Vattendirektivet. Enligt denna klassificering skulle fem av de undersökta lokalerna hålla otillfredsställande kvalitet, och resterande 14

lokaler hålla måttlig kvalitet. För småbåtshamnarna håller sex av sju otillfredsställande kvalitet och en måttlig kvalitet. Detta betyder egentligen att någon form av åtgärdsprogram bör sättas in vid alla lokaler. Imposex är dock svårt att åtgärda annat än genom att helt upphöra med användandet av organiska tennföreningar. Då detta redan har beslutats genom lagstiftning, bör man därför undersöka om dessa förbud verkligen efterlevs.

Övervakning i Östersjön på gång

Studier av imposex görs i nuläget endast på västkusten. I Östersjön har endast en del begränsade undersökningar gjorts längs den tyska och danska kusten. Troligtvis påminner situationen i Egentliga Östersjön om den i Västerhavet. De djur och växter som finns i Östersjöns bräckta vatten är oftast känsligare för miljöpåverkan än de som lever i riktigt salta eller söta vatten. Enligt Helcom bör övervakning av organiska tennföreningar prioriteras. I dagsläget är det emellertid endast Danmark av alla länder kring Östersjön som har ett miljöövervakningsprogram som omfattar denna ämnesgrupp. I Sverige har ett förslag till kontrollprogram i Östersjön tagits fram under våren 2007, och under sensommaren har en pilotstudie påbörjats. 

TBT finns i sediment

längs hela Sörmanlandskusten

SOFI NORDFELDT, LÄNSSTYRELSEN I SÖDERMANLANDS LÄN

Det är inte bara marinor som innehåller höga halter av tributyltenn från båtbottnfärger. Det giftiga ämnet finns även i naturhamnar. I Södermanland har länsstyrelsen tagit prov på sediment i vikar, från småbåtshamnar och i mer eller mindre välbesökta naturhamnar. TBT och MBT påvisades i samtliga prov, vilket är anmärkningsvärt. Ämnena är bevisligen spridda längs hela Södermanlands kust.

■ I de grunda vikarna, där vi helst lägger till med våra båtar, lever kräftdjur, småfisk och andra smådjur i algerna och på bottenarna. Sådana vikar brukar kallas för havets barnkammare, eftersom många fiskar tillbringar sin yngelperiod i dessa grunda och högproduktiva områden. Uppväxten är den känsligaste tiden för de flesta djur. Det är då påverkan av miljögif-

ter ger de största skadorna. Gifterna kan förstöra utvecklingen av viktiga organ eller fortplantningen.

Vikar undersökta

Eftersom de grunda vikarna är så viktiga för livet i Östersjön ville vi undersöka hur påverkade de är av gifter från båtbottnfärger. Vi valde ut sju vikar som används som naturhamn i större eller mindre utsträckning. Två vikar där inga båtar brukar lägga till valdes ut som referenser. Dessutom togs prover i tre småbåtshamnar, där påverkan förväntades vara stor. Sedimentprov togs i ett djupt parti i vikarna. De översta två centimetrarna av tre till fyra proppar användes till ett blandprov. De ämnen som analyserades var koppar, zink, irgarol och organiska tennföreningar. Den här artikeln behandlar bara tributyltenn (TBT) och

dess nedbrytningsprodukter. Resultat av koppar och zink uppvisar liknande mönster som TBT.

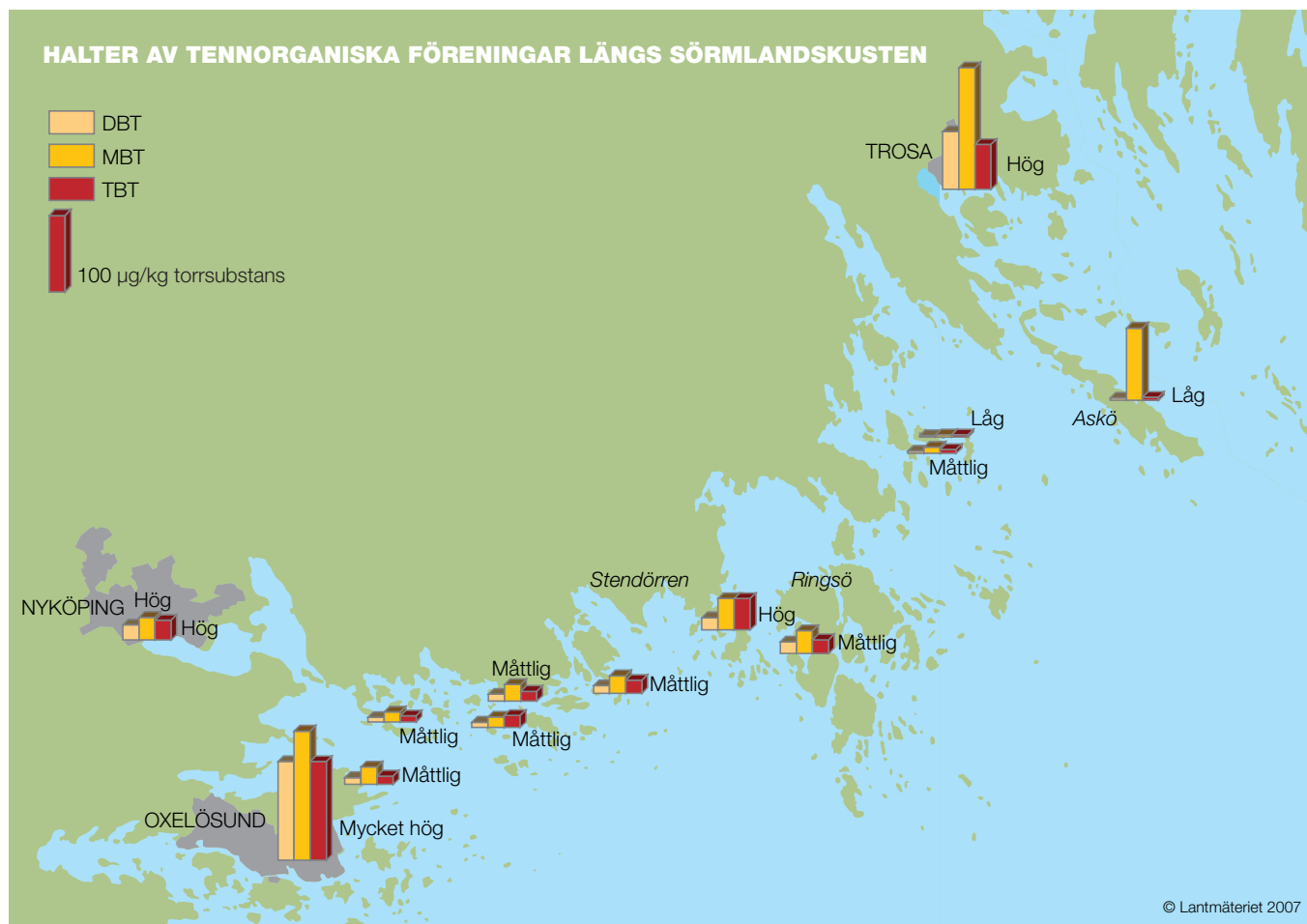
Spridda längs hela kusten

Tributyltenn och dess nedbrytningsprodukter påvisades i samtliga prov. Högst halter påvisades i sedimenten från två av småbåtshamnarna i Trosa och Oxelösund samt två populära naturhamnar i Askö respektive Stendörrens naturreservat. Enligt norska bedömningsgrunder var halten i Oxelösunds fiskehamn mycket hög, i Nyköpings och Trosa småbåtshamnar och i Stendörrens naturreservat hög. För övriga vikar var halterna måttliga, förutom för en av referenserna och en vik på Askö där det var låga halter. På Askö uppmättes däremot den tredje högsta halten av MBT, vilket tyder på att TBT-halten tidigare varit



Halterna av tennorganiska föreningar är höga till och med i Stendörrens naturreservat.

Foto: Per Bengtsson/Grön ide



➤ Måttliga halter av tributyltenn (TBT) från båtbottnfärger har uppmätts i många naturhamnar längs Sörmlandskusten. I det populära naturreservatet Stendörren har till och med höga halter uppmätts. Högst är halterna i småbåtshamnarna. Klassningen på kartan gäller endast TBT. MBT och DBT är nedbrytningsprodukter av TBT. Halter anges i µg per kilo torrs substans.

hög även där. I alla vikar fann vi en större andel av nedbrytningsprodukterna än av TBT, vilket kan tyda på att nedbrytning sker och att en minskning av spridningen av TBT sker.

Det är anmärkningsvärt att tennorganiska föreningar påvisats i alla prov. Dessa ämnen är bevisligen spridda längs hela Södermanlands kust i både välutnyttjade vikar och i mindre frekventerade vikar. Hur stora de ekotoxikologiska effekterna är i respektive vik ger inte denna undersökning svar på, men eftersom gränsen för när inga effekter kan förväntas ligger långt under detektionsgränsen kan djurlivet i alla vikarna antas vara negativt påverkat.

Tvätt ett bra alternativ

Ett bra alternativ till att måla sin båt med giftiga färger är att tvätta av båten några gånger under sommaren. På östkusten är det viktigast att tvätta strax efter att havstulpanerna har satt sig. Havstulpanerna



➤ En båtbottnvätt fungerar ungefär som en biltvätt. Några hamnar längs kusten erbjuder denna service, t.ex. i Trosa.

känns då som små knottor på båten. Har man en liten båt går det lätt att ordna det själv. En större båt kan vara enklast att åka med till en båtbottnvätt som finns på allt fler platser. 🐼

LÄSTIPS

Båtbottnfärger i Sörmländska natur- och småbåtshamnarna - Organiska tennföreningar, koppar, zink, zinkpyrit och irgarol i ytsediment. Länsstyrelsen i Södermanlands län, rapport 2007:11.

Sälar på uppgång

OLLE KARLSSON, TERO HÄRKÖNEN & BRITT-MARIE BÄCKLIN, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET

De finns tre sälarter i våra svenska havsområden. Vanligast är gråsäl som återfinns i hela Östersjön. Vikare finns framförallt i Bottniska viken och Riga-bukten. På västkusten samt i en isolerad population i Kalmarsund finns knubbsäl. Arternas antal och utbredning har varierat kraftigt under historien. Gråsäl fanns exempelvis tidigare både på västkusten och i Kattegatt. Det sista reproducerande beståndet försvann så sent som under 1920-talet från Läsö i Kattegatt.

■ De tre sälarterna har varit drabbade av både hårt jakttryck och miljögifter. Gråsäl jagades till och med så hårt på västkusten och längs Östersjöns sydkust att den i inledningen av 1900-talet utrotades helt, och har inte sedan dess lyckats återetablera sig i området. Även knubbsälspopulationerna har varit hårt nedtryckt av jakt, och jakten var tillåten ända in på 1970-talet.

Drabbade av miljögifter

Under 1960- och 1970-talet drabbades framförallt sälarna i Östersjön hårt av miljögifterna PCB och DDT, med svåra reproduktionsproblem som följd. Det finns ett klart samband mellan hälsotillstånd och populationsstorlek hos både gråsäl och vikaresäl. Knubbsälarna som finns i Kalmarsund är även de påverkade av miljögifter, även om det största hotet mot denna population har varit jakt.

Sälar är viktiga miljöindikatorer

Sälar och andra marina toppkonsumenter befinner sig högt upp i den marina näringskedjan. Miljögifter som PCB och DDT är bioackumulerande, och gifterna lagras upp i djurens fettvävnad. Därför riskerar långlivade organismer som säl att förvärva skador redan vid relativt låga halter av miljögifter i djurens bytesdjur. Därigenom är tillståndet för djur högt upp

i näringskedjan ett bra mått på miljögiftsbelastning även för organismer längre ner i näringskedjan. Även vi människor befinner oss högt upp i den marina näringskedjan, eftersom vi konsumerar fisk och skaldjur. Att följa hälsotillstånd och populationsutveckling är viktigt för att försäkra oss om att vi själva inte drabbas av skadliga effekter av miljögifter.

Halterna av PCB och DDT har minskat dramatiskt sedan användningen förbjöds, men nu finns det andra ämnen som riskerar att ge liknande effekter, exempelvis flamskyddsmedel. Vi bör noga följa tillståndet hos sälarna för att på ett tidigt stadium kunna upptäcka nya ämnen med skadliga effekter.

Gråsäl på frammarsch

Under perioden 1990-2006 har det svenska gråsälbeståndet ökat med i genomsnitt ca åtta procent per år. Ökningstakten skiljer sig inte statistiskt mellan olika havsområden. Flest gråsälar finns i Finland och Sverige men även i Estland och Ryssland finns betydande gråsälbestånd. I södra delen av Östersjön uppträder gråsälarna endast sporadiskt, trots att gråsäl var vanlig i dessa vatten in på 1940-talet. Regionalt har gråsälbeståndet sin tyngdpunkt i Stockholms skärgård och på Åland, men en stor andel finns även i Bottniska viken och i Östergötland och Sörmland.

