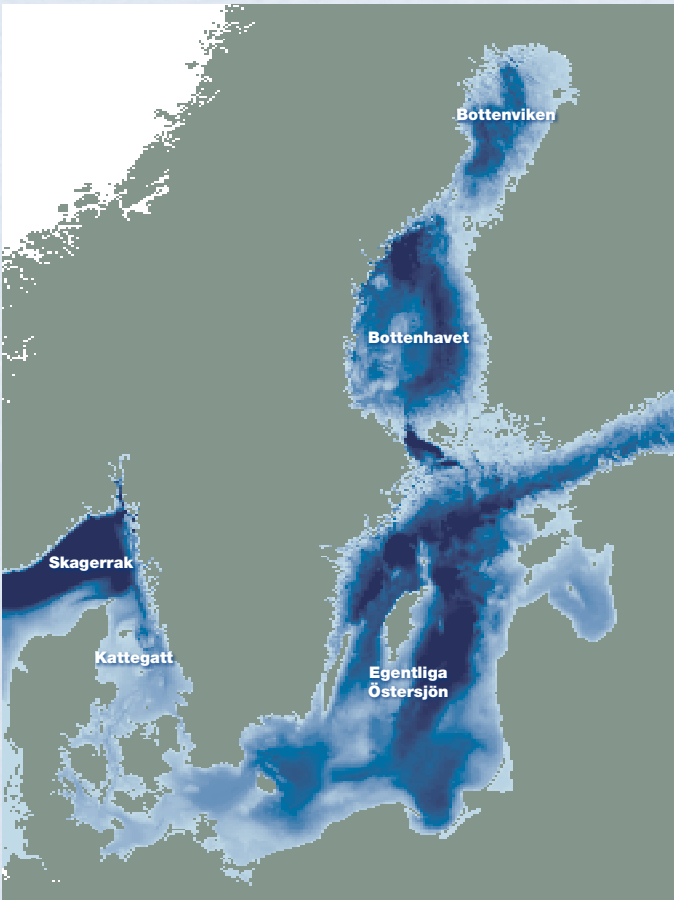




HAVET

2013/2014

Synteser ger ny inblick i ekosystemen
Även övergödda hav blir surare
Cyanobakterier genom historien och idag
Fiskeförvaltning med hänsyn till hela ekosystemet
Miljögifter: Nya främmande ämnen ökar



HAVET – OM MILJÖTILLSTÅNDET I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

Rapporten Havet är en årlig redovisning av den nationella miljöövervakningen. Den innehåller också ett antal fördjupningsartiklar i ämnen som bedöms viktiga för havsmiljöförvaltningen. Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket ansvarar för den nationella miljöövervakningen, men det är författarna själva som ansvarar för innehållet i artiklarna.

Havsmiljöinstitutets redaktion koordinerar arbetet med att utforma och sammanställa rapporten.

Havet kan laddas ner eller beställas kostnadsfritt från www.havsmiljoinstitutet.se, och även laddas ned från www.havochvatten.se www.naturvardsverket.se

PROJEKTGRUPP

Redaktion

Marie Svärd, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Tina Johansen, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Maria Lewander, Havsmiljöinstitutet / redaktör

Daniel Hansson, Havsmiljöinstitutet / samordnare vetenskaplig granskning
Per-Olav Moksnes, Havsmiljöinstitutet / samordnare miljöanalys

Gunilla Ejdung, Havs- och vattenmyndigheten / kontakt uppdragsgivare
Pia Norling, Havs- och vattenmyndigheten
Agnes Ytreberg, Havs- och vattenmyndigheten
Tove Lundeberg, Naturvårdsverket / kontakt uppdragsgivare

De sammanfattande tillståndsbeskrivningarna har tagits fram av miljöanalytiker från Umeå universitet, Stockholms universitet, Linnéuniversitetet och Göteborgs universitet, som samverkar i Havsmiljöinstitutet.

KONTAKT

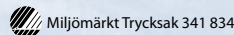
havet2013-2014@havsmiljoinstitutet.se
Havsmiljöinstitutet: Marie Svärd, marie.svard@havsmiljoinstitutet.se
Havs- och vattenmyndigheten:
Gunilla Ejdung, gunilla.ejdung@havochvatten.se
Naturvårdsverket: Tove Lundeberg, tove.lundeberg@naturvardsverket.se

Grafisk form och original: Maria Lewander

Omslagsfoto: Tobias Dahlin/Azote

Tryck: Litorapid, april 2014. Tryckt på Arctic Volume, FSC-märkt.

Upplaga: 7000 ex.



ISSN 1654-6741

ISBN 978-91-637-5737-2 (Havsmiljöinstitutet)

ISBN 978-91-87025-45-7 (Havs- och vattenmyndigheten)

ISBN gäller för tryckt rapport.

www.havsmiljoinstitutet.se

www.havochvatten.se

www.naturvardsverket.se

Lagar och samarbete för en bättre havsmiljö

ARBETET MED ATT FÖRBÄTTRA TILLSTÅNDET I DE MARINA EKOSYSTEMEN har intensifierats under de senaste åren i och med införandet av havsmiljödirektivet. Det gäller så väl bedömning av miljötillståndet, övervakning, åtgärder som forskning och utveckling. Trots det återstår mycket arbete för att nå god miljöstatus i de marina ekosystemen. Detta visar den sammanlagda inledanden bedömningen som gjordes 2012. Vi har en intensiv period fram till nästa statusbedömning 2018, då vi behöver åtgärda bristerna och samordna arbetet inom de marina konventionerna bättre. I utredningen om Hanöbukten som togs fram 2013 och i Östersjöutredningen 2014 synliggörs en del av de brister vi måste jobba med. Bland annat att övervakning av och forskning om de marina livsmiljöerna och näringsvävarna inte genomförs i den utsträckning som krävs för att statusbedömningar och åtgärdsarbete ska kunna bedrivas effektivt.

I DEN PÅGÅENDE REVIDERINGEN AV DE AKVATISKA ÖVERVAKNINGSPROGRAMMEN för sötvatten och för kust och hav betonas att datakvalitet och förbättrad samordning mellan nationell och regional miljöövervakning är viktiga delar. Men också att övervakningen ska bli mer representativ och därför bör omfatta alla kustvattentyper och havsbassänger. Det nationella arbetet med övervakningen ska också samordnas bättre med det internationella arbetet.

I HAVET 2013/2014 PRESENTERAS SOM VANLIGT DET SENASTE kring tillståndet i våra havsområden. I årets rapport har också ett första försök gjorts att samanalysera nationella och regionala miljödata för att studera möjligheter och utmaningar med en ökad samordning av programmen. I år presenteras även resultat från så kallade syntesanalyser. Flera variabler från olika delar i den nationella miljöövervakningen har analyserats tillsammans. I två områden, Askö och Kvädöfjärden, har man studerat närmare hur olika miljöindikatorer varierar över tid för att fördjupa förståelsen för hur olika påverkansfaktorer och ekologiska processer samverkar.

HAVET-RAPPORTEN ÄR ETT VIKTIGT ÅRLIGT BIDRAG i arbetet med havsmiljödirektivet och med uppföljningen av de nationella miljö kvalitetsmålen som hav i balans och levande kust och skärgård, ingen övergödning och ett rikt djur- och växtliv.

VI SOM GÖR DENNA RAPPORT, forskare, utförare av miljöövervakning och förvaltare, hoppas att du finner vad du söker och har nytta av läsningen! Du får mer än gärna säga oss din mening – om vi har lyckats eller vad som kan göras ännu bättre.

En god lästund önskas

BERTIL HÅKANSSON
Enheten för miljöövervakning
Havs- och vattenmyndigheten

Innehåll



Så mår havet 2013/2014 – sammanfattning	4
Havsmiljöns tillstånd ur miljömålsperspektiv	6
Samlad analys av regionala och nationella miljödata	13

Så läser du HAVET 2013/2014

Rapporten Havet erbjuder en regelbunden uppdatering av tillståndet i våra svenska havsområden. Utgångspunkten är den nationella marina miljöövervakningen, som presenteras i kapitlet Fakta om nationell marin miljöövervakning.

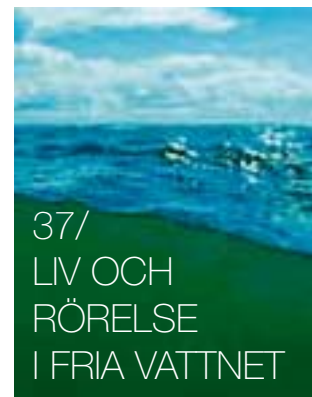
Rapporten inleds med en sammanfattande beskrivning av de olika havsområdenas aktuella tillstånd samt statusen i relation till miljömålen. Tillståndsbeskrivningen baseras till största del på resultaten från den nationella miljöövervakningen, men även andra källor används. Dessa finns med som referenser. I år redovisas också en studie över de möjligheter och utmaningar som finns med att göra en samlad analys av både regional och nationell miljödata.

I kapitlet Perspektiv på havet ges en fördjupad bild av några marina miljöproblem i en serie artiklar. Två av dessa är så kallade syntes-artiklar (märkta med förstoringsglas som möts i ett kors), där variabler från olika delar i den nationella miljöövervakningen har analyserats tillsammans. Synteserna ger en fördjupad förståelse för hur olika faktorer och ekologiska processer samverkar.

Huvuddelen av rapporten består av ämneskapitel med årets tillståndsbedömning (gröna sidor märkta med förstoringsglas) och fördjupande artikeltexter. För att hjälpa läsaren inleds tillståndsbedömningarna med en kort text som beskriver varför denna variabel används inom miljöövervakningen (blå ruta), samt en sammanfattning av årets miljötilstånd (lite mörkare grön). Figurerna visar, om inget annat anges, medelvärden med 95-procentigt konfidensintervall samt statistiskt säkerställda trendlinjer. I vissa figurer har värdena också relaterats till vattendirektivets statusklasser, där färgerna representerar de olika tillståndsklasserna.



Mer koldioxid i atmosfären gör haven surare	18
Cyanobakterier i Östersjön – en följetong genom historien ...	23
Fokus Kväddöfjärden: Varför mår kustfisken dåligt?	26
Fokus Askö: Bottnar och fria vattenmassan i samspel? ...	31



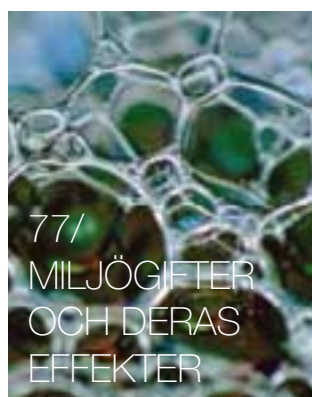
Mycket nederbörd och hög tillrinning	38
🔍 <i>Meteorologi och hydrologi</i>	40
🔍 <i>Belastning på havet</i>	42
Lastfartyg och färjor i forskningens tjänst	44
🔍 <i>Oceanografi</i>	47
Mer fosfor ger mer cyanobakterier i norra Östersjön	51
<i>Pelagial biologi</i>	
🔍 <i>Växtp plankton</i>	55
🔍 <i>Djur plankton</i>	58
🔍 <i>Bakterie plankton</i>	60



2012 miljö
ÖVERVAKNING

Bedömnings- grundernas tillståndsklasser

🔴	dålig
🟡	otillfredsställande
🟢	måttlig
🟠	god
🟤	hög



🔍 Vegetationsklädda bottenar 62	🔍 Miljögifter i biota 78	Belastning på havet 96	Adresser och kontaktpersoner 103
🔍 Makrofauna mjukbotten 65	🔍 Kustfisk – hälsa 82	Fria vattenmassan 97	Kontaktpersoner för miljöövervakningen 104
Kustens rovfiskar behöver integrerad förvaltning 68	🔍 Biologiska effekter av organiska tennföreningar ... 84	Vegetationsklädda bottenar 97	
🔍 Kustfisk bestånd 71	Fler marina vitmärkor förbryllar 86	Makrofauna mjukbotten 98	
Ekosystembaserad fiskeförvaltning – Östersjön en förebild? 73	🔍 Embryonalutveckling hos vitmärka 88	Metaller och organiska miljögifter 98	
🔍 Utsjöfisk 75	🔍 Havsörn 90	Kustfisk 100	
	🔍 Sälpopulationer och sälhälsa 92	Utsjöfisk 101	
		Embryonalutveckling hos vitmärka 101	
		Säl och havsörn 102	

SÅ MÅR HAVET 2013 / 2014

KATTEGATT

- ⊙ **Övergödning:** I Kattegatts utsjö finns idag få tecken på övergödning, och i kustområdet ses en återhämtning hos bottenlevande djur efter en generell nedgång under det senaste decenniet. Förhållandena för bottenvegetationen, inklusive ålgräset, tycks vara bättre än i Bohuslän, även om en majoritet av klassade kustområden bedöms ha måttlig ekologisk status eller sämre.
- ⊙ **Miljögifter:** Halten kvicksilver i sill ligger under gränsvärdet och visar inte längre en stigande trend. Halter av organiska tennföreningar, TBT, från numera förbjudna båtbottnfärger och graden av hormonstörningar hos snäckor minskar runt Göteborgs hamn och visar låga värden vid referenslokalerna.
- ⊙ **Fiske:** Ingen återhämtning kan ännu ses hos det kollapsade torskbeståndet i Kattegatt, trots att fredade områden infördes i sydöstra Kattegatt 2009. Det enda området i Västerhavet där ett välmående bestånd med stor torsk fortfarande kan hittas är Öresund, där man haft trålförbud sedan 1930-talet. Återväxten av ål är fortsatt mycket svag i hela Europa. Vid mätstationen i Viskan är återväxten av små ålar idag mindre än en procent av vad den var på 1970-talet.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN

- ⊙ **Övergödning:** Tillståndet i det öppna vattnet har inte förbättrats sedan miljöövervakningen började. Ytan av syrefria bottnar är nära tre gånger större än vid millennieskiftet. Totalhalterna av näringsämnen i ytvattnet är högre än i början av 1970-talet, men syresituationen påverkas också av andra processer i havet. Övervakningen av växtplankton visar på en förhöjd näringsnivå och måttlig ekologisk status i en majoritet av de klassade kustområdena, medan djursamhällen och vegetation på bottenarna i många fall indikerar god status.
- ⊙ **Miljögifter:** Flera av de klassiska miljögifterna minskar i fisk, fågel och marina däggdjur. Halterna av PCB och DDT i strömming, torsk och sillgrissla har minskat dramatiskt sedan 1970-talet och avtar fortfarande varje år. Som en konsekvens kan vi se en betydande återhämtning av bestånden av havsörn och säl. Halterna av organiska miljögifter är dock fortfarande så höga att kostrekommendationer är nödvändiga. Nya främmande ämnen har också ökat markant i organismer i Östersjön de senaste decennierna. Flera av dessa har en potential att allvarigt påverka både djur och människor.
- ⊙ **Fiske:** Bestånden av torsk och strömming ökar, medan skarpsill minskar från att ha legat på historiskt höga nivåer i slutet av 1990-talet. Bestånden är dock koncentrerade i olika delar av Östersjön, och fisken är mager och tillväxer långsamt. Det gör att både fisket och arternas återväxt förväntas påverkas negativt. Även gråsälén har blivit magrare vilket indikerar brist på föda. I ett väl studerat område, Kvädöfjärden, ses en negativ utveckling för karpfiskar och tånglake och en positiv utveckling för abborre och gös.



SKAGERRAK 🐟

- 🕒 **Övergödning:** I Västerhavet fortsätter tillförsel och halter av kväve att minska, vilket tyder på att åtgärder börjat ge resultat. Ekologisk status på växtplankton och bottenlevande djur i Skagerraks utsjö är hög och visar en positiv trend. Vid kusten ses dock få positiva tecken och istället har en stor majoritet av de klassade områdena måttlig eller sämre ekologisk status. Även om 2012 var ett bra år för bottenvegetationen minskar fortfarande växternas djuputbredning. Fintrådiga algmattor dominerar alltså grundområden och ingen återhämtning av ålgräs kan skönjas.
- 🕒 **Miljögifter:** Halterna av organiska miljögifter och tungmetaller i djur och sediment är generellt lägre i Västerhavet än i Östersjön, och uppvisar i de flesta fall god vattenkemisk status. I Skagerrak fortsätter effekterna av det giftiga ämnet TBT från båtbottnfärger att minska, även om de flesta provområden fortfarande har måttlig status eller sämre.
- 🕒 **Fiske:** Minskat fisketryck har lett till att torskbeståndet i Nordsjön och Skagerraks utsjö har ökat något under de senaste åren, men mängden lekande torsk är fortfarande under den lägsta nivå som kan tillåtas för ett uthålligt fiske. De lokala kustpopulationerna av olika torskfiskar har inte återhämtat sig. Förlusten av stora rovfiskar från Skagerraks kustesystem anses vara en bidragande orsak till att fintrådiga alger ökat och att ålgräset minskat i utbredning.

BOTTENVIKEN 🐟

- 🕒 **Övergödning:** Bottenviken är det svenska havsområde som är minst påverkat av övergödning. Fosforhalterna i öppna havet är låga och har dessutom sjunkit sedan 1970-talet samtidigt som syrehalterna i djupvattnet är höga och bottenfaunan visar god ekologisk status. Vid kusten är situationen mer varierande och runt 40 procent av de klassade områdena visar måttlig status eller sämre.
- 🕒 **Miljögifter:** Flera miljögifter har minskat i Bottniska viken sedan 1970-talet efter att åtgärder vidtagits. Halterna av dioxin i fet fisk är dock fortfarande förhöjda och överskrider ofta EU:s gränsvärde för konsumtion. Även halterna av kvicksilver och kadmium ligger kvar på förhöjda nivåer och kvicksilver överskrider ofta det föreslagna gränsvärdet.
- 🕒 **Fiske:** Reproduktionen av vild lax har förbättrats sedan 1990-talet, men sämre överlevnad under det första året till havs gör att fortsatta åtgärder är nödvändiga. Landningarna av siklöja ökar igen som en följd av god reproduktion 2009 och 2010.

BOTTENHAVET 🐟

- 🕒 **Övergödning:** Syrehalterna i Bottenhavets djupvatten minskar samtidigt som halterna av totalfosfor i utsjön har ökat sedan 1970-talet. Tillförsel av syrefattigt och fosforrikt vatten från Östersjön bedöms vara en huvudsak. Bottenfaunan visar i huvudsak god till måttlig status i utsjön. Vid kusten bedöms hälften av de klassade områdena ha måttlig ekologisk status eller sämre.
- 🕒 **Miljögifter:** Trots att DDT och PCB har minskat sedan 1970-talet visar havsörnar som häckar vid Bottenhavskusten tecken på störd reproduktion med uttorkade ägg. Nya studier visar att perfluorerade ämnen och silikonoljor ökat i strömming sedan 1980-talet.
- 🕒 **Fiske:** Strömmingsbeståndet har sedan 20 år tillbaka en stabil rekrytering och anses fiskas på ett långsiktigt hållbart sätt. Sikbeståndet har minskat kontinuerligt sedan mitten av 1990-talet.

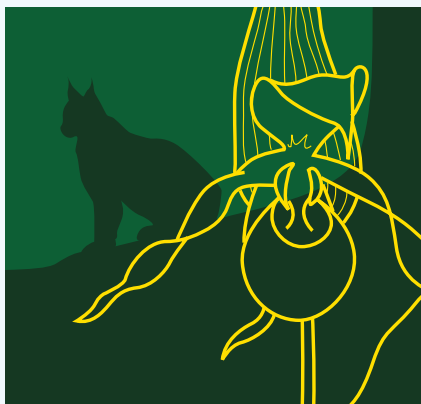
Havsmiljöns tillstånd

ur miljömålsperspektiv

PER-OLAV MOKSNES, JAN ALBERSSON, TINA ELFWING, JOAKIM HANSEN, JONAS NILSON & CARL ROLFF, HAVSMILJÖINSTITUTET

Det övergripande målet med svenskt havsmiljöarbete är att uppnå en god miljö, där havets organismer är välmående och dess resurser kan nyttjas uthålligt av oss människor. För att rätt förvaltningsåtgärder ska kunna genomföras krävs en riktig beskrivning av miljötillståndet. Vi behöver veta var störningarna finns och vad de beror på. De miljömål som riksdagen beslutat om är ett viktigt redskap i det arbetet.

ETT RIKT VÄXT- OCH DJURLIV



”Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.”

■ Det är nu över 20 år sedan den internationella konventionen om biologisk mångfald antogs vid FN:s miljötoppmöte i Rio de Janeiro 1992, men trots många åtgärder har målet att minska förlusterna av biodiversitet inte nåtts¹.

De internationella havskommissionerna Oskar och Helcom satte 2003 upp ett gemensamt mål att bilda ett ekologiskt fungerande nätverk av marina skyddade områden i Nordsjön och Östersjön för att värna den biologiska mångfalden i haven.

Även om delmålet att inkludera minst 10 procent av dessa havsområden i nätverken har uppnåtts på flera håll, bedöms de inte fungera fullt ut ännu. De flesta områden har inte valts ut för att skydda hotade arter och habitat, och den geografiska fördel-

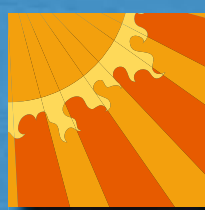
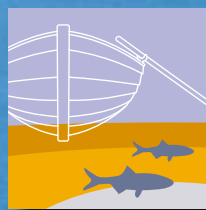
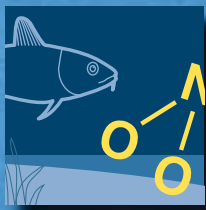
ningen av skyddade områden är ojämn. I Sverige utgör marina skyddade områden idag mindre än 7 procent av svenska havsområden². Bättre kartläggning av marina habitat och organismers utbredning, samt ökad förståelse av hur populationer är sammanlänkade via larvspridning och migration behövs för att kunna utforma bättre nätverk av marina skyddade områden i Östersjön och Nordsjön^{3,4}.

I en genomgång av aktionsplanen för Östersjön, Baltic Sea Action Plan, konstateras att många av åtgärderna som listats för att skydda biologisk mångfald är förse-nade eller inte påbörjade, vilket även gäller för svenska vatten⁵. Bland bristerna framhålls bland annat att några nya eller reviderade förvaltningsplaner för kommer-

siellt utnyttjade fiskbestånd ännu inte kunnat antas inom EU. Förhoppningsvis innebär dock antagandet av en ny gemensam fiskeripolitik ett steg framåt.

Fiske påverkar på flera sätt

Kommersiellt fiske har visat sig ge negativa effekter på den biologiska mångfalden på flera olika sätt. I Artdatabankens rödlista 2010 över hotade arter finns för Västerhavet 25 fiskarter som antingen fiskas kommersiellt eller fångas som oavsiktlig bifångst, vilket tyder på att fisket hotar dessa arters fortlevnad i Sverige⁶. Fiske med bottentrål ger även negativa effekter på bottenfaunan, både genom att skada habitatbildande arter och genom att öka sedimentationen. Bottentrålning anses



Här sammanfattas de viktigaste tillståndsbedömningarna under de miljömål som har relevans för havsmiljön. Även kunskap från forskningslitteratur och äldre rapporter har vägts in. Sammantaget ska detta ge ett underlag till var och hur havsförvaltningen bör prioritera sitt åtgärdsarbete. För mer detaljerade redovisningar hänvisas till de enskilda artiklarna som beskriver miljötillståndet. Resultaten från de marina miljöövervakningsprogrammen redovisas främst med avseende på klassning av tillståndet, men ambitionen är att också beskriva tillståndets orsaker och utveckling.

idag vara en huvudorsak till att 34 arter av ryggradslösa djur är rödlistade i Västerhavet⁷. Överfiske på större rovfiskar kan dessutom orsaka indirekta förändringar i näringsväven och orsaka en trofisk kedjereaktion som tillsammans med övergödning kan leda till storskaliga förändringar i kustekosystemen. Idag anses minskningen av torsk i Bohuslän ha bidragit till att utbredningen av ålgräs minskat med 60 procent, med stora konsekvenser för den biologiska mångfalden i området⁸.

Varierande tillstånd på bottenarna

Det är glädjande att blåstången på grunda bottenar i norra Egentliga Östersjön har återhämtat sig och att statusen för vegetationen därmed har ökat sedan början av 1990-talet och nu är hög enligt vattendirektivets klassning. I södra Östersjön har återhämtningen av tångarterna inte varit lika god, även om den totala statusen för vegetationssamhället når hög status. I Skagerrak är statusen för vegetationen visserligen god till hög, men har långsamt försämrats sedan 90-talet till följd av sämre djuputbredning hos flera indikatorarter⁹.

På djupare mjukbottenar fortsätter antalet individer av nyckelarten vitmärta att vara mycket lågt i Bottniska viken efter kraftiga nedgångar kring år 2000. I Egentliga Östersjön har vitmärklorna istället ökat

senaste tiden, men detta havsområde har också stora arealer helt utan makroskopisk bottenfauna på grund av att syre saknas. I Västerhavet tycks den negativa trenden för mjukbottenfaunan som setts i många områden under större delen av 2000-talet ha brutits de senaste åren⁹.

Tecken på ohälsa hos säl och havsörn

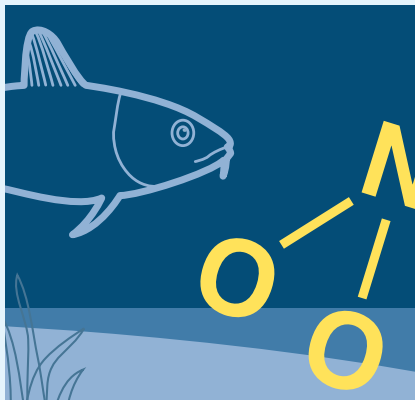
Populationer av våra tre sälarter och havsörn har långsiktigt återhämtat sig efter den svåra tiden på 1970-talet, då de var mycket hårt drabbade av miljögifternas verkningar. Men trots dessa framgångar kvarstår en del problem och frågetecken i form av tarmsår samt påtagligt tunt späcklager hos gråsäl, och bestånd av vikare som tillväxer betydligt långsammare än förväntat¹⁰. Även för havsörnen finns tecken på att allt inte står rätt till, då reproduktionen fortfarande inte når en nivå som kan betraktas som naturlig i delar av Bottniska viken¹¹.

En bit kvar till miljömålet

Sammanfattningsvis visar resultaten att Sverige har en bit kvar för att uppnå miljömålet om ett rikt växt- och djurliv. Viktiga steg för att uppnå målet är en hållbar fiskeförvaltning, minskad övergödning och etablering av väl fungerande marina skyddade områden. 🐟

REFERENSER

1. CBD 2010: *Global Biodiversity Outlook 3*. www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf.
2. Marint områdesskydd: *Redovisning av uppdrag i regleringsbrevet för 2013*. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2013-05-28.
3. HELCOM 2013. *HELCOM PROTECT – Overview of the status of the network of Baltic Sea marine protected areas*.
4. OSPAR Commission 2013. *2012 status report on the OSPAR network of marine protected areas*. 618/2013.
5. WWF 2013. *Baltic Sea Action Plan – Is it on track?* WWF Baltic Ecoregion Programme, WWF report 2013.
6. Havs- och vattenmyndigheten 2012. *God havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljö-tillstånd och socioekonomisk analys*.
7. Moksnes P-O, Belgrano A, Bergström U, Casini M, Gårdmark A, Hjelm J, Karlsson A, Nilsson J, Olsson J, Svedäng H. 2011. *Överfiske – en miljöfarlig aktivitet: Orsaker till fiskbeståndens utarmning och dess konsekvenser i svenska hav*. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2011:4.
8. Havet 2013/2014. *Vegetationsklädda bottenar*.
9. Havet 2013/2014. *Makrofauna mjukbotten*.
10. Havet 2013/2014. *Sälpopulationer och hälsa*.
11. Havet 2013/2014. *Havsörn*.



”Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.”

■ Grundorsaken till övergödning är förhöjda halter av närsalter i havsmiljön, vilket leder till ökade mängder växtplankton och snabbväxande alger. Övergödning gynnar snabbväxande arter och därmed störs den naturliga biologiska mångfalden. Då stora mängder växtplankton och alger bryts ned kan syrebrist uppstå. Syrebristen ödelägger stora områden genom att bottendjur och fisk försvinner. Sammantaget leder övergödning därför till ett utarmat hav, vilket försämrar havsmiljön som naturresurs för oss människor. Resultat från forskning och de olika övervakningsprogrammen visar att vi är långt ifrån att uppnå miljömålet i Egentliga Östersjön och Västerhavet.

Oklart läge för Bottniska viken

Mätningar av tillväxttakten av bakterieplankton visar på låg produktivitet i Bottniska viken¹, vilket tyder på ringa övergödning. I tillståndsbedömningen enligt vattendirektivets klassning har dock statusen för växtplankton pendlat mellan god och måttlig de senaste åren, och 2012 blev statusen god för Bottenhavet men måttlig för Bottenviken². Metoden för statusklassning av plankton behöver dock utredas och utvecklas. Övervakningen av makroalger i Bottenhavet visade på hög status 2012³. I Bottenhavet fortsätter trenden med sjunkande syrehalter, troligen som en konsekvens av de stora vattenvolymerna med syrebrist i Egentliga Östersjöns mellanskikt, som bildar djupvattnet i Bottenhavet⁴. Statusen för bottenlevande djur var 2012 överlag god för Bottniska vikens yttre

kust, men måttlig eller otillfredsställande för den inre kusten⁵.

Hög näringsnivå i Egentliga Östersjön

Halterna av totalfosfor och kväve har ökat i Egentliga Östersjöns ytvatten sedan början av 1970-talet och ökningen ser inte ut att avta⁴. Men det var redan mellan 1950–1970⁶ som den största belastningen av närsalter skedde då användningen av konstgödning och vattenburet avlopp ökade kraftigt. Sedan 1990-talets början visar övervakningen på en svag minskning av tillförseln av totalfosfor och kväve från svenska vattendrag till Egentliga Östersjön⁷. En minskad frekvens och omfattning av stora inflöden från Västerhavet har sedan början av 1980-talet inverkat på flera storskaliga interna processer. Dessa processer har betydande påverkan på närsaltshalterna, vilket gör det svårt att relatera förändringar i halter till förändrad belastning.

Även om få tecken tyder på en förbättring av näringstillståndet i Egentliga Östersjöns öppna hav sker på många ställen en betydande förbättring av vattenkvaliteten i kustnära områden. I Stockholms inre skärgård har klorofyllhalterna sjunkit under de senaste 20 åren, siktdjupet har ökat och syresättningen vid bottenarna har förbättrats till följd av förbättrad rening av avloppsvatten^{8,9}. Åtgärder mot utsläpp kan ge relativt snabba resultat i kustområden medan det finns en betydande fördröjning i det öppna havet, till följd av lång omsättningstid och inverkan av andra processer.

Växtplankton är den miljöindikator som tydligast visar att näringsnivån är

för hög i Egentliga Östersjön. Statusen bedöms som måttlig för såväl kust som utsjö². Samtidigt ger båda kvalitetsfaktorerne mjukbottenfauna och makroalger klassningar som i många fall tyder på god miljöstatus^{3,5}. Skillnaden i status beror delvis på olika antaganden om referenstillstånd i bedömningsgrunderna.

Mer klorofyll och mindre cyanobakterier

I norra Egentliga Östersjön uppmättes höga klorofyllhalter 2012². Det kan delvis förklaras av hög biomassa av häftalger och dinoflagellater. Ökningen av dinoflagellater kan antas vara mer relaterat till klimatförändringar än övergödning¹⁰. Biomassan av kvävefixerande cyanobakterier var däremot låg sommaren 2012. På kuststationen utanför Askö var det den lägsta noteringen på tio år. Trenden för de senaste 15 åren är dock ökande biomassa av cyanobakterier, men sambandet är svagare än vad som framhållits de senaste åren.

Rekordstor yta med syrefria bottenar

Utbredningen av helt syrefria bottenar i Egentliga Östersjön är fortfarande nästan tre gånger så stor som åren före 2000¹¹. Man kan dock inte se något tydligt samband mellan utbredningen av syrefria bottenar och förekomsten av växtplankton under den period som övervakningen pågått. Sannolikt har hög tillförsel av gödande ämnen under lång tid förvärrat situationen i Egentliga Östersjön^{6,12}. Det är dock tydligt att även andra faktorer bidrar kraftigt till en lägre syrehalt i djupvattnet, såsom



Utbredningen av syrefria
bottnar i Östersjön är
rekordstor.

Foto: Jerker Lökkantz/Azote

minskade inflöden av syrerikt vatten från Västerhavet, minskat utbyte mellan yt- och djupvatten genom förstärkt skiktning, samt ökande djupvattentemperatur.

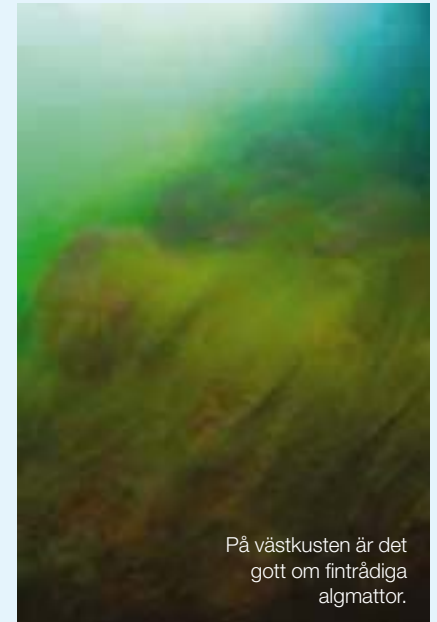
Fintrådiga alger i Västerhavet

I Västerhavet har tillförseln av kväve via vattendragen minskat sedan 1990-talet⁷, vilket tyder på att åtgärder mot tillförseln av närsalter börjat ge resultat. Halterna av kväve har också minskat i både Skagerrak och Kattegatt under samma period⁴. Status för växtplankton längs kusten är hög². Däremot varierar tillståndet för bottenlevande djur vid kusterna och flera vattenområden har en måttlig status eller sämre⁵. Övervakningen av makroalger visar dock på god eller hög status, även om den ekologiskt viktiga skräppetaren fortsätter att minska i Bohuslän². I grunda kustområden däremot, som idag inte inkluderas i den nationella miljöövervakningen, ses fort-

farande inga positiva tecken. Förekomsten av fintrådiga algmattor har varit oförändrat hög under de senaste 15 åren. Utbredningen av ålgräs, som minskat med 60 procent i Bohuslän sedan 1980-talet, visar inga tecken på återhämtning. Då förlusten av stora rovfiskar från Skagerraks kustecosystem anses vara en bidragande orsak till dessa vegetationsförändringar, kan åtgärder behövas också inom fisket för att förbättra situationen¹³.

Nya klassningar av ekologisk status

Vattenmyndigheternas senaste klassning av ekologisk status (2013) visar på en måttlig status för en stor majoritet av de undersökta områdena¹⁴. Framförallt gäller detta Västerhavet och Egentliga Östersjön. För Bottniska viken är statusen bättre och i Bottenviken får över hälften av de klassade områdena god eller hög status. Det är främst växtplankton som gör att så



På västkusten är det
gott om fintrådiga
algmattor.

Foto: Tobias Dahlin/Azote

hög andel av områdena har måttlig eller lägre status. De enskilda klassningarna av mjukbottenfauna och makroalger visar många gånger på god eller hög status, men i den sammanvägda klassningen av ekologisk status är det den biologiska indikatorn med sämst status som är avgörande. Helcoms klassning avseende övergödning i Östersjön och Kattegatt 2007–2011 överensstämmer i stora drag med vattenmyndigheternas tillståndsklassning, där alla havsbassänger fått sämre än god status undantaget Bottenviken och delar av Kvarken och Bottenhavet där statusen bedömts som god¹⁵. 🐟

REFERENSER

- Havet 2013/2014, *Pelagial biologi/plankton*.
- Havet 2013/2014, *Växtplankton*.
- Havet 2013/2014, *Vegetationsklädda bottnar*.
- Havet 2013/2014, *Oceanografi*.
- Havet 2013/2014, *Makrofauna mjukbotten*.
- Gustafsson BG, Schenk F, T Blenckner m.fl. 2012. *Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850–2006*, AMBIO 41:534–548, DOI: 10.1007/s13280-012-0318-x.
- Havet 2013/2014, *Belastning på havet*.
- Lännergren C. 2012. *Undersökningar i Stockholms skärgård 2011*, Stockholm, Vatten/Eurofins/Calluna.
- Karlsson OM, Jonsson PO, D Lindgren m.fl. 2010. *Indications of recovery from hypoxia in the inner Stockholm archipelago*. AMBIO 39:486–495, DOI: 10.1007/s13280-010-0079-3.
- Wasmund N, Tuimala J, S Suikkanen m.fl. 2011. *Long-term trends in phytoplankton composition in the western and central Baltic Sea*. Journal of Marine Systems 87(2): 145–159.
- Hansson M, Andersson L, Axe P & J Szaron 2013. *Oxygen survey in the Baltic Sea 2012: Extent of anoxia and hypoxia, 1960–2012*. SMHI, Report Oceanography No. 46.
- Stigebrandt A. 1991. *Computations of oxygen fluxes through the sea-surface and the net produc-*
- tion of organic-matter with application to the Baltic and adjacent seas*. Limnology and Oceanography 36:444–454.
- Havs- och vattenmyndigheten 2012. *God havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljö-tillstånd och socioekonomisk analys*.
- VISS (VattenInformationSystem Sverige), www.viss.lst.se (ej fastställt arbetsmaterial 2013).
- Pyhälä M, Fleming-Lehtinen V, E Lysiak-Pastuszak m.fl. 2013. *Eutrophication status of the Baltic Sea 2007–2011. A conscience thematic assessment*. I: Laamanen M (ed.) HELCOM Thematic Assessment, 25 sid.



”Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.”

■ Miljöövervakningen visar att halterna av PCB och DDT i den marina miljön minskat de senaste decennierna tack vare ett framgångsrikt åtgärdsarbete¹, vilket lett till bland annat en betydande återhämtning hos havsörnar och sälar^{2,3}. Även om vi lyckats minska halterna av flera gamla miljögifter ses fortfarande en påverkan från dessa på organismer i ekosystemet. Havsörnens reproduktion är fortfarande lägre än referensnivån längs Bottenhavskusten och de senaste åren har de symptom som förekom på 1970-talet med uttorkade ägg börjat dyka upp igen. Dessa ägg innehåller idag högre koncentrationer av PCB och DDT än vad man finner på andra platser i Sverige³. Orsaken till de förhöjda miljögiftshalterna är oklar. Ett annat orosmoment är ökade koncentrationer av nya främmande ämnen i den marina miljön⁴. Sammantaget visar resultaten från miljöövervakningen att vi ännu är långt från målet om en giftfri miljö.

Förhöjda halter i Östersjön

Uppmätta halter av miljögifter i organismer är generellt högre i den inneslutna Östersjön än i Västerhavet¹. Halterna av dioxiner och andra organiska miljögifter är fortfarande så höga i fet fisk från Egentliga Östersjön och Bottniska viken att barn och kvinnor i fertil ålder rekommenderas att äta fet fisk högst två till tre gånger per år⁵. Dioxinhalterna i strömming visar inte heller någon tydlig tendens att minska, med undantag för södra Bottenhavet¹.

Ökning av nya ämnen

I jämförelse med prover från 1980-talet kan

man se att ett antal nya främmande ämnen ökat markant i organismer i Östersjön⁴. En oroande förändring är den påfallande ökningen av flera perfluorerade ämnen i sillgrissleägg och strömming. Ämnena kan vara hormonstörande och har visat sig påverka fisk och däggdjur negativt⁴. De kan också orsaka lägre fruktsamhet hos kvinnor samt ge upphov till minskad fostertillväxt⁶. De perfluorerade ämnena används i flera vardagsprodukter som vatten-, smuts-, och fettavvisare.

Halterna av flamskyddsmedel har under de senaste decennierna ökat markant i vår miljö⁴. Några tidigare flitigt använda flamskyddsmedel börjar nu minska i sillgrissleägg och strömming på flera provtagningslokaler. Andra bromerade ämnen ökar dock i strömming. Vissa silikonoljor har också ökat markant i strömming sedan slutet på 1980-talet. Silikonoljorna används i bland annat kosmetika, tvål, och balsam. De kan vara hormonstörande och har visat sig påverka bland annat könsorganen negativt hos flera däggdjur⁶.

Ny forskning visar att fisk utanför svenska reningsverk innehåller höga halter av läkemedelsrester som listats som potentiellt miljöfarliga, som preventivmedel och medicin mot värk, nedstämdhet och hjärt- och kärlsjukdomar⁷.

Mindre bly och kadmium

Bly, kadmium, kvicksilver och tennföreningar har utpekats som särskilt farliga eftersom de kan orsaka ohälsa hos människor genom att påverka bland annat nervsystemet, fortplantning, njurar och skelett^{1,6}. Sedan bly utfasats som tillsats i

bensin har dock halterna i fisk sjunkit till långt under det föreslagna gränsvärdet¹. Koncentrationen av kadmium i strömming har de senaste åren haft en ökande trend i Bottenhavet och i Egentliga Östersjön, men denna har nu avstannat och visar istället en svagt minskande trend¹. Kvicksilver uppvisar olika mönster. Halten har minskat i sillgrissleägg men ökat i torsk från både Östersjön och Västerhavet¹. Dessutom överskrider halten av kvicksilver det föreslagna gränsvärdet i strömming från Bottenviken¹. Övervakning av snäckor indikerar en minskad påverkan på djuren från organiska tennföreningar (TBT) i Västerhavet⁸. Bedömningen är dock att de flesta stationer som provtagits för TBT inte uppnår god status.

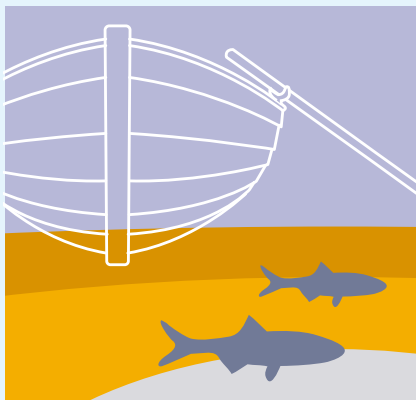
Biomarkörer varnar för okända gifter

Tusentals kemikalier är i omlopp i dagens samhälle och nya tillkommer ständigt, vilket gör det omöjligt att övervaka alla. Biomarkörer används för att indikera hälsostatus hos vissa djurgrupper. De kan ge varningssignaler ifall miljöföreningar som inte bevakas idag, eller komplexa blandningar av föreningar, påverkar djuren och vår miljö. En ökad nivå för flera biomarkörer i kustfisk visar tecken på att fisken kan vara påverkad av något eller flera miljögifter, men i dagsläget är orsakssambanden inte klarlagda⁹. Tecken på ohälsa hos våra sälar, som tarmsår och låg tillväxt, kan också vara orsakade av miljögifter³. 🐟

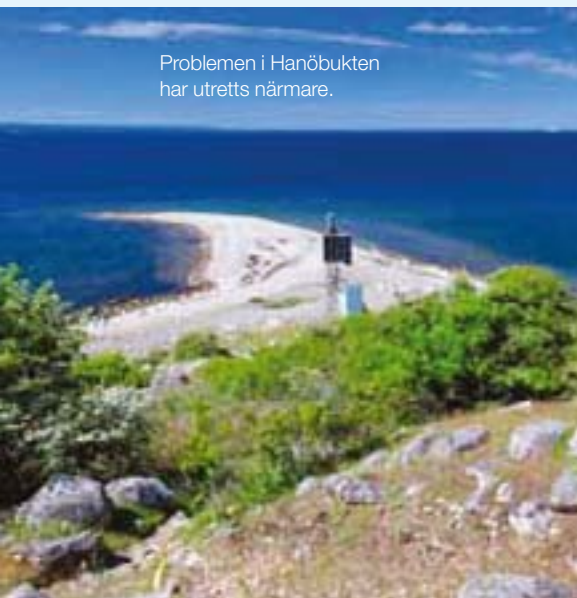
REFERENSER

1. Bignert A, Danielsson S, Faxneld S, m.fl. 2013. Övervakning av metaller och organiska miljögifter i marin biota, 2013. Naturhistoriska riksmuseet, 258 sid.
2. Havet 2013/2014, Havsörnar.
3. Havet 2013/2014, Sälpopulationer och hälsa.
4. Havet 2013/2014, Miljögifter i biota.
5. Livsmedelsverkets kostråd, Råd om fisk. www.slv.se.
6. Bergman Å, Heindel JJ, S Jobling m.fl. 2012. State of the science of endocrine disrupting chemicals. UNEP och WHO, 261 sid.
7. Brandt I, Breitholtz M, J la Cour Jansen m.fl. (red.) 2012. Pharmaceuticals in a healthy environment: MistraPharma Research 2008–2011. 70 sid.
8. Havet 2013/2014, Biologiska effekter av organiska tennföreningar.
9. Havet 2013/2014, Kustfisk - hälsa.

HAV I BALANS SAMT LEVANDE KUST OCH SKÄRGÅRD



■ Ett hav i balans förutsätter både intakta ekosystem och ett hållbart nyttjande av dess resurser, som tillåter en levande kust och skärgårdsmiljö. Havsmiljön påverkas dock fortfarande av allvarliga störningar som övergödning, miljögifter, överfiske och exploatering. Detta har lett till en utarmning av viktiga livsmiljöer, resurser och kulturarv. Naturvårdsverket visar i sin fördjupade utvärdering från 2012 att det inte är möjligt att nå miljökvalitetsmålet till 2020¹. För att komma tillrätta med problemen återstår mycket arbete med att utveckla styrmedel och genomföra åtgärder, bland annat på EU-nivå. I EU:s nya gemensamma fiskepolitik, som börjar gälla 2014, finns till exempel möjligheter till en helt ny regional, skräddarsydd förvaltning av Östersjön².



Problemen i Hanöbukten har utretts närmare.

Foto: Piotr Wawrzyniak/Shutterstock

Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Nyttjande av hav, kust och skärgård ska bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar.

Utredning om Hanöbukten

Ett exempel på att svenska hav inte är i balans är larmrapporterna från Hanöbukten. I slutet av 2013 presenterade Havs- och vattenmyndigheten sin utredning om de uppmärksammade miljöproblemen. Rapporten kunde inte bekräfta de observerade problemen med "fiskflykt" och ökad frekvens av sårskador på fisk, men fann att en försämrad vattenkvalitet åtminstone lokalt kunde förklaras med brunt vatten från Helgeåns vattensystem. Rapporten konstaterade också att torsk fångad i området, precis som i andra delar av södra Östersjön, är mager och uppvisar dålig tillväxt³. Även gråsålen har blivit magrare³, vilket möjligen indikerar att det finns en födobrist i ekosystemen i södra Östersjön⁴. Det är oklart om det är mängden föda eller kvaliteten på födan som brister.

Fisket litet men fortfarande för stort

Det sker fortfarande ett överuttag av fisk i våra hav, vilket i flera fall lett till påtagliga negativa effekter på ekosystemet⁵. Paradoxalt nog har antalet fiskefartyg och yrkesfiskare halverats under de senaste 20 åren. Denna utveckling har försämrat förutsättningarna för att bevara och utveckla till exempel fiskelägen, hamnar och för näringen traditionell bebyggelse⁶. Samtidigt som fisketrycket fortfarande är högt pekar alltså utvecklingen på att samhället är på väg bort från målet att bevara och bruka skärgårdens och kustens kulturarv.

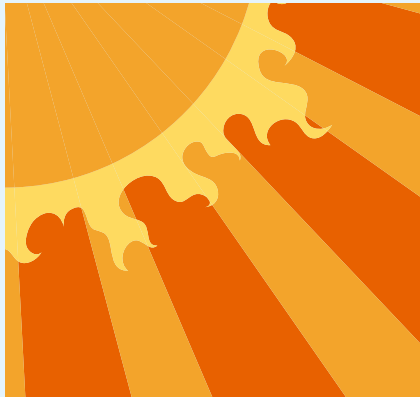
Behov av bättre havsplanering

För att kunna bevara biologiska resurser

och mångfald och därmed förutsättningar för levande kustsamhällen och friluftsliv, är det viktigt att reglera olika typer av aktiviteter längs Sveriges kuster. Exempelvis medför bebyggelse längs stränder till strandmodifieringar och ökad påverkan på kustmiljön via till exempel nya avlopp, bryggor, och muddringar, vilket ger negativa konsekvenser för det marina djur- och växtlivet och inskränkningar i det allmänna friluftslivet. Förslaget till havsplaneringssystem för Sverige⁷ kan därför vara ett viktigt steg för att nå miljömålet. Att skydda värdefulla områden är också ett viktigt verktyg i arbetet med att nå miljökvalitetsmålet. Samtliga kustlän gör bedömningen att skyddet av värdefulla natur- och kulturområden måste öka⁸.

REFERENSER

1. Naturvårdsverket 2012. *Steg på vägen. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012*. Rapport 6500.
2. Havet 2013/2014. *Utsjöfisk*.
3. Havet 2013/2014. *Sälpopulationer och hälsa*.
4. Havs- och vattenmyndigheten 2013. *Hanöbukten – Regeringsuppdrag*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013-10-31.
5. Moksnes P-O, Belgrano A, Bergström U, Casini M, Gårdmark A, Hjelm J, Karlsson A, Nilsson J, Olsson J, Svedäng H. 2011. *Överfiske – en miljöfarlig aktivitet: Orsaker till fiskbeståndens utarmning och dess konsekvenser i svenska hav*. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2011:4.
6. Naturvårdsverket 2014. *Miljömål.se* (www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=142&pl=1)
7. Miljödepartementet 2013. *Promemoria – Hushållning med havsområden*. Regeringskansliet.
8. Naturvårdsverket 2013. *Miljömålen – Årlig uppföljning av Sveriges miljökvalitetsmål och etappmål 2013*. Rapport 6557.



”Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig.

Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras.

Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.”

■ Klimatförändringar är en av mänsklighetens stora utmaningar det kommande århundradet. Samhället kommer att behöva hantera problem som till exempel stigande havsnivåer, havsförsurning och påverkan på marina ekosystem. Idag pågår en ökning av koldioxidhalterna i atmosfären, vilket både förstärker växthuseffekten och försurar havet. Mycket tyder på att ökningen kommer att fortsätta många år framöver även om variationer i prognoserna kan förekomma. Framtidens klimatförhållanden kan få stora effekter på haven runt Sverige. Högre vattentemperaturer, mer nederbörd, mindre is, risk för minskande salthalt och påverkan på ekosystemen är sådant som med största sannolikhet kommer att inträffa fram till århundradets slut¹.

Havet blir varmare...

Sedan början av 1990-talet har temperaturen i både ytvatten och djupvatten stigit i både Egentliga Östersjön och i Västerhavet². Denna temperaturökning kan ge betydande ekologiska effekter eftersom arter är anpassade till olika temperaturförhållanden. I Östersjön har förekomsten av dinoflagellater ökat, vilket sannolikt beror på ökad vattentemperatur^{3,4,5}. Högre temperaturer har även gynnat abborrens tillväxt längs med Östersjökusten, medan kallvattenarter som sik och siklöja i Bottniska viken samt tånglake på västkusten har minskat⁶. Ett varmare klimat med minskad isutbredning riskerar också att försämra överlevnaden hos unga gråsäl och vikare, som behöver tillgång till is under reproduktionsperioden⁷.

...och sötare

Övervakningsdata visar att salthalten i ytvattnet i Östersjön har minskat de senaste 40 åren². Det är dock osäkert om denna minskning är en klimateffekt eller om den ryms inom normala variationer. Trenden för norra Egentliga Östersjön de senaste åren är exempelvis en svag ökning av salthalten i ytvattnet. Men modellberäkningar tyder på att mer sötvatten kommer att tillföras hela Östersjön i framtiden¹. Lägre salthalt i Östersjön kan resultera i mycket stora förändringar i ekosystemen, då marina arter trycks tillbaka och sötvattensarter expanderar söderut. Mer nederbörd och avrinning från land kan påverka vattnets skiktning och tillförsel av organiskt och oorganiskt material som kan ha effekter på övergödning, försurning och näringsvävens funktion¹.

...och surare

Utsläpp av koldioxid skapar inte bara klimatförändringar utan gör också havsvattnet surare, vilket gör det svårare för många marina organismer att producera kalkskal. Detta kan komma att innebära stora negativa effekter på ekosystemen. Sedan 1850 har pH-värdet i världshaven sjunkit med 0,1 enhet och förväntas sjunka med ytterligare ungefär 0,2 enheter fram till år 2100. I Östersjön förväntas dock försurningen bli betydligt mindre, beroende på att vattnet innehåller mycket kalk, och eftersom övergödning och hög växtproduktion motverkar försurningen i ytvattnet¹. 🐟

REFERENSER:

1. BACC II BALTEX. Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin 2009-2014.
2. Havet 2013/2014, Oceanografi.
3. Havet 2013/2014, Växtplankton.
4. Hällfors H, Backer H, JM Leppänen m.fl. 2013. The northern Baltic Sea phytoplankton communities in 1903-1911 and 1993-2005: a comparison of historical and modern species data. Hydrobiologia 707(1): 109–133.
5. Wasmund N, Tuimala J, S Suikkanen m.fl. 2011. Long-term trends in phytoplankton composition in the western and central Baltic Sea. Journal of Marine Systems 87(2): 145–159.
6. Havet 2013/2014, Kustfisk - bestånd.
7. Havet 2013/2014, Sälpopulationer och hälsa.



Högre flöden i vattendragen väntas bli en effekt av klimatförändringarna.

Foto: BMJ/Shutterstock

Samlad analys

av regionala och nationella miljödata

PER-OLAV MOKSNES, ANDERS GRIMVALL & JOHANNA ELAM, HAVSMILJÖINSTITUTET

Den marina miljöövervakningen i Sverige sker idag på såväl nationell som regional och kommunal nivå. De olika övervakningsprogrammen har utformats med olika mål, och har olika ansvariga myndigheter, utförare och möjligen också olika kvalitet på data. Sammantaget har detta försvårat en samordning av övervakningen och inte minst hanteringen av data. Trots detta är det både angeläget och möjligt att göra samordnade analyser av data med olika ursprung.

■ Den nationella marina miljöövervakningen är idag främst utformad för att ge underlag för beskrivningar av storskalig påverkan på havsmiljön och sker i huvudsak inom programområdet Kust och hav, som idag huvudsakligen sköts av Havs- och vattenmyndigheten. En omfattande marin miljöövervakning sker även på regional och kommunal nivå och samordnas av länsstyrelserna. Denna verksamhet har som ett viktigt mål att ge underlag för regionala tillståndsbefrakningar och åtgärder, men också att göra det möjligt

att följa upp regionala miljömål. På lokal nivå bedrivs även miljöövervakning inom så kallade recipientkontrollprogram, där miljöförhållandena i påverkade områden övervakas.

Denna övervakning finansieras vanligen av vattenvårdsorganisationer, bestående av kommuner och företag som släpper ut miljöstörande ämnen. Användningen av data från recipientkontrollen försvåras dock av att det inte ställs samma krav på mätmetoder och inrapportering till datavärdar som på övrig miljöövervakning.



Enligt havsmiljödirektivet skall miljöstatus bedömas över större havsområden som kan inkludera provtagningsstationer från både regional och nationell miljöövervakning.

Foto: BMJ/Shutterstock



➤ Provtagningsstationer (totalt 20 st) som ingår i det nationella övervakningsprogrammet "Fria vattenmassan" som normalt utgör underlaget för de analyser som redovisas i Havet-rapporten.



➤ Stationer från nationella (blå prickar) och regionala övervakningsprogram (orange prickar) där samma variabler provtagits under perioden 2010–2012 och som finns i SMHI:s databaser (totalt 353 stationer). Det är dessa som har använts i denna samlade statusbedömning och som presenteras i tabellen.

All data till samma ställe

Även om flera nationella och regionala provtagningsprogram har samma utförare, så analyseras och redovisas resultaten från de olika programmen till största delen separat. Till exempel kommer de data som redovisas i Havet-rapporten nästan uteslutande från den nationella miljöövervakningen, medan data från den regionala övervakningen i huvudsak redovisas i regionala rapporter och i databasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige). Denna brist på samordning gör det svårt att överblicka och analysera miljötillståndet i våra havsområden. Den gör det också svårt möta de nya krav som havsmiljödirektivet ställer på underlag för att bedöma miljötillstånd över större havsområden. Under senare år har dock inrapportering

av miljödata till nationella datavärddar från regionala program förbättrats, vilket ökar möjligheten att utföra en gemensam analys.

