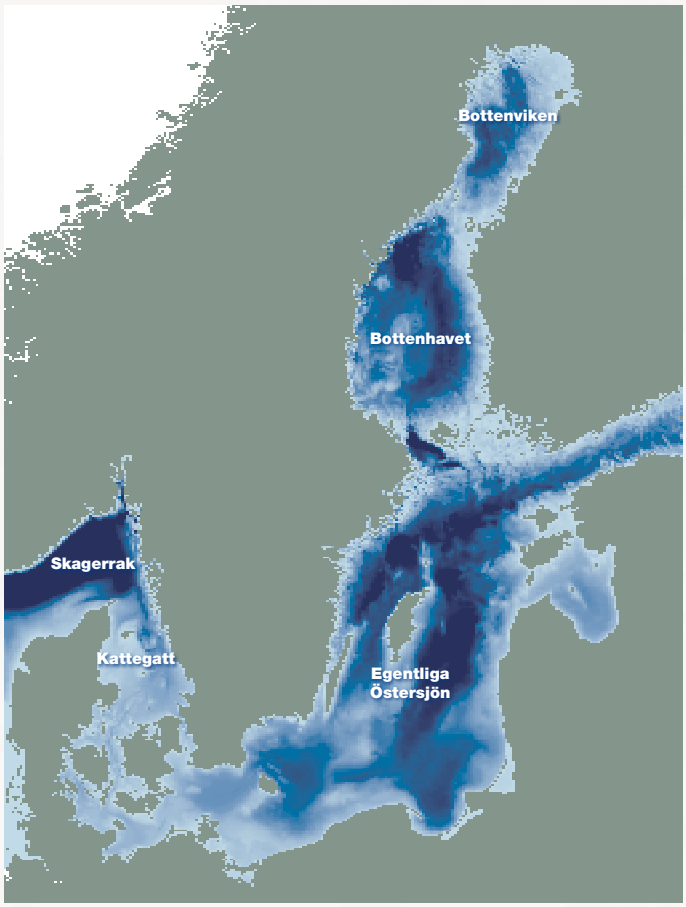
OM MILJÖTILLSTÅNDET I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

HAVET

2015/2016

Fortsatt syrebrist i Östersjön trots stort inflöde
Förändrade näringsvävar ger magrare djur
Proteinkonsumtion bidrar till övergödning
Friska sjögräsängar motverkar klimatförändringar
Flera miljögifter minskar i sillgrissleägg



Karta: SMHI

HAVET–OM MILJÖTILLSTÅNDET I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

Rapporten Havet är en återkommande redovisning av den nationella miljöövervakningen. Den innehåller förutom tillståndsbeskrivningar 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
www.havochvatten.se
www.naturvardsverket.se

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

PROJEKTGRUPPP

Redaktion
Marie Svärd, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Tina Johansen Lilja, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Maria Lewander, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Malin Karlsson, Havsmiljöinstitutet / redaktör
Karin Backteman, Havsmiljöinstitutet / redaktör

Sofia Hjalmarsson och Ida Wendt, Havsmiljöinstitutet / samordnare vetenskaplig granskning
Per-Olav Moksnes, Havsmiljöinstitutet / samordnare miljöanalys

Gunilla Ejdung, Havs- och vattenmyndigheten / kontakt uppdragsgivare

Tove Lundeberg, Naturvårdsverket / kontakt uppdragsgivare

KONTAKT

havet@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: Erik Selander (Ephyra av *Cyanea capillata,* röd brännmanet)
Tryck: Billes, maj 2016. Tryckt på Arctic Volume, FSC-märkt.
Upplaga: 7000 ex.

ISSN 1654-6741
ISBN 978-91-982291-3-4 (Havsmiljöinstitutet)
ISBN 978-91-87967-12-2 (Havs- och vattenmyndigheten)
ISBN gäller för tryckt rapport.

www.havsmiljoinstitutet.se
www.havochvatten.se
www.naturvardsverket.se

Vi vidgar perspektiven!

I DENNA UPPLAGA AV HAVET FINNS FLERA EXEMPEL på vad som kan hända om vi vidgar perspektiven. Att fastna i detaljer är lätt hänt, och ibland nödvändigt för att förstå hur saker och ting fungerar, men när vi höjer blicken framträder nya mönster och samband.

MILJÖÖVERVAKNINGENS UPPGIFT ÄR ATT FÖRMEDLA KUNSKAP om tillståndet i miljön. Utgångspunkten ligger i detaljerna kring vad, hur och när man ska mäta. Undersökningsresultaten måste vara av god kvalitet och representativa i tid och rum för att kunna ge kunskap om det övergripande tillståndet och förändringar i miljön. Samtidigt behöver miljöövervakningen ständigt anpassas till nya förhållanden då samhället och dess påverkan förändras.

I ÅRETS RAPPORT VIDGAR VI PERSPEKTIVEN PÅ FLERA SÄTT. Det handlar till exempel om att konsumenter och producenter påverkar havet, på flera sätt som de kanske inte tänker på. Tittar man närmare på den komplexa produktkedjan för nötkött ser man att det är många aktörer som påverkar flödet av produkter genom samhället, och därmed också läckaget av näringsämnen till havet vid både produktion och avloppshantering. Det innebär att många kan göra mycket mer än de vet för våra hav och att det finns fler verkningsfulla åtgärder än dem vi kanske tänker på först.

ETT ANNAT EXEMPEL ÄR FÖRSÖKET ATT GÖRA EN SAMLAD och konsekvent analys med all tillgänglig data från övervakningen av vattenmassan. Några av fördelarna som standardiserade metoder skulle leda till är bättre kvalitet på miljöanalyser och statusklassningar, samt att de i större utsträckning än nu utförs på ett likartat sätt. Det ställer också krav på samordnad nationell miljöövervakning och tillgång till data från olika verksamheters utsläppskontroll. Ett exempel på hur samordningen kan göras visas för det uppdaterade delprogrammet för bottenfauna. En samlad bedömning görs också av miljötillståndet kopplat till de miljökvalitetsmål som är relevanta för kust och hav.

AV TILLSTÅNDSRAPPORTERNA SOM UTFÖRARNA AV MILJÖÖVERVAKNING bidrar med, de gröna sidorna, kan vi notera några generella trender i miljötillståndet. Gamla miljögifter minskar i djur och växter medan nya tillkommer. Den omfattande syrebristen i Östersjön håller i sig. Tillförsel av organiskt material ökar i både Östersjön och Västerhavet. I Östersjön är ekosystemet starkt påverkat av övergödning och överfiske. Det syns bland annat genom att näringsvävarna har förändrats och många organismer blivit magrare eller minskat i storlek. Mönster som dessa framträder när vi vidgar perspektiven och gör samlade analyser av tillstånd och påverkansfaktorer.

VI VILL MED DETTA TACKA ALLA SOM BIDRAGIT TILL HAVET 2015/2016 och särskilt rikta ett stort tack till redaktörerna för deras hängivna arbete och engagemang.

Vi önskar er alla en god och nyttig läsning

Kajsa Tönnesson
Havsmiljöinstitutet

Bertil Håkansson
Havs- och vattenmyndigheten

Innehåll

Så mår havet 2015/2016 – sammanfattning 4

Havsmiljöns tillstånd ur miljömålsperspektiv 6

Bättre användning och analys av marin miljödata 13

Insatser för att skydda värdefulla marina miljöer 18

Att kartlägga mikroplastens obevekliga spridning 22

Klimatförändringar kan leda till mindre fisk i havet 25

Fler kan bidra mer än de vet till minskad övergödning 29

Miljöförändringar och fiske påverkar näringsväven 33

Minsta havsisutbredningen i Östersjön sedan 1930-talet ... 38

Meteorologi och hydrologi 40

Belastning på havet 42

Allvarlig syrebrist i Egentliga Östersjön trots stort inflöde ... 44

Oceanografi 47

Viktiga maneter behöver övervakas 52

Pelagial biologi /sammanfattning 55

Växtplankton 56

Djurplankton 60

Bakterieplankton 61

Primärproduktion 62

Så läser du HAVET 2015/2016

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 havsmiljön” ges en fördjupad bild av några marina miljöproblem i en serie artiklar. I rapporten finns även två syntesartiklar (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 Havet 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 miljötillstånd (lite ljusare 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.

2014 miljö ÖVERVAKNING

Bedömningsgrundernas tillståndsklasser

- dålig
- otillfredsställande
- måttlig
- god
- hög

63/ HAVETS DJUR OCH VÄXTER

Friska sjögräsängar motverkar klimatförändringar **64**
Vegetationsklädda bottnar **66**

Ny miljöövervakning för bättre kunskap om havsmiljön **68**
Makrofauna mjukbotten **71**

Kustekosystem förändras i takt med övergödningen **74**
Kustfisk bestånd **79**

Ny metod för att uppskatta Östersjöns torskbestånd **81**
Utsjöfisk **83**

85/ MILJÖGIFTER OCH DERAS EFFEKTER

Bottendjur påverkar fiskens hälsa **86**
Kustfisk – hälsa **82**

Åtgärdsprogram för mindre TBT i havsmiljön **92**
Biologiska effekter av organiska tennföreningar ... **95**

Miljögifter i biota **98**

Miljögifter i sediment **103**

Embryoskador hos vitmärla – verktyg för havsmiljödirektivet ... **106**
Embryonalutveckling hos vitmärla **108**

Havsörn **110**

Nya sårskador hos säl – koppling till kemiska stridsmedel? **113**
Sälpopulationer och sälhälsa **116**

119/ FAKTA OM NATIONELL MARIN MILJÖÖVERVAKNING

Belastning på havet **120**

Fria vattenmassan **121**

Vegetationsklädda bottnar ... **121**

Makrofauna mjukbotten **122**

Metaller och organiska miljögifter **122**

Kustfisk **124**

Utsjöfisk **125**

Embryoutveckling hos vitmärla **125**

Säl och havsörn **126**

127/ ADRESSER

Adresser och kontaktpersoner **127**

Kontaktpersoner för miljöövervakningen **128**

SÅ MÅR HAVET 2015 / 2016

KATTEGATT

- **Övergödning:** Tillförseln och halterna av kväve samt koncentrationen av klorofyll har tydligt minskat i Västerhavet sedan 1990-talet, vilket tyder på att åtgärder börjat ge resultat. I Kattegatts utsjövatten är statusen enligt vattendirektivet god till hög både i vattenmassan och vid botten. Vid kusten är statusen generellt god, men bättre än i de södra delarna (Halland och Öresund). Statusen för bottenlevande djur vid kusten har förbättrats under senare år förutom vid Laholmsbukten i Halland där dålig status råder idag.
- **Miljögifter:** Halten av kvicksilver i torsk från Kattegatt visar en ökande tendens och ligger idag över det föreslagna gränsvärdet för rovdjur i naturen. Halterna av dioxiner i sill har minskat sedan 1990 och ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Statusen för organiska tennföreningar, TBT, är måttlig i hamnar men god i referensområden.
- **Fiske:** Torskbeståndet i det fredade området i Kattegatt visar en svag tendens att öka, även om bedömningarna är osäkra. Det enda välmående beståndet av torsk i svenska vatten återfinns i Öresund där trålförbud rått sedan 1930-talet. Återväxten av den hotade ålen är fortsatt svag i hela Nordsjöområdet, men en försiktig ökning ses under senare år på flera platser, annat i åarna Lagan och Viskan.

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN

- **Övergödning:** Tillståndet i det öppna vattnet har inte förbättrats nämnvärt. Ytan av syrefria bottnar är nära tre gånger så stor som vid millennieskiftet. Totalhalterna av näringsämnen i ytvattnet är högre än i början av 1970-talet, men syresituationen och halterna av näringsämnen påverkas inte bara av övergödning utan också av interna processer i havet. På många håll har dock vattenkvaliteten i kustvattnet förbättrats genom åtgärder. Övervakningen av växtplankton visar på en förhöjd näringsnivå och måttlig ekologisk status enligt vattendirektivet i en majoritet av de klassade kustområdena, medan djursamhällen och vegetation på bottnarna i många fall indikerar god status. Inflödet av salt, syrerikt vatten från Skagerrak verkar tyvärr inte ha haft någon långvarig positiv effekt i Egentliga Östersjön.
- **Miljögifter:** Halterna av miljögifter är generellt högre i Egentliga Östersjön än i Västerhavet. Flera klassiska miljögifter minskar dock i Östersjöns organismer. PCB, DDT och bly har minskat dramatiskt sedan 1970- och 80-talet och avtar fortfarande varje år. Kvicksilver minskar i strömming och tånglake, men ökar i torsk och abborre där de också överskrider det föreslagna gränsvärdet för rovdjur i naturen. I sedimenten är halterna av metaller höga i norr, medan halterna av ett flertal organiska miljögifter är höga både i norr och söder. En stor mängd främmande ämnen når Östersjön varje år. Flera av dem har potential att allvarligt påverka djur, människor och ekosystem. En positiv nyhet är att vi sedan 2005 sett ett trendbrott med minskade halter av några flamskyddsmedel och perfluorerade ämnen, eftersom de börjat fasas ut ur samhället.
- **Fiske:** Tillståndet för torskbeståndet, som numera är koncentrerat till södra Östersjön, har återigen försämrats. Det östra beståndet bedöms ha minskat abrupt mellan 2011 och 2014. Även skarpsillen, som numera är koncentrerad till norra delarna av Östersjön, minskar. Bestånden av strömming ökar däremot. Vid kusten syns en minskning av karpfiskar och tånglake. Bestånden av abborre och gös visar olika utveckling beroende på område, men är överlag stabila. I Kvädöfjäden, som undersökts sedan 1960-talet, fortsätter abborren att öka. Studier visar dock på dålig återväxt av ung fisk främst i ytterskärgården. Beståndsutvecklingen för gädda är osäker, men tillgängliga data tyder på en försämring i ytterskärgården.

SKAGERRAK

- **Övergödning:** I Skagerraks utsjövatten är statusen generellt hög både i vattenmassan och vid botten. Däremot är situationen mer varierande vid kusten. Statusen i vattenmassan är generellt god och siktdjupet ökar, men bottenlevande djur uppvisar måttlig status i många områden i södra Bohuslän. Den höga förekomsten av fintrådiga algmattor har inte minskat, och i södra Bohuslän har stora förluster av ålgräsängar skett under de senaste tio åren.
- **Miljögifter:** Koncentrationen av det perflourerade ämnet FOSA och arsenik i sill är högre i Västerhavet än i andra havsområden, och halterna av kvicksilver och kadmium i sedimentet visar en ökande tendens. Halter och effekter av förbjudna organiska tennföreningar, från båtbottenfärger minskar generellt, men status är fortfarande måttlig eller sämre i de flesta undersökta hamnar.
- **Fiske:** Fisket anses vara ett av de allvarligaste problemen för den biologiska mångfalden i Västerhavet, och direkt eller indirekt bidragande till att 150 svenska arter, inklusive 20 fiskarter, idag är rödlistade. Överfiske av bland annat torsk anses också ha bidragit till vegetationsförändringar längs kusten. Torskbestånden i Nordsjön har dock ökat de senaste tio åren och närmar sig 1980-talets storlek. Nya undersökningar visar också att det fortfarande finns torsk som leker i många av Bohusläns fjordar, även om dessa lokala populationer idag är väldigt små.

BOTTENVIKEN

- **Övergödning:** Bottenviken är det svenska havsområde som är minst påverkat av övergödning. Totalfosforhalterna är låga och dessutom minskande sedan 1970-talet, samtidigt som syresituationen är god i djupvattnet. I de kustnära områdena är det sämre och var femte vattenförekomst uppvisar tecken på övergödning.
- **Miljögifter:** Halterna av kvicksilver och bromerade flamskyddsmedel i strömming är högre än i övriga havsområden. Nivåerna verkar inte förändras mycket över tid, utom ett av flamskyddsmedlen som minskar. I likhet med flera andra havsområden har annars flera klassiska miljögifter minskat de senaste decennierna till följd av framgångsrika åtgärder.
- **Fiske:** Situationen för vild lax har ljusnat sedan femton år till följd av fiskeregleringar och nu är uppvandringen och den naturliga återväxten god i flera oreglerade älvar. Bestånden av havsöring är däremot svaga bland annat till följd av bifångst i nät vid kusten, och vandringshinder i floder. Siklöjan har däremot starka bestånd, men dålig återväxt av unga fiskar under 2012 motiverar ändå försiktighet i fisketrycket. Fångsterna av abborre i provfiske är stabila eller ökande.

BOTTENHAVET

- **Övergödning:** I Bottenhavets utsjö har totalfosforhalterna ökat sedan 1970-talet samtidigt som syrehalten i djupvattnet minskat, vilket är en oönskad utveckling. I kustvattnen uppnår mindre än hälften av vattenförekomsterna god ekologisk status enligt vattendirektivets bedömningsgrunder. Bottenlevande djur och vegetationsklädda bottnar uppvisar en bättre status och når god status eller högre.
- **Miljögifter:** Flera av de klassiska miljögifterna som PCB, DDT, HCH och HCB har minskat i fisk under de senaste decennierna. Halterna av dioxin i fet fisk som strömming är dock fortfarande högre i Bottenhavet än i andra havsområden, men minskar glädjande nog och ligger nu under gränsvärdet för konsumtion. Rekommendationer om begränsat intag för vissa befolkningsgrupper är dock fortsatt nödvändiga. Hälsoläget och reproduktionsförmågan hos havsörnarna har långsiktigt förbättrats sedan 1970-talet men de senare åren har skadade ägg med höga koncentrationer av PCB och DDT åter påträffats i ett område vid norra Bottenhavskusten. Orsaken till de förhöjda miljögiftshalterna är i dagsläget oklar.
- **Fiske:** Sikbestånden har minskat under en tjugoårsperiod samtidigt som det är brist på äldre individer. För strömming ser situationen bättre ut med ett stort bestånd, ökande återväxt av unga fiskar, och långsiktigt hållbart fisketryck. Fångsterna av abborre i provfiske är nedåtgående längst i norr, men stabila eller ökande i de södra delarna.

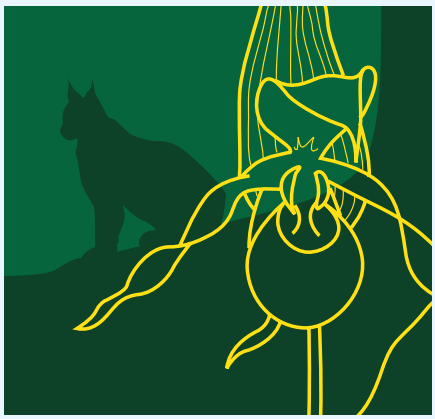
Foto: NASA/Visible Earth/OrbView-2/SeaWiFS

Havsmiljöns tillstånd
ur miljömålsperspektiv

PER-OLAV MOKSNES, JAN ALBERTSSON, JOAKIM HANSEN, JONAS NILSSON & CARL ROLFF, HAVSMILJÖINSTITUTET

Inom svenskt havsmiljöarbete är det övergripande målet att Sveriges havsområden ska uppnå ett gott miljötillstånd, där havets organismer är välmående och dess resurser nyttjas på ett uthålligt sätt. För att rätt förvaltningsåtgärder ska kunna genomföras krävs en riktig beskrivning av havets tillstånd, vilka störningar som 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.”

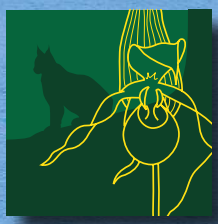
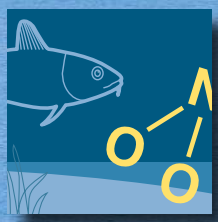
■ Det svenska miljökvalitetsmålet Ett rikt växt- och djurliv har sin grund i FN:s konvention för biologisk mångfald där Sverige åtagit sig att bevara och nyttja den biologiska mångfalden på ett hållbart sätt. När det gäller havsmiljön stöds också målet av EU:s havsmiljö- och art- och habitatdirektiv samt konventionerna för skydd av Östersjön och Nordostatlanten. Trots att mycket görs för hejda förlusten av biologisk mångfald är det långt kvar för att uppnå miljömålet om ett rikt växt- och djurliv i svenska hav. Vid den senaste sammanställningen för EU:s art-och habitatdirektiv uppnåddes inte gynnsam bevarandestatus[1]. I Artdatabankens senaste rapport återfanns över 300 rödlistade arter i den marina miljön, vilket i jämförelse med andra svenska landskapstyper är en hög andel[2].

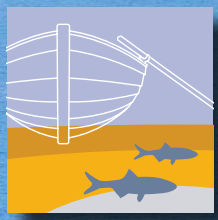
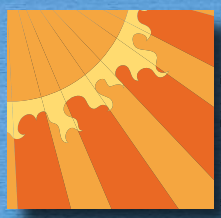
Den stora kunskapsbristen om havets organismer betyder tyvärr att långt fler arter kan vara hotade. Fiske och övergödning anses vara de största hoten mot biologisk mångfald, men också miljögifter, exploatering och invasiva, främmande arter utgör växande problem[2].

Fisket ett stort problem

Enligt Artdatabanken är fiske en bidragande orsak till tillståndet för ungefär hälften av de rödlistade marina arterna[2]. De flesta av dessa arter hotas av fiske med bottentrål där mjukbottenlevande arter som blötdjur, kräftdjur och koralldjur skadas fysiskt av trålborden eller indirekt genom uppslamningen av sediment. Det storskaliga havsfisket är också orsaken till att drygt 20 fiskarter rödlistats 2015[2]. Bland annat bedöms fortfarande svenska bestånd av torsk, kolja, långa och hälleflundra vara hotade. Från och med 2015 är även kummel och klorocka rödlistade, där den senare bedöms vara starkt hotad. Fisket påverkar också däggdjur och fåglar negativt genom att de fastnar i redskapen och drunknar, vilket bland annat drabbar de rödlistade arterna tumlare, alfågel och tobisgrissla[2].

Överfiske på stora rovfiskar har även påverkat näringskedjan, vilket anses ha bidragit till storskaliga förändringar i de svenska kustekosystemen. Bland annat har förekomsten av fintrådiga algmattor ökat och utbredningen av ålgräs minskat med över 60 procent i Bohuslän, med stora konsekvenser för den biologiska mångfalden i området[3]. Det kan därför ifrågasättas om fisket i Västerhavet och Östersjön idag bedrivs på ett sätt som är hållbart för den biologiska mångfalden.

Illustrationer: Tobias Flygar

I detta avsnitt beskrivs miljötillståndet i svenska havsområden under de fem miljömål som är relevanta för havsmiljön. Beskrivningen är baserad på de senaste resultaten från miljöövervakningen samt på forskningslitteratur och vetenskapliga rapporter. Sammanställningen kan ge ett underlag till var och hur havsförvaltningen bör prioritera sitt åtgärdsarbete. För mer detaljerade redovisningar hänvisas till de enskilda artiklarna i rapporten.

Hot från främmande arter

Även invasiva, främmande arter kan påverka den biologiska mångfalden negativt genom ökad predation, konkurrens om plats och föda, eller genom att sprida sjukdomar och parasiter. Hittills har nästan 90 kända främmande arter påträffats i svenska hav. Några exempel är japansk sargassotång, rovvattenloppa, havsborstmaskar av släktet *Marenzelleria*, amerikansk kammanet, svartmunnad smörbult och japanskt jätteostrostron[4]. På senare år har även förekomsten av amerikansk hummer ökat i Bohuslän, och flera nya arter av krabbor har påträffats i Västerhavet och Östersjön[5], möjligen som ett resultat av stigande vattentemperaturer. Även om allt fler främmande arter påträffas och etableras i svenska vatten har inga stora negativa ekologiska effekter på inhemska arter hittills kunnat påvisas, vilket befarades vid etableringen av till exempel japansk sargassotång och amerikansk kammanet.

Positiva förändringar

Det finns också positiva förändringar i miljön. Populationerna av gråsäl, knubbsäl och vikare fortsätter att öka. Populationen av vikare är nu så stor att arten inte längre är rödlistad[2]. Häckningsframgången hos havsörnen ligger i de flesta områden på en nivå motsvarande den på 1950-talet, innan miljögifter störde djurens fortplantning[6,7]. Det visar att det går att vända negativa trender med rätt åtgärder.

Många åtgärder på gång

För att vända den negativa trenden för biologisk mångfald och underlätta möjligheterna att nå miljömålet har regeringen fastställt tio etappmål. Ett av de viktigaste etappmålen är att öka arealen av marina skyddsområden så att 10 procent av Sveriges marina områden inkluderas senast år 2020[1]. För att välja rätt områden att skydda måste dock kunskapen öka om biotopers och arters utbredning i havet samt förståelsen om hur områden är biologiskt sammanlänkade. Det är också centralt att dessa områden får rätt skydd, till exempel restriktioner mot bottentrålning och annan verksamhet som skadar bottnar[2]. Ett annat viktigt delmål är att öka antalet åtgärdsprogram för hotade arter och naturtyper. Idag finns mycket få åtgärdsprogram för marina organismer, men flera är under framtagande, bland annat för ålgräsängar och musselbankar i Västerhavet, och för kransalger och kärlväxter i Östersjön[1].

Som ett led i arbetet med att förbättra miljön i havet har Havs- och vattenmyndigheten tagit fram ett åtgärdsprogram för havsmiljön enligt havsmiljödirektivet som inkluderar 32 olika åtgärder. Bland de åtgärder som har betydelse för den biologiska mångfalden i havet ingår bland annat att minska fisketrycket på viktiga bestånd, utveckla metoder för att kontrollera främmande arter samt att genomföra restaureringsåtgärder för ålgräs i Västerhavet[8].

REFERENSER

1. Naturvårdsverket 2016. www.miljomal.se/sv/etappmalen/Biologisk-mangfald/.

2. Sandström J, Bjelke U, Carlberg T & Sundberg S. 2015. *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2015.* ArtDatabanken Rapporterar 17.

3. 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.* Rapport nr 2011:4. Havsmiljöinstitutet.

4. NOBANIS 2015. European Network on Invasive Alien Species. www.nobanis.org.

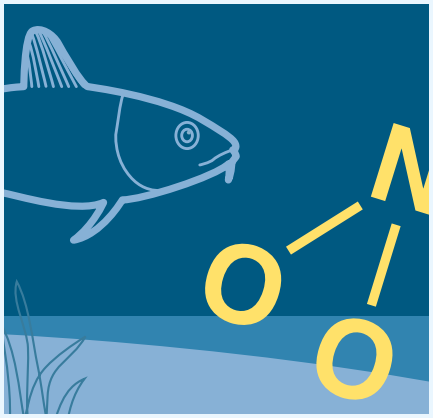
5. Havs och vattenmyndigheten 2016. www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/frammande-arter.html.

6. Havet 2015/2016. *Sälpopulationer.*

7. Havet 2015/2016 *Havsörn.*

8. Havs- och vattenmyndigheten 2015. God havsmiljö 2020. *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön. Del 4: Åtgärdsprogram för havsmiljön.*

INGEN ÖVERGÖDNING



”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.”

■ Östersjön påverkas sedan lång tid av övergödning genom förhöjd tillförsel av näringsämnen och miljömålet ingen övergödning är avlägset. Höga halter av näringsämnen, främst kväve och fosfor, orsakar ökad produktion av växtplankton och fintrådiga alger. När de sedimenterar och bryts ned förbrukas syre. De bottenarealer och vattenvolymer i Östersjön som nu är påverkade av syrebrist eller helt saknar syre, och därigenom också högre former av biologiskt liv, har aldrig varit större i modern tid. Bottniska viken är relativt svagt påverkad av övergödning och för Västerhavet är trenden generellt positiv. Vegetationen i Skagerraks grunda kustområden är dock fortfarande starkt påverkad.

Långsam återhämtning

Östersjöns samlade näringsämnesbelastning från alla länder och källor har minskat betydligt genom åtgärder sedan maxbelastningen under det sena 1980-talet och bedöms idag vara tillbaka på 1960-talets nivå[1]. Näringstillförseln från svenska vattendrag till samtliga havsområden har sedan 1995 minskat något för totalkväve och totalfosfor medan belastningen av oorganisk fosfor har ökat något. Tillförseln av löst organiskt material har ökat i samtliga havsområden sedan 1995[2]. Trots minskad belastning av näringsämnen är det svårt att urskilja någon tydlig minskning av halterna i Östersjöns ytvatten[3]. Detta bör dock inte tolkas som att åtgärderna saknar effekt eftersom betydande förbättringar kan ses i många kustområden, exempelvis Stockholms innerskärgård[4]. Konsekventa och långsiktiga åtgärder för att minska belastningen av kväve och fosfor är avgörande för att nå miljömålet.

Orgelbundet utbyte av bottenvatten

En orsak till att det är svårt se resultat av åtgärder är att vattnet i Egentliga Östersjön har mycket lång omsättningstid, mer än 30 år[5]. Sedimenten och bottenvattnet har också genom långvarig övergödning blivit rika på organiskt material som förbrukar stora mängder syre när det bryts ned av bakterier. Syrebrist ökar dramatiskt frisättningen av fosfor från sedimenten men påverkar också andra bakteriella processer som avlägsnar växttillgängligt kväve från vattnet (denitrifikation).

Syre kan bara tillföras djupvattnet genom inbrott av kallt, salt och syrerikt vatten från Västerhavet. Genom sin höga densitet ”rinner det in” under äldre syrefattigt vatten och tränger bort det. Stora inflöden av sådant vatten sker sporadiskt under vinterhalvåret vid västliga stormar. Sedan 1983 har inflöden minskat från cirka 5 – 7 per decennium till endast ett[6]. Östersjön har därför under de senaste 30 åren genomgått cirka tioåriga cykler med omfattande syrebrist. Det stora inflödet 2014/15 medförde en mindre förbättring, men det salta, syrerika vattnet nådde inte hela Östersjöns bottnar och syret har nu förbrukats. Cirka 45 procent av bottenarealen i Egentliga Östersjön, Finska viken och Rigabukten täcks idag av syrefattigt eller syrefritt vatten[7]. Cyklerna av syrebrist får näringshalterna i djupvattnet att variera drastiskt i likartade cykler, som med viss eftersläpning avspeglas i ytvattnet.

Halterna av näringsämnen påverkas också av andra omfattande processer som pågår i havet. Cyanobakterierna överför kvävgas som är löst i vattnet, men otillgängligt för växter, till produktionstillgängligt kväve (kvävefixering), medan denitrifikation återför stora mängder produktionstillgängligt kväve till kvävgas.

Oklara trender i näringshalter

Ytvattnets halter av totalfosfor och totalkväve ökade i så gott som alla havsområden fram till början av 1990-talet, sannolikt till följd av tillförseln av näringsämnen från land. Halterna av totalfosfor och oorganisk fosfor minskade sedan generellt under 1990-talet för att åter öka från millennieskiftet. Totalkvävehalterna har sedan 1990-talet varit relativt oförändrade i Bottniska viken och Egentliga Östersjön medan de minskat i Västerhavet. Halten av oorganiskt kväve ökade fram till 1990-talet och har sedan dess minskat något i Egentliga Östersjön, men har i övriga bassänger ingen tydlig trend[3]. Fosfatrikt vatten från Egentliga Östersjön har sannolikt transporterats in till Bottenhavet och kan ha förändrat förutsättningarna för vårblomningen, samtidigt som bottenvattnets syrehalt minskat, möjligen till följd av ökad bakteriell syreförbrukning[8,9]. Variationer i näringsämneshalter innanför Öresund och Bälten har under de senaste 30 åren påverkats starkt av inflöden, eller uteblivna inflöden, och även andra syreberoende processer.

Påverkan på plankton, vegetation och bottendjur

Ökad förekomst av växtplankton är en

konsekvens av övergödning. Enligt vattendirektivets bedömningsgrunder för klorofyll och växtplanktons biovolym visar växtplankton idag måttlig till god status i Bottniska viken och Egentliga Östersjön, medan den i Västerhavet är god till hög. I Bottenhavet ökade halten av klorofyll men inte biovolymen av växtplankton. En tänkbar förklaring kan vara att tillgången på ljus minskat genom att belastningen av organiskt material ökat[10]. Mer organiskt material kan också leda till högre biomassa av bakterier i vattenmassan, men under de senaste 15 åren ses ökande trender av bakterieplankton och tillväxt endast vid två av nio stationer i Bottniska viken[11]. I Egentliga Östersjön har inga dramatiska förändringar skett i klorofyllhalt eller växtplanktonvolym[10] och i Västerhavet är trenderna för klorofyll avtagande både i utsjö och kust. Förekomsten av kvävefixerande cyanobakterier i Egentliga Östersjön har inte någon statistiskt påvisbar trend. Om blomningar av cyanobakterier ökar eller inte diskuteras livligt, men inget entydigt resultat har framkommit[12,13,14].

Tillståndet för de nationellt övervakade vegetationsklädda bottnarna i Östersjön och Västerhavet är jämförelsevis gott, utan dramatiska förändringar de senaste åren[15]. Blåstångens djuputbredning visar tendens till att minska något längs Höga kusten och Gotland, medan den ökat något i Asköområdet sedan mitten på 1990-talet. Tångens djuputbredning påverkas av mängden ljus, där grumligare vatten och påväxt av fintrådiga alger kan ge sämre förutsättningar. Detsamma gäller vegetationssamhället på grunda mjukbottnar där tillgängliga data visar på en förändring under de senaste decennierna, med exempelvis minskande förekomst av kransalger och småväxta, ljuskrävande arter[16]. I Skagerraks grunda kustområden är förekomsten av fintrådiga algmattor fortfarande mycket hög[17] och nya inventeringar av ålgräsängar visar på stora förluster i södra Bohuslän[18]. Förändringen i grunda kustområdens bottenvegetation verkar inte enbart påverkas av övergödning, utan också av andra förändringar i kustmiljön såsom minskad förekomst av rovfiskar[19].

Tillståndet för bottenlevande djur har förbättrats i Bottniska viken och har nu generellt sett god status. Förbättringen är störst i Bottenhavets kustområden. En viktig orsak är att förekomsten av den känsliga vitmärlan ökat. Förhållandet är det motsatta i Egentliga Östersjön där vitmärlans antal minskat på ett flertal djupa stationer, möjligen till följd av dåliga syreförhållanden. I Västerhavet är status för bottenfaunan generellt god i utsjön, men mer varierande vid kusten[20].

Bottenvegetationen övervakas med hjälp av dykning. Ett tecken på övergödning är att snabbväxande alger breder ut sig. De kan försämra ljusförhållandena och hämma tillväxt av större vegetation som tång, tare och ålgräs.

Foto: Jerker Loktrantz/Azote

REFERENSER

1. Gustafsson, BG m.fl. 2012. *Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850-2006.* Ambio 41:534-548.

2. HAVET 2015/2016 *Belastning på havet.*

3. HAVET 2015/2016 *Oceanografi.*

4. Karlsson O.M. m.fl. 2010. *Indications of recovery from hypoxia in the inner Stockholm archipelago.* Ambio 39:486–495.

5. Stigebrandt, A. & B.G. Gustafsson, 2003. *Response of the Baltic Sea to climate change - theory and observations.* Journal of Sea Research 49:243-256.

6. Mohrholz, V m.fl. 2015. *Fresh oxygen for the Baltic Sea - An exceptional saline inflow after a decade of stagnation.* Journal of Marine Systems 148: 152-166.

7. HAVET 2015/2016 *Oceanografi fördjupning.*

8. Rolff, C. & T. Elfwing, 2015. *Increasing nitrogen limitation in the Bothnian Sea, potentially caused by inflow of phosphate-rich water from the Baltic Proper.* Ambio 44: 601-611.

9. Panigrahi, S m.fl. 2013. *Strong seasonal effect of moderate experimental warming on plankton respiration in a temperate estuarine plankton community.* Estuar. Coast. Shelf Sci. 135:269-279.

10. HAVET 2015/2016 *Pelagial biologi/växtplankton.*

11. HAVET 2015/2016 *Pelagial biologi/Bakterieplankton.*

12. Hällfors, H 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: 109-133.

13. Kahru, M & R Elmgren 2014. *Multidecadal time series of satellite-detected accumulations of cyanobacteria in the Baltic Sea.* Biogeosciences 11: 3619-3633.

14. Andersson, A m.fl. 2015. *Key role of phosphorus and nitrogen in regulating cyanobacterial community composition in the northern Baltic Sea.* Estuarine, Coastal and Shelf Science 164:161-171.

15. HAVET 2015/2016 *Vegetationsklädda bottnar.*

16. Pitkänen, H. m.fl, 2013. *Long-term changes in distribution and frequency of aquatic vascular plants and charophytes in an estuary in the Baltic Sea.* Annales Botanici Fennici 50 (Suppl. A): 1–54.

17. Havs- och Vattenmyndigheten 2012. *God Havsmiljö 2012. Inledande bedömning av miljötillståndet och socioekonomisk analys.*

18. Moksnes P-O m.fl. 2016. *Ekologisk restaurering och kompensation av ålgräs i Sverige: Ekologisk, juridisk och ekonomisk bakgrund.* Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2016:8.

19. Östman m.fl. 2016. *Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in North Atlantic coastal ecosystems.* Journal of Applied Ecology. Early view online.

20. HAVET 2015/2015 *Bottenfauna.*

”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 bakgrundsnivåerna.”

■ Den första övervakningen av miljögifter i svenska havsområden påbörjades under sent 1960-tal och flera mätserier har därefter lagts till. Sedan de första mätningarna har halterna av tidiga miljögifter som de svårnedbrytbara klorerade ämnena PCB och DDT, samt bly, minskat dramatiskt i organismer i den marina miljön[1] tack vare ett framgångsrikt åtgärdsarbete. De minskade halterna av PCB och DDT har bidragit till en betydande återhämtning av bestånden av havsörn och säl[2,3]. Även om vi lyckats minska halterna av de flesta klassiska miljögifter ligger några fortfarande på höga nivåer, till exempel kvicksilver[1]. Dessutom är koncentrationerna av ett antal miljögifter höga i sedimenten[4,5]. Halterna av flera nya främmande ämnen ökar i den marina miljön[1,4,6] och det finns en risk för påverkan på organismer och ekosystemet från både klassiska och nya miljögifter[1,2,3,7,8,9]. Sammantaget visar resultaten från miljöövervakningen att vi ännu är långt från målet om en giftfri miljö.

Dioxiner minskar

Halten av dioxin (TCDD-ekvivalenter) i de fiskätande sillgrisslorna i Egentliga Östersjön har minskat sedan provtagningens början 1969[1,6]. Halterna i strömming är högre i Bottenhavet än i övriga havsbassänger, men minskar för varje år. Trots låga koncentrationer av dioxiner i sill och strömming rekommenderar Livsmedelsverket fortsatt barn och kvinnor i fertil ålder att äta fet fisk från Östersjön högst tre gånger per år[10] eftersom dioxiner och andra miljögifter i fisken har flera negativa hälsoeffekter[1,7].

Kvicksilver över gränsvärdet

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[1,7]. Sedan bly utfasats som tillsats i bensin har halterna i fisk sjunkit till långt under det föreslagna gränsvärdet[1]. Även kadmiumhalterna ligger under gränsvärdet[1]. Kvicksilver, som härstammar från fossila bränslen, elektronikprodukter, gamla utsläpp och naturlig lakning, uppvisar olika mönster i övervakningen. Halterna har minskat i sillgrissleägg, men ökat i torsk från både Östersjön och Västerhavet[1]. Kvicksilverhalten överskrider dessutom det föreslagna gränsvärdet för rovdjur i naturen i de flesta prover längs kusten, men är fortfarande långt under gränsvärdet för mänsklig konsumtion[1,6]. Övervakning av snäckor visar på en minskad påverkan på djuren från organiska tennföreningar i båtbottenfärg, sannolikt som en konsekvens av att användning av tennföreningarna sedan ett antal år förbjudits[8].

Trendbrott hos nya främmande ämnen

Några nya miljögifter har uppmärksammats på senare år på grund av deras utbredda användning samt miljö- och hälsoskadliga egenskaper. Perfluorerade ämnen har ökat påtagligt i strömming och sillgrissleägg sedan 1980-talet. Ämnena kan vara hormonstörande och har visat sig påverka både djurs och människans reproduktion negativt[7]. De perfluorerade ämnena används i flera vardagsprodukter som ytskiktsbehandling och användes tidigare även i brandskum[11]. En positiv nyhet är att vi sedan 2005 sett ett trendbrott med minskade halter av det mycket svårnedbrytbara perfluorerade ämnet PFOS i sillgrissleägg[1,6]. Mindre långlivade men ändå miljöskadliga perfluorerade ämnen fortsätter dock att öka i både sillgrissla och fisk[1].

Halterna av flamskyddsmedel, som bland annat används i textil- och byggmaterial, har under de senaste decennierna ökat markant i vår miljö[1,6]. De kan orsaka nervskador och är hormonstörande[1,7]. Laboratoriestudier tyder på att de halter som uppmäts i naturen kan ge en bred påverkan på ekosystemet[9]. En positiv trend är dock att några tidigare välanvända flamskyddsmedel som nu fasas ut (exempelvis HBCDD) börjat minska i sillgrissleägg, fisk och blåmusslor på flera provtagningslokaler längs den svenska kusten[1,6].

Okända miljögifter och biomarkörer

Tusentals kemikalier sprids till naturen från vårt samhälle och nya tillkommer ständigt, vilket gör det omöjligt att övervaka alla. Biomarkörer används för att visa hälsostatus hos vissa djurgrupper. De kan ge varningssignaler om att okända eller ej övervakade miljöföroreningar, eller komplexa blandningar av föroreningar, påverkar organismer i vattenmiljön. En ökad nivå av flera biomarkörer i kustfisk vid flera stationer längs kusten tyder på att fisken kan vara påverkad av miljögifter[12], men i dagsläget är orsakssambanden inte helt klarlagda. Tarmsår hos sälar kan också vara tecken på ohälsa orsakad av miljögifter[3]. Hos en av våra sälarter, gråsälen, ser vi dock en förbättrad hälsa sedan 2007.

REFERENSER

1. Bignert A, m.fl. 2015. *Övervakning av metaller och organiska miljögifter i marin biota,* 2015. Naturhistoriska riksmuseet, 262 sid.

2. Havet 2015/2016. *Reproduktion hos havsörn.*

3. Havet 2015/2016. *Sälpopulationer och sälhälsa.*

4. Havet 2015/2016. *Miljögifter i sediment.*

5. Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljökvalitet: Kust och hav,* rapport 4914.

6. Havet 2015/2016. *Miljögifter i biota.*

7. Bergman Å m.fl. 2012. *State of the science of endocrine disrupting* chemicals. UNEP och WHO.

8. Havet 2015/2016. *Biologiska effekter av organiska tennföreningar.*

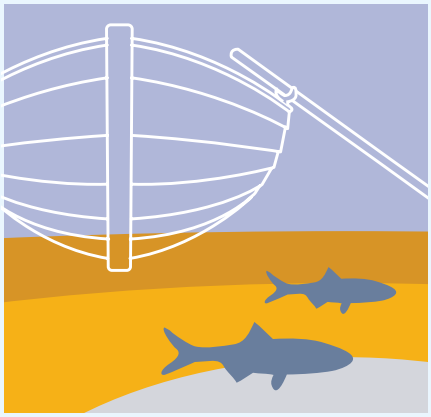
9. Bradshaw C m.fl. 2015. *Hexabromocyclododecane affects benthic-pelagic coupling in an experimental ecosystem.* Environ. Pollut. 206: 306–314.

10. Livsmedelsverkets kostråd *All fisk är inte nyttig.* www.livsmedelsverket.se.

11. Kemikalieinspektionen, www.kemi.se.

12. Havet 2015/2016 *Kustfisk hälsa.*

HAV I BALANS
SAMT LEVANDE KUST OCH SKÄRGÅRD



”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.”

Kust- och havsmiljön påverkas fortfarande negativt av allvarliga störningar som övergödning, miljögifter, överfiske och exploatering, vilket leder till en utarmning av viktiga livsmiljöer, resurser och kulturarv. Havs- och vattenmyndigheten visar i sin utvärdering från 2015 att ingen av de elva preciseringar av miljökvalitetsmålet Hav i balans som regeringen fastställt har uppnåtts och kommer inte heller kunna nås med befintliga och beslutade styrmedel och åtgärder till 2020[1]. Ett arbete som bedöms ha stor betydelse för måluppfyllelsen är genomförandet av åtgärdsprogrammet för havsmiljön och vattenförvaltningens reviderade åtgärdsprogram, vilka båda påbörjas under 2016. Havs- och vattenmyndigheten gör dock bedömningen att dessa åtgärder i sig inte är tillräckliga, utan att det behövs ytterligare arbete för att nå miljökvalitetsmålet. Exempel på detta är havsplanering och en gemensam fiskeripolitik inom EU.

Långt kvar till god status

Vattenmyndigheternas senaste statusklassning från 2015 visar att 83 procent av kustvattenförekomsterna inte uppnår god ekologisk status och att ingen kustvattenförekomst uppnår god kemisk status i ytvattnet[2]. En hög bakgrundshalt av kvicksilver är en huvudorsak till att ingen kustvattenförekomst uppnår god kemisk status.

Utvärdering av ekosystemtjänster

Havet bidrar med många viktiga ekosystemtjänster och för att uppnå miljökvalitetsmålet krävs god kunskap om dessa. Forskare vid svenska myndigheter bedömde under 2015 statusen för ekosystemtjänster från svenska hav, samt utvärderade sambanden med mänsklig påverkan[3]. Ekosystemtjänster som bedömdes ha dålig status var upprätthållande av livsmiljöer, näringsvävar och livsmedelsförsörjning samt tillhandahållande av råvaror. Ekosystemtjänster som bedömdes ha god status var till exempel energiförsörjning och tillhandahållande av genetiska resurser. Bottniska viken har generellt en något bättre status avseende ekosystemtjänster än övriga havsområden, vilket beror på en mindre mänsklig påverkan på havsmiljön där.

Foto: Imphoto/Shutterstock

Bättre förvaltning av kustnära miljöer

Grunda kustnära miljöer har ett högt ekologiskt värde. En kombination av hög närsaltsbelastning, förlust av stora rovfiskar och lokalt högt exploateringstryck[4,5] påverkar dessa miljöer negativt, vilket kan få långtgående effekter på kustens ekosystem och ekosystemtjänster[3]. Baserat på vattenvegetationens artsammansättning har forskare bedömt att miljötillståndet endast var tillfredställande i strax under hälften av cirka 350 undersökta vikar längs ostkusten[6]. I Bohuslän visar studier att nya förluster av ålgräsängar skett, vilket bland annat resulterat i försämrad vattenkvalitet lokalt, då ålgräset inte längre stabiliserar sedimentet[7]. För att komma till rätta med dessa problem kommer det att krävas flera olika åtgärder som både reducerar näringsbelastningen till kusten och fisketrycket på kustnära rovfiskar. Därutöver behövs ökat områdesskydd och restaurering av viktiga marina miljöer i grunda kustområden[4,7]. Det kommer sannolikt också behövas ett starkare lagskydd för marina biotoper och en bättre planering av olika verksamheter i kusten[7,8].

REFERENSER

1. Havs- och vattenmyndigheten 2015. *Fördjupad utvärdering av de 16 miljökvalitetsmålen*.

2. www.viss.lansstyrelsen.se.

3. Bryhn A, Lindegarth M, Bergström L, Bergström U. 2015. *Ekosystemtjänster från svenska hav. Status och påverkansfaktorer*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:12.

4. Sundblad G, Bergström U. 2014. *Shoreline development and degradation of coastal fish reproduction habitats.* Ambio 43:1020-1028.

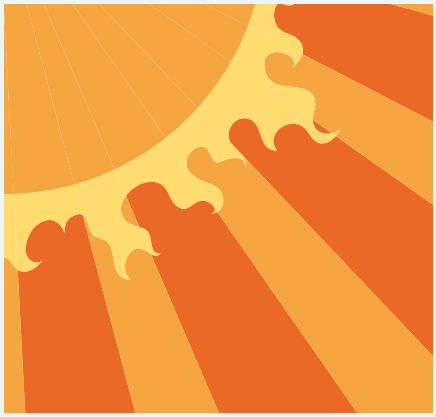
5. Moksnes P.-O, Belgrano A, Bergström U, Casini M, Gårdmark A, Hjelm J, Karlsson A, Nilsson J, Olsson J & Svedäng H. 2011. *Överfiske – en miljöfarlig aktivitet: Orsaker till fiskbeståndens utarmning och dess konsekvenser i svenska hav.* Rapport 2011:4. Havsmiljöinstitutet.

6. Berger R, S Fredriksson S (Ed.). 2015. *Skydda och vårda våra viktiga vikar.* Länsstyrelsen i Kalmar län.

7. Moksnes P-O, Gipperth L, Eriander L, Laas K, Cole S, Infantes E. 2016. Ekologisk restaurering och kompensation av ålgräs i Sverige - Ekologisk, juridisk och ekonomisk bakgrund. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:8, ISBN 978-91-87967-16-0

8. Sundblad G, Bergström U, Hansen J. 2014. *Värdefulla vikar behöver bättre skydd.* Svealands kustvattenvårdsförbund. Årsrapport 2014.

BEGRÄNSAD KLIMATPÅVERKAN



”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.”

De svenska insatserna för att bidra till att uppfylla miljömålet begränsad klimatpåverkan bedöms otillräckliga med dagens beslutade åtgärder och styrmedel[1]. Detta miljömål är också beroende av internationell samverkan för att kunna uppfyllas. Även om många åtgärder görs nationellt och internationellt för att minska utsläppen av växthusgaser pekar bedömningar på att lufttemperaturen i regionen kring Sverige kommer att öka under innevarande sekel. Hur stor denna ökning blir beror på framgången i det globala arbetet med att minska utsläppen av växthusgaser, men även på den naturliga klimatvariationen[1]. Förändringar i temperatur, nederbörd och klimatrelaterad försurning till följd av att mer koldioxid löser sig i haven, kan sammantaget få komplexa och svåröverskådliga effekter på havsekosystemet[2]. Uppvärmningen leder också till en höjning av världshavens yta, med regionala variationer. I Östersjöregionen bedöms en höjning på runt 0,5-0,6 meter till detta sekels slut vara realistisk. Höjningen av havsnivån motverkas av landhöjningen, särskilt i norr, där nettot fortfarande kan bli negativt[3]. Havsnivåförändringarna medför fysiska förändringar i våg- och erosionsmönster som kan ha många olika effekter på kustekosystemen.

Varmare och mindre salt

De senaste 25 åren kännetecknas av högre lufttemperaturer jämfört med föregående period[4] och vattnet har blivit något varmare sedan början av 1990-talet, med undantag för Bottniska viken[5]. Det finns också tecken som tyder på att Östersjön förändrats under senaste 30-årsperioden mot en tidigare start av sommarsäsongen och längre produktiv säsong[6]. Isutbredningen har minskat i Östersjöområdet sedan början av 1900-talet[4] och var under vintern 2014/2015 rekordlåg[7]. En kraftigt minskande tillgång på is kan på sikt hota populationerna av vikaresäl, som är beroende av is för framgångsrik fortplantning. Salthalten i Egentliga Östersjöns och Bottniska vikens ytvatten har minskat sedan 1970-talet[5], vilket relaterar till förändringar i vattenbalansen som i sin tur påverkas av nederbördens mängd och mönster samt omfattningen av saltvatteninflöden från Västerhavet.

Följder av förändrad nederbörd

Modellberäkningar förutsäger, med viss osäkerhet, att nederbörden kommer att öka under detta sekel. Därmed förväntas älvtillrinningen öka, vilket kan orsaka minskad salthalt i hela Östersjön och delar av Västerhavet. Ökad tillrinning bedöms också öka transporten av näringsämnen och lösta organiska ämnen till havet[8]. Men de olika havsområdena påverkas troligen olika av detta, delvis på grund av naturliga skillnader mellan dem. I Egentliga Östersjön förväntas den växtplanktonbaserade delen av det fria vattnets produktion öka och riskerar att orsaka mer övergödning samt syrebrist vid bottnarna. I Bottniska viken, vars älvar avvattnar stora skogs- och myrmarker, ökar tillförseln av löst organiskt material vilket snarare gynnar den bakeriebaserade delen av produktionen. Detta i kombination med högre temperatur kan leda till lägre syrehalter. I bägge fallen förväntas många följdeffekter i näringsvävarna, men av olika slag. Ökat flöde av löst organiskt material från land via floder förväntas även att öka tillförseln av miljögifter, vilka lätt binder till organiskt material[8].

Ändrad utbredning hos organismer

Klimatprognoser har också använts för att bedöma hur den marina biodiversiteten kan komma att förändras i världens havsområden fram till år 2100 vid olika klimatscenarier. Arters utbredningsområden kan förskjutas som följd av ändrad temperatur eller salthalt. En del arter klarar kanske inte förändringarna utan slås ut, medan andra anpassar sig[9]. Ett exempel på en pågående och troligen temperturrelaterad förändring är ökningen av några sydliga fiskarter som ansjovis, sardin och taggmakrill i Västerhavet och södra Östersjön, som har setts under de senaste decennierna[10]. De framtida effekterna som ett förändrat klimat kommer att ha på biodiversiteten beror emellertid av många faktorer och är svåra att förutsäga, särskilt för Östersjön[2].

REFERENSER

1. Naturvårdsverket. 2015. *Mål i sikte - Analys och bedömning av de 16 miljökvalitetsmålen i fördjupad utvärdering, volym 1.* NV Rapport 6662.

2. Viitasalo M, m.fl. 2015. *Environmental Impacts – Marine Ecosystems.* I *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.* The BACC II Author Team (Ed.). p. 363-380.

3. Grinsted A. 2015. *Projected change – Sea level.* I *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.* The BACC II Author Team (Ed.). p. 253-263. Springer, London.

4. Havet 2015/2016. *Meteorologi och hydrologi.*

5. Havet 2015/2016. *Oceanografi.*

6. Kahru M, m.fl. 2015. *Changing seasonality of the Baltic Sea.* Biogeosciences Discuss. 12: 18855–18882.

7. Havet 2015/2016. *Meteorologi, hydrologi och havsis – fördjupningsartikel.*

8. Andersson A, m.fl. 2015. *Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management.* Ambio 44, Suppl. 3: 345-356.

9. Molinos JG m.fl. 2015. *Climate velocity and the future global redistribution of marine biodiversity.* Nature climate change. Letters. Advance online publication. August 31th 2015.

10. Montero-Serra I m.fl. 2015. *Warming shelf seas drive the subtropicalization of European pelagic fish communities.* Global Change Biology 21: 144–153.

Bättre användning och analys **av marin miljödata**

PER-OLAV MOKSNES & ANDERS GRIMVALL, HAVSMILJÖINSTITUTET

Den marina miljöövervakningen i Sverige genererar stora mängder data och det finns många olika beställare och utförare av miljöövervakning. Detta ställer stora krav på samordning och standardisering av såväl insamling som tillhandahållande och analys av data. Havsmiljöinstitutet föreslår att en nationell, samordnad analys utförs på huvuddelen av de havsmiljödata som rapporteras in till nationella datavärdar. En sådan samordnad analys skulle göra dataanalyserna mer transparenta samt underlätta kvalitetssäkring och regelbundna uppdateringar av analyserna.

■ Den nationella marina miljöövervakningen sker i både kust- och utsjövatten och samordnas av Havs- och vattenmyndigheten som också ansvarar för analyser och bedömningar av miljöstatus enligt havsmiljödirektivet. Den regionala övervakningen av kustvatten samordnas av länsstyrelserna, och vattenmyndigheterna ansvarar för analyser och bedömningar av miljötillståndet enligt vattendirektivet. Sammanlagt är det varje år närmare en halv miljon mätvärden som rapporteras in till de nationella datavärdarna för marin miljödata. Dessutom bedrivs en omfattande miljöövervakning inom så kallade recipientkontrollprogram där miljöförhållandena i påverkade områden övervakas. Denna verksamhet styrs av miljöbalken.

Tillgängligheten kan förbättras

Införandet av nationella värdar för miljödata och förbättrad inrapportering av regionala data har ökat tillgängligheten av data under senare år. Dessa nationella databaser används dock fortfarande i relativt liten utsträckning vid miljöanalyser och av forskningen. Många anser att databaserna är svåra att använda och att inrapporteringen av data fortfarande släpar efter alltför mycket. Inom Havsmiljöinstitutet utvecklas nu i samverkan med Havs- och vattenmyndigheten och SMHI en skriptba-

Flera hundra tusen mätvärden rapporteras årligen in till de nationella datavärdarna för marin miljödata. Havet undersöks på en mängd olika sätt och det är viktigt att resultaten tas tillvara.

Foto: BMJ/Shutterstock

MILJÖVARIABLER SOM INDIKERAR ÖVERGÖDNING I VATTENMASSAN

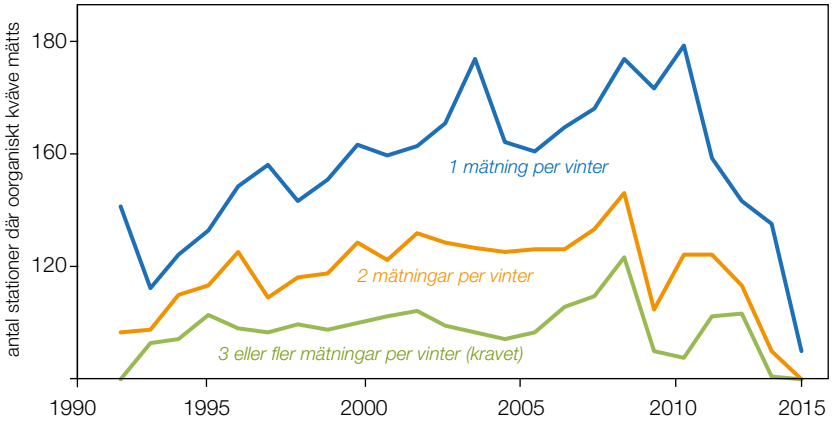
Havsregion/kustvattentyp	Status (2011-2014)							Trend (1992-2014)						
	DIN	Tot N	DIP	Tot P	Chl-a	BioV	Sikt	DIN	Tot N	DIP	Tot P	Chl-a	BioV	Sikt
Skagerrak utsjö	119	131	131	130	120	7	16	-	--			---	-	
Skagerrak kust	499	501	502	501	951	88	332	-	--			-		++
Västkustens inre kustvatten (1n)	147	147	147	147	246	3	84	-	---					+
Västkustens fjordar (2)	257	259	260	259	584	60	206	--	--			--		++
Väskustens yttre kustvatten, Skagerrak (3)	95	95	95	95	121	25	42							
Kattegatt utsjö	150	164	167	163	144	31	33	-	-			--		
Kattegatt kust	239	466	466	461	448	48	168	-	-		++	-		
Västkustens inre kustvatten (1s)	56	107	107	107	99	17	42	-	-		++	-		
Väskustens yttre kustvatten, Kattegat (4)	56	125	125	125	103	14	44	-	-		++	-		
S Hallands och norra Öresunds kustvatten (5)	25	129	129	128	159	17	58		-		++			
Öresunds kustvatten (6)	102	105	105	101	87	0	24			+	+			
Göta älvs och Nordre älvs estuarie (25)	0	0	0	0	0	0	0							
Södra Egentliga Östersjön utsjö	74	76	77	76	75	2	26	-	--	+				
Arkonahavets och S Öresunds utsjöv	18	18	18	18	27	2	12			+	++			
Bornholmshavets och Hanöbuktens utsjöv	56	58	59	58	48	0	14	--	---					
Södra Egentliga Östersjön kust	320	322	323	323	739	10	247	-						
7. Skånes kustvatten (7)	80	80	80	80	108	2	39	-	-					
8. Blekinge skärgård och Kalmarsund inre kv (8)	176	175	176	176	459	0	153	-				+		
9. Blekinge skärgård och Kalmarsund yttre kv (9)	64	67	67	67	172	8	55	-						
Norra Egentliga Östersjön utsjö	135	139	144	142	196	20	38	-			+		+++	-
V Gotlandshavets utsjövatten	75	74	78	76	127	20	31	-		+	+		+++	
Ö Gotlandshavets utsjövatten	36	38	39	39	36	0	5	-						
N Gotlandshavets utsjövatten	24	27	27	27	33	0	2			+	+			--
Ålands havs utsjövatten	0	0	0	0	0	0	0							
Norra Egentliga Östersjön kust	158	158	158	178	1034	36	423	--	--				+++	
Ölands och Gotlands kustvatten (10)	16	16	16	16	0	0	0							
Gotlands nordvästra kustvatten (11)	4	4	4	4	0	0	0							
Östergötlands & Stockholms skärdg mkv (12s)	75	75	75	76	294	9	86	---	-					
Östergötlands & Stockholms skärdg mkv (12n)	9	9	9	28	554		277	-	--	+	+			
Östergötlands inre kustvatten (13)	24	24	24	24	73	6	21	-						
Östergötlands yttre kustvatten (14)	30	30	30	30	77	21	21	--				++	+++	
Stockholms skärgård, yttre kustvatten (15)	0	0	0	0	36	0	18							
Stockholms inre skärgård och Halsfjärden (24)	0	0	0	0	0	0	0							
Bottenhavet utsjö	126	154	150	155	20	10	4			+++	++	+	+	--
Bottenhavets utsjövatten	117	143	138	143	20	10	4			+++	++	+	+	
N Kvarkens utsjövatten	9	11	12	12	0	0	0			+	+++			--
Bottenhavet kust	241	253	253	253	713	129	416				+	+		
Södra Bottenhavet, inre kustvatten (16)	34	43	43	43	247	7	147		-		+			
Södra Bottenhavet, yttre kustvatten (17)	6	6	6	6	26	0	26							
Norra Bottenhavet, Höga kusten inre kv (18)	106	106	106	106	284	85	148			+	+			
Norra Bottenhavet, Höga kusten yttre kv (19)	24	24	24	24	47	1	17							
N Kvarkens inre kustvatten (20)	69	72	72	72	91	36	73					++		-
N Kvarkens yttre kustvatten (21)	2	2	2	2	18	0	5							
Bottenvikens utsjö	81	101	96	101	20	10	6	--			+		++	
Bottenvikens kust	42	42	42	54	143	48	135						+	
Norra Bottenviken, inre kustvatten (22)	42	42	42	54	140	48	132						+	
Norra Bottenviken, yttre kustvatten (23)	0	0	0	0	3	0	3							
	2184	2507	2509	2537	4603	439	1844							

Sammanställning av statusklassningar och tidstrender av sju miljövariabler för vattentyper (mindre typsnitt) och havsregioner (större typsnitt) i svenska kust- och utsjöområden. Resultaten är baserade på data från både nationella och regionala miljöövervakningsprogram som fanns tillgängliga hos datavärden (SMHI) i december 2015. Data för 2015 saknas, då utförare normalt rapporterar in först på våren nästföljande år.

Statusklassningen har utförts för perioden 2011–2014 enligt vattendirektivets bedömningsgrunder. För utsjöområden har klassgränser från närmast liggande vattentyp använts. Eftersom mycket få stationer uppfyllde kraven i bedömningsgrunderna, som bl.a. innebär att data ska finnas från tre olika månader under tre år för analysperioden, har alla stationer med minst en observation under perioden 2011–2014 inkluderats. Även om detta medför att stationer med dålig tidsreplikering har inkluderats, har den rumsliga replikeringen och det totala dataunderlaget ökat 10 till 100 gånger med detta förfarande. Statusklassningarna har först beräknas för vattenförekomster, och därefter aggregerats till vattentypsområden och sedan till havsregioner. Siffrorna anger antalet observationer som statusklassningen är baserad på inom tidsperioden.

Tidstrendsanalyser har utförts på variabelvärden för perioden 1992–2014 med icke-parametriska Mann-Kendall-tester. Endast vattenförekomster med data från minst tio år har inkluderats i analysen (områden där ingen analys har utförts är markerade med grå färg). Vita rutor indikerar att ingen signifikant trend fanns. Färgade rutor indikerar statistiskt signifikanta trender där tecknen anger om trenden är ökande (+) eller minskande (-), och där blå toner indikerar en trend som är bra för miljön och röda toner indikerar en trend som är dålig för miljön. Starkare färger (och fler tecken) indikerar högre signifikans (+ = <0.05, ++ = <0.01, +++ = <0.001). Resultaten i tabellen kan skilja sig från de som redovisas på de gröna sidorna i rapporten då underlag och analysmetod skiljer sig.

KRAVET PÅ MINST TRE MÄTNINGAR UNDER VINTERPERIODEN



← En genomgång av dataunderlaget för närsalter och växtplankton som återfinns hos datavärden SMHI visar att endast en minoritet av nationella och regionala provtagningsstationer uppfyller alla krav i bedömningsgrunderna enligt vattendirektivet. Figuren visar provtagningsstationer inom svenskt territorialvatten som mätt vintervärden av löst oorganiskt kväve (summan av nitrat, nitrit och ammonium) minst 1-3 gånger per vinter under perioden 1992-2015, som uppfyller övriga krav på underlagsdata och som fanns att ladda ned från SMHI:s databas i juni 2015. Bedömningsgrunden kräver tre mätningar per vinterperiod.

serad analys av såväl nationella som regionala data. Den har redan gett flera exempel på hur data kan göras tillgängliga i en mer användbar form. Antalet uppenbara fel i materialet kan reduceras kraftigt. Användare kan få tillgång till såväl rådata som förädlade data i form av indikatorer och olika statistiska sammanfattningar.

Dataanalyserna kan kvalitetssäkras

Provtagning sker långtifrån alltid enligt fastställda bedömningsgrunder. Till exempel händer det ofta att prover inte tas så ofta som föreskrivs eller inte på rätt djup. En genomgång av dataunderlaget för närsalter och växtplankton hos datavärden SMHI visade att det faktiskt bara är en minoritet av den nationella och regionala provtagningen som uppfyller alla krav i bedömningsgrunderna. Eftersom det saknas klara instruktioner för hur dessa situationer ska hanteras är risken stor att olika utförare och myndigheter gör på olika sätt. En nationellt samordnad analys skulle bidra till mer transparenta och kvalitetssäkrade analyser där analyserna utförs på ett enhetligt sätt. Därmed skulle även jämförelser av regioner och tidsperioder bli mer tillförlitliga. Ur juridisk synvinkel är det viktigt att såväl dataunderlag som resultat av dataanalyserna för statusklassning blir väl dokumenterade.

Samordnade analyser vanligt i andra länder

I de flesta länder sker analyser av miljödata centralt via nationella databaser där en myndighet ansvarar för alla analyser och för att kvalitetssäkra data och analysmetoder. I exempelvis Danmark ingår all marin miljöövervakning i det nationella övervakningsprogrammet för vattenmiljö och natur. Alla miljödata rapporteras löpande till nationella databaser där danska Naturstyrelsen utför alla analyser och tillståndsklassificeringar för bland annat vattendirektivet.

Effektivare dataanalyser och fler användare

En samordnad analys kan med fördel bygga på skriptbaserade beräkningar. Eftersom den marina miljöövervakningen varje år producerar hundratusentals mätvärden är det lätt att inse att en sådan arbetsmetod skulle spara mycket tid och göra det lättare att hålla dataanalyserna aktuella. Den skulle också underlätta olika typer av sammanvägda analyser för bland annat havsmiljödirektivet.

En väl fungerande och lättanvänd databas där data rapporteras in utan fördröjning skulle också öka tillgängligheten och användningen av miljödata för forskningssyften. Detta skulle i sin tur kunna öka kunskapen om ekosystemen och öka möjligheten att upptäcka miljöproblem och sätta in rätt åtgärder. En ökad användning skulle också öka möjligheterna att upptäcka och korrigera felaktigheter och brister i både provtagning och i databasen.

Viktigt att bevara lokal kunskap

Nationellt samordnade, skriptbaserade analyser har många fördelar men löser inte alla problem. Om analysen sker långt från de utförare som samlat in och analyserat proverna finns risk att viktig lokal kunskap om förhållandena vid provtagningen går förlorad. Vid centralt organiserade analyser är det därför viktigt att organisera en effektiv återkoppling till lokala utförare. En central analys ger heller inte fördelar för alla typer av övervakningsprogram. Det är i första hand för miljövariabler som samlas in av många olika utförare i större delen av landet som en centralt organiserad analys är att föredra. Mindre program som kanske endast finns i en region och som hanteras av en eller ett fåtal experter analyseras troligen bäst av dessa även i fortsättningen.

