

HAVSUTSIKT

OM HAVSMILJÖN OCH SVENSK HAVSFORSKNING

Nr 1 | 2019

Båtlivet påverkar

Rädda Östersjöns dna

Dioxindetektiver

Svårfångade hushållsutsläpp



Hoppsan, nu snodde jag torskens middag igen!

FOTO: SKRUBBSKÄDDA/JOHAN FREDRIKSSON (CC BY-SA 3.0)

INNEHÅLL



6

12

Sju famn!	3
Noterat	4
Bubbelrev	6
Rädda Östersjöarters dna	9
Båtlivets miljöpåverkan går att begränsa	12
Marin påväxt: Ett problem som väcker känslor	15
Dioxindetektiver spårar källorna.....	18
Hushåll, avlopp och svårfångade kemikalier	20
Skrubbskäddan stjälar torskens middag	22
Art i fokus: Gullmaranemon.....	24



The sea, the great unifier, is man's only hope. Now, as never before, the old phrase has a literal meaning: we are all in the same boat."

JACQUES YVES COUSTEAU, OCEANOGRAF

FOTO: MARTIN PROCHAZKACZ/SHUTTERSTOCK

HAVSUTSIKT

HAVSUTSIKT ges ut av Stockholms universitet, Umeå universitet och Göteborgs universitet inom samarbetet Havsmiljöinstitutet. 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.

REDAKTION

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

Övriga redaktörer: se webben
www.havet.nu/havsutsikt

REDAKTIONS RÅD

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

PRENUMERATION

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

GRAFISK FORM & ORIGINAL:

Maria Lewander/Grön idé

OMSLAGSFOTO:

TT Photo/Shutterstock

ISSN 1104-0513

TRYCK Grafiska Punkten, juni 2019.

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



UMEÅ UNIVERSITET



Stockholms
universitet



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

 Havsmiljöinstitutet

Vadå, får jag inte bosätta
mig här på båten?

FOTO: HENRI KOSKINEN/SHUTTERSTOCK



KRÖNIKA

Sju famn!

”SJU FAMN, du lägger dig på sju famn”, sa morfar till mig när vi metade makrill. Sju famn var standard. Sju år och sju famnar halade jag ut och sen satt vi där tysta och suggestivt vaggade av Gullmarsfjordens vågor i närheten av Rödberget.

Vad jag inte kunde veta då var att jag flera år senare skulle göra försök på försök att måla av Rödberget för att få det som jag ville. Det har fortfarande inte hänt, att jag fått det som jag vill.

Min morfar var en skicklig fiskare. Det är underligt med fiske, men en del verkar ha ett bättre öga för var fisken står eller går. Eller så är det en känsla, sa han. Förutom att makrillmeta brukade jag bottenmeta och då var det en och en halv famn från botten som gällde. Till skillnad från makrillmetet, där man kunde få sitta i timmar utan att någonting hände, så var det fullt ös i bottenregionerna.

Jag drog vitling på vitling, som om det inte fanns något stopp.

ÄVEN OM JAG ALDRIG varit speciellt morgonpigga så fanns det få saker som slog att stiga upp runt tre, halv fyra på morgonen och ge sig ut för att fiska ute i Gåsöarkipelagen. Allting alldeles tyst och stilla, förutom aktersnurrans ilsket surrande ljud och vattnets fräsande mot stäven, som skar en reva i den spegelblanka sammetsytan. När vi kom till Fiskebäckskils ångbåtsbrygga kollade morfar hur många torrlagda stenar man såg i kajen. Var det tre stenar gick vi genom Långgapshål men vid två genom Smalsund.

Smalsund är en mycket vacker plats. 2013 var nog senaste gången som jag vadade i Smalsund och över till Blåbergsholmen. Numera verkar det inte ens räcka med en sten på ångbåtsbryggan för att kunna gå igenom Smalsund med båt eftersom det grundar upp och byggs på med musselbankar.

NÄR JAG VAR I TUNISIEN och Sahara för några år sedan tog jag en näve sand, tittade ut över ett oändligt hett sandhav och lät kornen rinna mellan mina fingrar samtidigt som jag tänkte på det som jag en gång läst, att det finns fler stjärnor i universum än sandkorn på jorden.

Fullständigt obegripligt. Och vilken stackare har räknat?

Jag frågade morfar en gång när vi satt där och metade – hur många fiskar finns det i havet?

”Kanske är det lika många som stjärnorna du ser på himlen”.

Kanhända att det var så då, men idag känns det mer som att allt får plats i Karlavagnen, eller om ens det.

JAG TÄNKER OFTA PÅ MIN MORFAR och allting som vi gjorde tillsammans. Jag saknar honom och våra morgongupande båtar i Kilen.

Vitling som var ett säkert kort när

man tröttnade på makrillmetet är idag ett blankt kort.

Hög tid nu att ta allting i en annan riktning innan det är för sent.

Men det är som om sanden i timglasets inte räcker till, att tiden rinner ifrån oss som vid ebb.

Ända sedan jag var pojke och fiskade med morfar har havet haft en stor betydelse för mig.

Havet är en horisont som du aldrig någonsin kommer att nå.

Havet förekommer allt som oftast i mina bilder.

Antingen direkt eller indirekt.

Havet är en frihet men hur djupt är sju famn?

Richard Vakil
Nobelkonstnär





SVEALANDSKUSTEN 2019

Missa inte den senaste rapporten om Svealandskusten. Här kan du läsa om hur kustmiljön mår, om hur syresituationen i havet förändras av ett varmare klimat och mycket mer. ■

» LÄS MER: www.havet.nu/svealandskusten

VÄSTERHAVSVECKAN!

Den 3-11 augusti är det dags för Västerhavsveckan. I år går den i sinnessens tecken och det bjuds på olika marina aktiviteter på ett flertal orter utmed västkusten. ■

» LÄS MER: <http://vasterhavsveckan.se>

NOTERAT



FOTO: ANNA RODS

Rapportera tumlare – döda eller levande

NATURHISTORISKA RIKSMUSEET har tillsammans med Statens veterinärmedicinska anstalt ett flerårigt samarbete rörande tumlars hälsotillstånd. Döda tumlare samlas in för att undersöka sjukliga förändringar, fastställa dödsorsak och för provtagning till vår miljöprovbänk. Men vi behöver din hjälp!

Om du träffar på en död färsk tumlare, eller hittar den i ditt fiskeredskap, ring till oss så kan vi gemensamt bestämma om tumlaren kan tas in för obduktion och hur det i så fall ska gå till. Om du kan ta några bilder och skicka in så underlättar det bedömningen. Ersättning utgår i de fall vi godkänt fyndet och fått hjälp med insamlandet. De uppgifter som

är viktigast för oss är fyndlokal och datum.

Om du hittar en ruten död tumlare så är vi också intresserade av att ta del av det, särskilt om det är i Östersjön, ju längre österut desto mer värdefullt. Eftersom tumlarpopulationen i Östersjön är så liten är i stort sett allt biologiskt material från dessa djur av värde. Vi är även intresserade av rapporter om levande tumlare. ■

» MER INFORMATION

www.nrm.se/tumlare.

Kontaktpersoner:

Jessica Åsbrink tel 08-5195 4062

Mariam Khammari tel 08-5195 4095

HAJSLÄPP på Havets Hus!

DEN 10 JULI KL 14 är det dags igen för ett nyrenoverat Havets Hus att släppa ut märkta småfläckiga rödhajar i havet. Strax över 100 hajar har hittills släppts ut sedan projektet startade och sju av dessa har återrapporterats från olika delar av Bohuslän och från Norge. Hittar du en haj med grönt plasmärke på ryggen så hör av dig till Havets Hus!

» LÄS MER: www.havetshus.se/akvariet/bevarande/



FOTO: HAVETS HUS

ÅLANDSTORSK VÄCKER HOPP

Torsken i Ålands hav mår väldigt bra jämfört med den i södra Östersjön. Den är stor och i god kondition. Frågan är om Ålandstorsken kan ha en framgångsrik befruktning i den låga salthalt som råder i området. Normalt krävs saltare vatten för en lyckad befruktning hos torsk. Kanske har Ålandstorsken anpassat sig, vilket kan väcka hopp för torsken i Östersjön. Spännande forskning pågår.

FOTO: JACK PERKS/SHUTTERSTOCK



FÖR DIG SOM ÄR LÄRARE!

MARINE MAMMALS är ett EU-finansierat projekt som tagit fram nytt lektionsmaterial inom marinbiologi för att öka ungdomars intresse för naturvetenskap. Vad sägs om övningar i dykfysiologi, ljud i vatten och plast i havet? Lektionsmaterialet är gratis och finns att ladda ner på flera olika språk, inklusive svenska, på projektets hemsida. Där finns även videonuttag och digitala 3D-modeller för några marina däggdjur att fördjupa sig i. ■

» LÄS MER: marine-mammals.com



Hotad biologisk mångfald

Antalet arter i världen minskar med en accelererande hastighet. Var tredje fiskbestånd i världen är överfiskat. Mer än en tredjedel av alla marina däggdjursarter är utrotningshotade. Förlusten av arter, ekosystem och genetisk mångfald är ett globalt hot som kräver drastiska åtgärder. Det visar FN:s rapport om biologisk mångfald som publicerades i maj. Bakom rapporten står 145 forskare från 50 länder som sammanställt 15 000 forsknings- och myndighetsrapporter. ■

FOTO: ROLF SEGERSTEDT/AZOTE

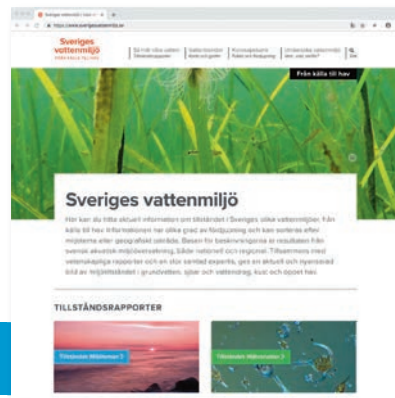




NY SAJT OM MILJÖTILLSTÅNDET

För första gången kan du få en samlad presentation av miljösituationen i landets sjöar, vattendrag och hav. På sajten Sveriges vattenmiljö kan du jämföra miljötillståndet i olika vatten och direkt se på kartan vilka trender som går upp och vilka som går ner.