Samlad analys av regional och nationell miljödata

Havsmiljöinstitutet har i en ny studie undersökt omfattning och kvalitet för regionala och nationella miljödata hos datavärddarna SMHI, samt bedömt möjligheter och utmaningar för en samlad analys och tillståndsbedömning av större havsområden. I studien användes alla tillgängliga data från regional och nationell övervakning, samt från kortare mätprogram som rapporterats till SMHI, för tolv utvalda miljövariabler som ingår i det nationella delprogrammet Fria vattenmassan. Alla analyser (tids-

trender och statusklassningar) utfördes på ett standardiserat sätt för alla variabler på tre olika skalor (station, vattentyp/havsbassäng och havsregion) och undersökningsområdet delades upp i kust- och utsjöområden. Analyserna inleddes med att beräkna årsmedelvärden på stationsnivå enligt variabelernas bedömningsgrunder. Därefter aggregerades stationsvärdena till större förvaltningsområden; först till vattentypsområden eller havsbassänger enligt havsmiljöförordningens indelning, och sedan till sex olika havsregioner från Skagerrak till Bottenviken.

Större underlag ger bättre geografisk täckning

Totalt identifierades 699 olika provtagningsstationer med data från någon av de

MILJÖVARIABLER FÖR TILLSTÅNDSBEDÖMNING

Källtyp	Variabel	Skagerrak		Kattegatt		Södra Eg Östersjön		Norra Eg Östersjön		Bottenhavet		Bottenviken	
		Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö
Belastning på havet	Totalkväve	↓ ³		↓ ¹²		↓ ⁷		↓ ⁷		→ ¹³		↓ ¹²	
	Oorganiskt kväve	↓ ³		↓ ¹²		↓ ⁷		↓ ⁷		→ ¹³		→ ¹²	
	Totalfosfor	→ ³		→ ¹²		↓ ⁷		↓ ⁷		→ ¹³		→ ¹²	
	Oorganiskt fosfor	↑ ³		↑ ¹²		→ ⁷		→ ⁷		→ ¹³		↑ ¹²	
	Totalt organiskt kol	↑ ³		↑ ¹²		↑ ⁷		↑ ⁶		↑ ¹³		↑ ¹²	
Fria vattenmassan (regional och nationell)	Temperatur ytvatten	↑ ¹⁰	→ ⁶	→ ¹⁶	↑ ³	→ ²⁶	→ ⁶	→ ²²	→ ⁷	→ ²¹	→ ²	→ ¹	↑ ²
	Temperatur djupvatten	→ ²	→ ⁵	→ ²	↑ ²		→ ²		↑ ⁴		→ ²		→ ²
	Salthalt ytvatten	↓ ¹⁰	→ ⁶	→ ¹⁶	→ ³	→ ²⁶	→ ⁶	→ ²²	→ ⁷	↓ ²¹	→ ²	0	↓ ²
	Salthalt djupvatten	→ ²	↑ ⁵	→ ²	→ ²		↓ ²		↑ ⁴		↑ ²		→ ²
	Totalkväve ytvatten	↓ ³⁸	↓ ⁷	↓ ²⁰	↓ ¹¹	→ ²⁸	↓ ¹²	→ ²⁵	→ ¹⁸	→ ³⁴	→ ¹³	→ ¹³	→ ⁷
	Oorg kväve ytvatten	↓ ³⁸	↓ ⁷	↓ ¹³	↓ ¹³	→ ²⁸	↓ ¹²	→ ²⁵	→ ¹⁸	→ ²⁶	→ ¹³	→ ⁵	→ ⁷
	Totalfosfor ytvatten	↑ ³⁸	→ ⁷	→ ²⁰	→ ¹¹	→ ²⁸	→ ¹²	→ ²⁵	→ ¹⁸	→ ²⁵	→ ¹³	→ ³	→ ⁷
	Oorg fosfor ytvatten	→ ³⁸	→ ⁷	→ ²⁰	→ ¹¹	→ ²⁸	→ ¹²	→ ²⁵	→ ¹⁸	→ ²⁵	→ ¹³	→ ³	→ ⁷
	Klorofyll	↓ ³⁸	↓ ⁴	↓ ¹⁷	↓ ⁵	↑ ²⁸	→ ⁷	→ ⁷⁴	→ ⁸	→ ¹⁰⁷	→ ²	→ ¹⁴	↑ ²
	Biovolum växtplankton	8	1	3	2	3	2	24	2	↓ ¹⁵	1	16	1
	Siktdjup	↑ ³⁷	→ ⁴	→ ¹⁶	→ ³	→ ³⁴	→ ⁷	→ ⁷⁸	→ ⁸	→ ⁶⁴	2	→ ¹⁶	↓ ²
	Syre bottenvatten	→ ³⁶	3	↓ ^{16*}	→ ³	→ ^{10*}	→ ^{6*}	0	2**	3*	0	1	0
	Vegetationsklädda botten	↓ ²		→ ³		→ ²		↑ ²		→ ¹			
	Djuputbredning (EK index)	↓ ²		→ ³		→ ²		↑ ²		→ ¹			
	Makrofauna mjukbotten	→ ⁹	→ ⁴	→ ⁷	→ ⁶	0	2	0	4	6	4	6	3
	Benthic Quality Index	→ ⁹	→ ⁴	→ ⁷	→ ⁶	0	2	0	4	6	4	6	3

➤ Sammanställning av statusklassningar och tidstrender av miljövariabler från delprogrammen Belastning på havet, Fria Vattenmassan, Vegetationsklädda botten och Makrofauna mjukbotten. Variablerna inom delprogrammet Fria Vattenmassan inkluderar alla data från både nationella och regionala miljöövervakningsprogram som fanns tillgängliga hos datavärden (SMHI) i december 2013. Dessa variabler har statusklassats i både kust- och utsjöområden enligt vattendirektivets bedömningsgrunder under perioden 2010-2012. För utsjöområden har klassgränser från närmast liggande vattentyp använts. Tidstrendsanalyser för dessa data har utförts för perioden 1992-2012 med icke-parametriska Mann-Kendall-tester för alla variablers ekologiska kvalitetsindex (EK). Resultaten för Fria Vattenmassan i tabellen kan skilja sig från de som redovisas på de gröna sidorna i rapporten då underlag och analysmetod skiljer sig. Sammanställningen av resultat från övriga delprogram är samma som i rapporten.

Förklaringar

Tidsperiod = testad mätperiod

↑ = statistiskt signifikant ökning

↓ = statistiskt signifikant minskning

→ = ingen signifikant trend

blå/blåtonad pil – positivt för miljötillståndet

röd pil – negativt för miljötillståndet

svart pil – oklar påverkan

upphöjd siffra = antal provtagningsstationer eller områden

* = Innehåller en eller flera stationer med flerårig syrebrist som ej statusbedömts.

** = Samtliga stationer har flerårig syrebrist, men har ej statusbedömts.

Miljöstatus

hög

god

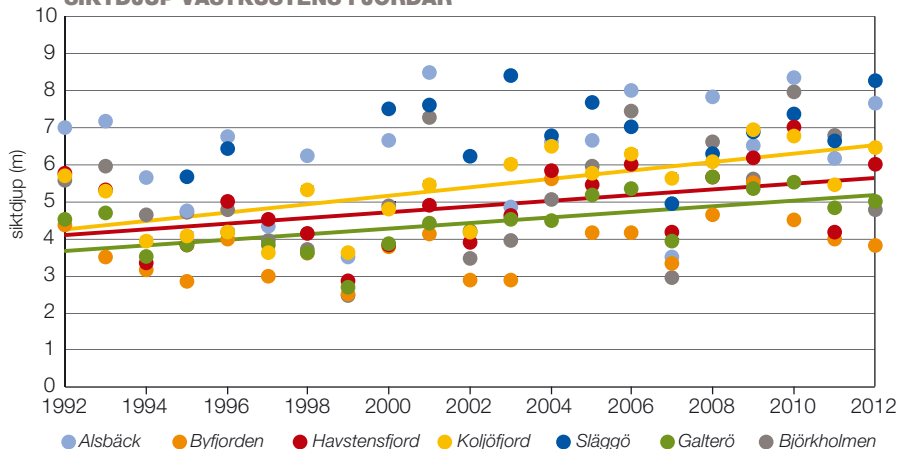
måttlig

otillfredsställande

dålig

data saknas

SIKTDJUP VÄSTKUSTENS FJORDAR



➤ Förändring av siktdjup under perioden 1992–2012 för 7 stationer i vattentypområde 2 (Väst kustens fjordar) inom havsregionen Skagerraks kust. Kurvorna indikerar ett signifikant ökande siktdjup för 3 stationer under perioden. Siktdjupet ökar signifikant även inom hela vattentypen.

Siktdjup är en viktig indikator för vattenkvaliteten och står i direkt relation till hur djupt alger och sjögräs kan växa i ett område. Det styr därmed hur mycket vegetation som finns tillgänglig som habitat för växter och djur. Siktdjupet påverkas av bland annat övergödning, men också av andra processer som brunifiering av vatten.

Foto: Piotr Wawrzyniak/Shutterstock

undersökta miljövariablerna under perioden 1992-2012. Många av dessa stationer hade dock endast provtagits under enstaka år för vissa variabler, eller på ett felaktigt sätt, varför antalet stationer som ingick i enskilda variabels statusklassning varierade från 71 till 306. I jämförelse med de 20 provtagningsstationer som ingår i det nationella delprogrammet Fria vattenmassan medförde den samlade analysen att underlaget och den geografiska täckningen för tillståndsbedömningen ökade i medeltal med sex gånger i utsjön och med över elva gånger i kustområdet.

Många mätvärden oanvändbara

Vid analysen av insamlade data konstaterades att provtagningen ofta inte utförts så som föreskrivs i bedömningsgrunderna. Till exempel kunde efterfrågade säsonger, djup och salthalt för korrigering saknas. Detta medförde att en stor mängd data exkluderades från analysen (i medeltal 65 procent). Problemet var speciellt stort för syrehalter i bottenvatten vilket medförde att tillståndsbedömningar för denna variabel inte kunde utföras i flera havsregioner. Orsakerna till att data inte samlas in enligt bedömningsgrunderna borde undersökas närmare för att säkerställa att miljöövervakningens resurser används på bästa sätt.

En mer heltäckande bild

I tabellen på föregående sida redovisas resultat från den samlade analysen för kust- och utsjöområden i sex olika havsregioner, för programmet Fria vattenmassan. Som jämförelse visas också resultaten från tre andra relaterade delprogram som baseras på de data som presenteras i rapporten Havet, alltså denna rapport.

Den samlade analysen av nationella och regionala data ger tydligt en mer balanserad och heltäckande bild av miljösituationen i svenska hav. För första gången har statusklassningar utförts och redovisats för alla variabler med bedömningsgrunder i alla kust- och utsjöområden (med ett fåtal undantag där data saknas). Exempelvis har inte siktdjup redovisats i de tidigare rapporterna. Sammantaget har antalet redovisade analyser mer än fördubblats från 82 till 195.

Stor skillnad på kust och öppet vatten

Den samlade analysen visar att status sammantaget är sämre vid kusten än i utsjön. Detta illustrerar vikten av att inkludera regionala data för att få en balanserad bild av miljötillståndet, eftersom nationella data i huvudsak provtas i utsjön. Det är också viktigt att poängtera att bedömningarna i kustområden kan ge en överskattning av tillståndet, eftersom stationer från påverkade områden är underrepresenterade inom såväl de regionala som nationella programmen. För att få en mer rättvisande bild är det önskvärt att fler påverkade områden inkluderas, till exempel från recipientkontrollprogrammen.

En nyligen utförd kvalitetsgranskning av fysikalisk-kemiska data från de regionala programmen visade att det finns kvalitetsproblem i såväl mätningar som tillhandahållande av insamlade data. Bland annat tycks mätfel finnas i totalfosfor under en period som kan påverka trendanalyserna. Sådana problem förekommer dock även hos nationellt verksamma utförare, varför det inte finns avgörande kvalitetsrelaterade argument mot att samanalysera regionala och nationella data.

Metodval viktigt för hur statusen blir

I tabellen har statusklassningarna per havsregion beräknats genom att först medelvärdesbilda stationsvärden per vattentyp

eller havsbassäng, och därefter per havsregion. Studien visade att olika metoder för geografisk aggregering kunde ge stora effekter på statusklassningarna. Exempelvis gav sämst-styr-regler på stationsnivå otillfredsställande status eller sämre för flertalet variabler i alla kustregioner, vilket påvisar ett sämre tillstånd än vad andra metoder ger. Det är därför viktigt att utvärdera och ta fram regler för hur den geografiska aggregeringen ska genomföras för bedömning god miljöstatus enligt havsmiljöförordningen. Detta arbete pågår just nu inom Havs- och vattenmyndigheten.

Mer data bör användas

Denna studie visar att det idag är möjligt att utföra en samlad analys av de regionala och nationella mätresultat som finns hos de nationella datavärdena, men att inrapporteringen behöver öka så att data från all svensk miljöövervakning kan användas. Detta gäller framför allt data från recipientkontrollprogrammen som idag i mycket liten omfattning rapporteras till datavärdena. Vidare behöver såväl provtagningsmetoder som datahantering ses över inom både den regionala och nationella övervakningen så att alla insamlade data kan användas för analys. Havsmiljöinstitutet bygger nu upp ett system för att årligen kunna utföra denna typ av samlad analys av miljötillståndet av svenska havsområden där målet är att med tiden inkludera all svensk miljödata av god kvalitet. 

LÄS MER

Elam J, Grimvall A. 2013. *Kvalitetsgranskning av regionala miljöövervakningsdata*. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2013:2.

Moksnes P-O, Grimvall A, Elam J. 2014. *Samlad analys av regional och nationell marin miljöövervakningsdata*. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2014:4.



PERSPEKTIV PÅ HAVSMILJÖN

Mer koldioxid i atmosfären gör haven surare

Cyanobakterier i Östersjön

Fokus Kvädöfjärden: Varför mår kustfisken dåligt?

Fokus Askö: Bottnar och fria vattenmassan i samspel?

Mer koldioxid i atmosfären gör haven surare

ANDERS OMSTEDT, MOA EDMAN & JON HAVENHAND, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Hur klimatförändringarna som orsakas av ökade utsläpp av växthusgaser kommer att påverka våra svenska havsområden är en högst relevant frågeställning idag. För att vi ska kunna skydda kusthavens ekosystem, och de viktiga tjänster de levererar, är det viktigt att veta hur denna påverkan kan komma att se ut. Kommer haven att bli både surare och mer övergödda, på samma gång? Klart står att det krävs en framgångsrik förvaltning som inbegriper både minskade koldioxidutsläpp, och minskad övergödning, för att minska stressen på havens ekosystem.

■ Havsvattnets pH är, tillsammans med syre, en av de viktigaste faktorerna för livskraften i de marina ekosystemen. Vattnets pH bestäms av balansen mellan oorganiskt kol och vattnets buffringsförmåga, det vill säga förmågan att stå emot försurning. Ju bättre buffringsförmåga desto mindre försurat blir vattnet. I ett förändrat klimat väntas koldioxiden i atmosfären öka samtidigt som tillrinningen från älvar och vattendrag till havet ökar i norr men minskar i söder, vilket i sin tur påverkar Östersjöns pH-balans. Det tillrinnande vattnets buffrande förmåga varierar stort i Östersjöns avrinningsområde. I norr är den relativt låg eftersom Norrlandsälvarna

rinner genom kalkfattiga områden medan den ökar längre söderut och i öster där avrinningsområdena är kalkrika.

Modeller kan ge svar

Globala klimatmodeller och mer detaljerade modeller som inkluderar land, atmosfär, vegetation och hav i Östersjöområdet visar att en väntad försurning i första hand beror på atmosfärens koldioxidhalt. Klimatförändringarna i sig, det vill säga temperaturförändringar och förändringar i nederbörd, spelar i jämförelse en mindre roll.

Den ökade övergödningen i Östersjön ger sämre syreförhållanden och dessutom en kraftigare säsongsvariation av pH,



Foto: Janis/Shutterstock

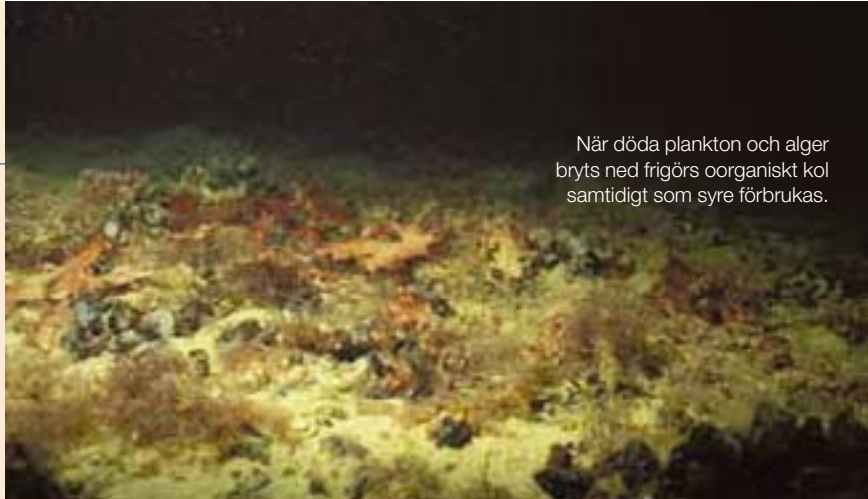
HAVETS pH

Havets pH bestäms av den totala koncentrationen oorganiskt kol i vattnet och av vattnets buffertförmåga. Oorganiskt kol bildas på flera olika sätt:

- När koldioxid från atmosfären löser sig i havets ytvatten.
- När kalk löses ut i älvar, sjöar och havet.
- När biologiskt material bryts ned, till exempel döda marina organismer och organiskt material i vattendragen.

Nedbrytningen av biologiskt material kräver syre vilket ger minskande syrgashalter i vattnet. Oorganiskt kol i form av koldioxid tas upp av fotosyntetiserande alger och bakterier, och binds därmed in i födoväven. När dessa organismer dör och bryts ned förbrukas syre. Om stora mängder alger bryts ner bildas syrefritt bottenvatten samtidigt som alkaliniteten och halten oorganiskt kol ökar.

Den totala alkaliniteten, buffertförmågan, är ett mått på vattnets kapacitet att stå emot försurning. Alkaliniteten styrs av de kemiska reaktioner som kan ta upp vätejoner (H^+) och de som kan avge vätejoner. När exempelvis koldioxid i atmosfären blandas med vatten frigörs vätejoner och när kalk löses i vattnet binder den istället vätejonerna.



När döda plankton och alger bryts ned frigörs oorganiskt kol samtidigt som syre förbrukas.

Foto: Hans Kautsky/Arctia

Övergödning skyddar inte

Det har funnits idéer om att ökad övergödning, som leder till ökad fotosyntes och därmed till ökat upptag av koldioxid, skulle kunna skydda mot framtida försurning. Dessutom skulle övergödningseffekter i form av mer syrefattiga bottenar kunna buffra mot försurning. Men undersökningar visar att även om våra hav blir mer övergödda kommer de ändå att bli surare. Det finns med andra ord inget skydd mot försurning, utan utsläppen av koldioxid i atmosfären måste begränsas.

Framtida försurning av haven

Genom att studera klimatmodeller ökar förståelsen för tänkbara miljöhot och även insikterna om vad vi kan göra för att minska dem. I modellerna ingår ett antal

förutsättningar, varav olika koncentrationer av växthusgaser utgör de viktigaste. Det är vanligt att både undersöka scenarier som bygger på att vi inte gör något alls och sådana där vi framgångsrikt genomfört åtgärder. Resultaten från de klimatmodeller som forskarna idag använder skiljer sig väsentligt från varandra, även när samma förutsättningar används. Därför är det nödvändigt att studera olika modeller för att se vad som har störst påverkan och ger störst osäkerheter i beräkningarna.

FAKTA

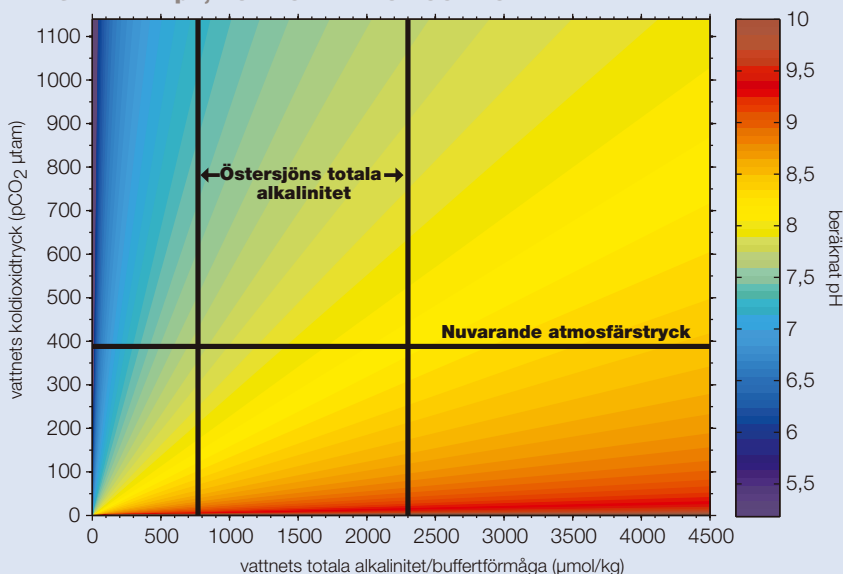
Östersjöns och Västerhavets pH-balans

Havens pH bestäms av jämvikten i det oorganiska kolsystemet. Jämvikten påverkas av mängden oorganiskt kol och vattnets totala buffertförmåga samt av havsvattnets koldioxidtryck, vilket syns i figuren. I havsområden med sämre buffertförmåga, till exempel i Bottniska viken, sker förändringen snabbare. Atmosfärens koldioxidhalt eller rättare sagt koldioxidtryck är idag cirka 390 μatm och det fortsätter att öka.

I mitten av 1700-talet och industrialismens början var atmosfärens koldioxidtryck 280 μatm . Ökningen på 110 μatm fram till idag motsvarar en pH-sänkning med 0,1 pH-enheter i världshaven. Det troliga är att koldioxidtrycket i atmosfären kommer att öka i framtiden. Är dagens klimatmodeller riktiga kan vi dessutom förvänta oss en minskad buffertförmåga i Östersjön eftersom framtidsberäkningarna indikerar en ökad tillrinning i norr och minskad i söder.

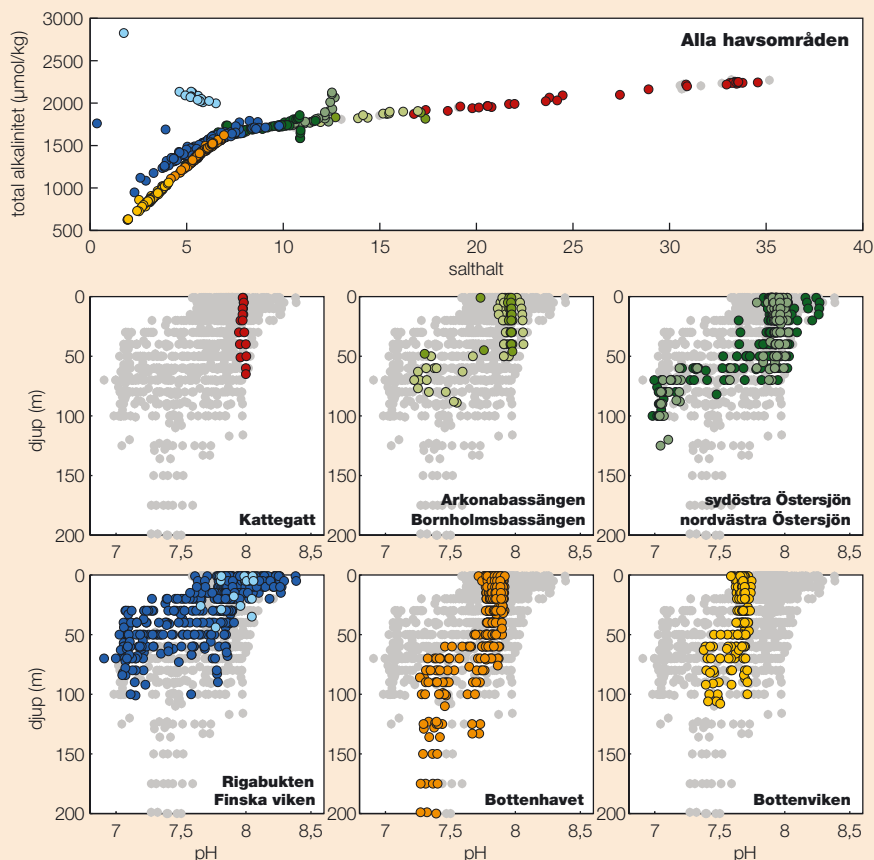
Koldioxidtrycket ges i enheten atm. 1 atm motsvarar normalt atmosfärstryck vid havsytan, oftast används mikro atm, eller μatm vilket illustrerar att trycket är mycket litet.

SAMBAND pH, KOLDIOXIDTRYCK OCH TOTAL ALKALINITET I HAVET



➤ Samband mellan pH, koldioxidtryck och den totala alkaliniteten i havsvatten. Stigande koldioxidtryck och minskad alkalinitet ökar försurningen av vattnet. Grafen baseras på teoretiska beräkningar.

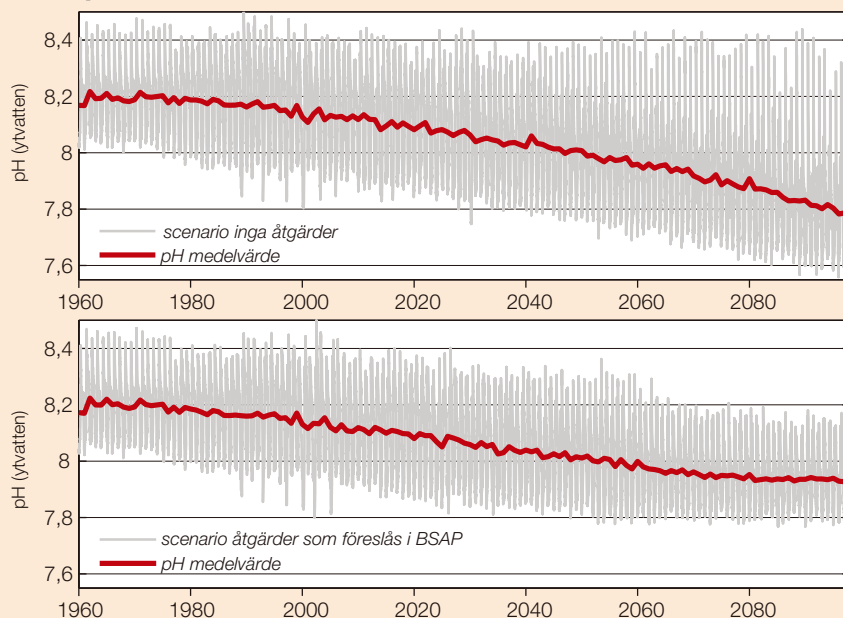
SÅ VARIERAR ALKALINITET OCH pH I SVENSKA HAVSOMRÅDEN



☞ Variationerna av den totala alkaliniteten och pH i Östersjön och Västerhavet. Färgerna representerar olika delar av Östersjön. Överst syns hur starkt salthalt och total alkalinitet hänger ihop, samt hur sambandet påverkas av varifrån vattnet kommer. Nedtill i figuren syns hur mycket pH varierar. pH varierar starkast mellan yt- och djupvatten, men även mellan olika havsområden.

Not: Observationerna är baserade på BONUS+ programmet Baltic-C som under tre år med hjälp av forskningsfartyg mätte Västerhavets och Östersjöns koldioxidhalter.

pH I ÖSTERSJÖNS YTVATTEN



☞ pH i Östersjöns ytvatten, två möjliga scenarios. Scenario utan åtgärder och scenario med framgångsrik förvaltning. Havsvattnets genomsnittliga pH minskar men säsongsvariationerna och försumningen dämpas med en framgångsrik förvaltning.

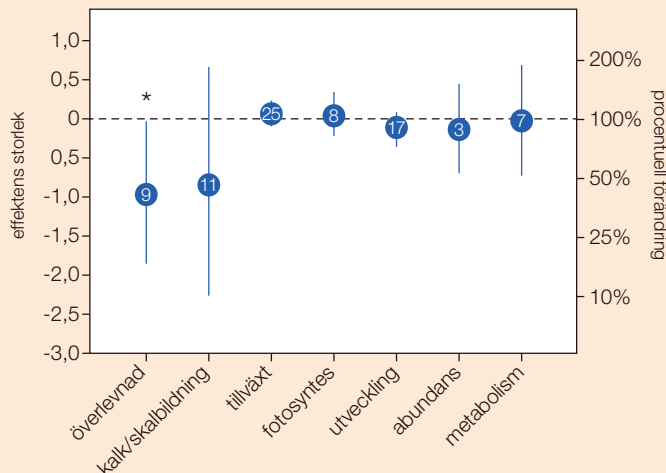
I den övre figuren ökar både utsläppen av koldioxid till atmosfären (till 850 μatm) och tillförseln av närsalter till Östersjön. I den nedre figuren råder framgångsrik förvaltning där de globala utsläppen av koldioxid till atmosfären planar ut på 550 μatm och den regionala närsaltstillförseln till Östersjön minskar enligt Baltic Sea Action Plan (BSAP).



Blåmusslan påverkas mycket litet eller inte alls av ett surare hav, förutsatt att den har tillräckligt med mat som ger den energi och motståndskraft.

Foto: Tony Holm/Azote

FÖRSURNINGSPÅVERKAN MARINA ARTER



➤ Samlade effekter av havsförurning hos marina arter i Västerhavet och Östersjön. Intervallen visar sannolika effekter av havsförurning och intervallens storlek visar osäkerheten i data och/eller biologisk variation.

Not: Data är medel "Ln Response Ratio" $\pm$ 95-procentigt konfidensintervall för en pH-minskning om 0,2 – 0,4 enheter. Data hämtad från 39 studier om havsförurensningens effekter på 19 olika arter i Västerhavet och Östersjön. Antal observationer/studier i varje kategori i blå rundel. Stjärna = enda effekten statistiskt skild från noll.

eftersom pH sjunker på vintern och ökar på sommaren. Modellerna visar också att förureningen kan dämpas med en framgångsrik förvaltning som innebär minskade koldioxidutsläpp till atmosfären.

Effekter på marint liv

Kunskapen om framtida effekter på marina arter i en föruread havsmiljö i Östersjön och Västerhavet har ökat det senaste decenniet. Men fortfarande vet vi alldeles för lite om hur marina ekosystem, i synnerhet i Östersjön, påverkas av förurening.

Även om det finns vissa uppenbara negativa effekter, är det tydligt att förureningen påverkar biologiska processer hos marina arter på olika sätt. De tydligaste förändringarna är ökad dödlighet i vissa arters livsstadier, som hos larver av ormsjärnor och Östersjömusslan. Dessutom varierar effekterna på skalbildande arter kraftigt.

Flera viktiga komponenter i Östersjöns näringsväv verkar dock vara motståndskraftiga mot den genomsnittliga förureningsgraden som förväntas under det kommande århundradet. Till exempel har torsken i Östersjön visat sig tåla lägre pH än torsk från Nordatlanten. Vi har inte fullständig kunskap om alla delar i Östersjöns

näringsväv. Endast för några få arter finns det en komplett bild av vilka effekter förureningen har under hela livscykeln. En viktig princip som har klarlagts är att havsförurensningens negativa effekter kan ha litet, eller till och med inget, genomslag om det finns tillräckligt med mat och därmed energi för att motverka de negativa effekterna. Detta har visats hos flera arter i svenska vatten, till exempel hornkorall (*Lophelia pertusa*) blåmussla (*Mytilus edulis*) och havstulpan (*Balanus improvisus*).

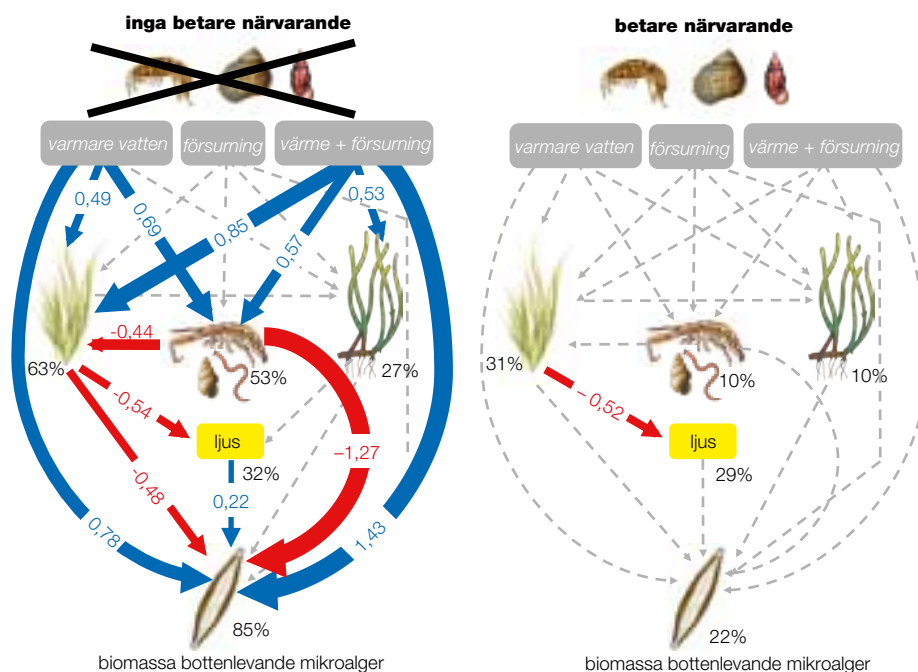
Men trots mycket forskning under de senaste åren vet vi fortfarande lite om hur framtidens havsförurening kan påverka marina arter i Sverige. Kunskapen om olika marina arters anpassningsförmåga, eller om någon art kan utveckla tolerans mot förurening, är mycket dålig. Det börjar nu komma mätningar och modellresultat med kraftiga dygns- och säsongsvariationer av pH. Men hur denna variation påverkar organismernas tolerans mot havsförurening vet vi väldigt lite om. Hittills har endast en studie undersökt effekter av naturliga, dygnsfluktuationer av pH i grunda kustområden. Studien som var på havstulpaner visade att tillväxten var högre och skalhårdenheten mindre när de levde i en miljö med varierande pH, jämfört

med under konstanta pH-förhållanden. Anpassning till nya förhållanden sker när naturlig selektion väljer ut de exemplar av samma art med genetiska egenskaper som klarar av extrem miljövariation bäst. Att majoriteten av forskningen hittills inte tagit hänsyn till denna variation i miljön är problematiskt. Det finns mycket kvar att göra.

Kombinationseffekter

En framtida förurening av havet samverkar med många miljövariabler. Kombinationer av övergödning, förurening, temperaturökning, syrebrist, föroreningar, förändrad salthalt, och ett ändrat resursutnyttjande, exempelvis fiske, kan orsaka många oväntade effekter på våra marina ekosystem. Trots att detta varit känt sedan länge har effekterna av även enkla kombinationer av klimatvariabler tillsammans med havsförurening sällan undersökts. Nya studier tyder på att effekterna kan vara betydande, i synnerhet när det gäller samverkan mellan pH och syrebrist. Om vi ska kunna förstå de vidare konsekvenserna av klimatförändringar i haven måste kombinationseffekter bli ett nyckelområde för framtida studier. Komplikationer på ytterligare en nivå orsakas av samspelet inom ekosystemen.

FÖRSURNING OCH VARMARE VATTENS PÅVERKAN PÅ EKOSYSTEMET



Figuren visar hur varmare vatten och försurning samt kombinationen av dessa två faktorer påverkar makroalger, bottenlevande fauna, ålgräs (*Zostera marina*), ljus, och bottenlevande mikroalger i ett experiment i Västerhavet.

Till vänster visas ett experiment utan betande djur. Här syntes tydliga direkta, positiva effekter (blå linjer) av värme samt kombinationen värme/försurning på bottenlevande mikroalger. Dessa effekter balanserades av negativa effekter (röda linjer) av makroalger och bottenlevande fauna. Dessa negativa effekter är "indirekta" eftersom värme och försurning påverkar en högre trofisk nivå som i sin tur påverkar bottenlevande mikroalger. Enbart försurning hade ingen påverkan utan endast tillsammans med ökad temperatur.

Till höger visas hur det såg ut när betare inkluderades i experimentet. Då försvann alla direkta och indirekta effekter av värme och försurning. Det här visar att en större komplexitet i ekosystemet, det vill säga med betare, kan buffra mot framtida klimateffekter.

Övergödning och starkt fisketryck resulterar i förhållanden som de i figuren till vänster, det vill säga ett system känsligt för framtida klimatförändringar. Det är därför möjligt att tillfälligt lindra effekterna av ökad havsförsurning och temperatur genom minskad övergödning och fisketryck.

Blå linje = statistiskt signifikanta positiva effekter. Röd linje = signifikanta negativa effekter. Streckad linje = icke signifikanta effekter. Siffrorna visar relativ storlek av effekten.

Det är en välkänd ekosystemprincip att interaktioner mellan arter kraftigt kan påverka responsen på miljöförändringar. Detta kan illustreras av berättelsen om två trötta skogsvandrare som plötsligt träffar en aggressiv björn. Då den första vandraren börjar springa, ropar den andra "Varför springa? Du kan inte springa snabbare än björnen!" och den första svarar "Jag behöver inte springa snabbare än björnen, bara snabbare än du gör!" Om skogsvandrarna representerar två marina arter, tröttheten effekten av havsförsurning, och björnen en gemensam predator, är det lätt att se hur den negativa effekten av havsförsurning kan gynna den ena arten om det innebär att den andra löper större risk att inte klara sig.

Studier av ålgräsäng ger svar

Hittills finns endast en studie som behandlar ekosystemeffekter av havsförsurning på ett svenskt marint ekosystem i kombination med en annan miljövariabel. Studien gjordes på en ålgräsäng och resultaten visar att indirekta effekter av pH och temperatur – det vill säga effekter som förmedlas genom interaktioner i ekosystemet – var minst lika viktiga som direkta effekter. Ekosystemet svarar annorlunda på försurning när flera andra miljöfaktorer ändras samtidigt, än när bara en faktor förändras. Det bekräftar att kombinationer av miljövariabler kan ha oväntade effekter.

En viktig slutsats av ålgrässtudien är att havsförsurning och uppvärmning orsakar

ökad tillväxt av fintrådiga alger och därmed minskar ålgräsens "hälsa" och den biologiska mångfalden i ålgräsängen. Eutrofiering och överfiske orsakar liknande effekter i ålgräsängar. Färre stora rovfiskar leder till en kaskad av effekter, där antalet småfiskar ökar vilket orsakar ökad predation på de viktiga tångloppor som i sin tur betar ner de fintrådiga algerna. Det här leder slutligen till att ålgräsängarna riskerar att växa igen. Ett sätt att tillfälligt motverka effekterna av försurning och uppvärmning på ålgräsängar är därför att minska övergödning och fisketryck. Att göra detta skulle bromsa tillväxten av fintrådiga alger och samtidigt frigöra tånglopporna från stark predation och därmed återställa betningstrycket på de fintrådiga algerna.

Förutsägelser kräver mer kunskap

Högre halter av koldioxid i atmosfären kommer utan tvivel att påverka svenska havsområden, en påverkan som förväntas bli än större när den sker i kombination med andra miljöproblem, som exempelvis övergödning och hårt fisketryck. Forskningen har redan visat att vissa arter kommer att drabbas negativt medan andra kommer att gynnas. Men än så länge är det omöjligt att i sin helhet förutsäga koldioxidökningens påverkan på de svenska marina ekosystemen. För att göra det krävs mer forskning på hur miljövariabler samverkar på ekosystemnivå. Prognoserna som ger oss en vink om hur framtiden kan se ut måste också bli bättre. 🐟

LÄS MER:

Alsterberg C, Eklöf JS, Gamfeldt L, Havenhand JN, Sundbäck K (2013) Consumers mediate the effects of experimental ocean acidification and warming on primary producers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 8603-8608.

HELCOM (2013). *Climate change in the Baltic Sea Area HELCOM thematic assessment in 2013*. Baltic Sea Environment Proceedings No. 137, HELCOM, Helsinki, Finland.

Omstedt, A., Edman, M., Claremar, B., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C., Mörtz, M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wållstedt, T., and Yurova, A. (2012). *Future changes of the Baltic Sea acid-base (pH) and oxygen balances*. Tellus B, 64, 19586, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusb.v64i0.19586>.

Cyanobakterier i Östersjön

– en följetong genom historien

CAROLINA FUNKEY, JOHANNA STADMARK & DANIEL CONLEY, LUNDS UNIVERSITET

Varma somrar är blomningar av cyanobakterier ett återkommande obehag i Östersjön. Nyligen har man funnit att dessa blomningar inte är någon ny företeelse utan att de förekom i Östersjön redan för 7000 år sedan. Genom att undersöka om cyanobakterier fanns i Östersjön för flera tusen år sedan kan vi bättre förstå hur systemet förändrats genom tiderna. Vi kan också göra uppskattningar av hur det kommer att bli i framtiden och hur vi bör förvalta Östersjön på bästa sätt. Går det att minska antalet blomningar eller är de naturliga inslag i Östersjön som vi får leva med?

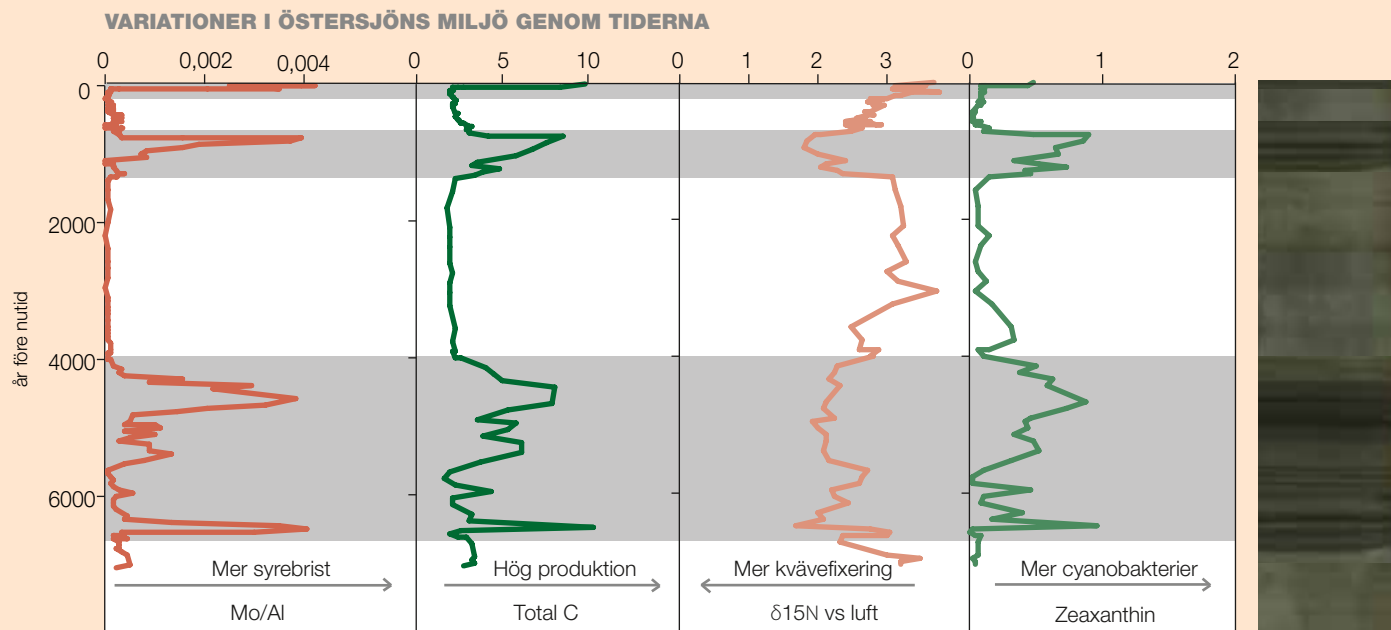
■ Människans aktiviteter i Östersjöns avrinningsområde har orsakat övergödning och lett till dramatiska förändringar under de senaste decennierna. Förändringarna visar sig genom ökad syrebrist vid bottenarna, minskade fiskpopulationer och vitt utbredda algbloomingar, en del med cyanobakterier. Blomningar av cyanobakterier är särskilt problematiska eftersom de gynnas av övergödning och dessutom kan förstärka övergödningen genom att bidra med ytterligare näring i havet. En del forskare hävdar att vi kan minska mängden cyanobakterier, medan andra menar att de alltid har funnits i Östersjön och därför är ett naturligt inslag.

Lagrad information

Som tur är har naturen ett sätt att spara information om tidigare förhållanden i vattnet, i bottenens sediment. Sedimentkärnor som hämtats från Gotlandsdjupet användes i en studie för att få fram kemiska data och även information om vilka arter som har funnits i Östersjön och vilka förändringar som har skett ända sedan Östersjön bildades. Genom vetenskapligt detektivarbete har vi kommit fram till att blomningar av cyanobakterier förekom så tidigt som för 7000 år sedan. Däremot har koncentrationen av cyanobakterier förändrats mycket under tidernas lopp och det är bara under tre perioder



Foto: Mikael Eriksson/Stock



➤ Variationer i Östersjöns havsmiljö genom tiderna, utifrån data från norra Gotlandsdjupet. De grå fälten visar perioder med syrebrist, som visar sig genom laminerade sediment. På x-axlarna visas Mo/Al-kvot (%/%), ju högre värde desto mer syrebrist, Total % C visar hur hög produktionen har varit, $\delta^{15}\text{N}$ vs luft (‰) som visar när kvävefixering skett, ju lägre värde desto mer kvävefixering. Zeaxanthin ($\mu\text{mol pigment/g C}$) är ett pigment som finns i cyanobakterier. Till höger visas sedimentkärnan där de mörka laminerade lagren indikerar syrebrist.

som det funnits mycket cyanobakterier. Intressant nog ser vi vid dessa tillfällen ett samband med flera kemiska parametrar. Det är ämnen som visar att det under dessa perioder förekommit syrebrist, kvävefixering och att det också funnits gott om växtplankton. Låt oss ta en närmare titt på dessa tre perioder och försöka bena ut vad som kan ha varit orsaken till blomningarna av cyanobakterier.

Skifte som gav skiktning

Den första perioden då koncentrationen av cyanobakterier var hög samtidigt som det var syrebrist inträffade för 7000-4000 år sedan. Vi vet att denna period kommer precis efter tiden då havsvattnet höjdes så mycket över nivån i Ancylussjön att det bröt igenom de danska sunden och omvandlade den söta sjön till det bräckta Littorinahavet. Detta inflöde av saltvatten förstärkte skiktningen av vattnet i Littorinahavet och antas vara den huvudsakliga orsaken till syrebristen i djupvattnet under denna period. Det är troligt att utbredd syrebrist i bottenvattnet ledde till att sedimentbunden fosfor släpptes ut i vattnet och att den låga kväve/fosfor-kvoten skapade en ideal miljö för cyanobakterierna att tillväxa i. Till skillnad från de flesta alger som behöver höga koncentrationer av både kväve och fosfor behöver de kvävefixerande cyanobakterierna bara gott om fosfor i vattnet för att växa till. De omvandlar luftens kvävgas till det ammoniumkväve som de behöver. Kvävefixerande cyanobakterier kan

alltså blomstra i Östersjön under förhållanden då andra alger är begränsade av mängden kväve. Blomningar av cyanobakterier uppstår därför vanligtvis då kväve/fosfor-kvoten är låg.

Varm period under medeltiden

Den andra perioden av syrebrist och hög produktion av alger och cyanobakterier inföll mellan år 610 och 1310 e Kr, en period under medeltiden då den nordatlantiska regionen hade ett varmare klimat. Två viktiga faktorer kan ha bidragit till syrebristen under den här tiden. För den första var den Nordatlantiska oscillationen (NAO) i en positiv fas. Då är vintrarna varma, vilket kan förstärka temperaturskiktningen i vattnet, och på så sätt leda till minskad mängd syrgas vid botten, vilket i sin tur stimulerar frisläppandet av fosfor från sedimenten. En annan bidragande faktor kan ha varit att antalet människor i Östersjöns avrinningsområde nästan fördubblades under en 300-årsperiod. Den här befolkningsökningen innebar förändringar i markanvändning och ökad avrinning av näringsämnen från land. Dessa två

Katthårsalgen (*Nodularia spumigena*) – en cyanobakterie som ofta blommar i Östersjön.



Illustration: Camilla Bolner/Azote

Littorinahavet för 6500 år sedan.



FAKTA

Östersjöns olika faser

Östersjön är ett ungt hav, men dess historia är brokig och dess miljö har genomgått dramatiska förändringar. Det började med den Baltiska issjön, som till stor del bestod av sött smältvatten från den senaste inlandsisen. Denna uppdämda issjö, dränerad av Öresund, existerade för ungefär 15 000 – 11 600 år sedan. När den avsmältande iskanten nått så långt norrut som till Billingens nordspets kunde inte isen hålla emot det uppdämda vattnet och på 1–2 år forsade 7800 km³ vatten ut i Atlanten. Vattenytan sjönk med 25 meter, ner till världshavens nivå och Yoldiahavet uppstod. Saltvatten kunde tränga in i låglandsområdet Hjälmarren-Mälaren och gjorde vattnet bräckt. När isen smälte steg landet snabbt och 1000 år senare grundades sunden väster om Väneren upp och förbindelsen till havet upphörde gradvis. Den tidigare havsviken blev återigen en sötvattenssjö, Ancylussjön. Då landhöjningen var kraftigare i norr än i söder "tippade" vattnet över mot söder och fann sitt nya utlopp genom Stora Bält som snabbt eroderades ner till havets nivå.

Syrebrist i Littorinahavet

Havsytan höjde sig mer än land och när de danska sunden blev djupare kunde saltvatten börja tränga in och Littorinahavet inleddes, för ungefär 10 000 år sedan. Vid det här laget hade den skandinaviska inlandsisen smält bort. Det var dock inte förrän Öresund öppnades 1000–1500 år senare som salthalten steg märkbart. Havet blev saltare än idag och mellan 8000 och 4000 år sedan var det också varmare, både på land och i havet. Typiskt för Littorinaperioden är så kallade laminerade (svart-randiga) sediment, till följd av syrebrist. Döda bottenar har alltså funnits tidigare i Östersjöns historia. I Littorinasedimenten har man också hittat tecken på omfattande blomningar av cyanobakterier.

När alla inlandsisar hade smält stabiliserades världshavets nivå, samtidigt som landhöjningen fortgick. Öresund och Stora och Lilla Bält grundades upp och mängden inströmmande saltvatten minskade. För 3000 år sedan bildades det brackvattenhav vi känner idag, Östersjön. Det senaste stadiet kallas ibland för Myahavet, efter den nordamerikanska sandmusslan *Mya arenaria*, som följde med över Atlanten på vikingaskepp för drygt 1000 år sedan och blev vanlig i våra vatten.

faktorer kan ha lett till att det blev syrebrist och blomningar av cyanobakterier.

Efter den varmare perioden kom under slutet av medeltiden den så kallade Lilla istiden, en period med NAO i negativ fas. Nu sjönk istället temperaturen och glaciärerna på norra hemisfären breddade ut sig. Till skillnad från en positiv NAO-fas, leder en negativ NAO-fas till fler stormar. Under stormarna blandas vattnet och bottenvattnet blir syresatt. Dessutom drabbades Europa under 1300-talet av både hungersnöd och pest. Uppskattningsvis dog ungefär 70 procent av befolkningen under den här perioden vilket bör ha lett till mindre intensiv markanvändning och därmed mindre avrinning av näringsämnen till Östersjön. Det var troligen dessa förändringar som ledde till att Östersjön fick bättre syreförhållanden igen, med mindre mängd näringsämnen att göda bakterierna och som följde även lägre koncentration av cyanobakterier.

Med välståndet kom syrebrist

Den tredje perioden med hög produktivitet som vi kan se i sedimentkärnorna

sträcker sig från 1950 fram till idag. Syrebristen har under denna period blivit väl studerad och beskrivs den ökade mängden näringsämnen från jordbruk, stadsutbyggnad och klimatförändringar. Det har visats att fosfortillförseln från land till Östersjön ökade cirka 4,5 gånger under perioden 1850 till 1980. På våren är det därför gott om näringsämnen för algbloomingen. Det är troligt att en pågående klimatförändring bidrar till en starkare skiktning av vattnet och en högre ytvattentemperatur. Dessa förhållanden gör att mindre syrgas kan lösas sig i vattnet samtidigt som det blir en ökad nedbrytning av organiskt material, vilket i sin tur leder till syrebrist vid botten. Som redan nämnts så kan syrefria bottenar släppa ut fosfor i vattnet.

Ett känsligt hav

Cyanobakterierna bidrar till ökad övergödning genom att förse havet med ytterligare kväve och på så sätt bidra till att mer organiskt material kommer ner i bottenvattnet från ytvattnet. Detta ökar förbrukningen av syrgas och leder till frisläppande av fosfor. Dessutom är en del cyanobakte-

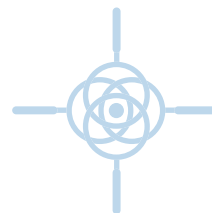
rier giftiga vilket medför problem för såväl friluftslivet som fisket.

Sammanfattningsvis kan vi säga att blomningar av cyanobakterier inte bara har skett under de senaste 60 åren i Östersjön, utan i stor omfattning även under två tidigare perioder i Östersjöns historia. Östersjöns utformning, med djuphålur och yt- och bottenvattnet med olika salthalt, gör detta hav känsligt för förändringar, oavsett om de beror på klimatförändringar eller mänsklig påverkan i form av utsläpp av näringsämnen. Det vi kan göra för att minska och på sikt förhindra blomningar av cyanobakterier i Östersjön är att begränsa tillförseln av näringsämnen dit. 🐦

LÄS MER:

Funkey C. P, Conley D. J, et al. *Hypoxia Sustains Cyanobacteria Blooms in the Baltic Sea*. Environmental Science and Technology, 2014, 48, 2598-2602.

Havsutsikt 1/2004. *Littorinahavet – en salt historia*. Thomas Andrén, Stockholms universitet.



Fokus Kvädöfjärden: **Varför mår kustfisken dåligt?**

LARS FÖRLIN, ÅKE LARSSON, NIKLAS HANSON & JARI PARKKONEN, GÖTEBORGS UNIVERSITET
ELISABETH NYBERG, SUZANNE FAXNELD & ANDERS BIGNERT, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET
HELENE EK HENNING, LÄNSSTYRELSEN ÖSTERGÖTLAND
ANDREAS BRYHN, ANNA GÅRDMARK & JENS OLSSON, SLU

Abborre och tånglake längs kusten har länge visat tecken på att de inte mår bra. Inte ens i områden som förutsätts vara mer eller mindre opåverkade av miljögifter, som exempelvis Kvädöfjärden i Östergötland. Här samarbetar nu flera forskare i ett nytt stort projekt för att försöka ta reda på om det är just miljögifter som är orsaken till den dåliga fiskhälsan. I så fall vilka och var kommer de ifrån? Det är en stor uppgift med många utmaningar och jakten på orsaker har bara börjat.

■ I dagens samhälle används och produceras mer kemikalier än någonsin tidigare. Det finns över hundratusen kemikalier i omlopp och bara i vardagsprodukter finns mer än trettiotusen olika ämnen. Många har egenskaper som gör dem miljöfarliga. Det innebär att de kan vara giftiga, svårnedbrytbara, och ansamlas i näringsväven. Riskbedömningen är grovmaskig och många kemiska ämnen som är miljöfarliga kommer ut på marknaden. Exakt vilka kemikalier som verkligen är ett hot mot miljön och deras sammanlagda påverkan

är till stor del okänt. Ett är dock säkert, många kemikalier hamnar förr eller senare i vattenmiljön där de kan ge skador på allt levande. Att upptäcka, följa och förklara miljöhot är viktigt för miljöövervakningen och för att uppfylla kraven i ramdirektivet för vatten och havsmiljödirektivet. Men det är en komplicerad uppgift att reda ut och förstå orsakerna till förändringar som kan vara orsakade av en komplex blandning av kemikalier.

Abborren i Kvädöfjärden har drabbats av försämrad hälsa.