Exempel från den fria vattenmassan

Skriptbaserade trendanalyser och statusklassningar utgör en del av underlaget för den beskrivning av miljötillståndet i svenska hav som presenteras i denna rapport. I tabellen på sidan 14 visas resultat för

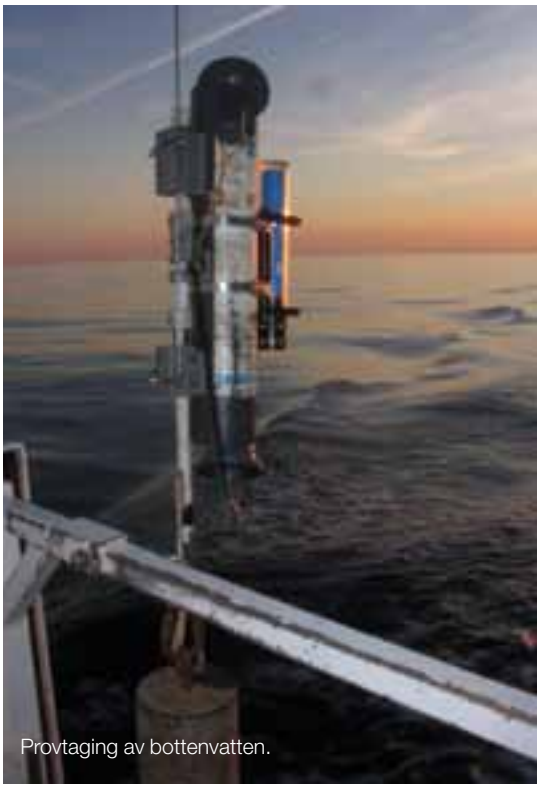


Foto: SMHI

Provtaging av bottenvatten.

miljövariabler som mäts i fria vattenmassan och data som hämtats från SMHI:s databas 2015. Närmare bestämt visar tabellen resultat från statusklassningar och trendanalyser för alla vattentyper och sex havsregioner från Skagerrak till Bottenviken som delats upp i kust- och utsjöområden. Statusklassningarna har utförts på ett standardiserat sätt för alla variabler enligt vattendirektivets bedömningsgrunder, där status först beräknats för vattenförekomster, och därefter aggregerats till vattentyper och havsregioner (se tabelltext för metodbeskrivningar).

Denna typ av samlad analys kan ge en överblick över hur underlag, status och tidstrender för olika miljövariabler varierar mellan olika havsområden, samt om de ger en enhetlig bild av miljösituationen. I detta exempel kan man bland annat se hur status för många variabler försämras när man rör sig från Västerhavet in i Östersjön, samt hur många variabler samstämmigt tyder på försämrad vattenkvalitet i Bottenhavets utsjöområde.

Strategi för hantering av miljödata

Idag pågår flera olika initiativ hos svenska myndigheter för att förbättra bedömningsgrunderna för statusklassning och öka inrapportering och tillgänglighet av data hos svenska datavärdar. Till exempel tog Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelserna 2015 fram en myndighetsgemensam strategi för hantering av miljödata, med mål att just öka tillgängligheten och användningen. En nationell, samordnad analys baserad på löpande inrapportering till nationella datavärdar kan vara ett sätt att förbättra användningen av data och kvaliteten på dataanalyserna.

Användbart för webbaserad presentation

Med fungerande databaser och skriptbaserade analyser ges möjlighet att regelbundet generera stora mängder resultat som skulle kunna användas för framtida webbaserade presentationer av svensk marin miljöövervakning. Idag pågår ett arbete med att undersöka möjligheterna att ta fram en digital presentation av Havetrapporten, som ett komplement till den tryckta rapporten. En presentation av havsmiljöns tillstånd på webben har många fördelar, bland annat att den inte är utrymmesbegränsad. Det innebär att tillståndet baserat på stora mängder data kan presenteras på ett hanterbart sätt.

LÄS MER

Moksnes P-O, Elam J, Grimvall A. 2015. *Samlad analys av regionala och nationella havmiljödata.* Havsmiljöinstitutet, Rapport 2015:2

Naturstyrelsen 2011. Det Nationale Overvågningsprogram for Vand og Natur. NOVANA 2011-2015. Programbeskrivelse. Miljøministeriet. Danmark. www.naturstyrelsen.dk

Naturvårdsverket. Strategi för miljödatahantering. http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Oppna-data/Strategi-for-miljodatahantering/#

Foto: Marie Svärd

← Provtagning av vattenmassan görs året om. Här undersöks primärproduktion i Gullmarsfjorden.

PERSPEKTIV PÅ HAVSMILJÖN

Insatser för att skydda värdefulla marina miljöer
Att kartlägga mikroplastens obevekliga spridning
Klimatförändringar kan leda till mindre fisk i havet
Fler kan bidra mer än de vet till minskad övergödning
Miljöförändringar och fiske påverkar näringsväven

Foto: Mikael Sundberg/Shutterstock

Insatser för att skydda **värdefulla marina miljöer**

ELIN RENBORG, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN

För att den biologiska mångfalden i haven ska kunna bevaras behöver värdefulla marina livsmiljöer skyddas, antingen som nationalparker, naturreservat eller Natura 2000-områden. Idag finns höga mål och stora förväntningar på det marina skyddsarbetet, något som återspeglas såväl i det internationella som i det nationella miljömålsarbetet. Just nu görs flera insatser för att stärka skyddet av marina områden i Sverige.

■ Människan utsätter kust- och havsområden för stora påfrestningar genom bland annat exploatering, överfiske, övergödning, utsläpp av miljögifter och klimatförändringar. Exploatering och förändringar i de marina ekosystemen har bidragit till att viktiga livsmiljöer gått förlorade. Vissa arter riskerar att helt försvinna och sammansättningen av arter har förändrats.

År 2010 antog världens länder en strategisk plan för biologisk mångfald. Ett av delmålen är att tio procent av världens kust- och havsområden, särskilt de som är viktiga för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, ska vara skyddade till år 2020. Ett motsvarande etappmål har också antagits inom det nationella miljömålsarbetet. Idag pågår ett intensivt arbete med att utvärdera och stärka skyddet av marina områden i Sverige, ett arbete som behöver intensifieras ytterligare om etappmålet ska nås.

Ögonkorall, *Lophelia pertusa*, finns på 85 meters djup vid Säcken i Kosterhavets nationalpark.

Foto: Tomas Lundälv och Lisbeth Jonsson

FAKTA

Nationalpark: Nationalparken är den starkaste skyddsformen och syftet är att bevara ett större sammanhängande område av viss landskapstyp i dess naturliga tillstånd eller i väsentligt oförändrat skick. Beslut om att bilda nationalparker tas av riksdagen efter förslag av regering och marken ägs av staten. I Sverige finns i dagsläget endast en marin nationalpark, Kosterhavet, som förvaltas av Kosterhavsdelegationen.

Naturreservat: Ett naturreservat bildas bland annat med syftet att bevara biologisk mångfald, för att vårda och bevara värdefulla naturmiljöer och för att tillgodose behovet av områden för friluftslivet. Naturreservat är den vanligaste skyddsformen och det är kommun eller länsstyrelse som beslutar om naturreservat och ansvarar för förvaltningen av dem.

Natura 2000: Natura 2000 är ett nätverk av värdefulla naturområden inom EU. Syftet är att värna om de arter och livsmiljöer som är av gemensamt intresse för EU-länderna. Natura 2000-områden föreslås och förvaltas av länsstyrelsen och beslutas av regeringen.

Geografisk utbredning av marina nationalparker, marina naturreservat samt Natura 2000-områden med marina habitat.

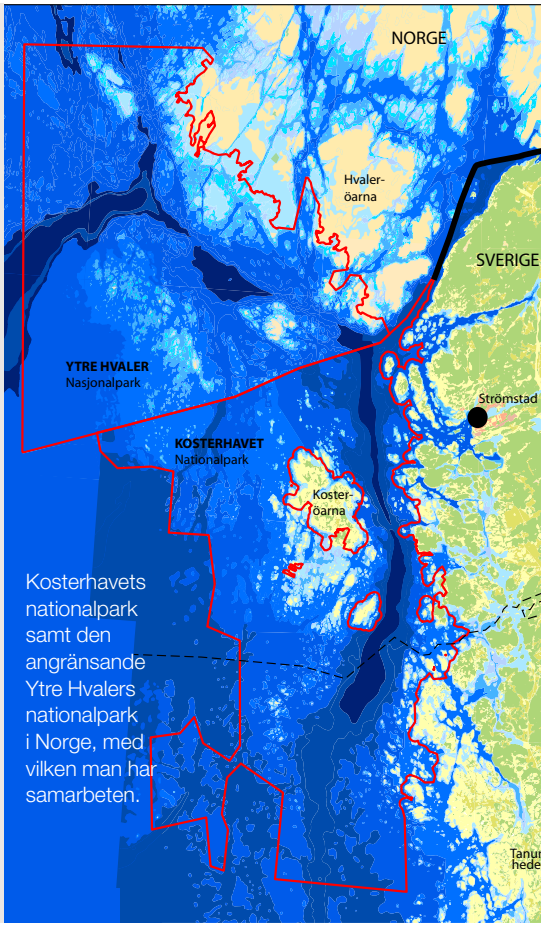
Skydd som behövs

Nätverk av skyddade områden är ett verktyg för att bevara värdefulla livsmiljöers fysiska struktur och biologiska mångfald och på så vis säkra viktiga ekosystemfunktioner för framtiden. Skydd av marina områden gör det möjligt att reglera fysisk exploatering, fiske och andra former av användning som bedöms kunna påverka havsmiljöns naturvärden. Dagens skyddsarbete ska utgå från den så kallade ekosystemansatsen, vilket bland annat innebär att det ska främja ett hållbart nyttjande av ekosystemens produkter och tjänster. Skyddade områden bidrar även till att öka kunskapen om marina miljöer. Naturreservat och nationalparker ger också möjlighet att föra ut information om marina naturvärden till allmänheten och skapar förutsättningar för ett rikt friluftsliv.

Foto: Lars-Ove Loo

KOSTERHAVETS NATIONALPARK

Kosterhavet är ett av Sveriges mest artrika havsområde och sedan 2009 finns här landets första marina nationalpark. Nationalparken täcker en yta på nästan 400 kvadratkilometer där 98 procent utgörs av marina miljöer. Förvaltningen av nationalparken bygger på en så kallad adaptiv förvaltningsmodell med stort lokalt inflytande. Adaptiv förvaltning innebär att skydds- och förvaltningsåtgärder justeras om bevarandemålen inte uppnås. Fördelen med denna struktur är bland annat att förvaltningsarbetet kan anpassas i takt med att ny kunskap tillkommer. Under 2015 har nya regler för räktrålfiske införts i området och antalet trålskyddade zoner har utökats. De nya reglerna innebär bland annat att fiskare måste ha speciellt tillstånd för att få tråla i området och samtliga som ansökt om tillstånd har fått medverka vid en introduktionskurs om områdets naturvärden.



Kosterhavets nationalpark samt den angränsande Ytre Hvalers nationalpark i Norge, med vilken man har samarbeten.

Djup hårdbottenmiljö vid Bratten.

Foto: Tomas Lundälv

BRATTEN

I Natura 2000-området Bratten, som ligger i svensk ekonomisk zon i Skagerrak, finns bland annat branta, djupa hårdbottnar med hornkoraller och många andra sällsynta arter. Det är samtidigt ett viktigt fiskeområde för svenska och danska, och i mindre utsträckning även norska, kustfiskare. Länsstyrelsen i Västra Götaland har tagit fram ett förslag till reglering av fisket i området som bland annat inbegriper permanent fiskefria zoner. I projektet, som ledde fram till förslaget, har myndigheter, forskningsinstitutioner och fiskare från Sverige, Norge och Danmark varit delaktiga. Eftersom området ligger i ekonomisk zon är regleringen av yrkesfisket en fråga för den gemensamma fiskeripolitiken inom EU. Nu pågår ett arbete på Havs- och vattenmyndigheten för att ta fram en gemensam rekommendation tillsammans med berörda medlemsländer, Danmark och Tyskland, kring de nödvändiga åtgärderna som riktar sig till fisket. Arbetet beräknas bli klart under våren 2016.

Dagens marina områdesskydd

Det svenska arbetet med marint områdesskydd har intensifierats under 2000-talet. Stora insatser för att förstärka skyddet i marin miljö har resulterat i fler skyddade områden och ökade kunskaper om marina naturvärden. Att bilda nya skyddsområden är dock både resurs- och tidskrävande och mycket arbete kvarstår. Idag finns drygt 300 marina skyddade områden i Sverige till med en yta om 10332 km^2, vilket motsvarar 6,6 procent av Sveriges kust- och havsområden.

Ett av de tydligaste exemplen på ett ökat fokus på marint områdesskydd är Sveriges första marina nationalpark, Kosterhavet, som invigdes 2009. I enlighet med Naturvårsverkets nationalparksplan är två ytterligare marina nationalparker, Gotska sandön samt Nämdöskärgården, prioriterade i arbetet fram till år 2020.

Representativt nätverk av områden

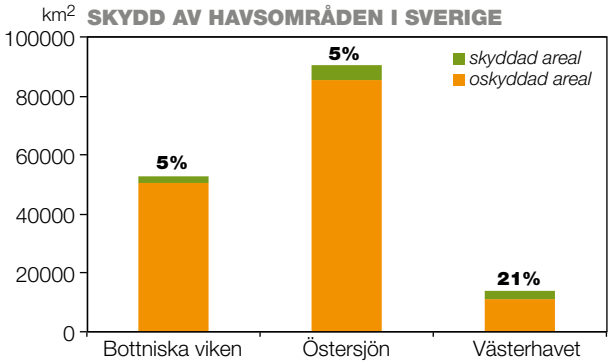
I det svenska etappmålet om skydd till 2020 ingår även att nätverket av skyddade områden ska vara ekologiskt representativt. Detta gäller såväl naturtyper som geografiska aspekter, vilket bland annat innebär att områdena ska spegla olika marina livsmiljöer och vara fördelade över landets olika havsområden.

I januari 2016 presenterade Havs- och vattenmyndigheten en fördjupad analys av det nationella nätverket av marina skyddade områden. Några viktiga punkter för det framtida arbetet är:

- En fördjupad analys av nätverket av marina skyddade områden kräver mer kunskap, både kring naturtypernas och arternas utbredning i havet, men även av de mål för olika arters bevarande som fastställts för de skyddade områdena.
- Andelen skyddade marina miljöer skiljer sig åt mellan havsområden, Västerhavet har störst andel skydd med drygt 20 procent. Bottniska viken och Östersjön har ungefär 5 procents skydd.
- Grunda miljöer är i högre grad skyddade än djupa miljöer.

Samband och spridningsvägar i nätverket

För att ett nätverk av skyddade områden ska ge ett funktionellt skydd är det



Skyddad och oskyddad havsareal för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Procentsatsen ovanför respektive stapel anger andel skyddad areal (december 2015).

viktigt att ta hänsyn till konnektiviteten mellan områden. Det innebär bland annat att nätverket bör vara utformat så att det underlättar möjligheten för skyddsvärda arter att sprida sig mellan nätverkets olika delar. De flesta marina organismer har pelagiska larver eller sporer men kunskapen om deras spridningsmönster är begränsad. Havsmiljöinstitutet har på uppdrag från Havs- och vattenmyndigheten utfört en studie för att identifiera nya potentiella områden i Skagerrak, Kattegatt och Öresund som skulle kunna stärka utbytet av larver i Västerhavets skyddade områden. Studien som baseras på modellering av larvspridning är genomförd av forskare från Göteborgs universitet och Chalmers tekniska högskola. Resultaten indikerar att larvutbytet hos bottenlevande organismer skulle kunna öka kraftigt med ett relativt litet komplement av nya skyddade områden.

Bättre reglering av fisket

Fiske kan påverka marina ekosystem både direkt genom påverkan på bottenhabitat samt bifångster, eller indirekt genom förändrade ekosystemfunktioner på grund av färre rovfiskar. Regleringen av fisket är därför ett centralt verktyg i arbetet med marina skyddade områden. Arbetet med fiskereglering i marina skyddade områden har intensifierats under senare år.

Under 2014 gjorde Havs- och vattenmyndigheten med stöd från länsstyrelserna i kustlänen en sammanställning av områden där man bedömer att fisket utgör ett hot mot värdefulla arter och miljöer. I arbetet bedömdes 30 områden vara i behov av en ökad reglering av fisket. Underlaget som sammanställts ska ses som ett första steg. Antalet prioriterade områden kan komma att ändras när ny kunskap tillkommer. Majoriteten av de prioriterade områdena ligger innanför trålgränsen och idag pågår arbete med att införa eller ändra regleringar av fisket här. Ungefär en tredjedel av områdena ligger utanför trålgränsen och där krävs ett omfattande samordningsarbete med andra EU-länder som har fiskeintressen i de berörda vattnen.

Uppföljning

För att kunna bedöma hur effektivt skyddet av ett marint område är och om det förvaltas på rätt sätt krävs en regelbunden uppföljning av statusen hos dess skyddsvärden. Under 2015 har Havs- och vattenmyndigheten påbörjat en kartläggning över hur uppföljningen av de skyddade vattenområdena fungerat. Arbetet genomförs med stöd från länsstyrelserna som har ansvaret för detta arbete. Resultatet bildar underlag för den kommande nationella handlingsplanen för marint områdesskydd. Uppföljningsarbetet i marina skyddade områden är idag mycket begränsat, det kräver resurser och har hittills inte prioriterats i skyddsarbetet. För att nätverket av marina skyddade områden ska fungera väl behöver arbetet inom detta område stärkas.

För närvarande revideras den nationella akvatiska miljöövervakningen för att kunna möta nya behov och krav på övervakning och uppföljning. Havs- och vattenmyndigheten har sedan 2011 ansvar för att bedöma arter och naturtypers bevarandestatus enligt EU:s art- och habitatdirektiv (biogeografisk uppföljning) i hav och sötvatten. Det här är ett arbete som ska integreras i den övriga miljöövervakningsverksamheten. Utvecklingsarbetet inom miljöövervakningen syftar till att möjliggöra att data kan användas för flera ändamål, något som kan bidra till att stärka uppföljningsarbetet även i skyddade områden.

Strategier för framtiden

För att nå målet om att skydda tio procent av Sveriges marina områden till år 2020 och skapa ett ekologiskt representativt och sammanhängande nätverk av områden med ett effektivt skydd och hållbar förvaltning, behöver arbetet intensifieras ytterligare. Regeringen har gett Havs- och vattenmyndigheten i uppdrag att ta fram en nationell handlingsplan för marint områdesskydd som ska presenteras i maj 2016.

Inom projektet ”Skydd och förvaltning av marina områden – Västerhavet” arbetar länsstyrelserna i Västra Götaland, Halland och Skåne för att ta fram en gemensam regional strategi för skydd av marina arter och miljöer. Strategin ska bland annat visa hur en utökning av de marina skyddsområdena bör utformas för att motverka brister i det befintliga nätverket och tar hänsyn till ekologisk representativitet samt konnektivitet mellan områden. Den kommer också ge förslag på lämpliga skyddsformer samt förvaltningsåtgärder. Slutsatser från arbetet med den regionala strategin för Västerhavet kommer att ingå som ett underlag till den nationella handlingsplanen.

Att kartlägga **mikroplastens obevekliga spridning**

MARTIN HASSELLÖV & THERESE KARLSSON, GÖTEBORGS UNIVERSITET / ANNA KÄRRMAN, ÖREBRO UNIVERSITET

Idag riktas allt mer uppmärksamhet mot det som kallas mikroplast, som har visat sig finnas överallt i havet. Vi vet vid det här laget en hel del om dess källor och transportvägar, och även om effekter på det marina livet. Det behövs dock en standardiserad metod för att återkommande följa plastens påverkan i havsmiljön. Klart är att åtgärder mot mikroplast bör sättas in så nära källorna som möjligt, eftersom det är mest kostnadseffektivt och orsakar minst risker för miljön.

I vikar där kustbefolkningen i forna dagar fann användbara eller värdefulla vrakdelar från skeppsbrott eller däckslaster som gått överbord ansamlas idag tonvis av marint skräp. Det är repstumpar, plastflaskor, engångsförpackningar, delar av fiskelådor, frigolit, dunkar med olja och andra kemikalier. En stor del av skräpet är plast och är inte bara förfulande utan påverkar också marint liv negativt, ofta med dödlig utgång. Mikroplast är små partiklar, knappt synliga för blotta ögat, som vi nu vet är väldigt vanliga i miljön. Genom så kallade screeningstudier får vi ökade insikter i mikroskräpets källor och transportvägar.

De största bitarna av det som kallas mikroplast är synliga för ögat. Den övre gränsen brukar sättas vid fem millimeter. Mikroplast är ett samlingsnamn för såväl nedbruten större plast, så kallad sekundär mikroplast, och produkter som i sin direkta tillämpning är mikroskopiska. Exempel på sådan primär mikroplast är plastkulor i olika typer av polerande produkter samt de pellets som används för att tillverka plastprodukter.

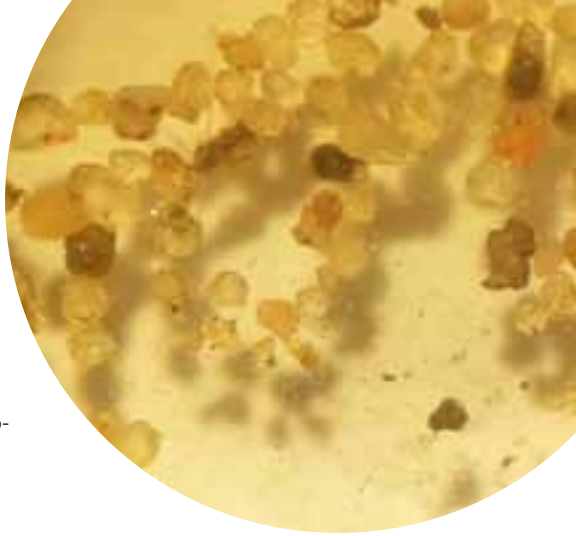
Marint skräp både fult och farligt

Det har skrivits mycket om mikroplast i media under de senaste åren, i takt med att det kommit rapporter om att plastskräp i havet ökar och ansamlas i oceanerna. Rapporter har dessutom visat hur djur lider svåra plågor när de trasslar in sig i plast och drunknar eller stryps. En annan aspekt är att olika djurarter misstar plast för föda och får invärtes skador eller näringsbrist. Både marina däggdjur, fåglar, sköldpaddor och fiskar drabbas hårt av det marina skräpet.

Men mikroplast kommer även in i näringskedjan genom att flera olika organismer, oberoende av var i ekosystemet de lever, får i sig partiklar i såväl mikro- som nanostorlek. Studier understryker nu vikten av mikroplast som bärare av fettlösliga miljögifter, som till exempel PCB:er, vissa PAH:er, dioxiner, pesticider och alkylbensener. Plastpolymerer har i decennier använts som passiva provtagare då de har en högre kapacitet att binda fettlösliga kemikalier jämfört med till exempel sediment. Plastpartikeln anrikar miljögifter som finns i låga koncentrationer i det omgivande vattnet och agerar då som en transportör som håller kvar miljögifterna i näringskedjan. Dessutom förknippas plast med minst 78 procent av de prioriterade föroreningar och 61 procent av de prio-

Foto: Anna Kärrman

Makroskräp och större fraktioner av mikroskräp är synligt för blotta ögat.



Mindre fraktioner mikroplast måste analyseras manuellt med mikroskop eller automatiserat med olika tekniker, som spektroskopi. Foto: David Vigren

FAKTA

Utmaningar med plastövervakning

Utmaningen i mätningar av mikroskräp och mikroplast består dels i att det är två väldigt breda materialklasser. Exempelvis så sjunker vissa sorters plast medan andra flyter, vilket beror på skillnader i densitet. Men när en plastpartikel som normalt sett flyter hamnar i miljön kommer den att påverkas av olika processer och nedbrytning. Detta kan i kombination med påväxt leda till att även plastbitar med lägre densitet sjunker och lägger sig på botten. Innan plasten fullkomligt bryts ner till koldioxid och vatten blir den sprödare vilket leder till ökad påväxt.

På grund av de stora skillnaderna mellan olika typer av mikroskräp gällande densitet, material, nedbrytningsstadie, form och färg kommer de ha olika spridningsvägar i miljön. Detta kräver undersökningar i olika miljöer; som sediment, biologiskt material och vatten, då dessa kommer att påverkas i olika utsträckning av olika sorters plastmaterial.

Att få jämförbara prover

Ett generellt fenomen är att med ökande partikelstorlek minskar partikelantalet och man behöver således provta större vattenvolymer för att få en statistiskt säkerställd analys. Spridningen av partiklarna kan dock vara ojämn och beroende av såväl årstid som väder och vind. Provtagningsprogram behöver därför ta hänsyn till flera bidragande effekter vid analyser av skillnader och spridningsmönster. Olika provtagningsmetoder som till exempel trålar eller in situ-pumpar för vattenprover har olika för- och nackdelar som också behöver analyseras mer i detalj.

Sedimentstudier bygger ofta på olika typer av densitetsseparationer medan studier på biologiskt material kan baseras på allt från visuell sortering av maginnehåll, till kemisk eller enzymatisk nedbrytning. Val av metod kommer att påverka vilken slags partiklar som kan analyseras.

Från optisk bedömning till spektroskopi

Analyser av mikroskräp skiljer sig också åt beroende på vilken storleksfraktion som provtagits. Den större fraktionen, större än 0,3 mm, kan visuellt analyseras under en stereolupp. Ofta kan man från färg, form och andra optiska fenomen bedöma subjektivt om en partikel är syntetisk eller naturlig, men i många fall är det inte möjligt. Med olika spektroskopiska metoder kan man skilja syntetiska partiklar från naturliga och även identifiera vilka polymerer de består av. Både visuella och spektrala metoder är idag till största del manuella och tidskrävande. Den visuella identifieringen är dessutom subjektiv, men arbete pågår för att få mer automatiserade analysrutiner.

Det är utmanande att urskilja effekter orsakade av mikroplaster i en naturlig miljö. Plastskräp av olika polymertyper som vistas i vattenmiljön under varierande tidsperioder kommer att påverkas fysiskt, vilket kan frigöra tillsatskemikalier och binda miljögifter. Miljögifters bindning till plastytan och lösgörning, desorption, i organismer påverkas av flera faktorer, som till exempel polymertyp och vilken sorts miljögifter det gäller. Generellt kan vi därför konstatera att samlingsbegreppet mikroplast är användbart ur kommunikationssynpunkt och för jämförelser mellan olika studier. Men när det kommer till miljöövervakning, metodutveckling och riskanalyser kan det vara bättre att tala om specifika plasttyper.

Foto: Anna Kärrman.

Två olika provtagningsmetoder för mikroplast; 1) trål som silar ytvattnet under färd med en bestämd maskstorlek samt; 2) stationär provtagning med pump där maskstorleken kan kombineras/varieras liksom provtagningsdjupet.

Foto: Anna Kärrman.

Foto: Marie Svärd

← Marint skräp är ett stort problem både i vattnet och när det flyter upp på land. Ultraviolett ljus från solen gör att plastskräpet med tiden blir skört och fragmenterar. Till slut bryts därför även större plastskräp ner till mikroplast.

riterade ämnen som anges som giftiga av US-EPA och EU. Dessa ämnen är tillsatser som ger plasten olika egenskaper. Att en överföring, desorption, av miljögifter och tillsatser från mikroplast verkligen sker till vattenlevande organismer har påvisats, men behöver utforskas mer.

Fördelningen styrs av strömmar

Till följd av havsströmmar bildas ackumulationszoner som även om de tidigare beskrivits som skräpöar, snarare kan efterliknas vid en utspädd soppa av plastskräp i olika storlek. Utöver fem stora områden som ligger centralt i världens oceanbassänger så ser vi liknande fenomen uppstå i kustnära zoner. I Västerhavet finns en mindre virvel som styrs av de kustnära Jutska och Baltiska strömmarna, skiktning av vattenmassorna, samt den förhärskande sydvästliga vinden. Där hamnar en oproportionerligt stor andel av Nordsjöns skräp. Fördelningen av större skräpföremål kan oftast förklaras av härskande strömmar medan det råder många frågetecken kring fördelningen av mikroskräp. Då vi vet mer om hur de stora globala strömmarna påverkar distributionen än vad vi vet om lokala mer småskaliga spridningsmönster pågår nu ett aktivt arbete med att studera våra regionala hav och insjöar.

Återkommande övervakning behövs

Marint skräp från makro- till mikro- och kanske till och med till nanostorlek är ett av de stora reella hoten i ett multistressat marint ekosystem. Detta tas upp i en rad internationella konventioner och initiativ, till exempel i EU:s havsmiljödirektiv, där marint skräp fått en egen deskriptor som innefattar både makro- och mikroskräp. Skräp på stränder, i vattenmassan och på havsbotten ska övervakas, och även påverkan på marina djur i form av insnärjning eller intag av skräp. I den nuvarande återkommande övervakningen kartläggs makroskräp på Sveriges stränder och på havsbottnen. Provtagning av mikroskräp i vattenmassan har genomförts som tillfälliga studier, men det saknas i nuläget återkommande provtagning. För att minska tillförseln av skräp till havet har fokus istället varit att identifiera källor till mikroskräp för att kunna ta fram åtgärder. Då mikroskräp redan förekommer i havsmiljön behövs också bättre kunskap om hur skräpet påverkar olika organismer i den marina näringsväven.

Artikelförfattarna har genom sina forskningsprojekt genomfört mätningar i Östersjön, Västerhavet och i insjöar. Provtagningarna genomförs så heltäckande som möjligt avseende storleken på partiklar för att fånga upp både de som flyter på ytan och de som svävar fritt i vattenmassan. Syftet är att förstå dess källor, miljöeffekter samt att utveckla standardiserade sätt att studera plast i havet.

Identifierar källor och spridningsvägar

Screeningstudier kan hjälpa till att identifiera källor, som exempelvis kan vara engångsprodukter, konstgräs, slitage från bildäck (gummi) och polerande produkter med tillsatt mikroplast. Kroppsvårdsprodukter har på senare tid lyfts fram som exempel. Där kan dock mikroplasten lätt ersättas av nedbrytbara material, och förbud har börjat diskuteras på flera håll. Även fibrer från tvätt av syntetiska material är en källa till mikroplast.

Även om vissa källor redan har identifierats återstår flera kunskapsluckor kring deras relativa bidrag och risker. Detsamma gäller för spridningsvägar. Reningsverk har utpekats som en väg för spridning, men nya undersökningar indikerar att moderna avskiljningssystem utgör en effektiv rening, i alla fall av lite större mikropartiklar, medan mindre partiklar passerar i större utsträckning. Hur hantering och användning av det genererade avloppsslammet bidrar till spridning är dock mer osäkert. En annan viktig spridningsväg är dagvattenavrinning, som för med sig partiklar från gatu- och stadsmiljöer.

Naturvårdsverket har fått i uppdrag av regeringen att identifiera de viktigaste källorna av mikroplast till havet och att föreslå åtgärder och regleringar kopplade till dessa. Mätstudier behövs dock för att bättre kartlägga källor och för att ge mer kunskap om toxiska effekter. Screeningstudier med nuvarande metodik kan hjälpa oss att förstå hur mikroplast sprids i samhället och vidare till havets ekosystem, men även stimulera utveckling inom provtagning och analys. En standardiserad mätmetod behövs för att vi ska kunna jämföra prover från olika områden samt följa utvecklingen över tid.

Klimatförändringar kan leda till mindre fisk i havet

AGNETA ANDERSSON & JOHAN WIKNER, UMEÅ UNIVERSITET

Ökad nederbörd i framtiden kan ge en lägre växtplanktonproduktion i norra Östersjön, med minskad produktion av fisk och skaldjur som följd. Samtidigt kan en högre temperatur och tillförsel av älvburna kolföreningar öka risken för syrefattigt bottenvatten. Det visar studier som omfattar såväl klimatmodeller som fältstudier, experiment och tidsserieanalyser.

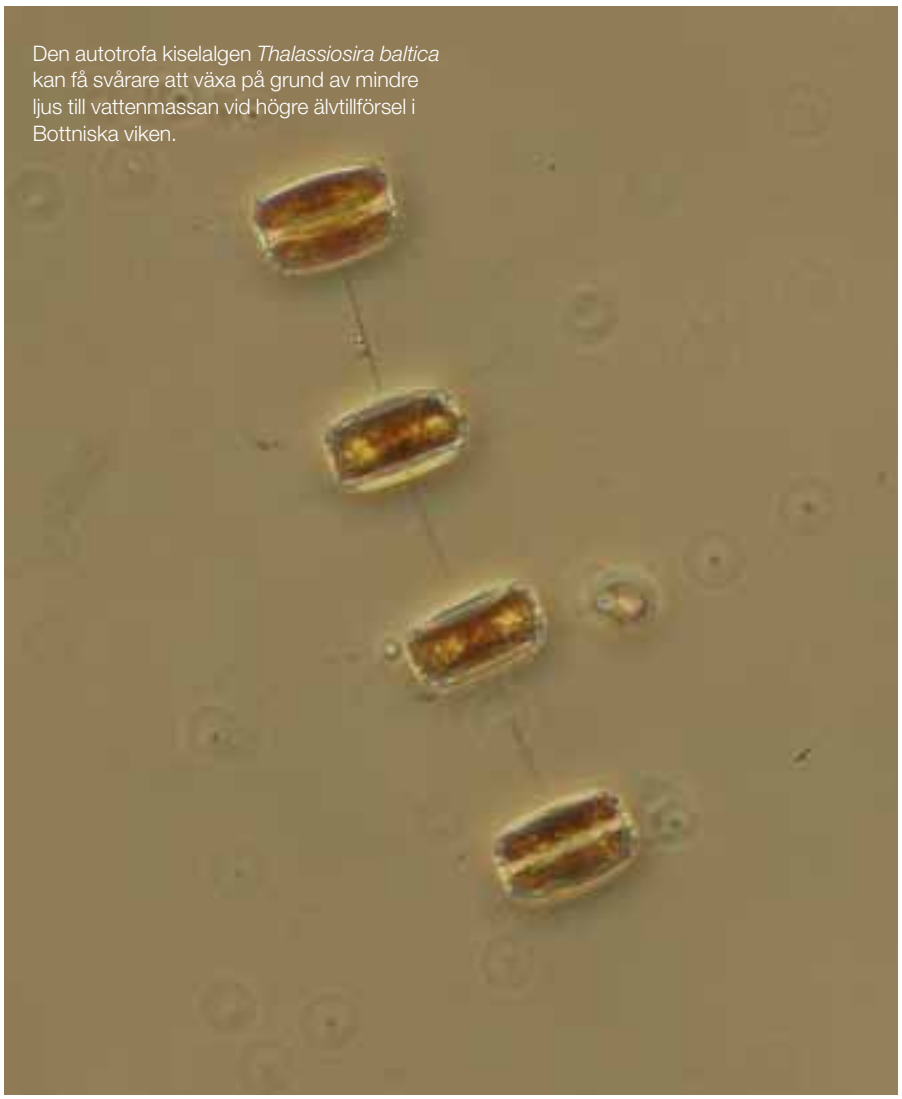
■ Östersjöns ekosystem har under ganska lång tid utsatts för övergödning, överfiske, miljögifter och främmande arter. Nu påverkas Östersjön också av ett förändrat klimat, som i många fall kommer att interagera med dessa miljöhot. Genom att använda resultat från klimatmodelleringar, utföra fältstudier och experiment samt analysera tidsserier av miljöövervakningsdata försöker forskningsprogrammet Ecochange komma fram till vilka effekter på ekosystemet som klimatförändringarna kommer att få i Östersjön.

Väntade klimatförändringar

Klimatmodeller för norra Skandinavien förutspår att temperaturen kommer att öka med omkring 4 grader och nederbör-

Lögdeälvens utlopp i Bottenviken. Ökad älvtillrinning innebär inte bara ökad tillförsel av gödande ämnen till havet, det ger också högre halter av kolföreningar. De brunfärgade kolföreningarna sänker ljusnivån i vattenmassan och minskar växtplanktonens fotosyntes.

Foto: Leif Karlsson/Azote



Den autotrofa kiselalgen *Thalassiosira baltica* kan få svårare att växa på grund av mindre ljus till vattenmassan vid högre älvtillförsel i Bottniska viken.

Foto: Siv Huseby

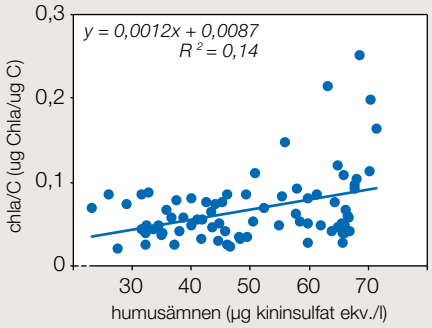
den med omkring 30 procent om 100 år. Frågan är vilken betydelse förändringarna av dessa viktiga miljöfaktorer har för havets organismer och processer? Temperatur är en viktig grundläggande miljöfaktor som bland annat påverkar organismers reproduktion, andning av syre och omsättning av näringsämnen. Nederbörd kan späda ut havsvattnet och sänka salthalten. Det kan också öka älvtillrinning av gödande ämnen som kväve och fosfor.

Ett tidigare förbisett ämne som tillförs med älvvattnet är kolföreningar. Dess bruna färg kan påverka ljusklimatet genom att absorbera ljus och sänka ljusnivån för fotosyntetiska organismer. Samtidigt kan det utgöra föda för bakterier som konkurrerar med de fotosyntetiska organismerna om näringsämnena. De framtida klimatrelaterade förändringarna kommer sannolikt att vara så stora att havsmiljöförvaltningen måste anpassas för att bibehålla ett hållbart ekosystem och tillgodose de olika behov av havet som samhället har.

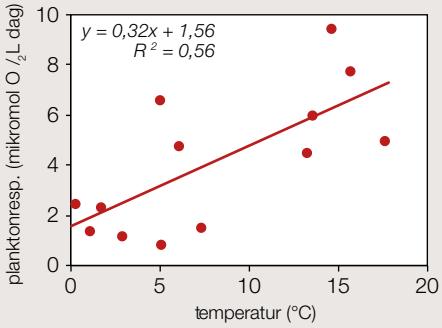
Ökad älvtillrinning ger mindre föda

Både fältstudier och experimentella studier har visat att ökad älvtillrinning har negativ påverkan på växtplanktonproduktionen i norra Östersjön. Resultatet är förvånande då ökad älvtillrinning också innebär ökad tillförsel av gödande ämnen, vilket istället borde öka produktionen i havet. Orsaken är att också höga halter älvburna

EFFEKTER AV KLIMATRELATERADE FAKTORER



Relationen mellan klorofyll per växtplanktonbiomassa och humusämnen i Råne-estauriet, norra Bottenviken. Data baseras på ytvattenmätningar vid 19 stationer under perioden maj–augusti 2013.



Effekt av temperatur på plankton-respirationen. Fältdata från Bottniska viken.

kolföreningar tillförs med älvvattnet. De brunfärgade kolföreningarna sänker ljusnivån i vattenmassan och minskar växtplanktonens fotosyntes. För att klara av att växa i det relativt låga ljuset, producerar växtplanktonen mer ljusfångande pigment, klorofyll *a*, än om de lever i goda ljusförhållanden. I överensstämmelse med det finns det ett visst positivt samband mellan klorofyllinnehållet i växtplanktonbiomassan och mängden humusämnen i vattenmassan. Denna ökning av cellernas klorofyllinnehåll tycks dock inte helt kunna kompensera för minskat ljus eftersom växtplanktonproduktionen överlag minskar vid hög humushalt.

Även om biotillgängligheten hos de älvburna kolföreningarna inte är hög, bidrar de till bakteriernas produktion, framförallt i de norra delarna av Östersjön. Där är bakterieproduktionen och växtplanktonproduktionen ungefär lika stora, medan växtplanktonproduktionen i södra Östersjön är omkring tio gånger högre än bakterieproduktionen. Bakterieproduktionen som drivs av de älvburna kolföreningarna skapar också en högre konkurrens om fosfor och kväve, vilket är ytterligare en hämmande faktor för växtplanktonens tillväxt, förutom det som minskad ljusnivå orsakar. Den negativa effekten av älvburna kolföreningar för växtplanktonproduktionen är alltså dubbel i sin natur.

I överensstämmelse med scenariot ovan har det mest älvpåverkade havsområdet i Östersjön, Bottenviken, visat sig vara ett ekosystem med mycket låg växtplanktonproduktion, jämfört med produktionen i Egentliga Östersjön. En klimatinducerad ökning i älvvattentillrinning kan ha stor inverkan på havsekosystemets funktion, bland annat kan det ge stora skillnader i hur mycket fisk och skaldjur som produceras.

Färre bottenlevande djur

Ett exempel på att högre organismer kan påverkas negativt av ökad älvtillrinning kan ges från åren kring millennieskiftet, som var en ovanligt nederbördsrik period i norra Sverige. Det orsakade omkring 70 procent ökad älvtillrinning till Bottniska viken, vilket i sin tur fick mycket stora konsekvenser i ekosystemet. Växtplanktonproduktionen minskade kraftigt medan bakterieproduktionen var oförändrad. Statistiska analyser indikerar att det var de älvburna kolföreningarna som orsakade dessa förändringar enligt förklaringen ovan.

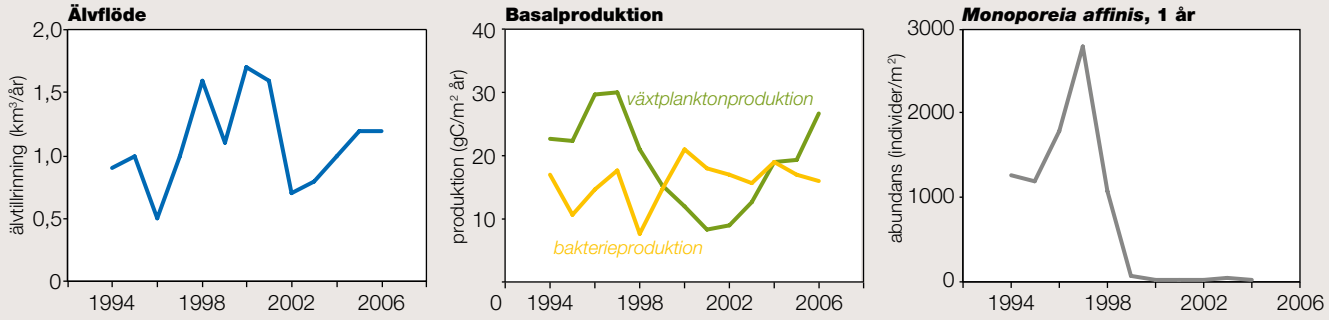
Under samma period minskade förekomsten av det bottenlevande djuret vitmärla, *Monoporeia affinis*, kraftigt i hela Bottniska viken. Vitmärlan livnär sig på sedimenterade växtplankton, och eftersom växtplanktonproduktionen minskade under perioden är det den troliga förklaringen till att vitmärlorna minskade. Regressionsanalys av data från 1994 till 2006 visade att mer än 80 procent av förekomsten av vitmärlor kunde förklaras av variationer i växtplanktonproduktionen (r^2=0,82). Det i sin tur gav möjlighet för havsborstmasken *Marenzelleria* spp. att invadera ekosystemet. Ökad älvtillrinning har alltså potential att orsaka förändringar i havsmiljön på stora rumsliga skalor och över lång tid.

Den nederbördsrika perioden kring millennieskiftet har nu åter ersatts av mer normala nederbördsmängder och växtplanktonproduktionen har ökat. Dock tycks vitmärlan återhämta sig mycket långsamt, vilket kan förklaras av naturlig långsam återväxt samt att *Marenzelleria* i viss mån konkurrerar om födoresurserna.

Ökad temperatur kan ge syrebrist

Ökande temperatur såväl som nederbörd riskerar också att leda till minskade syrehalter, eller till och med syrebrist. Det beror delvis på en direkt negativ effekt av ökad temperatur på syrets löslighet i vattnet. Men det kan också bero på att ökad temperatur och ökad införsel av löst organiskt material ökar syrekonsumtionen som mikroorganismer och djur utför när de konsumerar föda. Framförallt mikroorganismer, som bakterier och encelliga djur, ökar sin syrekonsumtion tydligt när temperaturen ökar. Studier av syrekonsumtionens känslighet visar att den ökar två gånger om temperaturen ökar med 3 grader. Vinter-

EFFEKTER AV ÖKAD ÄLVTILLRINNING



Älvtillrinning, växtplanktonproduktion, bakterieproduktion och abundans av vitmärla (data transformerade -1 år) under perioden 1994–2006 i Öre-estuariet, norra Bottenhavet. Åren kring millennieskiftet var ovanligt nederbördsrika i norra Sverige. Älvtillrinning till Bottniska viken ökade med omkring 70 procent, vilket fick konsekvenser i ekosystemet. Växtplanktonproduktionen minskade medan bakterieproduktionen var oförändrad.

Foto: Alexander Erdbeer/Shutterstock

← Åren kring millennieskiftet var ovanligt nederbördsrika i norra Sverige och älvtillrinningen till Bottniska viken ökade med omkring 70 procent. Nederbörden har sedan återgått till mer normala nivåer.

tid är temperatureffekten ännu kraftigare. Ökar konsumtionen av syre riskerar därför både kust- och utsjöområden att utsättas för syrebrist.

Forskningen har visat att även kolföreningar från älvarna kan öka respirationen vid ökad nederbörd och därmed ökad älvtillrinning. En dubblering av halten av kolföreningar gör att syrekonsumtionen ökar med ungefär 50 procent. Om en extra källa av kol tillförs via ökad tillrinning av älvburna kolföreningar samtidigt med temperaturökningen kommer syrekonsumtionen bli ännu kraftigare. Effekten av temperatur och nederbörd på syreförbrukningen förstärker med andra ord varandra.

Både den ökade temperaturen och tillförseln av kolföreningar via älvarna kommer således att öka syrekonsumtionen och därmed risken för syrebrist i främst kustzonen, och i värsta fall orsaka helt syrefria bottnar. Även via denna effekt av klimatförändringarna skulle en minskning av fisk och skaldjur ske, som i sin tur är en viktig föda för såväl säl, havsörn som oss människor. I södra Östersjön kommer sannolikt blomningarna av cyanobakterier också att bli än vanligare, då de gynnas av den fosfor som släpps loss från syrefria bottnar. Det som kan motverka detta scenario i någon mån är en lägre produktion av kolföreningar i havet, på grund av att produktionen av växtplankton och större strandnära alger förväntas minska vid högre älvtillförsel. Hur samspelet mellan dessa faktorer i praktiken blir flera årtionden framöver kan vi inte helt säkert veta. Det är något våra barn och barnbarn en dag får reda på, och samtidigt får leva med.

LÄSTIPS

Andersson A, Meier HEM, Ripzsam M, Rowe OF, Wikner J, Haglund P, Eilola K, Legrand C, Figueroa D, Paczkowska J, Lindehoff E, Tysklind M, Elmgren R. 2015. *Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management.* Ambio 44: 345-356.

Eriksson-Wiklund A-K, Andersson A. 2014. *Benthic competition and population dynamics of Monoporeia affinis and Marenzelleria sp. in the northern Baltic Sea.* Estuarine Coastal and Shelf Science 144: 46-53.

Figueroa, D., Rowe, O.F., Paczkowska, J., Legrand, C., Andersson, A. 2016. *Allochthonous Carbon—a Major Driver of Bacterioplankton Production in the Subarctic Northern Baltic Sea*. Microbial Ecology 71:789-801. doi: 10.1007/s00248 015 0714 4.

Nydahl, A., Panigrahi S. and J. Wikner. 2013. *Increased microbial activity in a warmer and wetter climate enhance the risk of coastal hypoxia.* FEMS Microbiology Ecology. 85 (2): 338–347.

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

Wikner J, Andersson A. 2012. *Increased freshwater discharge shifts the carbon balance in the coastal zone.* Global Change Biology 18: 2509-2519.

Fler kan bidra mer än de vet till minskad övergödning

EVA-LOTTA SUNDBLAD, ARE VALLIN & ANDERS GRIMVALL, HAVSMILJÖINSTITUTET

Många i samhället påverkar på olika sätt tillförseln av näringsämnen till Östersjön och Västerhavet. Nu har viktiga aktörer, handlingar och samhällsstrukturer som bidrar till flödet identifierats. Såväl enskilda personer som företag och offentliga verksamheter kan göra mer för att minska övergödningen.

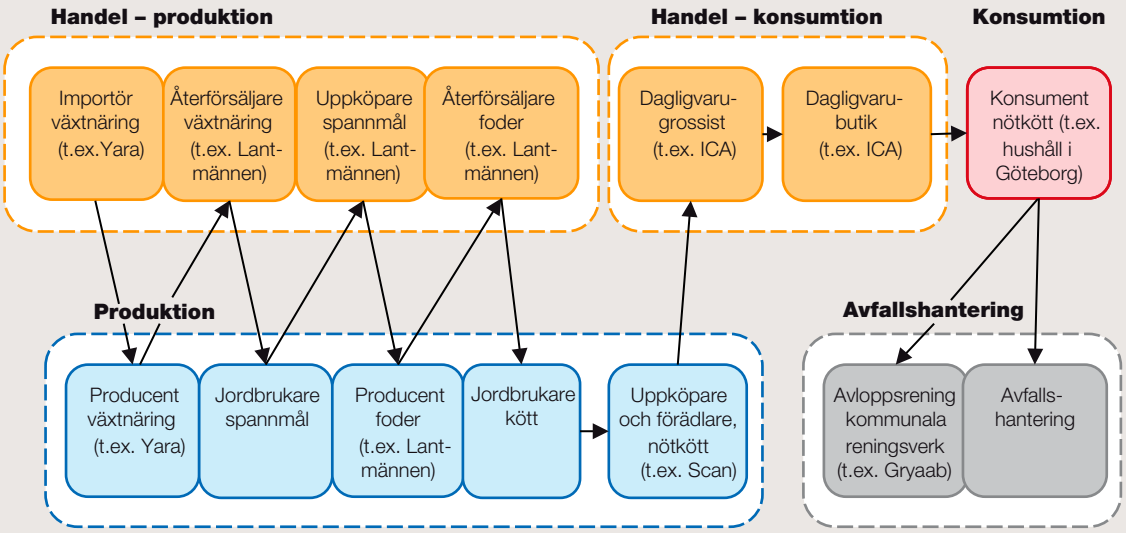
Både kött och baljväxter innehåller kväve och fosfor som belastar havet.

Foto: MaraZe/Shutterstock och Trong Nguyen/Shutterstock

Aktiviteter i samhället har sedan lång tid påverkat förutsättningarna för livet i de hav som omger Sverige. Jordbruk, industri och avloppsreningsverk har släppt ut fosfor och kväve vilket bidragit till övergödning av svenska kustvatten i Östersjön och Västerhavet. Att lyfta fram de aktörer som direkt eller indirekt påverkar dessa aktiviteter är viktigt, eftersom det ger möjligheter till förändring. Nya åtgärder kan öka möjligheterna att nå de utsläppsmål för näringsämnen som fastställts i såväl de svenska miljökvalitetsmålen som internationella överenskommelser. Flera av åtgärderna kan även bidra till att minska Sveriges klimatpåverkan.

I en analys av samhällets koppling till belastningen av näringsämnen på havet har Havsmiljöinstitutet identifierat 17 olika samhällsfenomen, det vill säga aktörer, handlingar och samhällsstrukturer, som driver utsläppen av näringsämnena kväve och fosfor. Aktörerna är främst personer, företag och offentliga verksamheter som handlar med och som konsumerar varor och tjänster. Här beskriver vi tre exempel: en ökad konsumtion av protein, en utveckling mot få och stora livsmedelsaktörer samt en låg medvetenhet om påverkan på havsmiljön hos individer och organisationer.

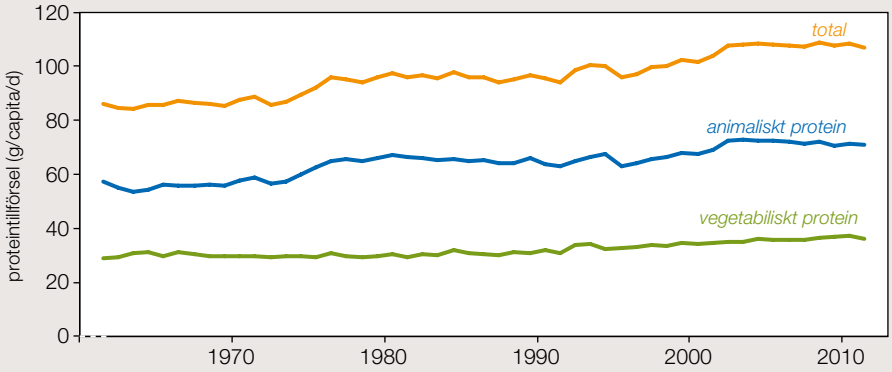
DEN KOMPLEXA PRODUKTKEDJAN FÖR NÖTKÖTT



← Aktörer och aktörs-grupper producerar, handlar, använder och konsumerar varor i den komplexa produktkedjan för nötkött. Efter konsumtion hamnar en stor del av avfallsprodukterna hos avloppsreningsverken.

Källa: Havsmiljöinstitutets rapport 2014:1.

PROTEIN I SVERIGE 1960–2011



← Tillförsel av animaliskt och vegetabiliskt protein till marknaderna i Sverige 1960–2011. Konsumtionen av protein är något lägre på grund av det svinn som uppstår i till exempel hushåll, restauranger och butiker.

Källa: FAOstat.

Ökad konsumtion av protein

Den svenska konsumtionen av proteinrika livsmedel har ökat ända sedan 1970-talet. Det gäller både animalier såsom kött, mjölk och ägg och vegetabilier som baljväxter och spannmål. Den genomsnittliga konsumtionen är nu nästan 110 gram per person och dag. Enligt WHO är det dagliga behovet av protein för en person på 70 kilo omkring 58 gram per dag. Svenska konsumenter äter alltså mer än de grundläggande behoven vilket är ett mönster som går igen i stora delar av västvärlden.

Det finns klara samband mellan maten som svenska konsumenter äter, vad som produceras på svensk jordbruksmark, och jordbrukens utsläpp av näringsämnen. Den typ av kött som svenskar väljer att äta påverkar havsmiljön mer eller mindre beroende på flera faktorer. En faktor är att olika djur äter olika foder och att produktionen av dessa foder ger olika utsläpp av näringsämnen. Till exempel äter nötdjur i huvudsak foder från betesmark och vall medan gris och kyckling äter spannmål. Utsläppen av näringsämnen från betesmarker och vallodling är som regel mindre än utsläppen från spannmålsodling på åkermark, eftersom åkrar som plöjs varje år frigör mer näringsämnen än mark som bearbetas mer sällan.

En annan faktor som påverkar utsläppens storlek är hur effektivt djuren omvandlar foder till protein. Kyckling är till exempel en mer effektiv omvandlare av foder än gris och nötdjur, och kycklingen behöver därmed inte äta lika mycket foder för att öka sin vikt.

Även produktion av baljväxter och spannmål för direktkonsumtion bidrar till utsläppen av kväve och fosfor: Men ur miljösynpunkt är det alltid effektivare att direkt använda sådana grödor som mat än att först använda dem som djurfoder och sedan äta köttet.

Det finns även samband mellan vad människor äter och avloppsvattnet från våra toaletter. Halten av kväve i hushållens avloppsvatten är direkt relaterad till proteinhalten i maten. Fosforhalten följer nästan samma mönster. De kommunala reningsverken längs våra kuster släpper i genomsnitt igenom runt 30 procent av kvävet och 5 procent av fosforn. Ännu mindre renas i de enskilda avloppen, som i genomsnitt släpper igenom omkring 80 procent av kvävet och omkring 60 procent av fosforn.

Få och stora marknadsaktörer

Aktörerna kring livsmedelsförädling och

FAKTA

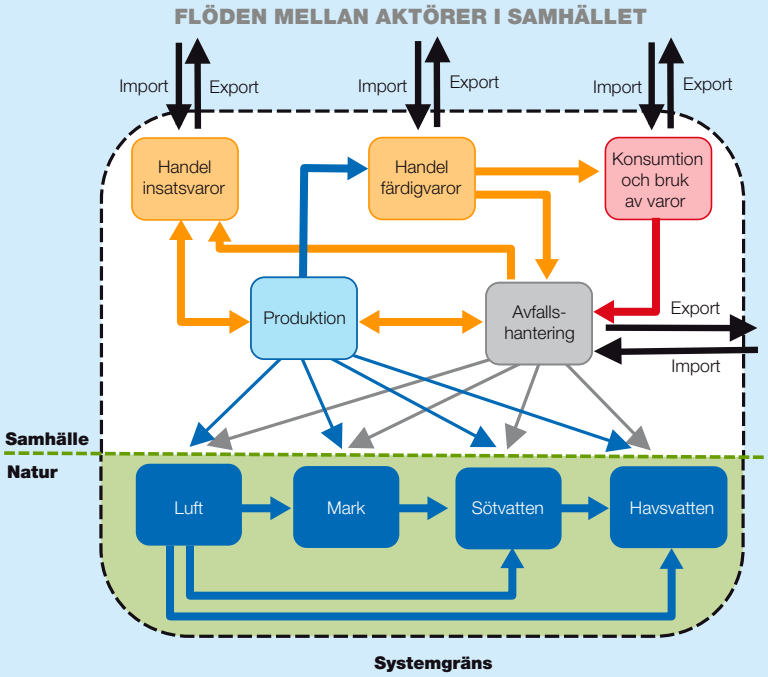
METOD MED TRE STEG

Metoden som Havsmiljöinstitutet använt för att identifiera aktörer, handlingar och samhällsstrukturer som påverkar kväve- och fosforbelastningen på havet innefattar tre steg:

1. *En generell beskrivning* av hur varor och substanser (i det här fallet fosfor och kväve) flyttas mellan olika grupper av aktörer i samhället. Varor och tjänster produceras, handlas med, konsumeras och hanteras slutligen som avfall. Samtidigt uppstår läckage av näringsämnen vilka till slut hamnar i haven.

2. *Identifiering av aktörer och handlingar* som genom sina handlingar direkt påverkar varu- eller substansflöden eller utsläpp av näringsämnen. Detta steg sker genom att modellen får beskriva substansflöden som kan kopplas till flöden av specifika varugrupper och tjänster. Viktiga aktörer som identifierades i detta steg var jordbrukare, handelsaktörer (som förmedlar varor), och konsumenter (som köper produkterna).

3. *Identifiering av ytterligare aktörer* som har inflytande över de aktörer som direkt orsakar utsläpp av näringsämnen. Detta steg sker genom intervjuer med de aktörer som identifierats i föregående steg. Orsaker och bakomliggande motiv till deras beteenden kartläggs. Härigenom framkommer även andra aktörer. Media, branschorganisationer och TV-kockar är några exempel på ytterligare aktörer som framkom i detta steg.



Modell över varor och tjänster som flödar mellan aktörer i samhället och ger upphov till belastning av havet genom exempelvis läckage av näringsämnen. För att tyda hur till exempel fosfor förs genom samhället kan man börja läsa i övre vänstra hörnet figuren. Genom handeln av mineralgödsel är det en importör som för in fosfor till Sverige. Mineralgödseln säljs till lantbrukaren (blå ruta för produktion) som använder den för att ge näring till grödorna. Efter skörd av grödan och förädling av varan (produktion), förs den till handelsgrossisten (orange ruta) och slutligen till den butik som marknadsför varan till konsumenten (röd ruta). Ska grödan istället användas som foder till kor är det lantbrukare som för vidare substansen till köttproduktionen (inom blå ruta). När djuren har slaktats och köttet efterbehandlats är det handelsaktörer som för varan till konsumenter. Restprodukterna av människans konsumtion tas om hand i avfallsanläggningar (grå ruta) för avloppsvatten eller sopor. Mycket av fosforn som inte recirkulerar inom samhället hamnar i vattendragen och till sist i haven.

handel är få och stora. De har i sin tur kontaktytor som gör att de når och kan påverka många fler aktörer som producerar eller köper deras varor.

Utvecklingen mot stora och dominerade aktörer är tydlig inom handels- och förädlingsleden i livsmedelskedjan, det vill säga de led där inköp, förädling och försäljning av insatsvaror och färdigvaror sker. Ica, Coop och Axfood har tillsammans cirka 87 procent av den svenska marknaden för dagligvarugrossister och detaljhandel. Dagligvaruhandlarna når därmed merparten av de svenska konsumenterna och påverkar kundernas val genom bland annat sortiment, reklam och utgivning av matrecept. Scan och KLS Ugglarps köper tillsammans mer än hälften av köttet från svenska bönder. Lantmännen och Svenska Foder har cirka hälften respektive en fjärde-

Konsumenters val av livsmedel är beroende av det utbud som butiker och distributörer väljer att erbjuda. Med bättre kunskap om hur livsmedel påverkar havet kan fler bidra till att minska övergödningen.

Foto: Mikael Damkier/Shutterstock

Foto: Kustbevakningen

Överskott av näringsämnen i vattnet kan ge upphov till stora ansamlingar av alger eller cyanobakterier. Detta kan försämra badvattnets kvalitet och ge upphov till störningar i ekosystemen. Bilden visar sommarblomning av cyanobakterier utanför Oxelösund.

del av marknaden för färdigfoder. Uppköpare av kött, mjölk och spannmål påverkar jordbrukarnas förutsättningar genom krav som ställs på jordbrukarna och genom prissättning. Ett exempel på vad inflytelserika aktörer kan göra är den nya odlingsmetod som Lantmännen förordar och, som de hävdar, ger ett vetemjöl med 20 procent mindre klimatpåverkan. Många konsumenter har därmed möjlighet att välja ett miljövänligare alternativ.

Dålig kunskap om påverkan

För att en individ ska kunna göra val som är till nytta för havsmiljön krävs kunskap och medvetenhet om såväl orsakerna till rådande havsmiljöproblem som betydelsen av de egna handlingarna. Samma sak gäller för företag och offentliga verksamheter. Medvetenhet om havsmiljöproblem kring Sverige har flera komponenter:

- Att det finns havsbassänger och kustområden som inte når upp till god miljöstatus.
- Vilken typ av problem som finns i havets ekosystem (till exempel övergödning).
- På vilket sätt samhället orsakar övergödning och andra havsmiljöproblem.
- Hur individen eller organisationen påverkar havsmiljöproblemet (till exempel konsumtion av proteinrika livsmedel).
- Vad olika aktörer själva kan göra för att minska påverkan (till exempel kan butiker främja livsmedel med mindre protein).

Data om allmänhetens medvetenhet om havsmiljöproblemen är begränsade. Detta framgår av de data som Havsmiljöinstitutet år 2013 beställde från SOM-institutet avseende svenskars bedömning av havsmiljöns status. Undersökningen visade att många känner till att havet inte har god status men att svenskar i allmänhet har låg medvetenhet om vad som påverkar havet. Havsmiljöinstitutets intervjuer med personer i livsmedelsbranschen har gett en liknande bild. Kunskapen om den egna verksamhetens koppling till havets övergödning är generellt sett dålig. Många företag har ett aktivt och ambitiöst miljöarbete, men det är inte inriktat specifikt mot att minska övergödningen av havet.

Uppmärksamma drivkrafterna

De tre exempel på samhällsfenomen som presenteras ovan visar att olika aktörer som konsumenter, dagligvaruhandlare och livsmedelsföretag bör inkluderas i åtgärdsarbetet mot övergödningen eftersom deras agerande driver utsläppen av näringsämnen. Många är inte medvetna om sin påverkan men skulle med ökad kunskap kunna vidta egna åtgärder. Detta är också i linje med Naturvårdsverkets förslag om en tydligare styrning mot Sveriges miljökvalitetsmål genom förändrade roller för konsumtion och näringsliv. Även FN betonar i sina nya globala mål för hållbar utveckling att företagen och konsumenterna behöver information och kunskap för att de ska kunna bidra till nödvändiga omställningar.

LÄS MER:

Havsmiljöinstitutets rapport 2014:1 *Utveckling av indikatorer för samhällsfenomen som påverkar utsläpp av näringsämnen till havet.*

Havsmiljöinstitutets rapport 2015:6 *Samhällsfenomen och åtgärder mot övergödning av havsmiljön.* Rapporten beskriver 17 samhällsfenomen som påverkar belastningen av näringsämnen på havet.

Miljöförändringar och fiske **påverkar näringsväven**

LENA BERGSTRÖM, KARL LUNDSTRÖM & ANNA GÅRDMARK, SLU / BRITT-MARIE BÄCKLIN & OLLE KARLSSON, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET/ AGNES KARLSON, BRITA SUNDELIN & ELENA GOROKHOVA, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Gråsäl, torsk och strömming i Östersjöns utsjö verkar må allt sämre. Minskad späcktjocklek hos gråsäl och lägre medelvikt hos torsk och strömming kan bero på ökad konkurrens om föda och försämrad födokvalitet. Samtidigt kan förändringar i havsområdets kväve- och syrehalt ha försämrat många mindre djurarters tillgång till föda och minskat produktionen av bottenlevande djur. Mindre mat för uppväxande fiskar påverkar hela vägen upp till näringsvävens övre del.

■ Östersjöns ekosystem är i ständig förändring och antal individer av olika arter varierar över tid. Även individtillståndet av en art kan variera, till exempel medelstorlek, energiförråd eller fortplantningsförmåga. Ordet individtillstånd används här för att beskriva olika sätt att mäta konditionen hos individerna inom en art eller djurgrupp, som ett komplement till andra studier som görs av hur deras antal förändras över tid. Förändringar hos en art kan bero på yttre miljöförändringar och kan i sin tur påverka andra arter i ekosystemet. I denna artikel presenteras en bild av hur omfattande dessa förändringar är och hur de förhåller sig till varandra.

Analysen har gjorts genom att titta på hur tillståndet hos olika djurgrupper i Östersjön förändrats de senaste tjugo åren och hur havsmiljöförändringar och mänsklig påverkan har bidragit till förändringarna. Ett urval av viktiga djurgrupper som påverkar varandra genom att de äter eller äts av varandra har studerats, från djurplankton och bottenlevande djur till bytesfisk, rovfisk och säl. Tillsammans representerar de en förenklad version av näringsväven i Östersjöns utsjö. Näringsväven beskriver sambandet mellan olika arter som genom sina roller som producenter och konsumenter av föda utgör ett nätverk där näring sprids och omvandlas i ekosystemet. Förändringar i djurgruppernas tillstånd i förhållande till varandra och till omgivande miljöfaktorer har undersökts med hjälp av data från pågående svensk miljöövervakning i Egentliga Östersjön.

Förändringar i Östersjöns ekosystem och mänsklig påverkan har bland annat lett till en lägre medelvikt hos strömming jämfört med för tjugo år sedan.

Foto: Jerker Lokrantz/Azote

TRENDER I TILLSTÅND HOS INDIVIDER

Djurgrupp	Trend	Variabel
Gråsäl	↓	Späcktjocklek
Torsk	↓	Medelvikt hos 4-6-åringar
Strömming	↓	Medelvikt hos 3-5-åringar
Skarpsill	0	Medelvikt hos 2–4-åringar
Skorv	0	Medelvikt
Vitmärla	0	Fekunditet (antal friska embryon per hona)
Djurplankton	0	Andel stora arter (hoppkräftor)

↗ Konditionen har försämrats hos arter i näringsvävens övre del – gråsäl, torsk och strömming.

