

An underwater photograph showing a fish, possibly a cod, swimming near a blue and white fishing net. The net has a circular logo with the letters 'E8D' and 'F8K' inside. A date stamp on the net reads '24-07-2015 09:15'. The background is a sandy seabed with some green algae.

HAVSUTSIKT

OM HAVSMILJÖN OCH SVENSK HAVSFORSKNING

Nr 1 | 2015

Inkräktare i havsmiljön

Hur mår den odlade fisken?
Tuff vardag för havskräftan
Intervju med Åsa Romson



"Äh, sluta klaga på mig!
Jag trivs alldeles utmärkt
här i Östersjön."

FOTO: MAGNUS THORLACIUS

INNEHÅLL



FOTO: ANVA-SABA ERÅNG.

Noterat	3
Framtidens havsmiljö	4
Onödig mikroplast i havet	6
Vägen till en friskare Östersjö	8
Hur mår den odlade fisken?	10
Tuff vardag för havskräftan	13
Dåtidens mirakel – nutidens hot	16
DNA-metod kan förenkla havets detektivarbete	19
Smörbultsfiskar – anpassningsbara doldisar	22
Svartmunnad smörbult	24



Blåstång. I det klara vattnet lyser tångskogarna, de är unga, man vill emigrera dit, lägga sig raklång på sin spegelbild och sjunka till ett visst djup – tången som håller oss uppe med luftblåsor, som vi håller oss uppe med idéer.

TOMAS TRANSTRÖMER, ÖSTERSJÖAR

HAVSUTSIKT

HAVSUTSIKT ges ut av Stockholms universitets Östersjöcentrum och Umeå marina forskningscentrum, Umeå universitet. Fokus ligger på forskning om havet och havsmiljön, och artiklarna skrivs mestadels av forskare vid de svenska lärosätena. Havsutsikt utkommer med två nummer per år.

REDAKTIONSRÅD

Tina Elfving, Stockholms universitet
Carl Rolff, Stockholms universitet
Jan Albertsson, Umeå universitet
Jonas Nilsson, Linnéuniversitetet
Susanne Pihl Baden, Göteborgs universitet

REDAKTION

Kristina Viklund, huvudredaktör
Umeå marina forskningscentrum
Umeå universitet
Norrbyn, 905 71 Hörnefors
090-786 79 73
kristina.viklund@umf.umu.se

Ulrika Brenner
ulrika.brenner@su.se

Nastassja Åstrand Capetillo
nastassja@su.se

Annika Tidlund
annika.tidlund@su.se

Stockholms universitets
Östersjöcentrum

PRENUMERATION

Kontakta redaktionen,
havsutsikt@havet.nu, eller anmäl på
www.havet.nu/havsutsikt, gäller även
adressändring. Att prenumerera är gratis.

GRAFISK FORM & ORIGINAL:

Grön idé AB

OMSLAGSFOTO:

Tobias Dahlin/Azote (smörbult under skräp)

ISSN 1104-0513

TRYCK Grafiska Punkten, juni 2015.

UPPLAGA: 12 000 ex.

PAPPER: Arctic Volume,
115 och 170 g (FSC-märkt).



Tidningen kan även läsas och laddas ner på
www.havet.nu/havsutsikt



Stockholms
universitet



"Hur man skiljer på mat och plastpartiklar? Ingen aning!"

FOTO: JERKER LOKRANTZ/AZOTE



NOTERAT



Växter & djur i Östersjön – en fälthandbok

NU ÄR DEN EFTERLÄNGTADE tredje upplagan av fälthandboken om växt- och djurlivet i Östersjön klar. Den är kraftigt omarbetad och utökad till 44 sidor med vackra akvareller av 200 arter. Här får du den unika blandningen av salt- och sötvattenarter från Bottniska viken i norr till södra Östersjön i samma bok. Arterna presenteras i den miljö de oftast hittas. Boken innehåller även en introduktion till Östersjöns särpräglade värld och de speciella levnadsförhållanden som råder där.

Fälthandboken är vattentålig och ringbunden för att kunna följa med på utflykten till strandkanten. Alla som vistas runt, på och i Östersjön och är intresserade av livet under ytan har glädje av den. Pris: 125 kr inklusive moms

» **MER INFORMATION OCH BESTÄLLNING:** havet.nu/livet



FOTO: JONKIM HANSEN/AZOTE

... har inventerats längs Svealands kust. Nu finns resultaten för första gången presenterade digitalt på webbplatsen svealandskusten.se

Hur ser det egentligen ut i regionens grunda vikar? Vad karakteriserar dem? Vilka alger och växter finns där? Och hur mår de? Hitta din favoritvik via kartan, och ta reda på vad som växer där. Vikarnas olika karaktär och deras ekologiska status sammanfattas i både text och fina diagram.

» **LÄS MER:** svealandskusten.se



Rapporten HAVET 1888

FINNS DET ETT "NATURLIGT" TILLSTÅND i havsmiljön? Var det bättre förr? I rapporten Havet 1888 gör ett tjugotal forskare inom olika ämnesområden djupdykningar i arkiven och dammar av hundraåriga källor, fulla av värdefull kunskap. Historiska undersökningar sätts i relation till nutida. Eftersom miljön i havet ständigt förändras behöver vi fundera kring vilket tillstånd det är vi refererar till när vi i styrande direktiv säger att vi vill uppnå en "god havsmiljö". Ett historiskt perspektiv på samtiden gör oss klokare, och lite bättre rustade att ta oss an förvaltningen av havets föränderliga ekosystem.

» **LÄS MER:** Direkt på skärmen, ladda ner som pdf eller beställ Havet 1888 gratis: havsmiljoinstitutet.se/publikationer/havet1888



Rapporten Svealandskusten

NU ÄR ÅRETS RAPPORT om miljötillståndet längs Svealands kust färdig. Rapporten Svealandskusten 2016 redovisar resultat från de undersökningar som bedrivs i Svealands kustvattenvårdsförbunds regi, tillsammans med intressanta artiklar från andra aktörer i regionen.

Läs om: Tillståndet längs kusten / Allt om sommarens algblomning / Från skitbärarkäringar till moderna reningsverk / Miljögifter i fisk och sediment / Sjöfåglar med problem

» **LÄS MER:** Du kan ladda ner artiklar eller beställa rapporten från webbplatsen: svealandskusten.se

Framtidens havsmiljö

Havsmiljöns tillstånd har varit i fokus under senare tid, och problem med miljögifter, syrebrist, övergödning och överfiske måste hanteras för att Sverige ska kunna uppfylla internationella överenskommelser och nå uppsatta miljökvalitetsmål. Havsutsikt-redaktionen har fått möjlighet att ställa frågor kring hur regeringen tänkt hantera dessa frågor till vår klimat- och miljöminister Åsa Romson.

Redaktionen: Sverige är i färd med att införa nationell havsplanering. Planeringen täcker dock inte in kustzonen, som har höga natur- och kulturvärden och där det är allra störst överlapp av olika intressen. Hur vill regeringen arbeta för att stödja en samordnad och ambitiös kommunal havsplanering?

Miljöministern: Riksdagen har beslutat att det ska finnas havsplaner som sträcker sig från en nautisk mil utanför baslinjen. Detta innebär delvis en geografisk

överlappning med den kommunala fysiska planeringen enligt plan- och bygglagen. Havsplanerna ska bidra till en långsiktigt hållbar utveckling och vara vägledande för denna planering. För de områden som inte täcks av havsplaner gäller ändå miljöbalkens hushållningsregler som bland annat innehåller bestämmelser om riksintressen.

Redaktionen: Hur ser man på det småskaliga, kustnära fisket kontra det storskaliga utsjöfisket? Kommer man att ta

en mer aktiv roll i exempelvis den regionala beslutsprocessen för att praktiskt arbeta för en ekosystembaserad förvaltning?

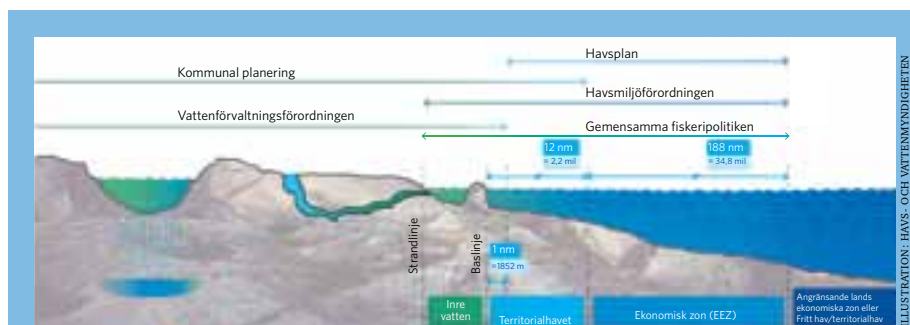
Miljöministern: När det gäller olika typer av fiskesätt ska havsplaneringen utgå från mål om att bland annat främja det småskaliga fisket. Både det små- och mer storskaliga fisket kommer dock att påverkas när andra näringars användning av havet ökar. Planeringsfrågor som rör yrkesfisket är skydd för fiskhabitat, tillgång till fiskeplatser i förhållande till andra intressen (såsom marint områdeskydd och vindkraftverk) och fiskerinäringens infrastruktur. I Sverige samarbetar vi med våra grannländer i havsplaneringsprocessen.

Redaktionen: Många beräkningar visar att kraftfulla miljöförbättrande åtgärder för havsmiljön kan ge både arbetstillfällen och ekonomiska vinster. Hur kommer detta argument att användas i regeringens fortsatta arbete för ett friskt hav?

