

Konceptuella modeller av ekosystemet i Stockholms skärgård

Innehåll

3	Sammanfattning
4	Inledning
6	Metod
10	Resultat
10	Urval av fiskarter
11	Intressenternas ekosystemmodell
	Observationer av geografiska mönster
	Observationer av förändringar över tid
18	Forskarnas ekosystemmodell
	De viktigaste komponenterna i ekosystemet
	Geografiska mönster
	Förändringar över tid
22	Syntesmodellen
24	Diskussion
28	Inspel till förvaltningsplansarbetet
29	Tack
30	Referenser
32	Bilaga

Författare: Sofia A. Wikström, Stockholms universitets Östersjöcentrum
Alfred Sandström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
Henrik Svedäng, Stockholms universitets Östersjöcentrum
Henrik C. Andersson, Länsstyrelsen Stockholms län

Deltagare i intressentworkshopen: Sten Frohm, Thomas Hjelm, Oliver Karlöf, John Kärki, Rolf Nilsson, Björn Söderberg, Peter Wällgren / Berggren.

Deltagare i forskarworkshopen: Gunnar Aneer, Lena Bergström, Ulf Bergström, Carolyn Faithful, Joakim Hansen, Henrik Svedäng.

Kontakt: Sofia Wikström, sofia.wikstrom@su.se

Layout: Stockholms universitets Östersjöcentrum

Omslagsillustration: Elsa Wikander/Azote

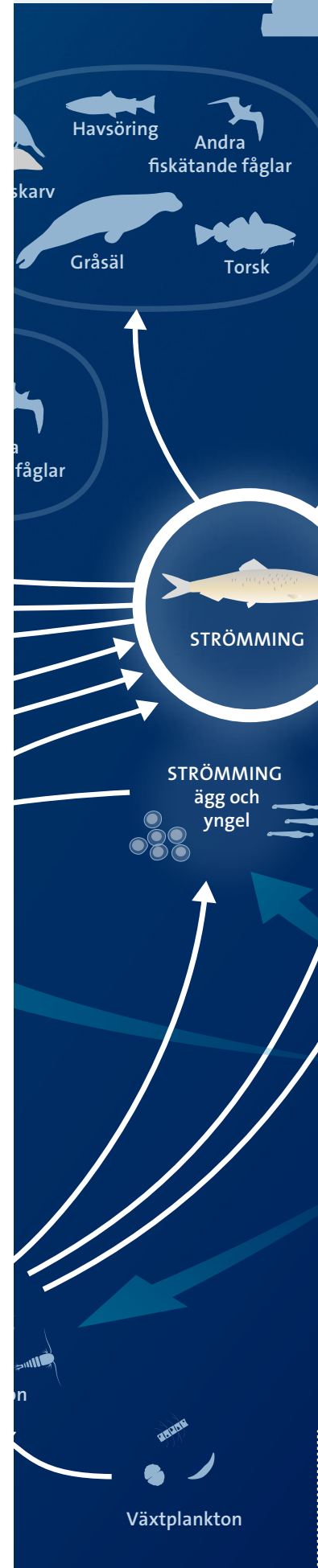
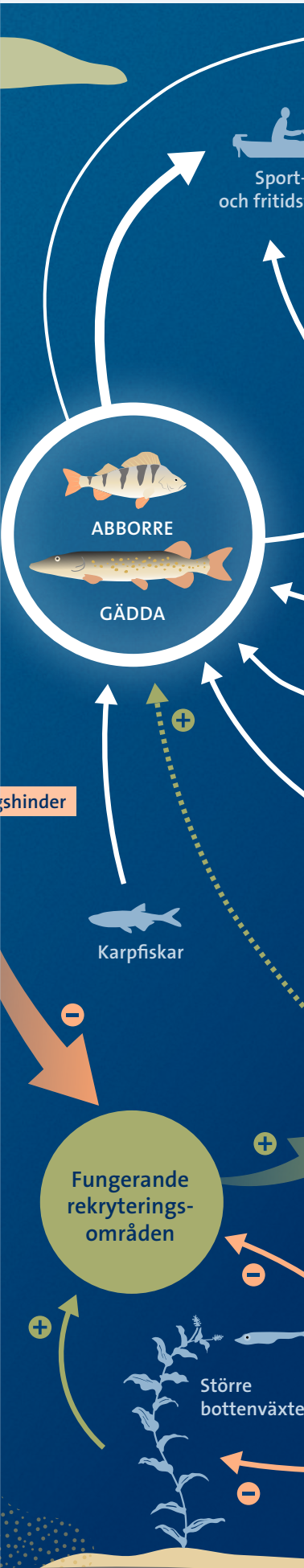
Design: Blomquist & Co

Sammanfattning

Rapporten presenterar konceptuella modeller av ekosystemet i Stockholms skärgård, med fokus på fisk, som tagits fram i samarbete med fiskets intressenter och forskare. En modell har tagits fram tillsammans med fiskets intressenter, utifrån deras egna observationer och kunskap de plockat upp från forskningsstudier och andra undersökningar. En annan modell har tagits fram tillsammans med forskare med expertis om fisk, fiske och ekosystemet i Stockholms skärgård och angränsande kustområden och visar det vetenskapliga kunskapsläget. Slutligen presenteras en syntes av dessa båda modeller som ger en samlad bild av både intressenternas kunskap och forskningsläget. Denna modell belyser även likheter och skillnader mellan intressenternas förståelse och forskarnas bild byggd på traditionell vetenskap.

Syntesmodellen visar att det finns en stor samsyn mellan intressenter och forskare kring ekologiska samband i Stockholms skärgård och hur de påverkas av mänskliga aktiviteter. Det gäller exempelvis strömmingens viktiga roll i födoväven, att starka rovfiskbestånd kan bidra till att hålla tillbaka symptom på övergödning och att rovdjur som gråsäl och storskarv har en betydande påverkan på vissa fiskarter. Både observationer och forskning visar att strömmingen minskat kraftigt i området, vilket får stora konsekvenser för skärgårdens ekosystem och för fisket.

De konceptuella modellerna är en del i arbetet med att ta fram en ekosystembaserad regional förvaltningsplan för fisk och fiske i Stockholms skärgård. De framtagna modellerna bidrar med kunskap om vad som påverkar fiskbestånden i Stockholms skärgård och vilka lokala åtgärder som kan genomföras för att förbättra förutsättningarna för fisk och fiske. Det inkluderar fiskevårdsåtgärder för att återskapa fungerande reproduktionshabitat och vandringsvägar för fisk och åtgärder för att minska den negativa påverkan från fiskätande vilt. Modellerna visar också att det finns påverkansfaktorer som ligger utanför det regionala mandatet att påverka i dagsläget, framförallt fisket på strömming och andra fiskarter som förvaltas på Östersjökala. Modellerna pekar också ut kunskapsbrister och vilken kunskapsinhämtning som behöver prioriteras för att möjliggöra en ekosystembaserad fiskeförvaltning i Stockholms skärgård.



Inledning

Inom ramen för projektet *Pilot Stockholms skärgård – Regional ekosystembaserad havsförvaltning* pågår sedan 2021 arbetet med att ta fram en ekosystembaserad regional förvaltningsplan för fisk och fiske i Stockholms skärgård. Arbetet genomförs av arbetsgruppen för fiskförvaltning, sammansatt av aktörer med intresse för fiskeriförvaltningen i Stockholms skärgård, vilket inkluderar representanter för det lokala yrkesfisket, fiskeguider och lokala miljöprojekt, organisationer för sportfiskare och fiskevattenägare, tjänstemän med ansvar för kommunal och regional fiskevård och fiskeförvaltning, samt forskare. Gruppen har nära kopplingar till den ideella föreningen *Fiskefrämjande i Stockholms skärgård* – en grupp som funnits i omkring 20 år och som också innehåller en bred samling av de viktigaste aktörerna på fiskets och fiskevårdens område.

Som ett steg i arbetet med den regionala förvaltningsplanen har arbetsgruppen, med stöd av forskare, tagit fram konceptuella ekosystemmodeller för Stockholms skärgård. Modellerna togs fram under två workshoppar våren 2023; en workshop med intressenter och en med forskare. Den här rapporten beskriver hur dessa workshoppar genomfördes och presenterar de resulterande modellerna.

I en ekosystembaserad fiskeriförvaltning ska förvaltningen utgå från en helhetssyn på ekosystemet, som beaktar fiskens roll i ekosystemet och fiskets påverkan på ekosystemet. Det innebär också att förvaltningen ska väga in att trofiska interaktioner och förändringar i den abiotiska miljön kan ha en avgörande betydelse för fiskbestånden och möjligheterna att bedriva fiske. En annan hörnsten i ekosystembaserad förvaltning är att man tar hänsyn till fiskeintressenters kunskap och erfarenheter. En konceptuell ekosystemmodell kan ge en kvalitativ förståelse för ekosystemet och ge en bild av möjliga indirekta effekter av olika förvaltningsåtgärder. Den kan också peka på möjliga målkonflikter mellan fiskeriförvaltning och annan miljöförvaltning och visa på hur, var och varför förvaltningen behöver bli mer integrerad. I en ekosystembaserad förvaltning kan konceptuella ekosystemmodeller både användas för att syntetisera olika typer av kunskap, för att identifiera kunskapsluckor och forskningsbehov, för att utforma förvaltningsåtgärder utifrån uppsatta mål och för att välja ekologiska och socio-ekonomiska indikatorer att följa upp (t.ex. Levin et al., 2009; Harvey et al., 2016; Rosellon-Druker et al., 2019).

Vid utformningen av konceptuella ekosystemmodeller finns ett stort värde i att samarbeta med forskare och lokala aktörer med god kunskap om ekosystemet och hur det används (t.ex. Rosellon-Druker et al., 2019; Aminpour et al., 2020). Det här är i linje med principerna för ekosystemansatsen, som de formulerats i konventionen för biologisk mångfald (Malawi-principerna), där princip 11 säger att *ekosystemansatsen bör beakta all typ av relevant information, även vetenskaplig och traditionell och lokal kunskap, innovationer och metoder* (Naturvårdsverket, 2007). Ekosystemet i Stockholms skärgård är relativt väl studerat men det finns samtidigt luckor i de vetenskapliga underlagen, även när det gäller vanliga och för fisket viktiga arter som strömming och gädda. För att bredda kunskapsunderlaget samlar vi här in kunskap både från forskare och intressenter med lokal kunskap om ekosystemet i Stockholms skärgård, med fokus på fisken och dess roll i ekosystemet. Det ger oss möjlighet att skapa en syntes av olika typer av kunskap, som har stort värde för att utveckla en regional ekosystembaserad förvaltningsplan.

De konceptuella modeller av ekosystemet som presenteras i rapporten är tänkta att användas som kunskapsunderlag för förvaltningsplanen, men

även vara ett stöd för annat arbete som genomförs i pilotprojektet för ekosystembaserad förvaltning i Stockholms skärgård. De kan också ge underlag för den fortsatta utvecklingen av regional ekosystembaserad havsförvaltning i Sverige genom att inspirera andra att utveckla lokal och regional förvaltning, vilket är ett av målen med pilotprojekten i Stockholms skärgård, södra Bottenhavet och 8+fjorlar.

Rapportens metodkapitel beskriver metoden för datainsamling och analys. Resultatkapitlet återger de två modeller som togs fram under intressent- respektive forskarworkshopen, både grafiskt och med en text som beskriver kopplingarna i modellen och den kunskap och de observationer som deltagarna tog upp under övningen. I slutet av resultatkapitlet görs en syntes av de två modellerna, som visar både likheter och skillnader mellan intressenternas och forskarnas modell. Rapporten avslutas med en diskussion av resultaten och vad de innebär för det fortsatta arbetet med den ekosystembaserade förvaltningsplanen.

Foto: Larsa/Mostphotos



Metod

Vi har genomfört våra workshoppar baserat på en metod som utvecklats av amerikanska National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) i samband med att man genomförde en integrerad ekosystembedömning (Integrated Ecosystem Assessment, IEA) i Sitka, Alaska (Rosellon-Druker et al., 2019). Vi har dock modifierat denna något för att passa de specifika behoven för pilotprojektet och framtagandet av förvaltningsplanen för Stockholms skärgård. En skillnad var att vi utgick från en befintlig arbetsgrupp av intressenter istället för att starta med en förutsättningslös inventering av samtliga intressenter som skulle kunna ha något att tillföra. En annan skillnad var att vi inte styrde modellen att bara beskriva en art och vilka faktorer som påverkar den, utan tog in ett större antal arter som bedömdes viktiga av gruppens deltagare. Det gjordes för att få en mer komplett ekosystemmodell eftersom det efterfrågades för förvaltningsplanen. Från NOAA:s metod behöll vi dock det arbetssätt som innebär att man börjar med att välja en viktig fiskart som startpunkt och fokus för modellen, för att underlätta datainsamlingen och göra modellen mer hanterbar.