Inget exakt mått

Det är viktigt att vara medveten om att varken flyginventeringar eller räkningar ger ett exakt mått på populationsstorleken. Alla djur ligger inte uppe samtidigt. Det finns en risk att man räknar samma djur flera gånger om de hinner förflytta

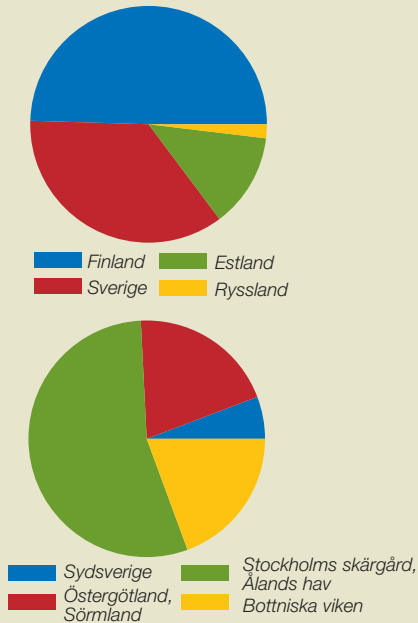


Det svenska gråsälbeståndet ökar med cirka 8 procent per år. Under 2006 inventerades bestånden med hjälp av helikopter.

Foto: Torkel Lundberg

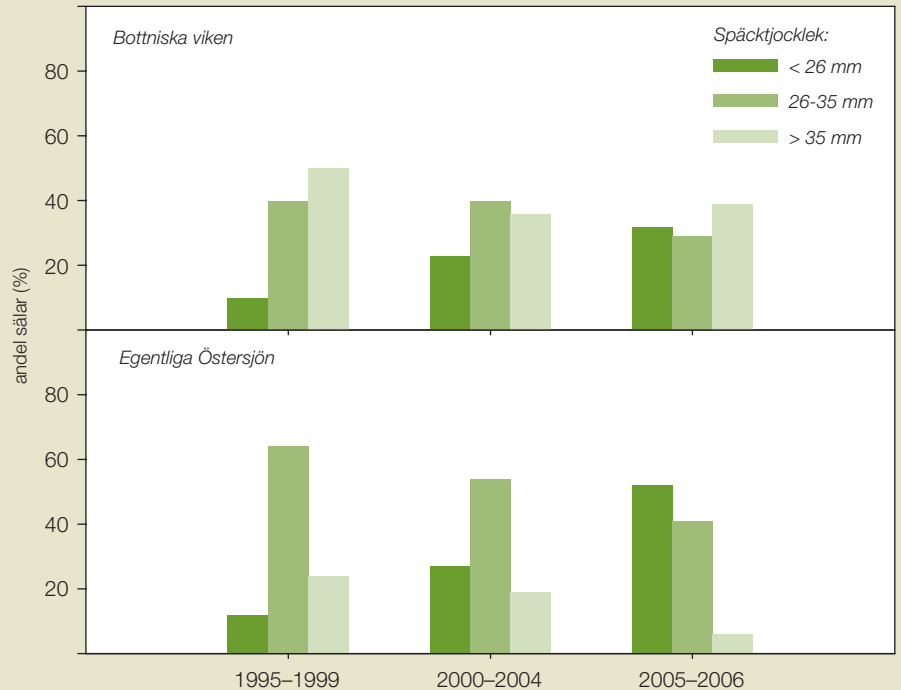
GRÅSÄL

Fördelning av gråsälspopulationen



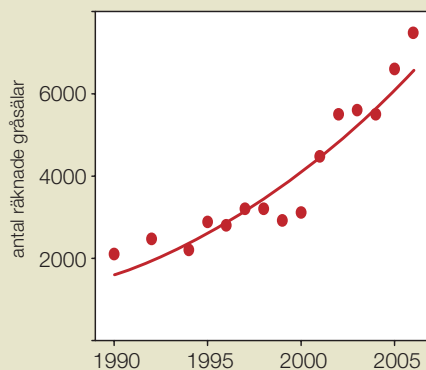
Merparten av de räknade sälarna återfinns i Norra Egentliga Östersjön och södra delarna av Bottenhavet, både i Sverige, Finland och Estland. Detta område utgör kärnområdet för gråsäl i Östersjön.

Späcktjocklek



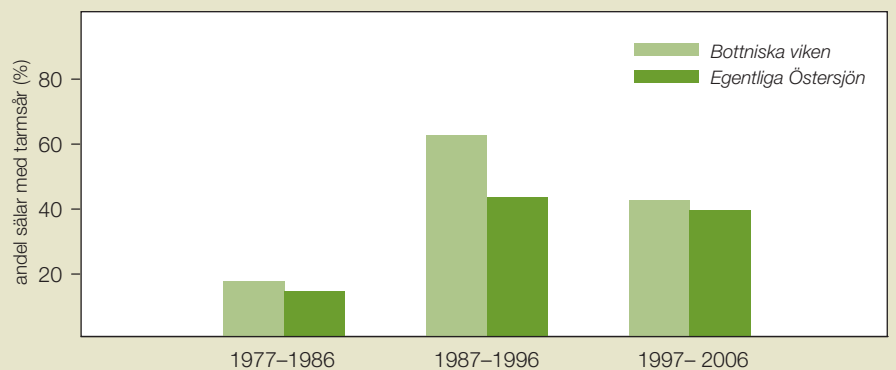
Även om gråsälarnas reproduktionsförmåga förbättrats finns fortfarande förändringar som ger anledning till fördjupade studier. Under de senaste 5 åren har en signifikant minskning av späcktjockleken observerats hos juvenila bifångade gråsäl. De flesta av de magra sälarna var dessutom bifångade på hösten då sälarna i regel är som fetast. Figuren visar späcktjocklek hos bifångade sälarna från Bottniska viken och Egentliga Östersjön.

Populationstillväxt



Under perioden 1990-2006 har det svenska gråsälbeståndet ökat med i genomsnitt ca 8 procent per år. Ökningstakten skiljer sig inte statistiskt mellan olika havsområden.

Tarmsår



Förekomsten av gråsäl med tarmsår är fortsatt hög längs hela östkusten jämfört med tiden före 1985. Det är ännu okänt vad som kan ha ökat förekomsten av tarmsår. En hypotes om uppkomsten av såren är att sälarnas förmåga att läka sår i tarmen efter hakmaskangrepp har försämrats.

sig mellan lokaler under räkningarna. För vissa sälarter används korrektionsfaktorer som appliceras på räkningsdata för att skapa en bild av det totala antalet sälar i ett område. Men det kräver goda kunskaper om sälarnas beteende under räkningsperioden, vilket saknas för gråsäl i Östersjön. Därför är räkningresultaten snarast att betrakta som ett index eller eventuellt ett minimimått på populationsstorleken.

Populationsstorleken uppskattas bättre med andra metoder. Under åren 1994–2000 genomfördes ett fotoidentifikationsprojekt där pälsmönstret på sälarnas huvud används som en märkning av individen. Med hjälp av fångst-återfångstmetodik baserat på fotografierna beräknades sommaren år 2000 antalet gråsäl i Östersjön till ca 16 000 stycken. Eftersom populationens tillväxthastighet är känd kan populationens storlek år 2006 beräknas till ca 25 000 stycken.

Relativt få gråsäl

Gråsälarna är fortfarande relativt få, jämfört med de cirka 100 000 som fanns år 1900. Samtidigt är det viktigt att vara medveten om att förhållandena i Östersjön var annorlunda i början av 1900-talet, både vad gäller fiske, halter av närsalter och fisk-sammansättning. Därför är antalet sälar i början av 1900-talet ett väldigt osäkert

mått på hur många sälar som skulle kunna leva på Östersjöns resurser idag.

Förbättrat hälsoläge

Den positiva trenden i gråsälens beståndsutveckling återspeglar att sälarnas reproduktionsförmåga förbättrats. På 1960–70-talet hade en stor andel av honorna förträngningar och tillslutningar i livmoderhornen, vilket försvårade eller omöjliggjorde dräktighet. Dessa livmoderförändringar har inte observerats sedan 1997. Under perioden 1977–1987 var endast 9 procent av de könsmogna honorna dräktiga efter implantationsperiodens slut. Sedan skedde en rejäl förbättring under nästkommande tioårsperiod till 60 procent och under de senaste tio åren har 84 procent av de undersökta gråsälshonorna varit dräktiga. Reproduktionsproblemen har kopplats till miljögifter, främst PCB.

Fler magra djur

Även om gråsälarnas reproduktionsförmåga förbättrats finns fortfarande förändringar som ger anledning till fördjupade studier. Under de senaste fem åren har en signifikant minskning av späcktjockleken observerats hos juvenila (1–3 år) bifångade gråsäl. Andelen unga sälar med en späcktjocklek mindre än 26 mm har ökat från 7 procent 1997–2001 till 40 procent 2002–

2006. Likaså har andelen unga sälar med en späcktjocklek över 35 mm minskat från 64 procent till 25 procent under denna tid. De flesta (94 procent) av de magra sälarna var dessutom bifångade på hösten då sälarna i regel är som fetast.

För späcktjockleken hos fällda gråsäl finns inget jämförelsematerial från motsvarande tid men hullet är betydligt bättre hos fällda än hos bifångade gråsäl. Detta tyder på att svält kan vara en orsak till att sälarna fiskar i redskap samt att ökad svält kan komma att öka problemen vid fiske-redskapen. Vad som orsakar denna minskning av hullet hos bifångade unga gråsäl är fortfarande oklart och behöver utredas. En tänkbar förklaring skulle kunna vara förändringar i födotillgången.

Tarmsårshälsan fortsatt hög

Förekomsten av gråsäl med tarmsår är fortsatt hög längs hela östkusten jämfört med tiden före 1985, och den är högst i länen Gävleborg, Uppsala och Stockholm. Det finns dock inget samband mellan förekomsten av tarmsår och minskad späcktjocklek. Det är ännu okänt vad som kan ha ökat förekomsten av tarmsår. En hypotes om uppkomsten av såren är att sälarnas förmåga att läka sår i tarmen efter hakmaskangrepp har försämrats. Fortfarande finns bara ett fall av tarmsår hos gråsäl

FAKTA

Övervakning av sälarnas hälsotillstånd

Naturhistoriska riksmuseet (NRM) har under de senaste 30 åren årligen tagit emot och undersökt 50–200 sälar från Östersjön som drunknat i fiskeredskap (bifångst), hittats döda eller fällits under avlysningsjakt. De flesta sälar som skickas in till NRM är gråsäl. I undersökningarna ingår förutom olika kroppsmått och vikter, studier av sjukliga förändringar, fastställande av dödsorsak samt provtagning till miljöprovbanken. Ibland tas också prover för speciella forskningsprojekt.

Under epidemierna 1988 och 2002 samlades bl.a mer än två tusen underkäkar från knubbsäl in, och undersöktes med avseende på ålder och patologiska förändringar.



Gråsälskut.

Foto: Olle Karlsson, Naturhistoriska Riksmuseet



Foto: Per Bengtson/Orion idé

I Västerhavet har knubbsälen varit den dominerande sälarten sedan gråsälen utrotats genom jakt.

utanför Östersjön beskrivet i litteraturen. En del andra sjukliga förändringar har även observerats bland insamlade gråsälar, exempelvis binjurebarksförtjockning hos äldre individer, parasitära leverskador och lindriga halsinfektioner.

Skjuts eller drunknar

Den vanligaste dödsorsaken för gråsälar som kommer in till Naturhistoriska Riksmuséet är att de blivit skjutna eller att de drunknat i fiskredskap. Under 2006 hade ett mindre antal av de undersökta sälarna dött av sjukdomar eller svultit ihjäl. Några få gråsälar visade sig ha en tarmparasit, *Schistocephalus solidus*. Denna parasit är vanlig hos spigg, men har inte tidigare rapporterats i östkustsäl.

Knubbsälen i Kalmarsund

Knubbsälen finns i en isolerad population i Kalmarsund, och dessutom i Västerhavet. I Västerhavet har den varit den dominerande sälarten sedan gråsälen utrotats genom jakt.

Knubbsälspopulationen i Kalmarsund är en kvarleva av de knubbsälar som etablerade sig i Östersjön för ca 8 000 år sedan. De fick sin maximala utbredning för 4 000 år sedan, då knubbsälen var relativt vanlig

söder om linjen Rigabukten till strax norr om Öland. Stammen översteg 5 000 djur i början av 1900-talet. Intensiv statsunderstödd jakt fram till 1940-talet, och troligtvis även miljögifter, ledde till att endast 10–20 reproducerande honor återstod i början av 1970-talet.

Genetiskt isolerad

Kalmarsundspopulationen är närmast besläktad med knubbsälar från centrala Nordsjön och Island, men inte med knubbsälarna från södra Östersjön och Kattegatt. Beståndet har varit genetiskt isolerat under en stor del av sin historia, vilket i kombination med få individer lett till låg genetisk variation. Detta gör den känslig för mänsklig påverkan.

Svår flaskhals

Denna utbredningsmässigt begränsade och genetiskt avvikande knubbsälspopulation passerade en svår flaskhals under 1970-talet, då endast ett 50-tal djur räknades som mest och endast 10–20 kutar föddes årligen. Huvudorsaken till de låga talen var det hårda jakttrycket. Även reproduktionsnedsättning på grund av höga halter av miljögifter kan ha bidragit till det låga reproduktionsutfallet. Jaktförbud och

förbättrade miljöförhållanden är därför de troliga orsakerna till den ökande stammen av knubbsäl i Kalmarsund. Antalet räknade knubbsälar på dessa lokaler har ökat från 50 djur år 1977 till 522 år 2006, vilket innebär en genomsnittlig ökning med 8,9 procent per år. För perioden 1990–2006 var den årliga ökningstakten 7,8 procent, vilket är 4–5 procent lägre än i Kattegatt och Skagerrak.

