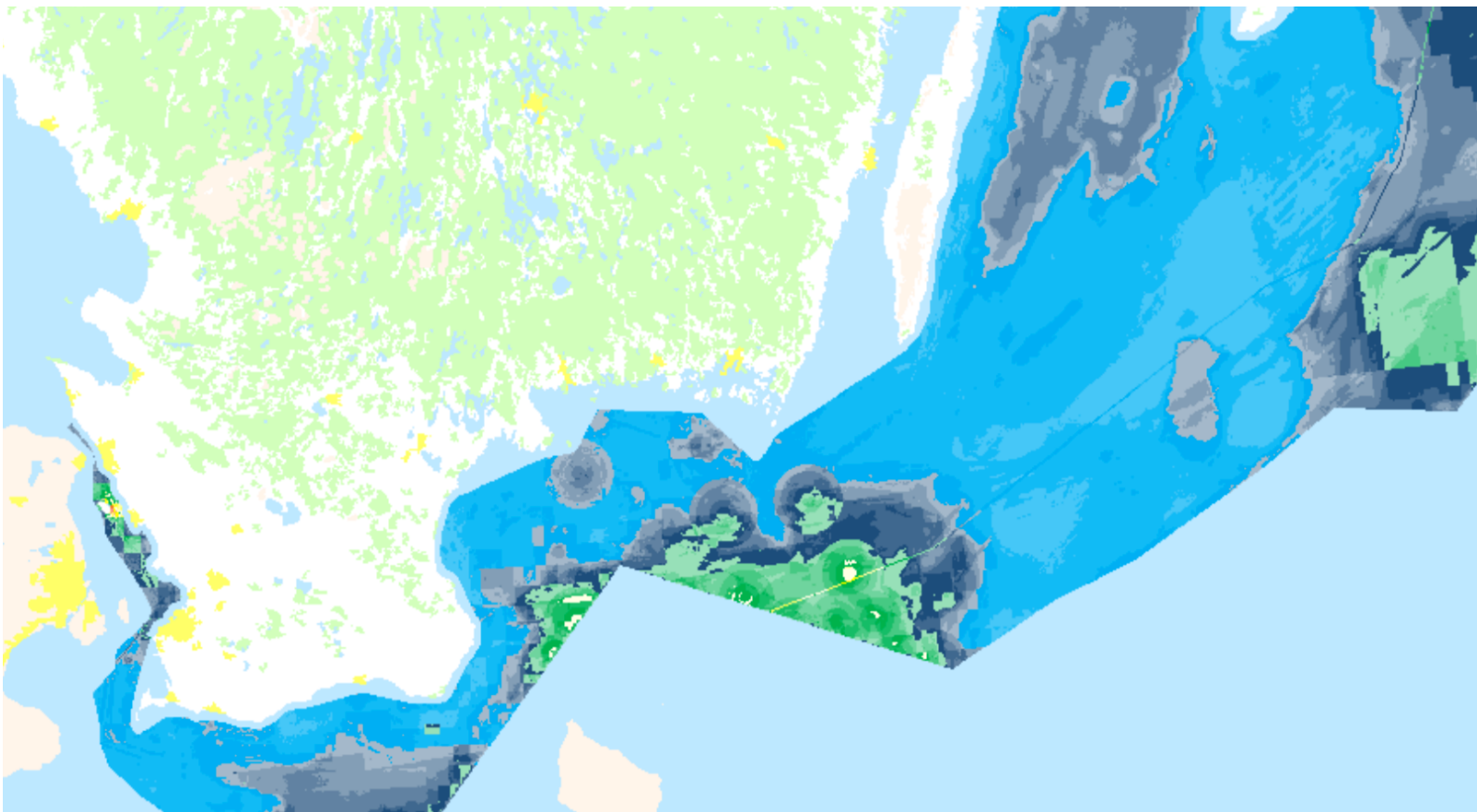


Symphony

Integrerat planeringsstöd för statlig havsplanering utifrån en ekosystemansats



Denna rapport har tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten. Myndigheten ansvarar för rapportens innehåll och slutsatser.

Havs- och vattenmyndigheten
Datum: 2018-04-10

ISBN 978-91-87967-88-7

Havs- och vattenmyndigheten
Box 11 930, 404 39 Göteborg
www.havochvatten.se

Symphony

Integrerat planeringsstöd för statlig havsplanering utifrån en ekosystemansats

Linus Hammar, Jan Schmidtbauer Crona, Gustav Kågesten,
Duncan Hume, Jonas Pålsson, Malin Aarsrud, Daniel Mattsson,
Frida Åberg, Marie Hallberg, Thomas Johansson

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:1

Förord

På uppdrag av regeringen arbetar Havs- och vattenmyndigheten med att ta fram förslag till svenska havsplaner. Symphony är en bedömningsmetod som utvecklats av Havs- och vattenmyndigheten för att stödja detta arbete. Metoden är ett sätt att bedöma kumulativ miljöpåverkan i havet och används inom planeringsarbetet såväl som till stöd för miljökonsekvensbedömning. Denna rapport syftar framförallt åt att ge en beskrivning av metoden med dess fördelar och begränsningar.

Göteborg 10 april 2018

Björn Sjöberg

INNEHÅLL

SUMMARY IN ENGLISH	7
DET HÄR ÄR SYMPHONY	9
Symphony i sitt sammanhang	9
BAKGRUND OCH PRINCIP	11
Symphony i relation till havsmiljödirektivet och grön infrastruktur	13
ANVÄNDNING	14
Syfte	14
Hur Symphony används i havsplanering	14
METOD	17
Hur Symphony tagits fram	17
Samarbetsparter inom Symphony	17
Tid och rum	19
Ekosystemkomponenter	19
Symphonys gröna karta	26
Belastningar	28
Känslighetsmatriser	37
Hur känslighetsmatriserna tagits fram	38
Osäkerhet	39
Analytisk plattform	41
Metod för scenarioanalyser	41
Antaganden i analys <i>Nuläge plan</i>	41
Antaganden i analys <i>Utblick 2030</i>	42
RESULTATÖVERSIKT	44
Kumulativ miljöpåverkan: <i>Nuläge</i>	44
Västerhavet <i>Nuläge</i>	46
Östersjön <i>Nuläge</i>	49
Bottniska viken <i>Nuläge</i>	52
Klimatförändringarnas betydelse	55
Havsplaneringens effekt: <i>Nuläge plan</i>	56
Västerhavet <i>Nuläge plan</i>	58
Östersjön <i>Nuläge plan</i>	58
Bottniska viken <i>Nuläge plan</i>	59
Ytterligare analyser	59
Sammanfattning av <i>Nuläge plan</i> och havsplanernas betydelse	60

METODENS BEGRÄNSNINGAR.....	61
Tolkningsbegränsningar och skala.....	61
Vad som inte finns med i Symphony.....	61
Skillnader mot andra liknande metoder.....	63
TRANSPARENS OCH UTVECKLING	64
Datadelning	64
Revidering	64
Prioriterade justeringsbehov	64
Andra behov av översyn.....	65
Utveckling och uppföljning	66
REFERENSER.....	69
BILAGOR	72
Bilaga 1. Symphony Metadata	72
Bilaga 2. Symphony Gröna kartan.....	72
Bilaga 3. Symphony Känslighetsmatriser.....	72
Bilaga 4. Symphony Resultat samrådsskede: <i>Nuläge</i>	72
Bilaga 5. Symphony Resultat samrådsskede: <i>Nuläge plan</i>	72
Bilaga 6. Symphony Resultat samrådsskede: <i>Utblick 2030</i>	72

Summary in English

Symphony is a model-based assessment method developed to support ecosystem-based marine spatial planning, MSP, in Sweden. By calculating cumulative impact from human activities on the marine environment, planners are informed of the baseline conditions and the potential effect various planning options may have on the cumulative impact in different areas. When integrated into the planning process, Symphony facilitates MSP that supports sustainable development.

The main model constituents are multiple maps of ecosystem components, pressures from human activities and emissions, and a sensitivity matrix describing how each ecosystem component responds to specific pressures. The outcome includes both maps illustrating the cumulative impact and complementary data, for instance specifying the impact from each pressure in any given area. The method is based on the scientific contribution by Halpern *et al.* (2008) and succeeding works (e.g. by Helcom). Unlike previous applications, Symphony allows scenario-based evaluations of different planning options. This report focuses on the methodology, data and assumptions used.

Several governmental bodies, research institutions and consultancies have contributed to the development of Symphony during 2015–2018. Although Symphony has been used in the Swedish MSP process since 2017, the method and data are being continuously refined. Given the large scope and the limited knowledge of marine habitat distributions, the accumulated uncertainties are substantial. All interpretation of results should be cautious and conditioned on a respect for method limitations.

Baseline results indicate that coastal areas and some specific offshore locations are subject to particularly high environmental impact while other areas are much less affected. From a cumulative perspective, bottom trawl fisheries, eutrophication, pollution and shipping are main contributing sources in the Swedish Skagerrak and Kattegat. In the Baltic Sea and the Bothnian Bay, eutrophication and pollution are dominant contributing sources, followed by shipping (in these analyses, shipping air emissions are not included). When climate change pressures are added, with high degree of uncertainty, the cumulative impact may increase 50-100%.

Scenario-based analyses of MSP drafts indicate that, in these cases, overall cumulative impacts do not increase or decrease substantially, even when the plan drafts include additional offshore wind power and marine sand extraction. But redistribution of environmental impacts is evident, with some areas being more heavily affected and other areas being relieved from impact. The analyses include some fishing redistribution but no decrease of fishing effort and no changes of current shipping routes.

Continued use and development of Symphony will improve the integration of environmental consideration in planning, support the national and international consultation process, and may be of value for broader international collaboration on ecosystem-based MSP. Given correctly

formatted robust data and adapted assumptions, the Symphony method can provide valuable analyses for MSP in any context. In particular, alignment with the EU Marine Strategy Framework Directive indicators may strengthen the approach in the European context.

Det här är Symphony

Symphony är en bedömningsmetod som utvecklats till stöd för statlig havsplanering. Syftet är att på en översiktlig nivå visa hur miljöpåverkan från mänskliga verksamheter skiljer sig mellan olika områden och hur planeringen påverkar denna fördelning. Detta möjliggör en miljömässigt bättre planering.

Symphony beräknar *kumulativ miljöpåverkan* ur ett rumsligt perspektiv. Det betyder att för varje ytområde i havet (indelat i ett rutnät med 250 x 250 m rutor eller pixlar) ges ett värde som beskriver hur mycket vi människor påverkar en representation av den marina miljön. Värdet är beräknat utifrån bästa tillgängliga information och är till för att jämföras mellan områden, snarare än att relateras till absoluta gränsvärden.

Metoden bygger på tre huvudkomponenter: kartor över *belastningar*, kartor över *ekosystemkomponenter*, samt en matris som anger hur *känslig* varje ekosystemkomponent är för varje belastning. Belastningar är sådant som kommer från oss människor och som kan skada (den marina) miljön. Ekosystemkomponenter är livsmiljöer, arter eller grupper av djur och växter som utgör en del av det marina ekosystemet. För att beräkna miljöpåverkan i varje yta (pixel) så multipliceras värdena på de tre huvudkomponenterna, det vill säga belastningar × ekosystemkomponenter × känslighet. Produkten blir en beräkning av den kumulativa, samlade, miljöpåverkan. Eftersom underlaget innehåller data med olika grader av tillförlitlighet, så görs även en skattning av aggregerad, sammanlagd, osäkerhet.

Data utgörs i de flesta fall av årsmedelvärde från de senaste åren eller decenniet. Därför ger resultatet i nutidsbild över hur nuvarande belastningar påverkar nuvarande ekosystem över året. Enstaka kortvariga belastningar ingår inte och säsongsspecifika analyser görs inte.

Symphony bygger på en vetenskaplig och enkel metod (Halpern *et al.* 2008). Även om resultatet bygger på omfattande datamängder, så finns det en lättförståelig struktur i beräkningarna. Alla underliggande antaganden redovisas. Denna transparens underlättar granskning och revision av metoden.

Symphony är ett mångfacetterat och välorganiserat alster där de olika instrumenten tillsammans ger en starkare och fullkomligare upplevelse än var för sig. Namnet anknyter också till det tidigare arbetet *Harmony*, som beskriver kumulativ miljöpåverkan i Nordsjön och baseras på samma grundläggande metod.

Symphony i sitt sammanhang

Havsplaneringen ska ordna den rumsliga utbredningen av verksamheter i havet genom att på ett vägledande sätt visa vilka användningar som är mest lämpliga på olika platser. På så sätt ska miljömässiga, näringspolitiska och sociala mål uppnås. Enligt Sveriges havsplaneringsförordning (2015:400), som i sin tur utgår ifrån EUs ramdirektiv för havsplanering (2014/89/EU), ska

planeringen genomförs utifrån en ekosystemansats. Ekosystemansatsen är en internationell strategi för bevarande av naturvärden, hållbart nyttjande och rättvis fördelning av naturresurser. Detta betyder att havsplanerna underlättar användningen av ekosystemen utan att äventyra deras långsiktiga fortlevnad avseende deras struktur, dynamik och funktion (Schmidtbauer Crona 2012).

Symphony används integrerat i planeringsprocessen genom att redovisa rumsliga skillnader i miljöpåverkan och genom att beräkna hur de förslag till planer som tas fram kan förändra denna miljöpåverkan, positivt eller negativt. Med Symphony kan utfallet av olika planalternativ jämföras ur miljösynpunkt, vilket bidrar till bevarande av naturvärden och hållbart nyttjande. Då metoden medför att alla sektors påverkan blir jämförbara i en och samma analys behandlas olika intressen och verksamheter på ett neutralt och kunskapsbaserat sätt.

Bakgrund och princip

Havsplanering pågår på flera håll i världen med den övergripande målsättningen att främja en hållbar tillväxt av marina näringar. Genom rumslig planering av havets nyttjande skapas förutsägbarhet och helhetssyn. Inom EU och Sverige ska havsplaneringen ske utifrån en ekosystemansats.

I Sverige sker statlig havsplanering av allt vatten i ekonomisk zon och i territorialhavet, en nautisk mil utanför baslinjen. Innanför detta område planeras hav och land av kommunerna. Den statliga planeringen har delats in i tre havsplaner: Västerhavet, Östersjön och Bottniska viken. Planerna är vägledande och ska på en övergripande nivå visa den mest lämpliga användningen i olika områden.

Det sammanlagda området som ska planeras är mycket stort¹ och innehåller därmed en myriad av lokala förutsättningar, både vad avser människans behov och naturens karaktär. Att planera utifrån en ekosystemansats innebär enligt ovan att planernas miljöpåverkan måste beaktas under planeringens gång, så att anpassningar kan göras där behov finns. Dessutom ska strategiska miljöbedömningar göras för att redovisa planernas förväntade miljöpåverkan. Det ställs därför höga krav på att förstå vilken miljöpåverkan som råder i varje enskilt område, vad som är orsaken till denna miljöpåverkan, och vad eventuella förändringar av havets användning kan medföra. För att detta ska vara möjligt att uppfylla krävs planeringsstöd.

För att komma till användning måste planeringsstöden vara skraddarsydd efter behov, svara på just de frågor som ställs, samt vara användarvänliga och tillgängliga (Pinarbaşı *et al.* 2017). Som hjälpmedel för att förstå den samlade miljöpåverkan i enormt stora och diversifierade havsområden, behöver planeringsprocessen en bedömningsmetod som är kvantitativ, enhetlig, transparent och har hög rumslig upplösning. Dessutom måste analyser kunna göras på ett snabbt sätt och med en framåtseende funktion (scenarier). Utifrån dessa kriterier har Havs- och vattenmyndigheten utvecklat metoden Symphony som ett stöd till havsplaneringen.

Symphony baseras i grunden på en metod som för första gången publicerades i tidskriften *Science* år 2008, författad av B. S. Halpern med kollegor. Halpern presenterade här ett index som på global nivå redovisar kumulativ miljöpåverkan med hög rumslig upplösning. Indexet bygger på sammanföringen av tre komponenter: kartor över olika belastningar, kartor över olika ekosystemkomponenter samt en matris som beskriver hur känslig varje ekosystemkomponent är för varje belastning. Sammanfattningsvis:

- Kartorna över belastningar anger, i varje pixel, intensiteten av faktorer som kan påverka havsmiljön negativt, t ex utsläpp, fångster eller fysisk påverkan.
- Kartorna över ekosystemkomponenter anger, för varje pixel, ett värde över hur viktigt området är för varje utvald del av det marina ekosystemet, t ex särskilda livsmiljöer eller arter.

¹ Västerhavet 9 730 km²; Östersjön 74 335 km²; Bottniska viken 38 030 km²

- Känslighetsmatrisen beskriver ekosystemkomponenternas känslighet, där höga siffror betyder att belastningen orsakar en kraftig effekt på ekosystemkomponenten.

Den kumulativa miljöpåverkan (P) i en pixel beräknas genom att multiplicera värdena för varje belastning (B) med värdena för varje ekosystemkomponent (E) och dess specifika känslighet (K), varpå produkterna slutligen summeras ihop, enligt:

$$P_{sum} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_i \times E_j \times K_{i,j}$$

Resultatet (P_{sum}) redovisas i en färgskalad karta, där höga och låga värden på ett lättöverskådligt vis kan urskiljas. Detta ger en rumslig bild av var miljöpåverkan är hög respektive låg. Resultatet kan också summeras för ett givet område, för att ta reda på vilka belastningar som har störst miljöpåverkan, samt vilka ekosystemkomponenter som drabbas.

Med denna metod är det viktigt att förstå att hög intensitet av belastningar inte per automatik medför en hög kumulativ miljöpåverkan. För att en hög kumulativ miljöpåverkan ska uppstå i Symphony krävs dels en hög intensitet av belastningar, dels höga samlade värden av ekosystemkomponenter, dels att ekosystemkomponenterna har en hög känslighet mot belastningarna.

Detta sätt att beräkna kumulativ miljöpåverkan är i grund och botten enkelt och transparent. Men det finns ändå många antaganden och svårigheter i framtagandet av underlagskartorna för belastningar och ekosystemkomponenter samt i känslighetsmatrisen. Det innebär vissa begränsningar i användningen av resultatet och ställer höga krav på redovisning av metoderna för hur varje underlagskarta tagits fram, så kallad metadata. Icke desto mindre måste antaganden, ibland grova sådana, göras för att kunna bedöma miljöpåverkan över stora geografiska områden.

Forskning inom området har också betonat behovet av att skatta osäkerheten i bedömningarna. Det har visats att den rumsliga variationen i tillförlitlighet är stor och att osäkerheten kan vara hög även i områden som tycks ha väldigt hög kumulativ miljöpåverkan (Stock and Micheli 2016; Gissi et al. 2017). Därför måste osäkerheter redovisas på ett lättöverskådligt sätt.

På senare tid har Halperns grundläggande metod använts för att beräkna kumulativ miljöpåverkan i ett stort antal havsområden (Korpinen and Andersen 2016), däribland Östersjön (Korpinen *et al.* 2012), Nordsjön (Andersen *et al.* 2013; Andersen, Harvey, *et al.* 2017), Medelhavet, Svarta havet (Micheli *et al.* 2013) och Arktis (Andersen, Berzaghi, *et al.* 2017). Inom Helcom används metoden för att illustrera kumulativ miljöpåverkan i samband med statusbedömning av den marina miljön i Östersjöregionen (HOLAS I och II).

Att använda rumslig bedömning av kumulativ miljöpåverkan inom havsplanering går i linje med vad som föreskrivs i EUs havsplaneringsdirektiv och har föreslagits i flera forskningsstudier (Foley et al. 2010; Fernandes et al. 2017; Gilbert et al. 2015; Kelly et al. 2014; Douvere and Ehler 2009). Forskare har tagit fram underlag för att stödja havsplaneringen i bland annat Portugal (Fernandes *et al.* 2017) och Adriatiska havet (Gissi *et al.* 2017). I Frankrike har

myndigheten för biodiversitet, inom EU-projektet SIMCelt, tagit fram ett motsvarande underlag till stöd för havsplaneringsprocessen (Quemmerais-Amice, Vanhoutte-Brunier, and Alloncle 2017).

Trots uppmaningarna och den omfattande akademiska kunskapen inom området har rumslig kumulativ miljöbedömning ännu inte använts på ett integrerat sätt inom havsplanering och endast i ett fåtal fall inom havsförvaltning (t ex i USA). En viktig skillnad mellan de internationella studier som gjorts och det behov som identifierats inom den svenska havsplaneringen, är möjligheten att analysera scenarier, det vill säga att bedöma kumulativ miljöpåverkan av *framtida* havsanvändning. I detta avseende är Symphony en ny metod, som kommer att utvecklas löpande.