» LÄS MER: www.sverigesvattenmiljo.se



Östersjön har flyttat in på Skansen

I APRIL INVIGDES ETT NYTT KUNSKAPSCENTER om Östersjön på Skansen - Baltic Sea Science Center. Här finns flera stora akvarier med fiskar och andra arter från Östersjön, där man bland annat kan se torsk, strömming, sjurygg och maneter. Men femvåningshuset rymmer också pedagogiska utställningar med information och aktiviteter om till exempel miljögifter och övergödning. Utställningarna riktar sig till den breda allmänheten med ett speciellt fokus på högstadie- och gymnasieungdomar och i centrets laboratorietrymmen ordnas också utbildningstillfällen för skolelever.

Baltic Sea Science Center ligger bredvid Skansenakvariet och är, utöver inträdesavgiften till Skansen, gratis att besöka.



FOTO: SIMON SHIN KWANGSIG/SHUTTERSTOCK

FISKYNGEL MED HJÄRTKLAPPNING

Motorbåtar, vattenskotrar och lastfartyg ger alla ifrån sig buller, och fiskar flyr eller stressas på annat sätt. Forskning visar att till och med okläckta fiskyngel störs av oljuden. En grupp forskare har studerat några fiskarter som lever på korallreven runt Australien, och har uppmätt ökad hjärtfrekvens hos de ännu inte kläckta fiskynglen. Hur det påverkar fisken när den kläcks är ännu inte utrett. ■

Marinpedagogiskt center omvandlas

Under 2019 kommer Marinpedagogiskt center i Malmö att breddas och omvandlas till ett Naturum Öresund med utökade öppettider, större utbud av aktiviteter och guidade turer. Målet är att öka kunskapen om havet och vattnets betydelse för människor och verksamheten drivs av Marint Kunskapscenter i Malmö på uppdrag av Malmö stad. Det pedagogiska utvecklingsarbetet sker i samarbete med bland annat Malmö universitet, och är kopplat till FN:s globala mål för hållbarhet. ■



FOTO: MICHAEL PALMGREN



Baltic Sea Science Center invigdes den 11 april av Kronprinsessan Victoria.

FOTO: HENRIK HAMBEN

LIVET I HAVET

Den populära sajten och appen Livet i havet har nu utökats med Västerhavssarter och här finns nu information om 400 djur och växter längs hela Sveriges kust. Livet i havet är till för alla som vistas vid, på och i havet och är intresserade av livet under ytan. Mobilanpassningen gör att informationen kan följa med på utflykten till strandkanten. Gör dig redo för ett dyk ner i kunskapshavet! ■

» LÄS MER: www.havet.nu/livet



FOTO: ROBERT KAUSKY/AGOTE

Ett havskattpar som i samband med leken gömmer sig i en hålighet under ett bubbelrev.

Bubbelrev

– oaser i Kattegatts undervattenslandskap



Förra sommaren upptäcktes ett antal tidigare okända bubbelrev i Kattegatt. Det handlar om komplicerade kalkstrukturer som verkar spela en viktig roll för den biologiska mångfalden. Det finns tecken på att de hotas av såväl fiske som av ett varmare hav.

I bland kan man upptäcka dem redan på ytan. Små gasbubblor stiger och får det att liksom "sjuda" i vattnet, ett fenomen som fick den danske forskaren Preben Jensen att mynta begreppet "bubbelrev" i en artikel i början av 90-talet.

Länge var bubbelreven också bara kända från danskt vatten, och det var först i början av 2000-talet som sportdykare upptäckte det första kända bubbelrevet på svenskt vatten, i sydvästkanten av Fladen. Som marinbiolog med lång erfarenhet av olika visuella tekniker fick jag chansen att undersöka detta rev med fjärrstyrd undervattensfarkost 2005, och förra sommaren återvände jag med vännen Bo Koppel som ville testa en ny undervattensfarkost. Det var på väg tillbaka från revet som vi gjorde vår upptäckt, närmast av en slump. Från båten såg vi ett helt nytt område med aktiv gasbubbling på ostsidan av Fladen. Upptäckten resulterade i ett uppdrag från Länsstyrelsen i Halland att undersöka fenomenet närmare, vilket gjordes under sommaren och hösten 2018.

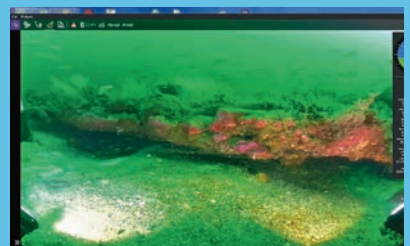
Biologiska hot-spots

När man närmar sig ett välutvecklat bubbelrev under vattnet förändras scenariot ofta dramatiskt. Strukturer av kalksten i allehanda komplicerade formationer breder ut sig över botten, ofta i form av stora plattor som kan vara mer än tio meter i diameter, upp till ett par meter höga och försedda med håligheter både på ytan och runt kanterna. Mellan plattorna är sedimentbotten ofta täckt av vita bakteriefläckar som bildas av svavel-

bakterier som trivs i gränsskiktet mellan syrefri och syresatt miljö. Ibland stiger ridåer av metangasbubblor upp från bakteriefläckar och kalkstrukturer. Mest påtaglig är dock den biologiska aktiviteten, kanske främst i form av kraftigt förhöjd täthet i fiskpopulationerna. På måttliga djup stöter man ofta på olika arter av läppfiskar och stora stim av torskfiskar, främst vitling. På större djup dominerar istället ofta olika arter av plattfiskar. Även krabbtaska och hummer trivs i bubbelreven. Generellt ökar tätheten

HUR HITTAR MAN ETT BUBBELREV?

Ekolod är det viktigaste hjälpmedlet för att lokalisera bubbelrev. Bubbelrev med aktiv metangasbubbling syns på ekolodet som långsträckta ekon som sträcker sig från botten och upp mot ytan. Med ett vanligt enkelstråligt ekolod måste man befinna sig i det närmaste rakt över bubblingen för att registrera ekona. Större effektivitet kan nås med multistråleekolod som kan täcka av en bredare sektor av botten och vattenmassan ovanför vid varje passage. Även sidskannande sonar kan vara ett bra redskap. När bubbling väl konstaterats krävs en närmare undersökning med hjälp av fjärrstyrd undervattensfarkost (ROV) eller dykning.





Bubbelrev med rik påväxt av bland annat "död mans hand", hydroider, svampdjur och rödalger. En krabbtaska gömmer sig under revet.

FOTO: TOMAS LUNDÄLV

av stora fiskar som torsk, långa, havskatt och pigghaj. Kalkstrukturerna brukar också hysa en ovanligt rik påväxt av bland annat hydroider, kolonier av mjukkorallen död mans hand, havsanemoner, sjöpungrar samt olika arter av rödalger.

Gömställen för fiskar

Upprinnelsen till reven är organiska avlagringar från växt- och djurliv långt tillbaka i tiden 100 till 150 meter ner i havsbotten. När dessa bryts ned av bakterier avges metangas som stiger upp mot ytan genom sprickbildningar i ovanliggande avlagringar. Man tror att bakteriell omsättning av metangasen genom oxidering leder till en basisk miljö som gynnar bildning av kalkkristaller. Kalkkristallerna kan sedan bygga ihop omgivande bottenmaterial till cementliknande kalkstrukturer. Kalkstrukturerna bildas nere i sedimentet, men friläggas när omgivande bottenmateriala eroderar. Resultatet blir de komplicerade strukturer med hålrum och gömställen där så många arter trivs och kan hitta skydd under sårbara utvecklingsstadier.

Antalet fiskar verkar minska

Vid våra undersökningar 2018 registrerades metangasbubbling på 67 platser runt Fladen. På ett par ställen rörde det sig i huvudsak om bakteriefläckar på sedimentbotten, och sannolikt är kalkstrukturerna här fortfarande gömda under sedimentet. Men i fyra områden hittade vi bubbelrev med friliggande

kalkstrukturer, bland annat ett mycket välutvecklat rev på 20-30 meters djup som finns ungefär mitt på ostsidan av Fladen. Vi kunde också se tecken på hur mänsklig aktivitet kan påverka reven. Framför allt i ett område syntes tydliga spår efter trålning – här var kalkstrukturerna små och utspridda, liksom fragmentiserade.

Så hur var då statusen för det allra första bubbelrevet, som vi dokumenterade redan 2005?

Tyvärr kunde vi konstatera att det har genomgått en del negativa förändringar under de fjorton år som passerat mellan besöken. Mängden stora fiskar som torsk, långa och havskatt verkar ha minskat påtagligt. Vid det första besöket observerades fem havskatter och hundratals exemplar av den sällsynta leopardfläckiga smörbulden i håligheterna runt kanten av bubbelreven. Nu såg vi inga havskatter alls, och endast ett exemplar av smörbulden. Även flera andra arter, som svampdjur, sjöpenor och stor kammussla verkar ha minskat drastiskt. Möjligen kan vissa av dessa förändringar ha samband med stigande vattentemperaturer.

Mer att upptäcka

Totalt täcker de områden med metangasbubbling som vi hittills har hittat en yta på cirka 25 hektar. Under en veckas fältarbete med en relativt liten båt lyckades vi således hitta och dokumentera fem nya områden med bubbelrev runt Fladen. Tiden medgav inte någon heltäckande un-

dersökning, och det är troligt att fler rev kan finnas i området. Det finns också indikationer – bland annat uppgifter från yrkesfiskare – på att bubbelrev kan förekomma på andra håll i Kattegatt, såsom Stora och Lilla Middelgrund. Vid våra tidigare undersökningar av utsjögrund har vi också hittat bubbelrevsstrukturer på flera andra håll, bland annat Vanguardsgrund i Göteborgs södra skärgård och Svaberget utanför Smögen. I dessa områden har vi dock inte observerat aktiv metangasbubbling. I Skagerrak och norra Kattegatt finns dessutom hundratals så kallade *pockmarks* – fördjupningar i havsbotten som ofta har uppkommit genom läckage av gas eller vätska från jordskorpan. Dessa pockmarks är hittills mycket dåligt undersökta, men det är troligt att många av dem kan innehålla bubbelrevsstrukturer.