Foto: Krzysztof Odziemak/Shutterstock

Tånglakar som väntar på analys.



Foto: Joachim Sturve

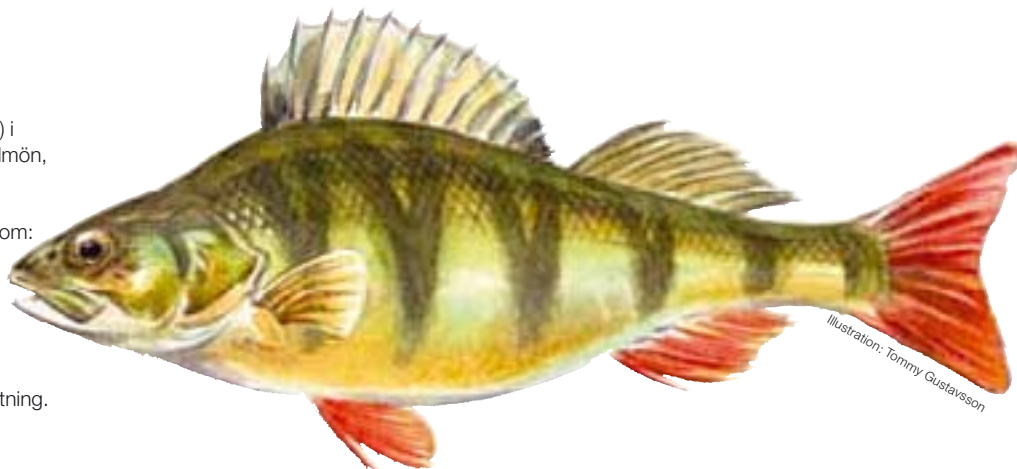
Kvädöfjärden i Östergötlands skärgård är ett så kallat referensområde och ska alltså vara relativt opåverkat, men abborren och tånglaken här mår inte bra.



Foto: Jari Parkkonen

Kustfiskar som abborre (och även tånglake) i "rena" referensområden, Kvädöfjärden, Holmön, Torhamn och Fjällbacka, visar allt tydligare tecken på exponering för kemiska ämnen. Flera funktioner hos fisken är påverkad såsom:

- Förminskade gonader.
- Inducerat avgiftningssystem.
- Aktiverat immunförsvar.
- Ökad oxidativ stress.
- Minskad nybildning av röda blodceller.
- Påverkad saltreglering och ämnesomsättning.



Fokus Kvädöfjärden

Forskare från Göteborgs universitet, Naturhistoriska riksmuseet och Sveriges lantbruksuniversitet, SLU försöker nu med hjälp av fördjupade analyser och uppföljande studier att hitta förklaringar till varför fisken längs kusten mår sämre. Effekter på fiskarnas hälsa syns i både Östersjön och Västerhavet – i referenslokalerna Holmön, Kvädöfjärden, Torhamn och Fjällbacka. Men projektet fokuserar i ett första skede på Kvädöfjärden i Östergötland, där två fiskarter, abborre och tånglake, undersöks.

Avsikten är att med ett brett angreppssätt försöka ta reda på vad som orsakar kustfiskens försämrade hälsa. Finns det miljöstörande verksamheter i avrinningsområdet eller närliggande kustområden? Vilka miljögifter kan tänkas ligga bakom? Hur ser vattenomsättning och transport- och exponeringsvägar för miljögifter ut i området? Kan förändringar i ekosystemet förklara hälsoeffekterna? Kan omgivningsfaktorer som till exempel temperatur, nederbörd, salthalt och siktdjup bidra till att fiskens hälsa påverkas?

Miljögifter misstänks

I Kvädöfjärden finns inga kända kraftigt förorenade sediment eller stora punktkällor. Men övervakningen av miljögifter visar att fisken här ändå innehåller ett stort antal olika miljögifter.

Det finns många nationella och internationella fältstudier i förorenade områden som visar att miljögifter påverkar fiskars hälsa. De kan orsaka försenad könsmognad, minskade nivåer av könssteroider, påverkad fosterutveckling och missbildningar. Andra exempel på störningar är försämrat immunförsvar, vävnadsskador, minskad produktion av hormon från sköldkörteln och påverkan på viktiga funktioner i levern.

Jämförelser visar att det finns likheter mellan hur fiskens hälsa i Kvädöfjärden påverkas över tid och effekter av miljögifter på fisk i förorenade områden. Den hälsopåverkan som syns hos fisken i Kvädöfjärden liknar även kända effekter av miljögifter som PCB, DDT, dioxiner, polyaromatiska kolväten (PAH:er), perflu-

orerade ämnen, polybromerade och polyklorerade ämnen. Det här är ett slående och oroande faktum.

Lågbelastat område med diffusa källor

En kartläggning av Kvädöfjärden visar att den belastas med miljögifter framför allt via diffus tillförsel från avrinningsområdet men även från intilliggande kuststräckors avrinningsområden och möjligen andra tillrinningsområden i Östersjön.

Kvädöfjärdens avrinningsområde får betraktas som ett område med relativt låg belastning av miljögifter. Här finns mycket skog, mest småjordbruk, några mindre tätorter och få tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter. Däremot finns relativt många mindre miljöpåverkande små verksamheter, till exempel djurhållning och små avloppsreningsanläggningar. I området finns även gamla förorenade marker, samt andra källor till skadliga kemikalier i vattenmiljön som exempelvis bekämpningsmedel inom jord- och skogsbruk.

Mest vatten från havet

För att få en uppfattning om hur och i vilka halter miljögifter skulle kunna transporteras till och i Kvädöfjärden har en modellering gjorts för vattenomsättning och strömningsmönster. Modellerna beräknar hur mycket vatten från avrinningsområdet som skulle krävas för att ge en tänkt halt av ett miljögift i Kvädöfjärdens vatten. Modelleringen visar att vattentillförseln från havet är tio gånger större än tillförseln från vattendragen i avrinningsområdet. Med andra ord späds miljögifter i tillförande sötvatten ut tio gånger när det når fjärden.





Det är ett pilligt arbete att analysera proverna. Här provtas galla från fisk för att mäta halter av nedbrytningsprodukter av PAH:er.

Foto: Johan Winborg

SAMVARIATION AV BIOMARKÖRER OCH OMGIVNINGSAKTÖRER

Biomarkör	Påverkas av	Kvarstående tidstrend
GSI	Temperatur, Salthalt	Svag minskning
Glukos	Salthalt	
WBC	Salthalt	
iRBC	Salthalt	
EROD	Bottenfauna, nederbörd	
Klorid	Salthalt	Ökande trend
Kalcium	-	Svag ökning

Tabellen visar biomarkörer för abborre som förändrats över tiden och som samvarierar med omgivningsfaktorer. För tre biomarkörer (GSI, Klorid och Kalcium) kvarstår en tidstrend efter normalisering för omgivningsfaktorer, medan för Glukos, WBC, iRBC och EROD försvinner tidstrenden efter normalisering. När tidstrend kvarstår misstänks miljögiftspåverkan, men även när tidstrenden försvinner kan inte miljögiftspåverkan uteslutas eftersom även transport och spridning i miljön av miljögifter påverkas av olika omgivningsfaktorer. Förklaring av förkortningarna: Glukos = blodets halt av glukos; WBC = ett mått på blodets innehåll av vita blodceller; iRBC = ett mått på blodets innehåll av omogna röda blodceller; Klorid = blodets innehåll av klorid; Kalcium = blodets innehåll av kalcium. För vidare resultat GSI och EROD se sid 82.

Modelleringen visar också att om föroreningen kommer från ett punktutsläpp i exempelvis ett angränsande vattendrag så krävs en tillförsel på cirka 2 ton per år från punktkällan till Kvädöfjärden för att ge en halt på 1 µg/liter.

Många miljögifter ökar

För att få en samlad bild av vilka miljögifter som kan tänkas bidra till hälsoeffekterna hos kustfisk har en genomgång gjorts av befintlig nationell miljöövervakningsdata för abborre, tånglake och blåmussla i Kvädöfjärden, samt från strömming vid Landsort. Även Naturvårdsverkets screeningundersökningar av miljögifter har använts.

Genomgången visar att för att finna möjliga förklaringar till hur och varför fisken i påverkas bör fokus främst ligga på PAH:er, kadmium, kvicksilver, PFAS, OH-PBDE, organofosfater, siloxaner, dioxiner, ftalater och adipater.

Metaller som kvicksilver och kadmium har ökat något hos abborre i Kvädöfjärden under de senaste tio åren. För de organiska miljögifterna HCB, DDE och CB-153 (en typ av PCB) har den nedåtgående trenden sedan 1980-talet avstannat. Några ämnen tenderar istället att öka de senaste åren. Det är alltså uppenbart att de nedåtgående trenderna för vissa miljögifter som mäts löpande i Kvädöfjärden har planat ut eller börjat öka igen. Flera av dessa ämnen används inte

längre i samhället, de måste därför komma från tidigare utsläpp som lagrats i exempelvis botten sediment eller markområden.

Retrospektiva analyser av data (1980–2011) från tre lokaler i Östersjön visar att perfluoralkylsubstanter (PFAS), siloxan (D5) och två hydroxylade bromerade difenyletrar (OH-PBDE) ökar i strömming.

Nya miljögifter orsak?

Genomgången av miljögiftsdata har resulterat i att två ”nya” grupper av miljögifter: organofosfater och adipater, kanske skulle kunna påverka kustfisken. Organofosfater används idag i mycket stor omfattning, bland annat som ersättning för de giftiga flamskyddsmedlen. Halterna av organofosfater i vattenlevande organismer är lika höga som PCB-halterna, trots att de bedöms vara mindre stabila. Hos däggdjur har organofosfater visat sig vara neurotoxiska samt mutagena och cancerogena, medan kunskaper om kroniska effekter hos fisk i stort sett saknas.

Adipater är en grupp ämnen som används som mjukgörare och smörjmedel för att ersätta ftalater i flera olika sorters produkter. Vissa adipater har stor spridning i miljön och förekommer i både fisk och sediment, fast i låga koncentrationer. Men eftersom de används flitigt, finns risken att de bioackumuleras i vattenlevande organismer. Kunskapen om adipaternas miljöeffekter är tyvärr mycket bristfällig.

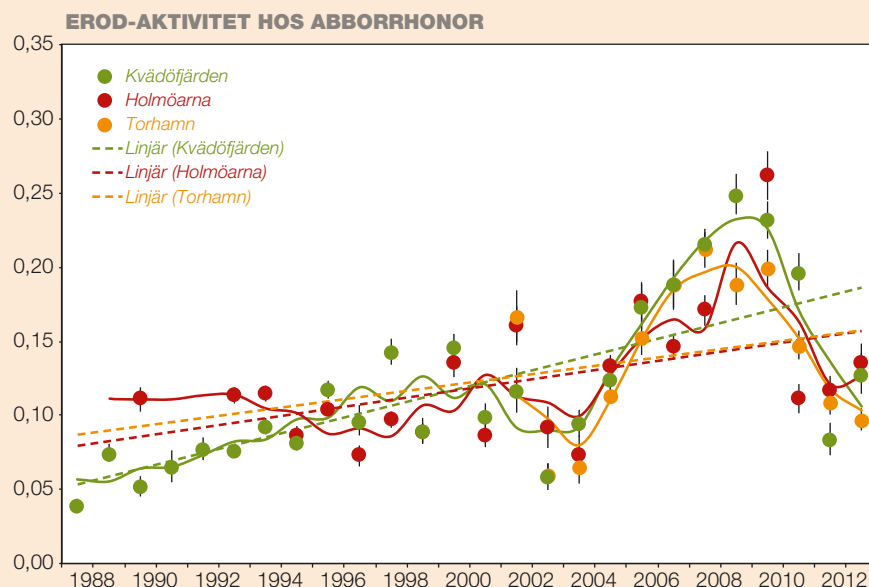
Andra kandidater

Befintliga data, från bland annat Kvädöfjärden, visar också att den stora gruppen PAH:er har stor spridning i miljön. Fisk härifrån innehåller högre halter PAH jämfört med andra referensområden. Även dioxiner och ftalater bör finnas med bland de ämnen som kan tänkas påverka fiskarnas hälsa. Den minskande trenden av dioxiner och furaner i strömming i Östersjön har planat ut under senare år. Dessa mycket giftiga ämnen misstänks dessutom kunna ge samverkans effekter med andra kemiska ämnen. Ftalaterna är en stor grupp industrikemikalier med omfattande spridning i miljön. Vissa ftalater är hormonstörande ämnen som kan bioackumuleras i vattenlevande organismer och bindas starkt till sediment.

Aromatiska kolväten misstänks

Det har länge misstänkts att PAH:er kan vara en del av problemet för fisken i Kvädöfjärden. Men dessa föreningar ansamlas inte i någon större omfattning i fiskvävnad och är därför svåra att mäta halterna av. Däremot har analyser av PAH i blåmussla från Kvädöfjärden, data från 1987 och framåt, visat att de flesta PAH:er minskat. Men några få, exempelvis fluorene och benzo(a)antracene ökar.

Abborrprover från de senaste tio åren visar att PAH-halter, mätt som PAH-metaboliter i fiskgalla, samvarierar med EROD-



Figuren visar ökande EROD-aktiviteten hos abborrhonor i september vid samtliga tre lokaler i svenska referensområden: Holmön, Kvädöfjärden och Torhamn. Den ökade aktiviteten visar att abborren är påverkad på något sätt, och det kan tyda på en ökad exponering för miljögifter.

aktiviteten, en biomarkör för PAH. Resultaten tyder på att det är högst sannolikt att abborren exponerats för PAH.

Samvariation kan förstärka

Korrelationsanalyser visar att även andra miljögifter samvarierar med olika variabler för fiskhälsa. Kvicksilver samvarierar med fiskens kondition, mätt som en kvot mellan längd och vikt, samt även med aktiviteten av enzymet glutation reduktas, en biomarkör för oxidativ stress. Många perfluorerade ämnen korrelerar också signifikant med i EROD-aktiviteten, den relativa storleken på fiskens könsceller eller gonader (GSI - gonadsomatiskt index) samt antalet vita blodceller. Perfluorerade ämnen anses dock inte i sig påverka EROD-aktiviteten. Däremot kan indirekta samband finnas där perfluorerade ämnen misstänks förstärka effekterna av andra ämnen som påverkar fiskens EROD-aktivitet. Dessutom kan det tänkas att perfluorerade ämnen underlättar upptag av andra miljögifter.

Ungefär femton miljögifter i Östersjöfiskar och åtta biomarkörer för fiskhälsa har också samtestats i multivariata analyser. Resultaten visar att de samlade fysiologiska förändringarna i biomarkörerna hos abborre bäst förklaras av förändringar i halter av två stycken perfluorerade karboxylsyror: PFOA och PFTrDA. Även siloxan (D5) och 6'OH-PBDE verkar ha ett samband med biomarkörerna hos abborre.

Men den multivariata analysen med de två karboxylsyrorerna kan bara förklara omkring 20 procent av abborrens hälsoförändringar. Därför måste det också finnas andra förklaringar. Det kan handla om andra miljögifter/kemikalier än de ovan nämnda eller andra miljöfaktorer, exempelvis temperatur och salthalt, som tillsammans påverkar fiskens fysiologi.

Fiskhälsan och omgivningsfaktorer

I våra tidigare undersökningar syntes ett samband mellan tillrinningen från Vindån och EROD-aktivitet hos abborre i Kvädöfjärden, ju högre flöden i Vindån desto högre EROD hos abborren. Det tyder på att avrinningen från land bidrar till spridning av miljögifter till fjärden. Analyser visar också att EROD-aktiviteten samvarierar signifikant med antalet regndagar strax före den årliga fiskprovtagningen. Men analyserna visar också att förändringar i nederbörd inte ensamt kan förklara de förändringar som har uppmätts i EROD.

EROD-aktiviteten hos fisk varierar också med bottenfaunan i Kvädöfjärden. Resultaten tyder på att bottenlevande organismer bidrar till att sprida miljögifter uppåt i näringsväven. Ju mer bottenfauna som rör om i botten-sedimenten desto mer exponeras abborrarna för EROD-inducerande kemikalier.

Även andra hälsoindikatorer, som exempelvis storleken på fiskens gonader

(GSI) samvarierar med miljöfaktorer, visar undersökningar sedan 1988. GSI korrelerar med föregående års temperatur- och salthaltsmätningar och visar att varmare vatten med lägre salthalt ger mindre gonader. Detta är inte helt oväntat eftersom att abborrens kropp förbereder sig för reproduktionen ett år i förväg. Det är viktigt att ta hänsyn till dessa miljöfaktorer, men resultaten visar att förändringarna i temperatur och salthalt inte helt kan förklara varför abborrens gonader blivit mindre. Man kan därför ändå misstänka att kemikalier bidragit till detta.

Kvädöfjärdens salthalt samvarierar också signifikant med klorid och glukos i abborrens blod samt antalet vita blodceller och omogna röda blodceller. Om sambanden med vattnets salthalt är tillfälligt eller beskriver något annat är oklart. Till exempel kan salthalten i vattnet återspegla vattnets ursprung. Dessutom kan vattnets salthalt i sig påverka fiskens fysiologi. Den ökande kalcium-trenden i fiskens blod påverkas däremot inte av någon omgivningsfaktor och orsakas därför troligen av något annat, exempelvis miljögifter.

Övergripande bedömning och slutsatser

Kartläggningen visar att det med nuvarande kunskaper inte är möjligt att hitta en enkel förklaring till den försämrade fiskhälsan hos kustfiskerna i Kvädöfjärden



Foto: Johan Winberg

☞ Många olika prover tas för att ta reda på hur fisken mår i våra kustområden, bland annat blodprov. Det görs för att ta reda om på de lider av blodbrist, om de har rätt sammansättning av salter i blodet och om andelen av vita blodceller avviker från det normala. På bilden stryks en liten droppe fiskblod ut på en glasplatta, ett objektsglas, för att bestämma andelen olika vita blodceller. Provet läggs i ett mikroskop och blodcellerna räknas.

eller i de tre andra nationella referensområdena. Sammanfattningsvis är det inte troligt att något enskilt miljögift orsakar den försämrade hälsan hos kustfisken, utan en ständig men varierande exponering för flera olika kemikalier. Eftersom större punktkällor saknas är det troligt att kemikalerna kommer från många diffusa källor. Även omgivningsfaktorer som aktiviteten hos bottenfauna, temperatur, salthalt och födoval kan på olika sätt ha bidragit till att hälsan hos abborren i Kvädöfjärden försämrats. Här summeras några slutsatser när det gäller kemikaliepåverkan:

- De ämnen som misstänks kunna ligga bakom kustfiskens försämrade hälsa är bland annat PAH:er, PFAS-ämnen, kadmium, samt dioxiner och polybromerade difenyletrar. Av de sistnämnda är det särskilt OH-PBDE:er som ökar i Östersjöfisk. OH-PBDE:er kan bildas naturligt men också kan vara nedbrytningsprodukter av PBDE:er.
- Även "gamla" miljögifter har oväntat ökat i fisk från Kvädöfjärden under senare år, exempelvis kvicksilver och vissa PCB:er, vilket kan tyda på en generell ökad frisättning av gamla kemikalier från sediment och deponier på land.
- Det går heller inte att utesluta att giftiga nedbrytningsprodukter från bromerade flamskyddsmedel eller andra miljögifter också kan bidra till att fisken mår sämre.
- Även nya kemikaliegrupper, som organofosfatestrar, siloxaner och adipater,

ökar men deras eventuella samband med hälsoeffekter hos fisk är svårbedömda då vi inte vet tillräckligt om vilken påverkan de har i miljön.

- De långsiktiga miljöeffekterna av ftalater är ofullständigt undersökta, men de tillförs kontinuerligt vattenmiljön och bedöms kunna samverka med andra miljögifter.

Fortsatta studier

För att ta reda på mer om orsakerna till fiskarnas försämrade hälsa i Kvädöfjärden, och även i andra kustområden, är det viktigt att titta närmare på några saker, nämligen:

- En prioriterad fråga är vilka transport- och exponeringsvägar för miljögifter som finns i området? Finns det exempelvis en land-hav gradient i halter av miljögift, det vill säga ökar eller minskar miljögifterna ju längre ut i fjärden man kommer? Finns det även en liknande gradient i hälsoeffekter? Har abborrens föda ändrats under mätperioden och därmed upptaget av olika miljögifter? Har bottenfaunan förändrats och har det i så fall bidragit till frigörandet av miljögifter i sedimenten som då blivit tillgängliga för fisken?
- En annan prioriterad fråga är att vikta betydelsen av miljögifter för kustfiskens hälsa och väga samman denna med andra omgivningsfaktorer och interaktioner i födoväven.
- Ytterligare en viktig sak är att försöka

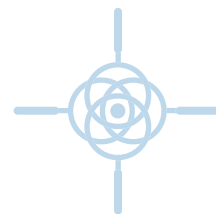
kartlägga hur fiskens försämrade hälsa påverkar hela populationens långsiktiga utveckling?

- Även retrospektiva analyser av miljögifter, som idag inte undersöks i Kvädöfjärden, men som kartläggningen lyft fram som prioriterade ämnen, borde genomföras. Det är också viktigt med ökade kunskaper om effekter av "nya" miljögifter, såsom organofosfatestrar, siloxaner och adipater. 🐟

LÄS MER

Tillståndsbedömningar för de olika delprogrammen, sid. 78 och 82.

Fakta om nationell marin miljöövervakning, sidan 95.



Fokus Askö: **Bottnar och fria vattenmassan i samspel?**

CAROLINE RAYMOND, OLA SVENSSON, ULF LARSSON, HELENA HÖGLANDER, SVANTE NYBERG, HANS KAUTSKY, ELENA GOROKHOVA, BRITA SUNDELIN & JONAS GUNNARSSON, STOCKHOLMS UNIVERSITET

I Asköområdet genomförs nationell och regional miljöövervakning som genererar flera långa och unika mätserier. Inom varje program har man kunnat se förändringar till exempel i koncentrationer av näringsämnen, temperatur, salthalter samt artsammansättning av djurplankton och sedimentlevande djur. Hittills har resultaten främst analyserats inom respektive program och endast i vissa fall länkats ihop med förändringar inom de andra programmen. Arbetet med denna artikel är ett försök att ta reda på hur olika delar av ekosystemet samverkar och svarar på variationer i miljön.

■ Förändringar sker ständigt i vår miljö, vissa är naturliga medan andra är orsakade av människan. Först när man har tillräckligt långa mätserier är det möjligt att särskilja förändringarna från naturliga mellanårsvariationer. Asköområdet ligger i Trosa skärgård i Södermanlands län, och sedan 1960-talet har marin forskning bedrivits där. Med tiden har denna forskning utvecklats till flera miljöövervakningsprogram som fortfarande pågår; växtplankton, djurplankton, kemiska och fysikaliska data, vegetationsklädda bottens växt- och djursamhällen, sedimentlevande makrofauna samt vitmärlans repro-

duktion. Området ligger öppet och relativt exponerat, vilket gör att det är starkt påverkat av öppna Östersjön, medan påverkan av landavrinning är liten. Detta gör området väl lämpat som referensområde för miljöövervakning.

Övervakningsprogrammen förväntas främst ge information om övergödningssituationen och klimatförändringar, och övervakningen av vitmärlans reproduktion fångar även upp påverkan av miljögifter. Tillsammans utgör provtagningsstationerna ett sammanhållet LTER (Long Term Ecological Research)-område som även omfattar Himmerfjärden och havs-

Askölaboratoriet i Trosa skärgård har funnits sedan 1960-talet och hör idag till Stockholms universitets Östersjöcentrum.

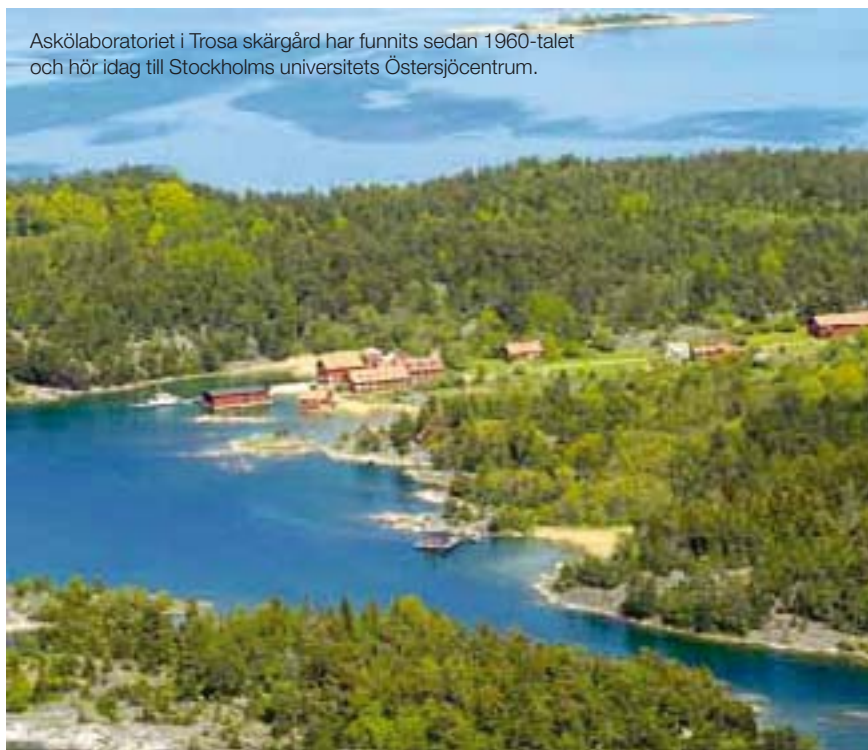


Foto: Leif W

FAKTA

Förändringar i korthet

- Medeltemperaturen i ytvattnet har ökat sedan början av 1990-talet.
- Salthalten har ökat sedan början av 2000-talet.
- Blåstångens medeldjuputbredning har ökat.
- Tidigare vårblomning men ingen markant förändring i storlek eller sammansättning.
- *Aphanizomenon* sp., en cyanobakterieart, har ökat under sommaren.
- Djurplanktons biomassa har minskat.
- Det bentiska kvalitetsindexet (BQI) har ökat sedan 2000-talets början efter att ha minskat under de föregående 20-åren.
- År 2001 uppvisade vitmärlorna reproduktionsstörningar.

området ut till Landsortsdjupet. Sammantaget ger provtagningarna i Asköområdet värdefull information om långtidsförändringar i vår miljö. Miljöövervakningsprogrammen spänner över många olika delar av ekosystemet och eftersom de bedrivs inom samma område ger det en unik möjlighet att utvärdera vilka delekosystem som svarar på förändringar i miljö och klimat.

Salthalten ökar

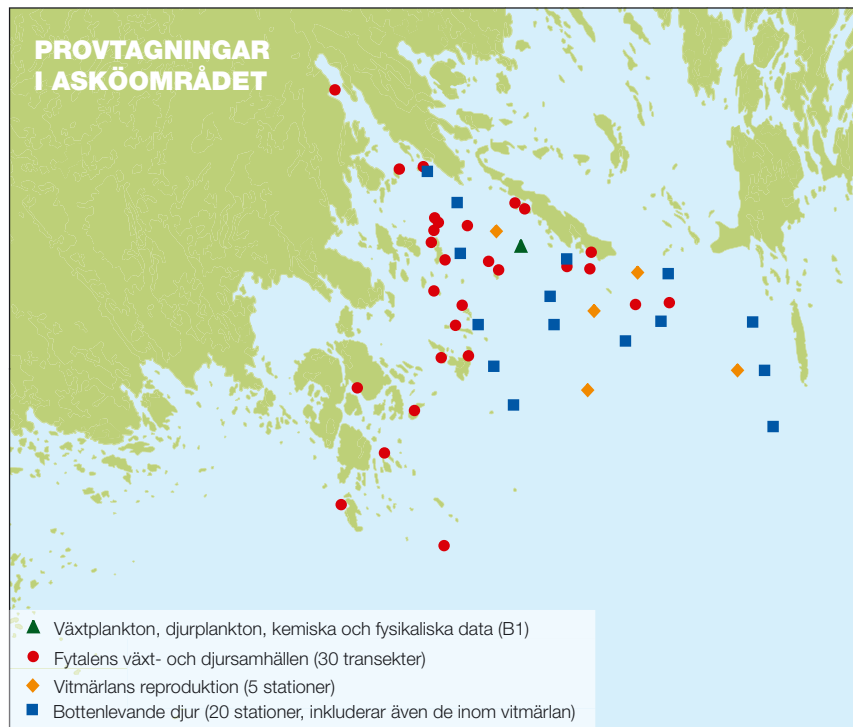
Det exponerade Asköområdet påverkas i hög grad av det som sker i öppna havet. Salthalten har till exempel minskat sedan mitten av 1980-talet och fram till millennieskiftet, då halterna börjat öka igen (medelvärde mars–maj), vilket är samma mönster som i öppna Östersjön. Årsmedeltemperaturen i ytskiktet (0–20 meter) har ökat, vilket huvudsakligen skedde under några få år i slutet av 1980- och början på 1990-talet. Skillnaden i temperatur mellan yt- och bottenvatten har ökat under sommaren, vilket kan bidra till en skarpare skiktning av vattenmassan.

För det marina livet är näringsämnen som kväve och fosfor nödvändiga för att växtplankton och alger, som utgör basen i näringsväven, ska kunna tillväxa. För mycket näringsämnen resulterar dock i alltför stor tillväxt av växtplankton och fintrådiga fastsittande alger, vilket bland annat leder till grumligare vatten och ökad sedimentation. Därmed får alger som växer djupare ner inte tillräckligt med ljus.

Kustvattnets koncentrationer av näringsämnen under vintern är något högre jämfört med i öppna havet, men följer förändringen där väl. Koncentrationerna av både oorganiskt kväve (DIN) och fosfor (DIP) ökade fram till början av 1990-talet, men minskade därefter. Halten av oorganiskt kväve är nu åter på samma nivå som när mätningarna började på 1970-talet, medan den oorganiska fosforn har ökat sedan millennieskiftet.

En kedja utan självklara länkar

Storleken på vårblomningen bestäms framför allt av tillgången på oorganiskt kväve i vattenmassan under vintern. Mängden sedimenterande föda till bottenlevande organismer bör därför ha påverkats vid det oorganiska kvävet uppgång till mitten av 1990-talet och nedgången därefter. Denna förändring syns dock inte tydligt i till



Asköområdet ligger i Trosa skärgård i Södermanlands län. Sedan 1960-talet har det bedrivits marin forskning i området och det är grunden till de miljöövervakningsprogram som finns idag.

exempel vårens medelkoncentration av klorofyll *a*. Däremot har klorofyll *a* ökat under sommaren vilket har bidragit till sämre siktdjup.

Koncentrationen av syrgas i djupvattnet når i Asköområdet relativt sällan kritiska nivåer för djurlivet (mindre än 2 mg/liter). Låga syrekoncentrationer har dock uppmätts vid tre tillfällen; 1977, 2003 och 2009. Syreminimum inträffar oftast under augusti–oktober, men kan också ske i samband med inträngning av syrefattigt djupvatten från Östersjön, vilket till exempel skedde i mars 2009.

Ökad djuputbredning av blåstång

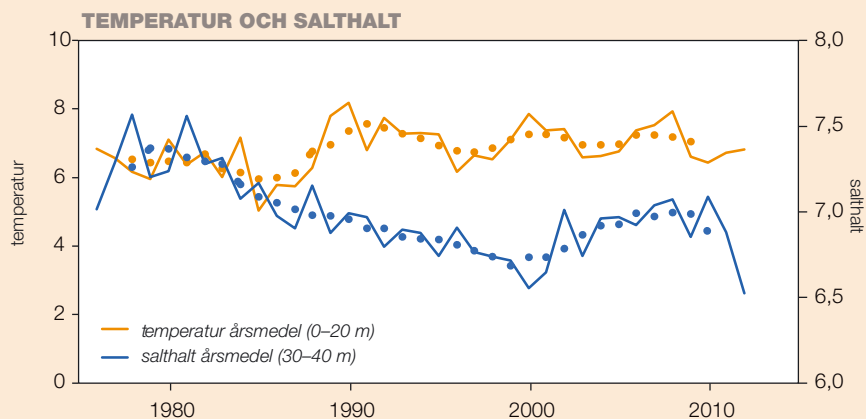
Blåstången *Fucus vesiculosus* är en flerårig brunalg som också är en viktig livsmiljö för många organismer. I Östersjön kan den växa ända ned till 14 meters djup, men oftast växer den på 7–9 meters djup i ytterskärgården och på 4 meter i innerskärgården. I Asköområdet har blåstången ökat sin medeldjuputbredning (medelvärde för 30 transekter) från runt 3 meter i början av 1990-talet till nästan 5 meter i början av 2010-talet.

Förändringarna är betydande i mellan-skärgården där medeldjupet förändrats från cirka 2 till 4 meters djup och minst i ytterskärgården där medeldjupet bara ökat

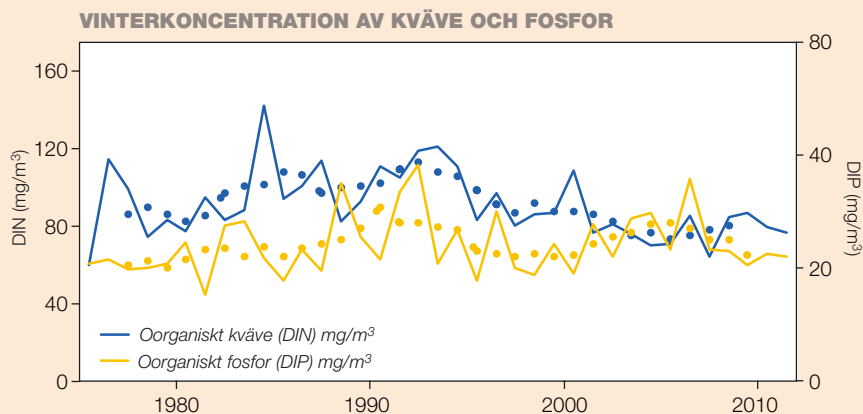
med drygt en meter. I innerskärgården är det tillgången på hårda ytor som oftast är begränsande för tångens djuputbredning, men även i innerskärgården har vi observerat att tången växer djupare (i medeltal från 3,4 till 5,6 meter). En ökad djuputbredning av blåstång har även observerats inom flera andra områden i Östersjön, till exempel i Stockholms skärgård och Ålands hav. I dessa områden har en avsevärd förbättring skett sedan 1980-talet, och idag går tången lika djupt ner som på 1940-talet.

Mindre näring ger mer tång?

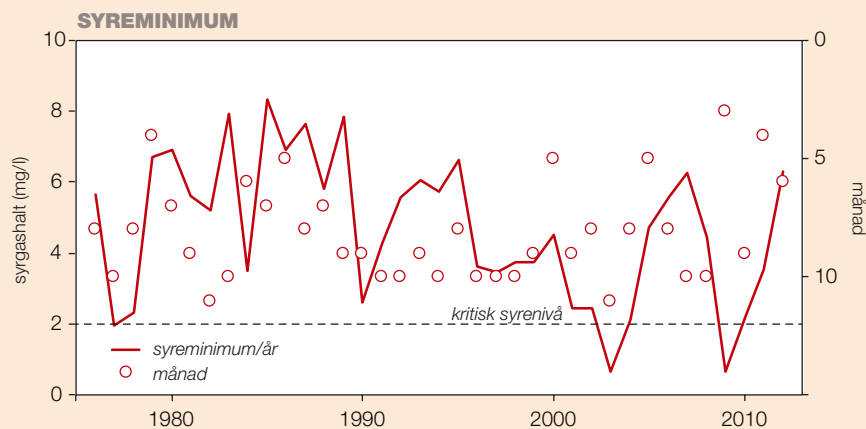
En rimlig hypotes är att blåstångens ökade djuputbredning är kopplad till klarare vatten på grund av minskad näringstillgång under våren (mars–maj), eftersom blåstången framför allt reproducerar sig en eller två gånger på våren vid fullmåne och i relativt lugnt väder. Det är ganska sällan förhållandena för reproduktionen är ideala, vilket medför att tången får svårt att återetablera sig i områden där den en gång försvunnit. Minskad näringstillgång begränsar tillväxten av frilevande alger och mängden partiklar i vattenmassan och man kan förvänta sig bättre ljusstillgång för de fastsittande växterna på botten. Inga statistiskt signifikanta samband hittades dock mellan den ökade djuputbredningen



➤ Årsmedeltemperaturen i ytvattnet (0–20 meter) steg i slutet av 1980- och början av 1990-talet. Bottenvattnets (30–40 meter) årsmedelvärde för salthalt sjönk fram till 2000-talet, för att sedan åter öka (observera att skalan för salthalt inte börjar vid 0). Förändringarna i salthalt är likvärdig i hela vattenmassan. Prickarna i diagrammen är medelvärde för 5 år.



➤ Vinterns maximala koncentrationer av både oorganiskt kväve (DIN) och fosfor (DIP) innan vårbloomingens start ökade fram till början av 1990-talet, och gick sedan ned. Vinterhalterna av oorganiskt kväve är idag tillbaka på samma nivå som då mätningarna började på 1970-talet, medan den oorganiska fosforn återigen har ökat sedan millennieskiftet. Data från 0–20 meters djup.



➤ Syreminimum når sällan kritiska nivåer (mindre än 2 mg/l) i Asköområdet på 30–40 meters djup. Kritiska nivåer har dock uppmätts vid tre tillfällen: 1977, 2003 och 2009. Ringarna i diagrammet visar vilken månad syreminimum har infallit, vanligen under hösten. Låga syrenivåer kan också ske vid inträngning av syrefattigt djupvatten, vilket skedde i mars 2009. Syreminimumvärden mäts 2 meter över botten och kan därmed vara högre än faktiska förhållanden vid botten.

av blåstång och mätresultat från stationen i det fria vattnet (närsalter, siktdjup, klorofyll och temperatur).

Under samma period som blåstången har ökat i djuputbredning har även filtrare och detritivorer, det vill säga djur som gynnas av plankton och förmultnande material, minskat på de vegetationsklädda bottenarna i Asköområdet. Detta står i motsats till utvecklingen i vattenmassan där mätdata tyder på en utveckling med till exempel mer klorofyll. Jämförelser med olika mätningar i det fria vattnet har inte kunnat förklara vilka faktorer eller under vilken del av året de har en avgörande betydelse för den förbättrade djuputbredningen av blåstång och förändringen i djurlivet. Möjligen kan sambanden döljas av det faktum att referensstationen i den fria vattenmassan är relativt exponerad i jämförelse med de undersökta lokalerna i programmet för de vegetationsklädda bottenarnas växt- och djurliv.

Tidigare vårblooming

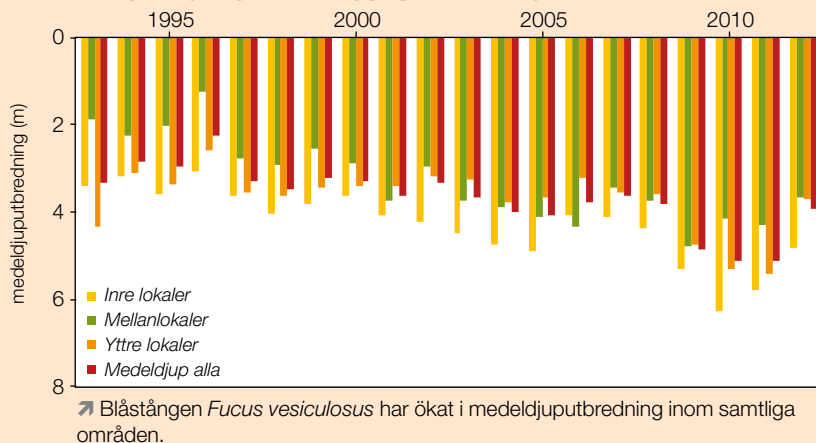
Växtplankton är mikroskopiska alger och basen i havets näringsväv. Under relativt kort tid kan planktonalger ha stark tillväxt och bilda algbloomingar. I Östersjön har vi flera perioder av växtplanktonbloomingar under året. Den första, och oftast också den största, är vårbloomingen som brukar ske i april och ge basföda åt många organismer. Vårbloomingen i Egentliga Östersjön, dominerad av kiselalger och dinoflagellater, avtar när tillgängligt kväve tar slut.

Klorofyllhalten i vattnet används ofta som ett mått på växtplanktons biomassa, då den är både billigare och lättare att mäta än att analysera växtplankton i mikroskop. Långtidstrender visar att vårens klorofyllmaximum infaller ungefär tio dagar tidigare på året sedan början av 2000-talet jämfört med de tidigare årtiondena i mätserien. Däremot kan vi inte se någon förändring i vårbloomingens storlek eller i förhållandet mellan kiselalger och dino-flagellater.

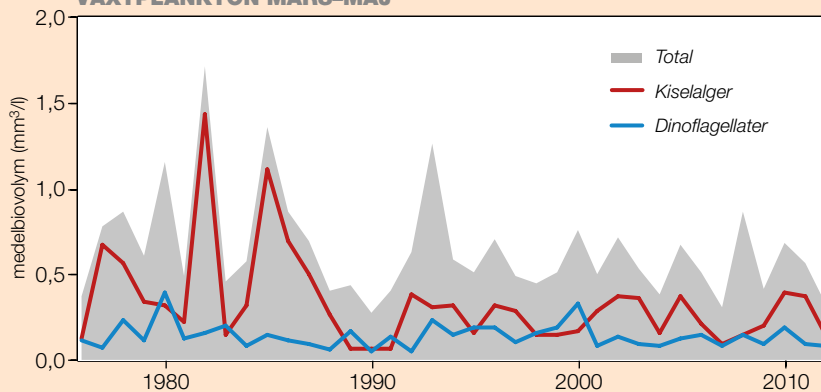
Kvävefixerande cyanobakterier ökar

Den andra stora blomningsperioden infaller under sommaren och domineras av cyanobakterier. Till skillnad från övriga växtplankton kan flera cyanobakteriearter fixera kvävgas och deras tillväxt begränsas istället av tillgången på fosfor. För sommarens kvävefixerande cyanobakterier har det

BLÅSTÅNGENS MEDELJUPUTBREDNING



VÄXTPLANKTON MARS-MAJ



skett en tydlig uppgång i biomassa av arten *Aphanizomenon* sp. (även kallad knippvattenblom) sedan mitten av 1990-talet. Den ökade biomassan sammanfaller med ökningen av medeltemperaturen i vattenmassan under sommaren. En möjlig förklaring är att temperaturökningen förlänger tillväxtsäsongen för *Aphanizomenon* som växer bäst vid temperaturer över 15 grader. En stabilare skiktning av vattenmassan under sensommaren kan också bidra. De kvävefixerande cyanobakterierna utgör nu runt en fjärdedel av den totala biovolymen av sommarens växtplanktonsamhälle. En ökning av den totala biovolymen av växtplankton under sommaren har inte observerats.

Förändringar bland djurplankton

Djurplankton utgör en viktig länk i

näringsväven mellan växtplankton och högre nivåer, då de själva utgör föda för till exempel pungräkor, fisklarver och djurplanktonätande fisk som skarpsill och strömming. I Asköområdet finns miljöövervakningsdata över djurplankton från 1976 och framåt. Utvärdering av data från tidsserien visar att det totala antalet individer under sommartid inte har förändrats nämnvärt.

Den totala biomassan av djurplankton har däremot minskat sedan mitten av 1990-talet. Anledningen till att den totala biomassan har påverkats, men inte antalet individer, är en förändring i artsammansättningen. Fram till mitten av 1990-talet var hoppkräftor (*Copepoder*) dominerande, därefter minskade deras andel och framför allt hjuldjur (*Rotifera*) och i viss mån även hinnkräftor (*Cladocera*) ökade i motsva-

rande grad. Hoppkräftorna är större än hjuldjur och hinnkräftor, så även om det totala antalet individer varit oförändrad har det skett en signifikant minskning av biomassan.

Små djurplankton ger mindre näring

Hypotesen var att hoppkräftornas minskning var kopplad till förändringar i miljön, som kraftigare sommarbloomningar av kvävefixerande cyanobakterier, men även till förändringar i syrehalt, temperatur och salthalt. Hypotesen testades med hjälp av en regressionsanalys och resultaten tyder på att hoppkräftornas andel av djurplanktonsamhället ökar med ökad temperatur och syrehalt och minskar med ökad cyanobakteriemängd. Inga statistiskt signifikanta effekter av förändrad salthalt hittades.

Resultaten tyder på att miljöförhållan-



Blåstångens genomsnittliga djuputbredning har ökat kring Askö de senaste 20 åren.

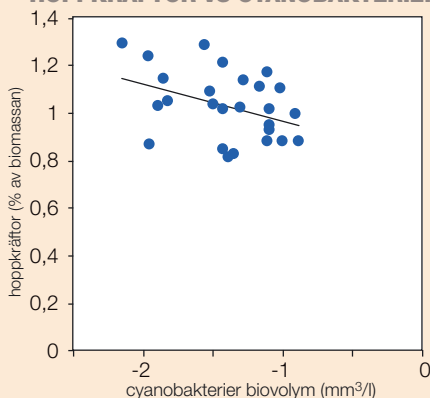
Foto: Hans Kautsky



Havsborstmasken *Marenzelleria* påträffades första gången i slutet av 1990-talet i området och är nu en av de dominerande arterna i bottenjursamhället.

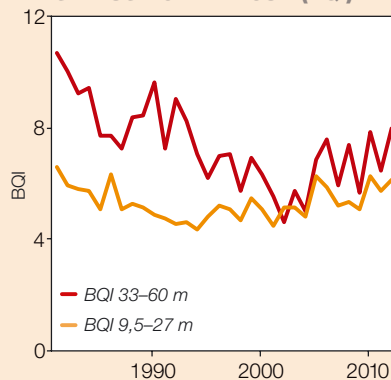
Foto: Terése Larsson

HOPPKRÄFTOR VS CYANOBAKTERIER



Korrelationen mellan hoppkräftornas andel av biomassan och ökad biovolym av cyanobakterier är signifikant negativ. Med andra ord, hoppkräftornas andel av den totala biomassan minskar när cyanobakterierna ökar. Värdena är transformerade.

STATUS BOTTENDJUR (BQI)



Bottenjursamhällets kvalitetsindex BQI tar hänsyn till arternas känslighet för förändringar i miljön (10 stationer i respektive djupintervall). För det grundare intervallet (9,5–27 m) har BQI varit relativt oförändrad över tid. I det djupare intervallet (33–60 m) skedde en nedgång fram till 2000-talet. Sedan dess har värdena åter börjat stiga. Förändringen i det djupare intervallet följer förändringarna i både salthalt och syreminimum. För mer information om BQI sid. 67.

dena under 2000-talet gynnat hjuldjur och hinnkräftar. Konsekvenserna för det marina samhället kan bli sämre näringskvalitet och födotillgång för djurplanktonätande fiskarter samt en minskad betning av växtplankton.

Lägre syrehalter påverkar bottenjursamhället

Sedimentlevande ryggradslösa djur, ofta benämnda makrofauna eller bottenfauna, är relativt stationära och har förhållandevis långa livscyklar. Olika arter reagerar olika på stress och makrofaunans sammansättning kan därmed säga något om förhållandena på och i bottenarna. Östersjömusslan *Macoma balthica* kan till exempel överleva i över en vecka under syrefattiga förhållanden. Om perioderna med syrebrist är så långa att de tar död på musslorna tar det flera år innan populationen är återställd, eftersom östersjömusslan vanligen

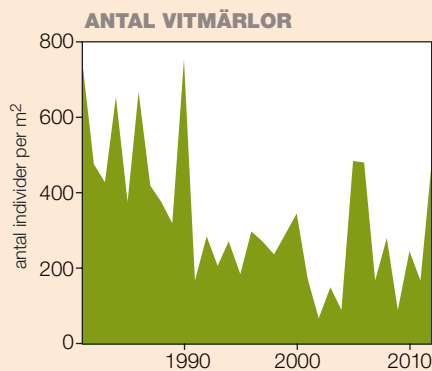
reproducerar sig först vid fem till tio års ålder. Andra arter är mer känsliga för låga syrehalter. Detta gäller till exempel vitmålarna *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*, som vanligen reproducerar sig när de är ungefär två år.

Ett sätt att bedöma miljötillståndet utifrån bottenfaunasamhället är att använda sig av det bentiska kvalitetsindexet BQI. I detta index integreras arternas sammansättning och deras känslighet för olika typer av stress, framför allt syrebrist. I Asköområdet visar BQI generellt på en nedåtgående trend sett över alla år sedan 1981. Detta gäller framför allt de 10 (av 20) stationer som ligger djupare än 30 meter. På de 10 grundare stationerna syns ingen större förändring sett över hela tidsperioden. Det är högst sannolikt att de djupare stationerna periodvis utsätts för låga syre-

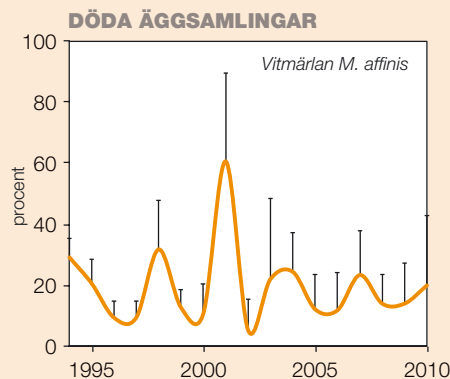
halter. Haloklinen, det salthaltssprångskikt som separerar sötare överliggande vatten från djupare, saltare och mer syrefattigt vatten, kan ställa sig så snett vid en storm att uppvällning av det djupare syrefattiga vattnet kan tränga in i kustområdet. Uppmätt syreminimum på djup mellan 30-40 meter har, i likhet med BQI, en negativ trend i området. Korrelationen mellan BQI och uppmätta årsminimumvärden för syrehalt är statistiskt signifikant.

Salthalten påverkar också

Även salthalten har förändrats med tiden. I början av 1980-talet uppmättes årsmedelvärden för djupvattnets (30-40 meter) salthalt till runt 7,3 för att sedan minska till 6,5 fram till 2001. Efter 2001 har salthalten gått upp igen, för att i början av 2010-talet åter vara nära 7. Den förändrade salthalten



➤ Vitmärlorna *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata* är två nyckelarter i botten djursamhället. Antalet individer har minskat sedan 1980-talet, med de lägsta uppmätta tätheterna år 2002. Medelvärden från 20 stationer.



➤ År 2001 uppvisade vitmärlan *Monoporeia affinis* högt antal döda äggsamlingar i Egentliga Östersjön



Foto: Britta Sundelin

➤ Vitmärlan *Monoporeia affinis* är känslig för syrebrist, framför allt under reproduktionsperioden.

i Asköområdet är också signifikant korrelerad med områdets BQI-värden.

Kompletterande artspecifika analyser bör göras för att fullt ut förstå processerna av förändrade syre- och salthalter och dess ekologiska konsekvenser på bottenarna. Även om BQI-trenden över hela mätserien (1981–2012) är negativ kan vi sedan början av 2000-talet se en positiv utveckling med högre värden. Detta gäller även för uppmätt salthalt samt årsminimiumvärden för syrehalt, även om syre har kraftiga mellanårsvariationer. En annan förändring i makrofaunasamhället är tillkomsten av den för Östersjön nya havsborstmasken *Marenzelleria* spp. Den påträffades i området i slutet av 1990-talet, och har därefter blivit en av de dominerande arterna.

Förändrad förekomst av vitmärlor

Två andra nyckelarter i makrofaunasamhället är vitmärlorna *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*. Vitmärlorna är klassade med det högsta känslighetsvärdet i BQI-indexet samtidigt som de kan uppnå relativt höga tätheter, vilket medför att de har stor påverkan på indexet. Vitmärlornas förekomst har fluktuerat sedan 1981, med generellt högre tätheter under 1980-talet. År 2002 fanns det enligt mätningarna bara runt 70 vitmärlor per kvadratmeter i Asköområdet, vilket kan jämföras med 1981, då motsvarande siffra var 750 individer per kvadratmeter (medelvärde 20 stationer).

Sedan 1993 övervakas också vitmärlornas reproduktion för att på ett tidigt stadium kunna upptäcka effekter av miljögifter. I Asköområdet påvisades det inom

detta program reproduktionsstörningar på vitmärlorna år 2001, med låg äggproduktion och hög andel missbildade embryon och döda äggsamlingar. Detta kan förklara det låga antalet individer i makrofaunaprogrammet år 2002, eftersom vitmärlorna är strax över ett år när de samlas in inom detta program.

Syrebrist huvudsaklig orsak

Missbildade embryon uppstår framför allt till följd av miljögifter som metaller och organiska föroreningar i sedimentet. Syrebrist påverkar istället äggen under dess utvecklingsfas och ger upphov till delvis eller helt döda äggsamlingar. Den mycket höga frekvensen av honor med döda äggsamlingar orsakades sannolikt av låga syrenivåer som uppmättes under tiden för gonadernas (ägganlagens) mognad i september 2000 (0,8 mg/liter, mätt strax ovan sedimentytan). Vitmärlan är känsligast för syrebrist när gonaderna mognar från juli till november/december då parningen sker.

Studier i Vättern har visat att även låg kiselalgsproduktion ger outvecklade ägg, eftersom äggen stannar i utvecklingen innan de olika organen bildas. De analyser vi har gjort pekar dock inte på någon markant förändring av tillgängliga kiselalger i Asköområdet. I miljön är det med andra ord en mängd olika faktorer som påverkar reproduktionen och kunskapen om samverkans effekter av olika stressfaktorer är begränsad och det krävs utökade studier av multipel stress för att klart förstå sambanden.

Att se nya samband

Genom att samanalysera data från olika program kan vi bättre förstå förändringar i havsmiljön, om alla eller bara vissa delsystem påverkas och om det finns samband mellan olika delsystems respons på förändringarna. En viktig förutsättning för analysen är att data samlas in från samma område, att provtagning sker kontinuerligt och med rätt tidsupplösning.

Denna artikel är ett första steg i att länka samman de unika tidsserier som finns från Asköområdet i de olika miljöövervakningsprogrammen. De samband, eller möjliga sådana, som tas upp i artikeln utgör endast några exempel från respektive dataset. Kopplingarna mellan olika delar i näringsväven i vattenmassan och vegetation samt djur vid bottenarna är många, men inte lätta att påvisa. Till exempel visar mätdata från havsbottens växt- och djursamhällen positiva trender sedan början av 2000-talet. Det är ännu oklart hur dessa förändringar är kopplade till förändringar i det fria vattnet. En utförligare analys behöver göras innan vi bättre kan svara på hur förändrade närsaltshalter och klimatförändringar påverkar vår kustmiljö och vad som kan ligga bakom de förändringar i artsammansättning vi kan se i olika delar av ekosystemet. 🐟

LÄS MER

Tillståndsbedömningar för de olika delprogrammen sidan 62, 65 och 88.

Mer fosfor ger mer cyanobakterier i norra Östersjön, sidan 51.

Fakta om nationell marin miljöövervakning, sidan 97, 98 och 101.



LIV OCH RÖRELSE I FRIA VATTNET

**Mycket nederbörd och hög tillrinning
Lastfartyg och färjor i forskningens tjänst
Mer fosfor ger mer cyanobakterier i norra Östersjön
Tillståndsbedömningar**

Mycket nederbörd och hög tillrinning

SVERKER HELLSTRÖM, ANNA EKLUND & ÅSA JOHNSEN, SMHI

År 2012 var ett ovanligt nederbördsrikt år och stora mängder snö gav en rejäl vårflood i landets norra delar. Därefter kom en blöt sommar som gav en hög tillrinning även under den varma årstiden.

■ Under nästan alla årets månader 2012 var tillrinningen till havet från de svenska vattendragen större än det medelvärde för perioden 1961–1990 som används som referens vid SMHI:s beräkningar. Det gäller tillrinningen till alla havsområden och samtidigt var även årsnederbörden högre än normalt. Bottenviken fick 37 procent högre tillrinning än medelvärdet och så hög tillrinning har vi inte haft där sedan år 2000 då tillrinningen var 40 procent högre än medelvärdet.

Den totala tillrinningen till svenska havsområden var under året cirka 7300 m³/s eller 230 km³. Det är i samma storleksordning som hela inflödet till Östersjön genom Öresund och Bälten.

Året började blött

Redan under årets första dagar medförde milt väder att en stor del av nederbörden föll som regn i södra Sverige. Eftersom marken redan var mättad med vatten efter en nederbördsrik decembarmånad 2011, blev tillrinningen hög, framför allt till Västerhavet, men även övriga havsområden fick sin beskärda del.