Symphony i relation till havsmiljödirektivet och grön infrastruktur

Det finns ett uttalat behov av att knyta havsplaneringen till havsmiljödirektivet (2008/56/EG) med dess mål att uppnå god miljöstatus i våra hav (Gilbert *et al.* 2015). Kumulativ miljöpåverkan kan i nuläget inte kopplas direkt till miljöstatus i direktivets mening. Många av de ingångsdata som används i Symphony relaterar till de indikatorer som ingår i havsmiljödirektivet, men kan dessvärre inte likställas. I framtida versioner av Symphony är det önskvärt att nya data och analyser kan bidra till en direkt koppling mellan havsplaneringen och havsmiljödirektivet.

På liknande sätt kan Symphony utvecklas mot att direkt länka till det pågående arbetet att kartera och skydda grön infrastruktur i havet. Grön infrastruktur är det ekologiska funktionella nätverk av livsmiljöer som behövs för att bibehålla biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Ramverk för naturvärdesbedömning i havet, som bygger på en omfattande beskrivning av ekosystemkomponenters utbredning och ekologiska värden, är under utveckling (HaV 2017). Detta material kan i framtiden ingå i Symphony och bidra till att framtida havsplanering på ett systematiskt sätt beaktar och främjar grön infrastruktur i havet.

Användning

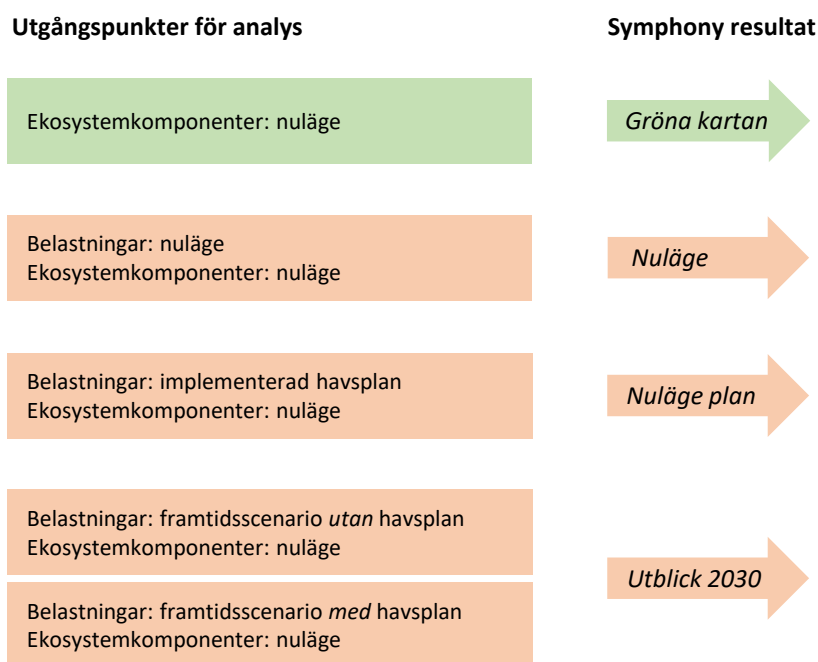
Syfte

Syftet med Symphony är integrera bedömningar av kumulativ miljöpåverkan i den statliga havsplaneringen för att tillförsäkra en god miljöhänsyn. Symphony ska vara ett stöd både åt de som arbetar med att ta fram planer och de som i samrådet bidrar med kunskap och synpunkter.

Därutöver kan metoden användas för översiktlig eller strategisk analys i andra frågeställningar med bäring på den samlade miljöpåverkan i havet.

Hur Symphony används i havsplanering

Symphony visar på ett överskådligt sätt hur miljöpåverkan skiljer sig mellan olika områden i havet. Därtill ger Symphony en bild av hur planeringen påverkar miljöpåverkan i olika områden. Denna framåtblickande funktion är kärnan i användningen av Symphony. Resultaten används både inom själva planeringen och inom framtagandet av strategiska miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) samt hållbarhetsbedömningar (HB). Nedan förklaras hur Symphony används mer detaljerat, med illustrationer i Figur 1 och Figur 2.



Figur 1. Utgångspunkter för analyser inom Symphony. De resultat som används i havsplaneringen illustreras som pilar. Utgångspunkter för analys visar vilka antaganden som gjorts med avseende på ekosystemkomponenter (E) och belastningar (B). *Utblick 2030* är ett jämförande av två analyser där B utgår från en framtidsprognos med respektive utan havsplan.

Utöver analyserna av kumulativ miljöpåverkan görs en karta som beskriver aggregerade ekologiska värden. Denna produkt benämns *Gröna kartan*² och visar vilka områden som är värdefulla för många olika ekosystemkomponenter. Tillsammans med annat underlag om naturvärden används *Gröna kartan* i arbetet med att identifiera områden där särskild hänsyn till natur kan behöva vidtas.

Vidare analyseras den kumulativa miljöpåverkan i Sveriges hav (*Nuläge*). Nulägesbeskrivningarna används i planeringen som ett stöd till att förstå vilka områden som i dagsläget utsätts för hög miljöpåverkan och vilka områden som idag inte påverkas särskilt mycket av mänskliga aktiviteter. Denna förståelse kan påverka planförslagets utformning, till exempel genom särskilt hänsynstagande i kraftigt påverkade eller särskilt naturliga områden.

Sedan görs analyser över hur den kumulativa miljöpåverkan skulle förändras om de framtagna planförslagen blev gällande (*Nuläge plan*). För jämförelsens skull görs ett (orimligt) antagande om att havsplanerna omedelbart implementeras till fullo³. Dessa scenarier är alltså ett sätt att förutsäga planens effekt på miljöpåverkan. De används i planering och samråd för att identifiera eventuella problem ur miljösynpunkt och för att finna bättre lösningar där så krävs. Flera olika planförslag kan analyseras och jämföras. Dessa analyser (*Nuläge plan*) är Symphonys kärna.

Slutligen analyseras hur den kumulativa miljöpåverkan kan komma att skilja sig mellan en framtid utan havsplanering och en framtid med havsplanering (*Utblick 2030*). Här görs antaganden om hur olika samhällssektorer utvecklas med tiden fram till år 2030 som är havsplaneringens referensår. Dessa antaganden omsätts i ökade eller minskade belastningar vars rumsliga utbredning antingen utgår från nuläget eller från havsplanerna. Sedan jämförs den framtida miljöpåverkan mellan de två alternativen: med havsplan respektive utan havsplan. Denna *Utblick 2030* är framförallt ett stöd till de strategiska miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) som tas fram för havsplanerna.

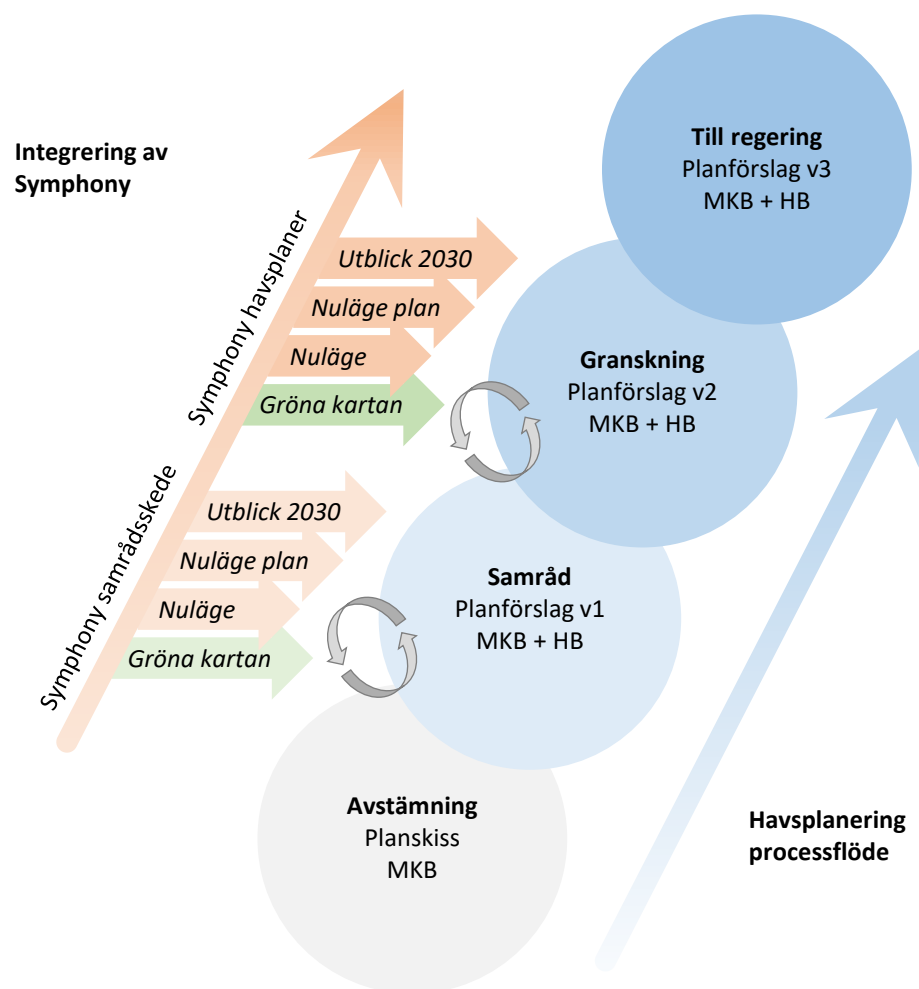
All användning av Symphony i havsplaneringen sker med hänsyn till metodens brister och den aggregering av osäkerhet som uppstår när stora datamängder slås ihop. Osäkerheterna redovisas rumsligt, så att användarna kan se var osäkerheterna är särskilt höga respektive låga.

På lång sikt kan Symphony bidra till uppföljning och utvärdering av havsplaner. Havsplanerna ska enligt havsplaneringsförordningen uppdateras åtminstone vart åttonde år. I Symphony kan nya havsplaner jämföras med tidigare och genom att uppdatera och jämföra underlagsdata kan även effekten av havsplanerna utvärderas.

Symphony kan också vara en brygga mellan havsplaneringsprocesser i olika länder. Miljöpåverkan sker över gränser och data är viktigt för alla. Symphony har berörts inom flera multilaterala samarbetsprojekt (Baltic SCOPE, NorthSEE, och Baltic LINES) och vidareutvecklas nu inom PanBaltic SCOPE.

² I havsplanerna kallas Symphonys *Gröna karta* för *Gröna kartan* 3 eftersom det tidigare tagits fram två liknande kartor.

³ Med implementering av planerna menas att de vägledning som ges av planen fångas upp i havsförvaltning, näringsutveckling, miljöprovning och regelutveckling.



Figur 2. Schematisk skiss över hur resultat från de olika analyserna från Symphony integreras i planeringsprocessen. Symphony används under framtagandet av både samrådsversionen och granskningsversionen av havsplaner. Den slutliga produkten är planförslag med miljökonsekvensbeskrivning (MKB) och hållbarhetsbedömning (HB) som lämnas till regeringen.

Metod

Hur Symphony tagits fram

Symphony är en metod som utvecklats av Havs- och vattenmyndigheten i samarbete med andra statliga myndigheter, universitet och miljökonsulter. Metoden grundar sig på tidigare arbeten med utgångspunkt i Halpern *et al.* (2008), men har anpassats efter svenska förhållanden och syftet att vara ett planeringsstöd inom svensk havsplanering. Arbetet påbörjades år 2015 och de första resultaten var tillgängliga 2017. Metodutvecklingen har skett löpande, med stöd av vetenskaplig expertis. Figur 2 visar hur Symphony har använts och kommer att användas och uppdateras stegvis under havsplaneringsprocessen.

Den metodbeskrivning och redovisning resultat som beskrivs i denna rapport avser *Symphony samrådsskede*, alltså den första versionen av Symphony som använts under 2017 och 2018 i framtagandet av havsplaner inför samråd.

Symphonys fyra beståndsdelar är ekosystemkomponenter, belastningar, känslighetsmatris samt analytisk plattform. Tabell 1 visar hur beståndsdelarna tagits fram.

Samarbetsparter inom Symphony

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har verkat som särskilt stöd inom metodutveckling och har ansvarat för synkronisering av kartor och sammanställning av metadata. WSP Sverige AB har varit samordnande för datainsamling.

Vetenskaplig expertis har inhämtats från NIVA Danmark, Chalmers Tekniska Högskola, National Oceanographic and Atmospheric Agency (NOAA), University of California Santa Barbara (UCSB) och Washington State University (WSU). Avstämning har skett med Helcom, som arbetar med en liknande metod som stöd för bedömning av miljöstatus i Östersjön.

För beräkningar, analys och resultatkartor behövs en analytisk plattform. Det kan vara en för ändamålet utvecklad programvara eller en kod i ett programmeringsspråk som implementeras i ett geografiskt informationssystem. Två analytiska plattformar för Symphony har utvecklats av Havs- och vattenmyndigheten i samarbete med SeaSketch UCSB och Medins Havs och Vattenkonsulter AB, där Medins ansvarar för löpande analyser genom plattformen SyM.

Kartor över ekosystemkomponenter och belastningar har tagits fram av: SGU, WSP, Medins, SLU Aqua, AquaBiota Water Research AB och DHI. Därtill har underlag tagits fram av SMHI, SSPA Sweden, Naturhistoriska Riksmuseet, National Environmental Research Institute (Aarhus universitet), Manrax Miljöcentrum och Metria AB. Fullständig källinformation finns i Bilaga 1.

Den matris som beskriver ekosystemkomponenters känslighet mot belastningar har tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten baserat på information från ett flertal universitet och länsstyrelser. Experterna har besvarat ett standardiserat frågeformulär för varje ekosystemkomponent.

Tabell 1. Utveckling av Symphony fram till första leverans av resultat och användning i havsplanering.

Kvartal	Utvecklingsmoment
2015: 4	Beslut och uppstart
2016: 1	Metodutveckling och rådgivning (Chalmers, NIVA)
2016: 2	Avrop och beställning från leverantörer Workshop 1 för leverantörer
2016: 3	Arbete med att ta fram kartor Workshop 2 för leverantörer
2016: 4	Arbete med att ta fram kartor Arbete med att ta fram känslighetsmatris
2017: 1	Metodutveckling avstämning med Helcom Arbete med att ta fram kartor Workshop och rådgivning för utveckling av analytisk plattform (NOAA, UCSB) Arbete med att ta fram känslighetsmatris
2017: 2	Granskning och justering av kartor Workshop för avstämning av kartor Granskning och justering av känslighetsmatris samt rådgivning (Chalmers, WSU) Utveckling av analytisk plattform
2017: 3	Granskning och justering av kartor Utveckling av analytisk plattform
2017: 4	Metodutveckling avstämning med Helcom Utveckling av analytisk plattform Resultat (<i>Gröna kartan</i>) används i havsplanering Resultat (<i>Nuläge</i>) används i havsplanering
2018: 1	Resultat (<i>Nuläge, Nuläge plan, Utblick 2030</i>) används i havsplanering och MKB Publicering av rapport 2018:1 med resultatbilagor

Tid och rum

Symphony omfattar allt svenskt vatten från strandlinjen ut till och med ekonomisk zon. Analyser kan göras för hela eller delar av detta område. Den rumsliga upplösningen är 250×250 meter och data anpassas till detta grid oavsett den verkliga upplösningen i data. Symphony grid beskrivs tekniskt i Bilaga 1. Symphony har ingen tidsmässig upplösning. Det betyder att årsmedelvärde eller en representation av den mest relevanta säsongen används i analyserna. Vilka konsekvenser detta har för osäkerhet och exponering diskuteras i rapporten.

Ekosystemkomponenter

De 32 ekosystemkomponenter som används i Symphony representerar havets ekosystem. Här ingår livsmiljöer såväl som enskilda populationer, arter, eller grupper av arter. Kartorna för varje ekosystemkomponent täcker hela Sveriges havsområde och har ett specifikt värde i varje pixel. Värdet är en relativ skattning av hur värdefull den geografiska positionen (pixeln) är för respektive ekosystemkomponent. Eftersom underliggande data skiljer sig åt mellan de olika ekosystemkomponenterna, skiljer även databearbetningen. Som huvudprincip har livsmiljöer behandlats genom linjär⁴ eller kategorisk⁵ transformering, medan populationer och arter i huvudsak har transformerats logaritmiskt ($\log(X+1)$)⁶. Syftet med den logaritmiska transformeringen är att höja värdet i områden där hotade eller undanträngda arter idag finns i låga tätheter för att därigenom bättre representera områdets potentiella värde för arterna.

Urvalet av ekosystemkomponenter har gjorts enligt följande: En bruttolista togs fram genom en underlagsrapport från vetenskaplig expertis (Andersen and Kallenbach 2016). Bruttolistan justerades med avseende på svenska förhållanden samt en genomgång av vilka ekosystemkomponenter som använts i tidigare liknande analyser. I detta arbete hämtades synpunkter in från SLU Aqua och SGU. Det förekommer överlapp mellan några ekosystemkomponenter. Exempelvis är torsk en egen ekosystemkomponent men torsk ingår också i ekosystemkomponenten fiskelek och är en del av bottenmiljöernas ekosystem. Det gör att torsk kan sägas ha en större vikt i analysen jämfört med många andra fiskar.

Kartor över ekosystemkomponenter beskrivs översiktligt i Tabell 2. I Bilaga 1 finns metadata och kartor med högre upplösning.

⁴ Linjär transformering betyder att data skalats om (0-100) utan någon tillagd funktion

⁵ Kategorisk transformering betyder att data indelats i grupper där binär indelning (0 eller 1) är den enklaste formen av transformering

⁶ Logaritmisk transformering innebär att skillnaden blir mindre mellan medelhöga och de allra högsta värdena

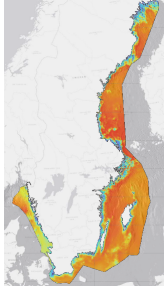
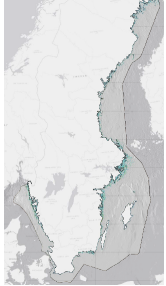
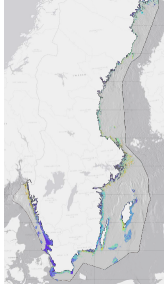
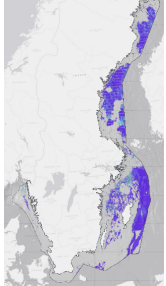
Tabell 2. Beskrivning av de 32 ekosystemkomponenter som används i Symphony.

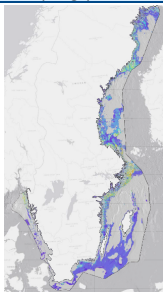
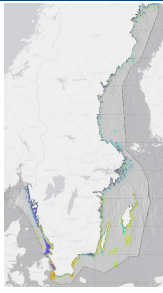
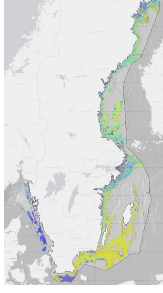
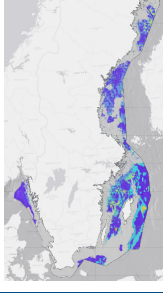
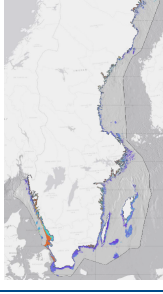
All data är normaliserad till värden mellan 0 och 100. **Normaliseringsmetod** anger vilken transformering som använts vid normalisering. Generellt ska 0 och 100 tolkas som att den geografiska positionen har ett lågt respektive högt värde för ekosystemkomponenten.

Betydelse av värde är en specificering av värdeskalen. **Dataperiod** avser vilka år som källdata samlats in. **Översiktskarta** återfinns i högre upplösning tillsammans med utförlig metadata och källhänvisning i Bilaga 1. **Leverantör** avser den kompetens som bearbetat data för Havs- och vattenmyndigheten. **Havsplan** anger för vilka havsplaner som ekosystemkomponenten ingått i Symphony.

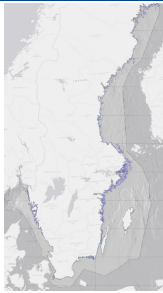
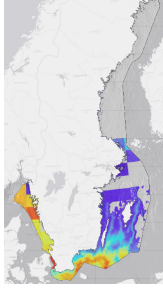
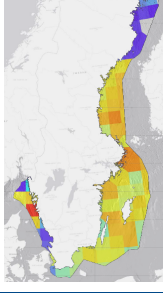
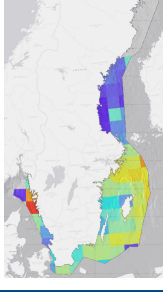
MHV = Medins Havs och Vattenkonsulter AB; **SGU** = Sveriges Geologiska Undersökning; **ABW** = AquaBiota Water Research AB; **SLU** = Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för akvatiska resurser; **WSP** = WSP Sverige AB.