Vi genomförde två workshoppar; en med intressenterna som ingår i arbetsgruppen för fiskförvaltning och en med forskare. Till intressentworkshopen bjöds samtliga deltagare i arbetsgruppen in och totalt sju personer deltog under workshopen (utöver workshopledarna). Ytterligare en intressent, som inte kunde närvara under workshopen, bidrog med skriftliga observationer efter workshopen. Deltagarna innefattade representanter för yrkesfiskare (Stockholms läns fiskareförbund) och förädlingsledet (Svenska Brassierier), Sveriges organiserade fiskeguider, Östra Svealands fiskevattenägarförbund, Sportfiskarna, Initiativ Utö och Stockholms stad. Tillsammans representerar de huvuddelen av de intressen som är direkt kopplade till fisket i Stockholms skärgård. Till forskarworkshopen bjöds forskare med expertis om fiskekologi i Stockholms skärgård och närliggande områden. I den workshopen deltog sex forskare (utöver workshopledarna).

Syftet med intressentworkshopen var att samla in lokal kunskap om ekosystemet i Stockholms skärgård, med fisken och fisket i fokus. Ett ytterligare syfte var att skapa en gemensam förståelse för ekosystemet och viktiga påverkansfaktorer i arbetsgruppen, för det vidare arbetet med förvaltningsplanen. Syftet med forskarworkshopen var att få en ekosystemmodell att jämföra med intressenternas, för att belysa det vetenskapliga kunskapsläget och vilka samband som vi har god vetenskaplig kunskap om. Jämförelsen är även tänkt att visa den lokala ekologiska kunskapens bidrag till den samlade kunskapen om ekosystemet och hur den kan användas.

Intressentworkshopen ägde rum under fem timmar den 31 januari och forskarworkshopen under knappt fyra timmar den 9 mars 2023. Båda hölls på Stockholms universitet, i samma lokal och med samma fysiska hjälpmedel.

Under båda workshopparna genomfördes fyra olika moment, som tillsammans ledde fram till en konceptuell modell för ekosystemet i Stockholms skärgård.

I det första momentet identifierades vilka fiskarter som deltagarna ville få med i modellen och vilken art modellen skulle fokusera på. Motivet för att ta med en art kunde både vara att arten bedöms ha en viktig roll i ekosystemet och att arten har stor betydelse för fisket i Stockholms skärgård (både för yrkesfisket och fritidsfisket). Momentet inleddes med att

Bilder från de två workshopparna med intressenter och forskare. Foto: Lisa Bergqvist



varje deltagare fick i uppdrag att skriva ned de 1-5 fiskarter som (utifrån hans eller hennes perspektiv) var viktigast att få med i den konceptuella modellen och vilken av dessa arter som var allra viktigast. I nästa steg skapades en gemensam artlista på den vita tavlan, genom att alla deltagare i turordning fick säga en art från sin lista tills samtliga deltagare fått nämna alla arter de hade skrivit upp. Arterna rankades i prioriteringsordning, utifrån hur många som inkluderat dem i sina listor. I det sista steget diskuterade deltagarna den framtagna listan och enades om vilken art som modellen skulle fokusera på. Listan över arter fanns kvar på vita tavlan under hela workshopen och moderatorerna återknöt till den i diskussionerna så att alla upptagna arter diskuterades och togs med i modellen om det bedömdes relevant.

I det andra momentet fick varje deltagare göra en egen skiss av ekosystemet utifrån den valda fokusarten från det första momentet. I uppgiften ingick att identifiera de viktigaste biotiska och miljömässiga faktorerna som påverkar förändringar i förekomst och abundans av fokusarten över tid samt att tänka in även människan som en del av ekosystemet.

I det tredje momentet konstruerade deltagarna som grupp en gemensam konceptuell modell för skärgårdens ekosystem. Modellen ritades upp på en vit tavla av en eller två av workshopledarna, efter instruktioner från workshopdeltagarna. Vid intressentworkshopen var vi två ledare som hjälptes åt vid tavlan, vid forskarworkshopen var det en ledare som ritade och skrev på tavlan. Deltagarna utgick till en början från sina individuella skisser och turades om att lägga till komponenter i modellen och trofiska interaktioner och andra påverkans effekter mellan komponenterna. För varje koppling mellan komponenter frågade ledarna hela gruppen efter observationer eller andra underlag för att belägga kopplingen, samt om det finns rumsliga mönster i var och hur kopplingen uppträder. Rumsliga mönster beskrevs med en särskild färg för att förtydliga vilka interaktioner/observationer som varierade mellan olika platser i skärgården. Under forskarworkshopen efterfrågades både personliga observationer och vetenskapliga belägg, samt om deltagarna anser att det finns ett starkt vetenskapligt stöd för kopplingen eller om det saknas kunskap eller data. Det uttalade målet med övningen var att göra en nulägesbeskrivning av ekosystemet, men det kom även in många observationer av förändringar över tid som dokumenterades i anteckningar och redovisas tillsammans med modellerna.

I det fjärde momentet diskuterades kopplingarnas styrka i modellen. Varje deltagare fick först individuellt lista de fem starkaste länkarna mellan komponenter och en länk de bedömer som svag. Därefter fick varje deltagare sätta ut röda prickar på de starka och en blå prick på den svaga länken i den gemensamma modellen på vita tavlan. Efter det öppnade vi för en mer allmän diskussion om starka och svaga länkar i modellen och samlade in den ytterligare kunskap som kom fram. Under forskarworkshopen valde deltagarna att använda prickarna för att peka ut viktiga komponenter (med stor effekt på andra delar av ekosystemet) snarare än starka länkar, vilket gör att resultatet från de två workshopparna kompletterar varandra men inte är direkt jämförbara.

Data från workshoparna samlades in på flera sätt. Artlistorna och de individuella modellerna samlades in efter moment 1 och 2. Den vita tavlan fotograferades med jämna intervall under hela övning 3 och 4. Två av workshopdeltagarna antecknade kontinuerligt vad som sades under övning 1, 3 och 4.

Efter workshopen sammanfattades anteckningar och fotografier till en gemensam konceptuell ekosystemmodell från respektive workshop, med

en beskrivning av modellen och den kunskap och observationer den bygger på. Vi beskriver även den kunskap som framkom om rumsliga mönster i skärgården och hur ekosystemet förändrats över tid. För forskarworkshopen gjordes en kompletterande insamling av vetenskapliga referenser, för att backa upp kopplingarna i modellen, med hjälp av de deltagande forskarna. Slutligen sammanfattade vi modellerna från de två workshoparna till en gemensam syntesmodell.



Resultat

Urval av fiskarter

Tabell 1 listar de fiskarter som deltagarna identifierade som viktigast att ta med i modellen, för att de har en viktig roll i ekosystemet och/eller en stor betydelse för fisket.

Samtliga deltagare på intressentworkshopen lyfte strömming som den viktigaste arten att fokusera på, dels för att den är en mycket viktig art för fisket och dels för dess stora ekologiska betydelse i skärgården¹. Det behövdes därför ingen vidare diskussion om vilken art som skulle placeras centralt i intressenternas modell. På forskarworkshopen var strömming en av tre arter som listades som viktig av alla deltagare. Diskussionen landade i att välja strömming som den centrala arten även för forskarnas modell.

Utöver strömming togs nio andra arter upp som viktiga av intressenterna och åtta andra av forskarna. Fem av arterna var gemensamma för båda gruppernas listor. Gädda, abborre, storspigg och torsk togs upp som viktiga av närmare hälften eller fler av deltagarna i båda grupperna. Skrubbskädda (flundra) togs upp av en person i båda grupperna. Övriga arter listades bara av den ena gruppen och då i allmänhet av enstaka eller få personer.

	Intressentworkshop	antal röster	Forskarworkshop	antal röster
	Fiskart	(av 7)	Fiskart	(av 6)
Fokusart	Strömming	7	Strömming	6
Övriga arter	Gädda	7	Abborre	6
	Abborre	6	Storspigg	6
	Storspigg	3	Gädda	3
	Torsk	3	Torsk	3
	Havsöring	3	Skarpsill	2
	Gös	2	Mört	2
	Flundra	1	Smörbultar	2
	Ål	1	Skrubbskädda	1
	Lax	1		

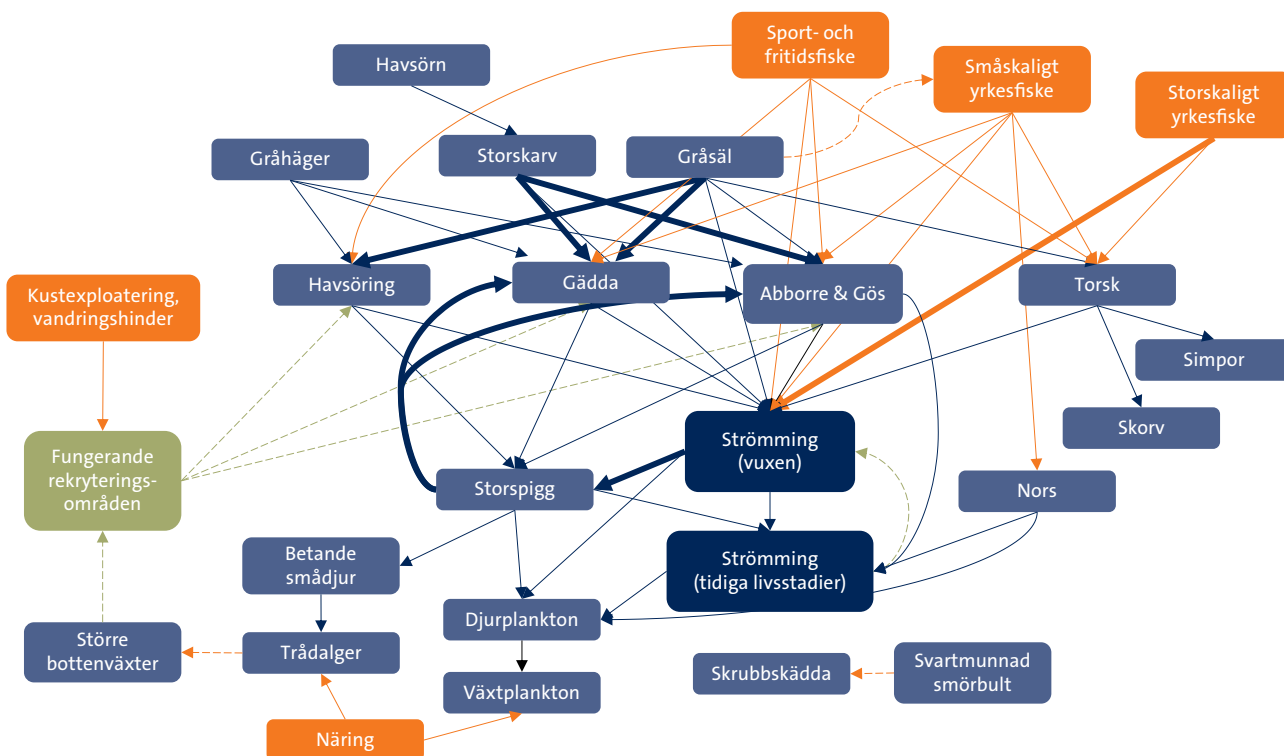
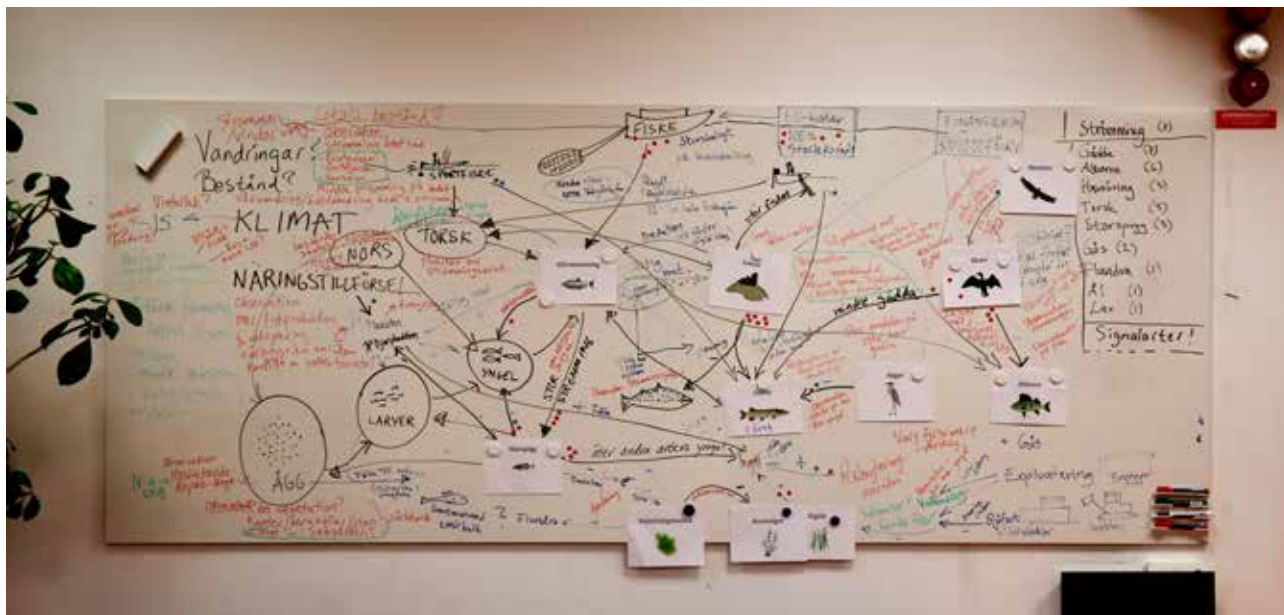
Tabell 1. De fiskarter som identifierades som viktiga att ta med i modellen under de två workshoparna. Varje deltagare fick lista fem viktiga arter och antalet röster anger hur många personer som hade med en viss art på sin lista. Arterna är sorterade efter antalet röster, i fallande skala.