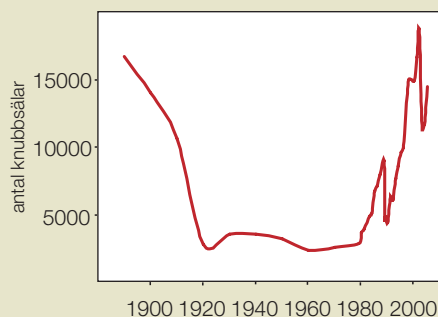
Antal kutar ökar

Antalet kutar födda från 70-talet till nu överstiger den långsiktiga trenden, och är inte möjlig i en population med stabil åldersstruktur. Fenomenet skulle kunna förklaras med att tidigare sterila honor återfick sin fertilitet, vilket även skett med Östersjöns gråsälar. Sedan 1977 har den genomsnittliga ökningstakten i antal födda kutar varit 9,5 procent.

Ökningstakt och reproduktionsutfallet i knubbsälspopulationen i Kalmarsund antyder en förbättrad hälsostatus sedan 1970-talet. Tarmsår som ofta rapporteras från gråsälarna i Östersjön noterades inte hos någon av knubbsälarna, men resultatet är osäkert eftersom antalet undersökta knubbsälar är litet.

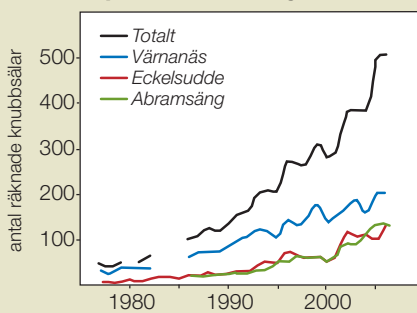
KNUBBSÄL

Populationsutveckling Västerhavet



Knubbsälspopulationen på västkusten har varit hårt nedtryckt av jakt, och jakten var tillåten ända in på 1970-talet. Knubbsälen är känslig för jakttryck, och kan snabbt kan pressas ned till låga nivåer, men är svårare än gråsälen att utrota. Populationen i Västerhavet har god reproduktion och adult överlevnad, vilket under goda förutsättningar kan ge en långsiktig tillväxt upp mot 12 procent per år.

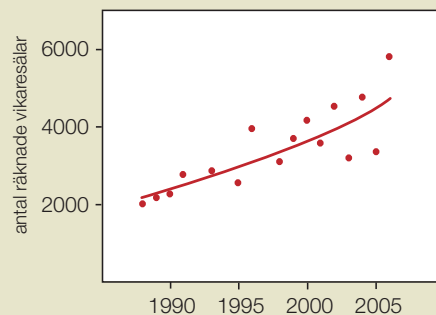
Populationsutveckling Kalmarsund



Den nuvarande utbredningen av knubbsälarna i Kalmarsund är begränsad till Värnanäs, Abramsäng och Eckelsudde på Öland. Honor från Abramsäng verkar nyttja Eckelsudde som reproduktionslokal, för att sedan återvända till Abramsäng under pälsbytet.

VIKARESÄL

Populationsutveckling



Populationen av vikaresälen har sedan 1988 tillväxt med 4,3 procent per år, vilket ska jämföras med artens potential om ca 10 procent. Detta visar att vikaresälen fortfarande har allvarliga problem med miljögifter.

Nyttjar reproduktionslokal

Den nuvarande utbredningen av knubbsälarna i Kalmarsund är begränsad till Värnanäs, Abramsäng och Eckelsudde på Öland. Under senare tid har den även uppträtt vid Ölands södra udde (Ottenby) och på östra Öland (Össby). Sedan inventeringarna startade har mer än 50 procent av kutproduktionen skett vid Värnanäs, medan ca 20 procent föddes på vardera lokalerna Eckelsudde och Abramsäng fram till början av 1990-talet, varefter kutproduktionen vid Eckelsudde ökat, medan motsvarande minskning skett vid Abramsäng. Eftersom antalet äldre djur under flygräkningarna i augusti varit likartad under den undersökta perioden, verkar honor från Abramsäng utnyttja Eckelsudde som reproduktionslokal, för att sedan återvända till Abramsäng under pälsbytet.

Knubbsälen i Västerhavet

I Västerhavet ökade knubbsälen till slutet av 1800-talet, då skottpengar på säl infördes i Danmark, och något senare i Sverige. Beräkningar visar att det måste ha funnits minst 17 000 knubbsäls i slutet av 1800-talet, och att jakten pressade ned stammen till ungefär 2 000 djur på 1920-talet.

Jakttrycket höll kvar populationen på denna nivå fram till mitten på 1970-talet då jaktförbud infördes i både Sverige och Danmark. Viss begränsad jakt var dock tillåten i Norge.

Drabbade av sjukdomsepidemier

Under perioden 1979–1987 ökade populationen med 12 procent per år. År 1988 drabbades populationen av en epidemi, förorsakad av ett virus, tillhörande samma grupp som mässling och valpsjuka hos hund, som slog ut över 50 procent av populationen.

Efter 1988 års epidemi repade sig populationen snabbt och ökade återigen med 12 procent per år fram till 1998, då tillväxten avtog till 9 procent per år i Kattegatt. Denna sänkning sågs dock inte i Skagerrak. År 2001 fanns 19 000 sälar i Västerhavet. Året därpå återkom sjukdomsepidemin, och 60 procent av sälarna i Skagerrak och 35 procent av sälarna i Kattegatt dog. Inventeringarna efter 2002 visar åter på tillväxt i populationen.

Känslig för jakttryck

Detta visar att knubbsälen är känslig för jakttryck och snabbt kan pressas ned till låga nivåer, men är svårare än gråsälen att utrota. Populationen i Västerhavet har god

reproduktion och överlevnad bland vuxna djur, vilket under goda förutsättningar kan ge en långsiktig tillväxt upp mot 12 procent per år. Man kan inte se några tecken av nedsatt reproduktion eller överlevnad som skulle kunna förorsakas av miljögifter. Ingen av de sälar som fällts under jakten 2005 och vars inre organ undersöktes under året visade tecken på sjukliga förändringar, förutom några fall av parasiter i hjärtats kammare.

Sjukliga förändringar i käkarna

Men även om knubbsälarnas reproduktion verkar ha förbättrats finns andra sjukdomstecken som tyder på miljögiftsbelastning. De underkäkar från knubbsälsar som samlades in under epidemierna 1988 och 2002 hade en hög frekvens av sjukliga förändringar. En typ av förändring var yttre benpålagring (exostos) som var mycket ovanlig i material insamlat före 1950. I materialet från 1988 hade 45 procent av knubbsälarna i Skagerrak exostos. I Kattegatt var siffran 50 procent, och i Östersjön 55 procent. Materialet från 2002 är ännu ej analyserat, men preliminära studier visar att dessa benförändringar kvarstår i liknande omfattning. Avsaknaden av dessa sjukliga förändringar i äldre material, till-

Foto: Helena Larsson/N

Vikaresäl finns framförallt i Bottniska viken och i Rigabukten. Populationen är fortfarande drabbad av miljögifter.

sammans med den ökande frekvensen från Skagerrak in mot Östersjön, antyder att knubbsälarna fortfarande är påverkade av miljögifter.

Det har visats att knubbsälar med de PCB-halter som uppmäts i Kattegatt får nedsatta immunfunktioner. Framför allt minskar bildandet av antikroppsbildande vita blodkroppar vilket leder till att knubbsälarna blir mer utsatta för sjukdomar. Men det är oklart om denna mekanism är orsaken till att epidemierna började i Västerhavet 1988 och 2002.

Vikaresälar miljögiftsbelastade

Populationen av vikaresäl ökade under perioden 1988–2006 med 4,3 procent per år, vilket ska jämföras med artens potential om ca 10 procent. Detta visar att vikaresälarna fortfarande har allvarliga problem med miljögifter. De tidigare mycket höga frekvenserna av tillslutningar i livmoderhornen har minskat, men fortfarande uppträder de även hos relativt unga vikarehonor. När tillslutning väl skett i båda livmoderhornen är sälen steril för livet. 🐋

FAKTA

Övervakning av sälpopulationerna

Övervakningen av de tre svenska sälarterna gråsäl, knubbsäl och vikare har ingått i den marina miljöövervakningen sedan 1989. Arterna inventeras på olika sätt, beroende på skillnader i deras levnadssätt. Men syftet med projekten är det samma; att följa beståndens utveckling och hälsostatus.

Gråsäl: Övervakningen av gråsäl bygger på kontroller av antalet uppeliggande sälar på kända sällokaler under sälarnas pälsbytesperiod i maj/juni. Under 2006 genomfördes utöver de ordinarie inventeringarna från land och båt även inventeringar med hjälp av helikopter.

Knubbsäl: Populationerna av knubbsäl inventeras med flyg under pälsbytesperioden i augusti. De systematiska inventeringarna startade 1979 inom ramen för ett samarbete med danska forskare. Landbaserade kuträkningar startade i slutet av 1970-talet då ca 10 kutar räknades årligen. För att få en bild av knubbsälspopulationen före de systematiska inventeringarna startade har jaktstatistik använts. Som ett komplement görs även genetiska analyser av insamlade sälar.

Vikaresäl: Inventeringar av vikaresäl utförs vid pälsbytet under slutet av april då de ligger uppe på isarna i Bottniska viken. Metoden är att flyga jämnt fördelade nord-sydliga transekter över isen med en täthet så att minst 10 procent av isytan blir täckt. Antalet uppeliggande sälar utgör sedan ett index på populationsstorlek som är jämförbart mellan olika år.

Havsörn

– i miljöövervakningens tjänst 🔍

BJÖRN HELANDER, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET

När miljögiftsproblemen började uppmärksammas på allvar under 1960-talet var havsörnen den fågel som signalerade allra starkast i Östersjön. Redan i slutet av 1960-talet var fortplantningsförmågan hos örnarna vid den svenska kusten nedsatt till bara en fjärdedel av det normala, och beståndet hade minskat kraftigt. Sedan dess har havsörnen varit i människans tjänst som en varningsklocka för miljögifter.

■ Havsörnens naturliga utbredningsområde i Sverige omfattar nästan hela landet. Fram till 1800-talets första hälft fanns den

längs hela vår kuststräcka – från de utpräglade marina miljöerna vid västkusten och vidare längs hela Östersjökusten upp till Norrbottens svagt bräckta vatten, och dessutom i sötvattensmiljöer över hela landet från Lappland till Skåne. Den gemensamma nämnaren är vatten, basen för havsörnens ekonomi. Under häckningsperioden fångar den nästan all sin föda i anslutning till vattenmiljöer.

Svårt förföljd

Under 1800-talet var det inte miljögifter som utgjorde hotet mot havsörnens överlevnad, utan människan. Genom systema-

tisk förföljelse utrotades arten från trakt efter trakt. Det sista kända häckningsförsöket vid västkusten skedde 1904. Då var örnen redan i stort sett borta från sydkusten och de flesta insjöar i Syd- och Mellan-sverige.

När havsörnen till slut fridlystes 1924 återstod bara några tiotal par vid Östersjökusten och några enstaka isolerade par vid Vänern, Hjälmaren och Mälaren samt i Lappland. Före år 1800 måste det i Sverige ha funnits minst 500 par, troligare runt 1000 par eller kanske ännu fler. Vid fridlysningen återstod då bara ca fem procent av beståndet!

Två restbestånd

Efter fridlysningen började beståndet långsamt öka vid Östersjökusten. Men samtidigt försvann de enstaka förekomsterna vid mellansvenska insjöar helt. Havsörnsbeståndet i Sverige har därför under större delen av 1900-talet utgjorts av två restbestånd i skilda miljöer: ett vid Östersjökusten och ett annat, glest spritt vid sjöar i Lappland. Dessa två bestånd lever under olika naturliga förhållanden med olika exponering för miljögifter. Detta har mycket tydligt återspeglats i påverkan på beståndens fortplantning.

När varningsklockan ringde

De första larmrapporterna om att någonting inte stod rätt till med havsörnarna vid Östersjökusten kom i början av 1960-talet. Fåglarna fanns ofta kvar vid sina gamla boplatser, men det blev inga ungar. Samma sak observerades från olika kustavsnitt och ledde till att Svenska Naturskyddsföreningen 1964 genomförde en inventering av beståndet och häckningsresultaten. Det



Foto: Jan-Michael Breider/N

visade sig som befarat att fortplantningsförmågan var starkt nedsatt. För att följa utvecklingen fortsattes inventeringarna. Situationen förvärrades ytterligare och från 1971 kunde övervakningen fortsätta inom Naturskyddsföreningens nystartade "Projekt Havsörn".

Havsörnen är allra högst upp i näringskedjan – den äter både fisk och andra fiskätande fåglar, till och med döda sälar. Det gör att den så att säga blir "slutstation" för sådana kemiska föroreningar som bryts ner långsamt i miljön och som ökar i koncentration för varje steg i näringskedjan. Resultatet av denna starka exponering för stabila miljögifter har visat sig på ett dramatiskt sätt hos Östersjöns havsörnar.