NÄRINGSVÄVEN I ÖSTERSJÖNS UTSJÖ

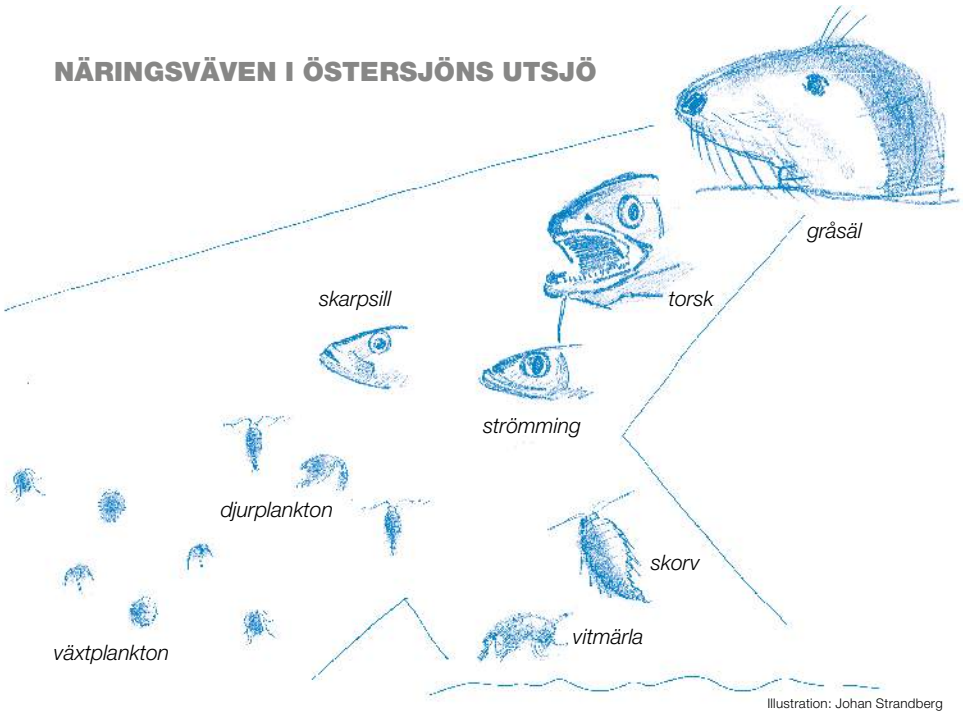


Illustration: Johan Strandberg

Den analyserade näringsväven innehåller ett urval av viktiga djur från lägre till högre organismgrupper inom ekosystemet (från vänster till höger i figuren). Djurplankton är föda åt många fiskarter och har en viktig roll i näringsväven. Deras värde som föda påverkas av deras antal, men även av art- och storlekssammansättning. Mindre arter som hjuldjur och de flesta hinnkräftor har ofta ett lägre näringsvärde än större djurplankton som hoppkräftor. Även de bottenlevande kräftdjuren vitmärla och skorv är viktig föda åt fiskar. Skorv är dessutom ett rovdjur som i sin tur äter vitmärla. På nästa nivå i näringsväven finns strömming och skarpsill, som äter djurplankton och bottenlevande djur och själva är föda åt torsk och säl. Dessa bytesfiskar påverkas av fiske men även av förändringar i födounderlag och mängden fiskätande rovdjur. Stor torsk äter mest fisk men även bottenlevande djur, medan de allra minsta torskarna äter djurplankton. Högst upp i näringsväven finns gråsälen som nästan uteslutande äter fisk, både rovfisk och annan fisk. Växtplankton är basen för näringsväven, men ingick inte i analysen.

Djuren är i sämre kondition

Under de senaste två årtiondena har flera förändringar hos olika djurgrupper ägt rum. Antalet individer har varierat och hos flera arter har antalet ökat, men deras tillstånd har inte förbättrats. Tvärtom har individernas tillstånd försämrats i näringsvävens övre del, alltså hos gråsäl, torsk och strömming. Hos gråsäl har späcktjockleken minskat och den åldersspecifika vikten hos både torsk och strömming har sjunkit.

Förändringar i antal hos flera av djuren beskrivs närmare i andra kapitel av denna HAVET-rapport. Till exempel ser man att antalet av gråsäl och skorv (bottenfauna) har ökat sedan 1990-talet. Ingen trend över tid kan ses för antalet av strömming, skarpsill och vitmärla, och inte heller för biomassan av djurplankton. För torsken är situationen svårbedömd eftersom det finns problem med de metoder som använts för att bedöma torskbeståndets storlek (antal och biomassa). I dagsläget saknas en gemensamt godkänd metod, men olika modeller är under utveckling. Säkert är dock att antalet torskar är mycket mindre idag än i slutet av 1970-talet. Hur antalet varierat under det senaste årtiondet är osäkert. Forskningsundersökningar och de modeller man använder för tillfället visar dock att antalet äldre och större torskar minskat mycket snabbt de senaste åren.

Djurens livsmiljö har förändrats

Det finns ett antal miljöförändringar och mänskliga påverkansfaktorer som skulle kunna kopplas till förändringarna i näringsväven:

- Sett ur ett mer långsiktigt perspektiv vet vi att framför allt övergödning, skapad av utsläpp av näringsämnena kväve och fosfor, har påverkat Östersjön under en lång tid. Sedan 1990-talet har *kvävehalten* i ytvattnet dock minskat i Egentliga Östersjön medan *fosforhalten* har fortsatt att öka.
- Syresituationen i Östersjön visar *minskande syrehalter i djupvattnet* sedan 1970-talet och sedan slutet av 1990-talet har utbredningen av syrefria bottnar tredubblats.
- *Fisketrycket på torsk, strömming och skarpsill* var högt och ökade under 1990-talet men minskade igen efter de första åren på 2000-talet.
- *Temperaturen i ytvattnet* har ökat sedan 1970-talet, men tittar man på perioden från och med 1990-talet syns ingen trend i norra Egentliga Östersjön.
- *Salthalten i ytvattnet* visar en minskande trend i hela Östersjön sedan 1970-talet, men inte under de senaste två årtiondena.

Sambandet mellan djurgruppernas kondition, kallat individtillstånd, och förändringar i deras miljö har undersökts med en så kallad DISTLM-analys (Distance-based linear model). Detta är en multivariat analysmetod som gör det möjligt att studera förändringar hos flera olika djurgrupper och miljövariabler samtidigt.

Många förklaringar till försämringarna

Analysen belyser hur individtillståndet hos gråsäl, torsk och strömming har försämrats under de senaste decennierna i Östersjöns utsjö. Förändringarna i individtillstånd samvarierar med en kombination av flera miljövariabler, framförallt minskande syrehalt, minskande kvävehalt och minskande fisketryck på strömming.

Det försämrade individtillståndet i de övre delarna av näringsväven skulle kunna förklaras av förändringar i födokvalitet och födotillgång, men även av ökad konkurrens som en följd av ett ökat antal individer i näringsvävens övre del. Under den studerade tidsperioden minskade medelvikten hos strömming, som är viktig föda för både gråsäl och torsk. Därtill kan den kontinuerliga ökningen i antalet gråsälar under senaste årtionden leda till konkurrens om födan, så att deras späcktjocklek minskar. Å andra sidan kan ett ökat antal sälar även påverka individtillståndet hos andra arter,

Foto: Jeremy Brown/Shutterstock, Kichigin/Shutterstock och Tobias Dahlin/Azote

PÅVERKAN PÅ NÄRINGSVÄVEN

- **Gråsälens späcktjocklek har minskat**, det vill säga sälarna har blivit magrare
- **Medelvikten hos torsk och strömming har minskat,** så att till exempel en torsk som är 4 år väger mindre idag än vad en 4-årig torsk vägde för 20 år sedan
- **Antalet individer av flera arter har ökat,** men inte deras välmående

till exempel strömming, då sälen främst inriktar sig på större strömming. Detta har visat sig vara en av orsakerna till en minskad i medelstorlek hos strömming i Bottenhavet enligt tidigare studier. Även den minskande medelvikten hos torsk och strömming skulle kunna tolkas i skenet av ökande individantal. Tidigare studier har visat att det finns ett samband mellan försämrad medelvikt hos strömming och ökat individantal av skarpsill, som konkurrerar med strömming om djurplankton. För torskens del behöver man även beakta långvariga effekter av överfiske. Trots att en förbättrad förvaltning de senaste åren har lett till ett minskat fisketryck är torskbeståndet fortfarande kraftigt påverkad av ett långvarigt ohållbart fiske, med effekter på bland annat storleksstrukturen.

I analysen samvarierade förändringar i kvävehalten i ytvattnet framför allt med individtillstånd hos strömming, skarpsill, vitmärla och djurplankton. En minskad tillgång på näringsämnen minskar produktionen av växtplankton, vilket kan leda till lägre produktivitet också högre upp i näringsväven. Men näringshalten kan även påverka artsammansättningen av växtplankton genom att olika arter gynnas av olika halter av näringsämnen och konkurrensen mellan arter förändras. På grund av detta kan typen av respons variera i olika

FAKTA

Samband mellan miljövariabler och djurgruppernas tillstånd

Den kombination av miljövariabler som bäst förklarar förändringarna enligt DISTLM-analysen är kvävehalt, syrehalt och fisketryck på strömming. Dessa representeras i den infällda figuren av gröna vektorer, medan djurgrupperna visas som blå vektorer. Genom att jämföra riktningen för de olika vektorerna ser man vilka variabler som samvarierar mest. Ju längre vektorer desto starkare bidrar variabeln till att förklara skillnaderna mellan år. Den stora figuren visar resultatet av en avståndbaserad redundansanalys (dbRDA), som är en typ av multivariat ordination. De studerade åren visas som punkter, där närliggande punkter (år) är mer lika varandra i fråga om djurgruppernas individtillstånd. Axlarna visar tillsammans 62 procent av den totala variationen i data. Till exempel visar resultaten att syrehalten var som högst under de år som ligger nere till vänster i grafen (början av 1990-talet), medan fisketrycket på strömming var högst under de år som ligger i den nedre delen av grafen (slutet av 1990-talet).

MULTIVARIATANALYS AV SAMBAND I NÄRINGSVÄVEN

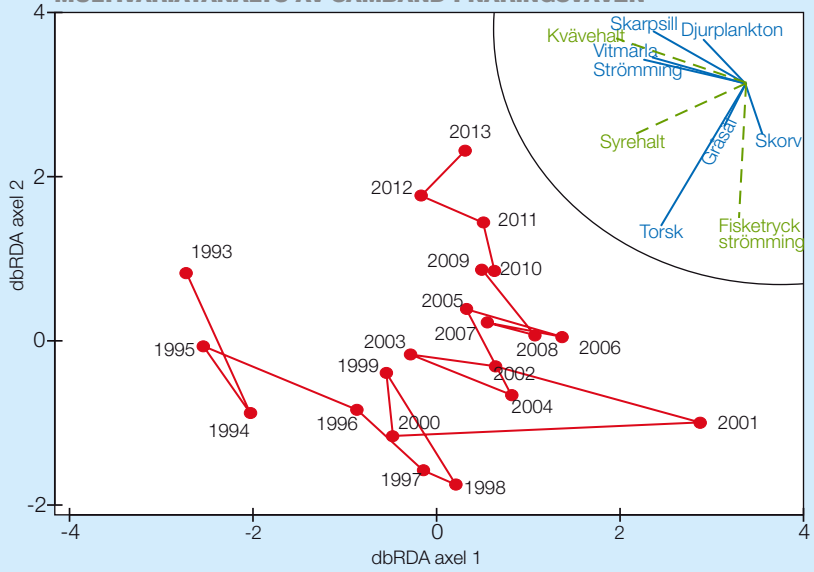


Foto: Ulf Bergström

Skorv och vitmärla är två viktiga arter i födoväven, som bland annat är föda åt många fiskar.

situationer. Kopplingen till försämrade syreförhållanden i bottenvattnet skulle kunna förklaras av att den ökade syrebristen har lett till en minskad produktion av bottenlevande djur och därmed en försämrad tillgång på viktig föda för fisk, särskilt för torsk.

Även klimatförändringar kan påverka

Analysen visade inte på några tydliga kopplingar mellan förändringar i djurgruppernas individtillstånd och klimatrelaterade miljöförändringar, såsom salthalt och temperatur. Detta kan bero på att vi undersökt en relativt kort tidsperiod under vilken andra miljövariabler har haft större påverkan. Studier som gjorts över längre tid har visat att ett varmare klimat kan påverka arternas fysiologi och tillväxt. Östersjöns unika sammansättning av såväl arter med ursprung i färskvatten som marina arter gör att artsammansättningen också påverkas av salthalten. Tidigare studier som omfattat utvecklingen under fyra årtionden har visat att förändringar i artsammansättningen av fisk i Östersjöns kustområden kan kopplas till minskad salthalt. Samtliga arter i studien som redovisas i denna artikel är av marint ursprung eller anpassade till Östersjöns bräckta vatten.

De möjliga förklaringar som presenteras här baseras på ett begränsat antal variabler och förklarar endast en del av variationen. Aspekter som inte tagits upp men som det skulle vara intressant att inkludera i kommande analyser är till exempel miljögifter och tiaminbrist. Även om förklaringarna inte är heltäckande kan de vara användbara för att diskutera möjliga orsaker, och fungera som utgångspunkt för mer detaljerade undersökningar och dataanalyser.

Foto: Karl Lundström

Gråsäl som äter strömming.

LÄS MER

Casini M., Bartolino, V., Molinero, J.C. and Kornilovs, G. 2010. *Linking fisheries, trophic interactions and climate: threshold dynamics drive herring Clupea harengus growth in the central Baltic Sea*. Marine Ecology Progress Series, 413: 241-252

Östman, Ö., Karlsson, O., Pönni, J., Kaljuste, O., Aho, T & Gårdmark, A. 2014. *Ecosystem changes and eco-evolutionary dynamics in body size of herring (Clupea harengus) in the Bothnian Sea. Evolutionary Ecology Research,* 16: 417-433

HELCOM Core indicator fact sheets http://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/indicators/-nutritional-status-of-seals/ and http://helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/

LIV OCH RÖRELSE I FRIA VATTNET

Minsta havsisutbredningen i Östersjön sedan 1930-talet
Allvarlig syrebrist i Egentliga Östersjön trots stort inflöde
Viktiga maneter behöver övervakas

Foto: Martin Almqvist/Azote

Minsta havsisutbredningen i Östersjön sedan 1930-talet

AMUND E. B. LINDBERG, SMHI

Inte sedan de lindriga isvintrarna på 1930-talet har havsisutbredningen i Östersjöregionen varit så liten som under isvintern 2014/2015, då den istäckta havsytan var mindre än hälften så stor som den brukar vara. Endast 45 000 km^2 av havsytan var istäckt mot normalt mellan 115 000 km^2 och 235 000 km^2. Eftersom daglig kartläggning av havsis i regionen startade först 1957 är det svårt att med säkerhet säga om de milda vintrarna dessförinnan, som under 1930-talet, 1720- och 1730-talen, hade mer eller mindre havsis än under den nu gångna vintern.

■ Det är ytterligheterna som man lättast kommer ihåg. Den extremt varma eller regniga sommaren eller den extremt kalla vintern. När det gäller väder och väderhändelser är det oftast minimum- och maximumvärden som tas fram och dessa jämförs mot medelvärde. Det är dock ett faktum i detta sammanhang som ofta glöms bort; medelvärden inträffar inte särskilt ofta. Medelvärdena är oftast verkliga endast i statistiska sammanhang. Man skulle kunna säga att medelvärden är rätt onormala, åtminstone ovanliga. Det gäller även havsisutbredningen. I havsissammanhang definieras vintrar som lindriga, normala eller svåra. Detta utifrån hur havsisen har påverkat handelssjöfarten, vilket till stor del är direkt korrelerat till den areella utbredningen. Gränserna går vid 115 000 km^2 eller lägre för lindrig och 235 000 km^2 eller högre för svår. Allt där emellan betecknas som normal vinter.

Ser vi till medelvärdet för havsisutbredningen i Östersjöregionen under perioden 1900 – 2015 är det 185 000 km^2. Under vår analysperiod för havsisutbredningen har dock medelvärdet 185 000 km^2 med +/- 5 000 km^2 endast inträffat nio gånger. Därför ger den definition som är satt för normal isvinter, alltså allt mellan 115 000 km^2 och 235 000 km^2, en bättre bild av verkligheten. Normal isvinter har inträffat 55 gånger under vår 116 år långa tidsserie. Detta samtidigt som antalet lindriga eller besvärliga isvintrar är 31 respektive 30 stycken.

Havsisens utbredning är ett spel där den slutliga mängden is som bildas avgörs initialt av sommarens och höstens temperatur i ytvattnet, solinstrålning och vind. När solen tappar höjd och vintern kommer är det kylan och vinden som avgör.

Det är många som minns eller känner till 1940-talets extremt kalla vintrar. Samma vintrar som hjälpte Ryssland att vinna slagen i andra världskriget mot Tyskland slog hårt mot ett redan drabbat Europa i krig. Havsisutbredningen under dessa vintrar blev noga kartlagd av tyska krigsmakten. Jämförelser mellan dessa kartor, observationer längs Östersjöns kuster och senare års klimatmodellkörningar visar att havsisen under de svåra vintrarna under 1940-talet uppvisade största möjliga fysiska tjocklek och utbredning, givet det aktuella vädret, nämligen 420 000 km². I princip hur kall vintern än blir, kommer inte havsisutbredningen kunna bli mycket större än så.

Ytterligare några hårda vintrar inträffade på 1950- och 1960-talet. Under inget av dessa år kom dock havsisutbredningen upp i samma nivå som under 1940-talets vintrar.

Fyrtio år efter världskrigets slut tog kylan återigen Östersjöregionen i ett järngrepp. Efter två kraftiga vintrar, säsongerna 1984/85 och 1985/86, blev 1986/87 den kraftigaste isvintern sedan 1940-talet, och återigen var 420 000 km² av havsytan täckt av is när det var som mest.

Havsistäckets årsvariationer

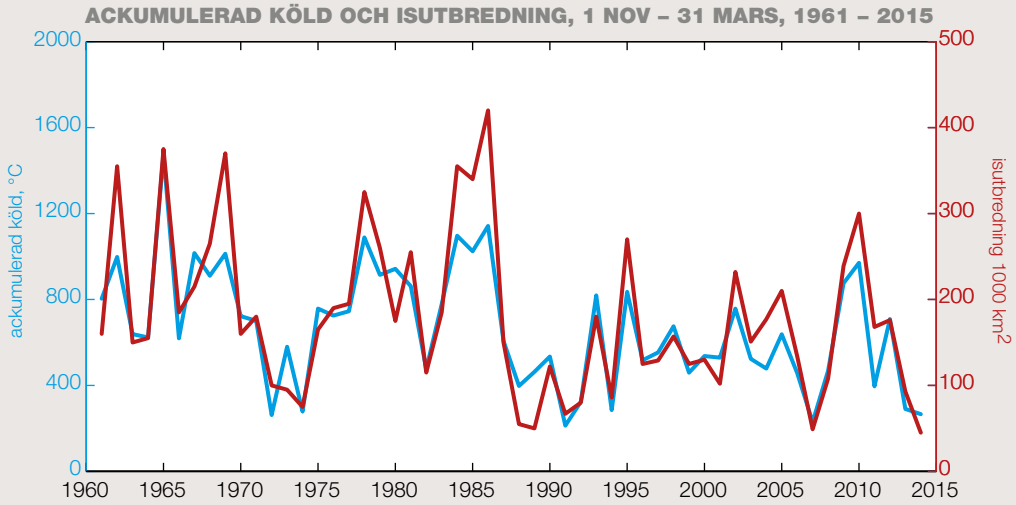
I våra subarktiska vatten, i motsättning till i Arktis, är havsisen säsongsis och smälter bort under våren. Kvar bildas ett så kallat lågsalint ytskikt, betydligt mindre salt än det vatten som redan finns som ytvatten. Under smältperioden är det omkringliggande ytvattnets temperatur nära frys- och smältpunkten för den aktuella vattenmassan, det vill säga från -1,9 grader i fullsalint oceanvatten till -0,2 grader i Bottenviken. Men det är svårt att hitta något samband mellan föregående vintrar och hur mycket is som bildas under kommande vinter. Här är övergången från isvintern 1986/87 till 1987/88 ett tydligt exempel då havsisutbredningen sjönk från 420 000 km² till 150 000 km². Den kommande säsongen, 1988/89, sjönk havsisutbredningen ytterligare till 55 000 km². En liknande situation uppstod under 1940-talet. Efter den kyliga vintern 1941/42 sjönk havsisutbredningen till endast 85 000 km² säsongen efter.

Men även en övergång från en extremt lindrig isvinter till en svår kan ske från ena säsongen till den andra. Här är vintrarna 1938/39 och 1939/40 bra exempel, då havsisutbredningen ökade från 60 000 km² till 420 000 km². Havsisens utbredning är ett spel där den slutliga mängden is som bildas avgörs initialt av sommarens och höstens temperatur i ytvattnet, solinstrålning och vind. När solen tappar höjd och vintern ankommer är det kylan och vinden som avgör. Låga temperaturer ger isbildning, speciellt i kombination av svaga vindar. Om det däremot råder blåsigare förhållanden i kombination med kyla, så avkyls vattnet samtidigt som det kallare vattnet blandas ned i vattenpelaren. Milda vintertemperaturer sammanfaller ofta med stormiga vintrar och resultatet blir då en lindrig isvinter.

Att det är lufttemperaturen som är avgörande för havsisutbredningen råder det ingen tvekan om. Det är endast dygn med en medeltemperatur under 0 grader som ger istillväxt. För att få en grov uppskattning om de olika isvintrarnas avkylnings- och fryspotential kan ackumulerad köld beräknas genom att addera alla dygnsmedeltemperaturer som understiger 0 grader. Figuren visar sambandet mellan absolutvärdet av ackumulerad köld, beräknad för sex kustmätstationer under perioden 1 november – 30 mars, och havsisutbredningen under vintrarna 1960 – 2015.

Vad vet vi om framtidens vintrar?

Ett allt varmare klimat kommer att ge mindre havsistillväxt, därom råder ingen tvekan. Dock har det fram till isvintern 2014/15 nästan varit en självklarhet att Bottenviken alltid kommer att täckas helt av is, något som inte alls skedde under 2014/15. Under milda vintrar kommer Bottenviken inte alltid att täckas helt av is, men att det kommer svåra isvintrar även i framtiden får vi räkna med.



Absolutvärdet av ackumulerad köld och havsisutbredning. Ackumulerad köld beräknad för medelvärdet av dygnsmedeltemperatur de dagar med dygnsmedeltemperaturen är under 0 grader. Medelvärdet baseras på Haparanda, Luleå/Kallax, Bjuröklubb, Holmön/Holmögadd, Örskär och Landsort.

Foto: Tamara Kulikova/Shutterstock

Nedisning av fartyget Argos under en vinterkartering i Östersjön.

Foto: Bengt Yhlén

Meteorologi och hydrologi

Amund E.B. Lindberg, Åsa Johnsen & Anna Eklund, SMHI

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.

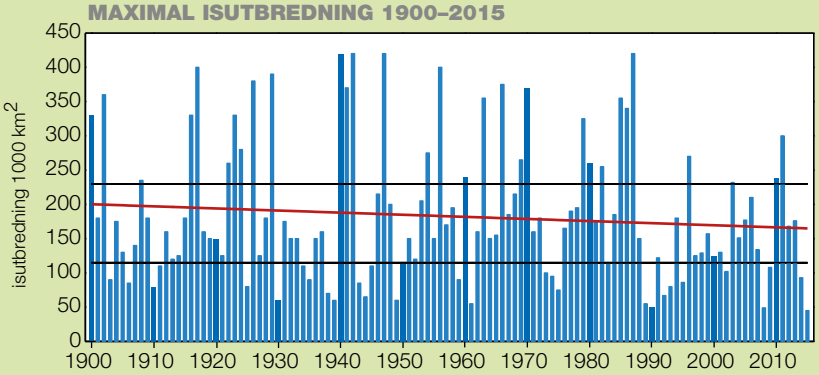
ÅR 2014 var det varmaste året i Sverige sedan mätningarna inleddes. Speciellt varmt var det under värmeböljan i juli och augusti. Även januari till april 2015 var milda, vilket bidrog till att isutbredningen säsongen 2014/2015 blev den minsta sedan karteringarna startade på 1950-talet. Generellt avvek inte nederbörd och tillrinning speciellt mycket från det normala under 2013 och 2014.

Foto: Neirfy/Shutterstock

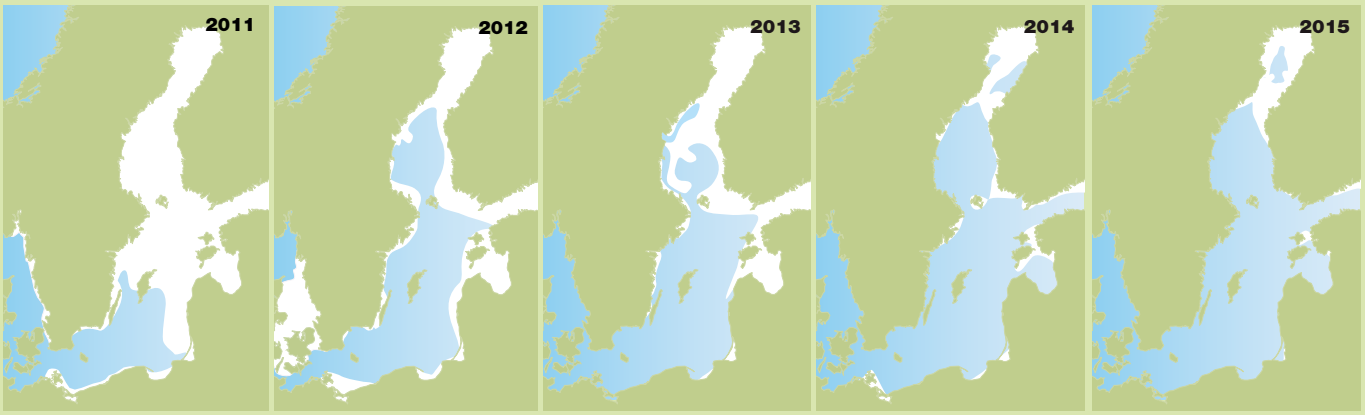
Inte sedan mätningen av havsisens utbredning startade på 1950-talet har isutbredningen i Östersjöregionen varit så liten som den var säsongen 2014/15.

Isutbredningen har under isvintrarna 2013/14 samt 2014/15 varit mindre än normal. Under 2014/15 sattes ny lägsta nivå i maximal isutbredning för hela Östersjöregionen med 45 000 km². Under båda säsongerna var det endast is i Bottenviken och kustnära i Bottenhavet. Längs resten av kusten fanns is i skyddade vikar och fjärdar endast kortvarigt under perioderna. Den linjära trenden för isutbredningen från 1900-talets början och fram till idag är fortfarande negativ. Röd linje visar linjär trend och svarta linjer gränserna för lindrig respektive svår isvinter. Det däremellan definieras som normal isvinter. →

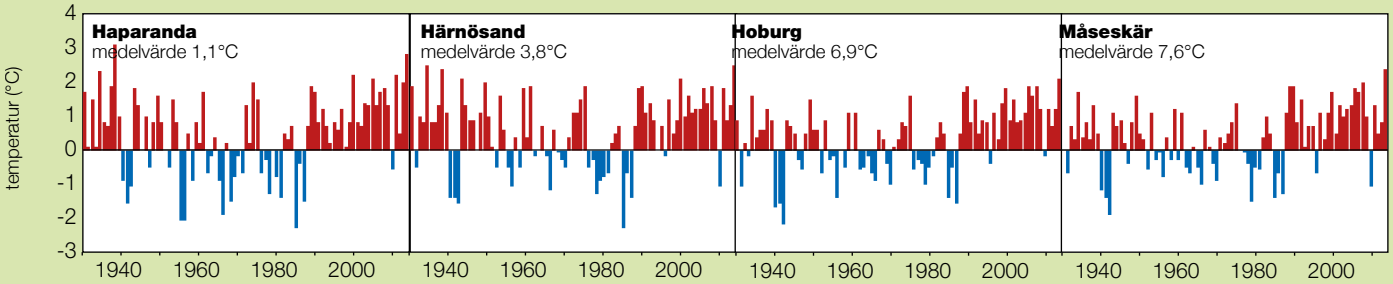
MAXIMAL ISUTBREDNING 1900–2015



MAXIMAL ISUTBREDNING 2011–2015

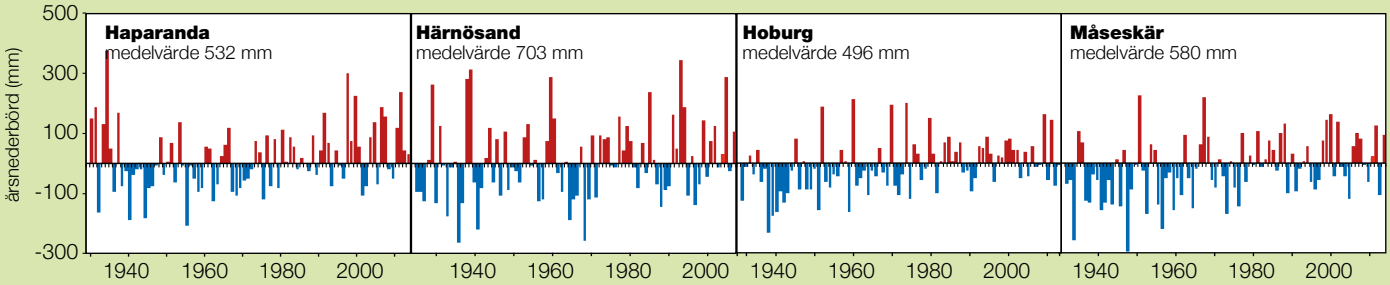


ÅRSMEDELTEMPERATUR



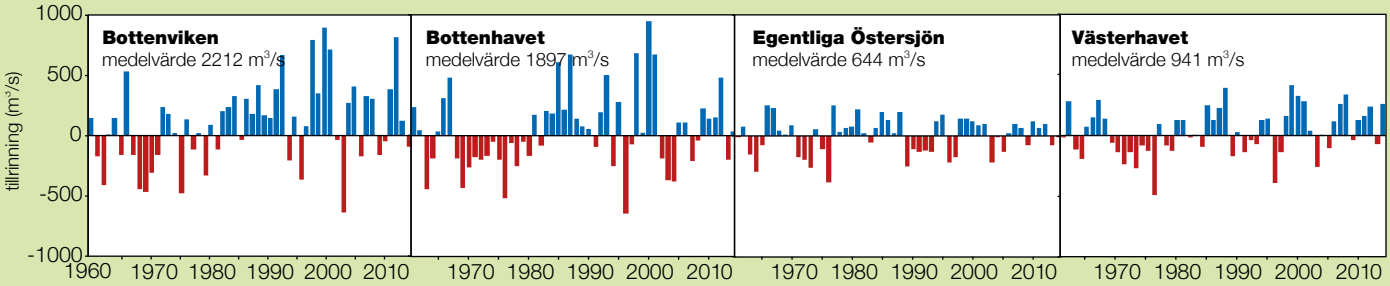
Sedan 1990 har temperaturen de flesta åren varit högre än medelvärdet för 1961-1990, så även 2013 och 2014. År 2014 var för Sverige som helhet och för många mätstationer det varmaste året sedan mätningarna inleddes. Särskilt varma var juli och augusti, då vi hade en långvarig värmebölja i hela landet.

ÅRSNEDERBÖRD



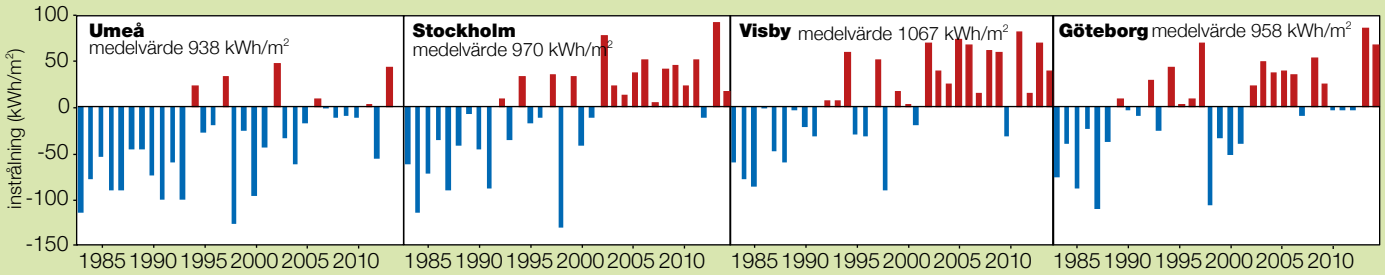
Under 2013 föll i södra Sverige mindre nederbörd än medelvärdet för 1961-1990. Det var främst under mars, juli och september som nederbördsmängderna var små. Under 2014 föll på Västkusten mer nederbörd än medelvärdet och den mest nederbördsrika månaden var augusti. Eftersom vintern och våren 2014 var milda föll en stor del av nederbörden som regn.

TILLRINNING TILL DE SVENSKA HAVSOMRÅDENA



Både 2013 och 2014 var tillrinngen till de flesta havsområden nära medelvärdet för 1961-1990. År 2013 avvek Bottenhavet mest med en tillrinning 11 procent lägre än medelvärdet. År 2014 avvek Västerhavet mest med en tillrinning 27 procent högre än medelvärdet. Speciellt stor var tillrinngen i augusti, då stora regnmängder föll över de västra delarna av Götaland och Svealand.

INSTRÅLNING



Instrålningen under 2013 var i många delar av landet den högsta som uppmätts och speciellt hög var den under våren. Även under 2014 var instrålningen högre än medelvärdet i stora delar av landet och den soligaste månaden var september.

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

Lars Sonesten, SLU

BELASTNING PÅ HAVET 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. Statistiska analyser utförs på flödesnormaliserade data för att kunna se effekter av åtgärder och i möjligaste mån undvika påverkan från skillnader i nederbördsmängd.

Läs mer på sid. 120.

MÄNGDEN NEDERBÖRD UNDER ETT ÅR OCH HUR DEN FÖRDELAS under året styr till stor del hur mycket näringsämnen som förs ut med våra vattendrag till havet. Detta gäller inte bara näringsämnen, utan även andra ämnen som exempelvis metaller. Överlag är det endast små tendenser till förändringar i näringsbelastning i de stora vattendragen, vilket gör det svårt att finna några statistiskt säkerställda trender. Ett undantag är belastningen av organiskt material som ökar till samtliga svenska havsområden.

Öresund är hårt belastat av närsalter från de intensivt odlade jordbruksmarkerna i avrinningsområdet.

Foto: Joakim Lloyd Raboff/Shutterstock

Skagerrak

Trots att Skagerrak är den näst minsta av våra havsbassänger är tillförseln av näringsämnen och organiskt material hit betydande. De arealspecifika belastningarna av kväve och fosfor 2012–2014 är näst högst i landet, endast tillförseln till det allra minsta området, Öresund, är högre. Belastningen av organiskt material är däremot i särklass störst i landet. Att belastningen per ytenhet är stor för detta område beror framförallt på att det inte finns några större sjöar i systemet. Sjöar som annars ofta fungerar som sedimentationsfällor.

De senaste 20 åren har både den totala belastningen av kväve, liksom av oorganiskt kväve minskat. Däremot ökar oorganiskt fosfor, medan det saknas en säkerställd trend för totalmängden fosfor. Belastningen av organiskt material har, liksom för samtliga bassänger, ökat stadigt de senaste 20 åren.

Kattegatt

Den arealspecifika belastningen på Kattegatt påminner mycket om belastningen på det närliggande Skagerrak, med jämförelsevis hög totalbelastning av kväve. Däremot är belastningen av fosfor och organiskt material mer lik den på övriga svenska havsområden. Trenderna för de senaste 20 åren är samma som för Skagerrak, med säkerställda minskningar av såväl totalkväve som oorganiskt kväve, medan oorganisk fosfor istället ökar. Även här så är det en markant ökning i belastningen av organiskt material.

Öresund

Öresundsbassängen tar emot en jämförelsevis mycket stor belastning från det jordbruksintensiva avrinningsområdet. Belastningen per ytenhet är mycket hög med svenska mått mätt, men eftersom avrinningsområdet är så pass litet blir den verkliga belastningen på havet ändå förhållandevis begränsad. Belastningen av organiskt material är däremot den lägsta av alla de svenska områdena, även om denna belastning har ökat statistiskt här, precis som för resten av havsområdena.

Egentliga Östersjön

Den arealspecifika belastningen på Egentliga Östersjön ligger mitt emellan de högt belastande områdena i den södra och västra delen av landet och mindre belastade nordliga delen. Totalmängderna av kväve och fosfor minskar statistiskt de senaste 20 åren, medan belastningen av oorganisk fosfor och organiskt material ökar.

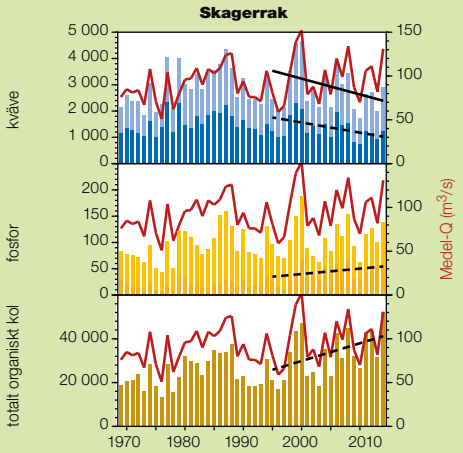
Bottenhavet och Bottenviken

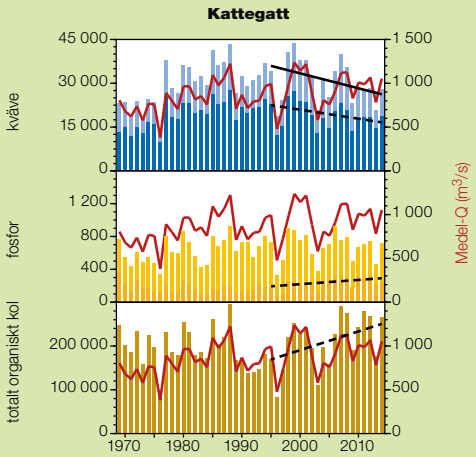
Tillförseln av näringsämnen och organiskt material till Bottenviken och Bottenhavet är mycket likartad både när det gäller belastning per ytenhet och tidstrender. Överlag är belastningen låg från dessa stora avrinningsområden. De senaste 20 åren minskar belastningen av totalkväve i de båda områdena, medan belastningen av organiskt material, liksom för hela landet, stadigt ökar. I Bottenviken finns en ökande trend för oorganiskt fosfor, medan totalfosforbelastningen på Bottenhavet däremot minskar. Speciellt under 2000-talet har belastningen av fosfor på Bottenhavet varit förhållandevis låg.

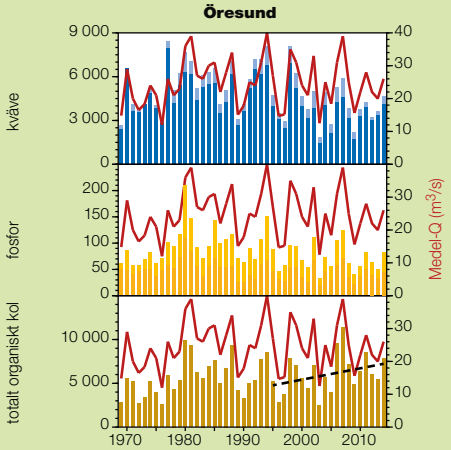
TILLFÖRSEL AV NÄRSALTER OCH ORGANISKA ÄMNEN 2012–2014

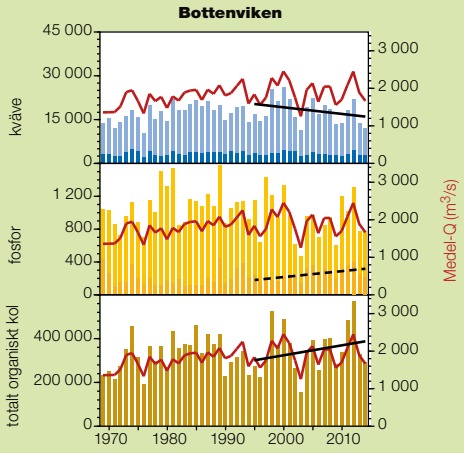
Havsområde	Totalfosfor (kg fosfor/km²)	Totalkväve (kg kväve/km²)	Organiskt material (kg TOC/km²)
Skagerrak	23	473	7900
Kattegatt	9	360	3300
Öresund	25	1490	2500
Egentliga Östersjön	8	262	2800
Bottenhavet och Bottenviken	4–7	121–131	3000

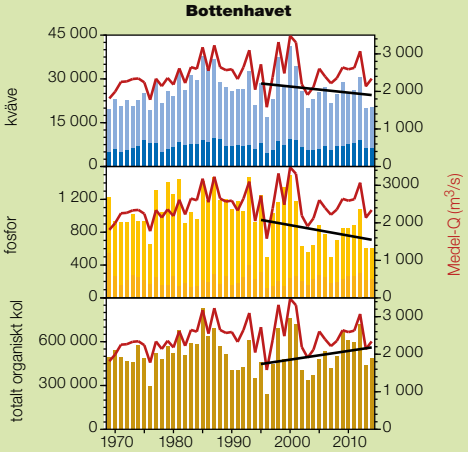
BELASTNINGEN PÅ HAVET

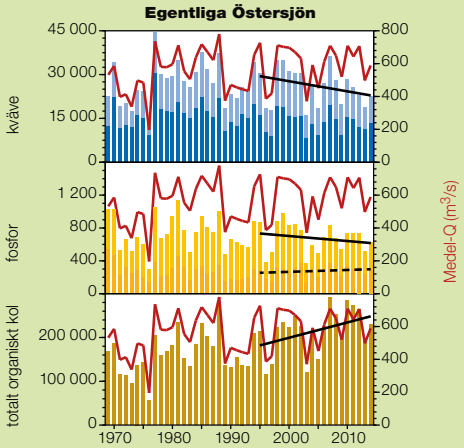




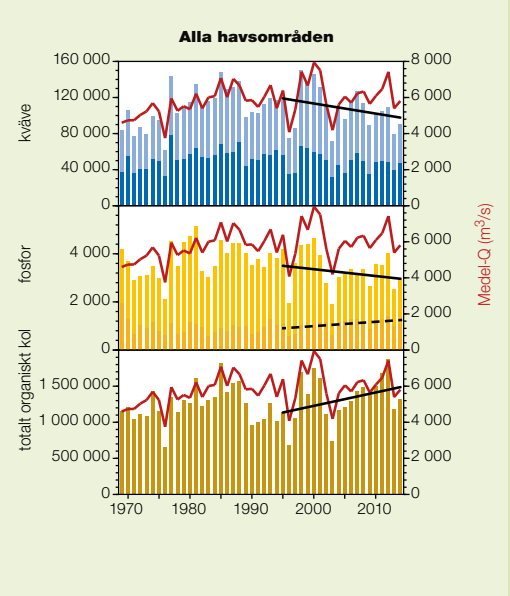








totalkväve (ton/år)
oorganiskt kväve (ton/år)
totalfosfor (ton/år (ton/år))
oorganiskt fosfor (ton/år)
totalt organiskt kol (ton/år)
statistiskt signifikant trend (flödesnormaliserad)
medelvattenföringen per år



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 1995–2014 visar en svagt ökad belastning av fosfatfosfor för vissa områden. Belastningen av löst organiskt material (mäts 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.

Allvarlig syrebrist i Egentliga Östersjön trots stort inflöde

LARS S. ANDERSSON, SMHI

Dagens syrenivåer i Egentliga Östersjön är alarmerande låga trots det stora inflöde av salt och syrerikt vatten som i december 2014 skedde till Östersjön från Kattegatt via Öresund och de danska Bälten. Totalt var inflödet lika stort som en procent av hela Östersjöns totala volym – ett av de största inflödena sedan mätningarna startade i slutet av 1800-talet. Så vad var det som hände?

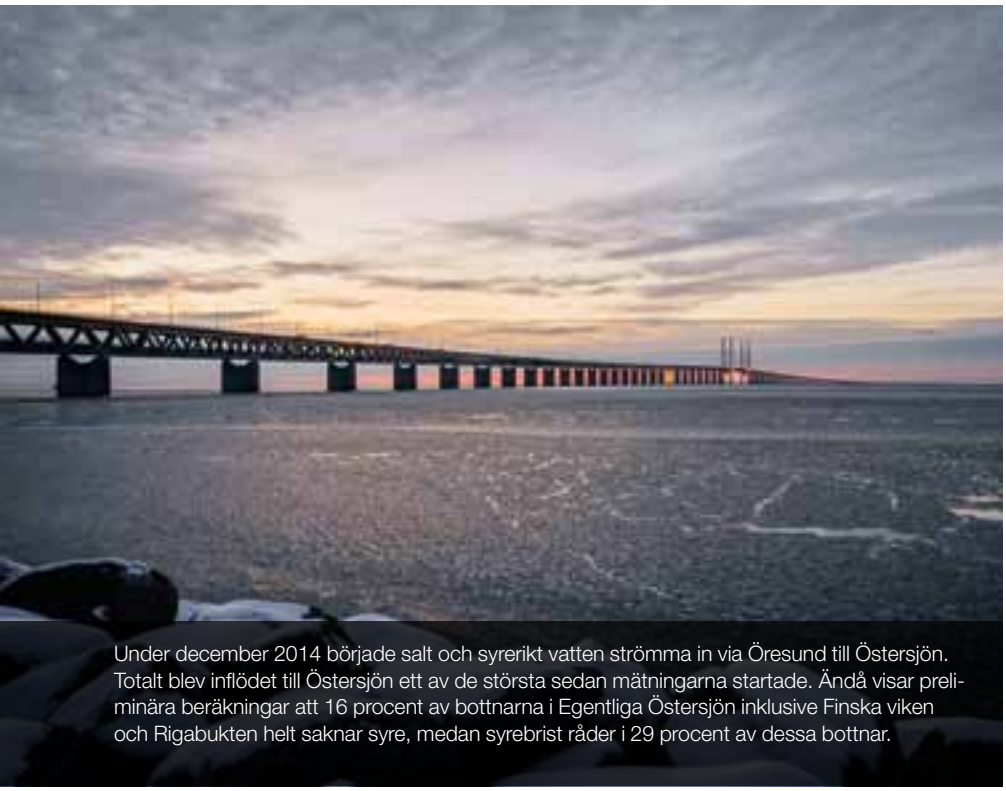
■ Efter flera år utan något större inflöde av salt, syrerikt vatten var syresituationen i Östersjöns djupvatten under hösten 2014 mycket dålig. Stora delar av bottnarna och stor del av vattenmassan hade så svår syrebrist att det inte fanns förutsättningar för något högre liv alls.

Men så under perioden 2–24 december strömmade cirka 70 kubikkilometer vatten in till Östersjön via Öresund. Någon vecka efter att inflödet startade började det även strömma in vatten via de danska sunden Lilla och Stora Bält. Det totala inflödet under december 2014 uppskattas till cirka 200 kubikkilometer, vilket motsvarar ungefär en procent av hela Östersjöns totala volym. Detta inflöde var ett av de största sedan man påbörjade mätningar i slutet av 1800-talet.

Under första halvan av januari 2015 skedde ytterligare ett par mindre inflöden, på totalt cirka 30 kubikkilometer, via Öresund. Tillskottet av salt- och syrerikt vatten var ett mycket efterlängtat bidrag till Östersjöns djupvatten. Bottenlevande djur kunde åter breda ut sig över större områden och reproduktionsvolymen för till exempel torsk kunde öka.

Torskäggen behöver en salthalt på minst 12 psu för att flyta och en syrehalt på minst 2 ml/l för att kunna utvecklas. Mängden vatten i Östersjön, som uppfyller dessa villkor ökade efter inflödet – reproduktionsvolymen ökade. Detta innebär dock inte att mängden torsk ökar, men det finns bättre förutsättningar.

Det var den milda hösten med svaga



Under december 2014 började salt och syrerikt vatten strömma in via Öresund till Östersjön. Totalt blev inflödet till Östersjön ett av de största sedan mätningarna startade. Ändå visar preliminära beräkningar att 16 procent av bottnarna i Egentliga Östersjön inklusive Finska viken och Rigabukten helt saknar syre, medan syrebrist råder i 29 procent av dessa bottnar.

Foto: Fredrik/Shutterstock

FAKTA

Hypoxi/Syrebrist: Med syrebrist menas här syrehalter under 2 ml/l, viket innebär att det är svårt för de flesta djur att klara sig.

Anoxi/Total avsaknad av syre: Inget högre liv är möjligt och svavelväte bildas.

Regimskifte: Med regimskifte avses här den plötsliga förändring i utbredning av anoxi som inträffade ungefär 1999. Under perioden 1960-1999 var stora områden drabbade av hypoxi medan endast mindre områden var utsatta för anoxi. Efter 1999 ökade utbredningen av hypoxi något, medan det blev en kraftig ökning av områden utsatta för anoxi. Utbredningen av anoxi efter 1999 ligger nu generellt på nivåer som endast uppnåddes något enstaka år innan regimskiftet.

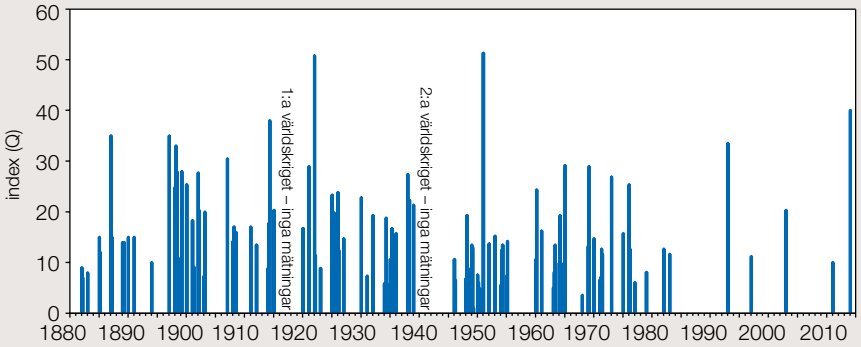
vindar och högtryck som gav lågt vattenstånd i Östersjön och skapade förutsättningar för ett inflöde. I samband med flera lågtryckspassager, med kraftiga sydvästliga vindar i början av december, höjdes successivt vattenståndet i Kattegatt samtidigt som vattenståndet var mycket lågt i södra Östersjön. Inflödet tog då sin början. Fler lågtryckspassager avlöste sedan varandra och fortsatte att pressa in vatten genom de danska Bälten och Öresund.

Kortvarig effekt

Redan under december syntes effekter av inflödet i Arkonabassängen, där syrehalter på 6–7 ml/l uppmättes i bottenvattnet, mot tidigare endast kring 2 ml/l. I januari hade inflödet nått fram till Hanöbukten och Bornholmsbassängen. Salt och syrerikt vatten hade i februari fyllt upp Bornholmsbassängen och fortsatt vidare österut där spår av inflödet nu syntes i Gdanskbukten. Under mars började effekter synas i bottenvattnet i de södra delarna av Östra Gotlandsbassängen. Salthalten i bottenvattnet hade nu ökat från 12,4 till 13,2 promille och det förekom syre närmast botten, även om vattnet ovanför fortfarande innehöll svavelväte, vilket visar på total syrebrist. När organiskt material bryts ned i djupvattnet förbrukas syre och när syret tagit slut fortsätter istället bakterier nedbrytningen och då bildas svavelväte, som är giftigt för allt högre liv.

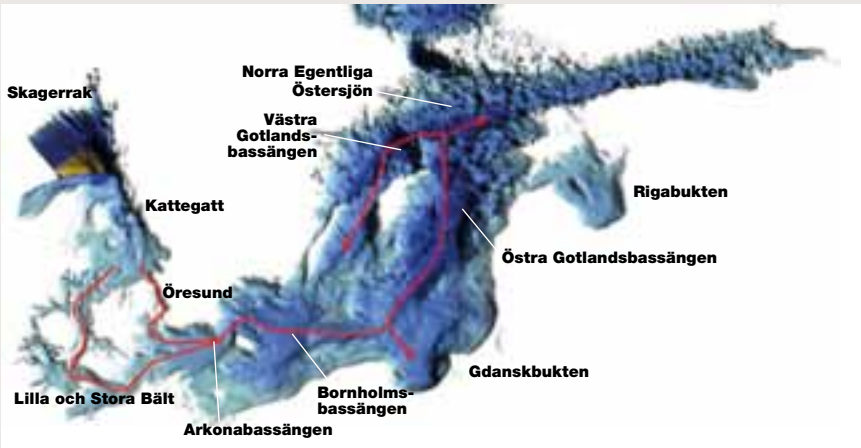
I april hade ytterligare vatten nått fram till Östra Gotlandsbassängen och svavelväte förekom nu endast i ett intermediärt skikt på djup mellan 125 och 150 meter. I bottenvattnet hade syrehalten ökat från 1 ml/l vid provtagningen i mars till 3 ml/l. I de södra delarna av Östersjön (Arkona,

STÖRRE INFLÖDEN TILL ÖSTERSJÖN



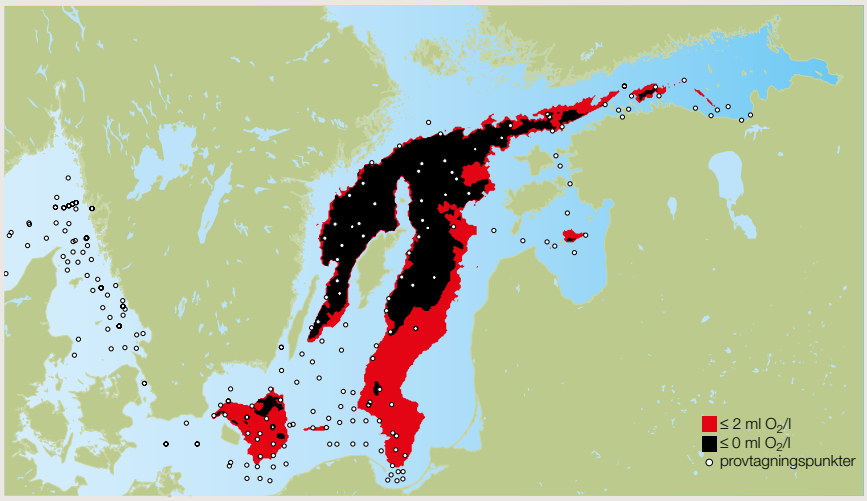
Diagrammet visar hur betydande ett inflöde av havsvatten via Öresund till Östersjön varit över tiden 1900–2015. Indexet är baserat på mängden inströmmande vatten samt vattnets salthalt.

DJUPVATTNETS VÄG VID ETT STÖRRE INFLÖDE

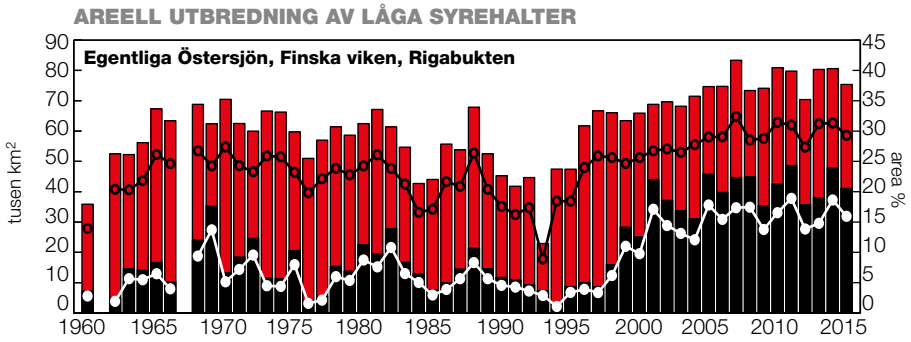


Karta över Västerhavet och Egentliga Östersjön med bottentopografi och huvudbassänger i Egentliga Östersjön. Den röda pilen visar djupvattnets väg vid inflöden.

SYREFRIA BOTTNAR OCH BOTTNAR MED SYREBRIST 2015



Utbredning av låga syrehalter. Kartan visar bottnar utsatta för hypoxi (rött) och anoxi (svart), hösten 2015.



Stapeldiagrammet visar förändringar i tiden av areell utbredning av hypoxi respektive anoxi i bottenvattnet i Egentliga Östersjön, Finska viken och Rigabukten, augusti till oktober 1980-2015. Resultaten för 1961 och 1967 har tagits bort på grund av bristande dataunderlag.

Hanö och Bornholm) hade nu syrehalterna samtidigt börjat sjunka igen jämfört med de förhöjda nivåerna i början av 2015.

Under juni började det skönjas effekter i de norra delarna av Östra Gotlandsbassängen där halterna av svavelväte börjat sjunka. Vid Gotlandsdjupet, i centrala delen av Östra Gotlandsbassängen, hade däremot situationen försämrats och syrehalterna i djupvattnet hade redan börjat sjunka, liksom de fortsatte att göra i de södra delarna av Egentliga Östersjön.

Situationen i juli liknade den i juni, svaga förbättringar syntes norr om Gotlandsdjupet medan syrehalterna söder därom fortsatte att minska. Under resten av året var situationen liknande, inflödet nådde inte längre norrut och syrehalterna i Östra Gotlandsbassängen och söder därom fortsatte att sjunka.

Förhoppningarna att inflödet skulle medföra stora förbättringar i hela Egentliga Östersjöns djupvatten kom på skam. Trots det stora inflödet i december 2014 visar alltså mätningarna att den allvarliga syresituationen i Egentliga Östersjön fortsätter.

Syreförhållandena efter regimskiftet liknar medelförhållandena under perioden 1999–2014 och än så länge ligger utbredningen av svavelväte kvar på höga nivåer.

Foto: Philip Axe

Syreprover klara för analys. Ju starkare gul färg desto högre syrehalt. Ett färglöst prov indikerar syrebrist.

Jämfört med situationen 2014 har dock områdena drabbade av anoxi i Östra Gotlandsbassängen minskat efter inflödet.

Fram till januari 2016 har inflödet inte varit kraftigt nog för att nå fram till Norra och Västra Gotlandsbassängerna eller Finska viken. I dessa områden råder fortfarande stagnation. I södra delen av Västra Gotlandsbassängen råder syrebrist (hypoxi) redan på cirka 50 meters djup och total avsaknad av syre (anoxi) på djup över 70 meter.

Varmt vatten innehåller mindre syre

Det finns ett antal möjliga förklaringar till att de positiva effekterna blev så små efter ett så pass stort inflöde som det i december 2014. Hela vattenmassan i Kattegatt och ytlagret ner till hundra meter i Skagerrak hade för årstiden exceptionellt hög temperatur månaden innan inflödet startade, vilket förklarar den höga temperaturen på det inströmmande vattnet. Vatten med hög temperatur innehåller mindre syre än kallt vatten. Jämfört med det förra stora inflödet 1993 hade alltså det nu inströmmande vattnet högre temperatur och innehöll mindre syrgas. Vidare kan höga temperaturer i djupvattnet öka nedbrytningen av organiskt material, vilket får till följd att syret förbrukas snabbare.

Vid inflödet 1993 var skiktningen i Östersjön dessutom svagare och salthalten i Gotlandsdjupet var betydligt lägre än 2014. Koncentrationen av svavelväte i djupvattnet var innan det senaste inflödet också extremt hög och den areella utbredningen av bottnar med syrebrist (hypoxi) och bottnar med total avsaknad av syre (anoxi) var större.

Om de positiva effekter som ändå uppstod i Östra Gotlandsbassängen 2014 ska bestå, och om förhållandena i Norra och Västra Gotlandsbassängerna ska bli bättre, krävs ytterligare kraftiga inflöden av salt, syrerikt vatten från Västerhavet, annars kommer förhållandena återigen försämras, och det kan gå snabbt.

Emellertid finns det också en nackdel med inflöden. Salthalten ökar i djupvattnet vilket förstärker skiktningen i Östersjön, vilket i sin tur försämrar utbytet mellan yt- och djupvatten.

Den areella och volymsmässiga utbredningen av hypoxi och anoxi i Egentliga Östersjön fortsätter alltså att ligga på en förhöjd nivå sedan regimskiftet 1999 och ingenting tyder på att förhållandena i Norra och Västra Gotlandsbassängerna kommer att förbättras.

Trots att inflödet förbättrat situationen i Östra Gotlandsbassängen är situationen i övriga områden fortfarande mycket dålig. Vid det stora inflödet 1993 tog det ungefär ett år för vattnet att nå fram till och fylla upp även norra Egentliga Östersjön och Västra Gotlandsbassängen, medan vattenflödet denna gång inte nått längre än till Östra Gotlandsbassängen på lika lång tid. Preliminära beräkningar visar att 16 procent av bottnarna i Egentliga Östersjön inklusive Finska viken och Rigabukten, är utsatta för anoxiska förhållanden medan 29 procent av ytan är utsatt för hypoxi. Beräkningarna som gjorts tar inte hänsyn till att syresatt vatten kan förekomma under skikt med svavelväte, vilket innebär att ytorna och volymerna med anoxi förmodligen är något överskattade.

LÄS MER:

Hansson, M., Andersson, L. & Axe, P., 2011: *Areal Extent and Volume of Anoxia and Hypoxia in the Baltic Sea*, 1960-2011, SMHI Report Oceanography no. 42, ISSN: 0283-1112.

Oceanografi

Amund Lindberg, SMHI

OCEANOGRAFI 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. 121.

VARMARE VATTEN, LÅGA SYREHALTER OCH VARIERANDE SALTHALT är de sammanfattande resultaten av de oceanografiska mätningarna som gjorts i de svenska havsbassängerna sedan 1970-talet. Syresituationen i Egentliga Östersjön är dålig, trots inflödet i slutet av 2014, och stora områden uppvisar låga syrehalter eller närvaro av 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.

Foto: Anna-Kerstin Thell

Rosetthämtaren manövreras ombord på fartyget Aranda.

Rosetthämtaren används för att få vattenprover från olika djup.

Foto: Bengt Karlson

Våra unika havsområden

Den stora tillrinningen till Östersjön från floder och vattendrag medför att lättare, sötare ytvatten strömmar ut genom de danska sunden medan tyngre saltvatten strömmar in från Västerhavet till Östersjön. Beroende på skillnaderna i salthalt och de grunda trösklar som skiljer bassängerna åt har alla våra svenska havsområden unika egenskaper. Skillnaden i salthalt mellan ytvatten och bottenvatten skapar en skiktning, en haloklin, som försvårar omblandning av de olika skikten. Skiktningens djup och styrka tillsammans med tillförsel och förluster av näringsämnen, interna processer och vattnets omsättningstid är faktorer som påverkar bassängernas vattenkvalitet.

Dynamiken i ytvattnet

Stora variationer i temperatur och mängd av näringsämnen förekommer i ytvattnet. Under vintern när vattnet kyls är ytlagret homogent ner till saltsprångskiktet. Den biologiska aktiviteten är låg och det sker nästan inget upptag av näringsämnen. Man använder sig därför av dessa vintervärden av näringsämnen för att se potentialen för nästa säsongs vårblomning. När ytvattnet värms upp under våren bildas ett varmare ytvatten och skiktningen gör att produktionen av växtplankton kommer igång. Skiktningen förstärks under sommaren av ökad uppvärmning och av att tillrinningen av sötvatten ökar under den varma perioden. Även om näringsämnen tillförs genom tillrinning och nedbrytning av plankton så förbrukas de snabbt och halterna av näringsämnen är mycket låga under sommaren. Under hösten avtar den biologiska aktiviteten när vattnet kyls och temperaturskiktningen försvinner.

Syresituationen i djupvattnet

Variationerna är mindre i djupvattnet, omsättningen beror på bottentopografin, tillförsel av sötvatten, större inflöden av salt och syrerikt vatten från Nordsjön samt belastning från ytvattnet. Skagerrak, som mestadels påverkas mycket av vatten från Nordsjön, har en god vattenomsättning och höga syrehalter. Kattegatt är en övergångszon med saltare djupvatten från Skagerrak och sötare ytvatten från Östersjön. Omsättningen av djupvatten kan under kortare tider vara begränsad.

Vattenomsättningen i Egentliga Östersjön är beroende av större inflöden av Nordsjövatten. Här finns ett sötare ytvatten som strömmar norrifrån och ett djupvatten från Västerhavet vilket ger upphov till en permanent haloklin, grundare i söder och lite djupare i norr. Utbytet av djupvatten är sporadiskt, då stora inflöden från Skager-

rak och Kattegatt är sällsynta. I de södra delarna sker normalt några mindre vattenutbyten per år, men i de centrala och norra delarna kan stagnationsperioderna vara under flera år. En återgång till syrefattiga förhållanden, efter det att ett inflöde ägt rum, sker numera snabbare beroende på en ökad närsaltsbelastning och en förstärkt skiktning av vattenmassan.

Inflödet av syrerikt vatten under 2014 höjde syrgasmängden något i södra Egentliga Östersjön. Även i centrala Egentliga Östersjön syns en förbättring, men fortfarande är medelvärdet för de aktuella mätstationerna under 0 ml/l. Syrgassituationen i djupvattnet är därför fortfarande mycket allvarlig. Samtliga havsområden, förutom Kattegatt och Bottenviken, visar en negativ trend i syrekoncentration i djupvattnet. I Bottenhavet bildas djupvattnet av vatten som kommer från ett mellanskikt i Egentliga Östersjön. I Bottenhavets djupvatten har syrgashalten sjunkit sedan början av 1990-talet från i överkant 6 ml/l till närmare 4 ml/l, troligen som följd av de försämrade syreförhållandena i Egentliga Östersjön. Den goda omblandningen i Bottenviken, där syrerikt ytvatten varje år sjunker när havsvattnet avkyls, gör att syresituationen i denna havsbassäng är alltjämt god. Östersjön har inte sedan 1986/87 haft någon kraftig nedkylning av ytvattnet på samma sätt som Bottenviken. Den nedkylning som skedde under vintrarna 1995/96 samt 2010/11 varade endast kortare perioder.

Aranda i hemmahamn efter utförd vinterexpedition.

Foto: Anna-Kerstin Thell

Förändringar i temperatur, salthalt och näringsämnen

Beroende på det geografiska läget finns en temperaturskillnad mellan de olika havsbassängerna. Årsmedeltemperaturen i ytvattnet är därför högre i Egentliga Östersjön och Västerhavet än i Bottniska viken. I Egentliga Östersjöns och Kattegatts djupvatten, samt i södra Egentliga Östersjöns ytvatten, kan man se en ökning av temperaturen från början av 1990-talet. Anmärkningsvärt är att 2014 var ett mycket varmt år över land, men inga temperaturrekord noterades i ytvattnet i några av de aktuella havsområdena.

Skillnaderna i salthalt, från cirka 2 promille Bottenviken till drygt 35 i Västerhavet, skapar en kraftig salthaltgradient. Salthalten har minskat i ytvattnet i Egentliga Östersjön och Bottniska viken sedan 1970-talet. I Skagerrak har salthalten däremot ökat, denna ökning är troligen inte verklig utan beror förmodligen på de stora variationerna under 1970-talet, vilket gör att analysen i början är osäker. I Kattegatt kan en minskning ses. I djupvattnet har saltahlten ökat i Skagerrak sedan 1990-talet. Egentliga Östersjön påverkas tydligt av större inflöden av Nordsjövatten och salthalten varierar utan tydliga trender i de södra delarna. I den norra delen har salthalten minskat sedan 1970-talet. Minskningen var tydligast under 1980-talet, medan en ökning sedan skett från början av 1990-talet. För Bottniska vikens del har salthalten sjunkit, sett över hela perioden.

Halterna av totalkväve är ungefär lika i alla bassängerna medan den oorganiska delen är lägre i Bottniska viken och Egentliga Östersjön än i Västerhavet, där mellanårsvariationen är större på grund av inflöden från Nordsjön. Halterna av totalfosfor och fosfat ligger på samma nivå i Västerhavet och Egentliga Östersjön men är markant lägre i Bottniska viken. De absolut lägsta nivåerna finns i Bottenviken.

Halterna av kisel däremot är som högst i Bottniska viken och lägst i Västerhavet. Halterna av näringsämnen ökade fram till slutet av 1980-talet. Både kväve- och fosforhalterna har sedan minskat under 1990-talet, kvävehalterna har sedan fortsatt att minska eller legat på samma nivå under 2000-talet medan fosforhalterna har ökat. Förhöjda koncentrationer under haloklinen på grund av låga syrehalter/svavelväte medför en ökad transport av fosfor till ytskiktet. En minskning har börjat ses de senaste åren i Egentliga Östersjön.

Från början av 1990-talet har kiselhalterna ökat med storleksordning 10 µmol/l i både Bottenhavet och Bottenviken. I samtliga andra havsområden har kiselhalterna sjunkit.

Att halterna har ökat i Bottniska viken kan ha sin naturliga förklaring i ökad tillrinning, vilket styrks av lägre salinitet. Det som dock är förbryllande är att kiselhalterna har minskat i Egentliga Östersjön, trots att man även i denna bassäng ser en minskad salthalt. Detta indikerar att kisel försvinner någonstans mellan mellersta Bottenhavet och mätstationerna i Egentliga Östersjön. Eventuellt skulle detta kunna ha orsakats av en ökande kiselalgsproduktion i Egentliga Östersjön och kanske även i södra Bottenhavet. En nationell marin provtagningspunkt/station i södra Bottenhavet hade bättre kunnat ge svar på bland annat frågan om hur långt norrut man börjar se sjunkande halter av kisel. Att halterna av kisel så tydligt har sjunkit i Egentliga Östersjön, samtidigt som de har ökat i Bottniska viken, kan vara en indikation på en ökad produktion av kiselalger i södra Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Detta skulle i sin tur kunna vara en bidragande orsak till en ökad syrebrist i djupvattnet i Egentliga Östersjön.

