



ÖVERFISKE – EN MILJÖFARLIG AKTIVITET

ORSAKER TILL FISKBESTÅNDENS UTARMNING
OCH DESS KONSEKVENSER I SVENSKA HAV

HAVSMILJÖINSTITUTETS RAPPORT NR 2011:4

PER-OLAV MOKSNES, ANDREA BELGRANO, ULF BERGSTRÖM, MICHELE CASINI, ANNA
GÅRDMARK, JOAKIM HJELM, ANNA KARLSSON, JONAS NILSSON,
JENS OLSSON, HENRIK SVEDÄNG

HAVSMILJÖINSTITUTET

September 2011

Havsmiljöinstitutets rapport nr 2011:4

Foto omslag: Per Moksnes

Kontaktuppgifter:

Havsmiljöinstitutet

Box 260, 405 30 Göteborg

Telefon: 031-786 65 61

fornamn.efternamn@havsmiljoinstitutet.se

www.havsmiljoinstitutet.se

Titel:

Överfiske – en miljöfarlig aktivitet: Orsaker till fiskbeståndens utarmning och dess konsekvenser i svenska hav

Författare:

Per-Olav Moksnes¹, Andrea Belgrano², Ulf Bergström³, Michele Casini², Anna Gårdmark³, Joakim Hjelm², Anna Karlsson⁴, Jonas Nilsson¹, Jens Olsson³, Henrik Svedäng^{1,2}

¹ Havsmiljöinstitutet

² SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil,
Turistgatan 5, 453 30 Lysekil

³ SLU - Kustlaboratoriet,
Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

⁴ ArtDatabanken, SLU,
Bäcklösavägen 10, 750 07 Uppsala

FÖRORD

Bestånden av marina fiskarter har minskat dramatiskt i både Västerhavet och i Östersjön under de senaste 100 åren. Flera olika faktorer påverkar fiskbeståndens storlek, men ett ökande antal studier tyder på att överfiske är en huvudorsak i de flesta fall. Fisket med trål anses också skada många bottenlevande organismer, men det är idag oklart hur omfattande denna miljöpåverkan är. Vidare tyder nya studier på att förlusten av stora rovfiskar kan ge negativa effekter på hela ekosystem genom trofiska kedjereaktioner. Sammantaget anser många forskare idag att fisket utgör ett av de allvarligaste miljöhoten mot svenska hav. Det saknas dock en samlad bild över vilket vetenskapligt stöd som finns för koppling mellan fiske och dessa miljöförändringar.

Målet med denna studie är att sammanställa det vetenskapliga kunskapsläget över orsakerna till nedgången av svenska marina fiskbestånd, samt fiskets roll för minskning av biodiversitet och förändringar i svenska kust- och utsjöekosystem.

Studien har letts av miljöanalytiker från Havsmiljöinstitutet i samarbete med fiskeribiologer och ekologer från Havsfiskelaboratoriet, Kustlaboratoriet och Artdatabanken vid SLU. Rapporten har granskats av fristående forskare inom fiskeribiologi och marin ekologi. För eventuella felaktigheter eller missförstånd ansvarar författarna.

Per-Olav Moksnes, Havsmiljöinstitutet, 30 september 2011

ÖVERFISKE – EN MILJÖFARLIG AKTIVITET:
ORSAKER TILL FISKBESTÅNDENS UTARMNING OCH DESS KONSEKVENSER I SVENSKA HAV

INNEHÅLL

1. Bakgrund	7
1.1 Utarmade fiskbestånd i svenska hav	7
1.2 Orsaker till beståndsminskningar	8
2. Fisket ett hot mot biologisk mångfald	9
3. Överfiske förändrar ekosystemen	12
3.1. Överfiske och övergödning i Västerhavets kustområden.....	12
3.2 Oklara effekter i Västerhavets utsjösystem.....	15
3.3 Överfiske i Östersjöns utsjösystem.....	15
3.4 Trofisk kedjereaktion i Östersjön kustekosystem	16
4. Integrerad förvaltning av fisket och den marina miljön	17
Referenser	19

ÖVERFISKE – EN MILJÖFARLIG AKTIVITET:
ORSAKER TILL FISKBESTÄNDENS UTARMNING OCH DESS KONSEKVENSER I SVENSKA HAV

1. BAKGRUND

1.1 UTARMADE FISKBESTÅND I SVENSKA HAV

Bestånden av samtliga större marina fiskarter har minskat dramatiskt i både Västerhavet och i Östersjön under de senaste 100 åren. I Skagerrak och Kattegatt har de flesta rovfiskbestånd minskat med över 70 procent och flera bestånd har kollapsat. Torsken, den viktigaste rovfisken för ekosystemen, har minskat i biomassa med 90 procent, både längs kusten och i utsjön (Svedäng 2003, Svedäng och Bardon 2003, ICES 2007). De flesta lokala bestånd av torsk som tidigare lekte i Bohusläns fjordar och i Kattegatt anses idag utrotade (Svedäng m. fl. 2010). Stora bottenlevande arter som rockor, hajar och hälleflundra har mer eller mindre försvunnit och är idag rödlistade tillsammans med de flesta av våra populäraste matfiskar (Tabell 1, se sidan 10). I Östersjön har bestånden av torsk minskat kraftigt sedan mitten av 1980-talet, och utgör fortfarande mindre än en tredjedel i jämförelse med rekordåren runt 1980, trots de senaste årens relativa återhämtning (ICES 2010, ICES 2011).

Fiskbestånden har inte bara försvunnit eller minskat; sammansättning har också förändrats. Före 1850 var fiskar på över 15 kg vanliga längs Sveriges kuster, men redan i början av 1900-talet var huvuddelen av de större fiskarna försvunna. Medelstorleken på fångad fisk har därefter fortsatt att minska med över 50 procent de senaste 40 åren. Idag är förekomsten av vuxen fisk i det närmaste uttraderad längs västkusten och fångstsammansättningen för kommersiella arter som torsk, kolja, vitling och rödspätta dominerades helt av unga individer. (Cardinale och Svedäng 2004, Cardinale m. fl. 2009a, b, Svedäng m. fl. 2010).