Miljöministern: Det är positivt att rapporter visar att miljöförbättrande åtgärder i havet kan vara helt avgörande för den ekonomiska utvecklingen. Regeringen arbetar idag med en maritim strategi som visar att de maritima näringarna har en potential att öka i framtiden. En stor del av besöksnäringen grundas ju till exempel på ett hållbart nyttjande av havets och kusternas resurser för rekreation och olika aktiviteter såsom fritidsboende, bad, fiske och fritidsbåtaktiviteter.

Redaktionen: Implementering av nya och befintliga direktiv ställer stora krav på långsiktighet i miljöövervakningen. Vilka strategier har regeringen för detta, och hur ser finansieringsplanen ut för att vi ska leva upp till internationella överenskommelser?

Miljöministern: Sverige har en omfattande nationell miljöövervakning. Det gäller dock att se till att nya EU-direktiv införs så att vi kan dra nytta av denna



HAVSPLANERING

Havsplanering innebär att man gör en plan för ett havsområde, där nyttjande, utveckling och bevarande vägs mot varandra. Planerna ska leda till att havsområdena används till det som de är mest lämpade för.

EKOSYSTEMBASERAD FÖRVALTNING


En ekosystembaserad förvaltning innebär ett angreppssätt där man rättar sig efter miljöns förutsättningar när man skyddar den. Förvaltningsformen ska vara flexibel nog att kunna anpassa sig till nya miljöförhållanden såsom påvisad försämrad status. Den innebär också att olika berörda intressenter tillåts delta.

MARITIMA NÄRINGAR

Till de maritima näringarna räknas sjöfart, hamnar, fiske, marin teknik och turism kopplad till havet.

BALTIC SEA ACTION PLAN

Aktionsplanen för Östersjön är en överenskommelse mellan Östersjöstaterna om att återställa en god ekologisk status i Östersjöns marina miljö till år 2020.



”Det är positivt att rapporter visar att miljöförbättrande åtgärder i havet kan vara helt avgörande för den ekonomiska utvecklingen.”

övervakning i så hög grad som möjligt. Här är det också viktigt att Sverige deltar i internationella processer för att på ett tidigt stadium ha information och vara med och påverka utformningen av kommande lagstiftning. Det finns ett statligt anslag för miljöövervakning till Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten som för 2015 uppgår till drygt 281 miljoner kronor. Regeringen föreslår i Vårändringsbudgeten att anslaget höjs med 25 miljoner kronor. Nästa år vill vi höja anslaget med 50 miljoner kronor. Miljöövervakning görs även av länsstyrelser, kommuner och privata aktörer.

Redaktionen: För att minska övergödningen i Östersjön så behöver tillförseln av näring minskas, och även i framtiden hållas på låga nivåer. Hur ska Sverige uppnå de målnivåer som är satta i Baltic Sea Action Plan? De flesta av åtgärderna som behövs för att uppnå miljömålet ”ingen övergödning” berör åtgärder inom lantbruket. Hur samarbetar miljödepartementet och näringsdepartementet för att uppnå detta miljömål?

Miljöministern: Sverige och de övriga länderna runt Östersjön måste samarbeta på bred front. De förslag till åtgärds-

program som Vattenmyndigheterna och Havs- och vattenmyndigheten tagit fram för genomförandet av ramdirektivet för vatten och havsmiljödirektivet visar att Sveriges reduktionsmål kan uppfyllas, men att det kommer att behövas kraftfulla åtgärder inom flera sektorer inklusive jord- och skogsbruk. Miljö- och energidepartementet samarbetar med Näringsdepartementet om hur jordbrukets miljöpåverkan ska minska och hur miljöstöden i landsbygdsprogrammet kan användas på effektivaste sätt för att minska näringsbelastningen. ?

Mikroplast är mycket små syntetiska polymerpartiklar och fragment som är mindre än fem millimeter i diameter. Partiklarna i kosmetik och kroppsvårdsprodukter är industriellt tillverkade, vanligtvis i storlekar från en millimeter i diameter ner till några nanometer.

Onödigt mikroplast i havet

Östersjön förorenas gradvis allt mer av mikroplast. En betydande utsläppskälla återfinns i våra badrumsskåp. Många av de produkter vi förvarar där håller oss rena, men smutsar ner havet. Ett nytt forskningsprojekt har kartlagt hur mycket mikroplast från kosmetik och kroppsvårdsprodukter som hamnar i Östersjön och hur de små partiklarna påverkar havets växter och djur.

Den växande mängden mikroplast i haven har fått stor internationell uppmärksamhet under senare år. Dessa mikroskopiska partiklar är i dag ett relativt välkänt begrepp, och från vetenskapligt håll presenteras ständigt nya rön om mikroplastens inverkan på den marina miljön.

Mikroplast utgör den i särklass största andelen av allt plastskräp i världshaven, och förekommer i alla jordens marina miljöer; i vattnet och botten-sedimenten, på stränder och i levande organismer. Partiklarna påträffas till och med i de Arktiska isarna och i djuphaven.

Mycket, mycket små

Mikroplast definieras som syntetiska polymerpartiklar och fragment som är mindre än fem millimeter i diameter. Partiklarna i kosmetik och kroppsvårdsprodukter är industriellt tillverkade, vanligtvis i storlekar från en millimeter i diameter ner till några nanometer. En nanometer motsvarar en miljondels millimeter. Partiklarnas vanligaste funktion är som polerande slipmedel i exempelvis kroppsvårdsprodukter.

skrubb och peelingkrämer. Dock förekommer mikroplast även i en mängd andra vardagsprodukter, som duschgel, tvål, tandkräm, smink, raklödder, badskum, hudkrämer och deodorant.

Fyrtio ton per år

Den växande mängden mikroplast i den marina miljön kommer från många olika utsläppskällor, till exempel partiklar från bildäck, mikrofibrer från textilier och naturlig nedbrytning av större plastföremål. Källorna är ofta mycket svåra att kvantifiera. Men en källa vars utsläpp kan kvantifieras är just mängden mikroplast som kommer från våra badrumsskåp. Analyser av marknads- och konsumtionsdata för hela Östersjöns avrinningsområde med sina cirka 90 miljoner invånare visade att omkring 130 ton polyetenpartiklar från kosmetik och kroppsvårdsprodukter spolas ut med hushållens avlopp – varje år.

En stor andel fastnar i reningsverken. Men ju mindre partiklarna är, desto lättare slinker de igenom reningsverken och når havet. I en färsk studie gjordes mät-

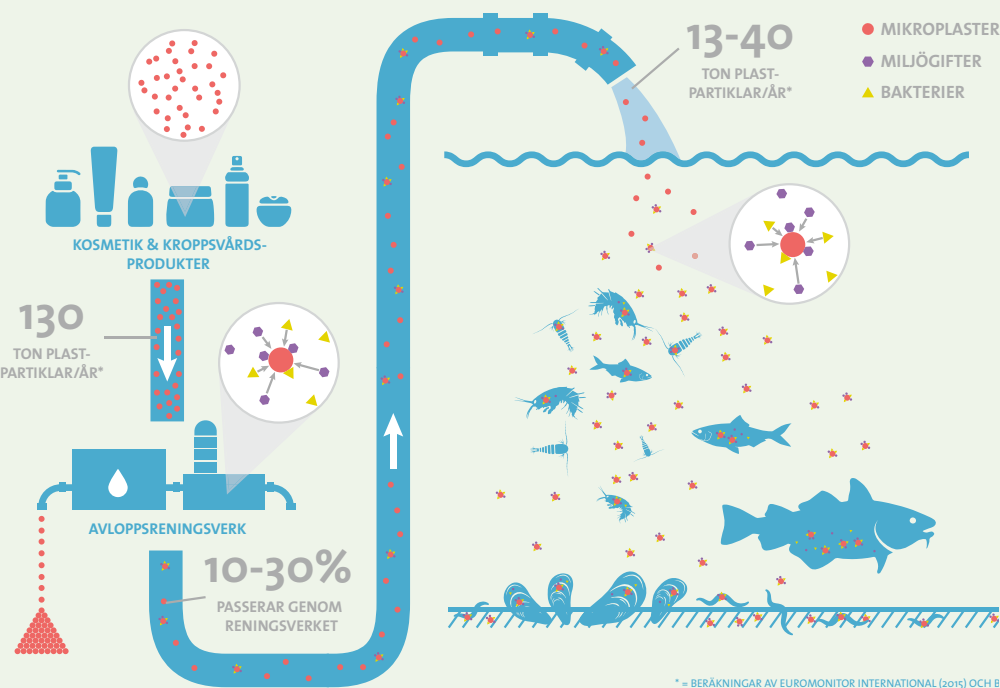
ningar vid tre stora svenska reningsverk, och det visade sig att i snitt 10–30 procent av plastpartiklarna i hushållens avloppsvatten passerar rakt igenom ett vanligt reningsverk. Det innebär att uppemot 40 ton mikroplast från kroppsvårdsprodukter årligen släpps ut i Östersjön från länderna i avrinningsområdet. Eftersom en betydande mängd hushållsavlopp inte är kopplade till ordentlig rening, är siffran sannolikt i underkant.

Fungerar som giftmagneter

Praktiskt taget alla djur i havet kan få i sig mikroplast. Många av de minsta djuren, som plankton, musslor och bottenlevande maskar, misstar partiklarna för föda och äter dem. På så vis kan mikroplasten transporteras vidare i näringskedjan och nå även större djur – och till slut även människor.

När till exempel plankton får i sig plast uppstår en falsk mättnad, vilket kan leda till undernäring. Det finns också vetenskapliga belägg för att partiklarna kan skada inre organ, orsaka inflammation och ha negativ påverkan på energilagring och reproduktion. Ju mindre partiklarna är, desto större är risken att de tränger in i djurens celler och vävnader. Exponeringsstudier med polyeten på blåmusslor visar hur små partiklar kan tränga in i musslornas vävnader och blodceller, och skada immunceller och organ.