LÄS MER

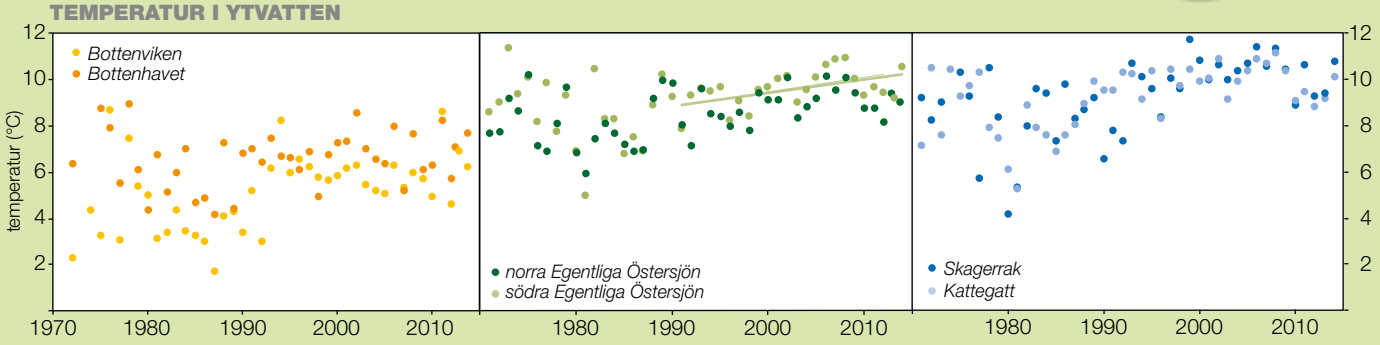
Om syresituationen i Östersjön:

SMHI Report Oceanography No. 53 , 2015
www.smhi.se/oceanografi/oce_info_data/reports/syre/Oxygen_timeseries_1960_2015.pdf

Om kopplingen mellan ökade fosforhalter och syrebrist:

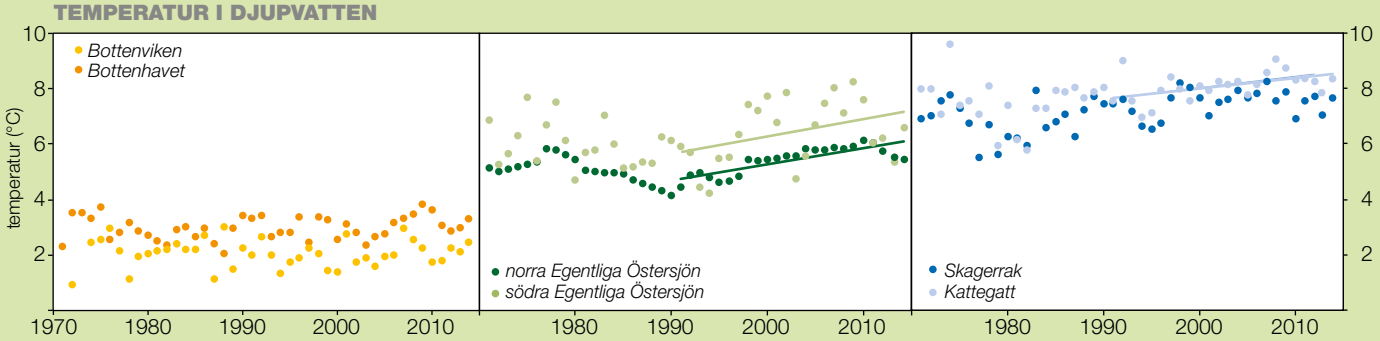
tellus.science.gu.se/forskning/fokus_ostersjon/pumpexperiment_for_syresattning

TEMPERATUR I YTVATTEN



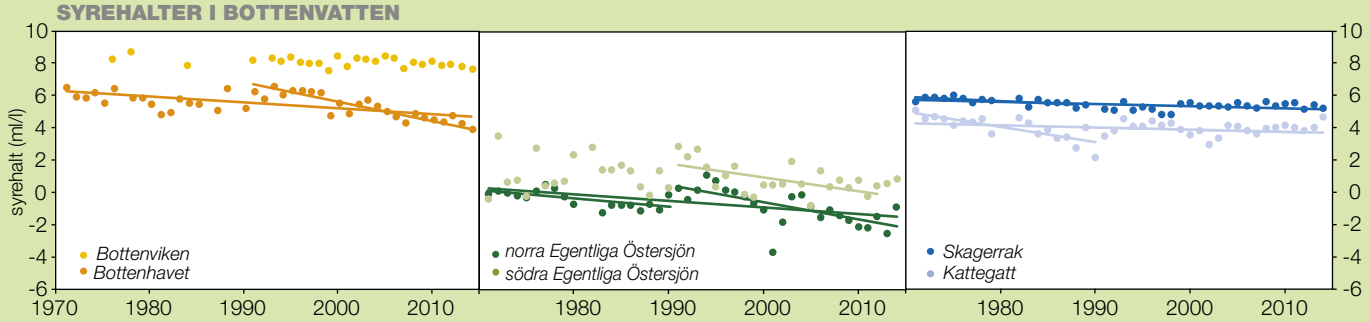
Perioden 1970–1990 visar stora variationer i ytvattentemperaturen. En del av variationerna i början av tidsserien kan troligtvis förklaras av att mätningarna inte var lika jämnt fördelade över året som de är sedan början av 1990-talet, då månadsvisa mätningar infördes.

TEMPERATUR I DJUPVATTEN

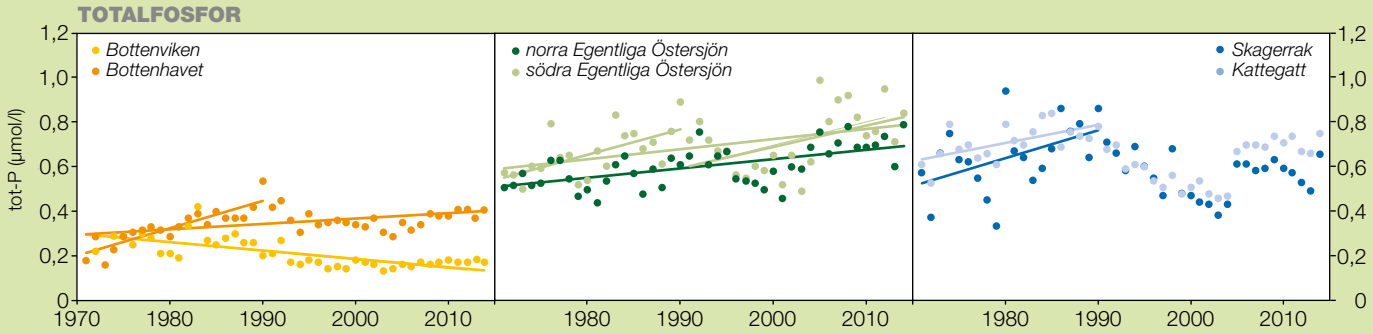


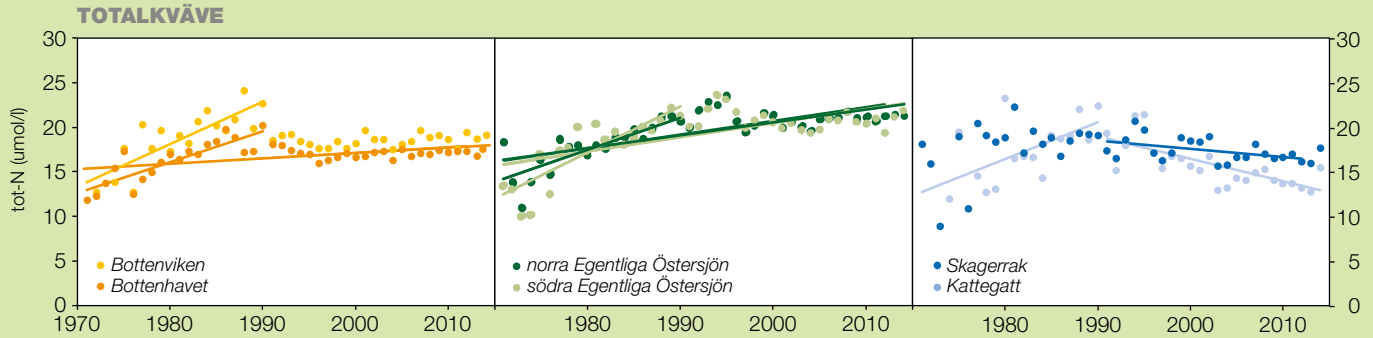
Inga signifikanta förändringar i temperaturen syns i Bottniska viken. I Egentliga Östersjön, samt i Kattegatt, ökade temperaturen i bottenvattnet signifikant under den andra mätperioden.

SYREHALTER I BOTTENVATTEN

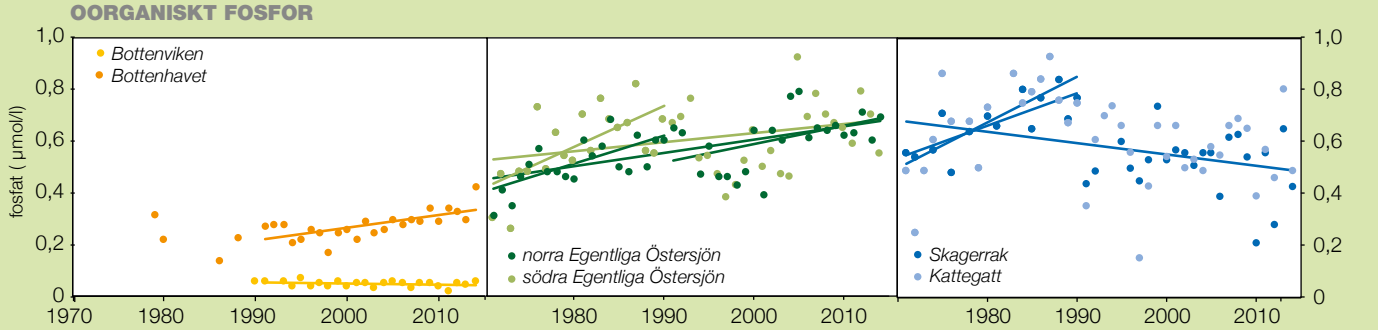


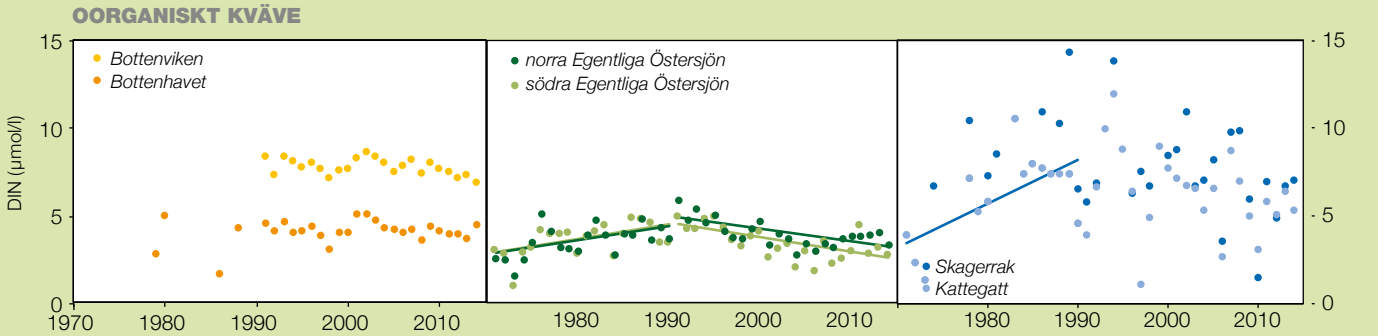
I Bottenviken ligger syrehalterna på höga nivåer och inga förändringar syns. I Bottenhavet har syrehalterna i bottenvattnet minskat signifikant, troligen på grund av de försämrade syreförhållandena i Östersjöns mellanskikt som bildar djupvattnet i Bottenhavet, samt de högre fosfathalterna som ger en 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 båda mätperioderna. I Skagerrak och Kattegatt, 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 signifikant minskning av syrehalten har skett i Västerhavet under första perioden samt under hela perioden.





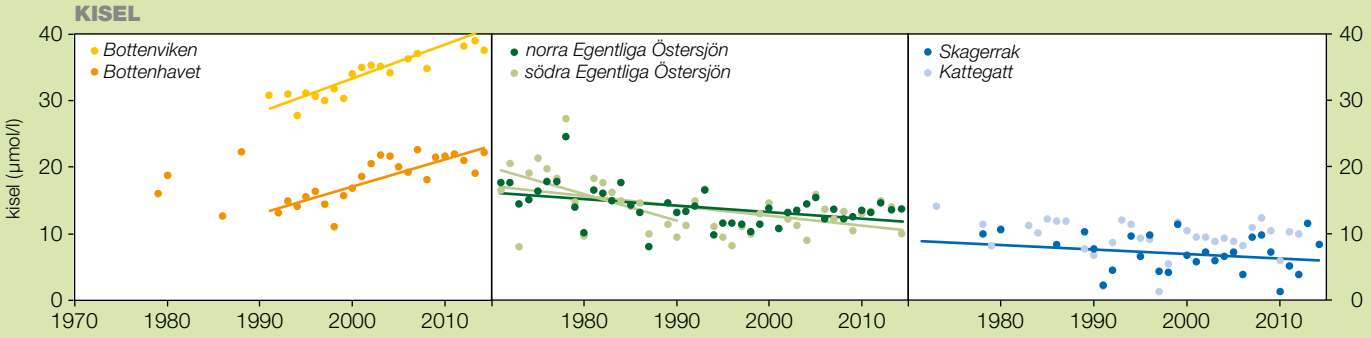
Variationer i totalfosfor och totalkväve under året är liten. Under vintern består största delen av totalfosforhalterna och en betydande del av totalkvävehalterna av oorganiska fraktioner. Vår och sommar domineras totalhalterna av organiskt material när de oorganiska fraktionerna tas upp av planktonsamhället. Halterna av totalfosfor och totalkväve ökade signifikant i nästan alla havsområden fram till slutet av 1980-talet. Totalfosforhalterna minskade sedan under 1990-talet för att sedan öka igen under 2000-talet. Totalkvävehalterna 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.



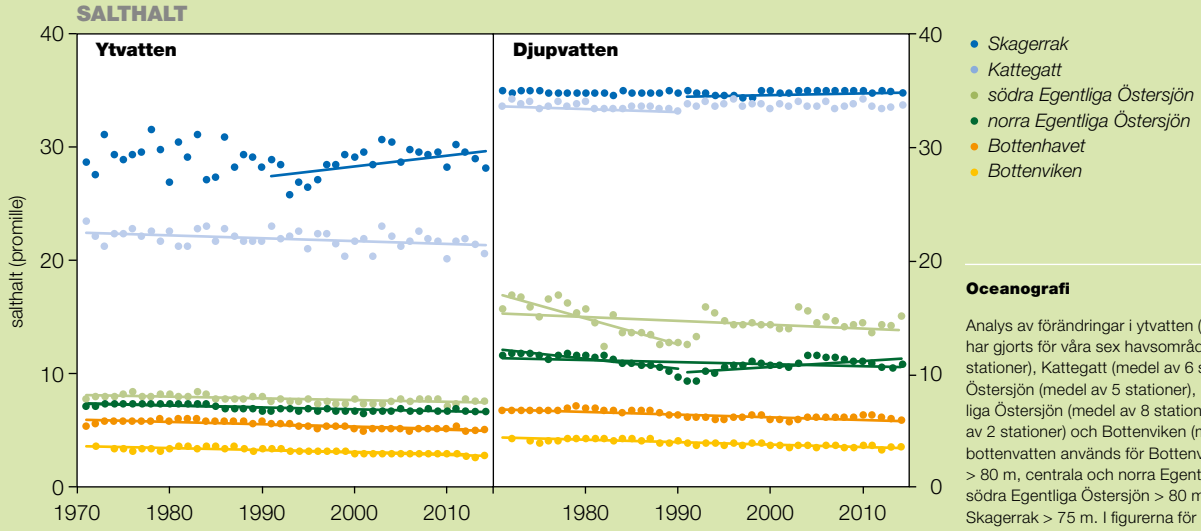


Fosfathalterna ökade signifikant i Egentliga Östersjön och Västerhavet under den första mätperioden. I Egentliga Östersjön har de sedan minskat fram till 2000 för att därefter åter öka. Ökningen de sista åren beror troligen framför allt på interna processer och inte på belastningen från land. Fosfor frigörs från sedimenten vid långvarig syrebrist. I Bottenhavet har fosfathalterna ökat signifikant under den andra mätperioden, med halterna 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.



Halterna av kisel har ökat signifikant i Bottniska viken under den senare mätperioden. I Egentliga Östersjön och i Skagerrak har kiselhalterna istället minskat signifikant över hela perioden. I Kattegatt finns inga signifikanta förändringar.



Ytvattnet: I Bottniska viken har salthalten i ytvattnet minskat signifikant under både den andra och hela mätperioden. Även i Egentliga Östersjön har en minskning skett över hela perioden, för norra och centrala delen även under den första perioden. I Skagerrak har salthalten ökat signifikant under den andra perioden, och i Kattegatt har salthalten minskat över hela perioden.

Djupvattnet: Salthalten i djupvattnet har minskat i Bottniska viken under mätperioden. I södra Egentliga Östersjön styrs salthalten av större inflöden av saltvatten från Nordsjön, och de sista stora inflödena 1983, 1993 och 2003 syns tydligt i södra delen. Här minskade salthalten signifikant under den första mätperioden, och även under hela perioden. I norra och centrala Egentliga Östersjön har salthalten minskat den första perioden och ökat den andra, totalt har en minskning skett under hela mätperioden. I Kattegatt har salthalten minskat något under första perioden och i Skagerrak har salthalten ökat signifikant under den senare perioden.

Oceanografi

Analys av förändringar i ytvatten (0–10 m) och bottenvatten 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 bottenvatten 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, det vill säga hur mycket syre som behövs för att oxidera svavelvätet. Analys av trender har gjorts med enkel linjär regression, dels för hela perioden 1971–2014, dels för perioderna 1971–1990 och 1991–2014. 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.

Viktiga maneter behöver övervakas

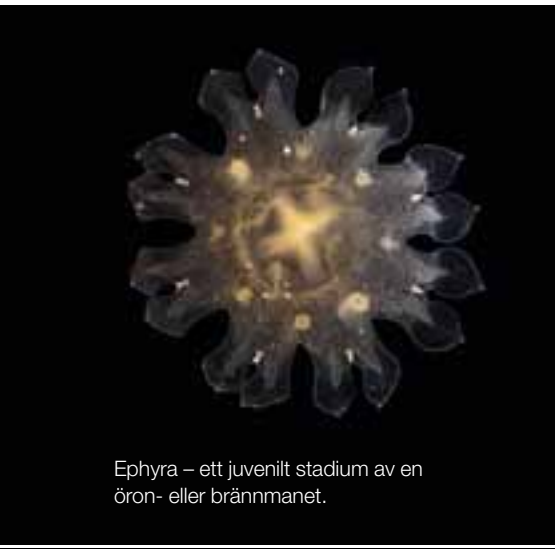
MARIE JOHANSEN, SMHI / PETER TISELIUS, GÖTEBORGS UNIVERSITET / LENE FRIIS MØLLER, DTU-AQUA, DANMARK

EU:s havsmiljödirektiv har ökat kraven på Europas länder att övervaka olika arter för att kunna bedöma ekosystemens struktur och funktion. För att förstå variationer i det pelagiska ekosystemet är kunskap om maneternas förekomster nödvändig, då dessa är en så kallad trofisk nyckelgrupp. Trots det saknas en systematisk övervakning av maneter.

■ Maneter är ett samlingsnamn för en grupp gelatinösa djur som tillhör två stammar, nässeldjuren och kammaneterna. Maneterna kategoriseras som plankton eftersom de är beroende av vattnets strömmar för att förflytta sig. De förekommer runt våra kuster framför allt på sommaren, ofta till förtret för människor som vill nyttja kusten för rekreation. Maneterna kan stundtals uppgå till sådana antal att de blir ett störande moment kring våra kuster. Vid vissa perioder på året, som under sommaren, kan de dominera planktonsamhället.

Nässelceller för fångst och försvar

Maneter som tillhör nässeldjuren är förmodligen mest välkända och beryktade. Till denna grupp räknas bland



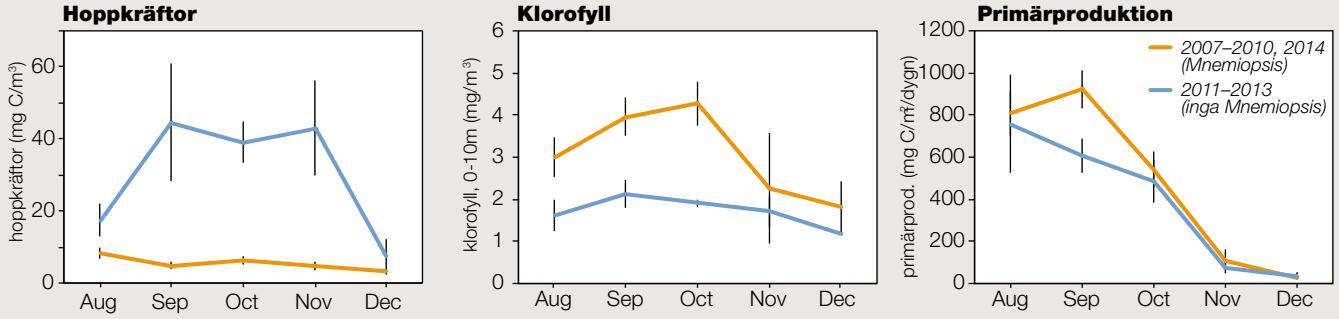
Ephyra – ett juvenilt stadium av en öron- eller brännmanet.

Kammaneterna förökar sig stadigt i den fria vattenmassan om det finns gott om föda, exempelvis hoppkräftor (t.v.).

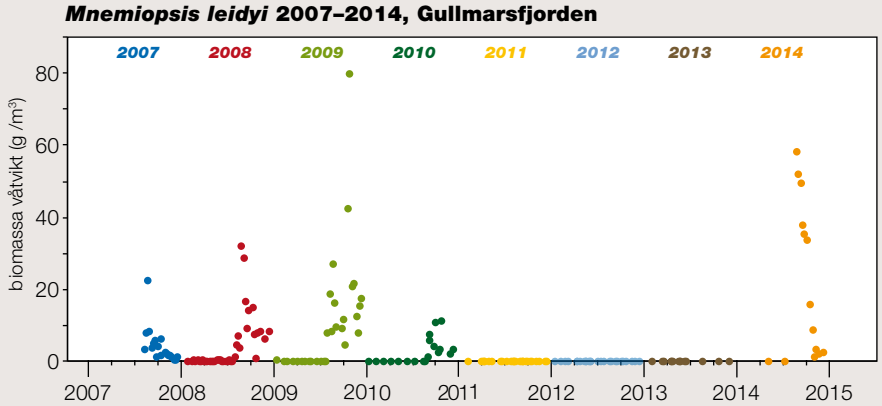
Kammaneten *Mnemiopsis leidyi* upptäcktes första gången för tio år sedan på västkusten. Den har troligen kommit hit med barlastvatten och påverkar nu Västerhavets ekosystem.

Foto (samtliga): Erik Selander

KASKADEFFEKTER AV KAMMANETEN *MNEMIOPSIS LEIDYI*, GULLMARSFJORDEN



De år som *Mnemiopsis* förekommer konsumerar de en stor del av biomassan av calanoida hoppkräftor. Därmed minskar betningstrycket på växtplankton och det visar sig som högre klorofyllhalter i vattnet. Tillväxten av växtplankton, primärproduktionen, är däremot inte påverkad av kaskaderna utan styrs mer av tillgången på ljus. (Data från Tiselius & Friis Möller in prep.).



Biomassa av *Mnemiopsis leidyi* vid Släggö vid Gullmarsfjordens mynning, 2007–2014.

annat öronmaneten och brännmaneten. Båda arterna har nässelceller som skadar huden vid kontakt, men vanligtvis känner vi bara effekten av brännmaneten, då den är mer potent. Nässelcellerna används vid fångst av byten och som försvar. De vuxna maneterna kallas medusor och lever i den fria vattenmassan. Livscykeln innehåller även ett bottenlevande polypstadium som knoppar av nya små maneter, öronmaneter under hösten och brännmaneter under våren. De små larverna simmar upp till ytan och växer till under våren för att nå maximal storlek under sommaren. Brännmaneter kan leva i två år, men öronmaneterna är ettåriga och dör under tidig höst.

Förekomsten av maneterna varierar år från år, beroende av hur väl polyperna på bottnarna knoppar av sig och hur väl de små maneterna överlever predationen i vattnet. Maneter, och särskilt brännmaneter, undviker varmt vatten och simmar ner till djupare och kallare vatten när ytvattnet blir för varmt, vilket vi människor uppskattar då vi gärna badar när vattnet är varmt.

Förökar sig kontinuerligt

Den andra gruppen av maneter är kammaneter och hit hör exempelvis krusbärsmaneten. De har inga nässelceller som kan skada vid beröring utan är helt ofarliga. Kammaneterna förökar sig kontinuerligt i den fria vattenmassan om tillgången på föda är god.

Den amerikanska kammaneten *Mnemiopsis leidyi* är en kammanet som för första gången upptäcktes i våra vatten 2006, utanför västkusten, och började övervakas 2007. Troligen följde den med i barlastvatten från fartyg. Arten har skapat en helt ny situation för det pelagiska ekosystemet i Västerhavet. I och med att de kan föröka sig kontinuerligt under sensommar och höst kan de vid god tillgång på föda öka kraftigt i antal och därmed konsumera nästan alla djurplankton. Vid sådana tillfällen har de en kraftigt reducerande effekt på de dominerande hoppkräftorna, betydligt kraftigare än motsvarande effekt från öronmaneter eller brännmaneter.

Viktig roll i ekosystemet

Maneter är toppredatorer och därmed viktiga för näringsvävens struktur, då de kan sägas vara en trofisk nyckelgrupp. Födan utgörs av olika små djurplankton och fisklarver. De är effektiva predatorer som under gynnsamma förhållanden kan äta stora mängder föda. Öronmaneter konkurrerar med fisk om små djurplankton, till exempel hoppkräftor, och var tidigare de viktigaste predatorerna på dessa. Eftersom generationstiden för öronmaneterna är ett år saknade de möjlighet att föröka sig snabbt om mängden hoppkräftor ökar.

Den amerikanska kammaneten har mycket kortare generationstid och är även hermafroditer. När den amerikanska kammaneten finns i våra vatten kan predationen numera pågå även under hösten, när hoppkräftorna normalt når sin högsta biomassa. Kammaneterna tillväxer snabbt men framförallt kan de föröka sig snabbt om de har god tillgång på föda. Tillsammans kan de olika grupperna av maneter numera konsumera nästan alla hoppkräftor längs svenska kusten under hösten. Konkurrensen mellan fisk och maneter har blivit mycket starkare och kammaneternas predation på djurplankton påverkar troligen tillväxten av ung fisk negativt.

En annan konsekvens av maneternas reduktion av djurplankton är att växtplankton kan tillväxa ohämmat. Avsaknad av betande djurplankton, kan då ge upphov till algblomningar med förhöjda klorofyll-

Provtagning av manter med håv som dragits horisontellt i vattnet.

Foto: Lene Fris Möller

Foto: Christine Dittefsen

värden som inte kan förklaras genom ökad tillgång på närsalter eller ljus. Den effekten kallas för en trofisk kaskad, alltså när förändringar på en trofisk nivå påverkar en annan nivå i näringsväven.

Antalet maneter varierar

Maneter får ofta stor uppmärksamhet i media eftersom de är lätta att se och dessutom ofta är till förtret för semesterfirare. Det är därför lätt att få uppfattningen att mängden maneter har ökat på senare år. Den största meta-analysen av hur antalet maneter förändrats de senaste 70 åren visar dock att ingen signifikant ökning har kunnat observeras, men däremot att globala förändringar verkar följa en cykel med en period på 20 år. Lokala "blomningar" verkar dock ha ökat. Detta är dock svårt att verifera då det inte finns tillräckligt mycket historiska data.

Övervakning behövs

Kunskap om maneternas förekomster behövs för att förstå variationer i hela det pelagiska ekosystemet. Manetövervakningen i europeiska vatten har varit bristfällig och endast få nationella program inkluderar maneter i sin övervakning. Det gäller också Sverige, som saknar systematisk övervakning av maneter med undantag av en övervakningsstation vid Släggö i Gullmarsfjorden. Där togs prover en till två gånger per månad mellan 2007 och 2014.

I och med EU:s havsmiljödirektiv har Europas länder fått ökade krav på sig att övervaka artdiversiteten, utbredning av trofiska nyckelgrupper, introduktion av nya arter, samt bedöma ekosystemets struktur och funktion. Det finns alltså anledning att övervaka maneter och det är rimligt med en utökning av övervakningsprogrammen där maneter inkluderas. En regelbunden och systematisk övervakning av maneter i svenska vatten är viktig av flera skäl:

- EU-konventioner. Sverige måste uppfylla EU:s krav på att övervaka det marina ekosystemets struktur och funktion. Här är maneter viktiga topp-predatorer som strukturerar planktonfödoväven, med andra ord är de en trofisk nyckelgrupp.
- Introduktionen av den amerikanska kammaneten visar att en art kan förändra hela ekosystemet vilket fiskeförvaltningen måste ges möjlighet att anpassa sig till.
- Långsiktiga klimatförändringar har föreslagits leda till en ökning av mängden maneter även om inga kvantitativa bevis för det finns. Långa tidsserier på mer än 20 år förespråkas av den senaste litteraturen för att kunna skilja mänsklig påverkan från naturliga variationer. Lokala och regionala förhållanden är viktiga, särskilt för snabbväxande och stora predatorer i den fria vattenmassan.

LÄS MER

Condon RH, et al., 2012. *Questioning the rise of gelatinous zooplankton in the world's oceans.* Bioscience 62(2): 160–169.

Condon RH, et al., 2013. *Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations* |PNAS, 110(3): 1000–1005

Tiselius, P, & Møller, LF. *Trophic cascades over three trophic levels in a coastal food web: an 8-year study of the ctenophore Mnemiopsis leidyi in the Gullmar Fjord* (in prep.)

Pelagial biologi / sammanfattning

Siv Huseby, Chatarina Karlsson och Jan Albertsson, Umeå Universitet/ Helena Höglander & Lisa Mattsson, Stockholm universitet/ Ann-Turi Skjevik & Marie Johansen, SMHI

Foto: Martin Almqvist/Azote

EKOLOGISK STATUS klassat från växtplanktondata visar på mellan hög och måttlig status i svenska havsområden där områdena vid Västkusten har högst ekologisk status. Bedömningsgrunder för plankton har än så länge enbart tagits fram för växtplankton i kustområdena. I bedömningen av status i utsjövatten har man använt sig av bedömningsgrunderna för närliggande kustvatten och status för utsjö bör därför tolkas med viss försiktighet. Klorofyll ökar vid några enstaka stationer vid kusten i Östersjön och minskar i Västerhavet. Samtidigt minskar hoppkräftor vid flera stationer i Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Heterotrofa bakterier ingår endast i den nationella miljöövervakningen i Bottniska viken och tyder där i stort på ett stabilt system.

Bottniska viken

För växtplankton är ekologisk status god eller måttlig i Bottenviken, och måttlig i Bottenhavet. Klorofyllhalterna ökar i Bottenhavet både i kust och utsjö (sommarperioden juni–augusti), men biomassa i form av biovolym visar inte på någon trend. I Bottenvikens utsjö ses ingen signifikant trend i den totala biomassan av djurplankton, men hoppkräftor har ökat de senaste 15 åren. I Bottenhavets utsjö minskar mängden djurplankton, en minskning som till stor del beror på minskning av hoppkräftor. Senaste 15 åren ses en ökning av bakterietillväxt i Bottenhavets kuststationer i Örefjärden. Bakteriebiomassan har ökat om man ser till hela tidsserien men för de senaste 15 åren är det bara vid en yttre station i Råneå i Bottenvikens kust som biomassan har ökat signifikant.

	Bottenhavet		Bottenviken	
	kust	utsjö	kust	utsjö
Växtplankton biovolym	→	→	→	→
Klorofyll *a*	↑	→	↑	↑
Djurplankton biomassa	ej utv.	→	→	↓
Bakterie-biomassa	↑	→	→	→
Bakterie-tillväxt	→	→	↑	→

Egentliga Östersjön

I både norra och centrala Egentliga Östersjön är sammanvägd status för växtplankton måttlig. Vid Arkona och Bornholmsdjupet i södra Egentliga Östersjön är statusen klassad till god. För växtplankton (klorofyll och biovolym) ses inga signifikanta trender i södra eller centrala Egentliga Östersjön. I norra Egentliga Östersjöns kust (Askö) ses en signifikant ökning i klorofyll. Kvävefixerande cyanobakterier i samma område visar inte längre någon ökande trend för de senaste 15 åren, dock fortfarande en ökning sett över en längre tidsperiod (1992-2014). I norra Egentliga Östersjöns utsjö ökar biomassan av växtplankton, men inte klorofyll. Samtidigt ses vid kusten (Askö) en minskning av andel hoppkräftor som del av totalbiomassan, dock endast om man tittar på de senaste 40 åren, ingen signifikant trend de senaste 15 åren. Totalbiomassan av djurplankton visar ingen signifikant trend.

	Norra Eg. Östersjön		Södra Eg. Östersjön	
	kust	utsjö	kust	utsjö
Växtplankton biovolym	→	↑	→	→
Klorofyll *a*	↑	→	→	→
Kvävefixerande cyanobakterier	→	→	→	→
Djurplankton biomassa	→	→	ej utv.	ej utv.

Västerhavet

I Västerhavet klassas ekologisk status i huvudsak som hög med undantag för några få stationer där ekologisk status klassas som god. Klorofyllhalterna minskar vid flera stationer, i Kattegatt och Skagerrak, både i kust och utsjö. Vid flera tillfällen under året 2014 observerades höga cellantal av potentiellt giftiga algsläktena *Alexandrium* och *Dinophysis* samtidigt som toxiner kunde uppmätas i blåmusslor. Autotrofa dinoflagellater ökar signifikant vid många stationer i Kattegatt och Skagerrak under perioden 1998-2014. Inga signifikanta trender för djurplankton kan ses.

	Kattegatt		Skagerrak	
	kust	utsjö	kust	utsjö
Växtplankton biovolym	→	→	→	↓
Klorofyll *a*	↓	↓	↓	↓
Djurplankton biomassa	ej utv.	→	ej utv.	ej utv.

Pelagial biologi / växtplankton

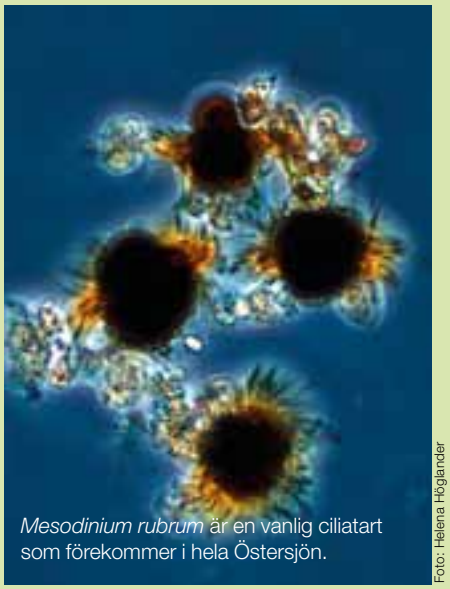
Helena Höglander, Stockholm universitet/ Ann-Turi Skjevik, SMHI/ Chatarina Karlsson & Siv Huseby, Umeå universitet

VÄXTPLANKTON är en bra indikator på ändrad vattenkvalitet eftersom de reagerar snabbt när till exempel närsaltskoncentration 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 för växtplankton samt klorofyll a (juni-augusti). Bedömningen görs på data från tre år inom den senaste sexårsperioden. Bedömningsgrunder är endast framtagna för kustområden, men används med försiktighet för att kunna göra en tillståndsbedömning även för utsjövatten.

➔ Läs mer om programmet på sid. 121.

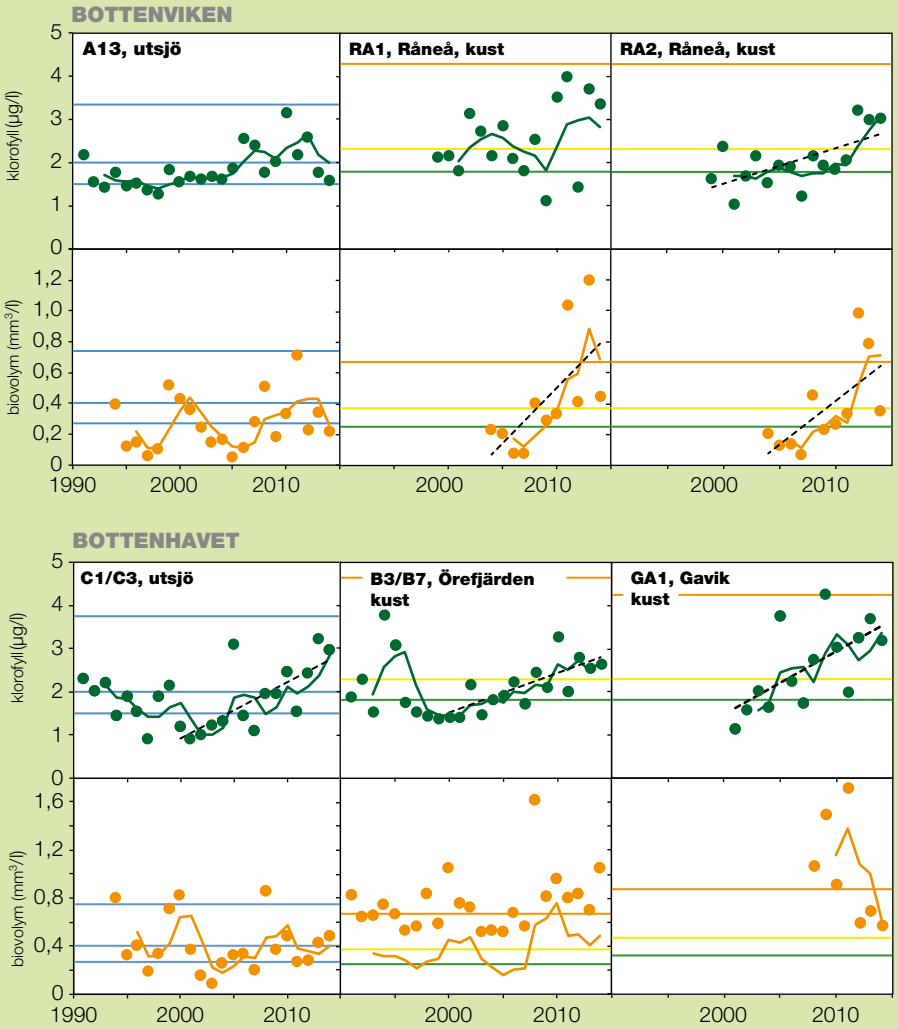
I BOTTNISKA VIKEN ÄR STATUS FÖR VÄXTPLANKTON MÅTTLIG ELLER GOD. I norra och centrala Egentliga Östersjön är statusen fortsatt måttlig. I södra Östersjön, vid Arkona och Bornholmsdjupet, är statusen god. I Kattegatt och Skagerrak är statusen antingen god, vid två regionala kuststationer i Skagerrak, eller hög.



Mesodinium rubrum är en vanlig ciliatart som förekommer i hela Östersjön.

Foto: Helena Höglander

Status för växtplankton klassificeras utifrån biovolym och klorofyll a (juni-augusti). År 2014, då ytterligare nationella och några regionala stationer lagts till i utvärderingen, var status för växtplankton god till måttlig i Bottniska viken medan den var måttlig i norra och centrala Egentliga Östersjön. I södra Östersjön (Arkona och Bornholm) var statusen god. I Kattegatt och Skagerrak var statusen antingen god, vid två regionala kuststationer i Skagerrak, eller hög.



Årliga medelvärden för juni-augusti (punkter) samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) för slangprov 0-10 m för klorofyll och växtplankton biovolym. Kustområdenas klassgränser antyds för ekologisk status även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus. Streckad linje visar signifikanta ökningar för biovolym för de senaste 11 åren (2004-2014) på stationerna i Bottniska viken, senaste 14 åren (2001-2014) för GA1, samt senaste 15 åren (2000-2014) för övriga stationer i Bottenhavet (testat med Mann-Kendall). Samtliga stationer provtas inom nationella programmet.

Bottenhavet

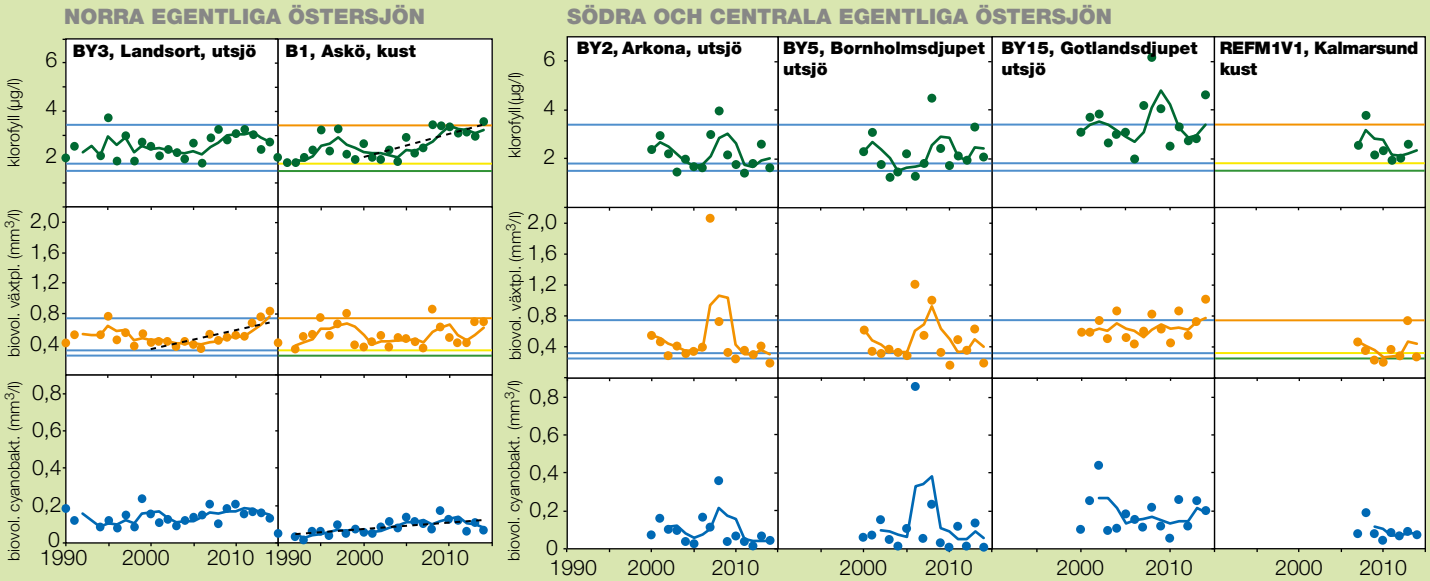
I Bottenhavet dominerar kiselalgerna på våren tillsammans med ciliaten *Mesodinium rubrum* och i slutet av juni börjar cyanobakterierna dyka upp. Cyanobakterierna dominerar i slutet av juli i Gavik och utsjöstationen, men inte förrän i september i Örefjärden. Bottenhavet utsjö har den högsta biovolymen under våren sett över hela året, medan Örefjärden ger ett högre biovolym under maj månad. Detta beror på en hög andel av ciliaten *Mesodinium rubrum.*

Utsjöstationen samt Gavik visar en signifikant ökande klorofyllhalt under sommaren. Vid utsjöstationen har klorofyll ökat med nära 9 procent varje år 2000–2014 och 6,5 procent per år i Gavik under perioden 2001–2014. Biovolymen visar ingen signifikant trend på någon av stationerna. En analys av tidsserien för närsalter för Gavik under sommaren ger inga signifikanta förändringar, men humus har minskat något under sommarperioden och pH har ökat.

Bottenviken

För Bottenviken redovisas två kuststationer som båda ligger i Råneå. Den inre (RA1) är mer sötvattensinfluerad och har en hög andel av cyanobakterier *Aphanizomenon gracile* och *Planktothrix agardhii,* medan den yttre (RA2) är mer lik utsjöstationen A13. Båda stationerna visar en högre andel av små flagellater inom klasserna crypto- och chrysophyceae än utsjöstationen. Biovolymen har sedan mätperiodens start 2004 ökat, medan klorofyllhalten varit oförändrad.

I Bottenvikens utsjö bestod vårblomningen av ciliaten *Mesodinium rubrum,* dinoflagellater och kiselalger. Klorofyllhalterna har ökat under perioden 1991-2014, medan biovolymen är relativt konstant. Detta visar att biovolym och klorofyll inte är jämförbara parametrar och man bör endast med försiktighet använda klorofyllvärden när man talar om övergödning, eftersom även andra faktorer, som försämrat ljusklimat, kan påverka klorofyllhalten.



Bedömning av ekologisk status för växtplankton baseras på en sammanvägning av parametrarna biovolym och klorofyll. Figurerna visar årliga medelvärden för juni-augusti (punkter) samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) för slangprov 0-10 m för biovolym och 0 m för klorofyll. Station B1 och BY31, som provtas 0–20 m för biovolym, har räknats om till 0–10 m utifrån sambandet mellan klorofyll 0–10 m och 0–20 m, som ger en omvandlingsfaktor på 1,3 för de aktuella stationerna och sommarperioden (baserat på data från 1990–2014). Streckad linje visar signifikanta ökningar (testad med Mann-Kendall) för klorofyll respektive biovolym för senaste 15 åren (2000–2014 för station B1 och BY31). Kustområdenas klassgränser antyds för ekologisk status även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus. Biomassa för kvävefixerande cyanobakterier visas för alla stationer. Samtliga stationer provtas inom nationella programmet.

Norra Egentliga Östersjön

Klorofyllhalten i ytvattnet har ökat de senaste 15 åren vid kuststationen Askö (B1). Däremot har biovolymen av växtplankton inte ökat. 2014 var klorofyllvärdet högre än tidigare uppmätt och visade på otillfredsställande status. Då statusklassningen bygger på ett treårsmedelvärde blev statusen emellertid oförändrad måttlig för området. De kvävefixerande cyanobakterierna, främst dominerad av arten *Aphanizomenon* sp., visar inte längre en uppåtgående trend för de senaste 15 åren. Däremot ökar de om man ser på hela perioden från 1990 fram till 2014.

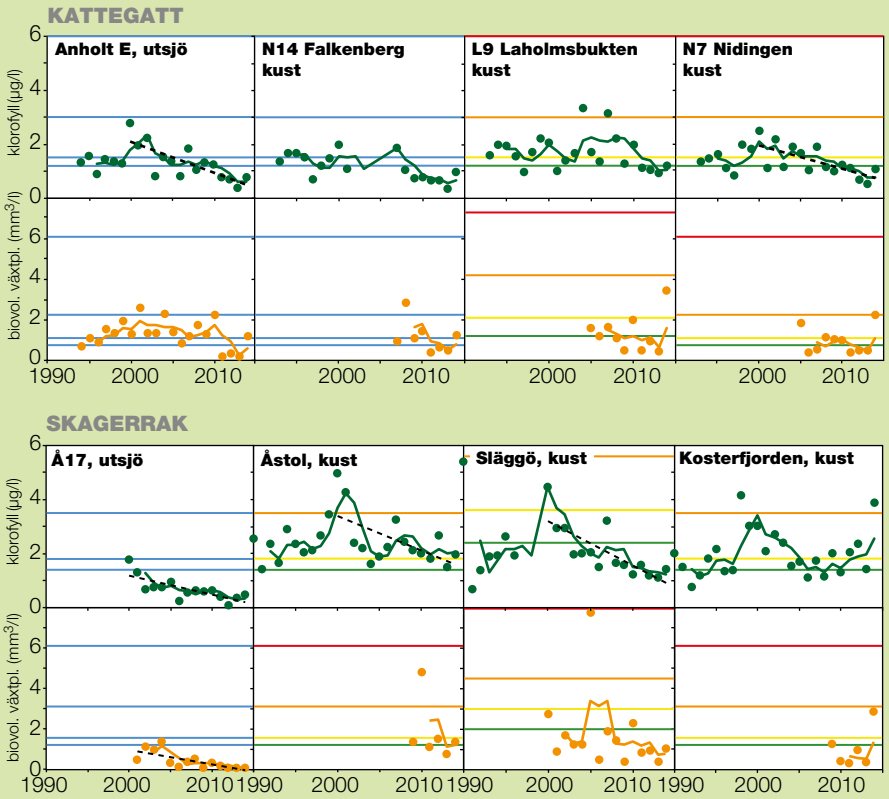
Vid utsjöstationen Landsortsdjupet (BY31) har biovolymen av växtplankton ökat de senaste 15 åren, men inte klorofyll. Statusen förblir fortfarande måttlig. De kvävefixerande cyanobakterierna visar varken på någon ökning eller minskning.

Södra och centrala Egentliga Östersjön

Inga signifikanta trender finns för växtplanktons biovolym eller klorofyll i södra eller centrala Egentliga Östersjöns utsjö. Kuststationen i Kalmarsund (REFM1V1) har för kort tidserie för trendanalys då provtagning började först 2007. Vid Gotlandsdjupet är statusen precis som i norra Egentliga Östersjön måttlig för såväl klorofyll såsom biovolym. Klorofyll och biovolymsvärden är emellertid högre än de vid Landsortsdjupet. För de övriga stationerna, Kalmarsund, Bornholmsdjupet och Arkona, ger klorofyllvärdena lägre statusklassning än biovolym. Sammanvägda statusen vid REFM1V1 i Kalmarsund är måttlig medan den är god vid Bornholmsdjupet (BY5) och Arkona (BY2). Det finns ingen trend för vare sig ökande eller minskande biovolym av kvävefixerande cyanobakterier vid någon av stationerna.

Cyanobakterien *Aphanizomenon* sp. bildar buntar av filament som syns som gröna stickor i vattnet.

Foto: Helena Höglander



Bedömning av ekologisk status för växtplankton baseras på en sammanvägning av parametrarna biovolym och klorofyll, som här redovisas separat. Figurerna visar årliga medelvärden för juni-augusti (punkter) samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) från slangprov 0-10 m för stationer i Kattegatt och Skagerrak. Streckad linje visar signifikanta minskningar för klorofyll respektive biovolym för senaste 15 åren (2000-2014) (testad med Mann-Kendall). Kustområdenas klassgränser antyds för ekologisk status även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus. Anholt, N14, Å17 och Släggö är alla nationella stationer, L9 och N7 är regionala stationer från Hallands läns kustvattenskontroll och Åstol och Kosterfjorden är regionala stationer från Bohuskustens vattenvårdsförbunds provtagningsprogram.

Den potentiellt giftiga dinoflagellaten *Dinophysis acuta* förekommer längs hela Västkusten. Den brukar finnas i störst mängd under sensommar till höst.

Foto: Ann-Turi Skjøvik

Västerhavet

I början av sommarperioden, i Skagerrak, bidrog förhöjda biovolymsvärden av kiselalger och jämförelsevis höga klorofyllhalter till att ekologisk status för två kuststationer (Åstol och Kosterfjorden) sänktes från hög till god jämfört med föregående treårsperiod. Släggö bedömdes till hög ekologisk status. Utsjöstationen Å17 bedömdes enligt närmsta kusttyp till hög ekologisk status men det var tydligt att beräkningen inte är tillämpningsbar för utsjön. Trender för biovolymer och klorofyll var signifikant minskande i utsjön. Sommaren präglades av få arter i relativt låga cellantal vid stationen. I kustområdet var trenden minskande vid stationerna Släggö och Åstol för klorofyll, vad gäller biovolym så observerades ingen trend. För den tredje kuststationen var tidsserierna för korta för trendanalyser.

Både kust- och utsjöstationer i Kattegatt bedömdes till hög ekologisk status.

Trenden för klorofyll var signifikant minskande vid utsjöstationen Anholt E samt vid kuststationen Nidingen (N7). Vid en Kattegattstation (N14 Falkenberg) var det provtagningsuppehåll 2002–2006, varför tidsserierna både innan och efter uppehållet var för korta för trendanalyser. De två övriga kuststationerna hade för korta tidsserier för trendanalys av biovolymer.

Vid stationer längs hela västkusten från Laholmsbukten till Kosterfjorden, observerades höga cellantal av det potentiellt giftiga dinoflagellatsläktet *Alexandrium* spp. i april månad. Samtidigt uppmättes också PST, Paralytic Shellfish Toxin, i blåmusslor vid odlingar vid Bohuskusten. DST, Diarrhetic Shellfish Toxin, i blåmussla översteg gränsvärdena i maj och november samtidigt med att det var förhöjda cellantal av de potentiellt giftiga arterna *Dinophysis acuminata* och *D. acuta*.

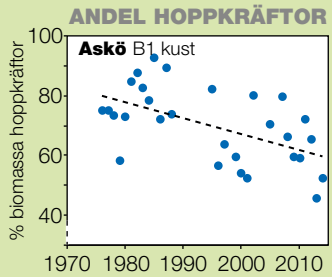
Pelagial biologi / djurplankton

Marie Johansen, SMHI / Jan Albertsson, Umeå universitet / Lisa Mattsson, Stockholms universitet

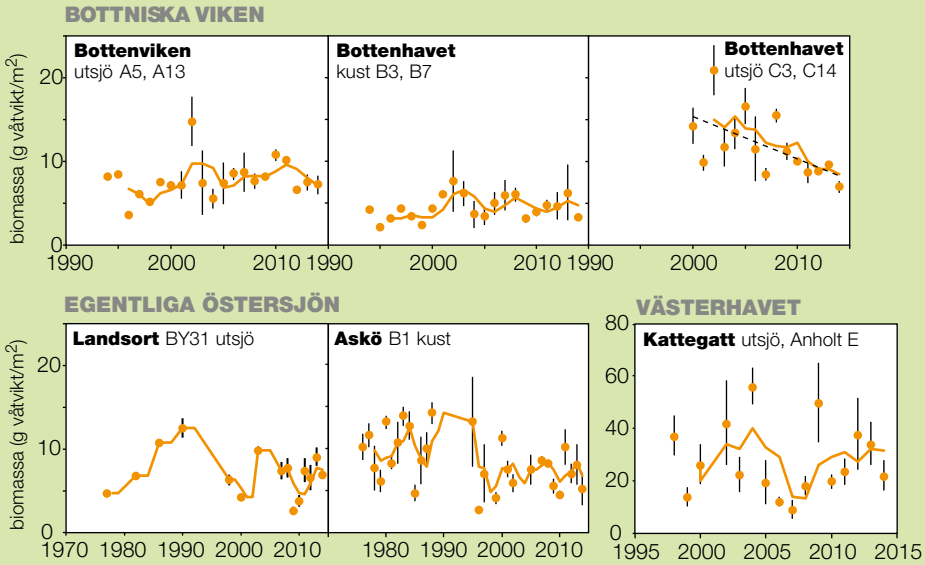
ÖVERVAKNING AV DJURPLANKTON ger information om hur mycket det finns och vilka arter som dominerar vid olika perioder. Djurplankton befinner sig mitt i näringskedjan; de påverkas av och påverkar såväl växtplankton- som fisksamhällena. Bedömningsgrunder för djurplanktons miljöstatus saknas fortfarande.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

➔ Läs mer om programmet på sid. 121.

TOTALBIOMASSAN AV DJURPLANKTON HAR MINSKAT på utsjöstationerna i Bottenhavet de senaste femton åren. Det beror till stor del på att den dominerande djurplanktongruppen, hoppkräftor, minskat. I Bottenvikens utsjö däremot finns ingen trend i totalbiomassa men gruppen hoppkräftor har ökat, även om ökningen inte ger genomslag i totalbiomassan. Någon signifikant trend för totalbiomassan av djurplankton på Egentliga Östersjöns kust- och utsjöstationer syns däremot inte under samma period. Vid analys av hela tidsserien (1976–2014) kan en minskande signifikant trend observeras, detta gäller både kust och utsjö. För Västerhavet saknas signifikanta trender i totalbiomassa av mesodjurplankton under den senaste 15-årsperioden. När den totala biomassan delas upp i olika grupper kan man se en viss minskning av hoppkräftor jämfört mot den totala biomassan.



Andelen hoppkräftor av totalbiomassan i djurplanktonsamhället minskar signifikant vid kuststationen Askö i Egentliga Östersjön.



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. Spridningsmåtten visar standard error för säsongen, förutom för Bottniska viken där de visar standard error för säsongsmedelvärdet mellan två stationer.

Bottniska viken

Totalbiomassan av djurplankton har minskat på utsjöstationerna i Bottenhavet under de senaste 15 åren. Det beror till stor del på att hoppkräftor, som är den dominerande djurplanktongruppen, har minskat. Minskningen går dock inte att hänföra till någon särskild art bland hoppkräftorna. I Bottenvikens utsjö däremot finns ingen trend i totalbiomassa under 15-årsperioden. Här har gruppen hoppkräftor istället ökat under samma period, även om ökningen inte syns i totalbiomassan. Här är det den stora arten *Limnocalanus macrurus* som har ökat. Mängden hoppkräftor uppvisar alltså olika trender i de två havsbassängerna.

Från år 2006 och framåt påträffas den marina hoppkräftan P*seudocalanus minutus elongatus* oftare och i lite högre antal i Bottenhavets utsjö än i tidsseriens första del år 2000-2005. Denna marina art lever på gränsen av sin utbredning i Bottenhavet och är begränsad till djupare och saltare vatten. Expansionen kan tyda på ökat inflöde av saltare vatten från Egentliga Östersjön.

På kuststationerna i Örefjärden i norra Bottenhavet har inga förändringar av biomassan skett under 15-årsperioden. Hoppkräftorna visar emellertid en minskning som dock inte är statistiskt signifikant, men nära. I ett lite längre tidsperspektiv kan man se att det skett en förskjutning av djurplanktonsamhället från att tidigare ha varit dominerat av hoppkräftor till att efter omkring år 2006 istället domineras av hinnkräftor, eller att hopp- och hinnkräftor varit ungefär lika talrika.

Egentliga Östersjön

För de senaste femton åren går det inte att fastställa någon signifikant trend för totalbiomassan av djurplankton, varken vid Egentliga Östersjöns kust- eller utsjöstationer. Vid analys av hela tidsserien kan dock en minskande signifikant trend observeras, vilket gäller både kust och utsjö. Analyser av djurplanktonprover från kuststationen Askö visar att hoppkräftornas andel av totalbiomassan i djurplanktonsamhället

minskar för hela tidsserien. Minskningen leder till en förändrad struktur och storleksfördelning i djurplanktonsamhället. Detta kan på sikt påverka andra delar av ekosystemet, såsom en minskad betning av växtplankton och sämre möjligheter för djurplanktonätande fiskarter att få i sig tillräckligt med näring.

Västerhavet

Än så länge finns sammanhängande data för en längre tidsperiod endast från utsjöstationen Anholt E i Kattegatt, från 1998 och framåt. En station i Skagerraks utsjö lades till 2007 och en vardera kustnära station i Skagerrak och Kattegatt lades till 2008. Dessa tidsserier anses för korta för att kunna göra en bedömning och tas ännu inte med i analyserna i denna rapport.

Anholt E får därmed representera hela Västerhavets utsjö. Även här saknas signifikanta trender i totalbiomassa av mesodjurplankton under den senaste femtonårsperioden.

Det kan noteras att totalbiomassan var relativt låg under 2008 och 2009. Detta sammanföll med höga tätheter av kammaneten *Mnemiopsis leidyi*, som är en effektiv predator på framför allt copepoder. När den totala biomassan delas upp i olika grupper kan man se en viss minskning av hoppkräftor jämfört med den totala biomassa. Appendikularier samt övriga mesodjurplankton verkar ha en mer stabil förekomst över tiden. Dock är trenden inte signifikant för någon av grupperna.

Pelagial biologi / primärproduktion

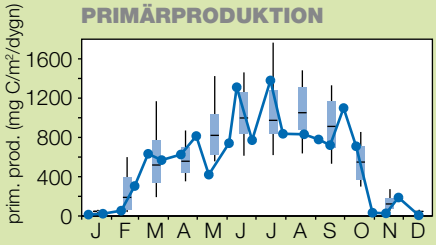
Peter Tiselius, Göteborgs universitet

PRIMÄRPRODUKTION eller växtplanktonproduktion, är ett mått på tillväxthastighet. Det mäts tillsammans med biovolym av växtplankton och klorofyll för att kunna se ekosystemets reaktion på ändrad tillförsel av näringsämnen, ofta kopplat till övergödning. Mätserien av primärproduktion i Gullmarsfjorden startade 1985 och har utförts ungefär två gånger i månaden vid Långgaps udde, 1,2 km öster om station Släggö, som ingår i det nationella övervakningsprogrammet. Primärproduktionen har sedan starten mätts enligt samma mätprotokoll med ^{14}C-metodik in situ, och redovisas som mg kol per kvadratmeter.

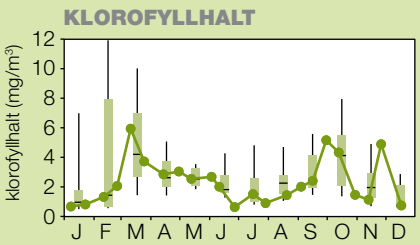
➔ Läs mer om programmet på sid. 121.

2014 ÅRS MÄTNINGAR AV PRIMÄRPRODUKTIONEN I GULLMARN ligger mycket nära medianvärdena för varje månad med undantag för lägre värden i maj, augusti och september. Klorofyllhalterna kan också anses normala, med undantag för de höga halterna under vårblomningen och under de två höstblomningarna.

En anledning till höga halter av klorofyll, trots normal primärproduktion, kan vara frånvaro av betande djurplankton. Under hösten noterades stora mängder av den amerikanska kammaneten *Mnemiopsis leidyi* och nästan inga hoppkräftor. Det kan vara orsaken till den stora mängden klorofyll i november, då produktionen var mycket låg.



Primärproduktionen i Gullmarsfjorden 2014 jämfört med medianerna för månadsmedelvärden från 1985 till 2014.



Klorofyllhalten i Gullmarsfjorden 2014 jämfört med medianerna för månadsmedelvärden från 1986 till 2014.

Det svarta strecket i boxplottarna visar medianen, boxen omfattar 50 procent av alla värden och staplarna 10-procent- och 90-procentpercentilerna.

Relativt normalt år

Sammanlagt utfördes 23 mätningar under 2014. Liksom tidigare år var produktionen högst på sommaren och nådde över 1 gram kol per kvadratmeter och dygn vid tre tillfällen, 11 juni, 16 juli men även den 30 september. Vårblomningen utmärkte sig inte i produktionen av växtplankton utan snarare i mängden klorofyll. Troligen pågick blomningen relativt länge vilket byggde upp en stor biomassa av växtplankton utan en extrem produktion. Förutom de tre topparna var året relativt normalt och produktionen avtog hastigt i oktober.

Årets högsta klorofyllhalter uppmättes under vårblomningen som inföll i mitten av mars, 5,9 mg per kubikmeter i de översta 10 meterna av vattenpelaren. Även våren visade relativt höga halter och hösten dominerades av två nästan lika höga toppar i oktober och november. Årets sammanlagda primärproduktion beräknades till 197 gram kol per kvadratmeter och år. Det var lägre än medelvärdet för tidsserien som ligger på 224 gram kol per kvadratmeter och år, men den högsta under de senaste fem åren.

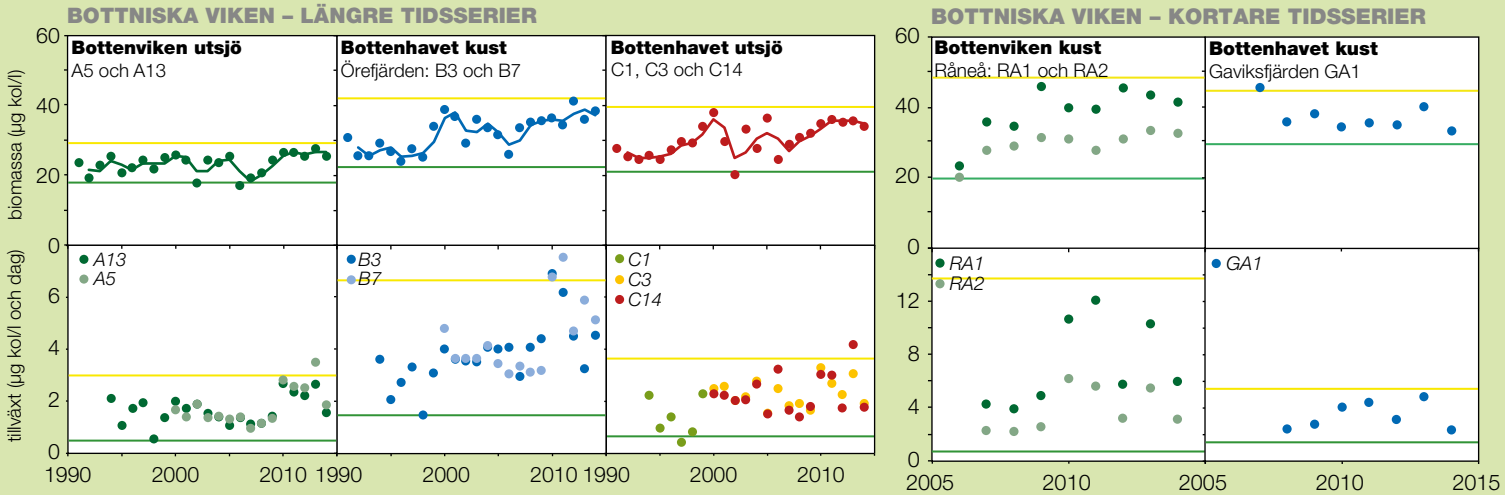
Pelagial biologi / bakterieplankton

Siv Huseby, Umeå universitet

BAKTERIEPLANKTONS biomassa och tillväxt övervakas idag endast i Bottniska viken. Bakterieplanktonbiomassa mäts med hjälp av mikroskopanalyser och tillväxt mäts som upptag av radioaktivt tymidin. Statusklassning av bakterieplankton baseras på expertbedömning. Här redovisas data från ytvatten 0–10 meter.

➔ Läs mer om programmet på sidan 121.

BAKTERIEPLANKTON indikerar god näringsstatus i Bottenviken såväl som i Bottenhavet. I ytvattnet de senaste 15 åren har systemet varit stabilt med hänseende på bakterier, endast vid två av nio stationer i Bottniska viken har bakterieplankton ökat.



Bakteriebiomassa och bakterietillväxt 0–10 m för perioden 1991–2014 för områdena Bottenviken kust, Bottenviken utsjö, Bottenhavets kust Örefjärden, Bottenhavets kust Gavik, Bottenhavet utsjö. Gul linje visar gränsen till måttlig status, och grön till god status. Statusklassningen är gjord med expertbedömning.

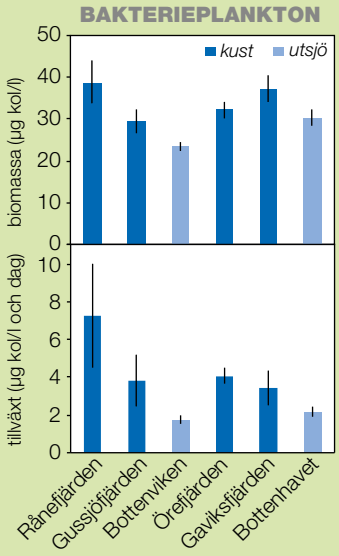
Viktiga nedbrytare

Bakterieplankton står för en betydande del av produktionen i havet. De är viktiga för många processer, till exempel nedbrytning av organiskt material. Att mäta bakterietillväxt ger möjlighet att upptäcka ökande biokemisk syrekonsumtion som kan leda till syrebrist. Dessutom ingår bakterieplankton i näringsväven som föda för djurplankton. I havet lever de främst av organiskt material från växtplankton, men i Bottenviken och längs kusterna är även löst organiskt material från älvarna viktig föda. Inom miljöövervakningen ingår bakterieplankton som en indikator på näringsstatus i havet.

