

10.7 Marina miljöer, fiske och vattenbruk

Haven utgör en viktig del av planetens ekosystem med påverkan på bland annat väder- och klimatsystem, atmosfärens gasbalans, människors matförsörjning och transportvägar. Växtplankton i haven producerar cirka 50 procent av syret på jorden. I och med att koldioxid löses i havsvatten är haven också en buffert för utsläppen av fossilt kol. Utan haven hade koldioxidmängden i atmosfären varit mycket högre än den är. Att koldioxid löses i haven innebär att haven försuras, ett hot mot de marina ekosystemen. Haven är också viktiga som lager för energi i form av värme. Det globala systemet av havsströmmar har stor inverkan på globalt och regionalt klimat. Ändrad havsnivå på grund av ändrat klimat påverkar, på avgörande sätt, samhällen och ekonomier vid kuster.

Havet tillhandahåller tjänster för mänskligheten såsom mat- och vattenförsörjning, förnybar energi och nyttor för hälsa och välbefinnande, kulturella värden, turism, handel och transport. I framtiden förväntas havet utnyttjas mycket mer än vad som sker idag. Tillståndet för havet samspelar med varje aspekt av hållbarhet som återspeglas i FN:s globala mål för hållbar utveckling, som förtydligar att om vi förlorar havets resurser så kommer mänskliga samhällen över hela planeten att förlora sina möjligheter att försörja sig¹.

Som en del av den kumulativa belastningen bidrar klimatförändringarna till att marina ekosystemen blir svagare, vilket minskar motståndskraften för att hantera redan existerande belastningar från till exempel övergödning, farliga ämnen, plast, trållning, muddring och dumpning. Klimatförändringar är således ett hot mot den marina miljön som vi känner den idag och som redan är försvagad. I SLU Artdatabankens rödlista för 2020 finns totalt 470 arter som är starkt knutna till havsmiljön².

Klimatförändringar påverkar, på många olika sätt, havet och människans möjlighet att använda havet och dess ekosystemtjänster. Samspelet mellan havet och de växter och djur som lever där regleras av aspekter såsom tillgången till föda och lekområden, friska livsmiljöer och fungerande ekosystem. Ett förändrat klimat innebär betydande förändringar i havens ekosystem då havsnivå, isläggningsmönster, vattentemperatur, salthalt, skikt-

ning, strömmar, syresättning, pH samt vind- och vågmönster påverkas. Det bör betonas att de här förändringarna sker i system som i flera fall redan är under stor press från andra faktorer, inklusive fysisk påverkan, och därmed redan har en nedsatt motståndskraft och en förhöjd sårbarhet för ytterligare, till exempel klimatrelaterad, förändring.

Livsmiljöer i både Västerhavet och Östersjön förändras då vattentemperatur, salthalt och vattenströmmar förändras, och därmed även vattenmassornas skiktningar såväl som näringsförhållanden och förmågan att lagra kol. Dessutom påverkas karbonatsystemet, till exempel pH. Förändringar i fysisk och kemisk miljö innebär att utbredningen av arter och populationer kommer att omdanas i betydande utsträckning, och i de flesta fall negativt påverka den biologiska mångfalden vad det gäller existerande arter.

Sverige har en lång kust med skilda förhållanden vad det gäller flöden från land, salthaltsspann och hydrologiska förhållanden och skillnader i näringskedjor. Effekterna av ändrat klimat blir därmed olika i olika havsbassänger. Detta beskrivs bland annat i ett faktablad från forskningsnätverket *Baltic Earth* och *The Baltic Marine Environment Protection Commission* (HELCOM)³.

Storskaligt fiske är en av de viktigaste faktorerna som behöver tas med i arbetet med att skapa resilianta havsekosystem. Brist på predatorer kan få kaskadeffekter genom hela näringskedjan, vilket gör ekosystemen mycket sårbara. En ekosystemansats i fiskförvaltningen, eller så kallad ekosystembaserad fiskförvaltning, syftar till att beakta och hantera olika påverkan på fisken på ett samlat sätt, bland annat genom att säkerställa ett hållbart nyttjande av fiskbestånd, både i yrkes- och fritidsfisket, samtidigt som hänsyn tas till effekter av fiske på andra ekologiska och sociala hållbarhetsmål⁴.

Projektet *Bonus Bluewebs* drar slutsatserna att förändring av miljöförhållanden i Östersjön är oundvikliga⁵. Även om näringsämnen hålls på de nivåer som anges i handlingsplanen för Östersjön (*Baltic Sea Action Plan*, BSAP) och fisket hålls på hållbara referensnivåer för de tre stora kommersiella bestånden (torsk, sill och skarpsill) kommer

1 <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/agenda-2030-mal-14-hav-och-marina-resurser/>.

2 SLU Artdatabanken, 2020. Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige. SLU, Artdatabanken rapporterar nr 24/2020.

3 HELCOM/Baltic Earth, 2021. Climate change in the Baltic Sea. Fact Sheet. Baltic Sea Environment Proceedings nr 180/2021.

4 Havsmiljöinstitutet, 2020. Samhällsekonomisk analys till stöd för en ekosystembaserad fiskförvaltning. Rapport nr 3/2020.

5 BONUS BLUEWEBS, 2020. Bonus Bluewebs project, 1.4.2017 to 31.3.2020 The final publishable summary report 28.5.2020.

klimatförändringarna fortfarande att skapa nya och aldrig tidigare observerade miljöförhållanden i Östersjön.

Klimatanpassning krävs för att säkerställa ett livskraftigt ekosystem med stor mångfald. Åtgärder krävs för att minska den kumulativa belastningen, skydda områden och populationer så att de kan motstå invasiva arter samt har chansen att anpassa sig genetiskt, samt för att restaurera degraderade habitat. En klimattillflykt (även kallad klimatrefugie) är en plats som är mindre påverkad av klimatförändringar än omkringliggande områden och därmed möjliggör dess överlevnad när deras övriga hemhabitat förändrats av klimatet. Arter inom klimattillflykter kan bidra till att öka diversitet och genetisk variation inom mer påverkade områden och bidrar därmed till att bevara arter och den biologiska mångfalden och höjer därmed även omgivande områdens motståndskraft.

En metastudie från *International Council for the Exploration of the Sea (ICES)* från 2018, med sammanställda resultat av effekter av skyddade områden globalt, visade att i helt skyddade områden är biomassan av fisk 670 procent högre än i utanförliggande områden, och över 300 procent högre jämfört med områden som var delvis skyddade. Studien visade även att fiskpopulationerna utanför de skyddade områdena ökade – så kallade spill-over effects. Forskning visar även att skyddade områden signifikant kan bidra till större bestånd av kustfisk och samtidigt bidra till minskade effekter av övergödning⁶.

FAKTARUTA: REGIONALA KONSEKVENSER AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Bottenviken: Här är ökningen av lufttemperaturen mest uttalad, speciellt under vintern. Havets yttemperatur stiger, isens tjocklek och isperioden minskar. Ökade flöden av sötvatten från land tar med sig mer löst organiskt kol till havet, vilket påverkar livsmiljöer i havet. Landet höjer sig fortfarande mer än vad havet stiger, det vill säga att den genomsnittliga havsnivån sjunker.

Bottenhavet: Ytvattentemperaturen stiger som mest i Bottenhavet och Bottenviken. Stor minskning av istäckning som kan leda till ökad sjöfart. Högre vågor. Ökad tillgänglighet till föda för flyttfåglar som förväntas flytta norrut. Populationer av ringsäl i skärgården förväntas minska.

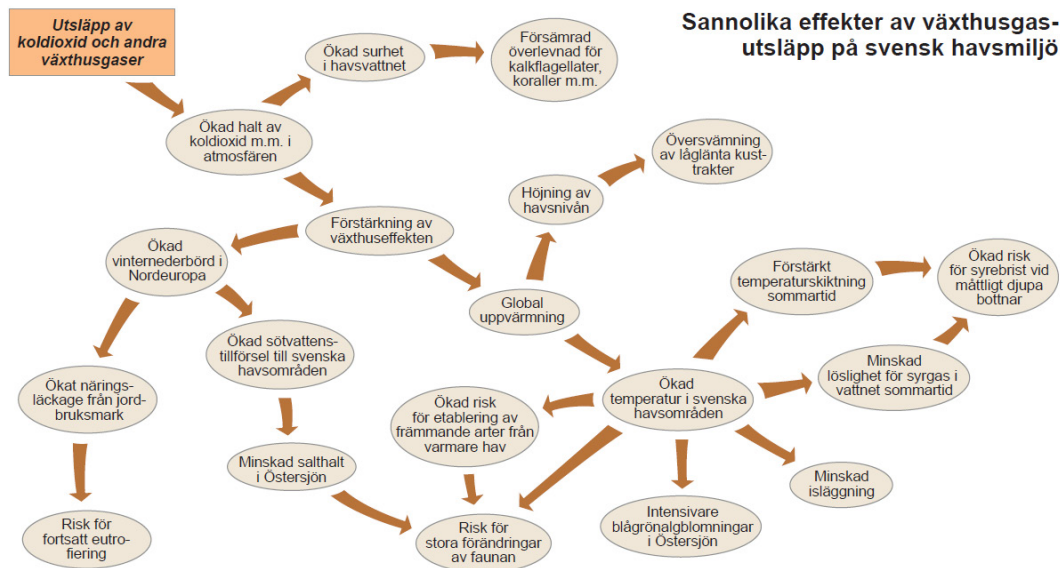
Egentliga Östersjön: Om åtgärderna i Baltic Sea Action Plan kring minskad närsaltsbelastning genomförs, kan fosforkoncentrationer och algblomning minska och syreförhållanden för djupt vatten förbättras. Kombinationen av klimatförändringar och minskad närsaltsbelastning bidrar till att mindre kol når havsbotten, vilket innebär minskad produktion av animalisk biomassa. För grunda havsområden i skärgården kommer framtiden för djur och växter att bero på lokala förhållanden. I södra Östersjön kommer havsnivåhöjning och stormar att leda till ökad sedimenttransport till havet.

Skånes och Hallands västkust (inlopp till Östersjön): Ökade ytvattentemperaturer, stigande hav och högre vågor vid stormar. Ökad havsförsurning.

Information baserad på HELCOM/Baltic Earth 2021 Climate Change in the Baltic Sea. 2021 Fact Sheet. Baltic Sea Environment Proceedings Nr°180.

6 ICES, 2018. Report from the Working Group on Bycatch of Protected Species (WGBYC), 1-4 May 2018, Reykjavik, Iceland. ICES CM 2018/ACOM:25.

10.7.1 Klimatrisker, sårbarheter och möjligheter



Figur 10.7.1 Sannolika effekter av växthusgasutsläpp på svensk havsmiljö. Från Naturvårdsverket, 2016. Monitor 23 En varmare värld.

Östersjön är jordens näst största brackvattenhav, vilket innebär att Sverige har del i ett ekosystem med få motsvarigheter i världen i övrigt. Ekosystemen i Östersjön och Västerhavet är redan under tryck från övergödning, syrebrist, läkemedelsrester, miljögifter och andra kemikalier, invasiva arter, samt påverkan från sjöfarten. Sårbarheten som redan finns ökar med klimatförändringen och påverkas även av samhällsutvecklingen – kopplat till framtida tillförsel av näringsämnen och miljögifter från land, samt av ett högt fisketryck.

De klimatförändringar vi nu observerar, och som indikeras av tillgängliga klimatscenarier, ger konsekvenser för havsmiljön genom havsförsurning, ökad temperatur, ändrad tillrinning och belastning från land till hav, samt minskad isutbredning. Förändrad tillrinning kan leda till att salthalten ändras. Även stigande havsnivå kan påverka inflöden och leda till förändrad salthalt. Temperatur- och salthaltsförändringar påverkar skiktningen. Detta är exempel på processer som tillsammans får effekt på övergödning, nedbrytning av organiskt material och syrebrist, såväl som på utsläpp av koldioxid och metan från övergödda havsbottnar. Dessa förändringar ger i sin tur effekter på ekosystem, på människans tillgång till havets

ekosystemtjänster och kan även leda till ökade utsläpp av växthusgaser.

Förändrad tillrinning och belastning av näringsämnen och löst kol från land till hav

Förändrade nederbördsmonster kommer att påverka de hydrologiska förhållandena. Förändringarna förväntas bli olika i olika delar av landet och över året. Det mest älvpåverkade havsområdet i Östersjön är Bottenviken. Fler skyfall kan leda till ökad ytavrinning, problematik kring erosion och förflyttning av sediment, samt högre och mer fluktuerande grundvattennivåer. Detta ökar risken för att näringsämnen tillförs sjöar och vattendrag och transporteras till havet. Dessutom leder klimatförändringen till ökad tillförsel från land till hav av löst kol i form av humusämnen, så kallad brunifiering. Brunare vatten i Bottenviken innebär mindre tillgång till ljus för växtplankton och att ekosystemet skiftar från fotosyntesbaserad primärproduktion till produktion som är baserad på koltillförsel från land⁷.

7 Andersson, A. m.fl., 2015. Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management. *AMBIO* 44, 345–356 <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0654-8>.

Förändringar av vattentemperatur och isutbredning

Den globala ytvattentemperaturen har under de senaste 100 åren ökat med cirka 0,13 °C per årtionde⁸.

Svenska vatten har värmts snabbare än det globala genomsnittet. Ytvattentemperaturerna i svenska hav ökar i en takt om cirka 0,2–0,5 °C per årtionde, vilket är i nivå med vad regionala modeller förutspår⁹. Lokalt varierar uppvärmningstakten både geografiskt och med säsong¹⁰. För Östersjön har uppvärmningen varit störst i Bottenhavet och Bottenviken, samt under sommaren. Uppvärmningen har accelererat de senaste decennierna. Det finns dock en stor variabilitet mellan år och en del av uppvärmningstrenden beror på klimatets naturliga variabilitet. Den långsiktiga trenden är dock betydligt större än den naturliga variabiliteten¹¹. Uppvärmningstrenden i Östersjön har också nått bottenvattnet, som i Bornholmsbassängen har ökat med 2 °C mellan 1856 och 2005.