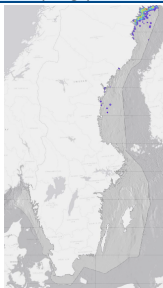
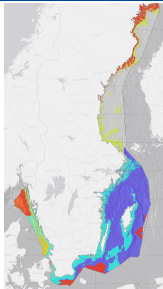
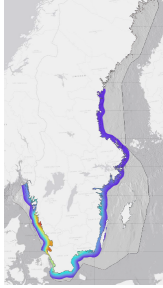
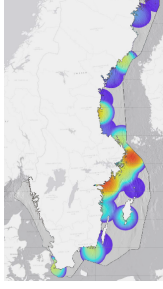
B = Bottniska viken; **Ö** = Östersjön; **V** = Västerhavet.

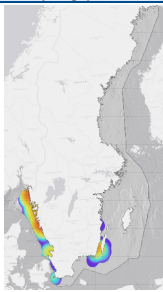
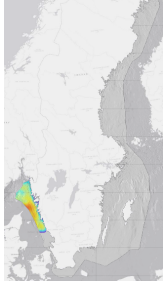
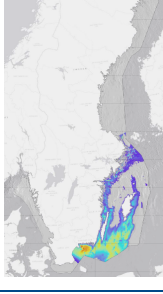
Ekosystem-komponent	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Plankton-samhälle (<i>Plankton community</i>) MHV V/Ö/B	Förekomst av plankton. Baserat på djupintegrerad växtplanktonvikt per yta (int chl-a mg m ⁻²). Satellitbaserad data.	Sigmoid 0 = 0 mg m ⁻² 100 = 151 mg m ⁻² 2014-2016 helår	
Grundområde (<i>Shoreline complexity</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av kust (strandlinje). Baserat på kustens geografiska komplexitet räknat som dess totala längd genom en pixel.	Linjär 0 = rak kust 100 = strandlinje >1.5 km 2017	
Hårdbotten fotisk (<i>Hardbottom photic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sten, block, berg inom fotisk zon. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Hårdbotten afotisk (<i>Hardbottom aphotic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sten, block, berg under fotisk zon ned till 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	

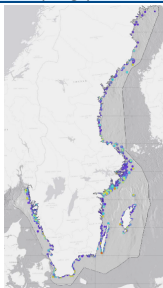
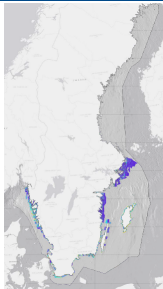
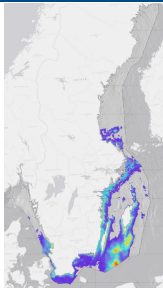
Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Hårdbotten djup (<i>Hardbottom deep</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sten, block, berg djupare än 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Transport-botten fotisk (<i>Transport bottom photic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sand och grus inom fotisk zon. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Transport-botten afotisk (<i>Transport bottom aphotic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sand och grus under fotisk zon ned till 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Transport-botten djup (<i>Transport bottom deep</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av sand och grus djupare än 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Mjukbotten fotisk (<i>Soft bottom photic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av gyttja, lera, silt inom fotisk zon. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	

Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Mjukbotten afotisk (<i>Soft bottom aphotic</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av gyttja, lera, silt under fotisk zon ned till 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Mjukbotten djup (<i>Soft bottom deep</i>) SGU V/Ö/B	Utbredning av gyttja, lera, silt djupare än 60 m. Baserat på sannolikheten för förekomst i varje yta.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2016	
Musselrev (<i>Mussel reef</i>) ABW V/Ö/B	Utbredning av aggregerade musslor. Baserat på två källor: kontinuerlig prediktionsmodell för blåmussla; samt observationer av andra musslor (<i>M baltica</i> , <i>C glaucum</i> , <i>A islantica</i> , <i>M modiolus</i>).	Kategorisk 0 = låg sannolikhet, inga obs 30 = hög sannolikhet 100 = observation eller närhet till observation 2006-2016	
Djupt rev (<i>Deep reef</i>) ABW V/Ö/B	Förekomst av rev av svampdjur eller ögonkorall. Baserat på observationer av svampdjurssamhällen och ögonkorall (<i>Lophelia</i>).	Kategorisk (binär) 0 = ej undersökt eller ej förekomst 100 = observation eller närhet till flera observationer 2006-2016	
Haploops rev (<i>Haploops reef</i>) ABW V/Ö	Förekomst av rev av märkräftan <i>Haploops</i> spp. Baserat på observationer.	Kategorisk (binär) 0 = ej undersökt eller ej förekomst 100 = observation 2006-2016	

Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (långt) till röd (högst)
Artificiellt rev (<i>Artificial reef</i>) WSP V/Ö/B	Förekomst av revbildande strukturer inklusive vrak, broar, fyror och fundament. Baserat på olika register över förekommande strukturer.	Kategorisk (binär) 0 = ej känd förekomst 100 = förekomst 2016	
Långskotts-vegetation (<i>Angiosperms</i>) MHV V/Ö/B	Förekomst av ålgräs (<i>Zostera</i>) och kransalger (<i>Characeae</i>). Baserat på sannolikhet för förekomst i varje 100 m² yta. Satellitbaserad data.	Linjär 0 = osannolik förekomst 100 = full täckningsgrad 2008-2016	
Torsk (<i>Cod</i>) SLU / HaV V/Ö/B	Relativ förekomst av torsk (<i>G morhua</i>). Baserat på provfiske (cpue) i Västerhavet; utbredningsmodell för Östersjön; landningsdata från Bottniska viken.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = högsta tätheten på svenskt vatten 2010-2015	
Sill (<i>Herring</i>) SLU / HaV V/Ö/B	Relativ förekomst av sill (<i>C harengus</i>). Baserat på akustiska undersökningar och landningsdata.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = högsta tätheten på svenskt vatten 2010-2015	
Skarpsill (<i>Sprat</i>) SLU / HaV V/Ö/B	Relativ förekomst av skarpsill (<i>S sprattus</i>). Baserat på akustiska undersökningar och landningsdata.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = högsta tätheten på svenskt vatten 2010-2015	

Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Siklöja (<i>Vendace</i>) SLU B	Relativ förekomst av siklöja (<i>C albula</i>). Baserat landningsdata.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = högsta tätheten på svenskt vatten 2010-2015	
Fisklek (<i>Spawning fish</i>) SLU V/Ö/B	Lekområden för yrkesfiskets viktigaste arter skildrat som ekonomiskt värde per ytenhet. Baserat på information om lekområdets utbredning och lekens djupintervall kombinerat med djupdata. Summerat för alla fiskarter med årligt fångstvärde om minst 100 kkr per havsområde (antal ingående arter är B: 5, Ö: 12, V: 25).	Linjär 0 = ingen lek 100 = högsta ekonomiska värdet per ytenhet lekområde, inom varje havsområde	
Älvmynnings-fisk (<i>Rivermouth fish</i>) SLU V/Ö/B	Mångfald av fiskarter i estuarium. Baserat på antalet registrerade arter utav lax (<i>S salar</i>), öring (<i>S trutta</i>), ål (<i>A anguilla</i>) och havsnejonöga (<i>P marinus</i>) i varje älvmynning som har register.	Linjär 0 = ingen registrerad art 100 = högsta antalet registrerade arter 1952-2015	
Ålvandring (<i>Eel migration</i>) SLU V/Ö/B	Relativ förekomst av vandrande ål (<i>A anguilla</i>) utmed kusten. Baserat på uppskattning av ålens vandringsväg från och längs kusten mot Atlanten med utgångspunkt i landningsdata.	Linjär 0 = ingen ålvandring 100 = högst koncentration av vandrande ål på svenskt vatten 1999-2003	
Gråsäl (<i>Grey seal</i>) SLU V/Ö/B	Relativ förekomst av gråsäl (<i>H grypus</i>). Baserat på nationellt övervakningsprogram av sälkolonier och extrapolering utifrån räckvidd (60 km home range) samt migrationsmönster.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = koloni med högsta antal sälar 2010-2015	

Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Knubbsäl (<i>Harbour seal</i>) SLU V/Ö	Relativ förekomst av knubbsäl (<i>P vitulina</i>). Baserat på nationellt övervakningsprogram av sälkolonier och extrapolering utifrån räckvidd (40 km home range).	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = koloni med högsta antal sälar 2010-2015	
Vikare (<i>Ringed seal</i>) SLU B	Relativ förekomst av vikare (<i>P hispida</i>). Baserat på nationellt övervakningsprogram av sälkolonier och extrapolering utifrån räckvidd (60 km home range).	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = koloni med högsta antal sälar 2010-2015	
Tumlare Nordsjön (<i>Porpoise Northsea</i>) WSP V	Relativ förekomst av tumlare (<i>Phocoena phocoena</i>) från Nordsjöpopulationen. Beräknat som Kernel density utifrån akustiska-, flyg- och satellitbaserade undersökningar, samt fartygsobservationer, utfört av Århus Universitet.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = hög förekomst som årsmedelvärde 1991-2007 helår	
Tumlare Bälthavet (<i>Porpoise Beltsea</i>) WSP V/Ö	Relativ förekomst av tumlare (<i>Phocoena phocoena</i>) från Bälthavspopulationen. Beräknat som Kernel density utifrån akustiska-, flyg- och satellitbaserade undersökningar, samt fartygsobservationer, utfört av Århus Universitet.	Logaritmisk 0 = ingen förekomst 100 = hög förekomst som årsmedelvärde 1991-2007 helår	
Tumlare Östersjön (<i>Porpoise Baltic sea</i>) WSP Ö/B	Relativ förekomst av tumlare (<i>Phocoena phocoena</i>) från Östersjöpopulationen. Beräknat genom kombination av akustiska undersökningar (SAMBAH projektet) och Kernel density från äldre undersökningar.	Linjär 0 = ingen förekomst 100 = högsta förekomst som årsmedelvärde 1991-2013 helår	

Ekosystem-komponent Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (hög)
Kustfågel (<i>Birds coastal</i>) WSP V/Ö/B	Relativ förekomst av fågel. Baserat på antal inrapporterade kustobservationer under maj-juni. Standardiserat genom medelvärde för 5 km². Totalt 25 rapporterade arter.	Logistisk 0 = inga rapporter 100 = maximalt antal rapporter i Sverige 2010-2017 maj-juni	
Sjöfågel kust (<i>Seabird winter coastal</i>) WSP V/Ö/B	Relativ förekomst av övervintrande sjöfågel i kustbandet. Baserat på modellerad täthet av fyra arter där respektive art normaliserats mot populationsstorleken. Modellerna baseras på flygundersökningar. Svärta (<i>M fusca</i>), alfågel (<i>C hyemalis</i>), sjöorre (<i>M nigra</i>), ejder (<i>S mollissima</i>). Källa SOWBAS projektet.	Logaritmisk 0 = ingen övervintring 100 = maximal relativ täthet av övervintrande sjöfågel för någon av arterna. Värdet i varje pixel baseras på den art med högst värde i pixeln. 2015 vinter	
Sjöfågel utsjö (<i>Seabird winter offshore</i>) WSP V/Ö/B	Relativ förekomst av övervintrande sjöfågel i kustbandet. Baserat på modellerad täthet av fyra arter där respektive art normaliserats mot populationsstorleken. Modellerna baseras på fältundersökningar. Svärta (<i>M fusca</i>), alfågel (<i>C hyemalis</i>), sjöorre (<i>M nigra</i>), ejder (<i>S mollissima</i>). Källa SOWBAS projektet.	Logaritmisk 0 = ingen övervintring 100 = maximal relativ täthet av övervintrande sjöfågel för någon av arterna. Värdet i varje pixel baseras på den art med högst värde i pixeln. 2007-2009 vinter	

Symphonys gröna karta

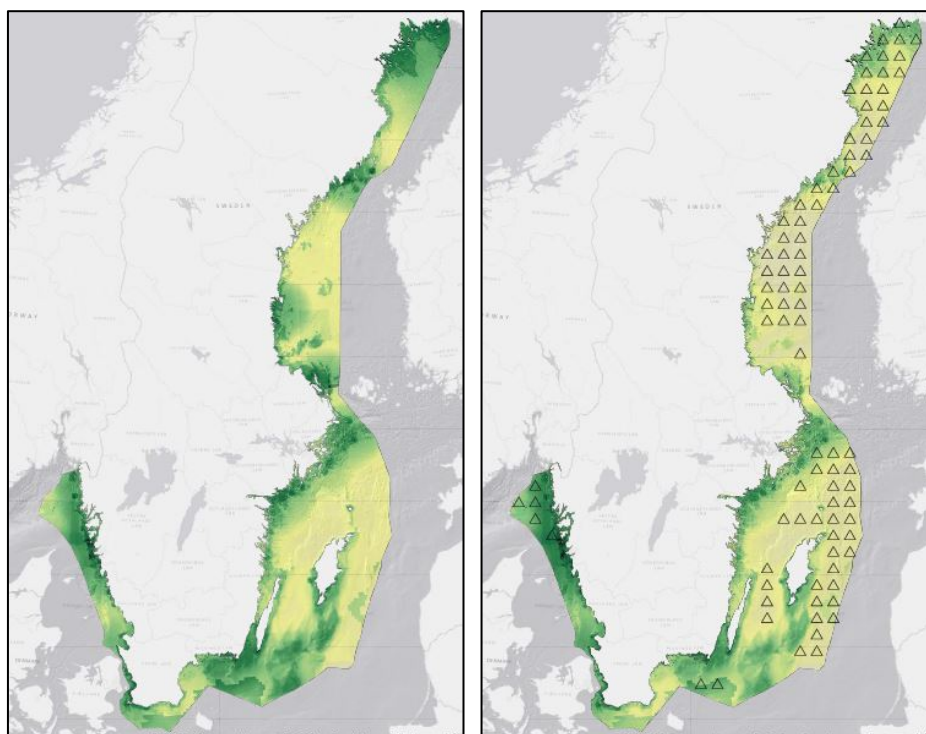
Gröna kartan är en redovisning av alla ekosystemkomponenterna tillsammans. Om ett område är av stor betydelse för många olika ekosystemkomponenter så får området ett högt värde i *Gröna kartan*. Det finns flera sätt att skildra sådan aggregering av ekologiska värden och därför finns flera versioner av *Gröna kartan*. Normalisering kan ske för olika havsplaner eller för olika grupper av komponenter i syfte att skapa jämförbarhet och representativitet. I den version av *Gröna kartan* som huvudsakligen används inom havsplaneringen har normalisering skett både utifrån havsplan och utifrån komponenter (Figur 3).

Normalisering efter havsplaner innebär att områden i Bottniska viken inte per automatik får lägre värden än områden i Västerhavet bara för att det finns färre arter i Bottniska viken. Istället utgår analysen från de regionala förutsättningarna och områden som har för Bottniska viken ovanligt höga naturvärden får samma värde i *Gröna kartan* som ett särskilt rikt område i Västerhavet.

Normalisering efter grupper av ekosystemkomponenter innebär att djurgruppen fisk får samma betydelse som djurgruppen sjöfågel även om Symphony innehåller fler ekosystemkomponenter för fisk än för fågel.

Hur *Gröna kartan* tagits fram och vilka antaganden och normaliseringar eller viktningar som gjorts redovisas separat i Bilaga 2. Det är Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) som ansvarat för att skapa *Gröna kartan* utifrån de ekosystemkomponenter som ingår i Symphony.

Principerna bygger på två tidigare ”gröna kartor” som tagits fram inom havsplaneringen genom Havs- och vattenmyndigheten och AquaBiota Water Research AB. Därför kallas Symphonys gröna karta för *Gröna kartan 3* inom havsplaneringsprocessen.



Figur 3. Gröna kartan. Grön färg indikerar ett högre samlat värde baserat på alla ekosystemkomponenter. Vänster bild visar den version av *Gröna kartan* som huvudsakligen används inom havsplaneringen, där normalisering skett både efter havsplan (Västerhavet, Östersjön och Bottniska viken) och efter grupper av ekosystemkomponenter (livsmiljöer, fisk, däggdjur och sjöfågel). Höger bild visar en enkel aggregering av ekosystemkomponenter utan normalisering eller viktning, denna version representerar vad som ingår i beräkningarna av kumulativ miljöpåverkan inom Symphony. Det raster som syns ovanpå kartan i högra bilden anger områden med hög osäkerhet i data. Här är kunskapen om naturvärdena låg.

Belastningar

De 41 belastningar som används i Symphony är ett omfattande urval av fysiska och kemiska faktorer från mänskliga verksamheter som kan skada den marina miljön (ekosystemkomponenterna). Vissa mänskliga verksamheter ger upphov till flera belastningar: exempelvis trålfiske som fångar fisk, skadar bottenmiljön genom skrap och grumlar vattnet med sediment. Liknande belastningar kan också komma från olika mänskliga verksamheter: exempelvis uppstår undervattensbuller från både sjöfart och vindkraftverk. De belastningar som finns med i Symphony ska vara en representation av alla sätt som vi människor påverkar havet⁷.

Kartorna som beskriver belastningarna anger belastningens intensitet i varje geografisk position (pixel). Om belastningen inte finns i området är värdet 0. Om belastningen har högsta för Sverige tänkbara intensitet så är värdet 100. I några fall baseras maxvärdet 100 istället på etablerade riktvärden⁸.

Belastningarna har tagits fram på olika sätt, beroende av dess karaktär och tillgängligheten på data. I nästan alla fall har mer eller mindre avancerade modeller använts för att kunna beskriva belastningarnas intensitet i hela Sveriges havsområde. Många av belastningarna är kustnära eller har att göra med nuvarande eller historiska aktiviteter som inte påverkas av havsplaneringen. Sådana belastningar är ändå viktiga att ha med i analysen, eftersom de utgör det sammanhang där havsplaneringens belastningar verkar.

Till skillnad mot flera andra användningar av Halpern-metoden för kumulativ miljöbedömning, så är belastningarna i regel inte logaritmiskt transformerade i Symphony. I huvudsak är belastningarna istället linjärt eller kategoriskt normaliserade till 0-100 skalan. Denna metodavvägning görs för att resultatet ska återspegla verkligheten, utan att påverkan från verksamheter som avger lägre belastningar förstoras upp.

Urvalet av belastningar har gjorts enligt följande: En bruttolista togs fram genom en underlagsrapport från vetenskaplig expertis (Andersen and Kallenbach 2016). Denna bruttolista justerades med avseende på svenska förhållanden samt en genomgång av vilka belastningar som använts i tidigare liknande analyser. I detta arbete togs in synpunkter från SLU Aqua och SGU. Kartor över belastningar beskrivs översiktligt i Tabell 3. I Bilaga 1 finns metadata och kartor med högre upplösning. Uppdatering och förbättring av underlag inom Symphony sker löpande.

⁷ Trots ambitionen att representera all påverkan av havet så saknas flera belastningar, t ex marint skräp, muddring och luftföroreningar

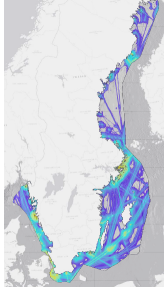
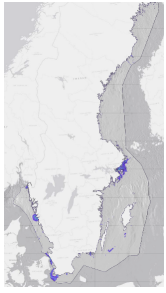
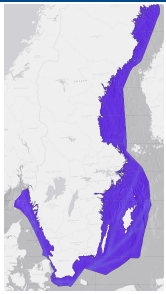
⁸ För miljögifter i sediment baseras skalan 0-100 på de riskklasser naturvårdsverket och SGU har tagit fram, där gränsvärdet för klass 5 (mycket höga värden) klassades som belastning 100 i Symphony och det historiska bakgrundsvärdet som belastning 0

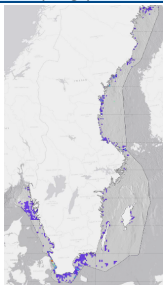
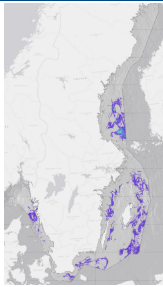
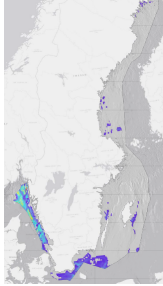
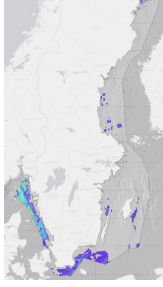
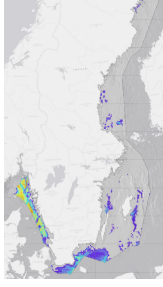
Tabell 3. Beskrivning av de 41 belastningar som används i Symphony.