¹Den intressent som lämnade in skriftliga observationer framhöll att torsken är en lika viktig art som strömmingen för ekosystemet och fisket i Stockholms skärgård.

Intressenternas ekosystemmodell

Den sammanlagda modellen efter övning 3 och 4 visas i figur 1, både den version som togs fram på vita tavlan under workshopen och en förenkling för att ge en översikt. I den följande texten beskrivs modellen och den kunskap som samlades in under workshopen.



Figur 1. Den gemensamma konceptuella modellen från workshopen med intressenter. Den övre bilden visar modellen som togs fram på vita tavlan under workshopen. Den undre bilden visar en något förenklad konceptuell modell över födoväven och faktorer som påverkar. Trofiska interaktioner markeras med mörkblå pilar och olika typer av mänsklig påverkan med orangea pilar. Andra samband visas med streckade orangea (konkurrens) eller gröna pilar (gynnande effekter). Tjocka pilar visar de samband som en eller flera personer på workshopen lyfte fram som särskilt starka effekter.

lekfisk koncentreras utanför kustmynnande vattendrag. För abborre ses skarven som den mest betydelsefulla predatorn på vuxna fiskar. Det kom in många observationer av skarvpredation på abborre, framför allt från observationer av vad skarvar har i krävan och spyr upp när de blir stressade, men även av observationer av skarvskadad abborre (upp till 10 – 20 procent av fiskarna har skarvskador på många platser). När det gäller rovfiskyngel av de arter som leker i grunda havsvikar (abborre, gädda och gös) lyfte deltagarna forskningsresultat (se t. ex. Olin et al., 2022) som visar att storspiggen är en viktig predator och därmed kan ha effekt på rovfiskpopulationerna. Predation från gråhäger lyftes också som en viktig faktor för gäddyngel.

Foto: Allan Wallberg/Mostphotos



I intressentgruppen ses skarven som den mest betydelsefulla predatorn på vuxna abborrar. Det stöds av direkta observationer av skarvpredation på abborre, framför allt från observationer av vad skarvar har i krävan och spyr upp när de blir stressade.

Tillgången på fungerande rekryteringsområden presenterades som en nyckelfråga för rovfiskpopulationerna. Det rådde en allmän uppfattning att rekryteringen inte fungerar som den tidigare gjort i grunda havsvikar, vilket misstänks vara en viktig bidragande anledning till att rovfiskar minskat i delar av skärgården. Förutom predation på yngel, som nämns ovan, påverkas rekryteringen även av fysisk påverkan på rekryteringsområden, exempelvis anläggning av vandringshinder och exploatering av grunda miljöer genom muddringar och brygganläggningar. Deltagarna stärkte detta med egna observationer och resultat från forskningsstudier (t.ex. Hansen et al., 2020) som visar att anläggning av våtmarker och öppnande av fria vandringsvägar leder till större yngelproduktion. Marin sjöfart och stranderosion nämndes också som faktorer som kan påverka rekryteringshabitat, exempelvis kring Furusundsleden, liksom fritidsbåtar i grunda miljöer. Deltagarna resonerade även kring att botenvegetation är viktig för rovfiskens yngel och att den missgynnas av konkurrens med trådalger. Några deltagare rapporterade iakttagelser av att mängden trådalger har ökat, men en deltagare hade tvärt om sett mängden trådalger minska i sitt närområde. Mängden trådalger sattes

samman med mängden näring i vattnet, men några deltagare lyfte också att det finns forskningsstudier (se t.ex. Olin et al., 2022) som visar att trådalger kan gynnas av spigg, genom att spiggen äter de små betande djur som normalt äter av trådalger.

Till kustens rovfiskar hör även torsk, som flera av deltagarna lyfte som en mycket viktig art både för skärgårdens ekosystem och för fisket. Idag finns det ytterst lite torsk i Stockholms skärgård, men deltagarna beskrev hur den tidigare var en mycket viktig rovfisk med utbredning i hela skärgården, medan speciellt abborre men även gädda framförallt är knuten till innerskärgården och skyddade vikar och fjärdar längre ut. Torsken har historiskt varit viktig för både yrkesfiske och fritidsfiske och på senare år även för sportfisket. Idag råder fiskestopp på torsk och intressenterna menade att de viktigaste faktorerna som begränsar torskpopulationen i skärgården idag är födobrist (på grund av att det finns så lite strömning) samt predation från gråsäl. Att födobrist är en begränsande faktor styrktes genom beskrivning av försök där mager torsk placerats i odlingskassar och matats med strömning och då haft en god tillväxt.

Skrubbskädda behandlades inte ingående under workshopen, men deltagare nämnde misstankar om att den kan påverkas negativt av konkurrens från den nyintroducerade arten svartmunnad smörbult och av en ökad förekomst av fintrådiga alger.

Gråsälen lyftes som en viktig predator i skärgården. Enligt flera av deltagarnas egna observationer föredrar gråsäl att äta strömning framför annan fisk. En person menade i stället att gråsäl föredrar torsk ännu mer än strömning. Nu när det finns så lite strömning (och torsk) blir den en betydande predator även på exempelvis gädda och havsöring. Enligt yrkesfiskarna i gruppen har gråsälen en negativ påverkan på det småskaliga fisket genom att störa fisket på olika sätt. En deltagare tog också upp att den stora gråsälpopulationen i Stockholms skärgård kan antas ha ökat torskens problem med parasiten sälmask.

Foto: Yossarian22Stock/Mostphotos



Gråsälen lyftes av intressentgruppen som en viktig predator i skärgården. Enligt yrkesfiskarna i gruppen har gråsälen en negativ påverkan på det småskaliga fisket genom att störa fisket på olika sätt.

Av kustfåglarna lyftes skarv och gråhäger fram som viktiga predatorer på fisk i skärgården. Deltagarna beskrev många observationer av skarv-predation på abborre (se ovan), observationer av häger som tar smolt av havsöring, gäddyngel och små abborrar och av att hägrar ofta står och jagar på decimeterdjupt vatten där gäddynglen håller till. Hägern har även observerats ge sig på vuxna gäddor och skada dem. Hägern uppfattas ha ökat mycket i skärgården de senaste 15 åren och i och med det blivit en betydande predator på yngel och liten fisk.

För skarven nämndes att havsörn kan ha en viss negativ effekt på populationen. Det var dock inte särskilt många av deltagarna som observerat havsörnar när de jagar skarv, så betydelsen av direkt predation var delvis ifrågasatt. Däremot beskrevs observationer av kleptoparasitism, det vill säga att örnen äter av uppspydd fisk som den tvingat skarv och skarvungar att kräkas upp, samt att örnen skrämmer iväg skarv.

Observationer av geografiska mönster

Den konceptuella modellen i figur 1 beskriver inte de geografiska skillnader som finns mellan olika delar av skärgården, varken på stor eller liten skala. För förvaltningsplaneringen är det viktigt att även väga in den rumsliga variationen, exempelvis mellan ytter- och innerskärgård och mellan öppna fjärdar och inneslutna, sötvattenpåverkade vikar. Här presenterar vi de observationer om sådan rumslig variation som rapporterades under workshopen.

Eftersom strömningen rör sig mycket, både inom skärgården och mellan skärgården och utsjön, är kunskap om dess vandringar viktiga för förvaltningsplanen. Deltagarnas kunskap och observationer om lekvandringar, lokala vandringar och storskaliga vandringar diskuterades ingående under workshopen. Gruppen konstaterade att det finns en del studier av strömningens vandringar i Stockholms skärgård, men att de är gamla. Det är dock klarlagt att det finns både bestånd som vandrar mellan utsjön och skärgården och lokala bestånd som inte lämnar skärgården (se t.ex. Svedäng och Rolff, 2021). Intressenterna beskrev att det finns lokala bestånd i Baggensfjärden, Saxarfjärden/Trälhavet samt runt Vaxholm. Vandringarna följer djupkanter, berghällar och sten och fisken leker ofta allra längst in fjärdarna. Vissa individer vandrar hela vägen in till Stockholms ström. På liten skala är strömmar och vind betydelsefulla för hur fisken vandrar. Vandrande höst- och vårlekande strömning skiljer sig något i val av lekplatser. Den höstlekande strömningen vandrar generellt till lekplatser längre ut i skärgården, på grynnorna. Den vårlekande strömningen förekommer överallt i skärgården, även längre in på grundare och mer skyddade platser. Vårlekare (maj-juni) samlas ofta längs plataer på cirka 10 meters djup (så djupt som det finns tång) och längs farlederna in mot Stockholm. Tidsmässigt har strömningen uppehållit sig inne i skärgården från ungefär oktober tills vårleken är över i juni.

Skillnader i miljöförhållanden mellan ytterskärgården och innerskärgården och mellan grunda och djupa platser eller öppna fjärdar och inneslutna vikar ger stora skillnader i förekomst och mängd av de arter som finns med i modellen. Workshopdeltagarna beskrev ett tydligt mönster i skärgården idag, där de ansåg att det nästan helt saknas fisk i ytterskärgården och i öppna fjärdar längre in, medan skyddade vikar och innerfjärdar beskrivs som refuger med mycket fisk. De sätter detta samman med att de skyddade miljöerna har en högre vattentemperatur och att det finns gott om näring och en hög produktion av växter och smådjur. Det gynnar produktionen av karpfisk, vilket i sin tur gynnar rovfiskar

som abborre, gädda och gös som lider av födobrist i mer öppna områden. En annan teori som fördes fram är att rovfisken bara finns kvar i de mest skyddade miljöerna därför att de skyddas från predation av vegetation och mer grumligt vatten.

Deltagarna rapporterade även många observationer av förändringar i utbredningen av arter och interaktioner mellan arter, som beskrivs i nästa avsnitt.

Observationer av förändringar över tid

Workshopdeltagarna beskrev hur en av de mest påtagliga förändringarna som de har sett i skärgården är att strömmingen har minskat kraftigt. Detta märks tydligt i de småskaliga yrkesfiskarnas fångster. I stora delar av skärgården har de senaste årens strömmingsfångster varit extremt små. Speciellt den stora strömmingen har försvunnit. En av yrkesfiskarna beskrev att situationen är lite bättre i norra delen av skärgården (vid Vaddö), längre från de områden där industritrålarna fiskar. En av deltagarna reflekterade också över de skillnader man kunde notera med hjälp av ekolodet. Han beskrev att det för 30–40 år sedan i stort sett var ett enda kompakt strömmingsstim (som kunde observeras på ekolodet) i farleden in mot Stockholm, från Danvikstull till Djurö – idag är detta område helt tomt på fisk. Det saknas systematisk miljöövervakning av skärgårdens strömmingsbestånd, men deltagarna i workshopen refererade till en ny forskningsstudie från Forsmark i södra Bottenhavet som visar att bara 8 procent av strömmingsbeståndet finns kvar jämfört med 1980-talet och menade att situationen är densamma i Stockholms skärgård (L. Bergström et al., 2023).