Det som spelar störst roll för livet i havet är dock inte genomsnittliga årstemperaturer utan förekomst av värmeböljor. Risken för tätare och intensivare värmeböljor ökar när medeltemperaturen ökar. Om marina värmeböljor når havsbotten kan det leda till att koldioxid och metan löses ut, vilket bidrar till att accelerera den globala uppvärmningen¹².

Fram till slutet av 2000-talet är den förväntade uppvärmningen av havets ytvattentemperatur (jämfört med perioden 1976–2005) 1–3 °C, beroende på val av utsläppsscenario. Ökningen kommer att vara störst i norra Östersjön. Det finns även mer extrema uppvärmningsscenarier som leder till en möjlig temperaturökning på 4 °C^{13,14}.

Den maximala utsträckningen av istäcket såväl som längden på isperioden i Östersjön har minskat. Den största förändringen har skett i söder. Isperioderna är nu 20 till 40 dagar kortare än i början av 1900-talet och isen försvinner tidigare på våren¹⁵. Under de senaste 25 åren har vintrar med stor havsisutbredning blivit mindre frekventa och sedan 1985 har volymen havsis minskat¹⁶. De observerade trenderna i omfattning, varaktighet och tjocklek av isen i Östersjön kommer sannolikt att fortsätta i framtiden. Olika generationer av klimatprojektioner har konsekvent visat att havsisen kommer att ha minskat avsevärt till slutet av 2000-talet, med en uppskattad minskning av den maximala isutbredningen på 50–80 procent¹⁷.

Förändring av salthalt och skiktning

Ett ökat tillflöde av sötvatten till Östersjön, samt en ökad temperatur ger i sin tur effekter på salthalt, samt på den vertikala skiktningen av vattnet som förhindrar omblandning av syrerikt ytvatten med bottenvattnet¹⁸.

Vissa studier visar på trender med sjunkande salthalter i svenska kusthav¹⁹. För Bottenviken har nedåtgående trender observerats för perioden 1979–2012²⁰. Signifikanta trender för minskande salinitet sommartid har även visats för norra Östersjön och Finska viken för perioden 1979–2003²¹.

Klimatmodeller förutspår att nederbörden ska fortsätta att öka, främst i norra Sverige och under vintern, vilket kan minska salthalterna genom ökad tillrinning av sötvatten²². Modellstudier över förändringar i saliniteten i Östersjöns på grund av ökad tillrinning av sötvatten fram till år 2100 visar på en kritisk minskning av salthalten till nivåer som kraftigt skulle påverka fördelning av arter havet²³.

8 <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/ocean/ytd/12/1880-2017>.

9 Kahru, M. m.fl., 2016. Changing seasonality of the Baltic Sea. *Biogeosciences Discussions* 13, 1009–1018 (2016).

10 Meier, H. m.fl., 2012. Modeling the combined impact of changing climate and changing nutrient loads on the Baltic Sea environment in an ensemble of transient simulations for 1961–2099. *Climate Dynamics* 39, 2421–2441 (2012).

11 Kniebusch, M., m.fl., 2019. Temperature variability of the Baltic Sea since 1850 and attribution to atmospheric forcing variables. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(6), 4168–4187.

12 Humborg C, m.fl., 2019. High emissions of carbon dioxide and methane from the Coastal Baltic Sea at the end of a summer heat wave. *Frontiers in Marine Science* 6:493.

13 Gröger, M., m.fl., 2019. Summer hydrographic changes in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak projected in an ensemble of climate scenarios downscaled with a coupled regional ocean–sea ice–atmosphere model. *Climate Dynamics* 53, 5945–5966.

14 Saraiva m.fl., 2019. Uncertainties in projections of the Baltic Sea ecosystem driven by an ensemble of global climate models. *Frontiers in Earth Science*, 09 January 2019 | <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00244>.

15 Haapala, J. J., m.fl., 2015. Recent change - sea ice. In *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin* (pp. 145–153). Regional Climate Studies. Springer.

16 Schwegmann, S & Holfort, J. 2019. Regional distributed trends of sea ice volume in the Baltic Sea for the 30-year period 1982 to 2019. *Meteorologische Zeitschrift* Vol. 30 nr 1, sid. 33–43.

17 Meier, H. E. M. m.fl., 2004. Simulated distributions of Baltic sea-ice in warming climate and consequences for the winter habitat of the Baltic ringed seal. *Ambio*, 33, 249–256.

18 Hordoir, R. & Meier, H.E.M., 2012. Effect of climate change on the thermal stratification of the Baltic Sea: a sensitivity experiment. *Climate Dynamics*, 38:1703–1713.

19 Olofsson, M., m.fl., 2020. Basin-specific changes in filamentous cyanobacteria community composition across four decades in the Baltic Sea. *Harmful Algae* 91, 101685.

20 Kuosa, H. m.fl., 2017. A retrospective view of the development of the Gulf of Bothnia ecosystem. *Journal of Marine Systems*, Volume 167, 2017, sid. 78–92.

21 Suikkanen, S. m.fl., 2007. Long-term changes in summer phytoplankton communities of the open northern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 71, Issues 3–4, sid. 580–592.

22 HELCOM, 2013. Climate change in the Baltic Sea area: HELCOM thematic assessment in 2013 Baltic Sea Environment Proceedings, No. 137, sid. 70.

23 Vuorinen, I. m.fl., 2015. Scenario simulations of future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North Sea areas—implications for environmental monitoring. *Ecological Indicators*, Vol. 50, sid. 196–205.

Hur stor denna effekt kommer att vara är dock osäkert. Det beror dels på att olika klimatscenarier visar på olika förändring av nederbörd, dels på att salthaltsminskningen, genom ökade tillflöden av sötvatten från land, kan motverkas av stigande havsnivåer i mynningsområdet, varigenom mer saltvatten kan strömma in i Östersjön från Nordsjön.

Under sommarhalvåret bildas temperatursprångskikt som kan ligga kvar till hösten och som skiljer det uppvärmda ytvattnet från det kalla vattnet längre ner. Det innebär längre tid med syreförbrukning i det avskilda bottenvattnet, med än mer utbredd bottenöd som följd. Denna risk kan öka när klimatet blir varmare och språngskikt riskerar att kvarstå under större delen av året. En studie där en oceanografisk modell drivets av klimatscenarier visar på förstärkta temperatursprångskikt och därmed minskad omsättning mellan yt- och djupvatten under perioden 2000–2100²⁴.

Ökad tillförsel av näringsämnen och löst organiskt kol till Östersjön med effekter på övergödning, växtplanktonproduktion och syreförbrukning

Modellbaserade resultat visar att tillförsel av näringsämnen är den faktor som har störst inverkan på övergödningen i Östersjön, både i ett historiskt och ett framtida perspektiv. Klimatförändringar kan dock förstärka effekter av övergödning och därmed motverka Östersjöns återhämtning från övergödningen^{25,26}

Ökad sötvattentillförseln från älvarna leder till att transporten av löst organiskt kol till Östersjön ökar, vilket leder till brunifiering som minskar ljusstillförseln och missgynnar de ljusberoende växtplanktonen. Sötvattentillförseln gör också att gränsskiktet mellan det sötare och det saltare vattnet hamnar djupare ner. De ljusberoende växtplanktonen hamnar då djupare ner i vattnet där det är mörkare. Kombinationen av djupare gränsskikt och mer löst organiskt kol hämmar på så sätt den viktiga växtplanktonproduktionen i kusthavet. Bakterierna är inte ljusberoende, och kan använda kolet i det organiska materialet från älvarna. Bakterier och andra heterotrofa²⁷ organismer ökar, vilket i sin tur leder till andra vägar för näring och energi i näringskedjan och därmed minskar födounderlaget, vilket kan få stora konsekvenser

för produktionen av fisk och skaldjur²⁸. En förhöjd temperatur ökar nedbrytningen av organiskt material, något som i sin tur ökar syreförbrukningen och cirkulationen av näringsämnen.

Längre, tidigare och nya typer av algblomningar

Ökad vattentemperatur leder till ändrade förutsättningar för växtplankton, havets viktigaste primärproducenter. En längre tillväxtperiod är att förvänta, liksom en tidigare start på vårbloomingen. Detta kan påverka hela det marina ekosystemet via djurplankton och organismer som lever av att filtrera växtplankton, till exempel musslor. Växtplanktonarter som vi idag finner i södra Europa kan förväntas sprida sig norrut till svenska vatten. Dessa arter innefattar några skadliga alger, till exempel sådana som producerar algtoxiner som kan ansamlas i musslor och ostron. Även arter som skadar fiskars gälar och orsakar fiskdöd kan tänkas öka under varmare förhållanden. En effekt på havsbruk är att kostnader för övervakning av skadliga algblomningar kan öka.

Ökad förekomst av cyanobakterieblomning (blomning av blågröna alger) och ökad kvävefixering

I Östersjön har vi idag återkommande blomningar av kvävefixerande cyanobakterier, tidigare kallade blågröna alger, under sommarmånaderna. Cyanobakterieblomningar påverkar rekreation och turism när möjligheten till bad och andra upplevelser minskar i värde. Cyanobakterier trivs vid höga vattentemperaturer, således kan blomningarna förväntas öka i omfattning i ett framtida, varmare havsklimat. Vi kan få blomningar av andra typer av cyanobakterier, som startar tidigare och varar längre jämfört med idag. Kvävefixerande cyanobakterier konkurrerar med andra växtplankton. Om fosfattetillförseln från land ökar kan de kvävefixerande cyanobakterierna gynnas vilket innebär ökad mängd kväve i Östersjön^{29,30}. Detta resulterar i ökad tillförsel av organiskt material (bland annat döda växtplankton) till Östersjöns djupvatten – vilket innebär ökad syrebrist.

Försurning av havsvattnet

Förhöjda halter av koldioxid i atmosfären resulterar i att havet försuras då luftens koldioxid löser

24 Hordoir, R. m.fl., 2018. Sensitivity of the overturning circulation of the Baltic Sea to climate change, a numerical experiment. *Climate Dynamics* 50, 1425–1437.

25 Saraiva, S. m.fl., 2019. Baltic Sea ecosystem response to various nutrient load scenarios in present and future climates. *Climate Dynamics*, 52(5), 3369–3387.

26 Saraiva, S. m.fl., 2019. Uncertainties in projections of the Baltic Sea ecosystem driven by an ensemble of global climate models. *Frontiers in Earth Science*, 6, 244.

27 En heterotrof är en organism, som till skillnad från en autotrof behöver konsumera organiska ämnen för att få energi.

28 Båmstedt, U. & Wikner, J., 2016. Mixing depth and allochthonous dissolved organic carbon: controlling factors of coastal trophic balance. *Marine Ecology Progress Series*, 561:17–29.

29 Olofsson, M. m.fl., 2021. Nitrogen fixation estimates for the Baltic Sea indicate high rates for the previously overlooked Bothnian Sea. *AMBIO* 50(1), 203–214.

30 Olofsson, M. m.fl., 2020. Basin-specific changes in filamentous cyanobacteria community composition across four decades in the Baltic Sea. *Harmful Algae* 91, 101685.

sig i havsvattnet och sänker dess pH-värde. Sjunkande pH-värde har konstaterats både i världshaven och i svenska havsområden.

Försurningen påverkas även genom utsläpp av försurat vatten från fartyg. En skrubber används ombord på fartyg för att rena avgaserna från framför allt försurande svaveloxider. Den enklaste formen av denna teknik, så kallade öppna skrubbar, släpper tillbaka det kraftigt förorenade och försurade tvättvattnet från skrubbern – rakt ut i havet. Även så kallade stängda skrubbar har ofta betydande utsläpp av kraftigt förorenat och försurat vatten. Genom projekt som *BONUS SHEBA*³¹ har man kartlagt försurningseffekter från sjöfartsskrubbersystem. Dessa system leder till belastning på havet även med kväveoxider och miljögifter, men minskar utsläppen till luften. Östersjöns lägre salthalt leder till en lägre buffringsförmåga. Försurningen slår därför hårdare (om allt annat är sig likt) i Östersjön än i Västerhavet³².

Risker för befintliga växter, djur och ekosystem genom förändringar av temperatur, salthalt, isutbredning och havsförsurning

Arterna i våra hav finns där för att den befintliga livsmiljön ger dem förutsättningar för att överleva och i de flesta fall även reproducera sig. Modelerade scenarier för hur livsmiljöer påverkas av klimatförändringar gör dock gällande att dessa förutsättningar kommer att förändras för flera arter³³. Varmare havsvatten gör det lättare för främmande arter att etablera sig i svenska vatten och att arter som inte trivs i högre temperaturer antingen migrerar till kallare vatten eller dör ut.

Förändringar i havets salthalt påverkar djur och växter. Vissa djur- och växtbestånd minskar när salthalten förändras, medan andra trivs bättre än tidigare. En minskad salthalt i Östersjön innebär att flera nyckelarter för ekosystemens produktion kommer att försvinna. Blåmussla och blåstång är exempel på marina arter som lyckats anpassa sig till Östersjöns brackvattensförhållanden, men som kan komma att få det svårt i ett ytterligare utsötat och varmare vatten³⁴. Även torskens habitat kan komma att minskas då torskens reproduktion är beroende av bottenvattnets salinitet³⁵. De stabila vinterisarna i Bottenviken präglar havsmiljön i utsjön. Vikare (ringsäl) behöver isen för att kutarna

ska överleva. Minskad isutbredning påverkar vikaren starkt negativt och populationerna i de södra delarna riskerar att försvinna³⁶.

Förutom direkta effekter på enskilda arter har klimatförändringar också indirekta effekter, och potentiellt också kaskadeffekter, på nyckelarter i ekosystemet. Ett exempel är att kollapsen av torskbeståndet i Kattegatt gjort att kustnära fiskar som smörbultar och snultror har ökat. Dessa små fiskar betar i sin tur ner de små växtätande djuren och det har gjort att förekomst av påväxtalger på den viktiga arten ålgräs har ökat och ålgräsängarnas utbredning därmed har minskat³⁷.