Ökar mest i Örefjärden

Bakterieplanktonbiomassan ökar i ytvattnet både vid kust- och utsjöstationer i Bottenviken och Bottenhavet från mätseriens start 1991. Starkast har ökningen varit i Örefjärden vid norra Bottenhavets kust, med en årlig ökning på 1,5 procent eller totalt nära en fördubbling sedan 1991 fram tills i dag. Om man däremot analyserar data från enbart de senaste 15 åren ser man inga signifikanta ändringar vid några stationer, förutom vid den yttre kuststationen vid Råneå i norra Bottenviken (RA2). Data från denna station finns för perioden 2006–2014 och här har biomassan ökat med 32,5 procent under denna period.

För bakterietillväxt i ytvattnet ses en signifikant trend endast vid den yttre kuststationen i Örefjärden och inga andra stationer. I Örefjärden har ökningen varit 2,8 procent per år eller 26 procent för hela mätserien. De senaste 15 åren är ökningen mindre markant med 1,8 procent per år under perioden 2000 till 2014.



Medelvärden från mätseriernas start till 2014 för biomassa och tillväxt av bakterieplankton 0–10m i kust och utsjöområden i Bottniska viken. Felstaplar visar 95–procentigt konfidensintervall.

HAVETS DJUR OCH VÄXTER

Friska sjögräsängar motverkar klimatförändringar
Ny miljöövervakning för bättre kunskap om havsmiljön
Kustekosystem förändras i takt med övergödningen
Ny metod för att uppskatta Östersjöns torskbestånd

Foto: Andaman/Shutterstock

Friska sjögräsängar **motverkar klimatförändringar**

MARTIN GULLSTRÖM, MARTIN DAHL, DIANA DEYANOVA & MATS BJÖRK, STOCKHOLMS UNIVERSITET
HANS W. LINDERHOLM, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Med ökade utsläpp av växthusgaser i atmosfären och en global uppvärmning som följd finns det ett stort behov av klimatpolitiska åtgärder. Bevarandet av naturliga kolsänkor har fått en ökad uppmärksamhet och anses idag vara en viktig del i åtgärdspusslet. Kustmiljöer såsom sjögräsängar har visat sig vara mer effektiva än miljöer på land när det gäller att lagra organiskt kol och på så sätt bidra till att motverka klimatförändringarna.

■ Klimatdebatten blir allt hetare och vi ser idag hur effekterna av den globala uppvärmningen ökar dramatiskt runt jorden. Enligt FN:s klimatpanel (IPCC) beror detta främst på utsläpp av växthusgaser, huvudsakligen koldioxid från fossila bränslen, som orsakats av människan. Sedan industrialiseringen på 1800-talet har halten av koldioxid i atmosfären ökat från cirka 280 miljondelar till över 400 miljondelar och det internationella samfundet har nu enats om den avgörande betydelsen av ambitiösa klimatpolitiska åtgärder på global, regional och lokal nivå.

Som ett led i att motverka globala utsläpp av växthusgaser och därmed påverka klimatet blir det allt viktigare att tillvarata naturens egen kapacitet att binda koldioxid i naturliga kolsänkor. Mycket av världens kol är bundet i landekosystem, till exempel skogar, våtmarker och annan vegetation. Men även världshaven och kustnära ekosystem såsom mangroveskogar, sjögräsängar och saltängar har visat sig vara högst betydelsefulla tack vare sin unika kapacitet som varaktiga kolsänkor. Världshaven absorberar en stor del av människans koldioxidutsläpp och de kustnära ekosystemen binder och lagrar mycket stora mängder organiskt kol. Även den svenska kustnära havsmiljön har stor potential som kolsänka då sediment i ålgräsängar utmed västkusten visat sig innehålla höga halter av kol.

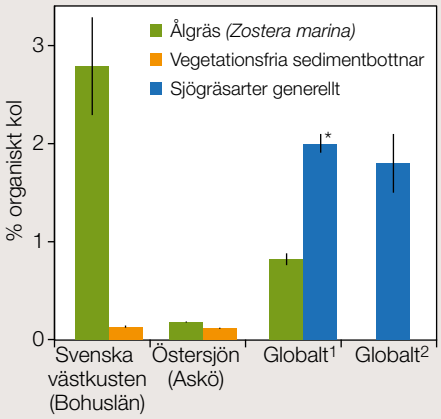
Kustekosystemens viktiga roll som kolsänka

Kustekosystem såsom sjögräsängar och mangroveskogar fungerar som effektiva kolsänkor av flera skäl. Det beror delvis på att kustzonen har en hög produktivitet på grund av mycket solljus och stor tillförsel av näring. Detta bidrar till ett effektivt koldioxidupptag och därmed en hög produktion av växtbiomassa. Kustekosystemen fungerar också som filter för kol och närsalter som kommer från omkringliggande miljöer, inklusive avrinning från

Friska sjögräsängar är viktiga kolsänkor som hjälper till att motverka klimatförändringar.

Foto: Martin Gullström

KOLLAGRING I SJÖGRÄSÄNGAR



↗ Procent organiskt kol i sjögräsängar. De två globala värdena kommer från olika studier. Staplarna visar medelvärden ± standardfel samt i ett fall * konfidensintervall.

Not: 1) Fourqurean m.fl. 2012. 2) Kennedy m.fl. 2010.

land. Även detta kol kommer att ansamlas i sedimentet och med den höga tillförseln av organiskt material från både ekosystemet självt och omkringliggande miljöer så förbrukas syret i sedimentet snabbt och effektivt av nedbrytande mikroorganismer. Sedimentet blir då syrefattigt och nedbrytningen av kol avstannar, vilket medför att organiskt material kan ansamlas under lång tid i sedimentet.

Effekter av störning i sjögräsängar

De senaste decennierna har utbredningen av sjögräsängar minskat i accelererande takt världen över, vilket främst beror på en försämrad vattenkvalité som i sin tur beror på sedimentation och övergödning. Även längs den svenska västkusten har sedan 1980-talet utbredningen kraftigt minskat och i genomsnitt har omkring 60 procent av ålgräset (*Zostera marina*) försvunnit. Anledningen till att Bohuskustens ålgräsängar är så drabbade anses främst vara övergödning som lett till en ökad tillväxt av mikro- och makroalger med försämrad tillgång till ljus och syre som följd. Det har också visat sig att ett alltför hårt fisketryck på rovfiskar kan ha förstärkt effekten av övergödning genom att mängden algbetande djur i ålgräsängar minskat.

Inom pågående forskningsprojekt studeras hur sjögräsängar påverkar flödet av växthusgaser såsom koldioxid, metan och kväveoxider i tempererade och tropiska kustnära havsmiljöer. Resultat från studierna visar att sjögräsängar generellt fungerar som en effektiv kolsänka där djupa kollager byggs upp i sedimentet; detta utan att metan och kväveoxider läcker ut. I olika fältexperiment visas också att när sjögrässystem påverkas negativt av antropogen störning (vilket sker runt hela världen) kan effekten bli att växthusgaser ökar i atmosfären. När sjögräsängar försvinner så leder det inte bara till en förlust av naturliga kolsänkor utan det kan även ske en frisläppning av kol tillbaka till atmosfären på grund av att sjögräset bryts ner och genom att sedimentet eroderar. Sjögräsängen går då ifrån att vara en sänka till att bli en källa för växthusgaser.

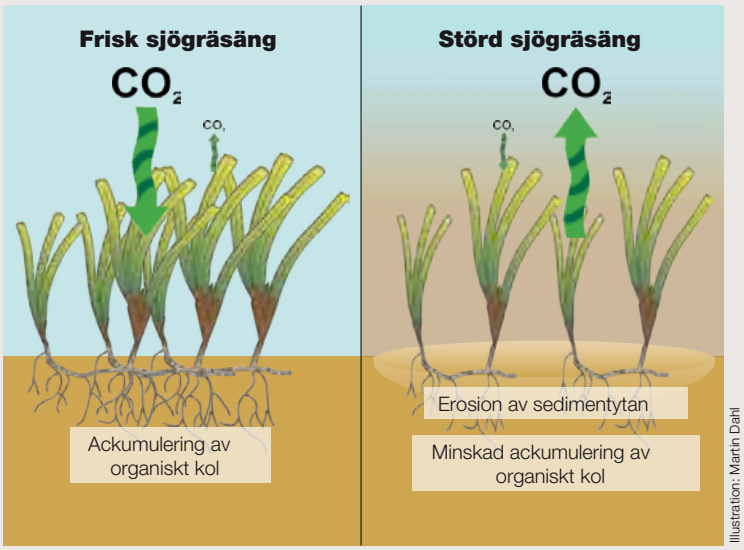
Kollagring i svenska ålgräsängar

Hur mycket kol som finns lagrat i olika sjögrässediment varierar och kan bero på en mängd olika faktorer. Provtagningar i Sverige visar att ålgräsängars sediment i Bohuslän har betydligt mer kol lagrat än de i Asköområdet i Östersjön. Anledningen till skillnaden är ännu inte klarlagd men kan bero på att ålgräs är bättre anpassade till de marina förhållandena (med högre salthalt) längs västkusten och därför har en snabbare produktion av växtbiomassa. Ålgräset i Östersjön växer också ofta djupare (vanligen på 2-6 meters djup) än på västkusten (vanligen på 1-4 meters djup) och i en annan typ av sediment, vilket skulle kunna vara ytterligare en förklaring till skillnaden i kolhalt mellan kusternas ålgrässediment. Kolhalten i ålgräsängar i Bohuslän är också påtagligt högre än de globala medelvärden som finns för sjögräsängar, såväl vid jämförelser med andra sjögräsarter som när man jämför med ålgräsängar från andra delar av världen. Generellt visar analysen att sjögräsängar globalt har en stor potential att lagra kol jämfört med vegetationsfria sedimentbottnar.

Förvaltning och återstående forskningsfrågor

Med hänsyn till att sjögräsängar och dess ekosystemtjänster försvinner i rask takt runt om i världen så krävs en väl genomtänkt förvaltning av våra kuster samt en ökad kunskap om orsakssamband. En förvaltningsstrategi som bidrar till att bevara och öka utbredningen av sjögräsängar är därför en viktig åtgärd för att behålla viktiga ekosystemtjänster intakta, till exempel sjögräsängars funktion som just effektiva kolsänkor. Generellt är idag bevarande av välmående kuster det mest kostnadseffektiva redskapet i kustförvaltning. Att bevara friska sjögräsängar är av högsta vikt och proaktiva miljöåtgärder med fokus på bevarande av friska grunda vegetationsbottnar bidrar således till att motverka växthuseffekten.

I Bohuslän krävs inte bara en bevarandestrategi av hög kvalitet utan också att ålgräsängar återskapas i områden där de har försvunnit och på så sätt gynna en naturlig återkolonisering av viktiga kolsänkor. Många frågor återstår samtidigt när det gäller kollagringskapaciteten hos ålgräsängar i svenska vatten. Mer kunskap behövs särskilt för att förstå hur mycket kol som lagras under en årscykel, vilka faktorer som styr variationen och hur kollagringen påverkas av olika miljöfaktorer som vattendjup och exponering för hydrodynamiska processer.



Koldioxidflöde och kollagring i sediment hos en frisk och en störd sjögräsäng.

LÄS MER:

Fourqurean JW, Duarte CM, Kennedy H, Marbà N, Holmer M, Mateo MA, Apostolaki ET, Kendrick GA, Krause-Jensen D, McGlathery KJ, Serrano O. 2012. *Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock*. Nature Geoscience, 5, 505–509.

Kennedy H, Beggins J, Duarte CM, Fourqurean JW, Holmer M, Marbà N, Middelburg JJ. 2010. *Seagrass sediments as a global carbon sink: Isotopic constraints*. Global Biogeochemical Cycles, 24, GB4026.

Dahl M, Deyanova D, Lyimo LD, Näslund J, Samuelsson GS, Mtolera MSP, Björk M, Gullström M. 2016. *Effects of shading and simulated grazing on carbon sequestration in a tropical seagrass meadow*. Journal of Ecology, doi:10.1111/1365-2745.12564

Vegetationsklädda bottnar

Stefan Tobiasson, Linnéuniversitetet & Susanne Qvarfordt, Stockholms 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. 121.

TILLSTÅNDET FÖR DE VEGETATIONSKLÄDDA BOTTNARNA var överlag bra både 2013 och 2014. Det har inte skett några dramatiska förändringar de senaste åren men på Gotland har blåstången haft mindre djuputbredning efter 2007 jämfört med tidigare år. Även i Blekinge har tångens utbredning minskat något. Samtidigt kan konstateras att tångens djuputbredning i Asköområdet har ökat sedan mitten på 1990-talet.

Närmast ytan växer grönalgerna tarmtång (*Ulvae intestinalis*) och grönslick (*Cladophora*). På bilden ses också årsgamla plantor av blåstång (*Fucus vesiculosus*).

Foto: Stefan Tobiasson

Bottenhavet

Längs Höga kusten visar inventeringen av vegetationsklädda bottnar på fortsatt hög status 2013 och 2014. Den nationella miljöövervakningen i området har utförts på sex transekter sedan 2008 men ett par av stationerna har inventerats även tidigare, vissa redan 1996. Den ekologiska statusen baserad på vegetationens djuputbredning har varit hög samtliga år. Den tendens till högre EK-värden som ses under senare år beror på att endast ett par av de nuvarande lokalerna inventerades på 1990-talet.

Östersjön

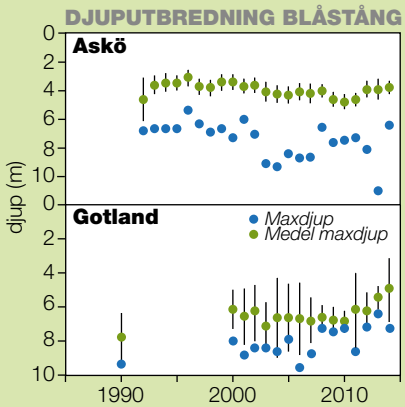
Även i norra Egentliga Östersjön var den ekologiska statusen fortsatt hög. På Gotland har de vegetationsklädda bottnarna bedömts ha hög status sedan den nationella miljöövervakningen startade år 2000. Även en tidigare inventering år 1990 på samma transekt visade hög status baserat på referensarternas djuputbredning. Blåstången har dock haft mindre djuputbredning efter år 2007 medan de fleråriga rödalgerna kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) och rödblad (*Coccotylus* sp./*Phyllophora sp.*) har haft oförändrad djuputbredning.

I Asköområdet, där mätningar gjorts på 30 transekter årligen sedan 1993, visar resultaten att inga stora förändringar skett i referensarternas djuputbredning. I området har blåstången haft något större djuputbredning på 2000-talet jämfört med på 1990-talet.

Längs Blekingekusten i södra Östersjön var den ekologiska statusen för de vegetationsklädda bottnarna fortsatt hög på de 20 inventerade transekterna 2013 och 2014. Det har inte skett någon mätbar förändring av kvalitetsindex under de åtta år som området har övervakats. Däremot har mängden fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*) och sågtång (*Fucus serratus*) minskat något medan kräkel uppvisar ökad djuputbredning. Rödalgerna växer överlag betydligt djupare än gränsen för hög status medan tången däremot bara växer till ett djup motsvarande måttlig till god status. Vid undersökningen längs Blekingekusten identifierades totalt 22 olika växtarter vilket är ungefär som tidigare år. Både artantal och täckningsgrad dominerades av rödalgerna. Trots hög ekologisk status fanns sammanhängande tångbälten bara på 12 av de 20 undersökta transekterna, vilket är en försämring jämfört med tidigare år. Regionala data visar på god till hög ekologisk status.

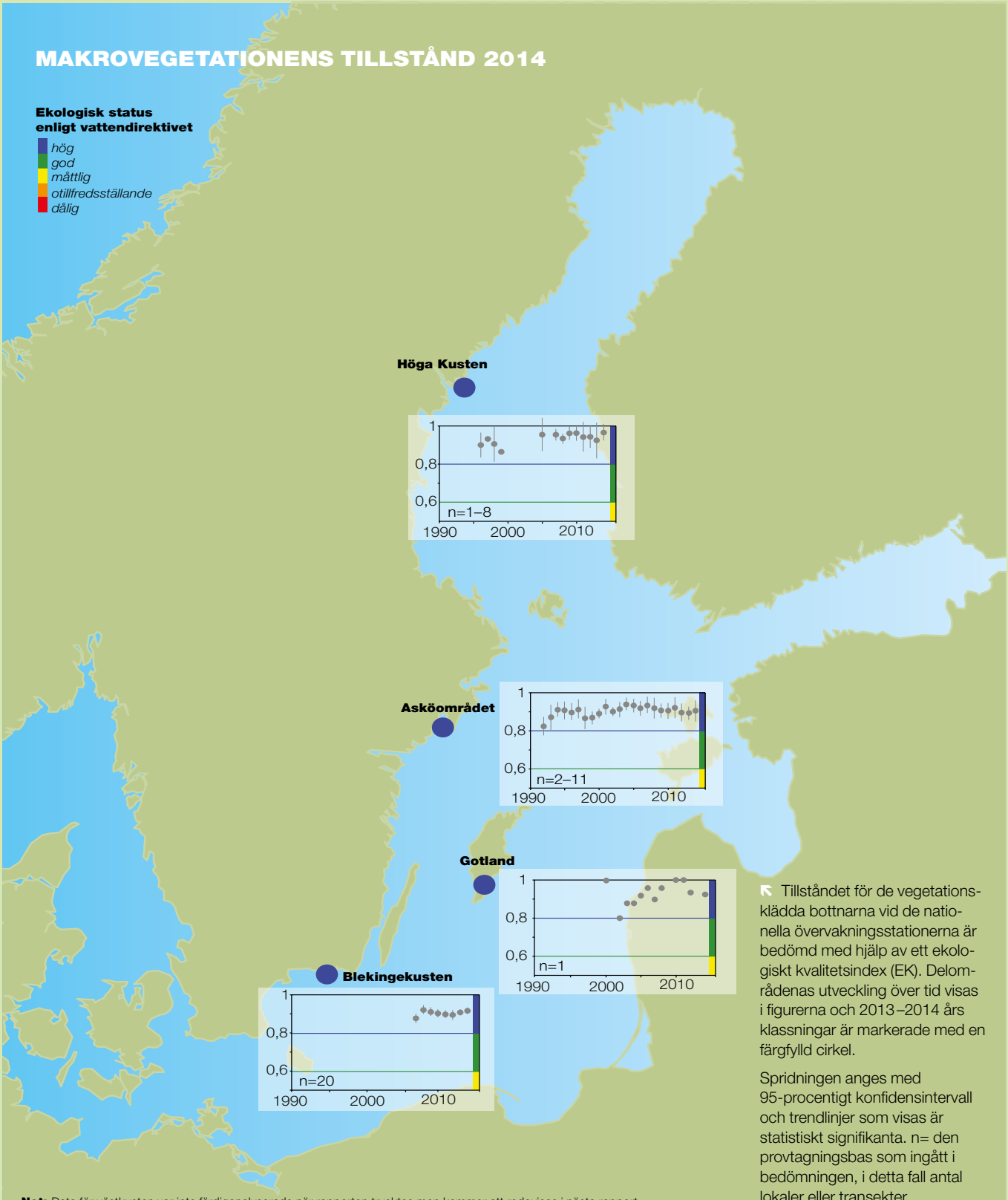
I Asköområdet uppvisar blåstången ökad djuputbredning sedan mitten av 1990-talet.

Foto: Susanne Qvarfordt



← I Asköområdet uppvisar blåstången ökad djuputbredning sedan mitten av 1990-talet medan den utanför Gotland istället har minskat efter 2007. I figurerna visas den maximala djuputbredningen och medelvärdet för den maximala djuputbredningen på samtliga transekter i respektive område. Spridningen anges med 95-procentigt konfidensintervall. Antal replikat (=transekter), Askö n=22-30 (1992 n=5), Gotland n=4-5 (1990 n=3).

MAKROVEGETATIONENS TILLSTÅND 2014



Tillståndet för de vegetationsklädda bottnarna vid de nationella övervakningsstationerna är bedömd med hjälp av ett ekologiskt kvalitetsindex (EK). Delområdenas utveckling över tid visas i figurerna och 2013–2014 års klassningar är markerade med en färgfylld cirkel.

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

Not: Data för västkusten var inte färdiganalyserade när rapporten trycktes men kommer att redovisas i nästa rapport.

Ny miljöövervakning för bättre **kunskap om havsmiljön**

KARL NORLING, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN

Miljöövervakningen behöver ständigt utvärderas och utvecklas för att möta behov från lokala, regionala, nationella och internationella användare. För att förbättra kunskapen till uppföljning, utvärdering och statusbedömningar inom programområdet Kust och hav har en revision av delprogrammet Makrofauna mjukbotten genomförts under 2014-2015. Övriga delprogram inom den nationella marina miljöövervakningen håller på, eller är planerade att revideras - för bättre samordnad och effektivare miljöövervakning i kust och hav.

■ Efter EU-kommisionens granskning av Sveriges rapporterade miljöstatus framkom att data som skickats in till EU haft brister. Data som tas fram inom existerande miljöövervakning räcker inte för att uppfylla kraven i vattendirektivet.

Kommissionen ifrågasätter om Sverige:

- uppfyller vattendirektivets riskbaserade princip?
- övervakar alla relevanta kvalitetsfaktorer?
- har övervakningsprogram som täcker alla vattendistrikt och vattentyper?

Behovet av förändring är störst för att möta kraven enligt vattendirektivet, men genomförda förändringar av delprogrammen är även tänkta att förbättra rapportering av status till 2018 och förbättra övervakningsprogrammet enligt havsmiljödirektivet till 2020. Sveriges föreskrifter kommer under kommande år att justeras för att bättre leva upp till krav på övervakning, indikatorer och gränsvärden inom svensk vatten- och havsmiljöförvaltning. Detta kräver en ambitionshöjning när det gäller kunskap om mänsklig påverkan, miljöövervakning och uppföljning av föreslagna åtgärdsprogram och skyddade områden.

Samordning av nationell och regional övervakning

Havs- och vattenmyndigheten ser att en samordnad regional och nationell miljöövervakning behövs för att så långt som möjligt:

- uppfylla vattenförvaltningens behov av kontrollerande övervakning
- vara ett underlag för havsmiljödirektivets statusbedömning av bedömningsområden
- följa upp de nationella miljömålen och stötta länens arbete med de regionala miljömålen
- följa eventuella trender och avgöra om dessa är storskaliga, regionala eller lokala
- förbättra kvaliteten på miljöpåverkande verksamheters egenkontroll och den operativa övervakningen enligt vattenförvaltningen.
- utgöra referens till egenkontroll och den operativa övervakningen

Förslaget till nytt program av referensområden ger ett bättre underlag för bedömningar av miljöpåverkan från utsläpp som övervakas och rapporteras i enskild eller

GENOMFÖRDA, PÅGÅENDE OCH PLANERADE REVISIONER AV DELPROGRAM INOM KUST OCH HAV	
Makrofauna mjukbotten	2014-2015
Kustfisk bestånd	2015-2016
Fria vattenmassan	2015-2016
Vegetationsklädda bottnar	2016-2017
Säl	2017

Foto: Katarina Konradsson

Foto: Stefan Holm/Shutterstock

samordnad recipientkontroll inom verksamheters egenkontroll.

Successivt sjösätta nytt delprogram

I delprogrammet Makrofauna mjukbotten provtar man ryggradslösa djur som fastnar i ett en millimeters såll eller nät. I varje prov analyseras mångfald (antal taxa), antal individer per taxa och biomassa per taxa. Variablerna mångfald och antal används sedan i beräkningen av indexet BQI (Benthic Quality Index). Syftet med programmet är att följa förändringar i livsmiljön sedimentbottnar som kan användas för utvärdering av de nationella miljökvalitetsmålen ”Hav i balans samt levande kust och skärgård”, ”Ingen övergödning” och ”Ett rikt växt- och djurliv” samt ökade krav på samlad information om miljötillståndet enligt vatten- och havsmiljödirektiven. Den svenska lagstiftningen för att genomföra direktiven benämns vattenförvaltningsförordningen och havsmiljöförordningen.

Ett nytt samordnat program för Makrofauna mjukbotten infördes delvis under 2015. Olika stora förändringar behövs i design och finansiering av programmen i Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet och det kommer därför att ta olika lång tid att införa programmen i de tre havsområdena.

Bottniska viken

I Bottenviken och Bottenhavet karterades och provtogs flera nya kluster av Umeå marina forskningscentrum under våren 2015. Ett kluster består av fem eller tio stationer som är representativt fördelade inom en eller två närliggande vattenförekomster (vattenförvaltningen) eller bedömningsområden (havsmiljöförvaltningen). För

FAKTA

Vattendirektivet

Sveriges vattenförvaltning har sin bakgrund i EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). Vattendirektivet ska leda till att EU-ländernas resurser samordnas bättre för att komma tillrätta med brister i vattenmiljön och syftet är att alla Europas vatten skulle få god status till år 2015.

Vattenmyndigheterna ansvarar för genomförandet av vattenförvaltningen. Havs- och vattenmyndigheten stödjer vattenmyndigheterna genom föreskrifter och vägledning, samt rapporterar arbetet till EU.

För att kunna avgöra var åtgärder behöver sättas in och för att följa upp åtgärdernas effekter krävs övervakning. Bedömning av tillståndet i ytvatten görs utifrån så kallade kvalitetsfaktorer med ett antal ingående parametrar. Bedömingen ska utgå ifrån de biologiska kvalitetsfaktorerna medan fysikaliskt-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer är stödjande.

Varje sexårig förvaltningscykel inleds med att vatten kartläggs utifrån kunskap om påverkan och befintlig övervakning. Underlaget används sedan för att bedöma och klassificera vattnets tillstånd och påverkan, fastställa miljökvalitetsnormer och vilka åtgärder som behöver vidtas för att nå god vattenkvalitet. Förvaltningsplaner upprättas för arbetet.

Övervakning enligt vattenförvaltningen

Det finns tre olika typer av övervakning inom vattenförvaltningen, med lite olika syften:

- Den kontrollerande övervakningen ska ge översiktlig beskrivning av miljötillståndet i distriktets vatten och följa storskaliga förändringar. Här ingår både påverkade och opåverkade områden. Den omfattar samtliga kvalitetsfaktorer, såsom övervakning av biologin i form av förekomst och sammansättning av växtplankton, bottenvegetation och bottendjur, samtövervakning av metaller och miljögifter.
- Den operativa övervakningen genomförs i områden som riskerar att inte uppnå god status. Syftet är att fastställa status och att följa upp effekter av insatta åtgärder. De biologiska kvalitetsfaktorer som bäst svarar på den påverkan som finns ska övervakas. Även så kallade prioämnen (metaller och miljögifter) som släpps ut i området ska övervakas samt så kallade särskilt förorenande ämnen som släpps ut i sådan mängd att de kan leda till risk att miljökvalitetsnormerna ej uppnås.
- Den undersökande övervakningen utförs i vatten där god status inte uppnås eller riskerar att inte uppnås, men där orsaken är okänd.

Resultaten från vattenförvaltningen ska rapporteras till EU-kommissionen vart sjätte år.

FAKTA

Havsmiljödirektivet

Sveriges havsmiljöförvaltning har sin bakgrund i EU:s ramdirektiv om en marin strategi (2008/56/EG), som införlivats i Sverige genom havsmiljöförordningen. Syfte är att vara en ram inom vilken länderna ska göra åtgärder för att upprätthålla eller uppnå god miljöstatus senast 2020. Havsmiljöförordningen omfattar alla marina vatten och underliggande jordlager från strandlinjen till och med ekonomisk zon och överlappar med vattenförvaltningen i kustvatten. Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för genomförandet av havsmiljöförvaltningen i Sverige.

Övervakningen enligt Havsmiljödirektivet

Havsmiljödirektivet utgår från elva temaområden, så kallade deskriptorer med tillhörande kriterier vilka beskriver vad som ska bedömas, och därmed övervakas. Enligt havsmiljöförordningen ska övervakningen ge underlag för bedömning av tillstånd och miljöförändringar, belastning, omfattning av aktiviteterna som orsakar belastningen samt effekter av åtgärder. Mer information om HaVs rapportering finns på webbsidor om inledande bedömning, god miljöstatus, övervakningsprogram och åtgärdsprogram.

Bottenvikens och Bottenhavets kustvatten har övervakning tidigare jämförts med behoven inom vattenförvaltningen, och designen speglar redan en strategi mot samordnad och kostnadseffektiv miljöövervakning.

Egentliga Östersjön

Flera nya kluster karterades av Stockholms universitet (Södermanland och Stockholms län) och Linneuniversitetet (Kalmar län) i Egentliga Östersjön under 2015. Det finns behov av att kartera ytterligare kluster under 2016 samt uppnå ökad samordning och kostnadseffektiv miljöövervakning.

Västerhavet

Under 2016 kommer kartering och provtagning av flera nya kluster genomföras av Göteborgs universitet för att öka den nationella provtagningen i Halland och Skåne.

Havs- och vattenmyndigheten önskar fortsatt samordning av nationell och regional miljöövervakning, samt att provtagningen inom egenkontrollen är samordnad, för att kunna bedöma om förändringar beror på storskalig, regional eller lokal påverkan.

I korthet

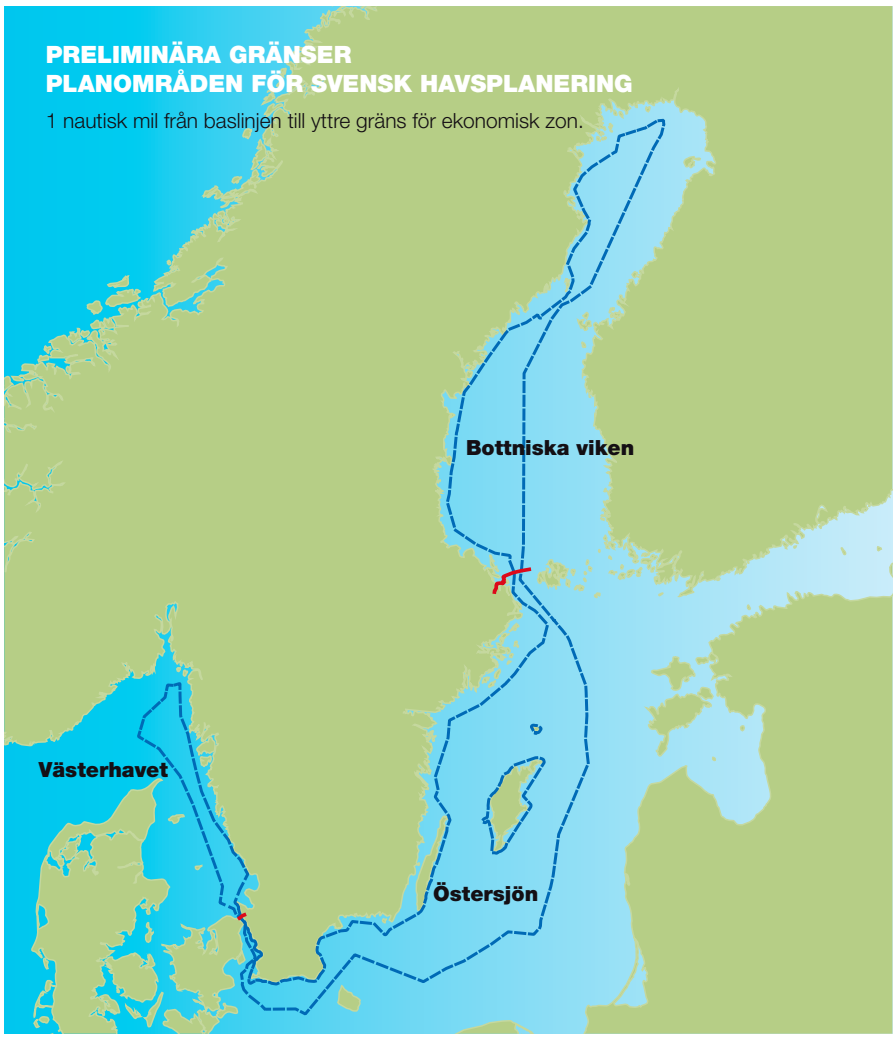
- Nuvarande miljöövervakning är inte tillräcklig.
- Miljöövervakningens nya delprogram kommer öka den geografiska täckningen, förbättra integrering mellan olika delprogram och bidra med referensområden till regional och lokal miljöövervakning.
- Målet är bättre kunskap om havsmiljön genom samordnad nationell, regional och lokal (egenkontroll) miljöövervakning, samt bidra till bättre kvalitet, vilket ökar möjligheten att genomföra utvärderingar av miljömålen, samt bedömma havsmiljöns ekologiska status och miljöstatus enligt direktiven.

LÄS MER

Monitoring of benthic fauna for MSFD on the swedish west-coast: Modelling precision and uncertainty of current and future programs using WATERS uncertainty framework. WATERS Report no. 2014:3

Utvärdering av bottenfaunakluster längs svenska ostkusten, Havs- och vattenmyndighetens rapport 2014:27

Förslag till samordnat mjukbottenfaunaprogram i marin miljö, Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:32.



FAKTA

Geografisk indelning av havsområden

Sveriges kust och hav indelas i havsplanområden enligt havsplaneringsförordningen, vattendistrikt enligt vattenförvaltningsförordningen och förvaltningsområden enligt havsmiljöförordningen.

Sveriges tre havsplanområden utgörs av Bottniska viken (Bottenviken och Bottenhavet), Östersjön och Västerhavet. De statliga havsplanerna omfattar Sveriges ekonomiska zon och territorialhavet från en nautisk mil från baslinjen. Samtidigt har kommunerna planeringsansvar för hela hela territorialhavet, dvs. även områden närmast land som inte omfattas av havsplanerna. Mellankommunala och statliga frågor samordnas av länsstyrelsen.

Vattendistrikten utgörs av de landområden vars vattendrag mynnar i fem olika havsbassänger (Bottenviken, Bottenhavet, norra Egentliga Östersjön, södra Egentliga Östersjön och Västerhavet). I vattendistrikten ingår kustvatten ut till en nautisk mil utanför baslinjen.

Kustvattenförekomster är den minsta enhet som ska bedömas inom vattenförvaltningen. SMHI:s havsområdesregister ”SVAR” utgör grunden för Sveriges indelning i kustvattenförekomster. Vattenförekomsterna grupperas i olika typer för att kunna statusbedömas och definieras utifrån faktorer som styr förutsättningarna för växt- och djurliv. För varje kustvattentyp bedömer man vad som är det naturliga, opåverkade tillståndet, som är en referens i bedömningen.

Förvaltningsområdena Östersjön och Nordsjön (Västerhavet) bygger på indelningen i regioner och delregioner som finns i havsmiljödirektivet. Dessa är i sin tur indelade i bassänger enligt SMHI:s havsområdesregister och bassängerna är delade i kustvatten och utsjövatten. Kustvattnet delas sedan in i samma typer som vattenförvaltningen. Bedömningen kan ske på olika skalor beroende på vad som är relevant för det som ska bedömas, till exempel kustvattentyp, bassäng eller förvaltningsområde.

Makrofauna mjukbotten

Stefan Agrenius, Fredrik Pleijel, Erika Norlinder, Göteborgs universitet / Caroline Raymond, Ola Svensson, Jonas Gunnarsson, Stockholms universitet / Jan Albertsson, Umeå universitet

HAVSBORSTMASKAR, blötdjur, kräftdjur och tagghudingar dominerar faunan på marina sedimentbottnar. Dessa djurgrupper är mer eller mindre rörliga 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.122.

I DE UNDERSÖKTA OMRÅDENA har tillståndet generellt förbättrats för de bottenlevande djuren under senare år och miljöstatusen är god i utsjön och till och med hög i Skagerraks yttre vatten. Även längs kusterna är statusen överlag god. Inne i skärgårdar, fjordar och vikar, där miljön är mer påverkad av lokala faktorer, råder stora regionala skillnader i ekologisk status och i hur det ser ut år från år. De djupare delarna av Östersjön och några Bohusländska fjordar som ofta är starkt påverkade av syrebrist, ingår inte i undersökningsprogrammet och därmed inte i de resultat som redovisas i den här artikeln.

Östersjömusslan ökar i norra Bottenhavet, men minskar i de södra delarna.

Foto: Nicklas Wijkmark

Bottniska viken

I de allra flesta övervakade områden i Bottniska viken är statusen för bottenfaunan god 2014, vilket är en förbättring mot tidigare år. Inte sedan sent 1990-tal har lika många områden haft god miljöstatus.

I Bottenvikens utsjöområden råder sedan länge god status, medan kustområdena uppvisar större variation. Det är framförallt två områden som inte når god status, och inga större förbättringar har skett 2014 jämfört med tidigare år. Det har visat sig att bottenfaunaindex (BQI) i sin nuvarande form inte fungerar tillfredsställande i Bottenvikens kustområden så dessa resultat får tolkas med försiktighet.

I Bottenhavet är det framförallt i kustområdena som en förbättring skett. Men även i utsjön utanför Norrbyn har BQI ökat sedan ett par år tillbaka och statusen är god. En viktig förklaring till att ekologisk status har förbättrats i Bottenhavet är det ökande antalet vitmärlor, *Monoporeia affinis*. Vitmärlan har ett högt känslighetsvärde och antalet vitmärlor har därför stor inverkan på hur status bedöms i Bottniska vikens artfattiga ekosystem.

En annan nyckelart som har stor inverkan på BQI är östersjömusslan, *Macoma balthica*. Populationerna av östersjömussla uppvisar av okänd anledning olika dynamik i de norra och södra delarna av Bottenhavet. I norra Bottenhavet har östersjömusslan ökat i såväl antal som biomassa under de senaste tio åren i Norrbyns utsjöområde, Gavik/Edsätterfjärden och vid Holmöarna. I utsjöområdena i söder däremot är utvecklingen den rakt motsatta och östersjömusslan minskar. I områden där östersjömusslan minskat, har istället andra arter med högre känslighetsvärde ökat i antal, vilket medfört högre BQI och förbättrad ekologisk status.

Egentliga Östersjön

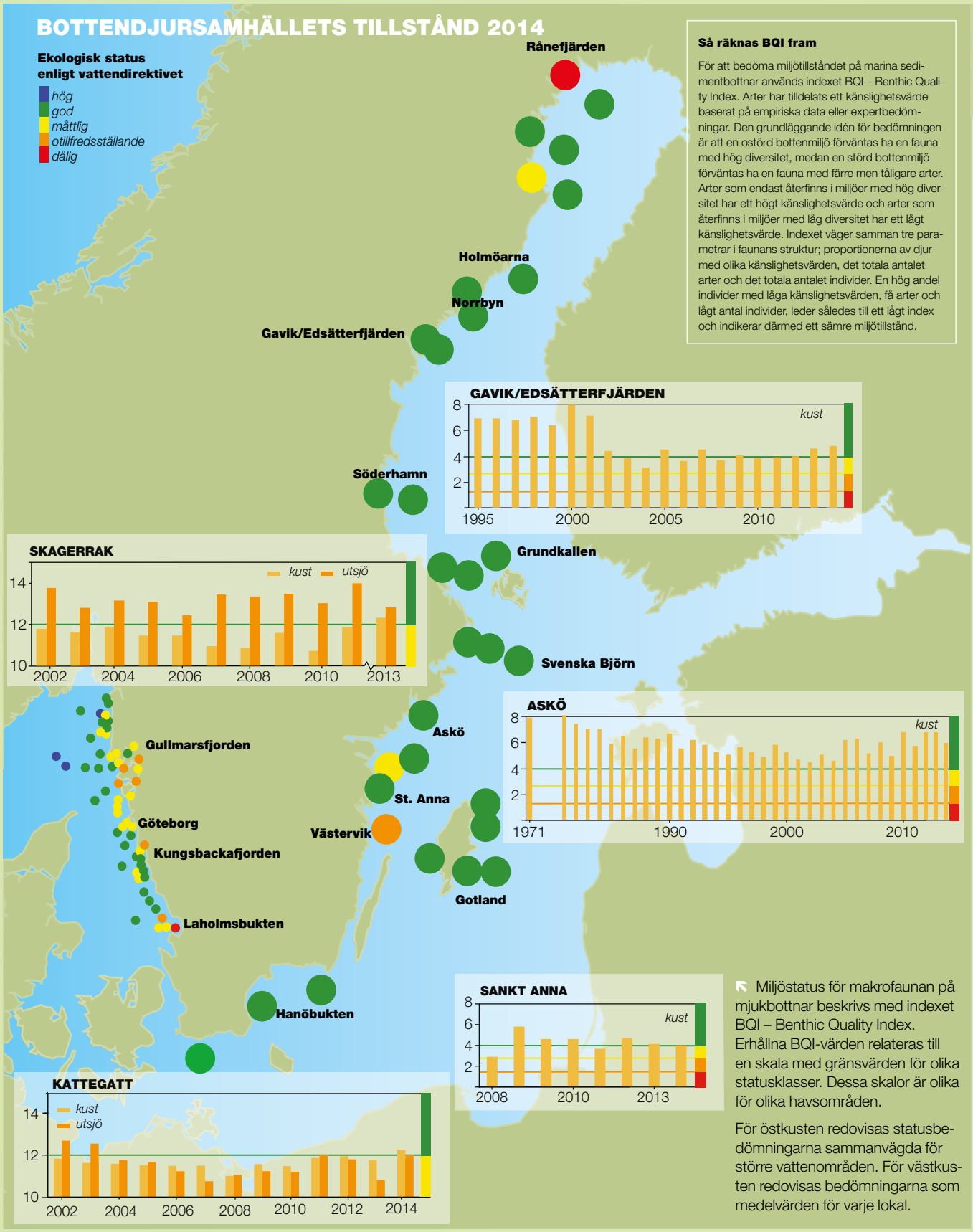
I Egentliga Östersjön når de flesta undersökta områden god ekologisk status under 2014. De områden som inte når god status är St. Anna och Västervik. I St. Anna skärgård har statusen varierat mellan god och måttlig sedan provtagningarna startade 2007. Området utanför Västervik har under alla år haft otillfredsställande status. Detta är framförallt beroende på att fyra av de tio stationerna ligger på djup nära salthaltssprångskiktet. Hur djupt språngskiktet ligger varierar och dessa stationer utsätts därför ofta för låga syrehalter, vilket i sin tur leder till att bottenfaunan utarmas. Under språngskiktet förekommer sällan bottenfauna över huvud taget på grund av syrebrist. De övriga stationerna i Västerviksområdet är belägna ovanför språngskiktet och har i allmänhet god status.

Bland de dominerande arterna är den största förändringen att antalet havsborstmaskar av släktet *Marenzelleria* spp. minskat. Släktet har ett lågt känslighetsvärde och har ofta förekommit i höga tätheter. När tätheten minskar påverkas BQI i positiv riktning.

I Egentliga Östersjön förekommer två arter av vitmärlor, *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*. Båda arterna är känsliga för syrebrist och har det högsta känslighetsvärdet. Arterna kan förekomma i höga tätheter och kan därför ha stor inverkan på BQI. År 2014 var förekomsten av framförallt *Monoporeia affinis* den lägsta sedan programmets början. Antalet *Pontoporeia femorata* har inte minskat i samma utsträckning, vilket bidrar till att de flesta områden i Östersjön trots allt kan bedömas ha god ekologisk status.

Västerhavet

Bland de undersökta områdena i Väster-



Så räknas BQI fram

För att bedöma miljötillståndet på marina sedimentbottnar 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.

Miljöstatus för makrofaunan på mjukbottnar 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.

FAKTA

Marenzelleria i Egentliga Östersjön

Foto: Fredrik Pleijel

Det finns tre arter av släktet *Marenzelleria* spp. i Östersjön. Alla tre är invasiva och mycket svåra att skilja åt. Masken upptäcktes första gången i södra Östersjön i mitten av 1980-talet och förekommer från 2007 i samtliga provtagningsområden i Egentliga Östersjön. Runt år 2011–2012 var maskarna som mest talrika och på en utsjöstation vid Svenska Björn förekom tätheter på närmare 5000 individer per kvadratmeter. Därefter har populationerna minskat och 2014 är tätheterna i stort sett desamma som 2007. I Asköområdet, som har de enda långa tidsserierna i Egentliga Östersjön, har man kunnat följa populationsdynamiken och hur utbredningen förändrats. De första exemplaren av *Marenzelleria* spp. upptäcktes 1999 på en enskild station, för att bara några år senare påträffas på samtliga 20 stationer.

havet är det, liksom tidigare år, högst ekologisk status i öppna havet, lägre status närmare kusten och stora skillnader i status mellan olika skärgårdområden och fjordar. Bland kustlokalerna är det fortfarande lägst status utanför Göteborgs norra skärgård upp till Marstrandsfjorden. Det är i detta område som kusten är mest påverkad av utflödet från Göta och Nordre älv. I området norr om Marstrandfjorden där Jutlandströmmen från södra Nordsjön vanligen kommer in mot svenska kusten är bottenfaunan i allmänhet rikare och mer divers. Faunan i öppna havet och utanför kusten påverkas framförallt av storskaliga förändringar i miljön vilket medför att utvecklingen på lokaler på samma djup i hög utsträckning följs åt. Mönstret ser annorlunda ut bland lokalerna i olika innerskärgårdsområden och fjordar där förändringarna ofta pekar åt olika håll. Utvecklingen här påverkas i första hand av begränsning i vattenomsättning och lokala miljöfaktorer.

I Kattegatts utsjöområden försämrades tillståndet på de undersökta lokalerna under 2013 och mest markant var försämringen vid några kustnära djupare lokaler söder om Nidingen. Året därpå är det åter igen god status efter att tillståndet förbättrats vid samtliga lokaler i öppna havet. Även i Kattegatts kustområden råder efter en flerårig trend av förbättrade förhållanden, god status på de flesta lokaler.
Däremot har förhållandena försämrats i Hallands inre kustvatten och främst i Laholmsbukten och i dess inre delar där det är dålig status 2014. De bottnar, i och utanför Laholmsbukten, som ligger strax under salthaltssprångskiktet är ofta utsatta för låga syrehalter under sensommar och höst.

Även i Skagerrak var tillståndet försämrat 2013 på de lokaler i utsjön som framförallt påverkas av vattenmassor från Nordsjön. Trots försämringen råder god status på samtliga av dessa lokaler. Några extra lokaler har provtagits utanför programmets ramar i yttre Skagerrak. På lokalerna, som ligger på större djup där bottenvattnet är av atlantiskt ursprung, är statusen hög. Även i Kosterfjordens djupaste delar som står i förbindelse med Skagerraks djupvatten råder hög status.

Längs Bohuskusten i övrigt är statusen överlag god. I Bohusläns fjordar är tillståndet för bottenfaunan mycket olika och i flera fjordar har status försämrats. I Marstrandsfjorden och fjordsystemen innanför Tjörn och Orust har miljötillståndet överlag försämrats och är på flera lokaler otillfredsställande. I fjordsystemets inre delar är syrebristen flerårig under salthaltssprångskiktet och bottnarna saknar vanligen fauna helt och hållet. I Byfjorden har pilotstudien inom Baltic Deepwater Oxygenation-projektet (BOX) avslutats och det råder återigen permanent syrebrist under språngskiktet. I Gullmarsfjordens djuphåla där tillståndet är stark kopplat till hur ofta bottenvattnet byts ut råder god status och i Brofjorden och området utanför är statusen liksom tidigare år måttlig.

LÄS MER

Känslig bottenfauna tappar mark, Havet 2008 sidan 64.

Syretillgången avgörande för Bohusläns fjordar, Havet 2012 sidan 56.

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

Djuren i bottenproverna räknas och artbestäms för att räkna ut BQI.

Foto: Stefan Agrenius

Kustekosystem förändras **i takt med övergödningen**

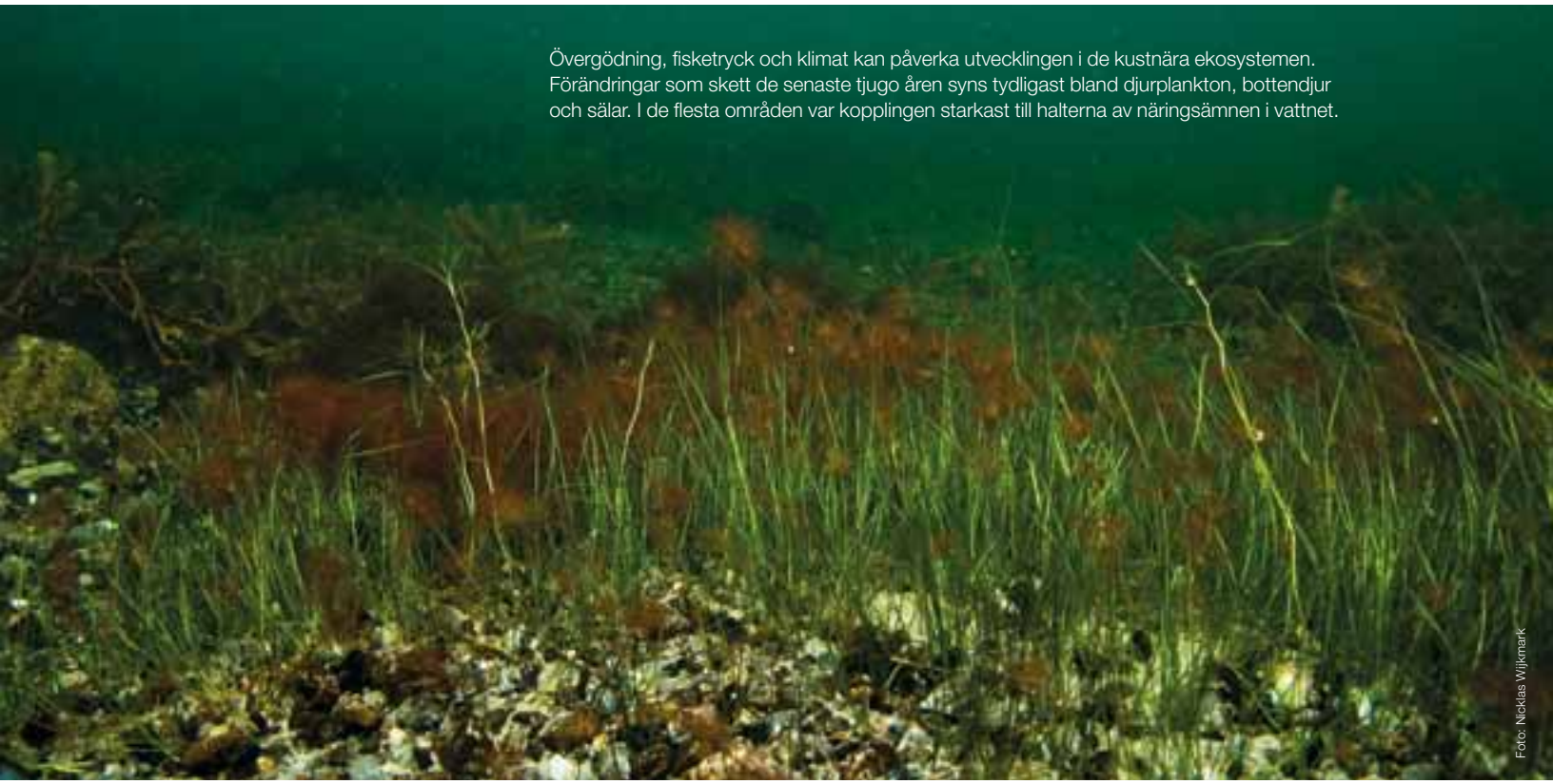
JENS OLSSON, ANNA GÅRDMARK & LENA BERGSTRÖM, SLU

Förekomsten av viktiga artgrupper i Östersjöns kustekosystem har förändrats signifikant de senaste tjugo åren. Tydligast syns förändringarna bland djurplankton, bottendjur och sälar. Ekosystemens utveckling har påverkats av såväl graden av övergödning som ändrat fisketryck och klimat. Starkast är kopplingen till förändrad grad av övergödning. Samtidigt visar undersökningar att Östersjöländernas miljöövervakning av kustekosystemen behöver utökas och samordnas om den ekosystemansats som internationella direktiv och överenskommelser föreskriver ska bli verklighet.

■ Trots att våra kusters ekosystem är utsatta för mänsklig påverkan genom exempelvis klimatförändringar, övergödning och fiske, finns få försök att ge en helhetsbild av kustekosystemens tillstånd. Därför har forskare från flertalet länder runt Östersjön samlat in och analyserat en stor mängd miljöövervakningsdata från en tjugoårsperiod från havsområdets kuster. Syftet var att undersöka om det fanns liknande förändringar i ekosystemens utveckling och vad dessa kan bero på.

Resultaten antyder en likartad och riktad förändring av majoriteten av Östersjöns kustekosystem, och en koppling mellan systemens utveckling och graden av övergödning i Östersjön. Med en riktad förändring menas att tillståndet för systemen under de senare åren markant skiljer sig från tillståndet som rådde i början av tidsperioden, det vill säga att det skett en utveckling i en viss riktning. Motsatsen sker när systemen går tillbaka till ett ursprungsläge eller inte förändras alls.

Anpassningar av havsmiljöförvaltningen till ekosystemansatsen, där processer och förändringar i ekosystemets alla delar ska beaktas, är i full gång. Genomförandet av havsmiljödirektivet och dess kommande tillståndsbedömningar, liksom



Övergödning, fisketryck och klimat kan påverka utvecklingen i de kustnära ekosystemen. Förändringar som skett de senaste tjugo åren syns tydligast bland djurplankton, bottendjur och sälar. I de flesta områden var kopplingen starkast till halterna av näringsämnen i vattnet.

Foto: Nicklas Wijkmark

den förestående uppföljningen av aktionsplanen för Östersjön, har satt dessa frågor högt på agendan.

Även om Östersjöregionen har kommit jämförelsevis långt vad gäller ekosystemanalyser, så har fokus främst varit på utsjön och på de stora kommersiella fiskbestånden såsom torsk, strömming och skarpsill. För kustnära ekosystem är kunskapsluckorna betydligt större. Kustnära ekosystem har ofta en karakteristisk lokal struktur och kan reagera kraftigt på förändringar i närmiljön. Dessutom finns betydande skillnader mellan områden i Östersjöns miljö, det gäller till exempel skillnader i salthalt, vattentemperatur och näringshalt, det vill säga graden av övergödning. Sammantaget gör det att det kan vara svårt att se skillnad på lokala och storskaliga händelser i enstaka kustområden. En samtidig ekosystemanalys över flera områden kan därför visa på generella mönster och bidra till en helhetsbild över tillståndet och utvecklingen i många av Östersjöns kustekosystem.

Samlade data från kustområden

Forskare från länderna runt Östersjön samlade för några år sedan in miljöövervakningsdata för så många olika nivåer i näringsvävarna och så många kustområden som möjligt. Arbetet gjordes inom

DATA FÖR INTEGRERAD TRENDANALYS

Område	Havsbassäng	Tidsperiod	Antal biologiska ekosystemkomponenter	VP	DP	B	V	F	S	N	K	F
Limfjorden (DK)	Nordsjön	1992–2007	19	x		x		x		x	x	x
Vendelsö (SVE)	Kattegatt	1992–2010	15			x		x		x	x	x
Gdanskbukten (PL)	Södra Östersjön	1994–2010	23	x	x			x		x	x	x
Vistula lagunen(RUS)	Södra Östersjön	1992–2011	23		x	x		x		x	x	x
Kuroniska lagunen (RUS)	Södra Östersjön	1992–2011	24		x	x		x		x	x	x
Kvädöfjärden (SVE)	V Eg Östersjön	1992–2010	11			x		x	x	x	x	x
Rigabukten SV (LETT)	Rigabukten	1992–2011	15		x			x		x	x	
Rigabukten NÖ (EST)	Rigabukten	1993–2010	31	x	x	x	x	x		x	x	
Finska viken Ö (EST)	Finska viken	1993–2010	14	x	x	x				x	x	
Finska viken V (FIN)	Finska viken	1993–2010	23	x		x		x		x	x	
Skärgårdshavet (FIN)	Skärgårdshavet	1992–2009	19	x				x		x	x	
Forsmark (SVE)	Bottenhavet	1992–2010	10			x		x	x	x	x	x
Holmön (SVE)	Kvarken	1994–2010	16		x	x		x	x	x	x	x

I tabellen visas data som användes i den integrerade trendanalysen för kustekosystem. Tabellen fungerar samtidigt som en första inventering av vilka data som kan finnas att tillgå för analyser av näringsvävar i kustekosystem på Östersjönivå. VP = Växtplankton, DP = djurplankton, B = bottendjur, V = högre vegetation (makrofyter), F = fisk och S = säl. N = näringskoncentration, K = klimatrelaterade variabler, och F = fisketryck. Exempel på biologiska ekosystemkomponenter är abundans (individantal) och/eller biomassa av viktiga grupper av växt- och djurplankton, bottendjur, fiskarter och gråsäl som alla är karakteristiska för respektive system.

VARIABLER MED STARKAST PÅVERKAN FÖRDELAT PÅ OMRÅDE		
Område	**PCO1**	**PCO2**
Limfjorden	N (DIP)	F (Landningar) +
Vendelsö	N (DIP)	F (Fiskeridödlighet)
Gdanskbukten	F (Landningar) -	N (NH4) -
Vistula lagunen	N (Tot N) +	F (Fiskeridödlighet)
Kuroniska Lagunen	F (Fiskeridödlighet) +	K (Syrehalt)
Kvädöfjärden	N (DIN) +	K (Klimatindex) -
Rigabukten SV	N (Tot N) -	N (Tot P) -
Rigabukten NÖ	N (SiO4) +	K (Syrehalt)
Finska viken Ö	K (Syrehalt) -	N (Tot P) +
Finska viken V	K (Syrehalt) -	N (NH4)
Skärgårdshavet	N (PO4-P) +	N (PO4-P) +
Forsmark	N (P belastning) -	F (Fiskeridödlighet)
Holmön	K (Salthalt) -	K (Klimatindex)

I tabellen visas de starkaste korrelationerna (sambanden) mellan de biologiska ekosystemkomponenterna och påverkansvariabler inom ett område. PCO1 och PCO2 representerar den samlade utvecklingen av artsammansättningen i respektive näringsväv, och är resultatet från en multivariat ordinationsanalys. PCO1 beskriver den största variationen i data och PCO2 den näst största variationen. N = näringsrelaterad variabel, F = fisketryck och K = klimat. Inom parentes visas vilken variabel som uppvisade den starkaste kopplingen. + betyder en ökning av variabeln över tid och – en motsvarande minskning. Inget tecken betyder ingen riktad förändring för variabeln över tid. DIP = oorganiskt fosfat, Tot N = totalkväve, DIN (oorganiskt kväve: nitrat + nitrit + ammonium), SiO4 = kiseloxid, PO4-P = fostfatfosfor, P belastning = fosforbelastning från land, NH4 = ammonium, Tot P _ totalfosfor

Sälen är en art som ökat under de senaste decennierna i Östersjön och som påverkar utvecklingen i några av de studerade systemen. Foto: Ulf Bergström

ramen för Internationella havsforskningsrådet (ICES) och Helsingforskommitén (Helcom) arbetsgruppen WGIAB (Working Group on Integrated Assessments of the Baltic Sea). Ett av studiens syften var att kartlägga vilken data som finns tillgänglig för gemensam analys längs Östersjöns kuststräckor. Ett annat syfte var att med hjälp av dessa data göra integrerade trendanalyser för att studera samband mellan utvecklingen i den biologiska delen av systemen och möjliga påverkansvariabler (belastningar) i miljön.

Data samlades in med ursprung från början av 1990-talet och 20 år framåt från 13 olika kustekosystem i Östersjöregionen, från Limfjorden i Danmark till Holmön i Norra Kvarken och Narvabukten i Finska viken. Data omfattade olika delar av ekosystemet och olika delar av näringsväven, från växtplankton till sälar. Antalet nivåer av näringsväven som var representerade varierade dock beroende på datatillgänglighet från två till sex. Data för fisk fanns tillgängligt för alla områden utom i de östra delarna av Finska viken. Även bottendjur, djurplankton och växtplankton var relativt väl representerade. Tillgängligheten av lokala tidsseriedata var sämst för marina topprovdjur (tre områden) och högre vegetation (kärlväxter och makroalger, ett område). Förändringarna i de biologiska dataserierna jämfördes med möjliga påverkansvariabler kopplade till näringsbelastning (graden av övergödning), klimat och fisketryck. Data för näringsbelastning och klimat fanns tillgängligt för alla områden, medan data för fisketryck saknades i fem områden.

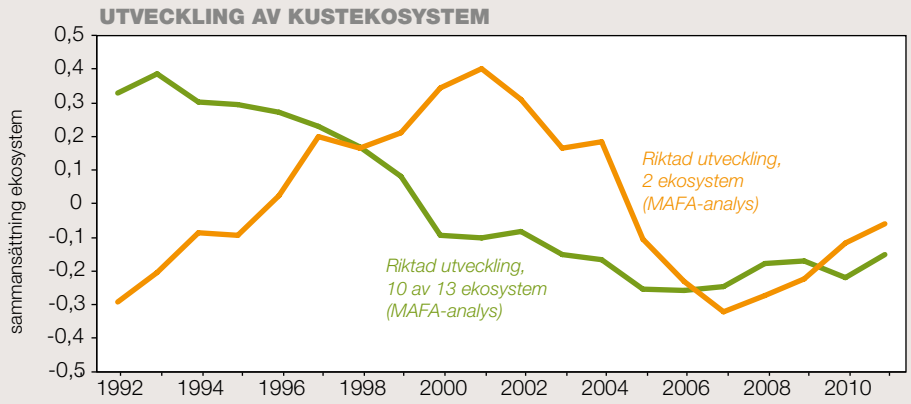
Data analyserades med hjälp av så kallade multivariata analyser. Analysmetoden möjliggör analys av gemensamma samband i datamaterial med ett stort antal variabler. Genom sådana sammanvägande analyser förbises en viss del av den ursprungliga variationen i data, men i gengäld kondenseras information om övergripande mönster på ett åskådligt sätt.

Mönster växer fram

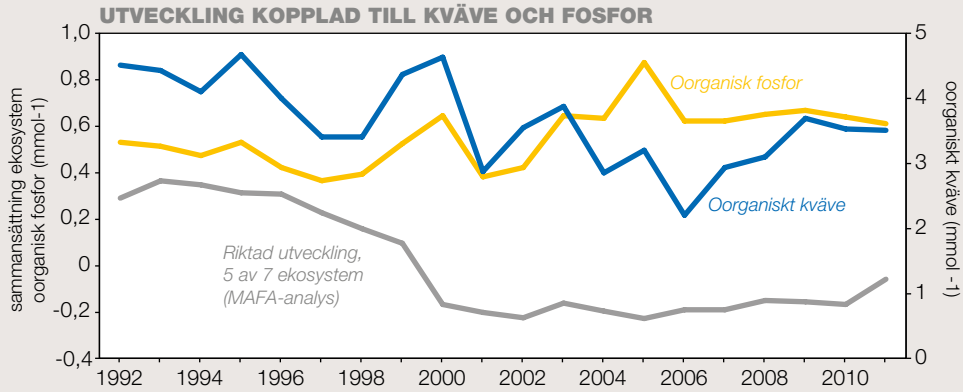
Föga förvånande, med tanke på kustekosystemens biologiska olikheter och skillnaderna i datatillgång mellan områden, upptäcktes unika mönster i utvecklingen över tid i många av de studerade områdena. I vissa områden ökade sådana arter och artgrupper som traditionellt betraktas som känsliga för förändringar i näringsbelastning (växtplankton och bottendjur) och fisketryck (framför allt olika arter av fisk), medan de minskade i andra områden. Analyserna visade också på gemensamma mönster. I 10 av 13 områden fanns en riktad förändring över tid i artsammansättningen av näringsvävarna sedan början av 1990-talet, då andra arter blivit vanligare idag. Mönstret orsakades främst av ökningar eller minskningar i förekomsten av djurplankton, bottendjur och sälar. Så trots att data för säl var relativt begränsad, hade det stor inverkan på utfallet av analysen. Resultaten visar att dagens tillstånd signifikant skiljer sig från tillståndet i början av 1990-talet. I två av de undersökta områdena utvecklades systemens sammansättning så att de i slutet av den studerade tidsserien liknade de förhållanden som var i början av 1990-talet. I Limfjorden hittade vi en unik men avvikande utveckling av systemet utan tydlig riktning och med stor variation mellan åren.

Näringsstatus påverkade mest

Vilka yttre förändringar kan då samman-



← Gemensamma utvecklingslinjer för kustekosystemen som ingick i analysen. Y-axeln anger ett värde för ekosystemens sammansättning, och x-axeln de år som ingått i analysen. Resultaten är baserade på en så kallad MAFA–analys (min/max autocorrelation factor analysis), som identifierar gemensamma förändringar. Grön linje visar den riktade utveckling som karaktäriserade 10 av de 13 undersökta systemen. Gul linje visar utvecklingen hos ytterligare två av systemen.



← Gemensam utvecklingslinje för fem av de sju system som har anslutning till centrala Östersjöns ytvatten, samt för oorganiskt fosfor och oorganiskt kväve. De fem systemen har genomgått en likartad och riktad utveckling. Koncentrationen av oorganiskt fosfor i Egentliga Östersjöns ytvatten har ökat medan oorganiskt kväve i ytvattnet har minskat. Vänster Y-axel anger ett värde på de analyserade ekosystemens sammansättning samt koncentrationen av oorganiskt fosfor, den högra visar koncentrationen av oorganiskt kväve. X-axeln visar de år som ingått i analysen.

kopplas med denna utveckling av sammansättningen av arter och artgrupper? När utvecklingen i respektive kustområde undersöktes i förhållande till förändringar i möjliga påverkansvariabler inom samma område upptäcktes flera olika möjliga samband. Såväl förändringar i näringskoncentration i vattnet, tillförsel av näringsämnen från land, fisketryck och klimat kunde kopplas till kustekosystemens utveckling i de enskilda fallen.

Vid närmare studier av resultaten noteras ett överliggande mönster. I 11 av 13 undersökta områdena såg man det starkaste sambandet med variabler som är relaterade till näringsstatus. Ett samband med förändringar i fisketryck och klimat hittades bara i sex respektive fem av de undersökta områdena. Till viss del kan detta resultat bero på att fisketryck endast fanns med i åtta områden totalt, men sammantaget indikerar detta att den tydligaste samvariationen fanns mellan de studerade näringsvävarna och påverkansvariabler som relaterar till övergödning.

Resultatet återspeglar inte enbart förändringar i sådana arter och artgrupper som ofta är känsliga för förändringar i näringsstatus, såsom växtplankton och bottendjur, då tydliga kopplingar mellan dessa och näringsbelastning endast fanns i drygt hälften av de områden där båda typerna av variabler var med i analysen.

För att ytterligare undersöka möjliga samband till påverkansvariabler genomfördes en särskild analys av de sju kustområden som har direkt anslutning till Egentliga Östersjön, nämligen Gdanskbukten, Kvädöfjärden, sydvästra Rigabukten, nordöstra Rigabukten, västra Finska viken, Skärgårdshavet och Forsmark. Detta för att kunna studera kopplingar till påverkansvariabler på större geografisk skala.

I denna analys använde vi gemensamma variabler för alla sju områden: förändringar i näringshalt, temperatur, salthalt samt fisketrycket i Egentliga Östersjöns utsjö. Återigen visade näringsrelaterade variabler det starkaste sambandet med näringsvävarnas utveckling, medan övriga undersökta variabler hade liten betydelse. I fem av områdena kunde riktade förändringar i kustekosystemet kopplas till en ökande koncentration av oorganiskt fosfor och minskande koncentration av oorganiskt kväve i ytvattnet i Egentliga Östersjön. I de övriga områdena, Gdanskbukten och västra Finska viken, där artsammansättningen nu liknar den i början av 1990-talet, kunde förändringar över tid kopplas till en ökande koncentration av oorganiskt fosfor, men även till en minskad salthalt.

Sammantaget tyder resultaten på att förändringar i näringshalt i ytvattnet i Egentliga Östersjön kopplar till förändringar över tid i sju av de studerade näringsvävarna, och att det finns en möjlig koppling mellan kustekosystems hälsa och graden av övergödning i Östersjön.

