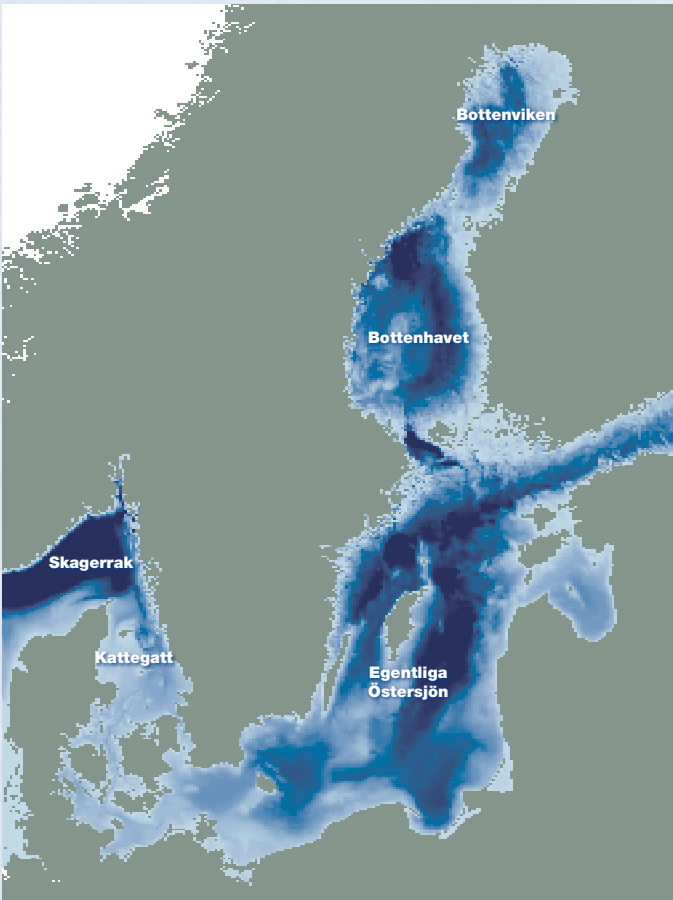


OM MILJÖTILLSTÅNDET I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

HAVET

2012

Svenskarnas bild av havet
Åtgärder i jordbruket ger effekt
Kan vi äta fet fisk från Östersjön?
Sälarnas matvanor kartläggs
Torsken vill hem och leka



HAVET – om miljötillståndet i svenska havsområden

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

Havsmiljöinstitutets redaktion koordinerar arbetet med att utforma och sammanställa rapporten.

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

Projektgrupp

Marie Svärd, Havsmiljöinstitutet / redaktör

Tina Johansen, Havsmiljöinstitutet / redaktör

Maria Lewander, Grön idé / redaktör

Gunilla Ejdung, Havs- och vattenmyndigheten (kontakt uppdragsgivare)

Anders Omstedt, Havsmiljöinstitutet (koordinatör vetenskaplig granskning)

Per-Olav Moksnes, Havsmiljöinstitutet (samordnare miljöanalys).

Den sammanfattande tillståndsbekrivningen har tagits fram av miljöanalytiker från de fyra universitet som samverkar i Havsmiljöinstitutet.

Kontakt

havet2012@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: Per Bengtson/Grön idé

Tryck: Davidsons tryckeri, Växjö 2012.

Upplaga: 7000 ex.

Karta: SWHI



ISSN 1654-6741

ISBN 978-91-980646-1-2 (Havsmiljöinstitutet)

ISBN 978-91-87025-12-9 (Havs- och vattenmyndigheten)

www.havsmiljoinstitutet.se

www.havochvatten.se

www.naturvardsverket.se

Miljöövervakning med nya mål

ÅRETS RAPPORT OM MILJÖTILLSTÅNDET I HAVET visar vilka utmaningar förvaltningen av havet står inför. Trots positiva signaler om ökande torskbestånd i delar av Östersjön och minskande kväveläckage från jordbruksmark, så förefaller det vara långt kvar till havsmiljödirektivets mål – god status senast 2020. Bottenvegetationen i Skagerrak visar fortfarande tydliga tecken på miljöpåverkan, torskbestånden i Kattegatt är på historiskt låga nivåer, utbredningen av syrefria botten i Östersjön visar ingen nedåtgående trend, och miljögifter är fortfarande ett problem, speciellt när det gäller dioxiner i Bottenhavet. Dessutom framhålls allt oftare i den allmänna debatten att det i många fall inte räcker med tekniska lösningar på miljöproblemen. En god havsmiljö kan bara uppnås om det sker betydande förändringar i samhället.

ÄVEN MILJÖÖVERVAKNINGEN STÅR INFÖR STORA UTMANINGAR. Sedan länge har mätningarna av miljötillståndet till stor del inriktats på att följa utsläpp och halter av växtnärsämnen och miljögifter. Idag är målet att förvalta havsmiljön som ett ekosystem vars status bedöms med hjälp av ett större antal variabler som vägs samman. Detta kräver en mycket god överblick över all den information som miljöövervakningen genererar. För att genomföra havsmiljödirektivet krävs dessutom övervakning av nya variabler liksom utveckling av indikatorer och kriterier för att bestämma havsmiljöns status.

HAVSMILJÖINSTITUTET HAR SOM MÅL att göra kopplingen mellan hav och samhälle tydligare och tar i år några av de nya kraven på miljöövervakningen som utgångspunkt för ett systematiskt utvecklingsarbete under namnet ”Havets tillstånd och utveckling”. I Havet 2012, som institutet producerar på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket, kan man se de första spåren av detta arbete. De sammanfattande bedömningarna av tillståndet i havet har gjorts mer transparenta genom tydligare hänvisningar till bakomliggande fakta. I en särskild temaartikel finns dessutom en tabell som sammanfattar vilken typ av information dagens övervakning av havsmiljön genererar och i vilken utsträckning det finns färdigutvecklade bedömningskriterier.

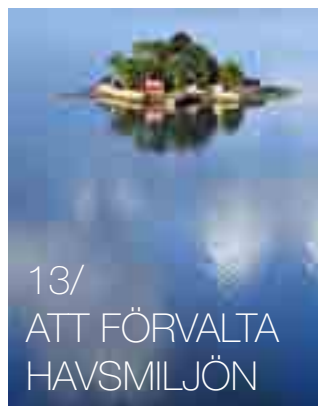
VÄGEN FRAMÅT TILL SÄKRARE STATUSBEDÖMNINGAR och ett bättre underlag för havsmiljöförvaltningen är delvis utstakad i direktiv, förordningar och föreskrifter, men det finns fortfarande ett stort behov av ytterligare utveckling. Även du som läsare av Havet 2012 har en uppgift att fylla. Har du funderingar kring innehållet i rapporten, eller tips på hur presentationen av miljötillståndet i svenska havsområden kan förbättras, hör av dig till havet2012@havsmiljoinstitutet.se, så ser vi till att dina synpunkter tas omhand!

Trevlig läsning!

ANDERS GRIMVALL
Vetenskaplig koordinator, Havsmiljöinstitutet

PER-OLAV MOKSNES
Miljöanalytiker, Havsmiljöinstitutet

Innehåll



Så mår havet 2012 – sammanfattning	4
Havsmiljöns tillstånd ur miljömålsperspektiv	6

Svenskarnas bild av miljötillståndet i havet	14
Värdet av en friskare Östersjö	17
Miljöövervakningen – en viktig pusselbit	20
Nya regler för havet	23
Mot bättre överblick	26

Största isutbredningen på tjugofyra år	30
Q Meteorologi och hydrologi	31
Åtgärder ger effekt	33
Q Belastning på havet	35
Rekordstor utbredning av syrefria botten i Östersjön	37
Q Oceanografi	39
Trofiska kaskader i planktonsamhället	43
Q Pelagial biologi/plankton	46
Q Djurplankton	47
Q Växtplankton	48
Q Bakterieplankton	50
Marina bakterieplankton berättar om havet	51

Så läser du HAVET 2012

Rapporten Havet ges ut varje år för att erbjuda en regelbunden uppdatering av tillståndet i våra svenska havsområden. Utgångspunkten är den nationella miljöövervakningen, vars marina del 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. Nytt för i år är att det i detta avsnitt också finns med referenser till källor som inte är Havet-rapporter.

Första kapitlet ger en inblick i hur havsmiljön förvaltas med hjälp av regelverk, bedömningar och åtgärder, samt hur vi människor egentligen ser på havet. Sedan följer ämneskapitel med årets tillståndsbedömning (gröna sidor märkta med förstoringsglas) och fördjupande artikeltexter.

Figuren 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 färger representerar de olika tillståndsklasserna.

Mer om hur bedömningarna går till kan du läsa i artikeln på sidan 26.



Bedömningsgrundernas tillståndsklasser

■ dålig
■ otillfredsställande
■ måttlig
■ god
■ hög



<p>🔍 Vegetationsklädda bottnar 54</p> <p>Syretillgången avgörande för Bohuslåns fjordar 56</p> <p>🔍 Makrofauna mjukbotten 60</p> <p>Även kallvattenarterna behöver övervakas längs kusterna 64</p> <p>🔍 Kustfisk bestånd 67</p> <p>Torsken vill hem och leka 69</p> <p>🔍 Utsjöfisk 72</p>	<p>Kan man äta strömming och skarpsill från Östersjön? 74</p> <p>🔍 Miljögifter i biota 79</p> <p>Förändringar i fiskhälsa 85</p> <p>🔍 Kustfisk – hälsa 88</p> <p>TBT-forskning ger bättre hantering av förorenade sediment 89</p> <p>🔍 Biologiska effekter av organiska tennföreningar ... 93</p> <p>Föroreningar försämrar vitmärslans chans att klara syrebrist 95</p> <p>🔍 Embryonalutveckling hos vitmärslan 98</p> <p>🔍 Havsörn 100</p> <p>Sälens matvanor kartläggs ... 102</p> <p>🔍 Sälpopulationer och sälhälsa 105</p>	<p>Belastning på havet 108</p> <p>Fria vattenmassan 109</p> <p>Vegetationsklädda bottnar ... 109</p> <p>Makrofauna mjukbotten 110</p> <p>Metaller och organiska miljögifter 110</p> <p>Kustfisk 112</p> <p>Utsjöfisk 113</p> <p>Embryonalutveckling hos vitmärslan 113</p> <p>Säl och havsörn 114</p>	<p>Adresser och kontaktpersoner 115</p> <p>Kontaktpersoner för miljöövervakningen 116</p>
--	--	--	---

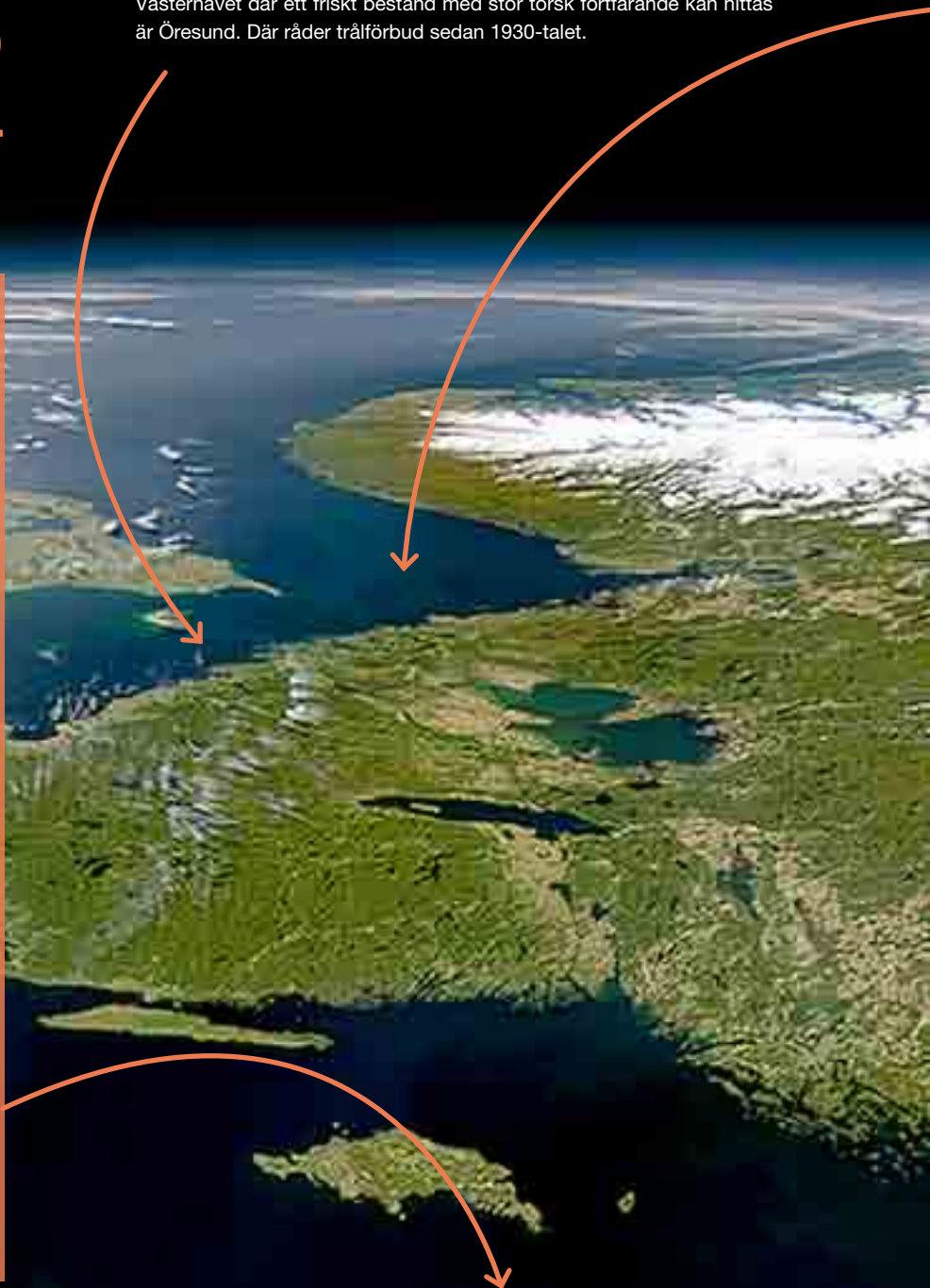
SÅ MÅR HAVET 2012

EGENTLIGA ÖSTERSJÖN

- ◉ **Övergödning:** Det finns inga tydliga tecken på något förbättrat tillstånd i öppet vatten. Den syrefria bottenytan är idag nära tre gånger större än vid millennieskiftet. Totalhalterna av näringsämnen i ytvattnet är högre än de var i början av 1970-talet, men syresituationen påverkas också av interna processer i havet. Situationen för växtplankton visar på en förhöjd näringsnivå medan den för mjukbottenfauna och makroalger i många fall tyder på god miljöstatus i kustområdena. I flera kustområden har vattenkvaliteten förbättrats avsevärt genom åtgärder.
- ◉ **Miljögifter:** För flertalet övervakade miljögifter har halterna i fisk, fågel och marina däggdjur glädjande nog avklingat dramatiskt till följd av åtgärder och ligger idag nära eller under sina fastslagna eller föreslagna gränsvärden. Populationerna av havsörn och säl har också tillvuxit. Halterna av organiska miljögifter är dock högre än i Västerhavet och kostrekommendationer är nödvändiga. Vissa miljögifter minskar inte längre i koncentration och trenderna för kadmium och kvicksilver är oklara.
- ◉ **Fiske:** Tillståndet för torsken har förbättrats i södra Östersjön sedan 2005 till följd av minskat fisketryck och en något förbättrad rekrytering. Fisket bedöms nu ligga på en långsiktigt hållbar nivå, men det är oroväckande att torsken blivit magrare. Bestånden av strömming och vildlax är fortfarande svaga. Vid kusten har både mängden karpfisk och rovfisk minskat de senaste femton åren.

KATTEGATT

- ◉ **Övergödning:** I Kattegatt tycks situationen för vegetationen längs kusten vara bättre än i Skagerrak, med till synes friska bestånd av ålgräs i Kungsbackafjorden och Öresund, och god till hög status på makroalger. Status på växtplankton är också hög och situationen för bottenfaunan i utsjön har förbättrats betydligt det senaste året och har nu god status. Närmare kusten har bottenfaunan dock fortfarande måttlig status.
- ◉ **Miljögifter:** Kvicksilverhalten i sill ligger i år under gränsvärdet, men visar ingen generellt avtagande trend. Halter av TBT och graden av hormonstörningar hos snäckor visar god till måttlig status på undersökta lokaler.
- ◉ **Fiske:** På grund av överfiske har beståndet av torsk i Kattegatt minskat till ett historiskt minimum och lekbiomassan utgör idag runt 5 procent av beståndet på 1970-talet. Ingen återhämtning kan ses trots att fredade områden infördes i sydöstra Kattegatt 2009. Det enda område i Västerhavet där ett friskt bestånd med stor torsk fortfarande kan hittas är Öresund. Där råder trålförbud sedan 1930-talet.



SKAGERRAK

- **Övergödning:** Tillförseln och halterna av kväve i Västerhavet har minskat signifikant sedan 1990-talet, vilket tyder på att åtgärder börjat ge resultat. Status på växtplankton och bottenfauna i Skagerraks utsjö tyder också på goda förhållanden. Däremot ses ännu inga positiva tecken hos den kustnära vegetationen där skräpjetaren fortsätter att minska i utbredning, fintrådiga algmattor dominerar grundområden och ingen återhämtning av ålgräs kan ses. Status på bottenfaunan vid kusten är också måttlig i medeltal.
- **Miljögifter:** Halterna av miljögifter och tungmetaller i organismer har generellt minskat i Västerhavet, sedan restriktioner mot användning införts. De flesta ämnen ligger idag under gränsvärdet. I Skagerrak har halter och effekter av det giftiga ämnet TBT från båtbottnfärger fortsatt att minska. Statusen i referensområden är i år god, men fortfarande måttlig till otillfredsställande i hamnområden.
- **Fiske:** Fiske anses vara den direkta orsaken till att 25 fiskarter från Västerhavet idag är rödlistade, där mer än hälften av arterna är akut eller starkt hotade att bli nationellt utrotade. Överfiske utgör därför ett av de största hoten mot den biologiska mångfalden i svenska hav. Förlusten av stora rovfiskar från Skagerraks kustekosystem anses också vara en bidragande orsak till att grunda vikar fylls av fintrådiga alger och att ålgräset försvinner.

BOTTENVIKEN

- **Övergödning:** Bottenviken är naturligt näringsfattig, med en låg och stabil halt av fosfor i öppna havet, och en god syresituation i djupvattnet. Vid kusten bedöms dock nästan en tredjedel av vattenförekomsterna ha övergödningssymptom.
- **Miljögifter:** Halterna av främst kvicksilver och flamskyddsmedel i strömming är något högre än i de flesta andra havsområden. Dioxinhalterna i fet fisk som strömming överskrider ofta EU:s gränsvärden för konsumtion.
- **Fiske:** Överlevnaden av ung vild lax i Östersjön har minskat med två tredjedelar de senaste femton åren. Beståndet av siklöja har minskat sedan 2004, men en ökning förväntas till följd av en stor årsklass 2009. Obalans mellan mängden karpfiskar och rovfiskar i en del kustområden kan tyda på någon slags störning.

BOTTENHAVET

- **Övergödning:** En försämring av tillståndet är att syrehalterna i djupvattnet har sjunkit samtidigt som fosforhalterna har ökat i öppna havet. Tillförseln av syrefattigt och fosforrikt vatten från Östersjön bedöms vara orsaken, snarare än högre biologisk produktion i bassängen. Det finns tecken på övergödning i en tredjedel av kustvattnen.
- **Miljögifter:** Dioxinhalterna i fet fisk överstiger EU:s gränsvärden för konsumtion. Halterna i strömming på referenslokaler har sjunkit till ungefär samma nivå som i övriga havsområden. Vissa flamskyddsmedel och kvicksilver ligger över gränsvärdet, medan PCB tangerar det.
- **Fiske:** Sikbestånden har av oklar orsak haft en kraftig tillbakagång sedan 1990-talet. Strömmingbestånden har vuxit de senaste 20 åren, men individerna är magrare.

Havsmiljöns tillstånd

ur miljömålsperspektiv

JOHAN WIKNER, JAN ALBERTSSON, TINA ELFWING, PER-OLAV MOKSNES, JONAS NILSSON, ANDERS OMSTEDT & CARL ROLFF, HAVSMILJÖINSTITUTET

Det övergripande målet med svenskt havsmiljöarbete är att uppnå en god miljö, där havets organismer är välmående och dess resurser kan nyttjas uthålligt av oss människor. Detta förutsätter en riktig beskrivning av miljötillståndet, var störningar förekommer och dess orsaker, för att rätt förvaltningsåtgärder ska genomföras. 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.”

■ Artdatabanken pekar ut den marina miljön som den miljö där andelen rödlistade arter är högst. Huvudorsaken till detta anses vara de direkta eller indirekta effekterna av kommersiellt fiske.

Populära matfiskar akut hotade

Av de 27 fiskarter som Artdatabanken rödlistar från Västerhavet 2010 är 25 kommersiella arter eller arter som fångats som bifångst¹. Idag är en majoritet av våra populäraste matfiskar akut eller starkt hotade, till exempel ål, torsk, bleka, kolja, långa, pigghaj, havskatt och hälleflundra. En majoritet av de lokala bestånd av torsk som historiskt lekt i Västerhavets fjord-

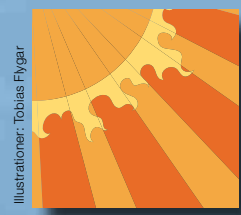
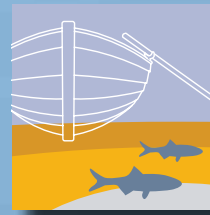
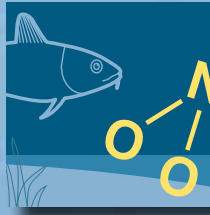
system anses idag utrotade, med förlust av torskens genetiska mångfald som följd. Trålfiske tros också vara en viktig orsak till att 34 arter av ryggradslösa djur idag är rödlistade i Västerhavet².

Överfiske av större rovfiskar har även lett till storskaliga indirekta effekter på ekosystemen. I Västerhavet anses förlusten av stora rovfiskar ha skapat en trofisk kedjereaktion som tillsammans med övergödning orsakat en förändring i kustvegetationen, där algmattor har ökat³ medan utbredningen av ålgräs har minskat med 60 procent⁴. Längs norska Skagerrak-kusten har även 80 procent av den ekologiskt viktiga sockertaren försvunnit⁵ och

i Bohuslän fortsätter dess djuputbredning att minska (Havet 2012, Vegetationsklädda bottenar). Ålgräs och fleråriga makroalger utgör en viktig livsmiljö för en stor mängd växter och djur och när bälten av denna typ av vegetation försvinner får det stora konsekvenser för den biologiska mångfalden i området.

Många sjöfåglar minskar i Östersjön

Bestånden av flera sjöfågelarter har minskat mycket kraftigt i Östersjön de senaste tjugo åren. Främst är det arter som lever av bottenlevande djur som till exempel blåmusslor eller små kräftdjur som drabats. Dit hör ejder, alfågel, svärta och



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

sjöorre. Anledningarna till minskningarna kan vara flera men brister i födan är sannolikt en, då de drabbade arterna livnär sig på ett relativt likartat sätt. Läget ser ljusare ut för sjöfågelarter som lever av fisk eller vegetation. Dessa har generellt ökat eller varit oförändrade i antal⁶.

Även tecken på förbättringar

Trots många problem som hindrar att miljömålet nås i nuläget finns också positiva tecken. Våra sälstammar tillväxer stadigt från mycket låga nivåer efter den svåra miljögiftssituationen på 1970-talet, även om tillväxttakten har avtagit något och för vikare är något lägre än vad som skulle kunna förväntas av helt friska bestånd. Minskande späcktjocklek hos gråsäl är också något som oroar (Havet 2012, Sälpopulationer och sälhälsa). Havsrörarna har nått tillbaka till en reproduktionstakt nära den som rådde före 1950-talet, innan de stora problemen med miljögiftbelastning uppkom. Även här finns dock orosmoment, då reproduktionen i Bottenhavet är lägre än förväntat (Havet 2012, Havsrör).


Bättre vattenkvalitet ses också i undervattensvegetationen i Egentliga Östersjön, där djuputbredningen av viktiga arter som blåstång ökat i flera områden sedan 1980-

och 1990-talet. Bilden är dock inte entydig, då viktig habitatbildande vegetation som blå- och sågtång i Blekinge fortfarande inte återhämtat sig från tidigare kraftiga tillbakagångar (Havet 2012, Vegetationsklädda bottenar).

Till glädjeämnen hör också att nya områden med hög biodiversitet och sällsynta eller helt nya arter för Sverige kan hittas om man undersöker vissa gynnsamma utsjöbanksmiljöer, som visades i inventeringen av ryggradslösa bottenlevande djur vid Svabergsgrunden utanför Smögen⁷.

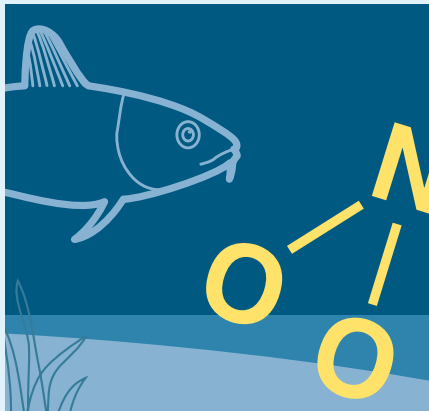
Främmande arter

Nya invasiva, eller främmande, arter kan också utgöra ett hot mot den biologiska mångfalden om de medför habitat- eller ekosystemförändringar. Idag finns 49 främmande arter registrerade i Västerhavet och 38 i Östersjön och siffrorna är troligen i underkant⁸. Bland nya arter i planktonsamhället kan nämnas rovvattenloppan *Cercopagis pengoi* som ursprungligen kommer från Svarta havet, men som sedan 1997 påträffas i svenska delen av Östersjön. Denna art kan komma att påverka de lokala planktonbestånden kraftigt. I Västerhavet tycks amerikansk kammanet

och japanskt jätteostron kommit för att stanna, med stora lokala effekter på ekosystemen. 

REFERENSER

1. Havs- och vattenmyndigheten 2012. *God havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljö-tillstånd och socioekonomisk analys.*
2. Moksnes P-O m.fl. *Överfiske – En miljöfarlig aktivitet.* Havsmiljöinstitutets rapport till regeringen 2011.
3. Pihl L, Svenson A, Moksnes P-O, Wennhage H. 1999. *Distribution and production of ephemeral algae in shallow coastal areas on the Swedish west coast.* Journal of Sea Research 41: 281-294.
4. Baden S, Gullström M, Lundén B, Pihl L, Rosenberg R. 2003. *Vanishing Seagrass (Zostera marina, L.) in Swedish coastal waters.* Ambio 32: 374-377.
5. Statens Forurensningstilsyn (SFT). 2008. *Sukkertareprojektet: Slutrapport.* STF och Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA). SPFO-rapport 1043.
6. Miljöforskningsberedningen 2012. *Ejderns och andra musselätande dykänders minskning i Östersjön.* Rapport från Miljöforskningsberedningen, SOU. Augusti 2012.
7. Länsstyrelsen i Västra Götaland 2012. *Vad gömmer sig på Svabergsgrunden? – resultatet av marinbiologiska undersökningar 2009-2010.* Rapport från projekt Hav möter Land. Länsstyrelserapport 2012:25.



■ Övergödning är ett av de hot mot havet som svensk miljöövervakning ska prioritera och bevaka. Omfattande blomningar av växtplankton och fintrådiga alger kan ge påtagliga negativa effekter för människor som nyttjar och lever nära havet. Tätt förekomst av giftiga algbloomningar försämrar havsmiljöns rekreativvärde och leder också till direkta ekonomiska effekter för exempelvis turistnäringen längs våra kuster. Övergödning kan också gynna opportunistiska arter och därmed störa den naturliga biologiska mångfalden. Syrebristen som är en konsekvens av övergödning ödelägger stora områden som härigenom kommer att sakna högre biologiskt liv av bottenlevande djur och fisk. Sammantaget leder övergödning därför till en utarmad mångfald i havet.

Fintrådiga alger i Västerhavet

I Västerhavet har tillförseln av kväve via vattendragen minskat signifikant sen 1990-talet, vilket tyder på att åtgärder av närsalttillförsel börjat ge resultat. Detta stöds också av minskade halter av totalkväve i havet under samma period. Status på växtplankton längs kusten är också hög (Havet 2012, Plankton). Däremot har bottenlevande djur vid kusterna fortfarande endast måttlig status (Havet 2012, Makrofauna mjukbotten). Regional flygövervakning av fintrådiga algmattor i Bohuslän¹ visar att förekomsten av algmattor inte minskat under de senaste 15 åren, och att ingen återhämtning av ålgräs skett². Ökade mängder fintrådiga alger i Bohuslän orsakas sannolikt både av övergödning³ och

”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.”

av kaskadeffekter i näringsväven^{4,5}. För att uppnå god ekologisk status i Västerhavets kustvatten behövs därför åtgärder både för reduktion av näringsämnen och för att återfå stora rovfiskar till kusten.

Fortsatt hög näringsnivå i Egentliga Östersjön

Växtplankton är den miljöindikator som i Egentliga Östersjön tydligast signalerar att näringsnivån är för hög. Det gäller både för data från nationella miljöövervakningsprogram och i vattenmyndigheternas klassning av kustvattenförekomster,

som fastställdes 2009⁶. Tittar man på växtplankton i Egentliga Östersjön bedöms en stor majoritet av de undersökta vattenförekomsterna behöva åtgärder. Samtidigt ger både kvalitetsfaktorerna mjukbottenfauna och makroalger klassningar som i många fall tyder på god miljöstatus i Egentliga Östersjöns kustområden (Havet 2012, Bottenfauna respektive Vegetationsklädda botten). Skillnaden i bedömning beror till stor del på olika antaganden om referens-tillstånd i de officiella bedömningsgrunderna.



Närsaltshalterna i Egentliga Östersjön är fortfarande höga och övergödningen ett problem.

Foto: Per Bengtsson/Grön idé

Även om få tecken tyder på en förbättring av tillståndet i Egentliga Östersjöns öppna hav så sker på många ställen en betydande förbättring av vattenkvaliteten i kustnära områden. I exempelvis Stockholms inre skärgård har under de senaste 20 åren klorofyllhalterna sjunkit, siktdjupet ökat och syresättningen vid bottarna förbättrats till följd av åtgärder^{7,8}.

Måttliga blomningar av cyanobakterier

Cyanobakterieblomningar (blågrönalger) i den omfattning som inträffade i Egentliga Östersjön 1999 och 2005 har inte återkommit^{9,10}. Blomningen av cyanobakterier var måttlig i intensitet under 2011 men varade länge, från slutet av juni till början av september^{9,11}. Dominerande art var *Aphanizomenon* sp. som vanligen inte är giftproducerande¹² (Havet 2007, Cyanobakterieblomningar i Östersjön). Svenska kusten klarade sig utan större påslag av cyanobakterier på grund av återkommande lågtryck.

Rekordstor yta med syrefria bottenar

De områden i Egentliga Östersjön som täcks av helt syrefria bottenar ligger fort-


farande på en nära tre gånger högre nivå än före år 2000. I Bottenhavet fortsätter också trenden med sjunkande syrehalter, troligen som en konsekvens av de stora vattenvolumerna med syrebrist i Egentliga Östersjöns mellanskikt, som bildar djupvattnet i Bottenhavet. Man kan dock inte se något tydligt samband mellan utbredningen av syrefria bottenar och växtplanktons förekomst under den period som miljöövervakningen pågått. Sannolikt har hög tillförsel av gödande ämnen under lång tid förvärrat situationen i Egentliga Östersjön^{13,14,15} (Havet 2012, Oceanografi, Havet 2012, Plankton, Havet 2010, Plankton).

Det är emellertid också klart att förändringar av syresättningen via minskade inflöden av syrerikt vatten från Västerhavet, temperatur och skiktning bidrar kraftigt till lägre syrehalt i djupvattnet. Den temperaturökning som visas i Egentliga Östersjön, på nära 2 grader i djupvattnet sedan början av 1990-talet, har sannolikt också gynnat högre respiration (Havet 2012, Oceanografi). Detta stämmer med modeller som förutspår lägre syrehalter med förväntad klimatutveckling och stigande temperatur¹⁶.

Höga närsaltshalter sedan 1950-talet

Grundorsaken till övergödning är förhöjda halter av närsalter i ekosystemet, vilket visas i miljöövervakningens tidsserier sedan början av 1970-talet (Havet 2012, Oceanografi). Halterna av totalfosfor och totalkväve var i Egentliga Östersjöns ytvatten 2011 högre än i början av 1970-talet, medan oorganiskt fosfor varierat betydligt och idag är på nivåer som liknar 1970-talets. Stora interna processer påverkar dock halterna och gör det svårt att knyta förändringarna till belastning.

Det är dock inte under åren sedan 1970-talet som den största förändringen i närsaltbelastning skett utan under perioden mellan 1950-talet och 1970-talet^{14,15,17} när användningen av konstgödning och vattenburet avlopp ökade kraftigt. Det finns tecken på att fosfortillförseln ökade redan vid jordbrukets inträde på medeltiden¹⁸.

Helcoms klassning avseende övergödning överensstämmer i stora drag med den svenska tillståndsbedömningen, där alla havsbassänger får måttlig status eller sämre undantaget Bottenviken och norra Kattegatt som ges god status¹⁹. 

REFERENSER

1. Bohuskustens Vattenvårdsförbund. 2011. *Utbredning och biomassa av fintrådiga alger i grunda vikar utmed Bohuskusten*. HydroGIS AB rapport nr. 659.
2. Havs- och vattenmyndigheten 2012. *God havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljötillstånd och socioekonomisk analys*.
3. Baden S, Boström C, Tobiasson S, Arponen H, Moksnes P-O. 2010. *Relative importance of trophic interactions and nutrient enrichment in seagrass ecosystems: A broad-scale field experiment in the Baltic-Skagerrak area*. Limnology and Oceanography 55:1435-1448.
4. Moksnes P-O, Gullström M, Tryman K, Baden S. 2008. *Trophic cascades in a temperate seagrass community*. Oikos 117:763-777.
5. Baden S, Emanuelsson A, Pihl L, Svensson CJ, Åberg P. 2012. *Shift in seagrass food web structure over decades is linked to overfishing*. Marine Ecology Progress Series. 451:61-73.
6. VISS (VattenInformationSystem Sverige), www.viss.lst.se
7. Lännergren C. 2012. *Undersökningar i Stockholms skärgård 2011*, Stockholm Vatten/Eurofins/Calluna.
8. Karlsson OM, Jonsson PO, Lindgren D m.fl. 2010. *Indications of recovery from hypoxia in the inner Stockholm archipelago*. AMBIO 39:486-495, DOI: 10.1007/s13280-010-0079-3.
9. HELCOM Indicator fact sheets. 2011.
10. Kahru M, Savchuk OP och Elmgren R. 2007. *Satellite measurements of cyanobacterial bloom frequency in the Baltic Sea: interannual and spatial variability*, Marine Ecology-Progress Series 343:15-23, DOI: 10.3354/meps06943.
11. Årsrapport för 2011 – Informationscentralen för Egentliga Östersjön, Länsstyrelsen i Stockholms Län.
12. Aneer G, Högländer H, Andersson P, och Hansson, M. 2007. *Nå nu blommar det igen! Cyanobakterieblomningar i Östersjön*, Havet 2007, Naturvårdsverket, Stockholm.
13. Stigebrandt A. 1991. *Computations of oxygen fluxes through the sea-surface and the net production of organic-matter with application to the Baltic and adjacent seas*, Limnology and Oceanography 36:444-454.
14. Gustafsson BG, Schenk F, Blenckner T m.fl. . 2012. *Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850-2006*, AMBIO 41:534-548, DOI: 10.1007/s13280-012-0318-x.
15. Fonselius S och Valderrama J. 2003. *One hundred years of hydrographic measurements in the Baltic Sea*, Journal of Sea Research 49:229-241, DOI: 10.1016/S1385-1101(03)00035-2.
16. Meier, H E M. m.fl. 2011. *Hypoxia in future climates: A model ensemble study for the Baltic Sea*. 38: WOS:000298759700003, doi: L24608, 10.1029/2011gl049929.
17. Fleming Lehtinen V, Laamanen M m.fl. 2008. *Long-term development of inorganic nutrients and chlorophyll α in the open northern Baltic sea*. AMBIO 37(2): 86-92.
18. Zillen L D J, Conley T, Andren E och Björck S. 2008. *Past occurrences of hypoxia in the Baltic Sea and the role of climate variability, environmental change and human impact*. 91: 77-92, WOS:000262213700003, doi: 10.1016/j.earscirev.2008.10.001.
19. Andersen J H. m.fl. 2011. *Getting the measure of eutrophication in the Baltic Sea: towards improved assessment principles and methods*. 106: 137-156, WOS:000297224800002, doi: 10.1007/s10533-010-9508-4.



”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.”

■ Tack vare ett framgångsrikt åtgärdsarbete med kraftfulla nationella och internationella insatser har halterna av PCB och DDT i miljön minskat dramatiskt. Det har lett till en glädjande återhämtning av bestånden av havsörn och sälar (Havet 2011, Säl och havsörn). Även för de flesta andra kända giftiga ämnen har användningen minskat kraftigt, både inom industrin och jordbruket. Likaså har utsläppen från industri- och förbränningsanläggningar minskat till följd av bättre teknik. Det har glädjande nog lett till kraftigt avtagande halter i miljön för många av de miljöföroreningar som vi följer inom miljöövervakningen. Flertalet av de välkända miljögifterna ligger idag nära eller under sina gränsvärden.

Förhöjda miljögiftshalter i Östersjön

Även om den övergripande bilden är positiv finns det fortfarande orosmoment. De svårnedbrytbara miljögifterna som dioxiner, PCB och DDE förekommer generellt fortfarande i högre halter i organismer från Östersjön än Västerhavet. Östersjön är grund, kraftigt skiktad och har ett mycket litet vattenutbyte med Nordsjön. Det gör att miljöföroreningar som når Östersjön från de 85 miljoner människorna längs innanhavets kuster blir kvar länge.

Halterna av dioxiner och andra organiska miljögifter är fortfarande så höga i fet fisk från Östersjön att vi måste ha kostrekommendationer för flickor och kvinnor i fertil ålder¹. Dioxinhalterna i strömmingsmuskel visar inte heller någon tydlig tendens att minska med undantag för Bottenhavet.

PCB har tidigare avtagit kraftigt i fett från strömmingsmuskel men visar inte längre någon tydlig minskning i Östersjön. DDE och HCB i strömmingsmuskel har likaså minskat kraftigt. För några av miljöföroreningarna såsom PCB-varianterna CB-153 (Havet 2011, Miljögifter i biota) och CB-118 (Havet 2012, Miljögifter i biota), flamskyddsmedlet BDE-47 och hexaklorbensenen (HCB) avtar inte halterna i strömming från södra Östersjön, och visar i vissa fall en svag tendens att öka under senare

år. Detta förklaras sannolikt av mycket låga fetthalter i strömmingen från södra Östersjön.

Flamskyddsmedlet hexabromcyklodekan (HBCDD) mäts bland annat i fett i sillgrissleägg från Stora Karlsö. Koncentrationen har under de senaste åren börjat minska efter att länge ha ökat.

Oklara trender för kadmium och kvicksilver

Kvicksilver, bly och kadmium är bland



Sillgrisslor befinner sig högt upp i näringsväven och äter i huvudsak skarpsill och strömming. Deras ägg har ett relativt högt fettinnehåll, vilket gör dem lämpliga för analyser av fettlösliga miljögifter. Resultaten från miljöövervakningen visar att flamskyddsmedlet HBCDD nu minskar i sillgrissleäggen efter en längre tids ökning.

Foto: David Thyberg/Shutterstock

HAV I BALANS SAMT LEVANDE KUST OCH SKÄRGÅRD

tungmetallerna utpekade som särskilt farliga. Sedan bly inte längre får tillsätts i bensin har dock halterna i fisk sjunkit till långt under det föreslagna gränsvärdet. Koncentrationen av kadmium i strömmingslever visar en svag tendens att öka under de senaste åren på lokalerna i Bottenhavet och i Egentliga Östersjön. Orsakerna till detta är ännu inte klarlagda och halterna är fortfarande högre än i början av 1980-talet vid de flesta provtagningslokaler.

Halterna av kvicksilver har minskat betydligt i både strömming och sillgrisslägg efter insatta åtgärder. I Västerhavet syns dock ingen avtagande trend för kvicksilver i sill. Inte heller finns någon sådan trend för Bottenviken, Bottenhavet och södra Östersjön under de senaste åren, medan halterna fortsatt minskar i norra Östersjön. I alla havsområden är halterna betydligt lägre än i fisk från inlandsvatten.

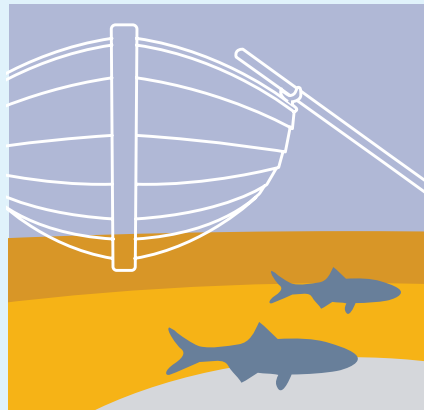
Biomarkörer mäter okända miljögifter

Tusentals miljöföreningar med miljöskadliga effekter släpps ut idag och nya tillkommer ständigt. Biomarkörer indikerar hälsostatus och kan ge varningssignaler om att ej bevakade miljöföreningar påverkar en organismgrupp. En ökning av nivån för flera biomarkörer i kustfisk visar tecken på att kustfisken kan vara påverkad av komplexa blandningar av miljögifter (Havet 2012, Kustfisk hälsa). Signaler om ohälsa hos våra sälar kan vara kopplade till miljögifter, men orsakssambanden inte är klarlagda (Havet 2011, Säl). Även antalet havsörnsungar per kull är sedan länge lägre hos havsörnar vid Bottenhavskusten (Havet 2011, Havsörn) än i Bottenviken och Egentliga Östersjön. Det kan möjligen bero på en högre belastning av giftiga ämnen i Bottenhavet. 🐋

REFERENSER

1. Livsmedelsverkets kostråd, Råd om fisk, www.slv.se

Återkommande i kapitlet om miljögifter: Bignert A, Boalt E, Danielsson S m.fl. 2011. Sakrapport: Övervakning av metaller och organiska miljögifter i marin biota 2011, Sakrapport till Naturvårdsverket nr 7:2011, Naturhistoriska riksmuseet, Enheten för miljögiftsforskning, 224 pp. (MG 1082)



■ Resultat från både miljöövervakning och forskning visar entydigt att havsmiljön inte är i balans. Naturvårdsverket visar i sin senaste fördjupade utvärdering från 2012¹ att det heller inte är möjligt att nå miljökvalitetsmålet till år 2020 med idag beslutade eller planerade styrmedel. De åtgärder som hittills har vidtagits för att minska problem som övergödning, föroreningar och ett alltför intensivt fiske har inte varit tillräckliga. Naturvårdsverkets utvärdering tyder på att både nationella men framför allt internationella insatser är viktiga om miljökvalitetsmålet Hav i balans samt levande kust och skärgård ska nås.

Överuttag av bottenlevande fisk

Bestånden av samtliga större marina fiskar har minskat dramatiskt i både Västerhavet och Östersjön under de senaste hundra åren. Även i ett kortare perspektiv visar de flesta bestånd på en negativ utveckling, men bilden är inte entydig. På västkusten har till exempel viktiga bottenlevande matfiskar som torsk, kolja, vitling, kummel och gråsej fortsatt att minska i antal och flera bestånd är hotade. Undantaget utgörs av rödspätta där trenden vänt. Bestånden av pelagiska arter som höstlekande sill och makrill i Västerhavet har däremot ökat sen 1980-talets låga nivåer. En starkt bidragande orsak till att många bestånd minskar är att uttaget varit och i flera fall fortfarande är för stort. Det procentuella årliga uttaget av till exempel torsk i Nordsjön och Skagerrak har vanligen legat kring 35 – 40 procent, medan bedömt maximalt uttag ska ligga under 20 procent (Havet 2012, Utsjöfisk bestånd). Ökad kunskap om beståndsstruktur kan ge

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.

en effektivare fiskeriförvaltning, där exempelvis fiske på lekansamlingar av torsk där flera bestånd finns blandade bör undvikas (Havet 2012, Kustfisk).

Fiskflykt från Hanöbukten

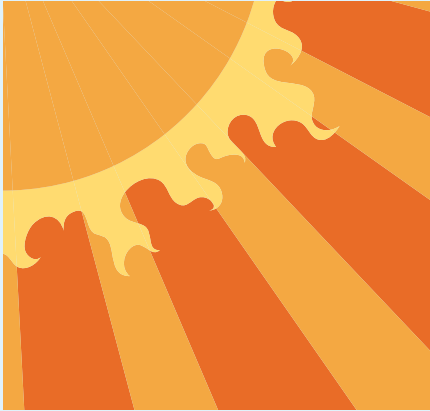
Det kommer fortsatta larm om oroväckande händelser i havsmiljön. Fiskare och allmänhet längs med Hanöbukten har under senare år rapporterat om att fisk försvunnit från området². Liknande signaler finns även från södra Kalmarsund. Fågeldöden fortsätter längs Östersjöns kuster³. Detta är två exempel på händelser som bara delvis eller inte alls fångas upp av den befintliga miljöövervakningen. För att komma till rätta med dessa och liknande problem krävs snabbare och tydligare insatser från berörda myndigheter.

Torskbestånden i Östersjön ökar

Det finns dock också positiva tecken. Den gemensamma förvaltningsplanen för torsk i Östersjön som EU antog 2007 har resulterat i att både det östra och västra beståndet ökat. Säl och havsörn är återigen en vanlig syn längs våra kuster. 🐋

REFERENSER:

1. Naturvårdsverket 2012. *Steg på vägen. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012*. Rapport 6500.
2. Enander G. 2012. *Underättelse angående allvarliga problem i Hanöbuktens ekosystem*. Skrivelse till Regeringen (Miljödepartementet) 2012-06-26. Länsstyrelsen i Skåne län och Region Skåne, 8 sid.
3. Havs- och vattenmyndigheten 2012. *God havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljö-tillstånd och socioekonomisk analys*.



”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.”

■ Idag ser vi en pågående ökning av koldioxidhalterna i atmosfären. Något som troligen leder till en varmare jord men också ett surare hav. Mycket tyder på att ökningen kommer att fortsätta många år framöver även om interna klimatvariationer kommer påverka enskilda år.

Förhöjd temperatur i svenska hav

Miljöövervakningen visar att vattnet i både Egentliga Östersjön och Västerhavet blivit varmare, framför allt djupvattnet där temperaturen stigit signifikant sedan 1970-talet (Havet 2012, Oceanografi).

På grund av stora naturliga variationer från år till år har forskarna däremot inte kunnat visa på orsakerna till den regionala uppvärmningen¹. Här kan förändringar i atmosfärcirkulationen, minskade luftföroreningar, ökade växthusgaser och naturliga variationer spela roll.

Dock är det rimligt att anta att en del

av uppvärmningen i Östersjöområdet kan förklaras av ökade växthusgaser. Sedan år 1750 har koldioxidhalten i atmosfären i Östersjöområdet ökat från 280 ppm till 390 ppm. Denna höjning motsvarar en sänkning av vattnets pH med 0,1 enheter², motsvarande en 30-procentig höjning av vattnets koncentrationer av vätejoner .

Stora ekosystemeffekter

I framtiden kommer det finnas ett stort behov av modeller som kan avgöra hur mycket av förändringar i ekosystemet som beror på övergödning, försurning, fiske och ett varmare klimat. Flera studier visar på att kommande klimathållanden kan få stora effekter på haven runt Sverige¹. Detta bedöms främst leda till höjd vattentemperatur, minskad isutbredning, höjt vattenstånd och försurning. Dessutom förväntas Östersjöns vattenbalans ändras med mer flodvatten i norr och mindre i söder.

I linje med dessa förändringar kan det konstateras att nederbörden de senaste trettio åren varit högre än föregående tidsperiod från 1930 (Havet 2012, Meteorologi). En förändrad vattenbalans kan komma att påverka transporten av olika ämnen till Östersjön och ekosystemen på många olika sätt. En del av dessa effekter börjar forskarna kunna ana men mycket är ännu okänt och överraskningarna kan bli många. 🐦

REFERENSER:

1. The BACC Author Team (2008). *The BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea basin*. pp. 1-34. ISBN: 978-3-540-72785-9. Springer-Verlag.
2. Omstedt A, Edman M, Anderson L, Laudon G och H. 2010. *Factors influencing the acid-base (pH) balance in the Baltic Sea: A sensitivity analysis*. Tellus, 62B, 280-295. DOI: 10.1111/j.1600-0889.2010.00463.x.

A photograph of a small, tree-covered island in a body of water. A prominent red building with white trim is visible on the island, along with other smaller structures and a tall antenna. The island and its surroundings are reflected in the calm, blue water.

ATT FÖRVALTA HAVSMILJÖN

Svenskarnas bild av miljötillståndet i havet

Värdet av en friskare Östersjö

Miljöövervakningen – en viktig pusselbit

Nya regler för havet

Mot bättre överblick

Svenskarnas bild av miljötilståndet i havet

EVA-LOTTA SUNDBLAD & ANDERS GRIMVALL, HAVSMILJÖINSTITUTET

Miljötilståndet i Östersjön och i Västerhavet beskrivs vanligen med utgångspunkt från mätningar i naturen. Men mätningar kan också göras av människors uppfattning om havet. Sådana beskrivningar har stor betydelse när åtgärder ska prioriteras och genomföras. Detta gäller speciellt när miljöproblemen är djupt rotade i samhället och åtgärder kräver ekonomiska uppoffringar eller ändrat beteende.

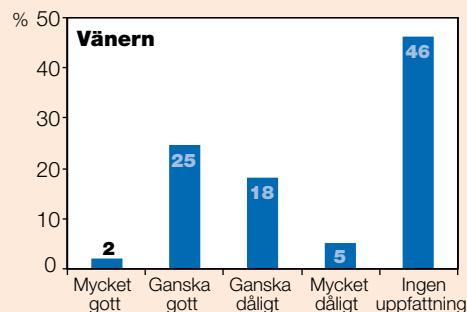
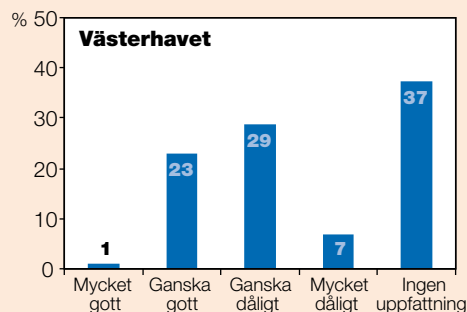
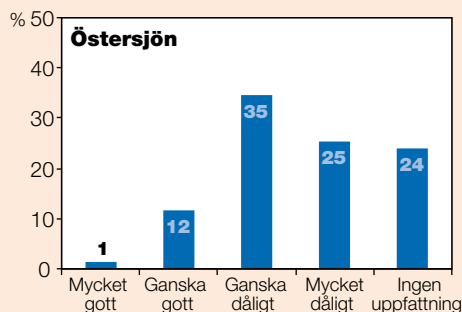
■ Varje år gör SOM-institutet vid Göteborgs universitet en omfattande enkätundersökning av opinionen i olika samhällsfrågor. Under vintern 2011 ingick några frågor om havsmiljön i denna enkät, och sammanlagt var det 1484 personer som svarade på dessa. Studien visade att en majoritet av svenskarna anser att miljötilståndet i Östersjön är ganska eller mycket dåligt, men många saknar helt uppfattning. För Västerhavet är bilden lite annorlunda.

Det är fler som saknar uppfattning om miljötilståndet, men bland dem som har en uppfattning tycker de flesta antingen att tillståndet är ganska dåligt, 29 procent, eller ganska gott, 23 procent. För att vidga perspektivet på svenskarnas uppfattning av havsmiljön ställdes samma fråga om tillståndet i Sveriges största insjö, Vänern. I det fallet angav nästan hälften att de saknade uppfattning och ungefär en fjärdedel att tillståndet är ganska gott.



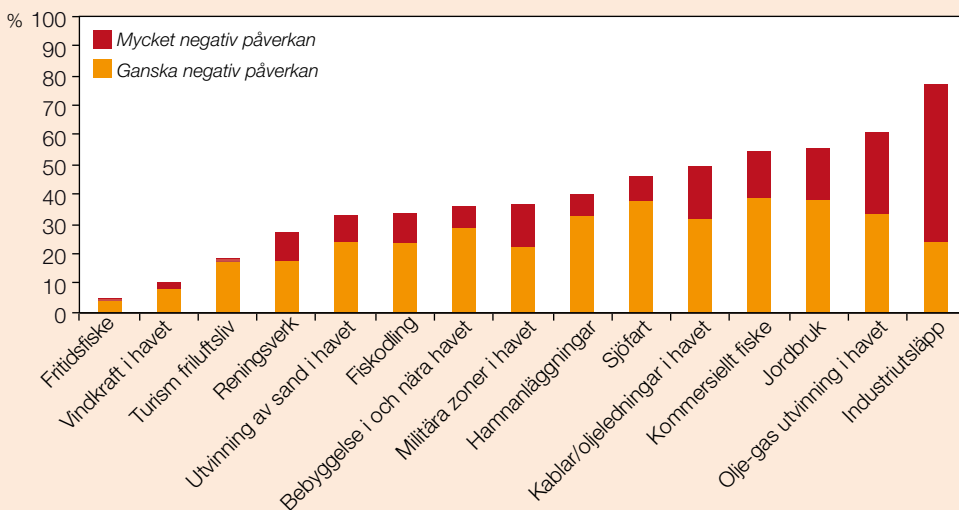
Foto: Maria Lewander

SVENSKARS UPPFATTNING OM MILJÖTILLSTÅNDET I ÖSTERSJÖN, VÄSTERHAVET OCH VÄNERN



➔ En majoritet, 60 procent, av de tillfrågade anser att miljötillståndet i Östersjön är ganska, eller mycket dåligt, men nästan en fjärdedel har ingen uppfattning, 24 procent. För Västerhavet är bilden något mer positiv men där är det betydligt fler som saknar uppfattning, 37 procent. För Vänern anser en fjärdedel att tillståndet är ganska gott men närmare hälften saknar uppfattning.

SÅ TROR MAN ATT HAVETS TILLSTÅND PÅVERKAS



FAKTA

SOM-institutet

SOM-institutet är en undersökningsorganisation vid Göteborgs universitet med fokus på svenskars vanor, beteenden, åsikter och värderingar när det gäller samhälle, politik och medier.

← De tillfrågade i enkäten fick bedöma vilka verksamheter de anser har en negativ påverkan på havsmiljön runt Sverige.

Stöd för olika bild

Hur stämmer då befolkningens uppfattning om havsmiljön med de naturvetenskapliga bedömningarna? På en punkt tycks experterna och folket vara överens – havets tillstånd är ett problem.

Den naturvetenskapliga slutsatsen att Egentliga Östersjön inte har god miljöstatus grundas bland annat på att denna del av Östersjön är kraftigt påverkad av övergödning och har stora områden av syrefria bottnar samt att det finns hotade växt- och djurarter här. Dessa faktorer spelar en avgörande roll i såväl Helcoms bedömningar som i det pågående arbetet med att tillämpa den svenska havsmiljöförordningen. De väger också tungt i de övergripande bedömningar som redovisas i Här Havet 2012. I Västerhavet är det främst överfiske och fara för biodiversiteten som avgör om det råder god miljöstatus. Men även de mest objektiva statusbedömningar har inslag av värderingar

som bland annat avgör hur olika fakta vägs samman. De som svarat på enkäten kan därför lätt finna vetenskapligt stöd för helt olika bedömningar av tillståndet i havet.

Havets tillstånd och samhället

Havens dåliga miljötillstånd är direkt eller indirekt en effekt av olika verksamheter i samhället. Dessa verksamheter måste förändras om påverkan på havsmiljön ska minska och tillståndet förbättras, och det är många sektorer som berörs. Utöver verksamheter i direkt anslutning till haven, till exempel fiske, är det ett stort antal aktiviteter på land som påverkar havet.

I undersökningen ställdes frågor om olika verksamheters påverkan på havsmiljön runt Sverige. Resultatet av enkäten var mycket tydligt på en punkt. Industriutsläpp är den faktor som flest bedömer har en negativ effekt på havsmiljön. Därefter kommer olje- och gasutvinning i havet, följt av jordbruket och det kommersiella fisket.

Däremot är det få som anser att vindkraft i havet påverkar havsmiljön negativt.

Bedömningarna från de som svarat baseras troligen på en mängd intryck och flera olika kriterier. Man kan fråga sig om folk i allmänhet har noterat hur mycket industrins och tätorternas utsläpp minskat under senare år. Det är också rimligt att tro att kunskapen om de åtgärder som görs inom jordbruket varierar inom befolkningen. Exempelvis krävs nog ett ganska exceptionellt miljöintresse för att ta till sig information om fånggrödor, kantzoner och hantering av stallgödsel i jordbruket.

Historiskt sett har miljöeffekter i allmänhet kopplats direkt till utsläpp från industrier och tätorter eller till storskalig markanvändning. Sambandet mellan orsak och verkan har då ofta varit uppenbart. Dagens miljöproblem är betydligt mer komplexa. Förutom aktörer och verksamheter som direkt påverkar havsmiljön finns ofta indirekta aktörer och drivkrafter

som kan vara minst lika viktiga. Politiker, tjänstemän, näringsidkare och konsumenter påverkar alla genom sitt beteende hur havet mår. Detta innebär att även experter kan ha svårt att se hur effekter på havet är kopplade till verksamheter och beteenden. För befolkningen i stort är det självfallet ännu svårare.

SOM-undersökningens frågor om aktiviteter och miljöeffekter var traditionella i den bemärkelsen att de bara handlade om direkta aktörers inverkan på havet. Direkta aktörer är personer eller organisationer som direkt påverkar havet, till exempel fiskare genom uttag av fisk. Direkta aktörer kan ge service till eller vara beroende av andra aktörer som därmed utövar indirekt påverkan på havet. Att indirekta aktörer inte lyftes fram i undersökningen berodde inte på att frågeställarna var omedvetna om betydelsen av dessa, utan på hur undersökningen var utformad. Komplexa resonemang om hur konsumenter kan skapa ett tryck på kommersiella verksamheter som i sin tur påverkar miljön är svåra att belysa med enkla flervalnsfrågor. Likaså är det svårt att i en enkät mäta den faktiska beredskapen att ändra beteenden.

Allmänhetens bedömningar

I varje stor samhällsfråga är befolkningens uppfattning en viktig faktor. Det gäller även havsmiljön. Oavsett hur mycket eller lite befolkningen tagit del av naturvetenskapliga fakta ger allmänhetens bedömningar en bild av upplevd välfärd. De indikerar dessutom intresset för åtgärder som kan kräva uppoffringar och kan därmed ha avgörande betydelse för politiska beslut och prioriteringar.

Genom havsmiljöförordningen har Sveriges förvaltning av haven fått en tydlig målinriktning och juridiskt bindande dokument. När det inte råder god miljöstatus i de svenska haven ska åtgärder vidtas, och samma sak gäller om havets tillstånd löper risk att försämrats. Detta kommer att kräva politisk styrning och styrmedel som åtminstone indirekt påverkar verksamheter och beteenden. Det är rimligt att förvänta sig att en befolkning som anser att tillståndet i havsmiljön är dåligt faktiskt vill se förbättringar av havsmiljön. Därmed bör det finnas en grundläggande acceptans för åtgärder som är tillräckligt kraftfulla för att återskapa och upprätthålla en god havsmiljö.

Det är också intressant att oavsett var i landet man bor så svarade man ungefär likadant på frågorna. Exempelvis hade västkustbor ungefär samma uppfattning om Östersjön som inlandsboende och östkustbor. Detta tyder på att allmänhetens bedömningar av havsmiljön inte i första hand är baserade på egna erfarenheter utan mer speglar en generell opinion. Möjligen är media den huvudsakliga källan till deras uppfattningar.

Från tillståndsbeskrivningar till åtgärder

Det råder knappast något tvivel om att det behövs goda naturvetenskapliga beskrivningar av tillståndet i havet och hur det kan påverkas av specifika åtgärder. Men vägen till beslut och genomförande av åtgärder är ofta lång och fylld av hinder.

En åtgärdsstrategi som har många förespråkare bygger på att beslut ska drivas fram av allt bättre kunskap om hur allvarligt havets tillstånd är och hur det kan påverkas. Genom en bred och djup spridning av "sanna" naturvetenskapliga fakta, inklusive uppgifter om osäkerheter, skapas drivkrafter hos befolkningen att själv göra något och också begära åtgärder av dem som ansvarar för miljöpåverkande verksamheter. Denna strategi kan leda till förändrade värderingar som gynnar en god havsmiljö, men tar ofta lång tid och kräver stora resurser.

En annan åtgärdsstrategi bygger på att samhällets invånare har olika roller och att det finns demokratiskt valda personer

som kan agera. Då är det dessa personer som är ansvariga för att övervaka aktiviteter som påverkar havsmiljön och som ska vidta åtgärder samt besluta om styrmedel och regelverk. Befolkningen behöver informeras främst för att ha "hög acceptans för åtgärder". Politiker och andra myndighetspersoner behöver underlag både i sakfrågor och för att bedöma hur långt de kan gå i förhållande till den grad av acceptans som finns i samhället.

De två strategierna utesluter inte varandra. För olika typer av havsmiljöproblem kan det diskuteras vilken strategi som är lämpligast, men en sådan diskussion kräver kunskap om såväl naturvetenskapliga fakta som om hur befolkningen uppfattar miljöproblemen och vilka aktiviteter eller beteenden som behöver ändras. En del uppgifter går att ta fram med enkätstudier. Andra uppgifter måste göras tillgängliga genom regelbunden insamling och syntes av samhällsinformation. Resultaten av SOM-undersökningen kan ses som ett sätt att beskriva samspelet mellan hav och människa. Men det är många fler steg att gå för att få en mer allsidig beskrivning av det komplexa samspelet. 🐦

📌 Enligt undersökningen anser de tillfrågade att havsmiljön påverkas minst av fritidsfiske och mest av instruistrutsläpp.



Foto: Piotr Wawrzyniak / Shutterstock (t.v.) och Shutterstock (t.h.)