Modellering av hydrografiska och ekologiska faktorer indikerar betydande rumsliga förändringar för både Östersjön och Bottniska viken till tiden runt år 2100. De flesta arterna förskjuter sin utbredning söderut om salthalten minskar. Arter som vikare (ringsäl) förskjuts norrut då de är beroende av isbeläggning. Om salthalten minskar, riskerar stora delar av Östersjöns marina vegetation gradvis att ersättas av sötvattensarter.³⁸ De storskaliga förändringarna i Östersjöns ekosystem påverkar inte bara förutsättningarna för enskilda arter, utan kan även orsaka kaskadeffekter så att hela balansen i ekosystemen rubbas. Dessa studier försvåras dock av att det råder stor osäkerhet om hur framtida salthalten i Östersjön kommer att förändras, och många studier bortser tyvärr från denna osäkerhet när resultat för framtida ekosystemförändringar presenteras. I Västerhavet och Nordsjön har ändringar i växt- och djurplanktonsamhällen samt i förekomst av olika fiskar noterats i samband med temperaturökning. Detta kommer innebära påverkan på hela det marina ekosystemet och på fiske och havsbruk.

De senaste årens forskning har visat på att effekterna av havsförsurningen på ekosystem i kusthav är komplexa. Vissa arter gynnas, andra missgynnas. Det verkar som om många arter i kustvatten har en god anpassningsförmåga till ett varierande pH. Arter i de öppna oceanerna har betydligt svårare att anpassa sig till ändrat pH. Om pH sjunker så kan kalkskal och kalkskelett börja lösas upp. Det skulle innebära omfattande effekter på det marina ekosystemet eftersom djur och växter med kalkskal eller kalkskelett har en viktig roll både i den marina födoväven och genom att de bildar livsmiljöer som till exempel korallrev. Ändrat pH påverkar också reproduktion hos många arter.

31 <https://www.sheba-project.eu/>.

32 Havenhand, J., 2019. Konferensen Vattnet och samhället i framtidens klimat, den 28-29 augusti 2019 i Kalmar. <https://havsmiljoinstitutet.se/seminarier/andraevenemang/kalmar2019/sammanfattning>. Göteborgs universitet.

33 Törnqvist, O. m.fl., 2019. Climate refugia in the Baltic Sea. Modelling future important habitats by using climate projections. Pan Baltic Scope report.

34 Ibid.

35 Wählström, I., m.fl., 2020. Combined climate change and nutrient load impacts on future habitats and eutrophication indicators in a eutrophic coastal sea. *Limnology and Oceanography* 65, 2170-2187. Doi: 10.1002/lno.11446.

36 Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018-2023.

37 Hjelm, J. m.fl., 2014. Kustens rovfiskar behöver integrerad förvaltning. I: Havet 2013/2014. Havsmiljöinstitutet.

38 Hammar, J. & Mattsson M, 2017. Möjliga klimatrefugier i Östersjön baserat på två olika scenarier. Havs- och vattenmyndighetens rapport nr 37/2017.

Havsförurningen har också effekter på växtplanktons och makroalgers (tång) fotosyntes. Många arter påverkas negativt av havsförurningen. Det finns även vissa arter som är opåverkade eller som klarar sig bättre. Generellt missgynnas zooplankton och högre trofiska nivåer³⁹. Andra organismer som till exempel maneter och vissa typer av alger gynnas generellt av förurning, liksom av övergödning och uppvärmning av haven⁴⁰. Den förändrade artsammansättningen långt ner i näringsväven påverkar också organismer högre upp, såsom fiskar, fåglar och sälar eftersom deras tillgång till föda förändras. Havsförurning kan påverka den ekologiska balansen mellan växelverkande organismer. Även om värddorganismer klarar perioder med förurning, kan de påverkas av att patogener med vilka de interagerar gynnas av förurningen⁴¹.

Förflyttning av arter och ökad etablering av invasiva arter

Klimatförändringar kommer att ha stor inverkan på marina ekosystem på alla nivåer, där påverkan på en art har en direkt effekt på associerade arter och en dominoeffekt av påverkan flödar genom ekosystemet. Som konsekvens av detta riskerar många arter att försvinna medan andra arter är redo att kliva in i deras ställe.

Både i Västerhavet och i Östersjön kommer framför allt arter som redan nu är på gränsen till vad de klarar av att påverkas mest. Framför allt förväntas klimatförändringarna att påverka arter som kräver svalare och saltare miljöer negativt, medan arter som tål högre vattentemperaturer kan gynnas. Även flera sydligare arter som idag inte hör hemma på våra breddgrader kan komma att göra sig hemmastadda. Sådana förändringar kan i vissa fall innebära ett ökat antal arter men de medför även risker för existerande ekosystem, särskilt i de fall de nya arterna blir invasiva. En ökad risk för spridning och överlevnad av parasiter och andra patogener kan även de utgöra ett ökat hot i klimatförändringarnas spår⁴².

Allt fler främmande arter, däribland kräftdjur, musslor och andra ryggradslösa djur, har påträffats i Östersjöområdet under senare decennier. I allmänhet har de nått dit som fripassagerare på fartyg, bland annat från Svarta havet, Kaspiska havet och omgivande flodsystem, men dagens

klimatförändringar kan ha underlättat för dem att överleva och föröka sig i svenska vatten⁴³.

I Östersjön lär det finnas upp emot 100 000 skeppsvrak från olika tidsepoker. Endast ett par tusen av dessa vrakplatser är kända. Östersjön är ett innanhav med ovanligt goda bevarandeförhållanden av organiska arkeologiska material som till exempel trä, ben, horn, läder och textilier. Det beror till stor del på det kalla vattnet, med låg salthalt och syrefattiga bottnar. Dessa förhållanden missgynnar bland annat träätande organismer som skeppsmask, en borrarande mussla som lever av trä⁴⁴. Högre vattentemperatur och förändrad salthalt kan även göra det möjligt för olika träätande organismer att etablera sig, vilket skulle skada kulturhistoriskt värdefulla fartygslämningar⁴⁵.

Förändrade förutsättningar för yrkesfiske och vattenbruk (inklusive algodlingar)

På global nivå är det mycket sannolikt att primärproduktionen och mängden fisk som produceras i världshaven minskar⁴⁶. Enkla skattningar visar att den totala fångsten av fisk i världshaven kan komma att minska med mellan en femtedel och en fjärdedel till år 2100, vid fyra graders uppvärmning, och mellan en trettiondel till en femtondel redan vid en grads uppvärmning. Detta samtidigt som den årliga medelkonsumtionen per capita förväntas öka. Globalt steg den från 11,5 kilo 1970 till knappt 17 kilo år 2007, till stor del som ett resultat av en kraftig ökning i Kina. Afrika har idag den globalt lägsta konsumtionen (8 kilo) men en förväntad kraftig befolkningsökning kan komma att skapa stora försörjnings- och hälsoproblem⁴⁷.

För Östersjön är det dock en för hög primärproduktion som är en del av problemet för fisket. Till exempel beror en stor del av problemen för torsken på syrebrist som orsakats av en för stor primärproduktion. Fisket påverkar i sin tur ekosystemen, så att betande djur som håller tillbaka alger minskar. Simuleringar för Östersjön visar att oberoende av val av klimatscenario ökar primärproduktionen för perioden fram till år 2100 om inga åtgärder genomförs för att minska närsaltsbelastningen, medan den minskar om åtgärderna som ingår i *Baltic Sea Action Plan* (BSAP) genomförs.

39 Havenhand, J., 2019. Konferensen Vattnet och samhället i framtidens klimat, den 28-29 augusti 2019 i Kalmar. <https://havsmiljoinstitutet.se/seminarier/andraevenemang/kalmar2019/sammanfattning>. Göteborgs universitet.

40 Östersjöcentrum, 2020. Policy Brief: Ekosystemen hotas när havsförurningen når Östersjön. Stockholms universitet.

41 Asplund, E. m.fl., 2014. Ocean acidification and host-pathogen interactions: blue mussels, *Mytilus edulis*, encountering *Vibrio tubiashii*. *Environmental Microbiology* 16:4. 1029-1039.

42 Strand, M. m.fl., 2018. Klassificering av främmande arters effekter på biologisk mångfald i Sverige - ArtDatabankens risklista. ArtDatabanken Rapporterar 21. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

43 Naturvårdsverket, 2016. En varmare värld. Monitor 23.

44 Länsstyrelsen i Kalmar Län, 2019. Kulturarv och klimatförändringar i Kalmar län. Underlag för klimatanpassning av värdefulla kulturmiljöer. Meddelande 08/2019.

45 Det finns även vrak som är miljöproblem. Det gäller bland annat många vrak från andra världskriget som läcker olja, senapsgas och andra giftiga ämnen.

46 Chassot, E. m.fl., 2010. Global marine primary production constrains fisheries catches. *Ecology Letters* 13:495-505.

47 IPCC, 2019: Summary for policymakers. In: IPCC Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate.

Om nivån på näringsbelastning hålls konstant med dagens, det vill säga att hänsyn enbart tas till klimatförändringarnas effekt, är de simulerade förändringarna i primärproduktionen små, med 13 procents minskning av primärproduktionen med klimatscenariot RCP 4.5 vid jämförelse av perioderna 1976–2005 och 2069–2098⁴⁸.

Både fältstudier och experimentella studier har dock visat att ökad älvutlösnings har negativ påverkan på växtplanktonproduktionen i norra Östersjön, eftersom tillförseln av de brunfärgade kolföreningarna sänker ljusnivån i vattenmassan och minskar växtplanktonens fotosyntes, vilket kan ha stor påverkan på hur mycket fisk som produceras⁴⁹.

Förändrad utbredning av en eller flera fiskarter kan få konsekvenser för yrkesfisket såtillvida att ett fiskbestånd kan röra sig bort från ett traditionellt fångstområde, eller att beståndet blir mindre. Det är också möjligt att arter som idag finns längre söderut i Europa etablerar sig i Västerhavet vilket kan ge nya möjligheter för fiskeindustrin. Klimatförändringarnas påverkan på fiskbestånden ändrar även förutsättningarna för fritidsfiske.

Spridning och utbredning av organismer i havslandskapet påverkas negativt av klimatförändringar, genom att miljöfaktorer som temperatur, salthalt och strömmar förändras⁵⁰. Klimatförändringar påverkar redan idag fisket i svenska kust- och havsområden, bland annat genom ökande temperaturer, kortare isperiod och ökande utbredning av syrefria bottnar. Dessa förändringar påverkar arters utbredning, lekbeteende och habitatnyttjande. Längst kusten mellan södra Skåne och Uppland lever många marina arter på gränsen för sin naturliga utbredning, vilket gör dem känsliga för klimateffekter som värmeböljor, tillsammans med andra belastningar som övergödning och överfiske⁵¹. Utbredningen av torskfisk har visat sig förflyttas norrut, som en effekt av ökande havstemperaturer⁵². Kortare vintrar och högre vattentemperaturer ökar tillväxten på arter som är anpassade till varmt vatten, till exempel abborre, gädda, gös och skarpsill⁵³. Deras möjligheter till konkurrens och tillväxt förbättras när Östersjön blir varmare medan kallvattenanpassade arter som sik, siklöja, lax, havsöring och

plattfisk missgynnas⁵⁴. Om vandrande fiskarter minskar, kan det bero på förändringar i såväl söt- som saltvattenhabitat, vilket kan påverka ekosystem såväl i sötvatten som i havet. Under de senaste tio åren har dock en generell minskning i bestånden av gös och gädda förekommit i många områden, och även de stora individerna i bestånden har minskat. Även om abborren, relativt sett, i flera kustområden blivit mer talrik jämfört med 1970-talet, ses det under senaste decenniet en nedgång i bestånden på vissa platser, framför allt i ytterskärgården⁵⁵. Detta visar att förändringar i ekosystem är komplexa och att det inte finns enkla samband mellan klimatförändringar och fiskbeståndens utveckling, åtminstone inte i kortare tidsperspektiv.

Laken är numera rödlistad, eftersom bestånden minskar påtagligt, både i Bottniska viken och i många sydsvenska insjöar. Senare års uppvärmningar är sannolikt en viktig orsak till tillbakagången. Ökningen av syrefattiga bottnar i Östersjön kan få stora effekter för saltvattensarter som skrubbskädda och torsk som är beroende av salta, syrerika bottnar för att deras ägg och larver ska överleva⁵⁶.

Den globalt ökade totala efterfrågan av fisk har under de senaste decennierna kunnat mötas genom ett kraftigt utvecklat vattenbruk, huvudsakligen i Kina. Vi har idag närmast oss en nivå där nästan hälften av all fisk som konsumeras av människor kommer från odlad fisk. Efterfrågan förväntas fortsätta öka under de närmaste decennierna i samband med en växande befolkning och ett ökat välstånd. Vattenbruk är dock inte frikopplat från de vilda fiskbestånden och (därmed) de marina ekosystemen. I odlingar av rovfisk, exempelvis lax, används stora mängder vild fisk för att producera foder⁵⁷. Den svenska fiskodlingen är mycket liten i jämförelse med till exempel Norge och Danmark. Sjömatkonsumtionen (fisk, skalldjur, alger) i Sverige beräknas ligga på 12,5 kg per person och år eller knappt två portioner i veckan. Knappt 30 procent kommer från den inhemska produktionen från yrkes- och fritidsfiske, samt odling. Drygt 70 procent importeras, främst från Danmark och Kina⁵⁸. I Sverige odlas främst kallvattenkrävande laxartad fisk. Ett varmare klimat med varmare havsvatten kan inverka negativt på

48 Saraiva, S. m.fl., 2019. Uncertainties in projections of the Baltic Sea ecosystem driven by an ensemble of global climate models. *Frontiers in Earth Science*, 6: 244.

49 Sandberg, J. m.fl., 2004. Pelagic food web and carbon budget in the northern Baltic Sea: potential importance of terrigenous carbon. *Marine Ecology Progress Series*, 268: 13-29.

50 Bruno JF, m.fl., 2018. Climate change threatens the world's marine protected areas. *Nature Climate Change* 8:499-503.

51 Naturvårdsverket, 2016. En varmare värld. Monitor 23.

52 Werner K-M., m.fl., 2016. Temporal and spatial patterns of reproductive indices of European hake (*Merluccius merluccius*) in the northern North Sea and Norwegian coastal areas. *Fisheries Research* 183:200-209.