Bubbelreven verkar spela en viktig roll för den biologiska mångfalden. Det borde därför vara av intresse att kartlägga dem bättre och studera deras betydelse och förändring över tid. Det kan också finnas anledning att skydda bubbelreven mot potentiella hot, exempelvis trålning, ankring och fiske med bottengarn, vilka kan medverka till skador på reven. ?

TEXT OCH KONTAKT:

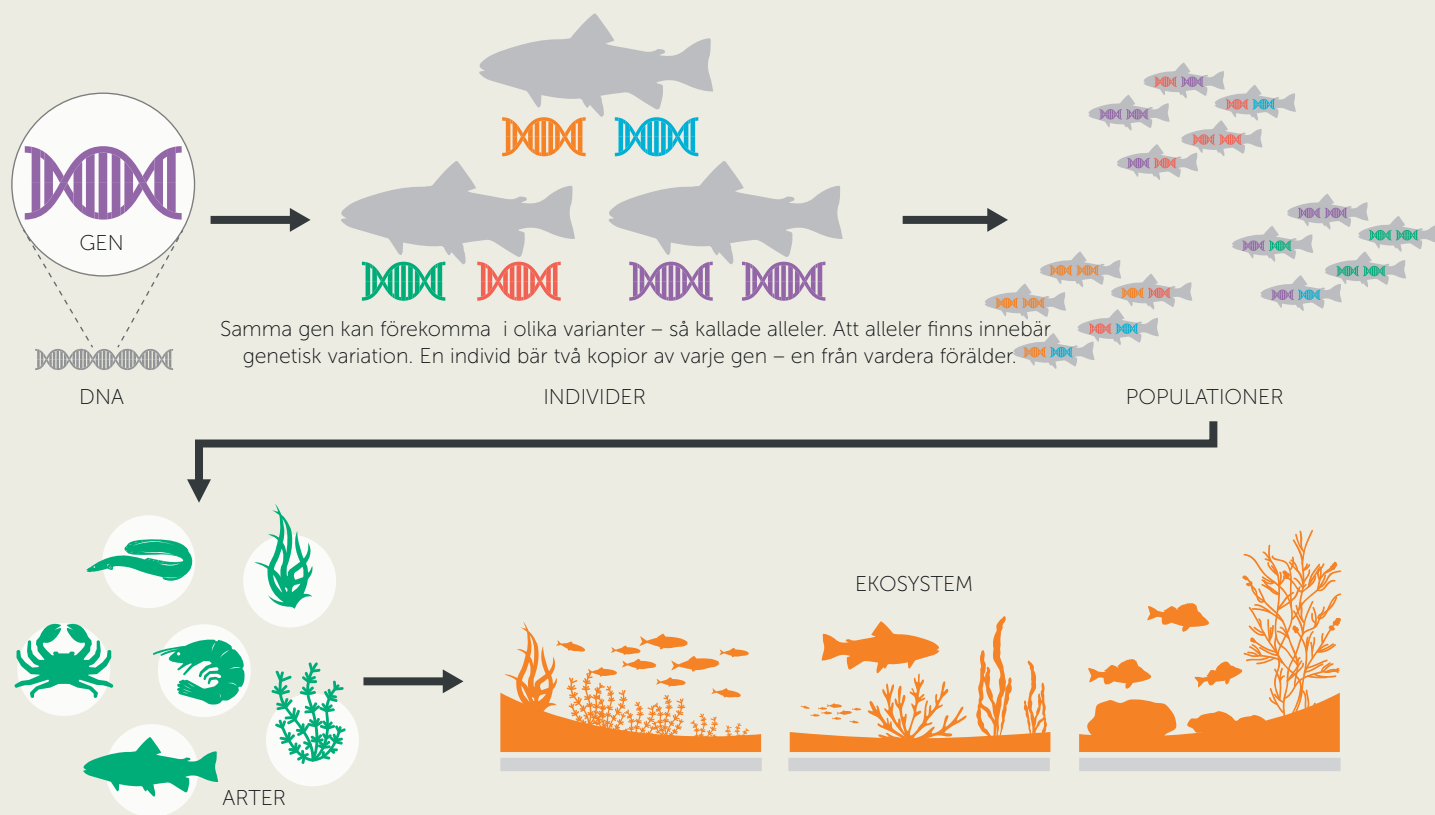
Tomas Lundälv, tidigare chef för Centrum för undervattensdokumentation vid Lovén-centret Tjärnö vid Göteborgs universitet.

E-post: tomas.lundalv@gu.se

Sillen är, i likhet med flera arter, genetiskt anpassad till Östersjöns unika miljö. Förvaltare behöver beakta att sådana arter bör hållas i så stora bestånd att den genetiska mångfalden och överlevnadschanserna inte minskar. För hårt fiske kan snabbt försämma beståndens anpassningsförmåga.

För att säkra den genetiska mångfalden i Östersjön måste forskare och förvaltare samarbeta, och den kunskap som finns behöver göras tillgänglig på webben. Det konstaterar ett tvärvetenskapligt forskarteam som har studerat frågan.

Förvaltare och forskare kan **rädda Östersjöarters dna**



Biologisk mångfald förekommer på flera olika nivåer, från hela ekosystem ner till dna.

När man pratar om biologisk mångfald tänker de flesta på en mångfald av arter, men lika viktigt är att det finns en genetisk variation inom arterna. Genetisk variation eller genetisk mångfald är variation på dna-nivå, och den utgör grunden för en arts långsiktiga överlevnad och för hela ekosystemets motståndskraft.

Det här är särskilt viktigt i ett område som Östersjön, där det bräckta vattnet redan är en utmaning för många arter och det därtill finns flera miljöhot. För att arterna i Östersjön ska ha en chans att kunna anpassa sig till de pågående snabba förändringarna i miljön måste deras genetiska variation säkerställas.

Genetisk variation är variation på dna-nivå och utgör grunden för en arts långsiktiga överlevnad.

I dag finns det tydliga politiska mål för hur mångfalden på gennivå ska skyddas och bevaras. Det finns också en hel del genetisk information tillgänglig om Östersjöns arter. Men trots det beaktas genetik knappt alls i förvaltningen, det vill säga hos de myndigheter som ska se till att de politiska besluten efterlevs genom att till exempel göra upp skötselplaner. Det här är ett stort problem eftersom många artbestånd samtidigt är utsatta för processer som förväntas minska

den genetiska mångfalden, till exempel omfattande fiske, utsättning av fisk och försämringar av livsmiljöer.

– Vi har granskat kraven i internationella och nationella överenskommelser och jämfört hur de återspeglas i skötselplanerna för skyddade marina områden i Östersjön. Vi konstaterade att de höga ambitionerna om genetisk mångfald inte reflekteras i planerna utan de nämns knappt alls, säger Linda Laikre, professor i populationsgenetik vid Stockholms universitet.

Det här innebär att skyddade områden inte används på det sätt de skulle kunna göra för att säkerställa den genetiska mångfalden.

Djupintervjuer

Inom forskningsprojektet Bambi har Linda Laikre tillsammans med kollegor vid Luleå tekniska universitet och Göteborgs universitet också djupintervjuat tjänstemän vid länsstyrelser utmed Östersjö-kusten om deras syn på den genetiska mångfaldens betydelse. Det visade sig att ett problem för tjänstemännen är att de har otydliga instruktioner från nationella myndigheter som Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten. Ett annat bekymmer är bristande kunskap.

Forskarna testade därför att informera tjänstemännen om genetikens betydelse för arternas långsiktiga överlevnad under föreläsningar eller strukturerade diskussioner med experter. Nio länsstyrelser fick besök. Aspekter som togs upp var

att en del av bestånden i Östersjön är så pass genetiskt unika att det är relevant att betrakta dem som egna arter och att allt för små och isolerade marina skyddsområden kan resultera i att populationer snabbt förlorar genetisk mångfald.

Tjänstemännen fick fylla i frågeformulär vid upprepade tillfällen och sammanställningen av dessa visar att kunskapsinsatserna hjälpte dem att förstå gennivån av biologisk mångfald bättre och att värdera den högre.

– Men effekterna var kortvariga. Efter bara några månader hade de nyunnna insikterna i det närmaste försvunnit, säger Carina Lundmark, biträdande professor i statsvetenskap vid Luleå tekniska universitet.

Har gjort skillnad

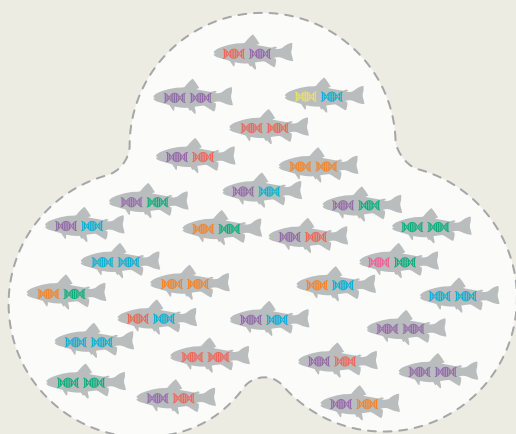
En av tjänstemännen som har deltagit i flera av studierna är Lars Gezelius. Han menar att kunskapsinsatserna har gjort skillnad på Länsstyrelsen Östergötland där han arbetar.

– I vårt fall har vi försökt ta till oss någon slags grundnivå, det vill säga vi beaktar åtminstone frågan nu och har gått från inget till något. Vi naturvårdare har svårt att hinna reflektera och hämta hem aktuell vetenskaplig grund för det vi gör. Det kan dock räcka med lite input för att göra en justering, säger han.