Öresund utgör idag det enda området i östra Nordsjön där friska bestånd av torskfiskar hittas. Till skillnad från de utarmade bestånden i Kattegatt och Skagerrak hittas här hög biomassa och en mer normal storleksstruktur av torsk, vitling, kolja och rödspätta. I Öresund har fiske med trål varit förbjudet sedan 1930-talet på grund av sjötrafiken i området. Fisket i sundet bedrivs istället med garn som inte fångar de små eller de riktigt stora fiskarna, till skillnad från trålfiske. Bestånden av fisk i Öresund utgörs i huvudsak av lokala populationer som leker i sundet och återvänder dit efter det pelagiska larvstadiet, varför de undslipper trålfisket i Kattegatt och Östersjön (Svedäng 2010, Svedäng m. fl. 2010). Att bestånden av fisk inte minskat i Öresund är ett starkt stöd för att trålfisket, och inte

klimatvariationer är orsaken till kollapsen av torskfiskar i övriga delar av landet (Cardinale och Svedäng 2011).

1.2 ORSAKER TILL BESTÅNDSMINSKNINGAR

Fiske anses idag vara den helt dominerande faktorn bakom kollapsen av fiskbestånd och storleksminskningen av rovfiskar i Västerhavet (Cardinale och Svedäng 2004, Cardinale m. fl. 2009a,b, ICES 2010, Svedäng m. fl. 2010), och den viktigaste orsaken till minskningen i Östersjönbestånden av torsk sedan 1980-talet (Casini m. fl. 2008, Österblom m. fl. 2008).

Klimatvariationer, som till exempel den Nordatlantiska oscillationen (NAO) kan få stora effekter på planktonsamhället och anses ha bidragit till förändringarna i fisksamhället i både Nordsjön och Östersjön. I slutet av 1980-talet svängde NAO till ett varmare klimat i Nordeuropa, vilket ökade mängden växtplankton och ändrade artsammansättningen av zooplankton, vilket i sin tur kan ha missgynnat rekryteringen av torsk både i Nordsjön (Beaugrand m. fl. 2000) och i Östersjön, och gynnat rekryteringen av skarpsill i Östersjön (MacKenzie and Köster 2004, Alheit m. fl. 2005, Möllman m. fl. 2008, 2009). I Skagerrak hittas dock inget samband mellan rekrytering av unga torskfiskar och förändringar i NOA eller av zooplankton (Fromentin m. fl. 1998). Det finns inget stöd för att rekryteringsproblem hos torsk bidragit till kollapsen av bestånd i Skagerrak och Kattegatt (Cardinale och Svedäng 2004).

Klimatdrivna vattenflöden anses också ha bidragit till minskningen av torsk i Östersjön sedan 1980-talet. I Östersjön påverkas torskbestånden av inflöden av salt och syrerikt vatten från Nordsjön, vilket bestämmer rekryteringsförhållanden i djuphålorna där torsken leker. Hög salthalt gynnar också den zooplanktonart som tycks vara viktigast för torskklavver (Möllmann m. fl. 2008). Sedan mitten av 1980-talet har frekvenserna av dessa inflöden minskat, vilket ökat utbredningen av syrefria områden och minskat områden där torsken kan leka (Andersson 2010). Idag tros torsken endast kunna leka i Bornholmsbassängen, medan reproduktionen i Gdanskbukten och Gotlandsdjupet troligen upphört (Cardinale och Svedäng 2011). Den minskade tillgången på lekområden för torsk i Östersjön anses därför ha bidragit till den kraftiga minskningen av torsk, men inte vara den viktigaste förklaringen. Bland annat därför att bestånden av torsk inte ökat de senaste gångerna större inföden av vatten från Nordsjön skett (Casini m. fl. 2009). Istället anses överfiske vara den viktigaste förklaringen till torskens nedgång i Östersjön (Casini m. fl. 2008, Österblom m. fl. 2008). Detta stöds också av att torskbeståndet i Östersjön återhämtat sig under senare år, efter en kraftig minskning av fisketrycket,

trots att frekvensen av inflöden inte ökat eller att klimat eller planktonsamhället ändrats (Cardinale och Svedäng 2011).

Fiskets utarmning av bestånden har orsakat storskaliga förändringar av ekosystemen som gett både direkta och indirekta negativa effekter på en lång rad organismer. Det gör överfisket till ett av de allvarligaste hotet mot den marina miljön i dagsläget.

2. FISKET ETT HOT MOT BIOLOGISK MÅNGFALD

Det kommersiella fisket utgör ett av de största hoten mot biologiskt mångfald i svenska hav. Enligt Artdatabanken är idag 27 svenska marina fiskarter rödlistade, och nästan samtliga av dessa är överfiskade kommersiella arter eller arter som fångas som bifångst vid bottentrålning. Många av våra mest uppskattade matfiskar är akut eller starkt hotade i svenska vatten. Det gäller bland annat ål, torsk, bleka, kolja, långa, pigghaj, havskatt och hälleflundra. De flesta arter av haj och rocka som fångas som bifångst är också starkt hotade, och slätrockan är numera nationellt utdöd (Tabell 1).

Fiske med bottentrål ger dessutom negativa effekter på bottenfauna. Framför allt genom direkta effekter på habitatbildande arter som större koralldjur och associerade organismer, men också genom indirekta effekter som ökad sedimentation och störda bottnar. Idag är 34 arter av ryggradslösa djur rödlistade i svenska vatten och fiske med bottentrål bedöms vara en huvudorsak till arternas minskning (Tabell 1). Det verkliga antalet bottenlevande djur som påverkas negativt av trålning bedöms dock vara långt större, men kunskapsbrist gör det svårt att bedöma status för många arter. Trots denna generella underskattning av antalet hotade marina djur så är andelen rödlistade arter i marin miljö högre än i någon annan livsmiljö, och det är överfiske och bottentrålning som utgör de enskilt största hoten.