En allmän uppfattning i gruppen var att den minskade strömmingstillgången har minskat födotillgången för kustrovfiskar, gråsäl och skarv i de områden där strömmingen tidigare varit den totalt dominerande arten, det vill säga i yttre delarna av skärgården och i öppna fjärdar. För gråsäl tillkommer att torsken också nästan har försvunnit från dessa områden. Den minskade födotillgången ses som den viktigaste förklaringen till att gråsälerna förflyttat sig längre in i skärgården och ökat kraftigt i innerskärgården. Deltagarna tog upp en stor mängd egna observationer för att styrka att gråsälarna blivit vanligare i innerskärgården, bland annat att sälarna nu observeras i villaträdgårdar i Norrtälje och att de på vissa platser nästan är tama. Gråsälerna verkar också i större utsträckning än tidigare gå in i grunda områden som fungerar som viktiga rekryteringsmiljöer för rovfisk. Man nämner som särskilt viktigt att sälarna äter och skadar gäddor i samband med deras lek. Sälarna har observerats precis utanför viktiga lekvikar för gädda och sälskadade gäddor har blivit en vanlig syn under lekperioden.

Det finns många observationer av att sälarna har försämrad kondition och har fler sjukdomar än tidigare, vilket workshopdeltagarna också sätter i samband med strömmingsbristen.

Flera personer har även observerat att skarvarna som häckar i skärgården i högre grad än tidigare söker sig till nya områden, att de oftare ses jaga i rovfiskarnas lekvikar, i innerskärgården och i kustnära insjöar. Även det sätts i samband med att det finns mindre strömming i skärgårdens yttre delar och öppna fjärdar.

Vid sidan av minskningen av strömming beskrev yrkesfiskarna i gruppen lika uppseendeväckande minskningar av torsk, abborre, sik och skrubbskädda i deras fångster under samma period. Även andra intressenter beskrev många observationer av att rovfiskar minskat kraftigt i



Det finns anekdotisk kunskap om att det tidigare funnits pelagiska gäddor i skärgården som levt av strömming ("strömmingsgäddor"), men att de är borta sedan länge.



Foto: Georg Mittenecker/Wikimedia commons CC-BY-SA-2.5

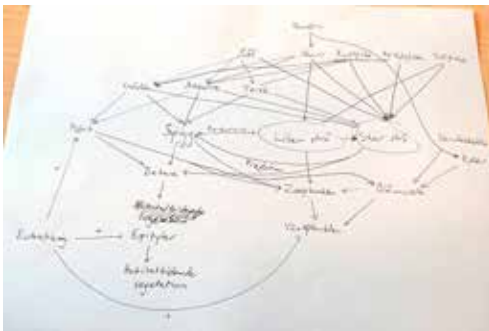
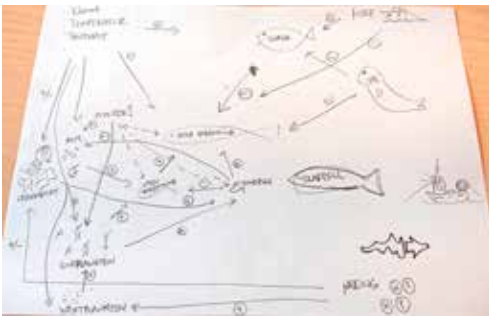
skärgården, utom i en del vikar och innerfjärdar. Minskningen av rovfisk syns exempelvis i den räkning av gäddor som stiger för att leka i en anlagd våtmark på Utö. Där har man noterat att både antalet och storleken har minskat under de senaste åren. Utanför våtmarken finns den stora, grunda, och delvis skyddade viken Utöfladen. Den var tidigare ett mycket viktigt lek- och uppväxtområde för många fiskar, den har nu slutat fungera som rekryteringsmiljö för gädda i samband med att färre gäddor går upp för att leka i våtmarken. Deltagarna beskrev också hur det tidigare fanns stor gädda även på mer öppna ställen, exempelvis i närheten av stengrund i farleder. Det finns även anekdotisk kunskap om att det tidigare funnits pelagiska gäddor i skärgården som levt av strömming ("strömmingsgäddor"), men att de är borta sedan länge.

Födobrist på grund av minskad mängd strömming fördes fram som en viktig faktor bakom nedgången i rovfiskbestånden. En av intressenterna invände dock mot födobrist som förklaring till att abborren idag framförallt finns i skyddade miljöer, eftersom det finns gott om spigg utanför vikarna och hans observationer av maginnehåll tyder på att storspigg tidigare varit ett favoritbyte för abborre. Andra faktorer som fördes fram som viktiga var ökad predation från gråsäl och/eller skarv (beskrivs tidigare i texten), ökad konkurrens och predation från storspigg som påverkar tidiga livsstadier, samt minskad utbredning av fungerande rekryteringsområden. Storspiggen har ökat tydligt, det syns både i deltagarnas observationer och har beskrivits i forskningsstudier. Som modellen visar kan det påverka födotillgången för både strömmingsyngel och vuxen strömming, samtidigt som storspiggen beskrivs som en viktig predator på rovfiskens ägg, larver och yngel. När det gäller rekryteringsområden fanns dessa tidigare vitt spridda i stora delar av skärgården, men är numera koncentrerade till de mer avsnörda delarna av innerskärgårdarna.

Både ökningen av storspigg och den ökade predationen av gråsäl och skarv kopplas i sin tur samman med att strömmingen har minskat. Deltagarna menar att den dramatiska minskningen av strömming har omformat hela födoväven i skärgården, från ett system med god tillgång på bytesfisk och rovfisk i hela skärgården till dagens situation med ytterst lite fisk i stora delar av skärgården och dominans av storspigg som försämrar rekryteringen av rovfisk. Därmed har även förutsättningarna för både yrkes- och fritidsfiske försämrats dramatiskt.

En annan rapporterad observation är att vattnet har blivit klarare i skärgården idag, något som kopplas till minskade halter av näringsämnen. Klarare vatten föreslås vara en bidragande orsak till nedgången av gös, som har observerats minska kraftigt. Här finns en möjlig motsättning mellan att å ena sidan behålla rikligt med gös och ett bra fiske på arten och å andra sidan vattenförvaltningens arbete mot övergödning. Samtidigt påpekades att det finns arter som förväntas gynnas av klarare vatten, t.ex. strömming och sik och att dessa inte ökat i takt med att vattnet blivit klarare.

Svartmunnad smörbult är en nytillkommen art som enligt deltagarnas observationer tycks sprida sig allt mer i Stockholms skärgård. Ingen har dock observerat tecken på att arten haft någon tydlig effekt på andra arter.



Exempel på individuella modeller (övning 2) från deltagare i forskarworkshopen.

Precis som intressentmodellen utgick forskarnas modell från strömmingen. Enligt modellen påverkas mängden vuxen strömming i Stockholms skärgård av tillgången på föda, predation, fiske samt rekryteringsframgången. Den dominerande födan för strömming i Östersjön är djurplankton, framförallt hoppkräftor men även pungräkor och märlkräftor är tidvis viktiga födoorganismer (Aneer 1988). Den stora strömmingen (> 16 cm) äter även småfisk (t.ex. storspigg). Torsk är en viktig predator på både vuxen strömming och tidiga livsstadier och kan påverka populationen. Gråsäl är en annan viktig predator och i grunda kustområden även rovfiskar som abborre och gädda. Forskarna lyfte dock det storskaliga fisket i utsjön som den faktor som idag har den största effekten på förekomst och abundans av strömming i Stockholms skärgård. Det baseras på landningsstatistik relaterat till annan känd mortalitet (se t.ex. Hansson et al., 2018).

Strömmingen har varit en mycket viktig bytesfisk för dess predatorer, på grund av att den varit så vanlig i skärgården. Invandringen av strömming till Stockholms skärgård under lekperioderna betraktas av forskarna som en mycket viktig införsel av biomassa till kusten, och därmed basen för en betydande del av kustens födoväv. Strömmingen har också varit fokusart för ett historiskt viktigt och kontinuerligt småskaligt kustfiske med goda fångster under vår och höst sedan tidig medeltid. Under hela 1800- och 1900-tal var strömmingsfisket omfattande och viktigt för Stockholm med omnejd fram till åtminstone 1950-tal (se Svedäng och Rolff, 2021).

För rekryteringen av strömming angav forskarna att tillgången på lämpliga lekhabitat i kusten kan vara en viktig faktor. Strömmingen leker främst på hårda bottenar eller där det finns bottenväxter som kan fungera som ett hårt substrat, på djup mellan 0 till 20 m (Aneer 1989). Deltagarna beskrev observationer av att strömming undviker att lägga rom på trådalger, så en ökad produktion av trådalger på grund av övergödning skulle potentiellt kunna vara negativt för strömmingens rekrytering. Fysisk störning från fartyg och kustexploatering kan förändra bottenstrukturer och vegetation på grunda bottenar, men det är inte klarlagt om detta påverkar habitatkvaliteten för strömming.

Tillgången på mikro- och mesozooplankton, som är huvudfödan för larver och yngel, beskrevs också som viktig för rekryteringsframgången. Rovfisk och fiskätande fåglar är de viktigaste predatorerna på strömmingsyngel, precis som på den vuxna strömmingen, och ynglen är en viktig födoresurs för många arter.

Deltagarna lyfte korrelativa studier som beskriver variationen i strömmingspopulationen i Östersjön över tid. Resultaten indikerar att mängden strömming kan påverkas av miljöfaktorer som temperatur och saltinnehåll, vilka i sin tur styrs av klimat, nederbördsmonster och inflöden av saltvatten till Östersjön. Sambanden med klimatfaktorer är komplexa, men flera studier visar att det finns ett positivt samband mellan vattentemperatur under sommaren och rekryteringen av sill i centrala Östersjön (Bartolino et al., 2023a, 2023b).

Storspigg lyftes som en annan viktig komponent i Östersjöns kustekosystem, framförallt för dess roll som predator på andra fiskars ägg och yngel och på märlkräftor (*Gammarus*) som är viktiga betare på trådalger (review i Olin et al., 2022). Storspiggens ekologiska roll har varit föremål för en rad studier under det senaste decenniet och det finns nu studier som visar att den kan utöva ett starkt predationstryck på ägg och larver av abborre och gädda (Byström et al., 2015; Nilsson et al., 2019). Studier från svenska kustområden visar att grunda vikar, som är

rekryteringshabitat för både storspigg och rovfisk som abborre och gädda, idag domineras av storspigg i stora delar av Stockholms skärgård (Eklöf et al., 2020; Bergström och Erlandsson, 2022). Det gäller framförallt i ytter- och mellanskärgården och innebär att rekryteringen av abborre och gädda är mycket försvagad i dessa vikar.

Storspiggens predation på små kräftdjur leder till en trofisk kaskad med färre algbetare och en högre produktion och biomassa av fintrådiga alger, vilket i sin tur kan ha en negativ påverkan på större bottenväxter. Det kan ge negativa följd effekter på ekosystemet eftersom bottenväxterna har en stor ekologisk betydelse, bland annat för att skapa en fungerande rekryteringsmiljö för många kustfiskarter.

Utöver dess betydelse som predator beskrevs storspiggen även som en viktig bytesfisk i skärgårdens födoväv. I de miljöer där storspiggen finns kan den utgöra en betydande del av födan för rovfiskar som abborre och gädda under sommaren (se review i Olin et al., 2022). Spiggen äts även av stor strömming och fiskätande fåglar, bland annat storskarv. Historiskt har det funnits ett omfattande fiske på storspigg (hundratals ton) för framställning av spiggolja (Svedäng & Rolff, 2021).

Minskad predation från rovfisk (abborre och gädda i kusten och troligen torsk och stor strömming i öppna Östersjön) lyftes av deltagarna som en viktig faktor bakom populationsutvecklingen för storspigg i Östersjön (se Olin et al., 2022). Även födokonkurrens med andra djurplanktonätare (t.ex. strömming och skarpsill i öppna Östersjön) bedömdes vara viktig. En deltagare lyfte också att det finns studier som tyder på att storspiggen gynnas av en måttlig övergödning, som bland annat ger en bättre födotillgång, och av ökande vattentemperaturer.