Lars Gezelius var också en av de drygt 50 deltagarna – från forskning, förvaltning och intresseorganisationer i länderna runt Östersjön – i workshopen Balt-

STOR GENETISK VARIATION

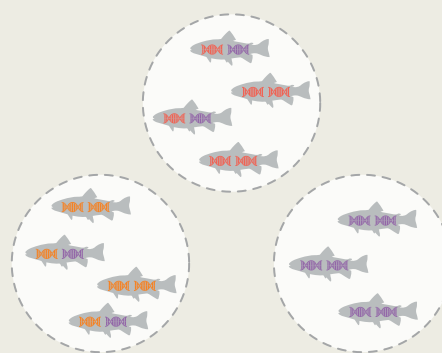
Stora populationer bibehåller mycket genetisk variation



- Bättre anpassningsförmåga
- Större chans till långsiktig överlevnad
- Högre motståndskraft

LITEN GENETISK VARIATION

Små, isolerade populationer har mindre genetisk variation



- Sämre anpassningsförmåga
- Mindre chans till långsiktig överlevnad
- Lägre motståndskraft

I större populationer finns det över lag mer genetisk variation.

gene 2017. Bland dem fanns det en stor enighet om att det behövs mer kunskapsutbyte och fler samtal kring genetisk mångfald och marin förvaltning.

Ger konkreta råd

Forskarna inom Bambi-projektet har sammanställt den genetiska kunskap som finns för tillfället. För fler än 60 arter finns det någon sorts genetiskt data och för cirka 20 arter finns information som är användbar för förvaltare. Det gäller bland andra vikare, knobbsäl, gråsäl och tumlare, elva av de vanligaste fiskarterna och flera arter som bildar viktiga livsmiljöer i Östersjön som blåstång och blåmussla.

– Vi ger också konkreta råd om hur den genetiska nivån för dessa arter bör beaktas i förvaltningen. Det gäller bland annat att skyddade områden placeras så att goda möjligheter till genetiskt utbyte finns mellan bestånd av arter i olika områden. Genetiskt särpräglade bestånd behövs skyddas och hållas livskraftiga. Ett sådant exempel är torsken som finns i två genetiskt skilda bestånd som är genetiskt anpassade till Östersjön, och som båda behöver övervakas separat och hållas tillräckligt stora. Båda bestånden fiskas för hårt vilket minskar torskens långsiktiga överlevnadschanser, säger Linda Laikre.

All information finns samlad på webbplatsen Baltgene som är skapad för förvaltare och sammanställningen kan laddas ner gratis. För att förankra kunskapen om genetisk mångfald i förvaltning-

en framöver menar dock forskarna att det också behövs fysiska sammankomster för utbyte av kunskap och erfarenhet och samarbetsprojekt där forskare och förvaltare kan arbeta tillsammans praktiskt.

– Det behövs också tydliga riktlinjer och konkreta instruktioner till förvaltarna från nationella myndigheter som Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten. De bör informera om att genetisk mångfald ska beaktas i de skyddade områdena och ge vägledning om hur det kan gå till, framhåller Annica Sandström, professor i statsvetenskap vid Luleå tekniska universitet.

Lars Gezelius på länsstyrelsen tycker att den typen av tvärvetenskaplig forskning som görs inom Bambi är intressant, eftersom den försöker förstå vad människor gör och varför. Han betonar att det är viktigt att analysen verkligen når politiker och beslutsfattare.

– De som gör beställningarna måste förstå på vilken nivå vi naturvårdare är och vilka resurser som behövs. Utvecklingen inom naturvetenskapen har gått fort och politikerna vet inte alltid vad de beställer när det gäller de marina biotarna. Det är därför det känns som att sådana här studier, alltså kring hur vi beter oss, behövs. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Mari Edman och Linda Laikre
Zoologiska institutionen,
Stockholms universitet
linda.laikre@poggen.su.se

BONUS BAMBI

- Forskningsprojektet Bonus Bambi har undersökt genetisk mångfald i Östersjön och hur den förvaltas. Det övergripande målet är att bedöma de marina arternas förmåga att klara snabba miljöförändringar, och att bidra till en kunskapsbaserad förvaltning.
- Forskarna som har deltagit är verkamma i Sverige, Estland, Tyskland och Finland. Projektet har koordinerats av Kerstin Johannesson vid Göteborgs universitet.
- Den tvärvetenskapliga delen av projektet har letts av Annica Sandström vid Luleå tekniska universitet. Carina Lundmark från samma universitet, Linda Laikre, Stockholms universitet och Klas Andersson, utbildningsvetare från Göteborgs universitet har ingått i gruppen.

LÄS MER:

<https://bambi.gu.se/baltgene>

Baltic Sea genetic biodiversity: Current knowledge relating to conservation management, 2016, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.

Understanding and bridging the conservation genetics gap in marine conservation, 2018, Conservation Biology.



Båtlivets miljöpåverkan går att begränsa

Fritidsbåtar påverkar naturen under ytan. Men behöver det innebära en konflikt mellan båtlivet och en god havsmiljö? Ny kunskap om hur och var naturen under ytan påverkas kan hjälpa oss att minska miljöpåverkan från fritidsbåtar. Det spelar exempelvis roll vilken typ av båt du har, var du väljer att bygga din brygga och hur bryggan utformas.

Vi måste vara beredda att antingen hyra båt eller sjösätta den inför helgen när det är dags för oss att ge oss ut på sjön.

Sveriges långa kust med sina tusentals öar ger utmärkta förutsättningar för båtliv, och vi är många som njuter av naturen vid kusten på vår fritid, särskilt under sommaren. Mellan tio och tjugo procent av de svenska hushållen äger minst en fritidsbåt, vilket är en hög andel om man jämför med de flesta andra länder. Samtidigt vet vi att båtlivet belastar naturen och ligger bakom en småskalig exploatering av kusten. I många områden pågår en kontinuerlig utbyggnad av bryggor och småbåtshamnar. Tillsammans med småskaliga muddringar samt fler och större båtar leder det till ökad belastning på miljön.

Vi har sammanställt den forskning som finns om hur fritidsbåtstrafik, bryggor, bojar och ankring påverkar naturen under ytan. En slutsats vi drar är att båtlivet kan leda till omfattande förluster av bottenvegetation och de djur som lever där. Men hur stor och tydlig effekten är varierar kraftigt. I vissa fall ger båtlivet ingen eller väldigt liten påverkan. Genom att reda ut vad som orsakar den här variationen kan vi ge förslag på hur påverkan från båtlivet kan begränsas.

Grunda miljöer mest hotade

Båttrafik påverkar undervattensmiljön på flera olika sätt. Vattenströmmar, turbulens och svall orsakade av skrov och propellrar sliter sönder växter och eroderar botten och stränder. Vattenrörelserna virvlar upp små partiklar från botten som grumlar vattnet. Grumlingen gör i sin tur att mindre mängd ljus når ned till vegetationen på botten. Den samlade effekten av intensivt båtåkning gör att mängden bottenvegetation minskar till ungefär hälften. Forskningen visar att påverkan från småbåtar främst sker i områden som är grundare än 2,5 meter och är naturligt vågskyddade. Där kan vegetationen nå ända upp till ytan och bottenarna täcks av fint sediment som lätt rörs upp. I djupare, mer öppna och naturligt vågutsatta miljöer, där bottenarna och växtligheten regelbundet utsätts för vattenrörelser, ger trafik av fritidsbåtar i de flesta fall ingen

eller bara en mycket begränsad effekt.

Ett sätt att minska påverkan från fritidsbåtar är därför att minska trafiken i grunda och vågskyddade miljöer. Dels för att de är känsliga för störning från fritidsbåtar, men också för att det ofta är här vi hittar de högsta naturvärdena. Varmt vatten, naturligt mycket näring och ljus som når ned till botten gör att bottenvegetation frodas här. Undervattensängarna utgör i sin tur viktiga livsmiljöer för smådjur och fisk, där djuren kan gömma sig och söka föda. De vågskyddade grunda miljöerna fungerar också som barnkammar för många av kustens fiskar.

Val av båt och brygga viktigt

Olika typer av båtar ger olika påverkan. Forskningen visar tydligt att båtar utan motor ger minst påverkan på undervattensnaturen. De ger lågt svall och rör inte upp partiklar från botten lika mycket. Dessutom släpper de inte ut koldioxid eller kväve- och kolväteföreningar som motorbåtar. Så om fler väljer att ta sig

fram utan motor är mycket vunnet. Över hälften av fritidsbåtbeståndet i Sverige är dock motorbåtar och stora motorbåtar påverkar miljön mest. De kan ge högt svall med mycket energi och orsaka tydlig erosion och uppgrumling.

Undersökningar av olika typer av bryggor visar också hur vi kan minska deras miljöpåverkan. Bryggor reducerar mängden ljus som når botten, vilket gör att mängden bottenvegetation minskar med i medeltal 80 procent. Men det går att konstruera bryggor så att de släpper igenom ljus och därmed är mer skonsamma för vegetationen på botten. En studie från svenska västkusten visade att ålgräs växer betydligt tätare under och nära pålade bryggor än vid flytbryggor eftersom mer ljus kommer in från sidorna under de upphöjda pålade bryggorna. Bryggdäck som släpper igenom ljus kan ytterligare minska de negativa effekterna. Dessutom får man inte glömma att ju mindre vattenyta som täcks desto mindre blir påverkan.



I de mest vågskyddade och grunda miljöerna med höga naturvärden bör man undvika att använda motor för att skona den känsliga miljön.