Fisket har också medfört att den genetiska mångfalden hos kommersiella arter minskat då lokala bestånd utrotats. Längs den tidigare produktiva svenska västkusten har till exempel nästan alla lokala bestånd av torsk, lyrtorsk och kolja försvunnit på grund av fisket (Svedäng m. fl. 2010). Dessa lokala bestånd var genetiskt unika med egna lekplatser längs kusten, och de kan inte ersättas av fiskar från andra bestånd.

Tabell 1. Marina fiskar och ryggradslösa djur som är rödlistade av Artdatabanken 2011 (<http://www.artdata.slu.se/rodlista/>) och där överfiske eller bottentrålning anses vara en orsak till att arterna har försvunnit eller till att fortlevnaden i Sverige är hotad.

SVENSKT NAMN	VETENSKAPLIGT NAMN	KATEGORI 2010
Fiskar (21 st)		
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Starkt hotad
Kolja	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Starkt hotad
Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>	Sårbar
Lyrtsorsk	<i>Pollachius pollachius</i>	Akut hotad
Långa	<i>Molva molva</i>	Starkt hotad
Hälleflundra	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Starkt hotad
Havskatt	<i>Anarhichas lupus</i>	Starkt hotad
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>	Akut hotad
Storfjällig skoläst	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	Starkt hotad
Kungsfisk	<i>Sebastes viviparus</i>	Nära hotad
Sjurygg	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Nära hotad
Atlantisk stör	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	Nationellt utdöd
Pigghaj	<i>Squalus acanthias</i>	Akut hotad
Slätrocka	<i>Dipturus batis</i>	Nationellt utdöd
Vitrocka	<i>Dipturus linteus</i>	Nära hotad
Knaggrocka	<i>Raja clavata</i>	Starkt hotad
Havsmus	<i>Chimaera monstrosa</i>	Starkt hotad
Håbrand	<i>Lamna nasus</i>	Akut hotad
Brugd	<i>Cetorhinus maximus</i>	Akut hotad
Håkäring	<i>Somniosus microcephalus</i>	Sårbar
Blåkäxa	<i>Etmopterus spinax</i>	Sårbar
Tagghudingar (6 st)		
Piprensarormstjärna	<i>Asteronyx loveni</i>	Starkt hotad
Nålsjöstjärna	<i>Pontaster tenuispinus</i>	Nationellt utdöd
Andromedasjöstjärna	<i>Psilaster andromeda</i>	Nära hotad
Medusahuvud	<i>Gorgonocephalus caputmedusae</i>	Nära hotad
Korallormstjärna	<i>Ophiactis balli</i>	Sårbar
Mjölksjögurka	<i>Ocnus lacteus</i>	Nära hotad

(Tabell 1. forts)

SVENSKT NAMN	VETENSKAPLIGT NAMN	KATEGORI 2010
Koralldjur (12 st)		
Ögon korall	<i>Lophelia pertusa</i>	Akut hotad
Större piprensare	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Starkt hotad
	<i>Paramuricea placomus</i>	Starkt hotad
	<i>Muriceides kuekenthali</i>	Nationellt utdöd
	<i>Primnoa resedaeformis</i>	Starkt hotad
	<i>Kophobelemnion stelliferum</i>	Sårbar
	<i>Virgularia tuberculata</i>	Sårbar
	<i>Stylatula elegans</i>	Starkt hotad
	<i>Actinostola callosa</i>	Sårbar
	<i>Octineon suecicum</i>	Akut hotad
	<i>Andvakia parva</i>	Akut hotad
	<i>Edwardsiella loveni</i>	Akut hotad
Kräftdjur (12 st)		
	<i>Pontophilus norvegicus</i>	Nära hotad
	<i>Pontophilus spinosus</i>	Sårbar
	<i>Galathea dispersa</i>	Kunskapsbrist
	<i>Galathea nexa</i>	Sårbar
	<i>Munida sarsi</i>	Sårbar
	<i>Munida rugosa</i>	Sårbar
	<i>Munida tenuimana</i>	Sårbar
	<i>Munidopsis serricornis</i>	Starkt hotad
	<i>Philocheras echinulatus</i>	Starkt hotad
	<i>Geryon trispinosus</i>	Kunskapsbrist
	<i>Calocarides coronatus</i>	Sårbar
Blötdjur (3 st)		
Snäcka	<i>Thesbia nana</i>	Starkt hotad
Mussla	<i>Chlamys sulcata</i>	Sårbar
Mussla	<i>Delectopecten vitreus</i>	Kunskapsbrist
Armfotingar (1 st)		
	<i>Macandrevia cranium</i>	Akut hotad

3. ÖVERFISKE FÖRÄNDRAR EKOSYSTEMEN

Förutom de allvarliga direkta effekterna av fisket i svenska hav har överfiske av stora rovfiskar även lett till storskaliga förändringar av ekosystemen, både längs kusten och i utsjön. När de stora rovfiskarna försvinner ökar deras bytesdjur i antal, vilket kan leda till en trofisk kedjereaktion ned i näringsväven som bidrar till algblomningar och förändringar i vegetationen vid kusten. De flesta forskare är idag överens om att överfiske av stora rovfiskar orsakat genomgripande förändringar av svenska marina ekosystem som förstärkt övergödningens problemen längs kusten och försvårat återhämtningen av stora rovfiskar.