Forskarnas modell inkluderar även rovfiskarna abborre och gädda, där abborre är den art som överlägset dominerar avseende både individantal och biomassa (studier norr, söder och öster om Stockholms skärgård; Heibo och Karås, 2005; Adill och Andersson, 2006; Mustamäki et al., 2016, 2015). För dessa arter lyftes framförallt deras viktiga ekologiska funktion som stora rovfiskar, starka populationer av dessa arter håller nere mängden storspigg och annan småfisk, vilket ger en födoväv med mer algbetare och därmed ett friskare habitat med mindre fintrådiga alger (som äts upp av betarna). Enligt modellen styrs populationerna av dessa arter av tillgång på fungerande rekryteringsområden, fiske och predation från rovdjur på vuxen fisk och storspigg på ägg och juveniler.

Rovfiskens rekryteringsområden i skärgården har minskat på grund av utdikning av kustnära våtmarker, exploatering av lämpliga rekryteringsmiljöer i kusten och övergödning (Hansen et al., 2020). Dominans av storspigg i lämpliga rekryteringsområden, och därmed en stor predation på ägg och yngel av rovfisk, har också försämrat många rekryteringsområdets produktionsförmåga i delar av kusten. Försök med lokal fiskefredning, där populationerna av rovfisk ökat snabbt, visar att också fisket påverkar rovfiskpopulationerna i Stockholms skärgård (U. Bergström et al., 2023; Eklöf et al., 2023). Det finns inte mycket forskning om effekterna av sälpredation på skärgårdens rovfiskar, men beräkningar visar att gräsäl idag står för det största uttaget av gädda i Stockholms skärgård (Bergström et al., 2022). En global metaanalys visar att det finns exempel på att storskarv påverkar fiskbestånd lokalt och att abborrfiskar påverkas särskilt negativt (Ovegård et al., 2021). Den totala effekten av skarv på rovfiskpopulationerna i Östersjöns kustområden är omdiskuterad i forskarvärlden och det finns både studier som indikerar att skarv kan ge upphov till lokal påverkan på abborrppopulationer i Östersjön (t.ex. Östman et al., 2012, 2014; Veneranta et al., 2020) och

Den ökande populationen av havsörn kan spela en roll för rovfisken.



andra som indikerar att påverkan är begränsad (Lehikoinen et al., 2017; Heikinheimo et al., 2022). Även den ökande populationen av havsörn kan spela en roll för rovfisken, gädda är ett av havsörnens viktigaste byten i vissa kustområden (Ekblad et al., 2016).

Andra fiskar som forskarna lyfte som viktiga i skärgården var karpfiskar, som är viktiga bytesfiskar för rovfisk och utgör en relativt hög andel av fiskbiomassa vid kusten. Även smörbultar ansågs vara viktiga bytesfiskar. Skrubbskädda lyftes som en annan viktig art i ekosystemet, med en hög andel fiskbiomassan i kusten. Den nyintroducerade arten svartmunnad smörbult, som befinner sig i en spridnings- och etableringsfas i Stockholms skärgård, har haft stor ekosystemeffekt i andra delar av Östersjön som predator på musslor (och därmed en konkurrent för t.ex. plattfisk) och predator på andra arters rom (t.ex. Karlson et al., 2007; Kornis et al., 2012) och deltagarna menade därför att det är angeläget att följa artens spridning och effekter i Stockholms skärgård.

En rad ryggradslösa djur lyftes också som viktiga komponenter i näringsväven, framförallt djurplankton, pungräkor, märkräfter och musslor. Populationsutvecklingen för dessa arter kan ha stor påverkan på födoväven, men eftersom övervakning till stor del saknas i Stockholms skärgård vet vi inte så mycket om tillståndet för dessa arter.

De viktigaste komponenterna i ekosystemet

De komponenter som rankades som viktigast (med störst effekt) i Stockholms skärgård under forskarworkshopen var det storskaliga fisket (togs upp av samtliga forskare), klimatfaktorer (togs upp av fyra forskare) och näring/övergödning (togs upp av tre forskare). Andra komponenter som togs upp som viktiga var gråsäl, skarv, torsk, abborre, storspigg, märkräfter, djurplankton, samt fungerande rekryteringsområden. Viktiga påverkanfaktorer som togs upp var kustexploatering och föroreningar och viktiga åtgärder naturskydd och åtgärder för förbättrad vattenkvalitet.

Geografiska mönster

Något som diskuterades ingående under workshopen var kunskapsläget angående strömmingens populationsstruktur, det vill säga hur den är uppdelad i lokala bestånd. Detta kan ha stor betydelse för förvaltningen av denna art. Strömmingens vandringsmönster längs ostkusten var under mitten av förra seklet föremål för tämligen omfattande märkningsstudier (Otterlind, 1976). Det är väl känt att strömmingen leker vid många olika platser och vid olika tidpunkter vid den svenska ostkusten och att de delvis är uppdelade i vår- och höstlekande bestånd. Märkningsstudier att har visat att det går att särskilja mellan lokala bestånd med begränsade vandringar under året, och beståndskomponenter med betydligt större årsvisa vandringar som leker längs den svenska ostkusten och födovandrar ned till södra Östersjön under sommaren (Otterlind, 1976; Ojaveer, 1989). Senare studier grundade på sillens hela genom, så kallade genomiska analyser, visar tydligt på förekomst av genetiskt segregerade bestånd (Han et al., 2020). Höst- och vårlekande sill/strömming utgör två tydliga huvudgrupper och inom dessa förekommer en rad delbestånd vars utbredning och livshistoria är bristfälligt kända.

På uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten görs för närvarande ett omfattande arbete med genetisk beståndsidentifiering inriktat på strömming längs Östersjö-kusten, vilket kommer att öka kunskapen om lokala bestånd av strömming. Idag vet vi dock inte hur många genetiskt och/eller demografiskt avgränsade bestånd som finns i till exempel Stockholms skärgård och hur in- och utvandring sker under året, vilket är ett hinder för att utveckla en hållbar fiskförvaltning.



Förändringar över tid

Även under forskarworkshopen lyftes att det skett stora förändringar i fiskbestånden under de senaste decennierna. Deltagarna lyfte iakttagelserna från kustfiskare om kraftigt minskade fångster av strömming det senaste decenniet och avsaknad av stor strömming. Det saknas systematisk miljöövervakning av strömming i Stockholm skärgård och det finns inte många forskningsstudier av hur strömmingsbeståndet i skärgården förändrats över tid, men forskarna lyfte två nyligen publicerade studier som bekräftar yrkesfiskarnas observationer (Wennerström et al., 2022; Svedäng et al., 2023). I en studie från augusti 2021 upprepades akustiska studier i kombination med pelagiska trålningar efter strömming och strömmingsyngel genomförda under åren 2002–2004 strax söder om Stockholms skärgård (Svedäng et al., 2023). Studien visar att det tycks ha skett stora förändringar i fisksamhället under de senaste 20 åren. Medan strömmingsyngel dominerade i början av 2000-talet utgjorde de bara några procent av abundansen år 2022. I stället hade storspigg ökat från mycket låg abundans till att totalt dominera i undersökningarna.

Att storspiggen ökat kraftigt i öppna Östersjön under de senaste 20 åren är också väl dokumenterat från andra studier (se Olin et al., 2022). Ökningen startade i utsjön och den yttre delen av kusterna och har spridit sig inåt i skärgårdarna i vissa av Östersjöns kustområden. Som beskrivs ovan har storspiggen fått en stor ekologisk effekt i Stockholms skärgård, speciellt i grunda vikar i ytter- och mellanskärgården. En av forskarna lyfte dock att det fanns stora mängder storspigg i delar av skärgården, exempelvis i grundområdena runt Askölaboratoriet i slutet av 1960- och början av 1970-talet, för att sedan minska under 1970-talet (G. Aneer, personlig observation).

Deltagarna beskrev också att för rovfisk som abborre och gädda visar yngelprovtagning på en försvagad rekrytering, speciellt i mellan- och ytterskärgården (Eklöf et al., 2020). Storspiggens expansion beräknas ha lett till att över 60 procent av abborrens och omkring 40 procent av gäddans lekhabitat har försvunnit från kuststräckan mellan norra Skåne och södra Gävleborgs län de senaste 30–40 åren (Bergström och Erlandsson, 2022). De övervakningsstationer för kustfisk som finns i Stockholms skärgård visar ingen tydlig nedgång i rovfisk generellt (Olsson, 2019), men den data som finns indikerar en tydlig nedgång av gädda (Bergström et al., 2022; Olsson et al., 2023).

Syntesmodellen

Sammanfogningen av de två modeller som presenterats ovan till en gemensam modell resulterade i en komplicerad modell med ett stort antal ekosystemkomponenter och länkar mellan dem. För att förenkla presentationen visas de komponenter och länkar som fanns med i både intressenternas och forskarnas modell i full färg i figur 3, medan de som bara fanns med i en modell visas svagare. En full modell med alla komponenter och pilar i full färg finns i bilaga på sidan 32.

Strömmingen som en central del i födoväven, med betydelse för många andra arter, finns med i båda modellerna. Likaså den trofiska kaskaden från rovfisk via storspigg till trådalger och storspiggens roll som predator på tidiga livsstadier för abborre och gädda. Storskarv och gråsäl är viktiga toppredatorer i båda modellerna och båda modellerna har med betydelsen av fungerande rekryteringsområden för abborre och gädda.

Några arter och grupper finns med i båda modellerna, men med olika länkar till andra komponenter. Det gäller skrubbskädda och

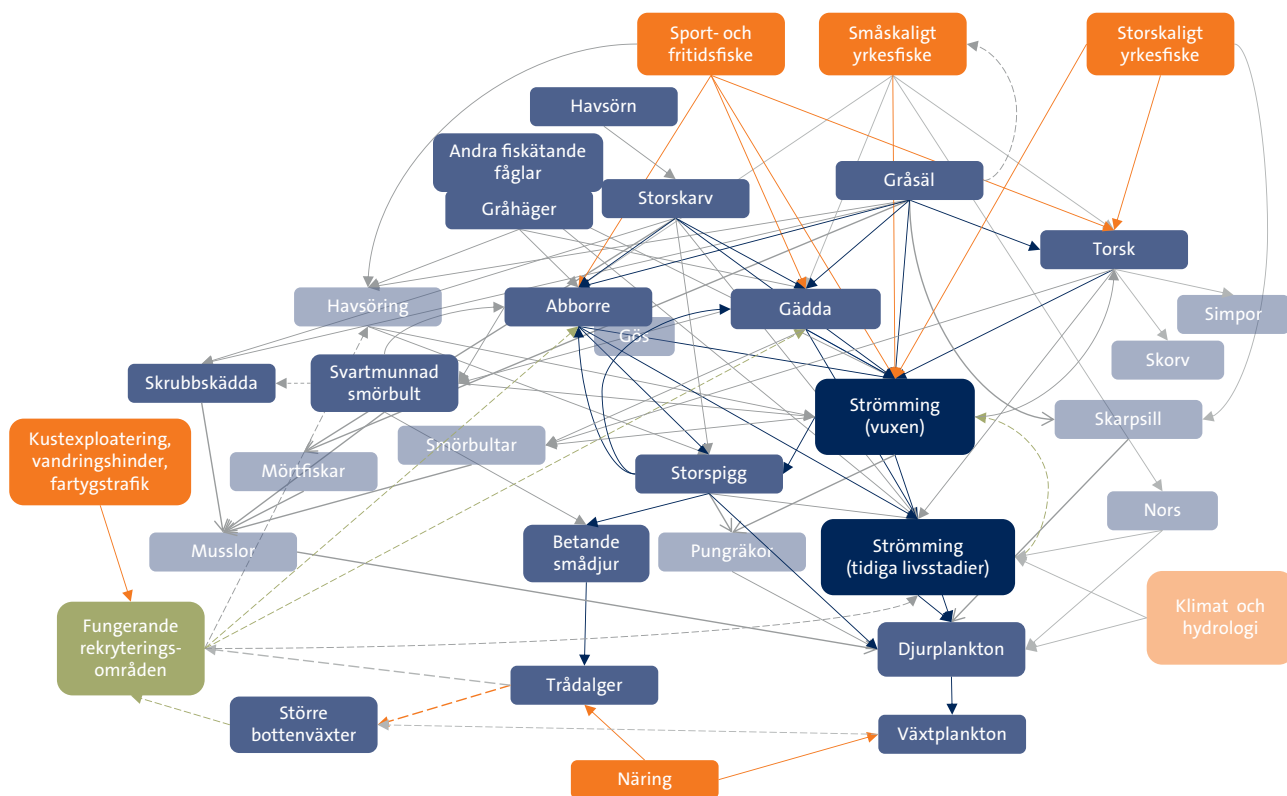


Storspiggen kan utöva ett starkt predationstryck på ägg och larver av abborre och gädda.



svartmunnad smörbult, som behandlades mycket översiktligt i intressenternas modell, och havsörn som inte kopplades till andra komponenter i forskarnas modell. När det gäller fiskätande fåglar (utöver storskarv) behandlades de som en grupp av forskarna, medan intressentgruppen specifikt lyfte fram gråhäger som en viktig predator på rovfisk (främst på yngel). Gråhägern nämndes inte alls av forskarna, som i stället lyfte att strömning och spigg är en viktig födobas för fiskätande fåglar som måsar, tärnor, skrakar och alkor. Utöver dessa gemensamma ekosystemkomponenter och länkar bidrog intressentmodellen med havsörning, gös, nors, simpor och skorv och länkar mellan dessa och andra ekosystemkomponenter. Den bidrog också med flera länkar till och från småskaligt yrkesfiske (flera arter som har betydelse för fisket plus konkurrens från gråsäl som inte togs upp av forskarna), predation av torsk på tidiga livsstadier av strömning och predation från havsörn och gråhäger på andra arter.