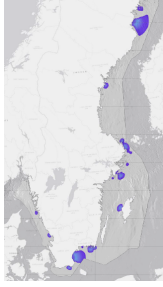
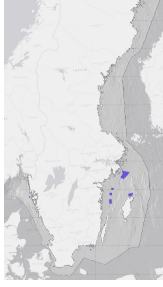
All data är normaliserad till värden mellan 0 och 100. **Normaliseringsmetod** anger vilken transformering som använts vid normalisering. Generellt ska 0 och 100 tolkas som att den geografiska positionen har ett lågt respektive högt värde för belastningen. **Betydelse av värde** är en specifikation av värdeskalen. **Dataperiod** avser vilka år som källdata samlats in. **Översiktskarta** återfinns i högre upplösning tillsammans med utförlig metadata och källhänvisning i Bilaga 1. **Leverantör** avser den kompetens som bearbetat data för Havs- och vattenmyndigheten. **Havsplan** anger för vilka havsplaner som belastningen ingått i Symphony.

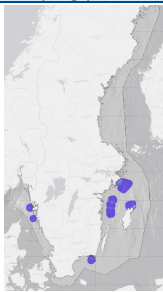
MHV = Medins Havs och Vattenkonsulter AB; **SGU** = Sveriges Geologiska Undersökning; **SLU** = Sveriges Lantbruksuniversitet institutionen för akvatiska resurser; **WSP** = WSP Sverige AB. **DHI** = DHI Sverige AB; **HaV** = Havs- och vattenmyndigheten.

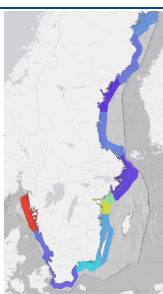
B = Bottniska viken; **Ö** = Östersjön; **V** = Västerhavet.

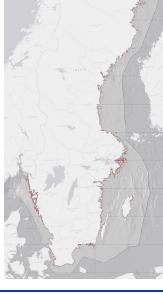
Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Sjöfart undervattens- buller 125 Hz (Noise 125 Hz shipping) WSP V/Ö/B	Bullernivå från sjöfart som årsmedelvärde kring frekvensen 125 Hz. Modellen baseras på trafikfrekvens (AIS) och källstyrka för olika fartyg och beräknar ljudets dämpning med hänsyn till djup och bottensubstrat.	Linjär 0 = fartygsbuller lägre än 100 dB re 1 µPa årsmedelvärde 100 = fartygsbuller minst 150 dB re 1 µPa årsmedelvärde 2015 helår	
Sjöfart undervattens- buller 2 kHz (Noise 2000 Hz shipping) WSP V/Ö/B	Bullernivå från sjöfart som årsmedelvärde kring frekvensen 2000 Hz. Modellen baseras på trafikfrekvens (AIS) och källstyrka för olika fartyg och beräknar ljudets dämpning med hänsyn till djup och bottensubstrat.	Linjär 0 = fartygsbuller lägre än 100 dB re 1 µPa årsmedelvärde 100 = fartygsbuller minst 150 dB re 1 µPa årsmedelvärde 2015 helår	
Sjöfart oljespill (Oilspill 2 knots shipping) WSP V/Ö/B	Sannolikhet per år för oljeutsläpp från sjöfart. Modell baserat på historiska oljeutsläpp, trafikfrekvens (AIS) samt antagande om spridning med ytström 2 knop i alla riktningar under 24 timmar. Avser operativa utsläpp, inte oljekatastrofer.	Linjär 0 = ingen risk för olja 100 = hög sannolikhet för olja i ytvattnet 2015 helår	
Sjöfart erosion (Turbidity shipping) SGU / WSP V/Ö/B	Uppgrumling (erosion) av sediment från botten orsakat av fartygstrafik. Baserat på trafikfrekvens (AIS), djup, bottensubstrat och antaganden om propellerstorlek, fart och erosion vid strömhastighet på >0.3 m/s.	Linjär 0 = ingen fartygsrelaterad uppgrumling 100 = fartyg orsakar uppgrumling och erosion motsvarande vältrafikerat hamninlopp 2015 helår	

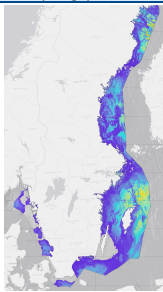
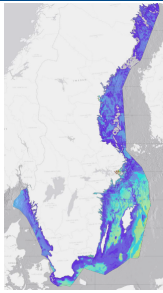
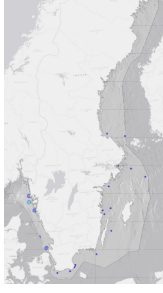
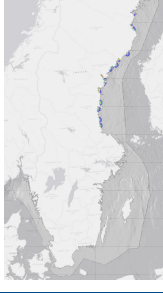
Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Garnfiske fångst (<i>Catch gillnet</i>) SLU V/Ö/B	Fiskeansträngning med passiva redskap rapporterat av svenskt yrkesfiske. Baserat på loggbok och journaldata. Drivgarnsfiske (makrill) ingår inte.	Linjär 0 = inget fiske med passiva redskap 100 = högsta svenska fiskeansträngningen på svenskt vatten och EEZ 2011-2015 helår	
Pelagisk trål fångst (<i>Catch pelagic trawl</i>) SLU V/Ö/B	Fiskeansträngning med pelagisk trål och not genom svenskt och utländskt yrkesfiske. Baserat på AIS och loggboksdata.	Linjär 0 = inget pelagiskt fiske 100 = högsta fiskeansträngningen på svenskt vatten och EEZ 2010-2015 helår	
Bottentrål fångst (<i>Catch bottom trawl</i>) SLU V/Ö/B	Fiskeansträngning med bottentrål genom svenskt och utländskt yrkesfiske. Baserat på SAR (surface area ratio) som tagits fram av ICES, vilket baseras på VMS data och beskriver hur ofta en bottenyta i genomsnitt trålas.	Linjär 0 = ingen bottentrålning 100 = högsta trålningsfrekvensen (SAR) på svenskt vatten och EEZ (SAR _{MAX} =8.2) 2010-2015 helår	
Bottentrål grumling (<i>Turbidity bottomtrawl</i>) HaV / SLU V/Ö/B	Frekvens av uppgrumling orsakad av bottentrålning. Baserat på frekvensen av bottentrålning (SAR).	Linjär 0 = ingen uppgrumling 100 = högsta trålningsfrekvensen (SAR) på svenskt vatten och EEZ 2010-2015 helår	
Bottentrål habitatförlust (<i>Abrasion bottomtrawl</i>) SLU V/Ö/B	Frekvens av tråldrag som skadar botten. Baserat på frekvensen av bottentrålning (SAR) och antagandet att återhämtningstiden för regenerering av habitat efter fysisk skada är långvarig (logaritmisk transformering av SAR).	Logaritmisk 0 = ingen uppgrumling 100 = högsta trålningsfrekvensen (SAR) på svenskt vatten och EEZ 2010-2015 helår	

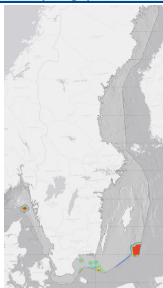
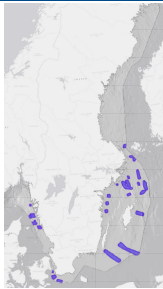
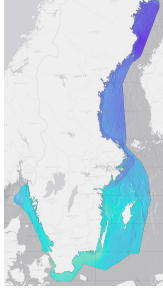
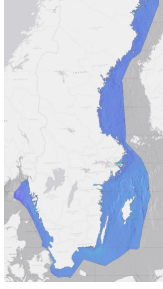
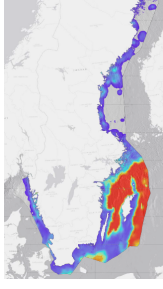
Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Elektro- magnetiska fält (EMF) WSP V/Ö/B	Förekomst av undervattenskablar som kan ge upphov till biologiskt detekterbara elektromagnetiska fält. Baserat på databaser över högspänningskablar.	Kategorisk (binär) 0 = ingen undervattenskabel 100 = undervattenskabel finns i området 2016	
Vindkraft undervattens- buller 125 Hz (Noise 125 Hz windpower) WSP V/Ö/B	Bullernivå från vindkraft som årsmedelvärde kring frekvensen 125 Hz. Modellen baseras på källstyrka 136 dB re 1 µPa (Lillgrund) och beräknar ljudets dämpning med hänsyn till djup och bottensubstrat.	Linjär 0 = buller lägre än 100 dB re 1 µPa årsmedelvärde 100 = buller minst 150 dB re 1 µPa årsmedelvärde 2016	
Vindkraft fågelpåverkan (Avoidance windpower) WSP V/Ö/B	Rotorbladens störande inverkan på sjöfågel. Baserat på tillgänglig kunskap över hur vindkraft i ett värsta fall scenario påverkar flygbeteendet hos sjöfågel.	Kategorisk 0 = ingen påverkan på fågelbeteende (>3 km avstånd från vindkraftverk) 100 = påtaglig påverkan (<500 m avstånd) 2016	
Skjutområde förorening (Tox metal military) SGU V/Ö/B	Förekomst av oorganiska miljögifter från militära skjutfält. Baserat på enkel modell där sedimentets koncentration av föroreningar avtar med avstånd från skjutområdets centrum.	Linjär 0 = låg risk för förekomst av föroreningar i sediment 100 = hög risk för förekomst av föroreningar i sediment 2016	
Explosioner övertryck (Explosions PM) HaV / WSP V/Ö/B	Tidsintegrerad exponering för övertryck (kPa) från explosioner inom försvarets övningsverksamhet. Baserat på begränsade uppgifter om försvarets historiska nyttjande av tillstånd för sprängningar. GIS-modellering av WSP utifrån metod angiven av HaV.	Linjär 0 = inga sprängningar eller <70 kPa 100 = övertryck 2500 kPa med en frekvens av 1 sprängning per vecka 2015 helår	

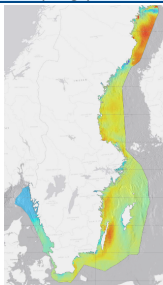
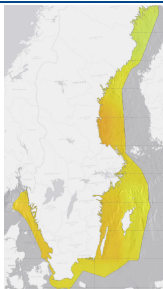
Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Explosioner ljudtryck (<i>Explosions SEL</i>) HaV / WSP V/Ö/B	Tidsintegrerad exponering för övertryck (kPa) från explosioner inom försvarets övningsverksamhet. Baserat på begränsade uppgifter om försvarets historiska nyttjande av tillstånd för sprängningar. GIS-modellering av WSP utifrån metod angiven av HaV.	Linjär 0 = inga sprängningar eller <SEL 164 dB re 1 µPa 100 = SEL 216 dB re 1 µPa med en frekvens av 1 sprängning per vecka 2015 helår	
Sand- utvinning grumling (<i>Turbidity mining</i>) SGU V/Ö/B	Grumling från utvinning av marin sand och grus. Baserat på antagande om grumling inom områden med befintliga tillstånd för sandutvinning. Ingen modellering av sedimenthalter har genomförts.	Kategorisk (binär) 0 = ingen grumling från sandutvinning 100 = område med sandutvinning som orsakar grumling 2016	
Sand- utvinning habitatförlust (<i>Habitat loss mining</i>) SGU V/Ö/B	Habitatförlust orsakat av utvinning av marin sand och grus. Baserat på antagande om omfattande bottenpåverkan inom områden med befintliga tillstånd för sandutvinning.	Kategorisk (binär) 0 = ingen habitatförlust genom sandutvinning 100 = område med sandutvinning som orsakar habitatförlust 2016	
Fiskodling närläpp- utsläpp (<i>Nutrients fishfarming</i>) DHI Ö/B	Utsläpp av näringsämnen från fiskodlingar. Baserat på lokaliseringen av fiskodling utan någon spridning av näringsämnen bortom anläggningen.	Kategorisk (binär) 0 = ingen fiskodling 100 = fiskodling med utsläpp av näringsämnen 2016	
Fiskodling habitatförlust (<i>Habitat loss fishfarming</i>) DHI Ö/B	Förlust av naturliga miljöförhållanden i närheten av fiskodlingar, orsakat av anläggning och ansamlat organiskt material. Baserat på lokaliseringen av fiskodlingar.	Kategorisk (binär) 0 = ingen fiskodling 100 = fiskodling 2016	

Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Musselodling habitatförlust (Habitat loss musselfarming) DHI V/Ö/B	Förlust av naturliga miljöförhållanden i närheten av musselodlingar, orsakat av anläggning och ansamlat organiskt material. Baserat på lokaliseringen av musselodlingar.	Kategorisk (binär) 0 = ingen musselodling 100 = musselodling 2016	
Fritidsbåtar buller (Boating noise) HaV/WSP V/Ö/B	Undervattensbuller från fritidsbåtar. Skattning av trafikmängden fritidsbåtar baserat på AIS, närhet till naturhamn samt närhet till och storlek på småbåtshamn. Trafikmängd linjärt översatt till förekomst av buller utan ljudspridningsmodell.	Kategorisk 0 = inget fritidsbåtsbuller 100 = buller motsvarande direkt anslutning till stor småbåtshamn eller mycket hög AIS trafik för fritidsbåtar	
Fritidsbåtar förorening (Boating pollution) HaV/WSP V/Ö/B	Förorening från fritidsbåtar. Skattning av trafikmängden fritidsbåtar baserat på AIS, närhet till naturhamn samt närhet till och storlek på småbåtshamn. Trafikmängd linjärt översatt till förekomst av förorening såsom petroleumrestprodukter.	Kategorisk 0 = inga föroreningar från fritidsbåtar 100 = föroreningar motsvarande direkt anslutning till stor småbåtshamn eller mycket hög AIS trafik för fritidsbåtar	
Fågeljakt (Birdhunt) WSP V/Ö/B	Jakt på ejder och knipa i kustband och hav. Baserat på länsvis statistik över skjutna fåglar, relaterat till populationsstorlek och fördelat på hektar.	Linjär 0 = inga skjutna fåglar 100 = 0.001 skjutna fåglar per hektar 2015	
Infrastruktur i havet (Infrastructure) Medins V/Ö/B	Fysiska anläggningar i havet som innebär en förlust av naturlig bottenmiljö. Baserat på terrängkarta och andra källor över väg, järnväg, fyrar, fundament och rörledningar.	Kategorisk (binär) 0 = ingen anläggning i området 100 = någon anläggning finns i området 2016	

Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Kust- exploatering (<i>Habitat loss coastal exploitation</i>) Medins V/Ö/B	Exploateringsgrad utmed kusten. Baserat på förekomst av byggnader, bryggor och hamnar inom 100 m från stranden.	Kategorisk 0 = ingen exploatering 10 = byggnad 30 = brygga 100 = hamn 2020, 2013	
Dumpning habitatförlust (<i>Habitat loss dumping</i>) DHI V/Ö/B	Förlust av naturlig bottenmiljö på grund av deponering av muddermassor av främmande sedimenttyp. Baserat på register över dumpningsplatser och omgivande sedimentkaraktär.	Kategorisk (binär) 0 = ingen dumpning 100 = dumpning sker med sediment som avviker från det naturliga bottensubstratet 2014	
Reningsverk föroreningar (<i>Tox synthetic treatment plants</i>) DHI V/Ö/B	Förorening genom syntetiska miljögifter från reningsverk. Baserat på lokalisering av avloppsreningsverk. Ingen verksamhetsspecifik analys av föroreningar eller spridning har genomförts.	Kategorisk (binär) 0 = inga utsläpp 100 = förekomst av och förmodade utsläpp från avloppsreningsverk inom 1 km avstånd 2013	
Industri föroreningar (<i>Tox synthetic industry</i>) DHI V/Ö/B	Förorening genom syntetiska miljögifter från industri. Baserat på lokalisering av industrier med tillstånd för miljöfarlig verksamhet. Ingen verksamhetsspecifik analys av föroreningar eller spridning har genomförts.	Kategorisk (binär) 0 = inga utsläpp 100 = förekomst av och förmodade utsläpp från industri inom 1 km avstånd 2013	
Hamn föroreningar (<i>Tox synthetic harbor</i>) DHI V/Ö/B	Förorening genom syntetiska miljögifter från hamnar med yrkestrafik. Baserat på lokalisering av hamnar. Ingen verksamhetsspecifik analys av föroreningar eller spridning har genomförts.	Kategorisk (binär) 0 = ingen hamn 100 = förekomst av hamn inom 1 km avstånd 2012	

Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Sediment tungmetaller (<i>Tox metal background</i>) SGU V/Ö/B	Koncentration av miljöskadliga tungmetaller i sediment. Baserat på beräknad medelkoncentration av 9 olika metaller med hänsyn till sedimentkaraktär. Metallernas olika skadlighet har normaliserats efter gällande gränsvärden.	Linjär 0 = halter ej överstigande bakgrunds nivåer 100 = medelkoncentration av tungmetaller uppnår högsta risknivån (klass 5) 1984-2014	
Sediment miljögifter (<i>Tox synthetic background</i>) SGU V/Ö/B	Koncentration av organiska miljögifter i sediment. Baserat på beräknad medelkoncentration av 32 olika organiska miljögifter med hänsyn till sedimentkaraktär. Miljögifternas olika skadlighet har normaliserats efter gällande gränsvärden.	Linjär 0 = halter ej överstigande bakgrunds nivåer 100 = medelkoncentration av organiska miljögifter uppnår högsta risknivån (klass 5) 1984-2014	
Vrak oljeläckage (<i>Oilspill 2 knots wreck</i>) WSP V/Ö/B	Sannolikhet per år för oljeläckage från vrak. Modell baserat på databas över miljöfarliga vrak, risken för oljeläckage, samt antagande om spridning med bottenström 2 knop i alla riktningar under 24 timmar.	Linjär 0 = ingen risk för olja 100 = hög sannolikhet för olja i bottenvattnet 2016	
Fiberbankar (<i>Tox metal fiberbanks</i>) SGU B	Förekomst av fiberbankar med höga halter av tungmetaller och organiska miljögifter. Baserat på kända förekomster av fiberbankar i Västernorrland (övriga kända och okända fiberbankar saknas). Halterna gradvis avtagande från fiberbank.	Linjär 0 = inga kända fiberbankar 100 = fiberbankar med hög risk för miljöskadliga ämnen 2010-2014	
Kvicksilver- dumpning (<i>Tox metal mercury dump</i>) SGU B	Förekomst av känd dumpningsplats för kvicksilver. Baserat på lokalisering av 3 500 tunnor kvicksilver utanför Sundsvall med antagande om linjärt avtagande spridning ut till bakgrunds nivåer vid 10 km avstånd.	Kategorisk 0 = bakgrunds nivåer 100 = dumpningsplats med höga halter av kvicksilver	

Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Stridsmedel riskområde (Tox munition) SGU V/Ö/B	Riskområde för förekomst av dumpade kemiska stridsmedel som kan läcka och orsaka höga halter av miljöskadliga ämnen i sediment. Baserat på kända dumpningsområden med antagande om linjärt avtagande spridning/fellokalisering ut till 10 km avstånd.	Linjär 0 = låg risk för förekomst 100 = känd dumpningsplats för kemiska stridsmedel	
Minrisk- område (Tox mine risk) SGU V/Ö/B	Riskområde för förekomst av gamla minor som kan läcka och orsaka höga halter av miljöskadliga ämnen i sediment. Baserat på kända stråk av minor. Identifierade områden har normaliserats till värde 30 av 100 på grund av osäkerheten i data.	Linjär 0 = låg risk för förekomst 30 = område med risk för förekomst av läckande minor 100 = saknas	
Kväve bakgrunds- nivå (Nitrogen background) DHI V/Ö/B	Kvävekoncentration i ytvattnet som indikation på gödningsnivå. Baserat på SMHI:s modeller med årsmedelvärde för kustvatten och utsjö.	Linjär 0 = ingen kvävehalt i ytvattnet 100 = 121 mg/l kväve i ytvattnet 1999-2014 helår	
Fosfor bakgrunds- nivå (Phosphorous background) DHI V/Ö/B	Fosforkoncentration i ytvattnet som indikation på gödningsnivå. Baserat på SMHI:s modeller med årsmedelvärde för kustvatten och utsjö.	Linjär 0 = ingen fosforhalt i ytvattnet 100 = 2,26 mg/l fosfor i ytvattnet 1999-2014 helår	
Syrebrist botten (Anoxia background) SGU V/Ö/B	Risk för syrebrist i bottenvattnet. Baserat på data och modeller över syrehalt i sediment (SGU) och i bottenvatten (SMHI).	Linjär 0 = låg risk för syrebrist (O ₂ >6 mg/L i sediment) 100 = hög risk för syrebrist (O ₂ <2 mg/L i sediment)	

Belastning Leverantör Havsplan	Beskrivning	Normaliseringsmetod Betydelse av värde 0 och 100 Dataperiod	Översiktskarta Färgskala från mörkblå (lågt) till röd (høgt)
Klimat- förändring temperatur- ökning (Temp increase summer 2050) WSP (V/Ö/B)	Predikterad höjning av ytvattentemperaturen sommartid till år 2050. Baserat på SMHI:s modeller över förändringar i Östersjöregionen utifrån klimat- och utsläppsscenario RCO-SCOBI A2. Värden för Skagerrak är interpolerade i avsaknad av modell.	Linjär 0 = ingen förändring av temperaturen sommartid 100 = höjning av sommar ytvattentemperatur med 2°C jämfört med nuläge	
Klimat- förändring havsförsur- ning (OA 2050) WSP (V/Ö)	Predikterad sänkning av pH-värde i havet till år 2050. Baserat på oceanografiska modeller från amerikanska NOAA som utgår från RCP8.5.	Linjär 0 = ingen förändring av aciditet 100 = minskning av aciditet med 0.2 pH	

Känslighetsmatriser

Känslighetsmatriser är de tabeller som anger hur känslig varje ekosystemkomponent är för varje belastning. Tumlare är till exempel mer känslig för fiskegarn och undervattensexlosioner än vad den är för elektromagnetiska fält och kontinuerligt buller. Detta förs in i beräkningsmodellen genom känslighetsmatrisen, där effektskalan sträcker sig linjärt från 0 (ingen eller obetydlig effekt) till 1 (mycket hög dödlighet av individer eller permanent förstörelse av livsmiljö). Varje havsplan, Västerhavet, Östersjön, Bottniska viken, har en egen känslighetsmatris, eftersom vissa belastningar såsom näringsämnen kan ha större effekt i ett havsområde än ett annat. Skillnaderna mellan havsplanerna är dock mycket små.