Värdet av **en friskare Östersjö**

KERSTIN BLYH, SIV ERICSDOTTER, MARMAR NEKORO & HENRIK SCHARIN, BALTIC STERN SEKRETARIATET / LINUS HASSELSTRÖM & TORE SÖDERQVIST, ENVECO MILJÖEKONOMI AB

Totalt är Östersjöborna villiga att betala runt 40 miljarder kronor per år för en förbättrad havsmiljö. Det visar en ny studie där befolkningen i alla nio länder runt Östersjön tillfrågats om vad de är villiga att betala för att minska övergödningen i havet. Studien visar att det finns ett stöd hos befolkningen runt Östersjön för att satsa resurser på åtgärder.

■ Studien som genomförts inom forskarnätverket Baltic Stern, visar att en majoritet av de tillfrågade är villig att betala för en förbättring i Östersjön. Svenskar är de som är i särklass mest villiga att betala, följt av finländare och danskar. I genomsnitt kan svenskarna tänka sig att betala cirka 1000 kronor per person och år för ett friskare hav. Uppräknat till hela den vuxna befolkningen i Sverige innebär det 7,5 miljarder kronor per år. Betalningsviljan varierar mycket mellan länderna. Invånare i Ryssland, Lettland och Litauen har den lägsta betalningsviljan per person.

Räknar man in den totala vuxna befolkningen i respektive land har Tyskland den högsta betalningsviljan följt av Sverige.

Omfattande studie

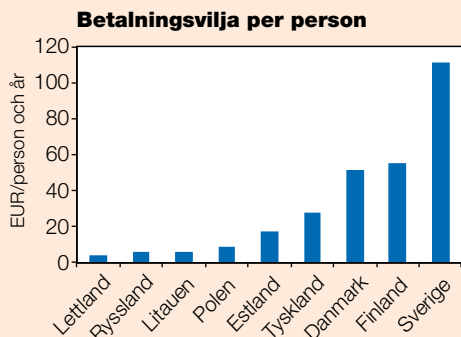
Jämfört med tidigare försök att uppskatta nyttan av minskad övergödning i Östersjön baseras den nya studien på en mer storskalig datainsamling som dessutom innefattar primärdata från samtliga nio Östersjöländer. Detta gör studien till en av de största internationella studier av betalningsvilja som har genomförts.

Den ger därmed ett omfattande och mer tillförlitligt underlag för att bedöma hur stora resurser som bör satsas på åtgärder för en minskad övergödning.



Foto: Per Bengtsson/Grön idé

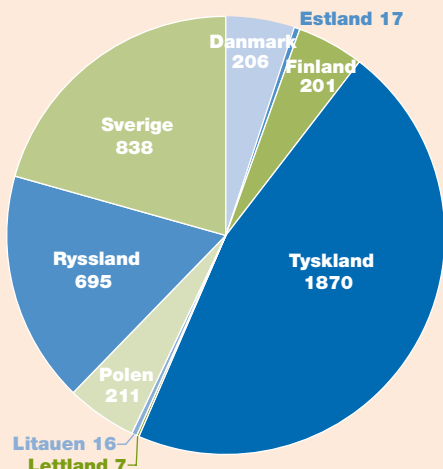
BETALNINGSVILJAN FÖR ÖSTERSJÖN



➤ Så här mycket är invånarna i länderna kring Östersjön beredda att betala för ett renare hav. Svenskarna har högst genomsnittlig betalningsvilja per person och år, cirka 1000 kronor.

Not: "Renare hav" betyder att övergödningens målen i aktionsplanen för Östersjön (BSAP) uppfylls. BSAP är en överenskomst inom Helcom (Helsingforskommissionen) om minskningar av utsläpp av näringsämnen till Östersjön.

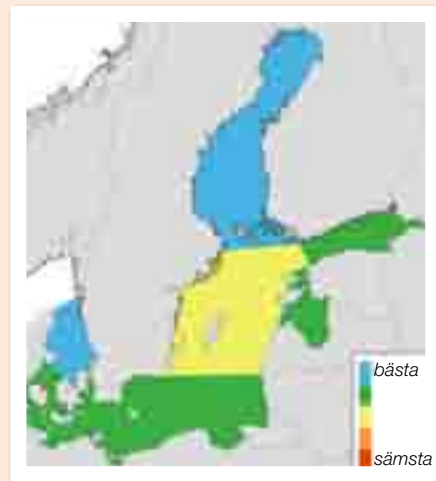
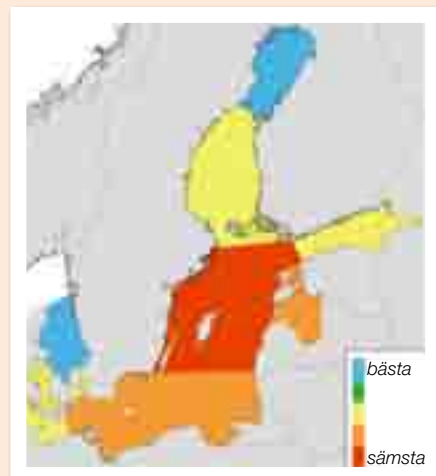
Total betalningsvilja (miljoner euro per år)



➤ När det gäller den totala betalningsviljan för hela den vuxna befolkningen i respektive land ligger Tyskland högst med 1870 miljoner euro per år, därefter kommer Sverige med totalt 838 miljoner euro eller 7,5 miljarder kronor.

Övergödningssituationen i Östersjön år 2050 utan ytterligare åtgärder (ovan) samt om Aktionsplanen för Östersjön genomförs (nedan). ➤

Framtidskartor



Försiktig uppskattning

Den totala betalningsviljan är troligen en försiktig uppskattning eftersom den utgår från att de personer som uppgett att de inte är villiga att betala någonting heller inte värdesätter en minskad övergödning av Östersjön. Det kan ändå vara så att en del av dessa personer anser att det faktiskt vore värdefullt att minska övergödningen, men att de uppgett noll betalningsvilja för att de har haft invändningar mot detaljer i scenariot som presenterats för dem. De kan till exempel ha ansett att det är vissa specifika aktörer som bör betala istället.

Framtidskartor viktig del

För att beskriva den framtida, förväntade övergödningssituationen användes kartor i undersökningen. En karta visade ett scenario i Östersjön år 2050 om inga nya åtgärder för att minska övergödningen genomförs och en annan karta visade minskade utsläpp av näringsämnen i enlighet med

aktionsplanen för Östersjön (BSAP). Eftersom modelleringen tyder på att det tar cirka 40 år för åtgärder att få full effekt valdes 2050 som lämplig referenspunkt.

Ett representativt urval av befolkningen i respektive land fick sedan besvara frågan:

”Hur mycket skulle du maximalt vara villig att betala varje år för att övergödningen ska kunna minskas enligt vad som visas i kartorna?”

Kartorna togs fram med hjälp av marin-ekologiska modeller. Övergödningens effekter beskrevs med hjälp av fem parametrar: siktdjup, algbloomingar, undervattensängar, fiskförekomst och syrefria bottenar. Dessa vägdes samman med hjälp av Helcoms index för miljö kvalitet och presenterades i form av fem olika nivåer av övergödning med olika färger, där blå färg indikerar den bästa situationen och röd den sämsta.

Totalt deltog 10 500 personer, antingen via en webbenkät eller genom personliga

intervjuer. I studien användes scenariovärdering av miljöförbättringar, en miljöekonomisk metod för att fånga in det ekonomiska värdet av ekosystemtjänster som inte är prissatta på någon marknad.

Många använder havet på fritiden

En tidigare undersökning från Baltic Stern om människors användning och attityder till havsmiljön, BalticSurvey, visade att Östersjön är ett mycket välbesökt hav. Något som även bekräftas i den nya studien. Ungefär 80 procent av befolkningen runt Östersjön har någon gång varit vid havet på sin fritid. Den motsvarande siffran för Sverige är 98 procent. Det är därför inte förvånande att en majoritet är villig att betala för en förbättrad havsmiljö.

De vanligaste fritidsaktiviteterna vid havet är att vara vid stranden för att till exempel promenera, bada och ha picknick. Båtturer och fritidsfiske är också populärt, särskilt i Sverige, och Finland.

KUNSKAP OM ÖVERGÖDNINGSEFFEKTER (PROCENT)									
Land	Danmark	Estland	Finland	Tyskland	Lettland	Litauen	Polen	Ryssland	Sverige
Grumligt vatten	46	55	95	42	49	49	41	46	83
Blågrönalgbloomningar	61	75	98	58	59	57	50	46	95
Minskad utbredning av undervattensängar/ålgräs	44	53	56	58	36	48	25	35	66
Förändringar i fiskens artsammansättning	42	48	89	22	46	51	31	34	73
Syrebrist vid djupa havsbotten	67	51	92	33	45	50	38	31	91

➤ Siffrorna visar andel personer som angivit att de hört talas om respektive övergödningseffekt.

Intressant är att en majoritet i alla länder värderar att hela Östersjön blir friskare och ser alltså inte enbart till den del av havet som ligger närmast dem själva. Intressant är också att avståndet till havet inte generellt tycks påverka betalningsviljan vilket tyder på att Östersjöns miljö är viktig även för dem som bor långt ifrån havet.

Oro över miljösituationen

Undersökningen visar också att varannan person i länderna runt Östersjön själv har upplevt effekterna av övergödning, särskilt i form av försämrat siktdjup och algbloomningar. Dessutom finns en utbredd kunskap om övergödningen och dess effekter. Studien bekräftar att många känner oro över havsmiljön. Två av tre svenskar är oroliga och de flesta ser problemen i Östersjön som ett av de största miljöproblemen överlag. I de Östersjöländer där oron är mindre är ändå var tredje person orolig över situationen.

Viktigt underlag framöver

Östersjön är världsunik med sitt bräckta vatten och sin rika skärgård. Havet förser näringsliv och allmänhet med en stor mängd olika ekosystemtjänster, exempelvis möjlighet till rekreation och fiske. Studien visar att Östersjön är mycket viktig för invånarna i regionen.

Resultaten av studien av betalningsviljan är ett viktigt underlag för politiska beslut framöver. Aktionsplanen för Östersjön kommer att följas upp vid Helcoms ministermöte hösten 2013. EU:s havsmiljö-

direktiv kräver att åtgärdsprogram för att nå en god havsmiljö till 2020 ska finnas beslutade redan år 2015. De närmaste åren blir därmed avgörande för hur problemen kommer att åtgärdas. Det är viktigt att också värdet av ekosystemtjänster som inte är prissatta på marknaden finns med i de beslutsunderlag som tas fram.

Nästa steg för Baltic Stern-nätverket är att jämföra resultaten från den nya studien med kostnaderna för att genomföra aktionsplanen för Östersjön och att analysera vad som kan vara kostnadseffektiva kombinationer av åtgärder. Kostnadsnyttoanalysen kommer att publiceras under hösten 2012. Redan nu kan konstateras att det finns ett starkt stöd bland allmänheten för att agera kraftfullt för att minska övergödningen i havet. Att inte åtgärda problemen skulle kunna medföra stora välfärdsförluster. 🐟

LÄSTIPS:

Ahtiainen H, Hasselström L. et al. 2012. *Benefits of meeting the Baltic Sea nutrient reduction targets – Combining ecological modelling and contingent valuation in the nine littoral states*. MTT Discussion Papers 1 (2012). Webblänk: http://www.mtt.fi/dp/DP2012_1.pdf

Baltic Survey – a study in the Baltic Sea countries of public attitudes and use of the sea. Summary of main results. Naturvårdsverket Rapport 6382, Oktober 2010.

Vad kan havet ge oss? Östersjöns och Västerhavets ekosystemtjänster. Naturvårdsverket Rapport 5937, Februari 2009.

FAKTA

Baltic Stern

Baltic Stern är ett internationellt forskarnätverk med partners i samtliga Östersjöländer. Genom att utveckla och kombinera ekologiska och ekonomiska modeller analyserar forskarnätverket nyttor vi människor får från havets ekosystemtjänster liksom kostnader för att hantera miljörisiker som hotar Östersjön. Med andra ord, vad kostar det att komma till rätta med miljöproblemen, och vad kostar det samhället om vi inte gör något? Forskarna söker också identifiera kostnadseffektiva kombinationer av åtgärder för att nå internationellt överenskomna miljömål. Fokus har i denna första fas legat på övergödning och fiskeförvaltning.

Baltic Stern står för Baltic Systems Tools and Ecological-economic evaluation – a Research Network, där förkortningen Stern är inspirerad av den så kallade Stern-rapporten (2007) som jämförde kostnaderna för att begränsa klimatpåverkan med kostnaderna för samhället om inga åtgärder vidtas.

Miljöövervakningen

– en viktig pusselbit i havsmiljöarbetet

ANNA JÖBORN, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN & MANUELA NOTTER, NATURVÅRDSVERKET

För ett drygt år sedan omorganiserades de nationella myndigheterna som ansvarar för Sveriges havsmiljöövervakning. Numera är det Naturvårdsverket som samordnar miljöövervakningen i sin helhet medan den nystartade Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för övervakningen av akvatiska resurser. Havs- och vattenmyndigheten har även tagit över Fiskeriverkets fiskförvaltningsansvar inklusive datainsamling för fisk.

■ Sverige är ett land omgivet av hav, med en lång tradition att livnära sig på vad havet

kan ge. Att det finns böljande ålgräsängar och tångskogar runt Sveriges kuster som fungerar som yngelkammare för fisk och andra smådjur är dock inget vi omedelbart ser framför oss när vi spanar ut över en blågrå vattenspegel. Därför är en av våra viktigaste uppgifter att se till att dessa värdefulla ekosystem kartläggs och visualiseras så att de värden som finns under ytan beskrivs på ett begripligt sätt. Miljöövervakningen och den regelbundna rapporteringen om miljötillståndet i kust- och havsområden utgör viktiga pusselbitar i detta arbete. Under de närmsta åren kommer

Sverige under ledning av Havs- och vattenmyndigheten att genomföra EU:s havsmiljödirektiv liksom införa planering av våra havsområden. Detta arbete är nödvändigt för att vi ska kunna navigera rätt bland de ökande anspråken.

[En gemensam kunskapsbank](#)

År efter år bygger vi i Sverige upp vår gemensamma kunskapsbank om havsmiljön. Målet är att alla som vill enkelt ska kunna komma åt informationen via hemsidor, portaler och databaser. Just nu jobbar Naturvårdsverket och Havs- och



vattenmyndigheten intensivt med att öka tillgängligheten av all data och information som tas fram och som finansieras av svenska skattemedel. Den här utvecklingen drivs på ytterligare genom implementeringen av ett antal EU-direktiv, exempelvis Inspire som syftar till att bygga upp en miljödatabas med lägesbunden information från hela Europa.

Men det räcker inte med att data och information är enkelt tillgängliga. Det är också viktigt att vi ställer relevanta frågor och därefter mäter rätt saker för att kunna svara på dessa frågor. Därtill är det viktigt att sammanställa, analysera och kommunicera resultaten för att de ska kunna bidra till att skapa verklig nytta. Här återstår mycket arbete.

Den nationella miljöövervakningen

Den nationella miljöövervakningen som utgör grunden till artiklarna i rapporten Havet, har som syfte att kontinuerligt, år efter år, följa utvecklingen. Beskrivningar av miljötillståndet är viktiga för att kunna göra jämförelser och spåra förändringar över tid. Detta för att öka sannolikheten att upptäcka avvikelser som annars hade gått oss omärkt förbi. Rapporten Havet är för närvarande en av de viktigaste kanalerna

för att samlat kommunicera om miljötillståndet i kust- och havsområden.

Vad gör vi när något oväntat händer?


Under sommaren 2012 skickade länsstyrelsen och regionen i Skåne en skrivelse till regeringen där man slog larm om miljöproblem i Hanöbukten. Det hade då signalerats om minskat kustnära fiske, eventuell näringsbrist, sårskador på fisk och säl, återkommande hög dödlighet hos kustlevande fågel och ökade halter av humus i tillrinnande vattendrag.

Det är i sådana lägen, där problembilden är komplex och svårfångad, som det blir tydligt att det finns behov av kapacitet att göra mer avancerade analyser. För att komma vidare är det nödvändigt att myndigheter och forskare samarbetar för att identifiera de bakomliggande orsakerna och systematiskt arbeta för att skapa bättre förutsättningar för åtgärder. Samarbetet behöver stärkas ytterligare framöver för att vi ska kunna ta oss an de stora miljöutmaningarna. I detta arbete är de organisationer som utför miljöövervakning och forskarnätverk, såsom Havsmiljöinstitutet, en viktig resurs för de nationella myndigheterna.

Hiitta rätt bland myndigheterna

I miljöövervakningen har de nationella förvaltningsmyndigheterna lite olika roller. Naturvårdsverket har en samordnande roll för hela den nationella miljöövervakningen. Naturvårdsverket har också kvar huvudansvaret för övervakning av fåglar och miljögifter oberoende av var de finns. Miljögiftsövervakningen finns samlad på enheten för avfall och kemikalier och på avdelningen för analys och forskning.

Havs- och vattenmyndighetens enhet för miljöövervakning och datainsamling ansvarar för miljöövervakning i akvatiska miljöer, det vill säga både hav, sjöar, vattendrag och grundvatten.

Länsstyrelserna ansvarar för den regionala miljöövervakningen, som är samordnad med den nationella. 

KONTAKTUPPGIFTER

och mer information om vem som ansvarar för vilka frågor finns på följande webbsidor:
www.naturvardsverket.se
www.havochvatten.se



Foto: Karl Lundström

HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN

– en del av regeringens satsning på bättre havs- och vattenmiljö

Havs- och vattenmyndigheten är en nationell miljömyndighet som ska se till att våra sjöar, vattendrag och hav nyttjas på ett hållbart sätt, att den goda miljön bevaras och att områden med dålig miljö restaureras. Det finns många som jobbar för bättre havs- och vattenmiljö och många som bedriver verksamhet som både påverkar miljön och är beroende av den. Havs- och vattenmyndigheten har regeringens uppdrag att samla, stödja och driva på alla dessa aktörer, så att målen för svensk vattenpolitik uppnås.

Hårda fakta och mjuka värden

En viktig del av Havs- och vattenmyndighetens arbete är att samla kunskap. Myndigheten analyserar vilken kunskap som behövs för att lösa uppdraget och beställer forskning, provtagning, undersökningar, studier och statistik från andra myndigheter, universitet och konsulter. Myndigheten utvärderar resultat och ser sedan till att kunskapen kan omsättas i såväl Havs- och vattenmyndighetens egen, som andras verksamhet. Tillsammans med Naturvårdsverket finansierar Havs- och vattenmyndigheten också forskning. Två aktuella forskningsprogram med inriktning mot vatten är Waters och Speqs, som båda koordineras av Havsmiljöinstitutet.

Havs- och vattenmyndigheten arbetar

också mycket med att samla intressenter, skapa dialog och engagera alla som är berörda i arbetet. När målet är att nyttja havet som resurs på ett hållbart sätt, är det viktigt att få med dem som berörs. Möjligheten ökar att identifiera hinder, kartlägga konflikter och incitament som kan leda till förändring. Genom delaktighet skapar man också bättre förutsättning för att nya regler efterlevs.

Lagar, avtal och tillsyn

Men för att uppnå en hög efterlevnad krävs också en viss nivå av tillsyn. Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för att samordna de myndigheter som utför den operativa kontrollen av bland annat enskilda avlopp, dricksvattenskydd och fiske. Havs- och vattenmyndigheten utvärderar och utvecklar metoder. När det gäller yrkesfisket har myndigheten även ett operativt ansvar, att kontrollera landningar och kontinuerligt hålla reda på hur mycket fisk som tas upp.

Det finns många lagar och regler som styr hur vi ska handskas med våra vatten. En del av dem är nationella men det krävs internationellt samarbete även för att lyckas med nationella mål. EU:s direktiv och internationella konventioner är viktiga, både att kunna påverka och att leva upp till. Sverige samarbetar också med andra länder genom internationella avtal. Havs-

och vattenmyndigheten ansvarar för att Sverige uppfyller sina åtaganden av de internationella konventioner och avtal som rör vattenmiljö och tar även fram underlag inför förhandlingar på internationell nivå.

Fördelar skattepengar till miljöprojekt

Havs- och vattenmyndigheten fördelar också regeringens särskilda anslag för havs- och vattenmiljö som bland annat finansierar länsstyrelsernas arbete med åtgärder. Det kan vara lokala fiskevårds- och vattenvårdsprojekt, kalkning av sjöar och vattendrag, fisketillsyn, insatser för hotade arter och för biologisk mångfald, klimatanpassning, städning av stränder, inventeringar och genomförande av ny teknik för åtgärder. År 2012 fördelades drygt 800 miljoner kronor till olika insatser.

FAKTA

Havs- och Vattenmyndigheten

Bildades: 1 juli 2011

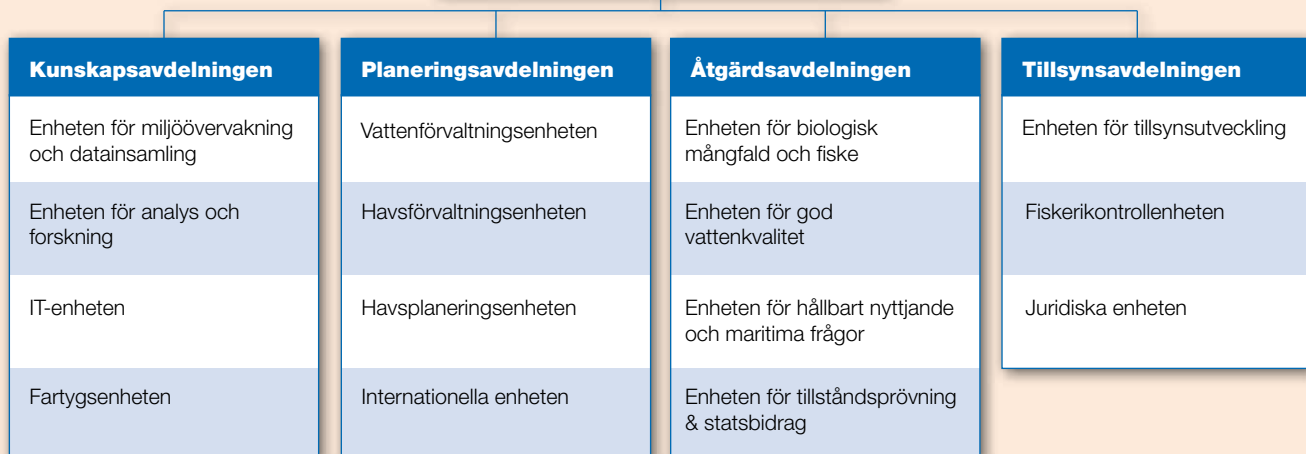
Huvudkontor: Göteborg. Kontor i Simrishamn, Karlskrona, Kungshamn och Frölunda

Antal anställda: ca 250 personer

Generaldirektör: Björn Risinger

Total budget 2012: 1 033 miljoner kr, varav 188 miljoner kr är förvaltningsanslag och 845 miljoner kr fördelas till olika insatser.

HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN



Nya regler för havet

– målbilden klar, dags för åtgärder

MATS IVARSSON & KARIN PETTERSSON, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN

I år har flera viktiga steg i Sveriges marina strategi tagits. Utifrån havsmiljödirektivet har det gjorts en inledande bedömning av hur haven mår och vilka ekonomiska och sociala värden som förloras om den marina miljön inte skyddas. En beskrivning av den havsmiljö vi vill uppnå har också tagits fram, liksom nya miljö kvalitetsnormer som ska leda fram till målbilden. Den inledande bedömningen kommer fram till samma slutsats som denna rapport, att varken Nordsjön eller Östersjön har önskat miljö tillstånd. En av flera orsaker är övergödning och en annan är de negativa effekterna av fiske.

■ Det står klart att rådande förhållanden i svenska havsområden medför stora ekonomiska konsekvenser för samhället, både för kommersiella verksamheter och annat nyttjande. En fortsatt försämring av havsmiljön drabbar inte bara fisket utan också människans möjlighet till rekreation.

Havsmiljödirektivet antogs inom EU 2008 och är miljöpelaren i EU:s integrerade havspolitik. Syftet är att upprätthålla eller nå en god miljöstatus i Europas hav senast år 2020. Direktivet infördes i svensk lagstiftning i december 2010 genom havsmiljöförordningen och omfattar Sveriges delar av Östersjön och Nordsjön, det vill säga Skagerrak, Kattegatt och Öresund.

I mars 2012 presenterade Havs- och vattenmyndigheten, HaV, två rapporter och ett förslag till föreskrift. Rapporterna innehöll en inledande bedömning av miljö tillståndet, en socioekonomisk analys av de värden som havet ger, och en beskrivning av vad som kännetecknar god miljöstatus. I föreskriften presenterades förslag till miljö kvalitetsnormer för att uppnå god miljöstatus. Efter en remissrunda trädde föreskriften i kraft den 15 juli 2012. Detta innebär att de tre första stegen i Sveriges marina strategi i den första förvaltningscykeln nu är på plats och att arbetet med miljööver-

vakningsprogram och åtgärdsprogram kan ta sin början.

Vad är god miljöstatus?

Havsmiljödirektivets definition av god miljöstatus innebär att våra hav ska vara rena, friska och produktiva samtidigt som de ska kunna nyttjas på ett hållbart sätt. Beskrivningen av den miljö vi vill uppnå, god miljöstatus, tas fram i samordning med andra länder, som angränsar till samma havsområden som Sverige. Den bygger på ett ramverk av elva deskriptorer som beskriver god miljöstatus på en övergripande nivå för olika temaområden. Till varje deskriptor hör kriterier med kvalitativa beskrivningar som anger vad som ska ingå. Till deskriptorerna hör sammanlagt 29 kriterier som anger vad som ska ingå i beskrivningen av god miljöstatus. För samtliga kriterier har svenska preciseringar för Nordsjön respektive Östersjön tagits fram.



Kommersiella aktiviteter vid havet omsatte totalt 330 miljarder kronor år 2009.

Foto: Shutterstock



← Arbetet med havsmiljöförordningen sker i cykler där varje steg i den efterföljande cykeln upprepas med sex års mellanrum. Under 2012 togs flera viktiga steg i arbetet.

För att praktiskt bedöma om god miljöstatus har uppnåtts används indikatorer som beskriver tillståndet i miljön, liksom belastning och påverkan. Tillsammans är dessa indikatorer ett verktyg för att följa utvecklingen av miljö tillståndet och effekter av åtgärder i havsmiljön. De indikatorer som anges i den beslutade föreskriften utgår delvis från existerande miljöövervakning och tidigare utvecklade indikatorer. På så sätt uppfylls en rad av havsmiljödirektivets krav. För närvarande, 2012, saknas dock indikatorer för 16 av havsmiljödirektivets 29 kriterier vilket gör att arbetet med att ta fram indikatorer måste fortsätta de närmaste åren.

Bedömning på olika grund

I den inledande bedömningen beskrivs både miljö tillståndet och de belastningar som påverkar olika delar av ekosystemet. De viktigaste belastningarna knyts också

till aktiviteter och verksamheter som analyseras ur ett samhällsekonomiskt perspektiv, med syfte att ge en bild av kommersiella och icke-kommersiella värden som dagens nyttjande av havet medför. I analysen ingår även att ge en bild av de konsekvenser som förväntas om miljöförsämringarna tillåts fortsätta.

Eftersom det ännu inte finns en fullständig uppsättning av indikatorer har bedömningen av miljö tillståndet 2012 inte gjorts som en klassning av god miljöstatus enligt det system som beskrivs ovan. Bedömningarna har istället gjorts utifrån olika förutsättningar. De bedömningsgrunder som använts är de som finns inom vattenförvaltningen och bedömningsverktyg eller bedömningar som tagits fram inom Helcom och Ospar. I vissa fall finns inte någon bedömningsgrund att tillgå och då har expertbedömning använts. I denna rapport görs också en sammanställning av

de variabler som används vid bedömningen av miljö tillståndet i Havet 2012. (Se artikel på sidan 26.) De övergripande slutsatserna överensstämmer väl mellan de olika metoderna, även med de som gjorts inom de nationella miljö kvalitetsmålen och de senaste internationella bedömningarna för Nordsjön och Östersjön.

Sammanvägt tillstånd

Olika försök till sammanvägning visar att tillståndet i våra hav inte är det önskade, men tillståndet varierar beroende på vilka ekosystemkomponenter och vilka områden man tittar på. Bäst ser situationen ut i Bottenviken, men å andra sidan är bristerna i dataunderlaget störst där. När det gäller grupper av organismer eller biologiska samhällen bedöms situationen vara särskilt allvarig för fisk i Kattegatt.

De belastningar som pekas ut som mest betydande är biologisk störning genom

uttag av arter, tillförsel av näringsämnen, tillförsel av farliga ämnen, men även fysisk påverkan genom bottentråkning och marint avfall. Dessa belastningar påverkar de flesta marina ekosystemtjänsterna på ett betydande sätt. Bland de aktiviteter som bidrar mest till belastningarna finns jordbruk och industri samt fiske och sjöfart. Samtidigt är dessa aktiviteter beroende av fungerande ekosystem, exempelvis ekosystemtjänster som medför minskade effekter av övergödning, fungerande näringsvävdynamik och biologisk mångfald, samt ekosystemens förmåga att stå emot yttre störningar, för att nämna några.

Ekosystemets tjänster

Den inledande bedömningen innehåller också en fördjupad analys av tre ekosystemtjänster som bedöms vara representativa för att spegla effekterna av typiska belastningar. I detta fall handlar det om biologisk mångfald, minskad övergödning och estetiska värden.

Det nuvarande tillståndet för dessa tre ekosystemtjänster bedöms vara otillräckligt eller lokalt otillräckligt för både Nordsjön och Östersjön. Tillgången till tjänsterna bedöms minska om utvecklingen fortsätter som nu fram till 2020 respektive till 2050. Detta förväntas påverka alla framtida aktiviteter i samhället som är beroende av ekosystemtjänsterna, både kommersiella och icke-kommersiella.

Havet som resurs

De svenska kommersiella aktiviteter som använder havet omsatte 2009 totalt 330 miljarder kronor enligt statistik från Statistiska centralbyrån, vilket motsvarar 5,2 procent av näringslivets totala omsättning. Utöver den kommersiella nyttan från den maritima sektorn representerar havet också stora icke-kommersiella värden, till exempel inom friluftslivet.

Den inledande bedömningen innehåller också en social analys som visar på både direkta och indirekta drivkrafter för miljöbelastningarna. Direkta drivkrafter kännetecknas av sin direkta påverkan på miljön, exempelvis industriell produktion eller resursuttag, medan indirekta drivkrafter är bakomliggande motiv, som att konsumenter efterfrågar vissa typer av varor. Andra exempel på indirekta drivkrafter är politiska processer på hög internationell nivå, ekonomisk utveckling eller teknikutveck-

FAKTA

Miljökvalitetsnormer

Tillförsel av näringsämnen och organiskt material

- Koncentrationer av kväve och fosfor i havsmiljön till följd av tillförsel av näringsämnen från mänsklig verksamhet orsakar inte negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.

Tillförsel av farliga ämnen

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

Biologisk störning

- Havsmiljön ska vara fri från nyutsatta eller flyttade främmande arter och stammar, genetiskt modifierade organismer (GMO) eller organismer vars genetiska egenskaper förändrats på annat sätt, som riskerar att allvarligt hota den genetiska eller biologiska mångfalden eller ekosystemets funktion.
- Havsmiljön ska så långt som möjligt vara fri från nytillkomna främmande arter spridda genom sjöfart.
- Populationerna av alla naturligt förekommande fiskarter och skaldjur som påverkas av fiske har en ålders- och storleksstruktur samt beståndsstorlek som garanterar deras långsiktiga hållbarhet.
- Förekomst, artsammansättning och storleksfördelning hos fisksamhället ska möjliggöra att viktiga funktioner i näringsväven upprätthålls.

Fysisk störning


- Den av mänskliga verksamheter opåverkade havsbottenarealen ska, per substrattyp, ge förutsättningar att upprätthålla bottenarnas struktur och funktion i Nordsjön och Östersjön.
- Arealen av biogena substrat ska bibehållas eller öka.
- Permanenta förändringar av hydrografiska förhållanden som beror på storskaliga verksamheter, enskilda eller samverkande, får inte påverka biologisk mångfald och ekosystem negativt.
- Havsmiljön ska så långt som möjligt vara fri från avfall.

ling. Den sociala analysen visar att de indirekta drivkrafterna spelar en avgörande roll för flera viktiga miljöproblem i Sverige.

Miljökvalitetsnormer för att nå målet

Om den inledande bedömningen visar att miljötillståndet inte är gott ska miljökvalitetsnormer utformas. Miljökvalitetsnormer är rättsligt bindande regler som avspeglar den lägsta godtagbara miljökvaliteten i Nordsjön och Östersjön. För att nå god miljöstatus i haven har elva svenska miljökvalitetsnormer formulerats. Dessa miljökvalitetsnormer omfattar belastning i form av näringsämnen, farliga ämnen, främmande arter, fiske, fysisk påverkan på havsbottenar och avfall i havsmiljön. Miljökvalitetsnormerna ska motsvara de belastningar som i den inledande bedömningen pekats ut att ha stor påverkan på miljön och ytterligare normer kan bli aktuella i framtiden. När normer tas fram ska hänsyn också

tas till den socioekonomiska analysen.

Miljökvalitetsnormerna nås genom att åtgärdsprogram upprättas. Dessa anger vilka åtgärder som behöver genomföras för att nå normen. Enligt havsmiljödirektivet ska åtgärdsprogram vara formulerade till utgången av 2015 och påbörjade senast vid utgången av 2016. Normerna kan också nås genom att myndigheter tillämpar dem vid exempelvis tillståndsprövning och tillsyn. Ansvaret för att normerna följs ligger på kommuner och myndigheter. 

LÄSTIPS:

Havet 2011: EU:s havsmiljödirektiv, den inledande bedömningen.

Havet 2010: Vart tar alla data vägen?

Havet 2009: En europeisk strategi för havet.

www.havochvatten.se

Mot bättre överblick och sammanvägda bedömningar

PER-OLAV MOKSNES, ANDERS GRIMVALL, ULLA LI ZWEIFEL & MATS LINDEGARTH, HAVSMILJÖINSTITUTET

Övervakningen av havsmiljön har i många länder genomgått en stor förändring. Tidigare låg fokus på att följa utsläpp och halter av enskilda växtnäringssämnen eller miljögifter. Idag är målet att förvalta havsmiljön som ett eller flera sammanlänkande ekosystem vars status bedöms med hjälp av ett större antal variabler som vägs samman. Ett första steg mot en sammanvägd bedömning är att skapa bra överblick över den information som den nuvarande havsmiljöövervakningen genererar.

■ Den internationella trenden mot sammanvägda bedömningar framträder tydligt även inom flera EU-direktiv, där miljömålen genomgående är formulerade på ekosystemnivå. Inom art- och habitatdirektivet är målet att uppnå god bevarandestatus, vilket bedöms genom en sammanvägning av fyra faktorer för arter

respektive naturtyper. Vattendirektivets mål är att uppnå god ekologisk och kemisk status i ett stort antal vattenförekomster, där målpuppfyllelsen av ekologisk status bedöms genom en sammanvägning av flera biologiska och fysikalisk-kemiska variabler enligt bestämda regler. För att genomföra havsmiljödirektivet trädde detaljerade föreskrifter i kraft tidigare i år. Målet är att uppnå god miljöstatus för större havsområden såsom Nordsjön och Östersjön, och målpuppfyllelsen kommer att bedömas med hjälp av ett stort antal indikatorer fördelade mellan 11 deskriptorer, det vill säga tematiska områden som fastställts i direktivet (se artikel på sidan 23). Hur sammanvägningen av indikatorer ska gå till är inte formellt reglerat, men det pågår ett internationellt utvecklingsarbete inom EU och havskonventionerna.

Gemensamt för de nämnda EU-direktiven är alltså behovet av att bedöma miljö-

tillståndet för större ekosystem genom att flera olika variabler sammanvägs och integreras över olika geografiska skalor. Eftersom svensk havsförvaltning numera vägleds av dessa direktiv, och inte bara av de nationella miljömålen, har det kommit nya krav på svensk miljöövervakning.

Tabell ger överblick

Sammanvägda bedömningar av tillståndet i miljön kräver en god överblick över vilken information som är tillgänglig. För att uppnå en sådan överblick är det ofta effektivt att sammanfatta informationen i någon form av tabell. Vissa detaljer försvinner självfallet i alla typer av sammanfattningar. I gengäld kan de stora linjerna framträda tydligare.

Tabellen på nästa sida samlar en stor del av de miljövariabler som mäts inom de nationella övervakningsprogrammen samt andra variabler som diskuteras i årets tillståndbedömningar. Huvudsyftet med

FAKTA

Internationell trend mot ekosystembaserad förvaltning

Exempel på länder och lagstiftning där förvaltningen av havsmiljön idag sker på ekosystemnivå och miljöstatus bestäms genom sammanvägning av olika variabler och indikatorer.

Land	Lagstiftning
Kanada	The Ocean Act 1997
Kina	Marine Water Quality Standard 1997
Sydafrika	The National Water Act 1998
USA	The US Commission Ocean Policy 2004
Australien	The Ocean Policy 2006
Europa	Vattendirektivet 2000
	Havsmiljödirektivet 2008



Övervakning av blåstång – en av indikatorerna som används för bedömning av miljötilståndet i havet.

Foto: Hans Kautsky/Azote

MILJÖVARIABLER FÖR TILLSTÅNDSBEDÖMNING

Källtyp	Variabel	Skagerrak		Kattegatt		Södra Eg Östersjön		Norra Eg Östersjön		Bottenhavet		Bottenviken		Bedömningskriterier		Tidsperiod	Ref	
		Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö	Kust	Utsjö			
NATIONELL MARIN MILJÖÖVERVAKNING																		
Belastning på havet	Totalkväve	↓ ³		↓ ¹²		→ ⁷		→ ⁶		→ ¹³		↓ ¹²		Saknas		1995–	1	
	Oorganiskt kväve	↓ ³		↓ ¹²		→ ⁷		→ ⁶		→ ¹³		↓ ¹²		Saknas		1995–	1	
	Totalfosfor	→ ³		→ ¹²		↓ ⁷		↓ ⁶		→ ¹³		→ ¹²		Saknas		1995–	1	
	Oorganiskt fosfor	↑ ³		→ ¹²		↑ ⁷		↑ ⁶		→ ¹³		↑ ¹²		Saknas		1995–	1	
	Totalt organiskt kol	↑ ³		↑ ¹²		↑ ⁷		↑ ⁶		↑ ¹³		↑ ¹²		Saknas		1995–	1	
Fria vattenmassan	Temperatur ytvatten	– ¹	→ ⁴	– ²	↑ ²	– ¹	→ ⁶	– ¹	→ ⁷	– ²	→ ²		→ ²	Saknas		1970–	1	
	Temperatur djupvatten	– ¹	↑ ⁴	– ²	↑ ²	– ¹	↑ ⁶	– ¹	↑ ⁷	– ²	→ ²		→ ²	Saknas		1970–	1	
	Salthalt ytvatten	– ¹	↑ ⁴	– ²	→ ²	– ¹	↓ ⁶	– ¹	↓ ⁷	– ²	↓ ²		↓ ²	Saknas		1970–	1	
	Salthalt djupvatten	– ¹	↑ ⁴	– ²	↑ ²	– ¹	↓ ⁶	– ¹	↓ ⁷	– ²	↓ ²		↓ ²	Saknas		1970–	1	
	pH		– ¹	– ¹	– ¹	– ¹	– ¹	– ¹	– ²	– ¹	– ¹		– ¹	Saknas	Saknas	1993–		
	Totalkväve ytvatten	– ¹	↓ ⁴	– ²	↓ ²	– ¹	↑ ⁶	– ¹	→ ⁷	– ²	→ ²		→ ²	NFS	Saknas	1990–	1	
	Oorg kväve ytvatten	– ¹	→ ⁴	– ²	→ ²	– ¹	↓ ⁶	– ¹	↓ ⁷	– ²	→ ²		→ ²	NFS	HVMFS	1990–	1	
	Totalfosfor ytvatten	– ¹	→ ⁴	– ²	↑ ²	– ¹	→ ⁶	– ¹	→ ⁷	– ²	→ ²		↓ ²	NFS	Saknas	1990–	1	
	Oorg fosfor ytvatten	– ¹	→ ⁴	– ²	→ ²	– ¹	→ ⁶	– ¹	→ ⁷	– ²	→ ²		→ ²	NFS	HVMFS	1990–	1	
	Kisel ytvatten	– ¹	→ ⁴	– ²	→ ²	– ¹	→ ⁶	– ¹	→ ⁷	– ²	↑ ²		→ ²	Saknas	Saknas	1990–	1	
	Klorofyll	→ ¹	– ⁴	– ¹	→ ²	– ¹	– ⁶	→ ¹	→ ¹	→ ²	→ ²		→ ²	NFS	HVMFS**	1996–	1	
	Växtplankton	→ ¹	– ¹	– ¹	→ ¹	– ¹	– ²	→ ¹	→ ¹	→ ²	→ ²		→ ²	NFS	HVMFS**	1996–	1	
	Djurplankton	– ¹	– ¹	→ ¹	→ ¹	– ¹	– ²	→ ¹	→ ¹	→ ²	→ ²		→ ²	Saknas	Saknas	1996–	1	
	Bakterieplankton									→ ¹	→ ²		→ ¹	Expert	Expert	1996–	1	
	Bakterietillväxt									→ ¹	↓ ²		↓ ¹	Expert	Expert	1996–	1	
	Siktdjup	– ¹	– ⁴	– ²	– ²	– ¹	– ⁶	– ¹	– ⁷	– ²	– ²		– ²	NFS	HVMFS	1970–		
	Arel utbr. syrefri bot.						↑		↑						Saknas		1996–	1
	Syre bottenvatten	– ¹	↓ ⁴	– ²	→ ²	– ¹	↓ ⁶	– ¹	↓ ⁷	– ²	↓ ²		→ ²	NFS	HVMFS	1970–	1	
	Vegetationsklädda bottenar	Djuputbredning (index)	↓ ²		→ ³		→ ²		↑ ³		→ ¹				NFS		1994–	1
		Benthic Quality Index	→ ⁹	→ ⁴	→ ⁷	↓ ⁶	– ¹	– ²	→ ⁶	– ⁴	→ ⁶	→ ⁴	→ ⁶	→ ³	NFS	HVMFS**	2001–	1
Kustfisk	Karp- & rovfiskar							→ ²		→ ²				Expert		1989–	1	
	Tånglake (antal)	↓		↓											Saknas		1988–	1
Utsjöfisk	Torsk lekbiomassa		↓*		↓*		→*		→*						Saknas		1974–	1
	Sill lekbiomassa		↑*		↑*		↓*		↓*						Saknas		1974–	1
Säl	Populationsstorlek	↑*		↑*		↑*		↑*		↑*		↑*			Saknas		1990–	1
	Reproduktion gråsäl													HVMFS	HVMFS		1	
	Späcktjocklek gråsäl													HVMFS	HVMFS		1	
Havsörn	Häckningsframgång													HVMFS		1964–	1	
ARTDATABANKEN																		
	Tumlare		Sårbar		Sårbar		Akut hotad										2	
	Vikare							Nära hot		Nära hot		Nära hot					2	
	Fisk (antal rödlistade)		27		27		6		6		5		4				2	
RAPPORTER																		
	Sjöfågel (abundans)	→		→		↓ ³		↓ ³						Saknas		1990–	3	
	Blåstång (djuputr.)					↓ ³		↓ ³						BEAT			3	
	Ålgräs (djuputr.)	↓ ⁴		↓ ¹		↓ ³								BEAT			3	
	Ålgräs (ytutbredning)	↓ ⁴												BEAT			3	
	Algmattor (ytutbred.)	↑*												Saknas		1980–	3	
	Sockertare (ytutbredning)	↓*												Saknas		1980–	4	

↗ Sammanställning av biologiska och fysikalisk-kemiska miljövariabler som använts vid tillståndsbedömningarna i Havet 2012. I tabellen listas deras status och trender enligt nationell marin övervakning samt andra angivna källor. Området södra Egentliga Östersjön stäcker sig från Öresundsbron till Öland (inklusive Kalmarsund). Miljögifterna har utelämnats, eftersom de är för många för att hantera i detta format.

Förklaringar

Tidsperiod = testad mätperiod
 ↑ = statistiskt signifikant ökning
 ↓ = statistiskt signifikant minskning
 → = ingen signifikant trend
 – = data för trendanalys finns, men har inte utvärderats
blå/blåtonad pil – positivt för miljötillståndet
röd pil – negativt för miljötillståndet
svart pil – ingen eller svårbedömd påverkan
 upphöjd siffra = antal provtagningsområden
 * = trenden baserad på expertbedömning

Miljöstatus

■ hög
■ god
■ måttlig
■ otillfredsställande
■ dålig
■ data och bedömningskriterier finns men har inte utvärderats

Bedömningskriterier

NFS=NFS2008:1 (föreskrift som genomfört vattendirektivet),
 HVMFS=HVMFS2012:18 (föreskrift som genomfört havsmiljödirektivet)
 BEAT = Helcoms bedömningsverktyg för biodiversitet
 Expert = expertbaserad bedömning
 ** = bedömningskriterier finns, men i år är status expertbedömd

FAKTA

Metoder för sammanvägd bedömning

Exempel på olika principer och aggregeringsregler som används vid sammanvägning av olika variabler och indikatorer för bedömning av miljöstatus.

Platt struktur	Bedömning grundas på medel- eller medianvärde av alla variabler.
Hierarkisk struktur	Variablerna delas först upp i olika kategorier, till exempel fysiska och biologiska variabler, eller variabler som indikerar direkta och indirekta effekter av en miljöstörning. Därefter sammanvägs variablerna inom samma kategori, innan de olika kategorierna vägs samman.
Viktning	Variablerna ges olika vikt vid sammanvägning beroende på deras osäkerhet eller om variabeln indikerar effekter på hög eller låg ekosystemnivå.
Sämst-styr-regler	One-out-all-out på engelska. Det sämsta värdet av alla variabler avgör status på bedömningen. Detta är en konservativ regel enligt försiktighetsprincipen.

tabellen är att ge en överblick över vilken typ av information den nuvarande nationella havsmiljöövervakningen genererar och hur den används idag.

Som framgår av tabellen är övervakningen fortfarande inriktad på detektion av trender i enskilda variabler, medan statusbedömningar av den typ som EU-direktiven kräver, ännu inte fått fullt genomslag. Detta gäller även inom miljögiftsområdet som av utrymmesskäl har utelämnats i tabellen på grund av det stora antalet ämnen och föreningar som analyseras.

Tabellen visar också vilka bedömningsgrunder som finns tillgängliga idag och hur långt arbetet har kommit med att beskriva vad som kännetecknar god status. De nya föreskrifter som meddelats med stöd av havsmiljöförordningen har inte hunnit utnyttjas i årets bedömning av havsmiljöns status. Det framgår också av tabellen att det finns en stor mängd miljöövervakningsdata som av olika skäl inte används idag.

Havs- och vattenmyndigheten har nyligen utfört en bristanalys i förhållande till havsmiljödirektivets krav. I analysen framhålls behovet av att övervaka nya variabler liksom att utveckla indikatorer och kriterier för att bestämma havsmiljöns status.

Vägen framåt på kort sikt

I vissa avseenden är vägen framåt för övervakningen av havsmiljön redan given av EU-direktiv och efterföljande svenska förordningar och föreskrifter. Exempelvis fordrar havsmiljödirektivet uppföljning av utbredning av olika typer av habitat, men att mäta detta ingår inte i den nationella övervakningen. Det är också tänkbart att genomförandet av havsmiljödirektivet

leder till nya prioriteringar. Effekter av överfiske och fysisk störning på havsbotten undersöks idag i ganska liten omfattning jämfört med trender och effekter av övergödning och miljögifter.

Mätvärdenas representativitet i tid och rum är en annan viktig aspekt. Havetsrapporterna är i huvudsak en redovisning av data från den nationella miljöövervakningen. Eftersom denna övervakning av historiska skäl ofta bedrivs vid så kallade referensstationer, som inte är direkt påverkade av lokala belastningar, riskerar bedömningarna att bli ofullständiga eller i sämsta fall vilseledande. En samordnad utvärdering av såväl nationella som regionala data skulle på ett betydande sätt bredda underlaget för statusbedömningar och göra dem mer representativa för kustnära områden. EU-direktiven driver på en sådan utveckling, men organisatoriska förändringar av kvalitetsgranskning och utvärdering av både nationella och regionala data skulle underlätta denna mycket angelägna breddning.

Samordnad utvärdering av mätdata och modeller kan ytterligare minska risken för bristfälliga bedömningar. Exempelvis kan rent empiriska modeller som kopplar förekomst av arter och habitat till fysiska omvärldsfaktorer användas för att kartlägga och bedöma status för större områden. Processbaserade modeller av försurning och övergödning av havet är andra exempel på verktyg som kan ge miljöövervakningsdata ett mervärde. Den typen av verktyg kan också förväntas få en nyckelroll när införandet av EU-direktiven successivt får ökat fokus på utformning och uppföljning av åtgärder inom de områden som nu inte

när upp till direktivets mål för havsmiljöns status.

Sammanvägda bedömningar

Tabellen i denna artikel skulle i takt med att fler indikatorer och kriterier fastställs kunna utvecklas till ett instrument att samla ett komplext underlag för statusbedömningar. Sammanvägda bedömningar, där man enligt bestämda regler väger ihop olika indikatorer, är en betydligt mer komplicerad uppgift. Detta kan illustreras av situationen i Skagerraks kustvatten, där vissa av vattendirektivets variabler indikerar krav på åtgärder (måttlig status) medan andra visar på hög status. Om man dessutom väger in status för utbredning av habitat, som bedömts enligt principer framtagna inom Helcom, så finns hela skalan representerad – från hög till dålig status. Att bestämma om dessa variabler skall sammanvägas i en platt eller hierarkisk struktur, om variabler skall viktas eller om ”sämst-styr-regler” skall tillämpas utgör ett viktigt arbete, som återstår i tillämpningen av havsmiljöförordningen. Ett aktivt svenskt deltagande i det EU-gemensamma arbetet inom detta fält bör ha hög prioritet.

När man diskuterar den samlade informationen om tillståndet i miljön och dess roll och inriktning är det också viktigt att ta hänsyn till att de program som ligger till grund för statusbedömningarna även kommer att utgöra basen för utformning och uppföljning av åtgärder. Detta innebär att man även fortsättningsvis behöver följa enskilda variablers förändringar i tid och rum och att man bedriver mätningar som primärt syftar till att öka förståelsen för ekosystemens funktioner och hur de kan påverkas. 🐟

LÄS MER:

Havs- och vattenmyndigheten 2012. God havsmiljö 2020. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön. Del 2: God miljöstatus och miljö kvalitetsnormer.

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

REFERENSER TILL TABELLEN

1. Havet 2012
2. <http://www.artfakta.se>
3. God Havsmiljö 2020. Del 1: Inledande bedömning av miljö tillstånd och socioekonomisk analys (Remissversion 2012-03-19).
4. SFT 2008. Suktarteprojektet: Slutrapport. Statens Forurensningstilsyn (SFT). SPPO-rapport 1043

LIV OCH RÖRELSE I FRIA VATTNET

**Största isutbredningen på tjugofyra år
Åtgärder ger effekt**

Rekordstor utbredning av syrefria bottnar i Östersjön

Trofiska kaskader i planktonsamhället

Marina bakterieplankton berättar om havet

Största isutbredningen på tjugofyra år

AMUND E. B. LINDBERG, SMHI

Isvintern 2010/11 var den kraftigaste sedan rekordåret 1987. Längs delar av kusten var även den föregående säsongen en kraftig isvinter med mycket tjock is. Men enstaka vintrar säger inte mycket om förändringar i klimatet.

■ Genom tiderna har istäcket i Östersjöregionen varierat från år till år. Ena året har utbredningen varit maximal för att året därpå vara nära minimum. En sådan situation var det 1986/87 då Östersjön nådde sin maximala isutbredning på 420 000 km² sedan mätningarna startade 1957. Två år senare var utbredningen endast 55 000 km². Vintrarna 1984/85, 1985/86 samt 1986/87 var kyliga och betecknades som mycket stränga. Detta följdes direkt av en period med mycket varma vintrar, där isen under flera år på 1990-talet var långt under medel i utbredning. Både vintern 2009/2010 och 2010/2011, som var nära normal respektive kraftig isvinter, avslutades mycket tidigt under säsongen.

Det som gjorde isvintern 2009/10 speciell var en kraftig isläggning på västkusten samt det för sjöfarten besvärliga istäcket i Ålands hav. Isen i Ålands hav gjorde att denna vinter uppfattades som besvärlig, vilket den egentligen inte var.

Vintern 2010/11

Redan under de två första veckorna i november 2010 tog vintern ett grepp om Sverige. Kylig arktisk luft svepte ned över landet och havsvattentemperaturen sjönk snabbt. Innan årsskiftet var hela Bottenviken, Norra Kvarken (tröskeln mellan Bottenviken och Bottenhavet) samt hela kustbandet islagt. Kring nyår bildades is långt ute till havs i Skagerrak. Inte sedan

SMHI började sina dagliga isobservationer 1957 har det varit en så tidig isläggning vid västkusten, både ute till havs och längs kusten. I fjordar på västkusten var isen upp emot 80 cm tjock, vilket är lika tjockt som isarna i innerskärgårdarna i Norrbottens kustland en normalvinter.

När isutbredningen nådde sitt maximum den 25 februari 2011 var 300 000 km² av Östersjöns yta täckt av havsis. Istäcket hade spridit ut sig till Gotska sjön mellan Västervik och Gotland för första gången sedan 1987. Hela Sveriges kustremsa var istäckt förutom Skånes kust. I Bottenvi-

ken var isen ute till havs 50 till 70 cm tjock, vilket är lika mycket som under några av de historiskt kraftiga isvintrarna. Men vädret blev varmt redan i mars och april, vilket satte igång avsmältningen. Isen smälte och blev pipig och porös mycket snabbt.

Inte bara kyla som avgör

Även om det var en rekordsnabb isläggning i svenska vatten 2010, innebär det nödvändigtvis inte att vi går mot ett kallare klimat. En isvinters totala isutbredning är resultat av kyla, men även vindar och vattenstånd påverkar hur mycket is som bildas. För att



Foto: Andres Eilo/Shutterstock

istillväxten ska bli snabb och kraftig krävs en längre period med stabila högtryck och svaga vindar. Ofta sammanfaller samtliga faktorer, vilket gynnar en kraftig och snabb isläggning.

Bedömningen av en isvinter avgörs av både utbredning och längd. Under snörika vintrar blir istäcket tunnare. Eftersom snön isolerar mot kylan så kyls vattnet sämre vilket gör att isbildningen avtar. Dessutom smälter isen lättare underifrån. Det är därmed inte sagt att en riktigt kall vinter med temperaturer långt under medel alltså ger en tjock havsis. Kommer istäcket tidigt och det efter detta kommer mycket snö på isen, stannar istillväxten av och isen kommer att smälta tidigare under säsongen.

Under ismältningen är mängden regn och antalet soltimmar också viktiga faktorer för hur snabbt isen kommer att smälta. Regnet packar ihop snön, höjer temperaturen i isens yta och isen får en mörkare färg. Detta gör att solens strålar får en bättre verkan och isen smälter snabbare.

Även om isvintern 2010/11 var den vinter med störst isutbredning sedan 1986/87 så smälte den sista isen i Bottenviken redan i slutet av maj. Detta var mycket tidigt för att vara en så kraftig isvinter. Orsaken syns i medeltemperaturdata för väderstationer

längs den svenska kusten från Haparanda till Nidingen. På samtliga stationer var det kallare än normalt under perioden november till slutet av februari, därefter steg temperaturerna längs kusten långt över medelvärdena för perioden 1961–1990.

Osäkerhet i statistiken

Den information som ligger till grund för de historiska bedömningarna av isläget är havsisobservationer längs land, satellitbilder, isbrytarobservationer och inrapportering från lotsar. Detta ger orsak till felkällor. Den is som på 1950-talet upplevdes som svår att forcera anses idag vara lättframkomlig. I takt med att lotsbåtar och handelssjöfarten har fått kraftigare motorer och bättre isgående fartyg, är farlederna ofta öppna under hela vintern, samtidigt som isen upplevs som lättare att ta sig igenom.

Just isbrytning och fartygstafrik har i sig troligen orsakat en något kortare issäsong i Östersjöregionen sedan 1970-talet. Detta gäller särskilt för kust och skärgårdsisarna i områden med fartygstafrik. Den uppbrutna isen smälter snabbare, samtidigt som den lättare bryts ned mekaniskt av vågorna. När isen blir sönderbruten minskar även isens reflektionsförmåga och det blir öppna områden. Ytvattnet värms då snabbare och

isen smälter ännu fortare.

Havsisen i framtiden

Kanske kommer framtidens isvintrar att ha lika stor utbredning som tidigare, men med risk för ökad nederbörd i form av snö kommer det att vara ett betydligt tunnare istäcke. Samtidigt som issäsongen på grund av ökad medeltemperatur kommer att avslutas allt tidigare.

Oavsett ett generellt varmare klimat på jorden, kommer det med jämna mellanrum att komma blockerande högtrycks-situationer över Östersjöregionen. Detta kommer att ge längre perioder med kallt väder då ett tjockt istäcke kan utvecklas under vintrarna.

Från en av de svåra isvintrarna på 1970-talet finns information om att man från Holmfjärjan utanför Umeå såg isbumlingar mellan Holmöarna och fastlandet så sent på året som midsommarhelgen. Med tanke på den mycket snabba ismältningen under de senaste vårarna får möjligheterna för liknande observationer i framtiden betraktas som små. 🐦

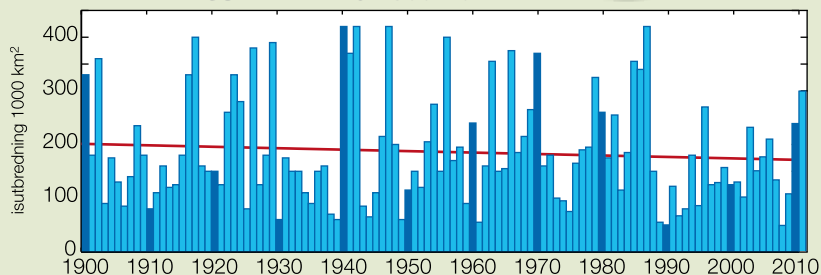
Meteorologi och hydrologi

Anna Eklund & Amund E.B. Lindberg, SMHI

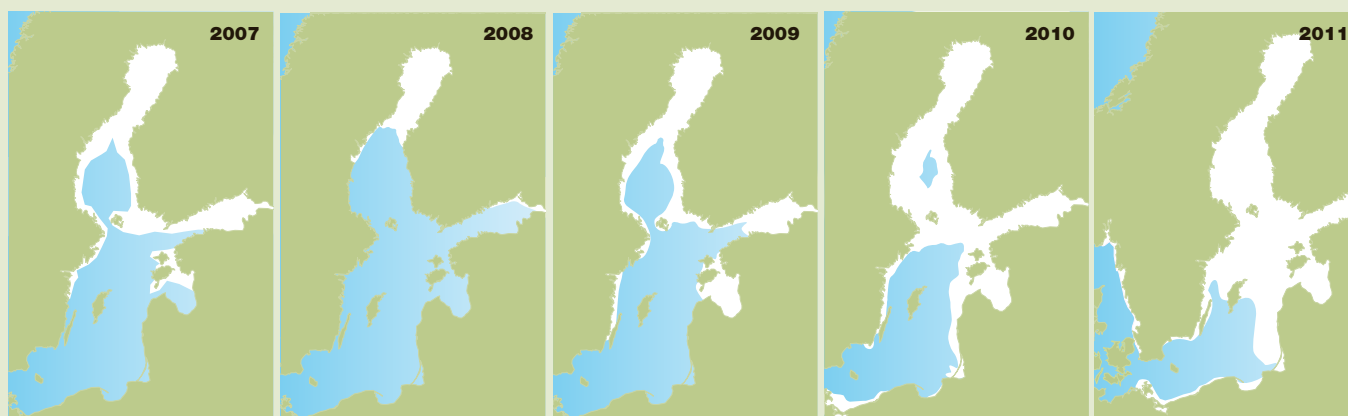
Isutbredningen 2010–2011 var den största sedan rekordåret 1987. Om man däremot tittar på isutbredningen under hela 1900-talet och fram till och med 2011 så har isutbredningen en negativ trend. ➔



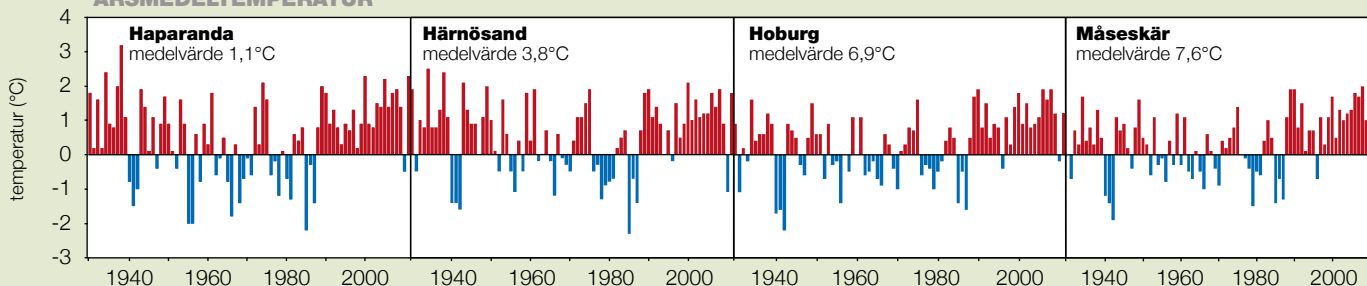
MAXIMAL ISUTBREDNING 1900–2011



MAXIMAL ISUTBREDNING 2007–2011

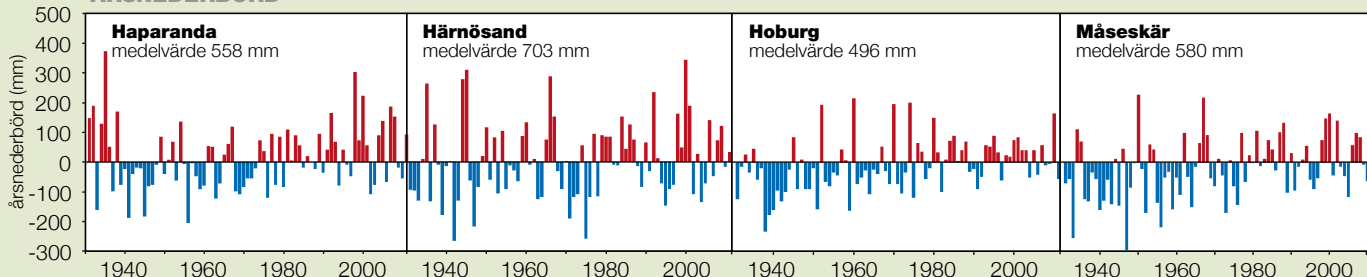


ÅRSMEDELTEMPERATUR



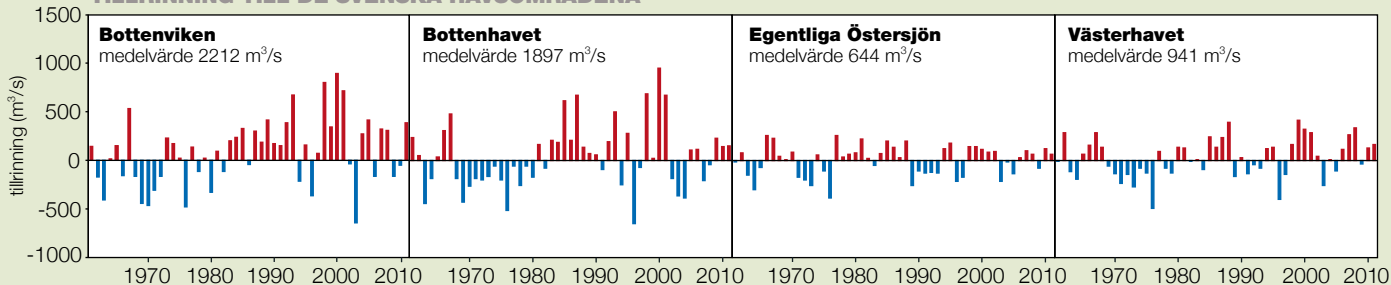
Med undantag av februari var temperaturen högre än medelvärdet för 1961–1990 i praktiskt taget hela Sverige. Vintern var kall, medan resten av året var varmt. Speciellt kan nämnas april, som bjöd på höga temperaturer i hela landet samt september och november, då temperaturen var ovanligt hög i norra Sverige.