Studier bakåt i tiden av när fortplantningsförmågan verkligen började försämrats har visat att detta skedde redan vid början av 1950-talet. Vi kan alltså konstatera att när varningsklockan egentligen började ringa var vi inte tillräckligt lyhörda – det hade varit enkelt att upptäcka problemet redan tio år tidigare!

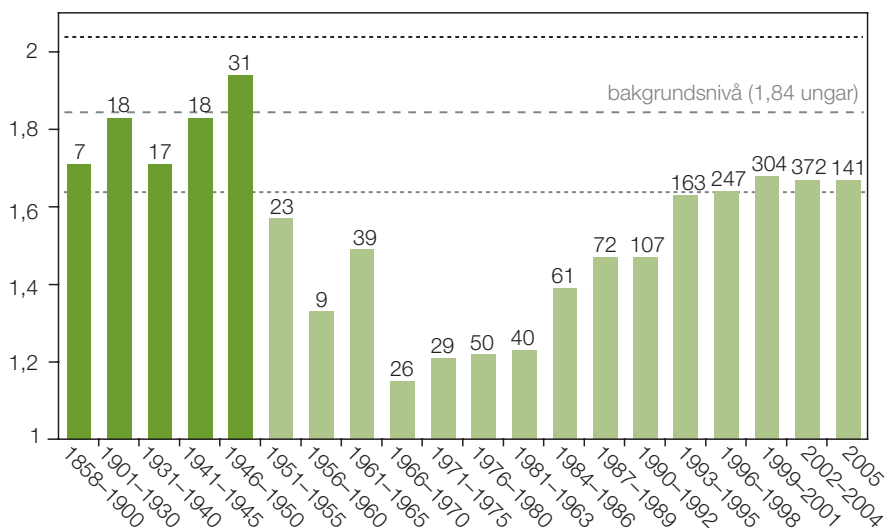
Idealisk art för övervakning

Från 1989 ingår havsörnsbeståndet vid kusten i programmet "Övervakning av marina toppkonsumenter" inom den nationella miljöövervakningen. Valet av just havsörnen bland fåglar motiveras av artens kraftiga exponering för stabila miljögifter och den historiska bakgrunden med en starkt nedsatt reproduktion som kunnat kopplas till just påverkan av sådana substanser.

Havsörnen har också andra egenskaper som är fördelaktiga i övervakning. Paren är stationära inom sina hemområden året runt, vilket gör att de avspeglar den regionala eller till och med lokala föroreningsbilden av miljögifter. Paren lever i engifte och är mycket lokaltrogna. Det innebär att vi med mycket stor säkerhet kan kontrollera samma individer år från år. Dessutom är en stor andel av de häckande fåglarna numera ringmärkta, vilket ytterligare stärker möjligheterna till studier på individnivå.

De mätvariabler vi använder är mycket robusta: andelen reproducerande par i beståndet, och antal ungar i kullarna. Dessa mätvärden kan också utvärderas mot bakgrunds nivåerna, d.v.s. de värden som rådde innan miljögifterna började påverka beståndet. Sådana referensvärden är mycket värdefulla inom miljöövervakning.

ANTAL UNGAR PER KULL UNDER 150 ÅR



Genomsnittlig kullstorlek hos havsörn vid svenska Östersjökusten, periodiserat. Bakgrunds-nivån fram till 1950 på i genomsnitt 1,84 ungar med 95 procent konfidensintervall är markerad med mörka staplar och streckade linjer. Siffrorna ovanpå staplarna anger hur många kullar som undersökts. Redan 1951–1955 hade kullstorleken minskat kraftigt under inflytande av miljögifter och var signifikant mindre än bakgrunds-nivån.

Viktiga bokkontroller

Övervakningen sker i två steg. Under mars–april lokaliseras årets bebodda bon, antingen genom markobservationer från störningsfritt avstånd eller genom flyginventeringar. Under maj och juni görs uppföljande kontroller av alla bebodda bon, genom uppklattring till boet. Antal ungar kan inte med säkerhet avgöras från marken och därför är kontroll av själva boet på detta sätt nödvändigt för att kvalitets-säkra dessa data. I samband med bokkontrollen kan också ungarna mätas, vägas, ringmärkas och provtas.

Okläckbara, d.v.s. döda, ägg och skaller insamlas vid bokkontrollerna för undersökningar av skalkvalitet och analys av miljögifter. Sådana mätvärden kan sedan kopplas till fortplantningsförmågan hos de enskilda honorna. Vuxna havsörnar vid svenska kusten har i genomsnitt ett reproduktivt liv av 10–15 år och ibland ända upp till 25 år. Detta gör att fortplantningen hos samma individ ibland kan följas under perioder med förändrad miljögiftsbelastning.

Genom studier av enskilda individers belastning och reproduktion över lång tid har vi kunnat styrka att kroniska skador uppkommit hos havsörnar som varit utsatta för hög miljögiftsbelastning – det hjälpte inte att koncentrationerna i fåglarna och deras ägg så småningom sjönk.

Miljögiftsbelastning

Studierna av fortplantningsförmåga i relation till belastning med miljögifter har fokuserat i första hand på DDT och PCB. De starkaste sambanden har visats för DDE – den stabila nedbrytningsprodukten i miljön av bekämpningsmedlet DDT. Nästan lika starka samband har visats för PCB, men bilden kompliceras av att koncentrationerna av dessa kemiskt sett närbesläktade substanser varit starkt korrelerade i havsörnarna – när DDE-halten varit hög så har också PCB-halten varit hög.

Efter det att användningen av DDT och PCB i olika steg förbjödits från början av 1970-talet har koncentrationerna av dessa substanser i miljön utvecklats olika. Detta har gett nya möjligheter under senare år att bättre skilja ut effekter av substanserna. Vi har nu kunnat uppskatta kritiska gränsvärden för koncentrationer när reproduktionen börjar påverkas. Dessa gränsvärden är ca 120 mikrogram DDE respektive 500 mikrogram PCB per gram fett i äggen. Under 1970-talet var koncentrationen av PCB i äggen i genomsnitt dubbelt så hög och för DDE hela sju gånger högre än dessa gränsvärden!

De senaste åren har nivåerna för både DDE och PCB sjunkit till nivåer som ligger strax under de skattade gränsvärdena för en påverkan på fortplantningen.

NY VARNING FRÅN HAVSÖRNNEN?



Foto: Jan-Michael Breider/N

■ Undersökningarna under 2006 har bl.a. gjort tydligt att havsörnskullarna i Bottniska viken är fortsatt små. Det har lett till fördjupade studier för att ta reda på orsaken.

Reproduktionen fungerar

Totalt kontrollerades 267 häckningsförsök vid Östersjökusten under 2006, varav 172 resulterade i ungar. Det motsvarar 64 procent lyckade häckningar.

När övervakningen av havsörnsbeståndet vid Östersjökusten tog sin början 1964 var vi i praktiken redan nära bottenläget för fortplantningen. Andelen reproducerande par nådde sin allra lägsta nivå åren 1971–1974 (18 procent). Nedgången var mera dramatisk i Egentliga Östersjön än i Bottniska viken.

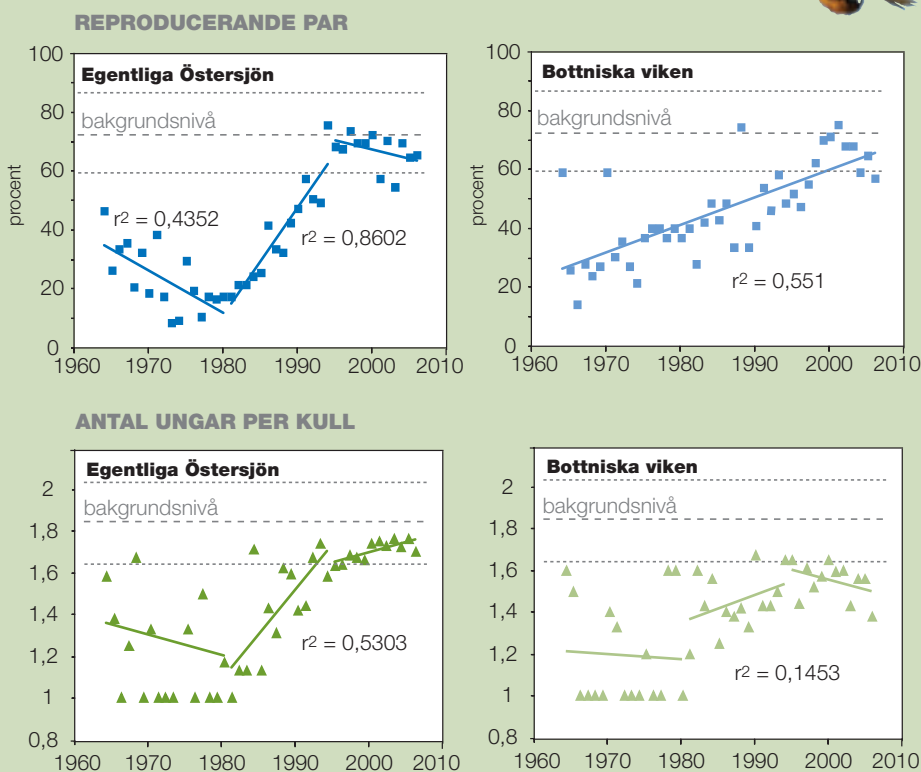
Under 1980-talet började en återhämtning ske, till stor del genom att de gamla individerna med kroniska fortplantningsstörningar successivt försvann och ersattes av yngre fåglar, som inte varit utsatta för samma starka exponering av miljögifter.

Från 1994 har andelen reproducerande havsörnspar i båda havsområdena nått nivåer som ligger inom konfidensintervallet för bakgrundsniån på 72 procent lyckade häckningar.

För små kullar i norr

Den genomsnittliga kullstorleken för hela kuststräckan blev 1,59 ungar/kull vilket är något lägre än tidigare under 2000-talet.

I Egentliga Östersjön visar kullstorlekarna en återhämtning som liknar den för andelen reproducerande par. Men för Bottniska viken ser bilden annorlunda ut. En viss återhämtning har skett men kullstorlekarna planar ut på en nivå som ligger klart under gränsvärdet för bakgrundsniån på 1,84 ungar. Det är i södra Bottenhavet som skillnaden är störst vilket drar ner värdena



HAVSÖRNSBON MED UNGAR SOM OCKSÅ INNEHÖLL DÖDA ÄGG

Södra Bottenhavet	18 av 114 bon	15,8 procent
Övriga Bottniska viken	12 av 305 bon	3,9 procent
Egentliga Östersjön	23 av 938 bon	2,5 procent

för hela Bottniska viken. Beror det på att fler ägg är döda, eller är någon annan faktor inblandad?

Många döda ägg i Bottenhavet

En genomgång av alla kontrollerade bon som innehållit ungar under perioden 1993 – 2006 visar att det är fyra gånger vanligare att bon i södra Bottenhavet också innehåller döda ägg, jämfört med bon i övriga Bottniska viken och i Egentliga Östersjön. Skillnaden i fördelning mellan områdena

är starkt signifikant. Men nivåerna av DDE och PCB i äggen skiljer sig inte mellan områdena under perioden.

Orsaken bakom den mindre kullstorleken i södra Bottenhavet behöver utredas vidare, och ett nytt forskningsprojekt har inletts. Flera miljögifter analyseras i ett utvalt material av ägg från det aktuella området och referensområden med normala kullstorlekar.

Kanske havsörnen än en gång signalerar om ett miljöhot? 🦅

LÄSTIPS

Helander, B. 1994. *Pre-1954 breeding success and productivity of White-tailed Sea Eagles Haliaeetus albicilla in Sweden*. Sid. 731–733 in: Meyburg, B.-U. & Chancellor, R.D. (red.), *Raptor Conservation Today*. WWGBP/The Pica Press.

Helander, B., Olsson, A., Bignert, A., Asplund, L. & Litzén, K. 2002. *The role of DDE, PCB, coplanar PCB and eggshell parameters for reproduction in the White-tailed Sea Eagle Haliaeetus albicilla in Sweden*. *Ambio* 31(5):386–403.

Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds.) 2003. *SEA EAGLE 2000. Proceedings from an international conference at Björkö, Sweden, 13–17 September 2000*. Swedish Society for Nature Conservation.



FISKARNA I VÅRA HAV

**Fiskbestånd i utsjön ur balans
Kustfisk – bestånden speglar miljön
Hälsotillståndet hos abborre och tånglake**

Fiskbestånd

i utsjön ur balans

BENGT SJÖSTRAND, FISKERIVERKET

Våra utsjöfiskbestånd ser mycket olika ut i våra olika havsområden. Det de har gemensamt är att de ej är i balans. Problemen i havsområdena ser också mycket olika ut. I Egentliga Östersjön har bestånden svängt helt. I Västerhavet har de flesta bestånden problem med rekryteringen. Att få alla dessa bestånd i balans är ett arbete som kommer att ta lång tid.

■ I miljömålet Hav i balans, delmål 5, står: "Uttaget av fisk, inklusive bifångster av ungfisk, skall senast år 2008 inte vara större än att det möjliggör en storlek och sammansättning på fiskbestånden som ger förutsättningar för att ekosystemets grundläggande sammansättning och funktion bibehålls. Bestånden skall ha återbyggts till nivåer betydligt över biologiskt säkra gränser."