3.1. ÖVERFISKE OCH ÖVERGÖDNING I VÄSTERHAVETS KUSTOMRÅDEN

I Skagerrak och Kattegatt har överfiske reducerat bestånden av alla stora marina rovfiskar till en spillra av de bestånd som fanns vid 1900-talets början. Denna storskaliga förändring av havets trofiska struktur har gett långtgående förändringar i ekosystemen. Kopplingen mellan dessa förändringar, framförallt längs kusten, börjar nu bli vetenskapligt välbelagt.

Sedan den kraftiga nedgången av torskfiskar under 1980-talet har storskaliga förändringar i kustekosystemet dokumenterats, i synnerhet i Bohuslän där förekomsten av snabbväxande fintrådiga algmattor ökat dramatiskt i grunda kustområden. Flyginventeringar visar att sedan mitten av 1990-talet är mellan 30 till 50 procent av den totala arean av dessa grundområden täckta av algmattor under sommaren (Pihl m. fl. 1999). Algmattorna domineras av fintrådiga grönalger, som gynnas av ökade halter närsalter (Moksnes m. fl. 2008, Baden m. fl. 2010). Under samma period har utbredningen av ålgräsängar minskat med nästan 60 procent i samma område (Baden m. fl. 2003, Nyqvist m. fl. 2009), vilket motsvarar en förlust på uppskattningsvis 18 000 hektar ålgräs bara i Bohuslän. Algmattor täcker många ålgräsängar under sommaren och tros vara en viktig orsak till ålgräsets minskning. Vid kraftig algpåväxt minskar ålgräsets tillväxt (Baden m. fl. 2010) och syreförhållanden i sedimentet försämras, vilket kan döda ålgräset (Holmer och Bondegaard 2001). Även om fintrådiga alger gynnas av övergödning visar allt fler studier på att den ökade utbredningen av algmattor också har en tydlig koppling till överfisket.

Samtidigt som torsken i Bohuslän ålgräsängar minskat med 90 procent sedan 1980-talet har biomassan av små rovfiskar som torsken äter (framför allt smörbultsfiskar och storspigg) ökat med mellan 200 till 700 procent. Under samma period har små algbetande kräftdjur (gammarida märkräftor

och havsgråsuggor) nästan helt försvunnit (Baden m. fl. 2012). Dessa kräftdjur har visat sig vara mycket viktiga för att motverka uppkomsten av fintrådiga algmattor och därmed också viktiga för att motverka övergödningseffekter i kustekosystemen. Experimentella studier har visat att algbetande kräftdjur i ålgräsängar kan kontrollera tillväxten av fintrådiga alger, också vid höga nivåer av närsalter, om de inte utsätts för hög predation. Samma studier visar också att små rovfiskar, krabbor och räkor numera är så talrika i Bohuslän att dom äter upp över 95 procent av alla algbetande kräftdjur i ålgräsängar. Detta tillåter fintrådiga grönalger att tillväxa obehindrat. (Moksnes m. fl. 2008, Persson m. fl. 2008, Baden m. fl. 2010). Sammantaget visar dessa studier att de små rovdjurens positiva effekt på algernas tillväxt är minst lika stor som effekten av övergödning. En jämförelse mellan olika ålgräsekosystem runt Sveriges kuster och i Finland visade att mängden små rovdjur och deras predationstryck på algbetare var den viktigaste förklaringen till regionala skillnader i biomassan fintrådiga alger (Jephsson m. fl. 2008, Baden m. fl. 2010, Moksnes m. fl. 2010).

Allt mer tyder därför på att överfisket av stora rovfiskar har orsakat en trofisk kedjereaktion i kustekosystemet. En minskad predation har gjort att de små rovdjuren ökat, algbetare minskat, och snabbväxande alger ökat. Kopplingen mellan överfiske och en ökning av små rovdjur stöds också av studier i Kattegatt där antalet små rovfiskar och krabbor sedan 1970-talet mer än fördubblats längs kusten samtidigt som torsken minskat (Eriksson m. fl. 2011). Idag är därför de flesta forskare överens om att överfisket av torsk och andra stora rovfiskar i Västerhavet har bidragit till de vegetationsförändringar som skett längs den svenska västkusten.

Konsekvenser för kustvegetationen

Överfiske och övergödning har tillsammans gett starka negativa effekter på flera olika kustmiljöer i Västerhavet, vilket också påverkat människan negativt. När ålgräs försvinner från ett område och ersätts med obevuxen sedimentbotten minskar den biologiska mångfalden kraftigt. I jämförelse med obevuxna mjukbottenar är artrikedomen flera gånger högre och biomassan ofta tio gånger högre i sjögräsekosystem (Hemminga och Duarte 2000). Vattnet blir också grumligare när ålgräsets vågdämpande effekt förlorats, vilket påverkar all växtlighet i området negativt (Orth m. fl. 2012). Eftersom ålgräs utgör ett viktigt uppväxthabitat för flera kommersiella arter, bland annat torsk och ål, medför en minskning av ålgräs att dessa arter påverkas negativt. I jämförelse med en mjukbotten utan vegetation har ålgräshabitat mer än tjugo gånger högre antal unga torsk (Pihl m. fl. 2006). Storskaliga förändringar i torskrekrytering i Sydnorge under 1900-talet har kopplats till förändringar i utbredningen av

ålgräs (Fromentin m. fl. 1998), vilket tyder på uppväxthabitat kan begränsa torskens rekrytering i Västerhavet. Den stora förlusten av ålgräs i Bohuslän sedan 1980-talet har beräknats motsvara en minskning av torskens rekrytering med över sex miljoner unga torskar varje år (Stål m. fl. 2008). Överfisket skapar därmed en ond cirkel där fisket minskar bestånden av stora rovfiskar, vilket minskar utbredningen av uppväxthabitat, som ytterligare minskar bestånden av rovfiskar, och så vidare.