53 SLU, 2021. Faktablad från fiskövervakningen. <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/miljoanalys/datainsamling/provfisken/provfiske-vid-kusten/provfiske-faktablad/>

54 Veneranta L m.fl., 2013. Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 477:231-250.

55 <https://www.sverigesvattenmiljo.se/sa-mar-vara-vatten/2021/variabelgrupper/85/0/146>.

56 Orio A, m.fl., 2019. Spatial contraction of demersal fish populations in a large marine ecosystem. *Journal of Biogeography* 46:633-645.

57 Jordbruksdepartementet, december 2008. Det moderna fiskets stråtrövare. Svenska FAO-kommitténs skriftserie nr 5/2008.

58 RISE, 2019. Svensk konsumtion av sjömat. RISE Rapport nr 27/2019.

förutsättningarna för odling av dessa arter. Andra arter, till exempel gädda, gös och abborre, gynnas å andra sidan av högre vattentemperatur men är inte lätta att odla i större skala. Sjukdoms- och parasittrycket kan också tänkas öka vid högre vattentemperaturer. Försurning av havsvattnet kan innebära problem för odling av musslor och ostron, eftersom inlagringen av kalk försvåras. Problemet kan dock vara litet i kustvatten där pH normalt har en stor variabilitet. En höjd vattentemperatur kan resultera i att ostron gynnas jämfört med idag. Deras reproduktion begränsas idag av temperaturen. Ändrade väderförhållanden kan påverka odlingar genom vind- och vågpåverkan⁵⁹.

Kasseodling till havs kan dock komma att försvinna i Sverige, då mark- och miljödomstolen har bedömt att odling i öppna kassar inte är förenligt med kraven under Miljöbalken⁶⁰. Kommande fiskodlingar sker därför sannolikt främst på land eller i stängda system. Även globalt är det sannolikt att fiskodling kommer att bedrivas på land, inomhus, i större omfattning i framtiden än idag. Detta för att nå de allt mer stränga miljökraven vilket också ställer krav på beredskapen för extrema väder. Vid en översvämning kan vatten komma in på odlingsområdet, in i förråd, på lager och kontor och orsaka stora materiella skador. Kommer dammar och basängar i kontakt med naturliga vattenförekomster kan den odlade fisken rymma eller smittas av sjukdomar som förekommer i naturen. Hastiga förändringar av vattenkvalitet, temperaturer, pH och salthalt kan påverka fisken och orsaka stress. Förlorade djur är i särklass den största ekonomiska förlusten för en vattenbrukare då djurvärdet mycket sällan är försäkrat⁶¹. Så kallade akvaponiska system är ett sätt att odla fisk på land i slutna system och samtidigt nyttja fiskevattnets överskott på näring till växtodling⁶². Nackdelen med de landbaserade odlingarna är dock att systemen är tekniktunga, kräver stora investeringskostnader och mycket energi. Odlingarna är också känsliga för strömavbrott. I värsta fall riskerar hela bestånd att dö om pumparna skulle slås ut. Så fort odlingarna når lite större volymer behöver man också bygga stora anläggningar av klimatdrivande material som stål och betong. I vissa områden, bland annat i försurade områden kan en miljöanpassad kasseodling vara det minst miljöbelastande alternativet. En nyansering med hänsyn till specifika geografiska faktorer kan behövas⁶³. Växtplankton utgör föda för musslor, ostron och många andra marina organismer. Några typer av växtplankton kan orsaka skada och benämns ofta som skadliga alger. Förekomst av skadliga alger kan förväntas ändras i ett framtida klimat – vilket kommer att

påverka havsbruket. Skadliga alger som idag förekommer i Sydeuropa kommer sannolikt att kunna etablera sig i Västerhavet, kanske även i Östersjön. Det gäller bland annat växtplanktonarter som producerar alggifter som kan ansamlas i musslor och ostron vilket utgör ett problem för odlare och en risk för människors hälsa. Växtplankton som skadar fiskars gälar kan orsaka fiskdöd, framför allt när det gäller odlad fisk. Även utbredningen av växtplankton kan förväntas ändras i ett framtida klimat. Förekomst av de skadliga algerna innebär både en direkt kostnad i form av förlorad intäkt för havsbrukare och en kostnad för utökad övervakning av skadliga alger.

Algodlingar är under mycket stark internationell utveckling och kommer troligen även att utvecklas i Sverige⁶⁴. Algerna används som djurfoder, människoföda, biomaterial och biobränslen. Alg-baserade livsmedel kan minska trycket på miljön från jordbruket, vattenbruket och fisket. Investeringar i mikroalger som en ny foderkälla kan bidra till att minska fångsterna av vild fisk för användning som foder.

Eftersom algerna tar upp näring och kol från havet kan de, förutom att generera en kommersiell vinst, användas både som övergödnings- och klimatåtgärd, beroende på vad man gör med algerna efter att de har skördats. Dessutom kan algodling bidra till klimatanpassning genom att dämpa vågenergi och därmed kusterosion, samt genom att höja pH och tillföra syre till vattnet och därigenom motverka effekterna av havsförsurning⁶⁵.

59 Havs- och vattenmyndigheten, 2019. Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Förslag till regeringen.

60 <https://www.jpinfo.net/se/kunskap/nyheter4/inte-tillat-med-fiskodling-i-oppna-kassar/>.

61 Jordbruksverket, 2015. Vattenbruk och väderrelaterade störningar.

62 <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/battre-tillgang-till-fisk-med-fiskodling-pa-land-1.143122>.

63 Tidskriften Extrakt, januari 2021. Fiskodlingarna flyter upp på land. <https://www.extrakt.se/fiskodlingarna-flyter-upp-pa-land/>.

64 Hasselström, L., m.fl., 2020. Socioeconomic prospects of a seaweed bioeconomy in Sweden. *Scientific Reports* 10, 1610.

65 Duarte, C. M., m.fl., 2017. Can seaweed farming play a role in climate change mitigation and adaptation? *Frontiers in Marine Science* 4. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00100>.

10.7.2 Uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning

Välriktade och genomgripande åtgärder för att identifiera, skydda, minska belastningen på, stärka och i vissa fall restaurera livsmiljöer är centrala för att säkerställa marina ekosystems resiliens och därmed dämpa negativa konsekvenser av klimatförändringar.

En litteraturgenomgång visar att Sverige till viss del har påbörjat arbetet med ekosystembaserad havs-, vatten- och fiskförvaltning. Arbetet stöds av dagens regler med miljökvalitetsnormer som ska sätta en lägsta ribba för vattenkvaliteten, samt vattenförvaltningens normer för kustvatten och havsmiljöförvaltningens normer för öppna havet. En rad utmaningar återstår dock. En ekosystembaserad förvaltning ställer höga krav på samverkan och kommunikation mellan aktörer. Även tydligare styrning och uppföljning från centrala myndigheter och en mer långsiktig finansiering lyfts som önskvärt⁶⁶.

För att ge ekosystem en chans att anpassa sig till förändrade klimatförhållanden utan populationskrasch, och med en stärkt marin biologisk mångfald, krävs såväl en minskning av den kumulativa belastningen som skapande av resiliens genom artskydd, marint områdesskydd och restaurering. Ett välfungerande ekosystem erbjuder dessutom få nischer för invasiva/främmande arter och därför är skyddade områden och restaurering även en åtgärd mot dessa.

Det är viktigt att etablera ett ekologiskt representativt och sammanhängande nätverk av marint skydd som kan verka som klimattillflykter^{67,68}. Skyddade områden kan hjälpa till med att återkolonisera andra, skadade områden. Kopplingar finns även till sötvatten, framför allt avseende vandrande fisk.

Liksom i andra branscher pågår sedan länge en effektivisering i fiskesektorn, vilket inneburit färre yrkesfiskare och fiskefartyg. Samtidigt finns det samhällsmål om att det småskaliga kustfisket ska främjas. Förvaltning av fiskbestånd, såväl som yrkesfiskets fiskemönster och fiskeområden, behöver integrera effekter av en rad förändringar, varav klimatet är en⁶⁹.

10.7.2.1 Genomförda och behov av fysiska åtgärder

Skyddade områden och klimattillflykter

Havs- och vattenmyndighetens förslag på att uppdatera åtgärdsprogram för havsmiljön inkluderar åtgärder för förbättrad förvaltning av skyddade områden, inklusive möjligheten att hantera invasiva arter i dessa områden, minskning av fiskets påverkan, samt förbättrad förvaltning av näringsvävar.

Havs- och vattenmyndigheten har prognostiserat framtida utbredning av arter som är viktiga för ekosystemen (vikare, torsk, sill, skorv, ålgräs, olika tångarter och blåmussla) utifrån scenarier av förändringar i temperatur, salthalt och havsisens förändring till slutet av 2000-talet och identifierat lämpliga klimattillflykter⁷⁰. I studien poängteras behov av en utökad analys som inkluderar fler arter och faktorer, såväl som interaktion mellan arter. Det bör poängteras att denna analys är utförd på enstaka arter och faktorer. Både forskningen och förvaltande myndigheter pekar dock på att ett väsentligt problem är att det inte finns en tillräcklig systematisk uppföljning av effekterna av olika åtgärder och regleringar inom skyddade områden⁷¹.

Det är länsstyrelser och kommuner som inrättar marina naturreservat som skyddar hela eller delar av den marina miljön inom området och ser till att skyddet är tillräckligt. Inom nätverket av marina naturreservat ryms en mängd olika arter och livsmiljöer, bland andra ögonkoraller, ålgräsängar och musselbankar.

Minskad transport av näringsämnen från land till hav

Närsaltsbelastning och övergödning utgör den största belastningen på Östersjöns miljö. Samhället har störst rådighet över åtgärder på land, medan åtgärder i havsmiljö vanligen är svåra, eller mycket kostsamma, att genomföra.

Minskad transport av näringsämnen från land till hav ökar Östersjöns motståndskraft mot klimatförändringar. Beräkningar visar att man behöver minska belastningen om klimatförändringen inte ytterligare ska förvärra övergödningen från nu läget⁷². Genom åtgärder som inkluderas i Baltic

66 Wikström, S. m.fl., 2020. Ekosystemansatsen – praktiska erfarenheter från svensk havs- och vattenförvaltning. Naturvårdsverket rapport nr 6934/2020.

67 Arieanna C. m.fl., 2019. The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas. *Global Ecology and Conservation*, Volume 17.

68 Bruno, J.F., m.fl., 2018. Climate change threatens the world's marine protected areas. *Nature Climate Change* 8: 499–503.

69 Havs- och vattenmyndigheten, 2019. Förslag till havsplanering.

70 Möjliga klimatrefugier i Östersjön baserat på två olika scenarier. Havs- och vattenmyndighetens rapport nr 37/2017.

71 Havet och människan, volym 2, 2020. Delbetänkande av Miljömålsberedningen. SOU 2020:83.

72 Saraiva, S. m.fl., 2019. Baltic Sea ecosystem response to various nutrient load scenarios in present and future climates *Climate Dynamics*, 52: 3369–3387.

Sea Action Plan (BSAP) kan tillförseln hållas konstant trots ökade vattenflöden från land⁷³. BSAP:s belastningsmål kan uppnås genom åtgärder kopplade till vattenförvaltningen i inlandsvatten, samt EU:s direktiv för utsläpp av luftföroreningar (det så kallade takdirektivet).

Vattenmyndigheterna har identifierat genomförda, och tagit fram förslag på, kostnadseffektiva åtgärder som är anpassade till förutsättningarna i samtliga vattenförekomster. Beräkningarna är gjorda för att visa vad som behövs för att uppnå god status i både inlandsvatten och kustvatten. Åtgärderna följer åtgärdskategorierna i databasen VISS⁷⁴ åtgärdsbibliotek som beskriver olika typer av åtgärder, inklusive schablonkostnader för dessa.

FAKTARUTA: UPPSKATTNING AV VÄRDET AV ATT SLIPPA ÖVERGÖDNINGSEFFEKTER I ÖSTERSJÖN

Baserat på enkätstudier kring ekosystemtjänster och samhällsnytta har värdet av att slippa övergödningseffekter i Östersjön värderats till 4,8 miljarder euro (år 2007). Kostnaden för att nå BSAP:s mål för minskad övergödning är hälften så stora.

Naturvårdsverket, 2009. Vad kan havet ge oss? Östersjöns och Västerhavets ekosystemtjänster. Naturvårdsverkets rapport 5937.

10.7.2.2 Tillgång till och behov av kunskap, databaser och verktyg

Under 2020 genomfördes ett regeringsuppdrag med syfte att ta fram en plan för hur Sverige skulle kunna bidra till FN:s årtionde för havsforskning. I arbetsgruppen ingick Formas, Havs- och vattenmyndigheten, SMHI, Sida, Havsmiljöinstitutet och Kristineberg Center för marin forskning och innovation. I rapporten presenteras fyra fokusområden som utgör ett ramverk och är en början på det arbete som behöver genomföras under årtiondet för att bygga kunskap:

- Ekosystembaserad förvaltning,
- innovation och digitalisering,
- data och modellering,
- havsmedvetenhet.

Lösningar och åtgärder för att möta klimatförändringarna, samt skyddande och gynnande av biologisk mångfald, är integrerade i alla områden och arbetet ska präglas av en helhetssyn – från källa till hav. Dessa breda områden kommer att kunna belysa olika frågeställningar under årtiondet och inbegripa nya utmaningar för att skapa ett kontinuerligt engagemang.