ÅRSNEDERBÖRD



I de västra och norra delarna av landet föll under 2011 i allmänhet mer nederbörd än medelvärdet 1961–1990. På en del håll vid ostkusten var 2011 det torraste året sedan mitten av 1990-talet. Året karakteriseras av lite nederbörd under våren i landets östra delar, samt mycket nederbörd i södra Sverige under sommaren och i norra Sverige under hösten.

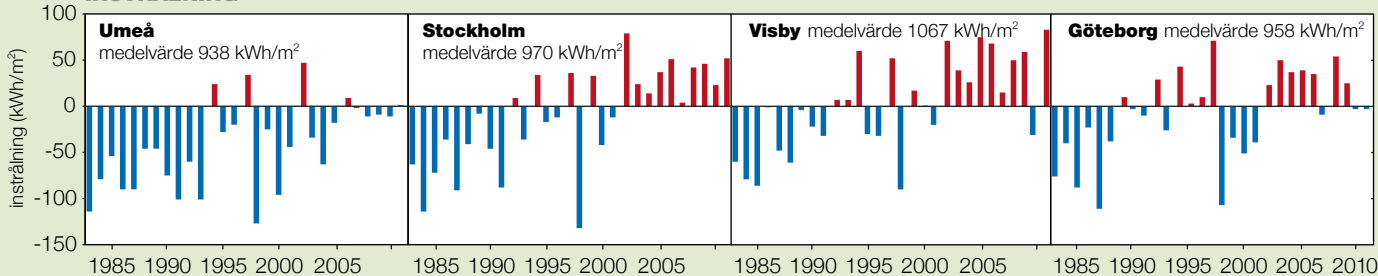
TILLRINNING TILL DE SVENSKA HAVSOMRÅDENA



Tillrinningen från Sverige till angränsande havsområden var under 2011 högre än medelvärdet för 1961–1990 för samtliga bassänger. Speciellt hög tillrinning hade Västerhavet under juli till oktober med 87 procent mer än medel för motsvarande period 1961–1990, samt Bottenviken under september till december med 90 procent mer än medelvärdet för motsvarande period 1961–1990. Under maj var tillrinningen låg till samtliga havsbassänger.

Nytt för i år är att beräkningarna görs med den hydrologiska modellen S-Hype. Tillgängliga vattenföringsstationer används och där mätstationer saknas används modellberäknad vattenföring. Resultat från S-Hype finns från och med 1961. Det geografiska området för tillrinningsberäkningarna har ändrats något; gränserna för Sveriges vattendistrikt används numera.

INSTRÅLNING



Större delen av landet fick mer sol under 2011 än medelvärdet 1961–1990. Allra mest sol fick Gotland och Stockholms skärgård. Månader som bidrog till det stora antalet soltimmar var mars, april, juni och oktober.

I figurerna visas årsvärdenas avvikelse från medelvärdet 1961–1990, av meteorologer vanligen benämnd 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. Strålningsdata håller inte tillräckligt bra kvalitet för att presenteras för respektive år före 1980-talet. Medelvärdena för 1961–1990 bedöms dock vara tillräckligt representativa.

Åtgärder ger effekt

JENS FÖLSTER, KATARINA KYLLMAR & LARS SONESTEN, SLU

Åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark har börjat ge avsedd effekt. I flera jordbruksdominerade vattendrag i landets södra delar kan man se nedåtgående trender i både halter och transporter av kväve. För fosfor är bilden mer otydlig, speciellt under det senaste decenniet.

■ Oorganiskt kväve är det som minskar tydligast i vattendragen och visar genomgående en sjunkande trend för både kortare och längre tidsserier. Även totalkväve minskar på ett liknande sätt. Totalfosfor minskar tydligast under de längre tidsserierna, medan generella trender för de senaste tio åren saknas.

Åtgärder lönar sig

Minskningarna i halter och transporter av näringsämnen har varit störst i de regioner där det genomförts flest åtgärder mot växtnäringsläckage. Tydligast är trenderna i Västerhavets vattendistrikt. I distriktets södra delar har rådgivningsprojektet Greppa Näringen haft stor uppslutning. Här har också odlingen förändrats genom bland annat en minskad vårsådd och en ökad vallodling.

Södra Östersjön är det vattendistrikt där de minskande trenderna varit tydligast under de senaste tjugo åren. Om man tittar på de senaste tio åren har minskningen inte varit lika tydlig. I Södra Östersjöns distrikt är det framför allt i Skåne som man genomfört åtgärder, till exempel genom odling av fånggröda i kombination med vårbearbetning av åkermarken. I Skåne är också medverkandet i Greppa Näringen störst i landet.



FAKTA

Greppa Näringen

Greppa Näringen erbjuder kostnadsfri rådgivning som både lantbrukare och miljö tjänar på. Målen är minskade utsläpp av klimatgaser, minskad övergödning och säker användning av växtskyddsmedel. Greppa Näringen drivs i samarbete mellan Jordbruksverket, LRF, länsstyrelserna, samt företag i lantbruksbranschen. Ansvarig för arbetet är Jordbruksverket och finansieringen sker med hjälp av det svenska Landsbygdsprogrammet och återförda miljöskatter.

Läs mer på <http://www.greppa.nu/>

Åtgärder mot övergödningen har givit tydliga resultat i landets södra delar. Här minskar både fosfor och kväve i de undersökta vattendragen.

Foto: Shutterstock

FÖRÄNDRING AV NÄRSALTSTRANSPORTER I VATTENDRAG

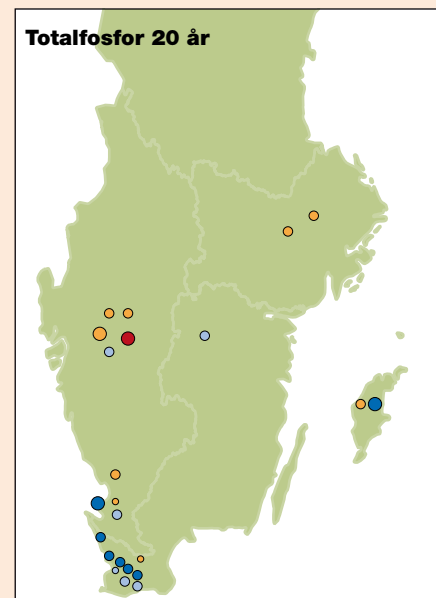
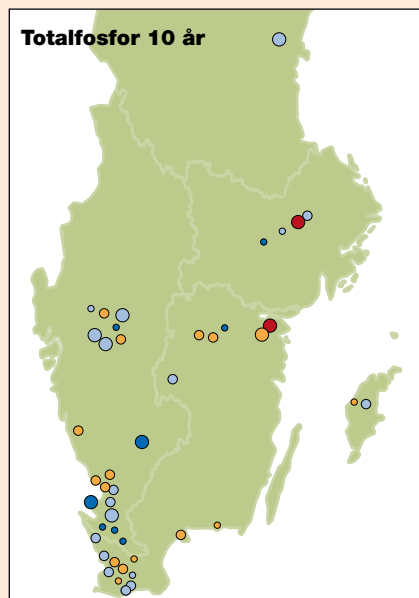
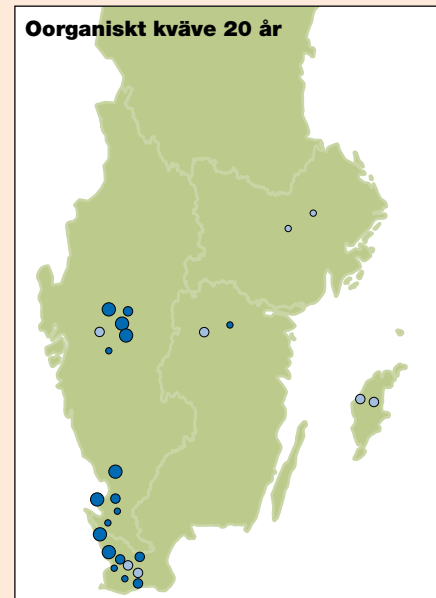
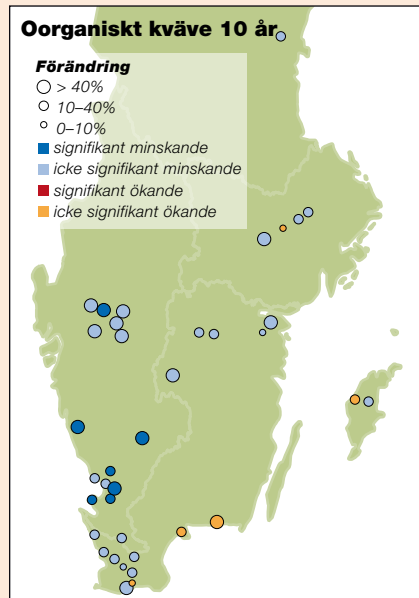
I vattendistriktet Bottenhavet och Norra Östersjön fanns inga tydliga mönster i vare sig uppåtgående eller nedåtgående trender i halter av kväve och fosfor. Här har man inte heller genomfört åtgärder mot näringsförluster i samma omfattning som i den södra delen av landet.

Ökad medvetenhet

Utvärderingen som dessa slutsatser bygger på genomfördes i 65 mindre vattendrag i syd- och mellansverige, framför allt i sådana med stor andel åkermark i sina avrinningsområden. Vattendragen valdes så att det skulle bli tydligt vilken effekt åtgärder inom jordbruket verkligen har på vattenkvaliteten.

Ett omfattande material med jordbruksstatistik från bland annat Jordbruksverkets block- och stöddatabas, SCB-statistik, samt rådgivningen inom Greppa Näringen samlades in för att kunna visa hur odlingen, djurhållningen och miljöstödsåtgärderna utvecklats över tiden och om detta samvarierar med kväve- och fosfortrender.

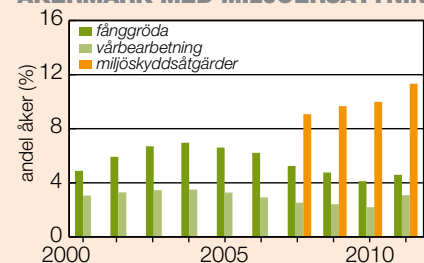
En statistisk analys av denna eventuella samvariation visade att åtgärder och förändringar inom jordbruket haft avsedd effekt. De mest effektiva åtgärderna mot transporten (flödesnormaliserad) av oorganiskt kväve var ökad andel fånggröda och vårbearbetning, medan mindre andel vårröda minskade totalfosfor mest. Aktiv medverkan i projekt Greppa Näringen bidrog också till minskningarna. Det kan tolkas som att ökade kunskaper hos lantbrukarna leder till konkreta insatser för att förbättra miljön. 🐾



➤ Förändringar i transport av oorganiskt kväve och totalfosfor i de jordbruksdominerade åarna. Kartorna visar om förändringarna varit signifikant ökande eller minskande de senaste 10 och 20 åren. De visar även några trender som inte är statistiskt signifikanta.

Oorganiskt kväve minskar tydligast och visar genomgående en sjunkande trend för både kortare (10 år) och längre (20 år) tidsserier. Även totalkväve minskar på ett liknande sätt, men visas inte i kartorna ovan. Totalfosfor visar tydliga nedåtgående trender framför allt för de längre tidsserierna (20 år), medan generella trender för den kortare perioden (10 år) saknas. Transporterna har flödesnormaliserats, vilket innebär att skillnader i nederbörd och avrinning jämnats ut mellan åren.

ÅKERMARK MED MILJÖERSÄTTNING



➤ Andel av den svenska åkermarken som omfattas av miljöersättning för fånggröda, vårbearbetning, miljöskyddsåtgärder under perioden 2001-2010.



Foto: Per Bengtson/Grön idé

Nederbördsrikt år, hög belastning

Mängden nederbörd styr till stor del hur mycket närsalter och andra ämnen som förs ut till havet med vattnet som rinner i våra vattendrag. Vattenavrinningen var under 2011 jämförelsevis hög, även om nederbörden och därmed vattenflödet var ojämnt fördelat. Speciellt på västkusten och längst upp i norr var det ett mycket blötare år än normalt, medan delar av ostkusten hade det ovanligt torrt. Avrinningen bestod på våren och försommaren av smältvattnet från den rikliga snö som föll under vintern, samt under sommaren och hösten av riklig nederbörd framför allt i Västsverige och längst upp i nordvästra delen av landet. Med de höga vattenflödena fördes också jämförelsevis mycket näringsämnen och organiskt material.

Belastningen av näringsämnen varierar förhållandevis mycket mellan olika år. Det beror som tidigare nämnts till stor del beror på variationer i nederbörd och avrinning. Den kombinationen tillsammans med stor mellanårsvariation och jämförelsevis svaga tidstrender påverkar möjligheterna att statistiskt säkerställa om belastningarna ökar eller minskar med tiden. Med andra ord är det svårt att säkert säga om de insatser som genomförts under åren för att minska påverkan av näringsämnen verkligen har någon effekt. Samtidigt är det

viktigt att komma ihåg att om inga åtgärder skulle ha satts in så skulle situationen i våra havsområden sannolikt varit än värre. Ett stort undantag är den ständigt ökande belastningen av organiskt material som sker över hela landet, och allra mest till Östersjön och till Kattegatt.

Mindre kväve till västkusten

Den flödesnormaliserade belastningen visar på att kvävebelastningen minskar på västkusten ner till och med Öresund, samt till Bottenviken. Den minskade kvävebelastningen till Västerhavet är i linje med resultaten från en analys av näringsämnestransporter i jordbruksår (läs mer på sidan 33). Orsaken till minskningen till Bottenviken är oklar, men kan vara en effekt av minskad kvävedeposition. I samtliga fall rör det sig om statistiskt säkerställda minskningar av både den totala kvävebelastningen och belastningen av oorganiskt kväve, främst nitratkväve, men även nitrit- och ammoniumkväve. Det oorganiska kvävet är lättillgängligt för växtplankton och andra växter och utgör ett av övergödningens problemen, speciellt i våra mindre sötvattenpåverkade havsområden. Belastningen av totalkvävet baseras främst på det så kallade summakvävet fram till och med 2009, medan den från och med 2010 baseras på "TNb" (Havet 2011).

Förändringar i belastningen av fosfor förefaller främst vara en svag tendens till ökad belastning av fosfatfosfor. Fosfatfosfor är fosforsidans motsvarighet till oorganiskt kväve, det vill säga en oorganisk och för växter lättillgänglig form av fosfor. Statistiskt signifikanta ökningskurvor sker till Bottenviken, Egentliga Östersjön och Skagerrak, medan den totala fosforbelastningen till Egentliga Östersjön tycks minska något.

Mer organiskt material

Figurerna visar tydligt att belastningen av organiskt material fortsätter att öka till våra havsområden och ökningen av den flödesnormaliserade belastningen är statistiskt signifikant på alla havsbassänger. Läs mer om denna ökning och den brunifiering av våra inlandsvatten som detta ökade flöde av färgat organiskt material orsakar, i Havet 2010.

LÄSTIPS:

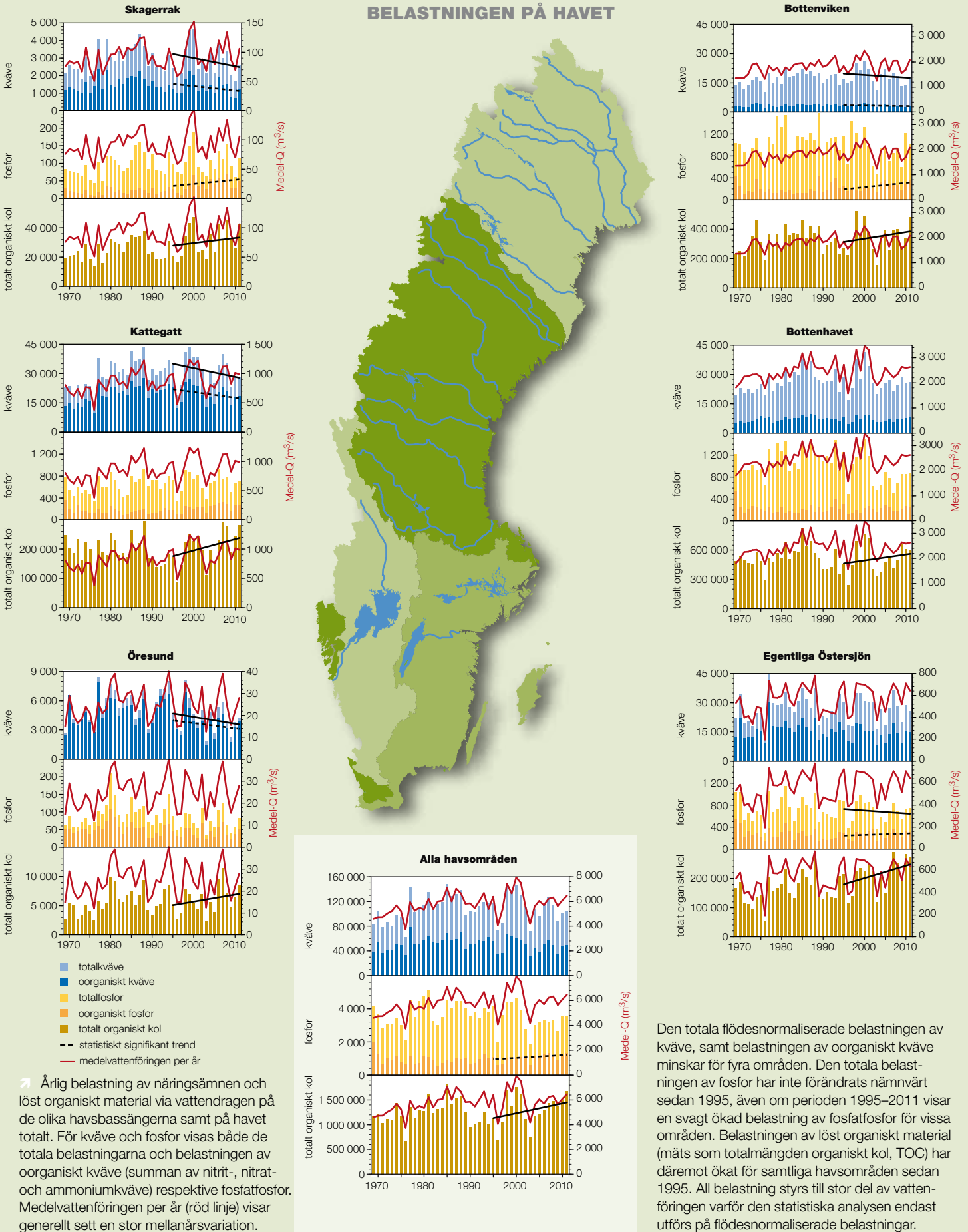
SMHI, Vattenåret 2011. Faktablad nr 54, 2012.

Statistiska analyser av tidsserier med programvarorna Multitest och Multitrend. <http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/Software/index.en.shtml>

www.miljostatistik.se

Brunifiering av våra vatten, Havet 2010.

BELASTNINGEN PÅ HAVET



➤ Årlig belastning av näringsämnen och löst organiskt material via vattendragen på de olika havsbassängerna samt på havet totalt. 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 fyra områden. Den totala belastningen av fosfor har inte förändrats nämnvärt sedan 1995, även om perioden 1995–2011 visar en svagt ökad belastning av fosfatfosfor för vissa områden. Belastningen av löst organiskt material (mätts som totalmängden organiskt kol, TOC) har däremot ökat för samtliga havsområden sedan 1995. All belastning styrs till stor del av vattenföringen varför den statistiska analysen endast utförs på flödesnormaliserade belastningar.

Rekordstor utbredning av syrefria bottenar i Östersjön

LARS ANDERSSON & MARTIN HANSSON, SMHI

Under 2000-talet har det ofta rapporterats om att rekordstora delar av Egentliga Östersjöns djupområden är helt syrefria eller påverkade av syrebrist. Men vad är det egentligen som har skett? Genom att analysera alla tillgängliga syrgasdata från 1960 och fram till idag kan man se ett kraftigt regimskifte under slutet av 1990-talet. Utbredningen av syrefria bottenar har tredubblats under 2000-talet och ligger nu på en nivå som aldrig tidigare dokumenterats.

■ Under perioden 1960–1998 påverkades stora områden i Östersjön av syrebrist medan helt syrefria förhållanden enbart förekom i de djupaste bassängerna. Under 1990-talet minskade utbredningen av syre-

brist på grund av en svagare skiktning i vattenmassan. Utbredningen av helt syrefria bottenar påverkades inte på samma sätt av den försvagade skiktningen, utan var fortsatt på ungefär samma nivå. Direkt efter ett kraftigt saltvatteninflöde som skedde 1993 förbättrades förhållandena markant, men redan efter ett år noterades åter syrefria områden i Östersjöns djupvatten. Under slutet av 1990-talet ökade både utbredningen av syrefria och syrefattiga områden.

Från 1960 till slutet av 1990-talet var i genomsnitt fem procent av bottenarna i Egentliga Östersjön, inklusive Rigabukten och Finska viken, påverkade av helt syrefria förhållanden och omkring 22 procent var påverkade av syrebrist med syrgashal-

ter under 2 ml/l. Efter 1999 var det i genomsnitt hela 15 procent av bottenarna som var helt syrefria och 28 procent som var påverkade av syrebrist.

Helt syrefria bottenar kan öka ännu mer

Det permanenta salthaltsprångskiktet, haloklinen, i Egentliga Östersjöns centrala delar ligger på omkring 60–80 meters djup. Under vintern, då temperaturskiktningen är svag, omblandas det övre lagret och syresätts helt, ända ner till haloklinen. Det är alltså haloklinens djup som bestämmer den övre gränsen för hur stora områden som kan påverkas av syrebrist under en stagnationsperiod då omblandningen mellan olika vattenmassor är begränsad.

Under hela 2000-talet har syrebrist

FAKTA

Beståndsuppskattning av fisk och syrgaskartering samordnas

Sedan 2008 har SMHI och Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU, före detta Fiskeriverket) samordnat akustisk beståndsuppskattning av fisk (Baltic International Acoustic Survey) i Östersjön och syrgaskartering. Under dessa expeditioner besöks stora delar av Östersjön och den geografiska täckningen blir därmed mycket god. Även övriga länder runt Östersjön genomför liknande expeditioner under samma tid och genom datautbyte blir täckningsgraden av både fiskbestånd och syreförhållanden nära nog optimal.

Under hösten 2012 genomfördes en liknande syrgaskartering i samarbete mellan SMHI och SLU. Data har ännu inte analyserats.



Syreförhållandena i Östersjön påverkas bland annat av avrinningen från land. Här en bild från Rigabukten.

Foto: Shutterstock

uppmäts strax under haloklinen. Därmed har syrebristen i stort sett nått den maximala utbredning som är fysiskt möjlig med tanke på den permanenta skiktningen som finns i Östersjön. De helt syrefria områdena kan däremot fortsätta öka, om den negativa utvecklingen, med ökad syreförbrukning i djupvattnet fortsätter.

Har inflödena ändrat karaktär?

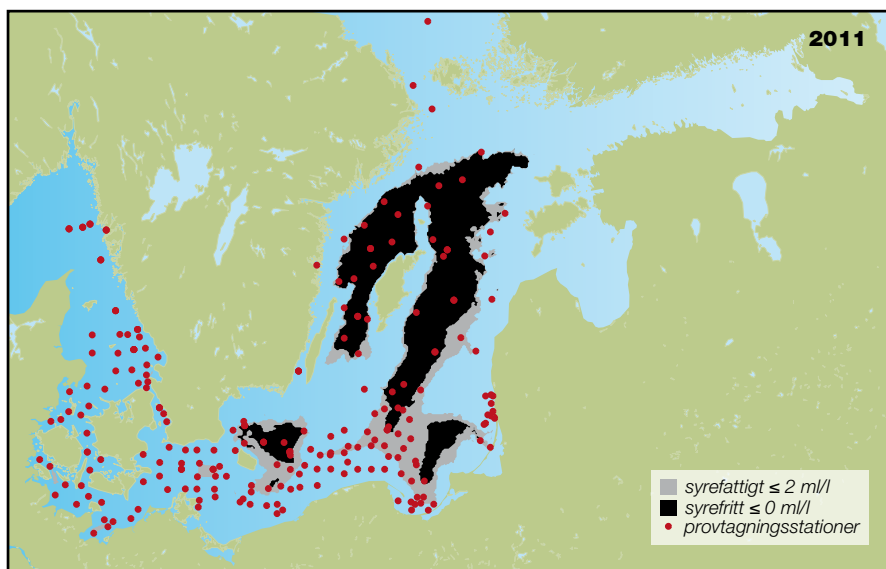
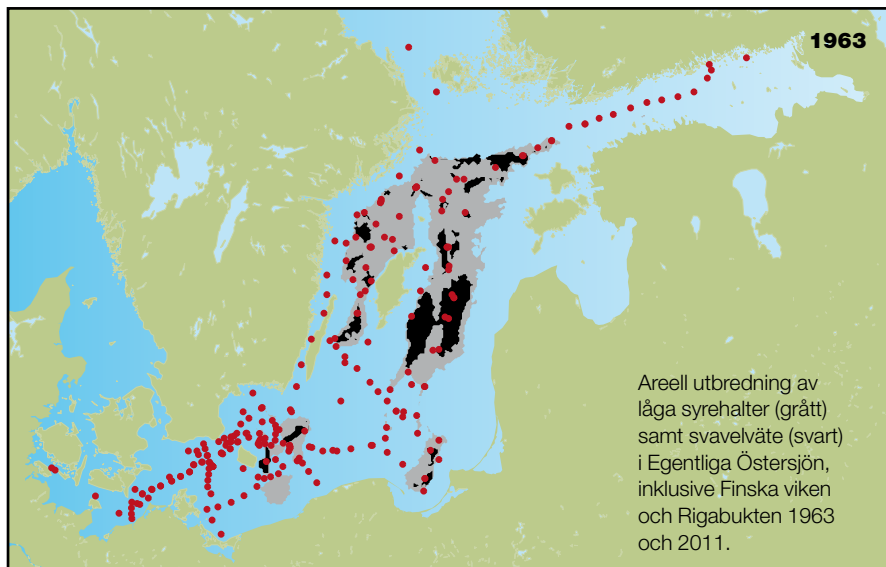
Innan 1980 var det vanligt med saltvatteninflöden i Östersjön, vissa år inträffade flera stora inflöden. Efter 1980 har det varit omkring tio år mellan de riktiga stora inflödena. Inflödena har alltså blivit färre, men det kan också vara så att de ändrat karaktär. För att inflödena skall ha någon effekt bör det inflödande vattnets salt- och syrehalt vara hög och temperaturen låg och sådana förhållanden råder under vintern. Men under 2000-talet har inflöden istället inträffat under sommar och höst. Dessa inflöden är varma, med lägre salt- och syrehalt. Vanligtvis ger dessa inflöden upphov till goda syreförhållanden i sydvästra Egentliga Östersjön men de påverkar inte syreförhållandena i de djupare, centrala delarna. De lagras istället in som ett mellanlager och kan på så sätt stärka den permanenta skiktningen ytterligare, vilket försvårar syreutbytet mellan det övre och undre lagret.

Det varma vattnet påskyndar också mikrobiell nedbrytning i djupvattnet vilket ytterligare ökar syreförbrukningen. Efter det stora inflödet 1993 ökade syrehalten i Gotlandsdjupet till 2,7 ml/l år 1994, men efter ungefär nio år hade halterna sjunkit till -6,2 ml/l (uppmänt svavelvätehalt omräknat till negativt syre). Efter inflödet 2003 sjönk syrehalterna från 3,3 ml/l till -4,7 ml/l på bara tre år. En förklaring till detta kan vara ökad belastning av organiskt material till djupvattnet på grund av övergödning, men det kan också bero på en ökad temperatur i djupvattnet.

En ny fas

Egentliga Östersjön har under 2000-talet gått in i en ny fas när det gäller syreutvecklingen. Aldrig tidigare har en så omfattande stagnationsperiod utan betydande inflöden av syrerikt vatten noterats. Under tidigare stagnationsperioder har syrgasförhållandena gradvis förbättrats i djupvattnet i och med att skiktning försvagats under perioder

SYREFRIA OCH SYREFATTIGA BOTTNAR I ÖSTERSJÖN



Kartor efter original av S.W.H.I.

UTBREDNING OCH VOLYM AV BOTTNAR MED SYREBRIST I ÖSTERSJÖN

	1960 – 1998		1999 – 2011	
	Syrefattig	Syrefri	Syrefattig	Syrefri
Medelutbredning	22	5	28	15
Maximal utbredning	27 (1968)	14 (1969)	32 (2007)	18 (2005)
Medelvolym	13	2	18	8
Maximal volym	19 (1965)	8 (1969)	20 (2010)	10 (2001)

➤ Utvecklingen av syrebristen på Östersjöns botten före och efter regimskiftet. Syrefattig ≤ 2 ml O_2/l , syrefri (svavelväte) ≤ 0 ml O_2/l , årtal inom parentes.

då inga inflöden sker, men någon sådan tendens går inte att se idag.

Historiskt sett så har syreutvecklingen i Östersjön undersökts i detalj och de flesta fysiska och kemiska processer som är inblandade finns beskrivna. Men orsaken och effekterna av utvecklingen under 2000-

talet är inte helt klarlagda. Om utbredningen av helt syrefria bottenar ökar ytterligare kan det medföra att fosfat frigörs från bottenar som tidigare varit syresatta. Det kan i sin tur förvärra övergödningens problematik i Östersjön ytterligare. 🐟

Fortsatt låga syrehalter

Syrgassituationen i djupvattnet är fortsatt mycket allvarlig. Samtliga havsområden, förutom Kattegatt, visar en negativ trend i syrekonzentration i djupvattnet. I Bottniska viken bildas djupvattnet av vatten som kommer från ett mellanskikt i Egentliga Östersjön. I Bottenhavet har syrehalterna i djupvattnet minskat, troligtvis på grund av de försämrade syreförhållandena i Egentliga Östersjön. I Bottenviken förnyas djupvattnet genom att ytvatten flödar in från Bottenhavet. Det gör att syrehalterna här ligger på höga nivåer. I Bottenviken är skiktningen som svagast och under kalla vintrar kan hela vattenmassan vara helt homogen, här ligger också syrehalterna på höga nivåer. Läs mer om syresituationen i fördjupningsartikel.

Vattnet varmare

Beroende på det geografiska avståndet finns en temperaturskillnad mellan de olika havsbassängerna. Årsmedeltemperaturen i ytvattnet är därför högre i Egentliga Östersjön och Västerhavet än i Bottniska viken. I de flesta bassänger har temperaturen i både ytvatten och djupvatten stigit sedan början av 1990-talet, men inte i Bottniska viken. År 2011 var dock Bottniska vikens ytvatten extremt varmt.

Salthalten varierar

Skillnaderna i salthalt skapar en salthaltgradient, ökande från omkring 2 promille i Bottniska viken till drygt 35 promille i Västerhavet. I Egentliga Östersjön och Bottniska viken har salthalten i ytvattnet minskat 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 av mätperioden är osäker. I Kattegatt kan ingen förändring ses.

I djupvattnet har salthalten ökat i Västerhavet. Egentliga Östersjön påverkas tydligt av större inflöden av Nordsjövatten och salthalten varierar utan tydliga trender i djupvattnet 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 i djupvattnet sjunkit, sett över hela perioden.

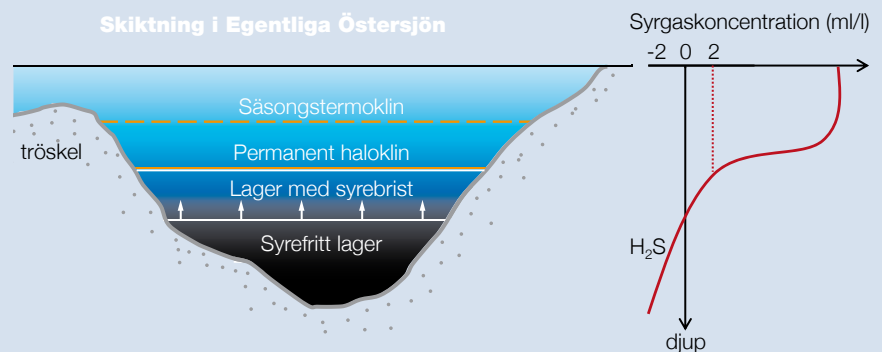
FAKTA

Våra unika havsområden

Lättare, sötare ytvatten strömmar söderut från Bottniska viken och tyngre saltvatten strömmar in från Västerhavet till Östersjön genom de danska sunden. Alla våra svenska havsområden har unika egenskaper beroende på skillnader i salthalt samt grunda trösklar som skiljer bassängerna åt. Skillnaden i salthalt mellan ytvatten och bottenvatten skapar en skiktning, haloklin, som försvårar omblandning av de olika skikten. Skiktningens djup och styrka tillsammans med tillförsel och förluster av näringsämnen, interna processer och vattnets omsättnings-tid, 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 inget upptag av näringsämnen. Man använder sig därför av vintervärden av näringsämnen för att se potentialen för nästa säsons 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



➤ Principskiss av skiktningen i Egentliga Östersjön och de generella syrekonzentrationer som uppmätts under 2000-talet. Svavelväte är omräknat till negativt syre.

genom tillrinning och nedbrytning av plankton så förbrukas de snabbt och halterna av näringsämnen är därför 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 i djupvattnet beror på botten-topografin, tillförsel av sötvatten, större inflöden av salt och syrerikt vatten från Nordsjön, samt belastning från ytvattnet. Skagerrak, som påverkas mycket av Nordsjön, har en god vattenomsättning och höga syrehalter. Kattegatt är en övergångszon med saltare djupvatten från Skagerrak och sötare ytvatten från Östersjön och 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. Gränzytan mellan dessa bildar en permanent haloklin som är grundare i söder och lite djupare i norr. Utbytet av djupvatten är sporadiskt och det är sällsynt med stora inflöden från Västerhavet. I de södra delarna sker normalt några mindre vattenutbyten per år, men i de centrala och norra delarna kan stagnationsperioderna vara långa. Syrehalten sjunker dessutom numera snabbare efter ett inflöde beroende på en ökad belastning och förstärkt skiktning av vattenmassan.

Kväve och fosfor minskar sakta

Halterna av totalkväve är ungefär lika i alla havsbassänger, medan halten av oorganiskt kväve är lägre i Bottniska viken och Egentliga Östersjön än i Västerhavet. Där är mellanårsvariationen också 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.

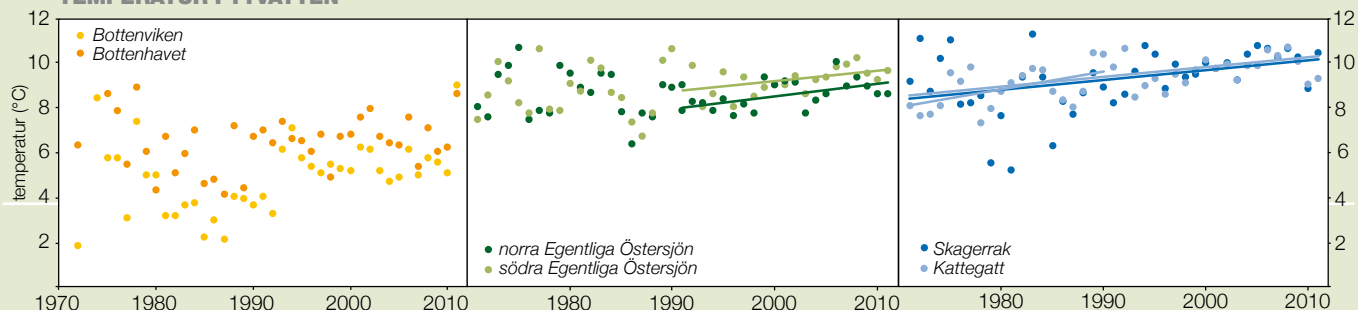
Halterna av näringsämnen ökade fram till slutet av 1980-talet. Både kväve- och fosforhalterna har sedan minskat under 1990-talet. Kvävehalterna har därefter fortsatt att minska, eller legat på samma nivå under 2000-talet, medan fosforhalterna har ökat. De senaste åren har fosforhalterna

na i Egentliga Östersjön börjat visa tecken på en minskning.

Mer kisel i norr

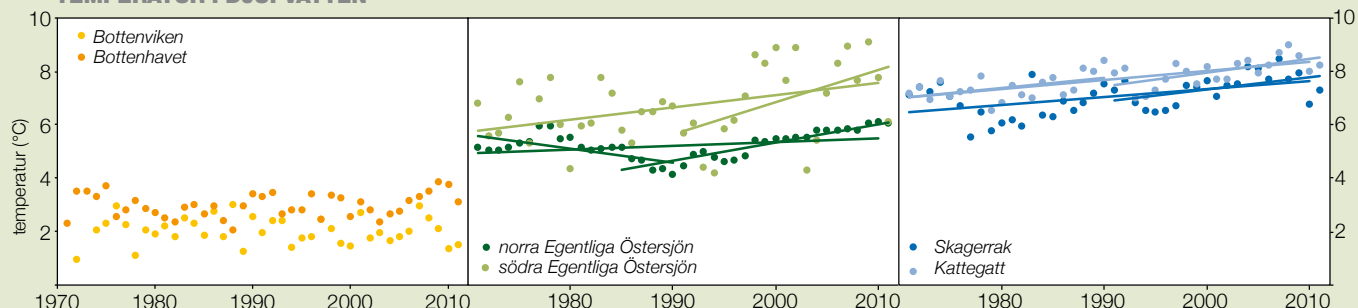
Halterna av kisel är som högst i Bottniska viken medan de minskar i Egentliga Östersjön. Allra lägst är halterna i Västerhavet. Ökningen i norr kan bero på en ökad tillrinning.

TEMPERATUR I YTVATTEN



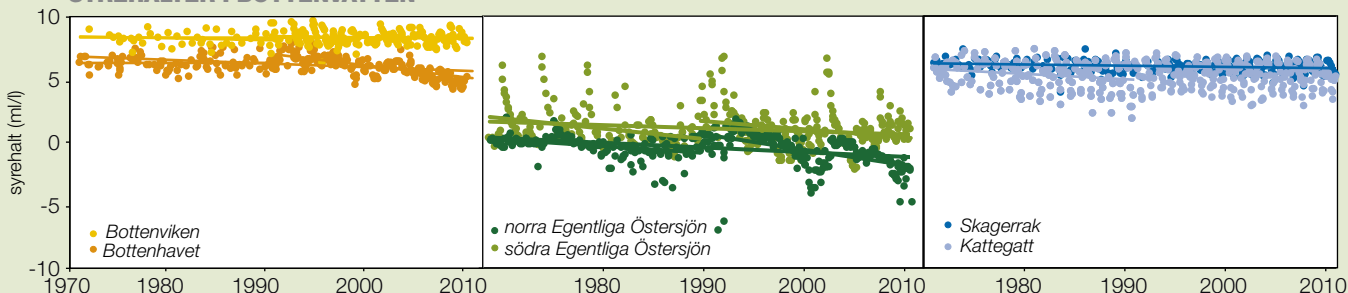
➤ Perioden 1970–1990 visar stora variationer i ytvattnets temperatur. I Bottniska viken sjönk temperaturen under denna tid. En del av de stora variationerna i början av tidsserien kan troligen förklaras av att mätningarna inte var lika jämnt fördelade över året som de varit sedan början av 1990-talet, då månadsvisa mätningar infördes. Under den andra mätperioden har temperaturen ökat signifikant i både norra och södra Egentliga Östersjön. I Västerhavet är ökningen signifikant över hela perioden.

TEMPERATUR I DJUPVATTEN



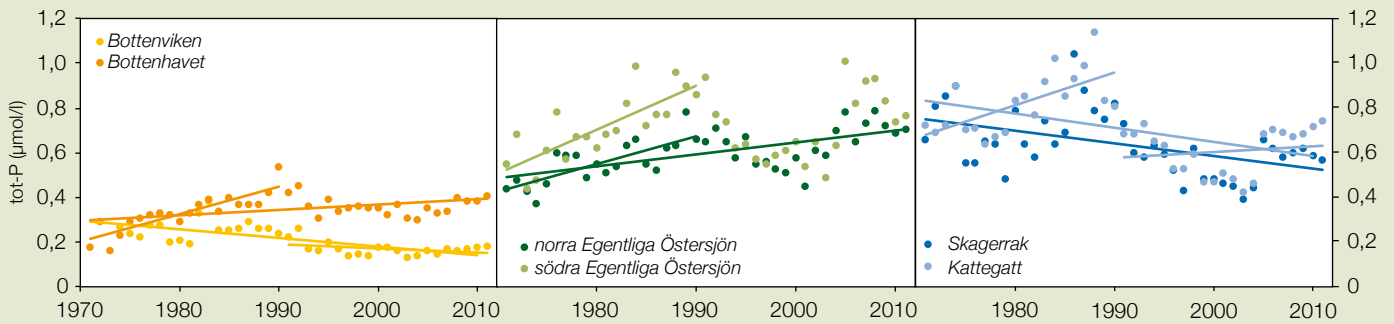
➤ Inga signifikanta förändringar i temperaturen kan ses i Bottniska viken. I norra och centrala Egentliga Östersjön minskade temperaturen i bottenvattnet signifikant under den första mätperioden. Däremot ökade temperaturen signifikant i hela Egentliga Östersjön och Västerhavet under den andra perioden. Ökningen är också signifikant för hela mätperioden.

SYREHALTER I BOTTENVATTEN

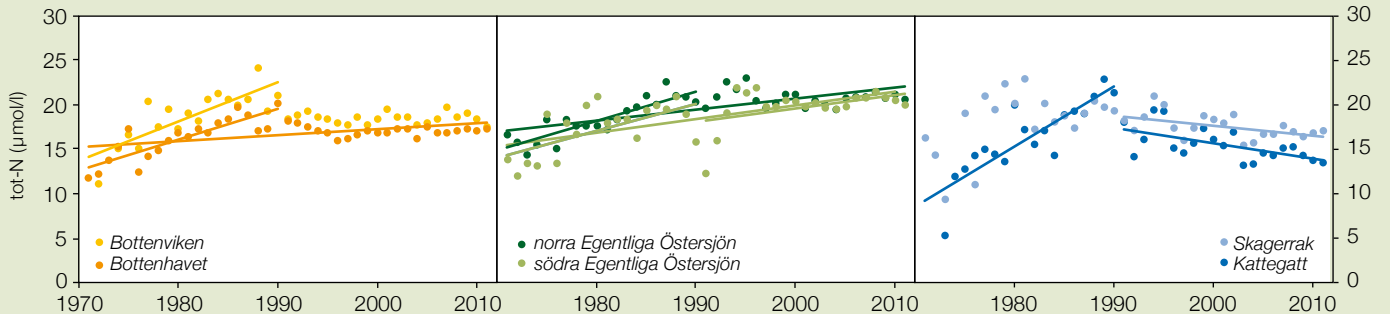


➤ I Bottenviken ligger syrehalterna på höga nivåer och inga förändringar kan ses. I Bottenhavet har syrehalterna i bottenvattnet minskat signifikant, troligen på grund av de försämrade syreförhållandena i Östersjöns mellanskikt som bildar djupvattnet i Bottenhavet. I Egentliga Östersjön är det numera 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 minskat signifikant i hela bassängen under mätperioden. I Västerhavet, där djupvattnet består av salt Nordsjövatten är vattenomsättningen god och i Skagerrak finns inga problem med låga syrehalter. I Kattegatt kan omsättningen av djupvatten under kortare perioder vara begränsad. Under första perioden har en signifikant minskning skett i både Skagerrak och Kattegatt, och i Skagerrak även över hela perioden. Minskningen är dock mycket liten.

TOTALFOSFOR

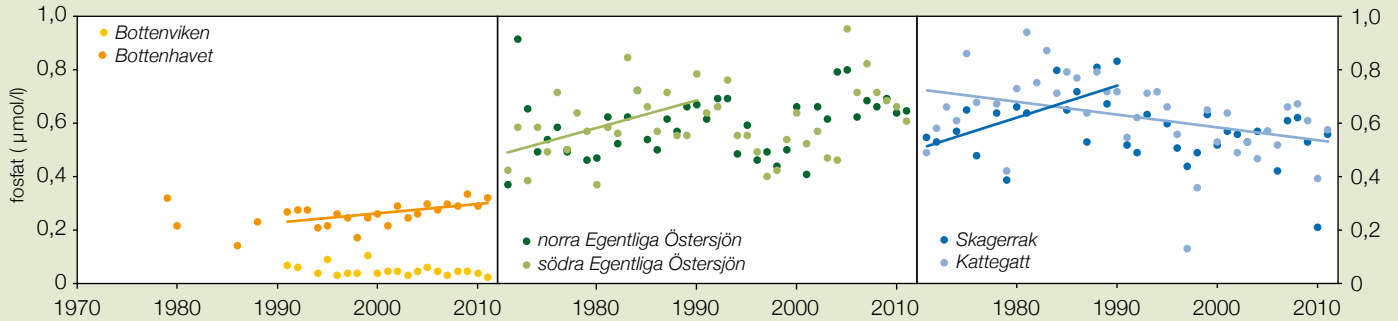


TOTALKVÄVE

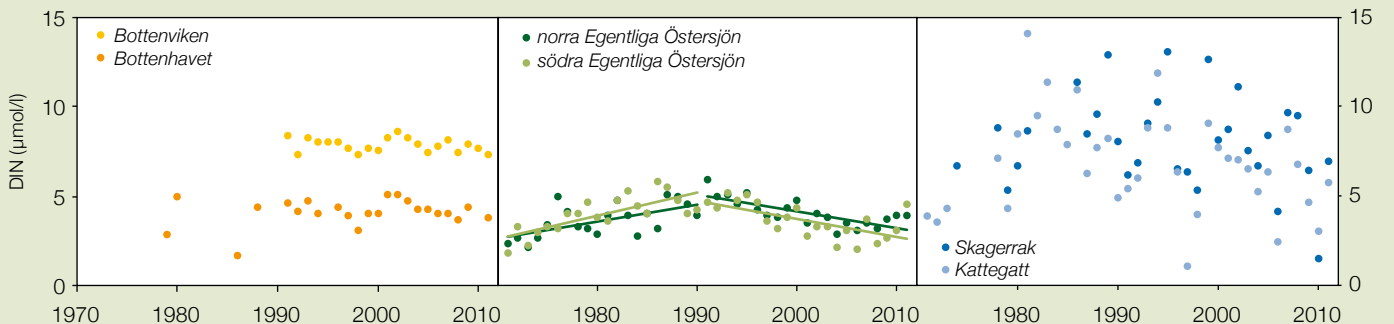


↗ Variationer i totalfosfor och totalkväve under året är liten. Under vintern består största delen av totalfosforhalterna och en betydande del av totalkvävehalterna av oorganiska fraktioner. Vår och sommar domineras totalhalterna av organiskt material när de oorganiska fraktionerna tas upp av planktonsamhället. 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 därefter öka igen under 2000-talet. Totalkvävehalterna har under den andra mätperioden legat på samma nivå i Bottniska viken samt norra och centrala Egentliga Östersjön, men ökat i södra Egentliga Östersjön. I Västerhavet har däremot en signifikant minskning skett under den senare mätperioden.

OORGANISKT FOSFOR



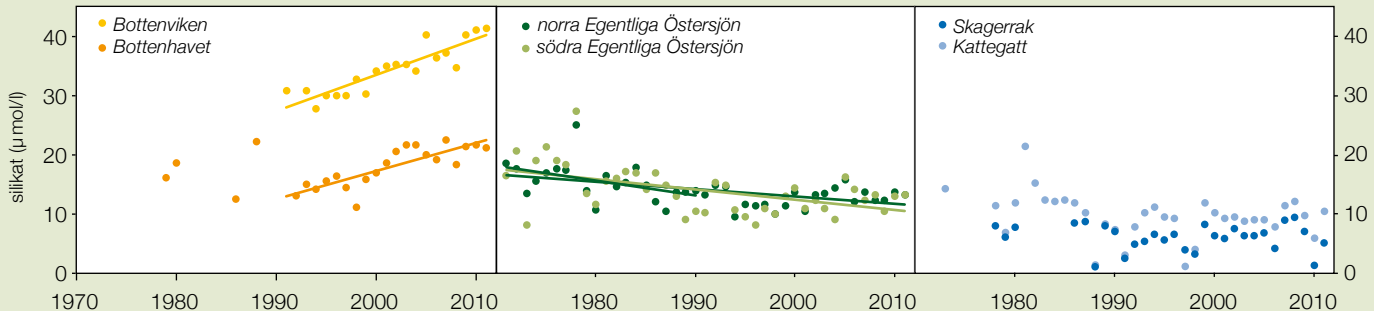
OORGANISKT KVÄVE



↗ Halterna av fosfat ökade signifikant i södra Egentliga Östersjön och Skagerrak under den första mätperioden. I Egentliga Östersjön har sedan fosfathalterna minskat fram till 2000 för att under det sista årtiondet åter öka. Ökningen de sista åren beror troligen framför allt på interna processer, inte på belastningen från land. Fosfor frigörs istället från sedimenten vid långvarig syrebrist. Det finns en tendens till minskning de senaste åren. I Bottenhavet har fosfathalterna ökat signifikant under den andra mätperioden, medan halterna i Bottenviken ligger på oförändrat låga nivåer hela mätperioden. I Västerhavet har istället fosfathalterna minskat, i Kattegatt är minskningen signifikant under hela perioden.

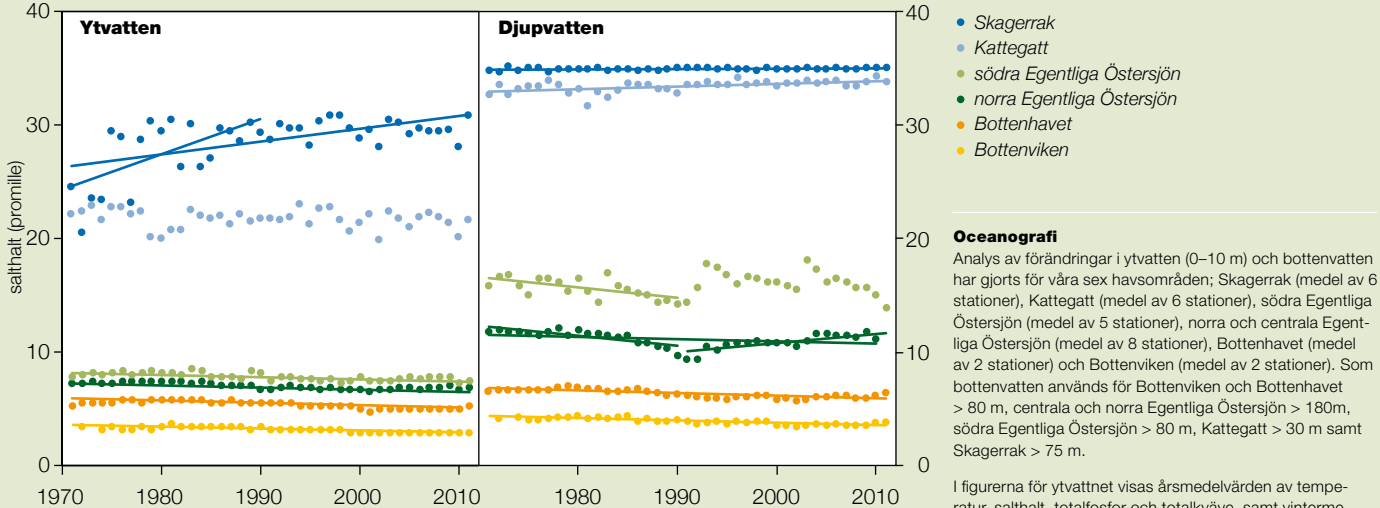
↗ Halterna av oorganiskt kväve ökade signifikant i Egentliga Östersjön under den första mätperioden för att sedan minska signifikant under den andra mätperioden. I Västerhavet är årsvariationen större på grund av vattenutbytet med Nordsjön och inga trender kan ses. Inte heller Bottniska viken visar någon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

KISEL



➤ Halterna av kisel har ökat signifikant i Bottniska viken under den senare mätperioden. I Egentliga Östersjön har kiselhalterna istället minskat signifikant för hela bassängen över hela perioden. I Västerhavet finns inga signifikanta förändringar.

SALTHALT



➤ I Bottniska viken har salthalten i ytvattnet minskat signifikant under hela mätperioden. Även i Egentliga Östersjön har en minskning skett över hela perioden. I Skagerrak har salthalten ökat signifikant under den första perioden samt hela perioden. Detta beror dock troligt på den stora variationen under 1970-talet. I Kattegatt kan inga signifikanta förändringar ses.

Salthalten i djupvattnet har minskat i Bottniska viken under perioden. 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, men har sedan varierat. 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 och Skagerrak har salthalten istället ökat signifikant över hela perioden.

Oceanografi

Analys av förändringar i ytvatten (0–10 m) och bottenvattnet har gjorts för våra sex havsområden; Skagerrak (medel av 6 stationer), Kattegatt (medel av 6 stationer), södra Egentliga Östersjön (medel av 5 stationer), norra och centrala Egentliga Östersjön (medel av 8 stationer), Bottenhavet (medel av 2 stationer) och Bottenviken (medel av 2 stationer). Som bottenvattnet används för Bottenviken och Bottenhavet > 80 m, centrala och norra Egentliga Östersjön > 180m, 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 för övriga havsområden) för de oorganiska närsalterna fosfat, DIN (nitrat+nitrit+ammonium) och silikat. I figurerna för bottenvattnet visas årsmedelvärden av temperatur och salthalt, samt månadsmedelvärden av syrehalt. När svavelväte förekommer räknas denna koncentration om till negativt syre, dvs. hur mycket syre som behövs för att oxidera svavelvätet. Analys av trender har gjorts med enkel linjär regression, dels för hela perioden 1971–2011, dels för perioderna 1971–1990 och 1991–2011. I figurerna är endast signifikanta förändringar ($p < 0,05$) markerade. I Bottniska viken är dataunderlaget för 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.

Trofiska kaskader i planktonsamhället

PETER TISELIUS, GÖTEBORGS UNIVERSITET

Uppfattningen att utsläpp av näringsämnen har en avgörande betydelse för produktionen av växtplankton behöver revideras. Analyser av 27 års mätningar av primärproduktion visar att det inte bara är tillgången på näring som styr. Djurplanktons konsumtion av växtplankton har också en stor inverkan.

■ Växtplanktons primärproduktion utgör grunden för en stor del av havets ekosystem. Det är en uppdelad process där koldioxid fixeras och sockermolekyler byggs upp under dygnets ljusa tid. Under natten används sedan energin för att skapa biomassa genom upptag av närsalter. Saknas närsalter byggs ingen biomassa upp.

Om näring tillförs genom uppblandning av näringsrikt djupvatten eller tillförsel från land ökar biomassan av växtplankton, förutsatt att de inte betas för hårt. Djurplankton betar, det vill säga äter, hela tiden en del av växtplanktonen och är betningen kraftig uteblir ökningen av växtplanktons biomassa även om primärproduktionen ökar.

Effekten av betare

Traditionellt har man studerat effekten av närsalter genom att mäta mängden klorofyll i vattnet och konstaterat att det i övergödda områden finns en större biomassa av växtplankton. Men det är inte självklart att växtplankton ska öka när närsalterna

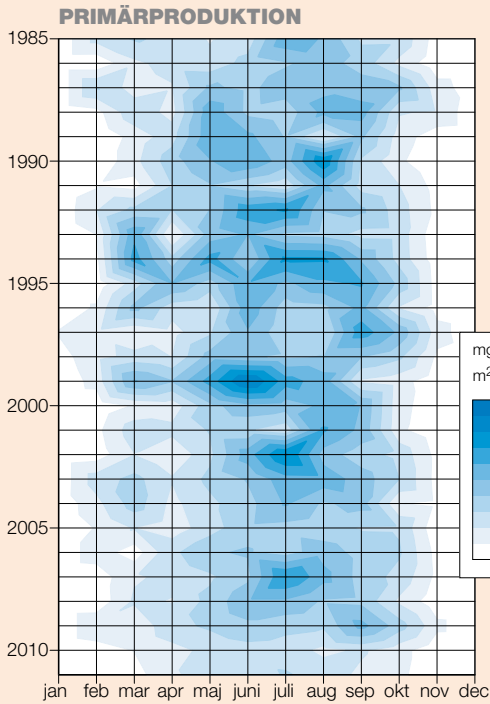
ökar. Om betningen är kraftig kommer istället betarna att öka i biomassa. Ett sådant system sägs vara kontrollerat uppträffas från av betarna och förekommer ganska ofta i sjöar och hav. Problemet är ofta att man blandar ihop växtplanktons produktion med deras biomassa. Tillväxten av en växtplanktonpopulation är nettoresultatet av produktionen och betningen. För att förklara mängden växtplankton, som ofta mäts som klorofyll, måste man alltså mäta både produktionen och betningen.

Inom det nationella övervakningsprogrammet mäts primärproduktion på mätstationen Släggö i Gullmarsfjorden på västkusten. Serien sträcker sig tillbaka till 1985 och mätningar sker ungefär varannan

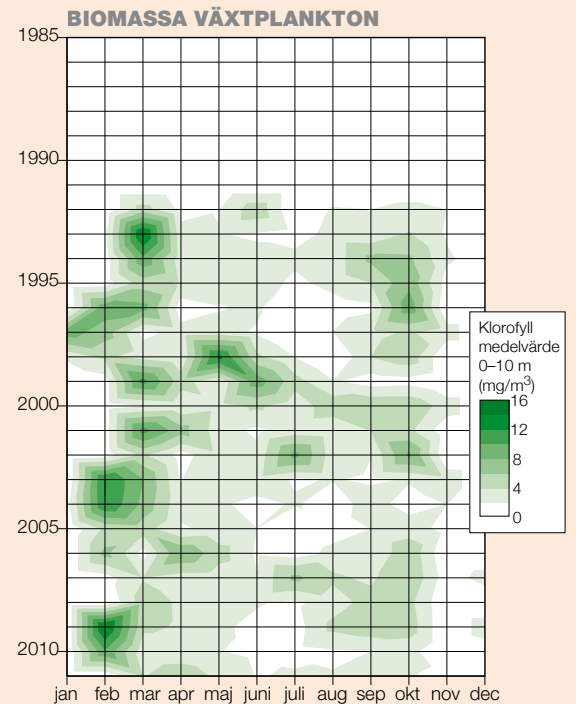
Provtagning vid Släggö i Gullmarsfjorden, februari 2010. Isen är 30 cm tjock. Trots det fanns en signifikant produktion av växtplankton här.



Foto: Marie Svärd



Primärproduktion (blått) och växtplanktonbiomassa (grönt) uppmätta vid Släggö i Gullmarsfjorden. Primärproduktionen är alltid högst på sommaren medan klorofyllet tenderar vara högst på vår och höst. Notera att det är stora variationer mellan år.



KORRELATIONSANALYS

	Djurplankton	Klorofyll	Primärproduktion
Nitrat	-0,452**	+0,177	-0,677**
Primärproduktion	+0,410*	+0,192	
Klorofyll	-0,304		

➤ Ett statistiskt test av månadsmedelvärden 2007–2010 vid Släggö visar förhållandena mellan nitrat, primärproduktion, klorofyll och djurplankton. Primärproduktionen var negativt korrelerad (rött) till mängden nitrat i vattnet. Den var samtidigt positivt korrelerad (grönt) till mängden djurplankton. Klorofyllhalten samvarierade inte signifikant med någon av de andra variablerna. **= $p < 0,01$ *= $p < 0,05$

FAKTA

Trofiska kaskader

Trofiska kaskader innebär att biomassan av en trofinivå (nivå i näringspyramiden) styrs av den ovanför. Predatorer reglerar alltså sina bytespopulationer snarare än att bytenas biomassa begränsas av deras föda. Om trofiska kaskader reglerar sammansättningen av plankton kommer fiskarna att kunna påverka biomassan hos växtplankton.

vecka. Samtidigt med primärproduktionen mäts klorofyll som ett mått på växtplanktonens biomassa. Mätningarna har nu gett så mycket data att det är intressant att undersöka hur kontrollen av primärproduktion sker på västkusten. Om biomassan av växtplankton styrs av tillgången på närsalter kan man förvänta sig att den ska öka om mängden närsalter ökar. Om däremot betarna, i detta fall främst hoppkräftor, kontrollerar biomassan, kan man istället förvänta sig att biomassan, alltså klorofyllet, ska förbli konstant trots att produktionen varierar.

Tidsserien vid Släggö

Primärproduktionen vid Släggö visar en tydlig variation över året med högst produktion under sommaren och mindre

ökningar vid vårbloomingen, och ibland under hösten. Det finns också en stor variation mellan åren och en generell trend är att produktionen var högre i mitten på nittio-talet, men nu verkar ha minskat. Tittar man på klorofyll får man en annorlunda bild. Här syns tydligt att högst värden observeras under vårbloomingen och på höstarna, medan lägst värden noteras sommar och vinter. Trots att variationen såväl inom som mellan olika år är stor, är skillnaden mellan produktion och biomassa tydlig och det verkar vara ett omvänt förhållande mellan de två.