FOTO: JERKER LOKRANTZ/AZOTE

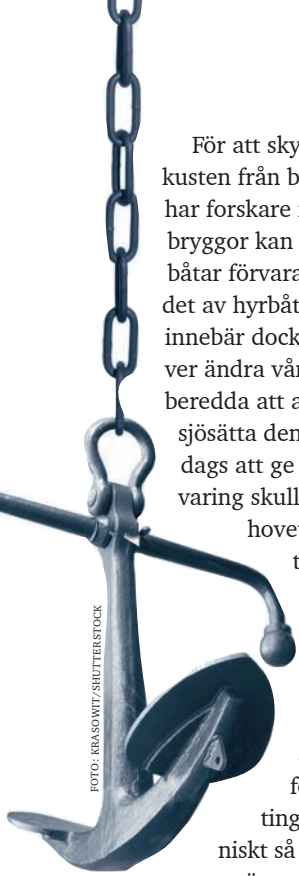


FOTO: KRASOWITZ/SHUTTERSTOCK

För att skydda ålgräset på västkusten från bryggornas skuggning har forskare föreslagit att behovet av bryggor kan minskas genom att fler båtar förvaras på land och att utbudet av hyrbåtar ökas. Dessa förslag innebär dock att många av oss behöver ändra våra vanor. Vi måste vara beredda att antingen hyra båt eller sjösätta den inför helgen när det är dags att ge sig ut på sjön. Landförvaring skulle även kunna minska behovet av miljöfarliga båtbotenfärger vilket är en annan viktig miljöaspekt.

Ankare och boj skadar botten

Det har gjorts flera försök att minska skadorna från förankringsbojar. Bojkättingar eroderar botten mekaniskt så att all vegetation försvinner närmast bojstenen och glesas ut många meter från centrum. Men en studie från Australien visar att problemen med skavda bottenar kan reduceras avsevärt. Bojkättingar kan ersättas med länkade metallstavar som sätts ihop som ett uppochneri i botten och roterar över vegetationen istället för att släpa i botten. Om denna tekniska lösning fungerar i svenska förhållanden återstår att utvärdera. Man kan även minska skadorna ge-

nom att så ofta det går justera längden på kätting och rep från bojar så att de blir så korta som möjligt i förhållande till vattenståndet. Därmed släpar inte kätting eller rep lika mycket i botten. Även ankare skadar botten, särskilt när ankaret dras in genom bottenvegetation. Men det finns ankare som är mer skonsamma mot naturen på botten och dessa kan minska skadorna till ungefär hälften.

Många bäckar små ...

Den yta som påverkas direkt av skuggning från en brygga eller erosion från en förankringsboj eller ett ankare är inte stor. Men den samlade effekten av många bryggor och bojar med ökad båttrafik kan bli betydande. För att begränsa effekterna av fritidsbåtar är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv på den småskaliga utbyggnaden av bryggor och andra anläggningar vid kusten. I områden där det finns få ostörda grunda vågskyddade områden kvar kan påverkan minskas genom att ny- eller utbyggnad av bryggor och småbåtshamnar görs vid stränder som är naturligt vågexponerade eller på djupare vatten utan bottenvegetation. Bryggor i öppnare djupare miljöer kan också minska behovet av muddringar.

Jämfört med övergödning, fiske och klimatförändringar har båtlivet en rätt beskedlig effekt på havsmiljön. Men i riktigt grunda, strandnära områden kan det

ha en betydande miljöpåverkan. Man kan till viss del likna den vid påverkan från terrängmotorfordon på land, som skadar mark och växter samt stör människor och djur. Medan användandet av motorfordon i terrängen är tydligt reglerat är användandet av båt förhållandevis oreglerat, kanske för att det är svårare att se skadorna under en mörk vattenyta. Här kan fritidsbåtsförare hjälpa till att skona naturen genom att undvika att köra motorbåt, och särskilt stora motorbåtar, i ostörda grunda och vågskyddade vikar och sund. Där passar det bättre att ro eller paddla. Effekten av bryggor och bojar kan minskas genom att placera dem klokt och utforma dem så att de har så liten påverkan på miljön som möjligt. På det sättet kan vi fortsätta att njuta av båtlivet och kustens natur men samtidigt bevara värdefulla undervattensmiljöer. 🌿

TEXT OCH KONTAKT:

Joakim Hansen och Sofia Wikström, Stockholms universitets Östersjöcentrum. joakim.hansen@su.se

LÄS MER:

Hansen m.fl 2019. *Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment*. *Ambio* 48: 539.

Sagerman mfl. (I tryck 2019) *Effects of boat traffic and mooring infrastructure on aquatic vegetation*. *Ambio*.



Liten småbåtshamn i Stockholms skärgård.

FOTO: JOAKIM HANSEN

Marin påväxt: Ett problem som väcker känslor

Vad ska vi bottenmåla våra fritidsbåtar med i framtiden? Åsikterna går isär, och när allt fler vill fasa ut de traditionella kopparfärgerna så ställs frågan på sin spets: Ska vi acceptera några gifter över huvud taget?

Hans Elwing är säker på sin sak: Koppar är alldeles för skadligt för livet i havet och måste sluta användas på fritidsbåtar. Samtidigt tror han inte att det går att ersätta med helt giftfria metoder.

– Och nu får jag stryk från alla håll. Både miljövetarna och kopparmaffian. Men jag är lite mer pragmatisk än dem. Hellre ett mindre giftigt alternativ som fungerar än inget alternativ alls, säger han.

Hans Elwing är professor emeritus i bioteknik vid Göteborgs universitet, och har ägnat en stor del av sitt yrkesliv åt

marin påväxt på båtar och fartyg. I havet finns gott om organismer som bara väntar på att hitta en hård yta att sätta sig fast på, till exempel en båtbottnen. När en havstulpan, blåmussla eller knäskålssnäckan väl fått fäste kan den bekvämt låta näringsämnen skölja mot sig och behöver inte ägna energi åt att simma omkring som fiskar. Det är en utmärkt strategi för överlevnad men ett gissel för båtägare, och i förlängningen faktiskt också ett miljöproblem. Påväxten ökar nämligen friktionen i vattnet och därmed bränsleförbrukningen, för vissa stora fartyg med så mycket som 40 procent, med ökade utsläpp av drivmedels-gaser som följd.

SÅ PÅVERKAS HAVSTULPANEN

De båda biociderna medetomidine och ivermectin är effektiva mot havstulpanen men fungerar på olika sätt. Medetomidine påverkar en simreflex hos havstulpanlarven som gör att den blir hyperaktiv och simmar bort från färgytan. Verkan är reversibel, det vill säga havstulpanlarven återgår till sitt normala beteende och kan etablera sig på en annan yta. Verkan hos ivermectin mot havstulpanlarverna är en slags förlamning, som gör att larverna dör när de borrat sig ner i färgens yttskikt.

FOTO: TONY HOLM/AZOTE

Den klassiska metoden

Den absolut vanligaste metoden för att hålla skrovet rent har varit att blanda olika ämnen som är giftiga för organismerna, så kallade biocider, i färgen som skrovet målas med. Arkeologiska utgrävningar har visat att egyptierna redan för 3000 år sedan skyddade sina kajaker med färg som innehöll koppar. Genom åren har koppar kompletterats med allt från arsenik till svartkrut och blymönja. På 70-talet lanserades det synnerligen effektiva men numera ökända ämnet tributyltennoxid (TBT). Det visade sig snart att utläckande TBT orsakade svåra skador hos många vattenlevande djur även i mycket låga halter, och stannade kvar





Kampen mot havstulpanen har sysselsatt båtägare i alla tider. Frågan är hur mycket gifter vi ska tillåta för att slippa påväxten.

FOTO: LISA BERGKVIST

i bottensedimenten för överskådlig framtid. 1989 förbjöds ämnet på fritidsbåtar i Sverige, och sedan dess har koppar åter fått dominera.

– Kopparföreningar är enkla att blanda i färgen, det fungerar bra och läckaget sker på ett förutsägbart sätt. Men vissa kopparjoner är också mycket giftiga för en lång rad organismer. Det som oroar mig mest är att det verkar ha så hög påverkan på bland annat fiskarnas luktorgan. Vi ser det inte så ofta i form av döda fiskar, men de störs i sitt beteende och bestånden kan skadas på sikt. Och det är tonvis med koppar som läcker ut i havet, säger Hans Elwing.

Nya ämnen testas

I mitten av 90-talet formulerade han tillsammans med några forskarkollegor en utmaning: Hur hitta ett ämne som hindrar påväxten, men som inte släpper ut stora mängder gifter i havet? Efter omfattande

screeningstudier av olika substanser, började de intressera sig för medetomidine och ivermectin. Båda dessa substanser har sitt ursprung inom veterinärmedicinen men visade sig vara väldigt effektiva mot havstulpanen, som är den mest besvärliga av de djur som brukar sätta sig på båtar.

– Och de hade en rad fördelar jämfört med koppar. Det krävdes mycket små koncentrationer i färgen. Mycket lite läckte ut och det som ändå hamnade i havet hade väldigt snabb nedbrytningstid. Efter ett år fanns knappt ett spår kvar av substanserna, till skillnad från kopparföreningar som inte bryts ner utan ligger kvar i sedimenten i decennier, säger Hans Elwing.

Han beskriver det som något av en lyckoträff, även om han inte kunde föreställa sig hur lång tid det skulle ta innan upptäckten kunde komma till kommersiell nytta. Först 2016 kunde en av de

båda substanserna, medetomidine, godkännas som färgtillsats av EU:s kemikaliemyndighet ECHA. Den säljs idag under namnet Selektope och får användas inom handelsflottan. Flera stora färgtillverkare har fått upp ögonen för substansen, och idag finns den på hundratals fartyg i framför allt Sydostasien.

Hans Elwing poängterar att han själv inte har några ekonomiska intressen i substansen, men att han ändå ser det som en triumf, som forskare och uppfinnare. Nu hoppas han att den ska komma till nytta även för fritidsbåtsägarna.

– Jag trodde att det skulle ta två-tre år tills folk slapp måla sina båtar med kopparfärger. Nu har det gått tjugo år. Marknaden är trög, det är en politisk röra och så länge acceptansen för koppar är så stor är det svårt att komma in med något nytt.