Tillgång och behov av integrerade underlag för bedömning av kumulativa miljöeffekter med hänsyn till klimatförändringar

Verktyget *Symphony*⁷⁵, som utvecklats av Havs- och vattenmyndigheten, är ett verktyg som används inom havsplaneringen för att beräkna kumulativa miljöeffekter. Det kommer under de närmaste åren att vidareutvecklas för att på ett bättre sätt få in effekter av klimatförändringar i havsmiljöförvaltningen. *Symphony* har använts inom Sveriges nationella havsplanering från hösten 2017 under planerings-, dialog- och utvärderingsfaserna. Det syftar till att vara en brygga mellan forskarnas kunskap och användarnas behov och är framtaget med länsstyrelser och kommuner i referensgruppen. *Symphony* bygger på rumsligt beskrivna data, det vill säga kartor. De flesta kartorna grundar sig på modeller och antaganden. Detta gör att man måste vara väl medveten om, och kommunicera, begränsningar i metod och data när man tolkar resultatet. De klimatrelaterade belastningarna som inkluderas i *Symphony* är predikterad höjning av ytvattentemperaturen sommartid till år 2050, (baserat på SMHI:s modeller över förändringar i Östersjöregionen utifrån klimat- och utsläppsscenario RCO-SCOB1 A2), samt predikterad sänkning av pH-värde i havet till år 2050 (baserat på oceanografiska modeller från amerikanska NOAA som utgår från RCP8.5).

Man har tittat på några specifika arter, som till exempel ålgräs, blåmussla och blåstång, och sett på hur geografisk spridning kan komma att påverkas av klimatförändringar, samt identifierat klimatrefugier. Det ger en fingervisning om hur klimatförändringarna kan komma att slå. Denna information ger bidrag till havsplaneringen och i arbetet med att etablera ett ekologiskt funktionellt och sammanhängande nätverk av marint skydd. Utvärdering kan dock fortfarande behövas kring osäkerheter som är kopplade till såväl underlagskartor som använda modeller, det vill säga kring säkerhet som underlag för identifikation av klimatrefugier.

*Symphony*s resultat har inte validerats genom jämförelser mellan bedömd miljöpåverkan och

73 Saraiva, S. m.fl., 2019. Uncertainties in projections of the Baltic Sea ecosystem driven by an ensemble of global climate models. *Frontiers in Earth Science*.

74 <https://viss.lansstyrelsen.se/>.

75 Havs- och vattenmyndigheten, 2018. *Symphony* – integrerat planeringsstöd för statlig havsplanering utifrån en ekosystemansats. Havs- och vattenmyndighetens rapport nr 1/2018.

mätdata över faktiskt miljöpåverkan/miljö tillstånd. Behovet av validering har belysts i den vetenskapliga diskussionen om rumslik bedömning av kumulativ miljöpåverkan⁷⁶. Den största svårigheten i sådan validering är att det är mycket svårt att mäta den samlade miljöpåverkan från alla belastningar, eftersom miljö tillståndet inte nödvändigtvis korrelerar med miljöpåverkan vid samma tidpunkt (eftersläpningseffekt).

Behov av, och tillgång till, övervakning som möjliggör upptäckt av ekosystemförändringar

Framtida miljöförhållanden i havet kommer att påverkas av klimatförändringar. Prognoserna om klimatförändringar och dess effekter innehåller dock osäkerheter. För att uppnå en god miljöstatus och en hållbar blå ekonomisk tillväxt krävs därför en adaptiv förvaltningsstrategi som tidigt upptäcker effekter av att klimatet förändras. Det kräver i sin tur en kontinuerlig övervakning som möjliggör upptäckt av ekosystemförändringar.

En kontinuerlig övervakning som möjliggör upptäckt av ekosystemförändringar behövs som underlag till den adaptiva förvaltning som krävs för att möta klimatförändringarna.

Den regionala miljöövervakningen sköts av länsstyrelser och kustvattenvårdsförbund. De gör olika undersökningar och alla miljöstörande verksamheter är skyldiga att genomföra olika kontrollprogram. I flera fall är den regionala övervakningen av havsmiljön samordnad med den nationella. I andra fall är övervakningen anpassad efter de behov som finns i just den regionen. Den nationella övervakningen är indelad i tio olika delprogram.

Stora delar av det svenska havsövervakningsprogrammet är koordinerat med andra länders program. Den nationella övervakningen ska kunna ge en övergripande beskrivning av miljösituationen i havet och indikera storskaliga förändringar av ekosystemet.

Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för nationell marin miljöövervakning, med undantag av miljögifter, sjöfåglar och mikrokräp, där Naturvårdsverket har huvudansvaret. SMHI, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Stockholms universitet och Umeå universitet utför en stor del av den nationella marina miljöövervakningen. SMHI ansvarar för Svenskt Oceanografiskt Datacentrum som innefattar datavårdskap för data från nationell marin miljöövervakning och

datan SHARK (Svenskt HavsARKiv). Övervakning kopplat till klimatförändringar rör bland annat förändringar i den fria vattenmassan, inklusive fiskebestånd, och i vegetationsklädda botten-samhällena, som en effekt av övergödning, föroreningar och klimatförändringar. Genom analys av planktonpopulationernas artsammansättning går det till viss del även att särskilja om förändringar sker på grund av klimatförändringar eller annan mänsklig påverkan då nya arter eller grupper tillkommer, försvinner från samhället eller om artdiversiteten förändras markant⁷⁷.

Den marina miljöövervakningen som utförs idag är huvudsakligen baserad på problematiken kring övergödning. En delvis ändrad och utökad övervakning för att följa upp och förstå klimateffekter är önskvärd. När det gäller biologi är det framförallt undersökningar av utbredningen (i tid och rum) av växt- och djurplankton, bottenlevande djur och växter samt fisk som bör stå i fokus. Utveckling metoder för satellitövervakning av siktdjup⁷⁸, och klorofyllinnehåll⁷⁹ pågår. Även ny molekylärbiologisk teknik för att studera populationer på genotyp-nivå bör tillämpas. På så sätt kan ändrad populationsstruktur och invasiva arter upptäckas tidigt. Växtplankton och algblomningar, bland annat av kvävefixerande cyanobakterier, kan vara värda ett extra fokus eftersom ändringar bland dessa påverkar ekosystemet i stort. När det gäller kemi så är utökade mätningar av pH och andra delar av karbonatsystemet viktiga för att följa upp havsförsurningen. Övervakning av eventuell brunifiering av vattnet i olika delar av Östersjön är också viktig. Fysiska parametrar såsom salthalt, temperatur och vind är också väsentliga i en utökad miljöövervakning.

En möjlighet till kostnadseffektiv övervakning av klimateffekter på havet och marina ekosystem är att etablera två "stationer" för högfrekvent, huvudsakligen automatiserad, övervakning; en i Östersjön och en i Västerhavet. Det finns goda exempel runt om i världen på lyckade satsningar, bland annat vid Kanarieöarna, Hawaii och Bermuda. Sverige bör dra nytta av, och delta i, internationella samarbeten som UNESCO-IOC: *The Decade of Ocean Science for Sustainable Development*⁸⁰, ICES: International Council for the Exploration of the Sea, HELCOM: *Helsingforskommissionen* och OSPAR: *Oslo-Pariskonventionen* samt fortsätta deltagandet inom olika EU-aktiviteter. Det finns också anledning att samarbeta kring övervakning på nordisk nivå.

76 Korpinen, S. & Andersen, J.H., 2016. A global review of cumulative pressure and impact assessments in marine environments. *Frontiers in Marine Science* 3.

77 Havs- och vattenmyndigheten, 2020. Samråd om övervakningsprogram för havsmiljödirektivet 2020.

78 Stock, A., 2015. Satellite mapping of Baltic Sea Secchi depth with multiple regression models. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 3.

79 Stramska, M. m.fl., 2021. Comparisons of satellite and modeled surface temperature and chlorophyll concentrations in the Baltic Sea with in situ data. *Remote Sensing*.

80 <https://www.oceandecade.org>.

Befintliga initiativ samt behov av ökad kunskap kring förändringar i biologisk mångfald på grund av klimatförändringar

Samhället behöver kunskapsunderlag som beaktar förändringar i biologisk mångfald och även analyserar vilka ytterligare utmaningar som klimatförändringarna medför, exempelvis för att anpassa regleringar inom fisket⁸¹. Prognoser behövs kring spridning av nya arter som kan komma att bosätta sig i svenska vatten.

EcoChange⁸² är ett av regeringens strategiska forskningsråden, det fokuserar på havsmiljö och klimat. EcoChange ska öka kunskapen kring konsekvenserna av klimatförändringar i marina system, och på lång sikt motivera myndigheter att införa effektiva åtgärder för att möta effekterna av klimatförändringar. Från ett initialt fokus på miljögifter i ekosystemet har interaktioner mellan de olika nivåerna i födoväven hamnat alltmer i fokus. Studier genomförs bland annat av kvalitetsförändringar i ekosystemet med hänsyn till hur klimatförändringarna kan påverka biologiska processer.

Havs- och vattenmyndigheten tar, inom ramen för rådgivning kopplat till EU:s gemensamma fiskeripolitik, fram årliga rapporter kring fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten. Rapporterna ger en samlad bild av fisk- och skaldjursbeståndens status i svenska vatten. Resursöversikten för år 2020 visar de kommersiellt mest intressanta bestånden. Totalt redovisas underlag och råd för 48 fisk- och skaldjursarter. SLU har haft i uppdrag att genomföra analysen⁸³. Rapporten innehåller ingen systematisk analys kring effekter av klimatförändringar men noterar möjliga negativa effekter för flera arter. Det gäller bland annat blåmusslor, på grund av havsförsurning, samt potentiellt negativa effekter för bland annat havskatt och lake som missgynnas av ökade havstemperaturer och potentiellt positiva effekter för bland annat gös som gynnas av högre vattentemperaturer.

Det detaljerade underlaget kring effekter av klimatförändringar på fiske och fiskebestånd från dåvarande Fiskeriverket, dateras till arbetet med klimat- och sårbarhetsutredningen 2007⁸⁴. Mycket kunskap har tillkommit sedan dess. Det finns dock få eller inga rapporteringar av ändringar i utbredning av på grund av uppvärmning⁸⁵.

De studier som visar på biologiska effekter av havsförsurning är baserade på experiment i laboratoriemiljö. Det finns ett stort kunskapsbehov av effekten av kombinationen av havsförsurning och andra processer som till exempel övergödning, utsläpp av farliga ämnen och överfiske.

För att snabbt kunna utrota eller begränsa nyetableringar av invasiva främmande arter behöver vi utveckla metoder som möjliggör tidiga upptäckter ("early warning") av nya introduktioner. En möjlig väg är övervakning med hjälp av DNA-baserade metoder⁸⁶. Det finns även förslag på system som inkluderar inrapportering från lokala myndigheter, fiskare och andra som vistas i havsmiljöer⁸⁷. Internationellt samarbete med utbyte av information mellan länder är nödvändigt, vilket bland annat lyfts av Europeiska miljöbyrå⁸⁸.

Det finns behov av att vidareutveckla simuleringsmodeller som beslutstöd i det integrerade arbetet med att minska osäkerheterna om hur framtidens Östersjö kommer att se ut. Till exempel är det ett stort problem att det finns så stora osäkerheter om hur den framtida salthalten i Östersjön kommer att se ut, eftersom detta har stora konsekvenser för ekosystemen. Resultat från de senaste globala klimatmodellerna behöver skalas ner till Östersjön, hydrologiska projektioner av avrinning behöver uppdateras, regionala havsmodeller behöver förbättras, med högre upplösning i Östersjöns mynningsområde, och de senaste rönen om den framtida havsnivåhöjningen behöver inkluderas för att minska osäkerheter, eller få en bättre förståelse för inom vilka intervall de framtida salthalterna kommer att finnas. Biogeokemiska modeller behöver förbättras för att få med försurningen samt havets roll som kolsänka. Det behövs studier av hur gamla förorenade sediment kan komma att resuspenderas och spridas i ett förändrat klimat. Högupplösta modeller behöver utvecklas för kustzonen för att möjliggöra beräkningar av hur kustnära ekosystem hänger ihop med varandra och med utsjösystemen, samt hur detta kommer att förändras i ett framtida klimat. Det behövs även ett närmare samarbete mellan modelleringen av fysiska, kemiska och låga tropiska nivåer med modelleringen av högre tropiska nivåer. Det behövs även ökat förståelse för hur övergödningen av kustnära system påverkas av klimatförändringen.

81 Naturvårdsverket, 2020. Konventionen om biologisk mångfald. Redovisning av regeringsuppdrag. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/cae59390195b409492d5bc6cd6f9daaf/ru-redovisning-konventionen-om-biologisk-mangfald.pdf>

82 <https://www.umu.se/ecochange/>

83 Havs- och vattenmyndigheten, 2021. Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020. Resurs- och miljööversikt. Rapport nr 6/2021.

84 <https://www.regeringen.se/49bbad/contentassets/94b5ab7c66604cd0b8842fd6510b42c9/sverige-infor-klimatforandringarna---hot-och-mojligheter-bilagedel-b-for-teckning-bilaga-b-23-27-sou-200760>.

85 Havenhand, J., 2019. Konferensen Vattnet och samhället i framtidens klimat, den 28-29 augusti 2019 i Kalmar. <https://havsmiljoinstitutet.se/seminarier/andraevenemang/kalmar2019/sammanfattning>. Göteborgs universitet

86 Havs- och Vattenmyndigheten, 2018. Utvärdering av ny övervakning av främmande arter. HaV rapport nr 24/2018.

87 Magaletti, E. m.fl., 2017. Developing and testing an early warning system for non-indigenous species and ballast water management. *Journal of Sea Research* 133.

88 EEA, 2010. Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe. EEA Technical report No 5/2010.

Ökad kunskap krävs kring konnektivitet för flertalet marina arter. Genom att bättre förstå de ekologiska (till exempel djurs rörlighet) och fysiska (till exempel förändringar av havsströmmar som transporterar ägg, larver och plankton) sambanden i den marina miljön, samt hur dessa kan komma att förändras i ett förändrat klimat, kan det marina områdesskyddet skräddarsys för att optimera motståndskraften mot den ökade stress som effekterna av ett förändrat klimat innebär.

Det finns behov av utveckling av planeringsunderlag för höga naturvärden med avseende på klimattillflykter i havsmiljö. Inom samarbetsprojektet *ClimeMarine*⁸⁹, som SMHI bedriver i samarbete med Havs- och vattenmyndigheten, SGU och Göteborgs universitet vidareutvecklas arbetet med klimattillflykter, konnektivitet samt effekter av klimatförändringen. Projektet ser över och integrerar relevant klimatinformation i bedömningsverktyget *Symphony*.