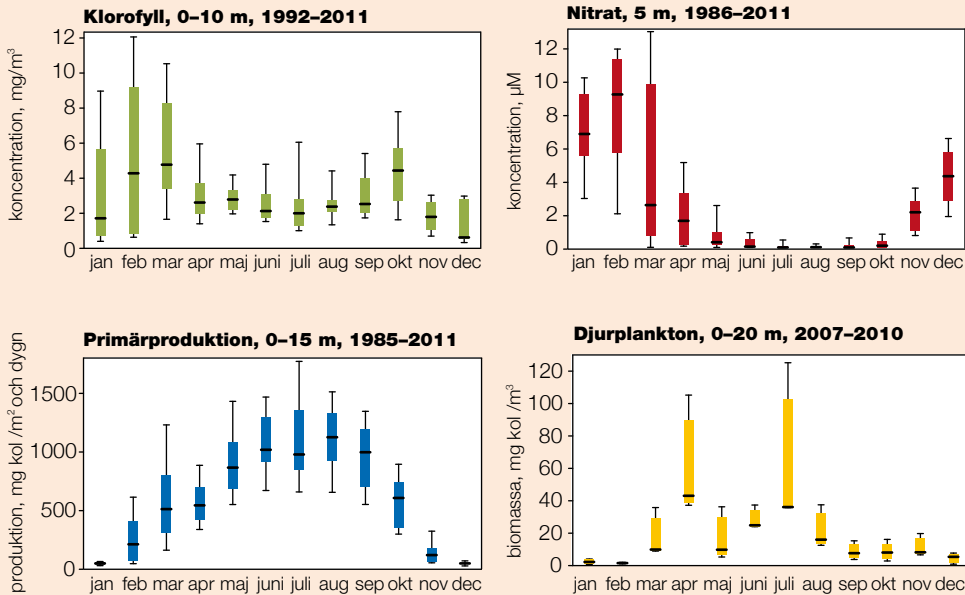
Åren 2010 och 2011 var primärproduktionen extremt låg vid Släggö. Båda åren var isvintrar och fjorden var frusen från slutet av december till mitten av mars. Det gick

därför inte att mäta produktionen under vårbloomingen och det bidrar något till den låga årsproduktionen. Men framför allt var produktionen betydligt lägre än andra år under sommaren, då större delen av årsproduktionen normalt sker. Klorofyllhalterna var generellt mycket låga och periodvis observerades större mängder av djurplankton än normalt. Även om alla djurplanktonprover ännu inte hunnit analyseras leder observationerna fram till ett intressant scenario för hur det planktoniska ekosystemet fungerar på västkusten.

Kontrollerande faktorer

I Gullmarsfjorden verkar primärproduktionen vara styrd av mängden inkommande ljus då korrelationen mellan ljusin-

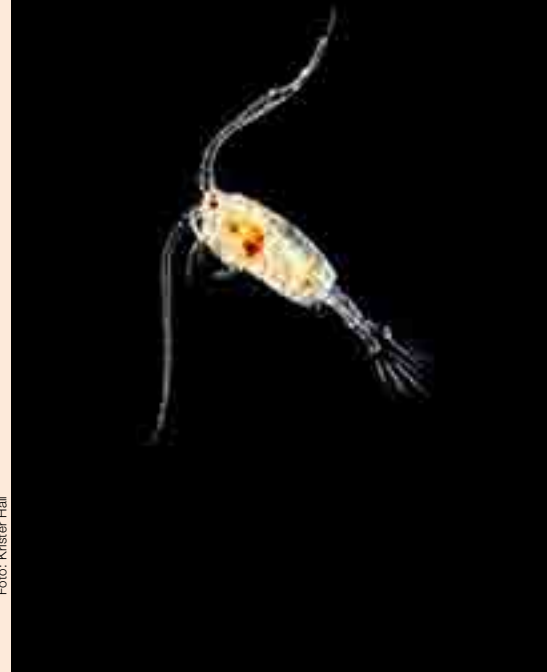
ÅRSPRODUKTION PLANKTONEKOSYSTEM



➤ Boxplottar över den generella utvecklingen av olika delar av planktonekosystemet vid Släggö (median, 25/75 och 10/90 percentiler). Månadsmedelvärden av klorofyll, primärproduktion, nitrat-halt på 5 m djup och biomassa av djurplankton. Högst primärproduktion sammanfaller med låga halter av nitrat och hög djurplanktonbiomassa. Notera olika tidsserier för mätningarna.

Foto: Krister Hall

Centropages typicus är en vanlig hoppkräfta i Gullmarsfjorden under sommaren. Den livnär sig på större växtplankton och flimmerdjur.



strålning och produktion är mycket stark. Närsalterna har endast betydelse under vårbloomingen då nitrathalten faller skarpt i samband med blomningen. Det är främst då som en stor biomassa av växtplankton byggs upp. Under perioden april till september är nitrathalterna låga eller omätbara. Trots detta ökar primärproduktionen direkt proportionellt mot ljusinstrålningen. Klorofyllhalten ligger ganska konstant under samma period vilket indikerar att betningstrycket och biomissan av djurplankton ökar i ungefär samma takt som primärproduktionen. Data på djurplankton från Gullmarsfjorden finns bara analyserade för 2007-2010 och biomissan varierar mycket, men visar ungefär samma dynamik som primärproduktionen.

Maneter och fisk

Resultaten från mätningarna i Gullmarsfjorden är intressanta eftersom de ställer en del viktiga frågor kring hur systemet kontrolleras. Om biomissan av växtplankton kontrolleras av djurplankton i stället för av närsaltstillgången måste vi söka förklaringar till ökad mängd klorofyll, inte bara i övergödningen, utan också i mängden djurplankton. Men vilka faktorer kontrollerar djurplankton i sin tur? Här är predation

från till exempel maneter en viktig faktor. Åren 2010 och 2011 observerades nästan bara brännmaneter i Gullmarsfjorden, inga örönmaneter förekom och nästan inga kammaneter. Det kan vara en förklaring till den stora mängden djurplankton som då fanns. Fiskars predation är normalt den viktigaste anledningen till varför mängden djurplankton minskar kraftigt under sensommar och höst. Tyvärr finns inga data som visar hur stor fiskpredationen varit.

Det verkar alltså som om anledningen till låga klorofyllhalter kan vara en stor biomassa av betare och att låga klorofyllhalter, alltså liten växtplanktonbiomassa, också kan förklara varför primärproduktionen varit lägre än normalt under 2010 och 2011. Dynamiken i västkustens planktonsamhälle verkar vara mer beroende av trofiska interaktioner än tillgången på närsalter, ett resultat som liknar det man funnit för ålgräsängar. Där har man visat att en hög näringstillgång har mindre betydelse än vad ett lågt betningstryck har för utbredningen av fintrådiga alger.

De enkla korrelationsanalyser som gjorts i den här artikeln är baserade på data från endast fyra år, 2007-2010, men visar trots det på signifikanta samband som är väl värda att undersöka vidare. De visar

Öronmaneter äter djurplankton, men 2010 och 2011 fanns nästan inga örönmaneter i Gullmarsfjorden. Det kan vara orsaken till den stora mängden djurplankton där under denna period.

Foto: Shutterstock



också att vi behöver kontinuerliga data på djurplankton, inklusive maneter, och bättre utnyttjande av fiskdata för att komma närmare en helhetsbild av hur planktonsamhället fungerar på västkusten. 🐙

Johan Wikner, Chatarina Karlsson, Agneta Andersson & Jan Albertsson, Umeå universitet / Susanna Hajdu, Helena Högländer, Lisa Mattsson & Elena Gorokhova, Stockholms universitet / Ann-Turi Skjevik & Marie Johansen, SMHI

Bottniska viken

Sammantaget bedömdes tillståndet i miljön som god i Bottenviken och Bottenhavet, men måttlig i Örefjärden. Klorofyll visade på måttlig status i Bottenviken. Både biomassa och tillväxt av bakterier visar på fortsatt god status. Bedömningsgrunder för djurplankton saknas.

Ingen säkerställd trend förekommer för växtplanktonbiovolym, klorofyll *a* eller djurplanktons totalbiomassa de senaste 15 åren. Bakterietillväxten visar en minskande trend i Bottniska vikens utsjöområden.

Egentliga Östersjön

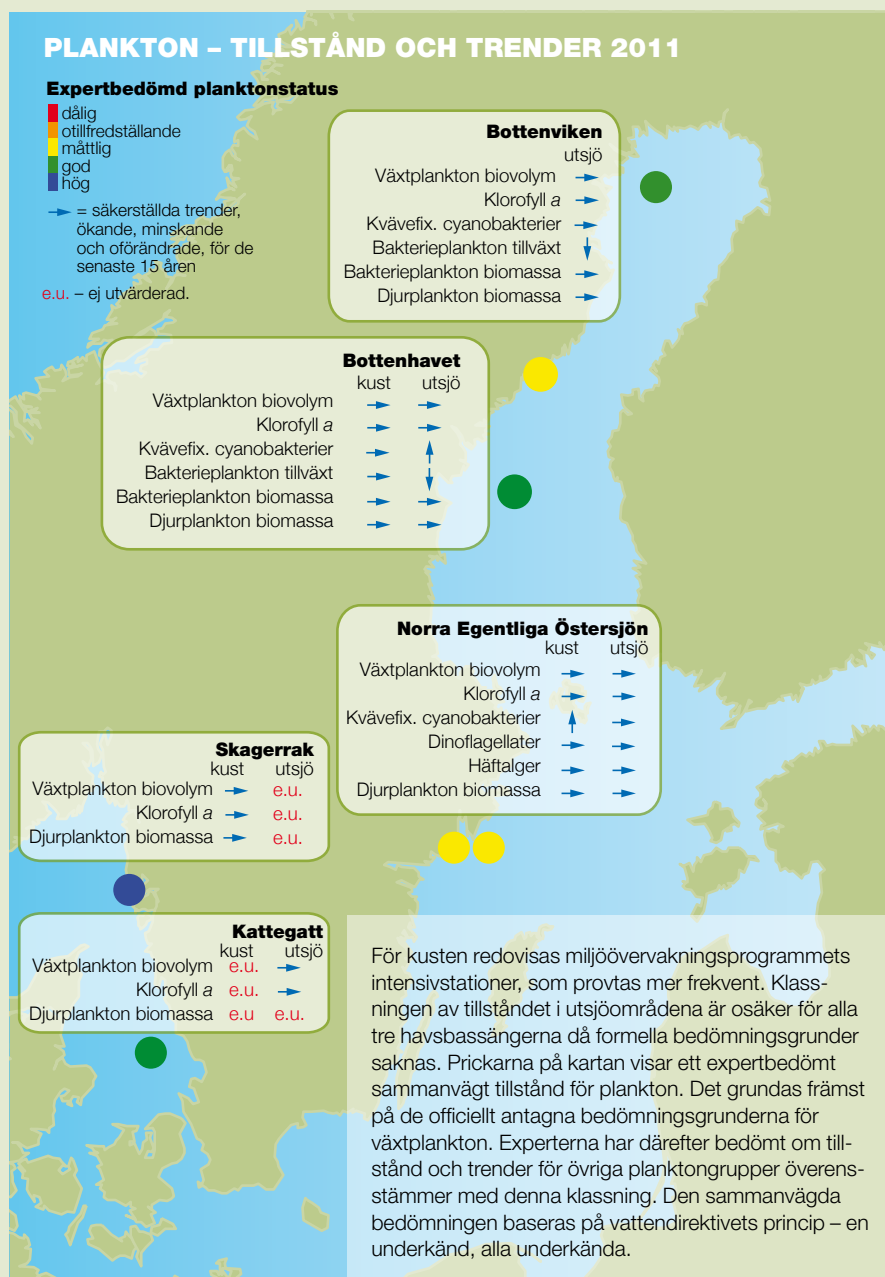
Det samlade tillståndet i Egentliga Östersjön klassas som måttligt för såväl kuststationen Askö som utsjöstationen Landsort. Inga anmärkningsvärda nivåer av djurplankton har noterats. *Aphanizomenon* sp. dominerade blomningen av kvävefixerande cyanobakterier under året.

Kvävefixerande cyanobakterier fortsätter att öka vid kuststationen, medan övriga indikatorer är stabila. Vid utsjöstationen Landsort har dinoflagellater stabiliserats på en lägre nivå än under 1990-talet. I övrigt är bestånden stabila.

Västerhavet

Kattegatts utsjö har god ekologisk status och Skagerraks kustvatten hög ekologisk status. Under hösten noterades en hög förekomst av den potentiellt giftiga dinoflagellaten *Dimophysis acuta*. Inga anmärkningsvärda nivåer av djurplankton rapporteras.

Inga säkerställda trender förekommer för planktonsamhällenas totalbiomassa i Västerhavet under de senaste 15 åren.



ÅTGÄRDER I SVERIGES KUSTHAV	
Område	Vattenförekomst som behöver åtgärdas (%)
Bottenviken	13
Bottenhavet	32
Norra Eg. Östersjön	70
Södra Eg. Östersjön	Få klassade områden
Västerhavet	Få klassade områden

↗ Sveriges Vatteninformationssystem, VISS (www.viss.lst.se) ger bra geografisk täckning av vattenkvaliteten i Sveriges kusthav och visar att stora områden behöver åtgärdas baserat på indikatorn klorofyll *a*.

Pelagial biologi / djurplankton

Elena Gorokhova & Lisa Mattsson, Stockholms universitet / Jan Albertson, Umeå universitet / Marie Johansen, SMHI

Bedöma miljöstatus

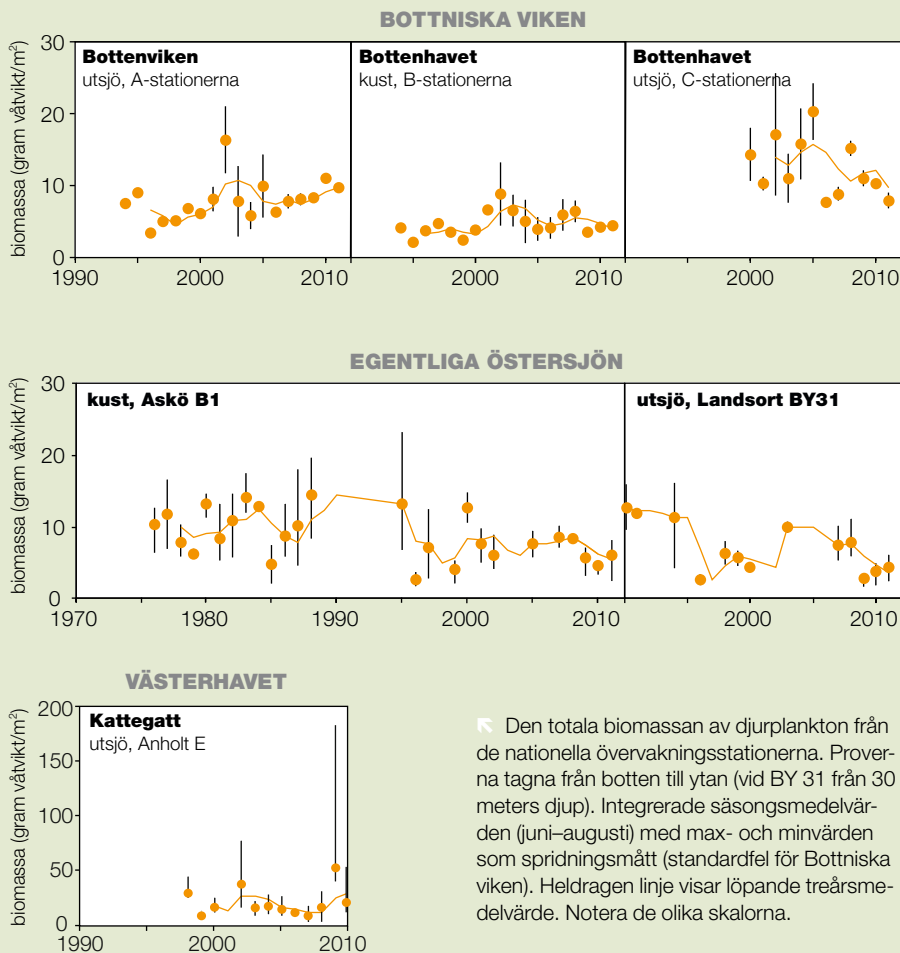
Bedömningsgrunder för djurplanktons miljöstatus saknas fortfarande. Det är därför svårt att dra några slutsatser om miljötillståndet baserat på den provtagning som görs av djurplanktonsamhällen.

Bottniska viken

Inga av de undersökta områdena i Bottniska viken visar några statistiskt säkerställda förändringar i totalbiomassan av djurplankton under den senaste femtonårsperioden.

I Bottenvikens utsjö ökar dock hoppkräftornas biomassa signifikant, till stor del beroende på att den stora arten *Limnocalanus macrurus* ökar. Ökningen ger visst utslag i totalbiomassan, som också visar tecken på att öka långsamt. Denna ökning är dock inte signifikant. Bottenvikens totalbiomassa av djurplankton når nu upp till ungefär samma nivå som Bottenhavets, trots Bottenvikens nordligare läge och lägre produktion av växtplankton. Förklaringen är troligen de senaste årens ökning av tillflödet av organiskt kol från älvar till Bottenviken. Det bidrar indirekt till ökad födotillgång för djurplankton.

I Örefjärden vid norra Bottenhavskusten har djurplanktonsamhället förändrats under den senaste femtonårsperioden, även om ingen förändring skett i totalbiomassan. Balansen mellan hoppkräftor och hinnkräftor har ändrats från att ha dominerats av hoppkräftor under 1990-talet, till mer hinnkräftor från omkring år 2000 och framåt. Från år 2006 har hinnkräftorna dominerat totalbiomassan. Detta kan ha effekter på fiskesamhället eftersom Bottniska vikens hinnkräftor är små och ger ett sämre energitvätt i fiskarnas födosök, i jämförelse med vad de större hoppkräftorna ger. Orsakerna till förändringarna är inte klarlagda men kan delvis bero på en minskning av salthalten i ytvattnet i Bottniska viken under den aktuella perioden. Denna förändring bör ha gynnat hinnkräftorna som är en grupp med sötvattensursprung.



Den totala biomassan av djurplankton från de nationella övervakningsstationerna. Proverna tagna från botten till ytan (vid BY 31 från 30 meters djup). Integrerade säsongsmedelvärden (juni–augusti) med max- och minvärden som spridningsmått (standardfel för Bottniska viken). Heldragen linje visar löpande treårsmedelvärde. Notera de olika skalorna.

Egentliga Östersjön

Det går inte att fastställa någon signifikant trend för totalbiomassan av djurplankton under den senaste femtonårsperioden, vare sig på Egentliga Östersjöns kuststation vid Askö eller på utsjöstationen vid Landsortsdjupet. Däremot kan en minskande signifikant trend vid båda stationerna observeras när en analys för hela tidsserien görs.

Vid kuststationen har det även skett en signifikant procentuell minskning av hoppkräftornas biomassa om man ser på hela tidsserien, vilket tyder på en förändring av samhällets struktur och storleksfördelning. Detta kan leda till konsekvenser såsom minskad betning av växtplankton, samt sämre näringskvalitet och födotillgång för djurplanktonätande fiskarter.

Västerhavet

Än så länge finns endast sammanhängande data för en längre tidsperiod från utsjöstationen Anholt E i Kattegatt. Anholt E får därmed representera hela Västerhavets utsjö. Även här saknas signifikanta trender i totalbiomassa av mesodjurplankton under den senaste tolvårsperioden.

När den totala biomassan delas upp i olika grupper kan man se en viss minskning av hoppkräftor jämfört med hinnkräftor, appendicularier samt övriga mesodjurplankton som verkar ha en mer stabil förekomst över tiden. Dock påvisas inte heller här någon signifikant trend för någon av grupperna.

Figuren för djurplankton i Västerhavet är samma som i Havet 2011 eftersom analyserna inte var färdigställda till denna rapportens produktion. De kommer istället i nästa års rapport.

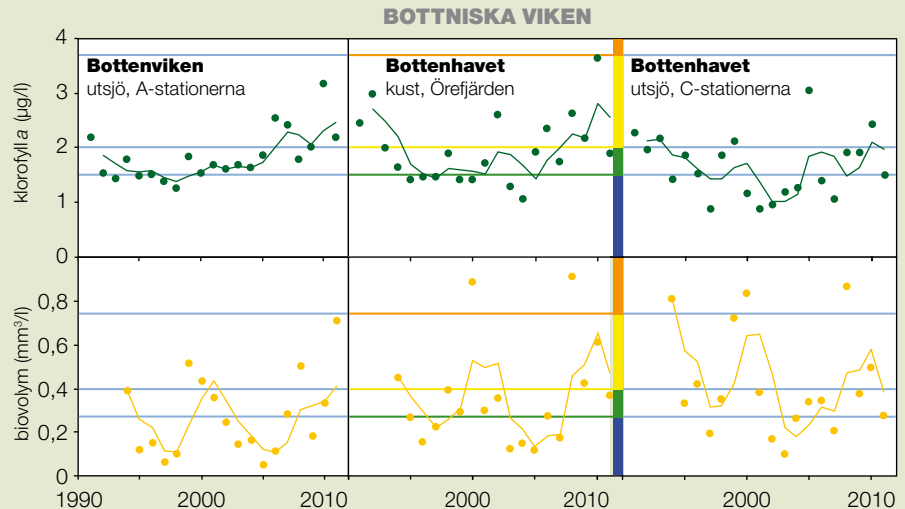
Pelagial biologi / växtplankton

Helena Högländer och Susanna Hajdu, Stockholms universitet/Ann-Turi Skjevik, SMHI/
Agneta Andersson & Chatarina Karlsson, Umeå universitet



Vårblomningen i Bottenhavet dominerades av kiselalger som exempelvis *Melosira* sp.

Foto: Ann-Turi Skjevik



➤ Årliga medelvärden för perioden juni–augusti (punkter), samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) från slangprov 0–10 m. Bedömningsgrunder finns endast för kustområden. I figurerna antyds kustområdenas klassgränser även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus.

Bottniska viken

Bottenhavets kust- och utsjöstation visade en lägre växtplanktonbiovolym 2011 än 2010. Tvärtom gäller för Bottenvikens utsjöstation, vilket beror på en hög koncentration av små och medelstora (10–15 samt 20–27 µm) *Gymnodiniales* under juni månad. Biovolymen var på grund av detta högre i Bottenviken än i Bottenhavet. Treårsmedelvärdena indikerar måttlig status för Örefjärden och god status för Bottenvikens och Bottenhavets utsjö.

Vårblomningen i Bottenhavet dominerades av kiselalger som *Chaetoceros wighamii*, *Achnanthes taeniata*, *Thalassiosira baltica* och *Melosira* spp. Örefjärden hade ett högre inslag av dinoflagellater under vårblomningen än utsjöstationen i Bottenhavet. Under hösten uppstod en andra kiselalgstopp, men nu i form av *Coscinodiscus* spp. Detta är en ovanlig gäst i Bottenhavet och att den dök upp kan bero på ett eventuellt saltvattensinflöde/ström som fört med sig arten upp.

Klorofyllvärdena återgick till det normala jämfört med de ovanligt höga

värdena 2010. De följde samma trend som biovolymvärdena och visade högst koncentration i Bottenviken. Treårsmedelvärdena indikerade måttlig status i Bottenviken och Örefjärden samt god status i Bottenhavet.

Varken växtplanktonbiovolym eller klorofyll *a* visar någon uppåtgående eller nedåtgående trend under de senaste 15 åren. En samlad bedömning för havsområdena gjordes baserat på statusklassificeringen samt expertbedömning. Den måttliga statusen för klorofyll i Bottenviken berodde på ovan nämnda vårblomning av *Gymnodiniales*. Sammantaget bedömdes därför statusen vara god i Bottenviken, måttlig i Örefjärden samt god i Bottenhavet.

Kvävefixerande cyanobakterier, beräknat på årsmedelvärden 1998–2011, visar en ökande trend i Bottenhavets utsjö, medan de i övriga områden är stabila.

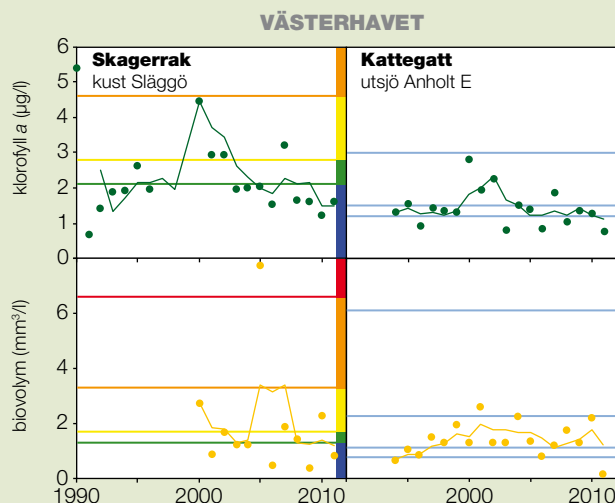
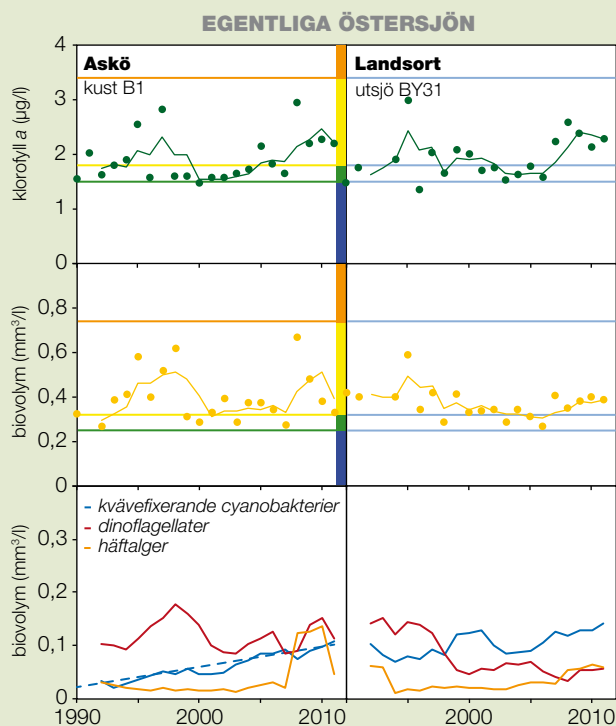
Egentliga Östersjön

I nordvästra Egentliga Östersjön visar klorofyll *a* såväl som biovolym av växtplankton att statusen är fortsatt måttlig vid

kustområdet Askö och vid utsjöstationen Landsortsdjupet, om samma klassgränser som för kuststationen tillämpas i utsjön. Varken biovolym eller klorofyll visar någon tydlig ökande eller minskande trend, även om biovolymen vid kuststationen har närmat sig de lägre värdena som rådde i början av 2000-talet, efter toppåret 2008 då häftalgerna drog upp biomassan.

Blomningen av kvävefixerande cyanobakterier kom i gång i början av juni både vid kusten och vid utsjöstationen, men medan den avklingade redan i mitten av augusti vid kusten fortsatte den in i oktober vid utsjöstationen, dock i små mängder. Den dominerande arten var *Aphanizomenon* sp. i kust såväl som i utsjö. Medan trend saknas vid utsjön, visar kvävefixerande cyanobakterier (*Aphanizomenon* sp.) fortfarande en ökning vid kuststationen Askö, även om trenden är svagare baserat endast på de 15 sista åren än om hela studerade perioden används (1990–2011).

Vid både kuststationen och utsjöstationen Landsort var biomassan av häftalger större än de senaste två åren. Vid utsjösta-



Årliga medelvärden för perioden juni–augusti (punkter), samt löpande treårsmedelvärden (heldragna linjer) från slangprov 0–10 m (0–20 m slangprov för station Askö och Landsortsdjupet). Den streckade linjen visar ökningen av kvävefixerande cyanobakterier för perioden 1990–2011 baserad på linjär regression, ($R^2=0,61$). Bedömningsgrunder finns endast för kustområdena. I figurerna antyds kustområdenas klassgränser även för utsjöstationer för att ge en fingervisning om miljöstatus.

tionen var dess biomassa nästan lika hög som toppåret 2008, men vid kuststationen var biomassan fortfarande långt under toppnoteringen 2008.

På utsjöstationen Landsortsdjupet håller sommarens dinoflagellater sig fortfarande kvar på en lägre nivå än under början av 1990-talet. Vid kuststationen visar de däremot ingen tydlig trend.

Västerhavet

Mätstationen Anholt E i Kattegatts utsjö uppnår sammanvägt god ekologisk status, och Släggö i Skagerraks kustvatten uppnår hög ekologisk status 2011 enligt vattendirektivets bedömningsgrunder.

Sommaren 2011 var klorofyllhalterna allmänt låga i Västerhavet, vilket är helt normalt. De relativt stora kiselalgsarter som brukar förekomma under sommaren i förhöjda cellantal var låga till antalen vid provtagningstillfällena. Därför blev också biovolymerna ovanligt låga detta år vilket i sin tur höjer den ekologiska statusen för området. Bedömningsgrunderna kräver dock treårsmedelvärden och en samman-

vägning av klorofyll och biovolym vilket alltså gav god ekologisk status vid Anholt E och hög ekologisk status vid Släggö.

En så kallad Mann Kendall regressionsanalys visade på oförändrade trender vid båda mätstationerna.

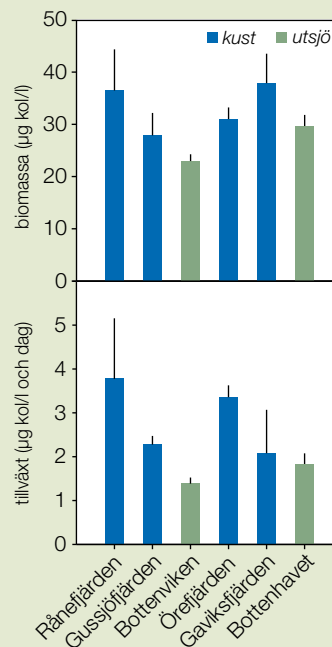
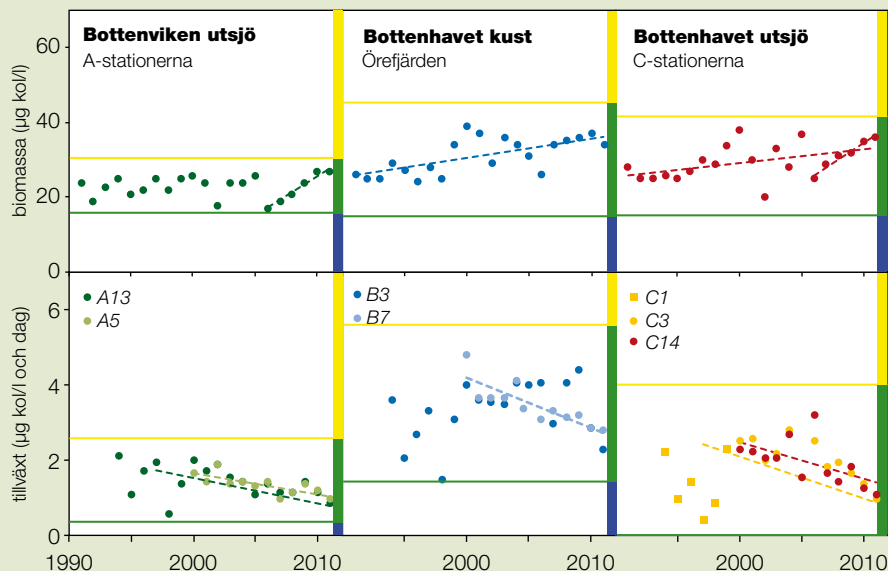
En i tid och rum ovanligt stor blomning av dinoflagellatsläktet *Ceratium* observerades under hösten och vintern 2011 och ledde till ovanligt höga ytvärden av klorofyll *a*. Den potentiellt giftiga dinoflagellaten *Dinophysis acuta* förekom över varningsgränsen (satt av Livsmedelsverket och norska Mattilsynet) under stora delar av hösten.

En ovanligt stor blomning av dinoflagellater ägde rum under hösten och vintern 2011. Det bidrog till höga värden av klorofyll *a* i ytvattnet, här *Ceratium longipes*.



Foto: Ann-Turi Skjevik

BOTTNISKA VIKEN



7 Bakterietillväxten i ytskiktet visar på god status och har minskat i Bottniska viken under de senaste 15 åren. Bakteriebiodmassan visar på god status och har ökat i Bottenhavet sedan 1991. En ökning har också skett under de senaste 6 åren i utsjön. Stationernas positioner är markerade på en karta på sidan 109 där det nationella marina miljöövervakningsprogrammet för fria vattenmassan presenteras. Dataunderlaget utgörs av medelvärden för ytskiktet 0–10 m. Värderna för bakterietillväxt har summerats över hela året med trapetsintegrering ($n > 20$ per år och station). Statusklassningen är gjord med expertbedömning.

7 Bakterieplanktonbiomassa och bakterieplanktontillväxt (0–10 m) i övriga kustområden avviker inte betydande från Örefjärden som klassats ha god status.

God status med motsatta trender

Indikatorerna för bakterieplankton tyder på att samtliga undersökta områden i Bottniska viken håller god näringsstatus. Bakterietillväxten visar samtidigt sjunkande värden för den senaste femtonårsperioden, vilket tyder på en allt näringsfattigare miljö. Bakteriebiodmassan däremot har ökat sedan mätperiodens början i Bottenhavet. Under de senaste sex åren visar båda utsjöområdena dessutom en markant ökning av bakterieplanktonbiomassa.

Allt näringsfattigare i utsjön

Tillväxten för hela bakteriesamhället har sedan 2000 minskat med totalt 50 procent i utsjöbassängerna. Också den specifika bakterietillväxten är nära en säkerställd nedgång i Bottenviken. Salthalt är en variabel som under längre tid minskat i båda bassängerna. Salthalten 1994–2011 visar en negativ korrelation med bakterietillväxten för Bottenhavet, där lägre salthalt ger högre bakterietillväxt. Varken årsmedelhalten av totalfosfor eller totalkväve visar på något samband med bakterietillväxten. Temperaturen visar inte heller på någon säkerställd förändring under motsvarande tid och kan därför inte förklara lägre

bakterietillväxt. Inga trender i älvtillförsel av vare sig fosfor eller kol ser ut att kunna förklara nedgången i endera bassängen. En fördjupad analys behövs för att utreda möjliga orsaker, där faktorer som mängd eller kvalitet på näringssubstraten för bakterier är möjliga förklaringsvariabler.

I Örefjärden visar endast station B7 en säkerställd minskning i bakterietillväxt. Station B3 visar inte längre en ökande trend efter två år av lägre bakterietillväxt. För Örefjärden som helhet har bakterietillväxten varit stabil under de senaste 15 åren.

Bakteriebiodmassan ökar

För bakteriebiodmassan finns en säkerställd ökande trend för hela mätserien i Örefjärden, samt de senaste sex åren på utsjöstationerna. Ökningen från 1994 till 2011 är drygt 30 procent för både kust och utsjö. Ingen säkerställd trend finns däremot för de senaste 15 åren. Ökningen av bakteriebiodmassa i Bottenhavet kan bero på minskad betning av bakterier, men data på de viktigaste bakteriebetarna, flagellater, saknas i mätprogrammet. Att ökningen skulle bero på gödning av havsområdet stämmer inte med den minskade tillväxten av bakteriesamhället som observeras.

Eftersom temperaturen inte ändrats systematiskt kan heller inte temperatureffekter förklara ökningen av biomassa.

Bottenfaunaklassning ifrågasätts

För bakterietillväxten i Örefjärden bedöms statusen vara god. Övriga undersökta kustvattenförekomster har en bakterietillväxt jämförbar med Örefjärden, medan några har lägre tillväxt. Detsamma gäller för biomassa. Samtliga värden ligger dessutom lågt jämfört med relevanta litteraturvärden globalt. Det är därför rimligt att anta att även de övriga kuststationerna motsvarar god status. Bedömningen stämmer också med den officiella tillståndsklassningen som gjorts av Vattenmyndigheterna (kusten, VISS) respektive Helcom (utsjö). Undantaget är Rånefjärden som klassats ha måttlig status baserat på kvalitetsfaktorn mjukbottenfauna. Bakterievärdena stöder därmed slutsatsen att näringsstatus i Rånefjärden ligger på en acceptabel nivå. Den måttliga klassningen av BQI, som används för att bestämma miljötillståndet på marina sedimentbottnar, bör därför bero på annan störning eller en brist i indexet.

Marina bakterieplankton berättar om havet

JARONE PINHASSI & ROLAND ENGVIST, LINNÉUNIVERSITETET

Med nya molekylärbio-logiska metoder kan man identifiera och kvantifiera bakterier till relativt låga kostnader och med begränsade personalinsatser. Det öppnar för möjligheten att i en nära framtid kunna använda variationen i bakteriesamhällets artsammansättning som miljöindikator.

■ Hälften av all fotosyntes på vår planet utförs av växtplankton. De producerar syre och organiskt material som utgör grunden för näringskedjan i havet. I den traditionella näringskedjan är växtplankton föda för kräftdjur som i sin tur blir föda för fisk. Men omkring hälften av det organiska material som växtplankton producerar

utnyttjas inte direkt i denna näringskedja, utan omsätts istället av bakterier som lever och växer fritt i vattenmassan eller på olika partiklar. När bakterier växer konsumerar de inte bara löst organiskt material. De konkurrerar också med växtplankton om näringsämnen och mineraler. Därigenom spelar bakterier en stor roll både i kolets

FAKTA

Bakterier och klimatet

Människans förbränning av fossila bränslen leder till ökande koldioxidhalter i atmosfären med påföljande klimatförändringar. Men det är mindre känt att en stor del av den utsläppta koldioxiden också absorberas av världshaven. Mängden löst icke-organiskt kol, exempelvis koldioxid, är omkring 50 gånger högre i havsvatten än i atmosfären. Havets kemiska förmåga att ta upp koldioxid är stor tack vare det buffrande karbonatsystemet. Även biologiska processer är viktiga i detta sammanhang: växtplankton och andra marina primärproducenter använder koldioxid vid fotosyntesen och bidrar till att havet kan absorbera ytterligare koldioxid. Närmare 130 miljoner ton kol från koldioxid fixeras dagligen i organiskt material genom fotosyntesen hos växtplankton, och med ett visst bidrag även från makroalger. En stor del av detta organiska material frigörs i vattnet genom olika processer i näringskedjan i samband med exkretion eller mortalitet. Löst organiskt material bryts ner av bakterier som därmed producerar anse-nliga mängder koldioxid. Att förstå vad som reglerar balansen mellan växtplanktons produktion av organiskt material och bakteriernas nedbrytning, är en av de största framtida utmaningarna för att korrekt kunna modellera och förutsäga kommande klimatscenarion.



Marina bakterie- och växtplankton provtas utanför Kårehamn på Ölands ostkust.

Foto: Nisse Nilsson

GRUPP	ART/KLON	KOLKÄLLA						
Betaproteobacteria	Betaproteobacterium 4887-27F	○	●	●	●	●	●	●
Gammaproteobacteria	<i>Marinomonas</i> sp. BSw10506	○	●	●	●	●	●	●
Gammaproteobacteria	<i>Marinomonas</i> sp. DG1602	○	●					
Gammaproteobacteria	<i>Acinetobacter lwoffii</i> strain S3-2		●					
Gammaproteobacteria	Sponge bacterium Zo10					●		
Alphaproteobacteria	<i>Loktanella vestfoldensis</i> IMCC6033							●
Actinobacteria	Uncultured bacterium clone 5C231436	○	●	●	●	●	●	●
Bacteroidetes	Uncultured Bacteroidetes DGGE band BP7	○	●	●	●	●	●	●

- Kontroll
- Acetat
- Pyruvat
- DMSP (organisk svavelförening)
- Glukos
- Aminosyror

➤ Substratpreferenser hos bakterier som representerar olika grupper som är vanligt förekommande i Östersjön. En del arter är generalister och kan utnyttja flera organiska ämnen som substrat, medan andra är specialister som föredrar endast enstaka kolkföreningar. Resultaten erhöles genom att mäta tillväxten av enskilda bakteriearter i experiment med tillsatser av olika kolföreningar till naturligt havsvatten från Östersjön. Resultat omarbetade från Gómez-Consarnau et al. (2012).

kretslopp och i kretsloppen av till exempel kväve och fosfor i havet.

Artsammansättningen varierar

I nuvarande miljöövervakning används bakteriebiomassa och tillväxt för att bestämma långtidstrender i näringsstatus och miljö kvalitet. Men det har visat sig att biomassa och tillväxt varierar mindre i tid och rum än vad artsammansättningen i bakteriesamhället gör. Utvecklingen inom molekylärbiologin under de senaste tio åren har gjort det möjligt att relativt enkelt identifiera olika bakteriearter. Man kan dessutom göra pålitliga kvantitativa uppskattningar av olika arters variation i abundans och aktivitet och därmed beskriva hur de reagerar på olika miljöförändringar. Det kan röra sig om ändringar i salthalt, temperatur, pH eller andra miljövariabler.

Bakterieplanktons artsammansättning i Östersjön som helhet påverkas av salthalten i en gradient från Västerhavet till Bottenviken. Bakterierna i Västerhavet är typiska marina arter och når i stor utsträckning västligaste Östersjön och de danska sunden. I Bottenviken i norr dominerar istället typiska sötvattenbakterier. Däremellan, i Egentliga Östersjön och Bottenhavet, finns bakterier anpassade till brackvatten.

På en mer regional skala finns det också tydliga skillnader i artsammansättningen mellan kustnära områden och utsjöstationer som exempelvis speglar vattnets näringsstatus och temperatur. Man kan också se påverkan av städernas utsläpp och utflöden från avrinningsområden. I djupled finns distinkta bakteriesamhällen i solbelysta respektive djupare vatten, och i övergången mellan syrerika och syrefria bottenvatten. Sammantaget uppvisar

bakterier en slående biogeografi, och ofta kan den kopplas till enskilda bakteriegrupper eller arters ekologi.

Bakteriell biologisk mångfald

I likhet med växtplankton har bakterier en tydlig säsongsdynamik. Det har studier i såväl Bottniska viken, Egentliga Östersjön som Västerhavet visat. Gemensamt för dessa studier är till exempel att bakterier i gruppen Bacteroidetes visar stor tillväxt i samband med växtplanktons vårbloomingar. Olika arter av Alphaproteobacteria tar sedan över samhället under sommarmånaderna när näringshalterna är lägre och temperaturerna högre. Dessa massuppträdanden kan vara upp till några veckor innan de ersätts av andra bakterier. Det finns också exempel på bakterier som under större delen av året inte går att upptäcka i vattenmassan, men som på kort tid och under särskilda förhållanden kan blomma upp under några dagar. Detta gäller främst arter besläktade med potentiellt sjukdomsframkallande bakterier som till exempel *Vibrio*-arter. I några av de få noggranna tidsserieanalyser av bakteriesamhället som gjorts har man funnit att mellanårsvariationen i artsammansättningen styrs på ett förutsägbart sätt av till exempel temperatur, salthalt, näringsämnen och klorofyllmängd.

Dags att tillämpa kunskapen

De senaste åren har kunskapen ökat snabbt om vilka livsstrategier som de vanligaste bakteriegrupperna i havet representerar. Vissa arter växer långsamt och föredrar näringsfattiga miljöer medan andra arter är anpassade till mer näringsrika förhållanden. Detta ger oss en bra bild av vilka

arter som trivs i olika vatten. Därutöver visar studier av bakteriers fysiologi och molekylärbiologi vilka mekanismer som bidrar till att förklara deras ekologi och hur de är anpassade till sin miljö. Exempelvis verkar olika bakterier ha olika ekosystemfunktioner i nedbrytningen av organiska ämnen.

Vid Linnéuniversitetet i Kalmar har man nu i två år studerat hur vattenkemin, växtplankton- och bakteriesamhället förändras vid ett ”mikrobiellt observatorium” i Egentliga Östersjön, en mätstation som ligger 10 km utanför Kårehamn på Ölands ostkust. På mätstationen görs provtagningar två gånger i veckan från mars till november, och med lägre frekvens under vintern. Data har därför en exceptionellt hög tidsupplösning jämfört med typiska tidsserier där provtagning görs en gång i månaden. Den tätare provtagningen har gett nya insikter i hur vattenkvalitet, mikrobiell artsammansättning och ekosystemfunktion förändras.

Provtagningarna kompletteras nu med ett system av bojar för att kontinuerligt mäta centrala abiotiska och biotiska variabler, som till exempel temperatur, vattenflöde, syrenivåer och klorofyllkoncentrationer. Bojarna kommer att placeras vid mätstationen utanför Öland samt vid mätstationer i Västerhavet, Norra Östersjön och Bottenhavet. Systemet, som finansieras av Vetenskapsrådet, ska bidra till nationella miljöövervakningsprogram och forskningsprojekt. Framtida studier och övervakning av bakteriesamhällena i havet har med hjälp av de nya teknikerna nu möjlighet att kunna bidra till en ökad förståelse av havsmiljön och hur tillståndet i havet förändras. 🐟



HAVETS DJUR OCH VÄXTER

**Syretillgången avgörande för Bohusläns fjordar
Även kallvattenarterna behöver övervakas längs kusterna
Torsken vill hem och leka**

Östersjön och Bottenhavet

Provtagning genomförs vid Höga kusten i Västernorrland, vid Askö i norra Egentliga Östersjön och i farvattnen kring Gotland. Statusen hos vegetationen under 2011 var hög i Östersjöns provtagna delområden. Så har situationen varit under de senaste fem åren, även om det inom denna klassnivå finns skillnader mellan områdena. Utvecklingen i Asköområdet är signifikant positiv sedd i ett 20-års perspektiv, även om de senaste fem årens indexvärden visar en utplanande trend.

Förvånansvärt lite fintrådiga alger observerades i Asköområdet under 2011. De fintrådiga algerna har genom åren dominerat proverna här, men under de senaste två till tre åren har man sett en kraftig nedgång i biomassa. Detta observerades på samtliga kvantitativt provtagna lokaler i Asköområdet, både i inner-, mellan- och i ytterkärgården. Även skattningarna på de övriga lokalerna bekräftade denna bild.

Ett annat positivt tecken är en ökning av blåstång. Blåstången kan numera observeras på samtliga lokaler och på vissa förekommer återigen ett kraftigt tångbälte. Blåstångens biologi gör att återkolonisationen går långsamt.

Blekingekusten

Liksom tidigare år var den ekologiska statusen på vegetationsklädda bottenar längs Blekingekusten hög. Överlag når rödalger betydligt djupare än vad gränsen för hög status anger, medan blås- och sågtång växer till ett djup motsvarande måttlig till god status. Under de fem år som provtagning skett i området uppvisar ingen av de arter som används för statusklassning förändrad djuputbredning.

Både antalet arter och täckningsgraden dominerades av rödalger som täckte i stort sett allt tillgängligt substrat ner till 15 m eller mer. Bara i den översta halvmetern dominerade istället grönalger. Mängden blås- och sågtång var ungefär samma som tidigare år, men trots att den ekologiska statusen var hög fanns bälten av blås- eller sågtång bara på 13 av de 20 undersökta transekterna. Resultaten överensstämmer



Foto: Lars-Ove Luo

➤ Betning på brunalgen *Laminaria hyperborea* av snäckan *Ansatel pellucida*.

väl med den regionala miljökontrollen i området, där man främst i ytterkärgården registrerade en avsevärd minskning av tångens utbredning under mitten av 1990-talet. Den låga nivån har sedan dess hållit i sig i Blekinge, till skillnad från Askö där tångens utbredning alltså ökat.

Kattegatt

I Kattegatt vid Onsalahalvön provtas tre vattenområden, varav ett har provtagits sedan 2007, de övriga sedan 2009. I det område som representerar ytterkärgård och som provtagits längst, finns nu en liten, men dock signifikant minskning i kvalitetsindex sedan starten 2007. Fortfarande är dock årsmedelvärdena inom statusklassen hög och väl i nivå med regionala data från åren 1997 och 2000. De två mer skyddade och grundare områdestyperna uppvisade 2011 statusvärden inom den lägre delen av intervallet god. Variationen mellan lokalerna inom de två vattenområdena är dock mycket stor, vilket dels beror på få provpunkter, dels på att de med sina ringa djup och mer skyddade lägen gör det svårare att uppfylla de kriterier som ligger till grund för indexberäkningen.

Skagerrak

I de två vattenområden som provtas i Skagerraks mellan-, respektive ytterkärgårdar är trenden sedan seriernas början 1994 en stor försämring som är statistiskt säkerställd. Försämringen syns genom att den nedre växtgränsen flyttats uppåt hos flera av de ingående indikatorerna, framför allt i det förstnämnda området.

För Saltö Fjord som representerar mellanskärgård noterades 2009 en ökning av den ekologiska statusen. Tyvärr visade 2010 års klassning istället på en försämrad status, en tillbakagång som under 2011 fortsatt brant nedåt, till den nedre halvan av statusintervallet god.

Även i ytterkärgårdens kustvatten i mellersta Bohuslän har det skett en försämring, från hög status de senaste två åren till god.

Utvecklingen hos en av de mest karakteristiska indikatorerna, skräppetaren (*Saccharina latissima*) är fortsatt mycket dålig i de kustnära delarna av Skagerrak. Från att åren 1994–2000 ha haft ett brett utbredningsspann på djup mellan 3–10 m så har denna art nu ett onormalt smalt djupintervall mellan 4–6 m. Under 2011 hittades i stort sett ingen normal zonerings, endast en fläckvis förekomst av stora och gamla plantor i dåligt skick. Skräppetaren blir i Sverige runt tre år gammal, så dessa plantor härrör troligen från den stora etablering som noterades 2007. Sedan dess har ingen normal nyrekrytering noterats. Skräppetaren har till stor del ersatts av fingrenade och fintrådiga kortlivade rödalger. Motsvarande negativa förlopp har ännu inte registrerats i de svenska delarna av Kattegatt.

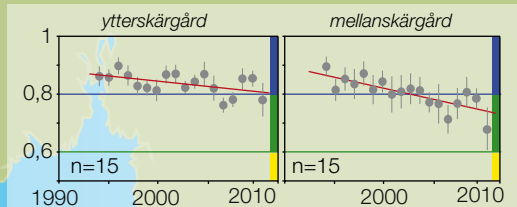
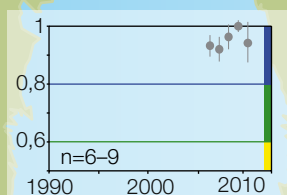
Mätningarna i det nationella övervakningsprogrammet representerar endast en liten del av landets kustlinje och tillförlitligheten hos det ekologiska kvalitetsindexet är i sin nuvarande utformning ibland osäker. Mest rättvisande är indexet i öppna kustmiljöer med relativt stora djup. Även det faktum att många vattenområden är mycket heterogena och uppvisar en mosaik av miljöer gör valet av antalet mätklokaler och deras placering kritiskt för resultatet.

MAKROALGSAMHÄLLETETS STATUS 2011

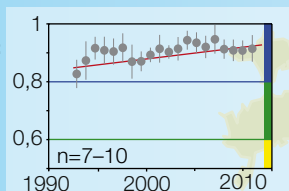
Ekologisk status



Höga Kusten

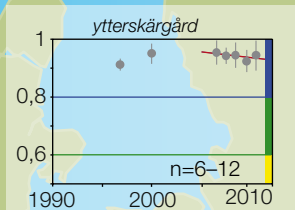


Asköområdet

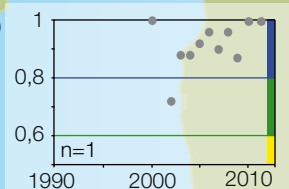


Gullmaren

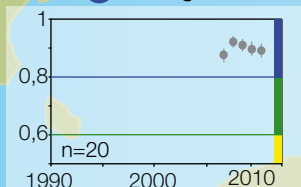
Onsalahalvön



Gotland



Blekingekusten



Tillståndet för de vegetationsklädda bottenarna vid de nationella övervakningsstationerna är bedömd med hjälp av ett ekologiskt kvalitetsindex (EK).

Delområdenas utveckling över tid visas i figurerna och årets statusklassningar är markerade med en färgfylld cirkel. För två av de statusklassade vattenområdena i Onsalaområdet återges ingen tidsutveckling då de endast provtagits under tre år.

Spridningen anges med 95-procentigt konfidensintervall och trendlinjer är statistiskt signifikanta. n= den provtagingsbas som ingått i bedömningen; antal lokaler eller transekter.

Syretillgången avgörande för Bohusläns fjordar

STEFAN AGRENIUS, GÖTEBORGS UNIVERSITET, MARINA MAGNUSSON & JONATAN HAMMAR, MARINE MONITORING AB

Hela den svenska västkusten är starkt påverkad av vatten som rinner ut från Östersjön genom de danska sunden. Utflödet av utsötat och därmed lättare vatten går som en ytström, den så kallade Baltiska ytströmmen, längs kusten norröver och blandas successivt med saltare havsvatten. Det innebär att Skagerraks kustområden präglas av skiktade vattenmassor med ett eller flera väl utvecklade språngskikt. Dynamiken hos dessa vattenmassor tillsammans med de enskilda fjordarnas topografi är avgörande för vattenutbytet och därmed syreförhållandena i Bohusläns fjordar. Följden blir att det i många fjordar uppträder kortare eller längre perioder av syrebrist, vilket i sin tur ofta innebär att faunan utarmas eller dör ut.

■ Det vi kallar fjordar finns i de kustområden i världen som har varit påverkade av istidernas glaciationer. En fjord är en långsmal havsvik som har gröpts ur genom isens erosion. En typisk fjord kännetecknas av en djupare inre bassäng med en grundare tröskel i mynningsområdet. Vattenmassorna över tröskeldjupet kan röra sig fritt in och ut ur fjorden. När tröskeln når upp över språngskiktet begränsas utbytet av det tyngre vattnet i fjordbassängen innanför tröskeln. Skagerraks skiktade vattenmassor medför att detta är en vanlig situation i Bohusläns fjordar.

Vattenutbytet är viktigt

För att vattnet innanför tröskeln ska kunna förnyas krävs att nytt och tyngre vatten rinner över tröskeln in i fjordbassängen för att ersätta det gamla. Hur ofta detta kan ske beror dels på fjordens topografi, dels på



Provtagning med hjälp av bottenhuggare. Provet täcker en tiondel kvadratmeter och sedimentet sällas bort.

Foto: Stefan Agrenius

hastigheten hos de blandningsprocesser som jämnar ut densitetsskillnaden mellan vattenmassorna. Dessa processer drivs av förändringar i lufttryck, strömmar, interna vågor och tidvatten. Förnyelsen sker i allmänhet i samband med längre perioder av nordliga och ostliga vindar då de ytliga vattenmassorna blåser ut från kusten. Tyngre och kallare djupvatten kan då stiga över trösklarna och rinna in i fjordarna. Syrehalterna i fjordbassängerna beror i sin tur på när och hur ofta vattnet byts ut, hur högt syrenehållet är i det inkommande vattnet och hur fort syret förbrukas.

Dessa samband innebär att hydrografin, och därmed hur syrehalterna varierar i bottenvattnet innanför tröskeln, är unik för varje enskild fjord. I en fjord med ett djupt och brett mynningsområde och därmed fri kontakt med det omgivande havsområdet är syresituationen i allmänhet god. När

problem med syrebrist och döda bottenar uppstår är det vanligen i fjordar där grunda och trånga tröskelområden begränsar vattenomsättningen.

När syret tar slut

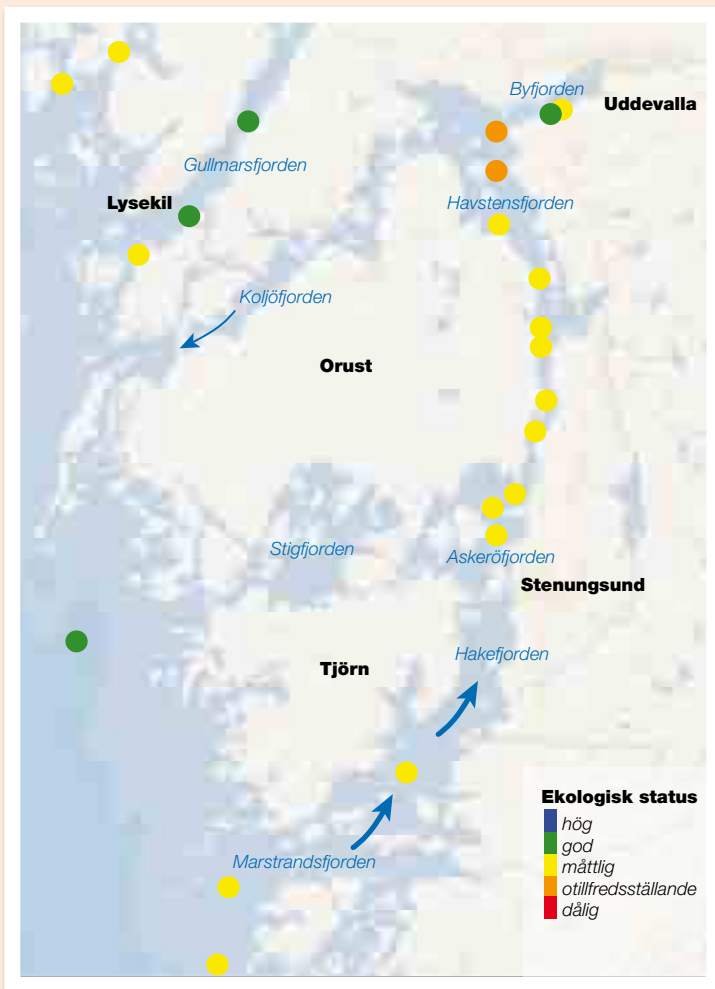
Syresituationen har avgörande betydelse för ett havsområdes ekologiska funktion. Vid god syretillgång finns ett fullt fungerande ekosystem med en fauna bestående av många olika arter som genom sina aktiviteter blandar om och ventilerar sedimentet. Denna omblandning gynnar nedbrytningen av det organiska material som sedimenterat från de övre vattenlagren. När det organiska materialet bryts ned förbrukas syret som finns löst i vattnet. Denna process är avgörande för att de näringsämnen som är nödvändiga för primärproduktionen ska frigöras och återgå till vattenmassan.



Den sällan förekommande och rödlistade musslan *Abra prismatica*. Musslan gräver ned sig i bottenstratet med hjälp av foten och utnyttjar sin inandningssifon för att söka föda över bottenytan. *A. prismatica* föredrar mer sandiga sediment i jämförelse med sina övriga släktingar som förekommer längs svenska västkusten.

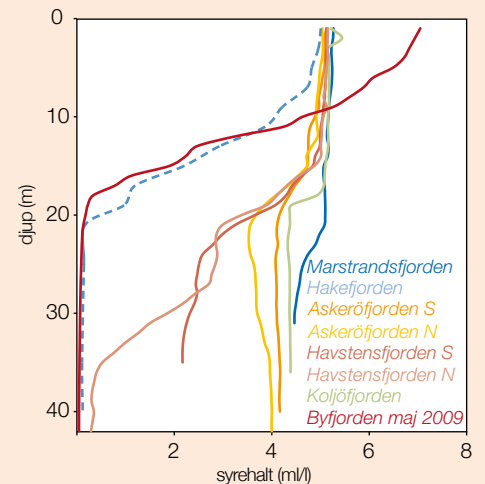
Foto: Fredrik Pleijel/Mugga

FJORDSYSTEMET RUNT ORUST OCH TJÖRN



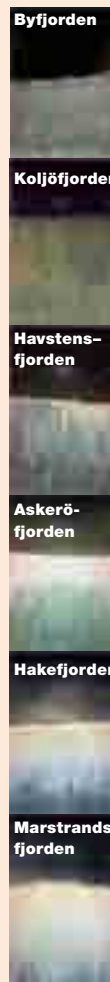
Karta: ESRI 2011. Basemap Ocean.

SYRESITUATIONEN I FJORDARNA



➤ Syrehaltens förändring med djupet från Marsstrandfjorden i söder till Koljöfjorden i norr. Profilerna, som är från våren 2012, visar att syresituationen i bottenvattnet successivt försämras in i fjordsystemet.

➤ Pilarna i kartan visar den huvudsakliga strömriktningen genom fjordsystemet. Sedimentprofilbilderna visar hur bottenmiljön successivt försämras i fjordarnas djupare partier i strömriktningen. I sedimentprofilbilderna visar det ljusbruna skiktet hur långt ned sedimentet är oxiderat. Lagret av oxiderat sediment är tjockast i Marstrandfjorden och minskar sedan med minskad syretillgång längre in i fjordsystemet. I bilderna från Byfjorden och Koljöfjorden där syrebrist råder i djupvattnet syns inget ljusare skikt alls.



Sett i ett globalt perspektiv, är det här en förutsättning för att upprätthålla det biologiska kretsloppet havet.

Syrebrist leder däremot till att faunan utarmas eller helt och hållet slås ut. Vilket innebär att omblandningen och ventilationen av sedimentet minskar eller helt upphör. Det gör i sin tur att nedbrytningen av det organiska materialet blir mindre effektiv och ofta ofullständig. När lättillgängligt syre saknas utnyttjar bakterierna det syre som är kemiskt bundet i sedimentet. Denna process leder efter en tid att svavelväte och metangas bildas. Syrefria bottenar resulterar alltså i ett reducerat, svart och svavelvätedoftande sediment med högt organiskt innehåll.

Sämre vattenutbyte i de inre delarna

Fjordsystemet runt Orust och Tjörn är topografiskt mycket varierat och öppet i bägge ändar. De enskilda fjordarna avgränsas av smalare sund och grundare tröskelområden. Vattnet rinner huvudsakligen via Marstrandsfjorden i söder och vidare norrut, in i fjordsystemet. Cirkulationsriktningen är motsols. Vattnet ovanför språngskiktet har i norr kontakt med havet genom de trånga, grunda och starkt strömmande sunden i Malö strömmar och i Nordströmmarna. Vattenmassorna under språngskiktet ersätts däremot endast söderifrån. Utbytet försämras och stagnationsperioderna blir längre ju längre in i fjordsystemet man kommer.

Marsstrandsfjorden kan, namnet till trots, snarast karakteriseras som en öppen och exponerad del av Bohuskustens skärgård. Bassängerna i Hakefjorden och Askeröfjorden är normalt syresatta under hela året även i sina djupaste delar.

I Havstensfjord med ett tröskeldjup på cirka 20 m och som avgränsas i söder av smala sund mellan Orust och fastlandet är situationen sämre. I fjordens djupare områden i norr råder anoxiska, eller syrefria, förhållanden under sensommar och höst i stort sett varje år.