Från mitten av januari till mitten av februari var vädret kallt och högtrycksbetonat och då avtog tillrinningen. Men i andra halvan av februari blev vädret åter milt och snösmältning och vårflood gjorde att tillrinningen till Västerhavet och Östersjön åter tog fart.

Stor vårflood i norr

Eftersom mars månad var rekordvarm och torr bidrog inte regnet med så stor tillrinning. Däremot var snösmältningen stor, vilket gav en ökad tillrinning till främst Bottenhavet, något som är ovanligt i norra Sverige så tidigt på året.

I april blev det åter kyligt och tillrinningen stannade av. I maj – juni kom vårflooden igång igen och stora mängder vatten fördes ut i Bottenhavet och Bottenviken.

Till Egentliga Östersjön, däremot, rann

inte så mycket vatten under april och maj. Detta var det enda tillfälle under året då något havsområde hade låg tillrinning.

Blöt sommar

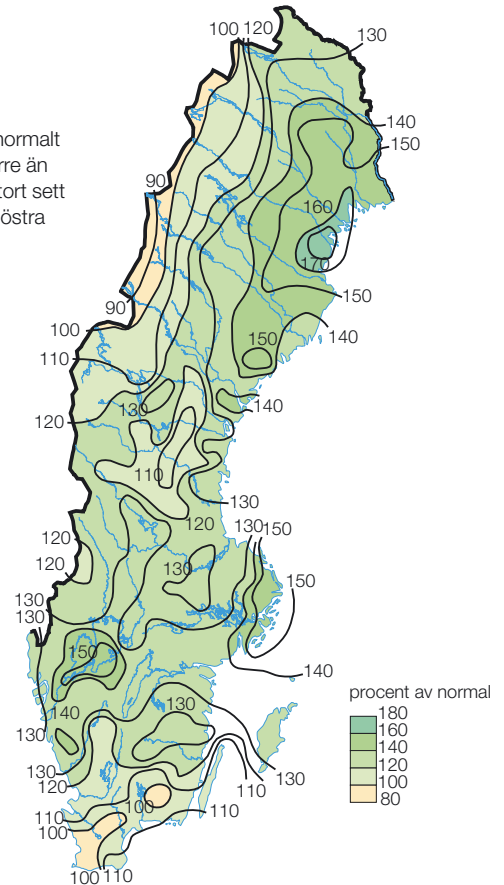
Under sommaren brukar avdunstningen vara stor och då avtar vanligen tillrinningen till havet, i alla fall i landets södra delar. Det gjorde den även sommaren 2012, men de ständiga regnvädren bidrog ändå till en högre tillrinning än normalt för årstiden.



Foto: Henrik Larsson/Shutterstock



Årsnederbörd i procent av normalt 2012. Nederbörden var större än medelvärdet 1961-1990 i stort sett i hela landet, speciellt i nordöstra Norrland.



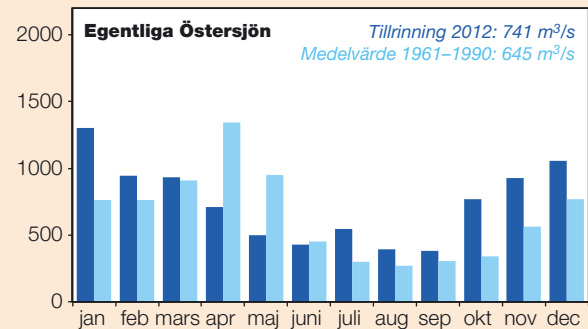
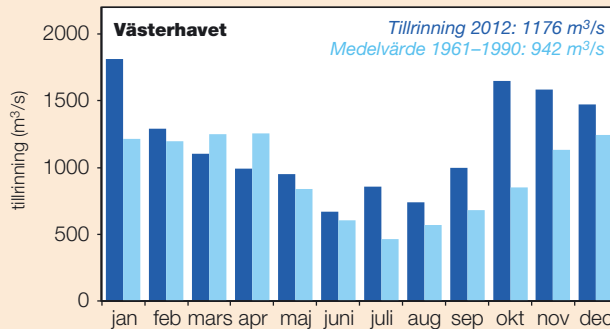
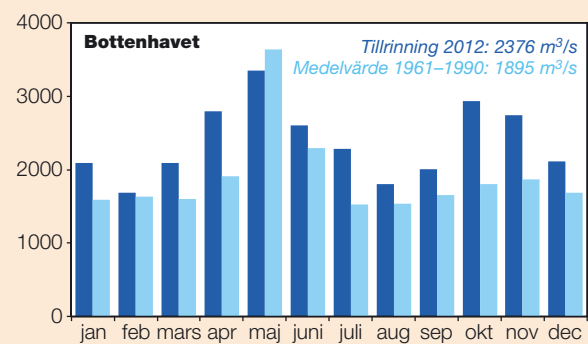
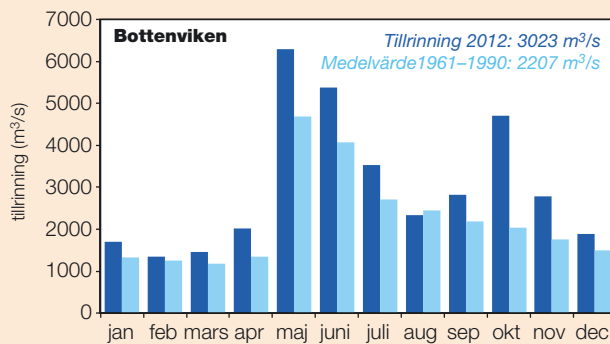
Ingen storm, men mycket regn

De svenska farvattnen besparades från höststormar, men det hindrade inte att det ena nederbördsområdet efter det andra passerade. Det bidrog till en hög tillrinning till samtliga havsområden. Temperaturen var också relativt hög och en stor del av nederbörden föll som regn. I oktober var flödena höga i flera vattendrag som mynnar i Bottenviken och det är ovanligt vid den här tiden på året. Till Bottenviken brukar istället vattenflödena och därmed även

tillrinningen vara högst i samband med vårfloden.

Kring månadsskiftet november-december slog kylan till och det mesta av nederbörden kom i form av snö. Men kylan blev inte långvarig utan till jul var det åter mildt väder. Nederbörden kom då istället till stor del som regn och det delvis tjocka snötäcket i södra Sverige smälte. Resultatet blev en i genomsnitt hög tillrinning även under december, framför allt i de södra havsområdena. 🐦

TILLRINNING TILL SVENSKA HAVSOMRÅDEN



➤ Tillrinning till de olika havsområdena under 2012. Tillrinningen var högre än medelvärdet för de flesta månader och för de flesta havsområdena.

METEOROLOGI OCH HYDROLOGI

Temperatur, nederbörd och solstrålning mäts av SMHI vid meteorologiska stationer. För temperatur och nederbörd redovisas data ända från 1930 och för solinstrålning sedan 1983. Tillrinningen till havsområdena redovisas sedan 1961 och den beräknas med den hydrologiska modellen SHYPE. Under vintern gör SMHI:s istjänst dagliga kartor för sjöfarten med en detaljerad bild av isläget ute till havs i Östersjöregionen.

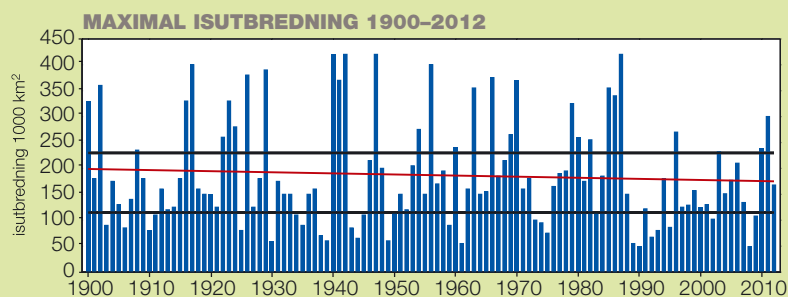
ÅR 2012 var ett nederbördsrikt år med hög tillrinning och relativt höga temperaturer. Isutbredningen under 2011–2012 var till synes normal, men detta är lite missvisande, eftersom den dominerades av en relativt stor isutbredning i Skagerrak och Kattegatt, samtidigt som isutbredningen i Bottniska viken var förhållandevis liten. Tillsammans hamnade ändå utbredningen inom intervallet för "normal" utbredning.



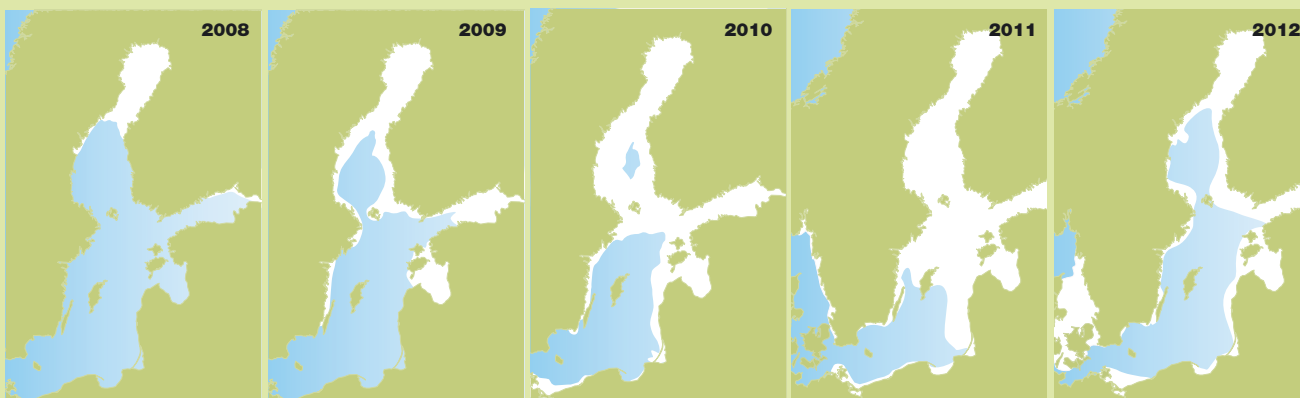
Foto: Lena Andersson/SMHI

➤ De höga flödena i Silverån i Småland under sommaren bidrog till den relativt höga tillrinningen till Östersjön.

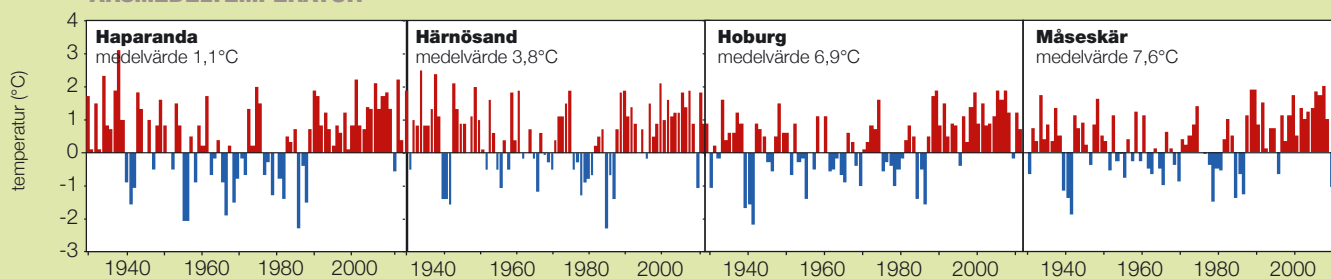
Trenden i isutbredningen under hela 1900-talet och fram till och med 2012 visar att isen minskar. Röd linje visar linjär trend. Svarta linjer visar gränsen för lindrig respektive svår isvinter. "Normal isvinter" definieras som intervallet där emellan. ➤



MAXIMAL ISUTBREDNING 2008–2012

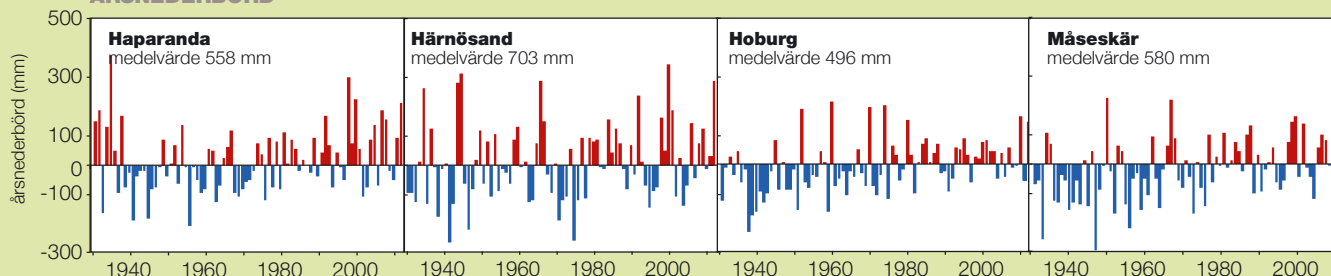


ÅRSMEDELTEMPERATUR



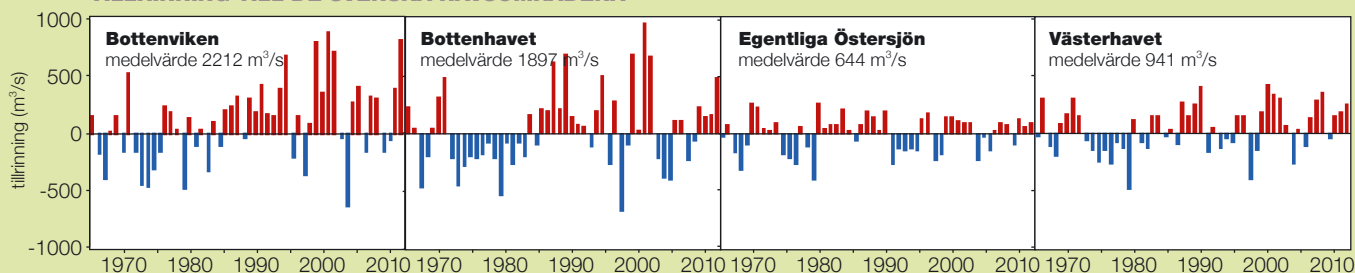
Under 2012 var det lite varmare i hela landet än medelvärdet för referensperioden 1961–1990, men det var i allmänhet kallare än år 2011 och 2012 blev faktiskt det näst kallaste året sedan millennieskiftet. Annars utmärkte sig mars som en ovanligt varm månad i hela landet.

ÅRSNEDERBÖRD



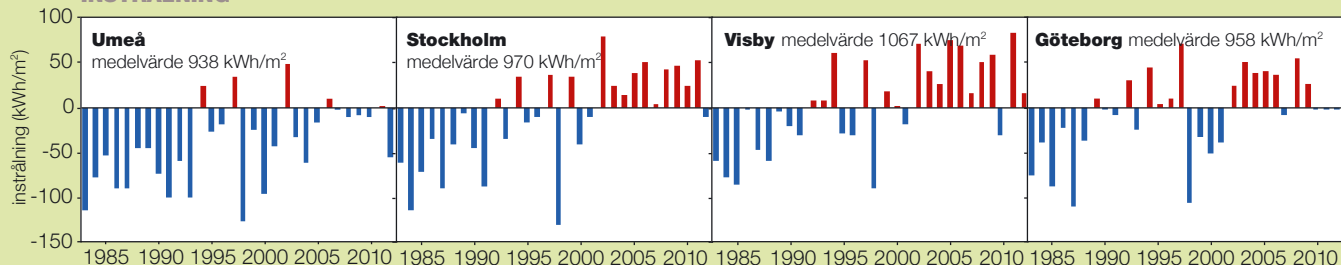
Det föll mer nederbörd under 2012 än medelvärdet för perioden 1961–1990 på de allra flesta håll i Sverige. Speciellt mycket regn och snö föll i nordöstra Norrland, där den mesta nederbörden föll under vintern och hösten.

TILLRINNING TILL DE SVENSKA HAVSOMRÅDENA



Tillrinningen från Sverige till angränsande havsområden var under 2012 högre än medelvärdet för 1961–1990 för samtliga bassänger. Bottenhavet och Bottenviken nåddes av de största tillrinningarna sedan 2000 respektive 2001 och den höll en hög nivå under hela året.

INSTRÅLNING



Trots den rikliga nederbörden låg den ackumulerade instrålningen inte långt från medelvärdet för 1961–1990. I norra Sverige var instrålningen lägre än normalt, men i landets sydöstra delar fanns stationer som mätte högre instrålning än medelvärdet.

I figurerna visas årsvärdenas avvikelse från medelvärdet 1961–1990, av meteorologer vanligen benämnt normalvärde enligt internationell överenskommelse. Det betyder inte att värdet betecknar ett "normalt" tillstånd, det är enbart till för att jämföra klimatuppgifter för olika orter. Det "normala" är att vädervariabler (temperatur, nederbörd, vind osv) varierar mellan år och inom år. Instrålningsdata håller inte tillräckligt bra kvalitet för att presenteras för respektive år före 1980-talet. Medelvärdena för 1961–1990 bedöms dock vara tillräckligt representativa.

BELASTNING PÅ HAVET är en del av sötvattenprogrammet Flodmynningar. Syftet är att mäta och beräkna transporter av näringsämnen och andra substanser från vattendragen ut till Östersjön och Västerhavet, för att kunna följa upp till exempel övergödning. De 47 mätstationerna är placerade där Sveriges största älvar och åar mynnar i havet och täcker upp ungefär 90 procent av den årliga avrinningen från Sverige. Belastningsberäkningarna bygger både på de vattenkemiska provtagningar som görs inom programmet och på uppgifter om vattenföring från SMHI.

Läs mer på sid. 108.

Åter ett nederbördsrikt år

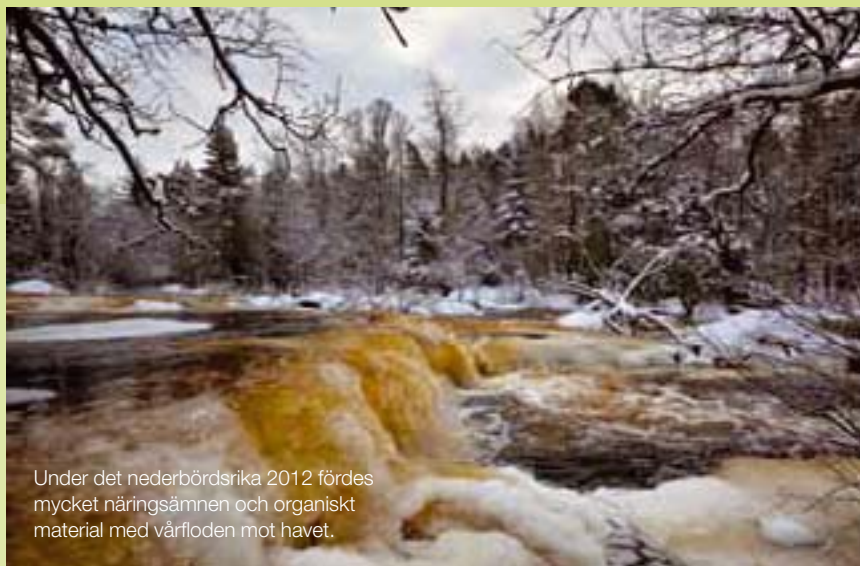
Under 2012 var avrinningen jämförelsevis hög i större delen av landet. Egentligen var det endast den absolut sydligaste delen av landet, samt fjällkedjan som hade ett torrare år än normalt. Mest nederbörd föll i den nordöstra delen av Norrland, där det generellt föll över 50 procent mer nederbörd än normalt. Hög nederbörd resulterar vanligen i höga vattenflöden och med årets generellt sett höga flöden fördes också jämförelsevis mycket näringsämnen och organiskt material ut till havet.

Svårt att se effekt av åtgärder

Näringsämnesbelastningen varierar ofta mycket mellan åren. Det beror som tidigare nämnts till största delen på variationer i nederbörd och avrinning. Detta i kombination med tämligen svaga trender över tiden gör det svårt att statistiskt säkerställa om belastningarna ökar eller minskar. Därför är det också svårt att säkert säga om åtgärder, bland annat för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark, verkligen har haft någon effekt på belastningen på havet. Samtidigt är det viktigt att komma ihåg att utan åtgärder skulle situationen i våra havsområden sannolikt varit än värre. Den ökade belastningen av organiskt material som sker över hela landet är dock ett undantag. Ökningen av den flödesnormaliserade belastningen, det vill säga den belastning där man tar hänsyn till

HUR STOR NEDERBÖRDEN BLIR UNDER ETT ÅR och hur den fördelas under året styr till mycket stor del hur mycket näringsämnen som förs ut genom våra vattendrag till havet. Detta gäller inte bara näringsämnen, utan även andra ämnen som exempelvis många metaller.

Överlag är tendenser till förändrad belastning av näringsämnena små, vilket gör det svårt att finna statistiskt säkerställda trender. Ett undantag är belastningen av organiskt material, mätt som totalmängden organiskt kol, som ökar till samtliga svenska havsområden



Under det nederbördsrika 2012 fördes mycket näringsämnen och organiskt material med vårfloden mot havet.

Foto: Christian Keller/Stock

variationer i avrinning, är statistiskt säkerställd för samtliga svenska havsområden.

Kväve minskar

Den flödesnormaliserade kvävebelastningen minskar på västkusten ner till och med Öresund, samt till Bottenviken. För västkustens del gäller detta både den totala kvävebelastningen och belastningen av oorganiskt kväve, den del av kvävet som är lättillgänglig för växtplankton och andra växter. I Västerhavet utgör just det oorganiska kvävet det största övergödningssproblemet. För perioden 1995–2012 verkar den flödesnormaliserade kvävebelastningen till Egentliga Östersjön minska något. Om det är en verklig nedgång får kommande års undersökningar visa. Det finns en viss osäkerhet i den statistiska analysen som gör att trenden inte längre är säkerställd om det senaste årets belastning tas bort från analysen.

Fosfor ökar något

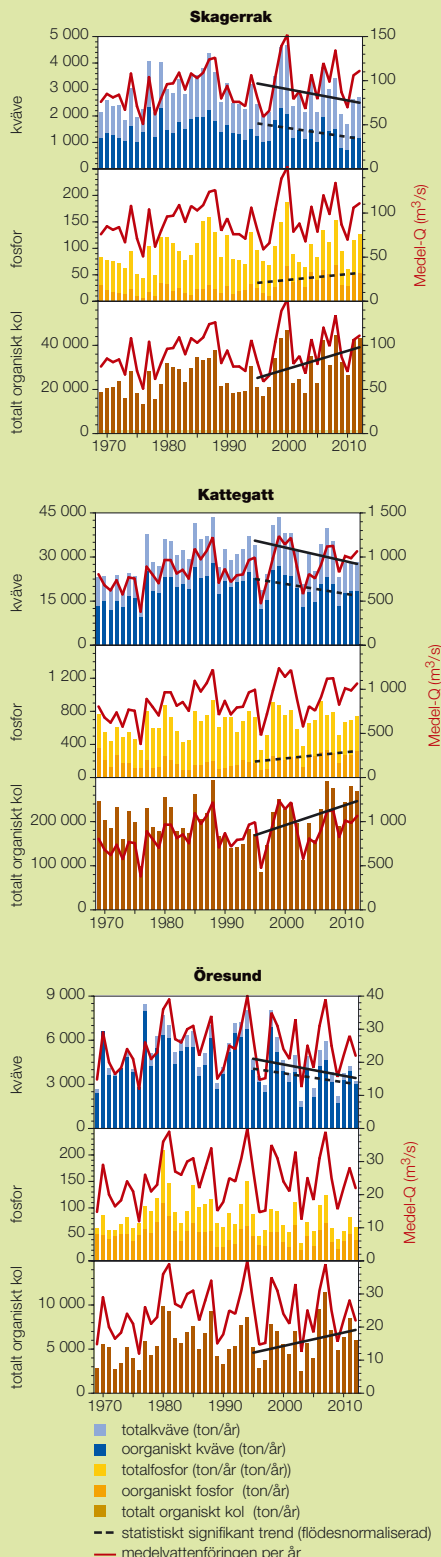
För fosfor verkar det framförallt handla om en svag ökning av fosfatfosfor som är fosforsidans motsvarighet till oorganiskt kväve, det vill säga en oorganisk och för växter lättillgänglig form av fosfor. I Östersjön är det vanligt att fosfatfosfor är den begränsade faktorn för växtplanktonproduktionen. Statistiskt signifikanta öknings av fosfatfosfor sker till Bottenviken, Egentliga Östersjön och Skagerrak, medan den totala fosforbelastningen till Egentliga Östersjön har minskat något.

LÄS MER:

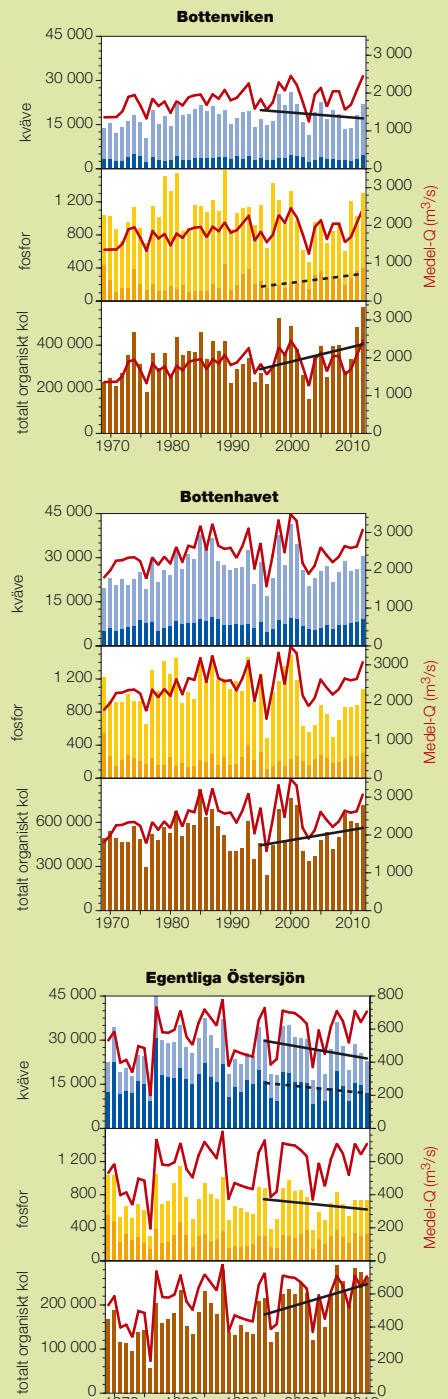
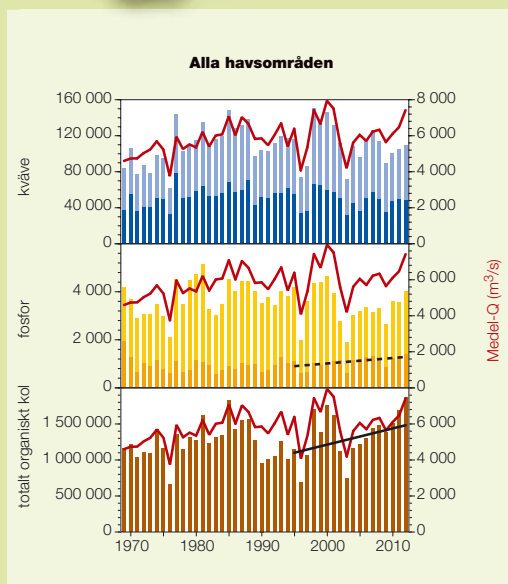
SMHI, Årets och årstidernas väder och vatten.
www.smhi.se

Statistiska metoder inom miljöövervakningen på
www.miljostatistik.se

BELASTNINGEN PÅ HAVET



Årlig belastning av näringsämnen och löst organiskt material via vattendragen på de olika havsbassängerna, samt totalt på havet. För kväve och fosfor visas både de totala belastningarna och belastningen av oorganiskt kväve (summan av nitrit-, nitrat och ammoniumkväve) respektive fosfatfosfor. Medelvattenföringen per år (röd linje) visar generellt sett en stor mellanårsvariation.



Den totala flödesnormaliserade belastningen av kväve, samt belastningen av oorganiskt kväve minskar för fem respektive fyra områden. Den totala belastningen av fosfor har inte förändrats nämnvärt sedan 1995, även om perioden 1995–2012 visar en svagt ökad belastning av fosfatfosfor för vissa områden. Belastningen av löst organiskt material (mätts som totalmängden organiskt kol, TOC) har däremot ökat för samtliga havsområden sedan 1995. All belastning styrs till stor del av vattenföringen varför den statistiska analysen (trendlinjerna) endast utförs på flödesnormaliserade belastningar. Staplarna visar dock på den uppmätta belastningen, och är alltså inte flödesnormaliserade värden.

Lastfartyg och färjor i forskningens tjänst

BENGT KARLSON, SMHI

Lastfartyg och färjor utnyttjas som mätplattformar för forskning och miljöövervakning i Sverige sedan flera decennier tillbaka. De senaste åren har nya automatiska mätsystem, som ofta går under namnet Ferrybox, tillkommit. Ett av systemen finns på ett fartyg vars rutt möjliggör mätningar i Kattegatt och i Östersjön två gånger i veckan. På så sätt kan till exempel algblomningar övervakas oftare och mer regelbundet, något som annars är svårt med traditionell provtagning. En nackdel med systemet är dock att endast ytvattnet undersöks.

■ När man ser ut över havsytan kan man förledas att tro att havet är likadant överallt. Så är det förstås inte. Sol, vind och tidvatten i kombination med bottenarnas utformning påverkar hela tiden förutsättningarna och gör att växtplankton, näringsämnen och annat fördelas olika i vattenmassan, både i djupled och horisontellt. Strömvirvlar med olika horisontell skala gör att plankton ansamlas på vissa ställen. Detta kan man se i satellitbilder. Skiktningen i havet gör att plankton ibland återfinns i tunna lager, ofta i närheten av sprängskiktet. Dessutom har många

planktonarter egen rörelseförmåga och kan förflytta sig vertikalt genom att simma eller reglera sin flytkraft.

Förutom den ojämna fördelningen i vattenmassan kan stora förändringar ske från dag till dag och även mellan dag och natt. Vädret har stor inverkan på vad som händer i havets ytvatten. Omblandning av vind och så kallad uppvällning kan göra att närsalter förs upp mot ytan från djupare vattenskikt. Detta påverkar vilka växtplankton som tillväxer och kan leda till algblomning. En algblomning pågår ofta under en eller några veckor.

På fartyget Transpaper driver SMHI ett så kallat Ferrybox-system sedan år 2010.



Foto: TransAtlantic AB

Utnyttjar befintliga ruttor

Den traditionella miljöövervakningen från forskningsfartyg sker vanligtvis en gång i månaden i Sverige. På några platser mäter man varannan vecka, men inte heller det är tillräckligt ofta för att observera den naturliga variationen av fysiska, kemiska och biologiska parametrar i ytvattnet, framförallt vissa tider under året.

Som tur är kan hjälp tas av lastfartyg och färjor, som kör regelbundna ruttor. SMHI:s havsmiljöenhet driver sedan 2010 ett mätsystem på fartyget Transpaper på rutten Göteborg-Kemi-Uleåborg-Lübeck-Göteborg. Fartyget passerar Kattegatt, Egentliga Östersjön och Bottniska viken två gånger i veckan. Öresund och Bälthavet passerar en gång i veckan. SMHI samarbetar även med Finlands miljöcentral (SYKE) som driver ett liknande system på rutten Helsingfors-Lübeck-Gdynia-Helsingfors. Det finns fler Ferrybox-system runt om i Europa. Inom forskningsprojektet Jerico, som finansieras av EU, sker en samord-

FAKTA

FERRYBOXEN mäter och tar prov automatiskt

Ett grundläggande Ferrybox-system består av två hål i fartygets skrov, en pump, sensorer för salthalt, temperatur, växtplankton och vattnets grumlighet, samt ett system för att samla in positionsdata från GPS. Havsvatten pumpas oftast in från tre till fyra meters djup. På fartyget Transpaper är vattenintaget placerat cirka 20 meter från fartygets för. Utöver de grundläggande mätinstrumenten har systemet på Transpaper sensorer för vattnets brunhet (Coloured Dissolved Organic Matter), syre, cyanobakterier, pH och koldioxid. I luften mäts ljus, temperatur och lufttryck. Data lagras var tjugonde sekund, vilket innebär med ungefär 200 meters mellanrum. Mätresultaten skickas sedan via satellit till land. Utöver de helautomatiska mätningarna används automatiska vattenprovtagare för att samla in prover för växtplankton, klorofyll, salthalt och total alkalinitet för analys på ett laboratorium på land. Konserveringsmedel för växtplankton fylls i provtagningsflaskorna i förväg. På fartyget finns två vattenprovtagare som kan samla 24 prover vardera. För närvarande tas prover vid 15 platser varannan vecka. Provtagningsstationerna har bestämts i förväg och en dator kopplad till en GPS styr provtagningen.

Rengörs i hamn

Ett Ferrybox-system ger inte meningsfulla resultat utan regelbunden service. Det börjar växa musslor, havstulpaner och annat på sensorer och i rör snabbt om inte regelbunden rengöring sker. Påväxt på sensorer gör resultaten värdelösa. För att minimera påväxt fylls mätsystemet automatiskt med sötvatten med diskmedel i varje gång fartyget går i hamn. Systemet servas varannan vecka samtidigt som vattenprover hämtas för laboratorieanalys.



Foto: Bengt Karlsson

➤ Cyanobakterieblomning 18 juli 2013 mellan Danmark och Tyskland. Bilden är taget från fartyget Transpaper som har ett Ferrybox-system ombord.

ning av Ferrybox-system, oceanografiska mätbojar med mera. I världshaven finns system på fartyg som kallas för Voluntary Observing Ship programme (VOS) eller Ship of Opportunity Programme (SOOP), och som används för att övervaka klimatrelaterade förändringar, till exempel havens försurning. Det är i princip samma typ av system som de i Östersjön och Västerhavet.

Kostnadseffektivt komplement

Ferrybox-systemen i Västerhavet och Östersjön ger värdefull information om vad som händer i havet. Tack vare de högfrekventa mätningarna kan vårbloomingen och andra algbloomingar prickas in. Mätning av syre och koldioxid ger information om primärproduktion, och även blomningar av cyanobakterier kan upptäckas.

Mätningar från lastfartyg med Ferrybox-system kompletterar satellitobservationer och provtagning från forskningsfartyg på ett bra sätt. Satellitbilderna kan till exempel inte ge någon information om algbloomingar vid molnigt väder. Samtidigt är det nödvändigt att ta vattenprover för att med mikroskop kunna ta reda på om det är giftiga arter som blommar.

Under vintern gör SMHI prognoser om isläget. Här är mätning av vattentemperatur i havets ytvatten viktig information som Ferrybox-systemen kan bidra med. Mätningarna av salthalt och temperatur bidrar också med data till havs- och atmosfärsmodeller som i slutändan används för väderprognoser och prognoser över havets strömmar, skiktning med mera.

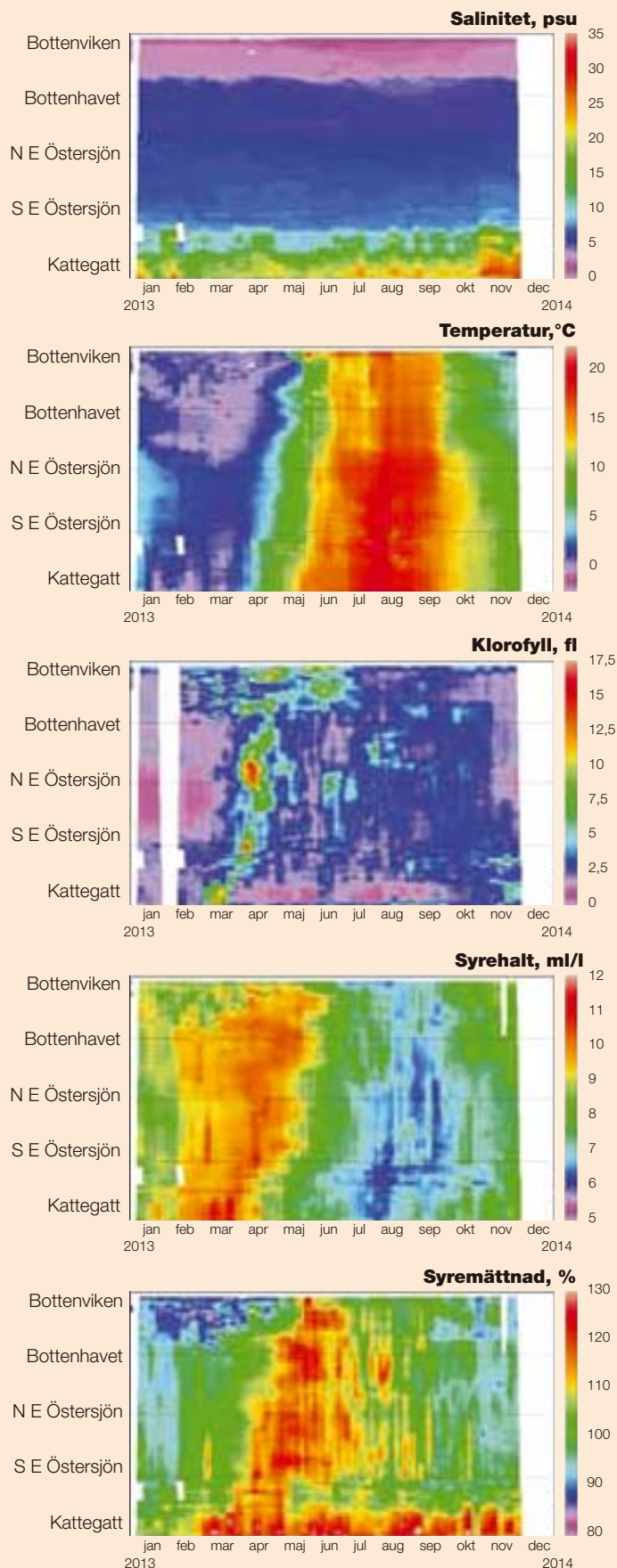
Ferrybox-systemen bidrar till en kostnadseffektiv forskning och miljöövervakning, mycket tack vare att rederierna inte tar betalt för att upplåta plats för mätsystemen på fartygen. De är väldigt hjälpsamma och ser det nog som en insats för havsmiljön. Nya sensorer är under utveckling, bland annat för att övervaka havens försurning. Ett annat exempel är så kallad imaging flow cytometry som inom några år sannolikt kommer göra det möjligt att automatiskt undersöka växtplanktonsamhällets struktur. Många, men långt ifrån alla, organismer kan identifieras till art. Det gör att Ferrybox-systemen blir ännu mer användbara. Men, man får inte glömma att mätningarna bara utförs i ytvattnet. Det sker mycket intressant längre ned i havets djup. 🐟

LÄS MER

www.smhi.se • www.boos.org • www.ferrybox.eu

BOTTENVIKEN – KATTEGATT: SITUATIONEN I YTVATTNET 2013

Salthalt, temperatur, klorofyllfluorescens och syre under 2013 från Kattegatt, Egentliga Östersjön och Bottniska viken. Klorofyllfluorescens är ett mått på växtplanktons biomassa. Syrehalten visar bl.a. på att kallt vatten löser syre bättre än varmt. Syremättnaden ger en indikation på växtplanktons primärproduktion. Data från Ferrybox på fartyget Transpaper."



OCEANOGRAPHI är ett brett vetenskapsområde som egentligen innefattar alla typer av havsstudier, men här avses främst de fysikaliska och kemiska parametrarna i havet. Oceanografin har därmed stor betydelse, både för att följa de faktiska trenderna i vattenmassan vad gäller fysikaliska och kemiska förutsättningar, och som bakgrund till biologiska förändringar.

→ Läs mer om programmet på sid. 97.

VARMARE VATTEN, LÅGA SYREHALTER OCH VARIERANDE SALTHALT är de sammanfattande resultaten av de oceanografiska mätningarna som gjorts i de svenska havsbassängerna sedan 1970-talet. Syrgassituationen i Egentliga Östersjön är dålig och där finns mycket stora områden med låga syrehalter eller svavelväte i bottenvattnet. Flera av närsalterna minskar långsamt i vissa bassänger, även om fosforhalterna ökar i de flesta havsbassänger. Ökad tillrinning i norr kan vara en förklaring till högre kiselhalter och lägre salthalt i Bottniska vikens ytvatten.



Väder och villkor varierar vid provtagningsarbetet i öppna havet, stilla sommarkvällar och soliga isvintrar.



Foto: Johanna Crona/UMF

Varmare vatten

Årsmedeltemperaturen i ytvattnet är generellt högre i Egentliga Östersjön och Västerhavet än i Bottniska viken, en temperaturskillnad som beror på det geografiska avståndet mellan de olika havsbassängerna. Med undantag för Bottniska viken har temperaturen stigit i både ytvatten och djupvatten sedan början av 1990-talet. I Bottniska viken syns ingen förändring över samma period. Bottniska vikens ytvatten var dock extremt varmt 2011.

Låga syrehalter

Samtliga havsområden utom Bottenviken visar en pågående negativ trend i syrekonzentration i djupvattnet och syrgassituationen i Egentliga Östersjön är fortsatt alarmerande. Även i Bottenhavet har syrehalterna i djupvattnet minskat, troligen som en följd av de försämrade syreförhållan-

dena i Egentliga Östersjön. Förklaringen är att djupvattnet i Bottniska viken bildas av vatten från ett mellanskikt i Egentliga Östersjön, där syrehalterna under senare år försämrats. I Bottenviken bildas istället djupvattnet av ytvatten från Bottenhavet, vilket ger höga syrehalter i området. I Bottenviken är även skiktningen som svagast och under kalla vintrar kan hela vattenmassan vara omblandad och homogen från ytan och nedåt.

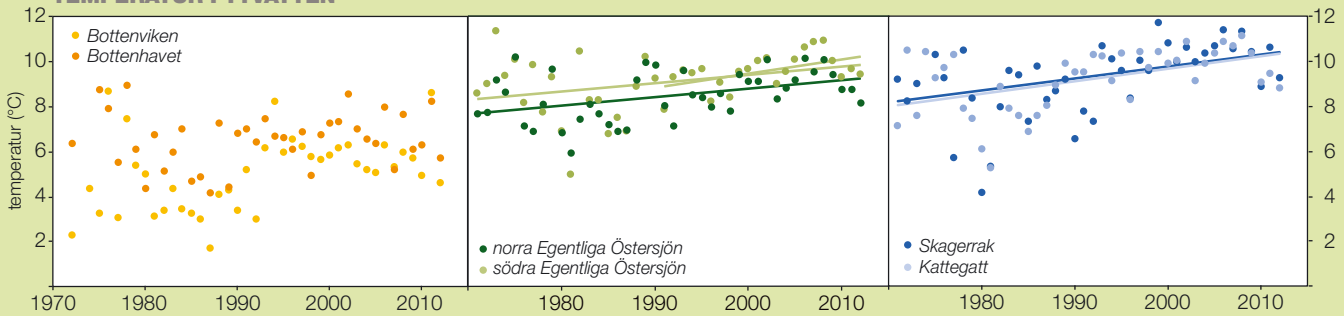
Varierande salthalt

Salthalten vid ytan i svenska vatten följer en gradient som ökar från omkring 2 promille i Bottniska viken till drygt 30 promille i Västerhavet. I Kattegatt finns en svag nedåtgående trend för salthalten i ytvattnet, medan det i Skagerrak finns en uppåtgående trend i den senare delen av mätperioden. I Egentliga Östersjön och

Bottniska viken har salthalten i ytvattnet minskat signifikant sedan 1970-talet, vilket kan bero på ökad tillrinning.

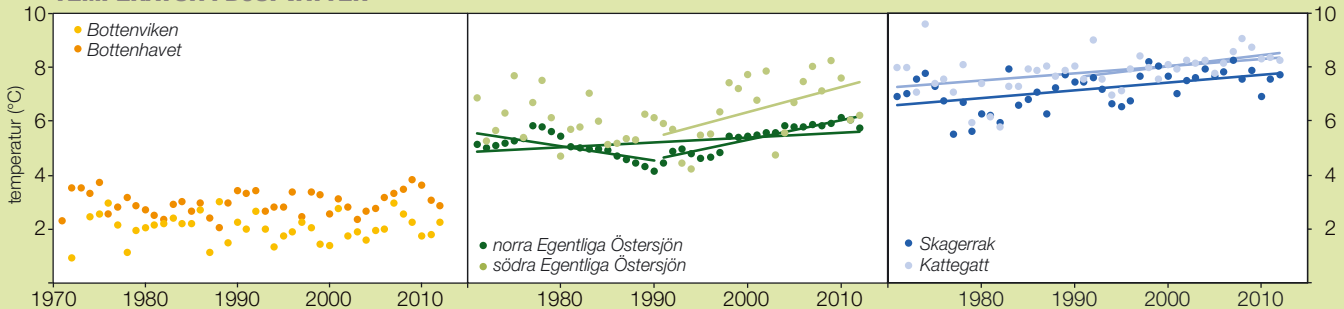
I djupvattnet har salthalten ökat i Skagerrak sedan 1990-talet. I Egentliga Östersjön, som påverkas av större inflöden av vatten från Nordsjön, varierar salthalten språngvis, utan tydliga trender i de södra delarnas djupvatten. I de norra delarna av Egentliga Östersjön har salthalten sammantaget minskat sedan 1970-talet. Denna minskning var markant under 1970- och 80-talen, men sedan 1990-talet har det istället skett en ökning. I Bottniska viken har salthalten i djupvattnet sjunkit, sett över hela perioden. Det beror på den minskning i ytsalthalt som skett i Egentliga Östersjön och Bottenhavet, varifrån Bottniska vikens djupvatten härrör.

TEMPERATUR I YTVATTEN



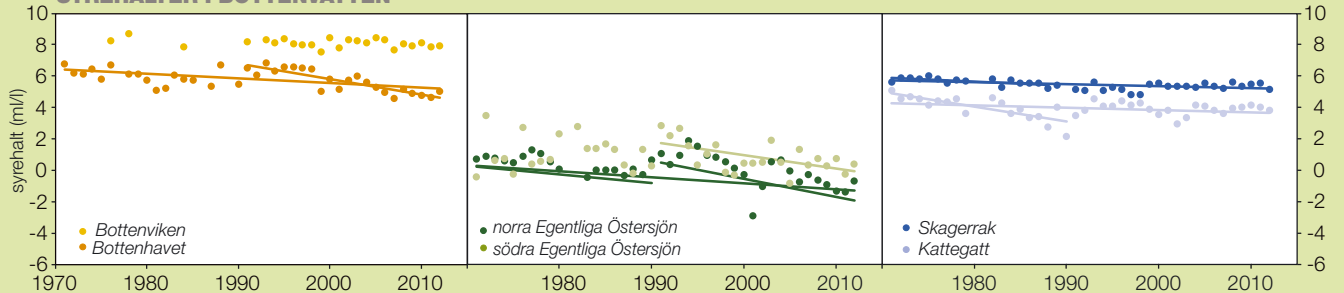
➤ Perioden 1970-1990 visar stora variationer i ytvattentemperaturen och i Bottniska viken sjönk temperaturen under denna tid. En del av de stora variationerna i början av tidserien kan troligtvis förklaras av att mätningarna inte var lika jämnt fördelade över året som de är sedan början av 1990-talet, då månadsvisa mätningar infördes. Temperaturen har ökat signifikant över hela perioden i både Egentliga Östersjön och i Västerhavet.

TEMPERATUR I DJUPVATTEN



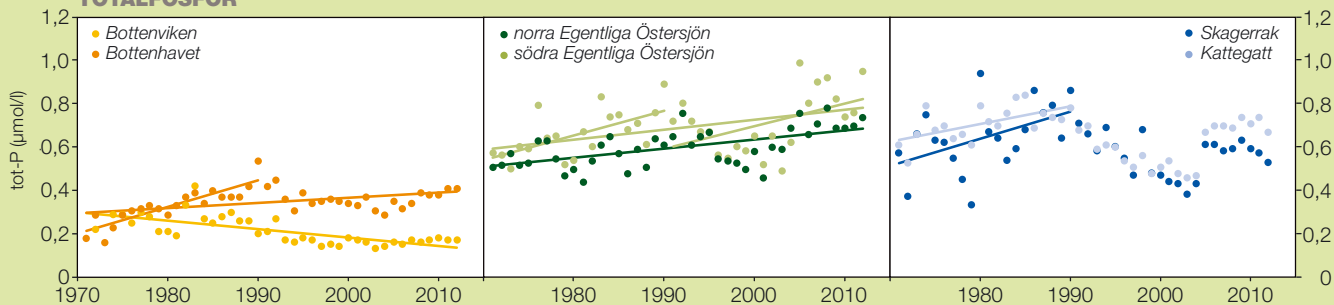
➤ Inga signifikanta förändringar i temperaturen syns i Bottniska viken. I norra och centrala Egentliga Östersjön minskade temperaturen i bottenvattnet signifikant under den första mätperioden. Sedan ökade temperaturen signifikant i hela Egentliga Östersjön och Kattegatt under den andra mätperioden. Under den andra mätperioden har temperaturen ökat så pass mycket att det sammantaget blir en signifikant ökning i norra och södra Egentliga Östersjön. Även i Västerhavet har temperaturen i bottenvattnet ökat.

SYREHALTER I BOTTENVATTEN

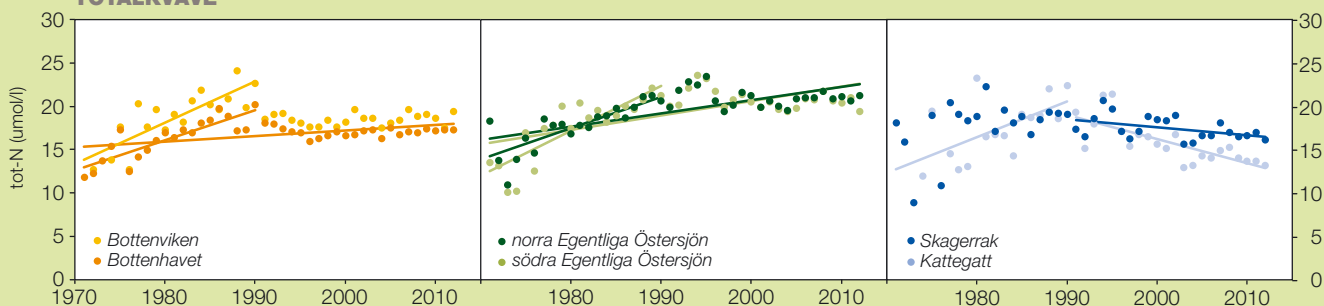


➤ I Bottenviken ligger syrehalterna på höga nivåer och inga förändringar syns. I Bottenhavet har syrehalterna i bottenvattnet minskat signifikant, troligen på grund av de försämrade syreförhållandena i Östersjöns mellanskikt som bildar djupvattnet i Bottenhavet, samt de högre fosfathalterna som ger en högre produktion och därmed en ökad syreförbrukning. I Egentliga Östersjön är det relativt sällsynt med stora inflöden från Västerhavet, i de södra delarna sker normalt några mindre vattenutbyten per år, medan stagnationsperioderna i de norra delarna kan vara långa. Syrehalterna har i södra Egentliga Östersjön minskat signifikant under den andra mätperioden och i norra och centrala Egentliga Östersjön har minskningen varit signifikant över alla mätperioder. I Västerhavet, där djupvattnet består av salt Nordsjövatten är vattenomsättningen god och i Skagerrak finns inga problem med låga syrehalter. I Kattegatt kan omsättningen av djupvatten under kortare perioder vara begränsad. En minskning av syrehalten har skett i Västerhavet under första perioden och under hela perioden.

TOTALFOSFOR

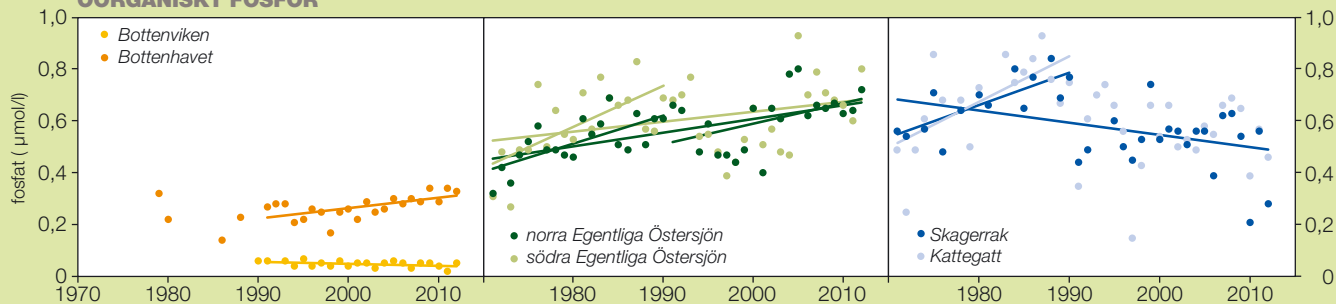


TOTALKVÄVE

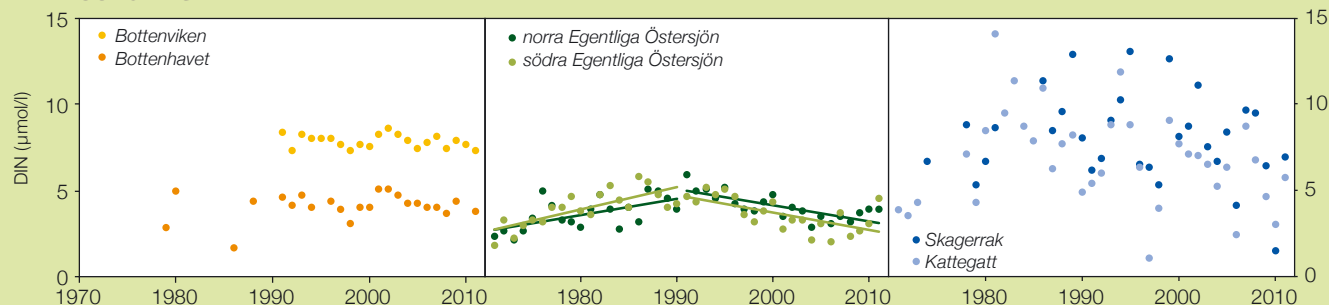


➤ Variationer i totalfosfor och totalkväve under året är liten. Under vintern består största delen av totalfosforhalten och en betydande del av totalkvävehalten av oorganiska fraktioner. Vår och sommar domineras totalhalten av organiskt material när de oorganiska fraktionerna tas upp av planktonsamhället. Halterna av totalfosfor och totalkväve ökade signifikant i nästan alla havsområden fram till slutet av 1980-talet. Totalfosforhalten minskade sedan under 1990-talet för att sedan öka igen under 2000-talet. Totalkvävehalten har under den andra mätperioden legat på samma nivå i Bottniska viken och Egentliga Östersjön. I Västerhavet har däremot en signifikant minskning skett under den senare mätperioden.

OORGANISKT FOSFOR



OORGANISKT KVÄVE



➤ Fosfathalten ökade signifikant i Egentliga Östersjön och Västerhavet under den första mätperioden. I Egentliga Östersjön har de sedan minskat fram till 2000 för att därefter åter öka. Ökningen de sista åren beror troligen framför allt på interna processer och inte på belastningen från land. Fosfor frigörs från sedimenten vid långvarig syrebrist. I Bottenhavet har fosfathalten ökat signifikant under den andra mätperioden, medan halten i Bottenviken har minskat. I Västerhavet varierade fosforhalten under andra mätperioden med en signifikant minskning i Skagerrak.

➤ Halterna av oorganiskt kväve ökade signifikant i Egentliga Östersjön under den första mätperioden för att sedan minska signifikant under den andra mätperioden. I Västerhavet är årsvariationen större på grund av vattenutbytet med Nordsjön och inga tydliga trender syns. Inte heller i Bottniska viken har någon signifikant förändring i halten av oorganiskt kväve skett under den senare perioden.