Tillgång till och behov av underlag för integrerad havsplanering

Havsplanering behöver förhindra konflikt mellan politiska prioriteringar och förena naturvård med ekonomisk utveckling. Operativ havsplanering med helhetsperspektiv behöver ta hänsyn till klimatförändringar. Därför behövs en fortsatt utveckling av metoder för att ta fram integrerade underlag som både visar påverkan på funktionella ekosystem och på möjligheter för hållbar blå ekonomi med hänsyn till klimatförändringar.

Formas, Havs- och vattenmyndigheten och SMHI föreslog i rapporteringen från ett regeringsuppdrag att Formas får i uppdrag att i samarbete med andra innovationsmyndigheter skapa en strategisk innovationsplattform för hållbar blå ekonomi där aktörer från akademi, näringsliv och offentlig sektor möts för att forma en gemensam nationell målbild och strategi⁹⁰.

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra) bjöd i oktober 2021 in forskargrupper tillsammans med relevanta aktörer att dela med sig av sina visioner för ett nytt forskningsprogram⁹¹. Syftet med det planerade programmet är att stödja övergången till en hållbar blå ekonomi som ska förbättra miljöförhållandena och öka resiliensen i havsområden

av relevans för Sverige. Forskning som finansieras av Mistra ska bidra till att lösa viktiga miljöproblem, hantera den nuvarande klimatkrisen och främja framsteg mot ett hållbart samhälle. Mistras utgångspunkt är att forskningsprogrammet bör vara inriktat på klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald, särskilt i fråga om de långsiktiga effekterna på de marina ekosystemen.

10.7.2.3 Tillgång till och behov av informativa åtgärder

Arbetet med att ta fram information om havet och klimatet med relevans för svenska vatten genomförs av många aktörer, som HELCOM⁹², Havs- och vattenmyndigheten⁹³, ICES⁹⁴, Östersjöcentrum⁹⁵, länsstyrelserna⁹⁶ med flera. Som en del av projektet *Baltadapt*, som tog fram ett förslag på en klimatanpassningsstrategi för Östersjöregionen, tog man fram ett antal faktablad kring klimatförändringar i Östersjön⁹⁷.

Havsmedvetenhet (på engelska "ocean literacy"), det vill säga medvetenhet om hur människor påverkar havet och vilken betydelse havet har, spelar en nyckelroll när det gäller att åstadkomma de förändringar som behövs för att vi ska kunna skydda och hållbart bruka haven. Det bidrar till policyutveckling på olika nivåer. På nationell nivå har regeringen satsat på att stärka arbetet inom havsmedvetenhet, särskilt inom marin pedagogik, bland annat genom att ge HaV i uppdrag att år 2018 kartlägga aktörer inom marin pedagogik, samt att redovisa deras behov. Under 2018 gjordes också en utlysning av medel till lokala aktörer. Arbetet har fortsatt med nätverksbyggande och workshoppar. Det finns ett behov av långsiktiga insatser för en ökad havsmedvetenhet för att Sverige ska ligga i framkant och bidra till ett framgångsrikt genomförande av FN:s årtionde för havsforskning till stöd för hållbar utveckling, vilket också inkluderar genomförandet av *Ocean Literacy for All* i Sverige, den rapport som sammanställdes under 2020 av FORMAS, SMHI, HaV med flera. Som ett regeringsuppdrag inför FN:s havsdekad föreslogs att HaV får ett uppdrag kring detta⁹⁸.

I flera länder har det tagits fram en ny typ av relativt kortfattade rapporter gällande observerade klimatförändringar och scenarier för framtida klimatförändringar samt deras effekter. Goda

89 <https://www.smhi.se/en/research/research-departments/oceanography/climemarine-effects-of-climate-change-into-marine-spatial-planning-1.150668>.

90 Formas, Havs- och vattenmyndigheten och SMHI, 2020. Ett svenskt bidrag till FN:s årtionde för havsforskning för hållbar utveckling 2021-2030.

91 <https://www.mistra.org/nyhet/hallbar-bla-ekonomi-fokus-for-ny-utlysning/>

92 <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/09/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet-2021.pdf>.

93 <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/klimat.html#h-HurarbetarHavsochvattenmyndighetenmedfragan>.

94 <https://www.ices.dk/advice/Pages/Latest-Advice.aspx>.

95 <https://www.su.se/stockholms-universitets-ostersjocentrum/policyverksamhet>.

96 Exempel från Östergötlands län: <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2887c5dd16488fe880d4d777/1536914037274/Handl.pl.20bilaga%20Hav%20i%20balans%20analys%20hot%20och%20p%20C3%A5verkan.pdf>.

97 <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/portals/baltadapt-climate-info>.

98 Formas, Havs- och vattenmyndigheten och SMHI, 2020. Ett svenskt bidrag till FN:s årtionde för havsforskning för hållbar utveckling 2021-2030.

exempel finns bland annat från Storbritannien⁹⁹. Sverige bör överväga att ta fram liknande produkter. För havsmiljön skulle de kunna vara indelade i tre områden: Västerhavet, Egentliga Östersjön och Bottniska viken.

10.7.2.4 Tillgång till och behov av styrande/juridiska åtgärder

Havsmiljöfrågorna styrs av ett regelverk som inkluderar FN:s havsrättskonvention (*United Nations Convention on the Law of the Sea*, UNCLOS), miljöbalken, hushållningsförordningen, havsplaneringsförordningen, havsmiljöförordningen och vattenförvaltningsförordningen. Havsplaneringsförordningen är Sveriges införande av EU:s ramdirektiv för havsplanering.

EU:s havsmiljödirektiv och havsmiljöförordningen

EU:s havsmiljödirektiv är införlivat i svensk lag genom havsmiljöförordningen (SFS 2010:1341). Havs- och vattenmyndigheten (HaV) ansvarar för det praktiska genomförandet i Sverige. De föreskrifter och åtgärder HaV beslutar om innebär att även andra myndigheter ska ta ansvar för att Sverige uppfyller direktivets åtaganden. Syftet är att skydda, bevara och om möjligt återställa havsmiljön, med det slutliga målet att bevara den biologiska mångfalden och skapa variationsrika och dynamiska oceaner och hav som är rena, friska och produktiva. Detta innebär dock inte att man försöker låsa fast ekosystem i ett omöjligt historiskt tillstånd, utan att arternas fördelning och abundans ska överensstämma med rådande geomorfologiska, geografiska och klimatiska villkor. Direktivet uppmärksammar att de marina ekosystemens dynamiska karaktär, med hänsyn till bland annat klimatförändringarnas effekter, innebär att definitionen av god miljöstatus med tiden eventuellt behöver anpassas. Åtgärdsprogrammen behöver följaktligen vara flexibla och anpassningsbara och marina strategier behöver uppdateras regelbundet.

Med stöd av havsmiljöförordningen samt miljöbalken, tar HaV fram åtgärdsprogram för havsmiljön för att uppnå det önskade tillståndet *God miljöstatus*. Havs- och vattenmyndigheten ska senast i december 2021 besluta om ett uppdaterat åtgärdsprogram för havsmiljön. Att ta fram åtgärdsprogrammet är sista steget i den sexåriga förvaltningscykeln som i havsmiljödirektivet beskrivs som den marina strategin. Åtgärdsprogrammet riktar sig till myndigheter och kommuner. HaV:s senaste förslag till åtgärdsprogram inkluderar förslag på ytterligare 15 åtgärder och ett antal modifieringar av åtgärder från det första åtgärds-

programmet från 2015. Åtgärderna syftar till att minska belastningen av näringsämnen och organiskt material, farliga ämnen, marint skräp samt undervattensbuller och skrubbersystem på fartyg.

För övergödningsproblematiken och annan belastning från land hänvisar åtgärdsprogrammet till vattenmyndigheternas respektive åtgärdsprogram.

EU:s vattendirektiv

Kopplingen mellan land och hav innebär att åtgärder och avvägningar som följer av EU:s vattendirektiv¹⁰⁰ har stor bäring på havsmiljön, bland annat kopplat till övergödning och miljögifter, eftersom vattenförvaltningens åtgärdsprogram för landbaserade källor och punktkällor vid kusten har stor betydelse. I samband med expertrådets dialogseminarium nämndes dilemmat med att man vid tillsyn och prövning utgår från hur dagens klimat styr till exempel vattenomsättning och vattenkvalitet.

Vattendirektivet bygger på referensförhållanden och gränsvärden som är satta utifrån dagens klimat. Referensförhållanden och gränsvärden är grunden för rättsligt bindande miljökvalitetsnormer, som i sin tur är utgångspunkten vid tillståndsprövningar. Vilka värden som ska användas regleras av Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter. Eventuella justeringar till följd av storskaliga förändringar ska samordnas inom EU. I samband med expertrådet för klimatanpassnings dialogseminarium i oktober 2020 nämndes dilemmat med att man vid tillsyn och prövning utgår från hur dagens klimat styr till exempel vattenomsättning och vattenkvalitet.

EU:s biodiversitetsstrategi

EU-kommissionens biodiversitetsstrategi till 2030 är ett exempel på hur behovet av fler och mer effektiva åtgärder uppmärksammas¹⁰¹. Strategin betonar vikten av konkreta åtgärder för att restaurera och förbättra bevarandestatusen av livsmiljöer och arter, också från ett klimatanpassningsperspektiv. Flera åtgärder är möjliga att implementera snarast, som ett ökat och stärkt marint områdesskydd, begränsningar av fysisk påverkan genom regleringar av fiske, båttrafik och exploatering, samt begränsning av farliga ämnen och närsaltsbelastande ämnen. Strategin innehåller konkreta åtaganden och åtgärder som ska genomföras senast 2030. Bland annat ska EU utvidga Natura 2000-nätverket av skyddade områden och garantera strikt skydd för områden med mycket stor biologisk mångfald och högt klimatvärde. EU-kommissionen har bland annat åtagit sig att presentera ett förslag på nya juridiskt bindande regler om restaurering av ekosystem under 2021.

99 <http://www.mccip.org.uk/impacts-report-cards/full-report-cards/2020>.

100 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=celex:32000L0060>.

101 Regeringskansliet faktapromemoria 2019/20: FPM43, EU:s strategi för biologisk mångfald för 2030.

Marint områdesskydd

Ny forskning visar på tydliga samband mellan skydd av marina områden och klimatanpassning samt säkerställande av havens funktion som kolsänka¹⁰², vilket ses som ett starkt argument för att skydda marina områden och särskilt kustnära områden.

Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelserna lyfter behovet av att anpassa områdesskyddet för att även tillgodose effekter av klimatförändringar och behovet av att säkra områden som kan få stor betydelse för klimatanpassning, så kallade klimatrefugier.

Det befintliga etappmålet för områdesskydd löpte ut 2020. Miljömålsberedningen har i sitt delbetänkande *Havet och människan* lyft vikten av att analysera arbetet med marint områdesskydd, inte minst ur ett klimatanpassningsperspektiv¹⁰³. Miljömålsberedningen föreslår att kap. 4 i miljöbalken kompletteras så att ett naturreservat kan bildas med syfte att bevara ett opåverkat område eller med syfte att bidra till klimatanpassning¹⁰⁴.

Beredningen baserade detta på en bedömning av att det, med dagens kunskap och utvecklade modelleringsteknik, är möjligt att kunna fastställa klimatanpassning, till exempel klimatrefugier, som skäl för att skydda områden. Miljömålsberedningen erfar att det råder delade meningar hos miljöjurister om befintlig utformning av 7 kap. 4 § miljöbalken kan medge inrättande av naturreservat med syftet att vara opåverkat område eller klimatrefugier.

Delbetänkandet för fram att det formella områdesskyddet bör anpassas allt eftersom kunskapen ökar om effekter av klimatförändringar och havsförurning. Områden som idag anses triviala kan komma att bli kärnområden för olika arters överlevnad på sikt. Detta kan till exempel vara områden med blåmusselbankar eller tångbälten som idag bedöms som triviala miljöer, men i framtiden kan vara kärnområden för arter och livsmiljöer. Ett annat exempel är områden som bedöms förbli istäckta under vinterhalvåret och då kunna vara kärnområden för vikare i Bottenviken. Områden som forskningen och myndigheter, till exempel genom modelleringar, antar kan få en väsentlig betydelse i framtiden bör kunna avsättas som skyddade områden.

EU:s naturvårdsdirektiv

Reglering av miljögifter, föroreningar och när-salter bidrar till en förbättrad vattenkvalitet. Detta, tillsammans med ett nätverk av ekologisk sammanhängande skyddade områden, främjar återuppbyggnad av biologisk mångfald som är nödvändigt för att återuppbygga kommersiella fiskbestånd. Det i sin tur bidrar till en ökad återhämtningsförmåga vid klimatförändringar. Därför är även regelverk som EU:s naturvårdsdirektiv, som bland annat införlivats i svenska miljöbalkens kapitel 7: Skydd av områden.

Fiskeriförvaltning

Havs- och vattenmyndigheten och Jordbruksverket har fått i uppdrag av regeringen att ta fram en gemensam strategi för vattenbruk, yrkes- och fritidsfiske. Ett av huvudmålen i den nya strategin är att våra akvatiska ekosystem är i balans, är bärkraftiga och förvaltas enligt ekosystemansatsen i syfte att generera samhällsnytta.

Klimatförändringarnas effekter på fiskbeståndens utbredning och migrationsmönster förutspås leda till försvårade förhandlingar¹⁰⁵. Detta innebär också ett ökat behov av samhällsekonomiska analyser för att definiera kriterier för fördelning av fiskerättigheter mellan kuststater och för att analysera förväntade effekter av olika förhandlingsutfall¹⁰⁶. Fiskekvoter inom EU styr mycket av fisketrycket i våra vatten. När EU-ländernas fiskeri- och jordbruksministrar möttes den 11-12 oktober 2021 enades de om fiskekvoter för Östersjön under 2022. Beslutet innebär totalt sett minskade fiskemöjligheter för alla länder runt Östersjön och antas få negativa konsekvenser för det svenska kustnära fisket, kustsamhällen och för fiskberedningsföretag i alla medlemsstater runt Östersjön.