Kalvö, Borgile, och Koljö fjord ligger norr om Orust och avgränsas från Havstensfjord av smala sund och en grund tröskel på 12 m vid Nötesund. De utbyten av bottenvatten som sker över tröskeln är oftast ofullständiga och det inkommande vattnet har i allmänhet redan från början låga syrehalter. Syrebristen är flerårig och

under 15 m djup har det under många år inte funnits någon fauna. De korta perioder med syresatt vatten som förekommer idag är sällan tillräckligt långvariga för att någon fauna ska hinna etablera sig. Under 1900-talet har det dock förekommit längre perioder då en mer permanent bottenfauna med fleråriga arter hunnit utvecklas. Dessa perioder kännetecknas av att vattenmassorna i fjordarna haft en svagare skiktning och att bottenvattnet därmed oftare kunnat bytas ut.

Byfjorden utanför Uddevalla står i förbindelse med Havstensfjord över en tröskel med en smal farled som muddrats till 13 m djup. Vattenmassans skiktning förstärks ytterligare av sötvattenutflödet från Bäveån som rinner genom Uddevalla och mynnar i fjordens inre del. Under 15 m djup råder under normala förhållanden i det närmaste permanent anoxiska förhållanden. Endast vid sju tillfällen under 40 år har syresatt vatten nått in i fjorden. Syret har dock snabbt förbrukats i den reducerade miljön. Normalt består hela bassängen under 15 m djup av ett mycket mjukt, starkt svavelhaltigt sediment som helt saknar fauna.

Måttlig ekologisk status

I miljöbedömningen 2011 hamnade hela fjordsystemet runt Orust och Tjörn genomgående inom klassen måttlig ekologisk status, precis som kusten mellan Göteborg och Marstrand. Bedömningen gäller de bottenar från Marsstrandsfjorden till Havstensfjord som ligger under tröskeldjupet men som ändå har en förhållandevis ostörd vattenomsättning. I fjordarna längre in i systemet med ytterligare begränsad vattenomsättning saknas fauna under språngskiktet.

Bottenfaunan under tröskeldjupet i Havstensfjord, på mellan 23 och 27 m djup, var betydligt rikare både när det gäller antal individer och antal arter i fjordens södra och mellersta delar jämfört med den kraftigt utarmade fauna som fanns i fjorden norra delar.

Faunan dominerades till stor del av den grävande havsborstmaskan *Scalibregma inflatum*. Masken livnar sig på organiskt material nere i sedimentet och är mycket snabbväxande vid god näringstillgång. Övriga arter med vuxna individer var framför allt sådana som är kända för att tåla långa perioder av låga syrehalter, till

exempel musslorna *Corbula gibba*, *Nucula nitidosa* och den mycket långlivade *Arctica islandica*.

Lite bättre under 2011

Populationerna av de flesta övriga arter bestod i första hand av unga individer. Framför allt har den lilla depositionsätande musslan *Abra nitida*, i likhet med i många övriga områden längs svenska kusten, haft en mycket kraftig rekrytering i fjorden. Även den mer ovanliga och rödlistade släktingen *Abra prismatica* har etablerat sig. Att faunasamhället genom nyrekrytering utvecklas från ett relativt utarmat samhälle med få arter, till ett med rikare fauna pekar på att syresituationen i fjorden varit bättre under 2011 än tidigare år. Årliga undersökningar med sedimentprofilkamera visar att miljön ofta är ansträngd på de bottenar som ligger en bit under tröskelnivån. Detta understryks av SMHI:s månatliga hydrografiska mätningar i fjorden som ofta visar relativt långa perioder med syrehalter under 2 ml/l, en gräns under vilken många arter påverkas negativt.

Fjordens norra och djupaste delar är vanligen syrefria under långa perioder varje år. Vissa år hinner dock täta kolonier av de opportunistiska havsborstmaskarna *Capitella* sp och *Polydora* spp utvecklas. Sedimentrören, som dessa maskar med kort generationstid och snabb populations-tillväxt, bygger, kan då täcka botten helt.

De grundare bottenarna ovanför språngskiktet hyser i hela fjordsystemet stora områden med värdefulla habitat såsom ålgräsängar och musselbankar. I den bevarandeplan som upprättats för Havstensfjord och Svältekile beskrivs området som ett av de mest artrika och mångformiga marina grundområdena i Sverige med stor betydelse som uppväxtområde för fisk och ryggradslösa djur. Grundområdena med sina omgivande strandängar är också betydelsefulla både för häckande och flyttande fåglar och som viloplats under ruggningsperioderna. Delar av fjordsystemet är dessutom klassat som musselvatten eller har områden som är klassade som riksintresse för yrkesfisket. Till exempel anses Hakefjordens yttre delar, Stigfjorden mellan Tjörn och Orust, och området mellan Byfjorden och Koljö fjord, som viktiga lek- och livområden för de starkt hotade torskbestånd som finns i fjordarna. 🐟

FAKTA

Konstjord syresättning väcker döda bottnar till liv

Att det normalt råder i det närmaste permanent syrefria förhållanden i Byfjordens bottenvatten har medfört att fjorden valts för en pilotstudie inom Baltic Deepwater Oxygenation-projektet (BOX). Förhållandena påminner i många avseenden om situationen i Östersjön och projektets målsättning är att visa om det är möjligt att i framtiden med hjälp av pumpar syresätta Östersjöns syrefria bottnar.

Det man gör i Byfjorden, är att med hjälp av en pump föra ner utsötat och lättare vatten från vattenmassan ovanför språngskiktet till 35 m djup under språngskiktet. Att på detta sätt snabba på de blandningsprocesser som minskar densitetsskillnaden mellan vattenmassorna i fjorden medför att bottenvattnet byts ut oftare. Förutom att vattnet i fjordbassängen på detta sätt oftare ersätts med syresatt vatten som rinner in över tröskeln tillförs även syrerikt vatten genom själva pumpandet.

Det har förekommit tre större vattenutbyten sedan pumparna startades i oktober 2010 och nästan hela fjorden har varit syresatt under tiden efter det första vattenutbytet i december 2010. Bara ett par dagar efter det första utbytet hade den översta sedimentytan oxiderats. Ett mycket tunt lager av ljus, oxiderat sediment bildades i hela bassängen på de bottnar som tidigare varit helt reducerade och svarta.

Bottnarna återkoloniserats

Under våren 2011, fem månader efter vattenutbytet, fanns stora encelliga ciliater och långa bakteriefilament av släktet *Beggiatoa* i de översta millimetrarna. Bakterierna är kemoautotrofa och får sin energi genom att med hjälp av nitrat oxidera de sulfider som bildats i sedimentet under den långvariga syrebristen. Det fanns däremot inga spår av flercelliga organismer.

Provtagningar under våren 2012, ett drygt år efter det första inflödet av syrerikt vatten, visar att bottnarna har koloniserats, framför allt av opportunistiska depositionsätande maskar tillhörande släktet *Capitella*. Enstaka exemplar av små rolevande maskar av släktet *Eteone* och maskar specialiserade på att äta bakterier av släktet *Trochochaeta* förekom också. Ett första, så kallat pionjärsamhälle av flercelliga organismer, har alltså utvecklats på de bottnar som tidigare saknat all form av makroskopiskt liv.

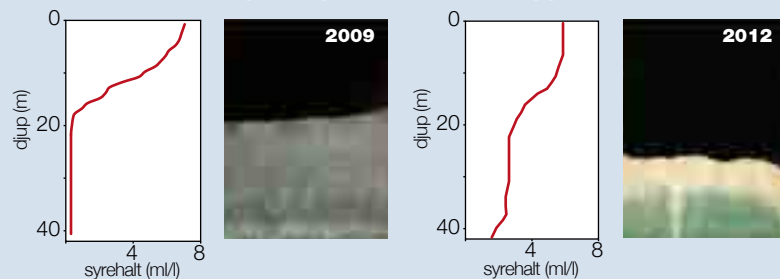
Under sommaren har det första samhäl-



Unga exemplar av den rödlistade ormstjärnan *Ophiura robusta* har påträffats på de bottnar som nyligen koloniserats i Byfjorden. Den har ett relativt långlivat planktoniskt larvstadium. Som bottenlevande kryper den över sedimentytan med munnen nedåt på jakt efter byte i lämplig storlek. *O. robusta* har en nordlig utbredning och dess förekomst längs svenska kusten har varit på tillbakagång under senare år.

Foto: Fredrik Plejfel/Mugga

BOTTENSEDIMENTET I BYFJORDEN



➔ Till vänster visas syresituationen i Byfjorden innan pumpen startades. Sedimentet på 19 m djup var mörkt och reducerat helt igenom. Till höger ser man att hela vattenmassan är syresatt och att samma station, ett och ett halvt år efter första vattenutbytet, har ett flera centimeter tjockt oxiderat lager med gångar efter grävande organismer.

let med den dominerande populationen av *Capitella* ersatts av ett mer artrikt samhälle. Av de sammanlagt 16 arter som påträffades under hösten hade framför allt individerna av den grävande och snabbväxande havsborstmasken *Scalibregma inflatum* växt sig stora.

Även juvenila individer av de rödlistade arterna, ormstjärnan *Ophiura robusta* och musslan *Abra prismatica* påträffades. De nya arterna som etablerat sig har larvstadium som lever planktoniskt i de övre vattenlagren. Därför har kolonisationen i störst utsträckning skett på bottnarna i närheten av språngskiktet och i djupintervallet där vattnet från de övre vattenlagren pumpas ner. I djup-

intervallet däremellan är faunan fortfarande betydligt mer sparsamt förekommande.

Faunans ökande aktivitet på de koloniserade bottnarna har inneburit att ett flera centimeter tjockt oxiderat lager har bildats i sedimentet. Bottnarna djupare än 40 m som hela tiden saknat fauna är dock fortfarande reducerade hela vägen upp till sedimentytan.

Projektet har så här långt visat på de första stadierna av förändring vid syresättning. Hur en livlös botten får liv när den syresätts och hur ett alltmer mångformigt ekologiskt samhälle utvecklas med tiden.

Den vidare utvecklingen i Byfjorden kan följas på projektets hemsida www.marsys.se som uppdateras varje månad.

Makrofauna mjukbotten

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

Efter en minskning 2010 ökade antalet havsborstmaskar av arten *Marenzelleria* åter i Bottenviken och Egentliga Östersjön under 2011.



Foto: Caroline Raymond

Miljö kvalitetsindex BQI

För att bedöma miljötillståndet på marina sedimentbottnar används indexet BQI – Benthic Quality Index. 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 låg diversitet. Arter som endast finns i miljöer med hög diversitet har givits ett högt känslighetsvärde och arter som kan finnas i miljöer med låg diversitet har givits ett lågt känslighetsvärde. Indexet väger samman tre egenskaper hos det bottenlevande djursamhället. I första hand proportionen mellan antalet djur som tillhör känsliga arter och antalet djur som tillhör tåliga arter, i andra hand det totala antalet arter och i tredje hand det totala antalet individer. En hög andel individer som tål dåliga miljöförhållanden, få arter och lågt antal individer, ger ett lågt indexvärde.

Bottenviken och Bottenhavet

I Bottniska vikens utsjöområden är statusen för bottenfaunan i de flesta fall god, medan den i kustområdena oftast är måttlig. Den lägre statusen har varit gällande i kustområdena under den senaste tioårsperioden. Anledningen är en kraftig minskning av det tidigare dominerande

kräftdjuret vitmärla *Monoporeia affinis*. Nedgången tros vara relaterad till svält i bottendjursamhället på grund av förändrad näringsväv i samband med kraftig älv tillrinning under några år. Denna nedgång har stor effekt på BQI, i Bottniska vikens artfattiga bottenfaunasamhälle.

BQI har ökat i nästan alla kustområden från Norrbyn och norrut sedan 2004, men fortfarande har god status uppnåtts endast i några få områden. Ett kustområde med god status, Skellefteåområdet, är av ganska avvikande karaktär med öppna exponerade förhållanden och relativt stora djup nära kusten, och liknar därför ett utsjöområde vilka generellt har lite bättre status än kustområdena.

De sydligare kustområdena har inte samma positiva utveckling av BQI. På de flesta håll är statusen oförändrad, och i Söderhamnsområdet minskade den till otillfredsställande under 2011.

För Bottenvikens utsjöområden har den negativa utvecklingen från 2007 och fram till 2010 nu avbrutits, till stor del beroende på att antalet vitmärlor inte minskar längre och till och med ökar i två områden. Dessa områden når god status med marginal. I Bottenhavets utsjöområden är statusen god i alla områden utom Norrbyområdet. Här har utvecklingen de senaste åren har

varit svagt negativ eller oförändrad i takt med att vitmärlorna nu åter har lägre tätheter än exempelvis 2005–2008.

Den invandrande havsborstmasken av släktet *Marenzelleria* såg 2010 ut att vända nedåt i antal i de flesta områden i Bottniska viken. Denna utveckling bröts abrupt 2011 och antalen vände istället tydligt uppåt. Liknande observationer finns från Egentliga Östersjön vilket visar att dynamiken är storskalig.

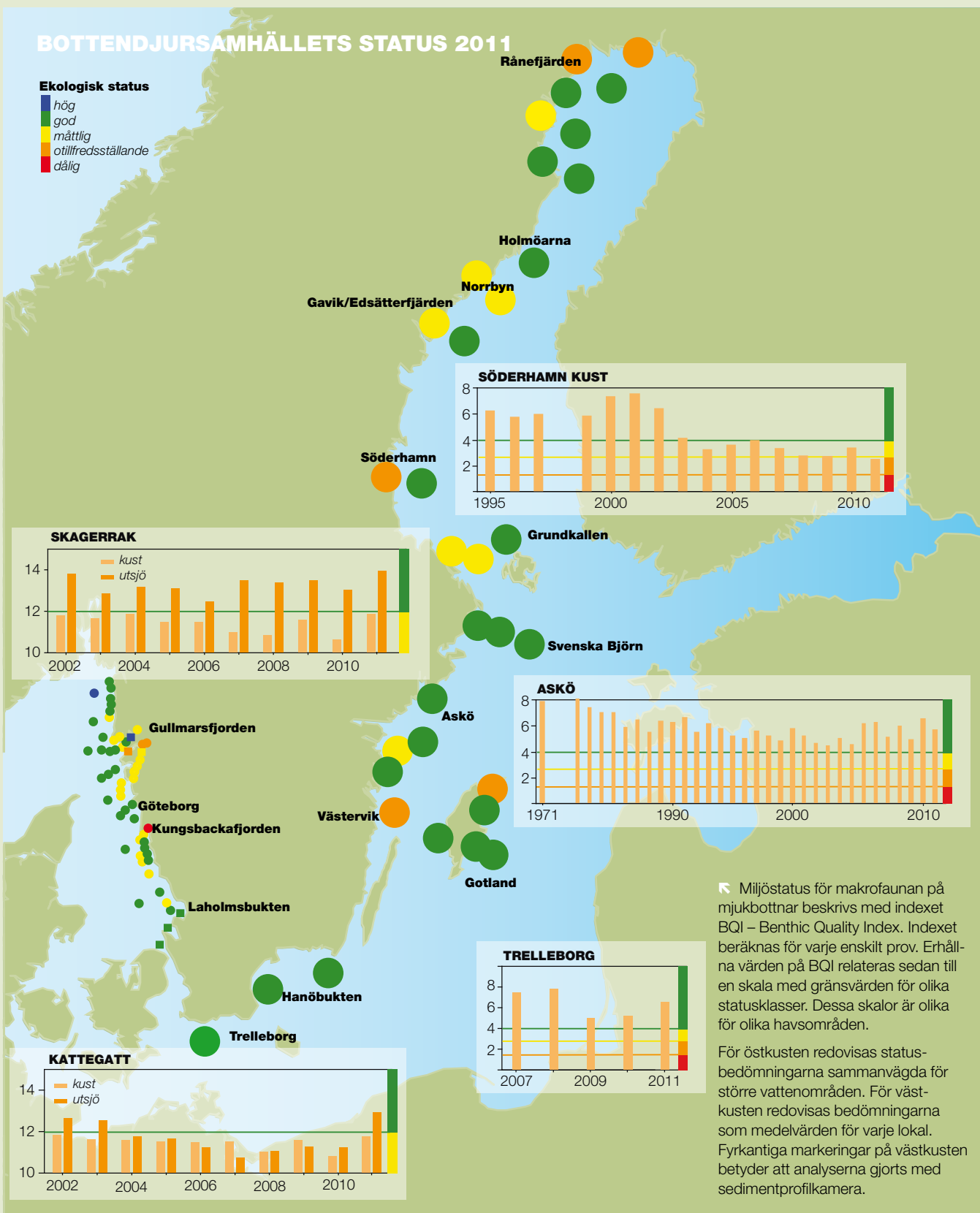
Egentliga Östersjön

Vid bedömning av miljötillståndet för mjukbottenfauna i Egentliga Östersjön uppnådde referensområdena år 2011 generellt god status. Jämfört med tidigare år har BQI-värdena ökat på några platser medan de minskat på andra. Det nationellt-regionalt samordnade programmet för övervakning av sediment och mjukbottenfauna i egentliga Östersjön har endast pågått sedan 2007. Tidsserierna är därmed ännu för korta för att kunna utläsa tydliga trender. I området kring Askö i Södermanlands län, med en tidsserie sedan början av 1980-talet, kan emellertid en uppåtgående trend utläsas sedan början av 2000-talet.

Det kustnära området S:t Anna i Östergötlands skärgård uppnådde år 2011 endast måttlig status, vilket är en försämring efter

BOTTENDJURSAMHÄLLETETS STATUS 2011

Ekologisk status



Miljöstatus för makrofaunan på mjukbotten beskrivs med indexet BQI – Benthic Quality Index. Indexet beräknas för varje enskilt prov. Erhållna värden på BQI relateras sedan till en skala med gränsvärden för olika statusklasser. Dessa skalor är olika för olika havsområden.

För östkusten redovisas statusbedömningarna sammanvägda för större vattenområden. För västkusten redovisas bedömningarna som medelvärden för varje lokal. Fyrkantiga markeringar på västkusten betyder att analyserna gjorts med sedimentprofilkamera.

tre år med klassningen god status. Statusförsämringen beror dels på ett mindre antal funna arter, men också på att arter med ett högt känslighetsvärde ersatts av arter med lägre känslighetsvärde. Området S:t Anna påverkas sannolikt av utflöden av näringsämnen och organiskt material från Bråviken och Slåtbaken, vilket kan ha lett till sämre syreförhållanden under sensommaren 2010.

Utsjöklustret Västervik klassas år 2011 med otillfredsställande status, vilket är samma klassning som tidigare år. Av klustrets tio stationer är fyra belägna på djup från 65 m och djupare, och på dessa har makrofauna endast undantagsvis förekommit sedan programmets början år 2007. Detta sänker kraftigt den ekologiska statusen för området. Ett tecken på att syreförhållandena i området ändå förbättrats sedan 2007 är ett stadigt ökande BQI-värde. År 2011 noteras också den högsta abundansen av vitmärlan *Monoporeia affinis*, en art som bedöms som känslig mot syrebrist.

Östersjömusslan dominerar

Området Askö i Södermanlands län har en unik mätserie sedan 1981. BQI för år 2011 visar på en något lägre status jämfört med år 2010. Tittar man på hela perioden sedan år 1981 visar BQI en signifikant nedgående trend. Det sjunkande BQI-värdet sedan 1981 beror till stor del på ett skifte från ett bottensamhälle dominerat av vitmärlorna *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata* till ett dominerat av östersjömusslan *Macoma balthica*. Syrebrist tenderar att påverka bestånden av de känsligare och kortlivade vitmärlorna mera i jämförelse med den tåligare och mer långlivade östersjömusslan.

Ett trendbrott i BQI för området kan utläsas från år 2001, med en statistiskt signifikant förbättring. Denna förbättring beror till största delen på en ökning i medelantal arter per station. En starkt bidragande orsak till det ökande medelantalet arter i Asköområdet är den invandrade havsborstmasken *Marenzelleria*. Detta släkte påvisades i området för första gång-

Foto: Anna Dimming



Den grävande sjöborren *Brissopsis lyrifera*.

en år 1999, och har sedan år 2006 förekommit på samtliga 20 stationer i Asköområdet. Släktet *Marenzelleria*, som i Östersjön representeras av tre arter, påträffas idag inom samtliga klusterområden i Egentliga Östersjön och år 2011 var utbredningen den största och individtätheten den högsta sedan programmets början. Särskilt höga tätheter, 4800 individer/m², observerades i utsjöklustret Svenska Björn i Stockholm.

Västerhavet

Jämfört med tidigare år har det skett en generell förbättring i ekologisk status vad gäller västkustens bottenfauna. I stort sett alla lokaler i öppna havet och längs kusterna har fått ett höjt BQI.

Den övergripande bilden är, liksom tidigare år, att det råder högst ekologisk status i öppna havet, lägre status närmare kusten och stor variation i ekologisk status i innerskärgård och fjordar. Bland kustlokalerna är det lägst status i gränsoområdet mellan Kattegatt och Skagerrak. Det är i detta område som Jutlandströmmen från södra Nordsjön korsar havsområdet och träffar svenska kusten. Det är också detta område som är mest påverkat av utflödet från Göta och Nordre älv.

Ett tydligt mönster är att utvecklingen under åren samvarierar bland lokalerna i öppna havet och utanför kusten och alltså är storskaliga. Till skillnad från lokalerna i innerskärgård och fjordar där utvecklingen ofta pekar åt olika håll i olika områden. Begränsad vattenomsättning innebär alltså större inflytande av lokala miljöfaktorer.

I årets bedömning ingår även resultat från ett antal extra provtagningslokaler, som inte ingår i det nationella programmet. De flesta är belägna i fjordsystemen innafor Orust och Tjörn, några i öppna havet.

Kattegatt

Flera års succesiv utarmning av faunan under 2000-talet har inneburit att Kattegatt under senare år endast har bedömts ha måttlig status. Under senaste året har många arter haft en god rekrytering och såväl total abundans som antalet arter har ökat. Bland annat har nyrekryteringen av musslan *Abra nitida* och havsborstmasken *Galatowenia oculata* varit god i norra Kattegatt. Båda är arter som i huvudsak livnär sig på organiskt material från själva sedimentytan.

Framför allt är denna positiva utveck-



Foto: Mats Bergren.

☞ Ett tomt men färskt skal av den bakgälade snäckan *Xandarovula patula* påträffades utanför Havstenssund i Bohusläns norra skärgård. De första exemplar av arten som påträffats i svenska vatten, samlades in under projektet Hav möter lands inventering av de grunda bankarna vid Svaberget utanför Smögen 2009. Arten är annars ganska sparsamt förekommande i södra Nordsjön och längs Englands kuster. Snäckan har ett relativt långt pelagiskt larvstadium. Som vuxen lever den som predator på kolonibildande hydroider.

ling tydlig i öppna havet där alla provtagningslokaler idag har god status. Några djupare lokaler närmre kusten i norra Halland ligger strax under gränsen för god status.

Även i Öresund, i Skäldeviken och på bottarna längs Hallandskusten som är grundare än 25 m råder i allmänhet god status. Lägst status längs Kattegatts kuster har lokalerna norr om Göteborg och dessa har, trots en viss förbättring jämfört med tidigare år, fortsatt endast måttlig status.

Bottarna utanför Laholmsbukten, som ligger strax under salthaltssprångskiktet är ofta utsatta för låga syrevärden under sensommar och höst. Här råder trots minskat antal arter och individer i stort sett samma status som under de närmast föregående åren.

Vid lokalen i innersta delen av Kungsbackafjorden har miljön och faunan däremot försämrats ytterligare. Där finns endast ett fåtal individer av tåliga arter. Miljön klassas därför som dålig och lokalen i yttre Kungsbackafjorden har fortsatt endast måttlig status.

Av de totalt 21 lokaler i Kattegatt som provtas årligen inom det nationella övervakningsprogrammet och Hallands kust-

kontrollprogram tillsammans, har BQI förbättrats vid 17 lokaler och försämrats vid endast fyra. De lokaler med försämrad status ligger alla nära land och kan därför anses vara mer påverkade av lokala miljöfaktorer, som begränsad vattenomsättning, belastning av organiskt material och syrebrist.

Skagerrak

I öppna havet råder liksom tidigare år god status. BQI har ökat vid alla lokaler och är högst i norra Skagerrak. Utanför Kosteröarna råder hög status.

Längs Bohuskusten har en nyrekrytering skett och antalet arter har ökat. BQI har ökat vid sju av nio lokaler och fyra lokaler har fått förbättrad statusbedömning från måttlig till god.

I Bohusläns fjordar är bottenfaunas status mycket olika och i flera fjordar endast måttlig eller otillfredsställande.

Marstrandfjorden och fjordsystemen innanför Tjörn och Orust har genomgående endast måttlig status. Detta trots hög nyrekrytering av flera arter i Askerö- och Havstensfjorden. Bland annat de rödlistade arterna, havstulpanen *Balanus crenatus* och musslan *Abra prismatica*.

I fjordarna norr om Orust är syrebristen flerårig under språngskiktet och saknar fauna. I Byfjorden utanför Uddevalla där det normalt råder i det närmaste permanent anoxiska förhållanden finns idag en fauna av nykoloniserade arter tack vare att bottenvattnet syresätts med hjälp av pumpar. Miljösituationen i fjordsystemet runt Tjörn och Orust beskrivs närmare i artikel på sidan 56.

I Gullmarsfjorden där bottenvattnet oftast byts ut varje år råder god status både i djuphålan och i tröskelområdet. En lokal längst in i fjorden som inte ingått i programmet sedan 1997 återbesöktes 2011 och hade då för första gången endast måttlig status. När lokalen ingick i programmet under åren 1981–1997 hade den hela tiden god eller hög status.

Brofjorden och området utanför bedöms ha måttlig status och lokalerna i norra Bohusläns innerskärgård god status. Även i Skagerrak, har BQI förbättrats vid 17 och försämrats vid endast fyra av de lokaler som provtas varje år.

Även kallvattenarterna behöver övervakas längs kusterna

JENS OLSSON & JAN ANDERSSON, SLU

Kustfiskövervakningen i Östersjön är nästan uteslutande inriktad mot att övervaka arter som gynnas av högre vattentemperaturer, som abborre och karpfiskar. Kustfisksamhällena består dock av många fler arter och inslaget av de som föredrar lägre vattentemperaturer är betydande, särskilt under höst, vinter och vår. Bättre övervakning av dessa skulle ge en bredare bild av miljötillståndet på kusten och även bidra till att beskriva kopplingar mellan Östersjöns kust och utsjö.

■ Miljöövervakning riktad mot fisk längs våra kuster har en lång tradition som i vissa områden sträcker sig tillbaka till 1960-talet. Idag utförs övervakningen inom ramen för den nationella och regionala miljöövervakningen, och inom recipientkontrollen för till exempel kärnkraften. Den geografiska täckningen är ganska god, med undantag för mellersta delarna av Bottenhavet, Södra Östersjön samt Öland och Gotland. Med få undantag är dock övervakningen koncentrerad till slutet av sommaren i de inre och mellersta delarna av skärgården.

Under sommaren är vattentemperaturen hög och stabil, och kustfisksamhället i Östersjön domineras av arter med ett sötvattensursprung och hög preferens-temperatur, så kallade varmvattenarter. Abborre och karpfisk, däribland mört, är vanligast förekommande i den del av skärgården som övervakas. Mängden, storleksstrukturen och hälsan hos arterna indikerar miljötillståndet i området, och kan spegla miljöförändringar kopplade till klimat och övergödning, förändringar i den kustnära födoväven, exploatering i form av fisketryck och exponering för miljögifter.



Foto: Nils Stolt/Blockx



Foto: Roger Jonsson

➤ Sik (*Coregonus maraena*) och torsk (*Gadus morhua*) är arter som föredrar kallare vatten och de förekommer därför främst vid kusten under höst och vinter.

Artsammansättningen i Östersjöns kustfisksamhällen skiljer sig dock mycket åt mellan områden och årstider. I yttre och mer exponerade skärgårdsområden är temperaturförhållandena andra och under höst, vinter och vår är vattentemperaturen betydligt lägre. Det gör att inslaget av arter med en lägre preferenstemperatur, så kallade kallvattenarter, är betydande här. Typiska kallvattenarter är de med ett marint ursprung som torsk och strömming, men även anadroma arter som sik.

Kallvattenarter längs kusten

I Bottniska viken är inslaget av kallvatten-

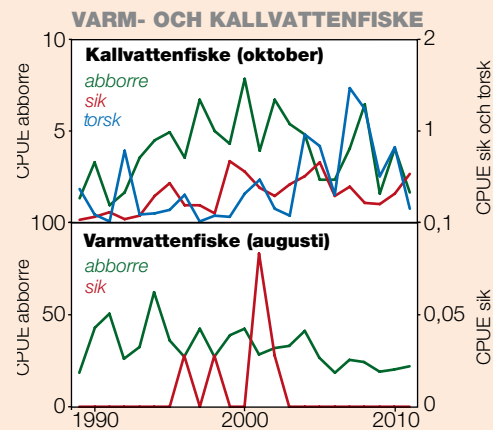
arter som sik och strömming betydande under den kallare delen av året. I Egentliga Östersjön dominerar torsk, plattfisk och sill/strömming i skärgården under den kalla årstiden. Vid öppna kuststräckor dominerande dessa arter under nästan hela året. Flera av arterna spenderar en betydande del av sin livscykel i Östersjöns utsjö, men en avgörande del av livet är förlagd till kusten. Strömmingen vandrar i betydande antal in till kusten under vår och höst för att leka, och kusten utgör ett viktigt uppväxtområde för både väst- och ostkusttorsk. Även grunda sandbottnar längs kusterna utgör viktiga yngel- och



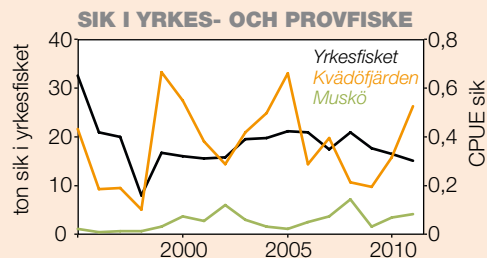
Foto: Niels Støhr/Bløpix

Foto: Niels Støhr/Bløpix

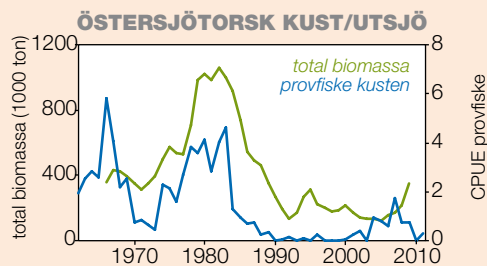
➤ Mört (*Rutilus rutilus*) och abborre (*Perca fluviatilis*) är typiska varmvattenarter som dominerar Östersjöns kustfisksamhällen under den varmare delen av året.



➤ Fångst per ansträngning (CPUE) av abborre, sik och torsk i provfiske under hösten (kallvattenfiske, övre) och sommaren (varmvattenfiske, nedre) i Kvädöfjärden. Mängden abborre är väsentligt högre under varmvattenfisket i augusti. Det omvända gäller för sik och torsk. Sik fångas endast sporadiskt och torsk fångas överhuvudtaget inte i varmvattenfisket.



➤ Landningar av sik i yrkesfisket i Egentliga Östersjön (SD 27) och fångster i kallvattenprovfisken (Kvädöfjärden och Muskö). Trots betydande mellanårsvariation i provfiskena ses en liknande utveckling som den inom yrkesfisket.



➤ Utvecklingen av det östra beståndet av torsk i Östersjön (total biomassa, ICES) och i kallvattenprovfisken i Kvädöfjärden som ligger på gränsen mellan Östergötland och Småland (Provfiske kusten). Utvecklingen i de två serierna följer varandra väl, men förändringar är mer uttalade på kusten där man främst fångar ungtorsk.

rekryteringshabitat för sik och plattfisk som skrubbskädda och piggvar.

Flera marina arter i Östersjön rör sig över stora områden och bestånden sträcker sig ibland över flera bassänger. Det finns dock unika och små kustbestånd av torsk på västkusten och strömming/sill på ost- och västkusten. Dessa är känsliga för påverkan, men väldigt betydelsefulla för det kustnära ekosystemet och det småskaliga kustfisket.

Siken har under de senaste decennierna minskat kraftigt i Bottenhavet, medan situationen tycks vare mer stabil i Egentliga Östersjön. Idag saknas dock fiskerioberoende data över sikbestånden i de norra delarna av Östersjön, men kallvattensprovfisken i Egentliga Östersjön visar samma utveckling för arten som den i yrkesfisket.

Prognosverktyg

De begränsade data som idag samlas in genom kustprovfisken riktade mot kallvattenarter utgör även en viktig del i arbetet med att bedöma tillståndet för plattfiskar i Östersjön. Liksom för torsk är det främst ung fisk som fångas i provfiskena. Dessa data skulle kunna användas som prognosverktyg för beståndsutvecklingen av exempelvis torsk och skrubbskädda i Östersjön. Då fångsterna av torsk i kallvattensprovfisken i Kvädöfjärden indikerar svag rekrytering under de senaste åren, kan man eventuellt förvänta sig en minskning i storleken av det östra beståndet av torsk i Östersjön under kommande år.

Ger signaler om förändringar

Utan en övervakning av kallvattenarter riskerar vi att missa tidiga tecken på stor-

skaliga miljöproblem. Tillståndet hos det kallvattenartsdominerade kustfisksamhället ger till exempel en fingervisning om förändringar i ekosystemet i utsjön, och arterna utgör en viktig länk mellan våra kuster och utsjön. Ett belysande exempel är att kollapsen av torsk i Östersjön kunde utläsas i kallvattenprovfisken i Kvädöfjärden. Kollapsen var ännu tydligare på kusten, vilket visar hur allvarliga konsekvenserna kan bli för kustens ekosystem och de som nyttjar dess tjänster.

Kallvattensamhällets status kan även indikera lokala kustnära miljöproblem. Fiskare och allmänhet runt Hanöbukts kuster har till exempel under senare år larmat om att fisk har försvunnit från området. Liknande signaler har även kommit från södra Kalmarsund. I det senare fallet har signalerna kunnat bekräftas med provfisken, i det förra saknas en sådan bekräftelse och problemets omfattning är höljd i dunkel. Ett nätprovfiske inriktat mot kallvattenarter har dock inletts i Hanöbukten hösten 2012 på initiativ från regionala och lokala myndigheter.

I aktionsplanen för Östersjön (BSAP), havsmiljöförordningen och livsmiljödirektivet framhålls att statusen och utvecklingen för de typiska arterna i Östersjöns olika ekosystem skall klassas och följas. Det gäller alltså inte bara de varmvattenarter som dagens miljöövervakning fokuserar på.

Framtida övervakning

Hur skulle då morgondagens övervakning av kallvattenarter se ut? Den metod man idag använder, med provfisken under olika

årstider, sommar och höst, på olika djup och vattentemperatur har visat sig fungera väl, om man bortser från störningar av säl i Bottniska viken. Detta problem kan sannolikt lösas med vidare metodutveckling. Den provfiskemetod som utvecklades under 2000-talet, med ett mer heltäckande provfiske med Nordiska kustöversiktsnät på ett stort antal lokaler i undersökningsområdet, och som idag tillämpas i de flesta områden, har sannolikt stor potential men är fortfarande relativt oprövad vid kallvattenfisken och bör utvärderas.

En nyligen utförd studie vid Kustlaboratoriet (SLU Aqua) pekar även på att sälsäkra fällor likt de man använder inom yrkesfisket i Bottniska viken kan vara ett fullgott alternativ för övervakning av kustfisksamhällen, såväl ekonomiskt som kvalitetsmässigt. Erfarenheter från bland annat Öresund har också visat att nätprovfisken kan ersättas av provfiske med ryssjor, med ett godtagbart resultat.

LÄSTIPS

Biologiskt underlag till fredningsområde i södra Bottenhavet för att skydda havslekande sik: www.slu.se/kustlaboratoriet

God Havsmiljö 2020, Del 1 "Inledande bedömning" www.havochvatten.se

God Havsmiljö 2020, Del 2 "God miljöstatus och miljökvalitetsnormer" www.havochvatten.se

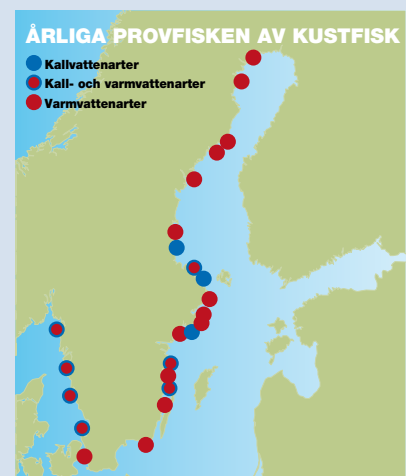
FAKTA

Övervakning av kallvattenarter

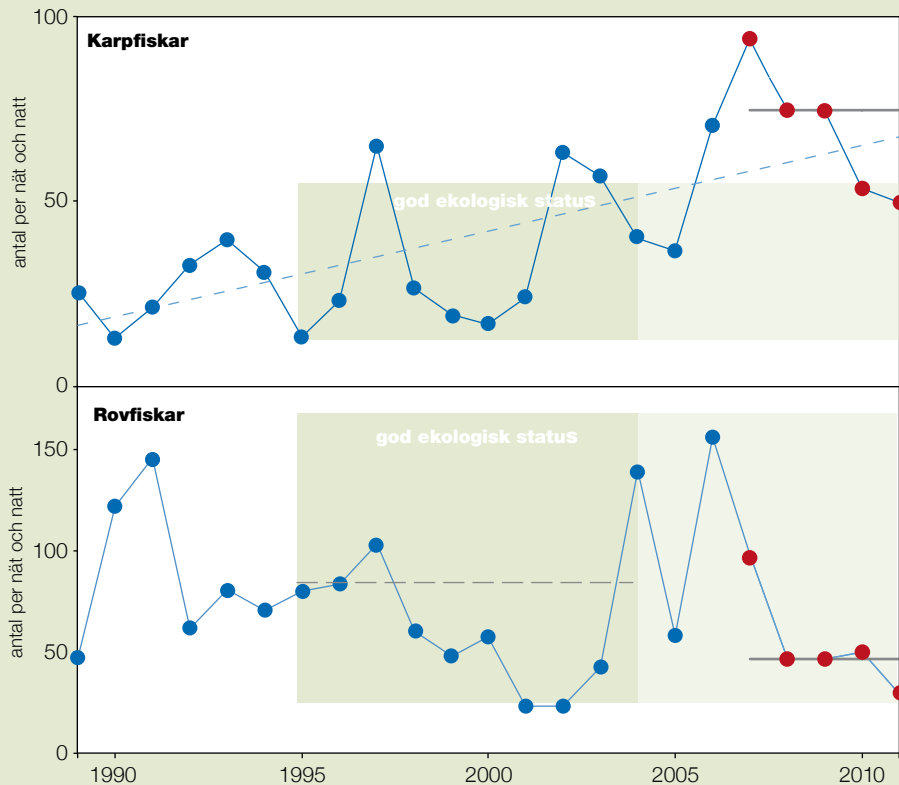
Idag finns endast ett fåtal övervakningsprogram riktade mot kallvattenarter längs våra kuster. De geografiska luckorna är stora. I Bottniska viken lades ett antal övervakningsprogram ned i början av 2000-talet. Skälet till detta var att fisket stördes av en omfattande påverkan av sälar. Idag finns ett provfiske med inriktning mot gös i Roslagen, och ytterligare ett har inletts för att följa upp det fiskefria området för havslekande sik i södra delarna av Bottenhavet. Ytterligare ett kallvattensfiske har nyligen startats vid kärnkraftverket i Forsmark.

I Egentliga Östersjön finns idag bara två övervakningsprogram för kallvattenarter på kusten, ett i Kvädöfjärden i Östergötland, och ett i de södra delarna av Stockholms skärgård vid Muskö. Till dessa kan läggas ytterligare ett kallvattensfiske inom recipientkontrollen vid kärnkraftverket i Oskarshamn, och ett som nyligen startat i Hanöbukten.

På västkusten övervakar man det kustnära fisksamhället under den kallare delen av året vid Fjällbacka och Stenungssund (båda Skagerrak), samt vid Kullen (Kattegat). Även inom recipientkontrollen vid Ringhals kärnkraftverk sker en övervakning av kallvattensamhället. Det finns sedan början av 2000-talet även ett program för trålundersökningar på djupare kustnära bottnar på västkusten.



KARP OCH ROVFISK VID HOLMÖN



Karpfiskarna vid Holmön i Bottniska viken har ökat sedan 1989 och det kan inte förklaras av minskade tätheter av rovfisk. GES anger god miljöstatus (Good Environmental Status enligt havsmiljöförordningen). Medianen för täthet av karpfiskar under de senaste åren uppfyller inte kraven på god miljöstatus eftersom både för mycket och för lite karpfiskar anses negativt. För karpfiskar bedöms GES utifrån om medianvärdet för perioden 2007-2011 (heldragen horisontell linje) ligger inom 5 till 95 percentilen för jämförelseperioden 1995-2004 (den mörkare nyansen av grönt). För rovfiskar ligger 95 percentilen under jämförelseperioden på drygt 80 individer per nät, men begränsar inte GES uppåt, eftersom högre tätheter inte bedöms vara ett problem. Fångsterna ska däremot ligga över den 5 percentilen för att bedömas som god miljöstatus. Streckad linje anger trenden enligt linjär regression.

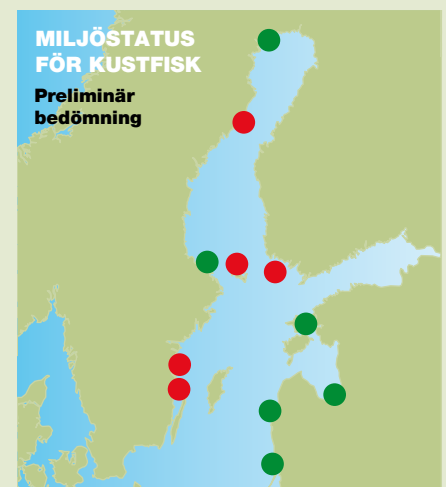
Utveckling av bedömningsgrunder

Bra verktyg är en förutsättning när bedömningar av kustfisksamhällets status ska göras. De senaste åren har mycket hänt med utvecklingen av trovärdiga och kommunicerbara bedömningsgrunder eller indikatorer. En lämplig indikator ska vara tydligt kopplad till en eller flera påverkansfaktorer och bör vara förvaltningsbar. Det betyder att den skall vara möjlig att påverka med förvaltningsbeslut om så skulle krävas. Exempel på detta är att fisketryck anses påverka andelen stor fisk i fisksamhället och fiske kan påverkas genom förvaltning, medan andra indikatorer kan svara på förändringar i klimatet, som vattentemperatur, eller på graden av näringsbelastning. Arbetet med att utveckla och förfinna bedömningsgrunder för kustfisk fortgår och de förslag på statusklassningar som presenteras här skall därför betraktas som preliminära.

Karpfiskarna bra indikator

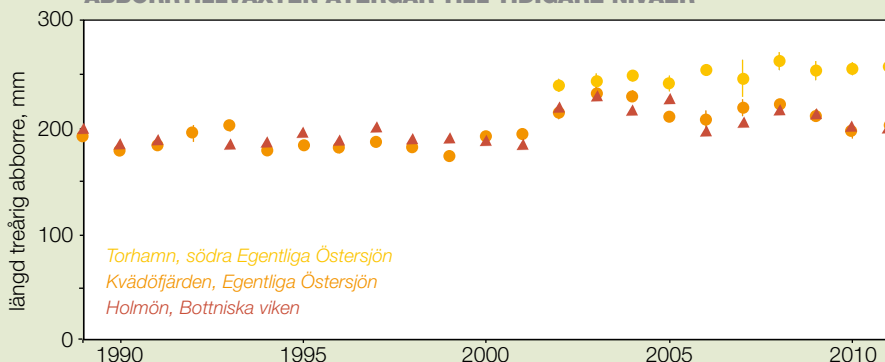
Till karpfiskarna räknas arter inom familjen Cyprinidae, som i provfisken domineras av mört, björkna och braxen. Inom Helcom har ökande tätheter av karpfiskar identifierats som en indikator på ökande näringsbelastning och stigande vattentemperatur. En alternativ förklaring kan vara ett minskat predationstryck från rovfiskar, däggdjur och fåglar.

Om det är en eller flera av dessa komponenter som förklarar ökningen av karpfiskar vid Holmön i Bottniska viken är inte klarlagt. Stabila tätheter av rovfisk i området gör att karpfiskarnas ökning knappast kan förklaras av ett minskat predationstryck från andra fiskarter. I två finska områden i södra Bottniska viken ses samma utveckling. Den mest sannolika förklaringen till ökningen av karpfiskar i dessa områden är en ökad vattentemperatur, minskad salthalt och möjligen påverkan av eutrofiering.



En preliminär statusbedömning för kustfisk baserad på karpfiskars och rovfiskars utveckling visar att miljöstatusen i flera av svenska och finska provfiskeområden inte är god (rött). För att klassas som god (grönt) krävs det att någon av indikatorerna karpfiskar eller rovfiskar bedöms ha god miljöstatus. Arbetet med utvecklingen av verktygen för statusbedömning för kustfisk fortgår i forskningsprojekt och inom Helcom.

ABBORRTILLVÄXTEN ÅTERGÅR TILL TIDIGARE NIVÅER



☞ Vid Torhamn, södra Egentliga Östersjön, fortsätter abborren att tillväxa snabbt medan individtillväxten börjar avta vid Holmön, Bottniska viken, och Kvädöfjärden, Egentliga Östersjön. Felstaplar anger 95-procentigt konfidensintervall.

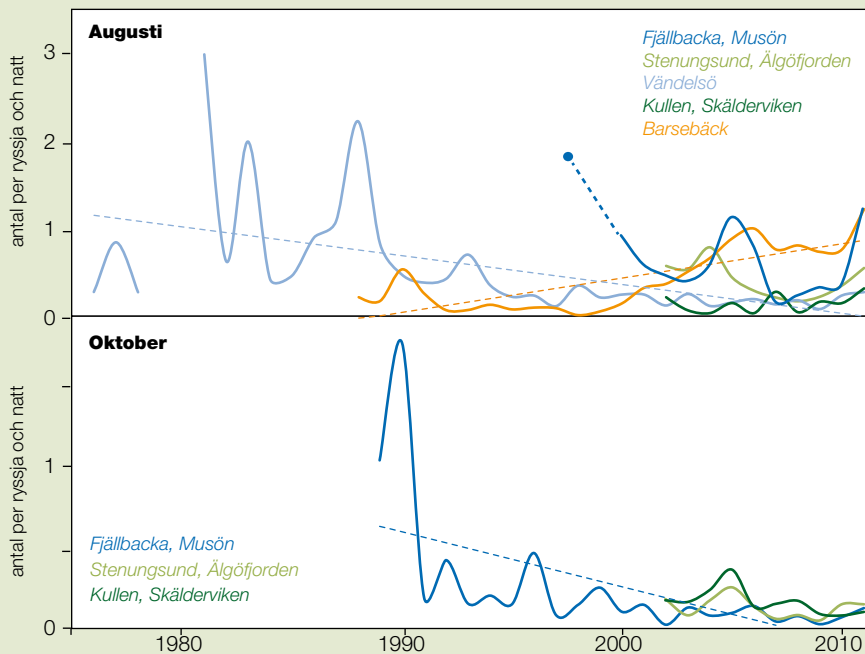
Abborrens tillväxt har avtagit

Den kraftiga individtillväxt som varit konsekvensen av förhöjda vattentemperaturer under 2000-talets början har nu avtagit en aning vid Holmön i Bottniska viken och i Kvädöfjärden, Egentliga Östersjön. I Torhamn i södra Egentliga Östersjön tycks tillväxten däremot inte avta på motsvarande sätt och individtillväxten är fortsatt mycket hög.

Bra år för tånglake

Sett till hur tånglakefångsterna minskat sedan 1980-talet ser läget fortfarande oroande ut för tånglaken. Vikande provfiskefångster antyder minskande bestånd och en nedgång i flera individuella parametrar antyder att den kallvattengynnade arten påverkas negativt av den ökande vattentemperaturen. I ett enda område har tånglaken ökat och det är vid Barsebäck i Öresund. Ökningen där kan delvis bero på att utsläppet av uppvärmt kylvatten från kärnkraftverket reducerats efter 1999. Augustifångsterna år 2011 var däremot de högsta noterade under det senaste decenniet i fyra av fem områden i Västerhavet.

BRA ÅR FÖR TÅNGLAKE



☞ Fångsterna av tånglake i augusti 2011 var de högsta under det senaste decenniet i fyra av fem områden med årlig övervakning. Sett i ett längre perspektiv ser situationen däremot dystert ut i fångster både i augusti och i oktober. Ökningen i Barsebäck kan delvis bero på att utsläppet av uppvärmt kylvatten reducerats efter 1999. Streckade linjer anger trenden enligt linjär regression.

Rovfiskarna minskar i söder

En ökning av karpfisk likt den i Bottniska viken ses inte i Kvädöfjärden i Egentliga Östersjön. I detta område har mängden karpfisk minskat under de senaste 15 åren, och detta parallellt med en minskning av rovfisk, nästan uteslutande abborre. En liknande utveckling har skett i Vinö, norra Smålandskusten. En vattentemperaturökning motsvarande den i norr har noterats i dessa områden och näringsnivåerna är till och med högre än i Bottniska viken.

Minskade tätheter av rovfisk skulle möjligen kunna förklaras av ett ökat predationstryck från fiskätande fågel och däggdjur, eller möjligen av ett ökat fisketryck. Nedgången hos karpfiskar vid den svenska Östersjökusten söker dock fortfarande sin förklaring. Längs Baltikums kuster kan motsvarande förändringar inte noteras i kustfiskövervakningen. Där uppvisar både karpfiskar och fiskätande fisk i huvudsak stabila nivåer.

LÄSTIPS

Resultatblad. Kustfiskövervakning 2011, www.slu.se

Andersson 2008. *Fiskundersökningar vid Barsebäcksverket i Öresund, 1971-2007*. Fiskeriverket, FINFO 2008:3.

Helcom. 2012. *Indicator-based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005-2009*. Baltic Sea Environment Proceedings No. 131.

Helcom. 2012. *The development of a set of core indicators: Interim report of the HELCOM CORESET project. Part B. Descriptions of the indicators*. Helsinki Commission. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 129 B.

Torsken vill hem och leka

– val av lekplats har stor betydelse

HENRIK SVEDÄNG, SLU

En viktig frågeställning inom fiskforskningen är om fiskar hittar tillbaka till lekplatsen där de en gång blev till. För ål och laxfisk tyder allt på att så är fallet. Hos havsfiskar som sill och torsk går åsikterna isär. För dessa arter anser en del forskare att det är den passiva spridningen av ägg och larver med vattenströmmar som bestämmer vilket bestånd den enskilda fisken till slut kommer att ansluta sig till. Den motsatta åsikten är att fiskbestånd genom återvandring till föräldrafiskens lekplatser bildar en beteendemässig enhet. Vilken tolkning som är riktig har stor betydelse för hur man planerar en framgångsrik fiskeriförvaltning.

■ Vad är egentligen ett fiskbestånd? Frågan kan tyckas enkel. Ur genetisk synvinkel finns ett svar. Ett bestånd eller en population består av de individer som leker tillsammans. Eftersom enskilda individer under sina korta fiskliv inte hinner reproducera sig med så många andra fiskar måste populationsbegreppet betraktas över flera generationer för att bli meningsfullt. De fiskar som föds inom en population delar en gemensam genpool. Så långt är definitionen ganska entydig, men frågan är hur det kommer sig att vissa individer bildar ett sammanhållet bestånd? Vilka är mekanismerna som gör att ett bestånd avgränsar sig från andra bestånd av samma art?

Olika teorier om hur bestånd uppstår

Frågor om hur man kan skilja fiskbestånd åt har sysselsatt marinbiologer i över ett sekel. Till skillnad från insjöar, där den fysiska avgränsningen ofta används för att definiera beståndet, är havet ett öppet system där både vuxna fiskar och dess avkomma kan förflytta sig fritt. Detta gäller inte minst våra viktigaste kommersiella arter, då dessa oftast har ett så kallat pelagiskt livsstadium. Det betyder att ägg och larvstadier flyter fritt i vattenmassan och kan med havsströmmar föras långt bort från den ursprungliga lekplatsen. Dessa förhållanden ger en osäkerhet om i vilken mån marina fiskbestånd verkligen avgränsar



Torsk från flera lekområden kan vara genetiskt lika, men ändå vara trogen föräldrarnas lekplats.

Foto: Tobias Dahlin/Azote



☞ Det är viktigt att ha kunskap om det lilla torskunglets uppväxtplats. Genom att förstå hur bestånden uppstår och fungerar kan man uppnå en effektiv fiskeriförvaltning.

sig från varandra, eftersom det är svårt att studera kopplingen mellan föräldrafiskens och avkommans val av lekplats. I diskussionen om hur bestånd hålls separerade kan man hitta två huvudlinjer.

Den ena teorin grundar sig på tanken att ägg och larver transporteras iväg med strömmar. När fisken till slut börjar simma självständigt söker fisken upp lämpliga miljöer där den kan växa upp. Denna slumpartade spridning inom olika havsområden kommer avgöra vilka bestånd fisken så småningom kommer att uppgå i. Har fisken möjlighet att leka flera gånger i livet kan den vara trogen sitt förstagångsval av lekplats, men det behöver inte sammanfalla med föräldrafiskens val av lekplats.

Den andra linjen hävdar istället att fisken har förmåga att hitta tillbaka till sin hemort alldeles oavsett om den som ung förs iväg med havsströmmar och växer upp på en i förväg okänd lokal.

Att spåra torskens ursprung

Frågeställningen kan förefalla akademisk, men är egentligen avgörande för hur vi ska se på förändringar i till exempel torskbestånden. Kusten är ett område som utnyttjas av många olika fiskbestånd. Längs västkusten tror vi att de lokala torskbestånden är av avgörande betydelse för hur mycket torsk det kommer att finnas. Till samma kust kommer också ägg och larver från lekområden i Nordsjön. Detta inflöde med

havsströmmar kan vissa år vara stort och ge upphov till starka årsklasser i hela Skagerrak och i norra Kattegatt. På en och samma uppväxtlokal kan det alltså finnas torsk med olika ursprung.

Bara unga fiskar

Fenomenet med inflöde av torskägg och larver från Nordsjön är särskilt slående längs delar av Bohuskusten där det numera saknas vuxen fisk, för trots att många ungfiskar växer upp i till synes torsktomma områden, så ökar inte antalet vuxna djur. År 2003 var det en hög förekomst av torsk längs stora delar av Bohuskusten och i provfisket 2004 kunde denna årsklass återfinnas i stor mängd. Men 2005 försvann

FAKTA

Fiskens öronstenar berättar

När man undersöker en arts beståndsstruktur inom ett område använder man ofta flera metoder samtidigt för att försöka förstå hur sammanhangen ser ut. Undersökningar av genetiska skillnader mellan olika utpekade bestånd är naturligtvis viktiga, men behöver kompletteras med undersökningar av var fisken leker och var den finns när den är ung.

Denna typ av frågeställningar om fiskens spridning och vandringar kan delvis undersökas genom märkningsförsök. Men fiskar har också ett unikt organ som kan "märka" fisken på ett naturligt sätt. I fiskars inneröra finns nämligen hörselstenar, otoliter, som har betydelse för fiskars hörsel och balans. Otoliter är uppbyggda kalciumkarbonat som fälls ut i en väv av proteiner. Det mycket speciella med dessa kristaller är att de tillväxer under fiskens hela liv och att de förblir intakta, det vill säga de ombildas aldrig. Ett tvärsnitt genom otoliten visar således på en tidsaxel från otolitens kärna och utåt.

I otoliten lagras även olika spårämnen och isotoper. Ämnena varierar i koncentration, ibland på grund av föda, ibland på grund av det omgivande vattnets kemi. Sammantaget gör alla dessa faktorer att hörselstenarna fungerar som fiskens "svarta lådor" med information om fiskens hela liv.



I fiskarnas hörselstenar, otoliter, kan man följa fiskens liv ända tillbaka till äggstadiet, det vill säga innan ägget har kläckts. Genom att studera dessa små organ kan man få veta både fiskens ålder och var den har befunnit sig i olika skeden av sitt liv.

Foto: Karin Limburg



Foto: Anders Asp

➤ Översikt över de inre delarna av en slipad torskotolit.

➤ En närmare titt – den röda ringen visar kläckningsringen.

årskullen från kusten samtidigt som den tvååriga torsken ökade i området utanför kusten. Fenomenet skulle kunna förklaras med att stora delar av den svenska västkusten för närvarande fungerar som uppväxtlokal för nordsjölekande fiskbestånd, men att dessa sedan återvandrar till föräldrafiskens lekplatser i Nordsjön.

Torsk skulle således uppvisa hemortstrohet i likhet med laxfiskar. Denna teori testades på torsk vid Bohuskusten genom med operera fast elektroniska märken. Märkena mäter och lagrar uppgifter om temperatur, djup, ljusintensitet och tid. Den lagrade informationen ger möjlighet att erhålla upprepade positionsbestämningar av fiskens vandringssväg och beteende. Märkningsförsöket bekräftade att torsken utvandrar mot västra Skagerrak och Nordsjön vid två till tre års ålder, företrädesvis under lekperioden.

Torsken i Öresund och Kattegatt

Öresund har hamnat i fokus under senare år då tillgången på fisk fortfarande är god i detta havsområde. I det angränsande Kattegatt har däremot torskbestånden minskat drastiskt sedan 1970-talet. Skillnaderna har kopplats samman med förbudet mot trålfiske i Öresund, men också till att fiskbestånden i Öresund och Kattegatt är separata enheter.

För att studera om fisk på olika ställen skiljer sig åt kan man göra genetiska studier och studier där man märker och följer hur fisken betar sig. Fiskmärkning visar att torskbestånden skiljer sig åt mellan Katte-

gatt och Öresund, medan de genetiska studierna inte visar det.

Varje lekområde viktigt

För att få mer kunskap undersöktes innehållet av spårämnen i de märkta och återfångade torskarnas otoliter. Det visade sig att tre olika lekplatser utnyttjades av den märkta torsken: mellersta Öresund och norra Öresund utanför Kullen samt i sydöstra Kattegatt. Vid Kullen märktes ingen fisk utan alla återfångster gjordes inom detta område av fisk som antingen märkts längre söderut i Öresund eller norrut i Kattegatt.

Analys av spårämnesinnehållet för grundämnen som strontium, järn och mangan, utfördes vid kärnfysiska institutionen vid Lunds universitet. Det var innehållet i otolitens kärna som var intressant, eftersom det avspeglar i vilket vatten fisken befann sig innan och strax efter kläckning, det vill säga under den första tiden efter befruktning. Resultaten var slående. Fiskar inom respektive lekområde var sinsemellan mer lika än vad de var mellan olika områden. Detta visar tydligt att fisken tenderar att komma tillbaka till det lekområde där den en gång blivit till. Med andra ord, fiskens beteende leder den tillbaka till ett bestämt område, även om det finns alternativa lekområden med ungefär samma genetiska sammansättning. Hur inlärningen går till är inte känt, men fiskens minne kan spela stor roll för ekosystemets uppbyggnad och karaktär.

Vi måste med andra ord vara rädda om alla lekansamlingar, eftersom dessa utgör

fiskbeståndens produktionsenheter. Det tycks också som om lekbestånden inte så lätt återuppstår om de skulle försvinna, eftersom ungfisk återvänder till sin ursprungliga lekplats i stor utsträckning. Hur fisk koloniserar nya lekområden är dåligt känt, men troligen sker det genom att vuxen fisk på vandring etablerar nya lekområden. Och det befaras vara en långsam process. 🐟

LÄSTIPS

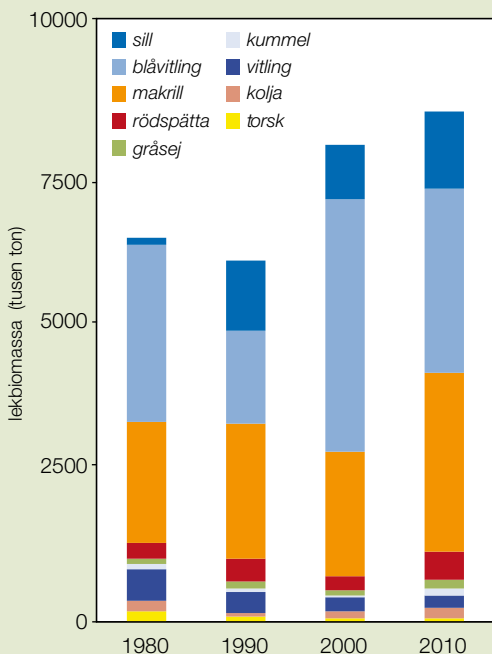
Knutsen H, André C, Jorde P E, Skogen M D, Thuróczy E och Stenseth N C. 2004. *Transport of North Sea cod larvae into the Skagerrak coastal populations*. *Proceeding of the Royal Society B*. 271: 1337–1344

Stephenson R L. 1999. *Stock complexity in fisheries management: A perspective of emerging issues related to population sub-units*. *Fisheries Research* 43: 247–249

Secor, D H. 2005. *Fish migration and the unit stock: three formative debates. A review of ecological and historical issues related to stock connectivity and metapopulations*. I: Cadrin, S.X., Friedland, K.D., Waldman, J.R. (eds) *Stock Identification methods. Applications in fishery science*. Elsevier Academic Press, MA s. 17–44

Svedäng H, Righton D och Jonsson P. 2007. *Migratory behaviour of Atlantic cod *Gadus morhua*: natal homing is the prime stock-separating mechanism*. *Marine Ecology Progressive Series* 345: 1–12 <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v345/p1-12>

LEKMOGEN FISK



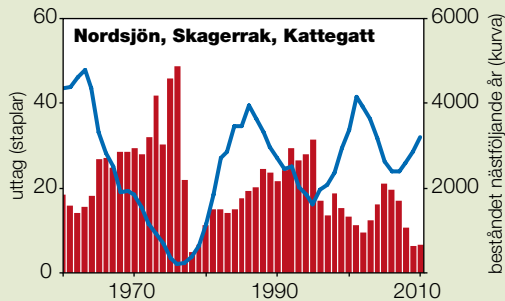
Dåligt för bottenlevande matfisk

Tidningsrubrikerna ger ofta en väldigt svartvit bild av hur situationen för fisken i havet ser ut. Verkligheten ger sällan dessa entydiga svar. Allt beror på vilka områden och vilka arter man tittar på.

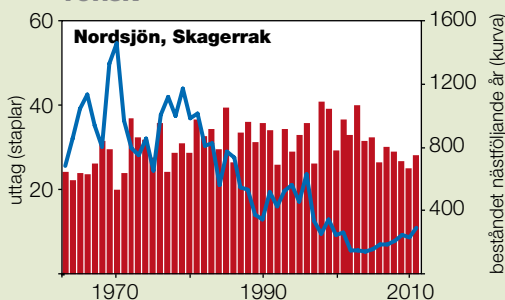
Traditionellt viktiga arter av bottenlevande matfiskar i Västerhavet, som torsk, kolja, vitling, kummel och gråsej har fortsatt att minska i antal. Undantaget utgörs av rödspätta, där trenden har vänt. Pelagiska arter har däremot ökat rejält, såsom sill, blåvitling och makrill.