Studien visar att de olika kustekosystemen har utvecklats på unika sätt under de senaste två årtiondena, men att de flesta av dem har genomgått en riktad förändring så att tillståndet nu skiljer sig markant från det som rådde i början av den studerade tidsperioden. Viktiga arter och artgrupper i olika delar av näringsväven har ökat eller minskat sedan början av 1990-talet. Bara några av kustekosystemen har nu en likadan artsammansättning som i början av den studerade tjugoårsperioden. Till viss del kan dessa resultat påverkas av att det i analyserna applicerats olika antal och uppsättning av variabler i de olika områ-

Foto: Niels Sloth/Biopix

Abborren är en nyckelart i många av de kustekosystem som analyserats. I områden där effekten av fiske studerats verkar sambandet mellan ekosystemens utveckling under den senaste 20-årsperioden och förändringar i klimat och fisketryck inte vara lika viktigt som förändringar i näringshalt och näringsbelastning.

dena. Trots detta är den liknande och riktade utvecklingen mellan system tydlig. Att tidsperspektivet är endast 20 år kan också påverka resultaten något. Det är möjligt att 20 år är en för kort tid för att upptäcka en verklig trend och förändring, och inte bara en effekt av långsiktig periodicitet i systemen. Men den data som använts är den enda som finns tillgänglig. Utvecklingen av ekosystemen kan främst kopplas till lokala och regionala förändringar i näringshalt och näringsbelastning. För de områden där effekten av fiske studerats verkar sambandet med förändringar i klimat och fisketryck inte vara lika viktigt.

Studien visar att utvecklingen i majoriteten av systemen innebär en tydlig förändring jämfört med tillståndet som rådde under början av 1990-talet. Huruvida utvecklingen är mot ett bättre eller sämre tillstånd kan vi idag inte uttala oss om eftersom förändringarna inte är kopplade till enskilda nyckelarter för till exempel god miljöstatus.

Ekosystembaserad övervakning

Korrelationerna bevisar inte heller orsakssamband, men visar på möjliga miljöfaktorer som kan påverka artsammansättningen. Dessa är graden av övergödning, fisketryck och klimat. Eftersom de flesta system som analyserats genomgått en riktad utveckling visar studien framför allt att man i bedömningar av miljöstatus behöver beakta att de yttre förutsättningarna för god miljöstatus, liksom näringsvävens struktur, ständigt förändras.

Vidare visar studien att det endast är i ett fåtal kustområden som det finns tillräckligt med data för att genomföra en ekosystemanalys som spänner över flera delar av näringsväven samtidigt. Därför behövs en utökad och mer samordnad långsiktig miljöövervakning av ekosystemens olika delar runt Östersjön. På längre sikt är detta viktigt för att genomföra ekosystemansatsen i praktiken på det sätt som förutsätts av till exempel havsmiljödirektivet, havsplaneringsdirektivet och aktionsplanen för Östersjön. Studien visar på möjligheten till sådana analyser samt kan ge en vägledning om vilka områden på regional nivå som kan vara av särskilt intresse som utgångspunkt för en sådan utveckling.

LÄSTIPS

Olsson J, Tomczak MT, Ojaveer H, Gårdmark, Arno Pollumae, Muller-Karulis B, Ustups D, Dinesen GE, Peltonen H, Putnis I, Szymanek L, Simm M, Heikinheimo O, Gasyukov P, Axe P and Bergström L. 2015. *Temporal development of coastal ecosystems in the Baltic Sea over the past two decades.* ICES Journal of Marine Science. doi: 10.1093/icesjms/fsv143

ICES. 2014. Second Interim Report of the ICES/HELCOM Working Group on Integrated

Assessments of the Baltic Sea (WGIAB), 10-14 February 2014, Kiel, Germany.

ICES CM 2014/SSGRSP:06. 48 pp.

Kustfisk bestånd

Ylva Ericson & Jens Olsson, SLU

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 provfisken 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. 124.

BESTÅNDEN AV KUSTFISK ÄR OFTA LOKALA och förväntas därför utvecklas på olika och ofta unika sätt i olika områden. I Holmön har fångsten av karpfisk ökat, meden den har minskat i Kvädöfjärden. Båda områdena har provfiskats sedan slutet av 1980-talet. Fångsten av abborre har varit stabil. I de områden längs östkusten där provfisken startade i början av 2000-talet har fångsten av karpfisk varit stabil, liksom fångsten av abborre i de flesta områden. I Fjällbacka på västkusten har fångsten av tånglake minskat, en minskning som inte har noterats i de övriga miljöövervakningsområdena på västkusten.

Livskraftiga populationer av abborre och andra rovfiskar tyder ofta på balanserade näringskedjor och måttlig påverkan från övergödning och fisketryck. Utvecklingen av abborrbestånden skiljer sig mellan olika områden längs Sveriges östkust.

Foto: Erik Karlsson

Bottniska viken

Den vanligaste karpfiskarten i provfiskena längs Sveriges östkust är mört, men även till exempel björkna, löja, vimma och braxen förekommer i fångsterna. I det nationella miljöövervakningsområdet Holmön har mängden karpfisk i provfiskefångsterna ökat sedan slutet av 1980-talet. En sådan ökning av karpfisk kan bero på påverkan från övergödning och temperatur, samt minskad salthalt. I Holmön har det dock inte setts någon förändring varken i temperatur eller siktdjup sedan undersökningarna startade. Salthalten i området har inte mätts tillräckligt många år för att se någon eventuell trend. Sedan början av 2000-talet då flera regionala miljöövervakningsprogram startade ses inga förändringar av mängden karpfiskar i havsområdet, förutom i Råneå där fångsten av mört har minskat.

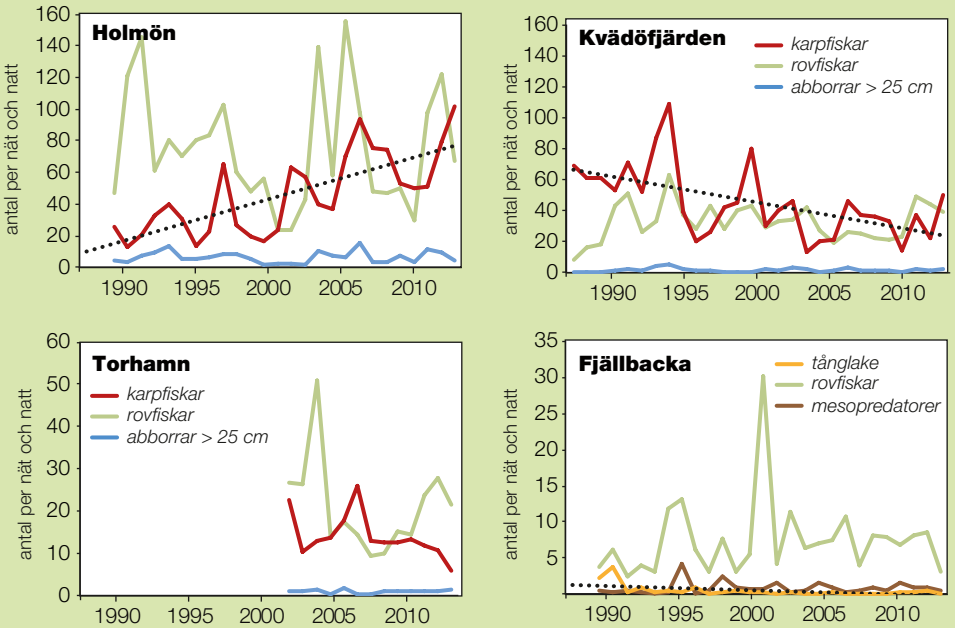
Livskraftiga populationer av abborre och andra rovfiskar indikerar ofta balanserade näringskedjor och måttlig påverkan från övergödning. För abborre har bestånden varit stabila i Holmön sedan 1980-talet och i Råneå och Långvindsfjärden sedan början av 2000-talet. Mängden abborre har dock ökat i Kinnbäcksfjärden medan en minskning kan ses i Norrbyn. Det totala antalet rovfiskar har också minskat i Norrbyn sedan år 2002, men varit stabilt i övriga områden. Det finns flera möjliga både stor- och småskaliga förklaringar till mönstren som ses i de olika områdena. Ökningar av specifika arter och grupper i fångsten kan till exempel bero på varmare klimat och gynnsamma livsmiljöer, medan minskningar kan visa på höga fisketryck.

Egentliga Östersjön

Fångsten av karpfisk i det nationella miljöövervakningsområdet Kvädöfjärden har minskat sedan undersökningarna startade i slutet av 1980-talet. Även i Vinö, där det provfiskats sedan år 1995, ses en minskning. I övriga och mer nordliga provfiskeområden i Egentliga Östersjön har bestånden av karpfisk varit stabila sedan övervakningen startade i början av 2000-talet. Orsakerna till de minskningar av karpfisk som setts i de sydligare områdena är ännu inte klarlagda.

Fångsterna av abborre har varit stabila i Kvädöfjärden, men minskat i Vinö. Sedan början av 2000-talet har inga förändringar setts i dessa och övriga provfiskeområden i havsområdet. Fångsterna av stora abborrar har varit stabila i alla områden förutom i Lagnö och Vinö där fångsterna har minskat.

De flesta provfisken inom miljöövervakningen utförs i augusti, men i vissa områden görs provfisken även senare på



Utveckling hos ett urval av indikatorer i de nationella referensområdena för kustfiskövervakning. Till mesopredatorer räknas de fiskar som är mellan rovfiskar och växtätare i näringskedjan.

Tånglaken föder levande ungar och används som indikator för att bedöma miljöstatus. Undersökningar av yngel i Fjällbacka visar tydligt att tånglakarna i området är negativt påverkade av något.

Foto: Martin Karlsson

året under oktober-november för att följa kallvattenarter som torsk och skrubbskädda. I Muskö har höstprovfisken utförts sedan år 1992 och i Kvädöfjärden sedan 1989. I båda områdena har fångsten av torsk ökat, vilket är en följd av ökningen som skett i det östra beståndet av torsk i Östersjön. I Muskö har även fångsterna av torsk över 38 cm ökat, men någon sådan ökning ses inte i Kvädöfjärden. Fångsten av skrubbskädda har minskat i Kvädöfjärden, medan ingen förändring ses i Muskö. Det ses ingen förändring i fångsterna av skrubbskäddor över 30 cm i Kvädöfjärden, medan fångsten av stora skrubbskäddor minskat i Muskö.

Miljöövervakningen av kustfisk visar att det kan vara svårt att göra generaliserade bedömningar för hela Östersjön. Bestånd av kustfisk i olika områden är ofta skilda från varandra, och bör därför förvaltas lokalt.

Västerhavet

I det nationella miljöövervakningsområdet Fjällbacka har fångsterna av tånglake under provfiske i oktober minskat sedan slutet av 1980-talet. Tånglaken är en lämplig indikator för miljöstatus i ett område eftersom den är stationär under livet. Den föder även levande ungar, och missbildade eller döda yngel kan tyda på miljöförändringar som till exempel ökad vattentemperatur, syrebrist eller miljögifter. I de provtagningar som sker i samband med provfisket har man sett att konditionen på de provtagna individerna har blivit sämre och att andelen gravida honor med döda yngel har ökat. Det här visar tydligt att tånglakarna i Fjällbacka är negativt påverkade av något. Men det är oklart exakt vad det kan bero på, om det är varmare temperaturer, lägre syrenivåer, miljögifter eller en kombination av olika faktorer. Den här nedgången i fångst av tånglake har inte setts i andra miljöövervakningsområden längs västkusten. I Barsebäck ses till och med en ökning sedan provfisket startade i slutet av 1980-talet.

I Fjällbacka har även fångsten av ål minskat, medan den varit stabil i övriga provfiskeområden i Västerhavet.

LÄS MER

Faktablad om kustfiskens bestånd, www.slu.se/faktablad-kustfisk

Ny metod för att uppskatta **Östersjöns torskbestånd**

ANDREAS SUNDELÖF & JOAKIM HJELM, SLU

Beståndsuppskattningar är grunden för vetenskapliga råd om hållbart fiske. Men för två år sedan underkände internationella havsforskningsrådet ICES metoderna som användes för beståndsuppskattning av torsk i Östersjön. Storleken på det östra torskbeståndet kunde inte uppskattas korrekt med traditionella metoder för bestämning av storlek, ålder och tillväxt. Dessutom visade analyser av hur torsk förflyttar sig att tidigare uppskattningar inte stämde. Även uppgifterna om yrkesfiskets fångster var osäkra. Under 2016 startade därför ett antal länder runt Östersjön ett forskningsprojekt med målet att märka stora mängder torskindivider. Återfångst av märkta torskar ska ge pålitlig information om tillväxt och ålder, hur torsken rör sig mellan områden och indirekt även säga hur stort fisketrycket är.

■ Fisket efter torsk i Östersjön har genomgått många olika faser under de senaste åren. Det finns två torskbestånd i Östersjön och under 1980- och 90-talet bedrevs ett stort fiske på båda. Under 1980-talet överutnyttjades torskbestånden och i början av 2000-talet fanns endast ett litet bestånd i västra delen av Östersjön. Av det stora östra beståndet fanns endast torsk runt Bornholm kvar. Som en åtgärd för att återuppbygga bestånden beslutade

Märkning av ett stort antal torskindivider kommer utföras under 2016–2018 för att studera överlevnad, tillväxt och migration i södra Östersjön. Det här arbetet görs inom projektet Tabasco som finansieras av BalticSea2020.

Foto: Anders Svensson

EU-kommissionen 2007 om en återhämtningsplan för torsk i Östersjön. 2011 analyserades situationen och forskarna kunde då se en tydlig återhämtning av beståndet i östra Östersjön. Under några år ansåg forskarna inom ICES att förvaltningen av torsk i Östersjön var ett av de mest framgångsrika exemplen på fungerande fiskförvaltning. Men från 2013 framförde havsforskningsrådet att storleken på det östra torskbeståndet inte kunde bestämmas på ett tillförlitligt sätt. Detta fick konsekvenser för såväl det vetenskapliga arbetssättet, som för förvaltningen och fisket. Det visade även att trots att vi redan har mycket information om Östersjöns ekosystem, så kan ekosystemeffekter som vi inte förstår leda till att vedertagna metoder för vetenskaplig beståndsuppskattning och fiskförvaltning behöver revideras.

Brister i etablerad metod

Det finns mycket insamlad data som beskriver Östersjön, med en lång tradition av miljöövervakning och kvantitativa beståndsuppskattningar av torsk, sill och skarpsill. Det har gynnat möjligheten att ge kvantitativa vetenskapligt underbyggda råd till förvaltningen av Östersjöns fiskresurser. För att genomföra traditionella beståndsuppskattningar behövs tillförlitlig information om hur stor fångsten är och hur gamla fiskarna som fångats är. Orsaken till att vi behöver känna till ålder på torsken är att åldersbaserade beståndsuppskattningar används för att kunna följa olika årskullars utveckling över tid. För att bestämma torskens ålder och tillväxt används torskens hörselstenar, otoliter, i vilka det avsätts lager vars färg varierar beroende av hur stor tillväxt fisken har haft. Dessa avlagringar ger tydliga årsringar, ungefär som de som träd avsätter för sommar och vinter.

För torsk i Östra Östersjön användes dessa åldersbaserade beståndsuppskattningar under lång tid tills det visade sig att modellen inte gav tillförlitliga resultat. 2014 godkände inte det internationella havsforskningsrådet ICES längre modellen som bas för vetenskapliga råd. Problemet var att den information som utgjorde grunden för beståndsuppskattningen, nämligen ålder och tillväxt, inte kunde bestämmas på ett tillförlitligt sätt. Otoliter från torsk i östra Östersjön hade länge uppfattats som svårlästa, och nu visade ICES arbetsgrupp för beståndsuppskattning av Östersjöns kommersiella fiskbestånd (WGBFAS), att exempelvis en torsk som var 30 cm lång kunde variera i ålder i ett så stort spann som mellan två och sju år. Dessutom såg forskarna att storleken vid en viss ålder hade minskat de senaste tio åren, vilket tydde på att torsken växte långsammare. Men det var oklart hur stark effekten av detta var eftersom den metod för åldersbestämning som använts hade visat sig vara opålitlig. Båda dessa problem gör det nästan omöjligt att använda åldersbaserade beståndsuppskattningar idag. Det finns dessutom ytterligare aspekter som komplicerar bilden.

Foto: Anders Svensson

Ny kunskap om förflyttning

Det har sedan 1950-talet varit känt att torsk förflyttar sig mellan östra och västra delarna av Östersjön, men omfattningen av denna migration har varit oklar. Nya analyser av arbetsgruppen WGBFAS visar dock att det är en betydande andel av den torsk som fötts i östra delen som migrerat till västra Östersjön, där den delvis fiskas upp. Eftersom arbetsgruppen tidigare utgått från att förflyttningarna var lika stora åt båda hållen och därmed kunde bortses ifrån, innebär det att beståndsuppskattningarna för båda torskbestånden i Östersjön hade baserats på felaktig information. Detta är speciellt problematiskt när bestånden är små eller om fisket är allt för stort.

Osäkerhet i fiskets landningar

En ytterligare svårighet i beståndsuppskattningen är yrkesfiskets fångster. Det finns flera olika felkällor när yrkesfiskets fångster bokförs, och de senaste två till tre åren har osäkerheten främst handlat om mängden utkast, det vill säga den mängd fisk som fångas men som slängs över bord. Den fisken är oftast mellan 30–38 centimeter lång, och fick tidigare inte landas. Att fångsten av den storleken ökar beror på att den storleken är vanligare i beståndet idag än tidigare. Det kan vara förknippat med en lägre tillväxt. För att få vetenskapligt belagda uppskattningar av fångst, både landad fisk och utkastad fisk, utför SLU Aqua och motsvarande institutioner i andra länder, provtagningar ombord. Att uppskatta fiskets fångster ombord är en skyldighet enligt EU:s datainsamlingsdirektiv. Sedan landningsskyldigheten infördes 1 januari 2015 har denna provtagning försvårats genom att SLU Aquas personal haft svårt att få komma med ut på fiskebåtarna. Därmed finns det en stor risk att fiskets fångster av liten fisk underskattas, vilket i sin tur påverkar beståndsuppskattningen.

Märkning av torsk i nytt projekt

Sammantaget bidrog dessa problem till att ICES år 2014 inte längre kunde ge en tillförlitlig kvantitativ bedömning för det östra torskbeståndet i Östersjön. ICES använder sedan 2014 istället en metod baserad på den vetenskapliga provtagning av fiskbestånden som sker av olika forskningsfartyg, för att ge råd i förhållande till fångsten tidigare år. Det innebär betydligt sämre precision men används som en försiktighetsprincip när andra beståndsuppskattningsmetoder inte ger tillförlitliga resultat.

Allt detta gör att forskningen, men även fisket och förvaltningen, står inför stora utmaningar för att återigen kunna ge kvantitativa råd av hur mycket torsk som i framtiden kan fiskas i Östersjön. Men det finns hopp, under 2016 ska ett antal länder runt Östersjön starta ett gemensamt flerårigt forskningsprojekt där stora mängder torskindivider i olika områden ska märkas. Återfångster av de märkta individerna kommer kunna ge pålitlig information om tillväxt och ålder, hur torsken rör sig mellan olika områden och indirekt även säga hur stort fisketrycket är. En modell blir aldrig bättre än underlaget man använder, och dessa märkningsförsök kommer ge forskarna de bästa tänkbara uppgifterna om tillväxt hos torsk i Östersjön. Alla dessa pusselbitar behövs för att kunna göra en trovärdig beståndsuppskattning, vilket i sin tur kommer att utgöra en grundpelare för en långsiktig hållbar förvaltning av torskfisket i Östersjön.

LÄSTIPS:

Eero M, et al. 2015. *Eastern Baltic cod in distress: biological changes and challenges for stock assessment.* ICES Journal of Marine Science, 72: 2180–2186.

ICES, 2015. *8.3.3. Cod (Gadus morhua) eastern Baltic stock in Subdivisions 25–32 (Eastern Baltic Sea) and Subdivision 24* In:ICES Advice Book 8

Cardinale M and Svedäng H. 2011. *The beauty of simplicity in science: the Baltic cod stock improves rapidly in a "cod hostile" ecosystem state.* Marine Ecology Progress Series, Vol. 425: 297–301, doi: 10.3354/meps09098.

Utsjöfisk

Andreas Sundelöf, SLU

UTSJÖFISK, det vill säga fisk i öppna havet, undersöks årligen genom expeditioner, surveyer. För att studera pelagiska arter, fisk som främst uppehåller sig i fria vattenmassan, används ekolod som läser av fiskmängden i vattenmassan. Stickprov tas med trål för att kvantifiera de olika ingående arterna. För provtagning av demersala fiskarter, de som lever nära havsbottnen, används en standardiserad bottentrål. Fiskarnas biomassa, åldersfördelning och könsmognad undersöks vid ett flertal olika stationer. 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. 125.

UNDER DE SENASTE TIO ÅREN har situationen förbättrats för flera kommersiella fiskbestånd i Nordostatlanten. Till exempel har torsk i Nordsjön ökat kraftigt och lekbestånden närmar sig nu samma storlek som på 1980-talet. Bifångster av sårbara arter påverkar dock fortfarande lokala bestånd negativt med en omfattning som är svår att uppskatta. Till exempel anses bifångster av havskatt och hälleflundra fortfarande leda till överexploatering av dessa bestånd. Situationen är också fortsatt allvarlig för lokala bestånd av kolja, bleka och torsk i Västerhavet. I Östersjön har betydelsen av den geografiska fördelningen av bestånden lett till nya rekommendationer till förvaltningen. Torskbeståndet delas där upp i ett östligt och ett västligt bestånd. Det är fortfarande gott om torsk som är mindre än 35 centimeter, den minsta tillåtna storleken för fisket, men begränsat med större torsk.

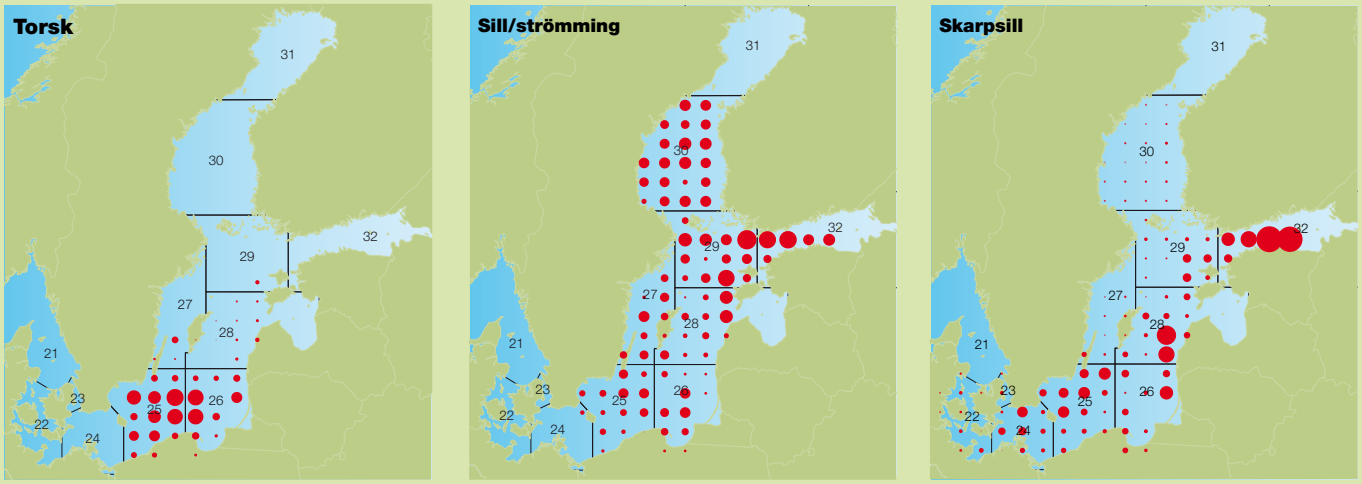
Beståndet av rödspotta ökar försiktigt i Kattegatt, Bätlhavet och Öresund, men fångsterna är fortfarande betydligt mindre än i början av 2000-talet.

Foto: Vladimir Wrangel/Shutterstock

Västerhavet

För torsk i Kattegatt har EU:s ministerråd beslutat en kvot, så kallad TAC, Total Allowable Catch, för torsk på 370 ton under 2016. Det motsvarar en höjning med 270 procent jämfört med 2015. Utkasten har varit stora och därför är syftet att inkludera tidigare utkast i kvoten. Torsk i Kattegatt är samtidigt ett av de europeiska bestånden med sämst status. Kvotökning med 270 procent går rakt emot den vetenskapliga rådgivningen, då ett så stort uttag sannolikt leder till ett ytterligare försvagat bestånd. Beståndet visar för första gången på över tio år tendenser till återhämtning och den beslutade stora kvotökningen riskerar därmed att leda till att det kommer dröja länge innan beståndet når det uttryckliga kravet i EU:s gemensamma fiskeripolitik om maximal hållbar avkastning utifrån beståndets bärkraft. Rådgivningen från ICES pekar på att fisket på äkta tunga och piggvar bör minska. Rödspotta i Kattegatt, Bälthavet och Öresund förvaltas som eget delbestånd. Data visar på en försiktig ökning av rödspotta, men landningarna är mycket mindre än de var i början på 2000-talet. Torskbeståndet i Nordsjön är däremot kraftigt ökande och relativt välmående. Fisk därifrån har Skagerrak och Kattegatt som uppväxtområde och det förekommer mer torsk i Skagerrak idag än under tidigare år.

TORSK, SILL OCH SKARPSILL I ÖSTERSJÖN



Beståndsindex för torsk i östra Östersjön, sill i Egentliga Östersjön och Bottenhavet och skarpsill i Östersjön baserat på individer äldre än 1 år i ICES statistiska rektanglar. Data för torsk i östra beståndet kommer från bottentrålsundersökning från kvartal fyra 2014 och för sill och skarpsill kommer data från akustisk undersökning från kvartal fyra 2014.

Östersjön

År 2015 delades torskkvoten för östra beståndet upp ytterligare, och kunde fiskas både i område SD 24 väster om Bornholm och SD 25-29 Egentliga Östersjön öster om Bornholm. Internationella havsforskningsrådet, ICES, har de senaste två åren visat att den geografiska fördelningen av skarpsill och torsk varit mycket ojämn i Östersjön. Torsken i Östersjön har även visat sig vara svår att åldersbestämma med hjälp av otolitanalyser, som är årsringar i fiskens hörselstenar. Det verkar som den växer långsammare, vilket innebär att beståndsuppskattningen blivit svårare. ICES använder idag ett fångstindex och yrkesfiskets tidigare registrerade fångstmängder som metod för att ge förvaltningsråd för hur mycket fiske som det östra torskbeståndet tål. Parallellt med att skapa fungerande metoder för beståndsuppskattning arbetar forskarna inom ICES 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 av en annan. Numera publicerar ICES sina råd på ett populärvetenskapligt och överskådligt sätt på sin hemsida.

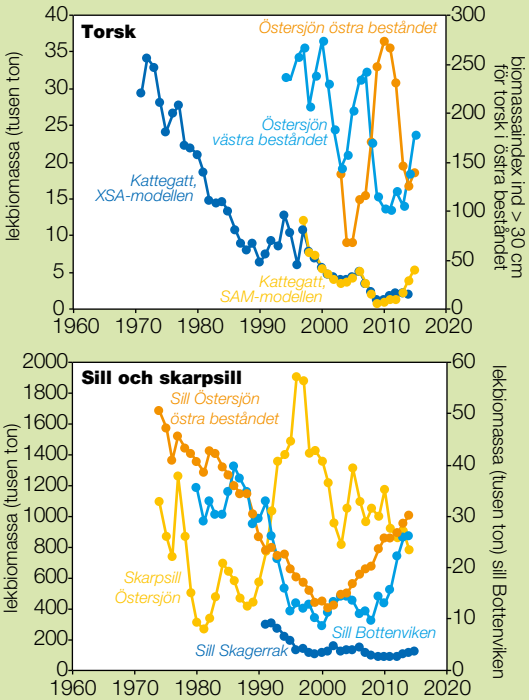
I Östersjön delas alltså torskbeståndet upp i ett östligt och ett västligt bestånd. Det är fortfarande gott om torsk som är mindre än 35 cm, men begränsat med torsk större än 40 cm. Beslutad kvot för torsk i östra Östersjön är 41 143 ton. Fångst av torsk från västra beståndet ska inte överstiga 12 720 ton. Den siffran gäller enbart torsk från västra beståndet, men i fiskfångsterna kommer i praktiken ingå även torsk från det östra beståndet. Från och med 2016 kommer förvaltningen vara beståndsbaserad och inte områdesbaserad, det vill säga fisken kommer räknas bort från beståndet, inte vilket område den är fiskad i.

Beslutad kvot för sill i västra beståndet i Östersjön är 26 274 ton. Beslutad kvot för sill i Egentliga Östersjön är 177 505 ton, en minskning med 5 procent jämfört med år 2015.

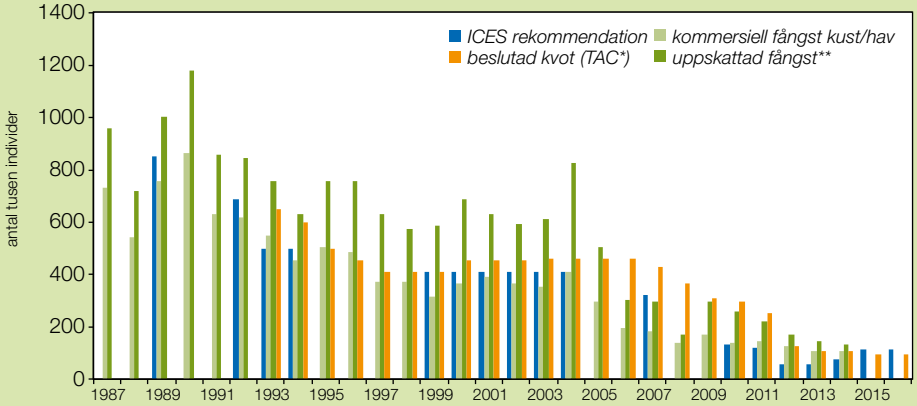
Bottenhavet och Bottenviken har beslutad kvot på 120 872 ton vilket innebär en minskning med cirka 20 procent jämfört med 2013–2014. Tillåten kvot för skarpsill är beslutad att inte vara mer än 202 320 ton per år. Det innebär en minskning med cirka 15 procent från 2013-2014.

Rådet för laxfiskekvot minskades kraftigt 2012 och fisket riktades då mot de norrländska älvarna och kustfisket i älvarnas närområde, allt för att minska fisket i havet som sker på blandade bestånd. I praktiken skiljer sig det totala fisket efter lax från dessa rekommendationer och från EU:s beslutade kvot, eftersom laxfisket i älvarna samt fritidsfisket till havs inte omfattas av den internationella kvotregleringen. För lax anges kvoten i antal fiskar och inte i vikt. Den beslutade kvoten för lax 2016 är att inte fiska fler än 95 928 fiskar, vilket är samma nivå som 2015.

BESTÅNDSUTVECKLING



LAXFISKE I ÖSTERSJÖN – ICES FÅNGSTRÅD



* 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. Tillåten kvot omfattar bara kommersiellt fiske till havs.

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 (föryngring) 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.

ICES använder idag biomassaindex över mängden torskindivider större än 30 cm för att bedöma beståndsstatus och ge ett vetenskapligt råd för hållbart fiske av torskbeståndet i östra Östersjön. Historisk information är inte tillförlitlig då åldersläsningen av torskar från östra Östersjön visat sig mycket osäker (se fördjupningsartikeln). Torsk i Kattegatt har tidigare utvärderats med en retrospektiv analysmetod kallad XSA. Idag används en pålitligare och mer datakrävande metod, SAM, som till skillnad från XSA är framåtblickande. Tillräckliga data för att driva SAM-modellen finns endast för en kortare tidsperiod.

MILJÖGIFTER OCH DERAS EFFEKTER

Bottendjuren påverkar fiskens hälsa

Åtgärdsprogram för mindre TBT i havsmiljön

Embryoskador hos vitmärla – verktyg för havsmiljödirektivet

Nya sårskador hos säl – koppling till kemiska stridsmedel?

Foto: Francesco de Marco/ Shutterstock

Bottendjuren **påverkar fiskens hälsa**

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

Under 2000-talet har kustfiskens hälsostatus förändrats kraftigt. Det gäller framför allt en mycket tydlig uppgång i aktiviteten av ett avgiftningssystem i levern hos abborre, följt av en lika kraftig nedgång. Förändringen var så stor att den är svår att förklara med något annat än ett förändrat upptag av miljögifter. Djupare analyser visar ett starkt samband med förekomsten av bottenlevande djur. Det är möjligt att dessa bidrar till att återföra miljögifter från bottensediment till ekosystemet.

■ Sedan slutet av 1980-talet har flera variabler som återspeglar hälsan hos kustfisk ingått i den nationella havsmiljöövervakningen. Övervakningen inkluderar drygt 20 så kallade biomarkörer som beskriver exponering för miljögifter och effekter av miljögifter eller annan stress. Totalt övervakas fyra lokaler, varav de längsta tidsserierna finns vid lokalen Kvädöfjärden i södra Östergötland. Vid Kvädöfjärden övervakas två kustfiskarter, abborre och tånglake. Under 1990-talet upptäcktes försämringar av ett fåtal av variablerna, till exempel en svag ökning av aktiviteten hos avgiftningsenzymet EROD (se faktaruta) samt en kraftig förminskning av gonadernas (könskörtlarnas) storlek hos abborrhonorna. Detta visade att fisken var allt mer exponerad för dioxinliknande kemikalier som aktiverar EROD, samt att honorna producerade färre ägg. Effekterna avtog under början av 2000 talet, och en viss återhämtning kunde ses hos abborre. Men efter 2005 ökade EROD i abborre åter kraftigt och nådde betydligt högre nivåer än någon gång under 1990-talet. Samtidigt började även EROD hos tånglake öka.

Trender hos fler biomarkörer

Samtidigt som EROD ökade hos båda arterna uppträdde signifikanta tidstrender hos allt fler biomarkörer, till exempel ökande halter av glukos i blodet. EROD-aktiviteten nådde ett maximum för båda arterna 2009, för att sedan minska igen. De senaste åren har EROD-aktiviteten legat på de nivåer som var vanliga innan den kraftiga ökningen efter 2005, men för många av de övriga biomarkörerna har ingen återhämtning skett. Tvärtom syns en fortsatt

FAKTA

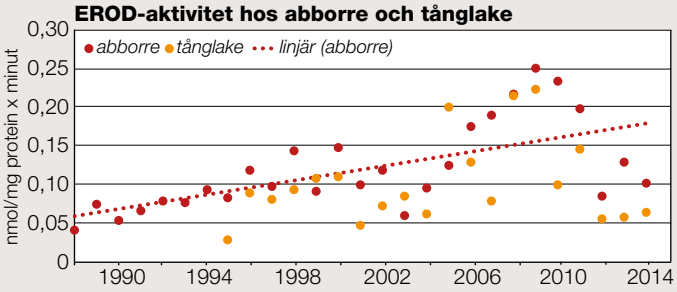
EROD-aktivitet
Då fisk, och andra organismer, utsätts för ”dioxinliknande ämnen” aktiveras produktionen av ett enzym (CYP1A1) som hjälper till att metabolisera det främmande ämnet. Till dioxinliknande ämnen hör, förutom dioxiner, en mängd organiska miljögifter inklusive vissa PCB:er och PAH:er. Genom att mäta aktiviteten av CYP1A1 kan man få en bild av den totala exponeringen, utan att behöva mäta alla ämnen som har dioxinliknande egenskaper. En vanlig metod för att mäta denna aktivitet är att se hur snabbt ett ämne som heter etoxyresorufin omvandlas till resorufin. Denna process kallas för etoxyresorufin O-deetylering och förkortas EROD.

Provtagare och utrustning åker på väg mot provtagingslokalen Skogsholmen i Kvädöfjärden.

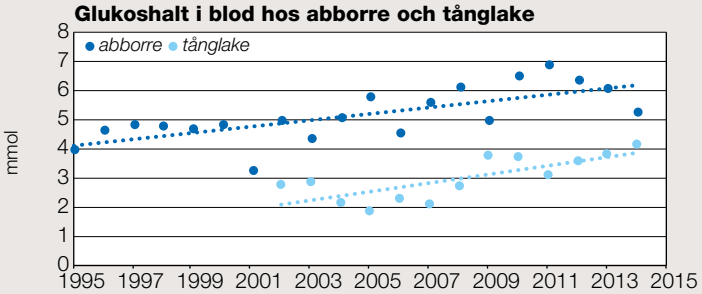
Foto: Linda Andersson

Foto: Jenny Lycken

Fisken vägs och mäts och organ som könsorgan, njure, tarm, galla och otoliter plockas ut och fryses in för att analyseras vidare.



EROD-aktiviteten ökade kraftigt på 2000-talet och nådde en topp 2009 för både abborre och tånglake. Efter det har EROD-aktiviteten återgått till lägre nivåer.



Koncentrationen av glukos i blodet har ökat stadigt hos både abborre och tånglake sen mätningarna började. Förändringen är statistiskt signifikant.

förändring i flera biomarkörer hos båda arterna. Anledningen till att fiskarnas hälsa påverkas är troligen en ökad exponering för miljögifter. Men frågan är vilka dessa gifter är, och vilka möjliga andra förklarande faktorer som finns? Den långsamma ökningen av EROD-aktiviteten hos abborre som syntes under 1990-talet och början av 2000-talet har tidigare kopplats till klimatförändringar, eller närmare bestämt ökad avrinning från land. Höga vattenflöden på grund av mycket nederbörd kan bland annat kopplas till ökad transport av polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er) ned mot kustvattnen, vilket kan påverka fisk och andra organismer. Men den kraftiga ökningen i EROD-aktivitet mellan 2003 och 2009 är inte lika enkel att förklara. Det har inte heller funnits någon förklaring till förändringar i övriga biomarkörer. För att bättre förstå vad som påverkar kustfiskens hälsa har all tillgänglig bakgrundsinformation från Kvädöfjärden nu analyserats tillsammans med biomarkörerna. Analysen har begränsats till tidsperioden 1998-2013, perioden för de mest dramatiska hälsoförändringarna hos fisken. Det finns också mest data för denna period.

Miljögifter, fysikaliska och kemiska parametrar analyserades

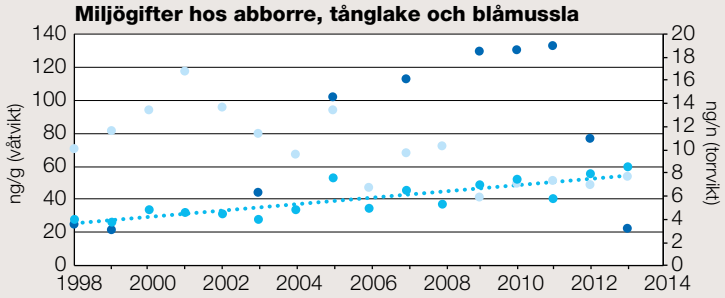
Utvärderingen inkluderade halter av miljögifter i fisk, nämligen kvicksilver, koppar, kadmium, PCB-varianten CB-153, samt DDE (den huvudsakliga nedbrytningsprodukten av DDT). Dessa miljögifter valdes ut för att de har uppvisat förändringar under hela tidsperioden eller under de senaste tio åren. Utöver dessa mätningar i fisk har halter av PAH:erna benzo(a)antracen (BaA) och fluoren i blåmussla inkluderats i analysen. Dessa miljögifter representerar ett ytterst litet urval av de hundratusen kemikalier som finns i omlopp. Många kemikalier sprids dock på liknande sätt, exempelvis via avrinning från land, med havsströmmar, eller genom näringskedjan. Det är därför troligt att många andra föroreningar följer samma mönster som de som presenteras ovan. Eftersom den omgivande miljön kan påverka fisken direkt, men också förändra spridningsvägar för många miljögifter, togs även ett antal fysikalisk-kemiska faktorer med i analysen. De handlade bland annat om vattentemperatur, avrinning från land, salthalt, NAO (Nordatlantiska oscillationen, storskalig klimatindikator) och halter av näringsämnena kväve och fosfor.

Bottenfaunan undersöktes också

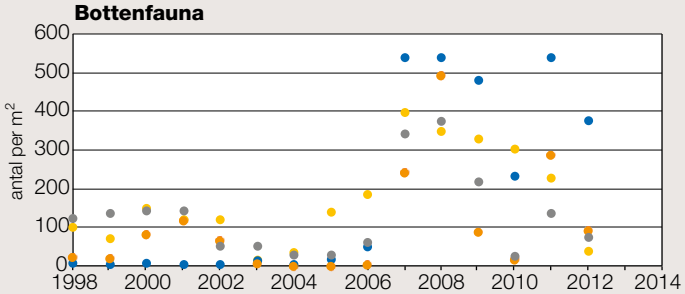
Även förändringar i ekosystemets sammansättning och funktion kan påverka fiskens hälsa och ge upphov till förändrade spridningsvägar för miljögifter. Årliga undersökningar av bottenlevande djur i Kvädöfjärden har utförts som referens till undersökningar vid Oskarshamns kärnkraftverk. Förekomst av olika arter av bottenfauna kunde därför också tas med i analysen.

Abborre och tånglake – olika mönster

För de miljögifter som mätts i området kan man notera att kvicksilver ökar i abborre, men minskar i tånglake. Koncentrationerna är relativt låga för båda arterna. De klassiska organiska miljögifterna som DDE och CB-153, minskar i tånglake, medan halterna i abborre är stabila. Varför utvecklingen ser olika ut för abborre och tånglake är inte känt, men det är troligt att det hänger ihop med fiskarnas val av föda, eftersom både kvicksilver och de organiska föroreningarna främst sprids genom födan. Tånglaken lever på botten och hittar sin föda där. Abborre, i den storlek som undersökts, äter främst annan fisk men också en del bottenlevande djur. En förändring i näringsvä-



Koncentrationen av kvicksilver i abborre har ökat sakta men säkert sen slutet av 1990-talet, medan koncentrationen i tånglake har både ökat och minskat kraftigt i olika perioder. Koncentrationen av benzo(a) antracen (BaA) i blåmussla ökade under 2000-talet fram till 2011, varefter halterna minskade kraftigt.



Många arter av bottenfauna ökade kraftigt efter 2005. Mot slutet av perioden har några arter åter minskat något i antal.

Abborrens hälsa har undersökts i Kvädöfjärden sedan 1988.

Foto: Scubaluna/Shutterstock

Foto: Jenny Lycken

← Centrifugering av blodet och preparation för blodcellsräkning.

ven skulle därmed kunna förklara de olika trenderna i upptag av miljögifter. I övrigt ökar koncentrationen av BaA i blåmussla fram till 2011, för att därefter minska kraftigt. Detta är intressant eftersom det följer samma mönster som för EROD-aktiviteten, och BaA är en känd EROD-inducerare.

Vad beror förändringarna på?

Vad är det då som orsakat dessa förändringar i föroreningshalter? Utsläppen av kvicksilver ökar inte, så ökningen hos abborre borde i första hand bero på hur det kvicksilver som redan finns i miljön rör sig. Runt år 2005 skedde en del dramatiska förändringar i förekomst av olika bottenlevande organismer genom att många arter ökade kraftigt i antal. Som exempel kan nämnas att havsborstmasken *Marenzelleria* ökade från noll individer per kvadratmeter år 2004 till fler än 500 individer per kvadratmeter år 2007. Även ett antal andra arter ökade kraftigt i populationstäthet ungefär samtidigt. Det är noterbart att många av de arter som ökade från 2005 och framåt nådde ett maxantal efter några år för att sedan minska igen. Detta stämmer väl med utvecklingen över tid för BaA i blåmussla och EROD i både abborre och tånglake, som alla ökade kraftigt och nådde maxvärden under samma period, för att därefter åter minska.

Samvariation förklarar

Genom att studera korrelationer mellan biomarkörer och olika fysikalisk-kemiska faktorer eller ekologiska faktorer så kan man avgöra vilka som samvarierar och om denna samvariation är tillräckligt stor för att kunna förklara förändringen över tid. För abborre sticker kvicksilver ut genom att samvariera med ett stort antal av tidstrenderna i abborre under 2000-talet, dock inte med EROD-aktiviteten. De förändringar i fiskhälsa som vi har sett stämmer dock inte överens med vad som förväntas då kvicksilver ökar. En möjlig förklaring till dessa samband är att just den förändring i miljön som lett till ett ökat upptag av kvicksilver också har lett till ett ökat upptag av andra miljögifter, som vi inte mäter. De effekter vi ser i form av förändringar i biomarkörer skulle då kunna vara ett resultat av en ökad exponering för en blandning av miljögifter. En exponering för vissa organiska ämnen kan öka EROD-aktiviteten, exempelvis vissa PAH:er som BaA. Det finns också mycket riktigt en signifikant korrelation mellan EROD och BaA i blåmussla. Dessutom fanns starka korrelationer mellan EROD och den bottenlevande havsborstmasken *Marenzelleria* och vitmärlan. En tänkbar förklaring är att mer bottenlevande djur rör om i sedimenten som då blandas med vattenmassan och vissa miljögifter kan då lättare spridas, exempelvis till blåmusslor och abborre. En annan tänkbart bidragande förklaring är att bottenfaunan i sig innehåller högre halter av BaA eller andra EROD-inducerar, samt andra miljögifter, och att dessa når abborren genom näringskedjan.

Inte lika tydligt hos tånglaken

För tånglake är det svårare att hitta lika tydliga samband. Många biomarkörer hos tånglake korrelerar till förekomst av bottenfauna, men de signifikanta korrelationerna är inte lika många och lika starka som för abborre. Istället tycks det vara en blandning av fysikalisk-kemiska och ekologiska faktorer som bidrar till effekterna hos tånglake. Av de begränsade mätningar av miljögifter som ingick i analysen är det klart att de inte bidrar lika mycket till att förklara effekter i tånglaken som hos abborren. Det utesluter dock inte att andra miljögifter kan vara inblandade. Sammantaget visar utvärderingen att förändringar i bottenfaunan under 2000-talet sannolikt har påverkat hur kustfisk exponeras för miljögifter. Det finns dock en del osäkerheter som gör det svårt att dra definitiva slutsatser. För att bekräfta att miljögifter sprids via bottenfaunan skulle mätningar av miljögifter i bottenlevande organismer

Kustfisk – hälsa

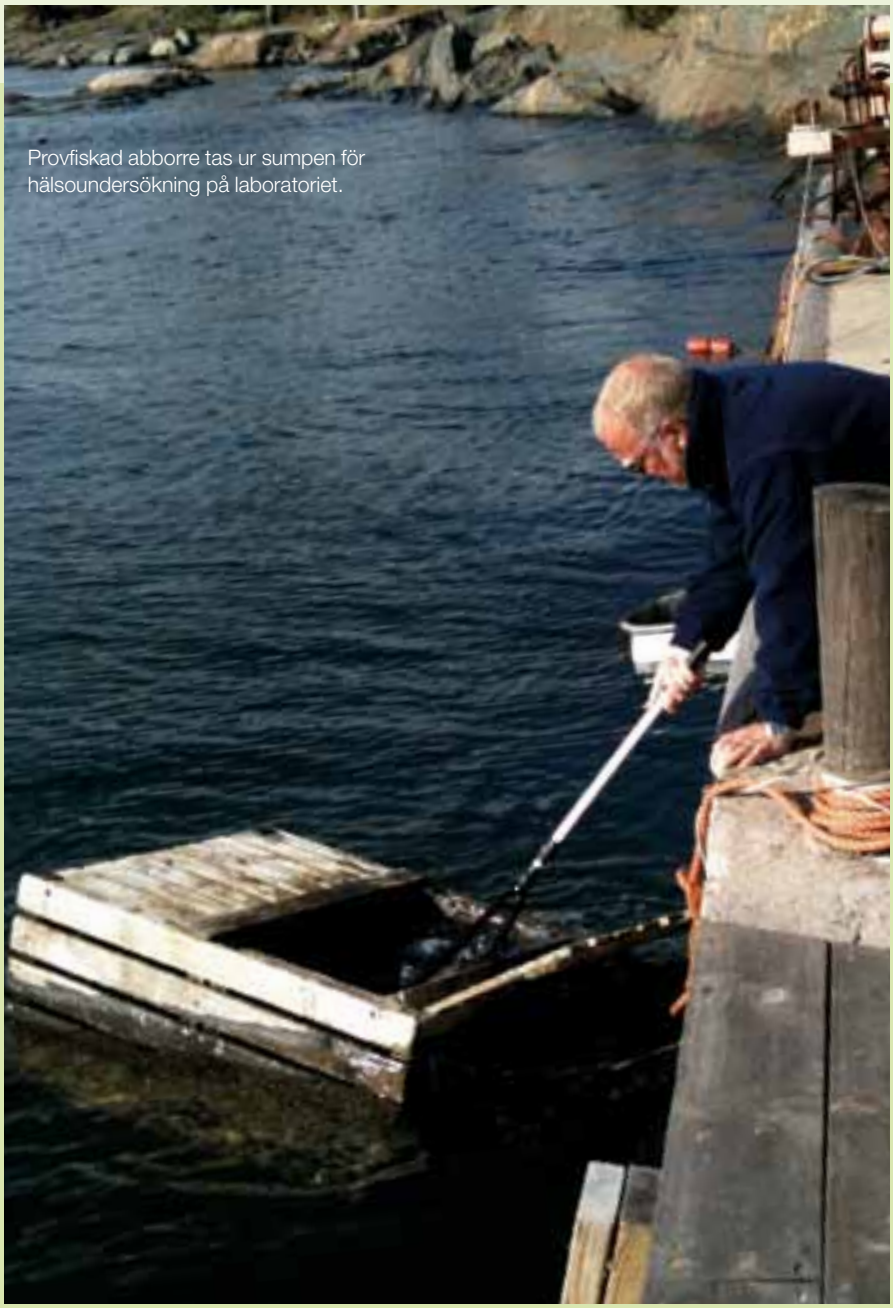
Åke Larsson, Lars Förlin, Niklas Hanson & Jari Parkkonen, Göteborgs universitet

KUSTFISK – HÄLSA. Biomarkörer, som speglar fysiologiska funktioner, har använts sedan 1988 inom kustfiskövervakningen för att spåra förekomst och hälsoeffekter av giftiga ämnen i miljön. Kustfiskens hälsa undersöks årligen med hjälp av 25-30 biomarkörer. Undersökningarna, som görs på abborre och tånglake i utvalda referensområden, ger en tidig signal om miljöpåverkan innan effekter syns på populationsnivå.

➔ Läs mer om programmet på sid. 124.

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 exponeras för kemiska ämnen som påverkar deras hälsa. Vanliga symptom i alla referensområden är påverkan på könskörtlar, leverenzymer, immunförsvar, saltreglering och kolhydratomsättning.

Uppföljande forskning tyder på att det är miljögifter som orsakar effekterna. Samtidigt kan även förändringar i ekosystemet, såsom förändrad sammansättning av bottenlevande djur och födoväven, påverka exponeringen för olika miljögifter och därmed kustfiskens hälsa.



Provfiskad abborre tas ur sumpen för hälsoundersökning på laboratoriet.

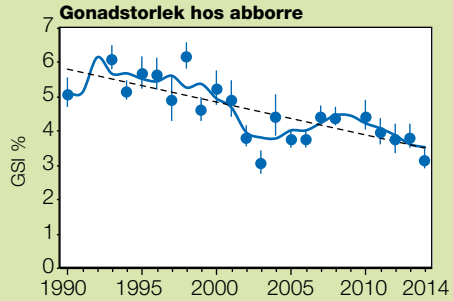
Foto: Jenny Lycken

Västerhavet

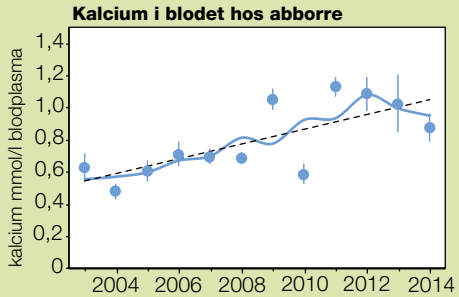
Sedan 1989 övervakas hälsotillståndet hos tånglake årligen i Fjällbacka. Antalet biomarkörer som uppvisar långsiktiga förändringar har ökat. År 2014 noteras signifikanta tidstrender för ett tiotal hälsovariabler. Påverkan på leverns avgiftningssystem (EROD) och förhöjd oxidativ stress (glutationreduktas/GR i levern), tyder på att fiskarna är exponerade för kemiska ämnen. Därtill bidrar en påverkan på immunförsvaret (vita blodceller), saltregleringen (natrium, klorid och kalcium i blodet) och ämnesomsättning (blodglukos) till en bred symptombild som liknar effektbilden hos fiskar i komplext förorenade områden. Det talar för att det är samverkanseffekter av olika kemiska ämnen och andra miljöfaktorer, som orsakar hälsoeffekterna. Den försämrade hälsan tillsammans med sämre yngelstatus och tecken på minskande bestånd visar att situationen för tånglaken i Fjällbacka är ansträngd.

Södra Egentliga Östersjön

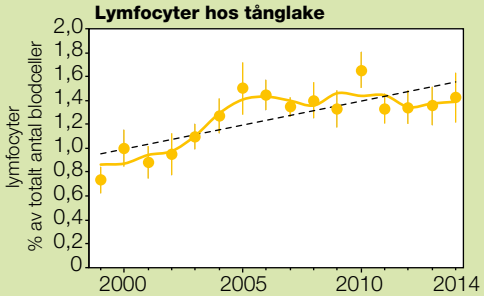
Vid Torhamn i Blekinge skärgård övervakas hälsan hos abborre sedan 2002. Trots att tidsserien inte är så lång syns redan signifikanta tidstrender för sex biomarkörer och successiva förändringar för ytterligare fyra hos abborrhonor här. Även i detta kustområde verkar fiskens hälsa påverkas av miljögifter. Ökad oxidativ stress, minskad bildning av nya röda blodceller, ökat hematokritvärde (volymprocent



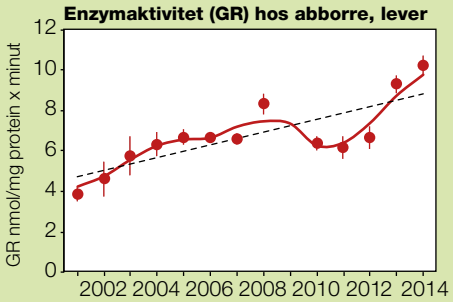
Relativ gonadstorlek hos könsmogna abborrhonor vid Holmön.



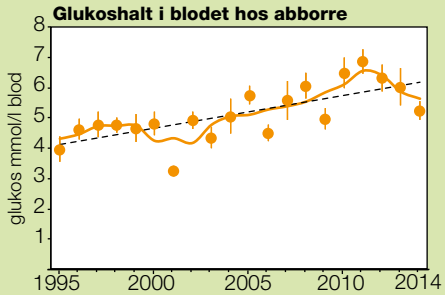
Koncentrationen av kalcium i blodplasma hos abborrhonor i Kvädöfjärden.



Lymfocyter, en typ av vita blodceller i blodet hos tånglakehonor undersökta på hösten i Fjällbacka.



Aktiviteten av glutationreduktas i levern hos abborrhonor vid Holmön.



Halten av glukos i blodet hos abborrhonor i Kvädöfjärden.

Not: Vertikala linjer anger 95 procent konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

röda blodceller), ökad aktivitet av enzymet katalas i levern och påverkad ämnesomsättning är några av förändringarna. Dessa förändringar stämmer väl överens med den påverkan som finns på abborrar respektive tånglakar i övriga kustområden.

Norra Egentliga Östersjön

I Kvädöfjärden har hälsan hos abborre och tånglake övervakats sedan 1988 respektive 1995. Den tidigare successiva och starka ökningen av EROD-aktiviteten i levern hos abborre bröts år 2010 och minskade då kraftigt till en lägre, men ändå förhöjd nivå. Även gonadstorleken (GSI), som minskade hos abborrhonor med 20-30 procent under åren 1990-2003, har återhämtat sig men dock inte till samma storlek som när övervakningen startade.

Idag visar ett tiotal biomarkörer långsiktiga förändringar och en tydlig påverkan på fiskarnas hälsa. Utöver en numera svag påverkan på avgiftningssystemet i levern (EROD) och något förminskade gonader (bara hos abborre) syns följande effekter: ökad oxidativ stress, påverkat immunförsvar, störd saltreglering och ämnesomsättning, samt minskad nybildning av röda blodceller. Det är alltså mycket som talar för att kustfisken i Kvädöfjärden, liksom i övriga nationella referensområden, är exponerad för miljögifter.

Läs mer om Kvädöfjärden i syntesartikeln på sid 86.

Bottenviken

Abborrens hälsa har övervakats vid Holmön sedan 1993, och det är främst under de senaste tio åren som fiskens hälsa tydligt påverkats. År 2014 visar fem av biomarkörerna för hälsa signifikanta tidstrender och ytterligare fem visar allt tydligare tendenser till förändringar. Detta signalerar en ökad påverkan på fiskens hälsotillstånd. Gonadernas storlek (GSI) har krympt med 25 procent sedan 1993, vilket kan tyda på ökad exponering för miljögifter. Detta stöds av EROD-aktiviteten som har ökat successivt fram till år 2010 för att sedan sjunka de senaste åren. Utöver ett svagt inducerat avgiftningssystem och förminskade gonader ses idag till exempel en ökad GR-aktivitet i levern, påverkad kalcium-reglering och påverkan på röda blodceller, vilket påminner om effekter som syns hos kustfisk i övriga referensområden.

De senaste tio åren syns en tydlig påverkan hos abborren i Bottenviken. Gonaderna har krympt med 25 procent sedan 1993.

Foto: Scubaluna/Shutterstock

Åtgärdsprogram för **mindre TBT i havsmiljön**

MARINA MAGNUSSON, MARINE MONITORING AB / ANN-SOFIE WERNERSSON, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN

God status i havsmiljön kommer sannolikt inte att kunna uppnås till år 2020 med avseende på det farliga ämnet tributyltenn, TBT. För att ämnet inte ska fortsätta att spridas till den marina miljön behövs fler och kraftfullare insatser. Ansvariga myndigheter har därför tagit fram åtgärder mot TBT som ska förbättra situationen.

■ Sedan 2008 pågår ett gemensamt arbete i alla Europas kuststater med att genomföra havsmiljödirektivet för att Europas hav ska uppnå och upprätthålla god miljöstatus. I Sverige har Havs- och vattenmyndigheten beslutat om ett åtgärdsprogram för havsmiljön för att våra havsområden ska uppnå god miljöstatus. Programmet riktar sig till myndigheter och kommuner och ska ange vilka åtgärder som behövs för att miljökvalitetsnormerna för havsmiljön ska kunna följas för att på sikt uppnå god miljöstatus. TBT bedöms vara ett av de prioriterade ämnena som fortfarande utgör en stor risk i havsmiljön och ytterligare åtgärdsarbete anses därför nödvändigt.

Farliga ämnen

Vissa ämnen och ämnesgrupper har så farliga egenskaper att de i eller via havsmiljön kan skada ekosystemet. Det kan exempelvis röra sig om ämnen som är svårnedbrytbara i miljön och ansamlas i levande organismer, eller ämnen som är cancerframkallande, mutagena, som kan påverka fortplantning eller verka hormonstörande.

Miljöövervakningen visar att farliga ämnen förekommer i biota, sediment och vatten, i de svenska havsområdena, ibland i relativt höga halter. Havs- och vattenmyndigheten slutförde 2012 en inledande bedömning av miljötillståndet i den svenska havsmiljön. De flesta farliga ämnen som ingick i bedömningen och identifierades som ett problem för havsmiljön är numera starkt reglerade genom förordningar och EU-direktiv. Men trots förbud mot att använda TBT förekommer fortfarande läckage ut i miljön.

Oxelösunds hamn, plats för stora fartyg samt mindre fritidsbåtar.

Foto: Kovalchuk Oleksandr/Shutterstock

Bottentrålning bidrar negativt

Mycket höga halter av TBT i sediment kan till exempel påträffas i hamnområden. Generellt är halterna nedåtgående men det nyligen införda gränsvärdet för sediment (1,6 µg/kg torrvikt) överskrids ofta, inte bara längs kusterna utan även i utsjön. Dessutom indikerar kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter i kustsediment att tillförseln på flera platser överskrider nedbrytningshastigheten. Detta sammantaget med observerade effekter i form av imposex hos snäckor tyder på en risk för att god miljöstatus inte uppnås till 2020. Det faktum att TBT är långlivat och lagras upp i sediment medför att det kan frigöras i samband med olika typer av verksamheter och på nytt påverka miljön. I en nyligen publicerad forskningsstudie har man påvisat att bottentrålning bidrar till betydande spridning och ökad biotillgänglighet av föroreningar bundna till sediment, såsom TBT.

Sjöfarten fortsätter sprida TBT

Tidigare stod sjöfartens användning av TBT för betydande utsläpp, men det är sedan flera år förbjudet att använda TBT i båtbottenfärger. Trots detta påträffas TBT fortfarande frekvent på båtskrov. Ämnet finns troligen kvar i gamla övermålade färglager som släpper från skroven vid högtryckstvätt, borsttvätt, skrapning och slipning. I ett projekt finansierat av Havs-

Foto: Marine Monitoring AB

FAKTA

God miljöstatus

God miljöstatus angående koncentrationer av farliga ämnen kännetecknas av följande förhållanden (HVMFS 2012:18, bilaga 2):

- 8.1 Koncentrationerna av farliga ämnen i relevant matris (biologisk vävnad, sediment eller vatten) förekommer i halter som inte bedöms ge upphov till negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.
- 8.2 Farliga ämnen orsakar inte oacceptabla biologiska effekter på individ-, populations-, samhälls-, eller ekosystemnivå.

Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer för farliga ämnen (HVMFS 2012:18, bilaga 3):

- B1: Koncentrationer av farliga ämnen i havsmiljön får inte överskrida de värden som anges i direktiv 2008/105/EG om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område. Normen gäller endast utsjövatten.
- B2: Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.

Indikatorerna specificeras i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2012:18.

och vattenmyndigheten har Stockholms universitet utvecklat ett analysinstrument för att kunna identifiera förekomst och kvantifiera halten TBT i båtskrov, utan att göra någon åverkan på skrovet. Studier har visat att av 200 båtar vardera i Stockholmsområdet respektive Göteborgsområdet kunde tennhalter högre än 400 µg/cm² detekteras hos 16 procent av båtarna i Göteborg och 6 procent i Stockholm. Detta kan jämföras med att ett lager av en gammal tennfärg motsvarar cirka 800 µg/cm². Höga halter av ämnet har också återfunnits i jord på båtuppställningsplatser, i dagvatten och i ytsediment i hamnar. Liknande förhållanden förekommer också i varvsmiljö. I dagsläget bedöms således tillförseln via förorenade hamnområden och hantering av fartyg på land vara av stor betydelse för den fortsatta tillförseln av TBT till den marina miljön.

Många olika källor

Man har också hittat TBT i miljön som en följd av att ämnet kan förekomma som förorening i produkter med DBT (dibutyltenn). DBT och MBT (monobutyltenn) är nedbrytningsprodukter till TBT men används även som stabilisatorer i plasttillverkning. TBT används dessutom för rengöring av vissa miljöövervakningsinstrument. Detta gäller främst utrustning på bojar och liknande som ligger ute under en längre tid. Det pågår internationella studier för att hitta andra metoder, men i nuläget saknas effektiva alternativ.

TBT, MBT och DBT återfinns även i slam från reningsverk, där förekomst av nedbrytningsprodukterna MBT och DBT är omkring tio gånger högre än halterna av TBT. TBT har dock hittills inte kunnat detekteras i utgående vatten, medan MBT hittas vid samtliga nio studerade reningsverk och DBT hittas ibland. Organiska tennföreningar ingår sedan 2010 i den nationella miljöövervakningen av utgående vatten vid nio svenska reningsverk. Betydelsen av vissa källor, såsom avloppsreningsverk och förorenade områden, är i dagsläget svår att bedöma.

Fler åtgärder behövs

Eftersom nedbrytningstiden för farliga ämnen är lång dröjer det ofta länge innan miljön återhämtar sig efter att åtgärder, såsom utsläppsförbud, har satts in. Förutom förbud mot tennorganiska ämnen i båtbottenfärger och ett nytt gränsvärde för TBT i sediment bedöms ytterligare åtgärder som nödvändiga för att förhindra indirekt spridning av TBT till havsmiljön och därmed kunna uppnå god miljöstatus. Därför har Havs- och vattenmyndigheten tagit fram ett åtgärdsprogram som förhoppningsvis ska leda till en förbättrad situation för det marina livet. De åtgärder som är av störst relevans när det gäller TBT är:

1. *att kartlägga orsaker till förekomsten* av fortsatt tillförsel av tributyltenn (TBT) och dess nedbrytningsprodukter i havsmiljön. För att insatserna ska riktas rätt och i tillräcklig omfattning bör orsak till fortsatt tillförsel av TBT först kartläggas, varvid befintligt underlag behöver sammanställas och eventuella kunskapsluckor identifieras.
2. *att utreda behov av ytterligare reglering* för att förhindra spridning av TBT till havsmiljön samt verka för att den reglering utredningen förespråkar tas fram. Gällande lagstiftning, och dess tillämpning, behöver ses över och kraven eventuellt kompletteras för att bättre hantera ovanstående problematik.
3. *att utreda behov* av, och utifrån identifierade behov, ta fram vägledning för att förhindra spridning av TBT till havsmiljön. Vägledningsinsatser bedöms som nödvändiga för att på ett effektivt sätt driva på arbetet med att motverka spridning av TBT till havsmiljön. Det kan gälla metoder för identifiering av båtskrov målade med färg innehållande tenn, riktlinjer för hantering av båtskrov, riktlinjer för skrotning av båtskrov som innehåller tennorganiska föreningar, efterbehandling av förorenade sediment- och markområden, nationella tillsynskampanjer, informationskampanjer riktade till allmänheten och båtägare etcetera.
4. *att ta fram vägledning* riktad till myndigheter, verksamheter och allmänheten i övrigt för omhändertagande av farliga ämnen och påväxt på fartygsskrov. Påväxt på framför allt fartygsskrov och liknande har identifierats som en vektor för främmande arter, men materialet kan också innehålla rester från båtbottenfärger, och därmed farliga ämnen. Eventuell påväxt kan behöva tas omhand vid borttagande.

Rengöring av båtskrov på spolplatta vid Näsets Marina, Göteborg.

Foto: Marina Magnusson

Havsmiljön i såväl utsjö som kustnära miljöer bedöms inte uppnå god status till år 2020, vare sig med avseende på halter som på effekter av TBT. Åtgärdstakten behöver öka för att förhindra fortsatt indirekt spridning av TBT till den marina miljön. Det finns därför ett behov av ovanstående åtgärder för att påskynda en förbättring av miljön avseende påverkan från TBT, som anses vara ett av de farligaste ämnena som vi människor har släppt ut i miljön.

LÄSTIPS

God havsmiljö 2020 Marin strategi för Nordsjön och Östersjön Del 4: Åtgärdsprogram för havsmiljön.

God havsmiljö 2020 Marin strategi för Nordsjön och Östersjön Del 3: God miljöstatus och miljökvalitetsnormer.

God havsmiljö 2020 Marin strategi för Nordsjön och Östersjön Del 1: Inledande bedömning av miljötillstånd och socioekonomisk analys.

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2012:18) om vad som kännetecknar god miljöstatus samt miljökvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön.

Biologiska effekter av organiska tennföreningar

Marina Magnusson, Sandra Andersson, Johanna Bergkvist & 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). OSPAR:s och ICES:s bedömningskriterier används.

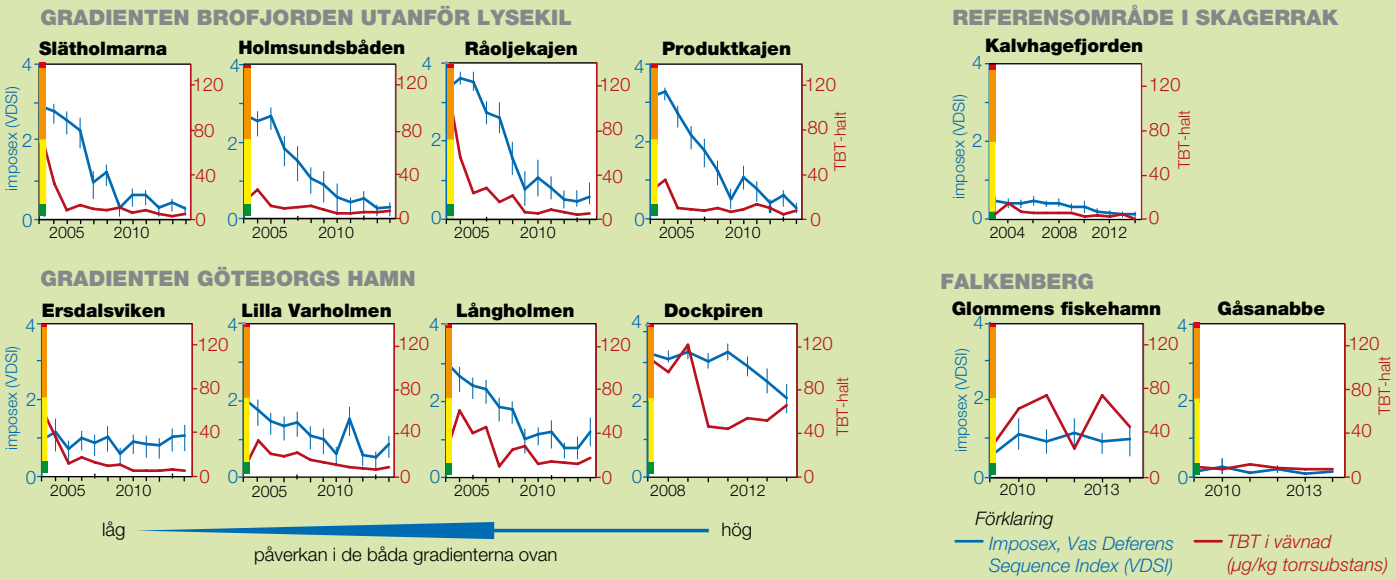
➔ Läs mer på sid. 123.