Detta delmål har inte uppnåtts och förväntas inte kunna uppnås inom den stipulerade tiden. Fiskeriverket har därför föreslagit en omformulering, som inne-

bär att det nya målet skall vara nått år 2015. Förändringen behövs för att tydliggöra behovet av en ekosystemansats, för att ge en realistisk tidsplan samt för att ge mätbara kriterier för när delmålet är uppnått. Slutåret 2015 är en mer realistisk ambition i relation till EUs beslutade eller föreslagna återhämtningsplaner. Slutåret stämmer också med rekommendationerna vid Världstoppmötet för hållbar utveckling i Johannesburg 2002.

Förändring av fisksamhällena

Av de viktiga fiskslagen, torsk, sill/strömming och skarpsill finns idag i Egentliga Östersjön ca tre miljoner ton. Sedan mitten på 1970-talet, då årliga beståndsskattningar började göras av Internationella Havsforskningsrådet, ICES, har den uppskattade totalmängden varierat mellan 2,5 och 5 miljoner ton. Fångsterna har uppgått till mellan 400 000 och 800 000 ton årligen och var 2006 knappt 500 000 ton.

Bakom dessa till synes tillfredställande kvantiteter/uppgifter döljer sig dock

markanta skillnader mellan fisksamhället idag och för 30 år sedan. Antalet planktonätande bytesfiskar som strömming och skarpsill har fördubblats till runt 350 miljarder, antalet fiskätande rovfiskar som torsk har reducerats till en fjärdedel, ca 400 miljoner. Genomsnittsvikten på en bytesfisk har minskat från 25 gram till 10 gram.

Konsekvenserna för ekosystemet av den svängning som skett från ett torskdominerat system till ett dominerat av skarpsill är betydande men långtifrån fullt utredda.

Outnyttjade möjligheter

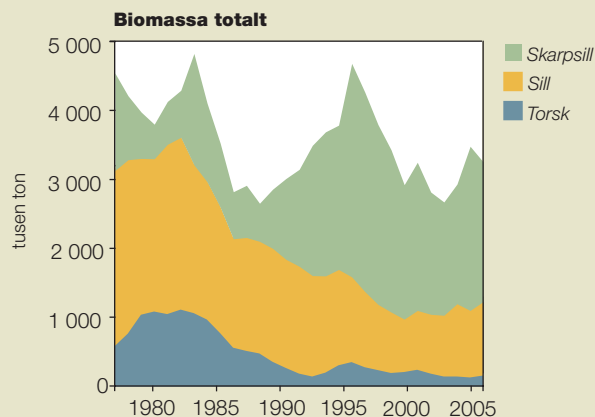
Det var de ovanligt stora årsklasserna av ungtorsk under åren från 1976 till 1982, gynnade av frekventa och omfattande saltvatteninflöden, som utgjorde grunden för "boomen" i torskfisket 1980–85. Saltvatteninflödena minskade därefter och nyrekryteringen av torsk avtog markant. Länderna kring Östersjön lyckades inte nå överenskommelser eller genomdriva effektiva fiskeregleringar, vilket fick exploateringsnivån av torsk att bli ohållbart hög. Detta accelererade beståndsminskningen drastiskt.

Ett enkelt räkneexempel illustrerar vad god hushållning kunnat innebära för torskbestånd och fiske. Antag att man 1983 börjat nyttja torsken så att fiskeridödligheten blivit 0,35 istället för den faktiska, som var ca 1,0. Eller uttryckt på annat sätt: om man börjat fånga 30 procent av fiskarna istället för drygt 60 procent. Då hade lekbiomassan idag varit inom säkra biologiska gränser och landningarna kunde ha varit mer än dubbelt så stora som dagens. Priset fiskenäringen fått betala hade utgjorts av minskade fångster under två år, 1983 och 1984. Den årliga vinsten av god hushåll-

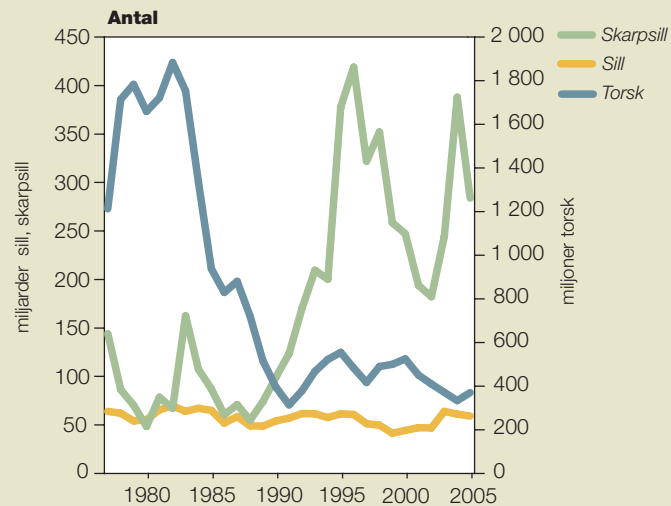


Foto: Nordlys.

FISKBESTÅNDEN I EGENTLIGEN ÖSTERSJÖN

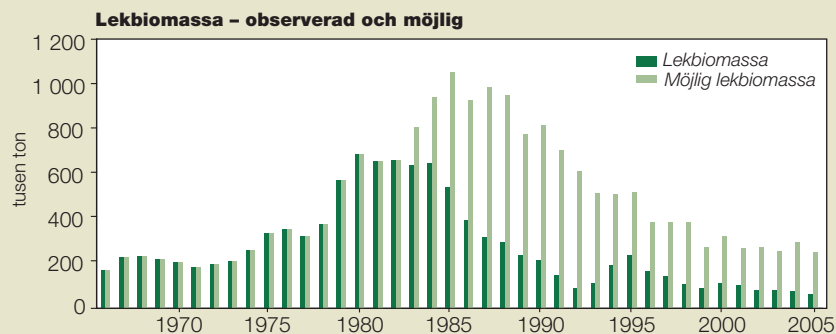


➤ En kraftig förskjutning av de olika arternas andel av biomassan i Egentliga Östersjön har skett sedan början av 1980-talet. Torskens andel har minskat drastiskt medan skarpsillens andel har ökat.

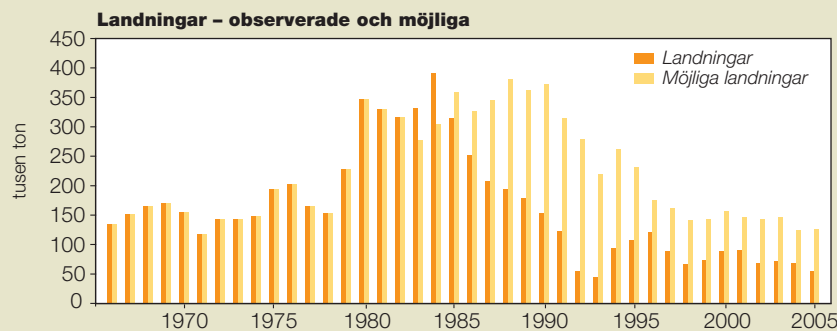


➤ Sedan början av 1980-talet har antalet torsk i Egentliga Östersjön minskat med 75 % medan antalet skarpsillar fördubblats.

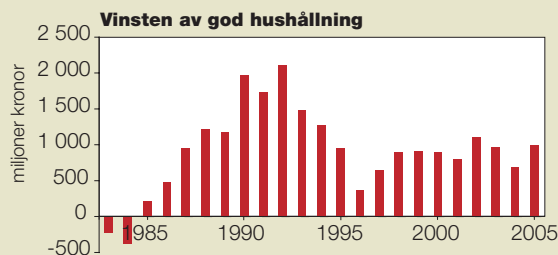
GOD HUSHÅLLNING



➤ Lekbiomassa, observerad och möjlig. Om man sedan 1983 fångat 30 % av torskbeståndet istället för 60 % (som varit fallet) hade biomassan varit väsentligt högre även idag.



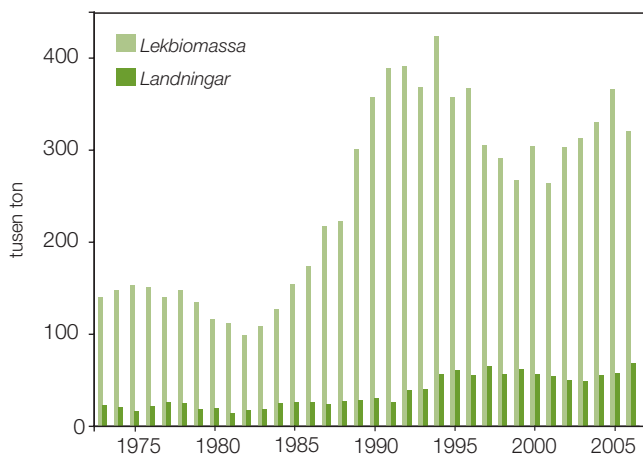
➤ Landningar, observerade och möjliga. Dessa hade kunnat vara dubbelt så höga som de är.



➤ Värdet av den möjliga vinsten från god hushållning. Fångsterna hade kunnat inbringa ytterligare 1–2 miljarder kronor årligen.

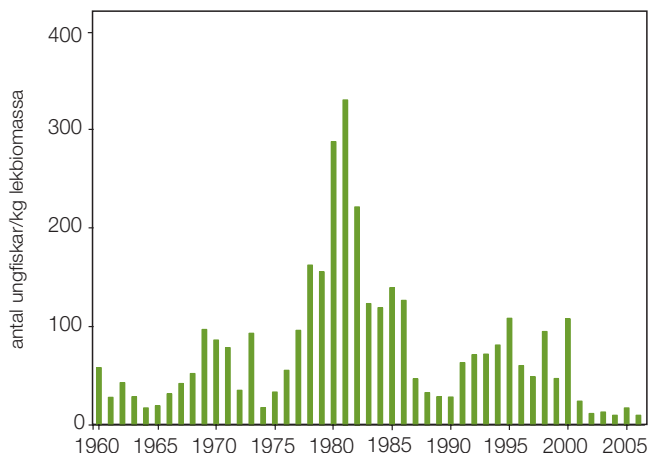
Utgångspunkten för beräkningarna är det uppskattade torskbeståndet 1983, det uppskattade årliga tillskottet av ungfisk och en konstant, låg fiskeridödlighet. Vikt per åldersgrupp och könsmognadsgrad lika i exemplen lekbiomassa och landningar.

Strömming i Bottenhavet



➤ Utvecklingen av lekbiomassa och landningar av strömming i Bottenhavet. Lekbiomassan är idag ungefär dubbelt så stor som under 1970-talet men består till stor del av ung strömming. Strömming över 20 cm är relativt sällsynt.

Sill i Nordsjön-Skagerrak



➤ Ungfiskproduktion per kilo vuxen sill i Nordsjön-Skagerrak. Produktionen av ungfisk till beståndet har varit mycket låg de senaste åren.

ning skulle ha varit i storleksordningen en till två miljarder kronor.

Ökning av strömming i Bottenhavet

Det finska trålfisket är dominerande i fångststatistiken för strömming i Bottenhavet. Finland svarar för 98 procent av strömmingsfångsten. Drastiska förändringar observerades i strömmingsbeståndet runt år 1990. Tillskottet av ungfisk fördubblades, fångsten steg efter hand från 20 000 ton till 60 000 ton och mängden köns mogen fisk fördubblades till runt 350 000 ton. Vid samma tid började också en minskning av medelvikten i de flesta åldersgrupper – strömmingen blev magrare.

Trots den markanta beståndsökningen har svenska fiskare haft svårigheter att, längs svenska sidan av Bottenhavet, hitta den stora strömming som krävs för beredning av surströmming. Någon god förklaring till denna brist har inte presenterats, men gräsälens kända preferens för strömming större än 20 cm kan vara en bidragande faktor.

Bottenfiskbestånd i kris

Situationen i Västerhavet karakteriseras av att åtskilliga bestånd av bottenfiskar, främst torsk, har blivit så små att nytillskottet av ungfisk påverkats negativt. För såväl torskbeståndet i Kattegatt som det i Nordsjön-Skagerrak är framtidsutsikterna synnerligen osäkra. De resterande lekbe-

stånden av torsk i dessa områden består bara till mycket liten del av sådan gammal, stor fisk, som kan producera ägg/larver av högre kvalitet och med större överlevnadsförmåga. De regleringar som beslutats i EGs återuppbyggnadsplaner, har ännu inte gett några mätbara resultat.

Det är värt att uppmärksamma att inte bara överexploaterade fiskbestånd har problem. Även t.ex. sill i Nordsjön, tobis och vitlinglyra har haft mindre lyckad produktion av ungfisk under senare år. Nordsjösillen har haft en lekbiomassa på över en miljon ton sedan 2001, men har trots det haft en låg ungfiskproduktion.

Dessa bestånds olika exploateringsgrad, biotopval och livslängd indikerar att andra faktorer än fisket torde ha inverkat. Omvärldsfaktorer som temperaturändringar, varierande strömförhållanden och därmed förbundna ändringar i plankton-sammansättning är tänkbara kandidater.