När status och utveckling hos fiskbestånd beskrivs sker det oftast i form av uppskattningar av mängden lekmogen fisk, leksbiomassa, samt beräkningar av fiskeridödligheten. Fiskeridödlighet är ett aningen komplicerat begrepp, men det anger andelen (i antal fiskar) av vissa angivna åldersgrupper som dött genom fiske under ett år. Ett alternativt, och kraftigt förenklat sätt, är att ange fångstens vikt i relation till hela beståndets vikt vid årets början. Det kallas procentuellt årligt uttag och är det mått som använts ovan.

HÖSTLEKANDE SILL



TORSK



← Mängden lekmogen fisk av några för fisket viktiga arter. En del bestånd går ned medan andra går upp under perioden. Den totala leksbiomassan har ökat något. Områdena är Nordsjön och kringliggande områden. Uppdelat per fiskart: sill (Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt), makrill (Nordostatlanten), gråsej (V Skottland, Nordsjön, Skagerrak, Kattegatt), vitling (Nordsjön), torsk (Nordsjön Skagerrak), blåvitling (Nordostatlanten), rödspätta (Nordsjön), kummel (nordligt bestånd), kolja (Nordsjön).

↗ Procentuellt årligt uttag genom fiske (röda stolpar), i relation till den totala beståndsstorleken i tusen ton året efter uttaget (blå kurva). När uttaget är högt minskar beståndet året efter medan ett lägre uttag verkar gynna beståndet kommande år. När uttaget är konstant högt minskar beståndet.

Exempel sill och torsk

Vi kan titta närmare på två exempel: höstlekande sill i Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt samt torsk i Nordsjön och Skagerrak.

Sillens beståndsutveckling påverkas starkt av föregående års uttag. Om man tar ut mer än runt 20 procent av sillbeståndet ett år minskar beståndet året efter. Man skulle alltså behöva gå under 20 procent i uttag för att sillbeståndet ska växa till. Uttagen för sill har varierat mellan 5 och 48 procent och beståndet har varierat mellan 5 miljoner och 200 000 ton.

Torskbeståndets utveckling har varit annorlunda. Uttagen har få år varit under 30 procent. De har vanligen legat mellan 35 och 40 procent. Beståndet har svarat genom att minska drastiskt från runt 1 400 000 ton i början av 1970-talet till runt 200 000 ton idag.

Både sillen och torsken skulle gynnas om det årliga uttaget var mindre än 20 procent.

Beslutade kvoter för 2012

Bland de reglerade arterna ser situationen för sill och skarpsill i Östersjön fortfarande dålig ut. I Egentliga Östersjön minskades därför kvoterna 2012 för sill med 27 procent och skarpsill med 22 procent.

För att vända den negativa utvecklingen jobbar EU-kommissionen på att ta fram en flerårig förvaltningsplan för sill och skarpsill likt den som finns för torsken i Östersjön. Både det västra och det östra torskbeståndet ökar och kvoterna höjdes under 2012 med 13 respektive 15 procent.

I Kattegatt ser torskbeståndet ut att ha en svag trend uppåt men enligt torskåterhämtningsplanen minskades torskkvoten med 30 procent, eftersom beståndet fortfarande är långt under hållbara biomassor. Värt att notera är att internationella Havsforskningsrådet (ICES) åter rekommenderar en nollkvot.

Figurer med uppskattad leksbiomassa av torsk, sill och skarpsill i Östersjön samt av sill och torsk i Västerhavet finns redovisade i Havet 2011, samt i Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten 2012.

LÄSTIPS

Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten, Resurs- och miljööversikt 2012. Havs och vattenmyndigheten. Där finns mer information om beståndsutvecklingen för de arter som vi har kunskap om.



MILJÖGIFTER OCH DERAS EFFEKTER

**Kan man äta strömming och skarpsill från Östersjön?
Förändringar i fiskhälsa – orsaker söks på bred front
TBT-forskning ger bättre hantering av förorenade sediment
Föroreningar försämrar vitmärlans chans att klara syrebrist
Sälens matvanor kartläggs**

Kan man äta strömming och skarpsill från Östersjön?

AROHA MILLER, ANDERS BIGNERT & ELISABETH NYBERG, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET / TATIANA CANTILLANA & MARIE AUNE, LIVSMEDELSVERKET

Många tycker om att äta strömming och skarpsill, som ofta saluförs som ansjovis. Men är det lämpligt att äta dessa Östersjöfiskar som innehåller höga halter av dioxiner och dioxinlika PCB:er? Forskare på Naturhistoriska riksmuseet har tillsammans med kollegor vid Livsmedelsverket undersökt om miljögiftshalterna i strömming och skarpsill i Östersjön ligger under gränsvärdet för matfisk.

■ Halterna i sill respektive strömming och skarpsill varierar beroende på var i Östersjön de fångas, när på året och på individens storlek och ålder. Inom EU finns det gränsvärden för dioxiner och dioxinlika PCB:er (dl-PCB) för matfisk, men undantag har beviljats både i Sverige och Finland för att vildfångad lax, öring, röding, flodnejonöga och sill respektive strömming från Östersjöområdet ska kunna säljas på den inhemska marknaden. Under 2012 har detta undantag permanentats och skapat stor debatt.

Ett villkor för Sveriges undantag är att konsumenterna får ordentlig information om Livsmedelsverkets kostrekommendationer. Tyvärr har det visat sig att kostråden inte har det genomslag som krävs. Bara omkring 15 procent av allmänheten känner till att lax och strömming från Östersjön innehåller så höga halter dioxin att det kan vara skadligt. Därför kan det inte nog poängteras hur viktigt det är att fler blir medvetna om kostråden så att de faktiskt följs.

Enligt Livsmedelsverkets kostråd bör barn inte äta strömming eller lax från Östersjön oftare än två till tre gånger per år. ↵

FAKTA

Livsmedelsverkets kostrekommendationer

För att begränsa intaget av dioxiner och PCB via fiskkonsumtion men bibehålla nyttan med att äta fet fisk har Livsmedelsverket tagit fram kostråd gällande fisk från Östersjöområdet (Östersjön och svenskt inre vatten). Kostråden innebär att barn, kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande inte bör äta fisk med hög fetthalt, så som sill/strömming, vildfångad lax och öring från Östersjön, Väneren och Vättern samt sik från Väneren och röding från Vättern mer än två till tre gånger per år. Övriga bör inte äta sådan fisk oftare än en gång per vecka.

Fisk och skaldjur innehåller nyttiga ämnen som D-vitamin, jod, selen och viktiga omega-3-fetter. Därför är det bra att äta fisk men det är viktigt att välja olika sorter och att följa kostråden.

Läs mer på www.nyttigfisk.se



Sill eller strömning?

Sill som fångas och landas norr om Kalmar kallas strömning. Sillen som fångas på västkusten skiljer sig avsevärt från Östersjöströmning beträffande fetthalt och tillväxthastighet. →



Olika halter i olika delar av Östersjön

Östersjön har delats in i regioner av Internationella Havsforskningsrådet (ICES), region 24–32. Mellan dessa regioner skiljer sig halterna av dioxiner och dl-PCB:er i sill, strömning och skarpsill åt.

Halterna i sill respektive strömning, mindre än 17 cm från ICES-regionerna 24–31, bedöms av EU ligga under gränsvärdet för dioxiner och dl-PCB:er. Bedömningen baseras på flera studier i Östersjöländerna.

Livsmedelsverket har undersökt dioxin- och PCB-halten i sill och strömning under en tioårsperiod och bedömt att sill eller strömning större än 17 cm fångad i region 24, 27 och delar av 25 ligger under gränsvärdet. De kan därmed också säljas till andra EU-länder, så länge regionen där den fiskas anges på förpackningen eller i ett medföljande dokument.

För att ta reda på om bedömningarna stämmer analyserade forskare från Naturhistoriska riksmuseet och Livsmedelsverket ett omfattande fiskmaterial och sammanställde halter av dioxiner och dl-PCB:er i fisk fångad i olika ICES-regioner.

Tusentals fiskar analyserade

Sill, strömning och skarpsill fångades från flera platser i Östersjön – sill eller strömning från ICES-regionerna 24–31, och skarpsill i ICES-regionerna 24–29. Ingen skarpsill togs från region 30–31 eftersom den inte är så vanlig där. Sill och strömning fångades 2009–2011 under olika årstider, skarpsillen under 2010. Fiskens längd och vikt bestämdes och de ätliga delarna av fisken lades i samlingsprov. Totalt analyserades 119 samlingsprov av sill/strömning och 34 samlingsprov av skarpsill. Proverna skickades till Finland för kemisk analys.

Jämförelser kräver justeringar

Eftersom varje dioxinförening och dl-PCB är olika giftiga, multipliceras halten av varje enskild förening med en omräkningsfaktor. När alla multiplicerade dioxin- och dl-PCB-halter summeras får man halten uttryckt som toxiska ekvivalenter, ett så kallat TEQ-värde. TEQ-värden kan jämföras mellan lokaler och över tid. Äldre, större fiskar har haft längre tid att ackumulera föroreningar i kroppen jämfört med yngre, mindre fiskar.

Gränsvärdena för human konsumtion av fisk är för dioxiner 3,5 pg TEQ/g färskvikt och 6,5 pg TEQ/g färskvikt för summan av dioxiner och dl-PCB. I studien är det förhållandet till det sistnämnda gränsvärdet som undersöktes.

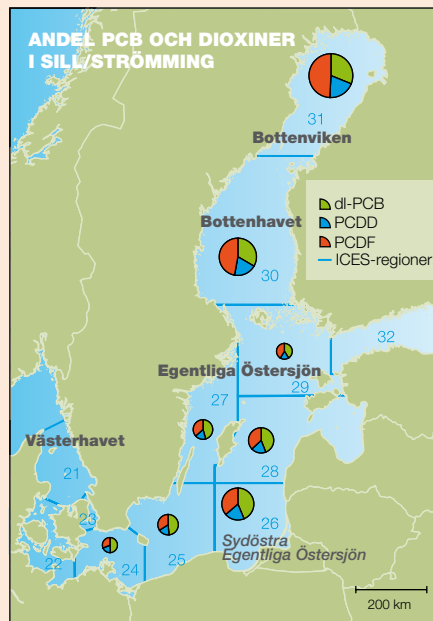
För att kunna jämföra halterna underlättar det om man justerar koncentrationerna och beräknar dem som om fiskens storlek vore konstant. För sill och strömning justerades längden till 17 cm som är den storleksgräns som specificeras av EU för Sveriges och Finlands undantag, strömning mindre än 17 cm ligger normalt under gränsvärdet. Större, äldre strömning används exempelvis till surströmning. För att illustrera halterna i sådan fisk användes längden 20 cm, och det är ungefär så stor som en strömning i Östersjön blir.

Skarpsill används till foder men säljs också som ansjovis eller brissling. Den är ofta mindre när den äts och justerades därför till 13 cm, men också till 17 cm för att bli jämförbar med strömningen.

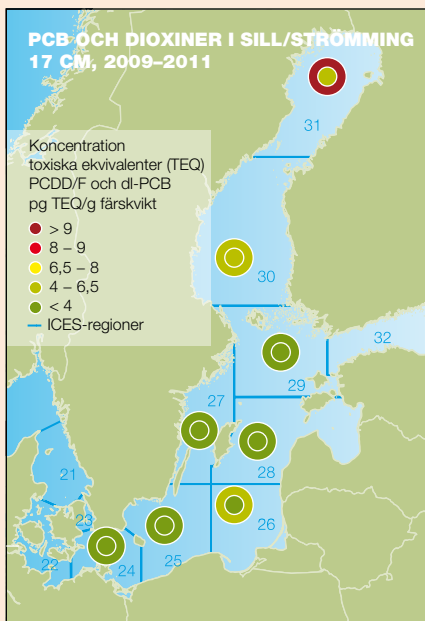
TOTALT ANTAL PROVER AV SILL/STRÖMMING OCH SKARPSILL – HELA ÖSTERSJÖN			
ICES Region	Art	Antal samlingsprov*	Antal individer
24	sill	9	87
	skarpsill	2	113
25	sill	20	329
	skarpsill	12	1012
26	sill	7	119
	skarpsill	2	169
27	strömning	20	540
	skarpsill	5	472
28	strömning	20	450
	skarpsill	10	1020
29	strömning	12	297
	skarpsill	3	243
30	strömning	26	597
31	strömning	5	132

* Varje samlingsprov bestod av mellan 4 till 56 individer (sill/strömning) eller 53 till 124 individer (skarpsill), beroende på vikt.

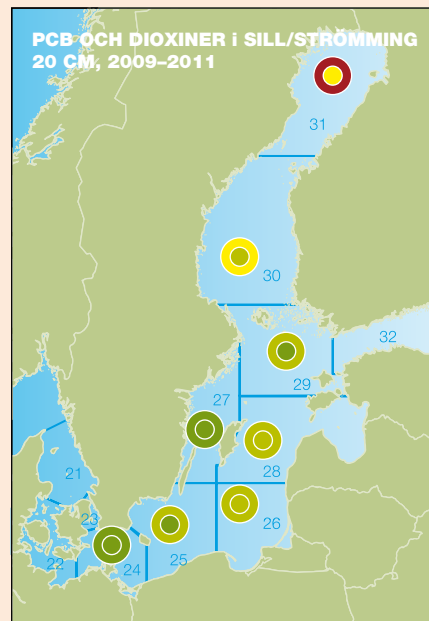
PCB OCH DIOXIN I SILL, STRÖMMING OCH SKARPSILL



➤ Sektorerna visar den relativa andelen PCDD, PCDF och dl-PCB i sill/strömming, 2009 – 2011. Det finns en relativt sett högre andel av PCDF i norr och en högre andel dl-PCB i söder. Cirkornas storlek är proportionell mot den totala koncentrationen av dioxiner och dl-PCB. De allra högsta värdena finns i norr och i region 26.

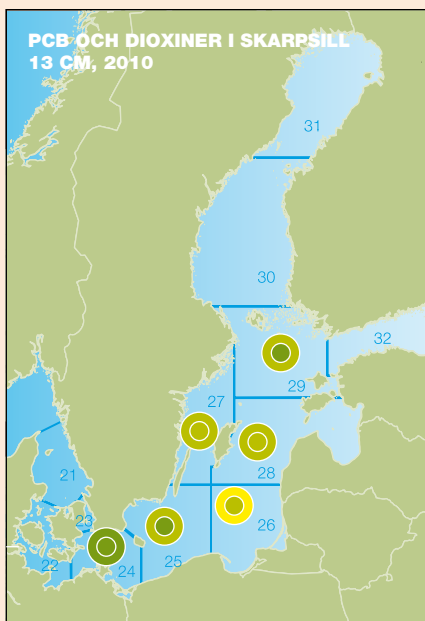


➤ Koncentrationer av summan av dioxiner och dl-PCB:er mätt som toxiska ekvivalenter i sill/strömming, justerade till en storlek på 17 cm, 2009 – 2011.

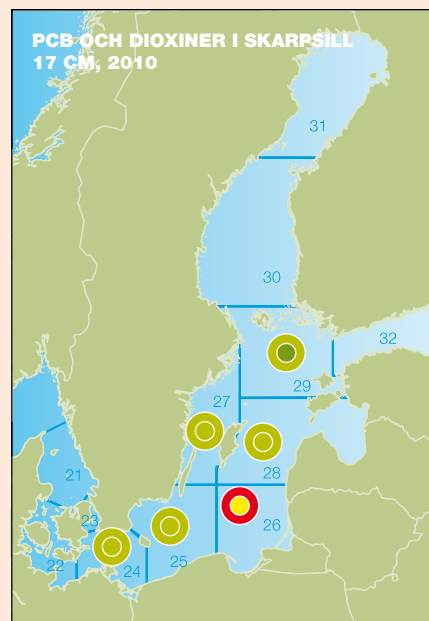


➤ Koncentrationer av summan av dioxiner och dl-PCB:er mätt som toxiska ekvivalenter i sill/strömming justerade till en storlek på 20 cm, 2009 – 2011.

Skarpsillen (*Sprattus sprattus*) säljs ofta som ansjovis. Men den skarpsill som används som ansjovis i Sverige fiskas på västkusten och innehåller inte höga halter av miljögifter. ↙



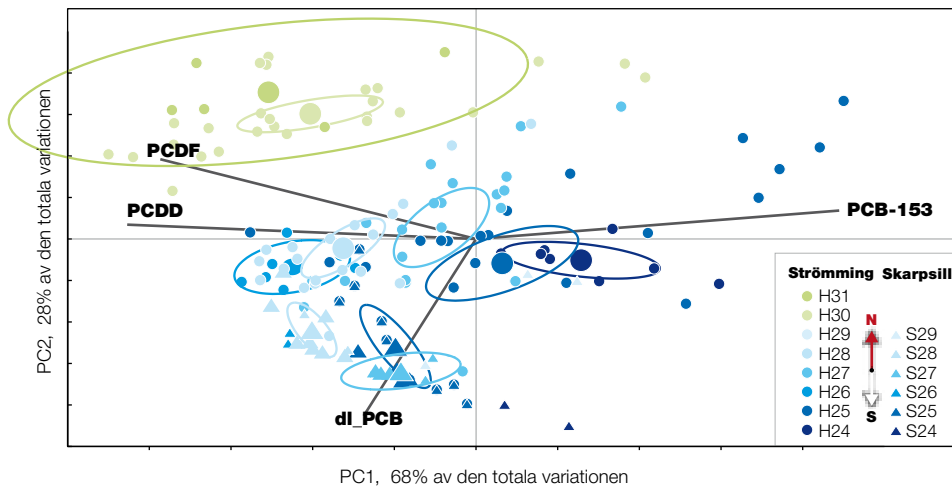
➤ Koncentrationer av summan av dioxiner och dl-PCB:er mätt som toxiska ekvivalenter i skarpsill, justerade till en storlek på 13 cm, 2010.



➤ Koncentrationer av summan av dioxiner och dl-PCB:er mätt som toxiska ekvivalenter i skarpsill, justerade till en storlek på 17 cm, 2010. Jämfört med värdena för 17 cm sill/strömming har skarpsillen högre halter.

Not: Den inre cirkeln visar medelkoncentrationen, den yttre visar det övre 95-procentiga konfidensintervallet. Om den yttre cirkeln visar gult, rött eller mörkrött är inte koncentrationen signifikant under gränsvärdet.

FÖRDELNING AV MILJÖGIFTSPÅVERKAN



➤ Principalkomponentanalys. Vektorerna visar vilka relativa koncentrationer av ämnen som dominerar i norr (grönt) och söder (blått) respektive skillnader mellan sill/strömning (cirklar) och skarpsill (trianglar). De större cirkelarna och trianglarna visar "mittpunkten" för de olika proverna i respektive område. De mindre visar varje fiskprov. Ellipserna är 95-procentiga konfidensellipser, det vill säga det område inom vilket medelpunkten av 95 procent av alla tänkbara upprepade provtagningar med samma antal mätningar i samma populationer skulle hamna.

En multivariat analys (PCA) utfördes på andelen PCDD, PCDF och dl-PCB TEQ och den icke dioxinlika PCB-153, i förhållande till summan av den totala koncentrationen dioxiner och PCB:er. Vi letade också skillnader i sammansättning av olika dioxiner och dl-PCB mellan norr och söder och mellan strömning och skarpsill.

Skillnader mellan norr och söder

När vi summerar TEQ-värdena för PCDD, PCDF och dl-PCB, får vi ett totalt värde på fiskarnas "dioxin-giftighet" mätt som toxiska ekvivalenter (TEQ-värde). För sill eller strömning ser vi att PCDD bidrar mindre än PCDF och dl-PCB till det totala TEQ-värdet.

Kartan visar att de högsta TEQ-nivåerna uppmättes i Bottenhavet (region 30) och Bottenviken (region 31) och att det finns en gradient från norr till söder av den totala summan av dioxiner och dl-PCB:er.

I norr finns en relativt sett högre andel av PCDF medan det i söder finns en högre andel av dl-PCB. Det finns också en östvästlig gradient i egentliga Östersjön, med högre totala koncentrationer i sydöstra egentliga Östersjön, region 26 och 28.

När man granskar summan av den totala koncentrationen av dioxiner och dl-PCB hos sill respektive strömning i förhållande till gränsvärdet på 6,5 pg TEQ/g färskvikt, finner man samma gradient från norr till söder. Fisk från region 26 utmärkte sig genom att ha högre TEQ-värden än de

andra sydliga regionerna. I Bottenviken (region 31) är koncentrationerna inte signifikant lägre än gränsvärdet och klarar alltså inte kraven för försäljning inom övriga EU-länder. Detsamma gäller för större strömning, 20 cm eller längre, från Bottenhavet (region 30).

För skarpsill var både dioxin- och PCB-värdena relativt låga och de låg under gränsvärdet i alla provtagna regioner. Undantaget var region 26, där de låg högre. Skarpsillen, till skillnad från sill/strömning, hade sitt lägsta TEQ-värde i region 29. Detta är också den nordligaste regionen där skarpsill provtagits.

Om man jämför sill/strömning och skarpsill justerade till samma längd (17 cm) finner man att koncentrationerna är högre i skarpsill. Men den genomsnittliga koncentrationen av dioxiner i 13 cm lång skarpsill från regionerna 24–29 ligger under gränsvärdet.

Multivariat analysen visar också tydliga skillnader i mönster (relativa koncentrationer av PCDD, PCDF, dl-PCB och PCB-153) dels mellan norr och söder, dels mellan sill/strömning och skarpsill. Strömningen i norr visar en högre relativ andel furaner (PCDF). Sillen i södra egentliga Östersjön har, relativt sett, mer PCB-153. Skarpsillen har en högre andel dl-PCB, jämfört med sill eller strömning. Figuren ger också information om hur de enskilda proven inom respektive region sprider sig och eventuellt överlappar andra regioner.

FAKTA

PCA-analys

Principalkomponentanalys är en så kallad multivariat analys, en metod för att hitta eventuella mönster genom att studera provernas inbördes likheter och olikheter med varandra. I en PCA illustreras alla provers relationer i ett tvådimensionellt diagram, prover med liknande mönster/sammansättning hamnar nära varandra.



Foto (samlings): Maria Aune

➤ Efter vägning och mätning läggs sill eller strömning ihop till ett samlingsprov. Fisken homogeniseras och läggs i burkar som skickas för analys.

FAKTA

Dioxiner och PCB

Polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibenzofuraner (PCDF), som med ett gemensamt namn benämns dioxiner (PCDD/F), är miljögifter som bildas oavsiktligt, som biprodukter i flera industriella processer och vid förbränningsprocesser, till exempel avfallsförbränning eller vanliga bränder. Polyklorerade bifenylor (PCB) har tidigare använts i en mängd olika tillverkningsprocesser, som mjukgörare, isolatorer och brandskyddsmedel och betraktas nu som ett miljögift. En del av dessa PCB:er kallas för dioxinlika-PCB (dl-PCB) eftersom de har en likartad, men svagare, påverkan på kroppen som dioxiner.

Dioxiner och PCB:er är skadliga för hälsan och för miljön. Hos människor kan de orsaka reproduktions- och utvecklingsstörningar, påverka immunförsvaret och även orsaka cancer. De är mycket långlivade och stannar kvar i miljön under lång tid, och de kan ansamlas i mark, vatten, växter och djur. Människor får det mesta av sitt intag av dioxiner och PCB genom att äta fisk som har exponerats för dessa gifter i sin miljö.

Strömning i norr har högre halter

Den dominerande källan till dioxiner i Östersjön anses vara atmosfäriskt nedfall. Industrialiserade områden längs kusten bidrar troligen till den lokala variationen i fisk. Dioxinhalterna är kända för att vara högre i äldre, större fiskar.

Denna och flera andra studier visar att dioxinhalterna är högre i norra Östersjön (Bottenhavet och Bottenviken) jämfört med södra delen. Större strömning, över 17 cm, från Bottenviken överskrider gränsvärdet för dioxiner och dl-PCB i matfisk. För mindre strömning, är den genomsnittliga koncentrationen i Bottenviken lägre än gränsvärdet. Däremot är den övre gränsen i konfidensintervallet fortfarande högre än gränsvärdet. Det innebär att risken är förhållandevis stor att gränsvärdet överskrider om ett nytt prov tas även för de mindre fiskarna.

I Bottniska viken är vattnet sötare och strömningen växer långsamt. Därför utsätts den under längre tid för miljögifter jämfört med fisk av samma storlek från södra Östersjön. Det här kan kanske, åtminstone delvis, förklara gradienten med ökande koncentrationer norrut, även om påverkan från lokala källor absolut inte kan uteslutas. Den lägre tillväxthastigheten förklarar inte heller de relativt sett högre koncentrationerna i sydöstra Östersjön (region 26).

Säsongsvariation för skarpsill?

Koncentrationerna i ung skarpsill (13 cm) var i allmänhet låga och allra lägst i region 29. Skarpsillen här provtogs under hösten, medan de övriga regionerna provtogs under vintern och våren. Tidigare studier av strömning visar en säsongsvariation

med lägre koncentrationer på hösten jämfört med vinter och vår. Vi kan kanske förvänta oss liknande skillnader i skarpsill som förklarar de lägre koncentrationerna i region 29. De förhöjda halterna i region 26 för båda arterna kan bero på punktkällor, till exempel industriella utsläpp eller förbränning. Även om antalet individer i samlingsproven är relativt stort så är antalet analyserade samlingsprov lågt och resultaten bör tolkas med försiktighet.

Skarpsill av bägge storlekar ligger under gränsvärdet för alla regioner, utom region 26, där det finns en risk att en del skarpsill kan hamna över gränsen.

Kan man äta fisken?

Enligt denna studie klarar större strömning från Bottenhavet och Bottenviken inte gränsvärdet för dioxiner och dl-PCB. Det finns en risk att inte heller skarpsill från sydöstra Egentliga Östersjön (region 26) gör det. Det innebär att dessa fiskar inte är lämpliga att äta för ofta. Övrig sill eller strömning och skarpsill ligger under gränsvärdet för dioxiner och dl-PCB.

Detta överensstämmer med Livsmedelsverkets bedömning. Men även om halterna ligger under gränsvärdet är de höga jämfört med andra fiskarter och områden. Kostråden gäller därför all sill och strömning från Östersjön.

Skarpsill som används till ansjovis fiskas huvudsakligen längs svenska västkusten och innebär därför inte något problem för konsumenten. Skarpsill som fångas i Östersjön används främst till fiskmjöl och fiskolja.

Regelbunden konsumtion av fet Östersjö- och insjöfisk med förhöjda dioxin- och PCB-halter kan leda till att den så kallade

tolerabla dagliga intagsnivån (TDI) överskrider, något som framför allt kan innebära en risk för barn samt kvinnor i barnafödande ålder. Men konsumtionen av fet fisk från Östersjön är ändå relativt liten i Sverige. PCB och dioxiner ansamlas i kroppen under lång tid och det är den totala kroppsbelastningen för dessa ämnen och inte det enstaka intaget, som är avgörande från risksynpunkt. Överskridande av ”tolerabelt intag” innebär inte automatiskt en hälsofaror, men väl att säkerhetsmarginalen krymper. Riskerna med att få i sig för mycket miljögifter minskar om man äter olika sorters fisk och följer kostråden för Östersjöfisk. 🐟

LÄSTIPS

Livsmedelsverket 2011. LIVSFS 2011:19. 3pp.

Kommissionens förordning (EU) nr 1259/2011 av den 2 december 2011 om ändring av förordning (EG) nr 1881/2006 vad gäller gränsvärden för dioxiner, dioxinlika PCB och icke dioxin-lika PCB i livsmedel.

Livsmedelsverket 2011: Redovisning av regeringsuppdrag rörande gränsvärden för långlivade miljöföreningar i fisk från Östersjöområdet.

Armitage, JM., McLachlan, M., Wiberg, K., Jonsson, P. 2009. Science of Total Environment, 407, 3784-3792.

Pandelova, M., Henkelmann, B., Rötter, O., Simm, M., Järv, L., Benfenati, E., Schramm, K.-W. 2008. Chemosphere, 71, 369-378.

Karl H., Ruoff, U. 2007. Chemosphere, 67, S90-S95.8. Flinkman, J., Aro, E., Vuorinen, I., Viitasalo, M. 1998. Marine Ecology Progress Series, 165, 127-136.

Fokus på dioxiner och flamskyddsmedel

Årets rapportering av tillståndet för miljögifter i biota tar som vanligt upp organiska miljögifter som PCB, DDT, HCB, dioxiner och bromerade flamskyddsmedel samt tungmetaller som kvicksilver, bly och kadmium. Fokus ligger på de allra giftigaste, dioxinerna, men också det bromerade flamskyddsmedlet HBCDD som fortfarande används i Europa, och på kvicksilver som trots åtgärder inte minskat tillräckligt mycket i Sverige. Perfluorerade ämnen finns i år inte med på grund av byte av analysmetod.

Miljömål uppnås inte

Giftfri miljö är ett av Sveriges miljömål, vilket innebär att halten av gifter som uppstått genom mänskliga aktiviteter i princip ska vara lika med noll. Detta miljömål uppnås inte idag, om man utgår från de föreslagna gränsvärdena.

Bra verktyg trots brister

Dagens gränsvärden är inte så specifika utan satta för fisk, oftast på helkroppsbasis, det vill säga hela fisken används vid analys. I vissa fall är gränsvärdet för fisk en omräkning från ett gränsvärde som är satt för vatten. En översättning av gränsvärden mellan till exempel "vatten-mussla-fisk" och "muskel/lever-helkropp" bygger på osäkra antaganden. Samverkande effekter från olika miljögifter eller möjliga effekter vid långtidsexponering tar man inte heller hänsyn till i gränsvärdena.

Nuvarande gränsvärden har alltså brister men de är oerhört viktiga för att kunna koppla uppmätta halter till möjliga risker och de fungerar som ett verktyg för att prioritera eventuella åtgärder.

Dynamisk process

Sammanfattningsvis kan man säga att de åtgärder som genomförts för att begränsa flera miljögifter har gett resultat. Det gäller

exempelvis bly, PCB, DDT, HCH, HCB samt en del bromerade flamskyddsmedel, som minskat kraftigt. Men fortfarande är ofta giftkoncentrationerna i Östersjön avsevärt högre än på västkusten, till exempel för PCB. För andra ämnen saknas fortfarande åtgärder eller så har de ännu inte haft tillräcklig effekt. Det gäller till exempel dioxiner, furaner, kadmium och perfluorerade ämnen. De gränsvärden som finns för dessa ämnen ändras fortlöpande med ökad kunskap. Gränsvärdena är alltså inte färdiga utan behöver utvecklas på olika sätt. De tar heller inte hänsyn till miljömålet – *En giftfri miljö*. Det är mycket viktigt att arbetet med gränsvärden fortskrider och att de blir praktiskt användbara för riskvärdering och prioritering av åtgärder.



Foto: Camilla Wisbauer/Stockphoto

➤ Halterna av flera av de organiska miljögifterna har ökat i strömning de senaste tio åren i södra Egentliga Östersjön. Det beror troligen på att strömningen blivit magrare där.

GRÄNSVÄRDEN FÖR MILJÖGIFTER I FISK		
Ämne	Gränsvärden	
	Fisk	Referens
Bly	1000 (µg/kg våtvikt)	EC, QS sekundär förgiftning
Kadmium	160 (µg/kg våtvikt)	EC, QS sekundär förgiftning
Kvicksilver	20 (µg/kg våtvikt)	EC, EQS sekundär förgiftning
CB-118	24 (µg/kg fettvikt)	Ospar, EAC
BDE (kongener 28, 47, 99, 100, 153 och 154)	0,0085 (µg/kg våtvikt)*	EC, EQS
DDE	5 (µg/kg våtvikt)	Ospar, EAC
HBCDD	167 (µg/kg våtvikt)	EC, QS sekundär förgiftning
HCB	10 (µg/kg våtvikt)	EC, EQS human hälsa
Summa PCDD/PCDF i WHO 2005 TEQ	3,5 (ng/kg våtvikt)	EC, livsmedel

➤ Arbetet med att ta fram gränsvärden för att kunna klassa miljöstatus pågår kontinuerligt inom exempelvis EU och Oskar (Oslo Paris konventionen). Gränsvärdena som presenteras i tabellen är internationellt överenskomna eller föreslagna gränsvärden.

Environmental Quality Standards (EQS) alternativt **Quality Standards (QS)** framtagna inom EU, samt **Environmental Assessment Criteria (EAC)**, framtagna inom Oskar används för att indikera god miljöstatus och skydda de känsligaste organismerna i systemet.

Halter i livsmedel = EU:s gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.

* EQS föreslaget av EU, avsevärt lägre än det gränsvärde som tidigare använts (QS, human hälsa).

PCB, DDT och HCB

PCB och bekämpningsmedlet DDT förbjöds i Sverige under 1970-talet och HCB (hexaklorbensen) under 1980-talet. Liknande åtgärder infördes av de flesta länderna kring Östersjön. Förbudet har lett till kraftigt minskade PCB-halter i fisk, mussla och sillgrissla från Östersjön och Västerhavet. Sedan mitten av 1970-talet har de sjunkit med 80–90 procent. Men fortfarande ligger koncentrationen betydligt högre i fisk från Östersjön än i fisk fångad i Västerhavet.

Halterna av PCB-varianten CB-118 i strömmingsmuskel ligger över eller nära det föreslagna gränsvärdet i både Bottenhavet och Egentliga Östersjön. De högsta halterna av CB-118 uppmättes i ström-

mingsmuskel från Lagnö i norra Egentliga Östersjön.

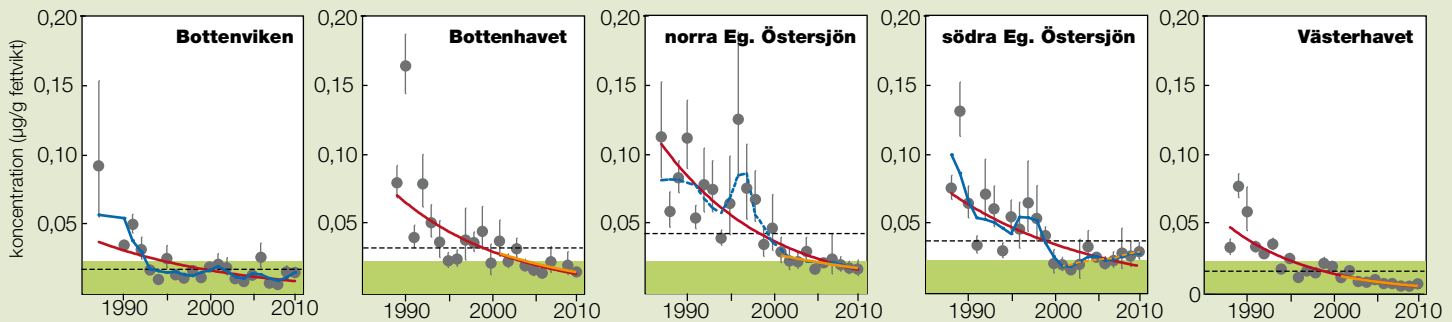
Även halterna av DDE (en nedbrytningsprodukt av DDT) har minskat signifikant sedan slutet av 1970-talet, både i Östersjön och Västerhavet. Det är troligen den främsta orsaken till att sillgrisslornas äggskäl ökat i tjocklek sedan DDT förbjöds. Halterna av DDE i strömmingsmuskel har minskat med 70–90 procent sedan slutet av 1970-talet. Men DDE-halterna är fortfarande högre i södra Egentliga Östersjön än i Bottenviken och i Västerhavet. I Egentliga Östersjön ligger koncentrationerna i strömmingsmuskel något över det föreslagna gränsvärdet på flera av lokalerna, medan lokalerna i Bottenhavet/Bottenviken och Västerhavet generellt sett ligger

under. Gränsvärdet för DDE är baserat på Ospars ekotoxikologiska gränsvärden som syftar till att skydda även den känsligaste arten mot skadliga effekter.

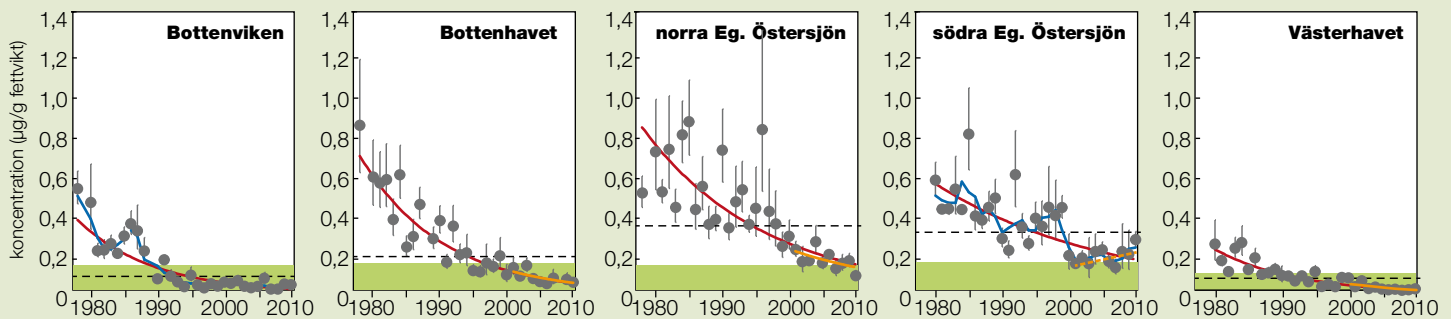
Halterna av HCB har också minskat signifikant sedan mitten av 1980-talet med i genomsnitt 6 procent per år. De koncentrationer vi mäter idag kommer från förbränning och framställning av klorerade ämnen. Halterna är högre i Östersjön än i Västerhavet. De högsta koncentrationerna finns i Bottenhavet och i Egentliga Östersjön.

Koncentrationerna av HCB i strömmingsmuskel ligger cirka tio gånger lägre än gränsvärdet både i Östersjön och Västerhavet. Gränsvärdet är ursprungligen satt för humankonsumtion.

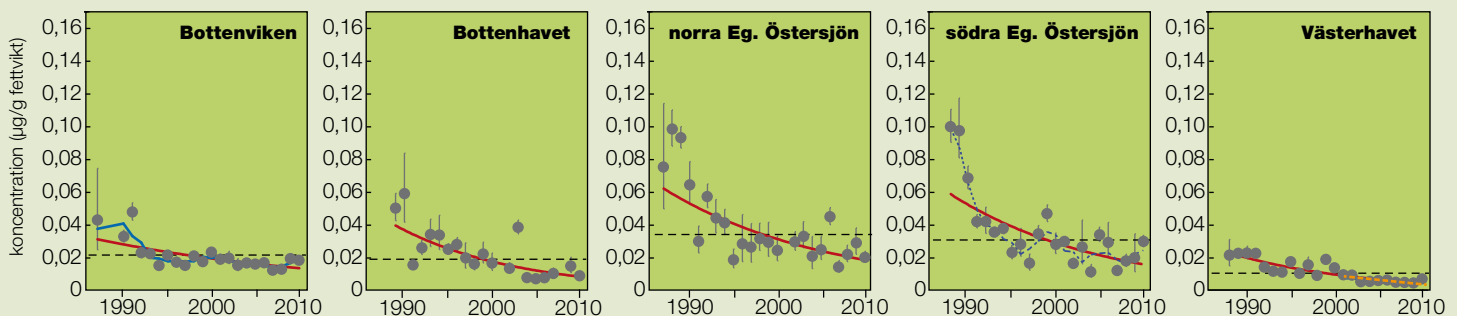
PCB (CB-118) I STRÖMMINGSMUSKEL



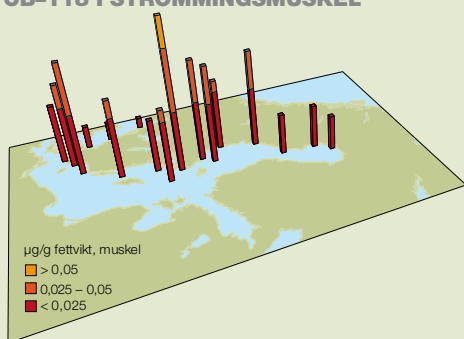
DDE I STRÖMMINGSMUSKEL



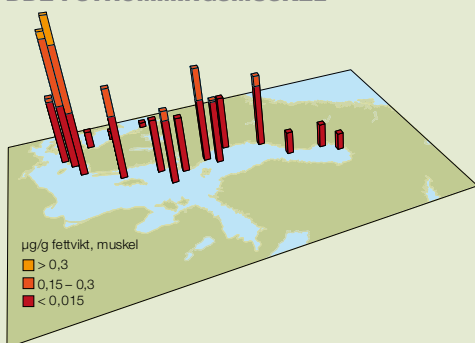
HCB I STRÖMMINGSMUSKEL



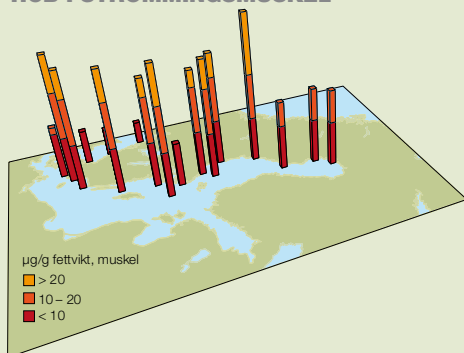
CB-118 I STRÖMMINGSMUSKEL



DDE I STRÖMMINGSMUSKEL



HCB I STRÖMMINGSMUSKEL

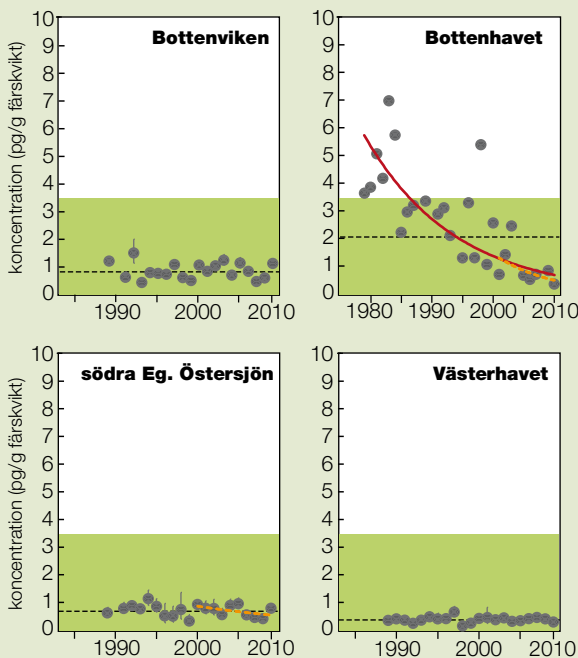


Så läser du miljögiftsfigurerna:

Röd linje=signifikant trend över hela tidsperioden
 Röd streckad linje= $0,05 < p < 0,1$
 Orange linje = signifikant trend de senaste tio åren
 Streckad orange linje = $0,05 < p < 0,2$
 Blå linje = signifikant icke linjär trend
 Blå streckad linje = $0,05 < p < 0,1$
 Streckad svart linje = medelvärde över hela tidsperioden.
 Stapelkartorna baseras på aritmetiskt medelvärde 2008–2010 och visar geografisk variation i koncentration av miljögifter.

De ursprungliga gränsvärdena har i vissa fall räknats om, från våtvikt till fettvikt eller torrvtikt och även från muskel till lever, för att kunna jämföras med de miljögiftsdata som finns tillgängliga. Halter under gränsvärdet presenteras som ett grönt fält i tidsserierna. Omräkning av värden mellan lever/muskel och helkropp baseras på *endast en studie* och resultaten bör därför tolkas med försiktighet innan kvoten lever/muskel och helkropp kan verifieras ytterligare.

DIOXINER I STRÖMMINGSMUSKEL



← Värdena i figurerna är uppräknade för att redovisa exponering vid konsumtion och TEQ 1998 har räknats om till TEQ 2005. Observera att gränsvärdet för dioxiner har höjts från 0,23 till 3,5 pg/g. Dioxinhalterna i figurerna är något lägre än den medelkoncentration som används för strömming som fiskas som matfisk i Östersjöns olika bassänger. Matfiskvärdena är uppräknade för att representera exponering vid konsumtion. Då äts ju, förutom muskel, även skinn och fett. Provfiskad strömming är något yngre än kommersiellt fiskad vilket påverkar halterna. Tidsserierna är från referenslokaler, som är utvalda för att representera områden utan känd lokal påverkan av miljögifter.

Dioxiner

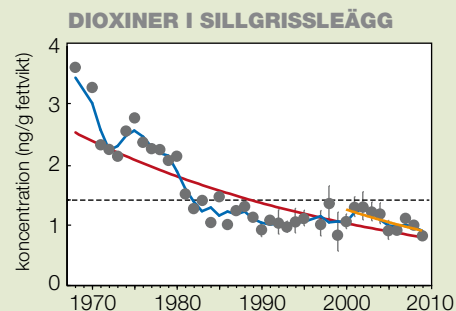
Dioxiner ackumuleras i akvatiska organismer och är ett av de giftigaste ämnena vi känner till. Dioxiner kan orsaka cancer, försämra immunförsvaret och ge fortplantnings- och utvecklingsstörningar. Dioxiner som finns i miljön är inte resultatet av en medveten produktion utan uppstår oavsiktligt i flera olika processer, exempelvis som biprodukter vid vissa industriella processer och vid sopförbränning med för låg temperatur. De är därför svårare att komma tillrätta med än DDT och PCB. För att man ska kunna vidta effektiva åtgärder mot utsläppen krävs ökad kunskap om var källorna finns och hur mycket de släpper ut.

Livsmedelsverkets kostråd för fisk beror främst på de höga halter av dioxin som hittas i fet fisk. Det finns också ett gränsvärde för export av fisk inom EU. Gränsvärdet överskrids i fet fisk från vissa delar av Östersjön, framför allt i lax och strömming som fiskas längs Norrlandskusten. Sverige har haft ett tillfälligt undantag från EU:s regler sedan 2002, vilket innebär att fisken får säljas på den inhemska marknaden och 2012 blev undantaget permanent. Läs mer om kostråden på sidan 74.

Dioxiner har övervakats i sillgrissleägg

sedan slutet av 1960-talet, och i strömmingsmuskel sedan slutet av 1980-talet. Halterna har minskat i sillgrissla sedan övervakningens början. Under de senaste 20 åren har den totala dioxinhalten pendlat runt i stort sett samma medelvärde, med en mindre uppgång från 1990 och nedgång under de sista 10 åren.

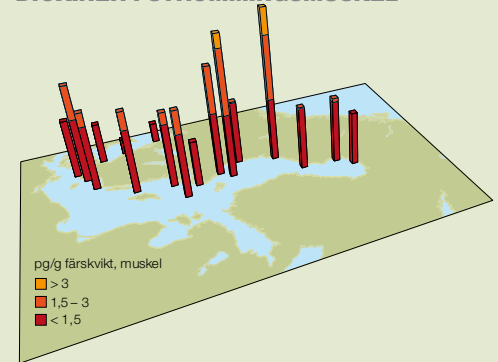
I tidsserien för sillgrissla märks knappt någon minskning när klorgasblekningen upphörde runt 1990. Däremot verkar förbuden mot fenoxysyror under 1970-talet och högre temperatur i förbränningsanläggningar haft effekt. I strömming syns signifikant minskande trender på fårskviktsbasis enbart i Bottenhavet sett över hela tidsperioden. De högsta koncentrationerna har uppmätts i strömmingsmuskel från Bottenhavet. Lägst halter finns i sill från Västerhavet.



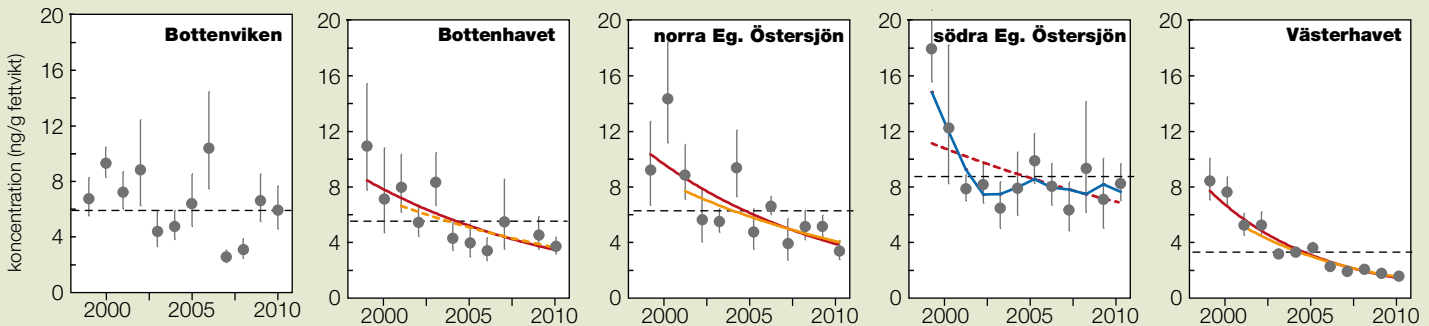
Gränsvärdet för dioxiner är satt för livsmedel och det råder oenigheter inom EU om ifall detta gränsvärde verkligen skyddar den känsligaste arten i ekosystemet som förmodligen är en toppredator. Koncentrationerna av dioxiner i strömming ligger under livsmedelsgränsvärdet i både Östersjön och Västerhavet med undantag för strömmingsmuskel från Gaviksfjärden i norra Bottenhavet som ligger strax över gränsvärdet.

Resultaten skiljer sig något från de som presenteras i föregående artikel. Det beror på att provtagningen inom miljöövervakningen sker i referensområden, det vill säga områden som inte påverkas av lokala källor. Dessutom kan det vara så att faktorn som används för att räkna upp muskelvärdena till värden som representerar konsumtion (alltså även skinn och fett inunder det) möjligen är underskattad och då ger ett lägre värde.

DIOXINER I STRÖMMINGSMUSKEL



BROMERADE FLAMSKYDDSMEDEL (BDE-47) I STRÖMMINGSMUSKEL

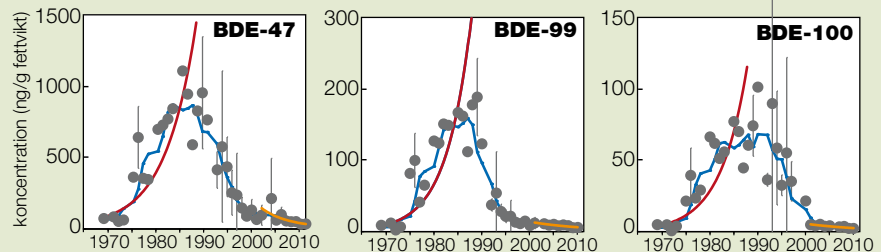


Bromerade flamskyddsmedel

PBDE (polybromerade difenyletrar) är flamskyddsmedel som används i exempelvis plaster och textilier. PBDE:er förekommer i olika blandningar – penta-, okta- och deka-BDE. De är alla svårnedbrytbara, men hur giftiga de är och hur snabbt de ackumuleras varierar. Penta- och okta-BDE har inom EU varit förbjudna över en viss halt i kemiska produkter och varor sedan 2004. År 2006 utökades förbudet till att gälla också elektronik och i detta förbud inkluderades även deka-BDE. I fisk är framför allt PBDE-kongenerna BDE-47, BDE-99 och BDE-100 vanliga. Under 1970-talet ökade användningen av PBDE och några år senare syntes tydligt att halterna i miljön ökat.

Halterna av lågbromerade flamskyddsmedel, exempelvis BDE-47 och BDE-99, har med några få undantag minskat sedan början av 1990-talet. Det visar mätningar i både sillgrissleägg, sill/strömming, blåmussla och torsk från både Västerhavet och Östersjön. Däremot var halterna i strömming från Östersjön nästan

BROMERADE FLAMSKYDDSMEDEL I SILLGRISLEÄGG



➔ BDE minskar i sillgrissleägg. Notera de olika skalorna.

dubbelt så höga som i sill från Västerhavet. Allra högsta halter av BDE-47 fanns i vår fångad strömming från södra Bottenhavet. Koncentrationerna i Östersjön av de lågbromerade flamskyddsmedlen sjönk nästan lika snabbt som de ökat, vilket syns tydligt i sillgrissleäggen.

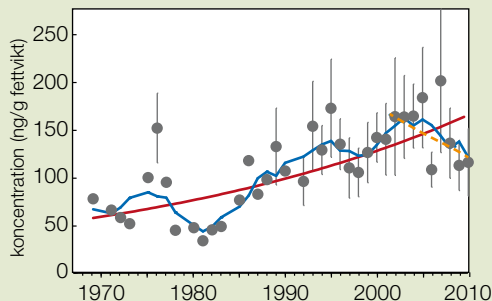
Trots den snabba minskningen överskrider koncentrationen av BDE-47 i strömmingsmuskel från Östersjön det föreslagna gränsvärdet. Det föreslagna gränsvärdet är satt för summan av ett antal BDE kongener i både Östersjön och Västerhavet.

Hexabromcyklododekan (HBCDD) är

ett annat flamskyddsmedel. Det betraktas som svårnedbrytbart, bioackumulerande, är mycket giftigt för vattenlevande organismer och kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön. HBCDD används fortfarande, men finns med på EU:s lista över ämnen som bör begränsas eller fasas ut.

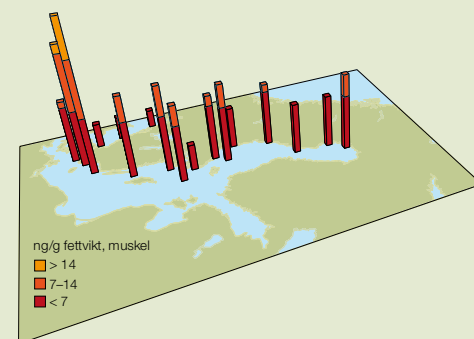
HBCDD minskar signifikant i strömming (se sidan 87) och torsk från Västerhavet, men i strömming från Östersjön syns inga trender. Tidsserierna i sillgrissleägg och torsk från Östersjön visar däremot signifikant ökande trender över hela tidsperioden (se sidan 87). Men för sillgrissleägg

HBCDD I SILLGRISLEÄGG

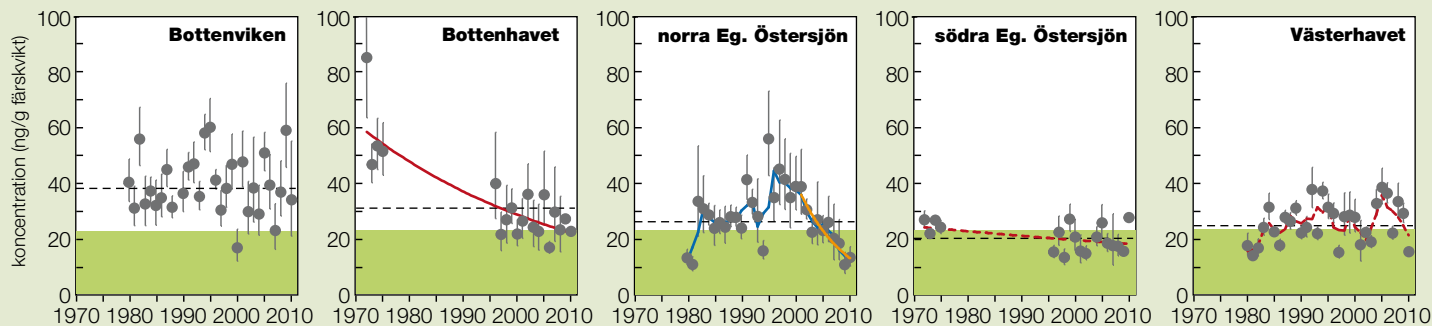


syns en svagt nedåtgående trend de senaste tio åren ($p < 0,2$). Halterna av HBCDD i strömmingsmuskel är högre i Östersjön än i Västerhavet. De högsta halterna finns i södra Egentliga Östersjön. Koncentrationerna av HBCDD i strömmingsmuskel från både Östersjön och Västerhavet ligger över hundra gånger lägre än det föreslagna gränsvärdet, som satts för att skydda djur längre upp i näringsväven från förgiftning.

HBCDD I STRÖMMINGSMUSKEL



KVICKSILVER I STRÖMMINGSMUSKEL



Figuren visar prover tagna under våren från Bottenhavet och södra Egentliga Östersjön.

Tungmetaller

Kvicksilver, bly och kadmium är utpekade som särskilt farliga ämnen i det nationella miljö kvalitetsmålet giftfri miljö. Halterna av bly i fisk har minskat både i insjöar och i Östersjön sedan det försvann som tillsats i bensin. Kadmium och kvicksilver har inte minskat på samma sätt.

Gränsvärdena för kvicksilver, kadmium och bly är satta för koncentrationer i helkropp medan de mäts i muskel (Hg) och lever (Cd, Pb). Under 2011 och 2012 gjordes en pilotstudie på abborre och strömming för att kunna översätta halterna av kvicksilver i muskel och kadmium och bly i lever till helkropp och därmed kunna jämföra halterna som mäts med det satta gränsvärdet. Omräkningsfaktorerna används i denna artikel, men pilotstudien gjordes enbart på ett fåtal prov, så resultatet måste tolkas med försiktighet.

Kvicksilver

I Sverige har kvicksilver varit förbjudet inom massindustrin sedan 1966 och sedan 1998 finns ett totalförbud. Allt för att begränsa spridningen av denna giftiga tungmetall.

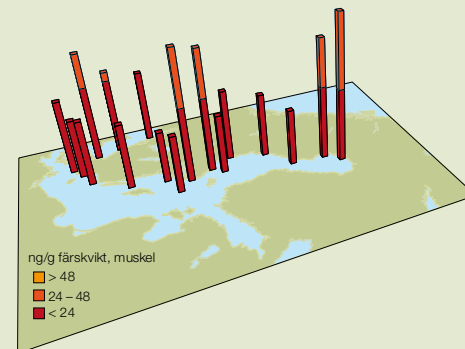
Kvicksilverhalterna har minskat i strömming från Ängskärsklubb i södra Bottenhavet och halverats i sillgrissleägg sedan 1970-talet. Däremot syns ingen minskning på de övriga lokalerna. Kvicksilverhalterna är i allmänhet något högre i norra Egentliga Östersjön, Bottenhavet och Bottenviken än i södra Egentliga Östersjön och i Västerhavet, med undantag för ett fåtal lokaler. De högsta koncentrationerna hittas i strömmingsmuskel från Harufjärden (Bottniska viken) och Lagnö (norra Egentliga Östersjön).

Koncentrationerna av kvicksilver i havet är lägre än i sötvatten, men ligger i strömmingsmuskel nära eller något över det föreslagna gränsvärdet både i Östersjön och Västerhavet. Gränsvärdet är satt för att

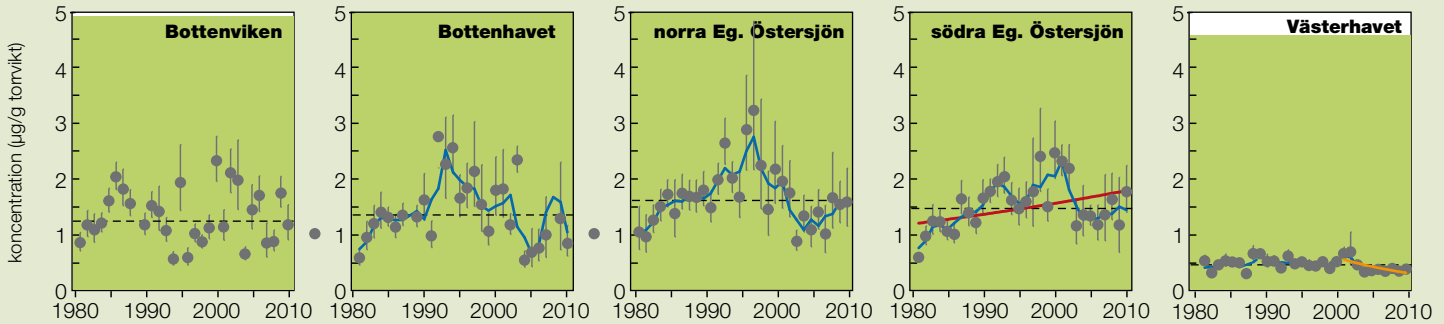
skydda djur längre upp i näringsväven från förgiftning och är omräknat något för att anpassas till muskelkoncentrationer.

I Sverige antas den naturliga bakgrundskoncentrationen av kvicksilver vara betydligt högre än i många andra europeiska länder, vilket troligen beror på sammansättningen av den svenska berggrunden. Det diskuteras därför om gränsvärdet ska anpassas för Sverige eftersom det är möjligt att vi aldrig kommer att komma under det gränsvärde som gäller idag.

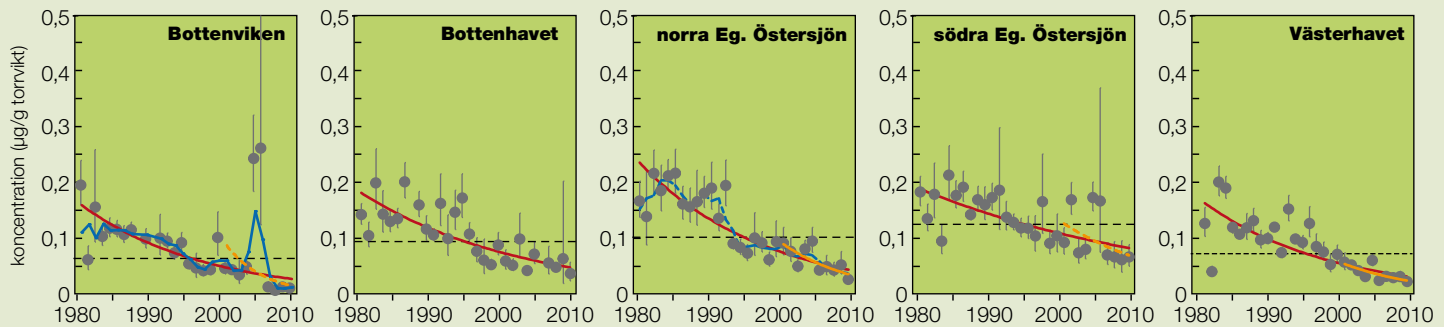
KVICKSILVER I STRÖMMINGSMUSKEL



KADMIUM I STRÖMMINGSLEVER



BLY I STRÖMMINGSLEVER



➤ Gränsvärdena för både kadmium och bly är satta för att skydda djur högre upp i näringsväven från förgiftning. Det är omräknat för att anpassas till leverkoncentrationer och resultaten bör tolkas med försiktighet innan kvoten lever/helkropp verifieras ytterligare.