Känslighetsmatriserna redovisas i Bilaga 3.

Eftersom känsligheten (K 0-1) multipliceras med belastningens intensitet (B 0-100) och områdets värde för ekosystemkomponenten (E 0-100) så blir resultatet detsamma om känsligheten är hög ($K=1$) och belastningens intensitet är medel ($B=50$), som om känsligheten är medel ($K=0.5$) och belastningens intensitet är hög ($B=100$). På samma sätt blir utfallet detsamma om ett mycket värdefullt område ($E=100$) exponeras för en belastning som är halvfärlig ($K=0.5$), som om ett halvvärdefullt område ($E=50$) exponeras för en mycket allvarlig belastning ($K=1$).

Ovanstående resonemang är en konsekvens av att känsligheten översatts till en linjär skala. Ett alternativ som inte använts inom Symphony är att beräkna känsligheten på en icke-linjär skala, där hög känslighet (direkt dödlighet) till exempel skulle ge en många gånger kraftfullare effekt än en medelhög känslighet (allvarlig stress). Det är i nuläget svårt att på ett välmotiverat sätt definiera en sådan icke-linjär skala men utveckling inom området kan ske.

Hur känslighetsmatriserna tagits fram

Känslighetsmatriserna har tagits fram genom att frågeformulär besvarats av en expertpanel med särskild sakkunnighet om ekosystemkomponenter⁹.

Femtio två (52) frågeformulär besvarades av 34 deltagare från 11 organisationer¹⁰. Med hjälp av fastställda kriterier har varje deltagare bedömt vilken effekt olika belastningar har på den berörda ekosystemkomponenten (Tabell 3). För varje bedömning har deltagaren också uppskattat sin egen kunskap inom området enligt kategorierna: god kunskap, viss kunskap och låg kunskap.

Svaren från expertpanelen har behandlats enligt följande: Alla svar granskades och uppenbara felaktigheter i formuläret justerades genom återkoppling till experten eller genom tolkning av de stödjande referenser som experten angivit. Därefter sammanställdes alla svar per ekosystemkomponent. Svar baserade inom kategorin ”låg kunskap” utelämnades. Typvärdet (det vanligaste värdet) beräknades för användning i känslighetsmatrisen. Att använda typvärdet istället för medel eller median förespråkades av Symphonys vetenskapliga rådgivare. Om typvärde saknades (då flera värden var lika vanliga) så användes medianen i känslighetsmatrisen. Slutligen gjordes jämförelser mellan Symphonys känslighetsmatris och den motsvarande känslighetsmatris som använts av NIVA Denmark (Andersen, Harvey, *et al.* 2017). Justeringar gjordes i de fall då avvikelsen var stor (>50% värdeskillnad oberoende av metodskillnader) och justering av Symphony kunde anses mest logiskt. Alla justeringar gjordes inom svarsintervallen för Symphonys expertpanel. Det betyder att varje justering fortfarande har täckning hos någon av deltagarna i Symphonys expertpanel, även om värdet inte motsvarar typvärdet.

⁹ Panelen omfattar endast experter på ekosystemkomponenter (fisk, däggdjur, sjöfågel, bottenmiljöer) eftersom de antas ha en bred kunskap om vilka belastningar som är eller inte är skadliga för just den ekosystemkomponent som experten har en djup kunskap om. Experter på enskilda belastningar bedömdes inte ge samma kunskapsbredd och objektiva jämföranden och ingår därför inte i panelen.

¹⁰ Panelen omfattar experter från följande organisationer: Göteborgs universitet, Stockholms universitet, Linnéuniversitetet, SLU Aqua, Lunds universitet, Länsstyrelsen, AquaBiota Water Research AB, Marine Monitoring AB, Hafok AB, Naturhistoriska Riksmuseet, Kullabergsguiderna.

Tabell 3. Frågeställningar och svarsalternativ som använts under framtagande av känslighetsmatriser inom Symphony.

Fråga/svar	Frågeställning/kriterier	
Frågeställning	Vilken effekt har belastningen på ekosystemkomponenten? Utgå från ett område (250 × 250 m) där ekosystemkomponenten rumsligt sammanfaller med belastningen. Utgå från att belastningen förekommer med hög intensitet. Om skäligt ange skillnader mellan olika havsområden.	
Värde	Kriterier för art/population/grupp	Kriterier för livsmiljö
-0.2	Positiv effekt	
0	Ingen påverkan eller negligerbar effekt	Ingen påverkan eller negligerbar effekt
0.2	Stress av betydelse enbart ur kumulativt perspektiv	Liten störning av betydelse enbart ur kumulativt perspektiv
0.4	Stress av betydelse för överlevnad eller reproduktion	Störning av betydelse för överlevnad eller reproduktion
0.6	Mycket allvarlig stress eller viss direkt dödlighet	Mycket allvarlig störning eller viss direkt förstörelse av livsmiljön
0.8	Påtaglig direkt dödlighet	Påtaglig direkt förstörelse av livsmiljön
1.0	Mycket hög dödlighet	Permanent förstörelse av livsmiljön
Säkerhet i bedömning	Kriterier	Åtgärd
1	Låg kunskap om belastningens betydelse för ekosystemkomponenten	Svaret används inte
2	Viss kunskap om belastningens betydelse för ekosystemkomponenten	Svaret används i beräkningen av känslighet (väntevärde)
3	Hög kunskap om belastningens betydelse för ekosystemkomponenten	Svaret används i beräkningen av känslighet (väntevärde)

Osäkerhet

Symphony inkluderar en stor mängd information där alla komponenter bär på sin egen osäkerhet. Resultatet blir en omfattande aggregering av osäkerheter, där vissa geografiska områden har en högre osäkerhet än andra. Tolkning av resultat från modeller ska generellt göras med försiktighet. Eftersom Symphony bygger på så många sammansatta modeller, blir det ännu viktigare att tolka resultatet utifrån vetenskapen om att det är en grov skattning av en komplex verklighet. Därför ska gränser och siffror i resultatet inte tolkas bokstavligen utan ses som indikationer och storleksordningar.

För att ge användare en uppfattning av vilka områden som är behäftade med särskilt hög osäkerhet, har varje karta över ekosystemkomponenter¹¹ speglats

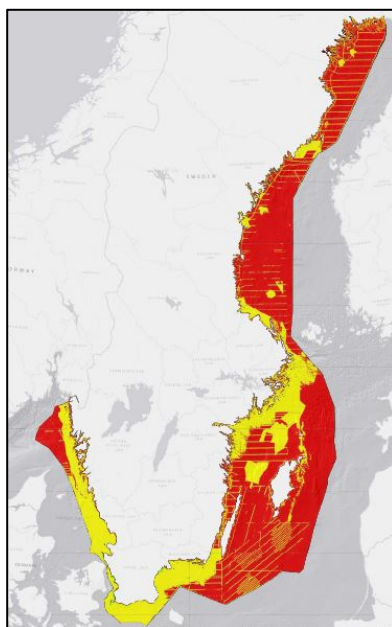
¹¹ På motsvarande sätt har kartor över tillförlitligheten tagits fram för belastningar. Det återstår ännu arbete med att granska och sammanföra denna information till en osäkerhetskarta över belastningar. Osäkerheten är dock generellt lägre för belastningar än

med en karta över tillförlitligheten i underlaget. För varje pixel har dataleverantören angett tillförlitlighetsgraden enligt en förutbestämd skala (Tabell 4). Alla osäkerhetskartorna har slagits samman och ett medelvärde av tillförlitligheten har beräknats för varje pixel (Figur 4). Denna osäkerhetskarta används inom Symphony för att tydligt visa vilka områden som kräver särskilt försiktig tolkning av resultatet. Ett ytterligare sätt att återge osäkerheten i data presenteras geografiskt i *Gröna kartan*.

Osäkerhetskartan visar att den genomsnittliga kunskapen om ekosystemkomponenter är svag i de flesta utsjöområden och bättre utmed kusten och i Kattegatt. Mycket god kunskap råder endast utmed skånekusten.

Tabell 5. Kriterier för uppskattning av tillförlitligheten i det underlag som använts för att ta fram kartor över ekosystemkomponenter. Osäkerhetskartan i Figur 4 baseras på medelvärdet av tillförlitlighet i varje pixel.

Värde	Tillförlitlighet i underlag för varje pixel	Färg i osäkerhetskartan Figur 4
100	Mätdata finns i pixeln	Mörkgrön
75	Mycket god validerad modell	Ljusgrön
50	God modell	Gul
25	Svag modell eller extrapolering	Röd
0	Ingen data eller modell	Svart



Figur 4. Osäkerhetskarta baserat på tillförlitligheten i geografisk information om ekosystemkomponenter. Färgskalan visar medelvärdet av osäkerhet baserat på alla ingående ekosystemkomponenter. För färgskala, se Tabell 5 (röd=svag modell, gul=god modell, grön=mycket god modell). En högupplöst karta finns i Bilaga 2.

för ekosystemkomponenter. Detta eftersom det är lättare att ta fram tillförlitlig data över mänskliga aktiviteter jämfört med utbredning av marina ekosystem och arter.

Utöver osäkerheter i data finns det andra metodmässiga begränsningar som är viktiga att känna till när resultatet tolkas. Till exempel att näringsvävseffekter, arters spridningsmönster och enstaka kortvariga belastningar inte ingår i modellen. Begränsningarna och dess betydelse utvecklas i kapitlet *Metodens begränsningar*.

Analytisk plattform

Analyserna i Symphony omfattar matematiska beräkningar och produktion av resultatkartor och statistik. Tre olika analytiska plattformar har använts inom Symphony:

- EcoImpactMapper (Stock 2016)
- SeaSketch UCSB (SeaSketch 2017)
- SyM (Mattsson 2018)

För att jämföra de olika plattformarnas samstämmighet beräknades analys *Nuläge* med samma ingångsvärden för alla tre plattformarna. Resultaten var likvärdiga med marginella avvikelser.

EcoImpactMapper är en öppen mjukvara utvecklad för att stödja analyser enligt Halperns metoden. De två plattformarna SeaSketch och SyM har på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten utvecklats för att möjliggöra scenarioanalyser. De resultat som redovisas i denna rapport och som används inom havsplaneringens samrådsskede har tagits fram genom plattformen SyM.

Metod för scenarioanalyser

Symphony-analysen *Nuläge* återger kumulativ miljöpåverkan i dagens situation, utan några scenarier. Analysen *Nuläge plan* utgår från att de föreslagna havsplanerna implementeras omedelbart. Detta innebär ett scenario med särskilda antaganden om vad havsplanerna innebär. Analysen *Utblick 2030* innebär både antaganden om vad havsplanerna innebär och hur de verksamhetsområden som berörs av havsplanerna utvecklas fram till år 2030.

Antaganden i analys *Nuläge plan*

I analysen *Nuläge plan* justeras den rumsliga utbredning av belastningar på ett sätt som simulerar havsplanernas användningsområden (Tabell 6). I områden för energianvändning tillförs belastningar från havsbaserad vindkraft och samtidigt minskas belastningar från aktiviteter som inte kan samexistera med energianvändning. Hur mycket som tillförs av en belastning beräknas med utgångspunkt i nu förekommande aktiviteter av samma typ. Exempelvis används den befintliga vindkraftsparken Lillgrund i Öresund för att beräkna hur mycket av vindkraftens belastningar (per km²) som ska tillföras områden med energianvändning i havsplanerna. Den befintliga sandutvinningen utanför Sandhammaren i Östersjön används för att beräkna hur mycket belastningar per yta som ska tillföras områden med användning sandutvinning i

havsplanerna. Fiske som inte bedöms kunna samexistera med den användning som anges i havsplanen överförs till närliggande område (effortförflyttning). Någon minskning av den totala fiskeansträngningen görs inte.

Tabell 6. Antaganden som används för att simulera implementerade havsplaner i analys *Nuläge plan*. Se Tabell 7 för antaganden inom n-områden.

Användning av område enligt havsplan	Antaganden som används scenario <i>Nuläge plan</i>
Generell (G)	Ingen åtgärd.
Försvär (F)	Ingen åtgärd.
Energi (E)	Tillförsel av belastningar från vindkraft (undervattensbuller, elektromagnetiska fält, fågelpåverkan). Borttagande av fågeljakt och trålfiske. Garnfisket minskas med en tredjedel. Allt minskat fiske flyttas över till omgivande områden (effortförflyttning).
Sandutvinning	Tillförsel av belastningar från sandutvinning (grumling och habitatförlust).
Natur (N)	Ingen åtgärd. Naturområden förvaltas genom befintlig skyddslagstiftning eller riksintressets angivelser.

De områden som i havsplanerna betecknas hänsyn natur (n-områden) behandlas på ett särskilt sätt i Symphony. Hänvisningen om särskild hänsyn innebär att användning av området bör ske på sätt som minimerar miljöpåverkan exempelvis genom användning av skonsamma fiskeredskap eller försiktighetsmått vid utformning av vindkraft och sandutvinning. Detta är åtgärder som inte specificeras i havsplanen utan bör utvecklas med tiden och på ett sätt som passar förhållandena i de aktuella områdena. För att simulera havsplanernas betydelse i n-områden är det dock nödvändigt att tillsätta generella antaganden om hur vissa belastningars effekt på vissa ekosystemkomponenter minskar. Detta görs genom att en särskild känslighetsmatris används i n-områden (Tabell 7). Genom n-känslighetsmatrisen är det till exempel möjligt att specifikt minska garnfiskets effekt på tumlare, under antagandet att garnfiske i området kommer att anpassas för att minska bifångst av tumlare exempelvis genom användning av pingers.

Antaganden i analys *Utblick 2030*

Utblick 2030 är ett stöd för havsplanernas miljökonsekvensbeskrivning och hållbarhetsbedömning. Här görs samma antaganden som i *Nuläge plan* (ovan) och därtill en scenariobaserad justering av olika branschers utveckling fram till år 2030. I havsplanernas MKB ges en närmare beskrivning och motivering av utvecklingstrenderna som antagits.

Tabell 7. Antaganden som används för områden med anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur (n-områden) i analys *Nuläge plan*. Antagandena ligger till grund för n-känslighetsmatriserna som används inom n-områden i detta scenario.

Belastning vars effekt minskas	Ekosystemkomponenter som effektminskningen gäller för	Effekt-minskning	Motivering
<i>Försvar</i>			
Explosioner SEL	Däggdjur, sjöfågel, fisk	50 %	Gränsvärden för sprängning >145 dB re 1 µPa s ⁻² under biologiskt känsliga perioder (Andersson <i>et al.</i> 2016; Försvarmakten 2017)
<i>Fiske</i>			
Bottentrål fångst	Livsmiljöer (bifångst), däggdjur, fisk utom målarter (torsk)	50 %	Användning av trål med hög fångstselektivitet (Nilsson 2016; CWBR 2017)
Pelagisk trål fångst	Livsmiljöer (bifångst), däggdjur, fisk utom målarter (sill, skarpsill)	75 %	Användning av trål med hög fångstselektivitet (Nilsson 2016; CWBR 2017)
Garnfiske fångst	Tumlare	50 %	Användning av tumlarpingers (Dawson <i>et al.</i> 2013)
Garnfiske fångst	Livsmiljöer (bifångst), säl, fågel	25 %	Användning av bifångstminimerande paneler/ledljus/garnkomponenter (Martin and Crawford 2015; CWBR 2017)
<i>Energi</i>			
Fågelpåverkan	Fågel	50 %	Detaljprojektering där vindkraftverk undviks inom sjöfåglars viktigaste födosöksområde (Ljungström, Caesar, and Strandberg 2017)
EMF	Fisk	75 %	Placering av sjökablar djupt nedsänkt i botten (Merck and Wasserthal 2009)
<i>Sandutvinning</i>			
Habitatförlust	Däggdjur, fågel, livsmiljöer utom planktonsamhälle och transportbotten afotisk/djup	100 %	Utvinning endast på transportbotten nedanför fotisk zon där återförsel av sand sker (SGU 2017)
Grumling	Däggdjur, fågel, livsmiljöer utom planktonsamhälle och transportbotten afotisk/djup	100 %	Utvinning endast på transportbotten nedanför fotisk zon där återförsel av sand sker (SGU 2017)

Resultatöversikt

Denna rapport beskriver framförallt Symphonys syfte och metodik medan resultatet redovisas i bilaga 4-6 samt i havsplanernas MKB. I detta kapitel ges endast ett kort sammandrag av resultaten på havsplansnivå för analyserna *Nuläge* och *Nuläge plan*.

Kumulativ miljöpåverkan: *Nuläge*

Tabell 8 visar hur mycket olika sektorer och belastningar bidrar till kumulativ miljöpåverkan i Sveriges hav enligt resultatet från Symphony *Nuläge*. Tabellen indikerar också att kumulativ miljöpåverkan i nuläget är i storleksordningen fyra gånger högre i Västerhavet och Östersjön än i Bottniska viken, givet de antaganden som gjorts inom Symphony. Fördjupad redogörelse för resultaten finns i Bilaga 4.

Tabell 8. Resultat *Nuläge*. Tabellen visar olika sektorer och belastningars procentuella bidrag till den kumulativa miljöpåverkan i de tre havsplanområdena under rådande förhållanden. Andelarna (%) är avrundade och ska tolkas som en fingervisning. Kolumn *Havsplan* visar bidrag inom det område som ingår i statlig havsplanering medan kolumn *Hela* visar bidrag inom allt svenskt vatten även inklusive kustområdena. Analyserna har gjorts genom Symphony plattformarna SyM (*Havsplan*) och SeaSketch (*Hela*).

Medelvärde för regionen (sista raden i tabellen) anger medelvärdet av kumulativ miljöpåverkan per area. Eftersom detta relativa medelvärde skiljer sig mellan havsregionerna Västerhavet, Östersjön och Bottniska kan tabellens procentsatser inte jämföras direkt mellan regionerna.