Den minskade mängden rovfisk har bidragit till att svenska fiskare kan landa nordhavsräka och havskräfta till ett värde av 200 miljoner kronor årligen. Det är en parallell till utvecklingen på Kanadas ostkust där räka och snow crab (*Chionoecetes opilio*) har gett ekonomisk kompensation för det uteblivna torskfisket.

Minskad påverkan av trålning

Under 2004 flyttades den svenska trålgränsen, den gräns innanför vilken trålning inte

är tillåten, ut till fyra sjömil utanför baslinjen. Det gjordes dels för att minska bifångster av torsk och andra överexploaterade bestånd av bottenfisk, dels för att minska påverkan av trålning på hårbottenfaunan. Utvecklingen av redskap och navigationsutrustning hade lett till att förut oåtkomliga öar av mjukbotten kunde nyttjas för trålning efter havskräfta, och att trålarna kunde klättra över skrovliga bergspartier på vägen.

Det skedde även en revision av de dispensområden innanför gränsen där trålning tilläts. Ett villkor för fiske på dispensområdena blev att trålen skulle vara försedd med rist, d.v.s. ett galler som hindrar att större fisk fångas. Vidare skall trålen ha fyrkantmaskor i lyftet (själva fångstpåsen). Detta för att mindre fisk skall ha ökade möjligheter att fly.

Effekten på fångstsammansättningen har varit positiv. Bifångsterna har minskat drastiskt: från att ha utgjort ca 80 procent av fångsten till 20–30 procent då rist och fyrkantmaskor använts. 🐟

LÄSTIPS

Fiskbeståndens utveckling redovisas mer utförligt i rapporten: Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten - Resurs- och miljööversikt 2007, Fiskeriverket

Kustfisk

– bestånden speglar miljön

MAGNUS APPELBERG, JAN ANDERSSON, FREDRIK LJUNGHAGER & KERSTIN SÖDERBERG, FISKERIVERKET

Fisksamhällenas sammansättning och dynamik påverkas i stor utsträckning av kustområdenas geografiska och fysiska förutsättningar. De områden som provfiskas ligger i olika vattentyper och det återspeglas också i resultaten.

■ Övergödning och klimatvariationer är några av de faktorer som styr fiskbeståndens utveckling längs kusten. Annan mänsklig störning i kustzonen, t.ex. miljögiftsbelastning, ödeläggelse av fiskens lekplatser och blockering av kustmynnande vandringsvägar kan ha stor lokal påverkan. Även om det svenska kustfisket är relativt begränsat kan detta, liksom fisket i utsjön, också ha en betydande inverkan.

I denna artikel presenteras fem indikatorer från varje provfiskat område i en

gemensam kartbild. Detta för att ge en översiktlig bild över kustfisksamhällenas status under de senaste två till fyra åren.

Bottniska viken

I det nordligaste området, Råneå, var den totala fiskbiomassan hög. Påverkan från Råneälven är märkbar med litet siktdjup till följd av tillförsel av material från omgivande mark. Det gynnar karpfiskarter som mört och braxen och leder i sin tur till att fisksamhället domineras av fiskarter relativt långt ned i näringsväven med en låg trofisk medelnivå. Som kontrast var både total- och abborrbiomassan låg i Kinnbäck som ligger i ett lågproduktivt område i Bottenvikens södra kustområden.

Längre söderut, i norra Kvarken, visar provfisket att Holmöns fisksamhälle består

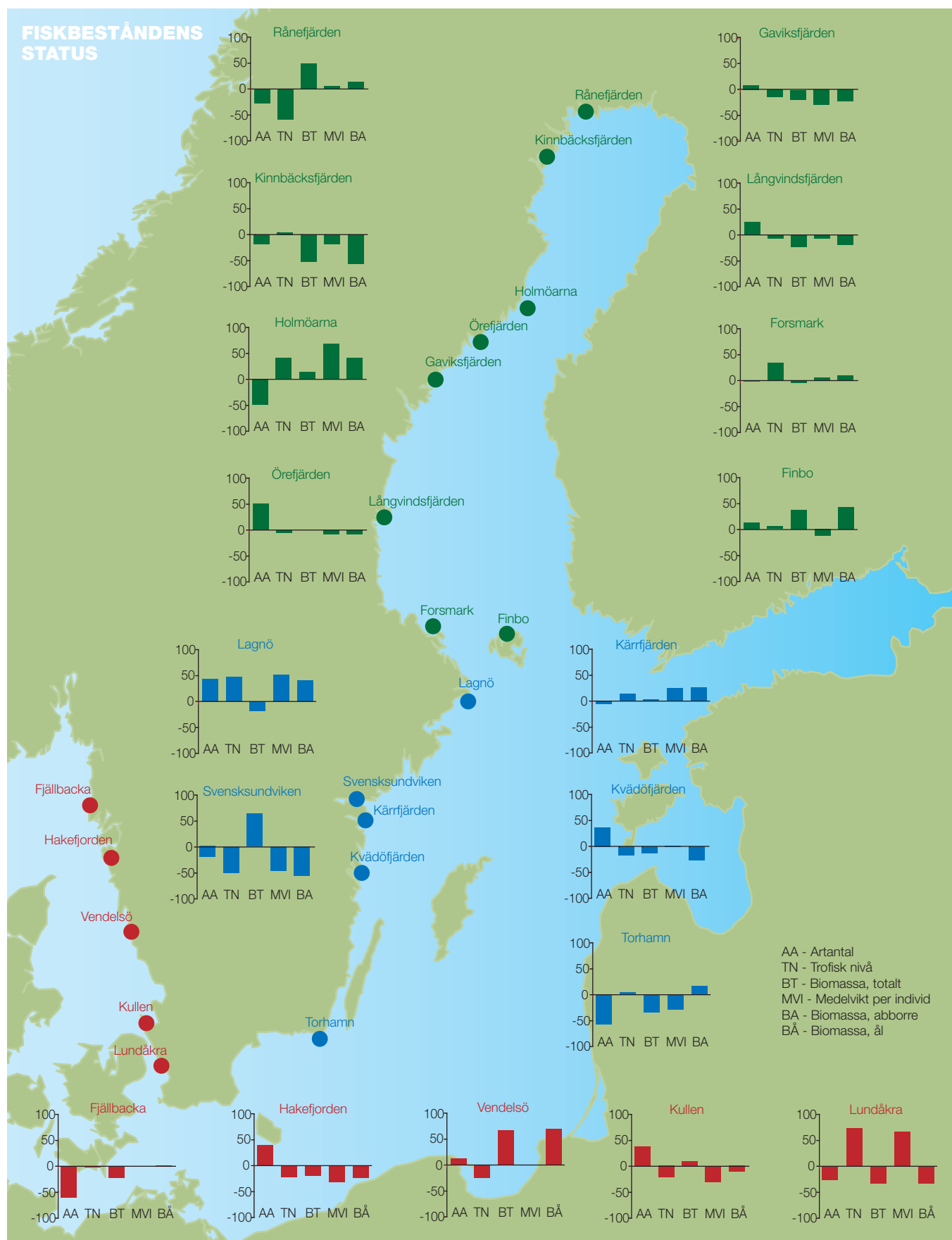
av ett relativt lågt antal fiskarter, till stor del dominerat av abborre. Detta resulterar i en hög trofisk medelnivå, med hög medelvikt och biomassa abborre. Den närliggande Örefjärden påverkas dels av sitt djup, dels av sin närhet till Öreälven, vilket medverkar till ett högt artantal. Resultaten från Gaviksfjärden ligger nära medelvärdet för de flesta indikatorerna för hela Bottniska viken, med en tendens till låg individmedelvikt, d.v.s. dominans av relativt små individer. Den i mellersta Bottenhavet belägna Långvindsfjärden visar dock på något högre artantal, men med låg biomassa vilket tyder på relativt näringsfattiga förhållanden i ett heterogent habitat.

De två sydligaste provfiskade områdena i Bottenhavet, Forsmark och Finbo, skiljer sig åt. Forsmark på svenska sidan uppvisar



Foto: Gustav Almquist/azote

Provfisken utförs längs med Sveriges kust för att ge en översiktlig bild av kustfisksamhällenas status.



Fiskbeståndens status under de senaste 2-4 åren i provfiskade områden. Indikatorerna är beräknade som indexerade avvikelser från medelvärdet för hela huvudbassängen d.v.s. Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet inklusive Öresund.

FAKTA

Provfiskemetodik och valda indikatorer

Provfisken i svenska kustområden genomförs inom ramen för nationell och regional miljöövervakning, nationell resursövervakning, samt inom kontrollprogram för industrin. Flera av provfiskena ingår som en del i programmet för Integrerad fiskövervakning.

De provfisken som ligger till grund för redovisade tidsserier genomförs med s.k. kustöversiktsnät på 2–5 m djup i augusti i Bottniska viken. I Egentliga Östersjöns kustområden används nätserier som är sammanlänkade nät bestående av olika maskstorlekar, medan provfisket i Västerhavets kustområden sker med små ryssjor.

För kustfiskbeståndens statusbeskrivning har den metodik som redovisas i Handbok för Miljöövervakning använts i hela Östersjön. I Västerhavets kustområden har en liknande metodik använts, med den skillnaden att här används ryssjor istället för nät med olika maskstorlekar.

Indikatorer för att beskriva förändringar i kustfiskbestånd och fisksamhällen:

■ SAMHÄLLSINDIKATORER

Antal arter – Antalet fiskarter som fångats i provfiskeområdet

Ardiversitet – Shannon-Wiener-index baserat på vikt

Biomassa totalt – Den totala vikten av fisken per nät/ryssja och natt

Individmedelvikt – Medelvikten av alla fångade individer

Storleksfördelning – Andelen stor fisk i fångsten, mäts som lutningen på fisksamhällets storleksfördelning

Trofisk medelnivå – Beskriver fisksamhällets funktion och summerar enskilda arters nivå i näringsväven

■ BESTÅNDSINDIKATORER

Biomassa enskilda arter – Vikt per nät/ryssja och natt

Individtillväxt abborre – Tillbakaräknad tillväxt hos abborre

en hög trofisk medelnivå, d.v.s. hög andel fiskar högt upp i näringsväven, medan provfisket vid Finbo på den åländska sidan visar tecken på att det föreligger en viss närsaltpåverkan, vilket yttrar sig i form av hög totalbiomassa och hög abborrbiomassa jämfört med medelnivån för området.

Egentliga Östersjön

Fisksamhället vid Lagnö i Stockholms norra mellanskärgård indikerar ett artrikt fisksamhälle dominerat av stor abborre. Förekomst av fiskar högt upp i näringsväven är hög, liksom individmedelvikten och abborrbiomassan. Svensksundsviken utanför Bråviken utgör en tydlig eutrofierad kontrast. Här är totalbiomassan av fisk hög, samtidigt som både individmedelvikten och andelen abborre är låg. Detta medför också en låg andel fiskar högt upp i näringsväven. I den relativt närliggande, men mindre belastade, Kärrfjärden, är fisksamhället mindre påverkat, med något högre medelvikt och med en abborrbiomassa högre än genomsnittet för de provfiskade områdena i Egentliga Östersjön. I den opåverkade Kvädöfjärden återfinns ett högt antal arter, men biomassan både

totalt och av abborre är låg vilket tyder på låg närsaltsbelastning.

Fisksamhället i det sydligaste provfiskade området, en innerfjärd vid Torhamn, är relativt artfattigt med låg biomassa och medelvikt hos fiskarna, men med en viss dominans av abborre.

Västerhavet

I Lundåkra, ett av de fem provfiskade kustområdena i Västerhavet och Öresund, dominerar fisksamhället av en hög andel stora fiskar högt upp i näringsväven, men med låg total biomassa och ålbio-massa. I det lite mer nordliga belägna området vid Kullen är artantalet högre, men medelvikten på fiskindividerna lägre.

I Vendelsö, Kattgatt, uppvisar fisksamhället en hög totalbiomassa vilket delvis beror på att biomassan av ål är hög. En tänkbar förklaring till detta kan vara att det provfiskade området är relativt grunt med goda produktionsförhållanden. Fisksamhället i Hakefjorden liknar det vid Kullen, med något fler fiskarter än genomsnittet och med en stor andel små fiskar.

Fisksamhället i Fjällbacka, Skagerrak, utgörs av ett relativt lågproduktivt, artfat-

tigt samhälle med låg biomassa jämfört med övriga områden i Västerhavets kustområden. 🐟

LÄSTIPS

Ljunggren L, Sandström A, Johansson G, Sundblad G, Karås P (2005). *Rekryteringsproblem hos Östersjöns kustfiskbestånd*. Finfo 2005:5.

Söderberg, K., G. Forsgren, och M. Appelberg, 2004. *Samordnat program för övervakning av kustfisk i Bottniska viken och Stockholms skärgård*. Finfo, 2004:7.

Söderberg, K. 2005. *Undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden – djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät*. www.naturvardsverket.se. 48 pp.

Thoresson, G. 1996. *Metoder för övervakning av kustfiskbestånd*. Kustrapport 1996:3. 33 s.

Ådjers, K., Andersson, J., Appelberg, M., Eschbaum, R., Fricke, R., Lappalainen, A., Minde, A., Ojaveer, H., Pelczarski, W. och R. Repeka, 2006. *Assessment of coastal fish in the Baltic Sea*. Helcom Baltic Sea Environment Proceedings 103 A: 26 pp.