Kadmium

Kadmium är ett annat ämne där man försökt minska utsläpp genom olika förbud och åtgärder. Det har varit förbjudet vid galvanisering och som termisk stabilisator sedan 1982, och sedan 1987 har kadmiumbatterier belagts med en avgift. 1993 kom restriktioner för kadmium i konstgödsel med successivt höjda avgifter. Sverige fick ett tidsbegränsat undantag att behålla svenska regler vid inträdet i EU, men undantaget gick ut 2009. Sverige följer nu kadmiumbegränsningarna som finns inom REACH, EU:s förordning om kemikalier.

Trots åtgärderna minskar inte kadmium i miljön på samma sätt som de organiska miljögifterna. För femton år sedan ökade koncentrationen i fisk från Östersjön i stället kraftigt. De senaste tio åren har halterna åter minskat, men fortfarande är de högre än i början av 1980-talet vid ett flertal lokaler. Orsakerna till detta är ännu inte klarlagda.

Kadmiumkoncentrationerna är något högre i strömmingslever i Bottenhavet än i övriga delar av Östersjön och på västkus-

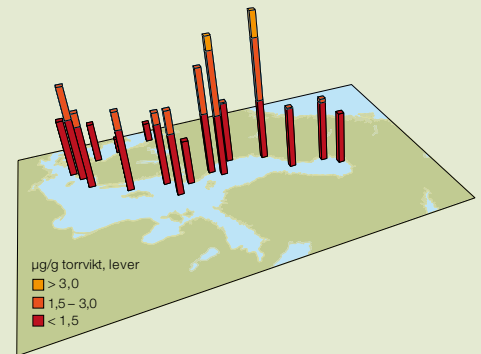
ten. Biotillgängligheten av kadmium ökar med sjunkande salthalt. Det här borde innebära att koncentrationerna i fisk ökar norrut och är som högst i Bottenviken, förutsatt att belastningen är konstant. Men så är det inte, och inte heller här är orsakerna klarlagda.

Koncentrationen av kadmium i strömmingslever ligger ändå cirka tre gånger lägre än det föreslagna gränsvärdet både i Östersjön och på västkusten.

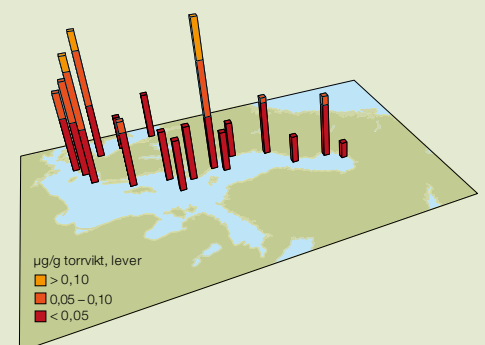
Bly

Blyhalter i bensin har reglerats i lagstiftningen sedan 1970, och 1995 förbjöds ämnet helt i bensin. Halterna i strömmingslever har minskat sedan början av 1980-talet med tre till sex procent per år. Halterna är något lägre i sill/strömming från västkusten än i Östersjön med några få undantag. Högst halter i strömmingslever hittas i södra Egentliga Östersjön och vid Ängskärsklubb i södra Bottenhavet. Koncentrationen av bly i strömmingslever ligger cirka sju gånger lägre än det föreslagna gränsvärdet både i Östersjön och på västkusten.

KADMIUM I STRÖMMINGSLEVER



BLY I STRÖMMINGSLEVER



Förändringar i fiskhälsa

– orsaker söks på bred front

NIKLAS HANSON, ÅKE LARSSON, LARS FÖRLIN & JARI PARKKONEN, GÖTEBORGS UNIVERSITET
ELISABETH NYBERG & ANDERS BIGNERT, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET

Kustfiskens hälsa har blivit allt mer påverkad under de senaste 20–25 åren. Mycket tyder på att det beror på miljögifter. Samtidigt minskar halterna av de miljögifter som övervakas i samma fiskar. Det tyder på att det är andra, kanske okända, miljögifter som ligger bakom. I ett nytt samverkansprojekt ska man försöka ta reda på orsakerna.

■ Den totala produktionen av kemikalier i världen har på hundra år ökat från mindre än 1 miljon ton till över 400 miljoner ton per år. Många av dessa kemikalier har miljöfarliga egenskaper; de är giftiga, persistenta och bioackumuleras i näringsväven. För att förhindra att giftiga kemikalier släpps ut i koncentrationer som kan orsaka miljöskador genomförs något som kallas ekologisk riskbedömning.

Ett verktyg med brister

I den bästa av världar skulle ekologisk riskbedömning vara tillräckligt underlag för att skydda miljön från påverkan av kemikalier. Tyvärr fungerar det inte riktigt så. Det är ett trubbigt verktyg som ofta leder till felaktiga bedömningar. Bristerna är till stor del kopplade till att man i riskbedömningen utgår från standardiserade korttidsförsök på laboratoriet där enstaka arter utsätts för ett ämne i taget. I naturen handlar det om långtidspåverkan av flera olika kemikalier för många arter i en varierande miljö.

Ett annat problem är att långt ifrån alla kemikalier riskbedöms. EU:s kemikalielagstiftning (REACH) kräver till exempel bara ekologisk riskbedömning för de kemikalier som produceras eller importeras i större mängder än 10 ton per år. Sammantaget kan man säga att vi vet mycket om ett fåtal



Världens totala produktion av kemikalier har på hundra år ökat med flera hundra miljoner ton.

Foto: Shutterstock

ämnen, lite om många och inget om de flesta. Därför finns det en uppenbar risk att miljöfarliga kemikalier slinker igenom riskbedömningen.

Screening och löpande övervakning

Många kemikalier som används i samhället riskerar att på ett eller annat sätt släppas ut i naturen och så småningom hamna i vattendrag och transporteras till våra kustområden. Miljögiftsövervakningen i kust och hav är ett instrument som kan fånga upp de kemikalier som missats vid en ekologisk riskbedömning. Övervakningen kan också ge en mer komplett bild av vilka kemikalier som faktiskt når miljön. Eftersom resurserna för miljögiftsövervakning är begränsade går det inte att mäta alla kemikalier varje år. Faktum är att om vi ser till hur många kemikalier det finns på marknaden så är det mindre än 0,1 procent som övervakas regelbundet i Sverige.

För att handskas med situationen används två olika strategier som kompletterar varandra. Den ena strategin är så kallad screening där förekomsten av vissa, särskilt intressanta, kemikalier undersöks genom en eller ett par punktinsatser. Vilka ämnen som undersöks beror på ett flertal faktorer, till exempel toxicitet, persistens, volym, och användnings sätt. Det kan handla om helt nya ämnen eller nya användningsområden för redan kända kemikalier.

Den andra strategin är återkommande mätningar där långa dataserier skapas och förändringar i miljön följs under en längre tid. Resultat från screening kan ofta ligga som grund för vilka ämnen som ingår i den löpande övervakningen. Det är svårt att komma på en strategi som skulle vara bättre än denna, men det går inte att komma ifrån att den har brister.

För att ett ämne skall komma in på listan av kemikalier som ingår i den löpande

övervakningen krävs att det, på ett eller annat sätt, är känt. I praktiken innebär det ofta att ämnet redan är ett bekräftat miljöhot och att åtgärder vidtagits för att minska miljöbelastningen. Det gör att en stor del av övervakningen går åt till att bekräfta koncentrationsminskningar i miljön för ämnen som redan blivit förbjudna eller begränsade. Även om detta är intressant och viktigt så missar vi något annat som också är viktigt, nämligen koncentrationsökningen hos de ämnen som kan bli morgondagens problem.

Nya miljögifter, inte alltid så nya

Med jämna mellanrum identifieras nya ämnen som kan utgöra ett miljöhot. Perfluorerade ämnen (till exempel PFOS) och bromerade flamskyddsmedel (till exempel HBCDD) är några ämnen som tagits in i den löpande miljöövervakningen av kust och hav efter screeningundersökningar. Retrospektiva studier av båda ämnena har visat att de har ökat i naturen under flera årtionden. PFOS har ökat i sillgrisslägg som samlats in från 1968 och framåt (Havet 2011), och HBCDD har ökat i både sillgrisslägg efter 1969 (se tillståndsbedömning, sidan 83) och Östersjötorsk från 1980. Men dessa ökningarna gick alltså inte att visa förrän vi visste vad vi skulle leta efter, och efter att de hade skett. Nu har begränsningar i PFOS- och HBCDD-användningen införts och halterna i miljön har planat ut eller minskat i den löpande miljöövervakningen.



Foto: Shutterstock

Effektövervakning fångar upp okända miljöhot

En möjlighet att komma runt problemet med att vi inte vet vilka kemikalier som är morgondagens hot är att titta direkt på de organismer som kan påverkas av miljögifter, och helt enkelt se hur de mår. Inom miljöövervakningsprogrammet för kust och hav görs detta genom biologisk övervakning av ett antal organismer, till exempel vitmärta, nätsnäcka, havsörn, säl och sillgrisslägg. Inom programmet för

integrerad kustfiskövervakning undersöks hälsostatus hos abborre och tånglake i samma områden, ibland i samma individer, som miljögiftshalter i fisk övervakas.

Övervakningen har nu pågått i över 20 år och visar ett ökande antal tidstrender. Fiskens hälsa ger en bild som till stor del motsäger de minskande halterna miljögifter som mäts i fisken, till exempel har avgiftningenzymet EROD ökat och gonadstorleken hos honor minskat.

EROD är ett avgiftningenzym med känt dos-respons samband för många organiska miljögifter. En minskad gonadstorlek kan ses som en varningssignal för minskad fekunditet (antal ägg/hona) eller försenad könsmognad. Andra variabler som ändrat sig över tiden är bland annat koncentrationen av oorganiska joner i blodet, andelen vita blodceller och blodsockernivån. Totalt är det ett tiotal hälsovariabler som visar på långsiktiga förändringar av fiskens hälsa i kustvatten. Effektbilden är ungefär densamma vid olika referensområden längs Sveriges kust, från Holmöarna i norr till Torhamn i söder, och från Fjällbacka i väster till Kvädöfjärden i öster. Flest statistiskt säkerställda tidstrender syns i Kvädöfjärden, som är det referensområde som har längst dataserier.

Inte persistenta ämnen eller punktkällor

För att miljöövervakningen skall vara ett så användbart verktyg som möjligt är det viktigt att den bidrar med information som kan användas för att ta fram förslag på åtgärder samt en prioritering av dessa. Exempel på användbar information när det gäller påverkan av miljögifter är vilka gifter det är och varifrån de kommer. Historiskt har denna information varit ganska lätt att ta fram eftersom påverkan ofta har kunnat kopplas till ett visst persistent ämne, till exempel DDT och PCB, eller en specifik punktkälla, som en industri.

När det gäller den observerade påverkan på kustfisk i referensområden är det inte lika lätt. De persistenta ämnen som övervakas är alla kända och begränsade sedan en lång tid tillbaka och visar i de flesta fall stabilt minskande halter. Att det skulle vara något eller några av dessa ämnen som plötsligt lett till försämrad fiskhälsa i referensområden idag är därför inte troligt. Det är inte heller troligt att det skulle bero på en specifik punktkälla i närområdet eftersom

referensområdena inte ligger nära vare sig större industrier eller större samhällen.

PAH:er del av problemet

Flera hypoteser som kan förklara den försämrade fiskhälsan har diskuterats, men det har saknats resurser för att göra några större ansatser för att ta reda på orsaken. Begränsade uppföljningsstudier har visat att det i Kvädöfjärden finns ett samband mellan EROD-aktivitet i levern och halten av PAH (mätt som metaboliter i galla), samt mellan EROD-aktiviteten och flödet i Vindån, som rinner ut i Kvädöfjärden. Resultaten antyder att det skett en ökad PAH-exponering i Kvädöfjärden på grund av ökad landavrinning.

Många PAH:er kan orsaka skador på fisken, men de ansamlas inte i vävnader eftersom fisk effektivt omvandlar och gör sig av med dem. Istället har PAH:er analyserats i musslor från Kvädöfjärden sedan 2003, och retrospektivt sedan 1987. De flesta PAH-halter har minskat under denna period, men det finns undantag. Ett intressant exempel är benzo(a)antracen som ökat de senaste åren (Havet 2011). Det är ett ämne som uppstår vid förbränning, till exempel i bilmotorer. Eftersom provtagningen sker i september kan man tänka sig att PAH:er ansamlas längs vägarna under de torrare sommarmånaderna och sedan förs ut till havet på sensommaren och hösten då det regnar mer. Ett försämrat siktdjup i Kvädöfjärden tyder också på en ökad avrinning av humusämnen eller löst organisk material. Detta skulle kunna bidra till en ökad transport av ämnen som binder till organiskt material, till exempel vissa metaller och PAH:er.

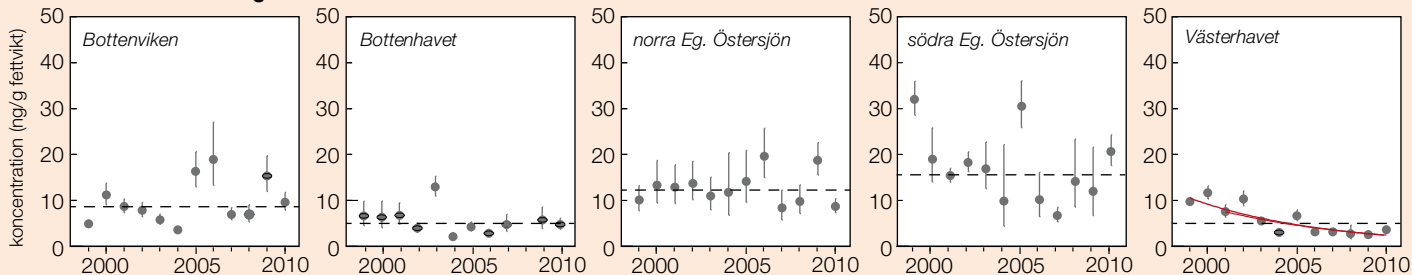
Sammantaget finns det mycket som tyder på att det är en komplex blandning av kemikalier som sprids till våra kustområden och påverkar fiskens hälsa, samt att PAH:er kan vara en viktig del av denna blandning. Det går inte heller att utesluta att andra faktorer, som till exempel temperatur och giftalger, påverkar och kan bidra till den försämrade hälsan hos fisk.

Nytt projekt med bred front

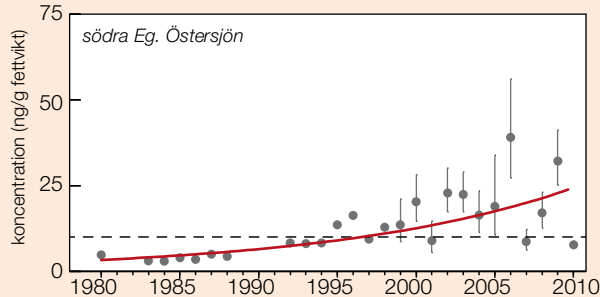
Under 2012 har Göteborgs universitet, och Naturhistoriska riksmuseet fått medel från Havs- och vattenmyndigheten för att genomföra fördjupade analyser av befintliga data och uppföljande studier för att hitta en förklaring till den försämrade fiskhälsan.

MILJÖGIFTSPÅVERKAN HOS KUSTFISK

HBCDD i strömmingsmuskel



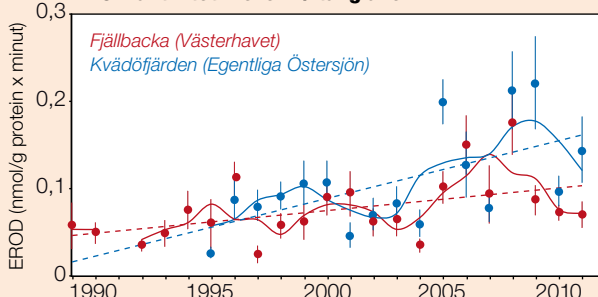
HBCDD i torsklever



Det bromerade flamskyddsmedlet HBCDD togs med i den löpande miljöövervakningen i slutet av 1990-talet och har sedan dess analyserats i strömmingsmuskel årligen. Denna övervakning har visat på stabila eller minskande halter. Streckad linje visar periodens medelvärde. Röd linje är regressionslinje.

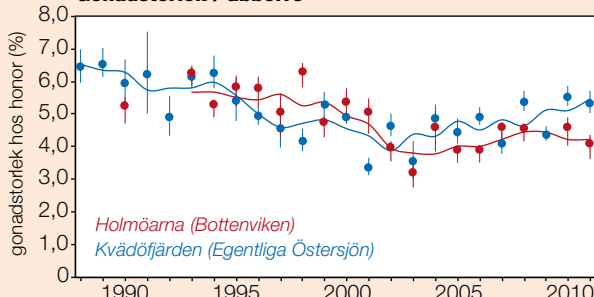
Retrospektiva analyser av torsklever från södra Egentliga Östersjön har visat att det bromerade flamskyddsmedlet HBCDD har ökat i miljön sen början av 1980-talet.

EROD-aktivitet i levern / tånglake



Aktiviteten av avgiftningenzymet EROD i levern hos tånglake har ökat under 20 års miljöövervakning. Trender i Kvädöfjärden och Fjällbacka.

Gonadstorlek / abborre



Not: De heldragna linjerna visar glidande medelvärde (3 år).

Den relativa gonadstorleken (GSI) har minskat sen slutet av 1980-talet. Figuren visar trenderna för abborre vid Holmöarna och Kvädöfjärden.

Arbetet kommer att fokusera på referenslokalen Kvädöfjärden och sker i samarbete med Länsstyrelsen i Östergötland.

Som en viktig del i arbetet kommer vattenströmmarna i området att studeras för att ringa in varifrån det är mest sannolikt att miljögifter som når Kvädöfjärden kommer. Med utgångspunkt från detta kommer miljöfarliga verksamheter, förorenad mark, markanvändning, vägnät, fysiska ingrepp och avrinning från land att kartläggas. Sammantaget ska detta ge en säkrare bild av vilka vägar som kemikalier kan ta för att nå fisken i Kvädöfjärden. Data från regional miljögiftsövervakning, i mussla och sediment, kan också bidra till att hitta förorenade områden och källor till diffus spridning av kemikalier. Som ett komplement till befintliga data kan det även bli aktuellt med utvidgad provtagning av sediment i Kvädöfjärden, till exempel vid

Vindåns utlopp. Det kan ge information om belastningen i Kvädöfjärden i förhållande till närliggande områden samt om halterna är högre närmare det som kan antas vara källor till diffus spridning av kemikalier.

Det finns redan data som tyder på att miljögifter når Kvädöfjärden via landavrinning. Därför kommer stor vikt att läggas på att jämföra effekter på fiskarnas hälsa med nederbörd och flödet i Vindån under olika långa perioder före provtagningsveckan i september. En fördjupad litteraturstudie kommer också att genomföras för att ta reda på om det finns information om liknande effekter orsakade av kemikalier som saknas i miljöövervakningen.

Målsättningen är att det breda utredningsarbetet ska upptäcka vilka kemikalier som ligger bakom effekterna. Genom mätningar på historiskt material går det förhoppningsvis sedan att retrospektivt

undersöka om dessa ämnen ökat i takt med att hälsoeffekterna hos kustfisken blivit allt allvarigare. Därefter blir det möjligt för beslutsfattare att ta ställning till om åtgärder behöver vidtas för att minska problemet.

LÄSTIPS:

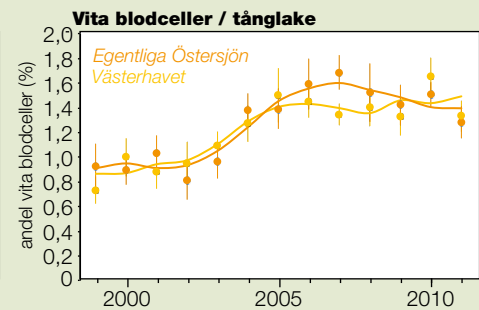
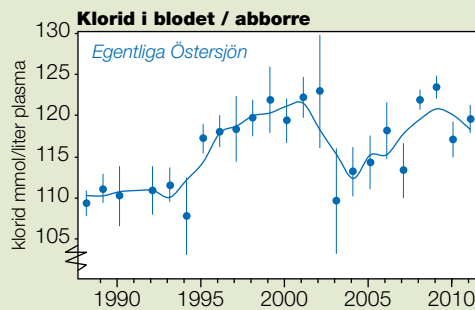
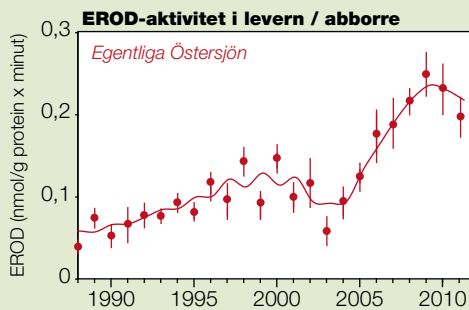
Hanson N, Stark JD. 2012. *A comparison of population level and individual level endpoints to evaluate ecological risk of chemicals*. Environmental Science and Technology 46: 5590–5598

Hanson N, Förlin L, Larsson Å. 2009. *Evaluation of long term biomarker data from Perch (Perca fluviatilis) in the Baltic Sea suggest increasing exposure to environmental pollutants*. Environmental Toxicology and Chemistry 28:364–373

Hanson N, Persson S, Larsson Å. 2009. *Analyses of perch (Perca fluviatilis) bile suggest increasing exposure to PAHs and other pollutants in a reference area on the Swedish Baltic coast*. Journal of Environmental Monitoring 11:389–393

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

KUSTFISKARS HÄLSA



Från god hälsa till problem

För 25 år sedan startade hälsoundersökningar av abborre i det nationella referensområdet Kvädöfjärden. Undersökningarna har därefter utökats till andra referensområden och ytterligare en fiskart, tånglake.

Från starten och fram till mitten av 1990-talet visade undersökningarna relativt stabila värden för de flesta hälsovariabler. Det var en väntad situation i våra referensområden, som förväntas vara relativt opåverkade. Men därefter har signifikanta förändringar successivt börjat uppträda för allt fler hälsovariabler hos båda fiskarterna. Idag visar undersökningarna i referensområdena att kustfisken i ökande grad exponeras för och påverkas av kemiska ämnen.

Tydlig exponering

Aktiviteten för avgiftningensenzymet EROD i lever har gradvis ökat hos fisk i samtliga referensområden. I Kvädöfjärden har EROD hos abborre ökat cirka fem gånger och i Torhamn cirka tre gånger. Hos tånglake i Fjällbacka och Kvädöfjärden, samt hos abborre vid Holmön är inte ökningen lika kraftig, men visar ändå en klart signifikant trend över tiden.

EROD-ökningen kan vara ett resultat av att fisken är exponerad för potenta kemikalier av typen PAH:er eller ämnen med dioxinlika effekter. Analyser på blåmusslor visar att koncentrationen av till exempel benzo(a)antracen (PAH) ökar i Kvädöfjärden.

Även aktiviteten av enzymerna glutathionreduktas (GR) och glutationtransferas (GST) i levern visar på en miljögiftsexponering. Ökningen av GR tyder på en förhöjd oxidativ stress hos fisken som troligen beror på en ökning av reaktiva ämnen (ofta syreradikaler) i cellerna.

Bred och komplex symptombild

De signifikanta tidstrenderna för flera hälsovariabler i alla referensområden hos både tånglake och abborre visar en bred och komplex symptombild. Tydligast ses den hos abborre i Kvädöfjärden som har tio påverkade variabler. Variablerna visar påverkan på många fysiologiska funktioner: förminskade könskörtlar med färre ägg hos honorna, inducerat avgiftningssystem, ökad oxidativ stress, stimulerat immunförsvar, minskad nybildning av röda blodceller, samt påverkad saltreglering och ämnesomsättning.

Vad orsakar hälsoeffekterna?

Det är svårt att göra tydliga kopplingar mellan påvisade effekter och halter av de miljögifter som idag mäts i kustfisk. De tydliga effekterna på individnivå har hittills inte heller kunnat kopplas till förändringar på populations- och beståndsnivå.

Den breda symptombilden överensstämmer inte heller med effekter av kända enskilda miljögifter utan påminner mer om effekter man kan se hos fiskar i komplext förorenade områden, till exempel i Göteborgs hamn. Därför är det sannolikt samverkans effekter av flera olika kemiska ämnen som orsakar en försämrad hälsa hos kustfisken.

Utmaning

Eftersom symptomen berör flera viktiga fysiologiska funktioner är det angeläget att kartlägga orsakerna till effekterna på individnivå innan eventuella effekter visar sig på populations- och samhällsnivå. Sådana uppföljande studier har påbörjats under 2012. Detta är en svår uppgift. Hur skall man hitta rätt bland den mångfald av kända och okända kemiska ämnen som släpps ut i våra kustvatten? Läs mer om ett påbörjat projekt om detta på sidan 85.

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

+++/- = stark signifikant tidstrend ++/- = signifikant tidstrend +/- = tydlig tendens/tidigare förändring 0 = ingen tidstrend/tendens

➤ Signifikanta tidstrender syns för allt fler hälsoindikatorer hos kustfisk i nationella referensområden. Tabellen visar en komplex symptombild som innefattar påverkan på sex centrala fysiologiska funktioner hos fisken.

TBT-forskning ger bättre hantering av förorenade sediment

MARINA MAGNUSSON, MARINE MONITORING AB & PER-OLOF SAMUELSSON, STENUNGSUNDS KOMMUN

De senaste tio åren har allvarliga störningar i könskaraktären hos snäckor observerats i våra vatten. Störningarna orsakas av giftiga, organiska tennföreningar som tidigare fanns i båtbottnfärger. På senare år har flera studier i både sediment och snäckor genomförts för att dokumentera effekten av organiska tennföreningar. Studierna visar på kraftigt förhöjda halter av TBT, framför allt i sedimenten vid de spolplatser som ofta finns där småbåtar tas upp ur vattnet.

■ I samband med att fritidsbåtar tas upp inför vintern är det vanligt att de spolas av, ofta direkt på kajen och ibland på en spolplatta som många gånger saknar rening. Tvättvattnet inklusive rester från båtbottnfärger hamnar då direkt i havet. Även vid själva båtuppläggningsplatsen sprids TBT till miljön. Här har skroven blåstrats, skrapats och målats i årtionden med giftig båtbottnfärg.

Få småbåtsvarv eller marinor har en spolplatta, alternativt en särskild plats, där färgspill och slipdamm tas om hand och renas. Istället sköljs det slutligen ned i vattnet, bland annat med hjälp av regnvatten. En spolplatta med slamavskiljare och efterföljande filtrering är därför alltid att föredra eftersom det minskar gifthalterna i spillvattnet avsevärt.

Flera faktorer påverkar

Det är svårt att bedöma exakt hur långt från en hamn som påverkan av organiska tennföreningar avtar. Strömmar och vågrörelser spelar sannolikt en viktig roll. Även marinans placering och typ av sediment är av betydelse. TBT binds lättare till leriga, finkorniga sediment än till sand och grusbottnar.

Är marinan belägen i ett skyddat område med liten vattengenomströmning ökar risken för ansamling av TBT ytterligare, vilket i sin tur kan leda till en ökad miljö-

påverkan. Studier har visat att avtagande halter och effekter i nätsnäckor kan förväntas cirka 300–1200 meter från punktkällan, allt beroende på de förhållanden som nämnts ovan och hur pass förorenat området är.

TBT finns också i naturhamnar

Studier av både sediment och snäckor i ett antal naturhamnar både på västkusten och ostkusten visar också på förhöjda halter av TBT. Organiska tennföreningar förekommer även i musselvävnad långt ute vid Natura 2000-områdena Hoburgs bank och Norra Midsjöbanken, söder om Gotland. Halterna är i många fall inte extremt höga men att de påträffas i lugna skyddade områden, viktiga för både fiskars och fåglars fortplantning, gör det desto allvarligare.

☛ Småbåtar tas ofta upp och spolas av direkt över vattnet.

Sediment vid Glommens fiskehamn, Falkenberg innehåller höga halter av TBT.



TBT-UNDERSÖKNINGAR LÄNGS KUSTEN

◉ Imposex utanför småbåtshamnar

I Västra Götalands län genomfördes en studie 2011 för att undersöka förekomst av organiska tennföreningar i snäckvävnad samt studera effekten av dessa i form av imposex hos nätsnäckor utanför småbåtshamnar. Syftet var bland annat att få en uppfattning om hur snart effekten av organiska tennföreningar i småbåtshamnar kan tänkas avta.

Imposex hos nätsnäckor undersöktes vid tolv lokaler på västkusten. Flera lokaler nära TBT-kontaminerade småbåtshamnar norr om Stenungsund visade förvånansvärt låga VDSI-värden förmodligen på grund av stark ström, exempelvis Lerskiten, Mjösund och

Kolhättan. De anses alla, ha god ekologisk status enligt EU:s vattendirektiv och Ospar.

Stationerna vid inre och yttre Rockan (öster om Marstrand), visade inte lika låga VDSI-värden även om de minskade ju längre ut från hamnen man kom, Det gällde även TBT-halten i snäckvävnaden.

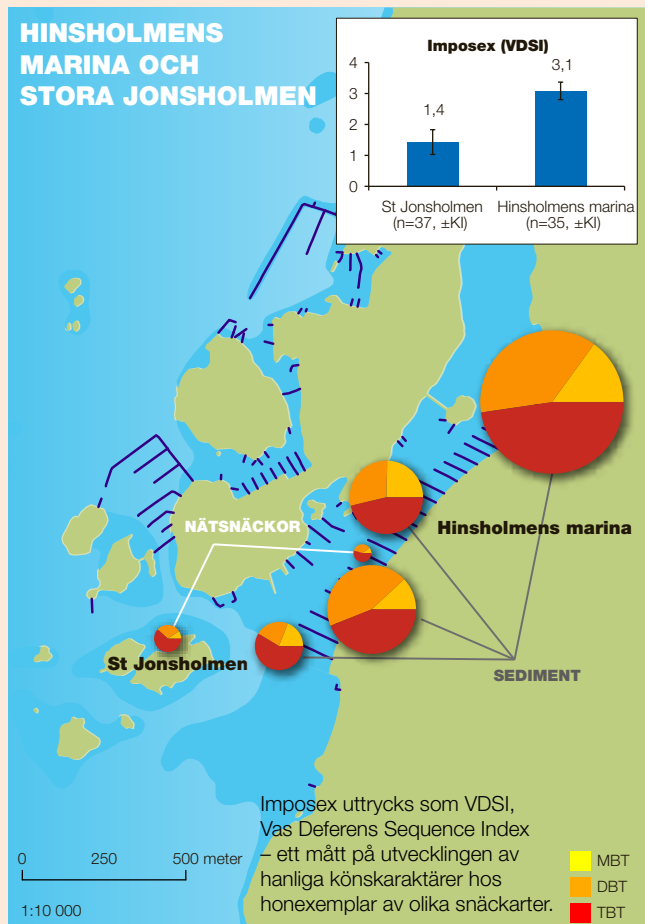
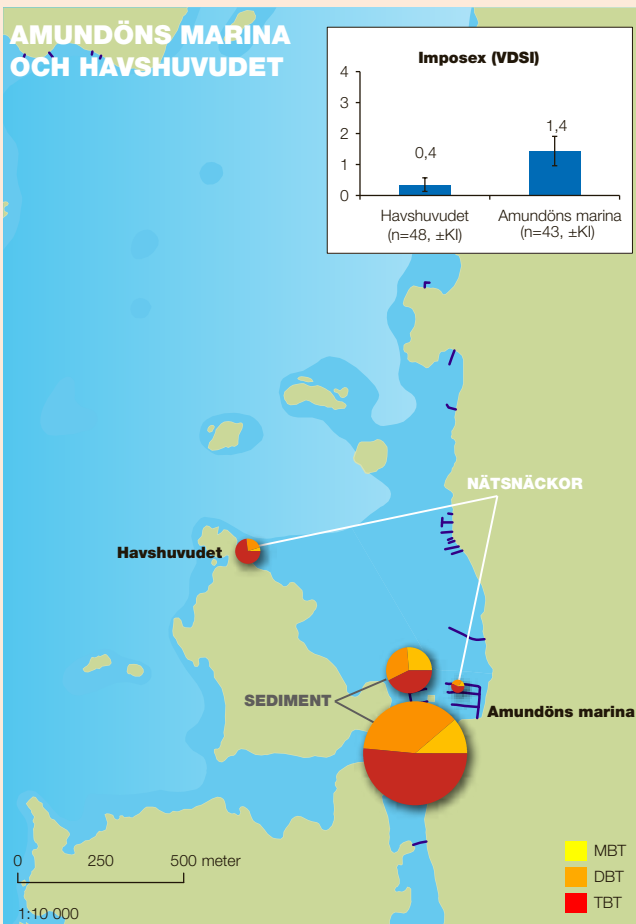
När resultaten från Havshuvudet och Stora Jonsholmen jämfördes med värdena från de närläggna marinorna Hinsholmen och Amundön syntes en signifikant minskning av VDSI. Men TBT-halten i vävnaden var högre vid stationerna längre ut än inne vid själva marinorna. Det här är lite motsägelsefullt eftersom värdena för VDSI är lägre här än inne vid marinorna. Orsaken till detta är ännu okänd.

◉ Pilotprojekt i Mjösund

Gifter på botten i småbåtshamnar kan ses som en miljöskuld. I 20–30 år har vi spolat av båtar och låtit tvättvattnet rinna rakt över kajen utan rening. Men hur får man upp det giftiga sedimentet på land? Som ett led i att ta fram en handledning för sanering av småbåtshamnar gjordes en pilotsanering i Mjösund, inom projektet *Hav möter land*. Denna typ av sanering har tidigare aldrig utförts i liten skala, däremot större saneringar utanför exempelvis pappersbruk.

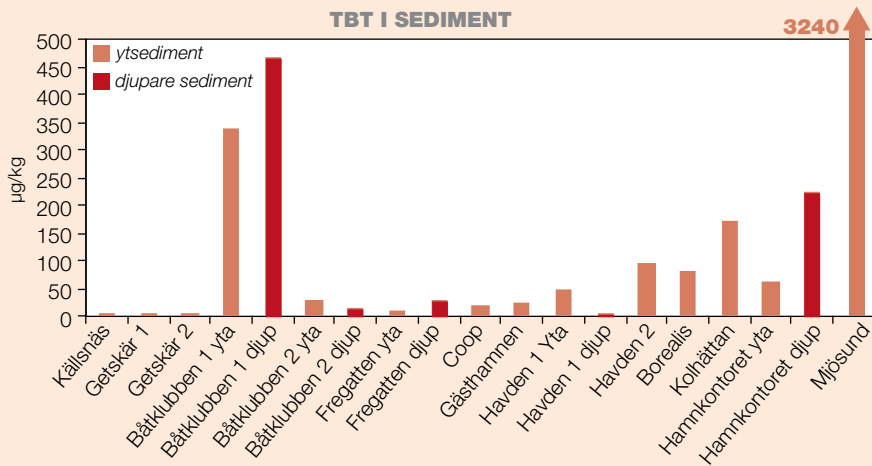
Området muddrades innanför dubbla siltgardiner (gardin av kraftig fiberduk) och det förorenade sedimentet togs upp på land. Därefter täcktes botten med småsten. De förorenade massorna togs om hand på deponi i Häljestorp utanför Vänersborg. Pilotprojektet har på ett praktiskt sätt visat hur man kan gå till väga vid saneringar och vilka fällor och fel man ska undvika.

Foto: Niels Sloth/Biopix



➤ Jämförelser av imposex, halten av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT i snäckvävnad samt sediment inne vid småbåtshamnarna Amundöns och Hinsholmens marina jämfört med lokaler längre ut.

Småbåtshamnar i Stenungsund



↙ TBT i sediment från lokaler i närheten av Stenungsund. På vissa platser är prover tagna både i ytsediment och djupare ned.

Under hösten 2010 undersöktes inom ramen för projektet *Hav möter land*, sedimentet i elva småbåtshamnar i Stenungsunds kommun. Undersökningarna gällde flera miljögifter som både ingår och har ingått i båtbottnfärger, däribland TBT. Provtagningen skedde huvudsakligen i ytsediment och ofta i närheten av hamnens

spolplatta eller lyftkran eftersom det är där man kan förvänta sig mest föroreningar. Analyserna visade att sedimenten framför allt är förorenade av TBT men också av irgarol och koppar. Några av hamnarna var inte särskilt förorenade, medan andra visade på extremt höga halter, till exempel Mjösunds småbåtshamn.

FAKTA

Hav möter land

Hav möter land är ett samarbetsprojekt mellan kommuner, regioner, universitet och statliga myndigheter från Sverige, Norge och Danmark. Det övergripande målet är att etablera gemensamma förvaltningsstrategier för Kattegatt-Skagerrak så att de värden som finns i dessa havs- och kustområden ska kunna nyttjas på ett hållbart sätt. En viktig fråga är hur mycket gifter som finns i småbåtshamnarnas sediment och vilka metoder som man kan använda för att sanera miljöriktigt och kostnadseffektivt.

Imposex i miljöns tjänst

Göteborgs kommun ställer numera krav på att alla småbåtshamnar, som tar upp och spolar av mer än 50 båtar per säsong, ska installera spolplattor med reningsanläggningar. År 2011 undersöktes miljöeffekter i några av hamnarna som relativt nyligen installerat spolplattor med reningsverk. Fem av dessa hade undersökts en gång tidigare innan spolplattan installerades. Resultaten visade att 71–100 procent av de undersökta snäckorna hade någon form av imposex. Miljöstatusklassningen utifrån VDSI-värden varierade från måttlig till dålig. Provtagningen visade ändå en förbättring av VDSI i de flesta hamnarna jämfört med tidigare, även om det är osäkert om förbättringen beror på installationen av spolplattor med reningsverk eller något annat. Förmodligen är det för tidigt att upptäcka någon påverkan på nätsnäckorna i form av imposex, eftersom detta utvecklas i juvenila snäckor och de snäckor som analyserades sannolikt är minst fyra–fem år eller



I Göteborgs kommun är det numera ett krav att alla småbåtshamnar med 50 båtar eller fler installerar spolplattor med rening.

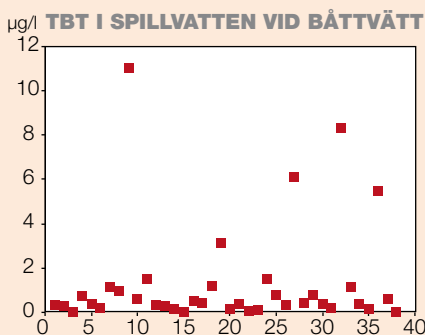
Foto: BMU/Shutterstock

äldre. Men med utökade tidsintervaller kan analyser av imposex i kombination med vävnadsanalys, som speglar ett färskt upptag av TBT, vara gångbara för att följa upp om spolplattor med reningsverk har en

positiv effekt. Analyserna kan även användas för att mäta effekter av andra åtgärder som till exempel saneringsmuddringar i hamnar.

🕒 **Regeringsuppdrag om båtbottevätt gav riktlinjer**

Havs- och vattenmyndigheten har på uppdrag av regeringen kartlagt hur orenat spillvatten från spolplattor, borsttvättar samt båtbottevättar på land påverkar miljön. Det finns över 100 spolplattor längs landets kust. Under hösten 2011 provtogs spillvattnet från spolplattor med olika typer av rening vid 38 marinor. TBT-halterna varierade mellan 0,002 µg/l till 11,00 µg/l vatten, vilket kan jämföras med ett föreslaget miljö kvalitetsvärde på 0,0015 µg/l vatten. Tidigare studier av avborstat material i uppsamlingsbassänger vid båtbottevättar har visat så höga halter som 50 000 µg TBT per kilo torkat sediment. Resultaten har bidragit till att riktlinjer för tvättning av fritidsbåtar fastställdes i augusti 2012. Här framgår det bland annat att ”all tvätt av båtar ska ske över en spolplatta eller i en borsttvätt”. Dessutom pångteras det



➤ Analyser av TBT vid 38 båtbottevättar längs Sveriges kust. Resultaten varierar från 0,002 µg/l till 11,00 µg/l vatten.

att den som bedriver verksamhet som kan befaras påverka miljön eller medföra olägenheter för människors hälsa enligt Miljöbalken, fortlöpande ska planera och kontrollera verksamheten för att motverka eller förebygga sådana effekter.



Foto: Kjell Nordberg

➤ Sannäs båtupptagningsplats, Tanums kommun, där man installerat spolplatta med reningsverk.

Framtida studier

Det finns åtskilliga sedimentbottnar runt den svenska kusten, både nära kusten och i utsjön, med höga halter av TBT. När sedimenten störs och rörs om, exempelvis vid muddring, intensiv båttrafik, kraftiga stormar, frigörs TBT och blir på nytt tillgängligt i näringsväven. Det finns idag inga lokaler där imposex undersökts som visat på ett nollvärde, det vill säga där alla snäckhonor är normala och opåverkade av TBT. Effekterna syns även i grunda vikar, som ofta fungerar som havets barnkammar. Det finns flera områden med förhöjda TBT-halter i sedimenten, exempelvis i naturhamnar och också vid större farleder. Det är angeläget att få en ännu bättre bild av hur det ser ut inne vid småbåtshamnar, men det bör kombineras med undersökningar längre ut från land, vid exempelvis just naturhamnar och farleder. Detta för att med större säkerhet kunna ange vilka utbredda effekter som kan förväntas och därigenom underlätta när tillståndsmyndigheter ska planera saneringsmuddringar eller bestämma hur stora områden som behöver undersökas vid utbyggnad av hamnar. 🐦

FAKTA

TBT och miljöpåverkan

TBT (tributyltenn) är klassat som ett av de prioriterade ämnena i vattendirektivet. TBT förbjöds i båtbottevättar för icke oceangående båtar under 25 meter i Sverige redan 1989. Liknande förbud för båtar över 25 m trädde i kraft i EU under perioden 2003–2007 och sedan 2008 råder ett totalförbud mot TBT i båtbottevättar.

Förbudet har lett till att andra båtbottevättar används men underliggande färglager kan fortfarande ge höga utsläpp och resterna av de organiska tennföreningarna finns fortfarande kvar i sedimentet. Där kan de fortsätta att påverka miljön eftersom de bryts ned mycket långsamt. Organiska tennföreningar binder starkt till partiklar i vattnet och hamnar till slut i botten sedimentet där de ofta förekommer i höga halter, framför allt i hamnar och marinor. Nedbrytningstiden för TBT varierar men i svenska vatten är det normalt med 1–5 år beroende på syretillgång, vid ogynnsamma förhållanden kan halveringstiden i sediment vara så lång som 90 år. Omrörning av sedimenten på grund av exempelvis båttrafik ökar spridningen markant, liksom underhållsmuddringar i hamnar och marinor. Tillståndsgivning för muddring och dumpning styrs ofta av hur mycket TBT som kan finnas på platsen.

För att en acceptabel marin livsmiljö skall kunna upprätthållas är det viktigt att åtgärda de höga sedimenthalterna av bland annat TBT, men även Irgarol och koppar, som återfinns främst vid hamnar och utanför varv. Svenska riktlinjer för TBT i sediment saknas men enligt de norska riktlinjerna får inte muddermassor med mer än 100 mikrogram TBT per kg torrsustans deponeras i havet.

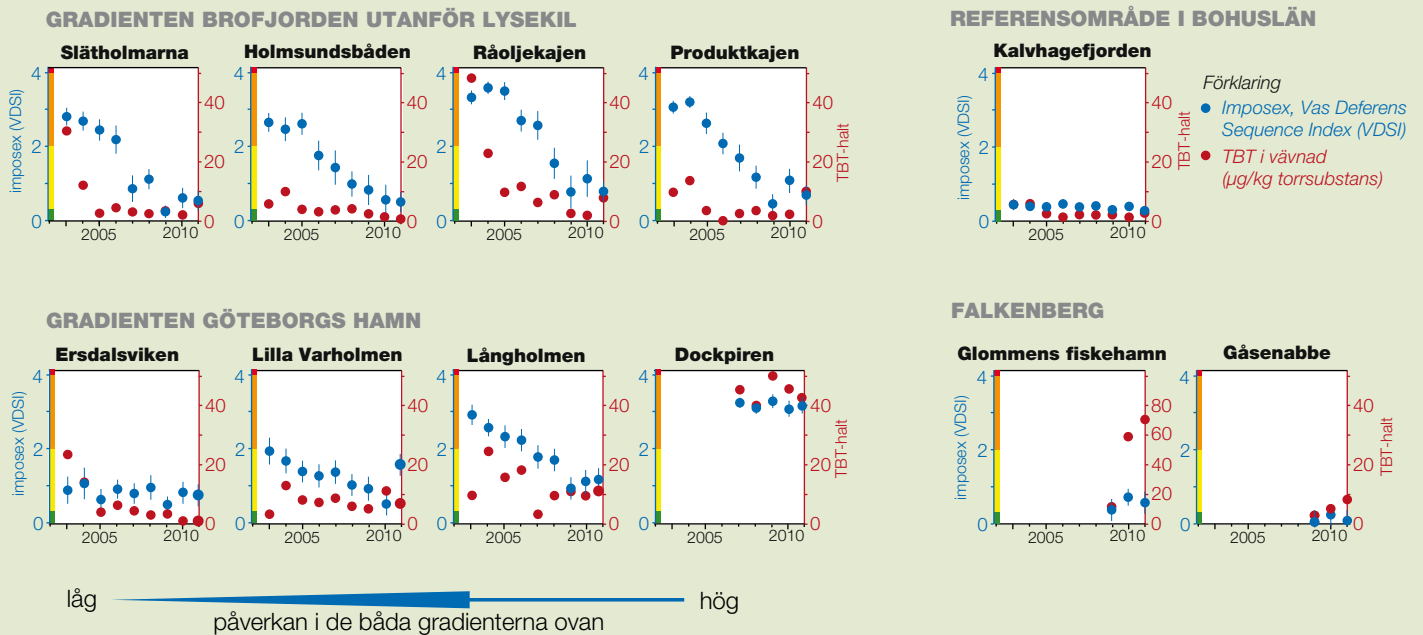
Påverkar många organismer

TBT är mycket giftigt redan vid extremt låga doser. Så små mängder som 1 nanogram per liter havsvatten eller 2000 nanogram per kg sediment kan påverka organismer negativt.

TBT ger upphov till hormonstörningar i nätsnäckor som leder till imposex, något som innebär att honorna börjar utveckla hanliga könsorgan. Förekomsten av imposex är därför en bra indikator på negativa miljöeffekter av TBT.

Ämnet kan även ge andra skador än imposex, till exempel misstänks det påverka sillens stimbeteende, orsaka hög dödlighet hos ostronlarver och även i viss mån påverka viktiga funktioner hos en del däggdjur, exempelvis tumlare.

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



➤ En gradient syns från land och utåt, där belastningen är högre närmare land och avtar ju längre ut proverna tas.

Svenska bedömningsgrunder saknas. De bedömningsgrunder som är framtagna av Ospar kan endast användas för lokalerna på västkusten. Enligt dessa bedöms två lokaler ha god miljöstatus, en otillfredsställande och övriga måttlig status. Gränsen för måttlig status hos nätsnäckor går vid 0,3 VDSI. Vertikala staplar anger 95-procentigt konfidensintervall. OBS. Notera annan skala på Glommens fiskehamn.

Västerhavet

Sedan övervakningen av nätsnäckor började år 2003 har graden av imposex generellt minskat. Men år 2010 sågs en tendens till ökning vid tre av fyra stationer, bland annat vid produktkajen och råoljekajen i Brofjorden. Resultatet från 2011 visar åter på en svag minskning av imposex. Imposex uttrycks som VDSI – Vas Deferens Sequence Index (se sidan 90).

Däremot har halten TBT i snäckornas vävnad fortsatt att öka för andra året i rad. Även vid Långholmen utanför Göteborg syns en svag ökning mellan 2009 och 2010, både för imposex och TBT-halt i vävnad. Ökningen gäller även 2011 års provtagningar, men är inte statistiskt signifikant.

Vid lilla Varholmen utanför Göteborg

ökar VDSI mellan 2010 och 2011, men ökningen avspeglas däremot inte i halten av TBT i vävnad. Vid Dockpiren visar både imposex och TBT-halt fortsatt höga värden, och det är den enda lokalen som klassas som otillfredsställande.

Lokalen vid Gåsenabbe har fortsatt låga nivåer av imposex. Vid 2011 års undersökning analyserades totalt 49 honor, där endast en uppvisade någon form av imposex. Även vid Glommens fiskehamn var effekterna av TBT låga för att vara en fiskehamn. TBT-halten i vävnaden har dock ökat mycket kraftigt de två senaste åren, något som kan leda till ett högre VDSI i framtiden. Hög halt av TBT i snäckans vävnad samtidigt som VDSI-värdet är lågt

beror på att TBT-halten är en ögonblicksbild, medan VDSI snarare är en bild av hur det såg ut när snäckan var liten eftersom imposex anläggs hos den juvenila snäckan. Det innebär också att det ibland kan vara tvärtom, det vill säga att snäckor med låg halt TBT ändå kan ha ett högt VDSI.

Vid tre stationer, bland annat referensstationen, hittades inget TBT i vävnad. Det kan eventuellt bero på bytet av analyslaboratorium eftersom känsligheten hos analysmetoderna kan skilja sig något.

Sammanfattningsvis klassas miljöstatusen endast på två lokaler som god, på en som otillfredsställande och på övriga åtta som måttlig.

Referenslokalen Toseboviken där graden av imposex har minskat de senaste fyra åren.



Foto: Marine Monitoring

Egentliga Östersjön

År 2011 undersöktes imposex hos slamsnäckan *Peringia ulvae* (tidigare *Hydrobia ulvae*) vid totalt 17 lokaler, från Stockholm i norr till Barsebäck i söder. Programmet kompletterades 2011 med en referenslokal till Råå hamn, som ligger vid Salvikens strandängar norr om Lommabukten.

Undersökningarna är inne på sitt fjärde år och imposex förekommer fortfarande vid alla lokaler. Slamsnäckorna blir bara ett par år gamla och det är därför rimligt att anta att snäckor som visar imposex, kontinuerligt exponeras för TBT. Det syns inga tydliga trender för VDSI vid Stockholms-

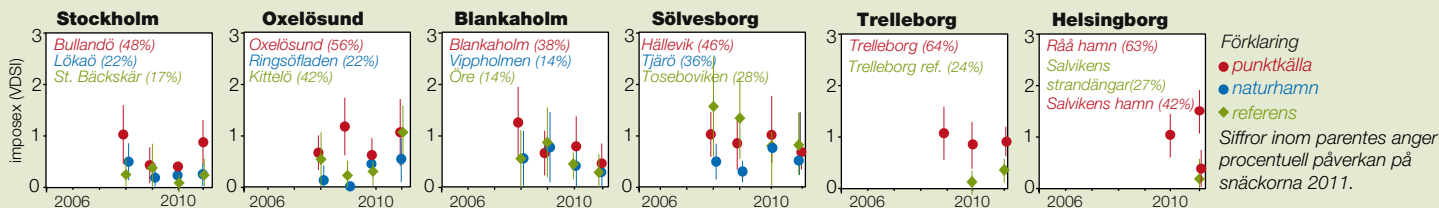
och Oxelösundslokalerna. Möjligen ses en svag nedåtgående trend för lokalerna i Blankaholms skärgård och vid Toseboviken i Blekinge.

Under 2011 varierade andelen påverkade honor stort mellan lokalerna. Vid Vippholmen och Öre var 14 procent påverkade och vid Trelleborgs hamn 64 procent. Generellt finns en tydlig skillnad mellan lokaler vid punktkällor och övriga lokaler. I genomsnitt är mer än hälften av alla honor vid punktkällor påverkade, vilket kan jämföras med cirka en fjärdedel i naturhamnar och referenslokaler.



Foto: Anneli Hillvarsson

➤ På jakt efter slamsnäcka i insamlat material från Toseboviken, Blekinge.



➤ Bedömningsgrunder för slamsnäckor saknas men om gränsen för måttlig status hos nätsnäcka (0,3 VDSI) används även för *Peringia ulvae* innebär detta att 13 av 17 lokaler klassas som måttlig status eller sämre. Vertikala staplar anger 95-procentigt konfidensintervall.

Not: *Peringia ulvae* är inte en lika känslig biomarkör som nätsnäcka. Den kan visa ett lågt VDSI trots att sedimenten innehåller höga halter TBT. Därför anges även påverkan i procent.

Föroreningar försämrar vitmärlans chans att klara syrebrist

MARIE LÖF, ELENA GOROKHOVA & BRITA SUNDELIN, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Östersjön är ett av världens mest förorenade hav. Livet i Östersjön är också starkt påverkat av syrebrist. Experiment visar att vitmärlor klarar variationer i syrebrist sämre om de samtidigt utsätts för förorenat sediment.

■ Djur som lever i havsmiljöer där syrebrist förekommer naturligt är ofta anpassade till att klara perioder av sämre syreförhållanden. Vitmärlan kan sannolikt anpassa sig till syrebrist under begränsad tid. Men hur klarar märkräftorna syrebrist om de samtidigt stressas av förorenat sediment?

Vitmärlorna viktiga i ekosystemet

Vitmärlorna är små kräftdjur som lever i Östersjöns mjuka botten. De är viktiga

för ekosystemet genom att de gräver i sedimentet och äter det som faller ner på botten. På så sätt hjälper de till både med att syresätta det översta sedimentlagret och att recirkulera näring, genom att de är viktig föda för andra större kräftdjur och olika fiskarter. För att para sig och hitta botten med bättre tillgång på mat eller bättre syreförhållanden måste vitmärlorna simma. När de rör sig mellan sediment och vatten på olika djup kan de utsättas för hastiga förändringar av syrehalter.

Syreförhållandena på grunda botten kan också ändras vid omblandning av vattenmassan. Djupa botten påverkas av inflöden av nytt vatten till Östersjön, som kan förbättra syresituationen. Inflöden kan paradoxalt nog också leda till sämre syreförhållanden längre upp i havsbassänger-

na, om dåligt syresatt bottenvatten pressas framför inflödets tunga salta vatten. Sådana förändringar i syrehalter kan leda till att vitmärlorna drabbas av oxidativ stress.

Anpassningar till syrebrist

För vattenlevande djur kan förändringar i vattnets syrehalt alltså ge upphov till oxidativ stress. Det kan låta konstigt men störst risk för oxidativ stress uppstår faktiskt då syrebristen upphör och miljön blir bättre syresatt. Vid syrebrist drar många vattenlevande djur ner på sin ämnesomsättning, precis som däggdjur när de går i ide. När miljön blir syresatt igen ökar ämnesomsättningen och cellerna hinner inte ta hand om alla syreradikaler som produceras och den oxidativa stressen är ett faktum.

Därför har många arter som lever i miljöer med återkommande syrebrist en beredskap för att klara stressen som syresättningen medför. Under perioder med syrebrist ökar de sin försvarsberedskap genom större tillverkning av enzymer som skyddar mot syreradikaler. Då kan de upprätthålla en balans mellan oxidativt försvar och attack och därigenom undvika skador. Men ett sådant försvar kostar energi. Vad händer när djur redan lever under stress, till exempel när de är utsatta för miljögifter? Kan vitmärlor som lever i förorenat sediment klara att skydda sig mot oxidativ stress? Detta undersöktes i experiment utförda av författarna i samarbete med Martin Reutgard, Stockholms universitet och Magnus Lindström, Tvärminne zoologiska station i Finland.

Försvaret aktiveras i förväg

När vitmärlorna utsattes för sjunkande syrehalter i ett relativt rent sediment visa-



De fettrika vitmärlorna lagrar effektivt in organiska miljögifter. Halterna i kräftdjuren är många gånger högre än i sedimentet.

Foto: Niklas Wikmark/Azote

VITMÄRLORNAS STRESS UNDERSÖKT I EXPERIMENT

Vitmärslor samlades in vid Askö i Östersjön och utsattes för varierande syrehalter under 11 dagar i akvarier med genomrinnande brackvatten. I akvarierna hade vitmärlorna antingen ett relativt rent sediment eller ett kraftigt förorenat sediment med höga halter av kvicksilver, kadmium, koppar, bly och zink, samt organiska miljögifter som PAH:er, PCB:er, HCB, alifater och mono-, di- och tributyltenn. Båda sedimenten kom från Östersjön.

I vitmärlorna analyserades bland annat:

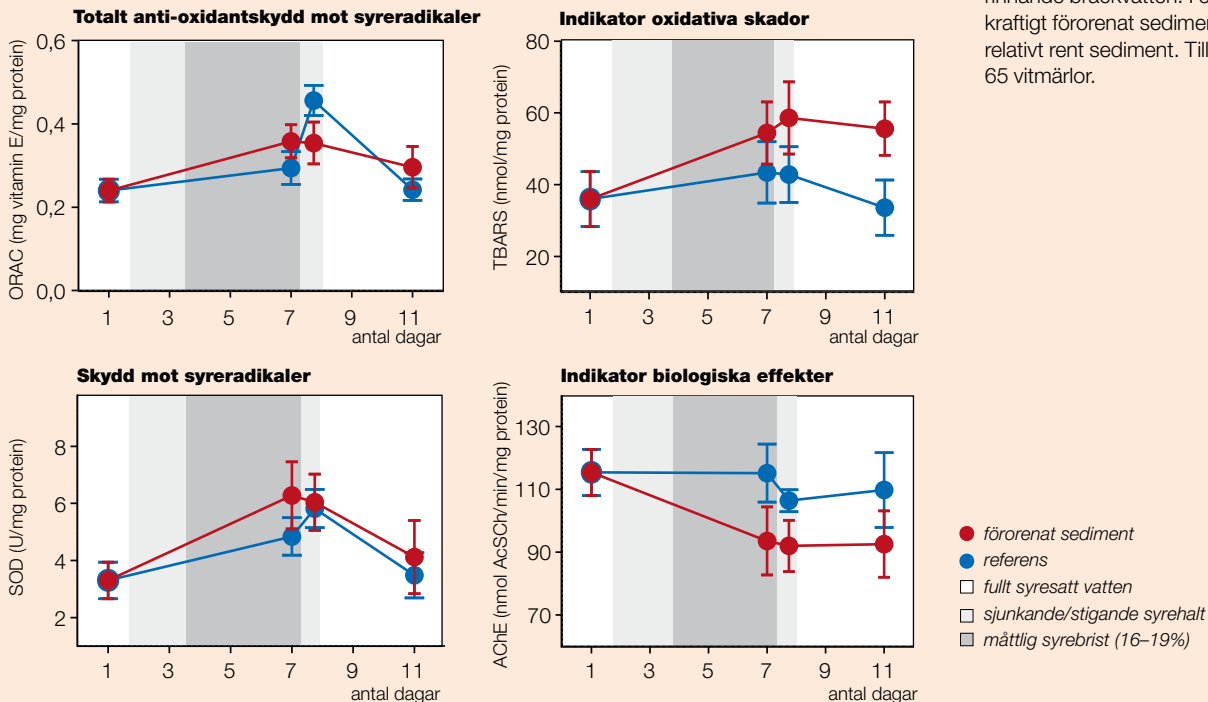
- den totala kapaciteten för absorptions av syreradikaler (ORAC, oxygen radical absorbance capacity), det vill säga förmågan att skydda sig mot oxidativ stress
- enzymet superoxiddismutas (SOD) som skyddar mot syreradikaler
- enzymet acetylkinesteras (AChE), ett viktigt enzym för nervsignaler som påverkas av flera typer av miljögifter
- lipid-peroxidering (koncentration TBARS, thiobarbituric acid reactive substances), det vill säga oxidativa skador på fetter.



Foto: Marie Löf

➤ Experimentuppställning med två akvarier uppdelade i vardera 15 sektioner med genomrinnande brackvatten. I ena akvariet fanns ett kraftigt förorenat sediment och i det andra ett relativt rent sediment. Till varje sektion tillsattes 65 vitmärlor.

REAKTION PÅ FÖRORENINGAR OCH SYREHALTER



➤ Vitmärlorna utsattes för experiment med varierande syrehalter i ett relativt rent respektive kraftigt förorenat sediment. Både vitmärlor och sediment hämtades från Östersjön. Gråskalan visar syremättnaden i vattnet; fullt syresatt vatten (vit), stigande respektive sjunkande syrehalter (ljusgrå), måttlig syrebrist med 16–19 procent syremättnad (mörkgrå). Punkterna visar när vitmärlor togs för analyser av enzymer och andra biomarkörer (fem replikat per tidpunkt och sedimenttyp med 65 juvenila vitmärlor i varje).

Vitmärlornas försvar mot oxidativ stress innebär att i ett relativt rent sediment (blå punkter) leder syrebrist till en ökad aktivitet i enzymet SOD som skyddar mot fria syreradikaler. Den totala kapaciteten för absorptions av syreradikaler (ORAC) ökar också. Både SOD och ORAC ökar ytterligare i kräftdjuren när vattnet syresätts igen. Totalt ökade SOD och ORAC med cirka 65 procent. Försvaret skyddar vitmärlorna mot oxidativa skador och syresättningen leder inte till någon ökning av skadade lipider. Enbart syrebrist påverkar inte enzymet AChE.

När vitmärlorna däremot utsattes för den kombinerade stressen av varierande syrehalt och ett förorenat sediment (röda punkter) med höga halter av tungmetaller och organiska miljögifter, räckte inte det antioxidativa försvaret till. Initialt leder den kombinerade stressen till en större ökning i SOD och ORAC än i det renare sedimentet. Men syresättningen av vattnet leder inte till någon fortsatt ökning av SOD och ORAC och 40 procent av lipiderna skadas. Aktiviteten hos det viktiga enzymet AChE minskar hos vitmärlorna i det förorenade sedimentet.

Noter: U står för units, en enhet som möter specifik aktivitet hos enzymer. AcSch är ett substrat som används för att mäta aktiviteten hos enzymet AChE.

Statistik: Behandlingseffekter testades för varje variabel i envägs- och tvåvägs-ANOVA med syrehalt, sedimenttyp och tid som fixa faktorer samt i Tukeys HSD post-hoc test. Alla skillnader som diskuteras är signifikanta ($p < 0,05$) om inget annat anges. Ökningen i ORAC vid syrebrist i referenssedimentet var nära signifikant ($p = 0,056$).

de det sig att de verkligen hade ett försvar mot den oxidativa stress som en framtida syresättning kan innebära. Under perioden med måttlig syrebrist ökade aktiviteten hos enzymet SOD som oskadliggör fria syreradikaler med 40 procent. Även den totala kapaciteten för absorptions av syreradikaler (ORAC) ökade med 22 procent.

När syrenivåerna sedan hastigt höjdes till fullt syresatt vatten, det vill säga då större mängder syreradikaler uppstår, reagerade vitmärlorna med ytterligare ökad aktivitet i SOD och en nu signifikant ökning av ORAC. Den här försvarsberedskapen skyddade dem, ingen oxidativ stress inträffade som skadade lipiderna: TBARS (oxiderade lipider) hade samma nivåer under hela försöket. Aktiviteten hos enzymet AChE påverkades inte av förändringar i syrenivå i det renare sedimentet. Efter några dagar i fullt syresatt vatten återgick aktiviteten hos SOD och ORAC till samma nivåer som vid försökets start, vilket tyder på att vitmärlorna återhämtat sig.