De flesta närsalter minskar sakta

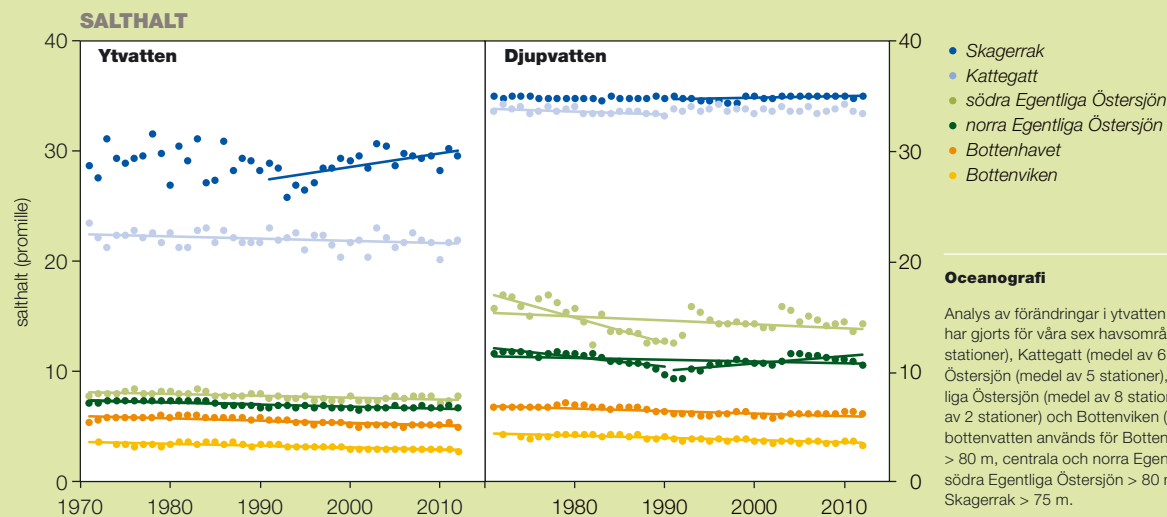
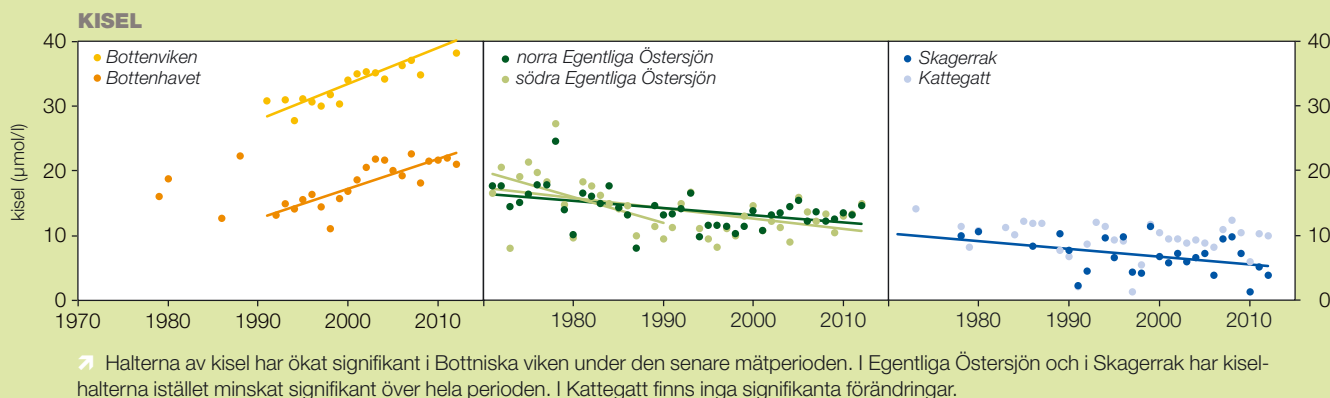
Totalhalter av både kväve och fosfor ligger på ungefär samma nivåer i alla havsbassängerna utom i Bottniska viken, där halterna av totalfosfor är betydligt lägre än i övriga bassänger. Oorganiskt kväve är lägre i Bottniska viken och Egentliga Östersjön än i Västerhavet. Beroende på inflöden från Nordsjön är mellanårsvariationen av oorganiskt kväve också större i Västerhavet

än i övriga bassänger. Halterna av oorganisk fosfor är jämförbara i Västerhavet och Egentliga Östersjön men lägre i Bottniska viken och framför allt i Bottenviken.

Både totalhalter och oorganiska näringsämnen ökade i alla bassänger fram till slutet av 1980-talet. Efter det minskade både kväve- och fosforhalterna under 1990-talet. Kvävehalterna har sedan dess legat på samma nivå eller fortsatt minska

under 2000-talet. Fosforhalterna har istället ökat i de flesta bassänger, vilket troligen delvis beror på att fosfor frigörs från sedimenten vid långvarig syrebrist.

För kisel är situationen delvis en annan. Halterna har inte förändrats nämnvärt i Västerhavet under mätperioden, medan de har minskat kontinuerligt i Egentliga Östersjön och ökat i Bottniska viken. Ökningen i norr kan bero på en ökad tillrinning.



Oceanografi

Analys av förändringar i ytvatten (0-10 m) och bottenvattnet har gjorts för våra sex havsområden; Skagerrak (medel av 6 stationer), Kattegatt (medel av 6 stationer), södra Egentliga Östersjön (medel av 5 stationer), norra och centrala Egentliga Östersjön (medel av 8 stationer), Bottenhavet (medel av 2 stationer) och Bottenviken (medel av 2 stationer). Som bottenvattnet används för Bottenviken och Bottenhavet > 80 m, centrala och norra Egentliga Östersjön > 180 m, södra Egentliga Östersjön > 80 m, Kattegatt > 30 m samt Skagerrak > 75 m.

I figurerna för ytvattnet visas årsmedelvärden av temperatur, salthalt, totalfosfor och totalkväve, samt vintermedelvärden (januari-februari i Västerhavet, januari-mars i övriga havsområden) för de oorganiska närsalterna fosfat, DIN (nitrat+nitrit+ammonium) och silikat. I figurerna för bottenvattnet visas årsmedelvärden av temperatur och salthalt samt höstmedelvärden (augusti-oktober) av syrehalt. När svavelväte förekommer räknas denna koncentration om till negativt syre, dvs. hur mycket syre som behövs för att oxidera svavelvätet. Analys av trender har gjorts med enkel linjär regression, dels för hela perioden 1971-2012, dels för perioderna 1971-1990 och 1991-2012. I figurerna är endast signifikanta förändringar ($p < 0.05$) markerade. I Bottniska viken är dataunderlaget den första mätperioden, 1971-1990, varierande då få mätningar har gjorts under året. Inga trendanalyser av temperatur och oorganiska närsalter har därför gjorts för denna period.

Mer fosfor ger mer cyanobakterier i norra Östersjön

AGNETA ANDERSSON, CHATARINA KARLSSON & SIV HUSEBY, UMEÅ UNIVERSITET
HELENA HÖGLANDER, STOCKHOLMS UNIVERSITET

I flera områden i norra Östersjön har cyanobakterierna ökat under de senaste tio till femton åren. I Bottenhavets och Egentliga Östersjöns kustområden ökar de kvävefixerande cyanobakterierna. I Bottenvikens utsjö är det den småcelliga och kolonibildande gruppen *Chroococcales* som blir fler. Förändringarna beror i flera fall på ökande halter av fosfor.

■ Växtplankton är basen i havets näringsväv, och de är i slutändan mycket viktiga för fiskproduktionen. Växtplanktonssamhället i Östersjön består av ett tiotal grupper, varav cyanobakterier är en. Cyanobakterier är speciellt intressanta eftersom vissa arter kan producera gifter som kan vara skad-

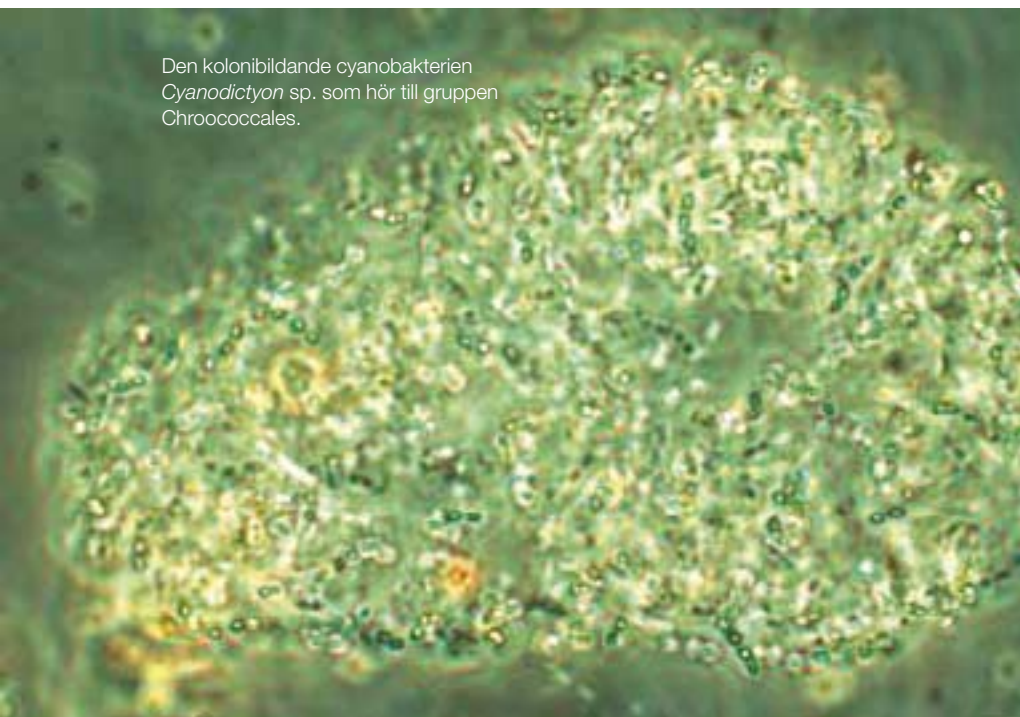
liga för andra organismer i havet, och även för människor. De årligt återkommande sommarblomningarna av cyanobakterier i Egentliga Östersjön är ett miljöproblem och anses allmänt bero på övergödning i havsområdet. Blomningar av cyanobakterier är emellertid inte en ny företeelse i Östersjön utan förekom även för 7000 år sedan. Cyanobakterier gynnas av höga näringskoncentrationer, speciellt fosfor, och används som en indikator för övergödning i söt- och brackvattensystem. Även förändringar i temperatur och salthalt kan påverka förekomsten av cyanobakterier.

I denna studie undersöks om någon av de kolonibildande cyanobakterieordningarna och/eller de fysikalisk-kemiska

parametrarna har ökat eller minskat under sommarperioden från juni till september under åren 1998–2012 i norra Östersjön. Data är insamlade genom den nationella miljöövervakningen. Encelliga *Chroococcales*, av typen *Synechococcus*, övervakas endast i Bottenvikens viken och har därför inte tagits med här.

Variationer från norr till söder

Vad gäller de fysikalisk-kemiska parametrarna så fördubblas salthalten från Bottenviken till Egentliga Östersjöns utsjö. Totalfosforhalten ökar med ungefär tre gånger från norr till söder och totalkvävehalten är högre i söder än i norr. Kvoten oorganiskt kväve (DIN) och fosfor (DIP) är



Den kolonibildande cyanobakterien *Cyanodictyon* sp. som hör till gruppen *Chroococcales*.

FAKTA

Cyanobakterier

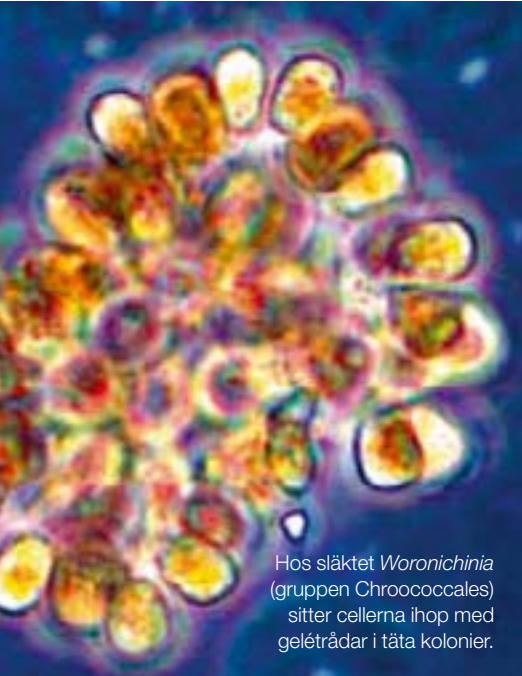
Cyanobakterier, tidigare kallade blågrönalger, är fotosyntetiserande bakterier som till sin uppbyggnad och förökning liknar bakterier, men som annars mest liknar andra växtplankton. De trivs i både söt- och brackvatten. De planktiska cyanobakterierna delas in i tre ordningar (grupper):

Chroococcales – encelliga eller kolonibildande småcelliga arter med runda, ovala eller avlånga celler som sitter ihop i geléhöljen eller är sammanbundna med geletrådar,

Nostocales – kvävefixerande, trådformiga arter med heterocyster (särskilda celler där kvävefixeringen kan ske) och vilceller, samt

Oscillatoriales – icke kvävefixerande, trådformiga arter, utan heterocyster eller vilceller.

Foto: Helena Högländer



Hos släktet *Woronichinia* (gruppen Chroococcales) sitter cellerna ihop med gelétrådar i täta kolonier.

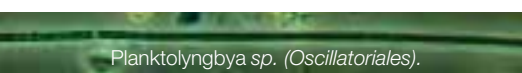
Foto (samtidig): Helena Höglander



Arten *Pseudanabaena* cf. *limnetica* hör till gruppen Oscillatoriales.



Kolonierna kan bilda fantastiska former. Här *Dolichospermum lemmermannii* som hör till gruppen Nostocales.



Planktolyngbya sp. (Oscillatoriales).

högre vid Bottenhavskusten än i Egentliga Östersjön, vilket beror på en högre halt av oorganiskt kväve samt lägre koncentration av oorganiskt fosfor i Bottenhavet.

Cyanobakteriernas andel i växtplanktonsamhället ser mycket olika ut från norr till söder i Östersjön. I Bottenvikens utsjö är andelen kolonibildande cyanobakterier endast omkring två procent av den totala biovolymen växtplankton, medan andelen ökar ju längre söderut man kommer. I norra Egentliga Östersjöns utsjöområden är andelen kolonibildande cyanobakterier så mycket som 35 procent av växtplanktonbiovolymen under sommaren.

Fördelningen av olika grupper inom cyanobakteriesamhället skiljer sig väsentligt vid stationen A13 i Bottenvikens utsjö jämfört med de övriga lokalerna. Vid A13 är andelen kolonibildande Chroococcales och Oscillatoriales större än vid de andra, där istället kvävefixerarna (Nostocales) dominerar.

Förändringar i norra Östersjön

I Bottenviken har de kolonibildande småcelliga Chroococcales ökat under de senaste tio åren. Detta kan delvis förklaras av hög fosforhalt och/eller hög vattentemperatur.

I Bottenhavets kustområde har de kvävefixerande cyanobakterierna ökat under perioden, samtidigt som totalfosforhalten visar en svag tendens att öka. Ytterligare en förklaring till ökningen är att halten av oorganiskt kväve har minskat, vilket gynnar de kvävefixerande arterna.

I Bottenhavets utsjö visar de icke kvävefixerande trådformiga arterna en signifikant ökning under perioden och de kvävefixerande ökade svagt. För detta område kunde inte några orsakssamband hittas med de testade kemisk-fysikaliska variablerna.

I kustområdet för norra Egentliga Östersjön visas såväl de kvävefixerande cyanobakterierna som totalfosforhalten och totalkvävehalten en signifikant ökning under perioden. Även oorganiskt fosfor och oorganiskt kväve visar en tendens till att öka, men den är inte signifikant. Ökningen av de kvävefixerande cyanobakterierna kan dock bara delvis förklaras av en ökning i totalkväve, totalfosfor och oorganiskt fosfor. Vad som ytterligare orsakar den är ännu oklart, men temperatur, väder och skiktning av vattenmassan kan vara viktiga faktorer.

Varken det totala cyanobakteriesamhället eller någon av dess grupper visar någon ökande eller minskande trend i norra Egentliga Östersjöns utsjöområde.

Fosfor en nyckelfaktor

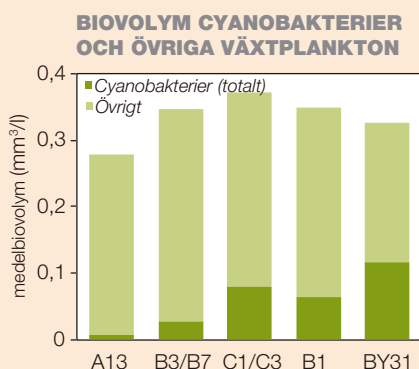
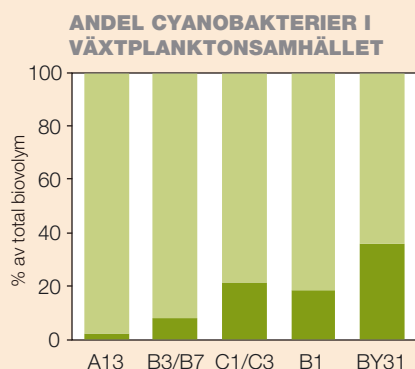
Studien indikerar att fosfor är en nyckelfaktor som styr förekomsten av cyanobakterier i de norra delarna av Östersjön. Kvävefixerande arter gynnas av höga fosfathalter och låga kväve/fosfor-kvoter. Detta syns till exempel vid Bottenhavets kuststation, där biovolymen ökar med minskad halt av oorganiskt kväve i vattnet och visar särskilt hög biomassa de år då kvoten mellan kväve och fosfor är under tio (2008 och 2010). I norra Egentliga Östersjön råder alltid låga kvoter mellan kväve och fosfor under sommaren, vilket gynnar de kvävefixerande arterna i dessa områden.

Varför kvävefixerande cyanobakterier ökar vid norra Egentliga Östersjöns kuststation men inte vid dess utsjöstation är inte helt klarlagt, men det kan till exempel bero på att tillgången på oorganiskt fosfor är högre vid kusten än vid utsjön. Orsaken kan dels vara ökad tillrinning från land, dels uppvällning av fosforrikt bottenvatten vid kustområdet.

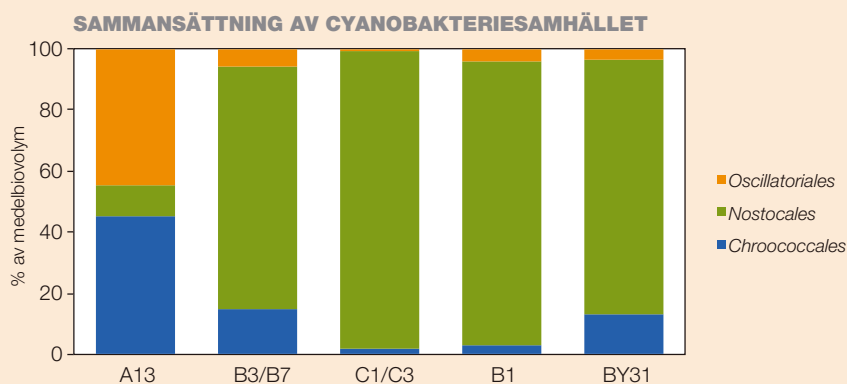
MEDELVÄRDEN FYSIKALISKA OCH KEMISKA PARAMETRAR ÖSTERSJÖN

Station	Temp (°C)	Salt	Totalfosfor (µM)	Totalkväve (µM)	Oorganiskt kväve DIN (µM)	Oorganiskt fosfor, DIP (µM)	DIN/DIP (µM/µM)
Bottenviken, utsjö (A13)	11,0 ± 1,4	2,9 ± 0,1	0,2 ± 0,03	17,3 ± 0,9			
Bottenhavet, kust (B3/B7)	13,2 ± 1,4	3,6 ± 0,2	0,3 ± 0,05	16,8 ± 1,1	1,2 ± 0,6	0,05 ± 0,03	28,3 ± 15,0
Bottenhavet, utsjö (C1/C3)	12,9 ± 1,4	4,9 ± 0,2	0,3 ± 0,04	16,3 ± 0,6			
Norra Eg. Östersjön, kust (B1)	12,8 ± 0,9	6,2 ± 0,1	0,6 ± 0,07	20,1 ± 0,7	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,07	2,1 ± 0,8
Norra Eg. Östersjön, utsjö (BY31)	13,0 ± 1,3	6,3 ± 0,1	0,5 ± 0,06	19,6 ± 0,6	0,1 ± 0,02	0,08 ± 0,04	2,1 ± 1,2

➤ Medelvärden (± 1 standardavvikelse) för temperatur, salthalt, totalfosfor (Tot P), totalkväve (Tot N), oorganiskt kväve (DIN=nitrit+nitrat+ammonium), oorganiskt fosfor (DIP) och kvoten oorganiskt kväve/oorganiskt fosfor (DIN/DIP) under perioden juni–september 1998–2012 vid olika stationer i nord-sydlig riktning i norra Östersjön. I Bottniska viken är data från 0-10 m och i norra Egentliga Östersjön från 0-20 m.



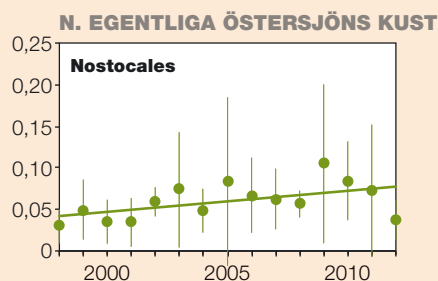
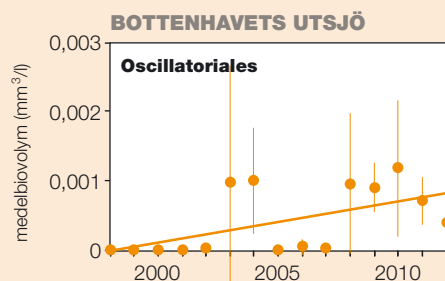
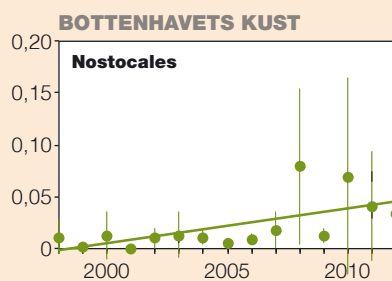
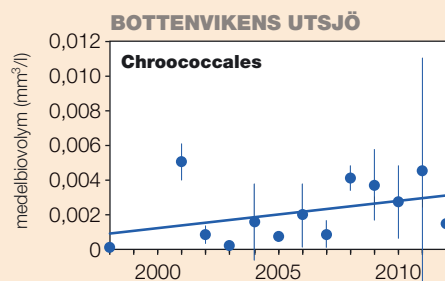
➤ Andelen cyanobakterier i växtplanktonsamhället ökar från Bottenviken i norr till norra Egentliga Östersjön i söder. Sommarmedelvärdet för den totala biovolymen av växtplankton varierar mellan 0,28 till 0,37 mm³/l, med högst värde i Bottenhavets utsjö (A13). Provtagning skedde i juni–september 1998–2012.



➤ Andelen kolonibildande Chroococcales och Oscillatoriales är större vid stationen A13 i Bottenviken än de övriga områdena längre söderut. Vid övriga stationer dominerar de kvävefixerande arterna (Nostocales) cyanobakteriesamhället.



➤ Cyanobakterieprover samt hydrografi- och kemi insamlades under juni–september 1998–2012 på de nationella miljöövervakningsstationerna A13 i Bottenvikens utsjö, B3 och B7 i Bottenhavets kust, C1/C3 i Bottenhavets utsjö, B1 (Askö) vid norra Egentliga Östersjöns kust och vid BY31 (Landsortsdjupet) i norra Egentliga Östersjöns utsjö. I Bottniska viken togs proverna på 0–10 m djup och från 0–20 m djup i Egentliga Östersjön. I Bottniska viken utfördes 1–3 provtagningar per månad under minst tre av de fyra undersökningsmånaderna. I Egentliga Östersjön utfördes 1–3 provtagningar varje månad under perioden juni till september.

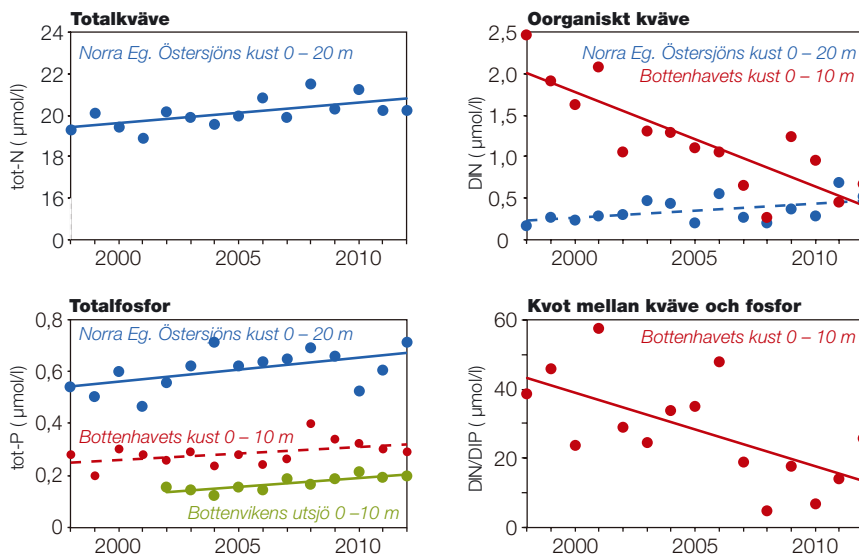


➤ Cyanobakteriegruppernas utveckling, 1998–2012 (medelvärden av biovolym, mm³/l, juni–september, ± 1 standardavvikelse). Biovolymen ökar signifikant ($P < 0,05$) hos kolonibildande Chroococcales vid Bottenvikens utsjö (A13), hos kvävefixerare (Nostocales) vid Bottenhavets kust (B3/B7) och norra Egentliga Östersjöns kust (B1) samt för Oscillatoriales vid Bottenhavets utsjö (C1/C3). Observera de olika skalorna. Analys av trender har gjorts med enkel linjär regression för hela perioden 1998–2012 (för A13 Chroococcales saknas data 1999–2000).



Foto (samtliga): Helena Höglander

KVÄVE OCH FOSFOR I ÖSTERSJÖN OCH BOTTNISKA VIKEN



➤ I Bottenhavets kust (B3/B7) har kvävehalten såväl som kväve/fosfor-kvoten minskat under de senaste 15 åren i de övre 10 m. I Bottenvikens utsjö (A13) och norra Egentliga Östersjöns kust (B1) har totalfosforhalten ökat (signifikant ökning endast de senaste tio åren vid A13). Vid norra Egentliga Östersjöns kust har även totalkvävehalten ökat och oorganiskt kväve visar en tendens till ökning. Signifikanta förändringar ($p < 0,05$) är markerade med heldragen trendlinje. Nästan signifikant förändring är markerad med streckad trendlinje (DIN station B1 $p = 0,053$ och totalfosfor station B3/B7 $p = 0,072$).

Det är främst arten *Aphanizomenon* sp. som ökar i kustområdet medan den potentiellt giftiga arten *Nodularia spumigena* inte visar någon tendens till ökning.

Att gruppen Chroococcales, de småcelliga kolonibildande arterna, ökat under de senaste tio åren i Bottenviken kan bero på en samverkan av höga fosfor och temperaturvärden. Det är möjligt att just denna grupp gynnas av att de är små och därför snabbt kan ta upp näringsämnen från vattnet. Generellt gynnas små algararter när närsaltstillgången är låg, så som den är i Bottenviken.

Att cyanobakterier ökar från norr till söder i det studerade området beror sannolikt på att fosforkoncentrationerna är högre söderut. En stor fosforkälla är

Egentliga Östersjöns botten sediment som vid syrebrist förlorar sin förmåga att binda fosfor till sig. Istället frisätts fosfor och kan vid omblandning föras upp till ytvattnet och ge cyanobakterierna extra näring. Eftersom en del av norra Egentliga Östersjöns ytvatten cirkulerar norrut och bildar bottenvattnet i Bottenhavet kan en frisättning i Egentliga Östersjön även påverka fosforhalten i Bottenhavet. Den fortsatta dåliga syresituationen vid Egentliga Östersjöns botten som nu råder, ökar risken för uppblandning av det fosforrika bottenvattnet. Mycket tyder på att cyanobakterier, och då främst kvävefixerande arter, kommer vara ett fortsatt viktigt inslag i sommarens växtplanktonblomningar i norra Egentliga Östersjön. 🐟

Chatarina Karlsson & Siv Huseby, Umeå universitet/

Helena Högländer, Stockholms universitet / Ann-Turi Skjevik, SMHI

VÄXTPLANKTON är en bra indikator på ändrad vattenkvalitet eftersom de reagerar snabbt när till exempel näringskoncentrationer och ljus ändras. Sammansättningen och mängden påverkar också den övriga vattenmiljön i hög grad, genom förändrat siktdjup och födotillgång för djur som lever i vattenmassan eller på botten.

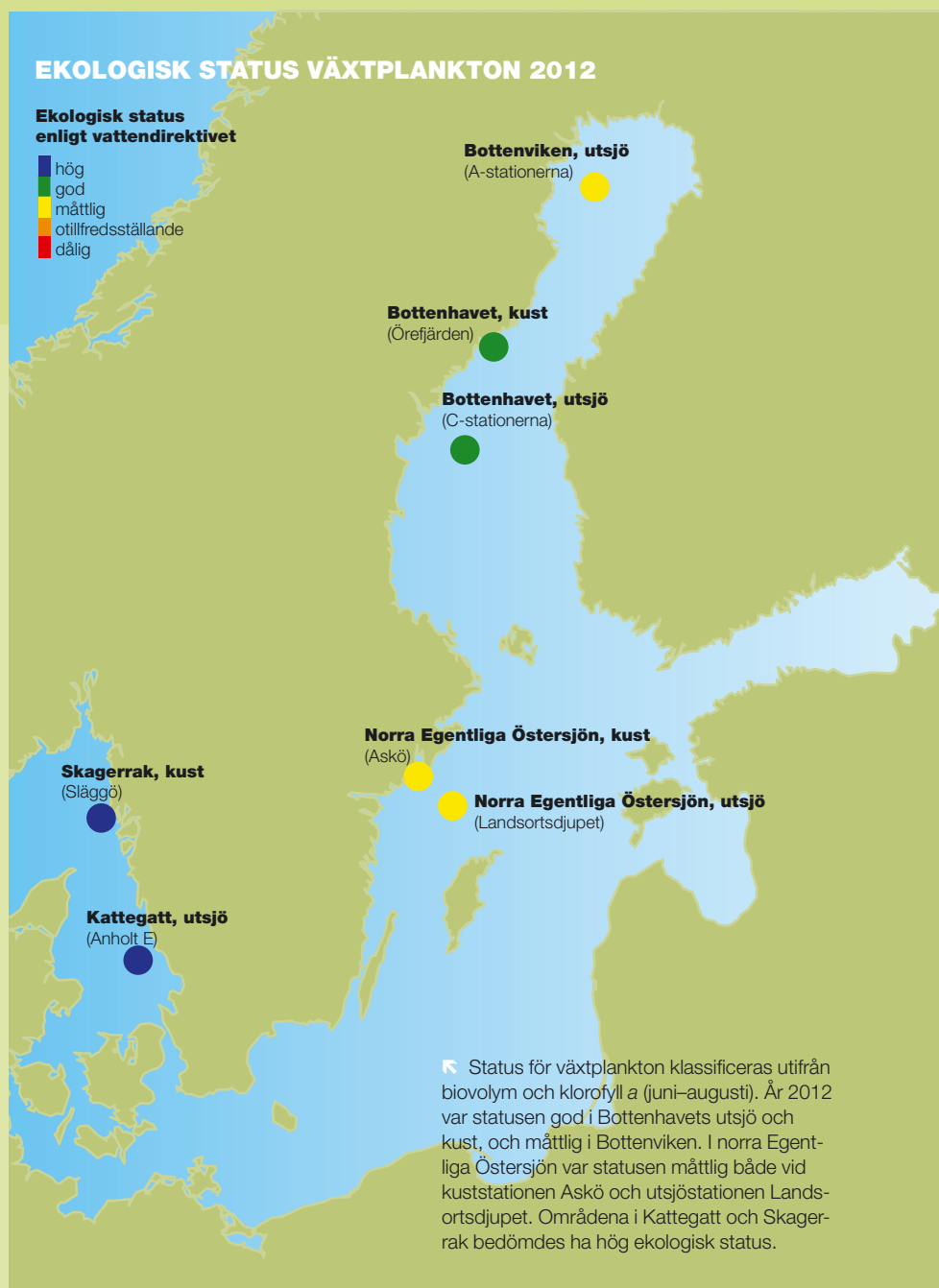
Växtplankton undersöks framförallt för att bestämma kust- och utsjöområdenas näringsstatus. Status klassificeras utifrån biovolym växtplankton samt klorofyll *a* (juni–augusti). Bedömningsgrunder är dock enbart framtagna för kustvatten, men används med försiktighet för att kunna göra en tillståndsbedömning även för utsjövatten.

→ Läs mer om programmet på sid. 97.

I BOTTNISKA VIKEN HAR STATUS FÖR VÄXTPLANKTON PENDLAT mellan god och måttlig för både Bottenhavet och Bottenviken de senaste åren. Resultatet för 2012 är god status i Bottenhavets utsjö och kust, samt måttlig i Bottenviken. I norra Egentliga Östersjön bedöms status som fortsatt måttlig för såväl kuststationen Askö som utsjöstationen Landsortsdjupet. Sammanvägningen av data ger hög ekologisk status för områdena i Kattegatt såväl som i Skagerrak.

EKOLOGISK STATUS VÄXTPLANKTON 2012

Ekologisk status enligt vattendirektivet



Thalassiosira baltica,
en vanlig vårblo-
mande kiselalg.

FAKTA

Sen vårblooming påverkar statusklassningen i norr

Sen ismältning försenar vårbloomingen i Bottenviken, och det är inte ovanligt att vårbloomingen sträcker sig in i juni månad. Detta påverkar somarmedelvärdet och ger ett något högre värde än normalt.

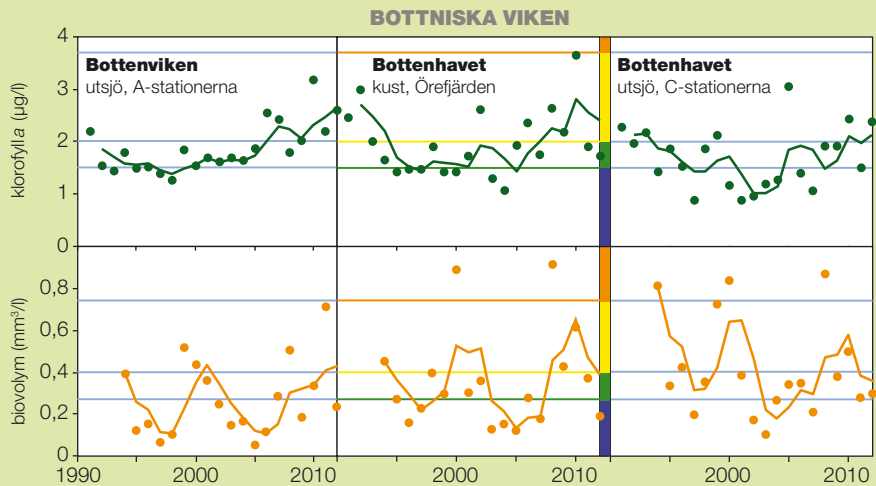
Om somarmedel för perioden juni–augusti är en lämplig period för att bedöma ekologisk status i Bottenviken, såväl som i andra svenska kustområden, utreds just nu vidare inom forskningsprojektet WATERS. www.waters.gu.se

Foto: Helena Högländer

Bottniska viken

Status för växtplanktonbiovolym är god i Bottenhavets kust- och utsjöstationer och precis över gränsen till måttlig för Bottenvikens utsjö. Den måttliga statusen för växtplanktonbiovolym i Bottenviken beror främst på en blomning av *Gymnodiniales* sommaren 2011. Under juli blomnade grönalgen *Botryococcus* sp. i Bottenviken. Denna blomning påverkade dock inte sommarmedelvärdet, eftersom blomningen inte förekom på någon av stationerna.

Växtplanktonbiovolymen visar ingen uppåtgående eller nedåtgående trend de senaste 15 åren i något av områdena. Klorofyll *a* har däremot ökat signifikant i Bottenviken, både när det gäller sommarmedel och årsmedel, och vid kuststationen i Bottenhavet (årsmedel) under perioden 1998–2012. Samma trend syns också i Bottenhavets utsjö för perioden 2000–2012 (sommarmedel). Ökningen kan bero på ändrat ljusklimat men behöver utredas bättre. Tills man har utrett klart vad ökningen i klorofyll beror på bör biovolymen av växtplankton ses som ett säkrare mått på ekologisk status, särskilt i Bottenviken.



➤ Årliga medelvärden för perioden juni till augusti (punkter), samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) från slangprov 0–10 m. Bedömningsgrunder finns endast för kustområden, men i figurerna antyds klassgränserna även för utsjöstationerna för att ge en fingervisning om miljöstatusen där.

Grönalgen *Botryococcus* sp. blommande i Bottenviken under juli månad, men inte vid någon av de nationella provtagningsstationerna.

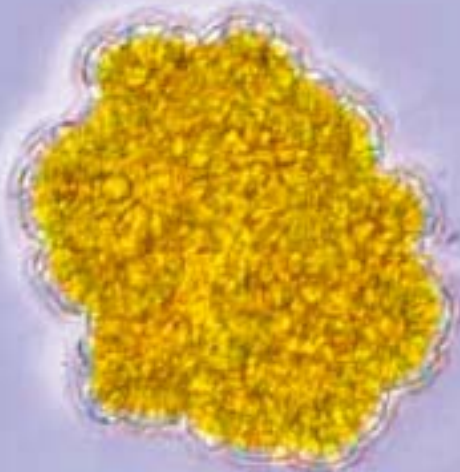
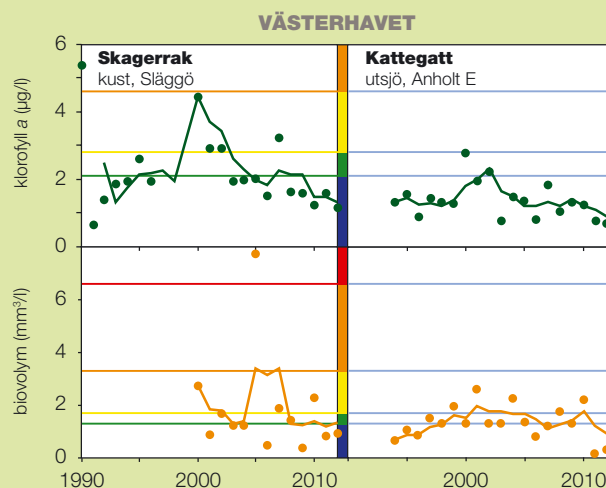
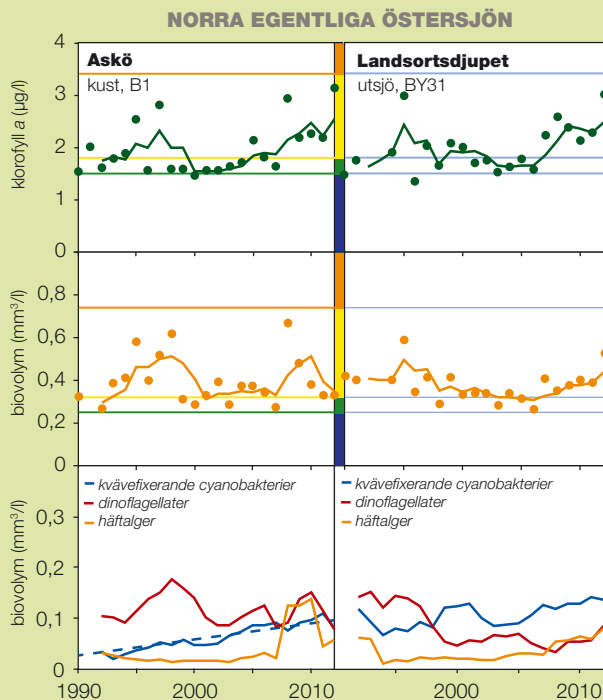


Foto: Chatarna Karlsson



Sommaren 2012 fanns det ovanligt många och storcelliga *Dinophysis norvegica* vid Landsortsdjupet i Norra Egentliga Östersjön. Ökningen avspeglades i såväl en ökad totalbiomassa av växtplankton såväl som i hög klorofyllhalt vid stationen.

Foto: Helena Höglander



Bedömning av ekologisk status för växtplankton baseras på en sammanvägning av växtplankton (biovolym och klorofyll *a*). Figurerna visar årliga medelvärden för juni–augusti (punkter) samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) från slangprov 0–10 m (0–20 m för Askö och Landsortsdjupet i Norra Eg. Östersjön). Streckad linje visar ökningen av kvävefixerande cyanobakterier 1990–2012 baserad på linjär regression ($R^2=0.49$). Kustområdenas klassgränser antyds för ekologisk status även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus.

Egentliga Östersjön

Medan biovolymen var oförändrad vid kuststationen Askö (B1) sommaren 2012 var klorofyllhalten högre än vad som tidigare uppmätts. Den höga klorofyllhalten kan dels bero på relativt stor biomassa av häftalger, som kan innehålla mer klorofyll än andra arter, dels högre biomassa av dinoflagellatsläktet *Dinophysis*.

Sommaren 2012 fanns ovanligt storcelliga *Dinophysis norvegica* vid utsjöstationen Landsortsdjupet. Det medförde att biovolymen för dinoflagellater blev den högsta uppmätta under den undersökta perioden 1990–2012. Även antalet celler var tillbaka på samma höga nivåer som under 1990-talets första hälft. Ökningen avspeglades även i en ökad total biomassa såväl som hög klorofyllhalt vid Landsortsdjupet.

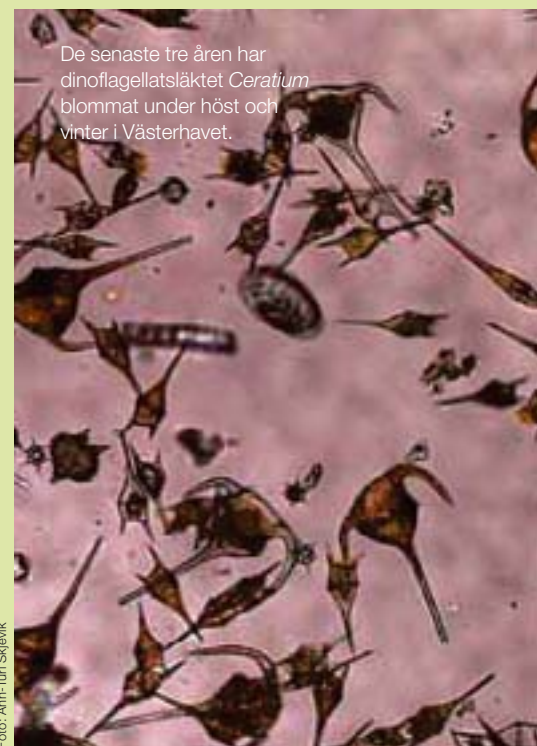
Biomassan av kvävefixerande cyanobakterier var lägre på kuststationen Askö sommaren 2012 än de senaste tio åren. Treårsmedelvärdet fortsätter att öka men sambandet är svagare än tidigare.

Västerhavet

Bedömningen av växtplanktonparametrarna klorofyll *a* och biovolym vid stationerna Anholt E i Kattegatts utsjö och Släggö i Skagerraks kustvatten, resulterade i hög ekologisk status för de båda områdena.

I Västerhavet hände inget extraordinärt i växtplanktonsamhället under året. Giftiga arter noterades sparsamt och förekom sällan över sina eventuella varningsgränser. Under hösten blommade dinoflagellatsläktet *Ceratium* vid västkuststationerna, precis som det gjorde året innan vid samma tid.

Det potentiellt giftiga dinoflagellatsläktet *Dinophysis* är det släkte som oftast vållar bekymmer för musselodlare vid den svenska västkusten. Släktet kan producera så kallade diarrégifter, som när de ackumulerar i musslor gör konsumenter magsjuka. Under 2012 översteg giftet i musslorna gränsvärdet vid ett fåtal tillfällen i januari samt i september och november vid provtagningsstationer i Bohuslän.



De senaste tre åren har dinoflagellatsläktet *Ceratium* blommat under höst och vinter i Västerhavet.

Foto: Ann-Turi Skjerve

Pelagial biologi / djurplankton

Marie Johansen, SMHI / Jan Albertsson, Umeå universitet / Elena Gorokhova, Stockholms universitet

ÖVERVAKNING AV DJURPLANKTON

ger information om hur mycket det finns och vilka arter som dominerar vid olika perioder. Djurplankton befinner sig mitt i näringskedjan; de påverkas av och påverkar såväl växtplankton- som fiskesamhällena. Bedömningsgrunder för djurplanktons miljöstatus saknas fortfarande. Det är därför svårt att dra några slutsatser om miljötillståndet baserat på den provtagning som görs av djurplanktonsamhällen.

→ Läs mer om programmet på sid. 97.

Den förhållandevis stora hoppkräftan *Limnocalanus macrurus* (här i larvstadie) har ökat i Bottenvikens utsjö de senaste femton åren.

Bottniska viken

Det syns inga förändringar i totalbiomassan hos djurplankton i Bottniska viken under den senaste femtonårsperioden. På utsjöstationerna i Bottenviken, A-stationerna, hade totalbiomassan fram till 2011 visat tecken på en långsam ökning under perioden men antalet föll tillbaka något 2012 och ökningen blir därför inte signifikant.

En av djurplanktongrupperna, hoppkräftorna, har dock ökat signifikant i Bottenvikens utsjö under de senaste femton åren, vilket nästan helt beror på en tydlig ökning av den stora arten *Limnocalanus macrurus*. Övriga hoppkräftarter har dock inte ökat.

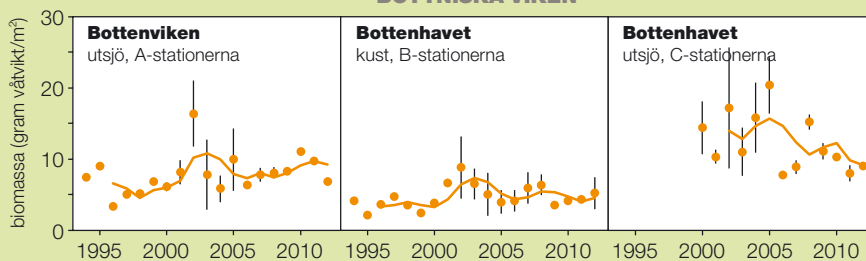
Tillbakagången i totalbiomassa 2012 på stationerna i Bottenvikens utsjö gör att dessa stationer återigen har lägre totalbio-

VID KUSTEN I NORRA BOTTENHAVET har totalbiomassan av hinnkräftor ökat i förhållande till hoppkräftor under de senaste femton åren. Liknande förändring i djurplanktonsamhället har inte skett i utsjöområdena, där hoppkräftorna alltid dominerar.

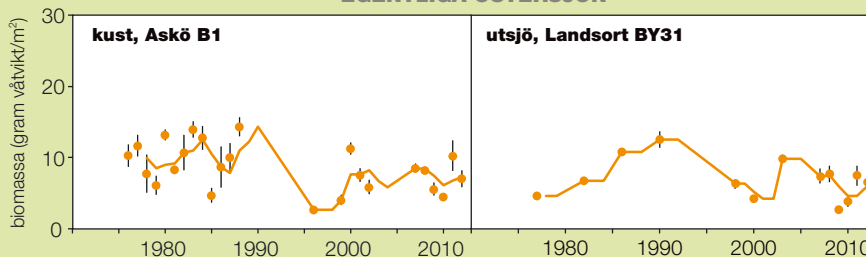
I Egentliga Östersjön syns ingen signifikant trend för djurplanktons totalbiomassa under den senaste femtonårsperioden. Sett över hela tidsserien, som började 1976, kan man vid kuststationen Askö däremot observera en minskande trend samt att hoppkräftornas andel i totalbiomassa minskar.

I Västerhavet har hoppkräftor minskat något jämfört med andra djurplanktongrupper, men inte signifikant.

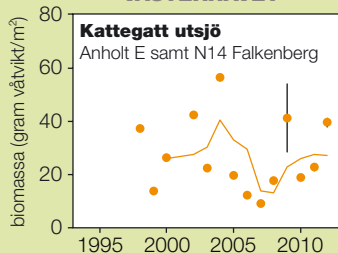
BOTTNISKA VIKEN



EGENTLIGA ÖSTERSJÖN



VÄSTERHAVET



Den totala biomassan av djurplankton från de nationella övervakningsstationerna. Proverna är tagna från botten till ytan i Bottniska viken, från 30 meters djup vid BY31 (Landsortdjupet) samt från 20 meter i Västerhavet. Heldragen linje visar treårigt löpande medelvärde. Spridningsmåttan visar standard error för säsongen, förutom för Bottniska viken och Västerhavet där de visar standard error för säsongsmedelvärdet mellan två stationer.

massa än de i Bottenhavets utsjö, vilket kan sägas motsvara förväntade förhållanden på grund av den högre produktiviteten i Bottenhavet.

På kuststationerna i Örefjärden i norra

Bottenhavet har sammansättningen av djurplankton förändrats under tidsserien; hinnkräftorna har ökat sin andel av totalbiomassan på bekostnad av hoppkräftorna. Dock har inga förändringar skett



Foto: Elena Gorokhova

➤ *Synchaeta baltica* – ett hjuldjur som har ökat under de senaste åren i Östersjön.

i totalbiomassan. De senaste sju åren har det i stort sett varit ett hinnkräftdominerat djurplanktonsamhälle, i motsats till tidigare då hoppkräftor dominerade. Scenariot kan sägas vara lite mindre tydligt 2012 då hoppkräftorna ökade något.

Förändringen från dominans av hoppkräftor till hinnkräftor kan leda till konsekvenser för fiskesamhället. De storleksmässigt mindre hinnkräftorna ger ett sämre energiutbyte för fiskarna, än de större hoppkräftorna. Den beskrivna förskjutningen i dominans mellan hopp- och hinnkräftor förefaller inte ha skett i utsjöområdena, där hoppkräftorna alltid dominerar och kvoten mellan hopp- och hinnkräftor fluktuerar utan bestämd riktning.

Egentliga Östersjön

Det går inte att fastställa någon signifikant trend för djurplanktons totalbiomassa under den senaste femtonårsperioden,



Foto: Erik Selander/Azote

Kammaneten *Mnemiopsis leidyi* är vanlig i Västerhavet under sommar och höst.

vare sig på Egentliga Östersjöns kuststation vid Askö eller på utsjöstationen vid Landsortdjupet. Däremot kan en minskande signifikant trend observeras vid Askö vid en analys av hela tidsserien, som startade 1976.

Vid kuststationen Askö syns också en signifikant procentuell minskning av hoppkräftornas andel i totalbiomassa sett över hela tidsserien, vilket tyder på en förändring av djurplanktonsamhällets struktur och storleksfördelning. Detta kan leda till sämre näringskvalitet och födotillgång för djurplanktonätande fiskarter, samt minskad betning av växtplankton.

Västerhavet

I Kattegatt är det bara från utsjöstationen Anholt E, där mätningarna startade 1998, som det finns sammanhängande data för en längre tidsperiod. Data från den inre stationen i Kattegatt, N14 Falkenberg, som

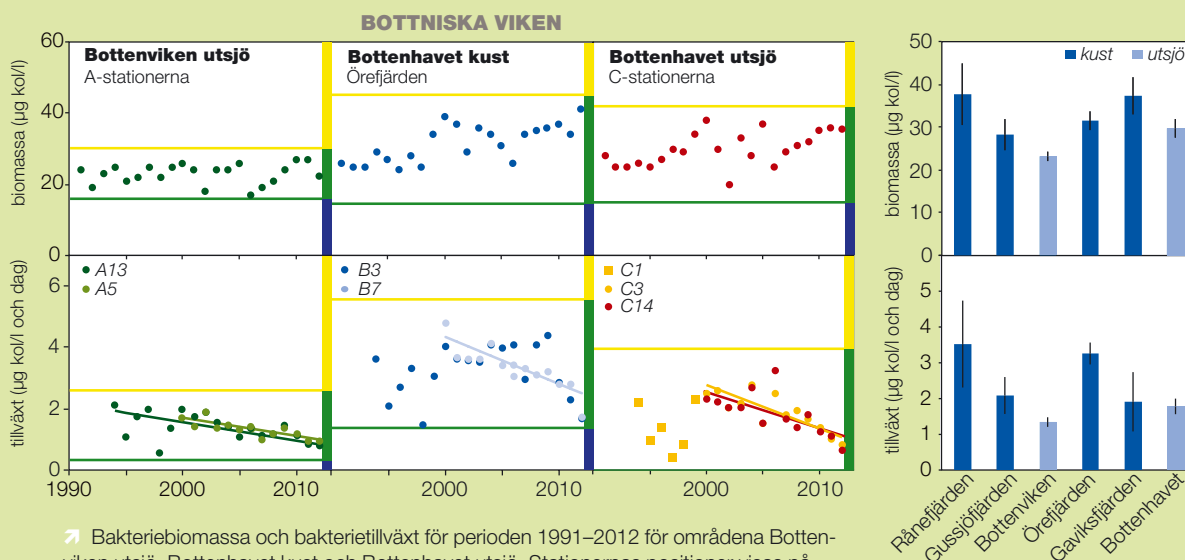
började provtas 2008, har ändå tagits med i sammanställningen. Dessa två stationer, Anholt E och N 14 Falkenberg, verkar följa varandra väl trots olika avstånd från kusten. Kattegatts två stationer får därmed representera hela Västerhavets utsjö. Även här saknas signifikanta trender i totalbiomassa av djurplankton under den senaste fjortonårsperioden.

När den totala biomassan delas upp i olika grupper kan man se en viss minskning av hoppkräftor jämfört med hinnkräftor, appendikularier samt övriga djurplankton som verkar ha en mer stabil förekomst över tiden. Dock är trenden inte signifikant för någon av grupperna. Det är värt att tillägga att man under 2008-2009 såg en betydande minskning av hoppkräftor jämfört med hinnkräftor. Under de här åren förekom stora mängder av kammaneten *Mnemiopsis* i Västerhavet under sommar och höst.

BAKTERIEPLANKTONS biomassa och tillväxt övervakas idag endast i Bottniska viken. Bakterieplanktonbiomassa är ett mått på mängden bakterier i vattnet och mäts med hjälp av mikroskopanalyser. Tillväxt av bakterier mäts som upptag av radioaktivt tymidin. Statusklassning av bakterieplankton baseras på expertbedömning.

→ Läs mer om programmet på sid. 97.

BAKTERIEBIOMASSAN ÖKAR Bakterieplankton indikerar god näringsstatus i Bottenviken såväl som i Bottenhavet. Det är samtidigt tydliga trender i tidsserierna. Sedan mätningarna startade 1991 har bakteriebiomassan ökat både vid kust- och utsjöstationer i Bottenhavet. Biomassan som blev uppmätt under 2012 i Örefjärden är det högsta uppmätta under tidsseriens gång. Totalt, för hela mätserier från 1991 till 2012, har bakteriebiomassan fördubblats i Örefjärden med en medelökning på knappt två procent per år. För Bottenviken finns ingen säkerställd trend för hela tidsserien, men en signifikant ökning syns från 2006 till 2012 då data visar på en ökning på över 8 procent per år.



➤ Bakteriebiomassa och bakterietillväxt för perioden 1991–2012 för områdena Bottenviken utsjö, Bottenhavet kust och Bottenhavet utsjö. Stationernas positioner visas på kartan på sidan 97. Gul linje visar gränsen till måttlig status, och grön till god status. Statusklassningen är gjord med expertbedömning.

➤ Medelvärden från mätseriernas start till 2012 för biomassa och tillväxt av bakterieplankton 0–10 m, kust- och utsjöområden i Bottniska viken. Felstaplar = 95-procentigt konfidensintervall.

Bakterietillväxten minskar i utsjön

Samtidigt som biomassan har ökat har bakterietillväxten minskat signifikant i utsjön både i Bottenviken och i Bottenhavet sedan mätningarna startade. I Bottenviken har minskningen i medel varit fyra procent per år på båda utsjöstationerna om man ser till hela tidsserien. Minskningen har varit något större per år de senaste tolv åren vid stationen A13 i Bottenviken. Vid stationerna i Bottenhavet har bakterietillväxten minskat med nästan 60 procent på tolv år, i medel sex procent per år. Värdet uppmätt under 2012 var det lägsta i både utsjön i Bottenviken och kusten i Bottenhavet sedan 1998. I Örefjärden finns två

stationer. Den innersta och grundaste av dessa, B7, visar på en signifikant minskning för hela mätserien där (2000–2012). För Örefjärden som helhet finns dock ingen signifikant trend.