Belastning	Västerhavet		Östersjön		Bottniska viken	
	Havsplan	Hela	Havsplan	Hela	Havsplan	Hela
Sjöfart (totalt)	9,2	11,1	6,8	8,3	5,2	6,6
Sjöfart buller 125 Hz	7,5	9,3	5,3	6,8	3,3	4,8
Sjöfart buller 2 kHz	<0,0	0,2	<0,0	0,1	<0,0	<0,0
Sjöfart oljespill	1,6	1,5	1,4	1,4	1,9	1,8
Sjöfart erosion	<0,0	0,1	<0,0	0,1	<0,0	<0,0
Yrkesfiske (totalt)	45,4	33,3	2,7	2,4	2,1	2,1
Garnfiske fångst	0,5	0,6	0,4	0,5	0,1	0,5
Pelagisk trål fångst	0,2	0,3	0,2	0,2	1,6	1,1
Bottentrål fångst	12,0	8,3	0,6	0,5	0,1	0,1
Bottentrål grumling	10,1	7,4	0,4	0,4	0,1	0,1
Bottentrål habitatförlust	22,6	16,8	1,1	0,9	0,3	0,3
Energi (totalt)	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Elektromagnetiska fält	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Vindkraft buller 125 Hz	0	0	<0,0	<0,0	0	0
Vindkraft fågelpåverkan	0	0	<0,0	<0,0	0	0

Belastning	Västerhavet		Östersjön		Bottniska viken	
	Havsplan	Hela	Havsplan	Hela	Havsplan	Hela
Försvar (totalt)	0,7	1,0	0,8	0,9	1,0	0,7
Skjutområden förorening	<0,0	0,1	0,3	0,3	1,0	0,7
Explosioner övertryck	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	0	0
Explosioner ljudtryck	0,7	1,0	0,5	0,6	0	0
Sandutvinning (totalt)	0	0	<0,0	<0,0	0	0
Sandutvinning grumling	0	0	<0,0	<0,0	0	0
Sandutvinning habitatförlust	0	0	<0,0	<0,0	0	0
Vattenbruk (totalt)	<0,0	<0,0	0	0	0	<0,0
Fiskodling näringsutsläpp	0	0	0	0	0	<0,0
Fiskodling habitatförlust	0	0	0	0	0	<0,0
Musselodling habitatförlust	<0,0	<0,0	0	0	0	0
Rekreation (totalt)	0,1	3,4	0,1	0,9	<0,0	0,3
Fritidsbåtar buller	<0,0	0,8	<0,0	0,2	<0,0	0,1
Fritidsbåtar förorening	0,1	2,0	<0,0	0,5	<0,0	0,2
Fågeljakt	0,1	0,7	<0,0	0,2	<0,0	0,1
Bebyggelse (totalt)	<0,0	1,1	0,1	0,6	0	1,9
Infrastruktur i havet	0	<0,0	0,1	0,1	0	0,1
Kustexploatering	0	0,9	0	0,5	0	1,6
Dumpning habitatförlust	<0,0	0,1	0	<0,0	0	<0,0
Reningsverk föroreningar	0	0,2	0	0,1	0	0,3
Industri (totalt)	0	4,4	<0,0	1,3	0	2,9
Industri föroreningar	0	0,4	<0,0	0,1	0	0,3
Hamn föroreningar	0	4,0	<0,0	1,2	0	2,6
Allmän förorening (totalt)	17,8	14,8	30,0	27,3	49,6	41,6
Sediment metaller	2,34	1,9	10,3	9,2	31,3	24,8
Sediment miljögifter	10,7	9,2	16,2	15,1	18,3	15,4
Vrak oljeläckage	0,6	0,8	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Fiberbankar	-	-	-	-	<0,0	1,5
Kvicksilverdumpning	-	-	-	-	<0,0	<0,0
Stridsmedel riskområde	3,9	2,7	3,1	2,7	0	0
Minor riskområde	0,2	0,2	0,4	0,3	<0,0	<0,0
Övergödning (totalt)	26,8	30,8	59,6	58,2	42,1	42,7
Kväve bakgrunds nivå	21,4	21,2	14,6	15,7	7,2	7,9
Fosfor bakgrunds nivå	2,3	2,8	8,3	8,9	30,0	28,4
Syrebrist botten	3,2	6,9	36,6	33,6	5,2	7,4
Medelvärde för regionen (miljöpåverkan/km²)	23 629	22 430	18 756	17 874	4 966	5 240

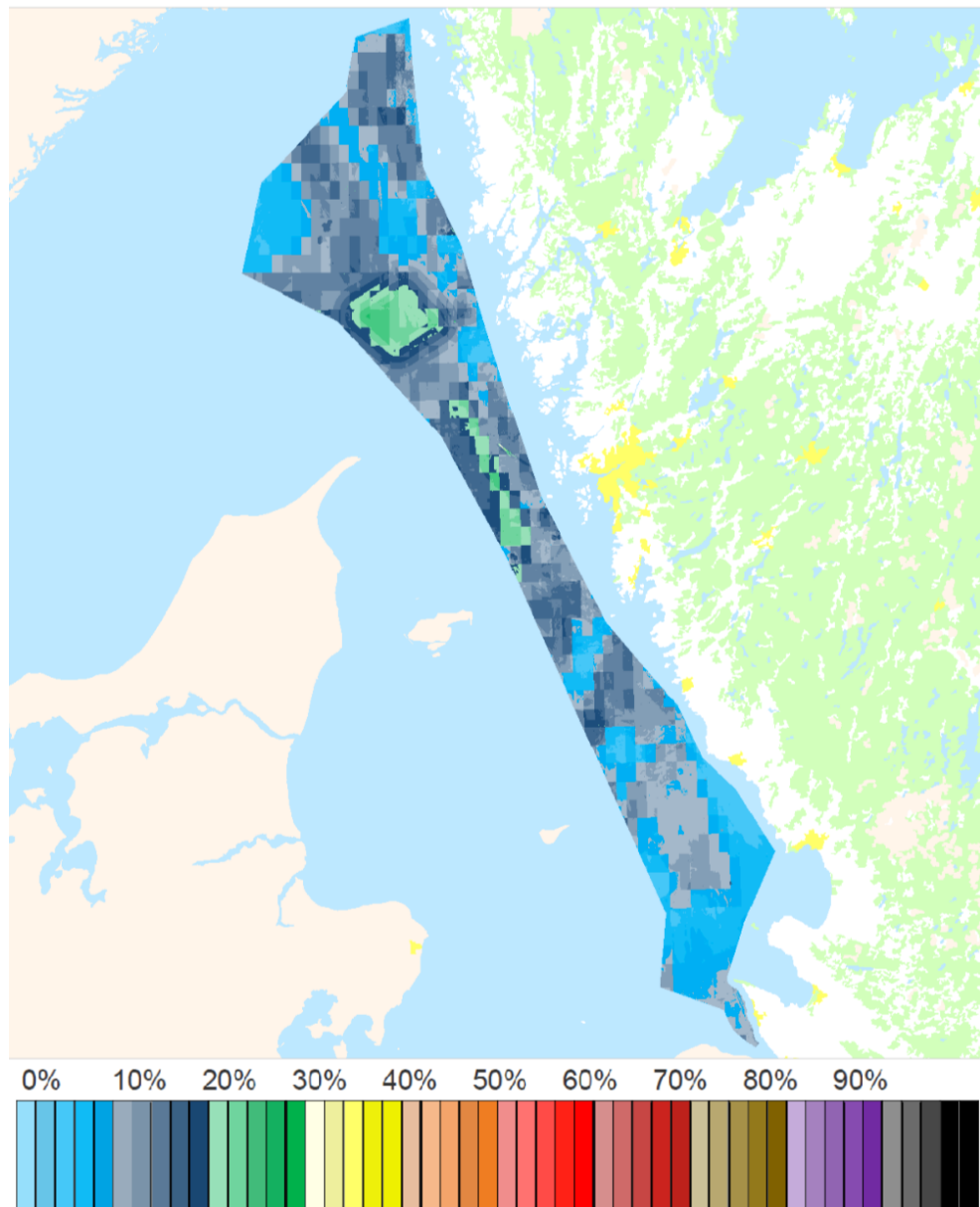
Västerhavet Nuläge

Inom området för den statliga havsplaneringen (utsjön) i Västerhavet är yrkesfisket den sektor som påverkar havsmiljön mest (45 %). Inom fisket är bottentrålning den största bidragande faktorn medan pelagiskt fiske och garnfiske har en förhållandevis liten påverkan. Övergödning är den näst största påverkanskällan (27 %) följt av allmän förorening (18 %). Sjöfartens miljöpåverkan är betydande (9 %) även om inte sjöfartens utsläpp till luft eller bidrag till spridandet av främmande arter finns med i analysen. Övriga sektorer bidrar med storleksordningen mindre än en procent av miljöpåverkan i havsplanområdet. Någon sandutvinning eller havsbaserad vindkraft finns inte i Västerhavet och energisektorn bidrar endast med marginell miljöpåverkan från undervattenskablar.

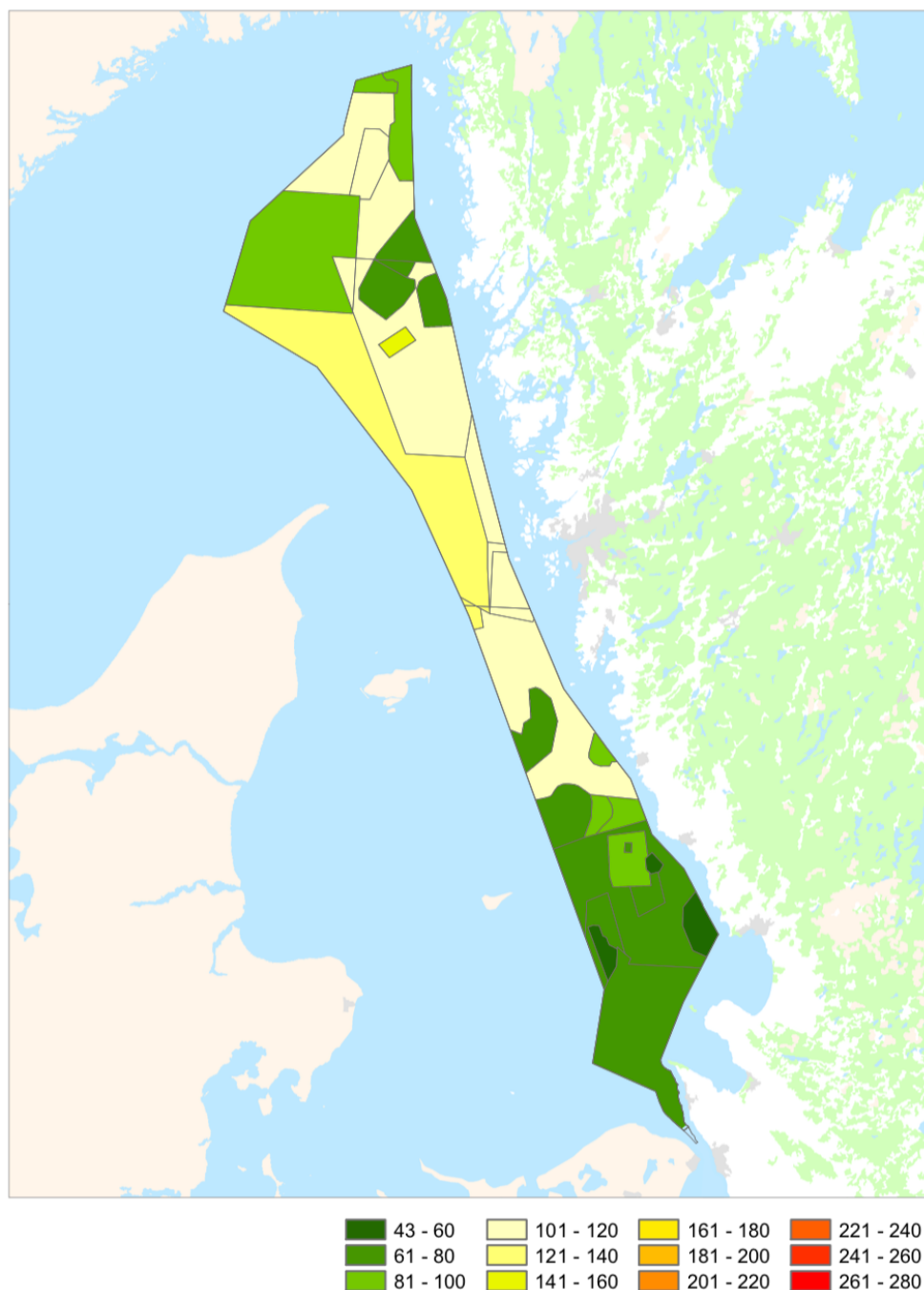
När kustområdena tas med i analysen kvarstår yrkesfiske (33 %), övergödning (31 %), förorening (15 %) och sjöfart (11 %) som de mest bidragande påverkanskällorna och fiskets andel minskas en del. Bidraget från kustnära påverkanskällor ökar med industriutsläpp (4 %), rekreation (3 %) och bebyggelse (1 %) och försvarets verksamheter (1 %). Sett endast till kustvattnen blir bidraget från dessa källor förstås mycket högre.

Den geografiska fördelningen av miljöpåverkan i Västerhavet redovisas i Figur 5 och 6. Allra högst kumulativ miljöpåverkan råder längs kusten och framförallt kring Göteborg. Här finns mycket industri och kustexploatering som påverkar värdefulla grundområden. Inom havsplanområdet är miljöpåverkan högst i centrala och södra Skagerrak vilket framförallt beror på en kombination av intensivt trålfiske och lämnningar av föroreningar i områden som samtidigt har förhållandevis gott om fisk och tumlare. Det ska dock noteras att osäkerheten i data över ekosystemkomponenter är hög i detta område.

I de nordvästra delarna av Skagerrak och i hela södra Kattegatt är miljöpåverkan lägre än i övriga Västerhavet. I nordvästra Skagerrak är de ekologiska värdena höga och den jämförelsevis låga miljöpåverkan beror på ett mindre trålfiske och att bottenarna är syresatta och förhållandevis rena från föroreningar. Den låga miljöpåverkan i södra Kattegatt beror dels på reducerat trålfiske och dels på att de ekologiska värdena är lägre än längre norrut (notera att historisk miljöpåverkan inte representeras i Symphony). Kattegatts utsjöbankar har alla en relativt låg miljöpåverkan.



Figur 5. Geografisk fördelning av kumulativ miljöpåverkan i Västerhavet. Färgskalan sträcker sig från lägsta miljöpåverkan (0 %) till max miljöpåverkan i Västerhavet (100 %) som återfinns i ett litet område vid Göteborg. Analytisk plattform SeaSketch.



Figur 6. Kartan jämför miljöpåverkan i de olika områden som definieras i samrådsversionen av den statliga havsplanen med miljöpåverkan i hela havsplanområdet Västerhavet. Den procentuella jämförelsen baseras på medelvärde per yta. Observera att denna analys inte tar hänsyn till havsplanens rekommendationer utan endast visar nuläget inom de områden som definieras i havsplanen. Analytisk plattform SyM.

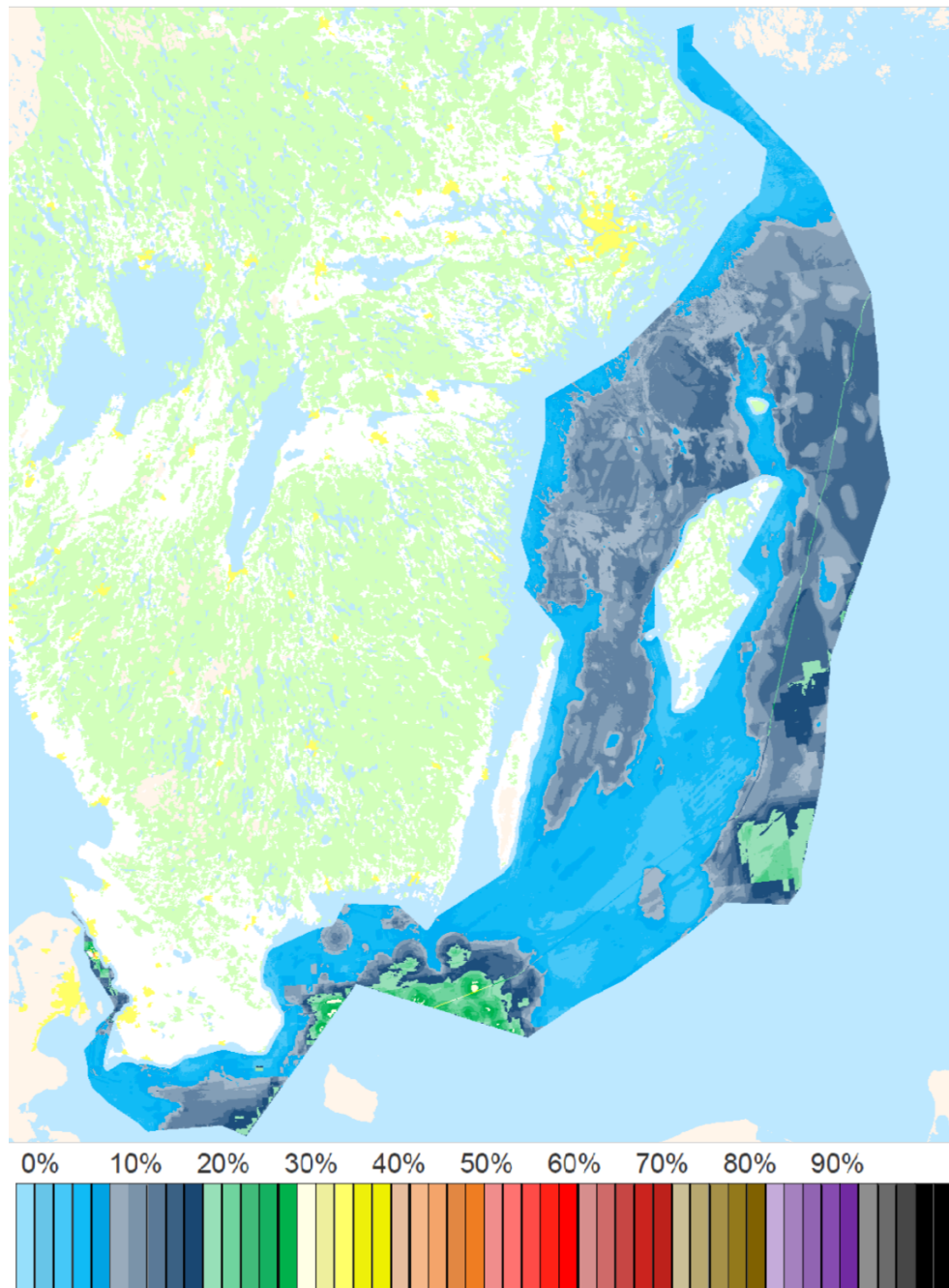
Östersjön Nuläge

Inom området för den statliga havsplaneringen (utsjön) i Östersjön domineras den kumulativa miljöpåverkan kraftigt av övergödning (60 %) och föroreningar (30 %). Syrebrist vid botten är den enskilt största belastningen och har grupperats med andra övergödningsfaktorer även om det förekommer viss naturlig syrebrist i Östersjön. Att föroreningar ger ett så stort bidrag beror på miljöskadliga ämnen i sedimenten som framförallt uppkommit genom historiska utsläpp. Sjöfarten står enligt resultatet för 7 % av miljöpåverkan i Östersjön även om inte dess utsläpp till luft eller bidrag till spridandet av främmande arter finns med i analysen. Yrkesfisket står för en betydligt mindre andel (3 %) vilket framförallt beror på att trålfisket är mer begränsat än i Västerhavet. Garn och pelagiskt fiske påverkar förvisso målarterna och en del bifångst men sett till alla ekosystemkomponenter blir utfallet jämförelsevis lågt¹². Försvarets verksamheter bidrar med knappt 1 % och övriga sektorer står för en mycket liten andel av den kumulativa miljöpåverkan.