Föroreningar gör vitmärlan sårbar

Men hur gick det när vitmärlorna utsattes för syrebrist i ett kraftigt förorenat sediment? Inte lika bra tyvärr, med tanke på miljösituationen i Östersjön. Även här sattes vitmärlornas försvarsberedskap igång med en ökad aktivitet i SOD och ORAC under perioden med måttlig syrebrist. Responsen var kraftigare än i det renare sedimentet, vilket är ett resultat av den kombinerade stressen som vitmärlorna utsattes för. Men syresättningen av vattnet ledde inte till någon ytterligare ökning i SOD och ORAC hos dessa kräftdjur, som den gjorde i det renare sedimentet.

När försvaret verkligen behövdes då syret återvände klarade inte vitmärlorna i det förorenade sedimentet av att öka sin kapacitet att oskadliggöra syreradikaler. Den här obalansen mellan oxidativt försvar och attack ledde till oxidativ stress som visade sig i form av en 40-procentig ökning av skadade lipider. Nivåerna hos ORAC och TBARS kom heller inte ner till startvärdena efter några dagar i fullt syresatt vatten. Detta visar att vitmärlorna inte mår lika bra som i det renare sedimentet och ännu inte hunnit återhämta sig. Det kan tyckas vara en liten skillnad, men att producera skyddande substanser mot oxidativ stress, eller reparera skadade molekyler är kostsamt. All energi är värdefull och ska helst använ-

FAKTA

Oxidativ stress

Samtidigt som syre är livsnödvändigt kan det vara skadligt för celler och vävnader. Fria syreradikaler bildas som en sidoprodukt från cellernas ämnesomsättning och bidrar till cellens kommunikation. Men de fria syreradikalerna kan också skada cellen, eftersom de har oparade elektroner och därför har en stark drivkraft att hitta andra molekyler att slå sig ihop med eller ta elektroner ifrån.

För det mesta kan organismen ta hand om och oskadliggöra de aggressiva syreradikalerna. Cellerna har nämligen flera olika försvar mot syreradikaler, så kallade antioxidanter: vitaminer, pigment och olika enzymer som cellen producerar. Oxidativ stress är det som sker när cellens försvar inte räcker till för att ta hand om syreradikalerna, alltså vid en obalans mellan attack och försvar. Då skadar syreradikalerna viktiga molekyler i cellerna, som DNA, proteiner och lipider. En skadad lipid, en fett-molekyl, förändras och kan i sin tur "smitta" andra lipider så det uppstår en kedjereaktion. Därför kan det bli stora skador av oxidativ stress. Många oxidativa skador kan inte repareras och om skadorna är allvarliga dör cellen. Oxidativ stress kan leda till olika sjukdomar hos människan, som Alzheimers, Parkinsons, hjärt-kärlsjukdomar och cancer.

Fria syreradikaler kan även bildas när cellerna utsätts för miljögifter, radioaktiv strålning eller UV-strålning. Många miljögifter är giftiga just genom att de orsakar oxidativ stress när cellerna försöker förändra giftets kemiska struktur för att underlätta utsöndringen. I Östersjön finns en mängd olika miljögifter som vitmärlorna tar upp genom födan och via vattnet. På grund av vitmärlornas höga fetthalt blir koncentrationerna av fettlösliga miljögifter ofta mycket högre i deras kroppar än i omgivande vatten eller sediment.

das till tillväxt och förökning. En vitmärla som mår sämre efter en period med syrebrist kan löpa större risk att ätas upp eller får mindre avkommor.

Enzymet AChE, som är en förutsättning för fungerande nervsignaler, används också som en biomarkör som visar att djur har blivit utsatta för miljögifter. Oftast orsakar miljögifter en minskad aktivitet i AChE. I det förorenade sedimentet sjönk mycket riktigt vitmärlornas aktivitet av AChE och de visade ingen återhämtning efter perioden med full syresättning. Det kan också leda till sämre chanser att överleva.

Östersjön kräver speciell hänsyn

Östersjön är med sitt bräckta vatten en unik miljö. Få arter trivs i en miljö där vattnet varken är sött eller salt och de arter som finns i Östersjön har i många fall speciella anpassningar för att klara sig där. Vitmärlan är en av få arter som finns från Bottenviken ner till södra Östersjön. Det här experimentet visar att vitmärlan har sämre förutsättningar att klara ökande syrehalter efter måttlig syrebrist och den oxidativa stress det kan medföra, om märkräftorna samtidigt utsätts för föroreningar. Syrebrist och belastningen av miljögifter räknas ofta som de två allvarligaste miljöproblemen som Östersjön brottas med och som är svåra att åtgärda. Att även måttlig syrebrist i kombination med miljögifter har en negativ

påverkan på bottenlevande kräftdjur visar behovet av fler studier som undersöker vad som händer när havets organismer utsätts för flera miljöproblem samtidigt.

Tills vi har bättre kunskaper om vad den sammanlagda belastningen av miljögifter och andra stressfaktorer faktiskt innebär är det extra viktigt att vi tar med denna osäkerhet i bedömningen när vi bestämmer vilka regler som ska gälla för Östersjöns unika miljö.

LÄSTIPS:

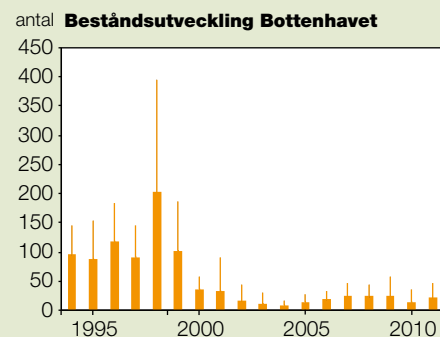
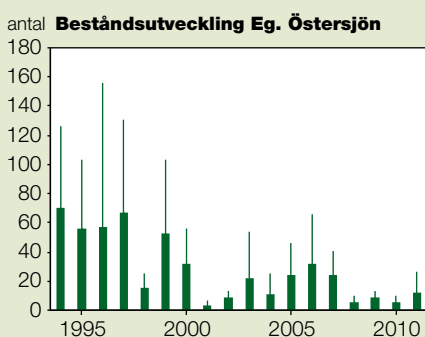
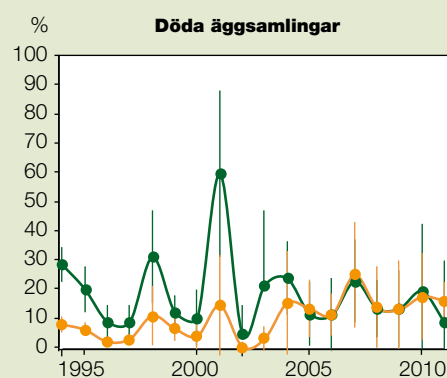
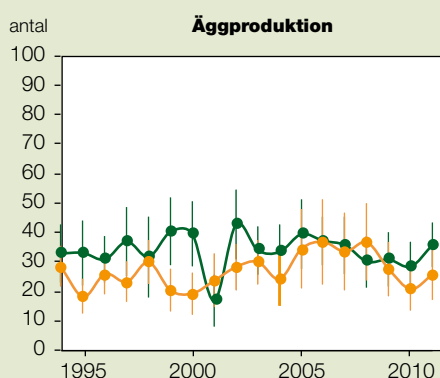
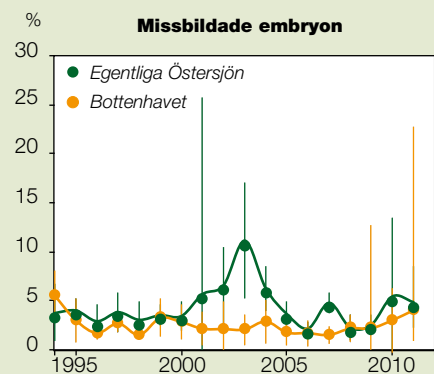
Gorokhova, E., Löf, M., Halldorsson, H. P., Tjarnlund, U., Lindström, M., Elfving, T., Sundelin, B. *Single and combined effects of hypoxia and contaminated sediments on the amphipod *Monoporeia affinis* in laboratory toxicity bioassays based on multiple biomarkers*. *Aquat. Toxicol.* (2010), doi:10.1016/j.aquatox.2010.05.005

Gorokhova, E., Löf, M., Reutgard, M., Lindström, M., Sundelin, B. *Exposure to contaminants exacerbates oxidative stress in amphipod *Monoporeia affinis* subjected to fluctuating hypoxia*. *Aquat. Toxicol.* (2012), doi:10.1016/j.aquatox.2012.01.022

Embryonalutveckling hos vitmärsla

Marie Ljöf & Brita Sundelin, Stockholms universitet

VITMÄRSLA



Antalet gravida vitmärslor har sjunkit under den undersökta perioden i båda områdena. Data baseras på fem bottenhugg från varje station, med 5 stationer i Bottenhavet och 7–8 stationer i Egentliga Östersjön, där en utsjöstation tillkom 2002. Vertikala staplar anger 95-procentigt konfidensintervall. Minskningen i antalet gravida honor i Egentliga Östersjön under åren 1998 och 2001 kan kopplas till förhöjd andel honor med död äggsamling under dessa år. Motsvarande koppling kan inte göras för de senaste fyra åren.

Data visar medelvärden med 95-procentiga konfidensintervall från fem bottenhugg samt ett bottenkrapp. Ett förslag till bedömningsgrunder för missbildade embryon hos vitmärsla har tagits fram, utifrån detta råder god ekologisk status i de undersökta områdena i båda havsbassängerna. Båda områdena kan klassas som bakgrundsområden, utan känd tillförsel av miljögifter från punktkällor.

Den förhöjda andelen missbildade embryon i Egentliga Östersjön under perioden 2001–2004 speglar en ovanligt hög förekomst av embryon med skadade cellmembran där lipider läcker ut ur cellerna. Sådana skador återkommer så gott som varje år, men orsaken till de höga förekomsterna under åren 2001–2004 är fortfarande oklar.

Färre vitmärslor

Embryonalutveckling hos vitmärsla används som indikator för sammanlagd påverkan av flera miljögifter. Den undersöks årligen i ett område i Egentliga Östersjön och ett i norra Bottenhavet. Vitmärslornas fortplantning påverkas eftersom deras embryon skadas av tungmetaller och organiska miljögifter. Studier av missbildade embryon hos vitmärsla visar att det i båda områdena råder god ekologisk status under 2011. Bedömningen baseras på ett förslag till bedömningsgrunder för ekologisk status. De senaste fyra åren finns inga signifikanta skillnader mellan havsbassängerna i andel missbildade embryon.

Ett oroande faktum är att antalet insam-

lade vitmärslor sjunker i Egentliga Östersjön. Vitmärslan har inte heller återhämtat sig i norra Bottenhavet efter populationskraschen i början av 2000-talet. Det speglas i den statistiska variationen av andelen missbildade embryon som har ökat under de tre senaste åren. Till exempel berodde det ökade konfidensintervallet år 2011 för embryomissbildningar i Bottenhavet på att vitmärslorna nästan helt försvunnit från två av fem undersökta stationer. Även i Egentliga Östersjön utgick två av åtta stationer ur analysen på grund av för få gravida honor.

Dessutom sjunker antalet insamlade vitmärslor även på de kvarvarande stationerna, trots att lika många bottenhugg och skrap tas som tidigare. Det minskade

antalet vitmärslor verkar bero på annat än miljögifter eftersom andelen missbildade embryon indikerar god status.

Vitmärslans drastiska populationsnedgång i norra Bottenhavet under 2000-talet beror sannolikt på födobrist och undernäring, orsakad av några år med kraftigt ökad tillrinning, försämrat siktdjup i havsvattnet och minskad algblomning. Vitmärslornas känslighet för miljögifter och parasitinfektioner ökar också om de är i dålig kondition.

De senaste årens minskning i antal gravida vitmärslor i Egentliga Östersjön kan däremot inte kopplas till någon motsvarande kraftigt ökad tillrinning.



Foto (samtliga): Marie Löf



Provtagning av vitmärlor sker under ofta bistra förhållanden i januari månad, med hjälp av isbrytare. Tidpunkten är vald utifrån att de gravida honorna har embryon i ett lämpligt stadium för analys av skador. Här bilder från 2011 på fartyget Fyrbyggaren.

Inga stora skillnader i äggproduktion

Det finns inga signifikanta skillnader i vitmärlans äggproduktion mellan havsbassängerna. När miljöövervakningsprogrammet för vitmärla började 1994 var äggproduktionen oftast högre i Egentliga Östersjön. Men efter den kraftiga nedgången av populationerna i Bottenhavet ökade antalet ägg per hona under 2000-talet, vilket kan bero på minskad konkurrens om födan. Nedgången hos vitmärlor i Egentliga Östersjön, som medfört att antalet insamlade gravida honor nästa halverats under de senaste fyra åren, har inte lett till någon ökad äggproduktion per hona i det undersökta området.

Fortplantningen känslig

Om den gravida honan utsätts för syrebrost dör hela eller delar av äggsamlingen. Efter som vitmärlan bara fortplantar sig en gång i livet innebär det förlorade möjligheter att föra sina gener vidare. Dåligt syresatt bottenvatten som flödar in över ett område kan därför leda till att vitmärlorna lokalt dör ut.

Variationen i andelen döda ägg speglar syreförhållandena i bottenvattnet under sensommar och höst. Syresituationen har tidigare varit bättre i Bottenhavet än i Egentliga Östersjön. Bottenhavet har därför haft en lägre andel honor med döda äggsamlingar än Egentliga Östersjön. Men skillnaderna har jämnats ut sedan början av 2000-talet, då andelen honor med döda

äggsamlingar har ökat i Bottenhavet, till följd av en signifikant minskning av syret i vattnet.

Förbättrad geografisk täckning

Från och med 2012 har utformningen av programmet "Embryonalutveckling hos vitmärla" ändrats. Vitmärlor samlas in med flera bottenskrap som ger ett större antal gravida honor per station. Det utökade programmet omfattar också en betydligt större del av den svenska Östersjöskusten än tidigare, från norra Bottenhavet till södra Östersjön. Dessa data är också värdefulla som referensvärden för regional miljöövervakning och recipientkontroll.

Havsörnens fortplantning 2011

Efter det ganska dåliga häckningsutfallet 2010 blev resultatet bättre i både Egentliga Östersjön och Bottniska viken (Bottenviken och Bottenhavet) under 2011. Antalet ungar som producerades per kontrollerat par nådde i båda områdena upp till nivåer nära de som beräknats för havsörn före 1950. Medelantalet ungar per kull var lägre i Bottniska viken än Egentliga Östersjön, och så har det sett ut under många år nu. Men inom Bottniska viken var det under 2011 en stor skillnad i andelen par som överhuvudtaget fortplantade sig. Bara drygt hälften av de kontrollerade havsörnsparen i Bottenhavet genomförde lyckade häckningar, jämfört med nära 90 procent i Bottenviken. Den ovanligt höga häckningsframgången i Bottenviken är det svårt att ge någon särskild förklaring till. Vintern var ganska hård 2011, om man jämför med vad vi vant oss vid under senare år, med undantag för 2010, men det är uppenbart att detta inte påverkade häckningen i Bottenviken negativt.

Inlandsbeståndet i södra och mellersta Sverige visade samma goda häck-

ningsframgång som både 2009 och 2010, vilket tyder på att örnnarna i inlandet inte heller påverkades speciellt mycket av den kalla vintern. Häckningsframgången hos det sydliga inlandsbeståndet visar bäst överensstämmelse med de referensvärden som finns från kusten från tiden före miljögifternas påverkan. Inlandsbestånden har betydligt lägre belastning av DDT och PCB än kustbestånden. Den lägre reproduktionen i Lappland beror framför allt på mindre föda, hårdare klimat och dessutom viss illegal förföljelse.

Bottenhavets havsörnar

Den lägre medelkullstorleken vid Bottenhavskusten kan kopplas till en högre andel bon som innehåller döda ägg. Vi har däremot inte kunnat koppla detta till högre koncentrationer av de miljögifter som hittills undersökts i äggen. De mindre kullstorlekarna har vi framför allt sett längs kusten i södra Bottenhavet. I norra Bottenhavet har bara något enstaka havsörnspar häckat tidigare, men under senare år har fler par etablerat sig här.

Under 2010 kontrollerades sju häcknings-

försök längs norra Bottenhavskusten (Västernorrlands län), varav bara tre lyckades och resulterade i vardera en unge. Av åtta kontrollerade häckningsförsök år 2011 lyckades fem och dessa resulterade i totalt sex ungar. Medelvärdet för antal ungar per kull för åren 2010–2011 stannar här vid 1,13 vilket är ett påfallande dåligt resultat jämfört även med södra Bottenhavskusten (Gävleborgs och Uppsala län) där medelantalet ungar per kull för 2010–2011 var 1,35 (62 kullar).

Höga miljögiftshalter och skalförändringar

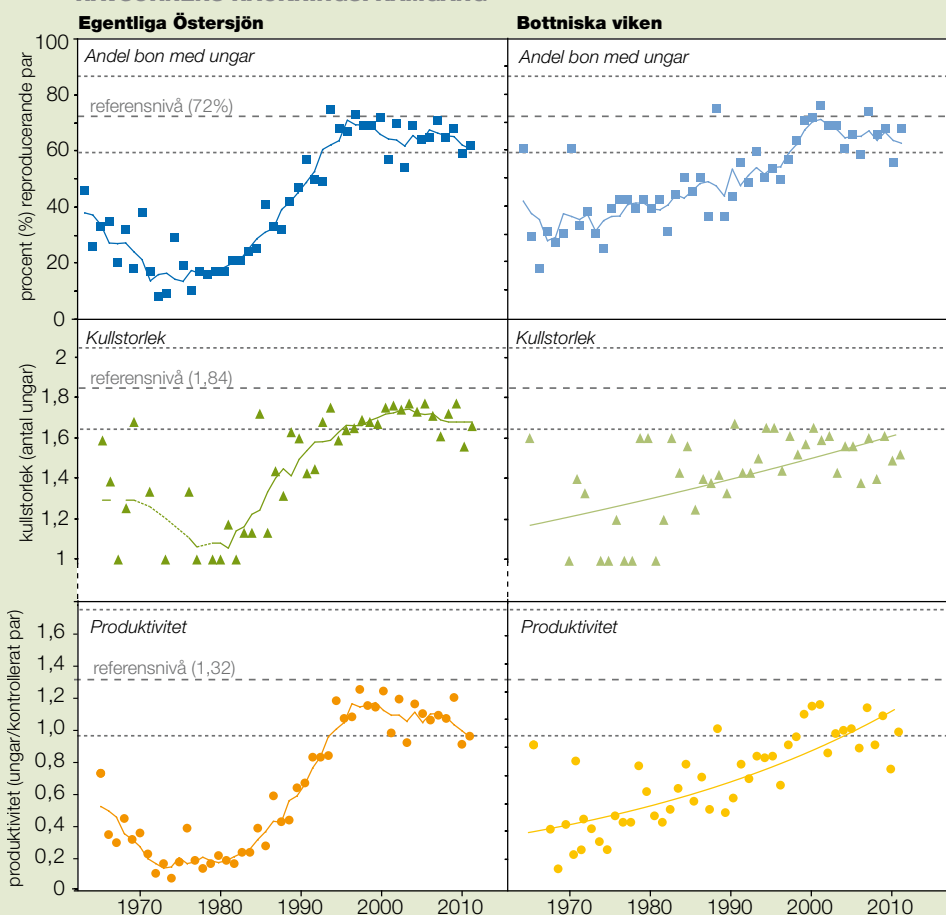
I samarbete med den regionala miljöövervakningen i Västernorrlands län insamlades tre äggkullar vid norra Bottenhavskusten under 2010–2011. Undersökningar av PCB och DDT i dessa ägg visar på betydligt högre koncentrationer jämfört med havsörnsägg från övriga kustområden. Äggen är dessutom unika i ett annat avseende – de har allvarliga skalförändringar som gör att de torkar ut. Uttorkade ägg var en vanlig skada bland havsörnsägg från den svenska Östersjökusten under 1960- och 1970-



För närvarande finns minst 550 revirhållande havsörnspar i Sverige.

Foto: Joakim Ahlgren / Myra

HAVSÖRNENS HÄCKNINGSRAMGÅNG



➤ Alla tre mått på häckningsframgång visar signifikanta ökning för hela den undersökta perioden ($p < 0,001$). Där tidsförloppet förklaras bättre av ett glidande medelvärde används en utjämnande kurva istället för regressionslinje.

talet. Den har inte beskrivits från andra områden. Skadan var inte korrelerad med skalförtunning, som uppträdde samtidigt i beståndet. Uttorkningssyndromet var ofta bestående, det vill säga det fanns kvar hos honan, trots att koncentrationerna av miljögifter sjönk i honan och hennes ägg. När de sista av dessa gamla honor, som varit utsatta för en hög belastning av miljögifter tidigt i livet, försvann ur beståndet i början av 1990-talet upphörde också förekomsten av dessa uttorkade ägg. Men nu, 20 år senare, återkommer de hos nya generationer havsörnar. Materialet är naturligtvis för litet för att kunna dra några slutsatser kring, men det är intressant att se kopplingen till den dåliga fortplantningen bland örnar i detta område. Precis som för 20 år sedan kan denna skalskada visa sig innebära en kraftigt försämrad reproduktion hos honorna. Vi hoppas kunna komplettera med analyser på flamskyddsmedel och perfluorerade ämnen i äggen, och följa utvecklingen för örnparen längs norra Bottenhavskusten nogt.

LÄSTIPS:

Helander, B., Olsson, A., Bignert, A., Asplund, L. & Litzén, K. 2002. *The Role of DDE, PCB, Coplanar PCB and Eggshell Parameters for Reproduction in the White-tailed Sea Eagle (Haliaeetus albicilla) in Sweden.* *Ambio*, 31(5):386-403.

HAVSÖRNSBESTÅNDET I SVERIGE 2011

	Undersökta bon	Lyckade häckningar	Ungar per kull	Ungar per par
Östersjöskusten	309	64 %	1,62	0,98
Referensnivåer < 1954		72 %	1,8	1,3
Egentliga Östersjön	205	62 %	1,68	0,98
Götaland	119	61 %	1,69	0,95
Svealand	86	64 %	1,66	1,01
Bottniska Viken	104	67 %	1,52	0,99
Bottenhavet	72	58 %	1,54	0,89
Bottenviken	32	87 %	1,50	1,22
Inlandet i söder* (Syd- & Mellansverige)	125	77 %	1,58	1,21
Götaland	48	81 %	1,56	1,27
Svealand & södra Norrland	77	74 %	1,60	1,18
Inlandet i norr* (Lappland & Norrbotten)	72	57 %	1,15	0,65

* Data från Naturskyddsforeningens Projekt Havsörn.



Foto: Björn Helander

Intorkad, fast äggmassa prepareras från ett havsörns-ägg från Bottenhavskusten för analys av miljögifter.

Sälens matvanor kartläggs

KARL LUNDSTRÖM, SLU / OLLE KARLSSON, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET

Antalet sälar i Östersjön har ökat stadigt sedan början av 1970-talet, då de var kraftigt påverkade av jakt och miljögifter. Idag är säl återigen en vanlig syn längs våra kuster, till mångas glädje. Men tyvärr skapar sälarna också problem för det kustnära fisket eftersom de orsakar skador på redskap och fångster. Ibland påstås det till och med att säl och skarv utgör ett direkt hot mot kusternas fiskbestånd och därmed mot både yrkesfisket och fritidsfisket i skärgården. Färska studier visar dock att sälarnas konsumtion av fisk i Östersjön är betydligt mindre än människans. Trots det verkar det som om sälen faktiskt kan vara en konkurrent till fisket för vissa lokala fiskbestånd.

■ Av Östersjöns tre sälarter är gråsälen den mest talrika. Vanligast är den i norra Egentliga Östersjön och södra Bottenhavet. Under pälsbytesperioden på försommaren 2011 räknades nästan 24 000 djur i hela Östersjöområdet, det vill säga i Sverige, Finland, Ryssland och Estland. Den snabba ökningen man kunde se i beståndet runt sekelskiftet verkar nu ha avtagit.

För att förstå sälarnas roll i ekosystemet behöver man ta reda på vad och hur mycket sälarna äter. Matvanorna hos Östersjöns sälar har inte undersökts sedan 1970-talet och mycket kunskap saknas. Sedan ett antal år bedrivs därför studier av sälarnas födoväl i ett samarbete mellan Naturhistoriska Riksmuseet, Sveriges lantbruksuniversitet

(SLU) och tidigare även Göteborgs universitet. Studierna har främst varit inriktade mot gråsäl i Östersjön, men även vikarsälens diet i Bottenviken har undersökts och det pågår dessutom undersökningar av knubbsälens matvanor på västkusten.

Sälarna tar mindre än fisket, eller?

Även om de sälbestånd vi har idag kan tänkas ha effekter på Östersjöns fiskpopulationer, åtminstone lokalt, är sälarnas uttag av fisk avsevärt mindre än människans fångster sett för hela Östersjön. Människans sammanlagda uttag av fisk genom yrkesfiske, fritidsfiske och utkast är i Östersjön runt en miljon ton per år, medan samtliga sälarters totala uttag



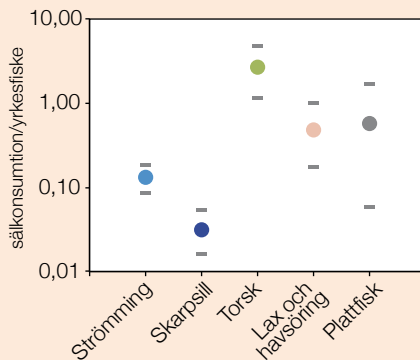
Gråsäl i Östersjön föredrar strömming.

Foto: Karl Lundström



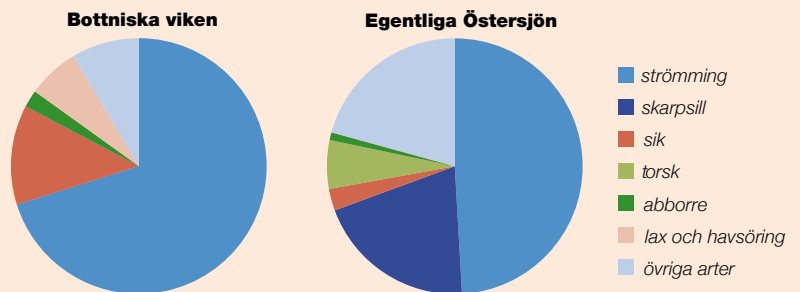
Foto: Shutterstock

DEM TAR MEST?



➤ När man tittar på kvoten mellan sälens konsumtion och yrkesfisket i sälens huvudsakliga utbredningsområde så verkar sälarnas fiskuttag kunna mäta sig med yrkesfisket för somliga arter, som torsk. Osäkerheten är dock stor, både när det gäller sälens konsumtion och hur mycket fisk som verkligen fiskas upp. Torsk fiskas i huvudsak i utsjön och längre söderut, varför andelen som sälen äter blir större där sälen uppehåller sig. Tittar man på hela Östersjön är bilden annorlunda, då står sälen för en betydligt mindre del. Landningarna gäller från Kalmarsund och norrut, ICES rutor 27–32, år 2004. De grå linjerna visar det 95-procentiga konfidensintervallet.

GRÅSÄLENS FÖDOVAL



➤ Uppskattad genomsnittlig dietsammansättning hos gråsäl i Bottniska viken (n=113) och i Egentliga Östersjön (n=117), baserat på mag- och tarminnehåll från skjutna och bifångade sälar insamlade 2001–2005.

uppskattas till mindre än 75 000 ton. Tittar man på hela Östersjön blir sälarnas totala konsumtion av fisk alltså bara drygt 7 procent av människans, men om man istället gör jämförelsen i sälarnas huvudsakliga utbredningsområde ökar andelen fisk som äts upp av sälarna. En annan aspekt är fiskens storlek. Mindre fiskarter, som strömming och skarpsill, äter sälarna i samma storlekar som fiskas kommersiellt. För mer storvuxna arter däremot, som torsk, sik och lax, består sälarnas konsumtion oftast av fisk i mindre storleksklasser än vad som fiskas.

Maginnehållet avslöjar dieten

Att studera mag- och tarminnehållet från döda sälar har länge varit en standardmetod för att undersöka vad sälar äter. Genom att ta vara på innehållet från insamlade sälars mag- och tarmkanal kan man sälla ut och identifiera resterna från sälarnas

byten. Dessa rester består huvudsakligen av fiskarnas hörselstenar, så kallade otoliter, samt ryggkotor, gälräfstander och andra karakteristiska skelettdelar. Eftersom dessa strukturer är artspecifika går det att känna igen exempelvis en strömming, torsk eller abborre genom att studera utseendet på en otolit. Otoliten kan också ge information om fiskens storlek, eftersom otoliterna tillväxer på ett förutsägbart sätt i takt med fisken. Genom att läsa årsringarna i en otolit kan man även bestämma den upptagna fiskens ålder. På så sätt ger studier av maginnehåll en god möjlighet att få reda på vad som står på sälarnas meny och i förlängningen vilken effekt sälarna har på fiskbestånden.

En annan metod som använts är att studera fettsyrsammansättningen i sälarnas späck och jämföra den med fettsyrsammansättningen i bytesfisk. Fettsyrsammansättningen ger visserligen inte en

lika detaljerad bild av dieten som magtarm-innehållet gör, men eftersom späcklagret byggs upp fortlöpande erbjuder det en bild av sälarnas matvanor under en längre tidsperiod.

Mest strömming, skarpsill och sik

Genomförda undersökningar har visat att den i särklass viktigaste födan för Östersjöns gråsäl är strömming. Drygt 80 procent av djuren som analyserats har ätit just strömming. Studierna visar också att gråsälens diet varierar beroende på var den kommer ifrån. I Bottniska viken är sik den näst vanligaste födan, medan det i Egentliga Östersjön är skarpsill som är andrahandsvalet.

I studien, som baserades på analyser av knappt 300 gråsälsmagar, hittades rester från drygt 7000 bytesdjur. De allra flesta var alltså strömmingar (över 5000), skarpsillar (över 1000) och sikar (knappt 300).

Genom att undersöka bytesresterna i mage och tarm kan man ta reda på vad sälarna äter. Man undersöker både större delar som dessa, samt mindre skelettdelar, fiskarnas hörselstenar (otoliter) och DNA.



Foto: Annika Strömberg



Foto: Olle Karlsson

Endast 8 var gäddor, 23 var abborrar, 22 laxar eller havsöringar och 1 gös. Baserat på tillgängligt material tycks således vanliga sportfiskearter inte vara någon favoritföda för sälarna. En förklaring kan vara att de undersökta sälarna främst letar föda längre ut till havs och är mer beroende av andra fiskarter.

Data från fler djur behövs

Studier av mag- och tarminnehåll utgör basen för analyser av sälarnas diet på nationell nivå, eller åtminstone på Östersjönivå. De hittills utförda studierna har gjorts på djur som samlats in inom ramen för den marina miljöövervakningen av sälarnas hälsotillstånd. Insamlingsmetoden gör det dock svårt att uttala sig mer detaljerat om sälarnas matvanor, till exempel i mindre geografiska områden eller under en viss säsong, eftersom antalet djur som kommer in från en specifik region är relativt begränsat.

För att förbättra kunskapen om hur sälarna kan tänkas påverka lokala fiskpopulationer, behövs tillgång till bättre data både avseende sälarnas diet och deras rörelsemönster i den aktuella regionen. Därför undersöks nu möjligheterna att samla in

sälspillning från sälskären i särskilt intressanta områden. Spillning används ofta för att studera dieten hos landlevande däggdjur, och har också använts för att studera dieten hos säl. Metoden är dock behäftad med en del problem. Spillningen på sälskären spolats ofta snabbt bort av vågorna, vilket kan göra insamlingen tidskrävande och beroende av lämpliga insamlingslokaler och väderförhållanden. Det är dessutom svårt att binda spillningen till rätt individ, varför man inte får information om sälarnas ålder etc.

Analyserna är mer komplicerade och i viss mån begränsade eftersom risken finns att fiskarter med lätt nedbrytbara hårdelar är svårare att identifiera i spillning än i prover från mag-tarmkanalen. Byten utan identifierbara skelettdelar upptäcks över huvud taget inte. Som när en säl sväljer enbart mjukdelar av en stor torsk. Ett sätt att komma runt dessa problem är att komplettera traditionella metoder med genetisk teknik för att identifiera vilka arter sälen ätit. Genom att analysera bytesresternas DNA i sälspillningen är det möjligt att få information om vilka fiskarter sälarna har ätit, oavsett om man hittar några synliga bytesrester, som till exempel otoli-

ter, eller inte. DNA används numera även för att analysera mag- och tarminnehåll i de sälar som samlas in genom jakt och bifångst i fiskeredskap.

Kombination av metoder

Idag kan djur förses med sändare som mäter många olika parametrar och som lagrar informationen i ett minne. När djuret så småningom kommer i kontakt med mobiltelefonnätet kopplar sändaren upp sig och skickar iväg den lagrade informationen. Förhoppningen är att kunna använda sådana sändare på ett antal gräsälvar i Östersjön under året, för att studera djurens rörelsemönster och ta reda på hur stora områden sälarna söker föda i.

Målet är att på sikt bygga upp en mer detaljerad bild av vad sälarna äter. Dietdata från både maginnehåll, späck och spillning, tillsammans med information om sälantal, rörelsemönster och fiskpopulationer kommer att ge oss ett mer representativt underlag. Det ger förutsättningar att på ett tillförlitligt sätt kunna uttala sig om på vilket sätt sälarna bidrar till, och påverkas av, förändringar i våra fiskbestånd.

Tero Härkönen, Olle Karlsson & Britt-Marie Bäcklin, Naturhistoriska riksmuseet

Tillväxten har minskat

Årliga inventeringar av gråsäl, knubbsäl och vikare genomförs i Sverige sedan mitten av 1970-talet och sedan slutet av 1980-talet ingår dessa i den marina miljöövervakningen. Under 1970-talet var sälarna akut hotade beroende på en kraftigt nedsatt reproduktion som kopplats till miljögifter. Sedan dess har sälarnas situation förbättrats avsevärt och de är nu en allt vanligare syn i svenska vatten. Men populationstillväxten hos gråsäl har minskat något i takt under de senaste åren.

Knubbsäl

Knubbsälpopulationen i Västerhavet, inkluderande Danmark och Norges sydkust, var under 1900-talets första hälft starkt reducerad på grund av ett hårt jakttryck. När jaktförbud infördes i slutet på 1960-talet och sälskyddsområden inrättades under 1970-talet började populationen återhämta sig och växte med 12 procent per år mellan 1979 och 1988. År 1988 drabbades stammen av sälpesten PDV (Phocine distemper virus), hälften av sälarna i Skagerrak och Kattegatt dog och liknande dödlighet sågs efter Nordsjökusten. Därefter tillväxte stammen åter med 12 procent per år fram till 2002 då en andra epidemi slog ut mer än 50 procent av sälarna i Skagerrak och cirka 30 procent i Kattegatt. Från 2003 till 2005 växte stammen åter men under 2006 drabbades knubbsälarna

på västkusten av en sjukdom som ännu inte kunnat identifieras, och 3000 sälär dog. Efter 2006 har stammen i Kattegatt åter ökat med 12 procent per år, medan tillväxten i Skagerrak verkar vara betydligt lägre. Den genetiskt isolerade populationen i Kalmarsund har ökat med 9 procent per år sedan mitten av 1970-talet. Dessa sälär är en liten överlevande spillra från ett bestånd som invandrade efter istiden för 8000 år sedan. De är närmare besläktade med knubbsälarna i Nordsjön än med dem i Västerhavet.

Vikaresäl

Beståndet av vikaresäl i Bottniska viken minskade fram till mitten av 1980-talet först på grund av intensiv jakt och sedan på grund av sterilitet förorsakad av klorerade kolväten. Sedan 1988 har beståndet vuxit med 4,5 procent per år, vilket är hälften av artens tillväxtkapacitet. Detta tyder på kvardröjande problem med dålig fruktsamhet eller en mycket hög dödlighet bland kutar. Vad som är orsaken är inte känt, antalet vikare som obducerats är för litet för att dra några säkra slutsatser.

Gråsäl

Sedan år 2000 samordnas inventeringarna i hela Östersjöområdet. Inventeringarna sker från luften i sälarnas kärnområden, där sälskären fotograferas och antalet sälär räknas på bilderna. Resultaten omfattar

därför det totala antalet räknade gråsälär i Östersjön 2000–2011 i Sverige, Finland, Ryssland och Estland. Under 1990- och inledningen av 2000-talet ökade antalet gråsälär i Sverige och i Östersjön med cirka 7–8 procent årligen, men de senaste årens relativt blygsamma räkningsresultat antyder att tillväxthastigheten för hela Östersjöpopulationen idag snarare är runt 4 procent.

Sälhälsa

Sälarnas hälsa har förbättrats avsevärt sedan 1970-talet, men det finns fortfarande skador och förändringar som drabbar sälarna. De vanligaste är tarmsår och minskad späcktjocklek. Tarmsår har i stort sett bara observerats hos gråsälär i Östersjön.

Ökningen av gråsälär med tarmsår observerades först bland yngre sälär och senare hos de äldre. Detta indikerar att ökningen började med de gråsälär som föddes i mitten av 1980-talet. Förekomsten är högre i Bottniska viken och där framför allt i Bottenhavet. Trenden är nedåtgående för unga sälär efter 1996 och för äldre efter 2007.

De senaste tio åren har medelspäcktjockleken hos sälarna i Östersjön minskat signifikant. Späcket har mätts under den period då det är som tjockast, det vill säga från augusti tills dess att kutarna föds.



Foto: Ingrid Aaker

➤ Tjockleken på späcklagret undersöks på alla sälär som kommer in till Naturhistoriska riksmuseet. Det är oklart varför sälarnas späcktjocklek har minskat de senaste tio åren.

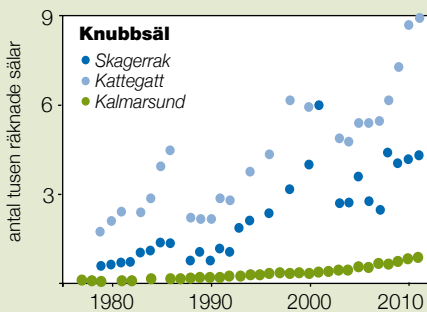


Foto: Charlotta Moraeus

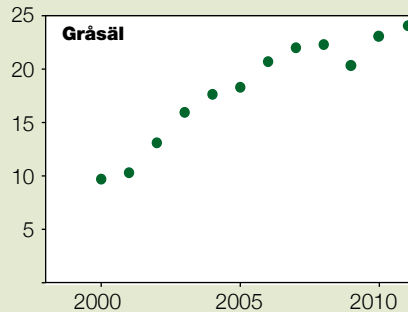
➤ Analys av sälarnas späcker ger information om både miljögiftsbelastning och matvanor.

Tero Härkönen, Olle Karlsson & Britt-Marie Bäcklin, Naturhistoriska riksmuseet

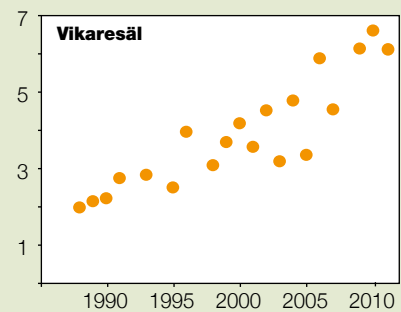
POPULATIONsutveckling



➤ Knubbsälarna i Västerhavet har vid flera tillfällen drabbats av sjukdom som slagit ut stora delar av stammen. Sedan 2006 har stammen i Kattegatt ökat med 12 procent per år, medan tillväxten i Skagerrak verkar vara lägre. Den genetiskt isolerade populationen i Kalmarsund har ökat med 9 procent per år sedan mitten av 1970-talet.

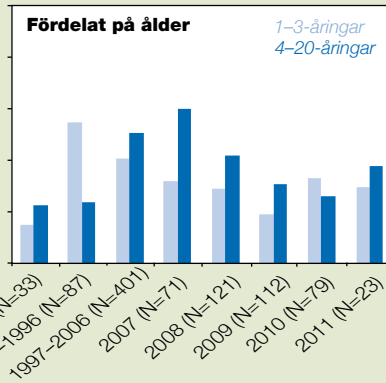
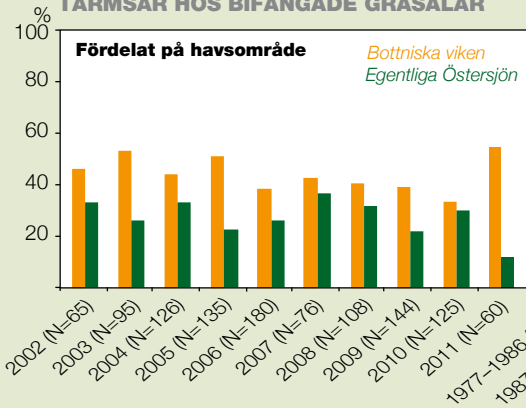


➤ Antalet gråsäl har ökat med 7–8 procent årligen sedan 1990-talet. Ett trendbrott inträffade dock för några år sedan tillväxthastigheten för Östersjöpopulationen ligger idag snarare runt 4 procent.



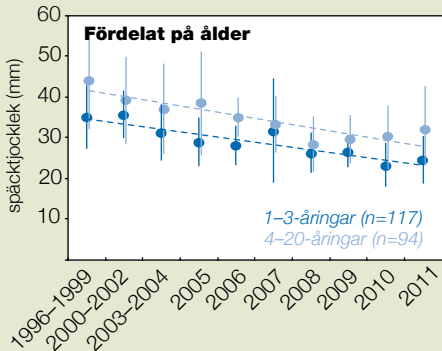
➤ Populationen av vikare har vuxit med 4,5 procent per år sedan 1988.

TARMSÅR HOS BIFÅNGADE GRÅSÄLAR

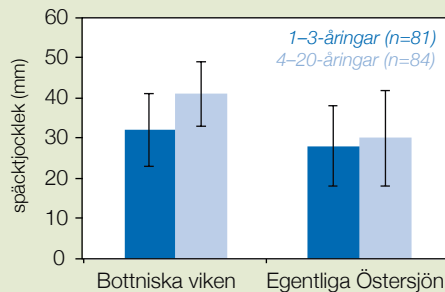


➤ Tarmsår fördelat på havsområde. Alla undersökta gråsälar 0-40 år är inräknade. Hittills är 12 bifångade gråsälar från Bottniska viken undersökta 2011. När gråsälar från jakten 2011 undersökts och lagts till kan andelen gråsälar med tarmsår komma att sjunka i detta område.

SPÄCKTJOCKLEK



➤ Trenden över tiden visar att späcktjockleken hos bifångade gråsälshonar och unga honor i Östersjön minskat signifikant. Streckade linjer visar statistiskt säkerställda trender enligt linjär regression.



➤ Sammantaget är medelvärdet på späcktjocklek 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 2000-2011.



Foto: Menno Schaefer/Shutterstock



FAKTA OM NATIONELL MARIN MILJÖ- ÖVERVAKNING

Belastning på havet
Fria vattenmassan
Vegetationsklädda bottenar
Makrofauna mjukbotten
Metaller och organiska miljögifter
Kustfisk
Utsjöfisk
Embryonalutveckling hos vitmärta
Säl och havsörn

Fakta om nationell marin miljöövervakning

Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram för Kust och hav har till största delen övertagits av Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Endast övervakningen av metaller och organiska miljögifter samt deras effekter ligger kvar på Naturvårdsverket. Det samlade miljöövervakningsprogrammet ska ge underlag för beskrivningar av storskalig påverkan på havsmiljön, främst med avseende på övergödning, metaller och miljögifter samt biodiversitet. Programområdet omfattar sju delprogram som följer förändringarna i miljön. Delprogrammet Belastning på havet ingår i sötvattenprogrammet Flodmynningar. Data som samlas in lagras hos de nationella datavärdena, 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 80-talet förhållandevis oförändrad. Nytt för programmet från och med 2007 är att ett flertal metaller, inklusive kvicksilver, mäts månadsvis i samtliga flodmynningar, från att tidigare endast ha undersökts vid vissa stationer.

Belastningen på havet beräknas av datavärden med hjälp av haltuppgifter som tas fram inom övervakningsprogrammet, samt vattenföringsuppgifter från SMHI. De månadsvisa halterna räknas om till dygnshalter genom linjär interpolering och multipliceras sedan med dygnsmedelvattenföringen. Månads- och årstransporterna beräknas därefter för de enskilda vattendragen.

Flodmynningsnätet täcker ungefär 85 procent av den totala svenska vattenavrinningen, vilket innebär att uppskattningar måste göras för återstoden för att få den totala belastningen på havet. Uppskattningarna av oövervakade områden görs genom att använda den arealspecifika belastningen, d.v.s. belastningen per ytenhet, från likartade övervakade områden i närheten. Belastningsberäkningar för samtliga undersökta ämnen från och med 1969 finns hos datavärdena.

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 minimivård 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

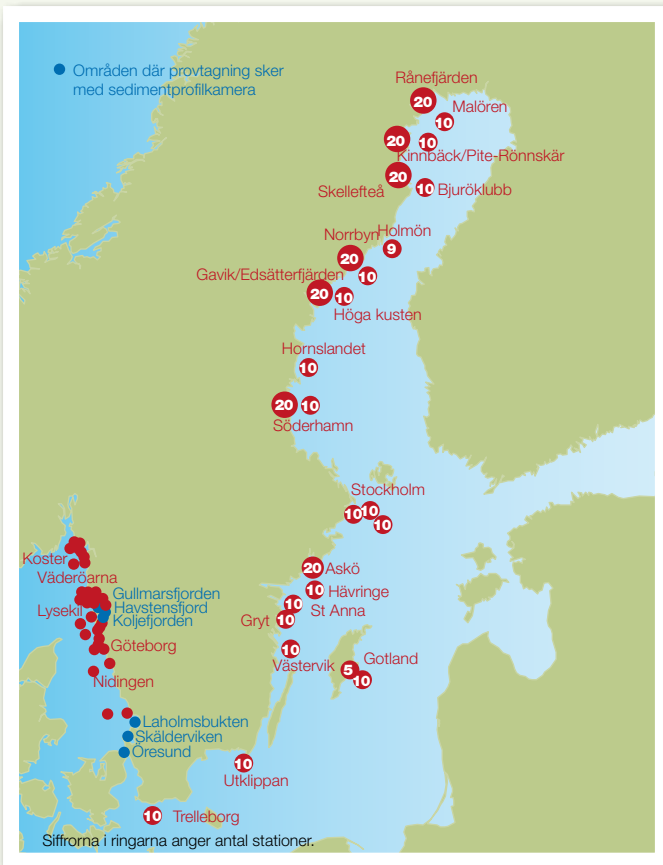
Övervakning av makrovegetation sker en gång per år under september-oktober i sex områden utmed den svenska kusten: Gullmaren i Skagerrak, Onsalahalvön i norra Kattegatt, Blekinge skärgård i södra Östersjön, Gotland i centrala Östersjön, Asköområdet i norra Östersjön och Høga kusten i Bottenhavet. I varje 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.

Fältmetodikerna är i grunden icke-destruktiva 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

Övervakning av sedimentlevande djur sker en gång per år under april-juni. Bottenprov tas med huggare och för varje prov bestäms individantal och vikt för varje djurart. På ett mindre antal stationer analyseras sedimentprov på vattenhalt, innehåll av organiskt material och redoxförhållanden samt temperatur, salthalt och syrgashalt i bottenvattnet.

I Västerhavet är programmet samordnat mellan Naturvårdsverket/Havs- och vattenmyndigheten, länsstyrelser och Bohuskustens Vattenförhållanden. Ekologisk status bedöms på 42 stationer fördelade på öppet hav, kust och fjord. Som ett komplement till bottenfaunaprovtagningen fotograferas även sedimentprofiler med hjälp av en sedimentprofilkamera. Kameran fungerar som ett upp och nedvänt periskop som tränger in i sedimentet och tar en bild av bottenprofilen. Bilden analyseras sedan med avseende på syreförhållandet i sedimentet samt bottendjurens aktiviteter. Denna typ av provtagning sker vid 72 slumpmässigt spridda provtagningspunkter fördelade på sex olika områden (blå prickar), ofta utsatta för syrebrist.

Programmen i Bottniska viken och Egentliga Östersjön är samordnade mellan länsstyrelser, Naturvårdsverket/Havs- och vattenmyndigheten med enhetlig metodik, rapportering och utvärdering. I utvärderingen för Bottniska viken ingår också resultat från undersökningar vid Holmöarna som är en del av uppföljningen av reservatets marina värden samt resultat från Rönnskärsvärdets kontrollprogram för Skelleftebukten. Provtagningsstationerna är placerade gruppvis, vanligen så att för varje grupp av provtagningslokaler i ett kustområde finns det också ett antal utsjölokaler på ungefär samma breddgrad.

SMHI är nationell datavärd.



METALLER OCH ORGANISKA MILJÖGIFTER

Metaller och organiska miljögifter i marin biota

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

De miljögifter som studeras är:

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

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

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

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

IVL är nationell datavärd.



Metaller och organiska miljögifter i sediment

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

Sedimenten har utnyttjats i recipientkontrollen sedan mitten av 1970-talet och inom den regionala miljöövervakningen sedan början av 1990-talet. Den nationella övervakningen med provtagningar ute i öppet hav kompletterar dessa undersökningar sedan starten 2003. Programmet omfattar sexton stationer placerade i olika djupområden. Sex sedimentkärnor tas på sju platser på varje station, sammanlagt 672 stycken. Provtagningen sker vart femte år, vilket är ett tillräckligt långt tidsintervall för att ett nytt översta sedimentskikt om minst 1 centimeter skall ha hunnit sedimentera. Provtagningsomgång nummer två genomfördes 2008.

Övervakningen omfattar 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 båtbottnfärger för att förhindra oönskad påväxt på skrovet.

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

SGU är nationell datavärd.

Biologiska effekter av organiska tennföreningar

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

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

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

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

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



KUSTFISK

Bestånd

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

Fiskeövervakningen är samordnad mellan Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och länsstyrelser med enhetlig metodik, rapportering och utvärdering. Resultaten presenteras i så kallade resultatblad, ett per provtagningsområde, på Havs- och vattenmyndighetens hemsida under Statistik och databaser / Provfiske vid kusten. Här finns också mer information om provfisket.

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. Resultaten presenteras i resultatblad på HaV:s hemsida under Statistik och databaser / Provfiske vid kusten.

IVL är nationell datavärd för miljögiftsdata.

UTSJÖFISK

Övervakning

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

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

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

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

Beståndsuppskattning

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

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

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

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

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



EMBRYONALUTVECKLING HOS VITMÄRLA

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

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

Utformningen av programmet håller på att förändras, för att uppnå en bättre geografisk täckning med fler provtagningspunkter.

SMHI är nationell datavärd.



Foto: Ollie Karlsson



Foto: Kalle Kärrer/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 knobbsäl har studerats sedan 1970-talet, och sedan 1989 ingår undersökningarna i den nationella miljöövervakningen. Gråsäl och knobbsäl räknas årligen vid alla kända traditionella tillhåll. Tre oberoende räkningar under räkningsspe-rioden eftersträvas. Trender i beståndsutvecklingen kan bestämmas för valda tidsintervall och kustavsnitt.

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 lokaliserar 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 marina forskningscentrum

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

Linnéuniversitetet

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

Sven Lovén centrum för marina vetenskaper

www.loven.gu.se
tel: 031-786 95 03
e-post: ola.bjorlin@loven.gu.se

SMHI

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

SLU

Institutionen för akvatiska resurser
Institutionen för vatten och miljö
www.slu.se
tel: 018-67 10 00
e-post: registrator@slu.se

Naturhistoriska riksmuseet

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

SGU

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

Informationscentralen för Bottniska viken

www.lansstyrelsen.se/vasterbotten
tel: 090-10 73 55
e-post: icbv@lansstyrelsen.se

Informationscentralen för Egentliga Östersjön

www.infobaltic.se
tel: 08-785 51 18
e-post: informationscentral.stockholm@lansstyrelsen.se

Informationscentralen för Västerhavet

www.lansstyrelsen.se/vastragotaland
tel: 010-22 44 860
e-post: infowest.vastragotaland@lansstyrelsen.se

HAVSMILJÖANSVARIGA I KUSTLÄNEN / WWW.LANSSTYRELSEN.SE

Länsstyrelsen Norrbotten

Henrik Larsson
tel: 0920-963 29
e-post: henrik.larsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västerbotten

Anneli Sedin
tel: 090-10 72 55
e-post: anneli.sedin@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västernorrland

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

Länsstyrelsen Gävleborg

Norbert Häubner
tel: 026-17 12 45
e-post: norbert.haubner@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Uppsala

Ingrid Wänstrand
tel: 018-19 51 26
e-post: ingrid.wanstrand@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Stockholm

Christina Berglind
tel: 08-785 45 10
e-post: christina.berglind@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Södermanland

Karl Svanberg
tel: 0155-26 40 70
e-post: karl.svanberg@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Östergötland

Helene Ek Henning
tel: 013-19 62 48
e-post: helene.ek@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Gotland

Matilda Thyresson
tel: 073-719 54 42
e-post: matilda.thyresson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Kalmar

Rita B Jönsson
tel: 0480-822 17
e-post: rita.jonsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Blekinge

Ulf Lindahl
tel: 073- 436 85 31
e-post: ulf.lindahl@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Skåne

Charlotte Carlsson
tel: 040-25 26 12
e-post: charlotte.carlsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Halland

Bo Gustafsson
tel: 035-13 20 72
e-post: bo.gustafsson@lansstyrelsen.se

Länsstyrelsen Västra Götaland

Anna Dimming
tel: 010-22 44 00
e-post: anna.dimming@lansstyrelsen.se

KONTAKTPERSONER ARTIKLAR I HAVET 2012, UTOM PROGRAMANSVARIGA:

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

Siv Ericsson / BalticStern-sekretariatet
Stockholm Resilience Centre/Stockholms univ.
tel: 08-674 70 70
e-post: siv.ericsson@stockholmresilience.su.se

Anna Jöborn, Kunskapsavdelningen
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 60 06
e-post: anna.joborn@havochvatten.se

Karl Lundström, Inst. för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 41 38
e-post: karl.lundstrom@slu.se

Per Moksnes, Havsmiljöinstitutet
tel: 031-786 27 10
e-post: per.moksnes@havsmiljoinstitutet.se

Jens Olsson, Inst. för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 41 44
e-post: jens.olsson@slu.se

Karin Pettersson, Planeringsavdelningen
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 61 83
e-post: karin.pettersson@havochvatten.se

Jarone Pinhassi, Inst. för naturvetenskap
Linnéuniversitetet
tel: 0480-446212
e-post: jarone.pinhassi@lnu.se

Eva-Lotta Sundblad, Havsmiljöinstitutet
tel: 031-786 65 62
e-post: eva-lotta.sundblad@havsmiljoinstitutet.se

Henrik Svedäng, Inst. för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 40 63
e-post: henrik.svedang@slu.se

REGIONALA VATTENMILJÖMYNDIGHETER / WWW.VATTENMYNDIGHETERNA.SE

Bottenviken

Malin Kronholm
tel: 0920-961 94
e-post: malin.kronholm@lansstyrelsen.se

Bottenhavet

Juha Salonsaari
tel: 0611-34 90 87
e-post: juha.salonsaari@lansstyrelsen.se

Norra Östersjön

Martin Larsson
tel: 021-19 51 79
e-post: martin.h.larsson@lansstyrelsen.se

Södra Östersjön

Robert Dobak
tel: 010-223 84 70
e-post: robert.dobak@lansstyrelsen.se

Västerhavet

Johan Erlandsson
tel: 031-60 50 00
e-post: johan.erlandsson@lansstyrelsen.se

KONTAKTPERSONER FÖR MILJÖÖVERVAKNINGEN

Programområde Kust och Hav

Gunilla Ejdung
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 62 88
e-post: gunilla.ejdung@havochvatten.se

Sverker Evans
Havs- och vattenmyndigheten
tel: 010-698 61 58
e-post: sverker.evans@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 Lundeborg
Naturvårdsverket
tel: 010-698 16 11
e-post: tove.lundeborg@naturvardsverket.se

Väder och tillrinning

Anna Eklund
Avdelningen för information och statistik
SMHI
tel: 011-495 80 00
e-post: anna.eklund@smhi.se

Isläget

Amund Lindberg
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 011-495 81 73
e-post: amund.lindberg@smhi.se

Tillrinning av ämnen

Lars Sonesten
Institutionen för vatten och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 018-67 30 07
e-post: lars.sonesten@vatten.slu.se

Fria vattenmassan

Bottniska viken
Siv Huseby
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 67
e-post: siv.huseby@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Ulf Larsson
Systemekologiska institutionen
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 61
e-post: ulf.larsson@ecology.su.se

Västerhavet
Lars Andersson
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 77
e-post: lars.s.andersson@smhi.se

Primärproduktion Släggö
Peter Tiselius
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 95 39
e-post: peter.tiselius@bioenv.gu.se

Växtplankton

Bottniska viken
Siv Huseby
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 67
e-post: siv.huseby@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Helena Högländer
Systemekologiska institutionen
Stockholms universitet
tel: 08-674 75 51
e-post: helena.hoglander@ecology.su.se

Västerhavet
Ann-Turi Skjevik
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 79
e-post: ann-turi.skjevik@smhi.se

Djurplankton

Bottniska viken
Jan Albertsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Elena Gorokhova
Institutionen för tillämpad miljövetenskap
Stockholms universitet
tel: 08-674 73 41
e-post: elena.gorokhova@itm.su.se

Västerhavet
Marie Johansen
Enheten för oceanografi
SMHI
tel: 031-751 89 72
e-post: marie.johansen@smhi.se

Vegetationsklädda bottnar

Norra Östersjön
Hans Kautsky
Systemekologiska institutionen
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 44
e-post: hassek@ecology.su.se

Södra Östersjön
Stefan Tobiasson
Institutionen för naturvetenskap
Linnéuniversitetet
tel: 0480-44 73 46
e-post: stefan.tobiasson@lnu.se

Västerhavet
Jan Karlsson
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 96 29
e-post: jan.karlsson@bioenv.gu.se

Makrofauna mjukbotten

Bottniska viken
Jan Albertsson
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
tel: 090-786 79 91
e-post: jan.albertsson@umf.umu.se

Egentliga Östersjön
Jonas Gunnarsson
Systemekologiska institutionen
Stockholms universitet
tel: 08-16 42 53
e-post: jonas@ecology.su.se

Västerhavet
Peter Tiselius
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 95 39
e-post: peter.tiselius@bioenv.gu.se

Sedimentprofilkamera
Marina Magnusson
Marine monitoring AB
tel: 0523-101 82
e-post: marina@marine-monitoring.se

Vitmärkla som biomarkör

Brita Sundelin
Institutionen för tillämpad miljövetenskap
Stockholms universitet
tel: 08-674 72 35
e-post: brita.sundelin@itm.su.se

Miljögifter

Anders Bignert
Enheten för miljögiftsforskning
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

Ingemar Cato
Samhällsplanering-Maringeologi
Sveriges geologiska undersökning
tel: 018-17 90 00
e-post: ingemar.cato@sgu.se

Gräsäl

Olle Karlsson
Enheten för miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 551 82
e-post: olle.karlsson@nrm.se

Knubbsäl och vikare

Tero Härkönen
Enheten för miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 540 29
e-post: tero.harkonen@nrm.se

Sälhälsa

Britt-Marie Bäcklin
Enheten för miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 542 59
e-post: britt-marie.backlin@nrm.se

Havsörn

Björn Helander
Enheten för miljögiftsforskning
Naturhistoriska riksmuseet
tel: 08-519 541 09
e-post: bjorn.helander@nrm.se

Utsjöfisk

Daniel Valentinsson
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010 478 40 49
e-post: daniel.valentinsson@slu.se

Kustfiskbestånd

Jan Andersson
Institutionen för akvatiska resurser
Sveriges lantbruksuniversitet
tel: 010-478 41 12
e-post: jan.andersson@slu.se

Kustfiskhälsa

Åke Larsson
Institutionen för biologi- och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 38 24
e-post: ake.larsson@bioenv.gu.se

Lars Förlin
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
tel: 031-786 36 76
e-post: lars.forlin@bioenv.gu.se

ANDRA VIKTIGA PUBLIKATIONER I URVAL



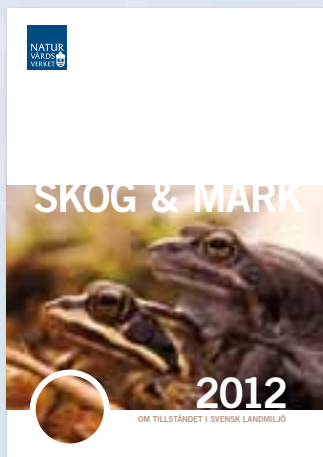
Laddas ned från:
www.havsmiljoinstitutet.se



Laddas ned från:
www.havet.nu



Laddas ned från:
www.havet.nu



Laddas ned från:
www.naturvardsverket.se



Laddas ned från:
www.havochvatten.se / www.slu.se



Laddas ned från:
www.ospar.org

HAVSMILJÖINSTITUTET
BOX 260
405 30 GÖTEBORG



B



HAVET 2012 samlar de senaste resultaten från den nationella miljöövervakningen i samtliga svenska havsområden: Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet. Därutöver presenteras resultat från regional miljöövervakning, forskning och andra undersökningar av betydelse för att öka kunskapen om miljötillståndet i våra hav. Som ett led i produktionen genomförs ett seminarium, där miljöövervakare och representanter från regionala och nationella myndigheter redovisar och diskuterar det senaste kring havsmiljöns tillstånd.

HAVET 2012 beskriver miljötillståndet hos de svenska havsområdena såväl som de mest angelägna miljöproblemen. I rapporten kan du läsa om svenskarnas syn på havets tillstånd, samt om hur mycket vi är beredda att betala för en friskare Östersjö. Du får också reda på hur miljögifter fortsätter att vara ett problem, särskilt i Bottenhavet, lite om gråsälens matvanor och mycket mer.

Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket finansierar huvuddelen av den nationella marina övervakningen. Även länsstyrelser och andra myndigheter med marin verksamhet bidrar med material till denna rapport. Författarna ansvarar själva för innehållet i artiklarna.

Havsmiljöinstitutet som är ett samarbete mellan Umeå universitet, Stockholms universitet, Linnéuniversitetet och Göteborgs universitet, sammanställer rapporten och ansvarar för sammanfattningen av havsmiljöns tillstånd.



**Havs
och Vatten
myndigheten**



Havsmiljöinstitutet