Sjunkande produktivitet

Minskningen i bakterietillväxt visar på att den bakteriella produktionen i den redan näringsfattiga Bottenviken har sjunkit. Någon orsak till varför biomassan ökar i Bottenhavet trots sjunkande produktivitet har ännu inte hittats. Artbestämning av bakteriesamhället ingår inte i mätprogrammet, men den ökning som har observerats i total biomassa av bakterier sammanfaller

med att antalet bakterier i Bottniska viken har ökat. En förklaring kan vara minskande beting av heterotrofa flagellater, men sådana data ingår inte i mätprogrammet. Att ökningen skulle bero på övergödning stämmer inte med den minskande tillväxten av bakterier som observerats. Tillväxt ger ett mer direkt mått på övergödning än vad biomassa gör, då biomassan är ett resultat av både tillväxt och predation.

Tidigare analyser av tidsserierna för salt, tillförsel av kol eller fosfor från älvar, temperatur, totalfosfor eller totalkväve har inte kunnat förklara nedgången i bakterietillväxt. Fördjupade analyser behövs för att utreda varför tillväxten av bakterier minskar.



HAVETS DJUR OCH VÄXTER

**Kustens rovfiskar behöver integrerad förvaltning
Ekosystembaserad fiskeförvaltning
Tillståndsbedömningar**

Stefan Tobiasson, Linnéuniversitetet, Hans Kautsky, Stockholms universitet
& Jan Karlsson, Göteborgs universitet

VEGETATIONSKLÄDDA BOTTNAR

Fastsittande bottenvegetation undersöks främst för att följa förändringar som kan vara kopplade till näringsbelastning, och därmed övergödning, men också till föroreningar eller förändringar i klimat och salthalt. Bedömningen baseras på några utvalda växtarters djuputbredning, vilken bland annat styrs av ljustillgången och därmed mängden partiklar i vattnet. Tillståndet bedöms med ett ekologiskt kvalitetsindex, EK, enligt vattendirektivets bedömningskriterier.

→ Läs mer om programmet på sid. 97.

Bottenhavet

Längs Höga kusten bedöms den ekologiska statusen på vegetationsklädda bottenar vara hög och inga förändringar i EK-värdet kan detekteras under den 6-års period då mätningarna pågått. Storskalig fiskodling i öppna kassar som påbörjades 2005 och fortfarande expanderar befaras dock påverka de vegetationsklädda bottenarna lokalt, men detta behöver undersökas närmare.

Östersjön

Även i norra Egentliga Östersjön var den ekologiska statusen hög, precis som tidigare år. En svagt ökande trend kan noteras i Asköområdet, vilket till stor del förklaras av ökad djuputbredning för blåstång. Precis som 2011 var mängden fintrådiga alger och påväxt påfallande liten vid inventeringen 2012. Stationerna vid Gotland visar ingen tydlig trend, men statusen var hög, precis som den varit de senaste åren.

Längs Blekingekusten i södra Östersjön var den ekologiska statusen hög på de vegetationsklädda bottenarna under 2012. Det har inte skett någon mätbar förändring av kvalitetsindexet under de sex år som provtagning skett i området men en av de arter som används för statusklassning, kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), har ökat sin djuputbredning en aning. Överlag växer rödalger betydligt djupare än gränsen för hög status medan blås- och sågtång bara växer till ett djup motsvarande måttlig

TILLSTÅNDET FÖR DE VEGETATIONSKLÄDDA BOTTNARNA var överlag gott i alla undersökta vattenområden under 2012. Även om kvalitetsindexen i flera områden i Östersjön var något lägre än tidigare år finns flera positiva tecken. Exempelvis var mängden fintrådiga alger, som är ett tecken på övergödning, liten och utbredningen av blåstång fortsätter att öka. I Västerhavet är situationen däremot mer bekymmersam. Kvalitetsindexen är något lägre än i Östersjön och det finns en avtagande trend i flera områden. Främst beror detta på sämre djuputbredning för flera av de ingående indikatorarterna.

Med dykardräkter på genomförs den årliga provtagningen. Ett antal växters utbredning på djupet undersöks utmed positionsbestämda transekter.



Foto: Susanna Andersson

I Blekinge har man haft problem med betning av blåstång. Det är tånggräsuggan *Idotea baltica* som ätit av tången.



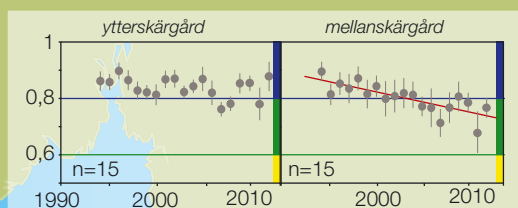
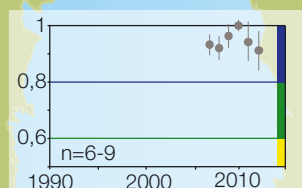
Foto: Stefan Tobiasson

EKOLOGISK STATUS MAKROVEGETATION 2012

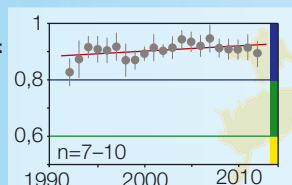
Ekologisk status, EK
enligt vattendirektivet



Höga Kusten

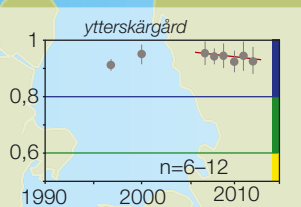


Asköområdet

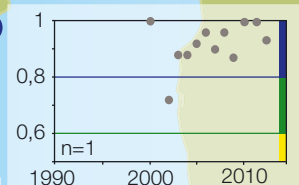


Gullmaren

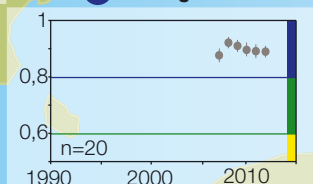
Onsalahalvön



Gotland



Blekingekusten



Provtagning av vegetationsklädda bottenar sker en gång per år i ett område i Bottenhavet, tre områden i Egentliga Östersjön, ett område i Kattegatt samt ett område i Skagerrak. Tillståndet vid dessa nationella övervakningsstationer är bedömd med hjälp av ett ekologiskt kvalitetsindex, EK.

Tillståndets utveckling över tid visas i figurerna och årets statusklassningar är markerade med en färgad prick. Två av de statusklassade vattenområdena i Onsalahalvön visas inte i figurerna då de endast provtagits i fyra år.

Spridningen anges med 95-procentigt konfidensintervall och trendlinjer som visas är statistiskt signifikanta. n= den provtagningsbas som ingått i bedömningen, i detta fall antal transekter.



Om mängden näring i vattnet ökar är risken stor att de fintrådiga algerna tar över, och lägger sig som en matta över tången.

Foto: Stefan Toblason

FAKTA

Näring grumlar

Den växtbeklädda delen av havsbottenen, fytalen, omfattar alla typer av hårda och mjuka bottenar som sträcker sig från vattenytan ner till cirka 10–20 meters djup. Denna miljö är mycket artrik med ett växt- och djurliv som är lätt att observera. Om näringsnivåerna och därmed grumligheten i vattnet ökar, minskar växternas djuputbredning eftersom ljus-tillgången minskar. Storvuxna alger som blåstång och skräppetare ersätts ofta med fintrådiga och kortlivade röd- och brunalger. De fintrådiga algerna lägger sig som en kvävande matta över de stora algerna som får allt sämre möjlighet till nyrekrytering och tillväxt.

till god status. Liksom i Asköområdet förekom fintrådiga grönalger i påfallande liten mängd.

Av de totalt 24 identifierade arterna längs Blekingekusten dominerade rödalger både i antal arter och i täckningsgrad. De täckte i stort sett allt tillgängligt substrat ner till 15 meter eller djupare. Mängden tång var störst mellan ytan och 3 meter men trots att den ekologiska statusen var hög fanns bälten av blås- eller sågtång bara på 14 av 20 undersökta transekter. Tångens täckningsgrad var visserligen en aning högre än 2011 men fortfarande avsevärt lägre än före 1996, särskilt i ytterskärgården.

Västerhavet

I Kattegatt, vid Onsalahalvön, undersöks tre vattenområden. I ytterskärgården kan det urskiljas en svag försämring av bottenvegetationens tillstånd sedan 2007. Årsmedelvärdena är dock fortfarande inom statusklassen hög och väl i nivå med regionala data från åren 1997 och 2000. Risö-

Säröarkipelagen och Öckerösund, vilka representerar mer skyddade och grundare områden, uppvisade båda god status 2012. Variationen mellan lokaler inom de två vattenområdena är dock mycket stor, dels beroende på att det är få provpunkter, dels på att lokalerna med sina ringa djup och mer skyddade lägen inte fullt ut uppfyller de kriterier som ligger till grund för indexberäkningen.

I Skagerrak hade de två provtagna vattenområdena i Gullmaren avsevärt högre kvalitetsindex 2012 än föregående år. Saltö fjord som representerar mellan-skärgården hade fortfarande god status. I området i ytterskärgården, mellersta Bohuslans skärgårds kustvatten, hade statusen däremot ökat från god till hög, med ett indexvärde som är det näst högsta under hela mätserien. Långsiktigt finns en avtagande trend i Saltö fjord sedan seriens början 1994. Sedan 2006 har variationen mellan åren dessutom ökat. Det försämrade tillståndet beror på minskad djuput-

bredning för flera av de ingående indikatorerna.

Utvecklingen för en av de mest karaktäristiska indikatorerna, skräppetaren *Saccharina latissima*, är fortsatt mycket negativ i de kustnära delarna av Skagerrak. I de svenska delarna av Kattegatt har motsvarande negativa förlopp inte registrerats ännu.

Ola Svensson, Caroline Raymond & Jonas Gunnarsson, Stockholms universitet /
Jan Albertsson, Umeå universitet / Stefan Agrenius, Göteborgs universitet

HAVSBORSTMASKAR, blötdjur, kräftdjur och tagghudingar är exempel på djur som finns på marina sedimentbottnar. Djuren är förhållandevis stationära och lever på eller nedgrävda i sedimentet. Vissa arter är snabbväxande och kortlivade, medan andra kan bli många år gamla. Artsammansättningen speglar miljön i ett visst område och årlig provtagning görs för att kunna upptäcka förändringar i djursamhällena, till följd av till exempel övergödning eller klimatförändringar. Provtagningen omfattar djur, sediment och bottenvatten och bedömning av miljötillståndet görs med hjälp av ett index: Benthic Quality Index (BQI).

→ Läs mer om programmet på sid. 98.

Bottniska viken

Många områden i Bottniska viken har sedan början av 2000-talet uppvisat en lägre miljöstatus för bottenfaunasamhället än tidigare, till följd av en kraftig nedgång av vitmärlan *Monoporeia affinis*. Under samma period har den invasiva havsborstmasken *Marenzelleria* koloniserat många områden och kan möjligen vara en bidragande orsak till att vitmärlornas återhämtning varit svag. Vitmärlan klassas som känslig och dess numera låga tätheter har en starkt negativ inverkan på statusklassningarna för den artfattiga bottenfaunan i Bottniska viken.

Inga stora förändringar har skett i bottenfaunaindexen år 2012 jämfört med året innan. Ett generellt mönster med högre miljöstatus i utsjön jämfört med kusten kan ses under den senaste tioårsperioden. Detta är dock lite mindre tydligt år 2012, då ett utsjöområde i Bottenhavet, Grundkallen, fått sänkt status till måttlig. Samtidigt har två kustområden, Öregrund i Bottenhavet och Kinnbäck/Pite-Rönnskär i Bottenviken höjt sin status till god. Generellt är tillståndet något bättre i Bottenviken än i Bottenhavet.

I södra Bottenhavet kan man se en tydlig minskning i BQI, medan det är en tydlig ökning vid Höga kustens utsjö i norra Bottenhavet samt en mindre ökning

I DE UNDERSÖKTA OMRÅDENA är tillståndet för de bottenlevande djuren i allmänhet gott i utsjön, medan det varierar mer i kustnära områden. I Egentliga Östersjöns utsjöområden, på djup kring salthaltssprångskiktet, noterades år 2012 den största förekomsten av djur sedan programmets början år 2007. Djupare områden under språngskiktet, som är starkt påverkade av syrebrist, ingår inte i undersökningsprogrammet. I Västerhavet är tillståndet för faunan gott i öppna havet, medan det under 2000-talet har varit sämre i hela Kattegatt och i Skagerraks kustområden. Under senare år har situationen i dessa områden blivit bättre.



En *Marenzelleria* i mikroskop. Denna relativt nya art i Östersjön har ökat under senare år och finns nu ända upp till Haparanda.

Foto: Terese Larsson

i övriga utsjöområden i Bottenhavet. Försämringen vid Grundkallen är relaterad till en tydlig minskning av nyckelarterna vitmärla och östersjömussla. Till skillnad från Bottenhavets utsjö så uppvisar Bottenviken svängningar i bottenfaunas sammansättning som är likartade över ett större område, och i samklang med förändringar i vitmärlans individantal.

Egentliga Östersjön

Flertalet av de undersökta områdena i Egentliga Östersjön har sedan programmets början uppvisat god status. Tillståndet 2012 är i de flesta fall oförändrat eller något bättre jämfört med föregående år.

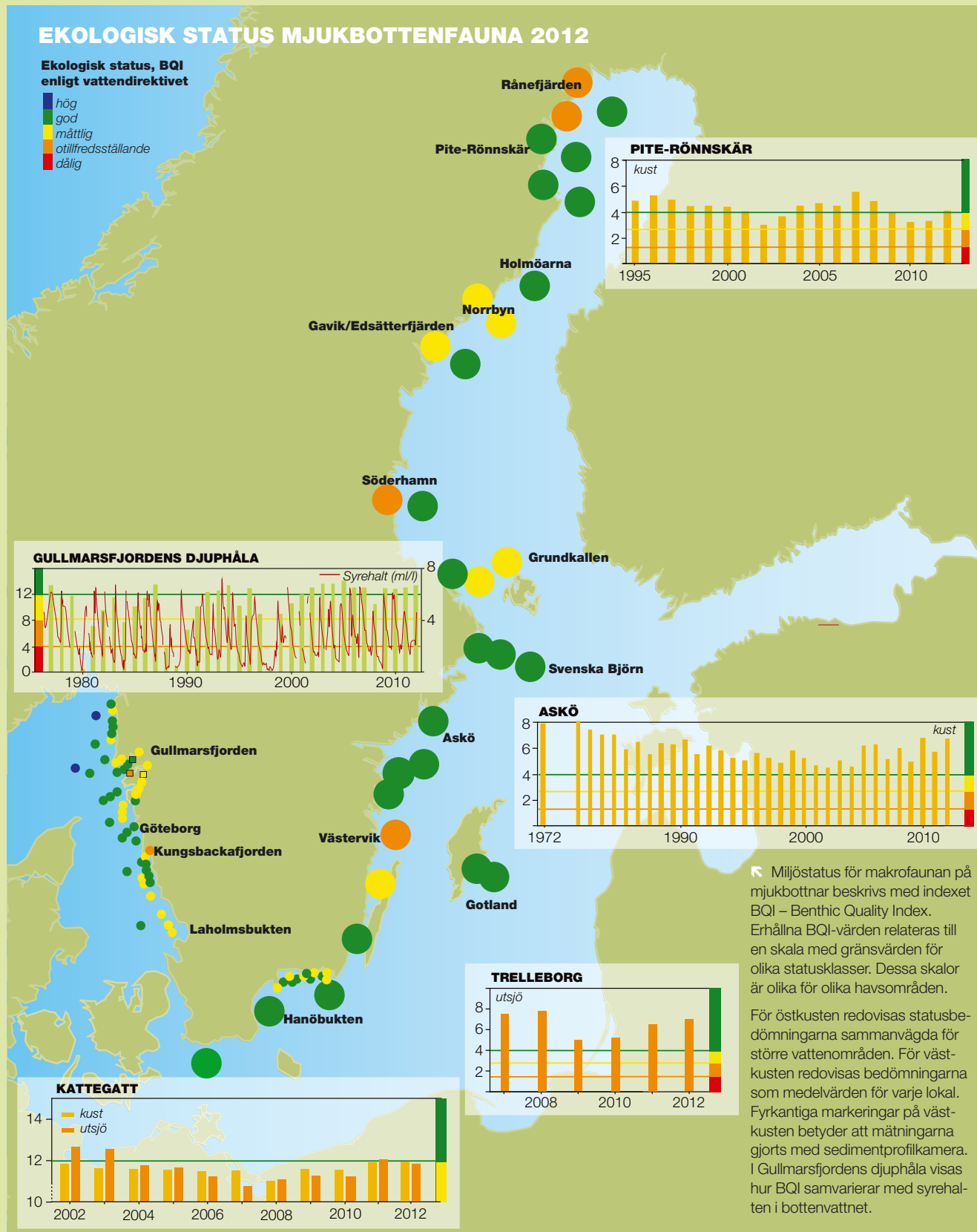
På djupa bottnar i Egentliga Östersjön råder generellt mycket låga syrehalter under salthaltssprångskiktet. De stationer som ingår i utsjöprogrammet är emellertid lokaliserade ovan eller kring detta språngskikt, med ett största provtagningsdjup på 78 meter. I de provtagna områdena har det totala antalet individer ökat jämfört med år 2011, med de högsta nivåerna sedan 2007 i

alla områden utom ett öster om Gotland. I flertalet utsjöområden har det skett en ökning av framför allt vitmärlorna *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*, där störst antal individer uppmätts sedan programmets början år 2007. En ökning av vitmärlorna, som har det högsta känslighetsvärdet i BQI-indexet, borde resultera i högre BQI-värde. Detta motverkas dock av en samtidig ökning av arter med lägre känslighetsvärde, som till exempel havsborstmasken *Marenzelleria* spp. Denna art är relativt ny i Östersjön, och har ökat kraftigt i utsjöområdena i likhet med östersjömusslan *Macoma balthica*. Till skillnad från mönstret i Bottniska viken har det skett en ökning av både *Marenzelleria* spp och *Monoporeia affinis* i Egentliga Östersjön.

Även för de kustnära områdena är tillståndet relativt oförändrat eller något bättre jämfört med föregående år. Den generella trenden är även här ökad förekomst av vitmärlor, framför allt *Monoporeia affinis*. Däremot har det, till skillnad från i utsjö-

EKOLOGISK STATUS MJUKBOTTENFAUNA 2012

Ekologisk status, BQI enligt vattendirektivet



↗ Miljöstatus för makrofaunan på mjukbotten beskrivs med indexet BQI – Benthic Quality Index. Erhållna BQI-värden relateras till en skala med gränsvärden för olika statusklasser. Dessa skalor är olika för olika havsområden.

För östkusten redovisas statusbedömningarna sammanvägda för större vattenområden. För västkusten redovisas bedömningarna som medelvärden för varje lokal. Fyrkantiga markeringar på västkusten betyder att mätningarna gjorts med sedimentprofilkamera. I Gullmarsfjordens djuphåla visas hur BQI samvarierar med syrehalten i bottenvattnet.

områdena, skett en liten minskning av havsborstmasken *Marenzelleria*.

Västervik är det enda området i Egentliga Östersjön som endast når otillfredsställande status. Anledningen är att en hög andel stationer är belägna under salthaltssprångskiktet. På fyra av tio stationer har det endast undantagsvis påvisats makrofauna under det nuvarande programmet, som startade år 2007.

Det kustnära området Askö i Södermanlands län har undersökts årligen sedan 1981. Fram till 2000-talet var trenden för BQI-värdet negativ, men sedan dess har värdet ökat. I Asköområdet har både vitmärlorna och *Marenzelleria* blivit vanliga, vilket följer det generella mönstret i utsjöområdena.

Västerhavet

Under större delen av 2000-talet har bottenfaunan uppvisat en generell nedgång i hela Kattegatt och i Skagerraks kustområden. Under senare år, och även under 2012, har en god rekrytering av många arter medfört att denna negativa trend har brutits.

I öppna havet råder god status i stort sett överallt, och trenden är att tillståndet

förbättras från södra Kattegatt upp mot norra Skagerrak.

Längs kusten är situationen, i likhet med tidigare år, sämst i gränsområdet mellan Kattegatt och Skagerrak. Utanför Göteborgs norra skärgård har endast måttlig status noterats under hela 2000-talet. De få provtagningar som finns från 1980-talet pekar på att området då hade god status.

I vikar och fjordar, som i hög utsträckning påverkas av lokala miljöfaktorer, råder stor variation i ekologisk status. I Laholmsbukten och Kungsbackafjorden är situationen något bättre än närmast föregående år. Dock är situationen i Kungsbackafjordens innersta delar fortfarande otillfredsställande. I Danafjord, alldeles invid norra inseglingstrännan till Göteborgs hamn, råder liksom tidigare år god status. Marstrandsfjorden och fjordsystemet innanför Tjörn och Orust har fortsatt endast måttlig status. Innanför trösklarna i fjordsystemets inre delar med begränsad vattenomsättning råder i allmänhet otillfredsställande eller dålig status på större djup. Norr om Orust saknas bottenfauna helt och hållet i de djupare fjordbassängerna. Byfjordens grunda botten, ovanför

salthaltssprångskiktet, har i allmänhet endast måttlig status.

Normalt är vattenmassan under språngskiktet helt syrefri och bottenarna saknar allt makroskopiskt liv på djup större än 15 meter. Från år 2010 till år 2012 syresattes djupvattnet i Byfjorden på konstgjord väg med hjälp av pumpar. Även om bottenfaunan fortfarande bedömdes ha otillfredsställande eller dålig status i maj 2012, så var hela bassängen ned till sitt största djup, koloniserad av bottenlevande djur. Försöket avbröts vid årsskiftet 2012/2013 och fjorden är återigen syrefri under språngskiktet innanför tröskeln.

I Gullmarsfjorden har inga kritiskt låga syrevärden uppmätts under året och där råder som helhet god status. Man kan se hur syrehalten och BQI följs åt i fjorden. Lägre syrehalt innebär en sämre miljö för bottendjuren.

LÄS MER

Syretillgången avgörande i Bohuslänns fjordar, Havet 2012 sidan 56.

När syret återvänder – återkolonisation följer mönster, Havet 2010 sidan 46.

Kattegatts bottenfauna har förändrats, Havet 2009 sidan 48.



Bilden visar hur ormstjärnor som lever nere i sedimentet sträcker upp sina armar ovanför bottenytan för att fånga näringspartiklar i det förbiströmmade vattnet.

FAKTA

Så räknas BQI fram

För att bedöma miljötillståndet på marina sedimentbotten används indexet BQI – Benthic Quality Index. Arter har tilldelats ett känslighetsvärde baserat på empiriska data eller expertbedömningar. Den grundläggande idén för bedömningen är att en ostörd bottenmiljö förväntas ha en fauna med hög diversitet, medan en störd bottenmiljö förväntas ha en fauna med färre men tåligare arter. Arter som endast återfinns i miljöer med hög diversitet har ett högt känslighetsvärde och arter som återfinns i miljöer med låg diversitet har ett lågt känslighetsvärde. Indexet väger samman tre parametrar i faunans struktur; proportionerna av djur med olika känslighetsvärden, det totala antalet arter och det totala antalet individer. En hög andel individer med låga känslighetsvärden, få arter och lågt antal individer, leder således till ett lågt index och indikerar därmed ett sämre miljötillstånd.

Kustens rovfiskar behöver integrerad förvaltning

JOAKIM HJELM, ULF BERGSTRÖM & JENS OLSSON, SLU / ULLRIKA SAHLIN, LUNDS UNIVERSITET

Det svenska yrkesfiskets landningar av abborre och gädda i Östersjön har minskat de senaste hundra åren. Det kommer också rapporter om vikande bestånd av rovfisk längs kusten och man har länge försökt ta reda på varför. Ny kunskap och ökad förståelse visar att man kan behöva se över förvaltningen för att vända trenden.

■ Utvecklingen av abborr- och gäddbestånden längs den svenska Östersjökus-ten visar ingen entydig bild. Landningarna i yrkesfisket har minskat, men eftersom även yrkesfisket av dessa arter har minskat är det svårt att säga i vilken mån de

minskade landningarna verkligen speglar förändringar i bestånden. Standardiserade provfisken ger en mer tillförlitlig bild av beståndsutvecklingen, men de sträcker sig å andra sidan inte lika långt tillbaka i tiden som landningsstatistiken. Dessutom utförs de generellt inte i de utpekade problemområdena.

Lokala faktorer påverkar

Provfisken visar en stor variation i beståndsstorlekar hos abborre, både mellan områden och över tid. Varierande mönster mellan olika områden tyder på att beståndsutvecklingen påverkas av lokala faktorer. De två längsta tidsserierna spän-

ner över de senaste fyrtio åren. En av dem är från ett område i södra Bottenhavet och den andra är från ett område i mellersta Egentliga Östersjön. I båda dessa långa tidsserier har fångster av abborre ökat. Det finns även ett större antal provfisken från de senaste 15 åren, med bättre geografisk täckning. I dessa ser man att fångsterna av abborre fram till 2011 har minskat påtagligt i ett flertal områden längs Egentliga Östersjöns och Bottenhavets kuster. I Bottenviken däremot har fångsterna ökat.

Provfiskeunderlaget för gädda är mer begränsat, och därför finns ingen tydlig bild av artens beståndsstatus. Provfisken gjorda i Kalmarsundsområdet visar dock

Provfisken visar att gäddan i Kalmarsund minskat sedan 1980-talet, men sett ur ett historiskt perspektiv är minskningen inte så dramatisk.



på en minskning sedan mitten av 1980-talet, men fångsterna är inte historiskt låga om man ser till ett längre tidsperspektiv. De var lika låga under 1970-talet som i början av 2000-talet då övervakningen upphörde i området.

Viktigt med rovfisk vid kusten

Även om det inte finns en helt klar bild av beståndsutvecklingen för kustnära rovfiskar är det viktigt att förbättra möjligheten för bestånden att bli långsiktigt livskraftiga. Ny forskning visar att livskraftiga bestånd av abborre och gädda är mycket viktiga för kustekosystemets funktion och struktur. Dessa rovfiskar kan, genom att

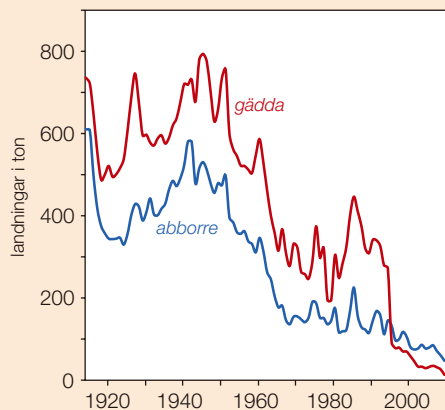
äta mindre fiskar som äter små kräftdjur, påverka balansen i födoväven så att tillväxt av trådalger, och därmed konsekvenser av övergödning, hålls nere. Starka bestånd av abborre och gädda kan på så vis bidra, via en så kallad trofisk kaskad, till att upprätthålla friska livsmiljöer i grunda kustområden. Att bevara rovfisken är därför en angelägenhet inte bara för de som tycker om att fiska, utan för alla som vill njuta av algfria badvikar.

Flera olika åtgärder har föreslagits för att bevara eller återställa kustens rovfiskbestånd. Vid en jämförelse framträder två av de föreslagna åtgärderna som mer fördelaktiga än de andra. Den ena är att skydda

och restaurera viktiga miljöer för rovfiskarna och den andra är att begränsa fisket av dessa arter.

Merparten av reproduktionen av abborre och gädda sker i grunda kustvikar och kustnära vattendrag. I dessa störningskänsliga miljöer är den mänskliga påverkan ofta stor i form av bebyggelse längs stränderna och i vattnet, samt genom muddringar och båttrafik. För att bevara dessa lek- och uppväxtmiljöer behövs åtgärder som omfattar ökat områdesskydd, stärkt strandskydd, färre dispenser för vattenverksamhet och minskad båttrafik, framför allt i de känsliga grunda vikarna. Även fysisk restaurering av kustmynnande våtmarker

FÅNGST AV ROVFISK ÖSTERSJÖN



➤ Officiella landningar av abborre och gädda i alla län i Östersjön. Data från 1914 fram till 1980 är baserade på länens fiskestatistik. Data för 1981–1994 är baserade på Fiskeriverkets statistik och månadsjournaler och 1995–2009 är baserade på fiskets loggböcker. Landningsdata saknas för 1994 och är delvis ofullständig för perioden 1981–1984.

Hur mycket abborre det finns varierar både över tid och mellan olika områden. Det tyder på att lokala faktorer kan spela en viktig roll för hur bestånden utvecklas.

Foto: Max Daniel Padri/Shutterstock



kan vara en åtgärd som gynnar bestånden, eftersom dessa områden längs vissa kuststräckor utgör viktiga lek- och uppväxtområden.

Att begränsa fisket är en åtgärd som kan minska dödligheten hos vuxen fisk. Det kan till exempel innebära att man inrättar fredade områden eller inför redskapsbegränsningar. För handredskapsfiske kan det även röra sig om olika typer av fångstbegränsningar och fönsteruttag, där fisk i ett visst storleksintervall får behållas medan resten ska sättas tillbaka.

Förvaltning på lokal nivå

Både gädda och abborre förekommer i lokala bestånd som är mer eller mindre isolerade från varandra. Det visar de stora skillnaderna i beståndsutveckling mellan olika områden och tidsperioder tillsammans med resultat från genetiska undersökningar och märkningsstudier. Att de båda arterna förekommer i lokala bestånd gör att framtidens kustfiskförvaltning behöver ha sin utgångspunkt i ett lokalt angreppssätt, snarare än havsområdesvis.

Lokalt anpassade åtgärder

Det är viktigt att valet av åtgärder i ett område förankras hos berörda parter och tar tillvara tillgänglig kunskap. För att ta reda på vilka åtgärder som fungerar kan man använda sig av ett strukturerat arbetsätt som utgår från lokala "expertbedömningar" för ett antal kriterier, till exempel: Effektivitet - hur stor effekt olika åtgärder förväntas ha på bestånden, Osäkerhet - hur tillförlitligt kunskapsunderlaget är med avseende på effektiviteten, Genomförbarhet - hur svår åtgärden är att genomföra förvaltningsmässigt, samt Kostnad - en bedömning av den relativa kostnaden för att uppnå en viss effekt i bestånden. Även andra kriterier, beroende på lokala förutsättningar, kan vara viktiga.

För att fastställa kriterier och ranka olika förvaltningsalternativ kan olika intressegrupper, lokala myndigheter, forskare och andra experter samverka. Varje förvaltningsåtgärd kan sedan bedömas enligt satta kriterier med hjälp av ett poängsystem. Slutligen kan man sammanställa bedömningarna av varje åtgärds effektivitet, osäkerhet, genomförbarhet och kostnad i en beslutsmatris som kan användas för att se vilken åtgärd, eller kombination av åtgärder, som bedöms vara bäst. Fördelar med ett sådant strukturerat beslutsstöd är bland annat att man lätt kan gå tillbaka och göra om bedömningen och att poängsättningsystemet kan underlätta diskussioner.

Lokal och nationell angelägenhet

Redan idag görs mycket för att bevara de svenska kustbestånden av abborre och gädda men förvaltningen av kust och hav behöver samspela bättre. Eftersom kustekosystemen i stor uträkning också påverkas av förvaltningen av Östersjön i sin helhet behövs ett vidare perspektiv för att lyckas med förvaltningen av de lokala bestånden.

Ett exempel på hur kustekosystemen kan påverkas av utsjöbestånden är när torskbeståndet i Östersjön växte i slutet av 1970-talet. Under den perioden ökade torskens utbredning och den blev en viktig art i det kustnära ekosystemet. När torsken ökade i Rigabukten ledde det till en trofisk kaskad via sill och djurplankton ner till växtplankton; mer torsk gav mindre växtplankton och symptomen på övergödning minskade.

Ett annat exempel då kaskadeffekter istället lett till oönskade resultat finns längs svenska västkusten. Där har kollapsen av torskbeståndet i Kattegatt gjort att kustnära fiskar som smörbultar och snultror har ökat. Dessa små fiskar betar i sin tur ner

de små växtätande djuren och det har gjort att påväxtalger på till exempel den viktiga arten ålgräs har ökat och ålgräsängarnas utbredning därmed har minskat.

På liknande sätt kan färre rovfiskar vid kusten vara en möjlig orsak till att vi idag har en kraftig ökning av en annan utsjöart i Östersjön, nämligen storspigg. Spiggen leker i grunda kustområden och även om vi inte är helt säkra på mekanismen som ligger bakom har arten visat sig kunna påverka rekryteringen av abborre och gädda negativt, och därmed hela kustekosystemet.

Kustbestånden av abborre och gädda är både en lokal och nationell angelägenhet. Sammanfattningsvis indikerar nya studier att även förvaltningen av fisken och ekosystemet i Östersjöns utsjö påverkar kustekosystemet. Nyckeln till en framgångsrik förvaltning av kustfisk och kustekosystem i Östersjön finns alltså både i åtgärder på det lokala planet, baserade på ett strukturerat beslutsstöd, och i beslut på EU-nivå. De beslut som fattas på EU-nivå om det nationsöverskridande utsjöekosystemet spelar alltså en viktig roll även för Östersjöns kustnära bestånd. 

LÄS MER:

"PLAN FISH: Planktivore management – linking food web dynamics to fisheries in the Baltic Sea". Slutrapport 2008-2013.

Eriksson B, Sieben K, Eklöv J, Ljunggren L, Olsson J, Casini M, Bergström U 2011. *Effects of Altered Offshore Food Webs on Coastal Ecosystems Emphasize the Need for Cross-Ecosystem Management*. *AMBIO* 40:786-797.

Olsson J, Bergström L, Gårdmark A 2012. *Abiotic drivers of coastal fish community change during four decades in the Baltic Sea*. *ICES Journal of Marine Science* 69:961-970.

Sundblad G, Bergström U, Sandström A, Eklöv P 2013. *Nursery habitat availability limits adult stock sizes of predatory coastal fish*. *ICES Journal of Marine Science*, in press. doi: 10.1093/icesjms/fst056.

ÖVERVAKNINGEN AV KUSTFISKENS

bestånd görs för att kartlägga naturliga variationer och fånga upp förändringar som kan kopplas till miljöpåverkan som övergödning, fiske, miljögifter och klimatförändringar, det vill säga flera av de nationella miljömålen. Kustfisksamhällena övervakas med årliga provfiske i fyra nationella referensområden och i ett antal regionala områden i Bottniska viken, Egentliga Östersjön samt i Västerhavet. Indikatorer och bedömningsgrunder är under utveckling inom Helcom och nationellt.

→ Läs mer om programmet på sid. 100.

Bottniska viken

I det kustnära fisksamhället dominerar karpfiskar allt mer, framför allt mört. Rovfisk, främst abborre, har minskat i vissa områden under senare tid men är oförändrad i ett längre perspektiv. Den mest sannolika förklaringen till ökningen av karpfiskar är varmare vatten, minskad salthalt och möjligen påverkan av övergödning. Karpfiskar är dock ovanliga i Kinnbäcksfjärden i Norrbotten. Förekomsten av stora fiskar av alla arter har inte förändrats, vilket kan ses som ett tecken på oförändrat fisketryck. Fångsterna av sik och siklöja minskar vid Holmön och tenderar att minska även i närbelägna Norrbyn. Båda arterna undviker och missgynnas av höga vattentemperaturer. Den kraftiga ökningen av tillväxthastighet hos abborre, som sågs under de varma somrarna i 2000-talets början, har nu brutits efter några år med relativt låga vattentemperaturer.

Egentliga Östersjön

Även utmed Östersjökusten domineras kustfisksamhället oftast av abborre och karpfiskar. Karpfiskarna som grupp har minskat i Kvädöfjärden, likaså har tånglaken gått tillbaka. Samtidigt har flera värmegynnade arter ökat, som gös, braxen och sutare. Höga vattentemperaturer har även gynnat abborrens tillväxt, framförallt under första hälften av 2000-talet. I Torhamn i Blekinge växer abborren

GRUPPEN KARPFISKAR, DOMINERAD AV MÖRT, används som indikator på i första hand övergödning, men svarar sannolikt även på förändringar i vattentemperatur. Karpfiskarna ökar i Bottniska viken, samtidigt som den dominerande rovfisken abborre ligger på en stabil nivå eller minskar. Ett varmare klimat misstänks ligga bakom en tillbakagång för sik och siklöja. I Egentliga Östersjön minskar karpfiskarna, trots en positiv utveckling hos flera andra värmegynnade arter, som abborre. På västkusten har ett varmare klimat förts fram som förklaring till vikande fångster av tånglake, men detta verkar inte gälla för arten i Öresund. Ålen minskar i norra Bohuslän, medan beståndet i Öresund är betydligt stabilare.



Provfiske med storryssa i småländsk skärgård.

Foto: Erik Wijnblad

snabbt, men i fångsterna finns inga gamla individer. Att de äldre abborrarna saknas indikerar en hög dödlighet genom exempelvis predation eller fiske, eller möjligen en migration från området. Förekomsten av större fiskar, oavsett art, har varierat men på en stabil nivå.

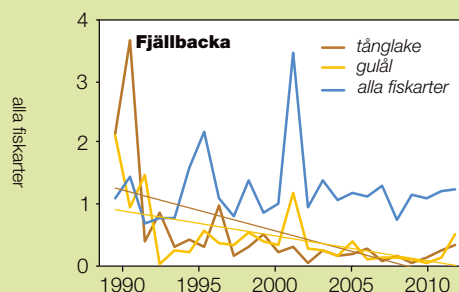
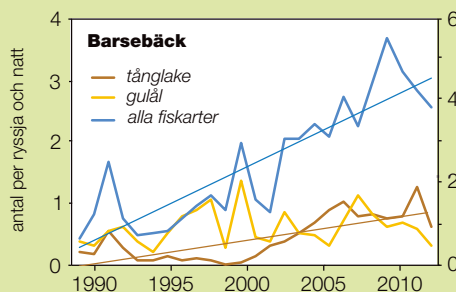
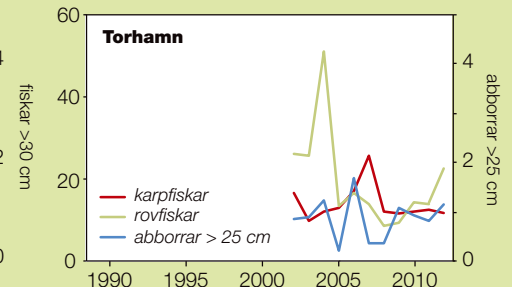
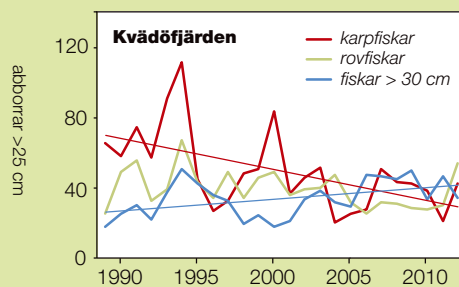
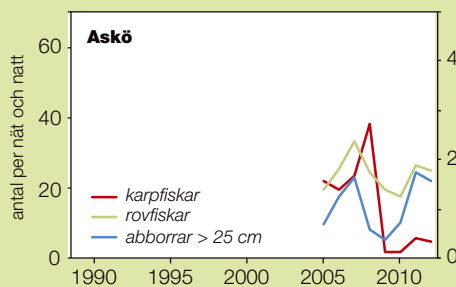
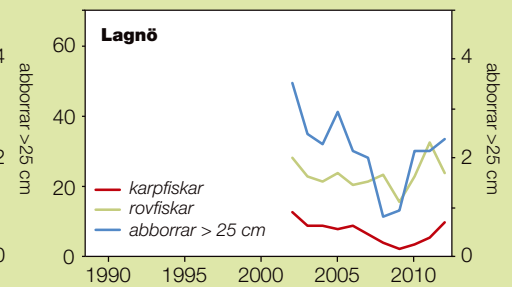
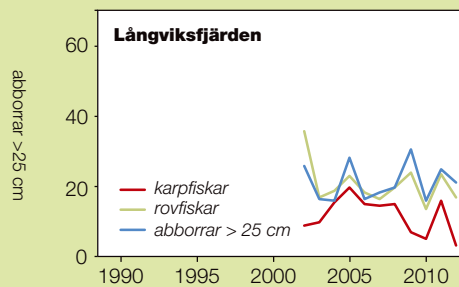
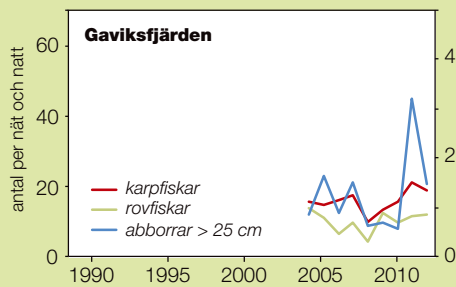
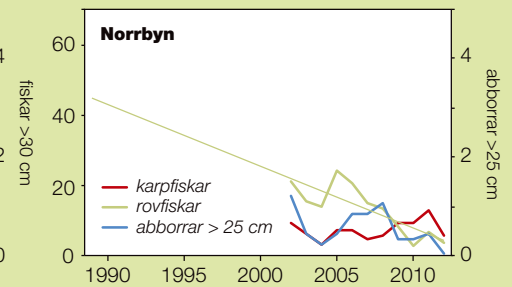
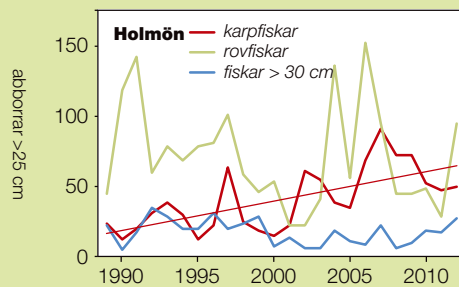
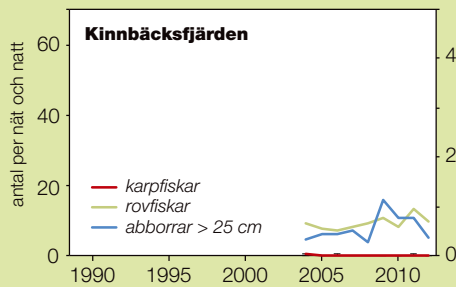
Västerhavet

Kustfisksamhället vid Fjällbacka i norra Bohuslän domineras under hösten av torsk, rötsimpa, gråsej och vitling. Den totala fångsten i provfisket har inte förändrats, däremot har antalet arter ökat. Den kallvattengynnade tånglaken har mins-

kat, liksom ål och rödspotta. Oxsimpa och svart smörbult ökar i fångsterna under oktober. Index för förekomst av stora fiskar av alla arter minskar, främst beroende på tillbakagången hos ålen. Vid Barsebäck i Öresund ses ingen tillbakagång för ålen och tånglaken har ökat starkt sedan slutet av 1990-talet. Stora fiskar, främst torsk och ål, var betydligt vanligare i detta område än i Fjällbacka.

LÄS MER

Faktablad om kustfisks bestånd, på www.slu.se och www.havochvatten.se.



☞ Status hos fisksamhällen i svenska kustvatten. Utveckling hos ett urval av indikatorer som beskriver bland annat påverkan av övergödning, klimatpåverkan och fisketryck på fisksamhället. Förhållandet mellan karpfiskar och rovfiskar kan påverkas av övergödning, medan fiske kan påverka förekomst av stora fiskar. Temperaturvariationer kan ha en betydande effekt på fisksamhällets sammansättning genom att olika arter är anpassade till olika temperaturförhållanden. Olika index för storvuxen fisk är en anpassning till vilket redskap som använts och fisksamhällets sammansättning. Notera olika skalor på y-axeln.

Ekosystembaserad fiskeförvaltning – Östersjön en förebild?

JOAKIM HJELM, SLU

Marina ekosystem världen över har förändrats dramatiskt de senaste 30 – 50 åren och Östersjöns ekosystem är tyvärr inget undantag. Men även om det finns många problem att lösa är dagens kunskap om Östersjöns ekosystem mycket god och kan föra oss närmare en ekosystembaserad fiskeriförvaltning. Östersjön kan bli en förebild vid framtida utmaningar inom fiskeförvaltning och förvaltningsprocesser.

■ Under 1980-talet dominerade torsken Östersjöns ekosystem, men sedan 1990-talet dominerar istället sill och skarpsill. Förändringen har påverkat hela näringsväven. När torsken minskade, ökade överlevnaden hos deras byten, det vill säga djurplanktonätande fiskar som skarpsill och sill. Det ledde i sin tur till att den totala biomassan av djurplankton minskade, varpå växtplanktonen ökade. När mängden torsk var stor hände det omvända, det vill säga

växtplanktonen minskade. Ett stort torskbestånd bidrar därför till att minska övergödningens effekter genom att påverka hela näringskedjan. Detta brukar kallas ”top-down” kontroll och kunskapen om hur den fungerar är grundläggande för en modern ekosystembaserad fiskeförvaltning.

Förändringar i ekosystemet

Idag finns goda kunskaper om Östersjöns ekosystem som kan användas i för-

När konkurrensen om födan ökar blir torsken i Östersjön allt magrare.



valtningen. När torsken minskade och mängden djurplanktonätande fisk ökade, ökade också konkurrensen mellan skarpsillar i samma och olika åldrar, samt mellan skarpsill och sill. Det har i sin tur inneburit att både skarpsill och sill blivit magrare. Det här påverkar inte bara fisk som äter djurplankton. Mer skarpsill leder till exempel till att lax äter mer av denna art och löper en ökad risk att drabbas av sjukdomen M74. Detta märks genom en högre dödlighet hos främst laxens larver. Fiskeriförvaltningen måste nu ta hänsyn till samspillet mellan arter inom ekosystemet, som man traditionellt inte har hanterat.

Ett annat problem, som upptäckts under senare tid, är att torsken i södra Östersjön blir allt magrare, vilket tyder på att den inte får tillräckligt med föda. Det beror troligen på att torskens biomassa i södra Östersjön ökat, det vill säga att det finns fler torsk här än tidigare som konkurrerar om sill och skarpsill.

En hypotes är att det finns för lite sill och skarpsill i södra Östersjön där torsken finns idag. Men det finns även andra möjliga förklaringar. Nya rön tyder på att syresituationen påverkar torskens tillväxt och eventuellt hänger det ihop med att döda bottenminskar mängden bottenlevande organismer som är viktig föda för östersjötorsken.



Det finns flera olika teorier kring hur skarpsillen kan påverka torskbeståndet i Östersjön.

Illustration: Camilla Bollner/Azote

De syrefria bottenarna i Egentliga Östersjön har ökat dramatiskt under 2000-talet och 2011 var nästan 20 procent av bottenarna syrefria. Detta påverkar den totala mängden bottenlevande organismer negativt och kan tvinga torsken att undvika dessa döda bottenar, vilket i sin tur gör att den får leva på en mindre yta. Det är alltså tänkbart att torskens dåliga tillväxt kan hänga samman med övergödningen och utbredningen av syrefria bottenar i Östersjön. Även denna kunskap är en viktig kugge i en ekosystembaserad fiskeriförvaltning.

Geografiska skillnader

Utbredningen av torsk och skarpsill har förändrats de senaste 30 åren. På 1980-talet fanns torsk och skarpsill i hela Egentliga Östersjön, men sedan 1990-talet och framåt förekommer torsken främst i Östersjöns södra delar och skarpsillen i de norra delarna. När torsk och skarpsill finns i olika områden av Östersjön, oavsett orsak, minskar möjligheten för torsk att kontrollera skarpsillsbeståndet. Därmed minskar också chansen att torsken i förlängningen skulle kunna bidra till att minska övergödningens effekter genom "top-down" kontroll.

Eventuellt skulle skarpsillen istället kunna kontrollera torsken. Ett högt fiskestryck på torsk under slutet av 1980-talet var naturligtvis en av orsakerna till att torsken minskade, men även när fisket minskade i början av 2000-talet ökade inte torskbiomassan nämnvärt. Eftersom fisketrycket och miljöförutsättningarna var ungefär lika under båda tidsperioderna så kan det tyda på att det då räddade så kallade "alternativa stabila tillstånd" (ASS). Det betyder att ekosystemet "fastnar", något som kan orsakas av direkta och indirekta effekter som skarpsill orsakar på torskens tillväxt och överlevnad.

Tre föreslagna mekanismer:

1. Skarpsillen konkurrerar med torsk-larver om djurplankton.
2. Skarpsillen äter upp torskägg och yngel.
3. Skarpsillens tillväxt och därmed populationsstruktur påverkas av torskens predation.

Det är mycket svårt att påvisa ASS i naturliga system, men det finns visst stöd för ett ASS genom antingen konkurrens mellan skarpsill och torsk-larver om djurplankton eller en icke optimal storleksstruktur på skarpsillsbeståndet. Kunskap om ASS, det vill säga att systemet potentiellt har "fastnat", är av stor betydelse för fiskeriförvaltningen. Det kräver en förvaltning som kan förändra balansen till skillnad från en som utgår ifrån att fiskbeståndet återuppbbyggs, bara vi slutar fiska.

Kunskaper behöver integreras

Idag förvaltas de flesta av EU:s fiskbestånd utifrån tanken att man sätter en fiskekvot per art som arten ska tåla utan att

beståndet skattas för hårt. Baserat på dagens kunskap om Östersjöns ekosystem, vet vi att fiskekvoterna inte bara påverkar respektive art utan även andra fiskarter – deras tillväxt och utbredning – och i förlängningen hela ekosystemet. Det finns också reglerande mekanismer, som klimat- och syresituationen, som inte påverkas av fiskekvoter, men som kan påverka våra fiskbestånd. Denna kunskap måste integreras bättre i framtidens fiskeriförvaltning. Exemplet att ekosystemet potentiellt kan "fastna" visar verkligen på behovet av en genomtänkt förvaltning.

Även om kunskaperna om Östersjöns marina ekosystem är goda, jämfört med många andra marina områden, finns många ouppklarade frågor. Men det är förvånande hur lite denna kunskap integrerats i dagens fiskeriförvaltning.

En orsak är att EU:s fiskepolitik fungerar utifrån "one-fits-all" principen, det vill säga alla områden måste hanteras på samma sätt. Men i EU:s nya gemensamma fiskepolitik, som börjar gälla 2014, finns stora möjligheter till en regional, skräddarsydd förvaltning av Östersjön, till skillnad från idag.

Komplex framtida förvaltning

En annan orsak till bristande ekosystemperspektiv i förvaltningen är att det kräver ett slags regimskifte på ett annat plan, som innebär helt nya förvaltningssystem och arbetsprocesser. Förklaringen är enkel: framtidens förvaltning är mer komplex. Den skall hantera inte bara enskilda fiskbestånd utan hela ekosystemet, vilket betyder hänsyn och värdering av flera faktorer samtidigt. Dessutom kommer samhället och enskilda konsumenter att ställa allt högre krav på en förvaltning som säkerställer olika ekosystemtjänster och borgar för en mer miljömedveten fiskepolitik.

Idag finns både kunskap och bra förutsättningar för en förbättrad fiskeriförvaltning i Östersjön som skulle kunna göra den till en förebild för ekosystembaserad förvaltning.

LÄS MER

"PLAN FISH: Planktivore management – linking food web dynamics to fisheries in the Baltic Sea". Slutrapport 2008-2013.

UTSJÖFISK, det vill säga fisk i öppna havet, undersöks årligen med provtrålningar. För pelagiska arter, fisk som främst uppehåller sig i fria vattenmassan, används ekolod. Fiskarnas biomassa, åldersfördelning och könsmognad undersöks. Resultaten ger en bild av hur fiskbestånden i svenska vatten utvecklas och bildar en del av underlaget inför beslut om hur fiskresurserna ska förvaltas.

→ Läs mer om programmet på sid. 103.

UNDER DE SENASTE TIO ÅREN har situationen för fiskbestånden i Nordostatlanten förbättrats och idag fiskas de flesta bestånd som undersöks på ett hållbart sätt. I Östersjön har betydelsen av den geografiska fördelningen av bestånden lett till nya rekommendationer för förvaltningen.

Internationella havsforskningsrådet (ICES) har de senaste två åren visat att exempelvis den geografiska fördelningen av skarpsill och torsk varit mycket ojämn i Östersjön. Eftersom beståndet tidigare förvaltats som ett homogent fördelat bestånd, är rekommendationen nu istället att fiskekvoten anpassas till att fisken inte är jämnt fördelad i hela förvaltningsområdet. Parallellt arbetar forskarna med att utveckla råd för en förvaltning som är gemensam för flera arter. Då tas hänsyn till hur arterna påverkar varandra och vad uttaget av en art kan betyda för hur mycket fiske som kan tillåtas på en annan.

Numerar publicerar ICES sina råd på ett populärt och överskådligt sätt på sin hemsida.

Västerhavet

I Västerhavet rekommenderas att kvoten för torsk minskas med nio procent i området som innefattar Nordsjön, Skagerrak, Kattegatt och Engelska kanalen, för att följa den förvaltningsplan som EU beslutat tillsammans med Norge. Bestånden av plattfisk i Nordsjön är generellt ganska stabila, men fisket på tunga föreslås minska eftersom populationen troligen är för

låg för ett långsiktigt fiske på nuvarande nivå. För rödspätta i östra delen av Skagerrak, längs svenska kusten, rekommenderas inget fiske alls och bifångst av rödspätta ska undvikas.

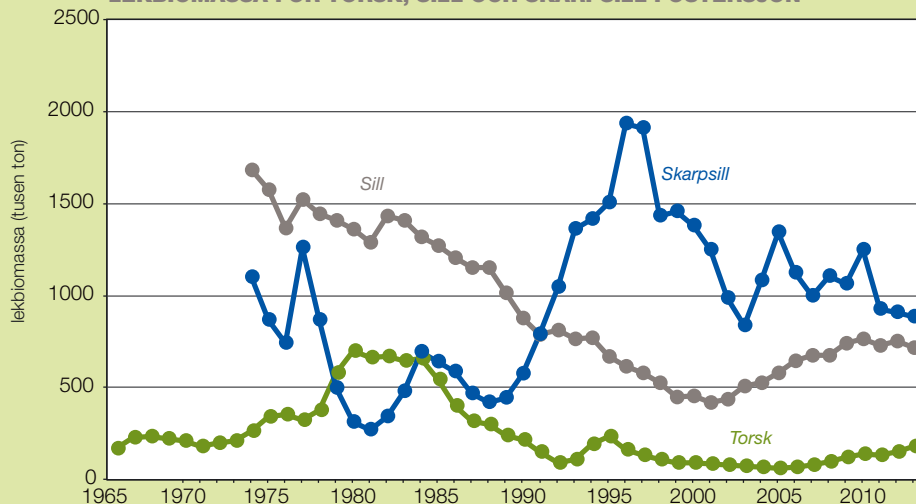
Unga vuxna individer av till exempel torsk, kolja och bleka längs Sveriges västkust ökar, men det finns fortfarande väldigt få äldre individer och ingen positiv trend har setts de senaste åren.

Östersjön

I Östersjön rekommenderar ICES att förvaltningsplanen för torsk följs. Det betyder att fisket i östra beståndet (öster om Bornholm) kan ökas med två procent under 2014. Samtidigt påpekas det att östra beståndet ökat i söder, men inte i norr. Ökningen av beståndet är alltså ojämnt fördelad geografiskt. För det västra beståndet av torsk, väster om Bornholm, rekommenderas istället att fisket minskar med 15 procent.

Rådet för fiske av strömming i Egentliga Östersjön och Bottenhavet är att det ökar med cirka 40 procent, och i Bottenviken ännu mer. Samtidigt påpekas att strömming i Egentliga Östersjön är magrare nu än på 1970-talet. Fisket av skarpsill rekommenderas att minska med 10 procent.

LEKBIOMASSA FÖR TORSK, SILL OCH SKARPSILL I ÖSTERSJÖN



Utvecklingen av lekbiomassa för torsk, sill och skarpsill under närmare femtio års tid. Även om bestånden av torsk och sillfiskar i Östersjön nu befinner sig på nivåer där man anser att ett långsiktigt hållbart fiske kan bedrivas, finns det orostecken. Tillväxten hos torsk, men även sill och skarpsill, är dålig. Det förväntas påverka både fisket och arternas rekrytering negativt. Torsken är beroende av sill och skarpsill som föda, men analyser har visat att rovfisk och bytesfisk under senare år tenderar att befinna sig i olika delar av Östersjön.