I vatten fungerar plastpartiklarna som magneter för olika bakterier och miljögifter. När djuren i havet konsumerar mikroplast får de därmed också i sig



« De flesta kroppsvårdsprodukter som innehåller mikroplast sköljs ned i hushållsavloppet efter användning. Inom Östersjöns avrinningsområde nås avloppsreningsystemen varje år av cirka 130 ton mikroplastpartiklar från dessa produkter. En betydande del passerar genom reningsverken och hamnar i havet. Där kan plastpartiklarna, som binder miljögifter och bakterier, tas upp av plankton, maskar och fiskar, men även av däggdjur. Ju mindre partiklarna är desto större är risken att de tränger in i celler och vävnader, och skadar immunceller och organ.

ILLUSTRATION: JERKER LOKRANTZ/AZOTE

de bakterier och gifter som fäst på plastpartiklarna.

En utopi att få bort allt

Det finns två effektiva åtgärder för att möta utmaningen med utsläpp av mikroplast i den marina miljön: hållbar produktdesign och förebyggande vid källan. Tyvärr är många av de kända källorna mycket svåra att strypa. Att till exempel förbjuda all trafik med gummidäck, eller användandet av plastpåsar, ter sig som nästintill utopiskt. Detsamma gäller dock inte utsläppen från de krämer och andra hygienartiklar som vi förvarar i våra badrumsskåp. Den utsläppskällan går faktiskt att eliminera helt. Som konsument kan man läsa innehållsförteckningen. Om det står polyethylene, pe, innebär det att produkten innehåller plast.

Flera multinationella företag har redan börjat fasa ut mikroplaster från sina produkter genom att ersätta plasten med mer miljövänliga alternativ, exempelvis kiseldioxid som är ett naturligt förekommande mineral. Analyser visar att industrins utfasningsarbete har haft viss effekt. Under perioden 2008-2014 skedde ett tydligt trendbrott. Den totala användningen av mikroplast i kroppsvårdsprodukter i Tyskland, Sverige, Norge, Danmark och Finland minskade då från 60 ton per år till strax under 40 ton per år. Dessvärre pågår en motsatt trend i de östliga länderna Polen, Ukraina, Ryssland, Tjeckien, Slovakien, Vitryssland, Estland, Lettland och Litauen. Under de senaste 15 åren har användandet där

ökat, från omkring 30 ton per år till cirka 100 ton. Prognosen för dessa länder är en fortsatt ökning, till strax under 120 ton år 2018.

Den totala användningen i hela Östersjöområdet ökar alltså – och kommer sannolikt att fortsätta öka om inte utfasningsprocessen utvidgas, påskyndas och genomförs i samtliga länder.

Liten men viktig del

Hur skadliga är då utsläppen från kosmetik och kroppsvårdsprodukter? Är 40 ton per år mycket, eller bara en droppe i havet?

Jämfört med den totala mängd plastskräp som årligen hamnar i Östersjön utgör mikroplasten från våra badrumsskåp såklart bara en liten del. Samtidigt finns det ingen mirakellösning som i ett slag kan stoppa all tillförsel av all mikroplast till havet. De olika utsläppskällorna är allt för diversifierade och måste därför hanteras separat.

Att bedöma exakt hur stor skada 40 ton mikroplast orsakar i havet är ännu omöjligt. Till det behövs mycket mer forskning och data. Men den skada som hittills har bevisats får anses vara nog för att motivera kraftiga åtgärder mot utsläppen. Och för att det arbetet ska bli framgångsrikt kommer det att krävas både vilja och handlingskraft – från politiker och industrin, men också från oss enskilda konsumenterna. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Katja Broeg och Henrik Hamrén,
Stockholms universitets Östersjöcentrum
katja.broeg@su.se

LÄS MER

Baltic Eye Policy Brief,
Mikroplaster i hygienartiklar

www.su.se/ostersjocentrum/mikroplast



FOTO: DR. MATTHEW COLE/UNIVERSITY OF EXETER

Ett djurplankton som ätit mikroplastpartiklar. Partiklarna är 0,02 mm i diameter.



FOTO: ANDERS TEDERHOLM/AZOTE

Problemet med överfiske är stort och förvaltningen präglas av konflikter. De vetenskapligt baserade råden bygger på försiktighetsansatsen men råden har sällan följts i besluten om fiskekvoter.

Vägar till en friskare Östersjö

Gapet är stort mellan miljö-mål och miljö tillstånd i Östersjön. De omfattande insatser som görs av offentliga institutioner, näringsliv och allmänhet räcker inte. Samtidigt finns ett stort och växande engagemang från många politiker, företagare och enskilda för att stärka havsmiljöarbetet. När vi nu summerar ett större treårigt forskningsprojekt finner vi viktiga ledtrådar till vägar som kan leda till en förbättrad situation.

I det internationella forskningsprojektet RISKGOV har vi undersökt arbetet med fem miljöproblem och miljörisker i Östersjön: oljeutsläpp, överfiske, främmande invasiva arter, spridning av farliga kemikalier och övergödning. Vi har granskat dessa fem miljöproblem, men också tvärgående frågor som rör institutioner och regelverk, osäkerhet och konflikter, samt kommunikation och delaktighet.

Fortsatt arbete behövs

I fallet oljeutsläpp finns god kunskap och samsyn liksom relativt väl utvecklade regelverk och institutioner. Internationella sjöfartsorganisationen, EU och Östersjöländernas samarbetsorganisation Helcom är viktiga aktörer på både internationell och regional nivå. Här behövs i första hand ett fortsatt arbete.

När det gäller överfiske är orsakerna väl beskrivna, men effekterna på ekosystemnivå är mindre kända och förvaltningen präglas av konflikter. De veten-

skapligt baserade råden bygger på försiktighetsansatsen men råden har sällan följts i besluten om fiskekvoter. Även de lovvärda forum för delaktighet som har utvecklats på senare år har brister. Den nya fiskeripolitiken i EU förbättrar läget och behöver nu tillämpas fullt ut. Särskilt viktiga delar är principen om maximalt hållbar avkastning, begränsningen av utkast och regionala beslutsprocesser med bred delaktighet.

Främmande invasiva arter är också föremål för nya regler inom EU. Här är den vetenskapliga osäkerheten om långtidseffekter i ekosystemen stor, medan åtgärderna är lättare att identifiera. Ett exempel är bättre kontroll av ballastvatten. Det är av största vikt att arbetet med förebyggande åtgärder, tidig varning och snabb respons genomförs på internationell nivå.

Stora, komplexa utmaningar

Utmaningarna är större för att klara målen för farliga kemikalier. Här finns be-

tydande kunskapsbrist om både enskilda ämnen och de blandningar som finns i ekosystemen. Det finns vetenskapligt väl grundade metoder för att hantera denna osäkerhet, exempelvis att tillämpa försiktighetsprincipen i bedömning och hantering av risker, men dagens regler begränsar dessa möjligheter. En förändring av lagstiftningen inom EU är angelägen. För att skapa ett bättre beslutsunderlag är det också viktigt att lyfta fram kostnader som följer av att inte vidta åtgärder.

Övergödning är det mest komplexa fallet. Orsakerna är kända, men vad som händer på lång sikt i ekosystemen är oklart, och det är svårt att nå samsyn om åtgärder. I jordbruket är insatserna stora men inte tillräckliga, vare sig de sker frivilligt eller till följd av lagstiftning. Det behövs system där förorenaren betalar fullt ut och där produktion av ekosystemtjänster, inklusive mat, ersätts till fullo. Det i sin tur förutsätter en ny jordbrukspolitik i EU. På längre sikt krävs större jordbruksreformer, exempelvis för att skapa bättre balans mellan växtodling och djurproduktion.

Vad orsakar problemen?

I vår granskning av tvärgående frågor ser vi några grundorsaker till flera av de problem vi studerat. En är otillräcklig koordinering. Det gäller mellan olika beslutsnivåer, exempelvis nationellt kontra EU, och mellan olika sektorer och frågor, som mellan övergödning och fiske. Ibland sker riskbedömning i ett samman-

hang och riskhantering i ett annat. Sammantaget blir det svårt att tillämpa ekosystemansatsen.

Även bristen på flexibilitet och anpassning är problematisk. Inlåsnings effekter som beror på tidigare beslut är inte ovanliga, ett exempel är synen på kvoter i fiskepolitiken. Tröga strukturer för beslut är också problematiska, exempelvis fattar Helcom sällan bindande beslut som genomdrivs.

Brister i hanteringen av vetenskaplig osäkerhet är ytterligare en grundorsak till problem. Ett exempel är att offentliga institutioner, och inte förorenare, nästan alltid har bevisbördan för problem och lösningar vid beslutsfattande. Svaga krav på att ta fram data om till exempel kemikalier som används förvärrar situationen.

Vi ser även bristande delaktighet som en orsak till problem. Delaktighet ses sällan som värdefullt i sig, vilket leder till minskat engagemang. När formella och praktiska möjligheter att delta är begränsade uppstår lätt konflikter i onödan. Dessutom saknas Östersjögemensamma kommunikationskanaler.

Vad behöver göras?

Mot bakgrund av vår studie ser vi sju funktioner som behöver upprätthållas för att bättre styra förvaltningen av Östersjön i hållbar riktning: koordinering, integrering, tvärvetenskap, försiktighet, delaktighet, kommunikation och anpassning. Dessa funktioner kan säkerställas i befintliga eller nya institutioner, och för

att stimulera diskussionen lyfter vi fram tre idéer om nya strukturer.