Forskarmodellen bidrog med skarpsill, mörtfiskar, smörbultar, musslor och pungräkor och länkar mellan dem och andra ekosystemkomponenter. Den bidrog också med trofiska interaktioner för skrubbskädda och svartmunnad smörbult, konkurrens från växtplankton på större bottenväxter och en negativ effekt av trådalger på fiskerekryteringsområden. Forskarna lade också till en effekt av fungerande rekryteringsområden på tidiga livsstadier av strömning och effekter av klimat och hydrologi på strömmingsrekrytering och djurplankton.



Figur 3. En sammanslagning av de konceptuella modellerna från intressenter respektive forskare. Trofiska interaktioner markeras med mörkblå pilar och olika typer av mänsklig påverkan med orangea pilar. Andra samband visas med streckade orangea (konkurrens) eller gröna pilar (gynnande effekter), medan effekter att klimat och hydrologi visas med heldragna orangea pilar. De komponenter och samband som finns med i både modellen från intressenter och forskare presenteras i full färg, de som bara finns med i den ena av de två modellerna presenteras i svagare färg.

Diskussion

De tre modellerna som presenteras i rapporten beskriver födoväven i Stockholms skärgård utifrån olika synvinklar och ger olika bidrag till arbetet med en ekosystembaserad förvaltningsplan för Stockholms skärgård.

Intressenternas modell utgör en samproducerad bild som visualiserar och sammanfattar deras perception av ekosystemet. Den beskriver hur arter interagerar och hur fisket och andra mänskliga aktiviteter påverkar ekosystemet. Denna bild bygger på deltagarnas egna observationer, men också på kunskap de plockat upp från forskningsstudier och andra undersökningar. De deltagande intressenterna hade en påtagligt gemensam bild både av ekosystemet (viktiga interaktioner mellan arter) och av vilka faktorer som har en störst påverkan på strömmingen och andra för dem viktiga fiskarter. Den samsyn som kom fram under workshopen avspeglar troligen att övningen gjordes med en intressentgrupp som arbetat tillsammans i 20 år och byggt upp en gemensam bild av systemet. Intressenterna kopplade en stor del av de förändringar som de observerat under det senaste decenniet till den nuvarande fiskeripolitiken med ett intensivt fiske i utsjön med långtgående effekter för kustens ekosystem. Även ökningen av gråsäl- och skarvpopulationerna i skärgården gavs stor betydelse, vilket gör att gruppen efterfrågar en förvaltning av dessa arter som tar hänsyn till deras effekter på skärgårdens ekosystem.

De observationer som samlades in under intressentworkshopen ger värdefull lokal kunskap som kan tas tillvara i arbetet med förvaltningsplanen. Det gäller inte minst observationerna av förändringar i fiskpopulationerna i olika delar av skärgården. En slutsats från båda workshoparna är att det finns stora geografiska skillnader mellan olika delar av Stockholms skärgård, till exempel mellan norra och södra delen, mellan ytter- och innerskärgård och på en mindre skala mellan grunda, sötvattenpåverkade vikar och mer öppna och djupa fjärdar. En utmaning är att det inte görs mycket vetenskaplig datainsamling på denna skala. Däremot kom det in många observationer av rumsliga mönster under intressentworkshopen. Det kan finnas ett stort värde i att systematiskt samla in och använda observationer från intressenter som underlag för ekosystembaserad fiskeriförvaltning. Ett sådant arbetssätt skapar även legitimitet för förvaltningen och olika förvaltningsbeslut.

Forskarnas modell visar det vetenskapliga kunskapsläget, kompletterat med de deltagande forskarnas förståelse och tolkningar av vetenskapliga resultat och egna observationer. Forskarnas modell visar också på kunskapsluckor och luckor i miljöövervakningen som kan behöva fyllas för en mer ekosystembaserad förvaltning. En uppenbar brist är det dåliga kunskapsläget för strömmingen i Stockholms skärgård, där det både saknas kontinuerlig övervakning av beståndsutveckling och en kartläggning av hur många lokala bestånd som finns och hur de är avgränsade. Över huvud taget saknas systematisk, kontinuerlig övervakning av pelagisk fisk i skärgården.

Syntesmodellen visar en samlad bild av både intressenternas kunskap och forskningsläget, och belyser likheter och skillnader mellan intressenternas förståelse och forskarnas bild byggd på traditionell vetenskap. När det gäller strömmingen, som båda grupperna satte centralt i modellen, var intressent- och forskarmodellerna nästan identiska. I båda modellerna tilldelades strömmingen en mycket viktig ekologisk och socioekonomisk roll i skärgården, som bytesfisk för många arter och som bas för ett historiskt viktigt fiske. Det innebär att nedgången i

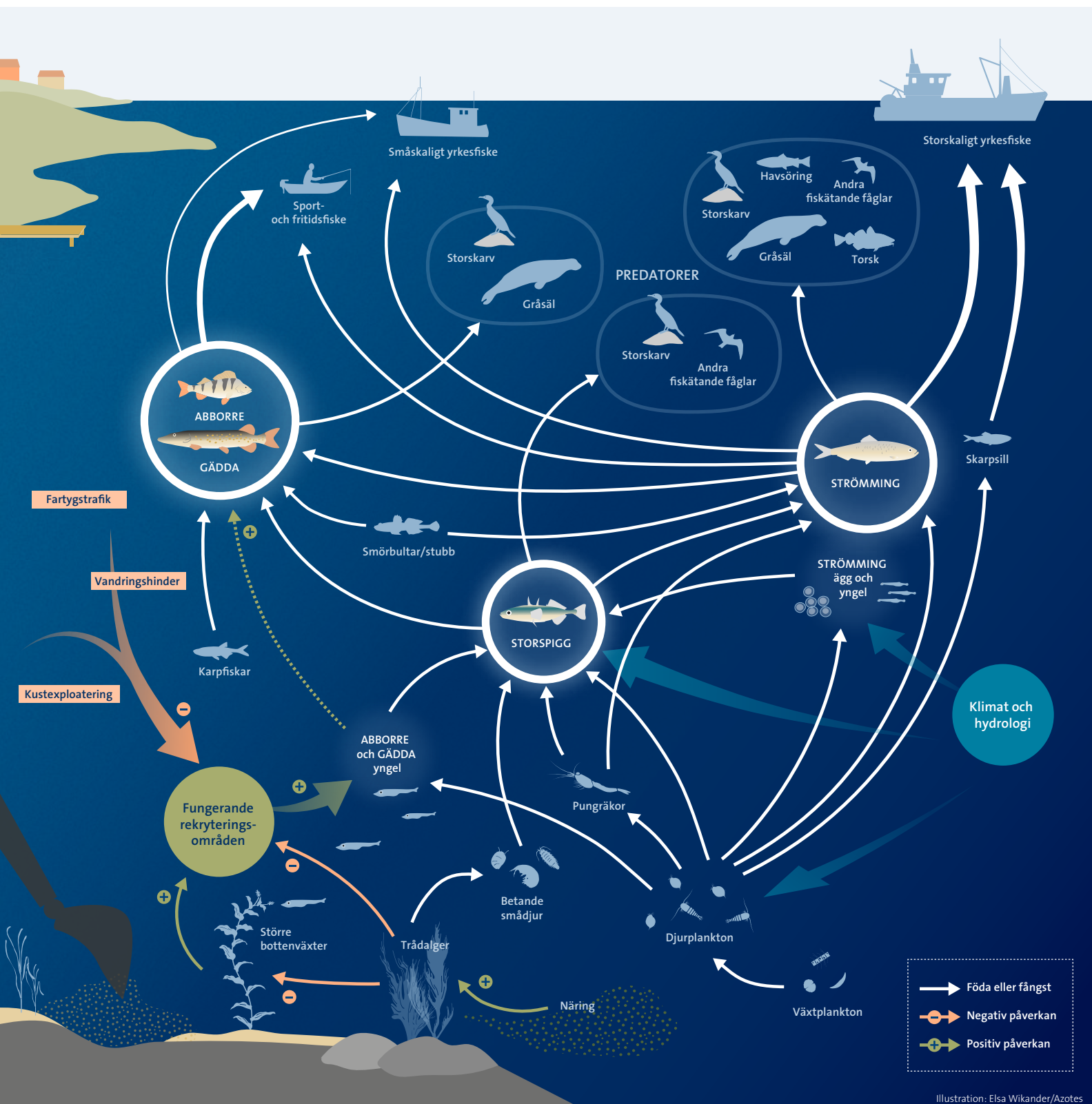


Illustration: Elsa Wikander/Azotes

En konstnärlig gestaltning av den konceptuella syntesmodellen, som samlar kunskap och observationer från både intressenter och forskare. Illustrationen fokuserar på fyra arter som bedömdes ha stor betydelse för födoväven och fisket i Stockholms skärgård: strömming, storspigg, abborre och gädda.

strömning troligen har långtgående effekter på hela ekosystemet i Stockholms skärgård och att det är en mycket viktig art för fiskeriförvaltningen. I ljuset av det är det mycket angeläget att börja övervaka strömningen i skärgården bättre och att ta mer hänsyn till strömningens utveckling i kustnära områden i både nationell och internationell förvaltning av sill/strömning.

Utöver strömningen och vad som påverkar dess population fanns flera andra likheter mellan de båda modellerna. Båda modellerna betonade den stora ekologiska betydelsen av storspigg, som predator på ägg och yngel av andra arter, inte minst abborre och gädda, och på ryggradslösa djur och deras viktiga funktion som betare. Modellerna lyfte också minskad predation från andra fiskarter som en trolig viktig orsak till den kraftiga ökningen av storspigg i öppna Östersjön och i Stockholms skärgård. Betydelsen av kustens rovfiskar underströks också i båda modellerna, främst deras reglerande roll i en trofisk kaskad via småfisk och betande smådjur till fintrådiga alger som gör att minskning av rovfisk i ett område kan förstärka övergödningssymtom som blomningar av trådalger med negativ effekt på viktiga kushabitat. Även toppredatorerna gråsäl och storskarv gavs en stor ekologisk betydelse i båda modellerna. Båda modellerna lyfte betydelsen av fungerande rekryteringsområden för flera fiskarter och hur dessa områden idag påverkas av både kustexploatering, båt- och fartygstafrik och näringsutsläpp som leder till övergödning.

De stora likheterna mellan intressenternas och forskarnas modeller indikerar att intressenterna i Stockholms skärgård har en god kunskap om skärgårdens ekosystem och vad som påverkar det. Något som framkom under workshoparna var att det förekommer ett betydande kunskapsutbyte mellan fiskeintressenter och forskare när det gäller ekosystemet i Stockholms skärgård, där intressenterna tar del av forskningsresultat och forskarna tar intryck av observationer från fiskare. Det fanns dock även skillnader mellan grupperna som kan vara värt att notera. Intressenterna lyfte fram top-down-effekter, det vill säga påverkan på ett ekosystem som utgår från en hög trofnivå och sprider sig nedåt genom näringsväven, som särskilt betydelsefulla för att förstå förändringarna i Stockholms skärgård (storskaligt yrkesfiske efter strömning, predation av gråsäl och storskarv på rovfisk, av stor strömning på storspigg och av storspigg på ägg och yngel av andra fiskarter). Forskarna lyfte istället en kombination av top-down-reglering och andra processer. Precis som intressenterna menade de att det storskaliga yrkesfisket i utsjön har allra störst påverkan på födoväven i Stockholms skärgård, och liksom intressenterna tog de upp gråsäl, storskarv, rovfisk och storspigg som komponenter med stor påverkan. Men vid sidan av detta menade de att forskningen även visar betydelsen av klimatpåverkan och övergödning, populationer av bytsdjur (till exempel djurplankton) och tillgång på rekryteringshabitat som viktiga faktorer.