Fiskeriförvaltningen baseras, inom ramen för den gemensamma fiskeripolitiken, på behovet av att säkerställa ett miljömässigt hållbart utnyttjande av de marina biologiska resurserna och en långsiktig lönsamhet för sektorn. I syfte att uppnå detta mål har EU antagit lagstiftning om tillträdet till unionens vatten, tilldelningen och användningen av resurserna, de totala tillåtna fångstmängderna, begränsningarna av fiskeansträngningen och tekniska åtgärder.

Inom fiskeriförvaltningen pågår kontinuerligt framtagande och förankring av vetenskapligt underlag som en integrerad process vid framtagande av åtgärder – både nationellt och internationellt. Exempel är artikel 7 i EU:s gemensamma fiskeripo-

102 Roberts, C.M., m.fl., 2020. Climate change mitigation and nature conservation both require higher protected area targets, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B 375: 20190121.

103 Miljömålsberedningen, 2020. *Havet och människan*. Delbetänkande från miljömålsberedningen. SOU 2020:83 Vol. 1.

104 Miljömålsberedningen, 2020. *Havet och människan*. Delbetänkande från miljömålsberedningen. SOU 2020:83 Vol. 2.

105 Dankel, D. m.fl., 2015. Allocation of fishing rights in the NEA. Discussion paper. Nordiska ministerrådet.

106 Havsmiljöinstitutet, 2020. Samhällsekonomisk analys till stöd för en ekosystembaserad fiskförvaltning. Havsmiljöinstitutets rapport nr 3/2020.

litik¹⁰⁷ (GFP) kring krav på åtgärder för att skyndsamt anpassa fiskemöjligheter efter uppfattade förändringar av beståndens status. Anpassning av fiskekapacitet till tillgängliga fiskemöjligheter är en integrerad del av EU:s gemensamma fiskeripolitik, som bland annat anger (i artikel 22) att unionen för att bidra till bevarandet av levande akvatiska resurser och marina ekosystem bör sträva efter att skydda biologiskt känsliga områden genom att utse dem som skyddade områden.

Möjlighet till försäkring för väderrelaterade händelser som påverkar landbaserade fiskodlingar

I Sverige erbjuds få försäkringsmöjligheter för landbaserade fiskodlingar. En del vattenbrukare har utrustning och byggnader försäkrade mot olika typer av skador, men djuren på anläggningen är sällan försäkrade. Anledningen till att få väljer att försäkra sitt djurvärde är att premierna ofta är orimligt höga, vilket kan leda att vattenbrukare får lägga ner verksamheten efter förlust av djur i samband med väderrelaterade händelser som översvämningar¹⁰⁸. Den 21 april 2021 började nya regler att gälla för ansvar över djurhälsa och biosäkerhetsåtgärder hos vattenlevande djur. De inkluderar krav på åtgärder mot översvämning eller inträngning av vatten från närliggande vattendrag¹⁰⁹.

Förslag till havsplaner

Havsplanering är ett viktigt verktyg för att förhindra konflikt mellan politiska prioriteringar och för att förena naturvård med ekonomisk utveckling. Havs- och vattenmyndigheten lämnade förslag till havsplaner i december 2019¹¹⁰. De ligger nu på regeringens bord att besluta om. Planerna har sin utgångspunkt i lagar, förordningar, samhällsmål och rapporter av olika slag, samt en omfattande dialog mellan Havs- och vattenmyndigheten och berörda intressenter. De kommer att vägleda nationella myndigheter, kommuner och domstolar i kommande beslut, planering och tillståndsprövningar. Näringsidkare får också vägledning av planen. Havsplanerna ska bidra till en långsiktigt hållbar utveckling. De ska förena näringspolitiska mål, sociala mål och miljömål.

Förslaget till havsplaner uppmärksammar att effekter av klimatförändringar på land kan innebära ett ökat intresse för verksamheter till havs, samt att ökad stranderosion ökar sandutvinning till havs. Dessutom uppmärksammas att mer extremt

väder innebär ett ökat beredskapsbehov. Havsplanerna markerar det ökade behovet av omsorg om områden som har höga naturvärden samt uppskattning av dess utbredning. Det uppmärksammas även att förordningen om myndigheters klimatanpassningsarbete (2018:1428) medför att skyddsvärda naturvärden behöver värderas utifrån ett klimatperspektiv, där utbredningen av dessa värden kan förändras på sikt. Havsplanen belyser också behov av god uppföljning av det marina områdesskyddets representativitet och funktionalitet. Detta ses som viktig för att nätverket av skyddade områden ska bidra till en grön infrastruktur i havet som främjar produktionen av ekosystemtjänster och en hållbar ekonomisk utveckling.

Havsplanernas vägledning innehåller nya sätt att styra mot utvecklande av ekosystemtjänster, som komplement till etablerade former av naturskydd. Genom vägledning om särskild hänsyn till höga naturvärden uppmärksammas bland annat behov av hänsyn till resiliens kopplat till klimatförändringar. Områden som är särskilt viktiga för en arts utbredning när klimatet förändras blir identifierade, vilket bidrar till möjligheten för dessa ekosystem att bli mer motståndskraftiga för klimatförändringar. Havsplanen vägleder även kring sandutvinning från havet för att säkerställa minimerad negativ påverkan.

Regionala handlingsplaner för grön infrastruktur

Länsstyrelserna har mellan 2015 och 2018 haft regeringsuppdraget att ta fram regionala handlingsplaner för grön infrastruktur. De regionala handlingsplanerna ska ligga till grund för anpassningar till ett förändrat klimat och vara ett stöd vid planering av åtgärder för klimatanpassning¹¹¹. De regionala handlingsplanerna kan komma att utgöra en viktig grund för det länstäckande kunskapsunderlaget om en marin grön infrastruktur och på sikt bidra till att säkerställa landskapsperspektivet i kunskapsunderlaget. Länsstyrelserna i Stockholms, Södermanlands och Västra Götalands län har tydligt inkluderat marin miljö i sina regionala handlingsplaner. I handlingsplanerna identifieras kunskapsbrist som ett av de största hoten mot den marina gröna infrastrukturen. I Kosterhavet, som är det område i Västra Götaland som är bäst undersökt, är inte mer än en procent av ytan kartlagd. De regionala handlingsplanerna för de tre länen lyfter fysisk påverkan och fragmentering till följd av exploatering, bebyggelse och båttrafik som ett av de största hoten mot grön infrastruktur

107 Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1380/2013 av den 11 december 2013 om den gemensamma fiskeripolitiken, om ändring av rådets förordningar (EG) nr 1954/2003 och (EG) nr 1224/2009 och om upphävande av rådets förordningar (EG) nr 2371/2002 och (EG) nr 639/2004 och rådets beslut 2004/585/EG.

108 Jordbruksverket, 2015. Vattenbruk och väderrelaterade störningar.

109 <https://jordbruksverket.se/djur/ovriga-djur/fiskar-kraftdjur-och-blottdjur/fiskar-kraftdjur-och-blottdjur-i-kommersiell-verksamhet/nya-regler-for-anlaggningar-med-fiskar-kraftdjur-och-blottdjur>

110 <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering/havsplaner/forslag-till-havsplaner/forslag-till-regeringen.html>

111 Nyström, A. m.fl., 2020. Grön infrastruktur i havet – landskapsperspektiv i förvaltningen av Sveriges marina områden, Naturvårdsverket, rapport 6930/2020.

i den marina miljön. Stockholm och Södermanland har också fokus på övergödning, medan Västra Götaland särskilt lyfter fiske och ökade vattentemperaturer till följd av klimatförändringar. Andra faktorer som nämns är miljögifter och buller. Handlingsplanen för Västra Götaland lyfter bryggor, pirar och muddringar som särskilda hot mot grunda områden. Västerhavets värdefulla marina ekosystem hör också till länets prioriterade insatsområden¹¹².

Behov att överbygga gapet mellan nationell och kommunal planering

Projektet *IMAGINE* lyfter att den nationella havsplaneringen ska fungera som vägledande för kommunal planering av havet, men att den kommunala planeringen, till skillnad från nationell havsplanering, inte utgår från en ekosystemansats och att tydlig styrning mot bevarande eller återställande av en grön infrastruktur i Sveriges havsområden därför saknas. Länens regionala handlingsplaner för grön infrastruktur skulle kunna vara ett verktyg för att överbygga gapet mellan nationell och kommunal planering, men planerna är i nuläget inte rättsligt bindande och det saknas därför rättsliga krav på att den gröna infrastrukturen ska beaktas vid tillståndsprövningar. Man lyfter även att habitatdirektivet och havsmiljödirektivet båda är rumsliga till sin natur, men att de ger mycket svag vägledning om hur landskapsperspektivet ska beaktas i praktiken¹¹³.

Möjlighet till stöd för att skydda den marina miljön

Stöd för skydd av havsmiljön får lämnas i enlighet med artiklarna 79 och 80.1b i förordning (EU) nr 508/2014¹¹³. Stödet söks från Jordbruksverket. Det kan betalas ut för att driva projekt som skyddar den marina miljön, särskilt den biologiska mångfalden och marina skyddsområden som Natura 2000-områden. Länsstyrelser kan till exempel få stöd för att ta fram de delar av de regionala handlingsplanerna för grön infrastruktur som handlar om marina miljöer, och de ekosystemtjänster som hör dit.

Miljömålsberedningen föreslår ett nytt anslag, *Statligt stöd till lokalt havs- och vattenvårdsarbete*, som där det är ändamålsenligt ska kunna säkerställa att åtgärder bidrar till flera funktioner, som att till exempel både gynna övergödnings- och fiskåtgärder eller bidra till klimatanpassning.

Åtgärder för att minska närsaltstransport till havet kan söka finansiering via hållbarhetsprojektet

Greppa Näringen som drivs i ett samarbete mellan Jordbruksverket, LRF, länsstyrelserna samt ett stort antal företag i lantbruksbranschen. Ytterst ansvarar Jordbruksverket för projektet och finansiering sker med hjälp av det svenska Landsbygdsprogrammet och återförda miljöskatter. Det är framförallt enskilda markägare som söker stöd för åtgärder som minskar näringsläckage.

10.7.2.5 Tillgång och behov av organisatoriska/samordnade åtgärder

Havsförvaltning med en reell ekosystemansats förutsätter en perspektivförskjutning och ett omfattande samarbete – det tar tid att få alla bitar på plats¹¹⁴. Kortsiktighet, där finansiering ofta sker i projektform, såväl som kortsiktiga politiska mål kan leda till att samarbeten och samordning inte kan upprätthållas över tid.

Samverkan mellan styrande planer och program

Havsförvaltningen är kopplad till vattenförvaltningen och tillsammans ska de ses som en helhet från källa till hav. Klimatanpassning behöver integreras och införlivas i det ordinarie arbetet med marint skydd och havsplanering, samt inom vatten- och havsmiljöförvaltning enligt vatten- och havsmiljö-direktiven. Flera aktörer och förvaltningsområden berörs av havsförvaltning. Samarbete krävs över administrativa gränser, inklusive nationsgränser.

Många aktörer delar således på ansvaret, vilket kräver gemensamma åtgärder och utvecklade arbetsformer. I Sverige överlappar Havs- och vattenmyndighetens nationella planer med delar av det havsterritorium som kommunerna ansvarar för enligt plan- och bygglagen¹¹⁵. Medan de nationella havsplanerna ska antas av regeringen, tar kommunfullmäktige beslut i de 82 svenska kustkommunerna.

Gränsöverskridande samverkan för havsmiljön

Samverkan för det gränsöverskridande vattnet krävs för att säkra havsmiljö och vattenhushållning i ett förändrat klimat. De svenska havsplanerna gränsar till nio grannländers territorialhav eller ekonomiska zoner. Sveriges sju grannländer, som är medlemmar i EU, är förbundna att utarbeta havsplaner i enlighet med EU:s ramdirektiv för

112 Miljömålsberedningen, 2020. SOU 2020:83. Havet och människan, volym 2.

113 Nyström, A. m.fl., 2020. Grön infrastruktur i havet – landskapsperspektiv i förvaltningen av Sveriges marina områden. Naturvårdsverket, rapport 6930/2020.

114 Wikström, S. m.fl., 2020. Ekosystemansatsen – praktiska erfarenheter från svensk havs- och vattenförvaltning. Naturvårdsverket, rapport 6934/2020.

115 https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900.

havsplanering¹¹⁶. Krav på samarbete med gränsöverskridande frågor gäller även för havsmiljödirektivet och vattendirektivet. Syftet är att skapa enhetliga och samordnade planer samt etablera samarbeten som framför allt hanterar gränsöverskridande frågor.

Länderna inom HELCOM har kommit överens om en gemensam aktionsplan för Östersjöns miljö, *Baltic Sea Action Plan* (BSAP). Målet har varit att Östersjön ska ha god ekologisk status år 2021. Målet har inte uppnåtts, trots omfattande insatser som lett till att bland annat tillförseln av vissa farliga ämnen minskat. På grund av belastningar från olika mänskliga aktiviteter har den biologiska mångfalden gradvis försämrats och återhämtning omöjliggörs eller fördröjs i Östersjön. De flesta fisk- och fågelarter, marina däggdjur samt bentiska och pelagiska livsmiljöer hade vid den senaste bedömningen (2011-2016) inte uppnått god miljöstatus¹¹⁷. Den negativa inverkan från mänskliga aktiviteter påverkar alltså inte bara enskilda arter utan även hela ekosystem. I takt med att effekterna av klimatförändringarna ökar förväntas dessutom de negativa effekterna öka.

Planen har därför uppdaterats under 2021. Den uppdaterade BSAP:en¹¹⁸ innefattar fyra segment med specifika mål med konkreta åtgärder: Biodiversitet, övergödning, farliga ämnen och marint skräp, samt havsbaserade aktiviteter. Åtgärder inom alla segment är utformade för att stärka Östersjöns resiliens och därmed förbättra havets förmåga att stå emot climateffekterna. Klimatförändringar är dessutom ett av flera tvärgående områden i planen, med åtgärder som fokuserar på att öka beslutsfattarens tillgång till information kring påverkan från klimatförändringar, i kombination med annan påverkan, och kring identifikation av behov och möjligheter att vidareutveckla HELCOM:s policyer och rekommendationer med hänsyn till påverkan av klimatförändringar.