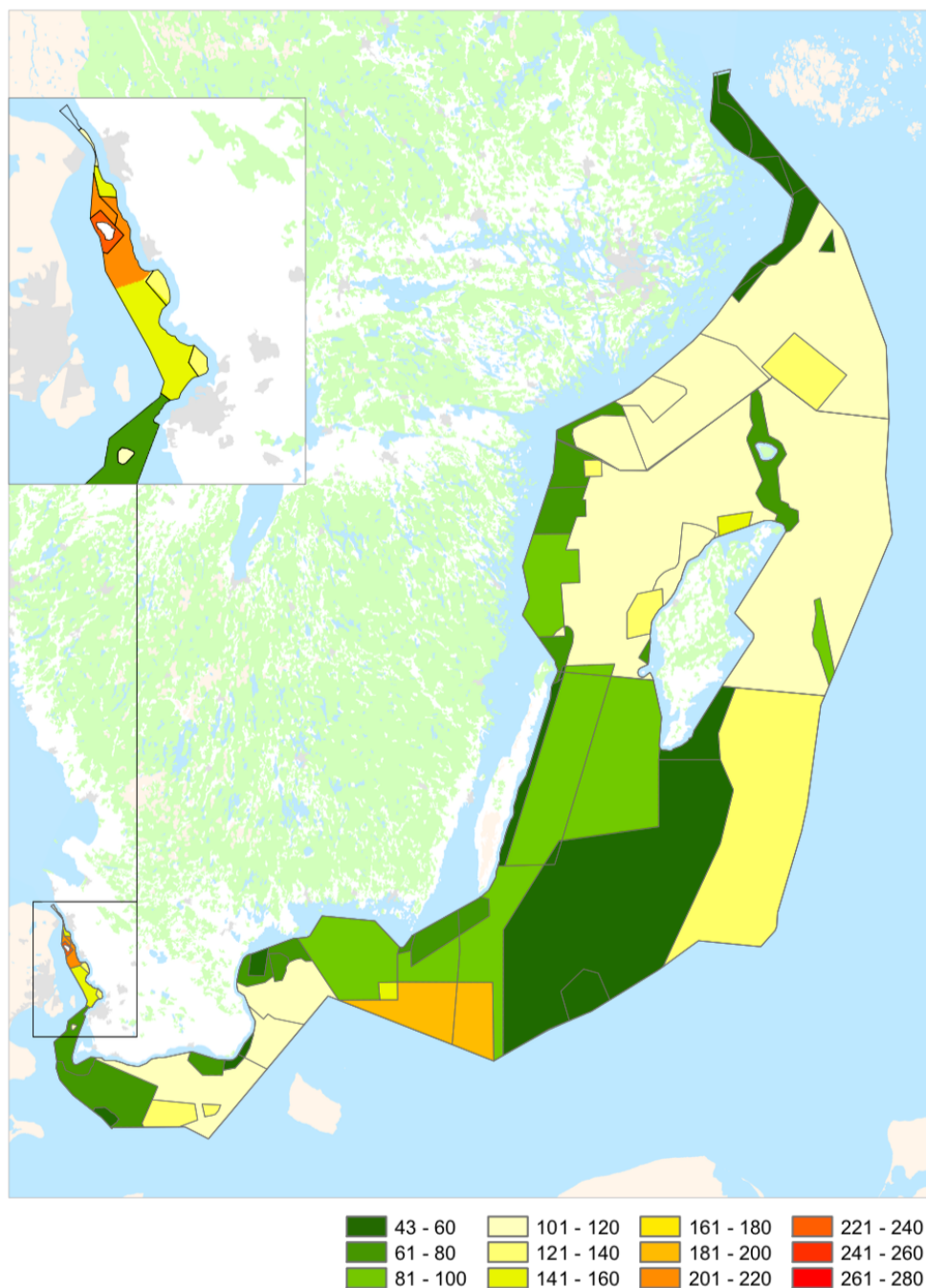
Fördelningen blir ungefär densamma när kustområdena tas med i analysen men bidraget från kustnära påverkanskällor blir tydligare. Industriutsläpp, rekreation och bebyggelse står för i storleken 1 % vardera. Att de kustnära belastningarna ger ett procentuellt mindre bidrag till miljöpåverkan i Östersjön jämfört med Västerhavet beror framförallt på att kustområdena i Östersjön utgör en mindre andel av den totala ytan. Sett endast till kustvattnen blir bidraget från dessa källor förstås avsevärt större.

Den geografiska fördelningen av kumulativ miljöpåverkan i Östersjön redovisas i Figur 7 och 8. De mest påverkade områdena finns i norra Öresund, kring Ven, och utmed kusten i Stockholms skärgård. Här finns både känsliga ekosystem och många olika belastningar. Ute till havs är miljöpåverkan högst i södra Östersjön kring Bornholm och i centrala Östersjön sydost om Gotland. I dessa områden råder syrebrist och finns föroreningar av flera olika slag på botten. Kring Bornholm är även trålfisket förhållandevis intensivt. Särskilt låg miljöpåverkan råder utanför Stockholms skärgård, vid Listerlandet i Hanöbukten, samt i det stora område som utgör Natura 2000-området Hoburgsbank och Midsjöbankarna söder om Gotland. Miljöpåverkan är också låg vid sydvästra Skåne, utanför Västerviks skärgård samt kring Salvo rev och Gotska sandön.

¹² Notera att Symphony inte tar hänsyn till historiskt fiske eller de kaskadeffekter i näringsväven som kan uppstå genom uttag av fisk av särskilda arter eller storlekar



Figur 7. Geografisk fördelning av kumulativ miljöpåverkan i Östersjön. Färgskalan sträcker sig från lägsta miljöpåverkan (0 %) till max miljöpåverkan i Östersjön (100 %) som återfinns i norra Öresund och i inre delarna av Stockholms skärgård. Analytisk plattform SeaSketch.



Figur 8. Kartan jämför miljöpåverkan i de olika områden som definieras i samrådsversionen av den statliga havsplanen med miljöpåverkan i hela havsplanområdet Östersjön. Den procentuella jämförelsen baseras på medelvärde per yta. Observera att denna analys inte tar hänsyn till havsplanens rekommendationer utan endast visar nuläget inom de områden som definieras i havsplanen. Analytisk plattform SyM.

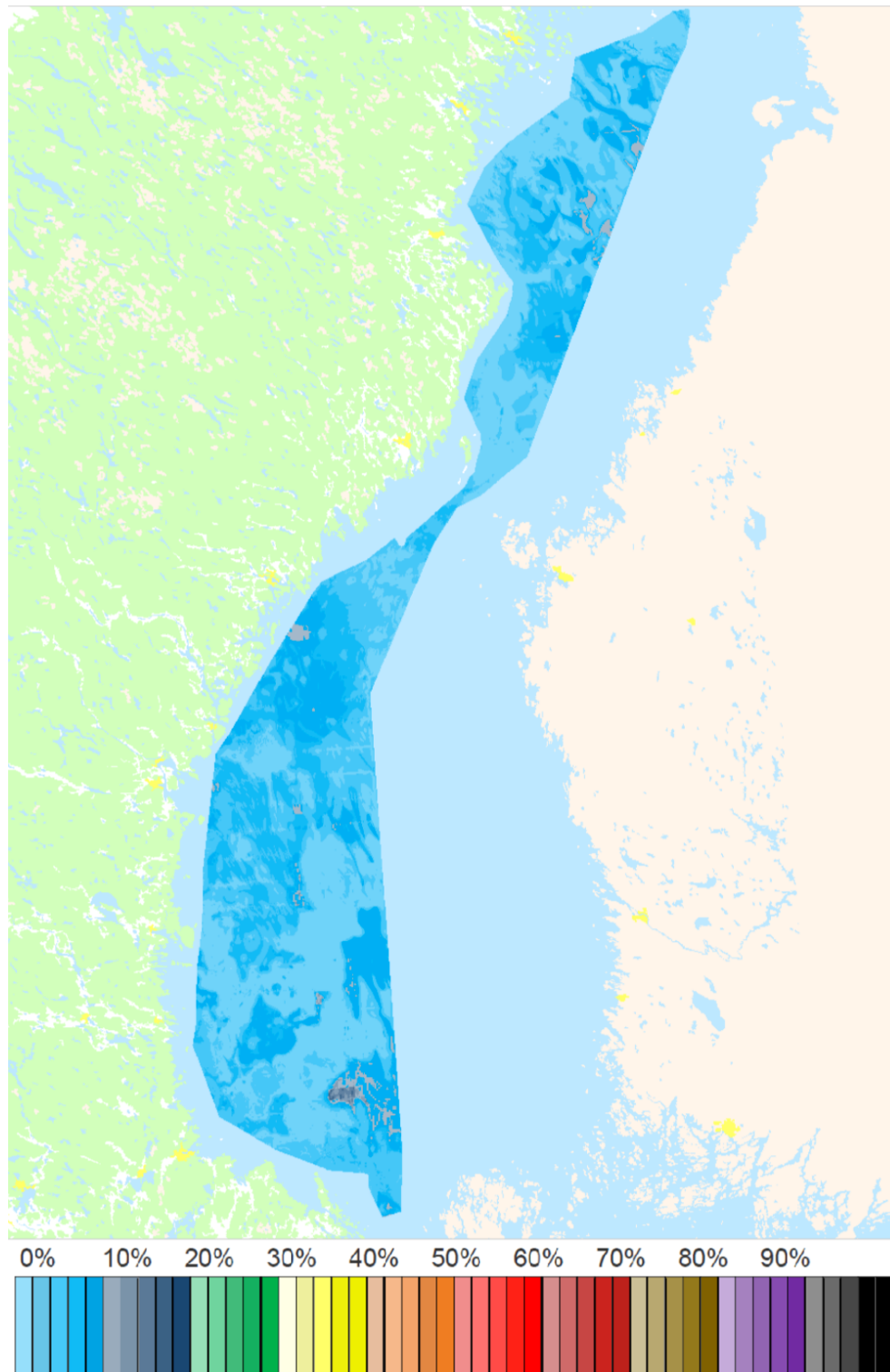
Bottniska viken *Nuläge*

I jämförelse med Västerhavet och Östersjön är miljöpåverkan generellt låg i Bottniska viken, särskilt i utsjön. Den miljöpåverkan som ändå råder inom området för den statliga havsplaneringen utgörs framförallt av föroreningar (50 %), övergödning (42 %) och sjöfart (5 %). Metallföroreningar i sediment och gödande fosfor är de dominerande belastningarna. Fisket står för 2 % och försvaret med sina övningsområden bidrar med 1 %. Övriga sektorer bidrar i liten mån eller inte alls.

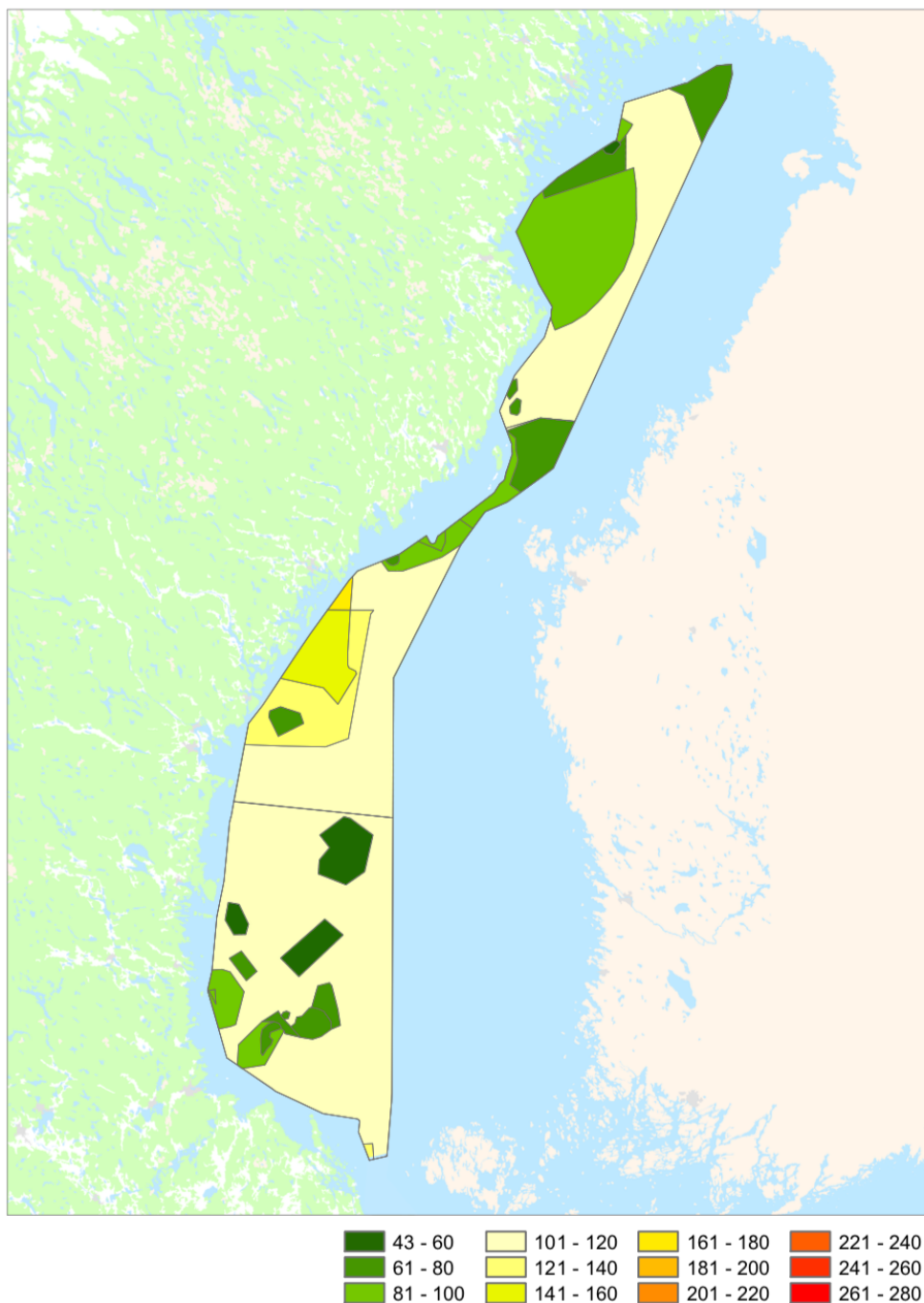
Med kustområdena inräknade minskar föroreningarnas andel något medan bidraget ökar från sjöfart (7 %) och bebyggelse (2 %). Exploatering av strandnära områden är avsevärd även i Bottniska viken.

Geografiskt sett är miljöpåverkan högst inpå kusten, precis som i Västerhavet och Bottniska viken (Figur 9 och 10). I utsjön är påverkan jämt fördelad och endast området öster om Finngrundens framträder som betydligt mer miljöpåverkat än andra områden. I detta område har det pelagiska fisket varit koncentrerat under senare år. En högre miljöpåverkan kan också skönjas utmed Höga kusten mellan Härnösand och Örnsköldsvik vilket beror på hög förekomst av syrefria bottnar. De minst påverkade områdena i Bottniska viken återfinns, enligt resultatet, i norra Bottenviken och kring Bottenhavets utsjöbankar.

I majoriteten av Bottniska viken är tillförlitligheten i bedömningsunderlaget låg då det finns få data från utsjön. Bättre modeller över ekosystemkomponenter finns i Norra kvarken, kring utsjöbankarna samt utmed Upplandskusten.



Figur 9. Geografisk fördelning av kumulativ miljöpåverkan i Bottniska viken. Färgskalan sträcker sig från lägsta miljöpåverkan (0 %) till max miljöpåverkan i Bottniska viken (100 %) som återfinns vid industrihamnarna utmed kusten. Analytisk plattform SeaSketch.



Figur 10. Kartan jämför miljöpåverkan i de olika områden som definieras i samrådsversionen av den statliga havsplanen med miljöpåverkan i hela havsplanområdet Bottniska viken. Den procentuella jämförelsen baseras på medelvärde per yta. Observera att denna analys inte tar hänsyn till havsplanens rekommendationer utan endast visar nuläget inom de områden som definieras i havsplanen. Analytisk plattform SyM.

Klimatförändringarnas betydelse

Pågående klimatförändringar och havsförsurning väntas medföra allvarliga konsekvenser för havsmiljön både i närtid och framtid (Havenhand and Dahlgren 2017). I Västerhavet utgör temperaturökningar och havsförsurning de största hoten. I Östersjön och Bottniska viken kan en sjunkande salthalt komma att medföra stora förändringar (Hammar and Mattsson 2018). Prediktioner över förändringar i temperatur och havsförsurning har använts inom Symphony för att ge en översiktlig bild över betydelsen av klimatförändringar i relation till annan miljöpåverkan. Här läggs klimatförändringar för ca år 2050 samman med nuvarande ekosystemkomponenter och belastningar. Motsvarande prediktioner över salthaltförändringar är inte inkluderade eftersom dess effekter är så genomgripande att det i nuläget är svårt att analysera genom Symphony.

Tabell 9 ger en översikt av de preliminära resultaten som ska tolkas med stor försiktighet. Resultaten indikerar en ökning av kumulativ miljöpåverkan i storleksordningen 50 respektive 100 procent i Västerhavet respektive Östersjön efter år 2050. Anledningen till de stora bidragen är att nästan alla ekosystemkomponenter påverkas mer eller mindre av förändringarna. Rumsligt sett är klimatförändringarna relativt jämt fördelade. I områden där det redan råder en hög miljöpåverkan kan klimatförändringarna komma att spela en avgörande roll i framtiden.

Tabell 9. Ökning av nuvarande miljöpåverkan om framtida temperaturförändringar och havsförsurning inkluderas i analysen. Preliminära resultat.

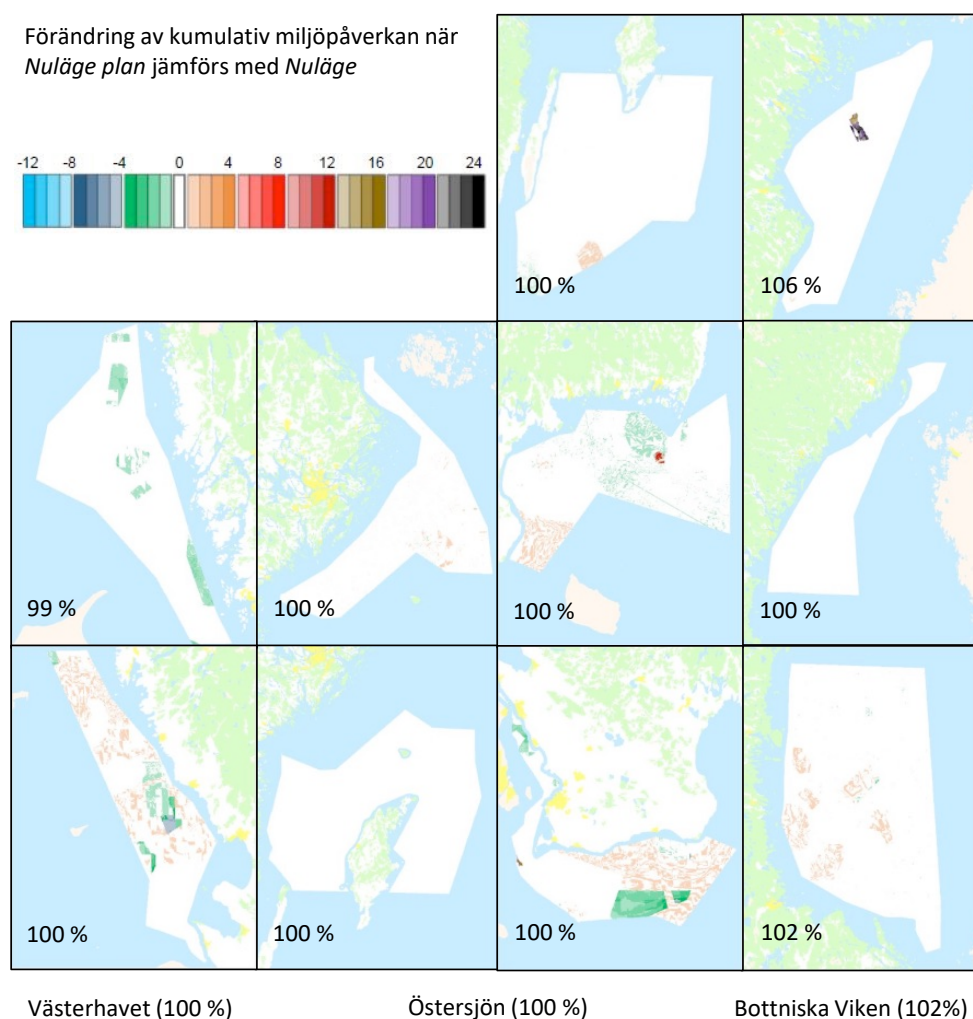
Region	Inkluderade belastningar (klimatförändring till ca 2050)	Ökning av kumulativ miljöpåverkan
Västerhavet	Temperaturökning	+22 %
	Havsförsurning	+28 %
Östersjön	Temperaturökning	+47 %
	Havsförsurning	+51 %
Bottniska viken ¹³	Ingen analys	

För att Symphony på ett mer tillförlitligt sätt ska kunna ta hänsyn till klimatförändringar krävs fortsatt forskning och utveckling. De preliminära resultat som presenteras i detta stycke har därför inte använts inom havsplaneringen. Redovisningen syftar endast till att belysa att klimatförändringar, inklusive havsförsurning, tycks utgöra mycket allvarliga hot. Att klimatförändringarna utgör hot i denna storleksordning har tidigare visats av Halpern utifrån en global analys (Halpern *et al.* 2015).

¹³ Klimatförändringarnas betydelse har inte analyserats för Bottniska viken eftersom de kan medföra så fundamentala konsekvenser för ekosystemet att det inte kan hanteras genom Symphony.

Havsplaneringens effekt: *Nuläge plan*

Här redovisas hur den kumulativa miljöpåverkan enligt Symphony förändras när användningen av havet anpassas efter havsplanerna. Motsvarande analyser görs framöver löpande, som ett stöd till den pågående planeringen. Detta nedslag – som inte är havsplanernas miljökonsekvensbedömning – redovisar de övergripande resultaten för de förslag till havsplaner som gått ut på samråd under 2018 (Figur 11). Detaljerade redogörelser för varje havsområde och enskilda områden finns i Bilaga 5. För miljökonsekvensbedömning, framtidsutblick och diskussion hänvisas till havsplanernas MKB.