FAKTA

ICES

Internationella Havsforskningsrådet (ICES), där svenska forskare ingår, ger råd till EU:s medlemsländer om hur mycket fiske olika bestånd tål. Därefter förhandlar fiskeministerna och beslutar om årliga fiskekvoter. För att slippa förhandla om kvoterna varje år och säkerställa bestånden finns förvaltningsplaner. För vissa arter har EU en gemensam förvaltningsplan, för andra har EU en plan tillsammans med Norge.

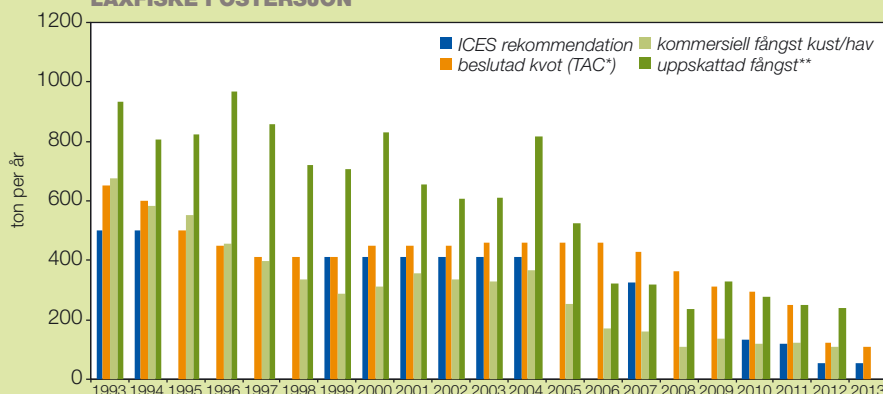
Rådet för laxfiske minskades kraftigt 2012, men ökade något för 2014. Fel- och underrapportering av laxfisket under 2012 uppskattades till runt 30 procent, något som ICES tar hänsyn till när de ger rekommendationer. Det totala fisket efter lax skiljer sig i varierande grad från dessa rekommendationer och från EU:s beslutade kvot eftersom laxfisket i älvarna samt fritidsfisket till havs inte omfattas av den internationella kvotregleringen.

LÄS MER

ICES populärvetenskapliga råd:
[www.ices.dk/publications/our-publications/
Pages/Popular-advice.aspx](http://www.ices.dk/publications/our-publications/Pages/Popular-advice.aspx)

SLU:s hemsida om undersökningarna:
www.slu.se/dcf

LAXFISKE I ÖSTERSJÖN



* Total Allowable Catch – total tillåten fångst

** Uppskattad fångst inklusive felrapportering av fiske i södra Östersjön och skattning av underrapportering i samtliga fisken.

➤ Den uppskattade, faktiska fångsten av vild lax i Östersjön skiljer sig både från ICES rekommendationer, de beslutade kvoterna och de rapporterade landningarna. Laxfisket har minskat markant sedan mitten av 2000-talet, men skillnaderna mellan rekommendationer, rapportering och verklighet är fortfarande stora även om den uppskattade fångsten vissa år legat lägre än kvoten. TAC omfattar bara kommersiellt fiske till havs.

KOMMENTARER TILL ICES RÅD:

1995–1997: Begränsa utsjö- och kustnära fisket av lax.

1998: Inget utsjö- och kustfiske alls.

2005–2006: Nuvarande fiske bedöms inte försämra möjligheterna till ett starkare bestånd av lax.

2006: Ett minskat fisketryck väntas ge långsiktiga fördelar, även om det är osäkert om det är tillräckligt för en fortsatt livskraftig laxstam.

2008: ICES rekommenderar att fångsterna inte bör öka.

2009: ICES rekommenderar att fångsterna ska minskas i alla fiskerier.



Foto: Alexander Rath/Shutterstock

A detailed microscopic image of plant cells, showing a network of cell walls and numerous green chloroplasts. The cells are roughly hexagonal in shape, and the chloroplasts are scattered throughout the cytoplasm. The lighting creates a vibrant green and blue color palette.

MILJÖGIFTER OCH DERAS EFFEKTER

**Fler marina vitmärlor förbryllar
Tillståndsbedömningar**

Miljögifter i biota

Suzanne Faxneld, Elisabeth Nyberg, Sara Danielsson & Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet

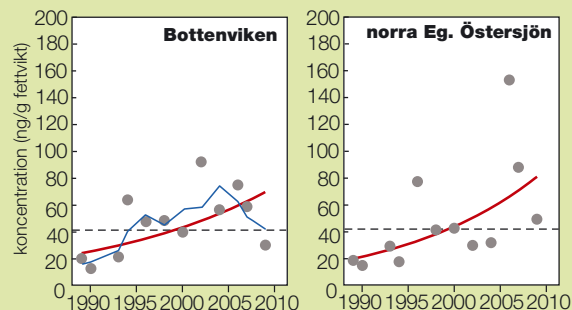
MILJÖGIFTER I BIOTA är ett provtagningsprogram som undersöker hur mycket miljögifter som finns i marina djur längs Sveriges kust. Programmet redovisar både trender och tillstånd; varje år analyseras metaller och organiska miljögifter i strömming, abborre, tånglake, torsk och blåmusslor, liksom ägg från sillgrissla, fisktärna och strandskata. Insamlingen av proverna sker vid opåverkade lokaler längs kusten i Bottenviken, Bottenhavet, Egentliga Östersjön, Kattegatt och Skagerrak. Sparat material läggs i den så kallade miljöprovbanken och kan exempelvis användas för retrospektiva analyser av ämnen som kanske inte är kända i dag.

→ Läs mer om programmet för miljögifter på sid. 98.

ÅRETS TILLSTÅNDSBEDÖMNING FOKUSERAR PÅ ETT SPECIALPROJEKT med retrospektiva analyser av ämnen som bland annat förekommer i rengörings- och impregneringsprodukter. Analyserna behandlade siloxaner, perfluorerade ämnen (PFAS) samt hydroxylade bromerade ämnen i strömming från fyra områden i Östersjön; Bottenviken, södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön (olika ämnen analyserades i de olika områdena). Även retrospektiva analyser av perfluorerade ämnen i sillgrisslägg från Stora Karlsö ingick i projektet. Flertalet av de perfluorerade ämnena, hydroxylade bromerade ämnena samt siloxaner ökar i samtliga havsområden. Siloxanerna ökar både i Bottenviken och norra Egentliga Östersjön. De flesta bromerade ämnena ökar i både södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön. Även majoriteten av de perfluorerade ämnena ökar i både strömming från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön samt i sillgrissla från Stora Karlsö.

RESULTATEN FRÅN DE ÖVRIGA, årligen analyserade miljögifterna som till exempel PCB, DDT och dioxiner går att finna i tidigare Havet-rapporter samt i Naturhistoriska riksmuseets rapport. Under 2012 skedde inga dramatiska förändringar, flertalet miljögifter minskar över hela provtagningsperioderna. Men dioxinerna minskar bara i södra Bottenhavet och på västkusten sett över hela tidsperioden. Inga generella trender, varken upp eller ned, syns för kadmium, kvicksilver och bromerade flamskyddsmedel, förutom för flamskyddsmedlen BDE-47 och BDE-99 som visar minskande trender. Se mer under lästips.

SILIKONOLJA D5 I STRÖMMINGSMUSKEL



← Siloxaner, eller silikonoljor som de också kallas, används i bland annat tvål och hårbalsam. Siloxanen D5 påträffas i ökande halter i både Bottenviken och norra Egentliga Östersjön. →

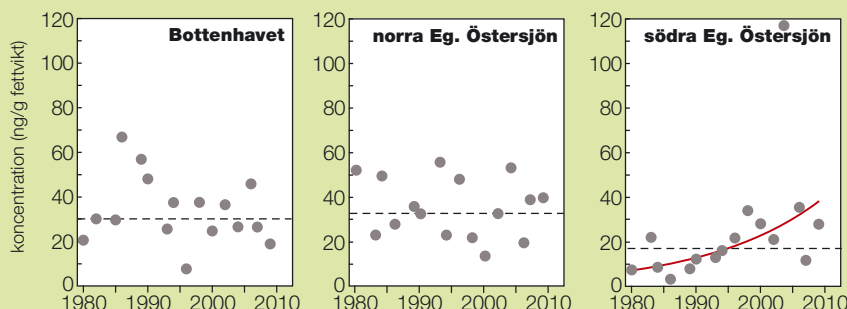
Silikonoljorna ökar

Det finns huvudsakligen tre cykliska metylsiloxaner: D4, D5 och D6. Karakteristiskt för dem är att de består av flera kiselgrupper. Siloxanerna kallas också silikonoljor och de används inom kommersiell produktion i bland annat kosmetika, tvål, deodorant och balsam (och kallas då ofta dimethicone) men förekommer även som tillsats i vissa livsmedel. D4 och D5 är svårnedbrytbara i naturen och ackumuleras i näringsväven. Siloxaner har i laboratorieförsök visat sig kunna ge förstörd lever hos råttor. Inom EU är D4 och D5 föreslagna att tas upp på ECHA:s kandidatlista under REACH, men hittills har inte detta skett.

Siloxanen D5 uppvisar signifikant ökande halter med fem till sex procent per år sedan 1989 i strömmingsmuskel, både i Bottenviken och norra Egentliga Östersjön. Koncentrationerna år 2010 var ungefär lika vid de två lokalerna, lite drygt 70 ng/g fettvikt. Eftersom det inte finns något uppsatt gränsvärde för D5 är det svårt att avgöra om halten anses hög eller låg. Men resultaten tyder på en ökande användning. Halterna av D4 och D6 var så pass låga att de flesta av proverna hamnade under bestämningsgränsen. Därför går det inte att göra tidstrender för dessa.

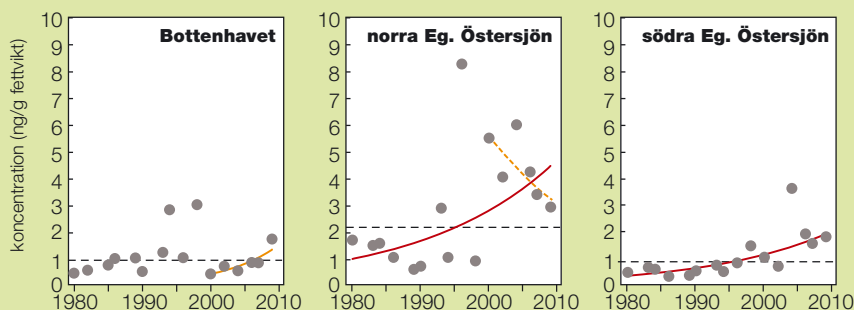


2,4,6 BROMFENOL I STRÖMMINGSLEVER



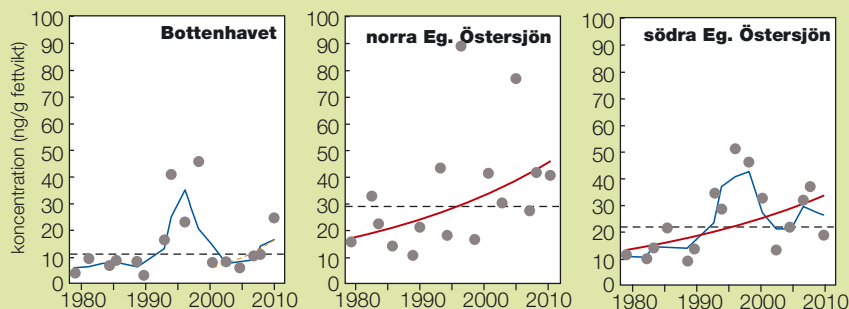
↗ Varierande mönster av 2,4,6-bromfenol (ng/g fettvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön.

2-OH-BDE68 I STRÖMMINGSLEVER



↖ Stigande halter av 2'OH-BDE68 (ng/g fettvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön.

6-OH-BDE47 I STRÖMMINGSLEVER



↗ 6'OH-BDE47 (ng/g fettvikt) visar ett varierande mönster i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön.

trend syns i vare sig norra Egentliga Östersjön eller södra Bottenhavet.

Däremot ökar 2'OH-BDE68 vid samtliga lokaler. I södra Bottenhavet är ökningen 13 procent per år under perioden 2000–2010, medan ökningen i både norra och södra Egentliga Östersjön är något lägre, fem till sex procent per år under hela tidsperioden 1980–2010. I norra Egentliga Östersjön verkar det istället som om trenden har vänt och halterna minskar de senaste tio åren 2000–2010.

6'OH-BDE47 ökar i norra och södra Egentliga Östersjön över hela tidsperioden, men då med tre procent per år.

Trender från de tio sista åren bör tolkas försiktigt då de baseras på få datapunkter. Det är svårt att veta om de ökande trenderna av bromerade ämnen beror på en ökad användning av bromerade flamskyddsmedel eller om det orsakas av naturlig produktion.

Så läser du miljögiftsfigurerna:

Röd linje = signifikant trend över hela tidsperioden, $p < 0,05$
Blå linje = signifikant icke linjär trend för hela tidsperioden.

Blå streckad linje = $0,05 < p < 0,1$

Orange linje = signifikant trend de sista 10 åren

Orange streckad = $0,05 < p < 0,2$

Svart streckad linje = medelvärde för hela tidsperioden

Omräkningsfaktorer: Ett förhållande mellan lever och muskel har räknats ut med hjälp av data från pilotstudier av abborre och lax från Sverige och Finland.

Kvoterna skiljer sig markant åt beroende på vilken art och vilket land fisken kommer från. Abborre Sverige kvot=17, abborre Finland kvot=6, lax Finland kvot=13. Eftersom det saknas en kvot för strömming från Sverige har vi i här antagit att kvoten borde ligga någonstans i spannet av de ovanstående siffrorna, det vill säga 6–17. Oavsett om man använder det högsta eller det lägsta värdet blir koncentrationen i muskel i förhållande till det föreslagna gränsvärdet densamma, det vill säga samtliga lokaler ligger under gränsvärdet.

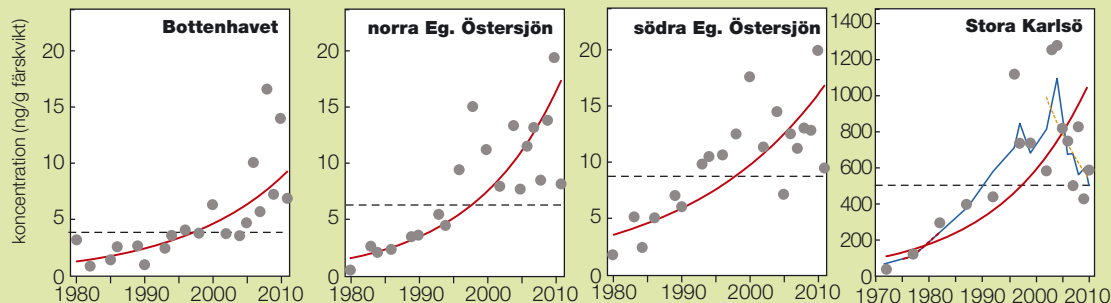
Bromerade ämnen

Hydroxylerade polybromerade difenyletrar (OH-PBDE:er) kan förekomma i miljön både som nedbrytningsprodukter till bromerade flamskyddsmedel (PBDE:er), och naturligt eftersom de ibland kan produceras av vissa makroalger och även av cyanobakterier. En del OH-PBDE:er har visat sig vara hormonstörande och 6'OH-BDE47 är ett nervgift som dessutom kan hämma cellandningen.

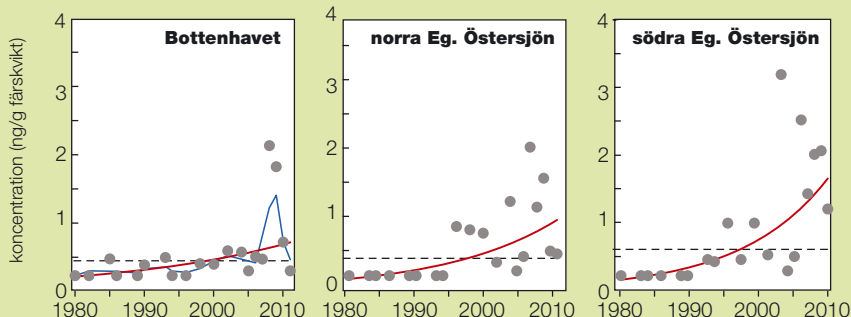
Trenderna för OH-PBDE:erna varierar; 2,4,6-bromfenol ökar i strömmingslever vid södra Egentliga Östersjön med 6 procent per år, 1980–2010 medan ingen

Miljögifter i biota, forts.

PFOS I STRÖMMINGSLEVER OCH SILLGRISLEÄGG



PFOA I STRÖMMINGSLEVER



↗ Klart stigande halter av PFOS (ng/g våtvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön samt i sillgrissleägg från Stora Karlsö.

↖ Ökande halter av karboxylsyran PFOA (ng/g våtvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön.

FAKTA

Stockholmskonventionen

Stockholmskonventionen är en internationell konvention för att begränsa spridningen av och i vissa fall förbjuda användningen av svårnedbrytbara organiska miljögifter.

Helcom

Helsingforskommissionen är ett samarbete mellan alla länder runt Östersjön för att skydda Östersjöns miljö.

REACH och ECHA

REACH är en lagstiftning inom EU som ersätter stora delar av tidigare kemikalieregler. Huvudprincipen i REACH är att ett kemiskt ämne inte får tillverkas eller släppas ut på marknaden utan att först registreras hos ECHA, den europeiska kemikaliemyndigheten.

Det är tillverkare, importörer och användare som bär ansvaret för att de ämnen de tillverkar, släpper ut på marknaden eller använder inte orsakar skadliga effekter på hälsan och miljön. Särskilt farliga ämnen kan tas upp i ECHA:s kandidatförteckning. Dessa ämnen kan sedan bli föremål för tillståndsprövning innan de får säljas eller användas.

Perfluorerade ämnen (PFAS)

PFAS är ett samlingsnamn för perfluorerade ämnen som används inom industrin sedan början av 1950-talet i ett stort antal konsumentprodukter, exempelvis teflonbehandlade produkter, impregneringsmedel för skor och kläder, rengöringsmedel, brandsläckningsskum och ytbehandling av livsmedelsförpackningar. De är vatten-, smuts- och fettavvisande och är mycket svårnedbrytbara i naturen.

Idag är perfluorerade ämnen allmänt förekommande över hela världen och spår av dem finns överallt i miljön. PFOS (perfluoroktansulfonat) och dess salter omnämns i Stockholmskonventionen och PFOA (perfluoroktansyra) togs i juni 2013 upp på ECHA:s kandidatlista under REACH.

PFOS konkurrerar med fettsyror om plats på bindingsproteiner i blodet och i celler. Men fortfarande saknas mycket kunskap om vilka effekter de har på djur och människor. Studier på djur visar till exempel att de påverkar levern, fettnedbrytningen, kroppens hormon- och immunsystem, samt att de kan orsaka låg födelsevikt.

Huvudproducenten av perfluoroktan-

sulfonat, det amerikanska företaget 3M, fasade ut PFOS redan år 2000, men ämnet produceras fortfarande i bland annat Kina.

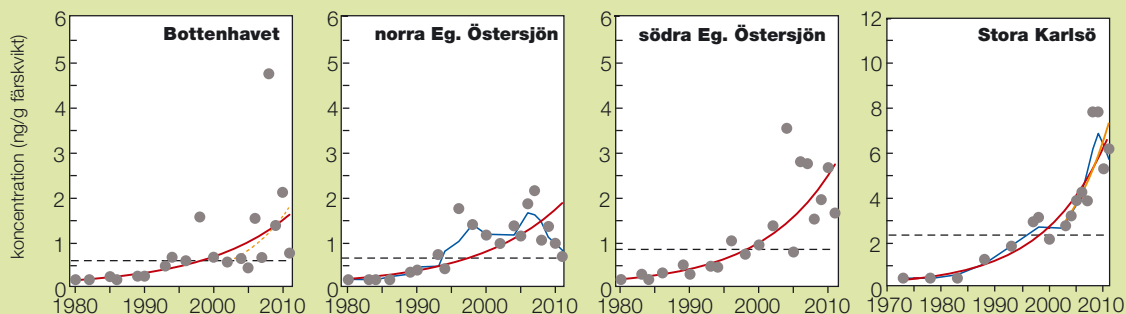
Enligt Helcom anses PFOS, samt karboxylsyror PFOA och PFNA vara de perfluorerade ämnen som orsakar störst problem i Östersjön.

PFAS delas in i olika grupper; polymerer, persistenta syror och icke persistenta moderssubstanter. Till de persistenta syrorna hör PFOS, PFHxS och karboxylsyror (PFCA).

PFOS i strömming ökar signifikant med mellan fem till åtta procent per år från 1980 till 2011 i södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön. Även i sillgrissla ökar PFOS med i genomsnitt sex procent per år sedan 1968 men under de tio sista åren syns istället en tendens till minskning.

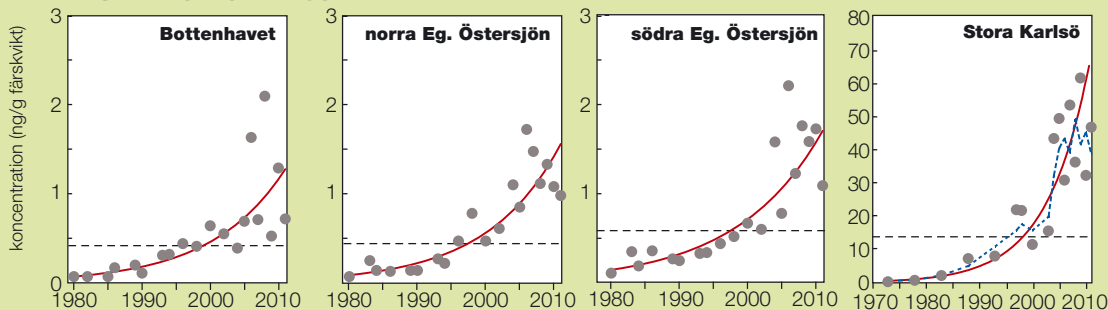
De flesta analyserade karboxylsyror ökar i strömmingslever vid de tre lokalerna. Detta visas i figurerna för PFOA, PFNA och PFUnDA, där ökningen är fyra till nio procent per år. Ökningen av vissa karboxylsyror kan bero på den ökade användningen av fluortelomerer som används som impregneringsmedel för bland annat allväderskläder och mattor.

PFNA I STRÖMMINGSLEVER



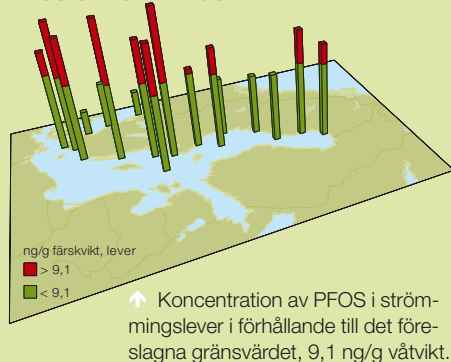
↖ Ökande halter av karboxylsyran PFNA (ng/g våtvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön samt i sillgrissleägg från Stora Karlsö.

PFUNDA I STRÖMMINGSLEVER

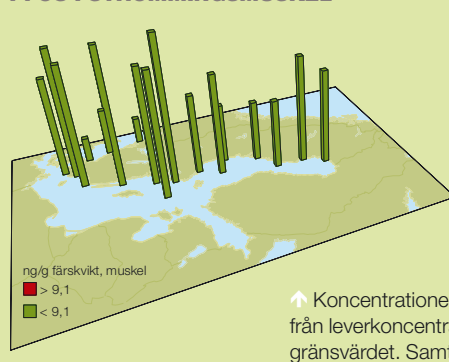


↖ Ökande halter av karboxylsyran PFUnDA (ng/g våtvikt) i strömmingslever från södra Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön och södra Egentliga Östersjön samt i sillgrissleägg från Stora Karlsö.

PFOS STRÖMMINGSLEVER



PFOS I STRÖMMINGSMUSKEL



Även i sillgrissleägg syns en ökning av ett flertal karboxylsyror med mellan nio och tretton procent per år mellan 1973 och 2011. För övriga karboxylsyror i sillgrissla ligger halterna under bestämningsgränsen de flesta av åren.

Gränsvärden för PFOS

PFOS är det enda av de ovanstående ämnena som har ett föreslaget gränsvärde inom EU. Det är satt till 9,1 ng/g våtvikt och gäller som gränsvärde för mänsklig konsumtion.

Inom det nationella miljöövervakningsprogrammet mäts i dagsläget PFOS i lever.

Eftersom gränsvärdet är satt för muskel är det därmed oklart om fisken är farlig för den känsligaste arten i havet eller inte. Genom att använda omräkningsfaktorer mellan muskel och lever kan man göra en ungefärlig bedömning av halten i muskel. I nuläget saknas tillförlitliga omräkningsfaktorer, men i kartorna används data från pilotstudier i Sverige och Finland. Resultaten visade stora skillnader i förhållande till det föreslagna gränsvärdet beroende på om man tar hänsyn till omräkningsfaktorerna eller inte.

När levervärdena används hamnar

drygt hälften av lokalerna över gränsvärdet, medan samtliga lokaler ligger under gränsvärdet när man har använt omräkningsfaktorn för muskel.

LÄS MER:

Övervakning av metaller och organiska miljögifter i marin biota, 2013 www.nrm.se/forskningoch-samlingar/forskningsavdelningen/miljogiftsforskning/publikationer.955.html.

Miljögifter i biota Havet 2012, sid 79-84.

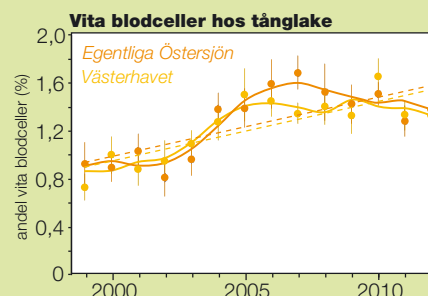
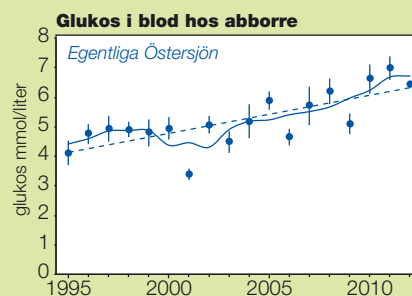
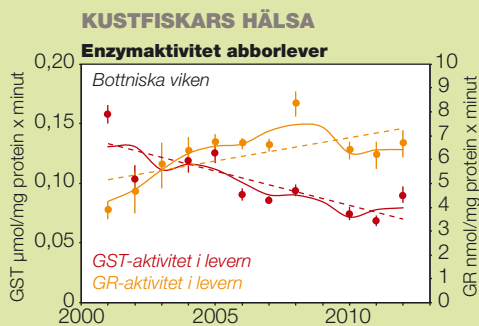
Kustfisk – hälsa

Åke Larsson, Lars Förllin, Niklas Hanson & Jari Parkkonen, Göteborgs universitet

KUSTFISK – HÄLSA Biomarkörer, som speglar fysiologiska funktioner, kan användas för att spåra förekomsten och effekter av giftiga ämnen i miljön. Kustfiskens hälsa undersöks därför med hjälp av 25–30 biomarkörer som på ett tidigt stadium avslöjar effekter av olika kemiska ämnen. Undersökningar av abborre och tånglake görs på utvalda platser och det ger en tidig signal om miljöpåverkan innan effekter syns på populationsnivå.

→ Läs mer om programmet för kustfiskhälsa på sid. 100.

KUSTFISKARS HÄLSOSTATUS Övervakningen av kustfisk i Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet visar fortsatt tydliga hälsoeffekter hos abborre och tånglake. Signifikanta tidstrender för många biomarkörer tyder på att de sannolikt exponeras för kemiska ämnen som påverkar viktiga fysiologiska funktioner. Vanliga symptom är påverkan på leverenzym, mindre gonader (könskörtlar), aktiverat immunförsvar, samt störd saltreglering och ämnesomsättning. Effekterna syns i alla referensområden och det är oklart vad som är orsaken. För närvarande pågår forskning för att ta reda på om det är ökande miljögifter, kända miljögifter som inte övervakas idag, en sammanlagd påverkan av flera olika kemiska ämnen, eller andra bakomliggande orsaker som ger dessa effekter.



Bottniska viken

Abborrens hälsa har övervakats årligen vid Holmön sedan 1993. Under senare år visar många biomarkörer signifikanta tidstrender eller starka tendenser till förändringar. Den tydligaste förändringen är att aktiviteten av avgiftning enzymet EROD i levern ökat sedan 2005 för att sedan minska under 2011 och 2012. Den relativa gonadstorleken, det vill säga könskörtlarnas storlek i förhållande till fiskens kroppsvikt, har minskat signifikant med 20 procent under mätperioden. Men ett positivt tecken är att minskningen har planat ut de senaste åren. En ökad aktivitet av enzymet glutathionreduktas och en minskad aktivitet av enzymet glutathiontransferas visar att fiskarna påverkas av kemikalier i miljön. Även saltregleringen (främst kalcium) och röda blodcells bilden visar en stark tendens till påverkan. Sammantaget visar abborrarna här liknande förändringar som i andra referensområden, men

effekterna har uppkommit senare och är ofta något svagare än hos kustfisk i Egentliga Östersjön.

Egentliga Östersjön

I Kväddfjärden har hälsan hos abborre och tånglake övervakats sedan 1988 respektive 1995. Från mitten av 1990-talet har signifikanta förändringar för ett fåtal biomarkörer hos abborrhonor upptäckts, till exempel ökad aktivitet av EROD i lever och minskad gonadstorlek. Liksom hos fisk i Bottenviken har minskningen av gonadstorleken avstannat under senare år och en sänkning av EROD-aktiviteten har skett 2012 efter en mångårig ökning. För hela mätperioden kvarstår dock de signifikanta tidstrenderna.

Med tiden har ytterligare biomarkörer börjat visa signifikanta tidstrender. Under 2012 syntes en signifikant påverkan på tio biomarkörer hos abborrhonor, vilket ger oroväckande signaler om att kustfisk i

påverkad av miljögifter. Utöver ett inducerat avgiftningssystem och förminskade gonader ökar antalet vita blodceller, samtidigt som nyproduktionen av röda blodceller minskar, och klorid- samt kalciumreglering och ämnesomsättning påverkas. Dessutom minskar aktiviteten av enzymet glutathiontransferas i levern samtidigt som glutathionreduktas ökar. Hälsoeffekterna hos tånglaken är likartad.

År 2002 startade en övervakning av hälsotillståndet hos abborre även vid Torhamn i Blekinge skärgård. Trots den kortare tidsserien syns redan signifikanta tidstrender för fyra biomarkörer och successiva förändringar för ytterligare tre, vilket tyder på likartade komplexa effekter som hos abborre i Kväddfjärden och vid Holmön.

Eftersom fiskarna i Kväddfjärden visar flest och tydligast hälsoeffekter genomförs ett uppföljande forskningsprojekt. Läs mer om detta på sid 26.

Västerhavet

Sedan 1989 övervakas hälsotillståndet hos tånglake årligen i Fjällbacka i norra Bohuslän. Ett minskande bestånd, sämre yngelstatus och sämre hälsa visar att situationen för tånglaken i området är ansträngd. Fångsterna av tånglake har minskat under perioden 1989 till 2010, men en viss återhämtning kan skönjas under de två senaste åren.

Men andelen honor med döda yngel har ökat signifikant. En betydligt större andel missbildade yngel syns hos tånglakehonor i Fjällbacka jämfört med Egentliga Östersjön och Bottenviken. Färre tånglakar och sämre yngelstatus kan bero på att den kallvattenlevande tånglaken utsätts för stress på grund av en successivt ökande vattentemperatur mellan 1989 och 2011.

Elva biomarkörer visar en tydlig påverkan hos tånglake i Fjällbacka. Tecken på förändringar i viktiga fysiologiska funktioner är inducerat avgiftningssystem i levern (EROD), ökad oxidativ stress, aktiverat immunförsvar exempelvis ökning av lymfocyter, påverkad saltreglering och ämnesomsättning, magrare fisk och lägre halter muskelfett. Merparten av symptomen stämmer väl överens med effekterna på både tånglake och abborre i andra kustreferensområden. De flesta effekterna orsakas troligen av en ökad exponering för kemikalier, medan till exempel lägre halter muskelfett kan bero på sämre föda på grund av förändringar i näringsväven.

Tånglakehonor med döda yngel ökar signifikant i Västerhavet och ynglen är oftare missbildade jämfört med i Egentliga Östersjön.

FÖRÄNDRINGAR I KUSTFISKENS HÄLSA						
		Holmön	Kväddöfjärden	Torhamn	Fjällbacka	
Fysiologiska funktioner	indikator	abborre	abborre	tånglake	abborre	tånglake
Gonadutveckling	GSI*	---	--	-	0	--
Leverfunktion	EROD	++	+++	++	+	++
	GR	++	+	0	+	++
	GST	---	-	---	--	---
Kolhydratmetabolism	Glukos	+	+++	++	+++	+
Immunförsvar/WBC	lymfocyter	+	+	+++	++	+++
	trombocyter	+	++	+++	0	+++
	granulocyter	0	++	+	0	0
	totalt	0	++	+++	0	+++
Röda blodceller	i-RBC	-	--	0	--	0
	hemoglobin	+	+	0	0	++
Saltbalans	klorid	0	+++	++	0	+
	kalcium	+	++	++	+	+++

+++/- = stark signifikant tidstrend ++/- = signifikant tidstrend +/- = tydlig tendens/tidigare förändring
0 = ingen tidstrend/tendens *GSI (relativ gonadstorlek) mäts hos abborre, hos tånglake mäts yngelstatus.

➤ Förändringarna av kustfiskens hälsa visar komplexa effekter med påverkan på sex centrala fysiologiska funktioner hos fisken.



Foto: Reijo Juurinen/Caritina

Biologiska effekter av organiska tennföreningar

Marina Magnusson, Annelie Hilvarsson, Sandra Andersson & Åke Granmo, Marine Monitoring AB

BIOLOGISKA EFFEKTER av organiska tennföreningar övervakas för att kunna bedöma hur påverkad havsmiljön är av den mycket giftiga substansen TBT, som är en förkortning av tributyltenn. TBT har använts i färger från 1960-talet till långt in på 2000-talet för att förhindra påväxt på bland annat båtskrov. Exponering för TBT kan leda till att honorna hos ett flertal snäckarter utvecklar hanliga könsorgan, så kallad imposex, vilket kan göra dem sterila. Bedömning av ett områdes miljöstatus utifrån denna parameter baseras på förekomst och i vilken grad honorna uppvisar imposex. Graden av imposex uttrycks som VDSI (Vas Deferens Sequence Index). Ospars och ICES bedömningskriterier används.

➔ Läs mer på sid. 99.

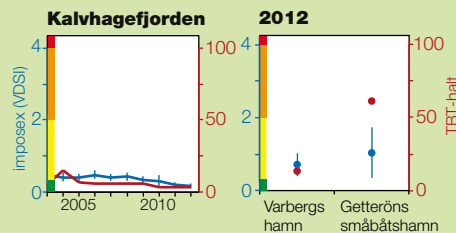
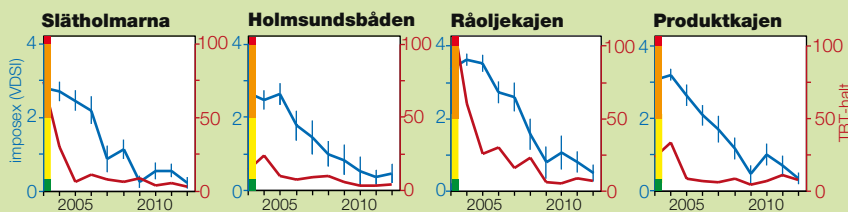
STATUSEN FÖR DE OLIKA HAVSOMRÅDEN utifrån övervakning av biologiska effekter av organiska tennföreningar varierar mellan måttlig och god. På västkusten syns en tydlig nedåtgående trend i imposex över tiden i de flesta lokaler i utsatta lägen. Exempelvis har statusen i Brofjorden förbättrats från otillfredsställande till minst måttlig vid alla lokaler. Lokaler i mindre påverkade områden uppvisar som förväntat små variationer mellan åren. Lokalerna i Östersjön har undersökts under fem år och det är svårt att ännu se några tydliga trender. Imposex återfinns dock vid samtliga lokaler och hälften av lokalerna bedöms ha måttlig status och resterande god.



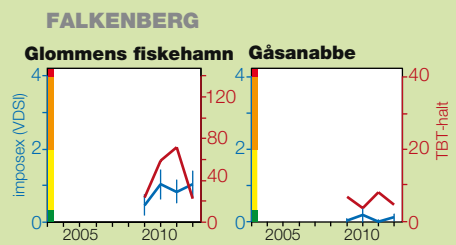
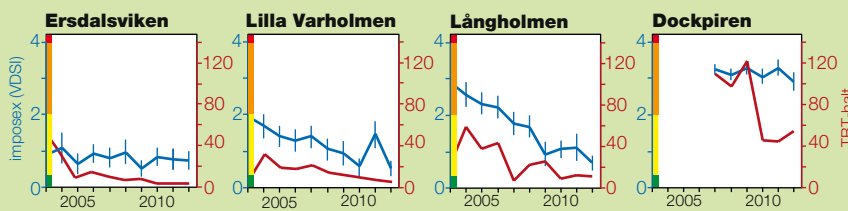
Referensstationen vid Toseboviken i Blekinge skärgård.

Foto: Marina Magnusson

GRADIENTEN BROFJORDEN UTANFÖR LYSEKIL



GRADIENTEN GÖTEBORGS HAMN



låg ————— hög
påverkan i de båda gradienterna ovan

Förklaring

—●— Imposex, Vas Deferens Sequence Index (VDSI) —●— TBT i vävnad (µg/kg torrs substans)

➔ En gradient syns från land och utåt där belastningen avtar ju längre ut från land proverna tas. Svenska bedömningsgrunder saknas, men Ospars bedömningsgrunder används för att bedöma miljöstatusen på västkusten. Imposex uttrycks som VDSI, Vas Deferens Sequence Index – ett mått på utvecklingen av hanliga könskaraktärer hos honsexemplar av olika snäckarter. Gränsen för måttlig status går hos nätsnäckor vid 0,3 VDSI. För Västerhavet så bedöms lokalerna i Kalvhagefjord, Gåsanabbe och Slätholmarna ha god miljöstatus, den vid Eriksberg som otillfredsställande och övriga sju som måttliga. Vertikala staplar anger ett 95-procentigt konfidensintervall. Notera de olika skalorna för TBT-halt på olika lokaler.

Västerhavet

Sett över tiden, sedan övervakningen av nätsnäckor i Västerhavet började år 2003 och fram till idag, har graden av imposex, eller VDSI, minskat signifikant. Vissa år kan dock en tendens till ökning ses. Exempelvis år 2010 då VDSI ökade vid tre av fyra stationer, bland annat vid produktkajen och råoljekajen i Brofjorden, för att senare åter minska. Resultaten från 2012 visar på en fortsatt svag minskning av VDSI vid nästan alla lokaler. Undantaget är Holmsundsådan i Brofjorden, fiskehamnen i

Glommen norr om Falkenberg och referenslokalen utanför Gåsanabbe söder om Falkenberg. Lokalerna i Brofjorden visar huvudsakligen på en minskning av imposex och TBT-halterna har stabiliserats där.

Lokalen vid Glommen, som har provtagits sedan 2009, har ett relativt lågt VDSI-värde för att vara en fiskehamn. Anmärkningsvärt är dock den tendens till ökning av VDSI som syns här. Sannolikt är det en återspeglning av de höga halter av TBT i vävnaden som har uppmätts under 2010 och 2011. Referenslokalen vid

Not: Kalvhagefjorden är ett referensområde i Bohuslän. Varbergs hamn och Getteröns småbåtshamn har endast provtagits 2012.

Gåsanabbe uppvisar fortsatt låga nivåer av imposex. Ingen tydlig minskning syns, utan VDSI har pendlat upp och ner över den fyraårsperiod som lokalen har provtagits. Gåsanabbe har hela perioden haft en god miljöstatus. År 2012 undersöktes även imposex hos snäckor i Varbergs hamn och VDSI visade på en måttlig miljöstatus.

Lokalerna i Göteborgs skärgård visar tydligt att effekterna av TBT i form av imposex ökar ju närmre man kommer Göteborgs hamnområde. Ersdalsviken som ligger i ytterskärgården på den västra sidan av Hönö uppvisar en tämligen konstant påverkan av TBT över tiden. Mellanårsvariationerna är små, och det är därför sannolikt att denna lokal avspeglar bakgrunds nivåerna i området. Vid lokalerna Lilla Varholmen och Långholmen som båda ligger närmare Göteborg, ses en tydligare minskning av både VDSI och TBT i vävnaden över tiden. Dock observerades en uppgång i VDSI 2011 för Lilla Varholmen och under perioden 2010–2011 för Långholmen. Orsaken till detta är okänd. Vid Dockpiren som ligger inne i Göteborg ses ingen minskning av VDSI. Halten av TBT i vävnaden är också hög men en tydlig minskning sågs 2010. Minskningen sammanfaller dock med byte av analyslaboratorium samt analysmetod. Dockpiren är den enda lokalen i Västerhavet som klassas som otillfredsställande.

Vid tre stationer i Västerhavet, bland

annat referensstationen, hittades inget TBT i vävnaden som överskred den av analyslaboratorium satta detektionsgränsen. Detta innebär inte att TBT saknas. Halter mellan 0,2–0,9 µg/kg har uppmätts men då dessa är under analyslaboratoriets ackrediterade detektionsgräns så anses de inte säkerställda och rapporteras därmed normalt inte.

Sammanfattningsvis för Västerhavet så bedöms lokalen i Kalvhagefjord, Gåsanabbe och Slätholmarna som goda, den vid Eriksberg som otillfredsställande och övriga sju som måttliga.

Egentliga Östersjön

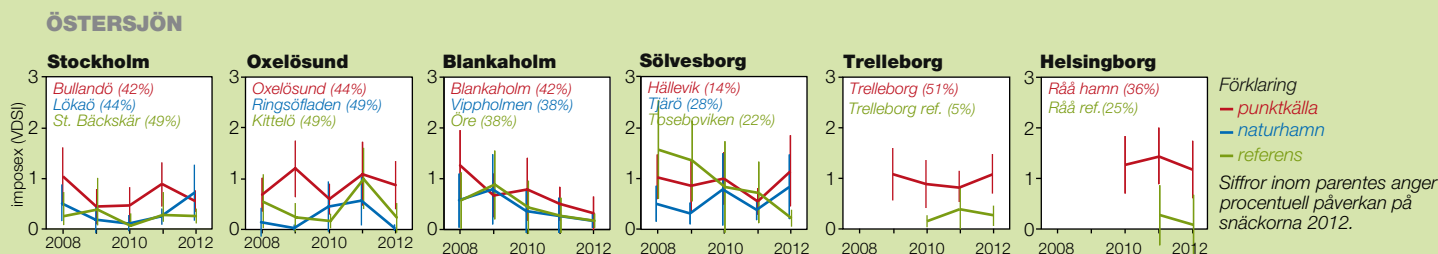
Övervakning av imposex hos slamsnäckor *Peringia ulvae* (tidigare *Hydrobia ulvae*) har pågått i fem år. Årligen undersöks 16 lokaler från Stockholm i norr till Barsebäck i söder och effekter i form av imposex ses på alla lokalerna. Slamsnäckor är för små för att utföra vävnadsanalyser på. Men eftersom de bara blir ett par år gamla är det rimligt att anta att snäckor som uppvisar imposex har exponerats för TBT kontinuerligt.

Inga tydliga trender i VDSI kan ses vid Stockholms- och Oxelösundslokalerna. Möjligen ses en svag nedåtgående trend för lokalerna i Blankaholms skärgård och vid Toseboviken i Blekinge. Andelen påverkade honor varierade 2012 stort mellan lokalerna, exempelvis var endast två procent av

honorna påverkade vid referenslokalen vid Salvikens strandängar i Kävlinge kommun, medan hela 51 procent var påverkade vid Trelleborgs hamn. Den högsta ökningen sågs vid referenslokalen vid St Bäckskär utanför Värmdö och den största minskningen sågs vid punktkällan Hälleviks hamn sydöst om Sölvesborg. Med punktkälla menas ett område där höga halter av föroreningar ofta förekommer, exempelvis i hamnar.

Anmärkningsvärt för 2012 är att den procentuella förekomsten av imposex har ökat mellan 22 och 32 procent vid flertalet referenslokaler och naturhamnar. Dessutom har andelen påverkade honor vid flera av punktkällorna minskat i samma utsträckning. Tidigare har en tydlig skillnad funnits mellan lokaler vid punktkällor och övriga lokaler, men denna skillnad syns inte vid 2012 års provtagning. Detta kan vara ett tecken på en ökad påverkan från TBT i naturhamnar och referenslokaler.

Bedömningsgrunder för slamsnäckor har nyligen tagits fram inom ICES (Internationella rådet för havsforskning) där gränsen för måttlig status är satt till 0,3 VDSI. Det innebär att hälften av lokalerna där slamsnäckan undersöks bedöms ha måttlig status eller sämre.



➤ ICES nyligen framtagna bedömningsgrunder för slamsnäckor anger att gränsen för måttlig status hos nätsnäckor (0,3 VDSI) även kan användas för slamsnäckor. Det innebär att hälften av lokalerna klassas som måttlig status eller sämre. Vertikala staplar anger ett 95-procentigt konfidensintervall. *Peringia ulvae* är inte en lika känslig biomarkör som nätsnäckor. Den kan visa ett lågt VDSI trots att sedimenten innehåller höga halter TBT. Därför anges även påverkan i procent.

Fler marina vitmärklar förbryllar

MATIAS LEDESMA, MARIE LÖF & BRITA SUNDELIN, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Sötvattensmärklan *Monoporeia affinis* och den marina vitmärklan *Pontoporeia femorata* förekommer tillsammans i sedimentbottnar ända upp till norra Bottenhavet. Under de år som embryonalutvecklingen hos båda arterna studerats har det alltid funnits färre *Pontoporeia* än *Monoporeia*. Men på senare år har *Pontoporeia* ökat, både i Bottenhavet och vid Askö i Egentliga Östersjön, och vad detta beror på undersöks nu närmare.

■ Under 1990-talet och i början av 2000-talet påträffades *Pontoporeia* bara vid en enda station i Bottenhavet. Det beror troligen på att den lever på gränsen till sitt utbredningsområde. Under denna tid hittades bara enstaka exemplar *Pontoporeia* på 140 meters djup, där salthalten var lite högre. Längre söderut vid Askö var tätheterna också låga och bara vid en station fanns något fler exemplar. Sedan 2006 har *Pontoporeia* ökat i Asköområdet och på sina håll är den nu vanligare än

Monoporeia. Under 2010 och 2011 hade den visserligen en kortare nedgång men under 2012 och 2013 ökade den på nytt.¹

Även i Bottenhavet har arten ökat och enstaka exemplar förekommer nu vid de flesta stationer. Salthalten i både Östersjön och Bottenhavet har visserligen ökat något de senaste åren men den är fortfarande lägre än i slutet av 1970-talet då *Monoporeia* var vanligare än *Pontoporeia*. Därför är det inte troligt att det bara är salthalten som lett till att den marina arten ökat.

Komplex bild

Studier av embryon från de båda vitmärklarerna i Asköområdet har visat att *Pontoporeia* har större sannolikhet att drabbas av missbildade och membran-skadade embryon. Jämför man till exempel de båda arterna vid samma stationer har *Pontoporeia* högre andel missbildade embryon och dessutom lägre fekunditet (antal ägg per hona) än *Monoporeia*. Det är därför mycket förbryllande och svårt att

förklara varför *Pontoporeias* individtäthet plötsligt ökat.

Båda arterna letar föda i ytsedimentet men *Pontoporeia* lever lite djupare ned i sedimentet. En möjlig hypotes är därför att *Pontoporeia* klarar syrebrist bättre än *Monoporeia* eftersom den kan ha anpassats till en miljö med lägre syrehalter. Laboratorieexperiment visar emellertid att *Pontoporeia* snarare är känsligare för syrebrist än *Monoporeia*.

Parasiter en möjlig förklaring

En troligare förklaring till ökningen av *Pontoporeia* och minskningen av *Monoporeia* är att *Monoporeia* oftare drabbas av mikrosporidieparasiter. Dessa parasiter infekterar vitmärklans muskler, förstör dess fortplantningsförmåga och leder slutligen till att den dör när muskelmassan är helt förstörd.

Det är möjligt arterna konkurrerar med varandra och att *Monoporeias* möjligheter att konkurrera försämras på grund av parasiter. Men eftersom vi inte analyserat mikrosporidier förrän de senaste sex-sju åren kan vi inte veta om det just är parasiter som påverkar *Monoporeia* negativt.

För att ta reda på mer om konkurrensen mellan arterna och en eventuell påverkan från parasiter skulle vi behöva detaljgranska de stationer där *Pontoporeia* tagit över och göra parasitanalyser som är säkrare än de vi har idag.

NOT

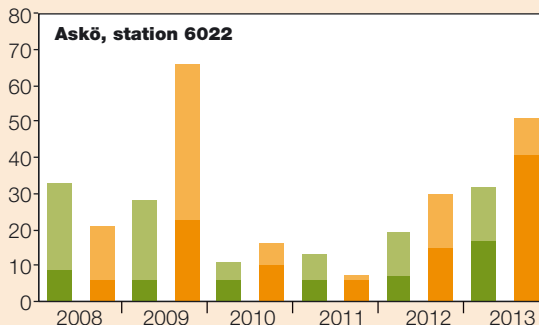
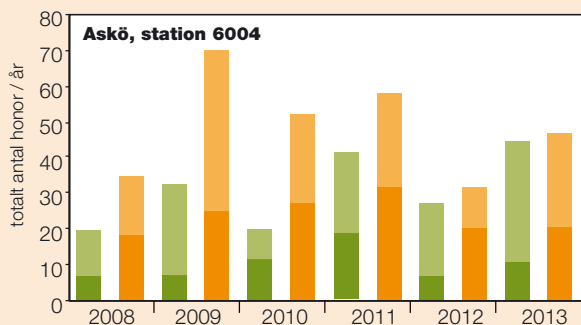
1. I det utökade programmet tas inte längre bottenhugg och det går därför inte att exakt bestämma individtäthet av gravida honor från och med 2012.

På senare år har sötvattensmärklan *Monoporeias* nära släkting saltvattensmärklan *Pontoporeia* ökat, medan den tidigare så vanliga *Monoporeia* minskat.



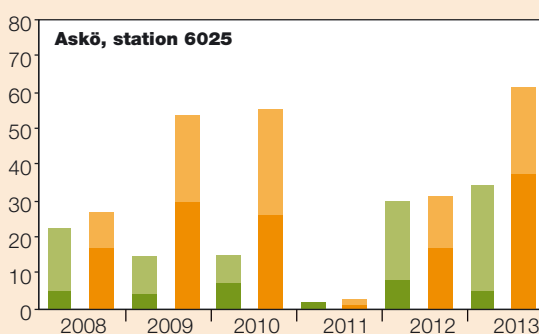
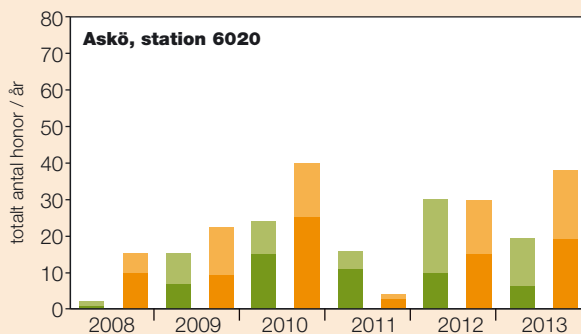
Foto: Nicklas Wikmark/Azote

ANTAL HONOR MED FRISKA ELLER SKADADE EMBRYON



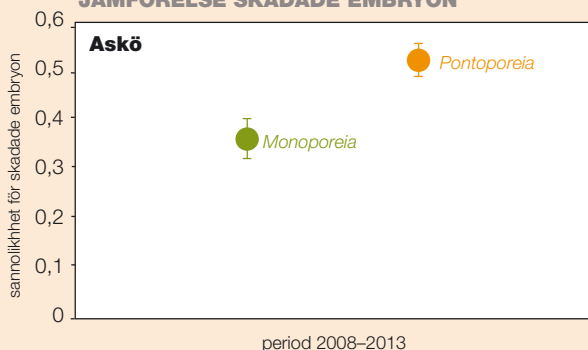
Monoporeia affinis
 med friska embryon
 med minst ett missbildat embryo

Pontoporeia femorata
 med friska embryon
 med minst ett missbildat embryo



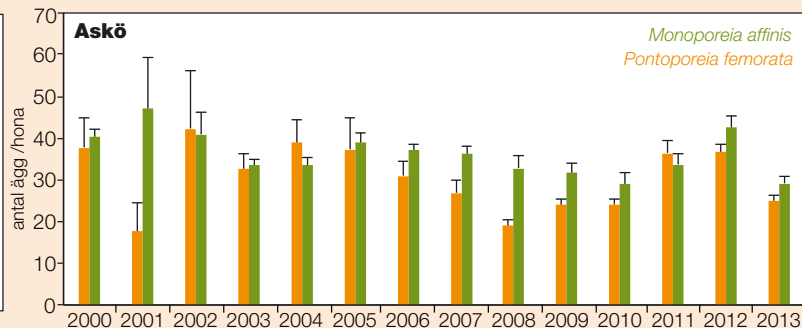
Antal honor med friska respektive missbildade embryon i Asköområdet. *Pontoporeia* har fler missbildade embryon än *Monoporeia*.

JÄMFÖRELSE SKADADE EMBRYON



Andel honor med ett eller fler missbildade eller membranskadade embryon i kullen, för fyra stationer i Asköområdet under åren 2008–2013.

ANTAL ÄGG PER HONA HOS DE TVÅ ARTERNA



Pontoporeia har lägre fekunditet (ägg per hona) hos än *Monoporeia* på stationerna i Asköområdet under åren 2000 till 2013.

Not: Variabeln skadade embryon hos vitmålra har analyserats med hjälp av logistisk regression för att testa om andelen honor med skadade embryon skiljer sig mellan arterna.

Embryonalutveckling hos vitmärla

Matias Ledesma, Brita Sundelin & Marie Löf, Stockholms universitet

VITMÄRLANS embryonalutveckling används för att värdera den samlade effekten av miljögifter i sediment sedan 1994. Tungmetaller och organiska miljögifter kan ge missbildade embryon, tillgången på föda påverkar äggproduktionen och syrebrist kan ge döda äggsamlingar hos det känsliga kräftdjuret. Provtagningar sker i Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Under 2012 reviderades provtagningsprogrammet för att ge en bättre täckning av hela kusten. Totalt tillkom 20 stationer från norra Bottenhavet ned till Hanöbukten.

→ Läs mer på sid. 101.

DEN UTÖKADE PROVTAGNINGEN 2012

visade att risken att vitmärlorna får skadade eller missbildade embryon var större i vissa områden. I Stockholms skärgård och södra Bottenhavet, utanför Söderhamn ökar risken och skadebilden avviker signifikant från Hävringe i Östergötlands skärgård, där risken för skador är minst.



Provtagningen av vitmärlor äger rum under vinterhalvåret då det kan vara bister kallt och mycket lerigt.