Vi bedömer att det behövs en ”Baltic Sea Policy Review Mechanism”, som återkommande granskar strukturer och policy, och som ger förslag på hur exempelvis interaktioner mellan nivåer och sektorer bör hanteras. Vi föreslår även en ”Baltic Sea Science Panel”, som fungerar som en tvärvetenskaplig kunskapskälla inför bedömningar, och som lämnar vetenskapsbaserade råd i komplexa frågor. Till sist ser vi behov av en ”Regional Marine Advisory Panel” som bygger på en rik delaktighet, och som ger stöd till genomförandet av breda överenskommelser som Baltic Sea Action Plan och EU:s marina direktiv.

Vi är givetvis medvetna om att det redan finns en tät väv av institutioner som arbetar med Östersjöns miljö, och våra förslag syftar inte till att skapa en tjockare institutionell dimma. Tvärtom hoppas vi att de ska bli ett smörjmedel för att minska gapet mellan miljömål och miljötillstånd i ett av världens mest förorenade hav. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Mikael Karlsson och Michael Gilek,
Miljövetenskap, Södertörns Högskola
mikaelka@kth.se

LÄS MER

www.bonusportal.org/about_us/history/bonus_2009-2011/bonus_projects/riskgov
www.ostersjostiftelsen.se/projekt/141-environmental-risk-governance-of-the-baltic-sea-riskgov

Övergödning är ett mycket komplext miljöproblem. I jordbruket är insatserna stora men inte tillräckliga, och på längre sikt krävs större jordbruksreformer, exempelvis för att skapa bättre balans mellan växtodling och djurproduktion.





FOTO: ALEXANDER RATHS/SHUTTERSTOCK

Samtidigt som listan över utrotningshotade fiskarter blir allt längre äter vi mer fisk än någonsin. Det möjliggörs genom att ungefär hälften av fisken som vi äter idag kommer från odling. Hur fiskarna mår i odlingen vet vi dock inte mycket om. I ett stort forskningsprojekt hoppas vi nu få en inblick i den odlade fiskens vardag.

Hur mår **den odlade**



Modern fiskodling i Norge där varje kasse kan vara upp till 100 meter i omkrets och innehålla fler än 100 000 djur. Att under kommersiella förhållanden bedöma enskilda individers välfärd i den här typen av odling är i praktiken omöjligt, samtidigt som djurskyddslagen kräver tillsyn på individnivå.

fisken?

FOTO: MARTIN ALMOVIST/AZOTE



Med mer än 100 000 individer i varje kasse kan det bli trångt i fiskodlingarna. Detta kan i sig orsaka stress hos fisken. Här ses en laxodling i Norge.

Fisk är nyttig mat som innehåller höga halter av hälsofrämjande näringsämnen. När svenska folket tillfrågades om sina matvanor svarade hela 66 procent att de skulle vilja äta mer fisk. Detta är i harmoni med Livsmedelsverkets rekommendationer där man i flera år har propagerat för en ökad fiskkonsumtion. Ur ett globalt perspektiv äter vi också mycket mer fisk idag. Jämfört med 1960-talet så har den globala fiskkonsumtionen per person fördubblats. Men under samma period har jordens befolkning mer än fördubblats, vilket betyder att den totala mängden fisk som konsumeras idag är runt fem gånger större jämfört med för 50 år sedan. Omräknat till individuella fiskar så konsumeras årligen 1–3 000 000 000 000 (biljoner!) fiskar.

Från vildfångad till odlad

Samtidigt som vi på ena sidan av morgontidningarna kan läsa att vi skulle må bättre om vi åt mer fisk så kan vi på andra sidan läsa att WWF och FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation larmar om att så mycket som 70 procent av världens fiskbestånd är antingen fullt utnyttjade, överutnyttjade eller riskeras att bli överutnyttjade inom en snar framtid. Men om fisken i haven håller på att ta slut, hur kan då fiskkonsumtionen fortsätta att öka? Varifrån kommer all den fisk som vi äter? Förklaringen hittar vi i den globala statistiken över världens vattenbruk,

en industri som idag utgör världens snabbast växande livsmedelssektor. Från att mindre än 10 procent av fisken som vi åt för 50 år sedan kom från odling, så kommer i dag mer än hälften från odling. Inom de närmsta årtiondena så förväntas andelen odlad fisk fortsätta att öka. Även i Sverige, som är ett förhållandevis litet vattenbruksland, finns det ambitioner att öka fiskodlingen. Regeringen tillsatte 2007 en officiell statlig utredning som fick i uppdrag att analysera förutsättningarna för att öka den svenska fiskproduktionen. Utredningen bedömde förutsättningarna för ökat vattenbruk i Sverige som mycket goda, och mellan 2007 och 2012 har matfiskproduktionen i Sverige mer än fördubblats.

Omfattas av djurskyddslagen

För att möta den ökade efterfrågan på matfisk har inte bara antalet fiskodlingar i världen blivit fler, utan parallellt

har också det befintliga vattenbruket effektiviserats. I Skandinavien odlas nästan all fisk i stora flytande nätkassar, där de största kassarna kan ha en omkrets på över 100 meter och rymma fler än 100 000 individer samtidigt. I likhet med alla djur som hålls av människor omfattas fiskar av djurskyddslagen. Huvudsyftet med lagen är att skydda djuren mot lidande och smärta samt att främja deras välfärd. Men hur kan vi avgöra om odlade fiskar har det bra? Djurskyddslagen omfattar dessutom alla enskilda individer, men för en odlare är det i praktiken omöjligt att följa hur enskilda individer upplever livet i en odlingskasse med tusentals fiskar. Problemet kring hur vi ska kunna tillgodose vårt etiska ansvar gentemot fisken har under de senaste åren uppmärksammats av både näringen och beslutsfattare, men även av en allt mer medveten allmänhet.

DJURSKYDD OCH VÄLFÄRD

Djurskydd handlar om att förebygga lidande, stress och skador hos djur, och är alltså ett begrepp som fokuserar på människans ansvar för de djur vi håller, vare sig det sker för produktion, sällskap eller tävlingsändamål. Djurskydds-nivån kan till exempel styras via lagstiftning, via frivilliga djuromsorgsprogram och via utbildning av djurägare och djurskötare. Begreppet djurvälfärd används för att beskriva resultatet av människans omsorger, och andra faktorer, ur djurets perspektiv. Djurvälfärd handlar alltså om hur djuret i slutänden verkligen mår; djurens hälsa, välbefinnande och livskvalitet. Ett gott djurskydd ökar således sannolikheten för en god djurvälfärd, men innebär ingen garanti eftersom oförutsedda händelser kan inträffa som likväl är negativa för djurvälfärden. Sveriges djurskyddslag är en av världens mest omfattande, och säger bland annat att djur ska behandlas väl och skyddas mot onödigt lidande.

FORSKNINGSPROGRAMMET FRESH

FRESH, *Fish Rearing and Stress Hazards*, är ett Formasfinansierat projekt i samarbete mellan Sveriges lantbruksuniversitet och Göteborgs universitet som syftar till att öka kunskapen om fiskars välfärd i odling. Eftersom djurvälfärd är ett komplext område som består av en kombination av allt ifrån veterinärmedicin och näringslära till fysiologiska och beteendemässiga behov och responser hos fisken är målet med FRESH att binda samman alla de vetenskaper som behövs för att förstå djurets olika behov och de biologiska riskerna.

Mer information om FRESH och ingående samarbetspartners finns på:
www.slu.se/en/departments/animal-environment-health/research/research-project/animal-welfare-in-modern-production-systems-for-fish/



Hur stressad är den odlade fisken?

För att öka kunskapen om odlingsmiljöns inverkan på fiskens välfärd startades ett stort forskningsprojekt. Eftersom det är ett komplext område så sker forskningen i samverkan mellan flera aktörer. Fiskodling innefattar en rad moment som fiskar kan uppleva som stressande, som exempelvis transport, förflyttning genom pumpning eller håvning och avslutningsvis slakt. Flera av momenten genomförs vid upprepade tillfällen och vid mer eller mindre extrema miljöförhållanden som exempelvis låga syrehalter eller extrema vattentemperaturer. Hur fiskar upplever och påverkas av dessa olika moment och miljöförhållanden vet vi idag ganska lite om, men att minimera stressen samt garantera att fisken avlivs snabbt och med minimalt lidande är grundläggande för ett modernt och etiskt försvarbart vattenbruk.

För att få en uppfattning om vad fisken direkt upplever som stressande och på så sätt få en objektiv bild av vilka faktorer och situationer som kan ha en negativ inverkan på fiskens välfärd mä-

ter vi olika stressreaktioner. En stressreaktion kan vara både ett beteende, exempelvis flykt, eller en fysiologisk respons som ökad hjärtfrekvens eller ökad halter av stresshormon i blodet. Genom att i kontrollerade laboratorieförsök återskapa olika moment och situationer från odlingen kan man öka förståelsen om fiskens situation i odlingen, men att helt efterlikna den komplexa odlingsmiljön i laboratorier är svårt. Det bästa är därför om man istället kan mäta hur fisken reagerar på olika situationer när den befinner sig på plats i odlingen. Med hjälp av ny teknik kan vi idag förse ett antal utvalda fiskar i en odlingskasse med inopererad mätutrustning som mäter stressreaktioner. Genom att sedan under flera veckors tid följa de utvalda fiskarna och undersöka hur de påverkas av olika kritiska och vardagliga situationer i odlingen kan vi få en uppfattning om hur de odlade fiskarna mår.