Den kraftiga ökningen av fintrådiga algmattor i grunda vikar (Pihl m. fl. 1999) har också inneburit stora förändringar för ekosystemen. Vissa arter som storspigg, strandkrabbor och tångräkor som trivs bland algerna har gynnats, medan rekryteringen av bl.a. plattfiskar, som använder grunda sandvikar som uppväxthabitat, har missgynnats (Pihl m. fl. 1995, Wennhage och Pihl 2007). För rödspotta beräknas den ökade utbredningen av algmattor motsvara en rekryteringsminskning med 30 till 40 procent i Västerhavet (Stål m. fl. 2008).

Längs sydkusten och västlandet i Norge har den stora brunalgen skräppetare (*Laminaria saccharina*), som tidigare dominerade kippbottnarna, sedan slutet av 1990-talet minskat i utbredning med 90 procent respektive 40 procent. Orsakerna är oklara men tros vara en kombination av förhöjda temperaturer och övergödning vilket gynnar fintrådiga alger som nu dominerar klippbottnarna. En koppling till överfiske är också sannolik, men ej undersökt i de norska ekosystemen (SFT 2008). Längs svenska västkusten har utbredningen av skräppetare aldrig blivit kartlagd, men en kraftig minskning av utbredningsdjupet har dokumenterats under samma period (Tobiasson m. fl. 2010).

Konsekvenser för människan

Utöver att många marina organismer påverkats negativt av dessa miljöförändringar ger de också flera negativa konsekvenser för människan. Ålgräs bidrar till exempel med flera viktiga ekosystemtjänster. Förutom att vara ett essentiellt uppväxthabitat för kommersiellt intressanta fiskarter så stabiliserar ålgräset sedimentet och minskar stranderosion. Det minskar också halten näringsämnen i vattnet, ökar vattenkvalitén och utgör en viktig kolfälla som minskar växthuseffekten och klimatförändringar (Orth m. fl. 2006). Dessutom medför badvikar fyllda med illaluktande alger, grumligt kustvatten, slemmiga badklippor och brist på torsk och andra för rekreativfisket viktiga arter, att estetiska och kulturella värden går förlorade. Det påverkar turism och kustbors livskvalitet negativt. Överfiske genererar därför mycket stora ekonomiska och estetiska förluster för människan, utöver den ekonomiska förlust kollapsen av det fiskade beståndet medför.

3.2 OKLARA EFFEKTER I VÄSTERHAVETS UTSJÖSYSTEM

Förlusten av stora rovfiskar i Kattegatt och Skagerrak har med stor sannolikhet också påverkat ekosystemet i utsjön. Eftersom de förlorade rovfiskarna i huvudsak äter större bottenlevande kräftdjur, som krabbor och räkor, har dessa troligen ökat i antal, vilket kan ha påverkat organismer längre ned i näringskedjan. Samtidigt kan den direkta negativa effekten av trålning på bottenfaunan också ha påverkat de rovdjur som äter bottenlevande djur och påverkat ekosystemet högre upp i näringskedjan. Dessa effekter är dock dåligt kända idag och behöver studeras bättre.

3.3 ÖVERFISKE I ÖSTERSJÖNS UTSJÖSYSTEM

Liksom i Västerhavet har ekosystemet i Östersjön de senaste 30 åren genomgått stora förändringar. Överfiske av torsk anses ha spelat en central roll i denna process. I Egentliga Östersjön består det pelagiska ekosystemet i utsjön endast av ett fåtal viktiga arter där torsken är det dominerade rovdjuret på fisk, och skarpsill det viktiga rovdjuret på zooplankton. Under 1980-talet minskade bestånden av torsk i Östersjön med 80 procent. Idag är de flesta svenska forskare överens om att överfiske var den huvudsakliga orsaken till torskbeståndets kollaps. Dåliga rekryteringsförhållanden i Östersjön, som orsakats av minskad tillförsel av syre- och saltrikt bottenvatten till torskens lekområden, bidrog också till minskningen.

Trofisk kedjereaktion och regimskifte

Den kraftiga minskningen av torsk i Östersjön i slutet av 1980-talet anses av många forskare ha orsakat en trofisk kedjereaktion där beståndet av skarpsill ökade, zooplankton minskade, och växtplankton ökade. Torsken är den viktigaste rovfisken på skarpsill i Östersjön, och när överfisket minskade torskbeståndet under en kritisk nivå fördubblades beståndet av skarpsill. Det i sin tur resulterade i en minskad zooplanktonbiomassa på sommaren och bidrog till att mängden växtplankton ökade (Casini m. fl. 2008, 2009). Minskningen av torsk från 1980-talet har varit kraftigare i de norra delarna av Östersjön, där skarpsill ökat mest. Detta tyder på att även en rumslig koppling mellan torsk och skarpsill, även om effekter på lägre ekosystemnivåer fortfarande är oklara (Casini m. fl. 2011).

Fisket och den kraftiga minskningen av torsk i Östersjön anses ha förändrat hela ekosystemets struktur i utsjön. När torskens inte längre kan kontrollera skarpsillens tillväxt blir de så många att de konkurrerar om zooplankton, vilket resulterar i magrare skarpsillar och sillar (Casini m. fl. 2006, 2010) samt negativa effekter på sillgrisslor som lever av skarpsillen (Österblom m. fl. 2006). Samtidigt kan bristen på zooplankton även ge negativa effekter på torsklarvers överlevnad (Österblom m. fl. 2008, Casini

m. fl. 2009). Klimatsvängningar (det vill säga den Nordatlantiska oscillationen) anses också ha bidragit till dessa förändringar, där ökade ytvattentemperatur och lägre salthalt i slutet av 1980-talet resulterade i ökad biomassan av växtplankton och förändrad artsammansättning av zooplankton som gynnat rekryteringen av skarpsill, och missgynnat torsken (Alheit m. fl. 2005, MacKenzie and Köster 2004, Möllman m. fl. 2008, 2009). Överfisket och klimatförändringarna anses därför av många ha orsakat ett så kallat regimskifte i Östersjöns pelagiska utsjösystem, där klimatet och skarpsillen idag kan motverka eller försena torskens återkomst (Möllman m. fl. 2008, 2009, Casini 2009). Överfiske kan därför få genomgripande effekter på hela ekosystemets funktion där fiskbestånden inte återhämtar sig ens när fisket har upphört, vilket exempelvis skett med torskbestånden i Newfoundland. En försiktig ökning av torskbeståndet under senare år tyder dock på att fisket är den faktor som har störst betydelse för torskens återhämtning i Östersjön (Cardinale och Svedäng 2011). Det tyder också på att bestånden fortfarande går att rädda långsiktigt med en restriktiv fiskeförvaltning.