STATUSEN FÖR DE OLIKA HAVSOMRÅDENA utifrån övervakning av biologiska effekter av TBT varierar mellan otillfredsställande och god. I Skagerrak ses en tydlig nedåtgående trend i imposex hos snäckor över tiden på de flesta lokaler som återfinns i utsatta lägen. I Kattegatt ses inga minskande trender, men lokaler i utsatta områden har en sämre miljöstatus i jämförelse med lokaler i mer opåverkade områden.

I mindre påverkade områden, exempelvis vid referenslokalerna, ses endast små variationer mellan åren, vilket är förväntat. Lokalerna i södra och norra Egentliga Östersjön har undersökts sedan 2008. Det finns tydliga skillnader i procentuell påverkan mellan punktkällor och övriga lokaler men det är endast i Blankaholm som en nedåtgående trend har observerats. Imposex återfinns vid samtliga lokaler. I södra Egentliga Östersjön bedöms miljöstatusen måttlig vid samtliga lokaler medan flertalet av lokalerna i norra Egentliga Östersjön bedöms ha god status, med undantag för punktkällorna Bullandö marina och Oxelösunds hamn.

Foto: Marina Magnusson

Insamling av slamsnäcka vid Salvikens strandängar, Öresund.



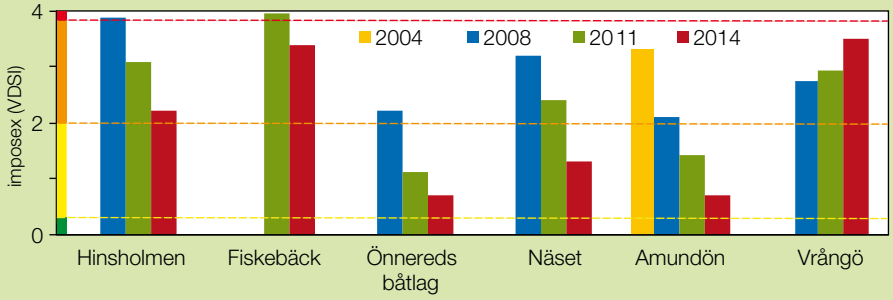
↗ En gradient syns från land och utåt där belastningen av TBT avtar ju längre ut från land proverna tas. Svenska bedömningsgrunder saknas, men Ospars bedömningsgrunder används för att bedömma miljöstatusen på västkusten. Imposex uttrycks som VDSI, Vas Deferens Sequence Index – ett mått på utvecklingen av hanliga könskaraktärer hos honexemplar av olika snäckarter. Gränsen för måttlig status går hos nätsnäcka vid 0,3 VDSI. För Skagerrak bedöms två lokaler i Brofjorden samt referenslokalen Kalvhagefjord ha god miljöstatus. Lokalen vid Eriksberg i Göteborg är fortsatt otillfredsställande medan övriga fem lokaler bedöms som måttliga. I Kattegatt bedöms miljöstatusen som god vid Gåsanabbe men som måttlig vid Glommen.

Skagerrak

Övervakning av biologiska effekter av TBT hos nätsnäckan *Nassarius nitidus* har i Skagerrak pågått sedan 2003. Vid alla fyra lokalerna i Brofjorden ses tydliga nedåtgående trender för VDSI sedan starten 2003 med tendens till utplaning av VDSI från 2009 och framåt. Vissa år kan dock en tendens till ökning ses, exempelvis 2010 då VDSI ökade för att senare åter minska. Även en minskning av halten TBT i vävnaden kan ses, där minskningen är som tydligast de två första åren och då främst vid Slätholmarna och Råoljekajen. Miljöstatusen 2014 bedöms som god vid lokalen vid Slätholmarna samt vid lokalen i närheten av Produktkajen. Statusen vid övriga lokaler är måttlig.

Lokalerna i Göteborgs skärgård visar tydligt att effekterna av TBT i form av imposex ökar med minskat avstånd till 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, varför det är sannolikt att denna lokal avspeglar bakgrundsnivåerna i området även om

SMÅBÅTSHAMNAR I GÖTEBORG



Under 2014 utfördes en uppföljning av de regionala imposex-studierna vid sex småbåtshamnar i Göteborgsområdet för att följa upp ett av Göteborgs stads lokala miljömål: Hav i balans. Resultaten visar att hälften av de undersökta hamnarna har en otillfredsställande miljöstatus och resterande en måttlig. Vid jämförelse med tidigare studier har dock VDSI minskat vid alla provtagna marinor utom vid Vrångö hamn, där en ökning ses.

Samtidigt gjordes provtagning av TBT i hamnarnas sediment. Inga tydliga slutsatser kunde dras av resultaten, men gemensamt var att halterna var mycket höga (12–840 µg/kg torrsubstans) i förhållande till den svenska föreslagna bedömningsgrunden av TBT i sediment om 1,6 µg/kg torrsubstans.

miljöstatusen är måttlig. VDSI är generellt högre vid lokalerna Lilla Varholmen och Långholmen som båda ligger närmare Göteborg, men här ses också en tydligare minskning över tiden av både VDSI och TBT i vävnaden. Anmärkningsvärt är dock att en tendens till ökning av VDSI kan noteras vid lilla Varholmen och Långholmen för 2014. Miljöstatusen för dessa båda lokaler är måttlig.

Vid Dockpiren som ligger inne i Göteborg kan en minskande trend ses för VDSI de fyra senaste åren. Halten av TBT i vävnaden är dock fortsatt mycket hög och miljöstatusen för Dockpiren är fortsatt otillfredsställande. Avseende halten TBT i vävnaden så överskrider kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter vid de tre innersta lokalerna i Göteborgsgradienten, vilket innebär att tillförseln av TBT är snabbare än nedbrytningen.

Vid referenslokalen i Skagerrak är VDSI och halten TBT i vävnad stabilt låg och har varit så sedan starten av programmet. En svag minskande trend kan dock ses över tiden och miljöstatusen har förbättrats från måttlig till god de sista fyra åren.

Vid tre stationer, bland annat referensstationen, hittades inget TBT i vävnaden som överskred den av analyslaboratoriet satta detektionsgränsen. Detta innebär inte att TBT saknas. Halter mellan 0,71 och 0,94 µg/kg har uppmätts men då dessa är under analyslaboratoriets ackrediterade detektionsgräns så anses de inte säkerställda och rapporteras därmed normalt inte.

Sammanfattningsvis för nationella lokaler i Skagerrak ses minskande trender vid flertalet stationer, främst vid de lokaler som ligger i mer förorenade områden. Sammantaget bedöms miljöstatusen som god vid tre lokaler, måttlig vid sex lokaler och otillfredsställande vid en lokal. Avseende regionala undersökningar i småbåtshamnar så ses minskningar av VDSI över tiden, men miljöstatusen varierar mellan måttlig och otillfredsställande.

Kattegatt

Inom Kattegatt används två indikatorarter för TBT. I Glommens fiskehamn samt utanför Gåsanabbe studeras nätsnäckan *Nassarius nitidus* och vid Råå hamn och Salvikens strandängar studeras slamsnäckan *Peringia ulvae*. Snäckorna vid Gåsanabbe uppvisar fortsatt låga nivåer av imposex. Ingen tydlig minskning kan ses här utan VDSI har varit stabilt lågt och uppvisat en god miljöstatus över den sexårsperiod som lokalen har provtagits.

Nätsnäckor från Glommens fiskehamn uppvisar däremot högre nivåer av imposex vilket också avspeglas av att TBT-halten i vävnaden är starkt förhöjd och området vid Glommens fiskehamn bedöms ha en måttlig miljöstatus.

Ett annat område i Kattegatt som är starkt påverkat av TBT är Råå hamn där omkring 73 procent honor av slamsnäckan uppvisar något stadium av imposex. Denna snäckart är inte lika känslig som nätsnäckan för TBT och uppvisar sällan de högsta stadierna av imposex, varför VDSI för dessa snäckor oftast inte är särskilt högt vid jämförelse med nätsnäckor från områden med samma föroreningsgrad. Snäckorna från Råå hamn, vilken har plats för 1200 båtar, bedöms ha en måttlig miljöstatus. Detta är att jämföra med snäckorna vid Salvikens strandängar, där 16 procent av honorna uppvisar imposex och VDSI är 0,2 vilket innebär en god miljöstatus. Ingen tydlig trend kan ses vid någon av dessa lokaler.

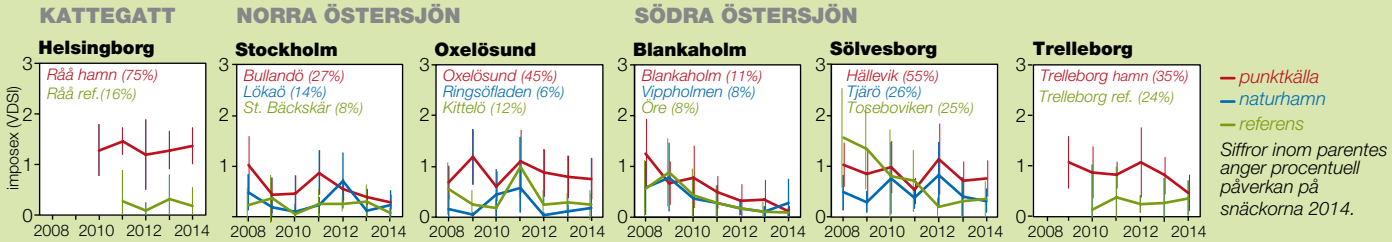
Sammanfattningsvis för Kattegatt ses inga trender och miljöstatusen vid lokaler i förorenade områden klassas som måttlig, och i mer opåverkade områden för god.

Södra Egentliga Östersjön

I södra delen av Egentliga Östersjön studeras slamsnäckan *P. ulvae* årligen med avseende på imposex vid två hamnar: Trelleborg och Hällevik; två referenslokaler: Trelleborg ref och Toseboviken; samt vid en naturhamn på Tjärö. Imposex kan ses vid alla lokalerna och miljöstatusen för samtliga lokaler är måttlig. Vid hamnen i Hällevik är påverkan som störst och såväl

På jakt efter slamsnäcka i insamlat material från Öre.

Foto: Marina Magnusson



ICES bedömningsgrunder för slamsnäcka anger att gränsen för måttlig status hos nätsnäcka (0,3 VDSI) även kan användas för slamsnäcka. Det innebär att hälften av lokalerna klassas som måttlig status eller sämre. Vertikala staplar anger ett 95-procentigt konfidensintervall. Slamsnäcka är en mindre känslig biomarkör än nätsnäcka och kan visa ett lågt VDSI trots att sedimenten innehåller höga halter TBT. Därför anges även påverkan i procent.

VDSI som den procentuella påverkan överskrider övriga lokaler. Mer än hälften av snäckorna, 55 procent, i Hällevik har någon form av imposex; i Trelleborgs hamn är motsvarande siffra 35 procent. VDSI i Trelleborgs hamn är dock i nivå med vad som har observerats vid referenslokalerna samt i naturhamnen. Den procentuella påverkan vid dessa tre lokaler är dock något lägre och varierar mellan 24 och 26 procent. Att var fjärde snäcka är påverkad i referensområdena får dock ses som högt. Provtagning har skett årligen i 6–7 år men inga tydliga trender ses ännu.

Sammanfattningsvis för södra Egentliga Östersjön klassas miljöstatusen vid alla lokaler som måttlig oavsett påverkansgrad i området och inga tydliga trender kan ses.

Norra Egentliga Östersjön

I norra delen av Egentliga Östersjön studeras slamsnäckan *P. ulvae* årligen med avseende på imposex vid tre hamnar: Blankaholm, Oxelösund och Bullandö; tre referenslokaler: Öre, Kittelön och Stora Bäckskär; samt vid tre naturhamnar: Vippholmen, Ringsöfladen och Lökaö. En minskande trend över tiden (2008–2014) kan ses för VDSI hos snäckor från Blankaholm, vilket också avspeglas i miljöstatusen som har förbättrats från måttlig tidigare år till att 2014 klassas som god. Även andelen honor i procent som är påverkade har minskat från som mest 38 procent till nuvarande 11 procent. Miljöstatusen för övriga punktkällor är fortsatt måttlig. I Oxelösund var omkring hälften av alla analyserade honor påverkade och i Bullandö uppvisade 27 procent av honorna någon form av imposex.

Vid Bullandö marina expertbedömdes miljöstatusen som måttlig. Miljöstatusen för hamnen har utifrån gällande bedömningsgrunder förbättrats från tidigare måttlig status. Denna förbättring bör dock ses på med viss tillförsikt. Bedömningsgrunderna för imposex hos slamsnäckor är relativt nya och tar inte hänsyn till den procentuella andelen honor som är påverkade. Det är vidare relativt ovanligt med långt framskridna stadier av imposex hos slamsnäckor. Detta medför att VDSI-värdena kan ligga under 0,3 som är gränsen mellan god och måttlig status, trots att relativt många individer uppvisar imposex. För Bullandö marina var VDSI 0,295. Dock uppvisade 27 procent av alla honor påverkan av TBT, varför lokalens miljöstatus har expertbedömts till måttlig status istället för god.

Gällande undersökta naturhamnar och referenslokaler i norra Egentliga Östersjön syns effekter av TBT i form av imposex vid alla sex lokalerna, men inga tydliga trender ses. VDSI för referenslokalerna är relativt låga och miljöstatusen bedöms som god. I naturhamnarna vid Vippholmen och Lökaö är påverkan av TBT något högre, och VDSI för dessa båda lokaler ligger på gränsen till måttlig miljöstatus, medan Ringsöfladen uppvisar en god miljöstatus. Andelen honor som uppvisar imposex i naturhamnar och referenslokaler varierar mellan 6 och 14 procent och påverkan är således betydligt lägre vid dessa lokaler än vid punktkällorna.

Sammanfattningsvis för norra Egentliga Östersjön klassas miljöstatusen vid alla punktkällor som måttlig och en nedåtgående trend kan ses vid Blankaholm. För övriga lokaler är miljöstatusen god med undantag för två av naturhamnarna där miljöstatusen gränsar till måttlig.

Ett myller av slamsnäckor från Bullandö marina där var fjärde hona uppvisar imposex.

Foto: Marina Magnusson

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. Material sparas också fryst 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. 122.

ÖVERVAKNINGEN AV MILJÖGIFTER I BIOTA VISAR att flertalet av de organiska miljögifterna (PCB, DDE, HCB och HCH) minskar i alla havsbassänger. De flesta av dessa ämnen ligger även under gränsvärdena i fisk, med vissa undantag (exempelvis CB-118 och DDE i torsk).

Även bromerade ämnen som BDE-47, -99, -153 minskar sedan mitten av 1980-talet. Dioxinerna minskar i norra Egentliga Östersjön, Bottenhavet och i Kattegatt och halterna i strömming ligger under gränsvärdet satt för humankonsumtion i samtliga havsområden. Däremot ökar flertalet av de perfluorerade ämnena i strömming och sillgrissla, även om PFOS minskar i sillgrissla sedan 2005 och PFOS i strömming ligger under EU:s gränsvärde. Bly minskar på de flesta lokaler, för kvicksilver och kadmium ses inga tydliga generella trender. Däremot ligger kvicksilverhalterna över EU:s gränsvärde i abborre och tånglake från Bottenhavet och norra Egentliga Östersjön, i torsk från norra Egentliga Östersjön och Västerhavet och i strömming/sill i Bottenviken, Bottenhavet samt i Västerhavet.

Halterna av kvicksilver och HBCDD ökar i torsklever från norra Egentliga Östersjön.

Foto: Robert Kautsky/Azote

Skagerrak

Halterna av PCB, DDE, bromerade flamskyddsmedel och vissa perfluorerade ämnen i sill är lägre här jämfört med i Östersjön. Däremot är halterna av det perfluorerade ämnet FOSA, som kan brytas ner till PFOS, mycket högre här jämfört med alla övriga svenska havsområden. Även halten av arsenik är högre i Västerhavet jämfört med Östersjön.

Dioxiner i sill visar ingen tidstrend och halterna ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Halterna av de bromerade flamskyddsmedlen BDE-47 och HBCDD minskar i sill sedan 1998. HBCDD i fisk ligger under EU:s gränsvärde. PFOS visar ingen trend, troligen på grund av den korta tidsserien, och halterna ligger under gränsvärdet för humankonsumtion.

Kvicksilver visar inga trender i vare sig sill, tånglake eller blåmussla. I tånglake ligger kvicksilver under EU:s gränsvärde och i sill ligger halten precis på gränsvärdet. Kadmium i sill och torsk visar inga trender men halterna ligger under EU:s gränsvärde.

Kattegatt

Halterna av PCB, DDE, bromerade och vissa perfluorerade ämnen i sill är lägre här jämfört med i Östersjön. Däremot är halten arsenik i sill högre jämfört med i Östersjön.

Sedan 1990 har halterna av dioxiner i sill minskat och ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Bromerade flamskyddsmedel minskar i sill och torsk sedan 1998, halterna av det bromerade flamskyddsmedlet HBCDD i fisk ligger under EU:s gränsvärde.

Det perflourerade ämnet PFOS minskar i sill sedan 2005 och ligger under gränsvärdet för humankonsumtion.

Bly minskar i alla arter sedan 1981 och halterna ligger under gränsvärdet för humankonsumtion.

Kvicksilver visar ingen trend i vare sig sill, torsk eller blåmussla. I torsk ligger halten över EU:s gränsvärde och halterna i sill ligger precis på gränsvärdet.

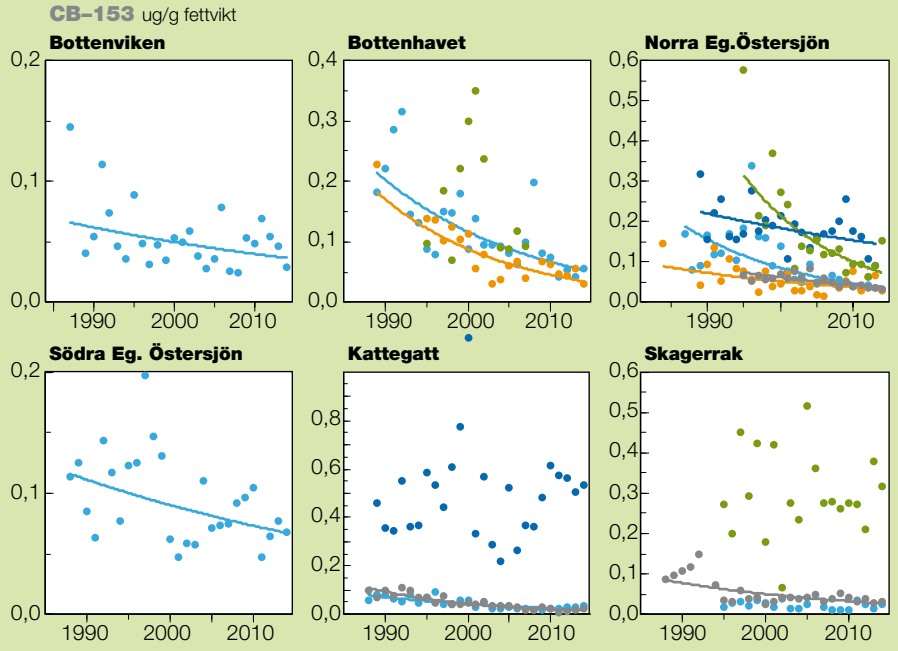
Någon trend för kadmium i sill eller torsk syns inte och koncentrationen minskar i blåmussla sedan 1981, halterna i fisk ligger under EU:s gränsvärde.

Södra Egentliga Östersjön

Halterna av DDE och HBCDD i sill är högre i södra Egentliga Östersjön jämfört med hela övriga Östersjön.

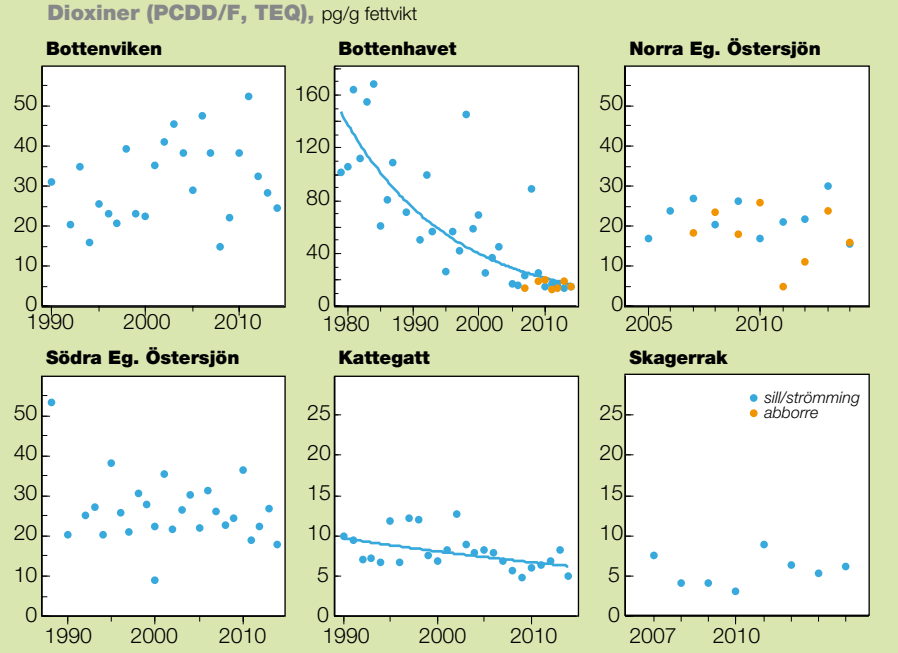
Dioxiner i sill visar ingen trend över tid, däremot ligger halterna under gränsvärdet för humankonsumtion.

Halterna av de bromerade flamskyddsmedlen BDE-47, -99, -153 och HBCDD



Trender för CB-153 i muskel från sill/strömming, abborre och tånglake, torsklever samt blåmussla uppdelade på de olika bassängerna.

Trender för dioxiner i muskel från sill/strömming och abborre uppdelade på de olika bassängerna.



minskar i sill sedan 1998, och HBCDD ligger under gränsvärdet satt för sekundär förgiftning. Perfluorerade ämnen, såsom PFOS och flera perfluorerade karboxylsyror ökar i sill sedan 1980, PFOS ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Kadmium och kvicksilver visar inga signifikanta trender i sill medan blyhalten minskar från 1981. Både kadmium och bly ligger under deras respektive gränsvärde medan kvicksilver ligger strax över EU:s gränsvärde.

Så läser du miljögiftsfigurerna:

Om provinsamling:

Skagerrak: Sill samlas in från en lokal (Väderöarna) och blåmussla och tånglake samlas årligen in från en annan lokal (Fjällbacka) i Skagerrak.

Kattegatt: Sill och torsk samlas in från Fladen och blåmussla från Nidingen (visas här i tidsserierna). Sill samlas även in från ytterligare en lokal (Kullen), som finns med i kartorna.

Södra Egentliga Östersjön: Sill samlas in från Utlängan (figurer) och ytterligare två lokaler (Abbekås, Västra Hanöbukten; karta).

Norra Egentliga Östersjön: Strömming samlas in från Landsort (figurer) och ytterligare två lokaler (Lagnö, Byxelkrok; karta). Sillgrissleägg samlas in från Stora Karlsö och torsk sydost om Gotland. Abborre, tånglake och blåmussla samlas in från Kvädöfjärden.

Bottenhavet: Strömming samlas in från Ängskärsklubb (figurer) och ytterligare en lokal (Långvindsfjärden; karta). Abborre samlas in från Holmöarna.

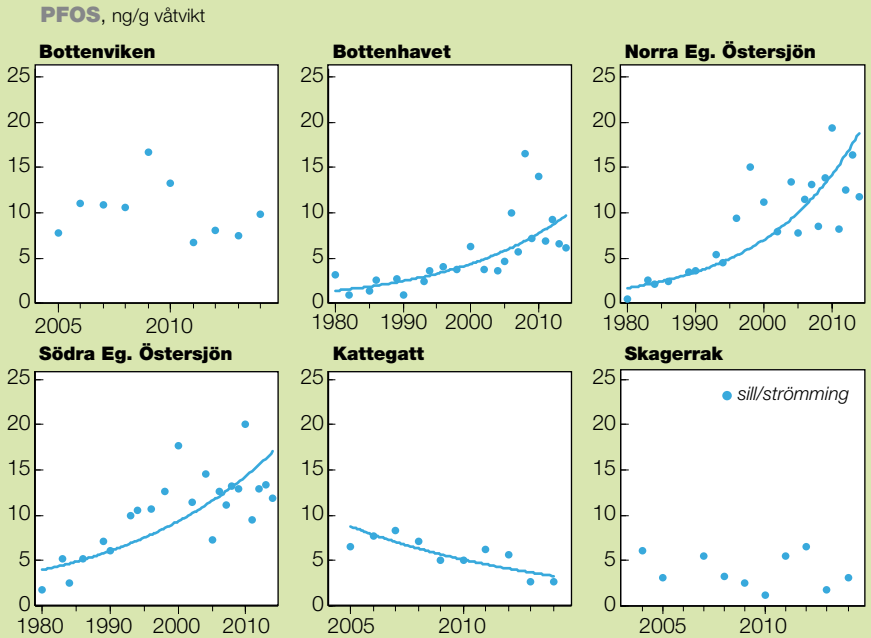
Bottenviken: Strömming samlas in från Harufjärden (figurer) och ytterligare tre lokaler (Rånefjärden, Kinnbäcksfjärden, Gaviksfjärden; karta) som finns med i kartorna.

Om statistik:

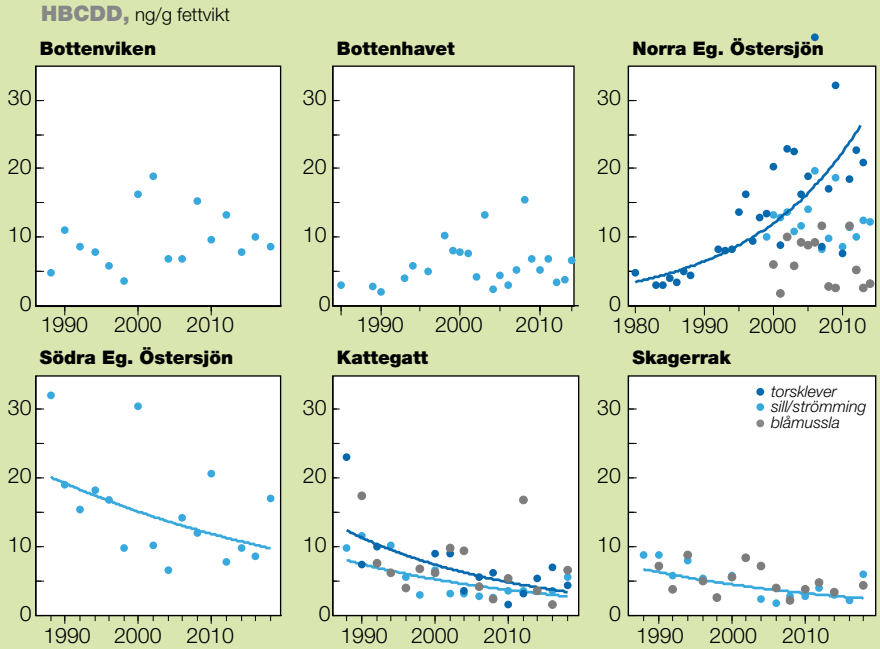
Alla tidsserier visar loglinjära regressionslinjer där prickarna visar geometriska medelvärden.

Trendlinjer ritas endast ut om de är signifikanta ($p<0,05$) .

För ämnen där man först ser en stigande trend som sedan sjunker efter exempelvis förbud ger en log linjär regression inte en bra förklaring. Då har istället en automatisk rutin för att identifiera signifikanta brott i tidsserierna använts och som delar upp perioden i två delar som tillsammans förklarar mer i variationen i koncentration än vad en loglinjär regressionslinje för hela perioden gör. Endast PFOS och HBCDD i sillgrissla visade sig förklaras bättre av denna rutin.



Trender för PFOS i lever från sill/strömming uppdelade på de olika bassängerna.



Trender för HBCDD i muskel från sill/strömming, torsklever samt blåmussla uppdelade på de olika bassängerna.

Norra Egentliga Östersjön

Halterna av kvicksilver i strömming är högst här jämfört med hela övriga Östersjön och Västerhavet.

Dioxiner minskar i sillgrissleägg sedan 1969 men inga trender ses i strömming eller abborre och halterna i fisk ligger under EU:s gränsvärde. Det bromerade flamskyddsmedlet BDE-47 minskar i samtliga arter, medan HBCDD ökar i torsk sett över hela övervakningsperioden. I sillgrissla ökar HBCDD från 1969 men de senaste åren har de minskat. Halterna av HBCDD i fisk ligger under EU:s gränsvärde. Sedan början av övervakningen i strömming ökar perfluorerade ämnen såsom PFOS och flera av karboxylsyrorna, men PFOS ligger under EU:s gränsvärde. PFOS i sillgrissla, som tidigare ökat, minskar efter 2005. Däremot ökar flera andra perfluorerade ämnen i sillgrissla över hela övervakningsperioden som började 1969.

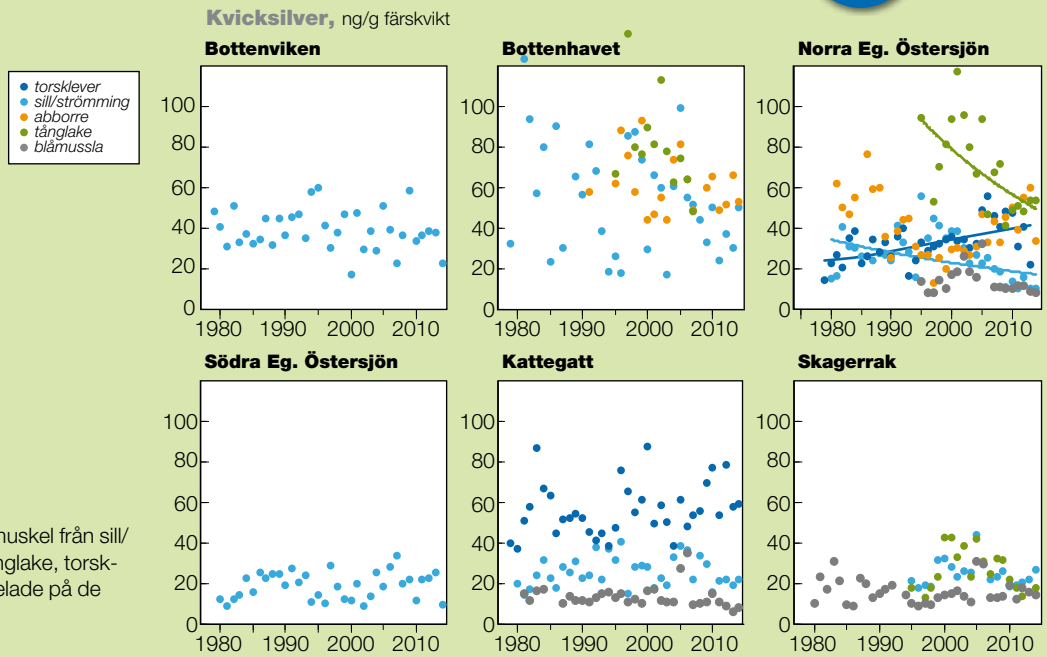
Kvicksilver minskar i sillgrissleägg, strömming och tånglake under övervakningsperioderna. I abborre eller blåmussla syns inga trender. Däremot ökar koncentrationerna i torsk sedan 1979. Kvicksilver i strömming ligger under gränsvärdet, men för de andra fiskarterna ligger halterna över gränsvärdet. Bly minskar i alla arter och i fisk ligger halterna under gränsvärdet för humankonsumtion. För kadmium ses ingen trend i strömming. I sillgrissleägg, blåmussla och torsk minskar kadmiumhalterna sedan starten av övervakningen. För samtliga fiskar ligger koncentrationen av kadmium under gränsvärdet.

Bottenhavet

Dioxinhalterna i strömming är högre här jämfört med hela övriga Östersjön.

Dioxinhalterna har minskat sedan 1979, då strömming vid Ängskärsklubb hade mycket höga halter. Halterna ligger nu under gränsvärdet för humankonsumtion. I abborre, där endast några år har mäts, syns ingen trend. Halterna ligger dock under gränsvärdet.

De bromerade flamskyddsmedlen BDE-47 och BDE-99 minskar sedan 1980 medan för HBCDD syns ingen trend och halterna ligger under EU:s gränsvärde. Även halterna av flera perfluorerade ämnen, bland annat PFOS och de flesta perfluorerade karboxylsyror, ökar över denna tidsperiod, men PFOS ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Bly



Trender för kvicksilver i muskel från sill/strömming, abborre och tånglake, torsklever samt blåmussla uppdelade på de olika bassängerna.

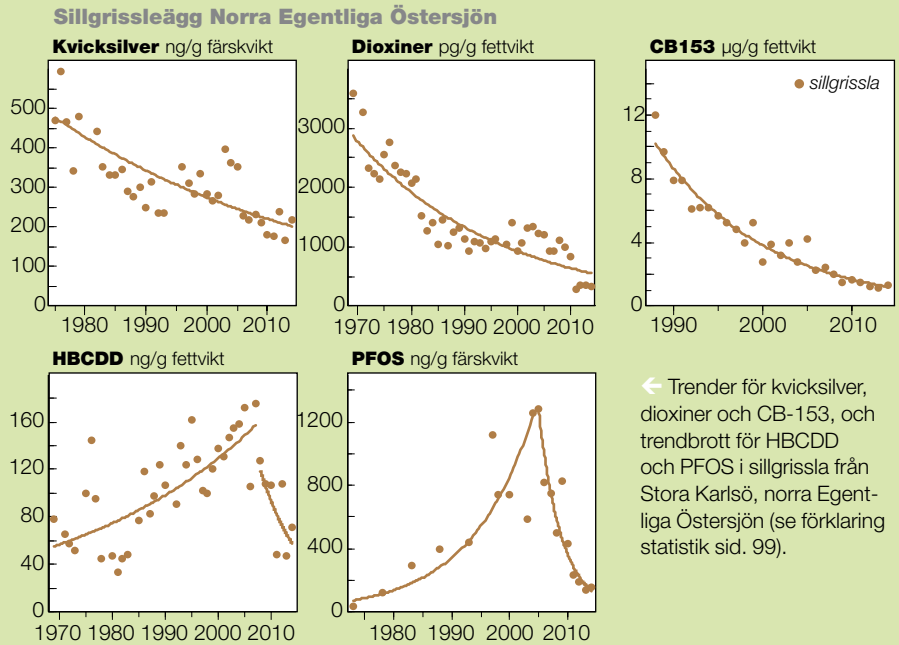
minskar i strömming och abborre sedan övervakningens början. För kvicksilver ses ingen trend i vare sig strömming eller abborre och inte heller för kadmium. Kvicksilverhalterna ligger över gränsvärdet för båda fiskarterna, medan bly och kadmium ligger under sina respektive gränsvärden.

Bottenviken

Halterna av bromerade flamskyddsmedel (BDE-47, -99, -153) i strömming är högre i Bottenviken jämfört med övriga landet, liksom halterna av kvicksilver i strömming.

Dioxiner i strömming visar ingen trend över tid däremot ligger halterna under gränsvärdet för humankonsumtion.

Det bromerade flamskyddsmedlet BDE-99 minskar sedan 1998 i strömming, för de övriga bromerade ämnena syns ingen signifikant trend. HBCDD ligger under EU:s gränsvärde. Perfluorerade ämnen visar ingen trend och PFOS ligger under gränsvärdet för humankonsumtion. Sedan 1980 minskar halterna av bly i strömming, medan varken kvicksilver eller kadmium visar några trender. För kvicksilver ligger halterna över gränsvärdet, men för bly och kadmium ligger halterna under respektive gränsvärden.

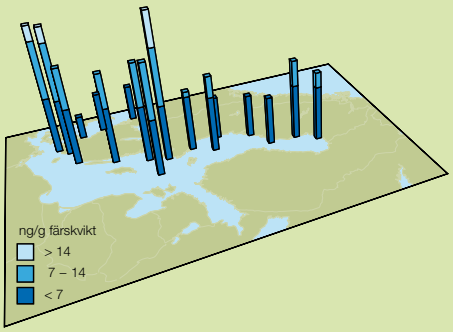


Trender för kvicksilver, dioxiner och CB-153, och trendbrott för HBCDD och PFOS i sillgrissla från Stora Karlsö, norra Egentliga Östersjön (se förklaring statistik sid. 99).

Halterna av kvicksilver, dioxiner och PCB minskar i sillgrissleägg. Topparna av HBCDD och PFOS från 2005 har dalat till betydligt lägre nivåer de senaste åren.

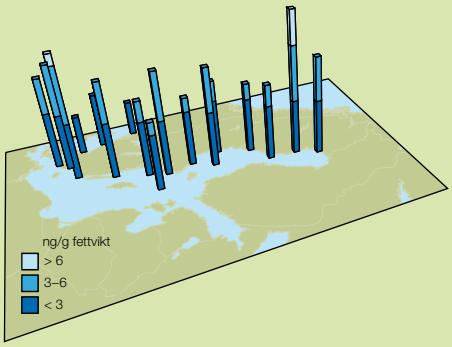
Foto: Russel Watkins/Shutterstock

PFOS I STRÖMMING



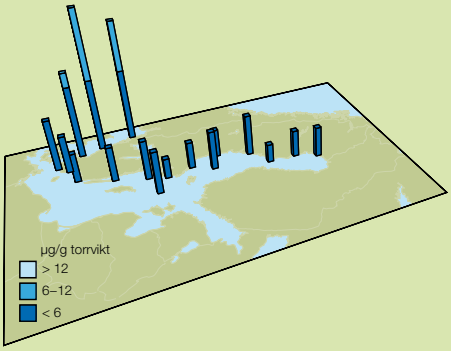
Förhöjda PFOS-halter i strömming/sill från Egentliga Östersjön jämfört med övriga Sverige. Staplarna visar medelvärde för 2012–2014.

BDE-47 I STRÖMMING



Höga halter av BDE-47 i strömming/sill i hela Östersjön jämfört med Västerhavet. Staplarna visar medelvärde för 2012–2014.

ARSENIK I STRÖMMING



Höga halter av arsenik i strömming/sill i Västerhavet jämfört med Östersjön. Staplarna visar medelvärde 2011–2013.

FAKTA

MILJÖGIFTER OCH ÅTGÄRDER FÖR ATT BEGRÄNSA SPRIDNINGEN

DDT och HCH – insektsbekämpningsmedel
Åtgärder: DDT fasades ut på 1970-talet och totalförbjöds 1975. Användningen av HCH begränsades på 1970-talet och totalförbjöds 1988. Därefter har halterna av dessa i miljön minskat.

PCB – industrikemikalie, användes till exempel i fogmassor och isolatorer.
Åtgärder: Förbjöds i Sverige 1973. Därefter syns tydliga minskningar i miljön.

HCB – bekämpningsmedel mot svamp
Åtgärd: Totalförbjöds i Sverige 1980 och är numera förbjudet i alla Östersjöländer. Utsläpp sker nu framför allt från förbränning och möjligen ”oavsiktliga utsläpp” från kemisk industri som använder HCB som baskemikalie för tillverkning av andra föreningar. Tydliga minskningar i olika fiskarter och sillgrissla ses vid de flesta lokaler.

Dioxiner – biprodukt vid till exempel förbränning, eller kommer via långväga transport.
Åtgärd: Finns ett flertal restriktioner och internationella överenskommelser för att kontrollera och hindra spridningen av dioxiner i miljön. I sillgrissla samt strömming, där man tidigare haft extremt höga halter, ses tydliga minskningar.

Bromerade flamskyddsmedel (HBCDD och BDE) – impregnering av exempelvis textilier och plaster.
Åtgärd: Ingår i Stockholmkonventionen (2004) som syftar till att begränsa spridningen av organiska miljögifter. Inom EU förbjöds penta- och oktaBDE 2004. DecaBDE ingår i RoHS-direktivet, som innebär restriktioner av farliga ämnen i elektronikprodukter, sedan 2008. Minskning av halter ses i både sillgrissla och sill/strömming.

Perfluorerade ämnen – ytskiktsbehandling av till exempel allvädersklädder och matförpackningar.
Åtgärd: PFOS började fasas ut 2000-2002 och 2009 inkluderades PFOS och dess salter i Stockholmkonventionen. Halten av PFOS i sillgrissla minskar tydligt efter 2005 medan i sill/strömming ses inga tydliga minskningar ännu.

Kvicksilver – användes bland annat i termometrar, glödlampor, för betning av säd, guldutvinning och inom industrin.
Åtgärder: Användningen av alkylkvicksilver inom jordbruket och i pappersindustrin förbjöds i Sverige 1966. Sedan 1990-talet har det varit förbjudet att tillverka och använda termometrar, mätinstrument och vissa elektroniska komponenter innehållandes kvicksilver. År 2009 förbjöds all resterande användning av kvicksilver helt i Sverige. Det innebar att kvicksilver och kvicksilverföreningar inte får släppas ut på den svenska marknaden, användas i Sverige eller exporteras. År 2011 infördes en förordning i EU som förbjuder export av kvicksilver utanför EU.
Trots ett flertal åtgärder så ses inga tydliga nedåtgående trender i miljön. En förklaring kan vara att vi i Sverige har höga bakgrundshalter av kvicksilver i vår berggrund men även att kvicksilver transporteras långväga via luften.

Bly – användes tidigare i bensin, används fortfarande i ammunition.
Åtgärd: Förbjudet sedan 1995 i bensin och även förbjudet i färg. Tydliga nedåtgående trender i miljön ses efter förbudet i bensin.

Kadmium – använt i laddningsbara batterier, i färger, vid galvanisering och förekommer som förorening i konstgödsel
Åtgärd: Förbjudet vid galvanisering sedan 1982 i Sverige, en nationell miljöavgift infördes 1987 på batterier, 1993 infördes begränsning av kadmium i konstgödsel i Sverige. Inom EU finns omfattande regleringar för att förhindra att kadmium sprids till miljön eller förorenar avfall, bland annat batterier, elektronik, fordon, plaster, förpackningsmaterial och målarfärg,dock inte konstnärsfärg. Trots åtskilliga åtgärder ses inga tydliga nedåtgående trender i miljön.

Miljögifter i sediment

Anna Apler, SGU

SEDAN 2003 HAR SGU på uppdrag av Naturvårdsverket övervakat miljögifter i ytsediment på 16 stationer i utsjön runt Sveriges kust. År 2014 genomfördes den tredje mätomgången och trenderna av miljögifter som lagrats i sedimenten börjar kunna urskiljas. Inom programmet har ett stort antal organiska substanser samt metaller övervakats. I detta avsnitt presenteras några parametrar från utvalda stationer i havsområdena runt Sverige Miljökvalitet är bedömd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav klass 1 till 5.

➔ Läs mer om programmet för miljögifter på sid. 123.

ALLA YTSEDIMENT I UTSJÖN RUNT SVERIGE innehåller miljögifter, men lite olika mycket beroende på var man befinner sig. I Bottenviken och Bottenhavet ger arsenik och krom den största belastningen. I egentliga Östersjön är det istället kadmium samt de organiska miljögifterna DDT, klordan och TBT som dominerar bland föroreningarna. På västkusten där vattenutbytet är större ligger nivåerna av både metaller och organiska miljögifter generellt sett lägre än i Östersjön. Hexaklorbensen, HCB, är det ämne som verkar öka i koncentration i ytsedimenten runt hela Sverige. HCB användes i liten skala som bekämpningsmedel fram till år 1980. Idag förekommer HCB i miljön främst som en följd av avfallsförbränning och tillverkning av klorerade lösningsmedel.

Havsbottnar utan bottenströmmar och med syrgasfattigt bottenvatten är ideala för miljöprovtagning då sedimentet kan byggas på ostört år efter år. När syrgashalten närmar sig noll kan man se svavelbakterien *Beggiatoa* breda ut sig som en vit filt över bottenytan.

Foto: SGU

Skagerrak

I havsområdet Skagerrak finns två provtagningsstationer. Undervattensbilder i kombination med syrgasmätningar visar att havsbottnarna här är syresatta och gästvänliga för bottenlevande djur och fisk. Analysresultaten visar att metallhalterna generellt är lägre i Skagerrak än i Östersjön. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder ligger metallkoncentrationerna inom klass 1–3, det vill säga liten till tydlig avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena. Data från de tre mätåren tyder på att de flesta halter av metaller i Skagerrak minskar sedan 2008. Dock visar inte halterna av kadmium och kvicksilver samma mönster utan verkar istället ha ökat något sedan 2008.

Av de organiska ämnena så har halterna av PAH, HCH och klordaner avtagit sedan 2003 på båda stationerna. Halten av HCB har dock ökat konstant sedan 2003. Halterna av diuron har legat under rapporteringsgränsen sedan 2003, men kunde mätas på den nordliga stationen år 2014. Även halterna av simazin har legat under rapporteringsgränsen på båda stationer förutom 2008 då ämnet kunde uppmätas i den södra delen. TBT-halterna har avtagit sedan 2003 på båda stationer.

Kattegatt

I havsområdet Kattegatt finns en övervakningsstation. Undersökningarna visar att bottenförhållandena vid provtagningsplatsen är förmånliga för bottenlevande organismer såsom sjöborrar. Analyserna av tungmetaller från ytsedimentet vid denna station avslöjar att halterna, precis som i Skagerrak, ligger inom ramen för klass 1-3, liten till tydlig avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena. Analysresultaten tyder på att metallhalterna har minskat sedan 2008 med undantag för kadmium, koppar, nickel och kvicksilver som har ökat.

De uppmätta halterna av organiska ämnen är generellt lägre här än i södra Östersjön och ligger inom ramen för klass 3–4 enligt bedömningsgrunderna. De ämnen som uppvisar minskande halter sedan 2003 är PAH, HCH, TBT och klordaner. HCB-halten däremot har ökat under samma tidsintervall. PCB- och DDT-halterna ökade mellan 2003 och 2008 men minskade sedan igen mellan 2008 och 2014.

Södra Egentliga Östersjön

I havsområdet södra Östersjön finns tre provtagningsstationer. Stationerna söder och sydost om Blekinge (SE-11 old och SE-11 new), har provtagits 2003 och 2008 respektive 2010 och 2014. En ny station (SE-11 new) provtas sedan 2010 då den gamla stationen (SE-11 old) har påverkats av sedimentation av muddrat material i

samband med nedläggningen av gasrör. Den nya stationen ersätter den gamla från och med 2014. Båda stationerna uppvisar syrefria bottnar utan synligt bottenliv. Stationen belägen i Arkonabassängen (SE-12) däremot är mer gästvänlig för levande organismer då syrgashalten är högre och ytsedimentet är oxiderat.

Ytsedimenten på provtagningsplatserna i södra Östersjön innehåller metallhalter som ligger inom klass 1–3 (liten till tydlig avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena). Undantaget är halterna av bly vid station SE-12 som legat i klass 4 sedan 2003. De flesta metallhalter, förutom Cd och Ni, verkar dock ha avtagit sedan 2008.

Halterna av ett flertal organiska miljögifter är däremot mycket höga. DDT-, PCB-, HCB- och klordanhalterna har dessutom ökat sedan 2003. Halterna av DDT och klordaner ligger i klass 4–5, hög till mycket hög halt, och verkar öka på samtliga stationer, precis som TBT-halterna. PAH-halterna däremot har minskat sedan 2003 men ligger fortfarande i klass 4–5. De höga och till synes ökande halterna av organiska miljögifter är alarmerande, eftersom bottnen vid station SE-12 uppvisar förhållanden som skulle kunna vara gästvänliga för djur och växter. Halterna i sedimenten innebär att de kan leva där, men med tiden ackumulerar toxiska substanser.

Norra Egentliga Östersjön

I norra Egentliga Östersjön finns sex övervakningsstationer, som alla ligger på bottnar som är syrefria. Inget synligt liv finns på de undervattensbilder som tagits i detta havsområde.

Halten av ett flertal metaller i norra Egentliga Östersjön ligger i klass 4-5, stor till mycket stor avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena. De metaller som visar på störst avvikelse är kadmium, koppar och zink som alla ligger i klass 4 och 5, men halterna verkar dock ha minskat från 2008 till 2014. Detta gäller generellt för samtliga presenterade metaller förutom nickel som istället verkar ha ökat. På stationen i Landsortsdjupet uppvisade en av de sju provtagningspunkterna mycket förhöjda metallhalter under undersökningsåret 2014. De höga halterna i denna punkt kan bero på punktkällor av metaller vid just denna provtagningsplats eftersom den är belägen i anslutning till en gammal dumpningsplats för sprängämnen. Det är också allmänt känt att Landsortsdjupet fått motta skräp och annat material som dumpats genom tiderna.

Av de organiska substanser som övervakats sedan 2003 är det bara HCB-halterna som visar på en ökande trend. Halterna av de flesta organiska miljögifter har annars minskat sedan 2008, förutom i Landsortsdjupet där samtliga halter av organiska substanser ökat. I hela havsområdet ligger halterna av de flesta presenterade organiska ämnena i klasserna 4 och 5, hög till mycket hög halt.

Bottenhavet och Ålands hav

I Bottenhavet finns två övervakningsstationer. Till havsområdet räknas i den här presentationen också en provtagningsplats i Ålands hav. Provtagningsstationerna i Bottenhavet och Ålands hav visar, till skillnad från bottnarna i norra Egentliga Östersjön, på gynnsamma förhållanden för bottenlevande djur där ishavsgråsuggor och spår från dessa kunde fångas på bild med undervattenskamera vid samtliga stationer. Även havsborstmask och vitmärla återfanns i vissa sediment under provtagning.

I Bottenhavet är det halterna av metallerna arsenik och krom som uppvisar störst avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena och det är svårt att utläsa några trender. Halterna av dessa två metaller ligger och har legat i klass 4 och 5 sedan 2003. Övriga metaller har uppmätts i nivåer som ligger i klass 1 till 3 (liten till tydlig avvikelse). Kobolt är det element som på alla stationer har ökat sedan 2008.

I Bottenhavet förekommer de organiska substanserna i halter som är generellt lägre än i Östersjön. Inget av ämnena förekommer i klass 5, mycket hög halt. I detta havsområde är det HCB och klordaner som förekommer i högst koncentrationer. Det finns heller inget generellt mönster för koncentrationernas förändring sedan 2003. Den eventuella trend som tydligast kan utläsas är halterna av PAH, HCH och klordan med avtagande halter på samtliga tre stationer sedan 2003.

Bottenviken

I Bottenviken ligger två övervakningsstationer. På fotografier tagna med undervattenskamera kan bottenlevande djur ses och syrgasmätningarna visar att bottenvattnet på de båda stationerna är väl syresatt.

Det går inte att urskilja många trender i metallkoncentrationerna i Bottenviken. På båda provtagningsplatserna ser nickel ut att stadigt öka i halt i sedimentet. De metaller som förekommer i högst koncentration är arsenik, kobolt och krom som alla uppvisar halter med mycket stor avvikelse från de naturliga bakgrundsvärdena.

Även mönstren av halten organiska substanser är varierande i Bottenviken. PAH- och HCH-halterna ser ut att ha minskat kraftigt sedan 2003 medan HCB-halterna har stigit. DDT-halterna på de båda stationerna ökade något mellan 2003 och 2008 och har sedan gått ner mellan 2008 och 2014. Klordanerna minskade istället mellan 2003 och 2008 men ökade igen mellan 2008 och 2014. PCB-halterna ser ut att ligga ganska stabilt i norra Bottenviken sedan 2003 medan de har minskat något sedan 2008 i södra delen.

MILJÖGIFTER I SEDIMENT TILLSTÅND 2014

Miljökvalitet, Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav

Metaller – *avvikelse från bakgrundshalten*

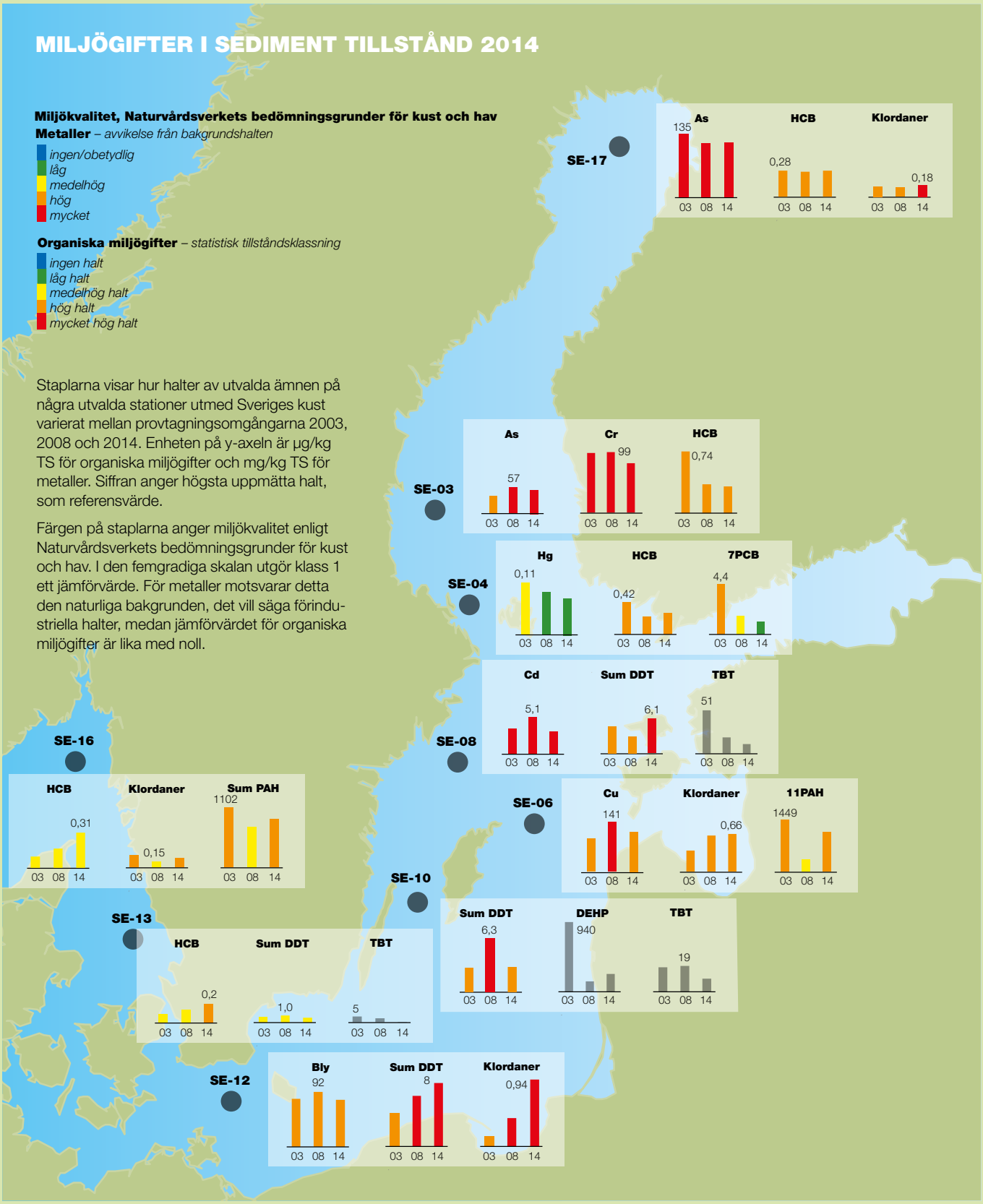
- *ingen/obetydlig*
- *låg*
- *medelhög*
- *hög*
- *mycket*

Organiska miljögifter – *statistisk tillståndsklassning*

- *ingen halt*
- *låg halt*
- *medelhög halt*
- *hög halt*
- *mycket hög halt*

Staplarna visar hur halter av utvalda ämnen på några utvalda stationer utmed Sveriges kust varierat mellan provtagningsomgångarna 2003, 2008 och 2014. Enheten på y-axeln är µg/kg TS för organiska miljögifter och mg/kg TS för metaller. Siffran anger högsta uppmätta halt, som referensvärde.

Färgen på staplarna anger miljökvalitet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav. I den femgradiga skalan utgör klass 1 ett jämförvärde. För metaller motsvarar detta den naturliga bakgrunden, det vill säga förindustriella halter, medan jämförvärdet för organiska miljögifter är lika med noll.



Embryoskador hos vitmärla
– verktyg för havsmiljödirektivet

AGNES KARLSON, MARIE LÖF, BRITA SUNDELIN & ELENA GOROKHOVA, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Vitmärlans embryon är känsliga för föroreningar och skadade embryon tyder på att ett område kan vara påverkat av miljögifter. Därför används embryoutvecklingen hos denna art som indikator inom nationell miljöövervakning. De senaste åren har studier visat att olika slags embryoskador kan kopplas till olika typer av miljögifter. Nya resultat visar även att föroreningsspecifika biomarkörer stöder detta.

■ I Havet 2013/14 beskrevs preliminära resultat från en omfattande fältstudie där vitmärlor från olika platser hade olika typer av embryoskador beroende på vilka organiska föroreningar och metaller de exponerats för. PCB i sediment visade sig ha ett starkare samband med missbildade embryon än med membranskadade embryon. Sedan dess har mer omfattande statistiska analyser gjorts genom att inkludera miljövariabler som bottendjup, salinitet och mängd organiskt kol i sedimentet. Det visade sig att en del av de preliminära slutsatserna behövde revideras. De nya analyserna bekräftar visserligen att andelen honor som bär på missbildade embryon har ett starkt samband med PCB-halter i sedimentet, men samma skada uppträder även vid höga koncentrationer av kadmium.

Honor med membranskadade embryon påträffas däremot främst i sediment med höga halter av PAH:er. Höga halter av PAH:er i sedimentet kan även kopplas till en ökande andel honor med döda äggsamlingar. Det är en typ av skada som tidigare enbart ansetts bero på syrebrist. Även andelen embryon i kullen med avstannad utveckling, tidigare beskrivet som odifferentierade embryon, ökade vid höga halter av PAH:er och metaller i sedimentet. Därför finns avstannad embryoutveckling med i analysen av miljöövervakningsdata på sid. 108.

Biomarkörer styrker orsakssamband

Hur uppstår embryoskadorna och hur

Embryon av vitmärla med ett missbildat och membranskadat embryo i mitten.

Foto: Brita Sundelin

FAKTA

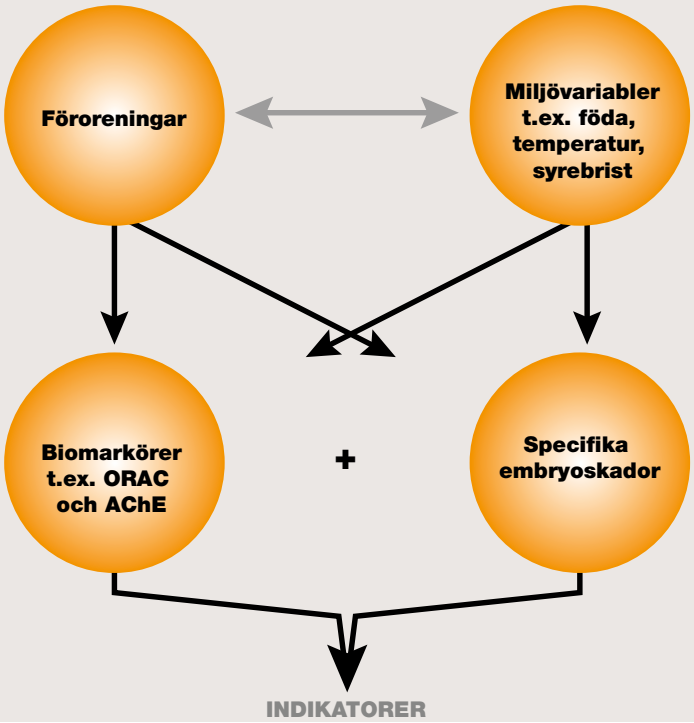
Embryoutveckling som indikator för miljögifter

Embryoskador hos kräftdjur används som indikator inom svensk miljöövervakning för att upptäcka effekter av miljögifter. Till skillnad från biomarkörer som oftast mäts som enzymaktivitet har embryoskador som är direkt kopplat till reproduktionsframgång hos en population stor ekologisk betydelse. Metoden har nyligen utvärderats inom Helcoms Coreset II projekt för att ta fram indikatorer som ska användas av alla länder runt Östersjön för att bedöma miljöpåverkan och miljötillståndet i Östersjön. Även embryoutveckling hos tånglake utvecklas för att bli en godkänd biologisk effekt-indikator. Tanken är att embryoutvecklingen hos dessa två arter ska kunna ersätta varandra som indikatorer i områden där den ena arten saknas. Båda metoderna ingår i ICES lista över prioriterade metoder för att upptäcka effekter av miljögifter.

FAKTA

Havsmiljödirektivet och effektindikatorer

Havsmiljödirektivet syftar till att alla havsområden inom EU ska ha uppnått så kallad god miljöstatus till år 2020, bland annat ska föroreningar inte förekomma i sådana koncentrationer att de kan ge upphov till skadliga effekter. Biologiska effekt-indikatorer är en förutsättning för att kunna bedöma effekterna av de komplexa blandningar av miljögifter som Östersjöns djur utsätts för och att utvärdera effekten av genomförda åtgärder för att minska miljögiftsbelastningen.



Både miljögifter och naturlig stress som brist på föda, syrebrist eller höga temperaturer kan ge skador på vitmärlans embryon. Biomarkörer, som är specifika för kemiska föroreningar eller syrebrist, kan därför hjälpa oss att tolka resultaten och förstå hur påverkan ser ut. Genom att kombinera informationen med uppgifter om tillgång på föda och vattenkvalitet kan bilden av hur miljöstörningar uppstår och vilken effekt de har bli mer fullständig.

går det att skilja effekter som orsakas av miljögifter från andra stressfaktorer som syrebrist, temperatur och födobrist? För att ta reda på detta analyserades nyligen enzymaktiviteten i vitmärlor från samma fältstudie. Resultaten stämmer väl överens med embryoskadorna. Honor som hade missbildade och membranskadade embryon hade också förhöjda värden av biomarkören ORAC (kapacitetet att absorbera antiodixanter). Ju fler missbildade embryon det var i kullen, desto högre ORAC-värden hos honorna. Aktiviteten i den viktiga signalsubstansen i nervsystemet, acetylkolinesteras (AChE), minskar vanligen i organismer som utsätts för vissa miljögifter, till exempel PCB och dioxiner, och enzymet fungerar därigenom som en biomarkör. Det här är något som har framkommit i tidigare studier av vitmärla. I fältstudien minskade AChE-aktiviteten hos honor med många membranskadade embryon i kullen. Variationen i dessa biomarkörer kunde till stor del förklaras av olika kombinationer av tungmetaller, PAH:er och PCB:er.

Miljövariabler spelar roll

Förutom miljögifter bidrar flera andra variabler till att förklara variationen i embryoskador och biomarkörer mellan olika provtagningsområden. Såväl mängden organiskt kol i sedimentet, som vattnets salthalt och djup påverkar förhållandet mellan biomarkörer och föroreningar. När det gäller avstannad embryoutveckling är denna typ av skada vanligare längre norrut i Östersjön, och den korrelerar därför negativt med salthalt och även bottendjup.

Sämre tillgång på näring har länge ansetts vara den främsta orsaken till att vitmärlans embryon stannar i utvecklingen, men miljögifter som PAH:er och metaller verkar alltså också kunna ge upphov till denna skada. Däremot påverkade inte mängden organiskt kol i sedimentet förekomsten av embryon med avstannad utveckling. Kopplingen mellan mängden organiskt kol i sedimentet och kullstorleken hos vitmärlan var även den svag, vilket tyder på att mängden organiskt kol är ett för grovt mått på näringsstatus i sedimentet. Framöver kommer data från miljöövervakningen av växtplanktonblomningar användas i analyserna. Tidigare studier från både Bottenhavet och Vättern har visat att växtplankton kan öka kullstorleken och samtidigt minska vissa embryoskador hos vitmärlan.

Dieten kan påverka reproduktionen

För att skilja på effekter av miljögifter från effekter av födobrist kommer undersökningarna att kompletteras med studier av stabila isotoper hos vitmärlan. Stabila isotoper av kol och kväve ger information om djurens diet och miljön de lever i. Variationen i isotopsammansättning mellan individer kan användas för att se hur vitmärlans diet varierar. Populationer som äter mer varierad föda, bör ha bättre förutsättningar hitta mat och därmed återspegla sig i bättre embryooverlevnad, framför allt i färre embryon som stannar i utvecklingen. Populationer som är beroende av endast en sorts föda blir mer sårbara. Skillnader i valet av föda mellan olika populationer av vitmärlor påverkar dessutom näringsväven genom konkurrens med andra bottenlevande organismer och därigenom effektiviteten i viktiga ekosystemfunktioner som nedbrytning av organiskt material.

Ekosystembaserad förvaltning

Ett av målen med Havsmiljödirektivet är en ekosystembaserad förvaltning. Det innebär att biologiska effekter på fler olika nivåer analyseras tillsammans med miljödata. Om vitmärla används skulle det se ut så här:

- subcellulär nivå, till exempel enzymaktivitet och andra biomarkörer,
- populationsnivå, till exempel embryoskador som påverkar reproduktionsframgången,
- ekosystemnivå, till exempel födonischens storlek som påverkar omsättning av organiskt material.

Miljödata kan till exempel vara växtplanktonblomningens intensitet och artsammansättning eller syreförhållanden i bottnarna.

Arbetet med att utveckla embryoskador som indikatorer har nu börjat på allvar och det innebär att bedöma den ekologiska statusen i de olika regionerna med hjälp av vitmärlan.

Embryonalutveckling hos vitmärla

Agnes Karlson, Matias Ledesma, Elena Gorokhova & Brita Sundelin, Stockholms universitet

VITMÄRLAN används för att värdera den samlade effekten av miljögifter i sediment. 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. Under 2013 togs region 10 i norra Hanöbukten bort av ekonomiska skäl samt region 4 på grund av mycket liten förekomst av vitmärla vilket gjorde det omöjligt att samla in tillräckligt många honor för embryoanalys.

Det är tre variabler som analyseras och som tillsammans beskriver reproduktionsframgången hos vitmärla: andel honor med skadade embryon, kullstorlek samt andel skadade embryon i kullen.

➔ Läs mer på sid. 125.

ÖVERVAKNING enligt det reviderade programmet har nu pågått sedan 2012. Resultaten för 2012–2014 visar att honornas kullstorlek, andelen honor med embryoskador samt andel skadade embryon i kullen varierar mellan regioner och år. Störst andel honor med skadade embryon finns i södra Bottenhavet och i Stockholms skärgård, medan situationen var bäst i Sörmlands skärgård. Andelen missbildade embryon i kullen är också förhöjd utanför Stockholms skärgård.

Andelen honor med döda äggsamlingar var generellt sett låg jämfört med tidigare år, framförallt i Stockholms skärgård. Högst andel döda äggsamlingar uppmättes vid de djupaste stationerna i den nordligaste regionen.

Embryon av vitmärla där två stannat i utvecklingen.