Resultaten förvånar

Sedan projektet började har vi hunnit undersöka en rad kritiska moment i odlingsmiljön, och resultaten förvånar. Bland an-

nat verkar den vanliga odlingsarten regnbåge uppleva det som mycket mer stressande att blandas i nya grupper än att bli håvad och hållen i luften en kort stund. En annan upptäckt som kommer att ha stor betydelse för hur vi bedömer fiskvälfärd i framtiden är att ett lugnt beteende hos fisken kan vara frikopplat från hur stressad fisken är. I försök på en annan viktig odlingsart, röding, har vi sett att de behandlingar som rutinmässigt används för att lugna fisken i samband med slakt, exempelvis nedkyllning, koldioxidbedövning och i viss mån elbedövning, kan göra fiskarna orörliga medan utsöndringen av stresshormoner i fisken fortfarande går på högvarv. Alltså verkar det som att behandlingarna som utformats för att lugna fiskarna många gånger bara lugnar den mänskliga åskådaren, medan den inte verkar ha någon som helst positiv effekt för fiskarna utan snarare tvärtom. Genom vårt forskningsprojekt hoppas vi nu få en djupare förståelse för hur fiskar i odling verkligen mår, vilket öppnar för möjligheten att förbättra metoder för hantering och avlivning så att negativa effekter på fiskens välfärd kan minimeras. 🐟

TEXT OCH KONTAKT

Albin Gräns, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, samt Henrik Sundh och Erik Sandblom Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet
albin.grans@slu.se

Senaste nytt om Östersjöforskning

» Den vetenskapliga tidskriften *AMBIO* har publicerat ett specialnummer kring Östersjöns miljö, klimatförändringar och förvaltning av havsområdet. Rapporten är ett resultat av fem års intensiva studier inom de strategiska forskningsprogrammen *EcoChange* och *Beam*, och över 80 forskare har bidragit till numret. Artiklarna ger en bild av var forskning-
en står idag, och pekar också på vad som återstår att ta reda på.

link.springer.com/journal/13280/44/3/suppl/page/1





FOTO: ANNIKA LIDKVIST/AZOTE

Tuff vardag för HAVSKRÄFTAN

Att som havskräftan leva nedgrävd i havets botten medför många utmaningar. Mänsklig påverkan såsom fiske, klimatförändringar, övergödning och miljögifter gör utmaningarna ännu större. Följ med på en tur ner till havskräftans tuffa vardag.

Havskräftan lever på minst tjugo meters djup i bohålor på mjuka lerbottnar längs Sveriges västkust. Äggen kläcks sommartid, och kräftlarverna flyter upp i vattenmassan, där de tillbringar veckor som kringdrivande plankton. Som vuxna behöver de kallt vatten (8-14°C) och hög salthalt (30-34 PSU). Havskräftan är inte bara ett värdefullt livsmedel, utan har också en central roll i lerbottens ekosystem. Lerbotten är i sig en påfrestande miljö, som på grund av mänsklig inverkan blir allt tuffare. På Kristineberg - Lovécentret vid Gullmarsfjorden arbetar en grupp forskare sedan flera decennier med frågor kring havskräftors hälsa och miljö. Här simulerar vi olika miljö-

påfrestande i laboratoriet, och studerar hur kräftorna påverkas av detta i olika stadier av dess liv.

Fiskemetod gör skillnad

Havskräftor fiskas antingen med trål eller med kräftburar. Trålning orsakar både direkta skador på ekosystemet och ger högre andel undermålig fångst som slängs överbord, så kallade utkast. Genom att använda trålar med en sorteringsrist kan man delvis minska mängden utkast. När vi jämför kräftor från områden där man under många år fiskat med antingen bur eller trål så är djur från burbotten generellt i bättre kondition än de kräftor som kommer från trålade botten. Burkräftorna innehåller

“När vi jämför kräftor från områden där man under många år fiskat med antingen bur eller trål så är djur från burbottnar generellt i bättre kondition än de kräftor som kommer från trålade bottnar.”

både mer kräftsmör och mer kräftkött. Man vet ännu inte vad som orsakar detta, men det kan vara exempelvis fysisk stress, skador och tillgång på mat som skiljer. Det är vanligt att burar agnas med saltad sill, som utgör energirik föda för havskräftan.

Anpassade till olika miljöer

Kräftan utsätts naturligt för kraftiga förändringar i vattenkvaliteten under sin livscykel. Som ägg och vuxen befinner den sig i bohålan nere i leran, där både syrehalten och pH kan bli låg. Som larver i det fria vattnet är det mest höga temperaturer och låga salthalter som kan verka stressande. När larven så småningom ömsar till en ung kräfta återvänder den till havsbotten och leran igen. Kräftan har under generationer anpassat sig till att klara dessa skillnader i vattenkvalitet.

Förändringar kan ge problem

Men människans påverkan på miljön förändrar förhållandena på både kort och lång sikt. I klimatförändringens spår följer höjd vattentemperatur och havsförsurning, och man förutspår även ökad utbredning av syrefria bottnar och större variationer i salthalt. Allt detta förväntas få en negativ inverkan på kräftan. Exempelvis försämras de vuxna kräftornas immunförsvar när de utsätts för havsförsurning. Toleransen hos larverna för havsförsurning varierar kraftigt mellan olika kullar, där vissa kräftkullar inte alls påverkas medan andra är mycket känsliga.

Fatal syrebrist

Övergödningsproblematiken blev väldigt påtaglig i Kattegatt under slutet av 80-talet, då kräfttrålarna fylldes av kräftor och andra djur som dött av syrebrist. Syrebrist på havsbottnar är vanligast på höstarna, när vattnet är varmt och produktionen av biologiskt material hög. Kräftorna kompenserar i ett inledande skede genom att öka produktionen av det syrebärande blodpigmentet hemocyanin för att underlätta syretransport. Efter ett tag slutar de att äta. De bryter då ner blodpigmentet igen, eftersom de behöver energin i proteinet, innan de slutligen dör. Unga kräftor är mycket känsligare för syrebrist än de vuxna.

Både miljögifter och syrebrist

Leran på havets botten består av partiklar som kan binda till sig både organiska miljögifter och metaller. Ett gram lera kan innehålla lika mycket metaller som tio kubikmeter vatten. Vid syrebrist släp-

KOLL PÅ HAVSKRÄFTA?

Havskräftan, *Nephrops norvegicus*, kallas även kejsarhummer. Den är gulrosa till färgen, och ömsar skal med avtagande frekvens under hela sin levnadstid. Den får fångas från att den har en ryggsköld på 40 millimeter. Då väger den cirka 40 gram. Hur stor den kan bli vet man inte. Stora havskräftor, så kallade jumbokräftor, kan väga upp till 500 gram.

Havskräftan tillhör de tiofotade kräftdjuren, och har två långsmala klor som den främst använder att gräva med; en grövre krossklo och en smalare "sax". Den kan självmant släppa sin egen klo, och då växer det ut en ny igen. Om klon däremot slits av så kan djuret dö av skadan.

Havskräftan leker oftast varje sommar i svenska vatten. Äggen utvecklas fastsittande under honans bakkropp under nio månader. De har tre frisimmande larvstadier innan de som små kräftor återvänder till bottarna.

Blodet hos havskräftan är blått, vilket beror på blodpigmentet hemocyanin som innehåller koppar och som transporterar syret i blodet.



per vissa gifter från partiklarna och läcker ut i vattnet. Det gäller bland annat tungmetallen mangan. Manganet i vattnet tas upp av kräftorna, som kan få beläggningar på luktantenner och gälar. Om halterna blir tillräckligt höga så påverkar manganet såväl kräftornas simförmåga, doftuppfattning och födosök, som hållfastheten i skalet och bildandet av blodpigmentet hemocyanin. De blir mer infektionskänsliga, eftersom förmågan att bilda och aktivera hemocyter, blodceller kopplade till immunförsvaret, minskar. Kombinationen av syrebrist och hög manganhalt är alltså extra jobbig för kräftan.

Både metaller och organiska miljögifter ansamlas framför allt i kräftsmöret, men någon regelbunden kontroll på hur höga halter kräftorna innehåller sker inte idag. Musklerna innehåller dock vanligen betydligt lägre halter än kräftsmöret, så havskräftorna påverkas i långt högre grad än människor som äter dem.

Framtidens kräfta

Interaktionen mellan havskräftan och dess miljö är påtaglig, och det är viktigt att förstå de mekanismer som förändrar både storlek och sammansättning av våra kräftpopulationer över lång tid. Havs- och vattenmyndigheten genomför årligen fältprovtagningar för att beräkna hur hårt fisketryck vi kan lägga på vårt svenska kräftbestånd. Däremot finns det idag ingen övervakning på hur kräftorna generellt sett mår ute i naturen. Vad tål de, och vad är de känsliga för? För att göra långsiktiga prognoser måste vi veta mer om hur havskräftan påverkas, och vilka som överlever under de betingelser som finns idag och som nu allt mer förändras. Att ha koll på kräftan är inte bara viktigt utifrån ett konsumentperspektiv. Ett hållbart fiske omfattar även att ha koll på kräftan som individ och som en viktig del av ekosystemet. 🌱

TEXT OCH KONTAKT:

Susanne Eriksson, Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet
susanne.eriksson@bioenv.gu.se