3.4 TROFISK KEDJEREAKTION I ÖSTERSJÖN KUSTEKOSYSTEM

Parallellt med de storskaliga ekosystemförändringarna i utsjön har flera förändringar iakttagits längs den svenska kusten i Egentliga Östersjön där en stor andel av grunda kustområden idag är täckta av fintrådiga algmattor. På samma sätt som i Västerhavet ger nya studier stöd för att en förlust av stora rovfiskar gynnat förekomsten av fintrådiga alger genom en trofisk kedjereaktion. Här är det dock mer oklart om förändringarna är orsakade av överfiske.

I Östersjöns bräckta vatten utgörs de större rovfiskarna i grunda kustområden i huvudsak inte av torsk utan av abborre och gädda. Även dessa fiskarter har minskat kraftigt i flera kustområden sedan 1980-talet. De har dock inte minskat i alla områden och orsaken till nedgången är idag oklar. I vissa områden tycks rekryteringsproblem för abborre och gädda vara kopplat till predation från storspigg och födobrist för fiskarnas larver (Nilsson m. fl. 2004, Nilsson 2006, Ljunggren m. fl. 2010). Det har också föreslagits att situationen kan vara kopplad till ökade bestånd av skarpsill och spigg, som minskat tillgången på zooplankton längs kusten som abborrens och gäddans larver livnär sig på (Ljunggren m. fl. 2010). Det är dock oklart om mängden zooplankton har förändrats längs kusten.

Tydligare är att bestånden av storspigg, som äts av torsk, gädda och abborre, ökat kraftigt på flera platser sedan slutet av 1990-talet. Idag är storspigg en av de vanligaste fiskarna i grunda kustområden i Egentliga Östersjön. Provfisken i utsjön, där storspiggen vistas efter lek, tyder på att

beståndet mångdubblats (Ljunggren m. fl. 2010). Storspiggen äter algbetande kräftdjur och gynnar därför tillväxten av fintrådiga alger. Nya studier visar att områden med låga tätheter av abborre och gädda har högre tätheter av storspigg och högre förekomst av fintrådiga algmattor (Eriksson m. fl. 2009). Experimentella studier ger stöd för en trofisk kedjereaktion mellan stora rovfiskar och fintrådiga alger, där avsaknad av större rovfiskar ökar antalet storspigg som minskar antalet algbetande kräftdjur, vilket ökar mängden fintrådiga alger (Eriksson m. fl. 2009, Sieben m. fl. 2011). Eftersom spiggen dessutom kan äta upp rovfiskarnas ägg och larver och konkurrera med larverna om mat, kan de försvåra återhämtningen av abborre och gädda i områden där de har minskat.

4. INTEGRERAD FÖRVALTNING AV FISKET OCH DEN MARINA MILJÖN

Även om ekosystemen i Västerhavet och Östersjön är mycket olika, och de trofiska interaktionerna är komplexa, så är det vetenskapliga stödet idag starkt för att stora rovfiskar spelar en nyckelroll för hela ekosystemets funktion både i utsjön och längs kusten i de två havsområdena. I både Västerhavets och Östersjöns kustekosystem spelar algbetare en nyckelroll för att kontrollera tillväxten av fintrådiga alger. En förlust av algbetare från ett område ger en ökad tillväxt av algerna som är av samma magnitud som effekten av närsaltsförorening. Idag fokuseras åtgärder mot övergödning i kustområden på att minska tillförseln av närsalter. Ofta har dessa kostsamma åtgärder inte gett önskad effekt. Resultaten från de senaste årens forskning visar att dessa insatser i många fall måste kompletteras med åtgärder som ökar bestånden av stora rovfiskar i kustområdet för att återställa ekosystemets funktion och dess motståndskraft mot övergödning. I Östersjön, där flera rovfiskar leker i färskvatten, kan restaurering av kustnära våtmarker vara särskilt effektivt då det både återställer förlorade lekområden och minskar närsaltsutflödet till kusten.

Sammantaget finns det idag starkt stöd för att överfiske av stora rovfiskar inte bara påverkar de fiskade bestånden, utan att fisket också ger starka negativa effekter i hela ekosystem som är jämförbara med övergödningens effekter. Det är därför dags att betrakta friska bestånd av stora rovfiskar som en essentiell del av ett fungerande ekosystem, och fisket som en av andra mänskliga aktiviteter som kan ge negativa effekter på miljön.

En konsekvens av detta är att förvaltningen av fisket måste integreras i och vara underordnad förvaltningen av den marina miljön. Det innebär bland annat att beslut om fiskekvoter inte bara skall ta hänsyn till fiskeriekonomiska aspekter, utan även måste väga in indirekta konsekvenser av minskade fiskbestånd för till exempel kustnära habitat och deras ekosystemtjänster.

Det innebär också att förvaltning av fiskbestånd måste inkluderas som en viktig del vid förvaltning av marina miljöer. När till exempel åtgärder övervägs för att komma tillrätta med övergödningsproblem i kustzonen behöver förvaltningen beakta *både* åtgärder mot närsaltsutsläpp *och* åtgärder för att säkerställa ett fungerande ekosystem med friska bestånd av stora rovfiskar och algbetande kräftdjur.