GIFTFRIA ALTERNATIV MOT PÅVÄXT

- Borsttvätt fungerar så att båten körs in i en bassäng där den sedan tvättas med roterande borstar. Under tvätten bör det finnas en uppsamlingsbassäng som fångar upp avskrapat material så att det inte hamnar i vattnet. Tvättar man sin båt när organismerna nyligen satt sig, mellan 1-3 gånger per säsong, behöver man inte bottenmåla båten.
- Skrovskyddsduk är en säck vid båtplatsen som dras upp runt skrovet och hindrar beväxning genom att ljus och syre hålls borta.
- Manuell tvätt med till exempel rotborste eller högtryckstvätt. När båten högtrycks spolras behöver gamla färgrester tas om hand, till exempel med hjälp av en spolplatta som filtrerar och tar hand om de gifter som annars skulle komma ut i havet.
- Landförvaring är ett sätt att undvika påväxt eftersom den bara sker när båten ligger i vattnet. Mellan användningstillfällena förvaras båten på land med hjälp av exempelvis en båtlyft eller flytbrygga.



FOTO: MARIA DRIVHOUT / SHUTTERSTOCK

Infekterad debatt

Frågan om båtottenfärg är nämligen mer komplex än man kan tro, och det är långt ifrån alla som ser nya färgtillsatser som framtidens lösning. ”Kopparmaffian” är vid det här laget ett etablerat begrepp i sammanhanget, och brukar syfta på allt från färgföretag till intresseföreningar som vill behålla de traditionella färgtillsatserna för fritidsbåtar. Genom åren har högljudda röster ifrågasatt såväl vetenskapliga studier om kopparens skadlighet som myndigheternas rätt att lägga sig i den enskilde båtägarens beslut.

Debatten är intensiv, för att inte säga infekterad, och på den motsatta sidan står de som inte vill tillåta några biocider över huvud taget för fritidsbåtar, varken koppar eller annat. Så kallade borsttvättar och skrovdukar är i ropet, och särskilt på östkusten blir det vanligare att enskilda båtklubbar helt förbjuder båtottenfärger med biocider i sina hamnar. Även Transportstyrelsen jobbar aktivt för att få fler att välja mekaniska metoder för att rengöra skrovet, med stöd av många miljövetare och marinbiologer.

Debatten är intensiv, för att inte säga infekterad...

– Jag tror att vi befinner oss i ett vägskäl. Ska vi tillåta fler biocider på våra fritidsbåtar, eller ska vi gå mot helt giftfritt? säger Ida Wendt, ekotoxikolog på Havsmiljöinstitutet i Göteborg.

Själv är hon övertygad om att det sistnämnda är det enda rätta. För även om ett ämne verkar relativt ofarligt finns det inga garantier.

– Problemet är att vad vi än sätter i havet så läcker det ut. Och ett gift är ett gift. Man kan aldrig se alla orsakssamband i förväg och det finns det gott om historiska exempel på. Ta bara ämnen som TBT och PCB.

Omställning som tar tid

För sex år sedan skrev Ida Wendt sin doktorsavhandling om just båtottenfärger, och hon slogs av hur känslig frågan var bland båtfolket.

– Det finns en enorm lobbyverksamhet som sprider budskapet att koppar från båtar är ofarligt. Samtidigt kan krav på helt giftfria metoder uppfattas som politisk klåfingrighet. Småbåtsägarna själva betraktar sig ofta som miljövänner och kan bli både arga och ledsna om man talar om för dem att färgen de använder är skadlig för havet. Och vi är trots allt bara människor. Det är lite jobbigt med förändringar och vi gör gärna som vi alltid gjort.

Tekniken finns redan, menar hon. Men för att folk ska välja bort färgen krävs också att alternativen blir tillgängliga. Småbåtshamnarna behöver investera i ny teknik och infrastruktur, och folk behöver se att alternativen faktiskt fungerar.

– Antagligen behövs det också politiska styrmedel. Det måste bli jobbigare att göra det som är dåligt för miljön. Här kan det lätt bli en krock mellan olika intressen, men någonstans landar vi ändå i frågan om vilken rätt vi har att påverka miljön, säger Ida Wendt.

Viktiga vägval

Precis som med alla stora omställningar så handlar även denna om mycket mer än bara vetenskap, konstaterar Ida Wendt. Ytterst är det en fråga om etik, värderingar och politiska avvägningar. Behövs det fler regler? Borde kommunerna ålägga båtklubbarna att investera i giftfria alternativ? Eller kan man öka medvetenheten hos båtägarna så mycket att de själva väljer bort färgen till förmån för helt giftfria metoder?

Hans Elwing tror inte att det kommer att ske inom överskådlig framtid.

– Jag har full respekt för de båtägare

som väljer att använda borsttvättar och liknande. Men tyvärr utgör de en liten minoritet. De flesta vill inte anpassa sig till detta ännu och om vi nu måste ha biocider så borde det finnas något som är mer miljökompatibelt än koppar.

– Helst ska vi inte ha några gifter alls i havet. Men till den dagen kommer kan vi i alla fall låta folk välja det minst dåliga alternativet. Om det skapas en marknad för detta och det minskar mängden koppar som släpps ut, då är vi i alla fall en god bit på väg.

En sak är både han och Ida Wendt överens om – allt tyder på en framtid utan de klassiska kopparfärgerna på våra fritidsbåtar. Frågan är vilka alternativ vi väljer. Eller för att använda Hans Elwings ord – frågan är hur pragmatisk man vill vara.

– Fast i längden har vi nog ändå inget alternativ, säger Ida Wendt.

– Det kanske tar tid. Men jag tror att vi kommer att gå mot mindre och mindre biocidfärger för fritidsbåtar och så småningom förbjuda dem helt. ?

TEXT

Per Adolfsson, redaktionen

HUR GIFTIGT ÄR KOPPAR?

Koppar finns naturligt i vattnet i mycket låga halter, men i högre halter och i sin fria jonform är det skadligt för en lång rad vattenlevande organismer.

Diskussionen kring hur skadlig koppar är handlar till stor del om i vilken utsträckning kopparutsläpp blir biotillgängligt, det vill säga kan tas upp fysiologiskt av växter, djur eller människor. Detta varierar över säsong och plats, och är beroende av komplexa kemiska processer. Det finns dock gott om vetenskapliga belägg för att utsläpp av koppar har en negativ inverkan på vår havsmiljö, i synnerhet i kustnära miljö och under sommarmånaderna.

En stor del av den koppar som släpps ut i havet kommer från bottenmålade fritidsbåtar. Kopparen i båtottenfärg kombineras i regel också med zink, som även det är skadligt vid förhöjda koncentrationer.

Hans Elwing och Ida Wendt har båda undersökt vilka effekter båtottenfärger har på havsorganismer och vad det finns för alternativ.



FOTO: MÅS HULANDER



FOTO: ANDREAS NYSTRÖM WENDT

Dioxindetektiver spårar källorna

Inte med förstoringglas, men väl med analysinstrument och modeller spårar dioxindetektiverna var dioxinerna i strömmingen kommer från. Källorna lämnar ifrån sig fingeravtryck i form av specifika mönster i blandningen av dioxiner.

Dioxinerna tillhör de mest omtalade miljögifterna när det gäller Östersjön. Hos människor misstänks de bland annat påverka fortplantningen och immunförsvaret, och de verkar också kunna orsaka cancer. Eftersom dioxiner gärna binder till organiskt material och fett kan de ansamlas i djur med hög fetthalt, som till exempel strömming, och därifrån föras vidare högre upp i näringskedjan.

Förbud att sälja fisk

Höga halter av dessa miljögifter i fisk har föranlett EU att förbjuda försäljning av fet fisk från Östersjön utanför Sverige och Finland. Svenska myndigheter har infört kostråd för att begränsa befolkningens intag av dioxiner. När dioxinproblemet

upptäcktes på 1970-talet sattes åtgärder in som minskade utsläppen och halterna i miljön sjönk. Men minskningen har nu stannat av, och trots att utsläppen minskar så är halterna fortfarande för höga i vissa områden.

Förbränning och bekämpningsmedel

Dioxiner har aldrig tillverkats avsiktligt inom industrin. De bildas som föroreningar i olika processer under höga temperaturer, som avfalls- eller biomassa-förbränning, metalltillverkning och vid tillverkning av klorerade kemikalier som vissa bekämpningsmedel.

En grupp av bekämpningsmedel som innehåller höga halter dioxiner är klorfenoler, som till exempel tetra- och penta-

Dioxiner bildas oavsiktligt, exempelvis vid olika förbränningsprocesser inom industrin.





FOTO: TOBIAS DAHLIN/AZOTE

Strömming är en viktig fisk i Östersjön men den har för höga halter av dioxiner. Nu har olika dioxinkällors betydelse för halterna i strömming kunnat fastställas.

klorfenolbaserade produkter. De användes tidigare i stora mängder inom träindustrin för att förhindra svampangrepp på virke. Användningen förbjöds i början av 1980-talet, men dessa dioxiner fortsätter att finnas på platser där klorfenol tidigare använts och läckt ut i miljön.

Många olika dioxiner

För att kunna åtgärda problemen med dioxiner i miljön måste man ha god kännedom om vilka källorna till dioxinerna är. Dioxiner är inte ett ämne, utan i själva verket hela 210 olika ämnen. De olika dioxinerna har en gemensam grundstruktur, men har olika antal kloratomer bundna till sig. Hur kloratomerna är placerade i dioxinmolekylerna avgör hur giftiga de olika dioxinerna är. Genom att analysera vilka dioxinerna är i ett prov kan vi inte bara bedöma giftigheten. Med lite detektivarbete kan vi även tala om var dioxinerna kommer från.

Som fingeravtryck

Sammansättningen av dioxiner i ett prov ger oss ledtrådar. Man kan likna informationen vid fingeravtryck – en viss blandning av dioxiner antyder vilka processer som genererat dem.