En annan betydelsefull skillnad mellan de två grupperna var att forskarna betonade betydelsen av väsentligt fler olika interaktioner mellan arter och livsstadier än vad fiskeintressenterna gjorde. Följaktligen var forskarnas modell mer komplicerad, även om grundstrukturen var relativt likartad. Fiskeintressenternas modell föreföll istället att vara mer avskalad och fokuserad på de interaktioner som bedömdes vara av störst betydelse.

I övrigt förklaras en stor del av skillnaden mellan modellerna av att vissa arter bara inkluderades i den ena modellen. Det kan kopplas till metoden, som utgick från en fokusart snarare än att eftersträva en fullständig

kartläggning av hela födoväven. För att modellens storlek och komplexitet skulle bli hanterbar ombads deltagarna i det första momentet under workshopen att välja vilka arter de prioriterade att ta med i modellen. Från deltagarnas motivering av sina val framkom det att intressentgruppen i större utsträckning prioriterade fiskarter med stor betydelse för sportfiske, turism och fiskevård. Att havsöring togs med i intressenterna modell motiverades exempelvis med att den är viktig för sportfiske och turism, snarare än att den har en viktig roll i skärgårdens ekosystem. Havsöringen är också en viktig art för fiskevård i vattendrag som mynnar i kusten, eftersom vattendrag som öringar kan gå upp i också fungerar som vandringsvägar och reproduktionsmiljöer för många andra arter. Elfisken i kustmynnande vattendrag har sedan länge ingått i den regionala miljöövervakningen där mängden öring är en viktig miljöindikator. Forskarna motiverade istället oftare valet av arter med att de är viktiga komponenter i födoväven.

Syntesmodellen ger en mer fullständig bild av födoväven i Stockholms skärgård än intressent- och forskarmodellerna var för sig, men den är också mer svåröverskådlig och svårare att kommunicera. I det fortsatta arbetet med förvaltningsplanen behöver man göra en avvägning mellan att ha en mycket detaljerad modell som kan förklara komplexa skeenden men i gengäld bli svåröverskådlig och att ha en mer förenklad modell som är lättare att förstå, men samtidigt inte fångar upp alla viktiga interaktioner som kan finnas. Ett sätt att hitta denna balans kan vara att utgå från de delar av syntesmodellen som finns med i båda grundmodellerna (se figur 3) och vid behov lägga till arter och samband som arbetsgruppen tycker är viktiga att få med.



Inspel till förvaltningsarbetet

Framtagandet av en konceptuell modell utgör ett mycket viktigt bidrag till arbetet med att ta fram en förvaltningsplan för fisket i Stockholms skärgård. Tanken är att planen ska utgå från ett antal principer för ekosystembaserad förvaltning. Ett exempel är att modellen ska ta hänsyn till fiskeintressenters kunskap, ett annat att den ska ta hänsyn till ekosysteminteraktioner. Modellen hjälper också till med att identifiera de viktigaste utmaningarna för fisket i Stockholms skärgård.

I det initiala arbetet med upprättandet av en ekosystembaserad regional förvaltningsplan för fisk och fiske i Stockholms skärgård pågick diskussioner avseende gränsdragningar och vad som påverkar fiskbestånden i Stockholms skärgård. Dessa berörde även frågan om vilket mandat de regionala aktörerna har att påverka olika problem med ekosystemet och fiskbestånden. En slutsats var att miljöförhållandena i både skärgårdens avrinningsområden och de utsjöområden som gränsar till skärgården kan ha en stor betydelse för skärgårdsekosystemets funktion. I vattendrag som mynnar från fastlandet och större öar finns exempelvis viktiga lekplatser för många fiskarter och de har varit föremål för fiskevård under lång tid. De fiskarter som kommer in i skärgården från utsjön har också betydelse för kustekosystemets funktion.

Arbetet med den konceptuella modellen har avsevärt stärkt detta resonemang och pekat ut strömming som en central art för ekosystemet i Stockholms skärgård. Ett problem är att de aktörer som deltar i arbetet med förvaltningsplanen har begränsat mandat att påverka förvaltningen av strömming i Östersjön i dagsläget. En slutsats kan därför vara att förvaltningsplanen, förutom att identifiera de viktigaste problemen, också tydligt måste beskriva vilka möjligheter det finns för regionala aktörer att påverka förvaltningen på olika områden. Sannolikt innebär detta också att planen kan vara mer åtgärdsinriktad på vissa områden jämfört med andra. Exempelvis finns större möjligheter att påverka fiskevårdsåtgärder i vattendrag och kustnära våtmarker för att gynna rovfisk som abborre och gädda, men även åtgärder för att minska den negativa påverkan från fiskätande vilt.

En del av fiskevårdsplanen kommer även att ta upp behovet av kunskapsuppbyggnad. Även i denna del kan den konceptuella modellen bidra till att peka ut områden som bör prioriteras vid ytterligare kunskapsinhämtning. Det är uppenbart att det saknas långsiktiga tidserier avseende pelagiska fisksamhällen i skärgården, där senare års undersökningar visat dramatiska förändringar (Svedäng et al., 2023).

Den avslutande delen av arbetet med planerna har inriktats på att utveckla åtgärder för att förbättra fisket och stärka ekosystemen i skärgården. Även på detta område bedömer vi att modellerna kan vara användbara. En tanke vi haft är att i ett senare skede genomföra en liknande övning där man, istället för att beskriva ekosystemet idag, beskriver det ekosystem man skulle vilja ha i framtiden. Och då även beskriver hur föreslagna åtgärder kan påverka interaktionerna i ekosystemet och därmed driva ekosystemet mot ett annat läge.

De konceptuella modellerna kan också användas som underlag för Havs- och vattenmyndighetens pågående regeringsuppdrag att testa och utvärdera en utflyttning av trålgränsen. Modellerna och den kunskap som samlats in under arbetet ger en översikt över möjliga indirekta effekter av ett storskaligt trålfiske nära kusten, exempelvis att minskade strömmingsbestånd leder till födobrist för andra arter och skapar nya

födovävmönster. De kan därför användas i planeringen av vad som ska följas upp under försöket att flytta ut trålgränsen i några kustområden. En utvärdering som inte bara följer de arter som påverkas direkt av trålfisket, utan även arter som kan påverkas indirekt, kan potentiellt ge ett viktigt bidrag till förståelsen av kustens födovävar och ett bättre kunskapsunderlag för framtida fiskeriförvaltning.



Tack!

Vi vill rikta ett stort tack till alla workshopdeltagare för att ni bidragit med kunskap, observationer och en konstruktiv diskussion, både under workshoparna och i samband med textgranskning efteråt. Tack också till Anders Jansson som bidrog med skriftlig input. Marie Löf gjorde ett ovärderligt grundarbete med planeringen av workshoparna och Lisa Bergqvist hjälpte till med organisering och film- och fotodokumentation. Arbetet har finansierats av Havs- och vattenmyndigheten genom ett uppdrag till Stockholms universitet och Sveriges lantbruksuniversitet inom ramen för projektet "Pilot Stockholms skärgård – Regional ekosystem-baserad havsförvaltning".