Den nya Havs- och vattenmyndigheten ger Sverige en unik möjlighet att på ett bättre sätt integrera förvaltningen av fisket i den marina miljöförvaltningen. Det är därför viktigt att denna integrering mot en ekosystembaserad förvaltning utgör ett tydligt mål för myndigheten. I denna process kan det bli centralt att utreda vilka hinder som finns i dagens lagstiftning för att förvaltningen av fisket skall underordnas förvaltningen av miljön.

REFERENSER

Alheit J, Möllman C, Dutz J, Kornilovs G, Loewe P, Mohrholz V, Wasmund N (2005) Synchronous ecological regime shifts in the Central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES Journal of Marine Science* 62, 1205–1215, doi: 10.1016/j.icesjms.2005.04.024.

Andersson L (2010) Inflöden viktiga för Östersjön. Havet 2010. Om miljötillståndet i svenska havsområden, Naturvårdsverket, Havsmiljöinstitutet.

Baden S, Gullström M, Lundén B, Pihl L, Rosenberg R (2003) Vanishing Seagrass (*Zostera marina*, L.) in Swedish coastal waters. *AMBIO* 32, 374–377.

Baden SP, Pihl L (1984) Production, abundance and biomass of mobile epibenthic fauna in *Zostera marina* meadows. *Ophelia* 23, 65–90.

Baden S, Boström C, Tobiasson S, Arponen H, Moksnes P-O (2010) Relative importance of trophic interactions and nutrient enrichment in seagrass ecosystems: A broad-scale field experiment in the Baltic–Skagerrak area. *Limnology and Oceanography* 55, 1435–1448, doi: 10.4319/lo.2010.55.3.1435.

Baden S, Emanuelsson A, Pihl L, Svensson C, Åberg P (2012) Shift in seagrass food web structure over decades is linked to overfishing. *Marine Ecology Progress Series* 451, 61–73, doi: 10.3354/meps09585.

Beaugrand G, Brander KM, Lindley JA, Souissi S, Reid PC (2003) Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature* 426, 661–664.

Cardinale M, Svedäng H (2004) Modeling recruitment and abundance of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the eastern Skagerrak-Kattegat (North Sea): Evidence of severe depletion due to a prolonged period of high fishing pressure. *Fisheries Research*, 69, 263–282, doi: 10.1016/j.fishres.2004.04.001.

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

Cardinale M, Linder M, Bartolino V, Maiorano L, Casini M (2009a) Conservation value of historical data: reconstructing stock dynamics of turbot during the last century in the Kattegat-Skagerrak. *Marine Ecology Progress Series* 386, 197–206, doi: 10.3354/meps08076.

Cardinale M, Hagberg J, Svedäng H, Bartolino V, Gedame T, Hjelm J, Börjesson P, Norén F (2009b) Fishing through time: population dynamics of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Kattegat-Skagerrak over a century. *Population Ecology* 52, 251–262.

Casini M, Cardinale M, Hjelm J (2006) Inter-annual variation in herring (*Clupea harengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) condition in the central Baltic Sea: what gives the tune? *Oikos* 112, 638–650.

Casini M, Lovgren J, Hjelm J, Cardinale M, Molinero J-C, Kornilovs G (2008) Multi-level trophic cascades in a heavily exploited open marine ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences* 275, 1793–1801, doi: 10.1098/rspb.2007.1752.

Casini M, Hjelm J, Molinero J-C, Lövgren J, Cardinale M, Bartolino V, Belgrano A, Kornilovs G (2009) Trophic cascades promote threshold-like shifts in pelagic marine ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, 197–202, doi: 10.1073/pnas.0806649105.

Casini M, Bartolino V, Molinero J-C, Kornilovs G (2010) Linking fisheries, trophic interactions and climate: threshold dynamics drive herring *Clupea harengus* growth in the central Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 413, 241–252, doi: 10.3354/meps08592.

Casini M, Kornilovs G, Cardinale M, Möllmann M, Grygiel W, Jonsson P, Raid T, Flinkman J, Feldman V (2011) Spatial and temporal density-dependence regulates the condition of central Baltic Sea clupeids: compelling evidence using an extensive international acoustic survey. *Population Ecology* 53, 511–523.

Constanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

Frometin J-M, Stenseth NC, Gjørseter J, Johannessen T, Planque B (1998) Long-term fluctuations in cod and pollack along the Norwegian Skagerrak coast. *Marine Ecology Progress Series* 162:, 65–278.

Eriksson BK, Ljunggren L, Sandström A, Johansson G, Mattila J, Rubach A, Råberg S, Snickars M (2009) Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. *Ecological Applications* 19, 1975–1988.

Eriksson BK, Sieben K, Eklöf J, Ljunggren L, Olsson J, Casini M, Bergström U (2011) Effects of altered offshore food webs on coastal ecosystems emphasize the need for cross-ecosystem management. *AMBIO* 40, 786–797.

Hemminga M, Duarte CM (2000) *Seagrass Ecology*. Cambridge, Cambridge University Press, United Kingdom.

Holmer M, Bondgaard EJ (2001) Photosynthetic and growth response of eelgrass to low oxygen and high sulfide concentrations during hypoxic events. *Aquatic Botany* 70, 29–38.

ICES (2007) Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES, Copenhagen.

ICES (2010) Report of the ICES Advisory Committee, ICES Advice 2010, Book 8. ICES, Copenhagen

ICES (2011) Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES, Copenhagen.

Jephson T, Nyström P, Moksnes P-O, Baden S (2008) Trophic interactions in *Zostera marina* beds along the Swedish coast. *Marine Ecology Progress Series* 369, 63–76, doi: 10.3354/meps07646.