För att hitta dessa olika fingeravtryck har vi analyserat dioxiner i ett stort antal miljöprov, främst sediment från havsbottnen och strömming. Vi har sedan använt en modell för att uppskatta hur många olika typer av källor som har bidragit till dioxinerna i proven. Vi har fått fram hur fingeravtrycken för de olika källorna ser ut och hur stor andel varje källa bidrar med till varje miljöprov. Fingeravtrycken har vi jämfört med mönstret i miljöprov där den dominerande källan är känd, till exempel luftprover tagna nära metall-

Höga halter av dioxiner i bland annat Östersjölox har föranlett EU att förbjuda försäljning av fet fisk från Östersjön utanför Sverige och Finland. Svenska myndigheter har infört kostråd för att begränsa befolkningens intag av dioxiner.

smältverk och förbränningsanläggningar eller jordprover från platser där man använt klorfenol.

Upptag i fisk komplicerar

Dioxiner är överlag svårnedbrytbara, så det sker inga stora förändringar när de transporteras med partiklar eller vatten. Men när dioxinerna mäts i fisk kan svårigheter uppstå, eftersom olika dioxiner tas upp och ackumuleras i olika hög grad i fisken. Till exempel är det så att stora dioxiner inte anrikas lika lätt i fisken som mindre dioxiner. Dioxinmönstret i en fisk skiljer sig därför från mönstret i vattnet och sedimenten runtomkring fisken, vilket komplicerar detektivarbetet.

Förändringar under 30 år

Våra studier har pågått i flera år, och vi har lärt oss känna igen och tolka olika mönster som hittas i miljön. Under senare tid har vi även kunnat använda metoden för att visa vilka de olika källorna är och hur andelen av olika källor har varierat över tid. Det gör att vi kan utvärdera vilken effekt olika åtgärder har haft. Genom att tillämpa metoden på strömmingsprover som Naturhistoriska riksmuseet har samlat in mellan åren 1979 och 2009 har vi sett hur källorna till dioxinerna förändrats under dessa 30 år.

Bovarna i dramat

I strömmingen har vi lyckats identifiera källorna till ungefär 85 procent av dioxinerna. Det visar sig att förbränning är den dominerande källan. Före år 2000 stod förbränning för över 70 procent av halterna. Efter det har andelen minskat, men är fortfarande runt 60 procent. Denna minskning är troligtvis en effekt av att man har förändrat processerna och för-

bättrat reningen för att minska dioxinutsläppen.

Förändringar i ekosystemet

Klorfenoler, som tidigare bland annat användes för att impregnera trä, har varit förbjudna i över 40 år. Trots det är även klorfenoler en viktig källa till dioxiner i Östersjöströmmingen. Det tycks till och med vara så att den totala mängden dioxiner från klorfenoler har ökat i strömming under senare år.

Förklaringen till detta finns troligtvis i förändringar i ekosystemet under tidsperioden. Man provtar strömming av samma storlek varje år för att mäta föroreningar, och forskare har sett tecken på att strömmingen växer långsammare nu än tidigare. Det innebär att strömming av en viss storlek är äldre idag än den var för till exempel 40 år sedan. En äldre strömming har hunnit lagra mer dioxiner i kroppen än en yngre, och därigenom kan mängderna av klorfenol-dioxiner i strömming av en viss storlek vara större nu än för några år sedan. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Karin Wiberg, institutionen för vatten och miljö, SLU, och Sarah Josefsson, avdelningen för samhällsplanering, SGU
karin.wiberg@slu.se

OM STUDIEN

Dioxinstudierna har till stor del finansierats av Naturvårdsverket via olika projekt under åren 2008-2017, bland annat BalticPOPs.

Mer information finns på <https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/miljoanalys/dioxin-fisk/>.



FOTO: MAKSIMILIAN/SHUTTERSTOCK

Hushåll, avlopp och SVÅRFÅNGADE

Läkemedelsrester och hushållskemikalier påträffas nästan överallt i våra hav. Största källan är vårt avloppsvatten, och även i relativt låga halter kan många av dessa ämnen påverka miljön och dess invånare. För att bli av med hushållens svårnedbrytbara utsläpp krävs nya lösningar och ny teknik i våra reningsverk.

Mer och mer uppmärksamhet riktas mot hushållskemikalier som källa till olika oönskade substanser i miljön. Varor och produkter som vi använder i vårt dagliga liv innehåller en mängd ämnen som sprids till luft eller vatten. Hur de sprids beror på deras kemiska egenskaper och användningsområden, men de flesta är vattenlösliga och rinner ut i vårt avloppsvatten. Det kan vara biocider, mjukgörare, flamskyddsmedel eller läkemedel som via avloppsvattnet hamnar i avloppsreningsverken. Och flera av dessa kemikalier är så pass stabila att reningsverken inte kan hantera dem.

Kemikalier (nästan) överallt

Under de sista tio åren har ett flertal rapporter visat på läkemedelsrester och andra hushållskemikalier i marina vatten från i stort sett alla världsdelar. Ett exempel är en studie där man analyserade 153 vattenprover från kustområden i Kalifornien, Medelhavet och södra Östersjön. I mer än vart tionde vattenprov hittade man 19 av de sammanlagt 41 substanserna man letade efter. Ämnet kaffein, vilket används som markör för att avgöra om ett vatten är påverkat av människan, återfanns i 95 procent av proverna. Olika läkemedelssubstanser hittades i 10–30 procent av proverna. Hälften av proverna innehöll även en form av ämnet benzotriazol. Benzotriazoler har många användningsområden och används i allt från smörjoljor och desinfektionsmedel, till frostskyddsmedel och även i vissa maskindiskmedel. Kännetecknande för benzotriazoler är att de är kemiskt stabila och avskiljs eller bryts ner endast i liten grad i reningsverken. Det är alltså inte oväntat att de till slut dyker upp i våra kustvatten.

Det var endast en enda provtagningsplats i undersökningen, en punkt långt ute i Stilla havet, som inte uppvisade mätbara halter av något av de undersökta ämnena.

Läkemedel i svenska vatten

Inom Östersjöns avrinningsområde bor cirka 86 miljoner människor vars avloppsvatten har Östersjön som slutlig mottagare, efter olika grad av rening. Östersjön har relativt lång omsättningstid och har sedan länge även problem med höga halter av stabila organiska miljögifter, till exempel PCB och dioxiner. Helsingforskommissionen (Helcom), vilken består av representanter från nio Östersjöstater samt EU, har nyligen sammanställt undersökningar av läkemedelssubstanser i vatten, sediment och vattenlevande organismer



FOTO: DIDES/SHUTTERSTOCK
ILLUSTRATION: SHUTTERSTOCK

KEMI KALIER



Högst halter av läkemedelsrester och hushållskemikalier har hittats i blåmussla i kustområden nära städer.

FOTO: MARTIN ALMGVIST/AGOTE



inom Östersjöområdet inklusive Kattegatt. Av totalt 4 600 olika marina prover innehöll mer än 14 procent spår av läkemedel. Ett av de läkemedel som hittades i många prover var epilepsimedikinen karbamazepin. Karbamazepin är ett mycket stabilt ämne och har lång halveringstid i den marina miljön.

Svåra att bryta ner

I en av våra egna studier där vi detaljstuderade läkemedel i Östersjön, kunde vi hitta just karbamazepin i både prover tagna vid kusten och ute till havs, till och med på olika djup mitt ute i Östersjön. Det var bara i proverna från nordligaste Bottenviken, samt i ett par extra prover från kusten runt Svalbard, som vi inte fann några spår av detta läkemedel. Nya beräkningar visar att det bör finnas cirka 55 ton karbamazepin ackumulerat i Östersjön. Även om all tillförsel stoppades idag skulle det ta årtionden innan ämnet brutits ner i vattenmassan.

Oklara effekter

Rester från läkemedel och hushållskemikalier har hittats i en rad olika fiskarter, som flundra och abborre. Högsta halterna har återfunnits i blåmussla i områden vid kustnära städer med utsläppskällor och älvmynningar. Många substanser kan

dock transporteras långt, och man har funnit spår av läkemedel i ytvattenprover långt ute i Nordsjön. Det finns i nuläget få studier som fokuserat på vilka effekter dessa kemikalier kan ha i den marina miljön. Flera forskare har visat att de halter av kemikalier som man hittar i svenska älvar och sjöar har effekt på djur och natur, men dessa är vanligtvis minst tio gånger högre än de halter man påträffar i marina prover.

Ozon eller filter?

Utsläpp från reningsverk direkt till havsområden, eller indirekt via utsläpp i vattendrag som sedan rinner ut i havet, är den helt dominerande källan för hushållskemikalier och läkemedel. Det är inte så konstigt. Våra reningsverk är inte gjorda för att rena bort låga halter av stabila kemikalier. I dagsläget pågår därför många försök med att hitta förbättrad reningsteknik för ett ytterligare reningssteg, som kan fånga upp de ämnen som traditionell reningsteknik inte klarar. Havs- och vattenmyndigheten har finansierat en rad pilotprojekt som fokuserat på ozon eller kolfilter. Resultaten från dessa projekt visar att det finns kostnads-effektiva sätt att minska halterna för flera av kemikalierna med över 90 procent. Ozon bryter ner många ämnen mycket

effektivt, men vissa kemikalier är så kemiskt stabila att de måste filtreras bort med ett kolfilter.

Bredden är viktig

Förutom ozon och kol finns även flera projekt som försöker utveckla det biologiska reningssteget för att få en effektivare process. Andra undersöker tekniker baserade på membran eller olika typer av filter, det vill säga att man tar bort kemikalier ur vattnet genom att låta dem fastna på olika ytmaterial.

Viktigt är dock att alla dessa nya tekniker måste kunna klara av att bryta ner eller avskilja en bredd av ämnen, även om det i dagsläget inte finns någon teknik som klarar av att ta bort alla. För att minska påfrestningen på den akvatiska miljön av läkemedel och hushållskemikalier, men även andra grupper av ämnen, krävs inte bara förbättrad teknik vid avloppsreningsverken utan även åtgärder i användning uppströms. Till exempel är det viktigt att alltid lämna tillbaka överblivna läkemedel till apotek. ?