Referenser

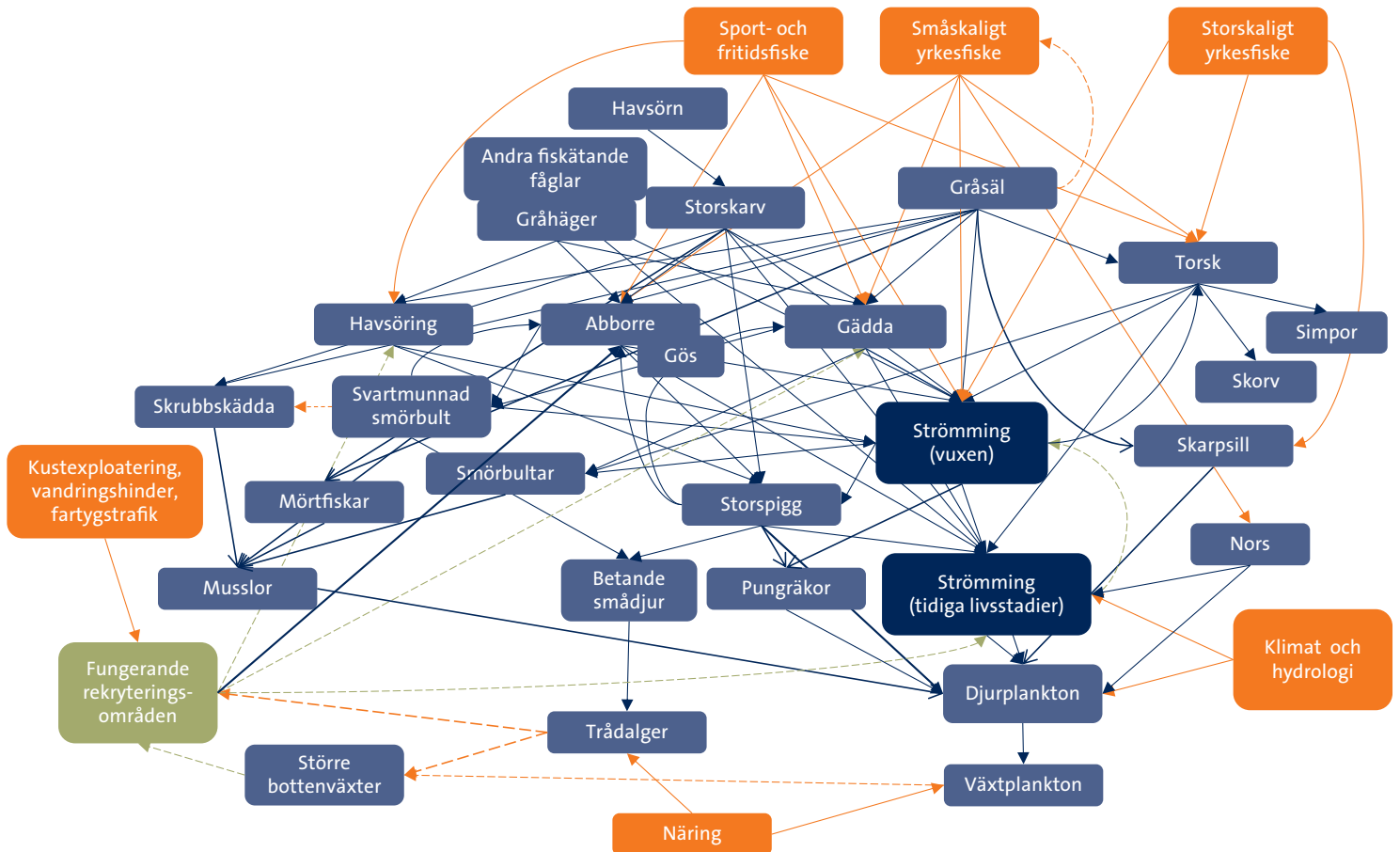
- Adill, A., Andersson, J., 2006. Oskarshamn site investigation – Estimation of fish community biomass in Borholmsfjärden, NW Baltic Proper (No. SKB P-06-10). Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Aminpour, P., Gray, S.A., Jetter, A.J., Introne, J.E., Singer, A., Arlinghaus, R., 2020. Wisdom of stakeholder crowds in complex social–ecological systems. *Nat. Sustain.* 3, 191–199. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0467-z>
- Aneer, G. 1988. Estimates of feeding pressure on pelagic and benthic organisms by Baltic herring (*Clupea harengus* v. *membras* L.). *Ophelia Suppl.* 1: 265–275.
- Aneer G., 1989. Herring (*Clupea harengus* L.) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. *Fish. Res.* 8: 169–195.
- Bartolino, V., Bergström, L., Erlandsson, M., Koehler, B., 2023a. Potential future climate change effects on Swedish fish and fisheries. *Aqua reports 2023:9*. Department of Aquatic Resources, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Bartolino, V., Koehler, B., Bergström, L., 2023b. Climate effects on fish in Sweden – Species-Climate Information Sheets for 32 key taxa in marine and coastal waters. *Aqua notes 2023:17*. Department of Aquatic Resources, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Bergström, L., Svahn, E., Adill, A., 2023. Provfiske efter strömming i södra Bottenhavet – översikt av äldre studier och återbesök 2022. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://doi.org/10.54612/a.6rd1p380jp>
- Bergström, U., Berkström, C., Sköld, M., Börjesson, P., Eggertsen, M., Fetterplace, L., Florin, A.-B., Fredriksson, R., Fredriksson, S., Kraufvelin, P., Lundström, K., Nilsson, J., Ovegård, M., Perry, D., Sundelöf, A., Wikström, A., Wennhage, H., 2023. Long-term effects of no-take zones in Swedish waters. Department of Aquatic Resources, Swedish University of Agricultural Sciences. <https://doi.org/10.54612/a.10da2mgf51>
- Bergström, U., Erlandsson, M., 2022. Spiggens påverkan på rekryteringsområden för abborre och gädda i Östersjön. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://doi.org/10.54612/a.4bb5blrfa9>
- Bergström, U., Larsson, S., Erlandsson, M., Ovegård, M., Ragnarsson Stabo, H., Östman, Ö., Sundblad, G., 2022. Long-term decline in northern pike (*Esox lucius* L.) populations in the Baltic Sea revealed by recreational angling data. *Fish. Res.* 251, 106307. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106307>
- Byström, P., Bergström, U., Hjalten, A., Ståhl, S., Jonsson, D., Olsson, J., 2015. Declining coastal piscivore populations in the Baltic Sea: Where and when do sticklebacks matter? *Ambio* 44, 462–471. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0665-5>
- Ekblad, C.M.S., Sulkava, S., Stjernberg, T.G., Laaksonen, T.K., 2016. Landscape-Scale Gradients and Temporal Changes in the Prey Species of the White-Tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*). *Ann. Zool. Fenn.* 53, 228–240. <https://doi.org/10.5735/086.053.0401>
- Eklöf, J.S., Hansen, J.P., Eriksson, B.K., Östman, Ö., Austin, Å.N., Yanos, C., Fredriksson, R., Bergström, U., Andersson, H.C., 2023. Effects of seasonal spawning closures on pike (*Esox lucius* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) catches and coastal food webs in the western Baltic Sea. *Fish. Res.* 263, 106674. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106674>
- Eklöf, J.S., Sundblad, G., Erlandsson, M., Donadi, S., Hansen, J.P., Eriksson, B.K., Bergström, U., 2020. A spatial regime shift from predator to prey dominance in a large coastal ecosystem. *Commun. Biol.* 3, 459. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01180-0>
- Han, F., Jamsandekar, M., Pettersson, M.E., Su, L., Fuentes-Pardo, A.P., Davis, B.W., Bekkevold, D., Berg, F., Casini, M., Dahle, G., Farrell, E.D., Folkvord, A., Andersson, L., 2020. Ecological adaptation in Atlantic herring is associated with large shifts in allele frequencies at hundreds of loci. *eLife* 9, e61076. <https://doi.org/10.7554/eLife.61076>
- Hansen, J., Anderson, H.C., Bergström, U., Borger, T., Brelín, D., Byström, P., Eklöf, J., Kraufvelin, P., Kumblad, L., Junggren, L., Nordahl, O., Tibblin, P., 2020. Våtmarker som fiskevårdsåtgärd vid kusten. Utvärdering av restaurerade våtmarkers effekt på fisk reproduktion och ekosystemet längs Östersjökusten, Stockholms universitets Östersjöcentrum, Rapport 1/2020.
- Hansson, S., Bergström, U., Bonsdorff, E., Härkönen, T., Jepsen, N., Kautsky, L., Lundström, K., Lunneryd, S.-G., Ovegård, M., Salmi, J., Sendek, D., Vete-maa, M., 2018. Competition for the fish – fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. *ICES J. Mar. Sci.* 75, 999–1008. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx207>
- Harvey, C.J., Reum, J.C.P., Poe, M.R., Williams, G.D., Kim, S.J., 2016. Using Conceptual Models and Qualitative Network Models to Advance Integrative Assessments of Marine Ecosystems. *Coast. Manag.* 44, 486–503. <https://doi.org/10.1080/08920753.2016.1208881>
- Heibo, E., Karås, P., 2005. Forsmark site investigation. The coastal fish community in the Forsmar area SW Bothnian Sea. (No. SKB P05148). Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Heikinheimo, O., Marjomäki, T.J., Olin, M., Rusanen, P., 2022. Cormorant predation mortality of perch (*Perca fluviatilis*) in coastal and archipelago areas, northern Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 79, 337–349. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab258>
- Karlson, A.M.L., Almqvist, G., Skóra, K.E., Appelberg, M., 2007. Indications of competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 64, 479–486. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl049>
- Kornis, M.S., Mercado-Silva, N., Vander Zanden, M.J., 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *J. Fish Biol.* 80, 235–285. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03157.x>
- Lehikoinen, A., Heikinheimo, O., Lehtonen, H., Rusanen, P., 2017. The role of cormorants, fishing effort and temperature on the catches per unit effort of fisheries in Finnish coastal areas. *Fish. Res.* 190, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.02.008>
- Levin, P.S., Fogarty, M.J., Murawski, S.A., Fluharty, D., 2009. Integrated Ecosystem Assessments: Developing the Scientific Basis for Ecosystem-Based Management of the Ocean. *PLOS Biol.* 7, e1000014. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000014>
- Mustamäki, N., Jokinen, H., Scheinin, M., Bonsdorff, E., Mattila, J., 2016. Seasonal shifts in the vertical distribution of fish in a shallow coastal area. *ICES J. Mar. Sci.* 73, 2278–2287. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw038>
- Mustamäki, N., Jokinen, H., Scheinin, M., Bonsdorff, E., Mattila, J., 2015. Seasonal small-scale variation in distribution among depth zones in a coastal Baltic Sea fish assemblage. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 2374–2384. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv068>
- Naturvårdsverket, 2007. Ekosystemansatsen: en väg mot bevarande och hållbart nyttjande av naturresurser, Rapport 5782. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nilsson, J., Flink, H., Tibblin, P., 2019. Predator–prey role reversal may impair the recovery of declining pike populations. *J. Anim. Ecol.* 88, 927–939. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12981>

- Ojaveer, E., 1989. Population structure of pelagic fishes in the Baltic. *Rapp Pv Réun Cons Int Explor Mer* 190, 17–21.
- Olin, A.B., Olsson, J., Eklöf, J.S., Eriksson, B.K., Kaljuste, O., Briekmane, L., Bergström, U., 2022. Increases of opportunistic species in response to ecosystem change: the case of the Baltic Sea three-spined stickleback. *ICES J. Mar. Sci.* 79, 1419–1434. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac073>
- Olsson, J., 2019. Past and Current Trends of Coastal Predatory Fish in the Baltic Sea with a Focus on Perch, Pike, and Pikeperch. *Fishes* 4. <https://doi.org/10.3390/fishes4010007>
- Olsson, J., Andersson, M.L., Bergström, U., Arlinghaus, R., Audzijonyte, A., Berg, S., Briekmane, L., Dainys, J., Ravn, H.D., Droll, J., Dziemian, Ł., Fey, D.P., van Gemert, R., Greszkiewicz, M., Grochowski, A., Jakubavičiūtė, E., Lozys, L., Lejk, A.M., Mustamäki, N., Naddafi, R., Olin, M., Saks, L., Skov, C., Smoliński, S., Svirgsden, R., Tiainen, J., Östman, Ö., 2023. A pan-Baltic assessment of temporal trends in coastal pike populations. *Fish. Res.* 260, 106594. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106594>
- Otterlind, G., 1976. Fish Stocks and Fish Migration in the Baltic Sea Environment. *Ambio Spec. Rep.* 89–101.
- Ovegård, M.K., Jepsen, N., Bergenius Nord, M., Petersson, E., 2021. Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. *Fish. Res.* 22, 605–622. <https://doi.org/10.1111/faf.12540>
- Rosellon-Druker, J., Szymkowiak, M., Cunningham, C.J., Kasperski, S., Kruse, G.H., Moss, J.H., Yasumiishi, E.M., 2019. Development of social-ecological conceptual models as the basis for an integrated ecosystem assessment framework in Southeast Alaska. *Ecol. Soc.* 24.
- Svedäng, H., Almqvist, G., Axenrot, T., 2023. A Baltic pelagic fish community revisited: Indications of profound changes in species composition in the Stockholm Archipelago. *Fish. Res.* 266, 106780. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106780>
- Svedäng, H., Rolff, C., 2021. Fisket i Stockholms skärgård under historisk tid, Havsmiljöinstitutets rapport nr 2021:3.
- Veneranta, L., Heikinheimo, O., Marjomäki, T.J., 2020. Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on a coastal perch (*Perca fluviatilis*) population: estimated effects based on PIT tag mark-recapture experiment. *ICES J. Mar. Sci.* 77, 2611–2622. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa124>
- Wennerström, L., Kaljuste, O., Bergström, U., 2022. Trender i biomassa för strömming i SD 25-30. PM från Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/radgivning/faq-sillstromming/2-trender-biomassa-stromming-pm--2022.02.21.pdf>.
- Östman, Ö., Bergenius, M., Boström, M.K., Lunneryd, S.-G., 2012. Do cormorant colonies affect local fish communities in the Baltic Sea? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69, 1047–1055. <https://doi.org/10.1139/f2012-042>
- Östman, Ö., Boström, M.K., Bergström, U., Andersson, J., Lunneryd, S.-G., 2014. Estimating Competition between Wildlife and Humans—A Case of Cormorants and Coastal Fisheries in the Baltic Sea. *PLOS ONE* 8, e83763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083763>

Bilaga

Syntesmodellen

Sammanfogningen av de två modellerna till en gemensam modell resulterade i en komplicerad modell med ett stort antal ekosystemkomponenter och länkar mellan dem. Nedan ses en full modell med alla komponenter och pilar i full färg. På sidan 22 finns en förenklad presentation.



En sammanslagning av de konceptuella modellerna från intressenter respektive forskare. Trofiska interaktioner markeras med mörkblåa pilar och olika typer av mänsklig påverkan med orangea pilar. Andra samband visas med streckade orangea (konkurrens) eller gröna pilar (gynnande effekter), medan effekter av klimat och hydrologi visas med heldragna orangea pilar.

RAPPORTER FRÅN ÖSTERSJÖCENTRUM

RAPPORT 1/2017

Människan, näringen och havet

RAPPORT 1/2018

Historien om Östersjötorsken

REPORT 2/2018 (på engelska)

Limitations of using blue mussel farms as a nutrient reduction measure in the Baltic Sea

RAPPORT 1/2019

Miljögifter i Östersjön – en exposé

RAPPORT 1/2020

Våtmarker som fiskevårdsåtgärd vid kusten

RAPPORT 2/2020

Framtidens Östersjön – påverkan av övergödning och klimatförändringar

RAPPORT 1/2022

Förslag på pilotområde för ekosystembaserad havsförvaltning i Stockholms skärgård

RAPPORT 1/2023

Hur mår de stora djuren i Östersjön?

Konceptuella modeller av ekosystemet i Stockholms skärgård

Rapporten presenterar konceptuella modeller av ekosystemet i Stockholms skärgård, med fokus på fisk, som tagits fram i samarbete med fiskets intressenter och forskare. Modellerna visar vår nuvarande förståelse för födoväven i skärgården, baserad på forskningsresultat och insamlade observationer från forskare och intressenter. De är framtagna som kunskapsunderlag till en ekosystembaserad regional förvaltningsplan för fisk och fiske i Stockholms skärgård och kommer att användas för att identifiera viktiga fiskeförvaltnings- och fiskevårdsåtgärder och vilken kunskapsinhämtning som behöver prioriteras för att utvärdera och framtida uppdateringar av planen. Rapporten beskriver metoden för att ta fram modellerna, de resultat och observationer som ligger till grund för modellerna och hur de kommer att användas för en ekosystembaserad fiskeförvaltning i Stockholms skärgård.

Stockholms universitets Östersjöcentrum

Vid Stockholms universitet har framgångsrik forskning och utbildning om havet bedrivits i över fem decennier. Här utförs världsledande Östersjöforskning, men även forskning i andra svenska havsområden, i tropiska hav och i polarområdena. Forskningen bidrar i sin tur till universitetets breda utbud av marina kurser och utbildningar. Östersjöcentrum har i uppdrag att stärka och synliggöra den marina verksamheten vid universitetet.

Vi är en länk mellan vetenskapen och samhället. En unik kombination av forskare, kommunikatörer och omvärldsanalytiker som arbetar med att öka kunskapen om havet och förbättra samhällets åtgärder mot olika miljöutmaningar. Vi ger vetenskapligt stöd i Östersjörelaterade beslut och gör forskningsresultat användbara för samhället. Fokus ligger på Östersjöns miljöutmaningar; minska övergödningen, nå ett hållbart fiske, minska miljögiftsbelastningen och bevara den biologiska mångfalden.