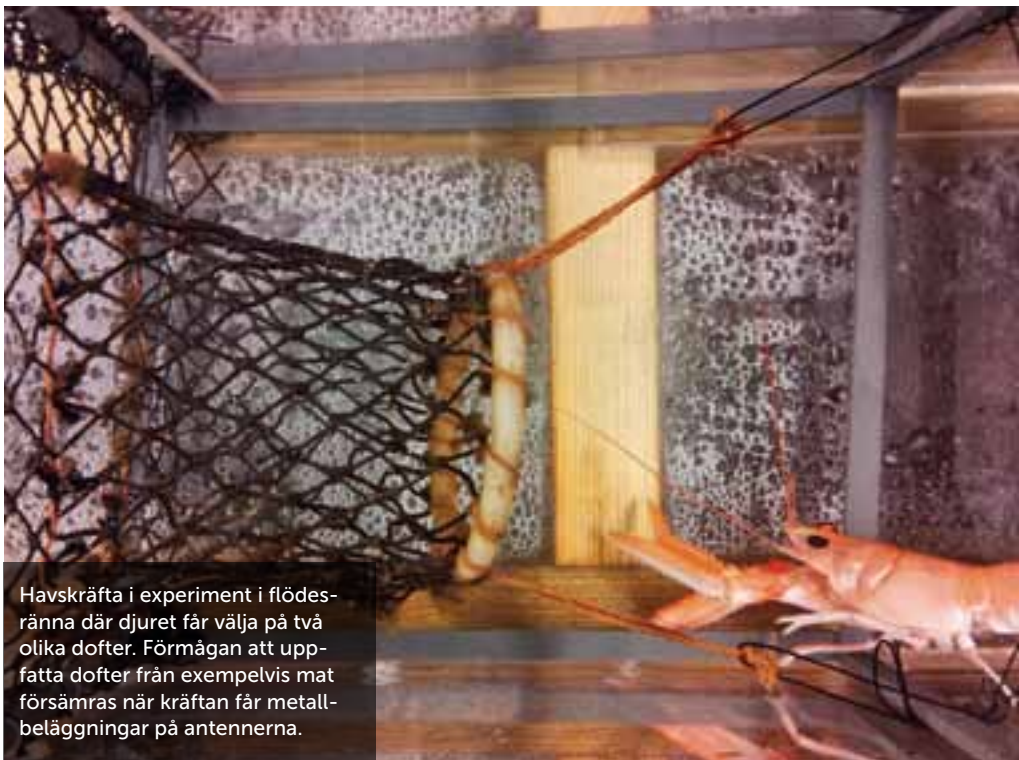
LÄS MER

Forskning kring havskräfta har pågått vid Göteborgs universitet i över 25 års tid. Läs mer om denna forskning på www.bioenv.gu.se/kraftdjur



En ung, två centimeter lång havskräfta i lergång på laboratoriet. De små kräftorna är känsligare för syrebrist än de vuxna.

FOTO: SUSANNE ERIKSSON



Havskräfta i experiment i flödesrännan där djuret får välja på två olika dofter. Förmågan att uppfatta dofter från exempelvis mat försämras när kräftan får metallbeläggningar på antennerna.

FOTO: ANNA-SARA KRÄNG



Burfångade havskräftor från Gullmarsfjorden.

FOTO: ANNA-SARA KRÄNG



Dåtidens mirakel –
**Nutidens
hot**

När forskare för första gången gjorde modellberäkningar över mängderna PFOA och PFOS som transporteras in och ut ur Östersjön, upptäckte de bland annat att större delen av kemikalierna verkar spridas till havet genom atmosfärisk nederbörd som regn och snö.

Genom historien har kemikalier underlättat vår vardag och hjälpt oss bli av med problem. Vatten- och fettavvisande perfluorerade ämnen började användas i allt från teflonstekpannor till brandskum på 1960-talet. Flera av substanserna har nu visat sig vara utbredda i havsmiljön och ny forskning visar att större delen kommer till havet från nederbörd snarare än via reningsverk.



Östersjön är ett av världens största brackvattenhav med en unik flora och fauna. Inom havets avrinningsområde lever mer än 85 miljoner människor i 14 länder, och befolkningen bara ökar. Från området mynnar mer än 100 floder och älvar ut i Östersjön och förser det med sötvatten. Saltvatten kommer in via de danska sunden från Västerhavet och Atlanten. Men eftersom de danska sunden är grunda så tar vattenutbytet i Östersjön lång tid. Forskning visar att det tar mellan 25–30 år för vattnet att bytas ut helt. Det innebär att en del av det avfall människor släppte ut för 30 år sedan fortfarande finns kvar i havet.

Giftiga underverk

Organiska miljögifter är kemikalier producerade av människan som har goda egenskaper för sina ändamål men tyvärr ofta är skadliga för miljön. Ett exempel är insektsbekämpningsmedlet DDT som användes under 1940-talet och mirakulöst utrotade malarian i vissa världsdelar men visade sig vara giftigt. Det finns flera liknande historier om kemikalier som producerats i stora kvantiteter och som när de senare återfinns i naturen visar sig vara mycket skadliga. Upptäckterna har lyckligtvis lett till nya regler och en särskild klassificering av miljögifter där kemikalier bedöms efter tre egenskaper: om de är *långlivade*, om de lagras i levande vävnad (*bioackumuleras*) och om de är *giftiga*. Stockholmskonventionen trädde i kraft 2004 just för att kemikalier som har dessa egenskaper skulle kunna regleras på både nationell och internationell nivå.

Utbredda i vår vardag ...

Ungefär samtidigt som produktionen av DDT kom igång producerades även perfluoroktansyra (PFOA) och perfluoroktansulfonat (PFOS). Dessa kemikalier har unika egenskaper, till exempel att de är både vatten- och fettavvisande. Det ledde till att de blev populära och började användas i många olika produkter. I dag används ännu fler ämnen med liknande kemi i en lång rad av produkter som exempelvis i vattenavvisande kläder, stekpannor, mobiltelefoner, matförpackningar och brandsläckningsskum. Trots sina goda egenskaper i konsumentprodukter så visar sig PFOA och PFOS vara otroligt stabila i miljön. När de läcker ut i naturen så bryts de aldrig ner. De löser sig bra i vatten och förångas inte. Forskning har visat att PFOS och PFOA är giftiga för vattenlevande organismer, och studier utförs nu för att förstå hur skadliga de är för människan.

”De ökade koncentrationerna i vattnet kan på sikt göra att vi får högre halter i våra fisk- och fågelarter.”

... och i miljön

Nya studier har visat att PFOS och PFOA finns i allt från alger till fåglar, floder, yt-vatten och sediment i Östersjön. Så frågan är hur koncentrationerna av PFOS och PFOA kommer att se ut i framtiden? Och hur skadliga är de egentligen för marina ekosystem? För att ta reda på det är

det viktigt att förstå hur PFOS och PFOA transporteras till Östersjön.

Med hjälp av matematiska modeller kan man få fram en förenklad bild av den riktiga världen. Till exempel kan man dela upp händelseförlopp i olika processer för att förstå vad som styr hur kemikalier kommer in i och transporteras i miljön. Den enklaste massbalansmodellen går ut på att beräkna den mängd kemikalier som kommer in minus den mängd kemikalier som färdas ut från systemet. Balansen mellan plus och minus är lika med den mängd som finns kvar i systemet. Genom att skapa en sådan modell över tillkomsten av PFOA och PFOS till Östersjön via reningsverk, floder och nederbörd, och transporten ut, via de danska sunden, kunde vi för första gången beräkna massbalansen av PFOA och PFOS i Östersjön.

Högre halter på sikt?

De beräknade massbalanserna av PFOA och PFOS i Östersjön visade att floder och atmosfärisk nederbörd var de viktigaste källorna till Östersjön, medan utsläppen från vattenreningsverk var markant lägre. Importen av PFOA och PFOS uppskattades vara högre än exporten, varför vi tror att mängden i Östersjön kommer att öka över tid. De ökade koncentrationerna i vattnet kan göra PFOA och PFOS mer tillgängliga för alla vattenlevande organismer, och tillslut riskerar vi att få höga halter i våra fisk- och fågelarter.

Resultaten från vår modell visade också att nederbörd var en viktig källa för PFOA och PFOS till floder som mynnar ut till Östersjön. Att den atmosfäriska nederbörden visade sig vara så viktig var intressant, och belyste en stor kunskapslucka. Hur kommer PFOA och PFOS in i regn då de inte kan förångas från vattnet de är lösta i?

Ansamlas i grundvatten

För att testa om transporten av PFOA och PFOS via nederbörd verkligen är viktig för det som hittas i floder gjordes en

”Vid en förhöjd grundvattennivå kommer ämnena tillslut nå vattendrag som i sin tur rinner ut i havet.”



FOTO: HALMAR LAUDON

⤴ Under ett års tid provtogs flodvatten och nederbörd för att följa PFOS i miljön. ⤵

fältstudie i Krycklan, som ligger 60 kilometer väster om Umeå. Under ett års tid provtogs nederbörd bestående av regn och snö samt vatten från två floder med olika avrinningsområden. De preliminära resultaten visar att atmosfärisk nederbörd är den viktigaste transportvägen av PFOA och PFOS. Halterna var högre i regnet och snön än i det provtagna flodvattnet. Det indikerar att en stor del av PFOA och PFOS som regnar eller snöar ner kommer att lagras i marken eller i grundvattnet i stället för att fortsätta färdas bort med floder. Vid en förhöjd grundvattennivå kommer ämnena tillslut nå vattendrag och floder som i sin tur rinner ut i Östersjön.

PFOA och PFOS ursprung och hur de kommer upp till atmosfären är fortfarande oklart. I våra prov hittade vi även många fullfluorerade kemikalier som har liknande egenskaper som PFOA och PFOS. Fler studier som belyser hur PFOA och PFOS och nya fluorerade ämnen transporteras till atmosfären, samt deras öde i miljön bör prioriteras så att vi kan täppa igen existerande kunskapsluckor. 🧐

TEXT OCH KONTAKT

Marko Filipovic, Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi, Stockholms universitet

marko.filipovic@aces.su.se



FOTO: MARKO FILIPOVIC

PFOS HITTAS I DRICKSVATTEN

PFOS uppmärksammades i förhöjda halter i Mälaren första gången utanför Rosersberg 2010. Ett år senare mättes betydligt högre halter upp i dricksvatten i Botkyrka i Stockholm. Sedan dess har PFOS mätts upp i dricksvattenkällor från hela Sverige. De högsta halterna har uppmätts i närheten av flygplatser eller vid träningsplatser för brandsläckningsövningar. I år har Kemikalieinspektionen och Livsmedelsverket föreslagit en kumulativ övre gräns som PFOS och ett flertal andra perfluorerade syror inte ska överstiga i dricksvatten.