Arbetet med BSAP är kopplat EU:s havsmiljödirektiv och EU:s strategi för Östersjöregionen. EU:s strategi för Östersjöregionen kan nyttjas som en övergripande samverkansplattform för att stimulera flernivåsamarbeten och för att mer effektivt rikta olika finansiella styrmedel mot åtgärder där det finns ett stort mervärde av nationella samarbeten.

Minskade utsläpp av kväve och fosfor från land kommer att ge bättre syreförhållanden och vattenkvalitet även vid mycket stora klimatförändringar och göra Östersjöns ekosystem

mer motståndskraftigt mot klimatförändringar. Det krävs således att det långsiktiga samarbetet kopplat till BSAP, med att ytterligare minska östersjöländernas utsläpp av kväve och fosfor till havet, fortsätter¹¹⁹.

OSPAR¹²⁰ är en regional konvention för att skydda miljön, den ger Sverige en röst i förvaltningen av Nordostatlanten (Nordsjön, Skagerrak och delar av Kattegatt) genom samarbete med 12 andra länder, samt EU. OSPAR har varit drivande inom frågor som havsförsurning och områdesskydd. Arbete med relevans för klimatanpassning rör bland annat målet att till 2030 ha säkerställt att mål för närsaltstillförsel och genomförda åtgärder är tillräckliga för att undvika eutrofiering i ett klimat i förändring, samt att säkerställa ekosystems resiliens för klimatförändringar och havsförsurning.

Hållbar blå ekonomi – ömsesidigt beroende av ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet

I maj 2021 presenterade EU-kommissionen en ny strategi för en hållbar blå ekonomi¹²¹. Det övergripande syftet med strategin är att anpassa riktningen för den blå ekonomin till att ligga i linje med EU:s gröna giv (COM/2019/640 final) som handlar om att EU vill bli världens första klimatneutrala region. Kommissionen aviserar med sitt meddelande en tydlig förändring mot en mer cirkulär och hållbar blå ekonomi, från den tidigare förda politiken för blå tillväxt, till exempel presenterat i COM/2012/0494 final, som hade en mer linjär inriktning mot tillväxt och jobbskapande. Meddelandet innehåller en uppräkningslista av nya mål, en presentation av pågående relevanta initiativ samt aviseringar av nya initiativ av olika slag som kommissionen framöver avser att presentera. Ämnena spänner brett, från sjöfart och hamnar till fiske, minskat avfall, havsmiljöskydd och även ämnesöverbryggande förvaltningsfrågor, innovation och medborgarengagemang ("citizen engagement").

I strategin presenteras mål om att skydda 30 procent av havet och att skapa ekologiska korridorer för att vända förlusten av biologisk mångfald, bidra till klimatreducering och motståndskraft och samtidigt generera betydande ekonomiska och sociala fördelar. Kommissionen anger att investeringar i marint skyddade områden ger ekonomiska vinster samt att de, vid effektiva åtgärder, kan öka förekomsten av fisk och marint liv vid. Kommissionen planerar att föreslå bindande EU-regler för att restaurera skadade ekosystem, en ny hand-

116 Europaparlamentets och rådets direktiv 2014/89/EU av den 23 juli 2014 om upprättandet av en ram för havsplanering.

117 HELCOM, 2018. State of the Baltic Sea.

118 HELCOM, 2021. <https://helcom.fi/media/publications/Baltic-Sea-Action-Plan-2021-update.pdf>.

119 Arneborg, L. & Gustafsson B., 2020. Övergödningen i Östersjön – en bakgrundsrapport. Nr 2/2020. Stockholms universitets Östersjöcentrum och SMHI.

120 <https://www.ospar.org/>.

121 EU kommissionen, 2021. Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt regionkommittén om en ny strategi för en hållbar blå ekonomi i EU: Omställning av EU:s blå ekonomi för en hållbar framtid. COM 240/2021.

lingsplan för att skydda fiskeresurser och ekosystem samt att främja lokala deltagandeinitiativ.

Det lyfts behov av att säkerställa att kustområden och öregioner som påverkas av klimatförändringar erbjuds tillräckliga möjligheter till tillväxt och kan dra nytta av alla lämpliga finansieringsflöden. Man ser behov av innovativa insatser som underlättar tillgång till marknader och tjänster och främjar cirkulär ekonomi. Strategin öppnar för att se på havet som en resurs, samtidigt som den lyfter upp det kritiska miljötillståndet i havet på den politiska agendan.

10.7.3 Prioritering av klimatanpassningsbehov för marina miljöer, fiske och vattenbruk

Ett förändrat klimat kommer att påverka havens ekosystem och en framtida möjligheten att använda havens ekosystemtjänster. Detta påverkar havsplaneringen som måste ha beredskap för hur förutsättningar för användningen av havet kan förändras till följd av klimateffekter. Om inte ett förändrat klimat beaktas, finns det risk att känsliga ekosystemtjänster nyttjas över en hållbar nivå. Vad som är lämpligaste användningen för ett visst område kan ändras när klimatet förändras. Det kan både ge nya möjligheter för olika verksamheter, samtidigt som lämpligheten kan försämrans. Utan klimatanpassning i havsplanerna finns risken vissa områden nyttjas för på ett olämpligt sätt i framtiden. Arbete med klimatrefugier (tillflykter) krävs för att säkerställa att områden med höga naturvärden, som sannolikt i begränsad utsträckning kommer att påverkas av klimateffekter, bevaras.

Kontinuerlig uppföljning och utvärdering av trender och status krävs för att kunna sätta in åtgärder innan det sker kraftiga försämringar, samt för att kunna skilja förändringar som beror på förändrat klimat från andra faktorer. Miljö kvalitetsnormer (MKN) är juridiskt bindande mål som ska följas upp och är därmed ett viktigt verktyg för att nå hållbara ekosystem och möjliggöra hållbar användning av havets resurser. Det behövs dock mer data för att täcka in förändringar som kommer av att klimatet ändras, såväl indikatorer kopplade till näringsväven och biologisk mångfald, som data som täcker in utvärdering av åtgärder.

För att kunna föreslå rätt åtgärder är det viktigt att följa hur klimatet förändras, så att direkta effekter av klimatförändringar kan skiljas från annan mänsklig påverkan (som i sin tur kan förstärkas på grund av ett ändrat klimat). Det är även viktigt att följa och tidigt varna för etablering av

invasiva främmande arter och för andra allvarliga effekter på näringsväven. Avseende kommersiella arter som kan förväntas få sämre förutsättningar, såväl som för invasiva arter, är det viktigt med "early warnings" som bäst uppnås genom att kombinera miljöövervakning med rapporteringar från exempelvis yrkes- och fritidsfisket för att därigenom få en stor volym av observationer med hög rumslig upplösning. I vissa fall behöver kunskapsunderlag tas fram för att relatera effekterna av förändrat klimat till arbetet med hotade arter och naturtyper och även områdesskydd. På så sätt ökar möjligheten att bevarandemål uppnås, trots klimatförändringar¹²².

10.7.4 Prioritering av åtgärder för marina miljöer, fiske och vattenbruk med fokus på år 2023–2028

Genom ett resultatstyrt arbetssätt för att säkerställa ett funktionellt och sammanhållet nätverk av marint skydd kan effekterna av ett förändrat klimat mötas bättre. Ett juridiskt skydd av den marina miljön behöver kompletteras med andra verktyg som till exempel havsplanering, insatser mot övergödning och reglering av storskaligt fiske för att uppnå förutsättningarna för en frisk havsmiljö.

Det finns behov av en adaptiv miljöövervakning som tar hänsyn till att referensvärden inte kan hanteras som statiska i och med att klimatet förändras. Information från hydrologiska och oceanografiska klimatprojektioner kan användas för att möjliggöra ett proaktivt, istället för ett reaktivt, förhållningssätt. Detta är bra för system som har lång reaktionstid, till exempel djupbassänger i kustzonen med låg vattenomsättning och syreproblematik.

Till följd av ett förändrat klimat växer behovet av att de olika förvaltningsplanerna behöver samordnas bättre och att berörda regelverk behöver ses över för bättre samordning och för att tydligt identifiera större målkonflikter.

För att möjliggöra detta krävs underlag kring effekter av beslut om användning av havet i ett brett perspektiv som inkluderar såväl biologisk mångfald, som ekonomiska och sociala effekter, med hänsyn taget till klimatförändringar.

Berörda aktörer behöver få tydligt ansvar för att förvaltningsmål uppfylls och det krävs en ambitiös uppföljning av framsteg mot målen. Det kan även krävas att man vidareutvecklar indikatorer av eko-

122 Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Handlingsplan för klimatanpassning.

systembaserad förvaltning som kvantitativt mäter framstegen mot dess principer¹²³.

Belastningen på haven, av både näringsämnen, miljögifter och skräp, måste minska för att öka ekosystemens hälsa och motståndskraft för klimatförändringar. Fisketrycket behöver minska totalt sett och helt upphöra i skyddade områden. Detta behöver dock planeras för, tillsammans med planering för att havet och kusten kommer att utnyttjas mycket mer än gör idag, till exempel för vindkraft, vattenbruk med alger, och sjöfart.

Det finns behov av att integrera klimatanpassning för marina miljöer och fiske i arbetet med översikts- och detaljplaner på kommunal nivå, regionplaner, havsplaner, samt i åtgärdsprogram för vatten- och havsmiljöförvaltning. Dessutom behöver miljöövervakningen kunna ge information som ger underlag till klimatanpassningsåtgärder.

Åtgärdsförslagen nedan har gjorts utifrån en bedömning var det finns störst behov av åtgärder med hänsyn till identifierade risker. Förslagna åtgärder bör genomföras (eller påbörjas) som en del av implementeringen av den uppdaterade nationella klimatanpassningsstrategin, det vill säga inom perioden 2023–2028.

Prioriteringarna har gjorts med utgångspunkt från att värna funktionella ekosystem, kombinerat med en hållbar blå tillväxt.



FOTO: ADOBE STOCK

123 Wikström, S. mfl., 2020. Ekosystemansatsen – praktiska erfarenheter från svensk havs- och vattenförvaltning. Naturvårdsverket rapport 6934/2020.

Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, utvidga nuvarande åtgärd(er)
<p>Påverkan på funktionella ekosystem</p>	<p>Vad: Säkerställ att de tre havsplanerna blir vägledande för översikts- och detaljplaner på kommunal nivå.</p> <p>Varför: Den kommunala planeringen, till skillnad från den nationella, utgår inte från en ekosystemansats och därmed saknas en tydlig styrning mot bevarande eller återställande av en grön infrastruktur i Sveriges havsområden. Det krävs ökad hänsyn till biologisk mångfald och områdesskydd för att säkerställa funktionella ekosystem när klimatet förändras.</p> <p>Hur: Integrera klimatanpassning för marina miljöer och fiske i arbetet med översikts- och detaljplaner på kommunal nivå. Kopplat till det behöver länsstyrelsens ingripande grunder utvidgas till att omfatta planer och bestämmelser som står i strid med havsplaner. Även övriga förslag i Naturvårdsverkets rapport <i>Grön infrastruktur i havet – landskapsperspektiv i förvaltningen av Sveriges marina område</i>¹²⁴ bör beaktas.</p>
Risk	Åtgärd(er): Styrande/juridiska, kunskap, informativa, utvidga nuvarande åtgärd(er)
<p>Påverkan på funktionella ekosystem</p>	<p>Vad: Ökade resurser till genomförandet av och framtagande av underlag för vattenförvaltningens och havsmiljöns åtgärdsprogram så att kraven i dessa bidrar till ökad resiliens mot klimatförändringar. Dessutom behöver en ökad koppling till fiskförvaltningen regleras.</p> <p>Varför: Vattenförvaltningen och havsmiljöförvaltningen behöver ha beredskap för hur förutsättningar för användningen av havet successivt förändras till följd av klimat-effekter. Fiskpopulationerna har ofta en strukturerande roll i vattenekosystemen och därmed en avgörande betydelse för den ekologiska statusen. Det behövs mer data för att täcka in förändringar som kommer av att klimatet ändras, såväl indikatorer kopplade till näringsväven och biologisk mångfald som data som täcker in utvärdering av åtgärder. Denna information krävs för att kunna sätta in åtgärder innan kraftiga försämringar sker och för att skräddarsy marina områdesskydd för att optimera motståndskraften mot den ökade stress som effekterna av ett förändrat klimat innebär. För att bygga kommande åtgärdsprogram med större hänsyn till effekter av ändrat klimat och med hänsyn till större behov av klimatanpassningsåtgärder behövs därmed mer kunskap och bättre underlag.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att upprätta en kontinuerlig uppföljning och utvärdering av trender och ekologisk status, så att förändringar som beror på förändrat klimat kan skiljas från andra faktorer och från annan mänsklig påverkan. Detta behövs för att kunna integrera ett klimatanpassningsperspektiv för marina miljöer i åtgärdsprogram för vatten- och havsmiljöförvaltning. Uppdraget bör inbegripa att följa och ge tidiga varningar för etablering av invasiva främmande arter, såväl som för andra allvarliga effekter på näringsväven.</p>
Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, kunskap, utvidga nuvarande åtgärd(er)
<p>Påverkan på funktionella ekosystem</p>	<p>Vad: Skärp regler för vad som kan tillåtas i områden med marint områdesskydd med hänsyn till klimatförändringar och möjliggör inrättande av naturreservat för klimatanpassning.</p> <p>Varför: För att ge ekosystem en chans att anpassa sig till förändrade klimatförhållanden krävs, som komplement till minskad belastning, marint områdesskydd och restaurering.</p> <p>Hur: Implementera Miljömålsberedningens förslag att 7 kap. 4 § miljöbalken kompletteras så att ett naturreservat kan bildas för att bevara ett opåverkat område eller för att bidra till klimatanpassning. Ta fram ett kompletterande regelverk för vad som tillåts från klimatanpassningsperspektiv i befintliga marina naturreservat.</p>