Hälsotillståndet

hos abborre och tånglake

ÅKE LARSSON, LARS FÖRLIN, NIKLAS HANSON, HELENE EK, JOACHIM STURVE & JARI PARKKONEN, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Inom den nationella marina kustfiskövervakningen har känsliga biomarkörer använts sedan 1988 för att kartlägga hälsotillståndet hos fisk. Här redovisas undersökningar på abborre och tånglake för de områden som har de längsta tidsserierna. De flesta biomarkörerna indikerar en god hälsostatus. Några erhållna mätdata talar dock för att fisken är påverkad av en ökad exponering för något eller några miljögifter. Detta kan vara tidiga tecken på miljöförändringar som på sikt kan få allvarliga konsekvenser för fiskpopulationer i våra kustområden.

■ Provtagningarna är gjorda på abborre i Bottniska viken vid Holmöarna, på abborre och tånglake i Egentliga Östersjön vid Kvädöfjärden, samt på tånglake vid västkusten utanför Fjällbacka. I dessa provtagningsområdena förekommer inga kända större lokala eller regionala utsläppskällor, vilket gör att de kan betraktas som referensområden.

Ökad EROD-aktivitet hos abborre

EROD-aktivitet är ett mått på funktionen hos ett avgiftningssystem som mäts i abborrens lever. Förhöjd EROD-aktivitet visar att fiskens avgiftningssystem trätt i funktion.

Undersökningar på abborre i Kvädöfjärden från 1988 och framåt visar att EROD-aktiviteten har ökat successivt med ca 7 procent per år fram till år 2000. Därefter har nivåerna planat ut på en tre gånger högre nivå än under slutet av 1980-talet. Även vid Holmöarna har på senare år en tendens till ökning observerats. Den mest sannolika förklaringen är att fisken exponeras för ökande halter av miljögifter som

inducerar EROD, t.ex. vissa polyaromatiska kolväten (PAH) och olika halogenerade ämnen.

För att kartlägga orsakerna till ökningen har retrospektiva analyser av PAHer i abborre från Kvädöfjärden (1992–2004) och Holmöarna (1998–2004) genomförts. Resultaten hittills visar dock på dålig korrelation. Nyligen gjorda analyser har visat mycket höga halter av di- och tribromerade dioxiner i abborre och blåmussla i Kvädöfjärden. Därför kommer ytterligare analyser av dessa bromerade dioxiner att göras på tidigare insamlat abborrmaterial. Såväl vissa PAHer som bromerade dioxiner kan inducera EROD-aktiviteten och ge upphov till andra fysiologiska störningar, såsom effekter på fortplantningen, hos fisk.

Stor variation hos tånglake

Hos tånglake observeras ingen motsvarande ökande trend över tiden för leverns EROD-aktivitet. Däremot är det stora mellanårsvariationer. Undersökningar pågår för att belysa om dessa variationer speglar långväga transport av ämnen, och om avrinningen från land är en viktig faktor för variationen.

I Göteborgs hamn utfördes undersökningar under åren 2001–2004 för att med ett antal biomarkörer utröna om tånglakens hälsotillstånd påverkades av de stora muddringsarbeten som gjordes där 2003. I dessa studier användes Fjällbacka som referensområde. Undersökningarna visade bland annat på tydligt förhöjda EROD-aktiviteter. Lite oväntat antydde resultaten att dessa arbeten även kunde påverka tånglaken i Fjällbacka. Påverkan var svag men resultaten indikerar att det kan ske långväga transport av föroreningar längs kusten.

Fler förändringar

Under de senaste åren har också noterats att andelen vita blodceller ökar hos tånglaken, såväl från Kvädöfjärden som Fjällbacka. Orsaken till denna förändring är inte känd. En möjlig förklaring är att vita blodcellsbildningen påverkas av övergödning och algbloomning längs våra kuster.

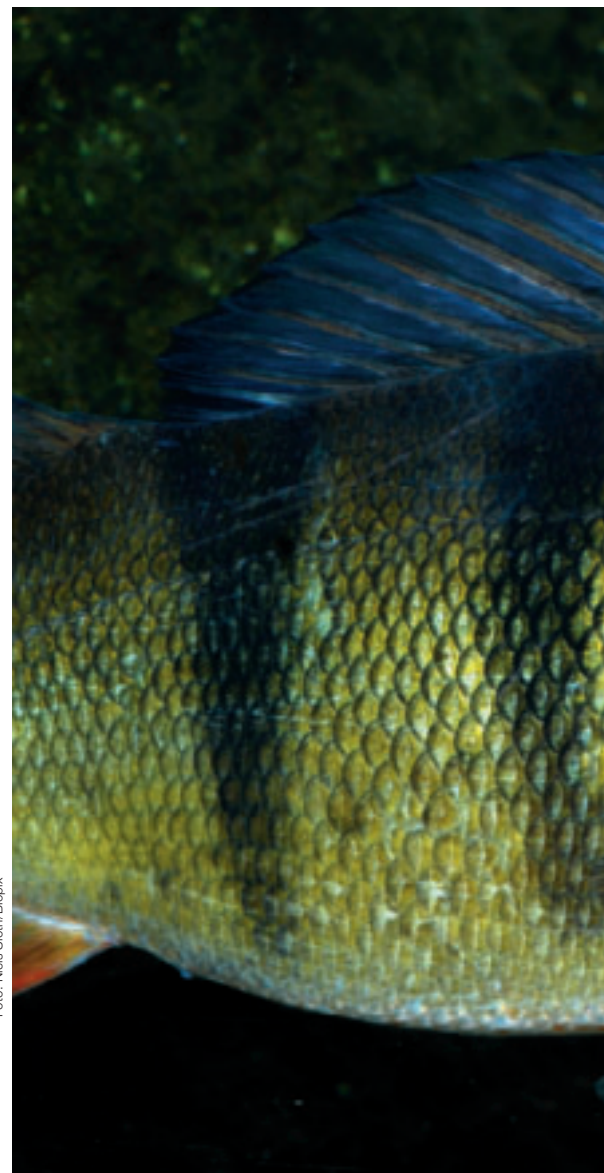


Foto: Nils Stoltz/Blompix

En annan viktig observation är att kroppstorleken på tånglakarna successivt minskar i undersökningsområdena. Denna storleksförändring kan vara ett resultat av naturlig variation eller av successivt ökande vattentemperatur och minskande populationsstorlekar av tånglake, vilket observerats av Fiskeriverket. Tånglaken är en kallvattenart och missgynnas av stigande vattentemperatur.

Störd jonbalans?

Ett så kallat gonadsomatiskt index (GSI) är ett mått på könsorganets vikt uttryckt i procent av den somatiska vikten d.v.s. vikten när könsorgan och mag- och tarmkanal är avlägsnade. En successiv minskning av storleken på abborrens könskörtlar har pågått sedan 1990-talet i Kvädöfjärden och Holmöarna. Minskningen har dock planat ut i Kvädöfjärden under de senaste tre åren.

En mindre gonadstorlek kan vara en indikation på en försenad årlig könsmog-

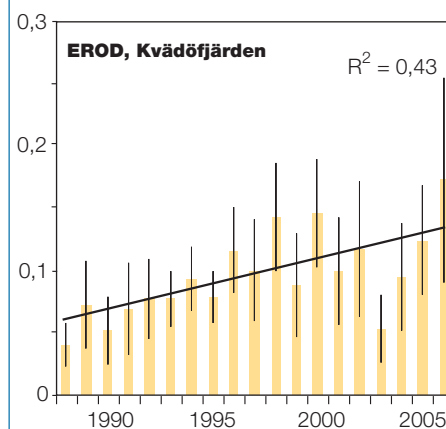
nad eller hämmad gonadutveckling med försämrad fortplantningsförmåga som följd. Att samma effekt förekommer i två olika referensområden kan tyda på att det är en storskalig förändring i havsmiljön.

Ytterligare en biomarkör, kloridkoncentrationen i blodet, uppvisar en signifikant ökande trend från 1988 till 2006 hos abborre i Kvädöfjärden. Förändringen kan inte förklaras av fluktuationer i salthalten i vattnet under den aktuella perioden. Mer sannolikt är att fisken exponerats för något ämne som påverkar jonregleringen. En förklaring som inte kan uteslutas är den successivt förhöjda halt av kadmium hos abborre som observerades under åren 1989–1999.

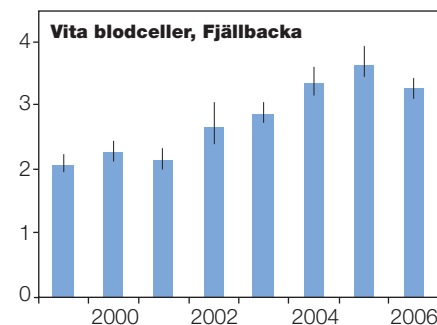
Viktigt att effekter följs upp

En statistisk bearbetning av data från Kvädöfjärden tyder på att den ökande vattentemperaturen under tidsperioden 1988–2006 är den mest sannolika orsaken till att abborrarna växer snabbare och har

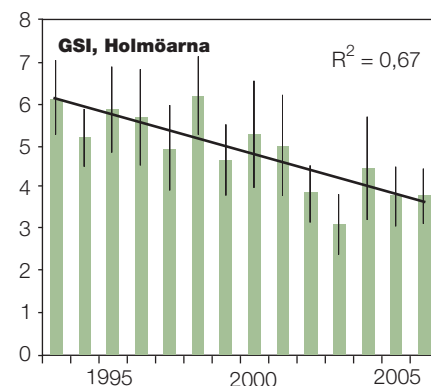
EXEMPEL PÅ VARNINGSTECKEN



➤ Mätningar av EROD-aktiviteten i lever hos abborre i Kvädöfjärden visar en successiv ökning och cirka tre gånger högre nivå under åren på 2000-talet jämfört med de första åren i tidsserien. Detta avgiftningensenzym aktiveras bl.a. av organiska miljögifter.



➤ Andelen vita blodceller hos tånglakehonor från Fjällbacka har ökat under senare år. Det tyder på att immunförsvaret är påverkat.



➤ Gonadstorleken (GSI) hos abborrar vid Holmöarna har minskat påtagligt under mätperioden. Detsamma gäller dem från Kvädöfjärden. Det kan vara en indikation på en försämrad fortplantningsförmåga.



Abborren är en av de arter som används för att kartlägga hälsotillståndet hos fisk.

FAKTA

Övervakning av kustfiskars hälsa

Hälsoundersökningarna syftar till att påvisa och följa negativa och/eller positiva förändringar av miljötillståndet i svenska kustområden. De ingår i den nationella integrerade kustfiskövervakningen, som även omfattar studier av fiskbestånden och analyser av metaller och organiska miljögifter.

Ett stort antal väl beprövade och känsliga biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, s.k. biomarkörer mäts, vilket ger en god bild av fiskens hälsotillstånd genom att de speglar viktiga livsfunktioner. Mätningarna gör det möjligt att spåra förekomst och effekter av miljöfarliga ämnen på ett tidigt stadium, innan störningarna har manifesterats på populationsnivå.

■ FUNKTION	■ MÄTVARIABEL/BIOMARKÖR
Energi, tillväxt, kondition	Total kroppsvikt, somatisk vikt, längd, ålder, somatiskt konditionsindex
Reproduktion, endokrin störning	Gonadsomatiskt index (GSI), vitellogenin i blodplasma, könskvot hos tånglakeyngel
Leverfunktion, avgiftning, oxidativ stress	Leversomatiskt index (LSI), leverhistologi EROD-aktivitet, glutathionreduktas, glutathion S-transferas, katalas.
Förekomst av genotoxicitet	DNA-addukter i lever
Indikator på metallbelastning	Metallothionein i lever
Kolhydratmetabolism/stress	Blodglukos, blodlaktat
Syretransport, blodbildning	Hematokrit, omogna röda blodceller, hemoglobin
Immunförsvar, vävnadsskador	Vita blodceller: lymfocyter, granulocyter, trombocyter
Saltbalans, cellskador	Klorid, natrium, kalium och kalcium i blodplasma

en lägre medelålder i det undersökta storleksintervall. Däremot är sambandet svagare mellan vattentemperaturen och observerad påverkan på EROD-aktivitet och gonadstorlek. Exponering för något eller några miljögifter är en troligare orsak till de tidstrender som påvisats för dessa två biomarkörer.

Det är viktigt att fortsätta den påbörjade kartläggningen av de miljögifter som kan vara ansvariga för induktionen av EROD-aktiviteten och att arbetet även fokuseras på att utröna om denna miljögiftsexponering också kan förklara effekten på abborrarnas gonader. Trenden med ökande kloridhalt i blodet kommer att följas noggrant under kommande år för att se om den fortsätter och även visar sig hos abborre i de andra två kustområdena. Likaså bör ökningen av andelen vita blodceller hos tånglake både i Östersjön och på västkusten bli föremål för uppföljande studier.