Totalt fraktas 80 miljoner ton ballastvatten årligen över världshaven. Man har beräknat att cirka 7 000 marina arter åker snålskjuts varje dag och att en främmande art etableras och blir invasiv någonstans i världen var 9:e vecka.

DNA-metod

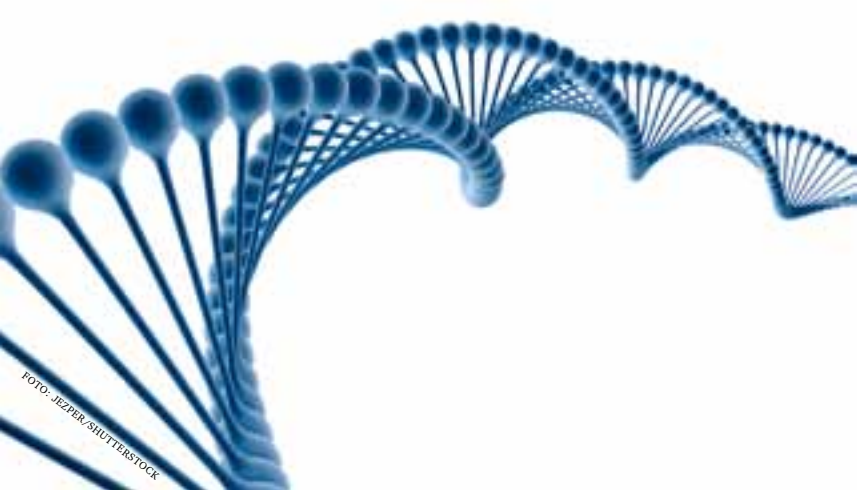
kan förenkla havets detektivarbete



Japanskt jätteostron
(*Crassostrea gigas*).

FOTO: SHUTTERSTOCK

Främmande arter som sprider och etablerar sig medför ofta stora kostnader för samhället. När det gäller marina och limniska arter är fartygs ballastvatten en källa som får alltmer uppmärksamhet. Idag kan det vara svårt att identifiera främmande arter i god tid, men pågående utveckling av DNA-baserade metoder kan underlätta arbetet.



”Eftersom DNA skiljer sig mellan arter kan det användas för att identifiera djur och växter på ett effektivt sätt.”

Den ökade globaliseringen innebär inte bara att gods och människor rör sig över världen, utan medför också att växter och djur sprids på ett icke tidigare skådat sätt. Det kommer hela tiden in arter i landet som inte funnits tidigare, och som inte kan anses vara den lokala, ”naturliga” faunan. Vissa har förts in med avsikt att kunna jagas, såsom fasanen som togs till Sverige i slutet av 1700-talet. Ibland har syftet varit att rädda en lokal art från utrotning. Så var det med signalkräftan som man började plantera ut i svenska vatten på 1960-talet, innan man förstod att arten spred just den kräftpest som påverkat den inhemska flodkräftan.

Både bra och dåliga

Idag uppfattar nog de flesta svenskar fasanen som en naturlig del av faunan, och arten har inte haft någon negativ påverkan i vår miljö. Signalkräftan och jätteostronet är exempel på arter som både ger positiva effekter, så som ökat fiske och möjligheter att plocka ostron, och negativa genom att de för med sig parasiter eller konkurrerar med inhemska arter om föda och levnadsutrymme. Spanska skogssniglar och amerikansk kammanet är exempel på arter som har lett till stora ekonomiska skador i vissa näringar och för den enskilde. Det finns fler exempel på införda arter som har fått en förödande effekt på de lokala ekosystemen. Idag har därför länder strik-

ta restriktioner när det gäller införsel och eventuell utsättning av arter. Hittills har omkring 2 000 främmande arter och populationer rapporterats i Sverige, varav närmare 400 arter skapar problem.

Fartyg behöver fylla tankar med vatten, så kallat ballastvatten, för att behålla stabiliteten och kompensera för olika lastvolymmer. För ett enskilt fartyg kan detta röra sig om stora mängder vatten som tas in på ett ställe och som sedan släpps ut i en annan hamn, eller annat vatten. Med tanke på all global sjötrafik är det sammantaget enorma mängder vatten som på det här sättet fraktas runt i världen varje dag. Med detta vatten följer också stora mängder djur och växter vilket medför att antalet främmande, och



Ibland kan arter vara svåra att identifiera som ägg, juveniler eller larvstadier. Ynglet av svartmunnad smörbult kan till exempel vara mycket likt andra smörbultars yngel.

VAD ÄR EN FRÄMMANDE ART?

En främmande art är en växt, ett djur, en svamp eller en mikroorganism som med människans hjälp, eller på grund av mänskligt orsakade klimatförändringar, har spridits utanför sitt naturliga utbredningsområde. Det kan ske avsiktligt eller av misstag. Ett hundratal nya arter har kommit in under de senaste årtionde, och ett 70-tal har etablerat sig i främst Östersjön och Kattegatt. För att få en permanent etablering måste arten därefter kunna tillväxa i populationsstorlek och för att klassas som invasiv måste den sprida sig vidare till nya områden.

potentiellt invasiva, arter som släpps ut i hamnar är mycket stort.

Konvention ska skydda

Den internationella maritima organisationen IMO har identifierat detta problem och har därför arbetat fram en ballastvattenkonvention som kommer att börja gälla när 30 stater har undertecknat avtalet, tillsammans med 35 procent av världstonnaget. Idag (vår 2015) är kravet på 30 stater uppfyllt, men det saknas fortfarande signaturer från ungefär två procent av världstonnaget. Ballastvattenkonventionen ställer stora krav på redier och fartyg att försäkra sig om att inte främmande arter förs in i ett område. Den behandlar också olika reningstekniker och administrativa rutiner. Konventionen säger dock ingenting om övervakning i hamnar av främmande arter, utan detta ligger inom de vanliga övervakningsprogrammen för den marina miljön i de respektive länderna.

I Sverige finns ett nationellt program för miljöövervakning, indelat i flera programområden. Ett av programmen syftar till att undersöka miljösituationen i kustzonen genom att undersöka bottenfaunans sammansättning, och där ingår också att upptäcka eventuell förekomst av främmande arter. Provtagningsmetodiken är reglerad i protokoll och manualer, och identifieringen av arter ska ske på ett kvalitetssäkrat sätt. Men eftersom alla djurstammar finns representerade i den marina miljön så är det osannolikt att vid en provtagning lyckas bestämma alla mikroorganismer, djur och växter på artnivå.

Svåra att upptäcka

Flera djurgrupper identifieras endast till högre grupper som ordningar och familjer. Ibland kan organismerna bara identifieras som tillhörande en viss djurstam. Dessa svårigheter medför att den biologiska mångfalden underskattas, och att främmande arter ibland missas. Dels är de inte kända på samma sätt som inhem-

ska arter av experterna som arbetar med den här typen av undersökningar, dels kan de vara svåra att identifiera om de kommit hit som juveniler eller larver.

När det gäller ballastvattenkonventionen går det att få undantag från att hantera ballastvattnet. Det kan till exempel gälla en färja som går mellan två hamnar. Kan man bevisa att det inte finns några så kallade målararter i endera hamnen, eller att risken för spridning av arter är försumbar, så kan man ges detta undantag. Målararter är ett antal arter som man erfarenhetsmässigt vet har stor förmåga att etablera och sprida sig, och har visat sig ha en stor påverkan på lokal fauna och flora och på ekosystemet om de lyckas etablera sig. För att få undantaget krävs även att det finns en övervakning och kontroll i hamnområdet av vilka arter som eventuellt redan finns där vilket återigen kräver att arter kan identifieras på ett effektivt och säkert sätt.

DNA-teknik kompletterar

Så hur säkerställer vi att främmande arter i framtiden bestäms effektivt och kvalitetssäkrat? Svaret finns i de möjligheter som olika DNA-tekniker har gett oss. Ända sedan det blev möjligt att läsa DNA-sekvenser har sådan information använts för att lösa vetenskapliga frågeställningar som rör arter, släktskap och identifiering. Eftersom DNA skiljer sig mellan arter kan det användas för att identifiera djur och växter på ett effektivt sätt. Idén bygger på att man först bygger upp ett referensbibliotek med sekvenser baserat på lämpliga gener, kopplade till arter som har bestämts av experter. Om man sedan vill bestämma en art i ett prov, till exempel från botten av en hamn, kan man få fram DNA-sekvensen hos exempelvis en havsborstmask och jämföra dem med sekvenser i referensbiblioteket. Även om man inte alltid kan hitta en exakt matchning så kan man många gånger i alla fall bestämma vilken grupp masken tillhör. Den här tekniken att använda DNA-sekvenser för att iden-

tifiera arter kallas på engelska för DNA barcoding, på svenska oftast översatt till DNA-streckkodning.

Fördelen med det här sättet att bestämma arter är att när väl referensbiblioteket är uppbyggt med hjälp av experter på de olika djur- och växtgrupperna, så har kunskapen arkiverats och gjorts tillgänglig för kommande generationer som då inte måste ha detaljkunskap om de grupper som skall identifieras. Eftersom DNA inte ändrar sig, så kan också alla livsstadier identifieras via DNA-sekvenserna. Därför blir tekniken speciellt intressant för främmande arter som kräver tidig upptäckt, och där det kanske är en larv, eller juvenil, som är de första individerna som etablerar sig. Likaså kan tekniken utvecklas och göras mer mekanisk om man till exempel är ute efter ett begränsat antal arter, som i fallet med målararterna och vid arbetet med undantagen från ballastvattenhantering. I det fallet kanske man är särskilt intresserad av att veta om någon särskild art finns i ett visst prov.