TEXT OCH KONTAKT:

Mats Tysklind och Jerker Fick
Kemiska institutionen, Umeå universitet
mats.tysklind@umu.se

Skrubbskäddan stjäl torskens middag

På Östersjöns botten lever torsk och skrubbskädda, två fiskarter som är viktiga både för ekosystemet och för fisket. Under de senaste fyrtio åren har de båda arternas geografiska utbredning förändrats markant. Idag är torskbeståndet till stor del koncentrerat till i ett mindre område i södra Östersjön där det också finns mängder av skrubbskädda. Den ökade konkurrensen kan ha bidragit till att torsken blivit mycket magrare på senare tid.

Östersjön är ett av de mest studerade havsområdena i världen. Forskningen om det ekologiska samspelet mellan olika fiskar har hittills mest handlat om att ta reda på hur det ser ut när det gäller den viktigaste rovfisken torsk, och dess bytesdjur strömming och skarpsill i den öppna vattenmassan. Lite har däremot varit känt om hur de två viktigaste bottenlevande arterna, torsk och skrubbskädda, samspelar på djupet i Östersjön. Arterna kan ha stor påverkan på varandra. Förutom att de delvis söker efter samma mat, äter stor torsk skrubbskädda. För att få mer kunskap om hur dessa två arter samspelar har man nu studerat var arterna lever i förhållande till varandra, hur deras utbredning ser ut idag och hur den har förändrats med tiden.

Torsken hopträngd på liten yta

Genom att kombinera historiska data med nya internationella fiskundersökningar kan man se att utbredningen av torsk och skrubbskädda i Östersjön har ändrats påtagligt de senaste fyrtio åren. Under 1970- och 1980-talet ökade det östra torskbeståndet som ett resultat av en gynnsam miljö. Efter den perioden minskade bestånden betydligt, delvis på grund av ökat fisketryck. Förutom att beståndet minskade koncentrerades också torsken till södra Östersjön. Anledningen var att där finns saltare och mer syrerikt vatten som är bättre som habitat och för reproduktionen. I nuläget är torskbeståndet fortfarande mycket litet, och det är i stort sett koncentrerat till områdena utanför Bornholm. Samtidigt har det skett en förändring i torskens storlek. Sedan början av 1990-talet har andelen sto-

Skrubbskäddan trivs bäst på sandiga eller dyiga botten där den söker efter mat. I vardagligt tal används ofta andra namn på arten, såsom skrubba, skädda och flundra.



ra individer blivit mycket färre, och numera är torsken i Östersjön överlag liten. Troligen beror det både på att den växer långsammare än tidigare och på att den dör innan den hunnit bli stor.

Mer skrubbskädda

Strax efter att torskbeståndet kollapsade i början av 1990-talet, ökade skrubbskäddan i antal och spred sig över stora delar av centrala Östersjön. Delvis berodde det på att de stora torskarna var borta och att det därmed var färre skrubbskäddor som blev uppätta. Sedan 1990-talet har utbredningen i djupled av de båda arterna minskat. Orsakerna till det kan vara flera. Dels har de syrefattiga bottarna brett ut sig i Östersjöns djupare områden, vilket har gjort att den bottenyta där fiskarna kan leva och hitta föda har minskat. Dessutom har sälen och skarven ökat i antal i Östersjön under de senaste årtiondena. Risken för fisken att bli uppäten har därmed ökat i grunda områden, vilket gör att den helst inte uppehåller sig där.

Ökad konkurrens

Förändringarna har gjort att torsken numera huvudsakligen lever i ett mer begränsat område där även stora mängder skrubbskädda lever. Den här nya situationen kan ha ökat konkurrensen om födan för torsken.

Troligen beror det både på att den växer långsammare än tidigare och på att den dör innan den hunnit bli stor.

I synnerhet gäller det för det bottenlevande kräftdjuret skorv, eller ishavsgråsugga som det också kallas, som är ett viktigt bytesdjur för båda fiskarterna. Nya studier har visat att skrubbskädda i dagsläget tycks äta stora mängder skorv, medan andelen skorv i torskens mat har minskat betydligt under de senaste tjugo åren. Den ökade konkurrensen med skrubbskädda kan vara en orsak till att torsken inte längre äter lika mycket skorv som tidigare. Det verkar alltså som om skrubbskäddan kan "stjäla" viktigt mat från torsken. För Östersjötorsken saknas på havsbotten däremot andra bytesdjur som är av rätt storlek, och den har därför svårt att hitta annan mat som effektivt kan ersätta skorven.

Torsk i dålig kondition

Torskens kondition, det vill säga hur mycket fisken väger i förhållande till sin längd, är ett mått på hur fisken mår. Konditionen har försämrats kraftigt sedan mitten av 1990-talet. Förutom att det påverkar torsken, har det också fått konsekvenser för fisket, som uppger att man

numera mest fångar smal torsk med ett lågt ekonomiskt värde. Man har också märkt att konditionen är så pass dålig hos många torskarna att de svälter och troligen också kan dö som en följd av det. Torskhonor i dålig kondition producerar dessutom färre ägg, och ibland reproducerar de sig inte alls. Därmed minskar chansen att det ska bli en bra fortplantning med många avkomor, vilket behövs för att bygga upp torskbeståndet igen.

Den försämrade hälsan hos torsk har tidigare satts i samband med att skarp-sillen, som är ett annat viktigt bytesdjur, har minskat i de områden där torsken lever. Det har också kopplats ihop med att de syrefria bottarna brett ut sig, samt med att angrepp av sälparasiter på torsk har ökat. Den nya forskningen visar att konkurrensen om föda med skrubbskäddan kan vara ytterligare en orsak till torskens dåliga kondition, om än inte den viktigaste. Den ökade konkurrensen skulle kunna hindra torskbeståndet från att åter växa sig stort. Med många skrubbskäddor finns det därför risk att Östersjöns ekosystem blir "fastlåst" i ett läge där de stora rovfiskarna saknas, vilket inte är bra.

Möjligheter till återhämtning

Kunskapen om att torsken har trängts ihop på ett mindre område där den får konkurrens från skrubbskädda kan bli användbar i fiskeförvaltningen. Ett sätt att underlätta torskens återhämtning skulle till exempel kunna vara att bevilja större fångster på skrubbskädda för att minska konkurrensen. Men innan det tillåts behöver man ta reda på mer om hur mycket torsk och skrubbskädda inverkar på varandra när de lever tillsammans. Det skulle också behövas beräkningar av hur mycket de växande bestånden av skrubbskädda påverkar tillgången på skorv, torskens viktigaste bytesdjur på havsbotten. Men med förhoppningen om mer torsk i bättre kondition i Östersjön i framtiden, är det alltså inte helt omöjligt att det också kommer att finnas mer skrubbskädda i fiskdisken framöver.

TEXT OCH KONTAKT:

Michele Casini och Alessandro Orio
Institutionen för akvatiska resurser, SLU
michele.casini@slu.se

Det bottenlevande kräftdjuret skorv är ett viktigt bytesdjur för torsk i Östersjön. Ny forskning har visat att skrubbskäddan är en konkurrent till torsken om det här bytet.



FOTO: JERKER LOKRANTZ/ANOTE

ART I FOKUS

Gullmaranemon

– en skir varelse på branta väggar

GULLMARSFJORDENS karaktärsart är en vacker anemon som inte liknar någon annan. Den hittas på branta bergväggar längs Bohuskusten, oftast med utslagen tentakelkrona och tillsammans med påfågelmaskar och sjöpungrar.

GULLMARANEMONEN, *Protanthea simplex*, är en liten och ensamlevande anemon som trivs på djupare vatten, gärna i Gullmarsfjorden och Kosterfjorden i Bohuslän. På skuggsidor kan den hittas ganska grunt, men alltid under algbältet. Den är blekt laxrosa i färgen, och har en vit, skir och vacker tentakelkrona. Den sitter i regel på branta bergväggar där vattnet inte är alltför strömt, ofta på överhäng och ibland tätt. Några kompisar den lever ihop med

är tarmsjöpfung och påfågelmask, arter som även de filtrerar vattnet efter mat. Suspensionsätare kallas de som använder denna födostrategi, som är ett vanligt sätt att få i sig mat i havet. På större djup hittas arten ihop med ögonkorall. Gullmaranemonen klassas enligt Artdatabankens rödlista som nära hotad i Sverige – man har sett tendenser till att den minskat i antal, men mer kunskap behövs om dess utbredning i tid och rum.

LIKSOM ANDRA ANEMONER tillhör Gullmaranemonen gruppen nässeldjur. Den förökar sig framför allt sexuellt, men den kan också kлона sig. Vid sexuell förökning släpper den ägg och spermier från sin mun ut i vattnet, där befrukt-

ningen sedan sker. Ägget utvecklas till en fritt simmande larv, så kallad planularlarv. Till formen påminner larven om en mycket liten rugbyboll. Den tar sig fram med hjälp av små flimmerhår som sitter på kroppen, och den äter och simmar med munnen bakåt. Denna enkla form hittas långt ner i det evolutionära trädets, och en del forskare tror att det var så det första djuret på jorden kan ha sett ut. Oavsett om hur intressant den är, simmar den lilla larven runt några veckor innan den sätter sig fast på berget och utvecklas till en ny anemon. Kloningen går till genom att delar av anemonens bas lossnar och växer ut till en ny kopia av den gamla anemonen.

TILL SKILLNAD FRÅN DE FLESTA

andra anemoner drar Gullmaranemonen inte in sina tentakler helt vid beröring eller när den fångat ett byte. Ofta reagerar den inte alls. Istället hänger tentaklerna slappa och vajandes i vattnet. Trots att Gullmaranemonen tillhör gruppen nässeldjur saknar den även trådar med nässelceller som kan användas för att samla in mat. Att simma baklänges, som planularlarven gör, verkar inte vara den bästa strategin att fånga mat på. De flesta andra djur på jorden har ju munnen fram.

TEXT

Helen Sköld, redaktionen