Uppföljande studier genomförs

Den minskade gonadstorleken är en mycket allvarlig varningssignal om att fortplantningen kan vara störd. Det är därför angeläget att genomföra uppföljande studier för att belysa bakomliggande orsaker och se vilka konsekvenserna är för fort-

plantningsförmågan. Som ett första steg kommer retrospektiva histologiska undersökningar på tidigare insamlade gonader från abborrhonor i Kvädöfjärden att utföras. Nästa steg är uppföljande fältstudier för att undersöka om det är en tidsmässig försening av gonadutvecklingen eller om abborren även vid leken under våren uppvisar en reducerad gonadstorlek och därmed försämrade fortplantningsförmåga. I samverkan med Fiskeriverket pågår dessutom en fördjupad integrerad utvärdering av biomarkördata och populationsdata för abborre i syfte att spåra möjliga effekter på populationsnivå.

Belastade kustlokaler

Erfarenheter från parallella undersökningar i referenslokaler Fjällbacka och i Göteborgs hamn visar att det är mycket angeläget att den nationella övervakningen även inkluderar undersökningar i kustlokaler som kan spegla utsläpp av föroreningar från betydande punktkällor som Göteborg och Stockholm. Mätningar i sådana lokaler skulle avsevärt stärka möjligheten att bättre förstå orsaken till observerade toxiska effekter, samtidigt som övervakningen skulle bli effektivare och känsligare och därmed kunna leda till tidigare upptäckter

om eller när utsläppen av miljöstörande ämnen blir oacceptabelt stora. En sådan strategi skulle också möjliggöra en bättre uppföljning av de nationella miljökvalitetsmålen. 🐟

LÄSTIPS

Ronisz D, Lindesjö E, Larsson Å, Bignert A and Förlin L. 2005. *Thirteen years of monitoring of selected biomarkers in eelpout (Zoarces viviparus) at a reference site in the Fjällbacka archipelago on the Swedish west coast*. Aquat.Ecosyst.Health Managem. 8, 175–184.

Sandström O, Larsson Å, Andersson J, Appelberg M, Bignert A, Ek H, Förlin L, Olsson M. 2005. *Three decades of Swedish experience demonstrates the need for integrated long-term monitoring of fish in marine coastal areas*. Water Qual Res J Canada 40(3): 233–250.

Sturve J, Berglund Å, Balk L, Broeg K, Böhmert B, Massey S, Savva D, Parkkonen J, Stephensen E, Koehler A and Förlin L. 2005. *Effects of dredging in Göteborg harbour, Sweden, assessed by biomarkers in eelpout (Zoarces viviparus)*. Environ.Toxicol. Chem. 24, 1951–1961.

Hansson T, Lindesjö E, Förlin L, Balk L, Bignert A, Larsson Å. 2006. *Long-term monitoring of the health status of female perch (Perca fluviatilis) in the Baltic Sea shows decreased gonad weight and increased hepatic EROD activity*. Aquatic Toxicology 79: 341–355.

Adresser till havsmiljösverige

Naturvårdsverket har huvudansvaret för miljömålen och det svenska nationella övervakningsprogrammet för Kust och Hav. Sveriges tre marina forskningscentrum, vid universiteten i Umeå, Stockholm och Göteborg, är nationella resurser för forskning och miljöövervakning i havsmiljö. Rapporten Havet ges ut gemensamt av dessa aktörer.

Naturvårdsverket

www.naturvardsverket.se
tel: 08-698 10 00
e-post: natur@naturvardsverket.se

Umeå Marina Forskningscentrum

www.umf.umu.se
tel: 090-786 79 74
e-post: info@umf.umu.se

Stockholms Marina Forskningscentrum

www.smf.su.se
tel: 08-16 37 18
e-post: smf@smf.su.se

Göteborgs universitets Marina Forskningscentrum

www.gmf.gu.se
tel: 031-786 47 68
e-post: henrik.tallgren@science.gu.se

SMHI

www.smhi.se
tel: 011-495 80 00
e-post: smhi@smhi.se

Fiskeriverket

www.fiskeriverket.se
tel: 031-743 03 00
e-post: fiskeriverket@fiskeriverket.se

Naturhistoriska riksmuseet

www.nrm.se
tel: 08-519 540 00
e-post: info@nrm.se

SGU

www.sgu.se
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se

Informationscentralen för Bottniska viken

www.ac.lst.se/naturochmiljo/bottniskaviken-icbv
tel: 090 – 10 73 55
e-post: icbv@ac.lst.se

Informationscentralen för Egentliga Östersjön

www.infobaltic.se
tel: 08-785 51 18
e-post: infobaltic@ab.lst.se

Informationscentralen för Västerhavet

www5.o.lst.se/projekt/miljoovervakning/index.html?kustinfo.html
tel: 031-60 52 54
e-post: stellan.elmer@o.lst.se

Vattenmyndigheten för Bottenviken

www.vattenmyndigheterna.se
tel: 0920-960 00
e-post: lansstyrelsen@bd.lst.se

Vattenmyndigheten för Bottenhavet

www.vattenmyndigheterna.se
tel: 0611-34 90 00
e-post: lansstyrelsen@y.lst.se

Vattenmyndigheten för norra Östersjön

www.vattenmyndigheterna.se
tel: 021-19 50 00
e-post: lansstyrelsen@u.lst.se

Vattenmyndigheten för södra Östersjön

www.vattenmyndigheterna.se
tel: 0480-820 00
e-post: lansstyrelsen@h.lst.se

Vattenmyndigheten för Västerhavet

www.vattenmyndigheterna.se
tel: 031-60 50 00
e-post: lansstyrelsen@o.lst.se

HAVSMILJÖANSVARIGA I KUSTLÄNEN

Länsstyrelsen Norrbotten

www.bd.lst.se
Malin Kronholm
tel: 0920-96 220
e-post: malin.kronholm@bd.lst.se

Länsstyrelsen Västerbotten

www.ac.lst.se
Anneli Sedin
tel: 090-10 72 55
e-post: anneli.sedin@ac.lst.se

Länsstyrelsen Västernorrland

www.y.lst.se
Wenche Hansen
tel: 0611-34 92 79
e-post: wenche.hansen@y.lst.se

Länsstyrelsen Gävleborg

www.x.lst.se
Ingrid Wänstrand
tel: 026-17 12 83
e-post: ingrid.wanstrand@x.lst.se

Länsstyrelsen Uppsala

www.c.lst.se
Lennart Nordvarg
tel: 018-19 52 75
e-post: lennart.nordvarg@c.lst.se

Länsstyrelsen Stockholm

www.ab.lst.se
Gunnar Aneer
tel: 08-785 51 18
e-post: gunnara@ab.lst.se

Länsstyrelsen Södermanland

www.d.lst.se
Sofi Nordfeldt
tel: 0155-26 40 05
e-post: sofi.nordfeldt@d.lst.se

Länsstyrelsen Östergötland

www.e.lst.se
Erik Årnfelt
tel: 013-19 61 35
e-post: erik.arnfelt@e.lst.se

Länsstyrelsen Gotland

www.i.lst.se
Peter Landergren
tel: 0498-29 21 19
e-post: peter.landergren@i.lst.se

Länsstyrelsen Kalmar

www.h.lst.se
Carina Pålsson
tel: 0480-821 52
e-post: carina.palsson@h.lst.se

Länsstyrelsen Blekinge

www.k.lst.se
Ulf Lindahl
tel: 0455-871 81
e-post: ulf.lindahl@k.lst.se

Länsstyrelsen Skåne

www.m.lst.se
Agnes Janson
tel: 040-25 22 46
e-post: agnes.janson@m.lst.se

Länsstyrelsen Halland

www.n.lst.se
Bo Gustafsson
tel: 035-13 20 72
e-post: bo.gustafsson@n.lst.se

Länsstyrelsen Västra Götaland

www.o.lst.se
Karin Pettersson
tel: 031-60 52 51
e-post: karin.pettersson@o.lst.se

KONTAKTPERSONER FÖR MILJÖÖVERVAKNINGEN

Programområde Kust och Hav

Sverker Evans
Naturvårdsverket
tel: 08-698 13 02
e-post: sverker.evans@naturvardsverket.se

Tove Lundeborg
Naturvårdsverket
tel: 08-698 16 11
e-post: tove.lundeborg@naturvardsverket.se

Väder och klimat

Hans Alexandersson
SMHI
tel: 011-491 81 52
e-post: hans.alexandersson@smhi.se

Tillrinning

Kurt Ehler
SMHI
tel: 011-491 82 75
e-post: kurt.ehler@smhi.se

Isläget

Amund Lindberg
SMHI
tel: 011-495 81 73
e-post: amund.lindberg@smhi.se

Näringsbelastning

Lars Sonesten
SLU
tel: 018-67 30 07
e-post: lars.sonesten@ma.slu.se

Fria vattenmassan

Bottniska viken
Johan Wikner
Umeå Marina Forskningscentrum
tel: 090-786 79 80
e-post: johan.wikner@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Ulf Larsson
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 61
e-post: ulf_l@ecology.su.se

Västerhavet
Lars Andersson
SMHI
tel: 031-751 89 77
e-post: lars.s.andersson@smhi.se

Växtplankton

Bottniska viken
Agneta Andersson
Umeå Marina Forskningscentrum
tel: 090-786 79 75
e-post: agneta.andersson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Susanna Hajdu
Stockholms universitet
tel: 08-16 17 30
e-post: hajdu@system.ecology.su.se

Västerhavet
Ann-Turi Skjevik
SMHI
tel: 031-751 89 79
e-post: ann-turi.skjevik@smhi.se

Vegetationsklädda bottnar

Egentliga Östersjön
Hans Kautsky
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 44
e-post: hassek@system.ecology.su.se

Västerhavet
Jan Karlsson
Göteborgs universitet
tel: 0526-686 29
e-post: jan.karlsson@marecol.gu.se

Makrofauna mjukbotten

Bottniska viken
Jan Albertsson
Umeå Marina Forskningscentrum
tel: 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Hans Cederwall
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 43
e-post: hlc@ecology.su.se

Västerhavet
Anna Dimming
Göteborgs universitet
tel: 0523-786 10
e-post: anna.dimming@marecol.gu.se

Vitmärkla som biomarkör

Brita Sundelin
Stockholms universitet
tel: 08-674 72 35
e-post: brita.sundelin@itm.su.se

Miljögifter

Anders Bignert
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-51 95 41 15
e-post: anders.bignert@nrm.se

Organiska tennföreningar, TBT

Marina Magnusson
Göteborgs universitet
tel: 0523-185 60
e-post: marina@marine-monitoring.se

Metallanalyser i sediment

Ingemar Cato
SGU
tel: 018-17 90 00
e-post: ingemar.cato@sgu.se

Gräsäl

Olle Karlsson
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-51 95 51 82
e-post: olle.karlsson@nrm.se

Knubbsäl och vikare

Tero Härkönen
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 0303-22 69 27
e-post: tero.harkonen@swipnet.se

Sälhälsa

Britt-Marie Bäcklin
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-51 95 42 59
e-post: britt-marie.backlin@nrm.se

Havsörn

Björn Helander
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-51 95 41 09
e-post: bjorn.helander@nrm.se

Utsjöfisk

Bengt Sjöstrand
Fiskeriverket
tel: 0523-187 08
e-post: bengt.sjostrand@fiskeriverket.se

Kustfisk ekologi

Magnus Appelberg
Fiskeriverket
tel: 0173-464 61
e-post: magnus.appelberg@fiskeriverket.se

Kustfisk fysiologi

Åke Larsson
Göteborgs universitet
tel: 031-773 38 24
e-post: ake.larsson@miljo.gu.se

ÖVRIGA FÖRFATTARE I HAVET 2007

Tina Elfving
Stockholms Marina Forskningscentrum
tel: 08-16 11 09
e-post: tina@smf.su.se

Mats Lindegarth
Göteborgs Marina Forskningscentrum
tel: 0526-686 72
e-post: mats.lindegarth@marecol.gu.se

Martin Isæus,
AquaBiota Water Research
tel: 08-16 10 07
e-post: martin.isaeus@aquabiota.se

Kerstin Johannesson,
Göteborgs universitet
tel: 0526-686 11
e-post: kerstin.johannesson@marecol.gu.se

Anders Omstedt,
Göteborgs universitet
tel: 031-786 2881
e-post: anders.omstedt@gvc.gu.se

DATABASER

Svenskt Klimatarkiv, KLAR (väder)
Svenskt Vattenarkiv, SVAR, (tillrinning)
Svenskt Havsarkiv, SHARK, (marina fysikaliska,
kemiska och biologiska data)
Datavärd: SMHI

Miljögifter i biota

Datavärd: Institutet för vatten- och luftvårds-
forskning (IVL)

Integrerad fiskövervakning, kust

Datavärd: Fiskeriverket



Denna årsrapport samlar de senaste resultaten från den nationella miljöövervakningen i samtliga svenska havsområden; Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet. Därutöver presenteras resultat från regional miljöövervakning, forskning och andra undersökningar av betydelse för att öka kunskapen om miljötillståndet i våra hav. Inför produktionen av rapporten genomförs ett seminarium, där miljöövervakare och representanter från regionala och nationella myndigheter samlas för att redovisa och diskutera synen på havsmiljöns tillstånd.

Naturvårdsverket finansierar huvuddelen av den nationella övervakningen. Även länsstyrelser och andra myndigheter med marin verksamhet bidrar med material till denna rapport. Författarna ansvarar själva för innehållet i artiklarna.

Sveriges tre marina forskningscentrum, vid universiteten i Umeå, Stockholm och Göteborg, sammanställer rapporten och ansvarar för den sammanfattning av havsmiljöns tillstånd som ingår.