Metod på frammarsch

Just nu pågår flera initiativ både nationellt och internationellt för att bygga upp DNA referensbibliotek för olika djur- och växtgrupper. I Sverige har det nyligen bildats en sammanslutning; SweBOL – Swedish Barcode of Life, som har till uppgift att samordna olika nationella initiativ när det gäller DNA-streckkodning och olika tillämpningar. Det finns också forskare och företag som håller på att bygga upp referensbibliotek för invasiva arter, som skall kunna fungera som verktyg och hjälpmedel för bättre övervakning av främmande arter i våra hamnar och kustområden. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Per Sundberg, Institutionen för biologi och miljövetenskaper, Göteborgs universitet
per.sundberg@gu.se

Hos många smörbultsarter vaktar de stora hanarna den befruktade rommen, vilket är en av förklaringarna till att de är så framgångsrika på att föröka sig. På bilden en svart smörbult som vaktar sin avkomma.

Smörbultsfiskar

- anpassningsbara doldisar

De är mycket vanliga, och finns i alla våra havsområden. De kan anpassa sig till olika miljöer, vilket är avgörande för deras utbredning. En av arterna har nu lyckats etablera sig i Östersjön och sprider sig norrut, trots att den har sitt ursprung i en helt annan miljö, Kaspiska havet. Smörbultarna har tidigare varit havets doldisar, men uppmärksammas alltmer i takt med att den svartmunnade smörbulten gör sitt intåg i svenska vatten.

Smörbultarna har tills nyligen varit ganska okända för allmänheten. Få vet att de är bland de vanligaste fiskarna, både vad det gäller förekomst i marina områden och antal arter totalt. Familjen smörbultsfiskar (*Gobiidae*) är globalt en av de artrikaste fiskgrupperna, med över 2000 arter.

Lämpliga studieobjekt

I våra vatten, både på väst- och östkust finns flera inhemska smörbultsarter. De vanligaste är sandstubb, lerstubb och sjustrålig smörbult, som i många områden förekommer rikligt på grunt vatten. Dessa arter har varit föremål för mycket forskning i de skandinaviska länderna, med tyngdpunkt på evolutionär ekologi och beteende. Smörbultarna är passande som modellorganismer, eftersom de är talrika och så små att de lätt kan stu-

deras i akvarium. De är dessutom mycket intressanta när det gäller frågor kring exempelvis sexuell selektion, reproduktionsstrategier och vård av avkomma.

Anpassningsbara

Genetisk variation och flexibilitet är nödvändigt för att en art ska kunna anpassa sig till olika förhållanden. I Östersjön minskar salthalten gradvis från sydväst till nordost. Genom att studera genetiska skillnader hos lerstubbpopulationer har forskare kunnat visa att arten, som troligtvis kom in från Västerhavet efter Östersjöns bildande, successivt lyckats med att anpassa sig till lokala förhållanden, förmodligen tack vare en hög grad av flexibilitet.

Sprider sig effektivt

En omtalad smörbult som numera finns i svenska vatten är den svartmunnade

smörbulten, som har sitt ursprung i Kaspiska havet. Den är relativt ny som invasiv art i Östersjön, och är på stark frammarsch norrut. Även i andra områden där den har etablerat sig har den blivit uppmärksam, exempelvis i de stora sjöarna i Nordamerika och i flera av Europas större vattendrag. I en del områden leder invasionen av den svartmunnade smörbulten till stora problem för fiskare som där inte får annan fångst än denna fisk, ibland i enorma mängder. Man oror sig också för vilken effekt smörbulten kan ha på naturliga fisksamhällen, och på hela ekosystemet.

Ballastvatten bov i dramat

Många forskare som studerar invasionsbiologi intresserar sig för den svartmunnade smörbulten. Ett vanligt sätt för invasiva arterna att sprida sig är via transportfartygens ballastvatten, som ofta töms ut på en annan plats än där det har pumpats in. Forskare har visat att skillnader i genupsättning hos smörbultar inom olika områden i samma hamnområde kan kopplas till olika typer av transporter, som kommer från olika håll och har olika kajplatser. Detta är ett bevis för att det åtminstone delvis är ballastvatten som är boven i dramat även för den svartmunnade smörbulten.

Specialister på spridning

Men det räcker inte att en art sprids till nya områden för att den ska bli ett pro-

blem. Den måste kunna etablera sig i området också. Den svartmunnade smörbulten har en hög anpassningsförmåga när det gäller temperatur och salthalt, och har därigenom en hög tolerans för nya miljöer.

Beteendestudier visar att vissa individer av svartmunnad smörbult är mer specialiserade på att kunna sprida sig till nya platser. De smörbultar som lever på platser som nyligen koloniserats är mer aktiva och risktagande, men mindre sociala, än de som lever på platser där de funnits längre. Risktagande nykoloniserare är också snabbare och mer effektiva på att utnyttja nya födokällor.

Snabb förökning

Ytterligare en viktig orsak till den svartmunnade smörbultens framgång och snabba spridning är dess förmåga till snabb reproduktion. Som de flesta andra smörbultar leker den flera gånger per säsong, och genom att hanen vaktar äggen är överlevnaden relativt hög jämfört med andra fiskarter utan vård.

De mindre snikar sig in

Hanarna har hos de flesta smörbultsarter olika strategier för förökning, beroende på fiskens storlek. Det innebär individuella anpassningar för att få en så effektiv förökning som möjligt. De största hanarna bygger bo eller försvarar ett territorium där honorna lägger sina ägg. Hanen uppvaktar honorna med olika typer

av ritualer för att locka honorna och få så många som möjligt att välja just honom. Han får vid dessa tillfällen en praktfull lekdräkt, med färger och lysande fläckar och ränder. De mindre hanarna, som inte är så bra konkurrenter om honorna, kan i stället smygbefrukta äggen. När en hona lägger sina ägg hos en stor och praktfull hane kan de mindre snika sig in och släppa sin mjölke samtidigt, för att få befrukta åtminstone en del av honans kull.

Anpassade spermier

Det finns också olika strategier när det gäller spermieproduktion. Man kan satsa på ett stort antal spermier, eller färre som klistras fast på substratet genom en substans som produceras i speciella körtlar i könsorganen. Spermierna kan också antingen vara snabba eller mer långlivade, vilket kan hänga ihop med reproduktionsbeteendet. Det är också viktigt att både ägg och spermier är anpassade till den aktuella salthalten i vattnet. Även här är en förmåga till anpassning viktig för framgången hos de invasiva arterna som sprider sig i en salthaltsgradient, som i Östersjön. 🐟

TEXT OCH KONTAKT:

Carin Magnhagen, Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet och Tomas Brodin, Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet carin.magnhagen@slu.se



FOTO: ANNE CHRISTINE UTNE PALM



FOTO: TONY HOLM/AZOTE

⤴ Det är viktigt att både ägg och spermier är anpassade efter salthalten i vattnet, men många smörbultsarter är anpassningsbara och klarar olika salthalter. På bilden väl utvecklade embryon från svart smörbult.

⤵ Sjustrålig smörbult är den enda smörbultsarten i våra vatten som inte är bottenlevande, utan lever fritt simmande i stora stim i anknytning till tångbältena vid kusten.

ART I FOKUS

Svartmunnad smörbult

– inkräktare i Östersjöns fauna

SVARTMUNNAD SMÖRBULT

(*Neogobius melanostomus*) kommer ursprungligen från Svarta havet och Kaspiska havet. Den har kommit in i Östersjön via ballastvatten, och år 1990 lyckades den etablera sig i Gdanskbukten. Sedan dess har den blivit den vanligaste fisken i södra Östersjön, och har hittills lyckats etablera sig i hela Östersjön utom norr om Åland. Den är på väg att sprida sig norrut, och det finns en oro för att den ska etablera sig i älvarna. När den väl etablerat sig i ett område sprider sig såväl vuxna fiskar som larver längs kusten. Att larverna nattetid håller sig vid ytan för att äta djur-

plankton gör att den lätt följer med havsströmmar och hamnar i fartygens ballastvatten.

DEN VUXNA FISKEN lever vid bottarna på mellan en halv och fem meters djup. Vintrarna tillbringar den på djupare områden. Den föredrar steniga bottnar där den kan gömma sig, eftersom den på ler- och sandbottnar lätt blir ett byte för rovdjur. Sedan den svartmunnade smörbulten etablerat sig i Östersjön har den tagit över rollen som viktigt bytesdjur för exempelvis skarv och torsk. I Gdanskbukten finns det till och med torskpopulationer som helt gått över till att leva

på den svartmunnade smörbulten. I detta område har den blivit så vanlig att man hittar ända upp till tio individer per kvadratmeter. Själv äter den mest blåmussla, men även snäckor, små kräftdjur och fiskrom. Som vuxen är den mellan tio och tjugofem centimeter lång, större i bräckt vatten än i sötvatten. Den har en karakteristisk svart prick på främre ryggfenan som skiljer den från andra smörbultar. Det stora huvudet, den smala kroppen och det faktum att den saknar simblåsa gör att den ser ut som om den hoppar runt på botten.

DEN SVARTMUNNADE SMÖRBULTEN

är en mycket tålig art, såväl när det gäller temperatur som olika salthalter, vilket är en av förklaringarna till att den så framgångsrikt lyckats etablera sig i Östersjön. Den har också en mycket effektiv reproduktion. Upp till sex gånger per år lägger honan sina ägg i ett bo som sedan vaktas av hanen. Han syrsätter äggen genom att vifta med fenorna, och vaktar både ägg och larver mot rovdjur. Resultatet blir att runt nittiofem procent av äggen kläcks, och att en stor andel av larverna överlever.

TEXT OCH KONTAKT:

Magnus Thorlacius, Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet
magnus.thorlacius@umu.se



FOTO: MAGNUS THORLACIUS