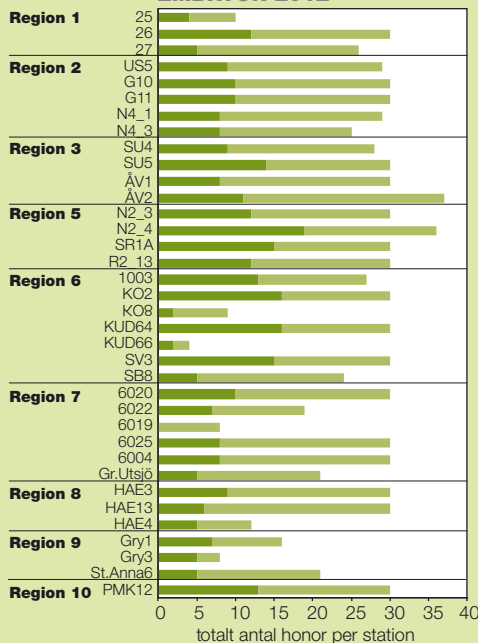
Störst påverkan i södra Bottenhavet

Resultaten visade att vitmärlehonorna utanför Söderhamn har störst sannolikhet att drabbas av missbildningar. Här finns flera skogsindustrier och mycket höga halter av PAH:er har uppmätts i Söderhamnsfjärden. Även om provtagnings-

platserna ligger längre ut, i så kallade referensområden, är det troligt att de påverkas av industriutsläpp från land precis som Söderhamnsfjärden. Region 6 ligger i Stockholms yttre skärgård som på grund av närheten till stora tätorter påverkas av kända och okända utsläpp av kemikalier,

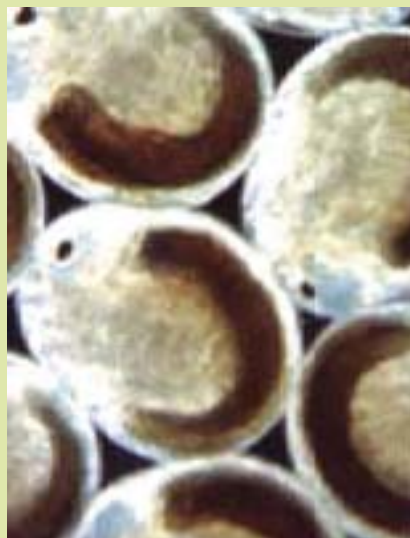
och här syns ett liknande mönster. Även i Hanöbukten påträffades förhållandevis många missbildade embryon och honor vars embryon hade både missbildningar och membranskador. Men det finns bara en station här och spridningen är stor, vilket ger en viss osäkerhet. Samtidigt visar

SKADADE OCH OSKADE EMBRYON 2012



Antal honor med missbildade och membranskadade embryon och friska i programdesignen år 2012.

missbildade/skadeade embryon
friska embryon



Till vänster syns friska embryon av vitmärle och till höger missbildade embryon som dör innan de kläcks.

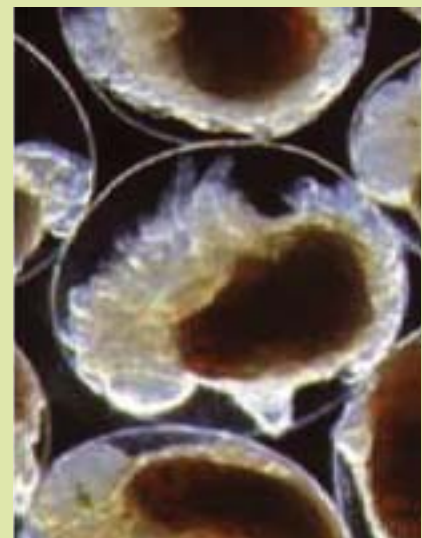


Foto: Brita Sundelin

Not: Eftersom hela provtagningsprogrammet har förändrats under 2012 ser också figurerna i årets Havet-rapport annorlunda ut än tidigare år.



Foto: Karin Ström/TM

andra studier i Hanöbukten att fåglarna här är kraftigt påverkade av tiaminbrist och fiskbeståndet är mycket lågt. Orsakerna till detta utreds för närvarande.

Statistisk utmaning

Den nya provtagningen som inkluderar fler stationer längs kusten har resulterat i en större säkerhet att bedöma skillnader mellan olika områden. Områdena kan fungera som referenser till regionala studier och recipientundersökningar utanför olika industrier. Men eftersom inga replikat analyseras längre, utan bara ett eller två bottenskrap där många prov dessutom är "nollor", det vill säga honor med noll antal missbildade embryon, är det svårt att göra statistiska beräkningar med de vanliga metoderna.

För att bestämma sannolikheten för att honor skall få missbildade och membranskadade embryon användes logistisk regression. Frekvensen missbildade och membranskadade embryon redovisas i de olika regionerna längs kusten (storleken på pajerna).



➤ Genom logistisk regression har vi kunnat bedöma risken för att vitmärlorna skall få skadade embryon i de olika regionerna längs kusten. Pajerna visar medelvärden från 2012 och 2013 och deras storlek visar frekvenser av missbildade och membranskadade embryon i de olika regionerna, ju större paj desto högre frekvens. Risken för skadade embryon är störst utanför Söderhamn (region 5) och utanför Stockholm (region 6) med signifikanta skillnader. Även utanför Hanöbukten finns höga skadefrekvenser men värdena är inte signifikanta på grund av att det är färre stationer som provtas här.

HAVSÖRNEN befinner sig högst upp i näringskedjan, vilket gör att den är särskilt exponerad för miljögifter. Att följa förändringar i havsörnens fortplantning ger därför bra möjligheter att upptäcka förändringar i miljön. Resultaten kopplas till undersökningar av olika miljögifter i framför allt äggen. Övervakningen kan också ge information om sådant som örnarnas huvudsakliga föda, och om den förändras. Havsörnens reproduktion har sedan några år upptagits inom Helcom som en miljöindikator.

→ Läs mer om programmet på sid. 102.

Nygamla problem i Bottniska viken

Från att beståndet varit starkt hotat av miljögifter under 1960- och 70-talen började en långsam förbättring av fortplantningen hos Östersjöns havsörnar visa sig under 1980-talet. Detta kom som ett svar på att koncentrationerna av DDT och PCB i örnarnas ägg sjunkit och så småningom började underskrida de kritiska gränsvärdena för effekter på fortplantningen. Den positiva utvecklingen fortsatte och sedan mitten av 1990-talet har reproduktionen i stort sett varit tillbaka på de nivåer som uppmättes före 1950-talet.

Men förbättringen av den genomsnittliga kullstorleken har varit svagare i Bottniska viken, där också en högre andel bon

UNDER 2012 KONTROLLERADES 344 HAVSÖRNSPAR vid Östersjökusten. Andelen par som fick ungar, antal ungar per kull och antal ungar per kontrollerat par var ungefär som genomsnittet för de senaste 10–15 åren. Fortplantningen har varit i stort sett stabil under denna period, men något sämre i Bottniska viken än i Egentliga Östersjön. Utfallet når emellertid inte riktigt upp till de nivåer som noterades före 1950-talet. Undersökningar av skalen från uttorkade ägg som påträffats i vissa bon längs Bottenhavskusten under de senaste åren har visat på allvarliga förändringar av skalstrukturen, som kan förklara uttorkningen. Dessa ägg har varit avsevärt mer belastade med DDT och PCB än andra normalt fungerande ägg. Denna typ av uttorkning som var vanlig hos kustens havsörnar på 1970-talet försvann under 1990-talet, men visar sig nu igen hos vissa honor.

med unge innehållit döda ägg. Under de senaste åren har också alarmerande tecken på en påverkan av miljögifter visat sig igen, i form av missbildade skal som medför att äggen torkar ut. Detta är skador som var vanliga vid Östersjökusten under 1960- och 70-talen och som då var starkt kopplade till höga koncentrationer av DDE (från DDT) i äggen. Skadorna var ofta kroniska hos honorna, det hjälpte inte att halterna i äggen sjönk när förbud mot användning av kemikalierna infördes. Vartefter de gamla defekta honorna försvann ur populationen minskade förekomsten av sådana skador på äggen, och har varit i stort sett borta sedan 1990-talet.

Det är hittills bara bland havsörnar vid norra Bottenhavskusten som den här typen av skador åter visar sig. Det är inte klarlagt hur detta kan kopplas till påverkan av lokala föroreningar eller skillnader i vad havsörnarna livnär sig på i form av fisk och fågel i dessa områden. En ny undersökning av missbildade och normala ägg visar på tydliga avvikelser i skalstrukturen hos de uttorkade äggen. Ytterligare undersökningar behövs nu för att förklara de förhöjda koncentrationerna av miljögifter i äggen från havsörnar vid Bottenhavskusten.

Häckningsresultatet 2012

Det genomsnittliga utfallet under 2012 i Egentliga Östersjön och Bottniska viken (Bottenhavet och Bottenviken) avviker inte från mönstret de senaste åren. Vid norra Bottenhavskusten, där vi i Havet tidigare rapporterat om höga miljögiftshalter i äggen och uttorkade ägg, spolie-rades flertalet häckningar 2012. Många av bona blåste ner och något material för nya analyser kunde inte erhållas.

Ökningen har planat ut

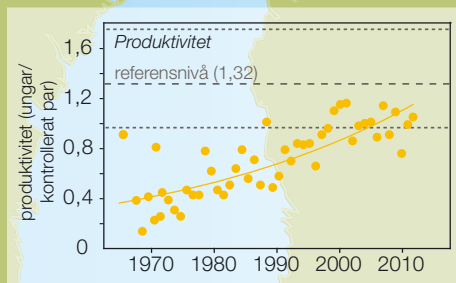
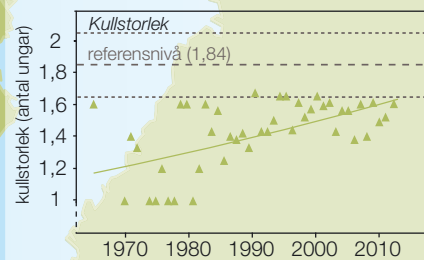
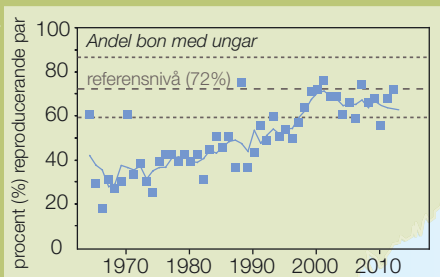
Alla tre mått på häckningsframgång visar ökningar som är statistiskt signifikanta, för hela den undersökta perioden. Under den senaste tioårsperioden har både andelen lyckade häckningar, kullstorleken och produktiviteten dock planat ut och ingen signifikant förändring syns i något av



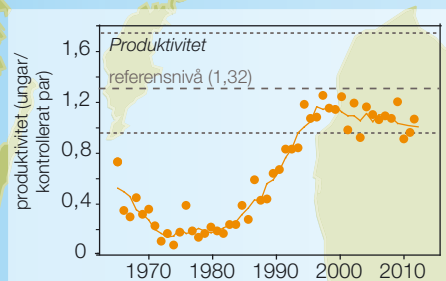
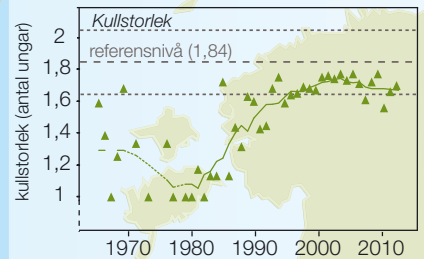
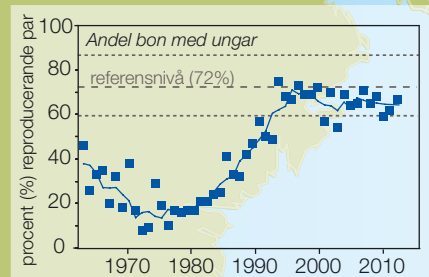
Foto: Robin Eriksson/Stock

HAVSÖRNNENS REPRODUKTIONSSTATUS 2012

Bottniska viken



Egentliga Östersjön



REPRODUKTIONSSTATUS hos havsörn i Bottniska viken och Egentliga Östersjön anges med tre mått.

Andel bon med ungar är baserat på alla kontrollerade, revirhävande par. Referensnivån är baserad på sammanhängande tidsserier på mellan tre och tio år från olika revir vid Östersjökusten till och med år 1953 ($n = 43$). Konfidsintervallet (tätt streckade linjer) är baserat på binomialfördelningen.

Kullstorlek avser antalet ungar per lyckad häckning. Provtagningsresultat som utgörs av antingen en, två eller tre ungar per kull kan inte förväntas vara normalfördelade statistiskt sett. För beräkning av konfidsintervallet runt ett medelvärde för en referensnivå togs 1000 slumpvisa prov på 25 kullar ur ett material av kullar från 1858-1950 ($n=91$).

Produktivitet är det genomsnittliga antalet ungar beräknat på alla kontrollerade, revirhävande par. Referensnivå med konfidsintervall bygger på andel bon med ungar och kullstorlek.

I flera fall förklaras tidsförloppet bättre av ett glidande medelvärde jämfört med en regressionslinje. I dessa fall har den utjämnade linjen ritats ut istället för regressionslinjen.

områdena. I Egentliga Östersjön ligger alla tre fortplantningsmått i huvudsak inom de referensintervall som beräknats från tiden före 1950 då fortplantningen ännu inte var påverkad av miljögifter. I Bottniska viken däremot ligger kullstorleken under referensintervallet hela mätperioden. Den ökning av kullstorleken som observerades under 1980-talet i hela Östersjöbeståndet avtog ganska snart i Bottniska viken, till skillnad från i Egentliga Östersjön där den fortsatte öka till en nivå inom referensintervallet innan den planade ut.

Antal örnar i Sverige

I genomsnitt har den årliga produktionen av ungar varit 1,05 per par i Egentliga Östersjön och 0,97 i Bottniska viken under den senaste tioårsperioden. Detta ligger nära det undre gränsvärdet för normalnivån. Med de skydds- och stödåtgärder som genomförts under många år har det varit möjligt att åstadkomma en stark populationsökning trots en nedsatt fortplantningskapacitet. Havsörnsbeståndet i Sverige består idag av minst 600 par. Av dessa finns nu cirka 360 par vid kusten och 240 i inlandet, varav 70 i Lappland. Innan arten nästan utrotades under 1800- och 1900-talen fanns troligen åtminstone 1000 par spridda över hela landet. I inlandet söder om Lappland fanns inga havsörnar kvar före 1980, när en långsam rekrytering dit inleddes med fåglar från Östersjökus-ten.

LÄS MER

Åtgärdsprogrammet (NV rapport 5938, 2009) och tidigare Havet-rapporter.

* Data från Naturskyddsföreningens Projekt Havsörn.

HAVSÖRNSBESTÅNDET I SVERIGE 2012				
	Undersökta bon	Lyckade häckningar	Ungar per kull	Ungar per par
Östersjöskusten	344	68 %	1,63	1,907
Referensnivå med 95 % konfidensintervall		72 %	1,8	1,3
Egentliga Östersjön	231	67 %	1,67	1,07
Götaland	133	65 %	1,70	1,05
Svealand	98	70 %	1,63	1,11
Bottniska Viken	113	71 %	1,59	1,05
Bottenhavet	80	68 %	1,63	1,08
Bottenviken	33	79 %	1,47	1,03
Inlandet i söder* (Syd- & Mellansverige)	144	77 %	1,69	1,21
Götaland	61	77 %	1,72	1,28
Svealand & södra Norrland	83	73 %	1,67	1,17
Inlandet i norr* (Lappland & Norrbotten)	74	58 %	1,09	0,63

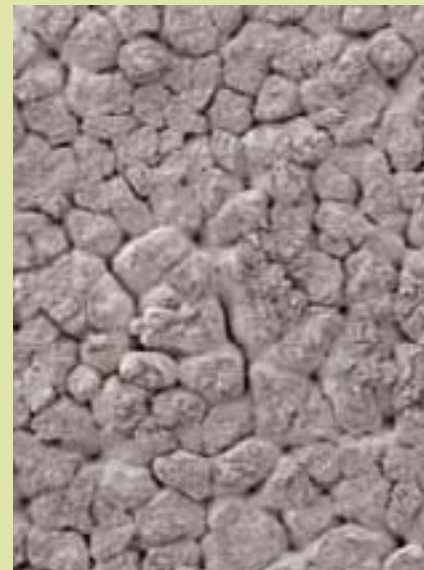


Foto Artem Koutchinski

➤ Insidan av ett starkt missbildat skal (vänster) med stor genomsläpplighet som medför en onormal uttorkning, och ett normalt utvecklat skal (höger). Bilderna är tagna med svepelektronmikroskop. Ett fungerande gasutbyte genom fåglars äggskal är en förutsättning för normal fosterutveckling. Analys av innehållet i ägget med missbildat skal visade kraftigt förhöjda koncentrationer av klorerade kolväten (DDT, PCB med flera).

SÄL & SÄLHÄLSA Liksom andra toppkonsumenter är sälar särskilt utsatta för miljögifter. De fungerar som indikatorarter för miljögiftseffekter, och för andra storskaliga förändringar i det marina ekosystemet. Utvecklingen av sälbeståndens storlek och hälsotillståndet hos gråsäl, vikaresäl och knubbsäl har studerats sedan 1970-talet, då sälarna var akut hotade. Sedan 1989 ingår undersökningarna i den nationella miljöövervakningen.

→ Läs mer om programmet på sid. 102.

SAMTLIGA BESTÅND AV ALLA SÄLARTER SOM VI HAR I SVERIGE VÄXER. I Bottenhavet ökar beståndet av vikaresäl med 4,5 procent per år, vilket endast är hälften av artens tillväxtkapacitet. I Östersjön fortsätter antalet gråsäl att växa med cirka 7 till 8 procent per år. Tillväxttakten verkar inte vara på väg att minska, vilket tidigare befarades efter några år då antal räknade djur dalade. Dock har ett minskande späcklager hos gråsäl observerats under 2000-talet. Populationen av knubbsäl i Kalmarsund ökar med 9 procent per år och antalet kolonier ökar. För knubbsälspopulationerna i Skagerrak och Kattegatt är tillväxthastigheten 7 respektive 8 procent per år.



Foto: Shutterstock

Det finns tre skilda bestånd av knubbsäl i Sverige, en i Skagerrak, en i Kattegatt och en i Kalmarsund. Alla tre populationerna ökar.

Knubbsäl

Populationerna av knubbsäl i Skagerrak och Kattegatt bör ses som skilda bestånd, eftersom genetiska analyser visar att endast få individer utväxlas mellan dem. Tillväxthastigheten i båda bestånden var 12 procent per år mellan 1978 och 2002, förutom under de två epidemierna 1988 och 2002, då omkring hälften av individerna i bestånden dog vid båda tillfällena. Efter 2002 har tillväxthastigheten minskat till cirka 7 procent per år i Skagerrak och 8 procent i Kattegatt. Brist på föda för årsungarna antyds vara den viktigaste orsaken till denna nedgång. Bestånden är fortfarande mindre än vad de var före epidemin 2002.

Populationen av knubbsäl i Kalmarsund har ökat med 9 procent per år sedan mitten av 1970-talet. Under det senaste decenniet har nygamla platser kring Öland återkoloniserats.

Vikaresäl

Beståndet av vikaresäl i Bottniska viken har vuxit med 4,5 procent per år, vilket bara är hälften av artens tillväxtkapacitet.

Detta kan tyda på kvardröjande problem med dålig fruktsamhet. Hos vikaresäl förekommer fortfarande sammanväxningar i livmoderhornen. Denna förändring var vanlig även hos gråsäl på 1970- och 80-talet men har inte setts hos gråsäl i Sverige sedan 1993. Antalet könsmogna vikaresälhonor som undersöks är för lågt för att kunna ange hur vanliga sammanväxningarna är idag. Den långsamma tillväxten i populationen kan även bero på en hög dödlighet bland kutarna.

Vikaresäl förekommer även i Skärgårdshavet med cirka 150 djur, Finska viken med 90 djur, och i Rigabukten med cirka 1000 djur. Beståndet i Finska viken har minskat drastiskt sedan 1996 då 300 djur kunde räknas i området.

Gråsäl

Sedan år 2000 samordnas inventeringarna av gråsäl i hela Östersjöområdet. Inventeringarna sker från luften i sälarnas kärnområden, där sälskären fotograferas och antalet sälar på bilderna räknas. Resultaten omfattar det totala antalet räknade gråsäl i Östersjön 2000–2012 i Sverige, Finland,

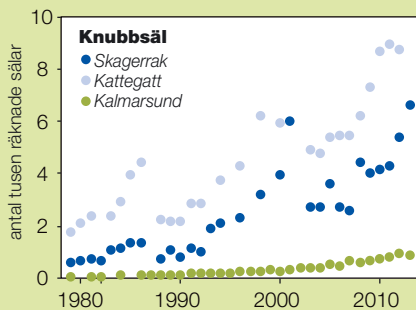
Ryssland och Estland. Antalet gråsäl fortsätter att öka i Östersjön med cirka 7 till 8 procent årligen. Oron att de senaste årens relativt blygsamma räkningsresultat skulle indikerat en inbromsning i sälarnas ökningstakt tycks ha varit obefogad.

Sälhälsa

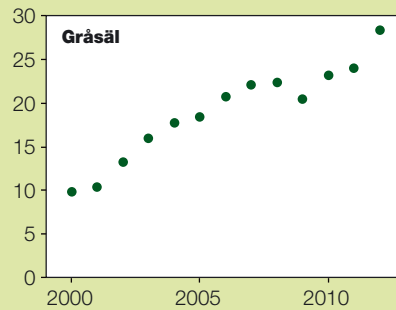
Under 1970-talet och 1980-talet observerades sammanväxningar i livmoderhornen hos många gråsäl och vikare i Östersjön. Sammanväxningarna antas vara ett resultat av fosterdöd till följd av höga halter av miljögiften PCB i födan och kan leda till sterilitet hos sälhonor. Senaste fallet av sammanväxning i livmodern hos gråsäl sågs 1993 men hos vikare förekommer fortfarande denna förändring.

I början av 1990-talet började det födas fler gråsäl och hos unga gråsäl sågs då en ökad förekomst av tarmsår. Förekomsten är fortfarande hög men har en minskande trend. Under 2000-talet har ett minskande späcklager hos gråsäl observerats, vilket skulle kunna bero på förändringar i sälarnas födosammansättning.

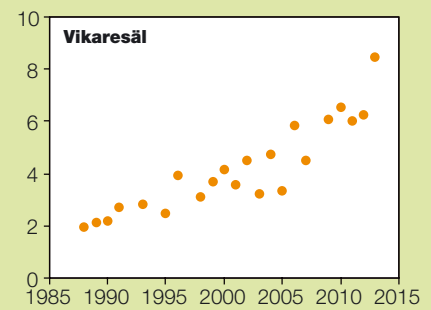
POPULATIONsutveckling



Knubbsälpopulationerna i Kattegatt och Skagerrak ökade med 12 procent per år både före och efter epidemin 1988, då hälften av sälarna dog. Efter den andra epidemin 2002 dog omkring 30 procent av sälarna i Kattegatt medan dödligheten var nära 60 procent i Skagerrak. Efter 2002 har tillväxthastigheten avtagit och ligger nu på cirka 7 procent per år i Skagerrak och 8 procent i Kattegatt. Populationen i Kalmarsund har ökat med 9 procent per år sedan inventeringarna startade i början av 1970-talet.

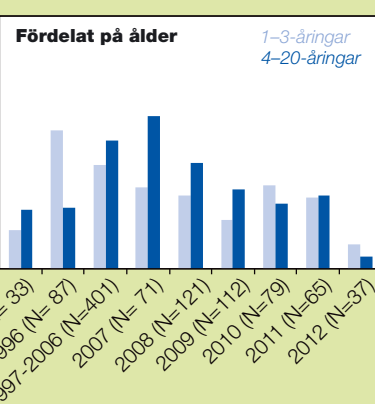
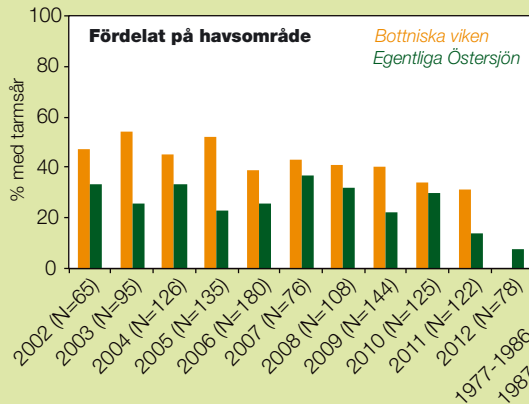


Det totala antalet gråsäl i Östersjön ökar med i genomsnitt 7 till 8 procent årligen sedan 2000, då koordinerade räknningar infördes i länderna kring Östersjön.



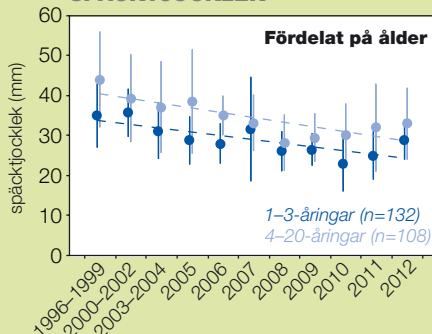
Populationen av vikaresäl har vuxit med i genomsnitt 4,5 procent per år sedan 1988.

TARMSÅR HOS GRÅSÄLAR

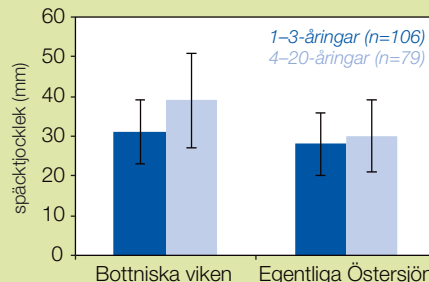


En ökning av gråsäl med tarmsår observerades först bland yngre sälar och senare hos de äldre. I figuren som redovisar tarmsår fördelat på havsområde är alla undersökta gråsäl 0-40 år inkluderade. Trenden är nedåtgående för unga sälar efter 1996 och för äldre efter 2007. Gråsäl som skjutits under 2012 i den årliga jakten är ännu inte utvärderade. När gråsäl från 2012 års jakt läggs till kan andelen gråsäl med tarmsår komma att ändras.

SPÄCKTJOCKLEK



Under 2000-talet har medelspäcktjockleken hos bifångade gråsälshanar och unga honor i Östersjön minskat signifikant. Endast sälar från augusti till februari är inkluderade, den tid då de är som fetast på året.



Sammantaget är medelvärdet på späcktjockleken signifikant lägre hos 4 till 20-åriga hanar i Egentliga Östersjön jämfört med i Bottniska viken. Figuren bygger på alla undersökta bifångade 1 till 3-åriga honor och hanar och 4 till 20-åriga hanar mellan 2000 och 2012.

Inventeringarna av gråsäl samordnas i hela Östersjöområdet sedan år 2000.





FAKTA OM NATIONELL MARIN MILJÖ- ÖVERVAKNING

Belastning på havet

Fria vattenmassan

Vegetationsklädda bottenar

Makrofauna mjukbotten

Metaller och organiska miljögifter

Kustfisk

Utsjöfisk

Embryonalutveckling hos vitmärta

Säl och havsörn

Fakta om nationell marin miljöövervakning

Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram för Kust och hav har till största delen övertagits av Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Endast övervakningen av metaller och organiska miljögifter samt deras effekter ligger kvar på Naturvårdsverket. Det samlade miljöövervakningsprogrammet ska ge underlag för beskrivningar av storskalig påverkan på havsmiljön, främst med avseende på övergödning, metaller och miljögifter samt biodiversitet. Programområdet omfattar sju delprogram som följer förändringarna i miljön. Delprogrammet Belastning på havet ingår i sötvattenprogrammet Flodmynningar. Data som samlas in lagras hos de nationella datavärdarna, och är tillgängliga för alla att använda.

I detta kapitel redovisas också fakta om undersökningar av utsjöfiskbestånden.



Foto: Mikael Hejpe/Shutterstock

BELASTNING PÅ HAVET

Övervakningen av den svenska belastningen av ett flertal ämnen har i dess nuvarande form pågått i ett 40-tal år. Antalet vattendrag och därigenom den yta som täcks av övervakningen har successivt ökat, men är sedan mitten av 1980-talet förhållandevis oförändrad. Nytt för programmet från och med 2007 är att ett flertal metaller, inklusive kvicksilver, mäts månadsvis i samtliga flodmynningar, från att tidigare endast ha undersökts vid vissa stationer.

Belastningen på havet beräknas av datavärden med hjälp av haltuppgifter som tas fram inom övervakningsprogrammet, samt vattenföringsuppgifter från SMHI. De månadsvisa halterna räknas om till dygnshalter genom linjär interpolering och multipliceras sedan med dygnsmedelvattenföringen. Månads- och årstransporterna 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 få den totala belastningen på havet. Uppskattningarna av oövervakade 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 datavärden.

Belastningsdata används dels nationellt för att övervaka påverkan på havet genom till exempel uppföljningar av miljömålen, dels internationellt som underlag till olika rapporteringar till organisationer som HELCOM, OSPAR och Europeiska miljöbyrån. I de fall när flodmynningsbelastningen kompletteras med utsläpp från kustmynnande punktkällor sker rapporteringarna inom konsortiet SMED, Svenska MiljöEmissionsData.

SLU är nationell datavärd.



FRIA VATTENMASSAN

Övervakningen av den fria vattenmassan sker 10–12 gånger per år vid 7 kuststationer och 28 stationer i öppet hav. Provtagningsfrekvensen varierar mellan stationerna och utgör en miniminivå för att få årsvärden för havsbassängerna. Dessutom utför SMHI en kartering vintertid i hela det svenska havsområdet vid cirka 80 stationer.

Inom det nationella programmet mäts:

- salinitet
- temperatur
- ljusinstrålning
- siktdjup
- syre/svavelväte (O_2/H_2S)
- alkalinitet och pH
- fosfor (P-tot och PO_4)
- kväve (N-tot, NO_2 , NO_3 , NH_4)
- kisel
- klorofyll-a
- primärproduktion
- växtplankton (individantal, artsammansättning och biomassa)
- djurplankton (individantal, artsammansättning och biomassa)
- sedimentation (mängd, hastighet, innehåll av kväve, fosfor och organiskt kol) (mäts i Egentliga Östersjön och Bottenhavet)
- löst organiskt kol (DOC) och humus (mäts i Bottniska viken)
- bakterier, antal och tillväxt (mäts i Bottniska viken)
- picocyanobakterier (mäts i Bottniska viken)

SMHI är nationell datavärd.



VEGETATIONSKLÄDDA BOTTNAR

Övervakning av makrovegetation sker en gång per år under september-oktober i sex områden utmed den svenska kusten: Gullmaren i Skagerrak, Onsalahalvön i norra Kattegatt, Blekinge skärgård i södra Östersjön, Gotland i centrala Östersjön, Asköområdet i norra Östersjön och Höga kusten i Bottenhavet. I varje område undersöks ett antal lokaler med hjälp av dykare som följer transekter från land ut mot djupare vatten. Djuputbredningen och täckningsgraden av fleråriga makroalger dokumenteras.

Resultaten används främst för att bedöma kustområdets näringsstatus. Vattenområdets miljöstatus bedöms med ett sammanvägt värde som baseras på ett antal arters maximala djuputbredning. Djuputbredningen av vegetationen bestäms av ljusmängden i vattenpelaren som påverkas av mängden partiklar i vattnet vilket som i sin tur delvis avspeglar näringsförhållandena.

Ett vattenområdes ekologiska status bedöms med en sammanvägd ekologisk kvalitetskvot, EK, baserad på utvalda indikatorarters maximala djuputbredning. Beroende på var längs kusten man befinner sig varierar de ingående arterna, liksom kraven för att uppfylla de olika statusklasserna.

Fältnetodiken är i grunden icke-destruktiv men skiljer sig åt mellan Östersjön och Västerhavet, bland annat i hur många transekter som läggs per lokal. Ambitionen är att på sikt harmonisera metoden så långt som möjligt. I Egentliga Östersjön tas även kvantitativa prover av olika makroalger och blåmussla.

SMHI är nationell datavärd.



MAKROFAUNA MJUKBOTTEN

Provtagning av sedimentlevande makrofauna sker en gång per år under april-juni. Bottenprov tas med huggare och för varje prov bestäms individantal och vikt för varje taxon. Status bedöms med hjälp av Benthic Quality Index (BQI). På ett mindre antal stationer analyseras sedimentprov och mätningar görs även på bottenvattnets temperatur, salthalt och syrgashalt.

I Västerhavet är programmet samordnat mellan Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten, länsstyrelser samt Bohuskustens vattenvårdsförbund. Bedömningen av ekologisk status görs för sammanlagt 42 lokaler belägna i öppet hav, längs kusten, i skärgård och fjordar. Provtagningarna i Västerhavet kompletteras med bilder tagna med sedimentprofilkamera.

Programmen i Bottniska viken och Egentliga Östersjön är samordnade mellan länsstyrelser, Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten. Status beräknas per område där varje område måste bestå av minst fem stationer. I utvärderingen för Bottniska viken ingår också resultat från undersökningar vid Holmöarna, som är en del av uppföljningen av reservatets marina värden samt resultat från Rönnskärsverkets kontrollprogram för Skelleftebukten.

SMHI är nationell datavärd.



METALLER OCH ORGANISKA MILJÖGIFTER

Metaller och organiska miljögifter i marin biota

Årliga mätningar av metaller och organiska miljögifter görs i fisk (sill/strömming, abborre, torsk, tånglake), blåmussla och sillgrissleägg. Dessutom samlas material in och lagras i en provbank. Syftet är att uppskatta nivåer och variationer av olika tungmetaller och organiska miljögifter i olika marina djur. Vissa tidsserier sträcker sig mer än 40 år tillbaka, vilket gör dem till de längsta i världen för miljögifter. Trendövervakningen utförs fortlöpande men även retrospektivt, genom analys av material i provbanken. En sådan studie har exempelvis gjorts av PFOS i sillgrissleägg.

De miljögifter som studeras är:

Metaller: kvicksilver, bly, kadmium, nickel, krom, koppar och zink. Från år 2009 ingår även arsenik, silver, tenn och selen.

Organiska ämnen: PCB, pesticider, flamskyddsmedel, perfluorerade ämnen, dioxiner, samt vid ett fåtal lokaler även PAH:er och tennorganiska föreningar.

Provtagningsstationerna är placerade så att de så långt som möjligt är opåverkade av lokala utsläpp. Detta gör resultaten lämpliga att använda som referenslokaler till regionala och lokala undersökningar. Programmet har nyligen förstärks med ett antal nya stationer för att få en bättre geografisk täckning.

Resultaten rapporteras också till olika internationella fora, och används regelbundet för utvärderingar inom bl.a. HELCOM, OSPAR och EU.

IVL är nationell datavärd.



Metaller och organiska miljögifter i sediment

Sediment i områden där vågrörelser och strömmar inte påverkar botten utgör en sänka för metaller och långlivade organiska föreningar från olika former av utsläpp. I sänkorna sätter på så sätt kemikalieanvändningen sina fingeravtryck i havets botten.

Sedimenten har utnyttjats i recipientkontrollen sedan mitten av 1970-talet och inom den regionala miljöövervakningen sedan början av 1990-talet. Den nationella övervakningen med provtagningar ute i öppet hav kompletterar dessa undersökningar sedan starten 2003. Programmet omfattar sexton stationer placerade i olika djupområden. Sex sedimentkärnor tas på sju platser på varje station, sammanlagt 672 stycken. Provtagningen sker vart femte år, vilket är ett tillräckligt långt tidsintervall för att ett nytt översta sedimentskikt om minst 1 centimeter skall ha hunnit sedimentera. Provtagningsomgång nummer tre genomförs under 2014.

Övervakningen omfattar 68 grundämnen och 66 organiska miljögifter. Under 2008 samordnades provtagningen med en engångsinsats för screening av antifoulingämnen Irgarol 1051 och Isotiazolin i sediment. Antifoulingämnen används i båtbottnfärger för att förhindra oönskad påväxt på skrovet.

Genom grundämnesanalysen i de sju punkterna kan den naturliga inhomogeniteten i sedimentet på varje station statistiskt beräknas för varje ämne. Med hjälp av dessa uppgifter kan sedan den statistiska signifikansen för att en haltförändring har skett mellan provtagningsåren fastläggas. Man kan därigenom med säkerhet avgöra om halten av ett ämne har ökat eller minskat över tiden.

SGU är nationell datavärd.



Biologiska effekter av organiska tennföreningar

Tributyltenn (TBT) tillhör gruppen organiska tennföreningar och har använts i båtbottnfärger sedan 1960-talet. TBT är mycket effektivt mot påväxt, men anses också vara ett av de giftigaste ämnena som vi har släppt ut i miljön. Nedbrytbarheten i sediment är låg och ämnet kommer därför, trots förbud, att finnas kvar i miljön under många år framöver.

Uppbyggnaden av TBT påminner om det hanliga könshormonet testosteron, vilket kan påverka många djur. På juvenila snäckor kan dessa molekyler inducera bildning av penis och sädesledare hos honor, så kallat imposex. Dessa effekter är mycket tydliga och specifika för TBT-exponering och snäckor lämpar sig därför väl för att påvisa TBT.

Övervakning av effekter hos snäckor orsakade av organiska tennföreningar har pågått sedan 2003 i Västerhavet och sedan 2008 i Egentliga Östersjön.

Provtagningen på västkusten utförs som gradientstudier från två stora hamnar, i Brofjorden utanför Lysekil och i Göteborgs hamn, därutöver har även ytterligare två lokaler tillkommit längs Hallandskusten. Totalt, inklusive referenslokaler, analyseras nätsnäckor från 12 stationer. Nätsnäckan *Nassarius nitidus* används som indikatorart. På grund av svårigheter med att åldersbestämma nätsnäckor kompletteras imposexgraderingen med en kemisk vävnadsanalys av TBT och dess nedbrytningsprodukter, vilket ger en indikation av när utsläppen skett.

I Östersjön besöks 16 lokaler fördelade på sex geografiska områden från Stockholm i Södermanland till Råå i Skåne. I Inom varje område analyseras snäckor från en punktkälla, en naturhamn (finns ej i områdena Råå och Trelleborg) samt ett relativt ostört område som tjänar som referenslokal. Slamsnäckan *Peringia ulvae* används som indikatorart.



KUSTFISK

Bestånd

Sedan 1991 ingår standardiserat provfiske i den nationella miljöövervakningen. Resultatet ger en bild av kustfisksamhällenas tillstånd, och en möjlighet att följa långsiktiga förändringar i miljön och den biologiska mångfalden. I programmet ingår mätningar av beståndstäthet och beståndsstruktur i kustfisksamhället, åldersfördelning hos abborre och tånglake samt förekomst av yttre sjukdomstecken. Provfisket sker i referensområden med låg lokal påverkan.

Fiskeövervakningen är samordnad mellan Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och länsstyrelser med enhetlig metodik, rapportering och utvärdering.

HaV är nationell datavärd.

Hälsa

Flera beprövade och känsliga biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, så kallade biomarkörer, har använts sedan 1988 inom den nationella miljöövervakningen för att kartlägga hälsotillståndet hos abborre och tånglake. Biomarkörerna speglar viktiga livsfunktioner och ger därmed en bild av fiskens hälsotillstånd. Mätningarna gör det möjligt att upptäcka effekter av miljöfarliga ämnen innan störningar ger effekt på populationsnivå.

Följande livsfunktioner följs:

- Reproduktion, tillväxt, kondition
- Leverfunktion, avgiftning, oxidativ stress
- Förekomst av genotoxicitet
- Indikator på metallbelastning
- Kolhydratmetabolism/stress
- Syretransport, blodbildning
- Immunförsvar, vävnadsskador
- Saltbalans, cellskador

HaV är nationell datavärd.

Integrerad övervakning

Vid fyra gemensamma provtagningsstationer samordnas tre olika undersökningar inom miljöövervakningen: provfiske för uppskattning av fiskbeståndet, insamling av abborre och tånglake för undersökningar av fiskars hälsa och provinsamling för analys av metaller och miljögifter (se programområde Metaller och organiska miljögifter). Detta möjliggör en sammanvägd tolkning av resultaten och ger underlag för att bedöma störningar på ekosystemnivå.

IVL är nationell datavärd för miljögiftsdata.

UTSJÖFISK

Övervakning

Traditionellt har undersökningarna av våra fiskbestånd i utsjön varit kopplade till samarbetet i Europa och Internationella havsforskningsrådet ICES med fokus på kommersiella fiskbestånd. Under senare tid har dock dessa data använts i ett större sammanhang som ett led i mer traditionell miljöövervakning i ett ekosystemperspektiv.

I Östersjön görs två BITS expeditioner (Baltic International Trawl Survey) per år för att studera bottenlevande fisksamhällen, främst torsk. Expeditionerna ingår i ett internationellt samarbete där Sverige tilldelas ett antal utslumpade trålstationer. Syftet är att undersöka antal individer per ålder och uppskatta mängden ettåriga torskar. Expeditionerna görs i samarbete med SMHI.

I Västerhavet görs två IBTS expeditioner (International Bottom Trawl Survey) per år. Expeditionen i kvartal ett har som syfte att försöka uppskatta mängden ettåriga fiskar bland ett flertal kommersiella arter. Främsta syftet med expeditionen i kvartal tre är att få en uppfattning om olika fiskars beståndsutveckling samt årets rekrytering. I samarbete med SMHI bestäms också ett antal olika hydrografiparametrar, från ytan till botten. Hydrografiresultaten presenteras i SMHI:s expeditonsrapporter.

I Östersjön utförs även en akustisk undersökning kallad BIAS (Baltic International Acoustic Survey), en gång varje höst. Syftet med den undersökningen är att uppskatta mängden pelagisk fisk, i första hand sill och skarpill. Även denna expedition görs i samarbete med SMHI.

Beståndsuppskattning

ICES gör beståndsuppskattningar och ger råd om hur mycket fisk man på biologiska grunder kan fiska. Beslutet om hur mycket man får fiska per förvaltningsområde tas sedan av EU:s Ministerråd och kallas Total Allowable Catch, TAC.

ICES har för beståndsuppskattning identifierat sex olika bestånd av sill/strömming i vattnen runt Sverige: ett i Bottenviken, ett i Bottenhavet, två i Egentliga Östersjön, ett i sydvästra Östersjön som på grund av vandringsmönster behandlas tillsammans med vårlekande sill i Kattegatt och Skagerrak samt ett höstlekande bestånd i Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt.

Torsken runt Sverige är förvaltningsmässigt uppdelad i fyra bestånd: ett väster om Bornholm, ett öster om Bornholm, ett i Kattegatt och ett i Skagerrak/Nordsjön.

Skarpill förvaltas som ett bestånd i Östersjön och ett i Västerhavet.

För mer detaljer se Havs- och vattenmyndighetens och Sveriges lantbruksuniversitets skrift Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs- och miljööversikt 2012.



EMBRYONALUTVECKLING HOS VITMÄRLA

Sedan 1994 studeras reproduktionen hos de båda sedimentlevande vitmärkearterna *Monoporeia affinis* (sötvattensart) och *Pontoporeia femorata* (marin art). Syftet är att på ett tidigt stadium kunna upptäcka generella miljögiftseffekter. För att resultaten ska kunna användas som referens vid undersökningar i förorenade områden placeras provtagningsstationerna i områden som är opåverkade av lokala utsläpp. Insamling av äggbärande vitmärlor sker med bottenkrapa och van Veen-huggare.

På vitmärlorna analyseras fekunditet (ägg/per hona), parasitangrepp och synliga skador på skal och extremiteter hos honan, procent missbildade, döda samt obefruktade/outvecklade embryon och procent honor med en död äggsamling i äggkammaren.

Utformningen av programmet har reviderats och inkluderar nu 30 stationer istället för tidigare 14 för att få en bättre geografisk täckning. Den utökade täckningen har inneburit större säkerhet att bedöma påverkan av miljögifter i olika områden i Östersjön.

IVL är nationell datavärd.



Foto: Olof Karlsson



Foto: Kado Kämer/stockphoto

SÄL OCH HAVSÖRN

Sälar och andra toppkonsumenter är särskilt utsatta för miljögifter. De fungerar som indikatorarter för miljögiftseffekter, och för andra storskaliga förändringar i det marina ekosystemet.

Beståndsutveckling av gråsäl, vikaresäl och knubbsäl har studerats sedan 1970-talet, och sedan 1989 ingår undersökningarna i den nationella miljöövervakningen. Gråsäl och knubbsäl räknas årligen vid alla kända traditionella tillhåll. Tre oberoende räkningar under räkningsperioden eftersträvas. Trender i beståndsutvecklingen kan bestämmas för valda tidsintervall och kustavsnitt. Inventeringarna av gråsäl samordnas i hela Östersjöområdet sedan år 2000. Inventeringarna av vikare görs uppe på isen i Bottenviken. De inventeras längs linjetransekter som täcker minst 13 procent av hela isytan. Vikare är stationära i Bottenviken och är därför en lämplig indikatorart för miljön där.

Hälsotillståndet hos sälar i Östersjön studeras genom att dokumentera och klassificera skador på olika kroppsorgan. Det görs på strandade, bifångade och skjutna sälar.

SMHI är nationell datavärd.

Havsörnen används som indikator för miljögiftsbelastningen i havet eftersom toppkonsumenter är särskilt utsatta för miljögifter. Havsörnen signalerade redan på 1950-talet om Östersjöns problem med höga nivåer av organiska miljögifter, genom tydliga fortplantningsstörningar. Havsörnens reproduktion har följts av Svenska Naturskyddsföreningen sedan mitten på 1960-talet, och beståndet vid kusten övervakas sedan 1989 inom ramen för nationell miljöövervakning. Havsörnen finns utmed hela Östersjökusten, och enskilda par är i huvudsak stationära och därför representativa för regional belastning. Övervakningen omfattar samtliga kända revir. Under våren lokaliseras bebodda bon genom avståndsobservationer och flyginventeringar. Bona besöks sedan under maj–juni för kontroll av häckningsresultatet. Då räknas antalet ungar per kull, och andelen lyckade häckningsförsök noteras.

SMHI är nationell datavärd.

Adresser

Havs- och vattenmyndigheten

www.havochvatten.se
tel: 010-698 60 00
e-post: havochvatten@havochvatten.se

Naturvårdsverket

www.naturvardsverket.se
tel: 010-698 10 00
e-post: registrator@naturvardsverket.se

Havsmiljöinstitutet

www.havsmiljoinstitutet.se
tel: 031-786 65 61
e-post: info@havsmiljoinstitutet.se

Umeå marina forskningscentrum

www.umf.umu.se
tel: 090-786 79 74
e-post: info@umf.umu.se

Stockholms universitets Östersjöcentrum

www.su.se/ostersjocentrum
tel: 08-16 37 18
e-post: ostersjocentrum@su.se

Linnéuniversitetet

www.lnu.se
tel: 0772-28 80 00
e-post: info@lnu.se

Sven Lovén centrum för marina vetenskaper

www.loven.gu.se
tel: 031-786 96 21
e-post: martin.larsvik@loven.gu.se

SMHI

www.smhi.se
tel: 011-495 80 00
e-post: smhi@smhi.se

SLU

Institutionen för akvatiska resurser Institutionen för vatten och miljö

www.slu.se
tel: 018-67 10 00
e-post: registrator@slu.se

Naturhistoriska riksmuseet

www.nrm.se
tel: 08-519 540 00
e-post: registrator@nrm.se

SGU

www.sgu.se
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se

Informationscentralen för Bottniska viken

www.lansstyrelsen.se/vasterbotten
tel: 010-225 41 11
e-post: icbv@lansstyrelsen.se

Informationscentralen för Egentliga Östersjön

www.infobaltic.se
tel: 08-785 51 18 / 010-223 11 60
e-post: informationscentral.stockholm@lansstyrelsen.se

Informationscentralen för Västerhavet

www.lansstyrelsen.se/vastragotaland
tel: 010-224 40 00
e-post: infowest.vastragotaland@lansstyrelsen.se

HAVSMILJÖANSVARIGA I KUSTLÄNEN / WWW.LANSSTYRELSEN.SE

Länsstyrelsen Norrbotten

Henrik Larsson
tel: 010-225 53 46
e-post: henrik.larsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västerbotten

Anneli Sedin
tel: 010-225 43 60
e-post: anneli.sedin@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västernorrland

Karin Jönsson
tel: 0611-34 92 79
e-post: karin.jonsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Gävleborg

Norbert Häubner
tel: 010-225 12 43
e-post: norbert.haubner@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Uppsala

Ingrid Wänstrand
tel: 010-223 33 80
e-post: ingrid.wanstrand@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Stockholm

Christina Berglind
tel: 08-785 45 10 / 010-223 12 38
e-post: christina.berglind@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Södermanland

Karl Svanberg
tel: 010-223 43 17
e-post: karl.svanberg@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Östergötland

Helene Ek Henning
tel: 010-223 54 40
e-post: helene.ek@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Gotland

Andreas Pettersson
tel: 010-223 93 18
e-post: andreas.pettersson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Kalmar

Rita B Jönsson
tel: 010-223 85 29
e-post: rita.jonsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Blekinge

Ulf Lindahl
tel: 010-224 01 65
e-post: ulf.lindahl@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Skåne

Charlotte Carlsson
tel: 010-224 12 68
e-post: charlotte.carlsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Halland

Bo Gustafsson
tel: 010-224 32 52
e-post: bo.gustafsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västra Götaland

Anna Dimming
tel: 010-224 48 76
e-post: anna.dimming@lansstyrelsen.se

KONTAKTPERSONER ARTIKLAR I HAVET 2013/2014, UTOM PROGRAMANSVARIGA:

Stefan Agrenius
institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 95 24
e-post: stefan.agrenius@bioenv.gu.se

Joakim Ahlgren
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090- 786 79 78
joakim.ahlgren@umf.umu.se

Joakim Hjelm
institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
tel: 070-369 30 04
e-post: joakim.hjelm@slu.se

Anders Omstedt
institutionen för geovetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 28 81
e-post: anders.omstedt@gvc.gu.se

Caroline Raymond
institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 40 13
e-post: caroline.raymond@su.se

Johanna Stadmark
Geologiska institutionen
Lunds universitet
tel: 046-222 46 17
e-post: johanna.stadmark@geol.lu.se

Malin Werner
institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
tel: 010-478 40 57
e-post: malin.werner@slu.se

REGIONALA VATTENMILJÖMYNDIGHETER / WWW.VATTENMYNDIGHETERNA.SE

Bottenviken

Malin Kronholm
tel: 010-225 53 37
e-post: malin.kronholm@lansstyrelsen.se

Bottenhavet

Juha Salonsaari
tel: 0611-34 90 87
e-post: juha.salonsaari@lansstyrelsen.se

Norra Östersjön

Martin Larsson
tel: 010-224 93 97
e-post: martin.h.larsson@lansstyrelsen.se

Södra Östersjön

Lennart Johansson
tel: 010-223 84 70
e-post: lennart.johansson@lansstyrelsen.se

Västerhavet

Johan Erlandsson
tel: 010-224 48 49
e-post: johan.erlandsson@lansstyrelsen.se

KONTAKTPERSONER FÖR MILJÖÖVERVAKNINGEN

Programområde Kust och Hav

Gunilla Ejdung
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 62 88
e-post: gunilla.ejdung@havochvatten.se

Fredrik Ljunghager
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 60 45
e-post: fredrik.ljunghager@havochvatten.se

Elisabeth Sahlsten
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 63 11
e-post: elisabeth.sahlsten@havochvatten.se

Tove Lundeberg
Naturvårdsverket
tel: 010-698 16 11
e-post: tove.lundeberg@naturvardsverket.se

Väder och tillrinning

Anna Eklund
Avdelningen för information och statistik
SMHI
tel: 011-495 86 06
e-post: anna.eklund@smhi.se

Isläget

Amund Lindberg
Havsmiljöenheten, myndighetsuppdrag
SMHI
tel: 011-495 81 73
e-post: amund.lindberg@smhi.se

Tillrinning av ämnen

Lars Sonesten
Institutionen för vatten och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 018-67 30 07
e-post: lars.sonesten@slu.se

Fria vattenmassan

Bottniska viken
Siv Huseby
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 67
e-post: siv.huseby@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Jakob Walve
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 17 30
e-post: jakob.walve@su.se

Västerhavet
Lars Andersson
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 77
e-post: lars.s.andersson@smhi.se

Primärproduktion Släggö
Peter Tiselius
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 95 39
e-post: peter.tiselius@bioenv.gu.se

Växtplankton

Bottniska viken
Chatarina Karlsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 79
e-post: chatarina.karlsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Helena Högländer
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-674 75 51
e-post: helena.hoglander@su.se

Västerhavet
Ann-Turi Skjevik
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 79
e-post: ann-turi.skjevik@smhi.se

Djurplankton

Bottniska viken
Jan Albertsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Elena Gorokhova
Institutionen för tillämpad miljövetenskap
Stockholms universitet
tel: 08-674 73 41
e-post: elena.gorokhova@itm.su.se

Västerhavet
Marie Johansen
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 72
e-post: marie.johansen@smhi.se

Vegetationsklädda bottenar

Norra Östersjön
Hans Kautsky
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 44
e-post: hans.kautsky@su.se

Södra Östersjön
Stefan Tobiasson
Institutionen för biologi och miljö
Linnéuniversitetet
tel: 0480-44 73 46
e-post: stefan.tobiasson@lnu.se

Västerhavet
Jan Karlsson
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 96 29
e-post: jan.karlsson@bioenv.gu.se

Makrofauna mjukbotten

Bottniska viken
Ida Wendt / Jan Albertsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 54 04 / 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Jonas Gunnarsson
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 53
e-post: jonas.gunnarsson@su.se

Västerhavet
Peter Tiselius
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 95 39
e-post: peter.tiselius@bioenv.gu.se

Sedimentprofilkamera
Marina Magnusson
Marine monitoring AB
tel: 0523-101 82
e-post: marina@marine-monitoring.se

Vitmärkla som biomarkör

Brita Sundelin
Institutionen för tillämpad miljövetenskap
Stockholms universitet
tel: 08-674 72 35
e-post: brita.sundelin@itm.su.se

Miljögifter

Anders Bignert
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 541 15
e-post: anders.bignert@nrm.se

Organiska tennföreningar

Marina Magnusson
Marine monitoring AB
tel: 0523-101 82
e-post: marina@marine-monitoring.se

Metallanalyser i sediment

Anna Apler
Samhällsplanering-Maringeologi
Sveriges geologiska undersökning
tel: 018-17 91 92
e-post: anna.apler@sgu.se

Gräsäl

Olle Karlsson
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 551 82
e-post: olle.karlsson@nrm.se

Knubbsäl och vikare

Tero Härkönen
Enheten för miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 540 29
e-post: tero.harkonen@nrm.se

Sälhålsa

Britt-Marie Backlin
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 542 59
e-post: britt-marie.backlin@nrm.se

Havsörn

Björn Helander
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 0708-87 68 93
e-post: bjorn.helander@nrm.se

Utsjöfisk

Daniel Valentinsson
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010 478 40 49
e-post: daniel.valentinsson@slu.se

Kustfiskbestånd

Lena Bergström
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 41 16
e-post: lena.bergstrom@slu.se

Kustfiskhälsa

Åke Larsson
Institutionen för biologi- och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 38 24
e-post: ake.larsson@bioenv.gu.se

Lars Förlin
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 36 76
e-post: lars.forlin@bioenv.gu.se

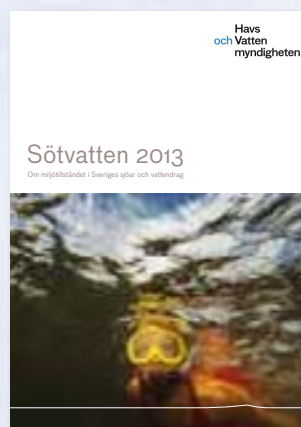
ANDRA PUBLIKATIONER I URVAL



Laddas ned från:
www.havsmiljoinstitutet.se



Laddas ned från:
www.havet.nu



Laddas ned från:
www.havochvatten.se



Laddas ned från:
www.havet.nu



B



HAVET 2013/2014 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. Som ett led i produktionen genomförs ett seminarium, där miljöövervakare och representanter från regionala och nationella myndigheter redovisar och diskuterar det senaste kring havsmiljöns tillstånd.

HAVET 2013/2014 beskriver miljötillståndet hos de svenska havsområdena såväl som de mest angelägna miljöproblemen. I rapporten kan du läsa om hur mer koldioxid i atmosfären påverkar havets tillstånd, samt om hur cyanobakterier inte bara idag, utan genom historien påverkat syresituationen i Östersjön. Du får också en inblick i hur de olika delarna i ekosystemet är beroende av varandra, och hur svårt det kan vara att förstå hur allt hänger ihop. Detta genom två synteser, där havsmiljön vid Askö och i Kvädöfjärden skärskådas utifrån flera aspekter.

Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket finansierar huvuddelen av den nationella marina övervakningen. Även länsstyrelser och andra myndigheter med marin verksamhet bidrar med material till denna rapport. Författarna ansvarar själva för innehållet i artiklarna.

Havsmiljöinstitutet som är ett samarbete mellan Umeå universitet, Stockholms universitet, Linnéuniversitetet och Göteborgs universitet, sammanställer rapporten och ansvarar för analyserna av havsmiljöns tillstånd.



**Havs
och Vatten
myndigheten**



Havsmiljöinstitutet