Ljunggren L, Sandström A, Bergström U, Mattila J, Lappalainen A, Johansson G, Sundblad G, Casini M, Kaljuste O, Eriksson BK (2010) Recruitment failure of coastal predatory fish in the Baltic Sea coincident with an offshore ecosystem regime shift. *ICES Journal of Marine Science* 67, 1587–1595, doi: 10.1093/icesjms/fsq109.

MacKenzie BR, Köster FW (2004) Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea. *Ecology* 85, 784–94.

Moksnes P-O, Gullström M, Tryman K, Baden S (2008) Trophic cascades in a temperate seagrass community. *Oikos* 117, 763–777.

Moksnes P-O, Råberg S, Baden S, Kautsky L (2010) Rovfisk påverkar vegetation längs Sveriges kuster. Havet 2010. Om miljötillståndet i svenska havsområden, Naturvårdsverket, Havsmiljöinstitutet.

Möllmann C, Müller-Karulis B, Kornilovs G, St. John MA (2008) Effects of climate and overfishing on zooplankton dynamics and ecosystem structure: regime shifts, trophic cascade, and feedback loops in a simple ecosystem. *ICES Journal of Marine Science* 65, 302–310, doi: 10.1093/icesjms/fsm197.

Möllmann C, Diekmann R, Müller-Karulis B, Kornilovs G, Plikshs M, Axe P (2009) Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shift in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology* 15, 1377–1393.

Nilsson J (2006) Predation of northern pike (*Esox lucius* L.) eggs: a possible cause of regionally poor recruitment in the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 553:, 161–169.

Nilsson J, Andersson J, Karås P, Sandström O (2004) Recruitment failure and decreasing catches of perch (*Perca fluviatilis* L.) and pike (*Esox lucius* L.) in the coastal waters of southeast Sweden. *Boreal Environmental Research* 9, 295–306.

Nyqvist A, André C, Gullström M, Pihl Baden S, Åberg P (2009) Dynamics of Seagrass Meadows on the Swedish Skagerrak Coast. *Ambio* 38, 85–88.

Orth RJ, Carruthers TJB, Dennison WC, Duarte CM, Fourqurean JW, Heck KL Jr., Hughes AR, Kendrick GA, Kenworthy WJ, Olyarnik S, Short FT, Waycott M, Williams SL (2006) A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience* 56, 987–996.

Orth RJ, Moore KA, Marion SR, Wilcox DJ, Parrish DB (2012) Seed addition facilitates eelgrass recovery in a coastal bay system. *Marine Ecology Progress Series* 448, 177–195, doi: 10.3354/meps09522.

Persson M, S Andersson, S Baden, P-O Moksnes 2008. Trophic role of the omnivorous grass shrimp *Palaemon elegans* in a Swedish eelgrass system. *Marine Ecology Progress Series* 371, 203–212, doi: 10.3354/meps07674.

Pihl L, Svenson A, Moksnes P-O, Wennhage H (1999) Distribution and production of ephemeral algae in shallow coastal areas on the Swedish west coast. *Journal of Sea Research* 41, 281–294.

Pihl L, Baden S, Kautsky N, Rönnbäck P, Söderqvist T, Troell M, Wennhage H (2006) Shift in fish assemblage structure due to loss of seagrass *Zostera marina* habitats in Sweden. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67, 123–132, doi: 10.1016/j.ecss.2005.10.016.

Pihl L, Isaksson I, Wennhage H, Moksnes P-O (1995) Recent increase of filamentous algae in shallow Swedish bays: effects on the community structure of epibenthic fauna and fish. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 29, 349–358.

Sieben K, Rippen AD, Eriksson BK (2011) Cascading effects from predator removal depend on resource availability in a benthic food web. *Marine Biology* 158, 391–400, doi: 10.1007/s00227-010-1567-5.

Stål J, Paulsen S, Pihl L, Rönnbäck P, Söderqvist T, Wennhage H (2008) Coastal habitats support to fish and fisheries in Sweden: Integrating ecosystem function into fisheries management. *Ocean and Coastal Management* 51, 594–600, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.006.

Svedäng H (2003) The inshore demersal fish community on the Swedish Skagerrak coast: Regulation by recruitment from offshore sources. *ICES Journal of Marine Science* 60, 23–31, doi: 10.1006/jmsc.2002.1329.

Svedäng H, Bardon G. 2003. Spatial and temporal aspects of the decline in cod (*Gadus morhua* L.) abundance in the Kattegat and eastern Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science* 60, 32–37, doi: 10.1006/jmsc.2002.1330.

Svedäng H, Svenson A (2006) Cod *Gadus morhua* L. populations as behavioral units: Inference from time series on juvenile abundance in the eastern Skagerrak. *Journal of Fish Biology* 69, 151–164.

Svedäng H, Stål J, Sterner T, Cardinale M (2010a) Consequences of subpopulation structure on fisheries management: cod (*Gadus morhua*) in the Kattegat and Öresund (North Sea). *Reviews in Fisheries Science* 18, 139–150, doi: 10.1080/10641260903511420.

SFT (2008) Sukkertareprosjektet: Slutrapport. Statens Forurensningstilsyn (SFT), Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA). SPFO-rapport 1043.

Tobiasson S, Karlsson J, Kautsky H (2010) Ett år för biologisk mångfald. Havet 2010. Om miljötillståndet i svenska havsområden, Naturvårdsverket, Havsmiljöinstitutet.

Wennhage H, Pihl L (2007) From flatfish to sticklebacks: assemblage structure of epibenthic fauna in relation to amcroalgal blooms. *Marine Ecology Progress Series* 335, 187–198, doi: 10.3354/meps335187.

Österblom H, Hansson S, Larsson U, Hjerne O, Wulff F, Elmgren R, Folke C (2007) Human-induced Trophic Cascades and Ecological Regime Shifts in the Baltic Sea. *Ecosystems* 10, 877–889, doi: 10.1007/s10021-007-9069-0.