Foto: Brita Sundelin

Störst påverkan i Södra Bottenhavet och Stockholms skärgård

Resultaten överensstämmer med de resultat som redovisats i Havet 2013/2014. Även när flera års data analyserats är det fortfarande i södra Bottenhavet och i Stockholms skärgård som det finns störst andel honor med skadade embryon i kullen. Detta trots att embryon med avstannad utveckling tagits med i analysen, till skillnad från tidigare år då enbart embryon med missbildningar och membranskador fanns med.

Andelen skadade embryon i kullen (embryoskadefrekvensen) följer resultaten för honor med skadade embryon där andelen skadade embryon per kull framförallt är förhöjd i Stockholms skärgård, men även utanför Höga kusten. Både andelen honor med skadade embryon och skadefrekvensen hos embryon var högst 2012.

När det gäller honor med döda äggsamlingar, som främst indikerar dåliga syreförhållanden, noterades också de högsta värdena 2012 och framförallt vid de djupare stationerna i region 1. Generellt sett var andelen honor med döda äggsamlingar dock låg jämfört med tidigare år, särskilt i egentliga Östersjön. Framöver kommer analyser av hela tidsserien utföras för stationer där det är möjligt, både vad gäller döda äggsamlingar och embryoskador.

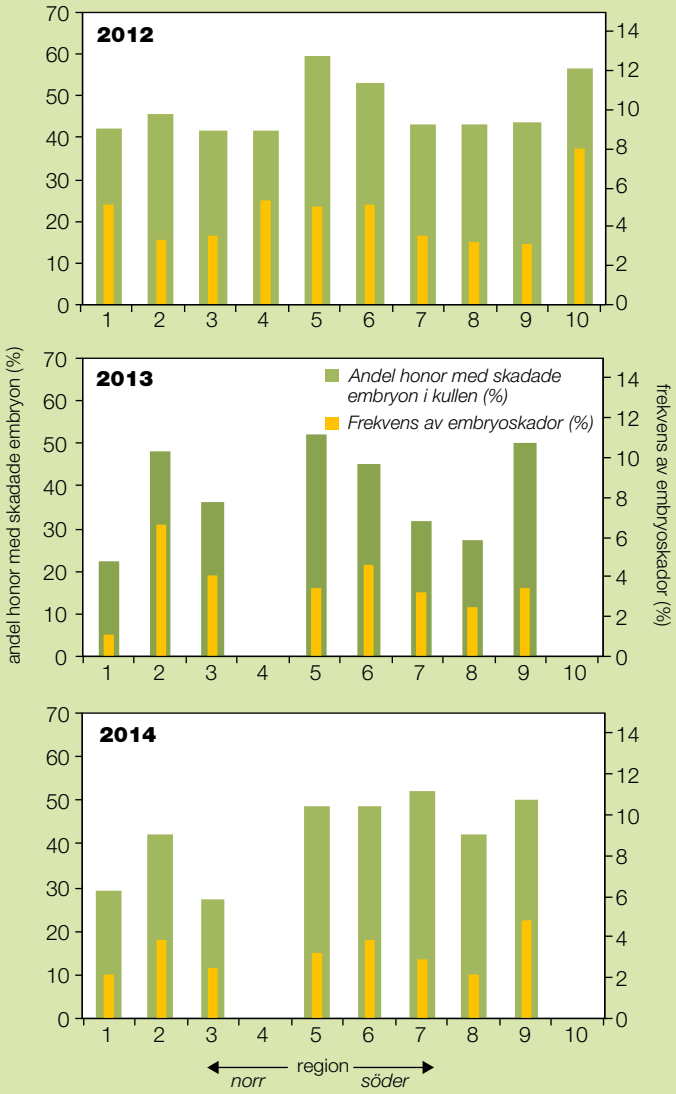
Stora kullar innebär ofta skadade embryon

När det gäller kullstorleken var kullarna störst år 2012 och regressionsanalysen för andelen honor med embryoskador visar att ju större kullarna är desto större är sannolikheten för att en hona ska få skadade embryon. I södra Bottenhavet samt i Sörmlands skärgård (Askö-området) har honorna överlag större kullar, medan kullarna är mindre i Stockholms skärgård och utanför Sundsvall. Från Sundsvall ner till Sörmlands skärgård (regionerna 3 och 5–7) varierar kullstorlekarna på ett likartat sätt med högst värden år 2012 och lägst 2013 och visar alltså en signifikant samspelseffekt mellan region och år. Detta tyder på att till exempel tillgången på föda eller syreförhållanden kan påverka kullarnas storlek och därmed även skillnader i embryoskador mellan regioner och år. För närvarande undersöks eventuella samband mellan födotillgång, födokvalitet och andra miljöfaktorer och olika slags embryoskador i hela tidsserien för att bättre kunna ta reda på vilka skador som orsakas av naturliga orsaker.

Provtagning av vitmärla medan solen sänker sig över Östersjön.

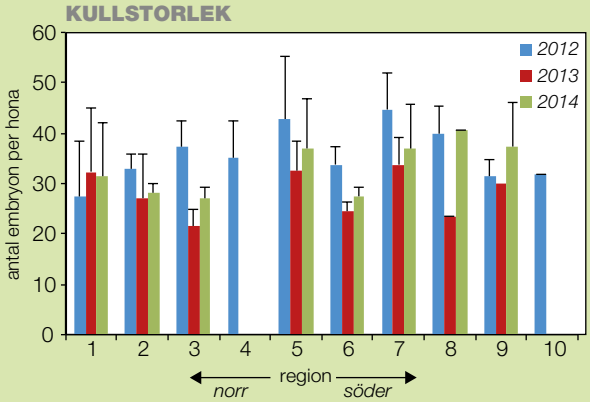
Foto: Karin Ström

HONOR OCH EMBRYON MED SKADOR



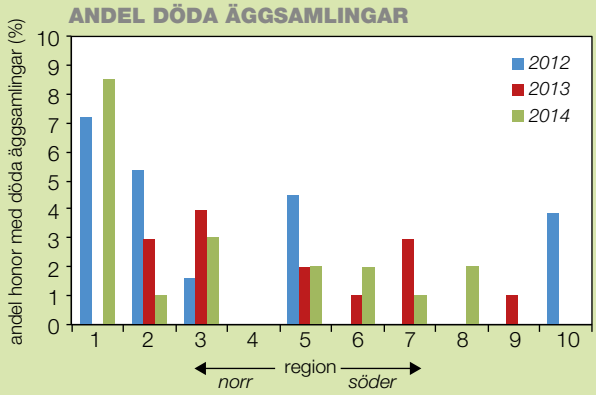
Andel honor som har minst ett skadat embryo i kullen occh andel skadade embryon (missbildade/ membranskadade/ avstannad utveckling) av totala kullstorleken i varje region 2012–2014 (medianvärden). Störst andel honor med skadade embryon finns i region 5 i södra Bottenhavet och i region 6 i Stockholms skärgård.

KULLSTORLEK



Kullstorlek hos vitmärla i de olika regionerna, 2012–2014. Medelvärde och övre 95% konfidensintervall. Regionerna visar olika utveckling över de tre åren (en signifikant samspelseffekt mellan region och år). Regionerna är utmärkta i kartan på sidan XX.

ANDEL DÖDA ÄGGSAMLINGAR



Andel honor med döda äggsamlingar 2012-2014 (medianvärden). Störst andel honor med skadade embryon finns i region 1 medan lägst andel finns i region 6.

Regioner

1. Norra Bottenhavet
2. Höga Kusten, Gaviksfjärden, Edsätterfjärden
3. Sundsvall
4. Norra Söderhamn
5. Söderhamn
6. Svartlögafjärden, Kobbfjärden, Svenska Björn
7. Askö
8. Hävringe/St. Anna
9. Gryt
10. Utklippan

Not: Region 4 och 10 provtogs inte 2013 och 2014.

Havsörn

Peter Hellström & Björn Helander, Naturhistoriska riksmuseet

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 ägg. Havsörnens reproduktion har även upptagits inom Helcom som en miljöindikator i hela Östersjön.

➔ Läs mer om programmet på sid. 126.

HAVSÖRNSBESTÅNDET LÄNGS ÖSTERSJÖKUSTEN FORTSÄTTER ATT ÖKA. Antalet kända och bebodda havsörnsrevir är nu drygt 400, men alla par häckar inte årligen. De senaste åren har i genomsnitt 360 par kontrollerats längs kusten och 220 i inlandet. Antalet besatta revir i hela Sverige var minst 650 under 2014, men är troligen fler än 700 totalt. I Egentliga Östersjön var produktiviteten per par något bättre 2013 och 2014 än föregående år, medan siffrorna för Bottniska viken inte förändrats nämnvärt de senaste åren.

Kullstorlekarna i Bottniska viken uppnår inte kriteriet för god miljöstatus*, vilket delvis hänger ihop med miljögifter. I Östersjön är reproduktionsvariablerna stabila, men det finns tecken på minskningar i kullstorlek som dock inte kan kopplas till miljögifter i nuläget.

Höga halter av miljögifter som DDE och PCB påträffas fortfarande i ägg, särskilt från norra Bottenhavet.

Knappt fem veckor gamla havsörnsungar i Hartsö-området, Södermanlands skärgård.

Foto: Peter Hellström

Skagerrak

Havsörnen har ännu inte återkoloniserat Skagerrak och det finns inga bevis för några några häckande par i trakten. Men den ökande populationen kring Vänern kan leda till att havsörnen sprider sig till Skagerrak-området inom de närmaste tio åren.

Kattegatt

I Kattegatt är havsörn ytterst ovanlig som häckfågel och här häckar endast enstaka par, men det finns tecken på att flera revir är på väg att etableras. Möjligheterna till nyetableringar i Kattegatt ökar i takt med att beståndet i inlandet i södra Sverige samt Öresund växer. I dagsläget är dock antalet par alldeles för lågt för att göra några analyser av tillståndet.

Södra Egentliga Östersjön

I södra Egentliga Östersjön var andelen reproducerande par över genomsnittet för de senaste tio åren. Kullstorleken nådde en topp i början av 2000-talet, men har minskat sedan dess. Halter av miljögifter i ägg ger ingen tydlig förklaring till minskningen, utan det är mer troligt att det finns ekologiska förklaringar till detta mönster. Konkurrens om revir med tillräckligt god tillgång på föda har inneburit att örnar tvingats etablera sig i sämre revir. Det här, tillsammans med en förändrad tillgång på föda är tänkbara förklaringar som kommer att analyseras inom övervakningen framöver. Den vikande trenden i kullstorlek motverkas emellertid i viss mån av en hög andel lyckade häckningar de senaste åren. Därför blir också produktiviten i beståndet relativt stabil. Samtliga variabler uppnår god miljöstatus, men framöver bör särskilt orsakerna till förändringarna i kullstorlek studeras närmare.

Norra Egentliga Östersjön

Även i norra Egentliga Östersjön var andelen reproducerande par över genomsnittet för de senaste tio åren, men någon korttidstrend syns inte för denna variabel. Kullstorleken har sedan slutet av 1990-talet varit på en konstant nivå, dock något lägre än södra Egentliga Östersjön. Produktiviteten nådde en topp i slutet av 1990-talet, vilket berodde på några år med osedvanligt många lyckade häckningar, men har nu stabiliserat sig på en jämn nivå. Samtliga variabler uppnår god miljöstatus, även kullstorlek, men det är relativt stor variation mellan år och korttidstrenden är enbart strax över god miljöstatus. Samtliga ägg från den senaste femårsperioden har halter av DDE och PCB som ligger under gränsen för att påverka havsörnens fortplantning.

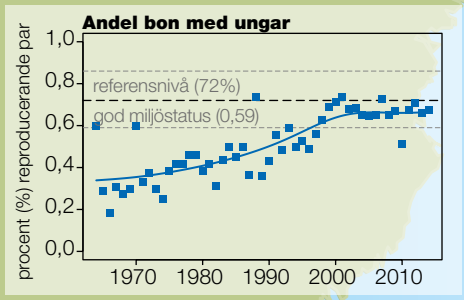
Bottenhavet

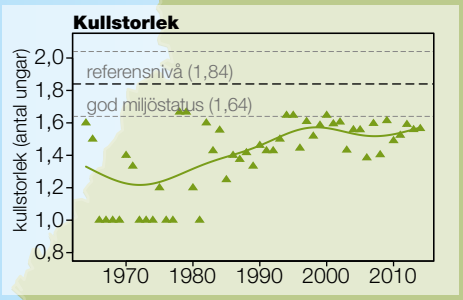
Trenderna i Bottenhavet liknar dem för norra Egentliga Östersjön och andelen reproducerande par är stabil. Den ökning i kullstorlek som syntes för Östersjön avtog

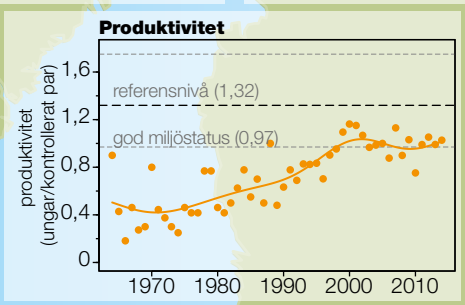
* Enligt HVMFS 2012:18, Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och miljökvalitetnormer.

HAVSÖRNENS REPRODUKTION 2014

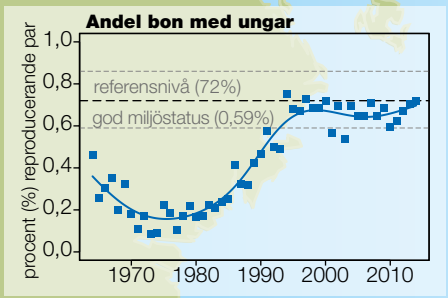
BOTTNISKA VIKEN

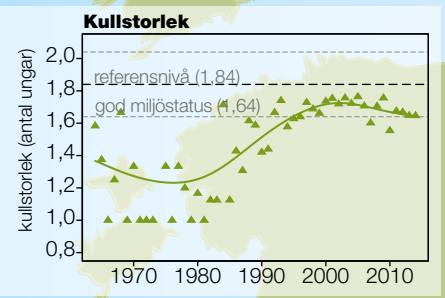






EGENTLIGA ÖSTERSJÖN



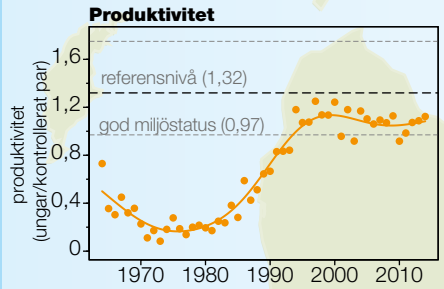


REPRODUKTIONSSTATUS hos havsörn i Bottniska viken och Egentliga Östersjön anges med tre mått.

Andel bon med ungar anger hur stor del av de aktiva paren som producerat ungar. Variabeln är baserad på alla kontrollerade par som haft ett aktivt bo under året. Till aktiva bon räknas bon som producerat ungar, misslyckade häckningar samt bon som byggts på och fodrats, men där ruvning inte verkar ha påbörjats. Referensnivån är baserad på tidsserier från revir från Östersjökusten t.o.m. 1953 (n = 53). Konfidensintervallet är baserat på binomialfördelningen.

Kullstorlek vilket avser genomsnittligt antal ungar per lyckad häckning. Endast bon som kontrollerats genom att klättra till boet, eller kontrollerats från ett träd i nivå med boet, ingår i statistiken eftersom kontroller från marknivå systematiskt underskattar den verkliga kullstorleken. Konfidensintervallet har skattats genom 10 000 slumpvisa prov på 25 kullar ur historiskt material från 1858-1950 (n=91) 3)

Produktivitet, som är antalet genomsnittliga antalet ungar per par, beräknat på alla kontrollerade par. Referensnivå med konfidensintervallet bygger på andelen reproducerande par och kullstorlek. För samtliga variabler är den lägre gränsen för 95%-konfidensintervall fastställda som lägsta värde för god miljöstatus.



Statistik: Trenderna i figuren är baserad på generaliserade additiva modeller. Årliga medelvärden för respektive variabel har använts vid estimering av parametrar. För variablerna kullstorlek och produktivitet har variansen i residualerna modellerats enligt normalfördelningen, och antalet kontrollerade par har använts som vikter. Andelen reproducerande par har modellerats som en binomial variabel. Analyserna har genomförts för två regioner, Egentliga Östersjön och Bottniska Viken.

I texten har Egentliga Östersjön delats upp i en nordlig (Södermanland och Stockholms län) och en sydlig del (Östergötland och söderut). På samma sätt har Bottniska viken delats in i två regioner. Bottenviken omfattar kusten i Västerbottens och Norrbottens län, medan Bottenhavet utgör kustområden från Uppsala län till Västernorrlands län.

dock tidigt i Bottenhavet och kullstorleken ligger stabilt på en lägre nivå än Östersjön och under nivån för god miljöstatus. Även produktiviteten är stabil, men detta område når alltså inte god miljöstatus eftersom kullstorleken ligger under det fastställda gränsvärdet.

I särskilt norra Bottenhavet (norra Hälsingland, Medelpad och Ångermanland) visar analyser av ägg kraftigt förhöjda halter av DDE och PCB i nivå med, eller rentav högre, än, 1970- och 1980-talen. Även andelen kullar med okläckta ägg har tidigare varit hög i norra Bottenhavet och den lägre kullstorleken i norra Bottenhavet beror med stor sannolikhet på miljögifter, åtminstone lokalt. Antalet honor som lagt ägg med höga miljögiftshalter eller med skalförändringar är dock lågt och därför går det inte att se några effekter av miljögifter på populationstillväxten, som alltjämt är positiv.

Bottenviken

I Bottenviken förekom endast enstaka häckningar före 1990-talet och här har häckningarna ökat under de senaste decennierna. Stickproven är relativt små jämfört med övriga regioner, på grund av de relativt sett få havsörnarna i Bottenviken jämfört med Östersjön och tidsserierna är osäkrare än övriga regioner, framför allt varierar andelen reproducerande par mycket. Kullstorleken är stabil, men under nivån för god miljöstatus. Från Bottenviken har det funnits få ägg att analysera och ytterst få de senaste fem åren. Det är därför svårt att dra några långtgående slutsatser om miljögifter påverkar reproduktionen hos havsörn i Bottenviken. Med tanke på hur det ser ut vid Bottenhavet med lokalt höga halter av miljögifter i havsörnsägg, är det ytterst viktigt att få in jämförande material även från Bottenviken.

Generellt sett är reproduktionen hos havsörn stabil längs Östersjökusten. Kullstorlekarna ligger i flera områden dock lägre än referensnivån, medan andelen reproducerande par i stort är jämförbar med referensnivån. Till viss del kan detta mönster förklaras av hög miljögiftsbelastning, men det är även tänkbart att det finns en nord-sydlig gradient i kullstorlek som beror på skiftande tillgång och kvalitet och på bytesdjur.

HAVSÖRNSBESTÅNDET I SVERIGE 2013

	Kontrollerade par	Andel reproduktiva par	Ungar per kull	Ungar per par
Östersjökusten	358	69%	1,62	1,06
Referensnivåer < 1954		72%	1,84	1,32
God miljöstatus		59%	1,64	0,97
Egentliga Östersjön	240	70%	1,65	1,09
Götaland	134	75%	1,61	1,16
Svealand	106	65%	1,71	1,00
Bottniska Viken	118	66%	1,56	0,99
Bottenhavet	77	62%	1,64	1,01
Bottenviken	41	73%	1,39	0,95
Inlandet i söder *	155	68%	1,63	1,07
Syd- & mellansverige				
Götaland	64	72%	1,68	1,16
Svealand & södra Norrland	91	65%	1,59	1,01
Inlandet i norr* Lappland & Norrbotten*	72	57%	1,17	0,67

HAVSÖRNSBESTÅNDET I SVERIGE 2014

	Kontrollerade par	Andel reproduktiva par	Ungar per kull	Ungar per par
Östersjökusten	363	71%	1,62	1,09
Referensnivåer < 1954		72%	1,84	1,32
God miljöstatus		59%	1,64	0,97
Egentliga Östersjön	252	72%	1,65	1,12
Götaland	145	73%	1,66	1,14
Svealand	107	70%	1,64	1,09
Bottniska Viken	111	68%	1,57	1,03
Bottenhavet	75	64%	1,59	0,99
Bottenviken	36	75%	1,52	1,11
Inlandet i söder *	153	76%	1,66	1,23
Syd- & mellansverige				
Götaland	65	78%	1,68	1,31
Svealand & södra Norrland	88	75%	1,64	1,17
Inlandet i norr * Lappland & Norrbotten	64	73%	1,27	0,92

Nya sårskador hos säl
– koppling till kemiska stridsmedel?

CHARLOTTA MORAEUS & BRITT-MARIE BÄCKLIN, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET,
ALEKSIJA NEIMANIS, STATENS VETERINÄRMEDICINSKA ANSTALT / ANDERS ÖSTIN, TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Sedan hösten 2011 har forskare vid Naturhistoriska riksmuseet sett en ny typ av hudförändringar hos sälar från Östersjön. Sårskador i hud framför allt runt ögon, öron och nos samt slemhinnor i munnen upptäcktes först hos gråsälar. Efter att ha uteslutit infektioner som bakomliggande orsak till skadorna ställde sig forskarna frågan om sälarna kan ha varit i kontakt med dumpade kemiska stridsmedel. Totalförsvarets forskningsinstitut har nu analyserat prover för att undersöka detta. Man har inte funnit några spår av varken senapsgas eller tillsatser av arsenikbaserade tårgaser i proverna, men man kan inte helt utesluta att det ändå kan finnas en koppling.

Undersökningar av hälsotillståndet hos alla tre svenska sälarter inleddes på 1970-talet. Varje år obduceras cirka 80 hela sälar från Östersjön på Naturhistoriska riksmuseet. De flesta är bifångade i fiskeredskap men ett mindre antal färska, döda sälar som hittas på stränder tas också in för undersökning.

Mellan 2011-2015 har det hos drygt 50 sälar upptäckts en ny typ av hudförändring, i huvudsak hos gråsäl, men även hos vikare och knubbsäl. I efterhand har liknande skador observerats på foton hos 15 gråsälar undersökta mellan 2005-2009. Förändringarna består av sårskador i huden runt ögonen och avsaknad av pigment längs kanten av ögonlocken. Förändringarna har likheter med frys- eller brännskador på hud. Hos vissa individer har päls saknats eller varit tunn runt ögonen. Även sår vid öronen har observerats och i huden där morrhåren sitter. Enstaka sälar har även haft skador på slemhinnan i matstrupen och munhålan. Förutom skador på huvudet har några sälar också haft sår i huden på fram-och bakfötter, hudförändringar på kroppen samt sår runt anus. Om dessa hudförändringar hänger ihop med skadorna i huvudregionen är ännu inte känt.

Inga infektioner eller inflammationer

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) har gjort bakteriologiska analyser men inte hittat några bakterier som kan förkla-

Efter andra världskriget lastade segrarmakterna beslagtagna tyska kemiska vapen på utrangerade tyska båtar som sänktes i havet. Bilderna visar lastning av tunnor och bomber med senapsgas. Skeppet sänktes utanför Norge med 2 800 ton kemiska vapen. Utöver senapsgas dumpades nervgaser, kräkämnen och tårgaser.

Bilder ur: European Disposal Operations: The Sea Disposal of Chemical Weapons av Lindsey Arison III

Ögon som i varierande grad saknar pigmenterad hud runt ögat. I bilden längst upp till vänster visar en normal förekomst av pigmenterad hud runt ögat. Bilderna är tagna av insamlade sälar från Östersjön.

En tvåårig gråsälshane bifångad i fiskeredskap i Kalmar-län som kom till Naturhistoriska riksmuseet för undersökning 2011. Runt ögat saknas det yttersta svartpigmenterade hudlagret.

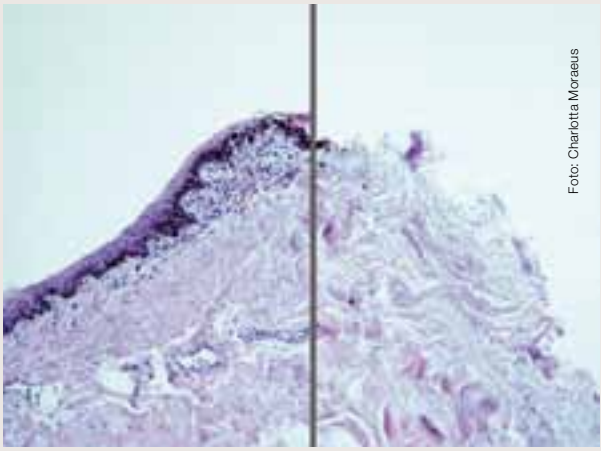


Foto: Charlotta Moraeus

En histologisk bild på samma ögonlock. En histologisk bild av ögonlocket hos gråsälen på fotot till vänster. Till vänster i bilden är det yttersta hudlagret kvar medan det saknas till höger i bilden.

ra förändringarna. Vid mikroskopisk undersökning av sårskadorna såg man att ytterhuden saknades men att den skadade huden inte uppvisade några tecken till inflammation eller reparation.

Sårskadorna har bedömts vara måttliga till kraftiga hos hälften av sälarna med förändringar. Av de sårskadade sälarna var majoriteten bifångster från fiske. Av de sälar som inte dog genom drunkning i redskap var två avlivade i redskap, ytterligare tre var funna döda på stränder varav två hade blivit skjutna. 90 procent av sälarna med sårskador inkom under månaderna augusti till januari vilket är den period då flest sälar normalt inkommer till museet.

Sälarna har skickats in från samtliga Östersjökustlän, från Skåne till Norrbotten, men med flest sälar från Kalmar län. Under senare tid är det också från detta område som riksmuseet totalt fått in flest bifångade sälar. Samtliga tre sälarter finns representerade men merparten, 70 procent, av sälarna med sårskador utgörs av gråsäl. Om samma typ av hudförändringar finns hos säl på västkusten är okänt. Eftersom riksmuseets resurser är begränsade har mycket få hela sälar från Skagerrak och Kattegatt tagits in för undersökning.

När tecken på infektion inte hittats, ställde sig forskarna frågan om de upptäckta sårskadorna skulle kunna ha en koppling till de kemiska vapen som dumpades i Östersjön efter andra världskriget.

Kemiska vapen dumpades i havet

Under första världskriget utvecklades kemiska vapen som en integrerad del av skyttegravskriget. Trots att man under mellankrigstiden enades i Nationernas förbund om att förbjuda användning av kemiska vapen så utvecklades sådana i syfte att slå ner uppror, främst i asiatiska och afrikanska kolonier. Vid andra världskrigets utbrott fanns stora mängder kemiska vapen i lager och produktionen intensifierades i princip under hela kriget. Striderna under andra världskriget bedrevs i sådana former att dessa vapen inte kom till användning, med undantag av strider i Etiopien och Kina där det mer handlade om kolonialmaktskontroll än krig. Segrarmakterna beslagtog stora lager av olika stridsmedel från det kapitulerade Tyskland. Efter att ha skeppat användbara vapen till kvarvarande fronter och experimenterat med olika former för destruktion blev dumpning i havet den dominerade metoden för att bli av med dessa stridsmedel. Totalt dumpades mer än 200 000 ton kemiska vapen i Skagerrak och Östersjön innehållande främst senapsgas med arsenikbaserade tårgaser och kräkämnen. Till och med hela skepp som lastats med bomber innehållande senapsgas sänktes på västkusten. Tanken var att behållarna med tiden skulle rosta sönder och då de kemiska stridsmedlen kom i kontakt med havsvattnet skulle de omvandlas till ofarliga ämnen.

Stridsmedlen fara för dagens fiskare

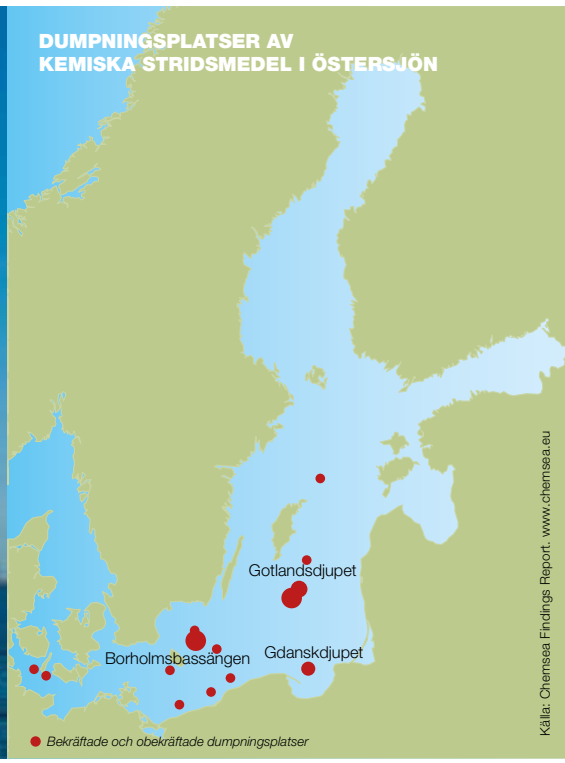
Det gick dock inte som man tänkt. Så småningom rostade stålhöljen bort från dumpade bomber men under denna process så löstes inte de kemiska stridsmedlen upp och förstördes av havet som man trott. Stridsmedel som senapsgas bildar istället ett skyddande skal, av polymeriserad senapsgas som skyddar mot fortsatt nedbrytning. Ett visst läckage sker dock, det visar de nedbrytningsprodukter som nu kan mätas i omgivande bottensediment. De klumpar av senapsgas som bildas utgör en påtaglig fara för fiskare som bottentrålar nära dumpningsområdena, eftersom senapsgas kan fastna i trålen och följa med upp till ytan och orsaka hudskador. Dumpad ammunition innehåller sprängmedel och här finns även risk för explosion.

Sälar kan söka föda på dumpningsplatser

I Östersjön finns tre välkända dumpningsplatser där omkring 50 000 ton kemiska

50 000 ton kemiska stridsmedel dumpades under andra världskriget vid Gotlandsdjupet, Bornholmsdjupet och söder om Lilla Bält. Områdena är utmärkta på sjökort och här råder generellt fiskeförbud. Men gråsälar kan utan problem dyka till dessa Östersjöns djupaste delar.

Foto: CarinaFoto/Shutterstock



stridsmedel dumpades under andra världskriget. Dumpningsplatserna vid Gotlandsdjupet, Bornholmsdjupet och söder om Lilla Bält är utmärkta på sjökort och här råder generellt fiskeförbud. Gråsälar kan utan problem dyka till dessa Östersjöns djupaste delar. Sälar är utrustade med känsliga morrhår som gör att de kan söka föda i totalt mörker genom att känna fiskars vibrationer. Att det råder fiskeförbud vid dumpningsplatserna skulle kunna bidra till att dessa områden dessutom fungerar som marina reservat för fisken och ett middagsbord för sälen. En teori har därför varit att sälarna skulle födosöka längs botten och i bottensedimentet, och på så sätt exponeras för hudskadande kemiska ämnen. Senapsgas, som egentligen är en kletig vätska, är en reaktiv förening som leder till symptom som i princip kan beskrivas som kemiskt orsakade brännsår. Dess verkan vid hudkontakt kan i vissa fall märkas först efter 6-10 timmar och är då mer skadande än dödlig.

Kemiska analyser på FOI

Vilken typ av ämnen det skulle kunna röra sig om kan inte fastställas enbart utifrån hudskadornas utseende utan kräver kemisk analys. Metoderna med stridsgas utvecklades under Iran-Irak kriget, och därigenom vet vi från undersökningar av människor vilka nedbrytningsprodukter av senapsgas som kan återfinnas i urin och blod. Vidare finns kunskap om hur senapsgas kan bindas av kroppsegna ämnen och hur detta kan analyseras. Enligt Konventionen om förbud mot kemiska vapen är det säkrast att provta inom en vecka efter exponering för att lyckas spåra nedbrytningsprodukter, medan inbunden senapsgas samt vissa kända nedbrytningsrester normalt kan upptäckas om provtagningen skett inom en månad efter exponeringen. I fallet med sälarna har vi inte kontroll på tiden från eventuell exponering tills att sälen påträffats död, vilket i sammanhanget innebär en stor osäkerhetsfaktor.

Två undersökningar utfördes under 2014 och 2015 på FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, som är det enda laboratoriet i Sverige som utför analyser av kemiska stridsmedel. Blod och urin från sårskadade sälar samt hud, morrhår och maginnehåll utgjorde de provuppsättningar som analyserades för att se om det var möjligt att isolera senapsgasrelaterade ämnen.

Genom analyserna har varken senapsgas eller de tillsatser av arsenikbaserade tårgaser som finns i de dumpade bomberna kunnat påvisas. En koppling mellan stridsmedel och observerade skador på säl kanske ändå inte helt kan uteslutas, på grund av de osäkerheter som finns i tiden mellan exponering och provtagning samt det osäkra antagandet att erfarenheter från människor direkt kan överföras till sälar. Det krävs ytterligare utveckling av analysmetodiken för att helt kunna avfärda påverkan från kemiska stridsmedel som orsak till sälarnas sårskador. Vidare skulle skadorna kunna bero på effekter av för oss ännu okända ämnen.

I Västerhavet och Östersjön dumpades kemiska stridsmedel för nära 70 år sedan. Verksamheter på havsbotten i form av trålning, byggnation eller rotande efter föda kan medföra en fara för skador på såväl människa som havslevande djur i dessa områden. Frågan om effekter av dumpat materials påverkan på levande organismer i omgivningen är aktuell också i ett bredare perspektiv. Metoder för miljöriskbedömningar och saneringar av vrak från bunkerolja och farlig last är under utveckling inom hela Östersjöregionen.

Sälpopulationer och sälhälsa

Britt-Marie Bäcklin, Charlotta Moraeus, Annika Strömberg, Olle Karlsson & Tero Härkönen, Naturhistoriska riksmuseet

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. 126.

SAMTLIGA SÄLBESTÅND I SVENSKA VATTEN VÄXER, men tillväxten skiljer sig åt mellan de olika arterna. I Bottenhavet ökar beståndet av vikaresäl med 4,5 procent per år, vilket är mindre än artens maximala tillväxthastighet som är nära 10 procent De senaste två årens räkningar av vikare är inte jämförbara med den tidigare tidsserien då isen smälte betydligt tidigare under de två senaste åren. Antalet vikaresälar som ligger ovan havsytan på is eller land och därmed kan räknas, fördubblas när istäcket smälter samman. I Östersjön fortsätter antalet gråsälar att växa med cirka 8 procent per år. Många tidigare upptäckta sjukliga förändringar hos gråsäl har minskat. Dock har ett minskande späcklager hos gråsäl observerats under 2000-talet och förekomst av hudskador och leverparasiter har ökat. Populationen av knubbsäl i Kalmarsund ökar med 9 procent per år och antalet kolonier ökar. För knubbsälspopulationerna i Skagerrak och Kattegatt är tillväxthastigheten 9 respektive 6,5 procent per år.

Knubbsäl

Från och med i år kommer populationsdata från knubbsäl att rapporteras som trimmade medelvärden, det vill säga genomsnittet av de två högsta årliga räkningarna anges för varje år. Detta då analyser visat att trimmade medelvärden bättre avspeglar tillväxthastigheten i sälstammarna. Populationerna av knubbsäl i Skagerrak och Kattegatt ska också ses som skilda bestånd då genetiska analyser visar att endast få individer utväxlas mellan dem. I Skagerrak-populationen ingår sälarna i yttre Oslofjorden (Norge), medan knubbsälarna i Kattegatt är spridda på danska och svenska lokaler, varför denna population är gemensam för Sverige och Danmark.

Tillväxthastigheten i båda bestånden var 12 procent per år mellan 1978 och 2002, förutom under de två epidemierna 1988 och 2002, då nära hälften av bestånden dog vid båda tillfällena. Efter 2002 har tillväxthastigheten minskat till cirka 9 procent per år i Skagerrak och 6,5 procent i Kattegatt. Under 2014 drabbades knubbsälarna av en epidemi av fågelinfluensa (H10N7) där nära 700 sälar drev iland i Sverige och Danmark. I flygräkningsresultaten antyds att särskilt Kattegatt blev drabbat då färre antal sälar räknades under inventeringarna på samtliga lokaler i både danska och svenska vatten. Analyser av blodserum från knubbsälar provtagna under senhösten visade att nära 75 procent av dem hade antikroppar mot viruset H10N7, vilket visar att de flesta av de infekterade djuren överlevde. Sjukdomen spreds sedan vidare till Nordsjökusten där flera tusen sälar dog.

Kalmarsund-populationen har ökat stadigt med 9 procent per år sedan mitten av 1970-talet. Denna population har inte drabbats av de epidemier som starkt decimerat övriga bestånd efter Europas fastland samt Brittiska öarna, troligen beroende på att de har mycket begränsad kontakt med dessa. Beståndet har ökat sin utbredning och finns i begränsat antal vid södra och östra Öland.

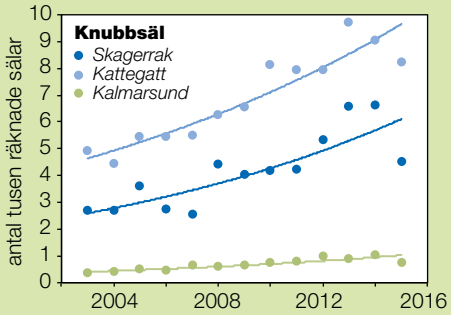
Vikaresäl

Vikaresälen i Bottniska viken har sedan 1988 inventerats genom linjetaxering (ett stickprov mellan två parallella 800 m breda linjer) på den is som fortfarande finns kvar under senare hälften av april, den tid då vikaresälar byter päls. Under år med relativt intakt is har en liknande andel av sälarna befunnit sig på isen, där revirhävdande vuxna djur håller yngre sälar borta. Antalet räknade sälar ökade från cirka 2 000 under 1988 till nära 8 000 under 2013, vilket ger en tillväxthastighet på 4,5 procent. Under 2014 och 2015 hade en stor del av isen smält vid inventeringstillfället och vuxna djur hade givit upp sina vinterrevir. Detta ledde troligtvis till att den kvarvarande isen utnyttjades även av andra ålderskategorier för pälsbyte, varvid antalet uppeliggande djur som befanns ligga

Under 2014 drabbades knubbsälarna i Skagerrak och Kattegatt av en epidemi av fågelinfluensa där nära 700 sälar drev iland i Sverige och Danmark.

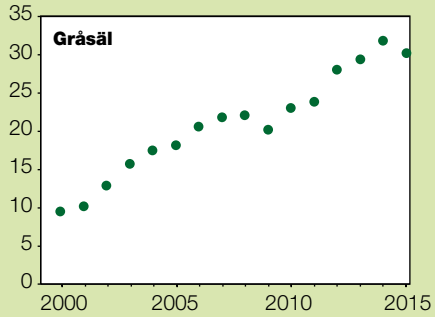
Foto: Erik Isselee/Shutterstock

POPULATIONSUTVECKLING

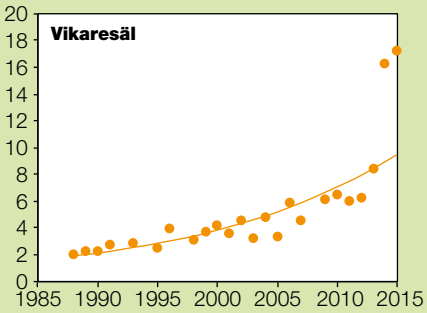


Knubbsälpopulationerna i Kattegatt och Skagerrak ökade med 12 procent per år både före och efter epidemin 1988, då hälften av sälarna dog. Efter den andra epidemin 2002 dog omkring 30 procent av sälarna i Kattegatt medan dödligheten var nära 60 procent i Skagerrak. Efter 2002 har tillväxthastigheten 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.

För en längre tidsserie med antalet räknade knubbsälar, se tidigare Havet-rapporter.



Det totala antalet gråsälar Östersjön ökar med cirka 8 procent årligen sedan 2000, då koordinerade räkningar infördes i länderna kring Östersjön



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

på isen ökade dramatiskt under 2014 och 2015 till cirka17 000 djur. Dessa senare data är därför inte jämförbara med den tidigare tidsserien, men visar att det sanna antalet vikaresälar är betydligt fler än vad tidigare data angett.

Gråsäl

Gråsälar i Östersjön rör sig över stora områden och tillhör därför samma förvaltningsenhet. Inventeringarna av gråsäl i Östersjön samordnas därför sedan 2000 med finska, estniska, ryska och danska myndigheter för att kunna ge en indikation på utvecklingen för Östersjöns gråsälspopulation som helhet. Huvuddelen av inventeringarna sker från luften och sälskären fotograferas och antalet sälar på bilderna räknas. I Bottenviken och runt Gotland sker räkningarna fortfarande främst från båt eller land. Antalet räknade gråsälar är inte det samma som det totala antalet individer i Östersjön. Även om merparten av sälarna ligger på skär och grynnor under pälsbytet kommer vissa individer att byta päls innan eller efter räkningsperioden och kommer därför inte kunna räknas på bådorna. Dock ger inventeringen ett bra mått på populationens tillväxt som är fortsatt stabil och ökar med cirka 8 procent årligen under perioden 2000-2014. Figuren beskriver utvecklingen för det totala antalet räknade gråsälar i Östersjön 2000–2014.

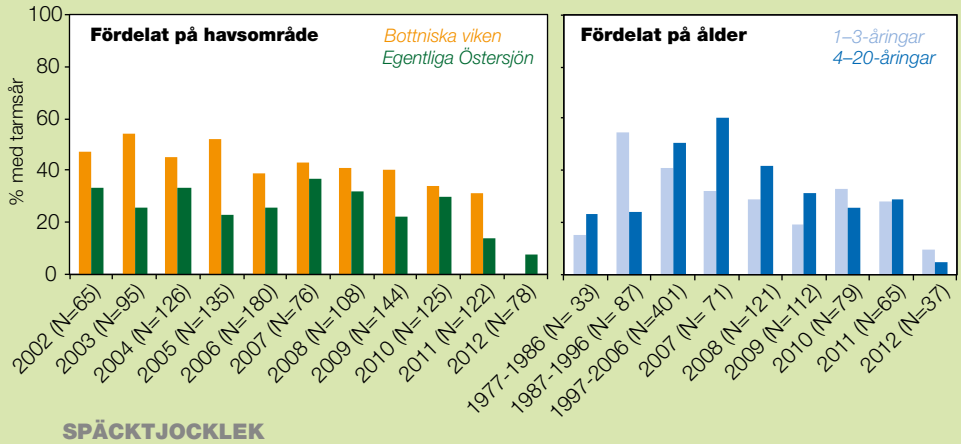
Sälhälsa

Hos gråsälen upptäcktes många sjukliga förändringar under 1970-talet. Hos både vikare och gråsäl påvisades sammanväxningar och förträngningar i livmoderhornen, ofta med sterilitet som följd. Hos gråsäl i Östersjön noterades dessutom livmodertumörer, skador i hud, klor, blodkärl, skelett, tarmar, binjurar och njurar. Denna sjukdomsbild har inte rapporterats från några sälpopulationer utanför Östersjön. Den höga förekomsten av gråsälens livmoderförändringar under 1970-talet och minskningen under 1990-talet följer trenderna av de persistenta organiska miljögifterna PCB och DDT i Östersjön. Likaså har livstidsexponeringen för PCB visat samband till förekomst av livmodertumörer hos gråsäl. Halter av PCB och DDT i Östersjön minskar långsamt och

Antalet gråsälar i Östersjön fortsätter växa med cirka 8 procent per år, men under 2000-talet har ett ett minskande späcklager observerats hos gråsälarna och förekomst av hudskador och leverparasiter har ökat.

Foto: Otto Maasikas/Shutterstock

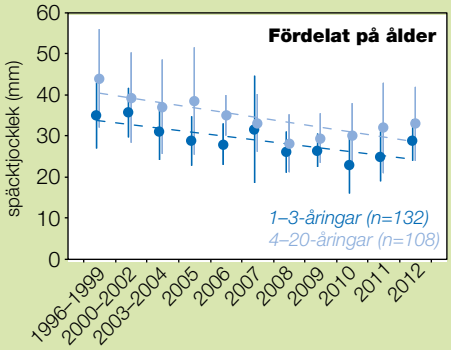
TARMSÅR HOS GRÅSÄLAR



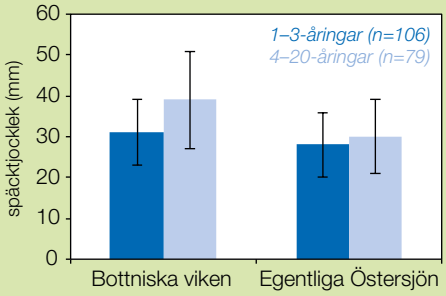
I figuren som redovisar tarmsår fördelat på havsområde är alla undersökta gråsälar 0-40 år inkluderade. En ökning av gråsälar med tarmsår observerades först bland yngre och senare hos de äldre. Gråsäl från Bottniska viken uppvisar genom hela tidsserien en högre frekvens av tarmsår.

Trenden är nedåtgående för unga sälar efter 1996 och för äldre efter 2007.

SPÄCKTJOCKLEK



Under 2000-talet har medelspäcktjockleken hos bifångade gråsälshanar och unga honor i Östersjön minskat signifikant och fortsätter att vara tunt. Endast sälar från augusti till februari är inkluderade, det vill säga då de är som fetast på året.



Sammantaget är medelvärdet på späcktjockleken signifikant lägre hos 4-20 åriga hanar i Egentliga Östersjön jämfört med Bottniska viken. Figuren bygger på alla undersökta bifångade 1-3-åriga honor och hanar och 4-20-åriga hanar mellan 2000 och 2014.

sedan 1990-talet har andelen dräktiga gråsälshonor ökat och sammanväxningar i gråsälens livmoder har inte observerats efter 1993, däremot sågs förändringen senast 2011 hos vikare.

Till skillnad från de flesta andra sjukliga förändringar så ökade förekomsten av tarmsår i grovtarmen hos 1-3-åriga gråsälar under åren 1987-1996 och även hos 4–20-åriga gråsälar under åren 1997–2007. Därefter har andelen gråsälar med tarmsår minskat. I Bottniska viken förekommer tarmsår i en högre frekvens jämfört med Egentliga Östersjön. Tarmsår ses oftast i grovtarmen men förekommer även i slutet av tunntarmen och blindtarmen. Såren uppstår möjligen av en infektion av hakmaskparasiter (*Corynosoma* sp.). Parasiterna kan orsaka små slemhinnesår, vilka kan förstoras och bli djupgående i tarmväggen. Tarmsåren kan även genomborra tarmväggen och resultera i bukhinneinflammation och dödsfall. Hos undersökt gråsäl noteras att tarmsårsförekomsten 2013/2014 har minskat och nu finns hos 20 procent av gråsälarna i Bottniska viken och hos 10 procent av gråsälarna i Egentliga Östersjön. Orsaken till tarmsåren är inte känd men en hypotes är att förmågan att läka är försämrad hos gråsälarna, eventuellt till följd av miljögifter.

I början av 2000-talet sågs en minskande späcktjocklek hos gråsäl och späcktjockleken är fortsatt något tunn. Sammantaget under 2000-talet så har i Egentliga Östersjön 4–20-åriga undersökta gråsälshanar signifikant tunnare späcktjocklek jämfört med samma åldersgrupp i Bottniska viken.

Under 2014 drabbades knubbsälar på Västkusten av ett fågelinfluensavirus, H10N7, som medförde ökad dödlighet (se avsnittet Knubbsäl).

Hos alla tre sälarter men framför allt hos gråsäl har hudsår, tunnhårighet och förlust av pigment på ögonlock noterats sedan 2011. Pigmentförlust på ögonlock har även i efterhand observerats på foton från 2005. Under 2013/2014 observerades fortfarande hudförändringarna, men orsaken är ännu okänd (se vidstående artikel).

Förekomsten av leverparasiten *Pseudamphistomum truncatum* noterades öka hos gråsäl 2008 och är fortsatt hög. Leverparasiten har visat sig kunna orsaka allvarliga lever- och gallgångsinflammationer hos gråsäl och andra fiskätande däggdjur.

FAKTA OM NATIONELL MARIN MILJÖ-ÖVERVAKNING

Belastning på havet
Fria vattenmassan
Vegetationsklädda bottnar
Makrofauna mjukbotten
Metaller och organiska miljögifter
Kustfisk
Utsjöfisk
Embryonalutveckling hos vitmärla
Säl och havsörn

Foto: BMJ/Shutterstock

Fakta om nationell marin miljö-övervakning

Miljöövervakningsprogrammet för Kust och hav samordnas till största delen av Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Ansvaret för övervakning av metaller och organiska miljögifter samt deras effekter ligger 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 Hjerpe/Shutterstock

BELASTNING PÅ HAVET

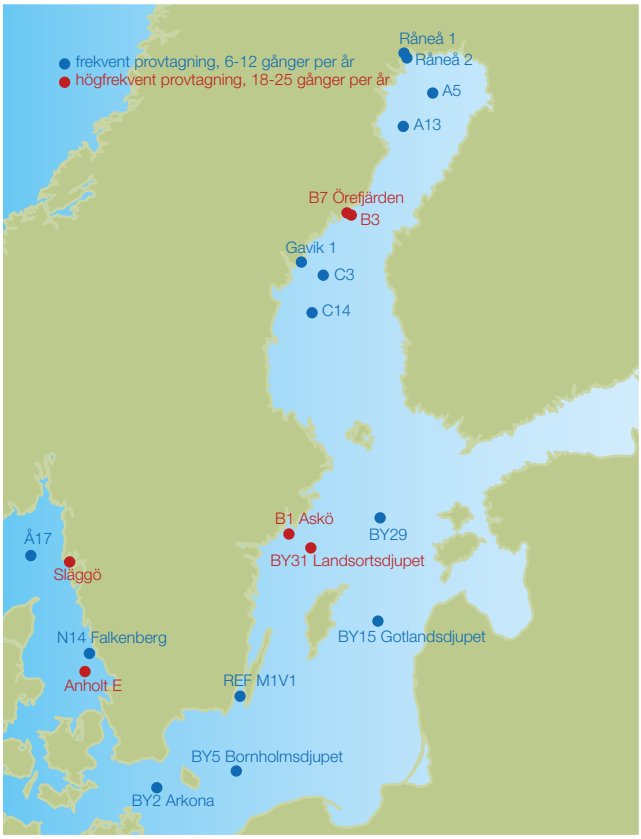
Övervakningen av den svenska belastningen av ett flertal ämnen har i dess nuvarande form pågått i ett 40-tal år. Antalet vattendrag och därigenom den yta som täcks av övervakningen har successivt ökat, men är sedan mitten av 1980-talet förhållandevis oförändrad. Nytt för programmet från och med 2007 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 85–90 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

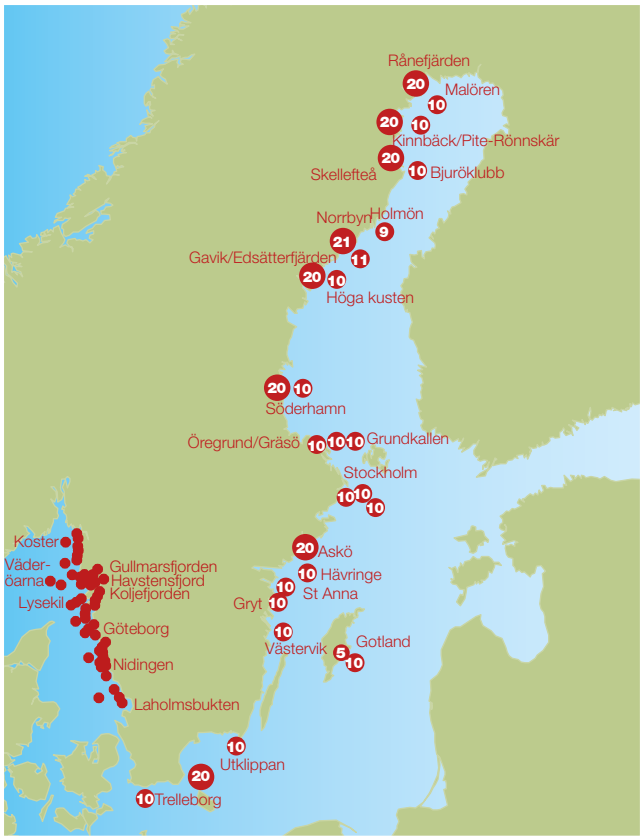
Övervakning av makrovegetation sker en gång per år under september-oktober i sex områden utmed den svenska kusten: Gullmaren i Skagerrak, Onsalahalvön i norra Kattegatt, Blekinge skärgård i södra Östersjön, Gotland i centrala Östersjön, Asköområdet i norra Östersjön och Höga kusten i Bottenhavet. I varje 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.

Fältmetodiken 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 makroskopiska ryggradslösa djur som lever i sediment sker under perioden april-juni. Bottenprovet tas med en 0,1 m^2 bottenhuggare och utgörs av material som fastnar i ett 1 mm såll. För varje prov bestäms mångfalden (antal taxa), antal individer och våtvikt för varje taxon. Baserat på antal individer, mångfalden och djurens känslighetsvärden beräknas ett index, BQI (Benthic Quality Index), som ligger till grund för bedömningen av vattenförekomstens ekologiska status och bedömningsområdens miljöstatus.

I Bottniska viken är Umeå marina forskningscentrum vid Umeå universitet utförare av det gemensamma delprogrammet på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelserna i Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg och Uppsala län.

I Egentliga Östersjön utförs utsjöprovtagning av Stockholms universitet, vilken kompletteras av kustprovtagning av Stockholms universitet och Linneuniversitetet. Det gemensamma delprogrammet i Egentliga Östersjön är på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelserna i Stockholm, Södermanland, Östergötland, Gotland.

I Västerhavet är Göteborgs universitet utförare och ansvarig för samordning på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten, länsstyrelsen i Västra Götaland och Bohuskustens vattenvårdsförbund.

I utvärderingen ingår också resultat från undersökningar i marina skyddade områden för att undersöka marina värden samt så långt som möjligt resultat från kontrollprogram som utförs av de nationella och regionala utförarna eller rapporterats till datavärden.

SMHI är regional och nationell datavärd.

METALLER OCH ORGANISKA MILJÖGIFTER

Metaller och organiska miljögifter i marin biota

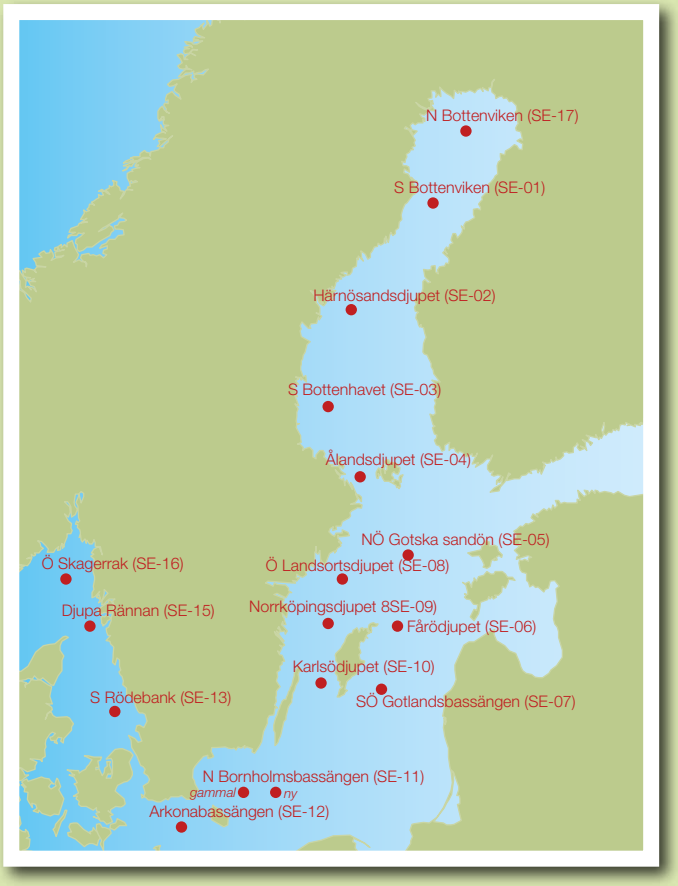
Årliga mätningar av metaller och organiska miljögifter görs i fisk (sill/strömming, abborre, torsk, tånglake), blåmussla, sillgrissleägg och ägg från strandskata samt fisktärna. Dessutom samlas material in och lagras nedfryst i en provbank. Syftet är att uppskatta nivåer, variationer och förändringar över tid av olika metaller och organiska miljögifter i den marina miljön. 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, bromerade 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 bland annat Helcom, Ospar och EU.

IVL är nationell datavärd.



Metaller och organiska miljögifter i sediment

Sediment i områden där vågrörelser och strömmar inte påverkar bottnen 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-sjätte år, vilket är ett tillräckligt långt tidsintervall för att ett nytt översta sedimentskikt om minst 1 centimeter ska ha hunnit bildas. Tidsintervallet passar också in i vattenförvaltingscykeln. Provtagningsomgång nummer två genomfördes 2008 och den tredje under 2014.

Övervakningen omfattade från starten 68 grundämnen och 66 organiska miljögifter. Under 2008 samordnades provtagningen med en engångsinsats för screening av antifoulingämnena Irgarol 1051 och Isotiazolin i sediment. Antifoulingämnen används i båtbottenfärger för att förhindra oönskad påväxt på skrovet. Inför provtagningsomgången 2014 reviderades listan på organiska parametrar för att bättre fånga upp de miljögifter som är av intresse idag. 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. En klassning av miljökvalitet görs enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav.

SGU är nationell datavärd.

Biologiska effekter av organiska tennföreningar

Tributyltenn (TBT) tillhör gruppen organiska tennföreningar och har använts i båtbottenfärger 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 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 traditionell miljöövervakning med ekosystemperspektiv.

I Västerhavet görs årligen två IBTS expeditioner (International Bottom Trawl Survey). Expeditionen i kvartal ett har som syfte att försöka uppskatta mängden ettåriga fiskar bland ett flertal kommersiella arter. Främsta syftet med expeditionen i kvartale tre är att få en uppfattning om olika fiskars beståndsutveckling samt årets rekrytering (den mängd fisk som når fiskbar storlek). I samarbete med SMHI bestäms också ett antal olika hydrografiparametrar, från ytan till botten, som till exempel visar ner till vilka djup som syrgaskoncentrationen är tillräckligt hög för att torsk ska uppehålla sig i vattnet. Resultaten presenteras i SMHI:s expeditionsrapporter.

I Östersjön görs årligen två BITS expeditioner (Baltic International Trawl Survey) 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 Östersjön utförs även varje höst en akustisk undersökning kallad BIAS, Baltic International Acoustic Survey. Syftet är att uppskatta mängden pelagisk fisk, i första hand sill och skarpsill. Även denna expedition görs i samarbete med SMHI.

För att klarlägga torskens individtillväxt och flyttmönster kommer ett märkningsprogram för torsk i Östersjön drivas under 2016-2018. Forskarna kommer märka ett stort antal fiskar av olika storlekar. En del av de märkta fiskarna kommer sedan fångas av fisket och man kan då se hur stor tillväxten har varit och hur de flyttat sig under sin fria tid i havet.

Utöver provtagning av bestånden utför SLU Aqua, Havsfiskelaboratoriet, också provtagning ombord för att längdmäta fiskar i fångst och utkast. Dessutom görs könsmognads- och åldersanalyser på stickprov av fiskarna. I skattningen av hur mycket fisk som finns och hur mycket som kan tas ut ur beståndet används bland annat fångstdata, åldersuppdelade undersökningsdata och antaganden om naturlig dödlighet. Fritidsfiskets fångster finns inte med i beståndsuppskattningen trots att fritidsfiske efter torsk är stort i vissa områden och kan ha en betydande påverkan på bestånden.

Beståndsuppskattning

ICES gör beståndsuppskattningar och ger råd om hur mycket fisk man på biologiskt hållbara 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 sitt vandringsmönster behandlas tillsammans med vårlekande sill i Kattegatt och Skagerrak, samt ett höstlekande bestånd i Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt.

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

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. Det förekommer dock en omfattande migration mellan östra och västra beståndet.

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

Nytt stationsnät i reviderat program 2012. De olika stationerna har delats in i tio nya regioner för att lättare kunna bedöma skillnader i missbildningar och skador.

EMBRYONALUTVECKLING HOS VITMÄRLA

Sedan 1994 studeras reproduktionen hos de båda sedimentlevande vitmärlearterna *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 bottenskrapa 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: Olle Karlsson

Foto: Kaido Kärner/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 marin infrastruktur
www.loven.gu.se
tel: 031-786 96 21
e-post: martin.larsvik@loven.gu.se

Centrum för hav och samhälle
Göteborgs universitet
www.havochsamhalle.gu.se
e-post: info@havochsamhalle.gu.se

SLU
Institutionen för akvatiska resurser
Institutionen för vatten och miljö
www.slu.se
tel: 018-67 10 00
e-post:registrator@slu.se

SMHI
www.smhi.se
tel: 011-495 80 00
e-post: smhi@smhi.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: 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
Länsstyrelsen i Gävleborg
Veronica Lundgren
tel: 010-225 12 44
e-post: veronica.lundgren@lansstyrelsen.se

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

Länsstyrelsen Stockholm
Christina Berglind
tel: 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

REGIONALA VATTENMILJÖMYNDIGHETER / WWW.VATTENMYNDIGHETERNA.SE

Bottenviken
Malin Kronholm
tel: 010-225 53 37
e-post: malin.kronholm@lansstyrelsen.se

Bottenhavet
Emanuel Nandorf
tel: 0611-34 90 59
e-post: emanuel.nandorf@lansstyrelsen.se

Norra Östersjön
Martin Larsson
tel: 010-224 93 97
e-post: martin.h.larsson@lansstyrelsen.se

Södra Östersjön
Lennart J Johansson
tel: 010-223 84 74
e-post: lennart.j.johansson@lansstyrelsen.se

Västerhavet
Hanna-Mari Pekkarinen Rieppo
tel: 010-224 48 45
e-post: hanna-mari.pekkarinen.rieppo @lansstyrelsen.se

KONTAKTPERSONER ARTIKLAR I HAVET 2015 / 2016, UTOM PROGRAMANSVARIGA:

Havsmiljöinstitutet
Eva-Lotta Sundblad
e-post: eva-lotta.sundblad@havsmiljoinstitutet.se
Anders Grimvall
e-post: anders.grimvall@havsmiljoinstitutet.se

Havs- och vattenmyndigheten
Elin Renborg (slutat)
Karl Norling. e-post: karl.norling@havochvatten.se

Göteborgs universitet
Martin Hassellöv. e-post: martin.hassellov@gu.se
Niklas Hanson.
e-post: niklas.hanson@bioenv.gu.se
Åke Larsson. e-post: ake.larsson@bioenv.gu.se

Umeå universitet
Agneta Andersson.
e-post: agneta.andersson@umu.se
Johan Wikner. e-post: johan.wikner@umu.se

Sveriges lantbruksuniversitet SLU
Lena Bergström. e-post: lena.bergstrom@slu.se
Karl Lundström. e-post: karl.lundstrom@slu.se
Andreas Sundelöf.
e-post: andreas.sundelof@slu.se
Ylva Ericsson. e-post: ylva.ericsson@slu.se
Joakim Hjelm. e-post: joakim.hjelm@slu.se

SMHI
Karin Borenäs
karin.borenas@smhi.se
Lars Andersson. e-post: lars.andersson@smhi.se
Jörgen Öberg. e-post: jorgen.oberg@smhi.se

Stockholms universitet
Martin Gullström. e-post: martin.gullstrom@su.se
Agnes Karlson. e-post: agnes.karlson@aces.su.se

Naturhistoriska riksmuseet
Charlotta Moraeus.
e-post: charlotta.moraeus@nrm.se
Suzanne Faxneld.
e-post: suzanne.faxneld@nrm.se

KONTAKTPERSONER FÖR MILJÖÖVERVAKNINGEN

Programområde Kust och Hav

Gunilla Ejdung
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 62 88
e-post: gunilla.ejdung@havochvatten.se

Karl Norling
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 61 38
e-post: karl.norling@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
Jörgen Öberg
Havsmiljöenheten, myndighetsuppdrag SMHI
tel: 031- 751 89 93
e-post: jorgen.oberg@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@umu.se

Norra Egentliga Östersjön
Jakob Walve
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 17 30
e-post: jakob.walve@su.se

Västerhavet och Egentliga Östersjön
Martin Hansson
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 57
e-post: martin.hansson@smhi.se

Primärproduktion Släggö
Peter Tiselius
Inst. för biologi och miljövetenskap Kristineberg,
Göteborgs universitet
45178 Fiskebäckskil
tel: 031-786 95 39
e-post: peter.tiselius@gu.se

Växtplankton

Bottniska viken
Chatarina Karlsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
090-786 79 85
e-post: chatarina.karlsson@umu.se

Egentliga Östersjön
Helena Höglander
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@umu.se

Egentliga Östersjön
Elena Gorokhova
Inst. för miljövetenskap och analytisk kemi
Stockholms universitet
tel: 08-674 73 41
e-post: elena.gorokhova@aces.su.se

Västerhavet
Marie Johansen
Samhälle och säkerhet, myndighetsuppdrag
SMHI
tel: 031-751 89 72
e-post: marie.johansen@smhi.se

Vegetationsklädda bottnar

Norra Östersjön
Susanne Qvarfordt
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 44
e-post: susanne.qvarfordt@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 marina vetenskaper
Göteborgs universitet
tel: 031-786 96 29
e-post:jan.karlsson@marine.gu.se

Makrofauna mjukbotten

Bottniska viken
Jan Albertsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@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
Fredrik Pleijel
Institutionen för marina vetenskaper
Göteborgs universitet
tel: 0703-65 21 21
e-post: fredrik.pleijel@marine.gu.se

Vitmärla som biomarkör
Brita Sundelin
Inst. för miljövetenskap och analytisk kemi
Stockholms universitet
tel: 08-674 72 35
e-post: brita.sundelin@aces.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
Marin miljö och planering
Sveriges geologiska undersökning
tel: 018-17 91 92
e-post: anna.apler@sgu.se

Gråsäl

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 miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 540 29
e-post: tero.harkonen@nrm.se

Sälhälsa

Britt-Marie Bäcklin
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 542 59
e-post: britt-marie.backlin@nrm.se

Havsörn
Peter Hellström
Enheten för miljöforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-5195 4297
e-post: peter.hellstrom@nrm.se

Utsjöfisk

Daniel Valentinsson
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 40 49
e-post: daniel.valentinsson@slu.se

Kustfisk bestånd
Jens Olsson/Martin Karlsson
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 41 44/010- 478 41 32
e-post: jens.olsson@slu.se
martin.karlsson@slu.se

Kustfiskhälsa
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

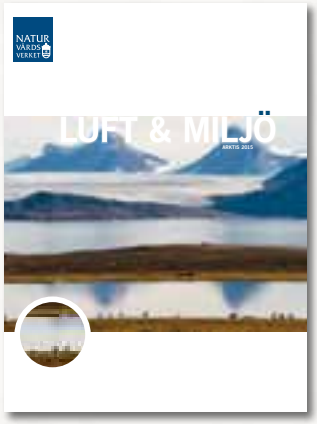
Laddas ned från:
www.havsmiljoinstitutet.se

Laddas ned från:
www.havet.nu

Laddas ned från:
www.havochvatten.se

Laddas ned från:
www.havochvatten.se

Laddas ned från:
www.havet.nu



Laddas ned från:
www.naturvardsverket.se
Finns även översatt till engelska.

HAVSMILJÖINSTITUTET
BOX 260
405 30 GÖTEBORG

B

SVERIGE
PORTO BETALT

HAVET 2015/2016 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. Seminariet hölls senast i Umeå, i november 2015.

HAVET 2015/2016 beskriver miljötillståndet i de svenska havsområdena såväl som de mest angelägna miljöproblemen. I rapporten kan du denna gång läsa om övergödningen i Östersjön, som fortfarande är ett stort problem trots ett stort inflöde av salt, syrerikt vatten från Västerhavet. Det finns också rapporter om miljögifter, där många av de vi haft i miljön länge börjat minska, medan nya kommer till. Marina ekosystem börjar allt mer betraktas som en helhet, och inte bara i sina olika delar. Det innebär att vi börjar förstå hur förändringar kan fortplanta sig genom näringsvävarna och påverkar förutsättningarna för livet i havet.

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 Göteborgs universitet, Stockholms universitet, Umeå universitet, Linnéuniversitet och Sveriges lantbruksuniversitet, sammanställer rapporten och ansvarar för analyserna av havsmiljöns tillstånd.

NATUR VÅRDS VERKET

Havs och Vatten myndigheten

Havsmiljöinstitutet