Figur 11. Förändring av kumulativ miljöpåverkan när scenario *Nuläge plan* (implementerade havsplaner) jämförs med *Nuläge*. Bilderna visar de totalt 10 olika havsområdena som ingår i de tre havsplanerna. Procentsatserna anger förändringen sett till hela havsplanen respektive varje havsområde. Färgskalan anger förändring i varje pixel som *antal minskade eller ökade procentenheter* av maxvärdet för miljöpåverkan (jmf Figur 5, 7 och 9). Se förklaring av färgskalan i Figur 12. Se Bilaga 5 för områdesvisa förändringar. Analytisk plattform SyM.

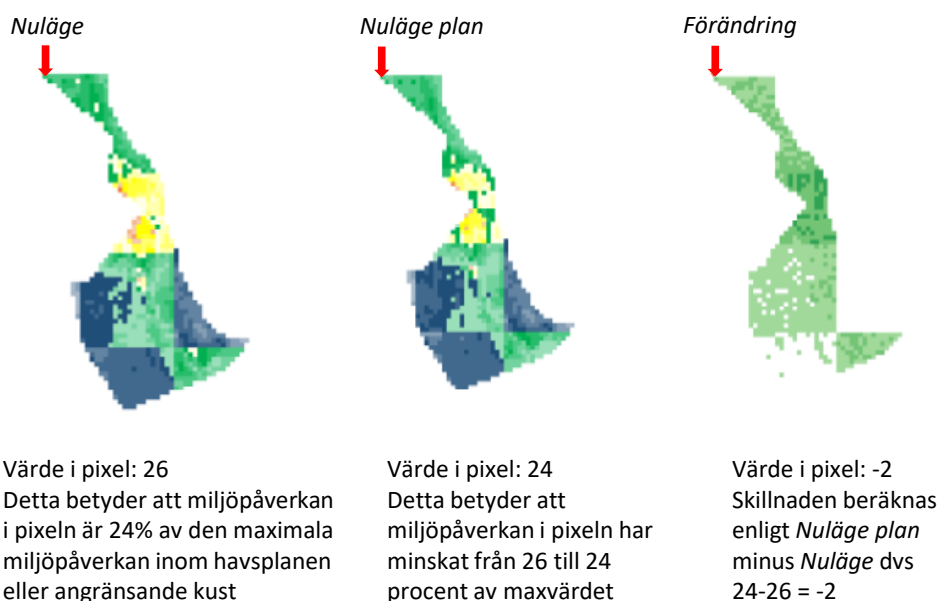
Tolkningshjälp (Figur 11, exempel på varför resultatkartorna ser ut som de gör)

I Kattegatt (bild nedre vänster) syns blå fält som indikerar tydlig sänkning av miljöpåverkan på grund av att bottentrålning inte sker i områden för energiutvinning. Energianvändning vid Stora Middelgrund resulterar i ett litet område (rött fält) med ökad miljöpåverkan och större omgivande områden med sänkt påverkan (gröna fält). Ökningen beror på belastningar från vindkraft medan sänkningen beror på att belastningar från trålfiske försvinner från platsen. Ljusgröna fält utanför Glommen indikerar också en sänkning av miljöpåverkan men det beror istället på att området i havsplanen betecknas med särskild hänsyn till värdefull natur vilket medför att verksamheter i området förväntas anpassas efter naturvärdena (Tabell 7).

Spridda röda fält i Kattegatt indikerar ökad miljöpåverkan som beror av att fiske flyttats ut från energiområden (effortförflyttning). Utflyttningen av fisket är jämt fördelad men ger mer effekt i områden med fler känsliga värden. Totalt sett beräknas den kumulativa miljöpåverkan i Kattegatt bli 100 % (99,8 %) av nuläget om havsplanen implementeras vilket betyder att negativ miljöpåverkan som beräknas uppstå av havsplanen inte är större än de positiva miljökonsekvenserna.

Även i södra Östersjön syns utspridda röda fält som indikerar en förhöjd miljöpåverkan orsakad av att fiske flyttats från omgivande områden då det inte antas kunna bedrivas i områden energiutvinning. Röda fält vid Södra Midsjöbanken och i södra Bottenhavet beror snarare på tillkommande belastningar från vindkraft i energiområden. I dessa områden blir effekten av utflyttat fiske liten eftersom trålfisket är begränsat.

I södra Östersjön och i Bottenviken finns några bruna/lila/grå områden som indikerar kraftigt ökad miljöpåverkan. De uppkommer av att sandutvinning ges utrymme i havsplanerna. Där sandutvinning sker inom ett område som i havsplanen betecknas med särskild hänsyn till värdefull natur blir miljöpåverkan mindre än i andra områden med sandutvinning (Tabell 7). Den tillkommande sandutvinningen och vindkraften medför att havsplanen totalt sett bidrar till en ökad miljöpåverkan i Bottniska viken (102 %).



Figur 12. Redovisning av hur kartor och färgskala i Figur 11 beräknats.

I följande stycken ges ett sammandrag av resultatet för de tre olika havsplanerna. Först, ett tydliggörande angående områden där havsplanerna anger naturvård som den mest lämpliga användningen (N-områden). De områdena utgörs av befintligt/planerat områdesskydd eller riksintressen för friluftsliv och naturvård. Eftersom miljömässigt positiva förändringar i de områdena inte är en konsekvens av havsplanen, utan kan förväntas ske ändå, så ingår förändringarna inte i de analyser som redovisas här. Därför syns inga miljöförbättringar i N-områden i Figur 11. En ytterligare konsekvens är att verksamheter, t ex fiske, vindkraft eller sandutvinning, som i analyserna anpassas enligt Tabell 7 i områden med särskild hänsyn till värdefull natur (n-områden) inte anpassas i områden där de samexisterar med användning naturvård (N-områden). I praktiken kan en motsvarande eller större anpassning förväntas, dock inte som en konsekvens av havsplanen.

Västerhavet Nuläge plan

Västerhavets havsplan är indelad i havsområdena *Skagerrak* och *Kattegatt*. Den föreslagna havsplanen medför inte någon tydlig förändring av kumulativ miljöpåverkan även om resultatet tyder på en liten sänkning i vartdera havsområdena. Vissa lokala förändringar kan dock skönjas.

I *Skagerrak* tyder resultatet på att havsplanen medför en liten minskning av miljöpåverkan (99 % av nuläget). De flesta områdena är helt oförändrade men i områden med anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur (n-områden) minskar miljöpåverkan med storleksordningen fem procent. Bland de områdena blir minskningen som störst där det både finns höga naturvärden (ekosystemkomponenter) och skadliga verksamheter som kan anpassas.

I *Kattegatt* reduceras miljöpåverkan mycket påtagligt i de tre områdena för energiutvinning (upp till fyrtio procent minskning). Detta beror på att delar av fisket flyttas ut från områdena då trålfiske inte anses vara möjligt inom vindkraftsanläggningar (Tabell 6). Eftersom det undanträngda fisket istället flyttas till omgivande områden, där påverkan därmed ökar, så blir nettoeffekten marginell sett till hela havsområdet¹⁴. I *Kattegatt* medför havsplanen alltså främst en omfördelning av miljöpåverkan med kraftig sänkning i energiområden och svag ökning i större omgivande områden.

Östersjön Nuläge plan

Östersjöns havsplan är indelad i fem havsområden. Totalt sett medför havsplanen ingen tydlig förändring av miljöpåverkan varken för något av havsområdena (100 % av nuläget) eller för havsplanen i sin helhet (100 % av nuläget). På områdesnivå kan skönjas vissa förändringar.

I havsområdet *Norra Östersjön och Södra Kvarken* anger havsplanen två områden som lämpliga för energiutvinning. I de områdena ökar den kumulativa miljöpåverkan med någon respektive några procent. I havsområdet *Mellersta Östersjön* medför havsplanen inga påtagliga förändringar.

¹⁴ Positiva effekter av revstrukturer eller ökad produktion av förnybar el redovisas inte genom Symphony. Ej heller ingår ökade utsläpp som kan följa av ändrade fiskeplatser.

Havsområdet *Sydöstra Östersjön* utgörs till stor del av befintligt områdesskydd (Natura 2000) där havsplanen anger naturvård som den mest lämpliga användningen. I ett område vid Södra Midsjöbanken där havsplanen anger energiutvinning som den mest lämpliga användningen visar resultatet en ökad miljöpåverkan med tio procent. Ökningen beror på undervattensbuller och störning av övervintrande sjöfåglar i det annars relativt opåverkade området. Havsplanen innehåller också ett större område där en eventuell justering av sjöfartsrutter ska utredas. Detta utredningsområde har dock inte behandlats i de Symphony-analyser som presenteras här.

I havsområdet *Södra Östersjön* medför havsplanen flera lokala förändringar av miljöpåverkan. Genom anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur minskar påverkan över stora delar av Hanöbukten. Sandutvinning i ett område vid Klippbanken medför dock en tydligt ökad miljöpåverkan lokalt. I området för energiutvinning vid Taggen visar resultatet någon procent ökad miljöpåverkan. I de sydligaste delarna av havsområdet syns en svag men spridd ökning av miljöpåverkan som beror av att fiske enligt analysen flyttats ut från områden för energiutvinning söder om Skåne. Denna ökning återfinns även i de ostliga delarna av havsområdet *Södra Östersjön och Öresund*. Inom de utpekade områdena för energiutvinning söder om Skåne minskar dock miljöpåverkan med tio till tjugo procent, främst eftersom trålfiske inte förväntas vara möjligt. Utmed Österlenkusten och i delar av Öresund minskar miljöpåverkan något på grund av havsplanens anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur. Samtidigt sker en kraftig lokal ökning av miljöpåverkan vid Sandflyttan i södra Öresund där havsplanen anvisar om sandutvinning.

Bottniska viken *Nuläge plan*

Havsplanen för Bottniska viken indelas i *Bottenviken, Norra Bottenhavet och Norra Kvarken* samt *Södra Bottenhavet*. Sett till Bottniska viken i sin helhet medför havsplanen en svag ökning av kumulativa miljöpåverkan (102 % av nuläget). Detta beror framförallt på havsplanens hänvisning om sandutvinning i ett större område vid Svalans och Falkens grund. Här blir ökningen av miljöpåverkan särskilt stor proportionellt sett, eftersom området i nuläget är tämligen opåverkat. För *Bottenviken* i övrigt visar analysen lokala ökningsar av miljöpåverkan inom områden för energiutvinning i sydväst

I *Norra Bottenhavet och Norra Kvarken* innebär havsplanen inte någon märkbar förändring av kumulativ miljöpåverkan. I *Södra Bottenhavet* ökar miljöpåverkan något (101 % av nuläget) till följd av de många områdena för energiutvinning i havsplanen. Inom de områdena ökar påverkan med mellan fem och tio procent, bland annat vid Finngrund.

Ytterligare analyser

Ovanstående sammandrag är en översiktlig tolkning av resultaten. Genom att ingående analysera tabellerna (bilaga 5) över hur mycket olika belastningar bidrar till den kumulativa miljöpåverkan och vilka ekosystemkomponenter som påverkas så kan mer nyanserade resultat tas fram för varje område. Genom att exempelvis jämföra hur mycket påverkan olika anläggningar eller aktiviteter

medför i olika områden blir det tydligt att samma verksamhet kan orsaka hälften så låg miljöpåverkan i ett område jämfört med ett annat¹⁵. Det är också relevant att sätta ökad lokal påverkan i perspektiv till den redan befintliga situationen. Ökad miljöpåverkan i ett kraftigt påverkat område kan innebära en annan slutsats än samma ökning i ett närmast opåverkat område.

Sammanfattning av *Nuläge plan* och havsplanernas betydelse

Symphonys analyser indikerar att förslagen till havsplaner trots de ökade områdena för energi- och sandutvinning samt områdena med anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur inte medför några tydliga förändringar av den kumulativa miljöpåverkan. I Västerhavet är havsplanens effekt neutral (100 %) eller svagt positiv. I Östersjön och Bottniska viken är effekten neutral eller svagt negativ (100 % respektive 102 %). I alla tre fallen får skillnaden anses vara liten på havsplannivå, särskilt med hänsyn till ackumulerade osäkerheter i data och havsplanernas implementeringsgrad.

Sett till mindre områden uppstår både tydliga ökningar och tydliga minskningar av kumulativ miljöpåverkan. Havsplanerna medför alltså en omfördelning av miljöpåverkan. Hur denna omfördelning sker är ett viktigt informationsunderlag för den fortsatta havsplaneringen och jämförelser mellan planalternativ. Samma belastning kan ge olika bidrag till miljöpåverkan beroende på vilket område som berörs, vilket visar sig i resultatet.

Att de rådande förslagen till havsplaner medför en begränsad förändring av miljöpåverkan i sin helhet kan förklaras enligt följande. Scenarioanalysen *Nuläge plan* som baseras på havsplanerna, innebär inte några omlokaliseringar av sjöfartens rörelser eller försvarets verksamhet. Vidare görs antagandet att fiske som inte kan samexistera med energianvändning omlokaliseras (effortförflyttning) istället för att minskas (Tabell 6). I områden med anvisning om särskild hänsyn till värdefull natur (n-områden) berörs endast ett fåtal verksamheter enligt analysen och detta genom anpassning snarare än inskränkning (Tabell 7). Dessutom har inga antaganden gjorts om minskad miljöpåverkan i områden med användning naturvård (N-områden), eftersom havsplanerna inte antagits påverka de regelverk som styr naturskyddets utformning. Resultatet blir relativt få och små förändringar i *Nuläge plan* jämfört med *Nuläge*. Effekten av de små förändringarna överskuggas i hög grad av att dominerande belastningar kommer från befintliga påverkanskällor som inte påverkas av havsplanering (t ex övergödning och föroreningar).

Förslagen till havsplaner har alltså en mycket begränsad påverkan på de verksamheter och utsläppskällor som bidrar till lejonparten av kumulativ miljöpåverkan i havet. Skillnaderna uppstår istället av det mångfaldigt ökade utrymmet för energi- och materialutvinning, vilka bidrar med relativt lite belastningar sett ur ett helhetsperspektiv.

När resultatet används som planeringsunderlag måste beaktas att osäkerheterna är särskilt höga i Bottniska viken och i Östersjöns utsjövatten.

¹⁵ Bilaga 4-6. Beräknas genom att multiplicera kolumn "Impacts per pressure" med värdet av "Cumulative effect, Total". Beroende på vad som jämförs kan resultatet behöva divideras med "Area km²" för att standardisera miljöpåverkan efter verksamhetens storlek.

Metodens begränsningar

Symphony ger en förenklad men holistisk bild av miljöpåverkan i havet. Även om denna bild kan vara mer rättvisande än många andra sätt att betrakta miljöpåverkan, så är den också mindre exakt. När Symphony används som bedömnings- eller beslutsunderlag är det avgörande att användaren är införstådd med metodens och datainnehållets begränsningar.

Tolkningsbegränsningar och skala

Alla resultat från Symphony ska ses som indikationer och storleksordningar och inte som gränser eller absoluta tal. Även om den geografiska upplösningen är hög (250 × 250 m) så finns inte mätdata i alla pixlar. Upplösningen är alltså inget mått på datakvalitet. I enlighet med vad osäkerhetskartan visar så bygger kartorna ofta på icke validerade modeller. Detta gör att resultatet blir närmare sanningen på grov geografisk skala jämfört med detaljerad skala. Symphony visar de stora dragen och är ett lämpligt planeringsstöd på strategisk nivå, nationellt och regionalt. Givet de data som nu ingår i Symphony är det inte en lämplig metod att använda för detaljerade bedömningar på lokal skala.

Tidsskalan är annan viktig faktor. Eftersom data i denna version av Symphony baseras på ett värde per år tas inte explicit hänsyn till att belastningar och ekosystemkomponenter måste överlappa inte bara i rum utan även tid för en effekt ska uppstå. Därför överskattas miljöpåverkan i någon mån. Övervintrande fågel finns till exempel bara på utsjöbankarna under vintern och kan därmed bara exponeras för vindkraft och sjöfart under denna del av året. I Symphony beräknas miljöpåverkan utifrån belastningarnas årsmedelvärde utan att ta hänsyn till detta. Det kan förmodligen antas att en effekt som uppstår under en viktig tid i artens årscykel, såsom övervintring eller lekperiod, ger effekt över hela året. Men om belastningen i själva verket inte förekommer under samma tid som ekosystemkomponenten så överskattas påverkan. Säsongsmässiga analyser kan vara värdefulla att inkludera framöver.

Vad som inte finns med i Symphony

Symphony och andra liknande metoder för rumslig bedömning av kumulativ miljöpåverkan utgår från ett representativt urval av komponenter, men tar inte hänsyn till interaktioner mellan olika delar av ekosystemet. Om torsk påverkas enligt Symphony får detta ingen följdverkan på sill, trots att en försämring för torsk kan vara positivt för bytesdjuret sill. För de ekosystemkomponenter som utgörs av livsmiljöer avser känsligheten mot belastningar emellertid effekten på biotopen i sin helhet, vilket implicit inkluderar interaktioner mellan dess arter och livsmiljöns motståndskraft mot störning. Interaktioner mellan ekosystemkomponenter kan leda till regimskiften, att balansen eller dynamiken i ekosystemet förändras. Sådana förändringar har skett i Östersjön under senare år (Österblom et al. 2007; Möllmann et al. 2009). Symphony hanterar inte historiska förändringar utan endast påverkan på det nuvarande

ekosystemet. Detta medför att belastningar som varit anledning till historisk miljöpåverkan och regimskiften inte nödvändigtvis faller ut som lika betydelsefulla i de aktuella analyserna.

Även det som kallas konnektivitet, kopplingen mellan arter och livsstadier i tid och rum, saknas i beräkningsmodellen. Om till exempel larver som driver mellan punkt A och punkt B påverkas i punkt A, så syns inte detta som en ökad påverkan i punkt B.

Symphony beräknar miljöpåverkan utan någon viktning mellan ekosystemkomponenter. Detta gör att påverkan på sällsynta arter och biotoper överskuggas av påverkan på mer vanligt förekommande sådana. Att vikta enskilda ekosystemkomponenter i analysen är svårt och bidrar inte till transparens. Istället ska metodens begränsning iakttagas; Symphony i denna version är till exempel inte en lämplig metod för att analysera påverkan på kallvattenkoraller och andra sällsynta arter. Skräddarsydda analyser kan emellertid göras specifikt för sådana ekosystemkomponenter.

Enstaka kortvariga störningar finns inte med bland belastningarna i Symphony, till exempel anläggningsarbeten och olyckstillbud. Detta beror på att enstaka kortvariga störningar inte på ett enkelt sätt kan beskrivas numeriskt på samma skala som långvariga eller återkommande störningar. Symphony ger en bild av den långsiktiga miljöpåverkan och enstaka störningsmoment skulle då få en överrepresenterad inverkan på resultatet. Miljöpåverkan av anläggningsarbeten och olyckstillbud måste alltså behandlas i andra fora än Symphony. Ytterligare belastningar som saknas är marint skräp, mikroplast, införsel av främmande arter och utsläpp av miljöskadliga ämnen till luft och atmosfär. Miljöpåverkan från dessa belastningar har varit svår att beskriva geografiskt.

Vidare bygger metoden på antagandet att påverkan från flera belastningar samtidigt resulterar i en additiv effekt. Att till exempel påverkan från buller kan läggas till påverkan från miljögifter enligt förhållandet 1+1. Detta kan vara fel, det skulle också kunna vara så att exponering för miljögifter antingen minskar känsligheten för buller (antagonistisk effekt, $1 \times 0.5 + 1$) eller ökar känsligheten för buller (synergistisk effekt, $1 \times 1.5 + 1$). Forskningen inom icke-linjära kumulativa effekter är i sin linda, men många studier har gjorts under senare år. Resultaten tyder på att de flesta samband är additiva eller antagonistiska (Côté, Darling, and Brown 2016).

Slutligen kan positiv miljöpåverkan inte hanteras i nuvarande version av Symphony. Om ett artificiellt rev innebär en positiv förändring i ett område kommer detta ändå att leda till en ökad miljöpåverkan eftersom revet skapar ett ytterligare värde (ekosystemkomponent) som i sin tur bidrar till mer miljöpåverkan om det finns belastningar som påverkar i området. Detta är inte fel i sak, men resultatet blir missvisande, eftersom det tillförda ekologiska värdet inte redovisas positivt i analyserna. Vågbrytare och fundament finns med i Symphony både som ekosystemkomponent (artificiellt rev) och belastning (infrastruktur i havet), vilket gör att miljöpåverkan per automatik ökar. Under framtagandet av känslighetsmatrisen har vissa paneldeltagare angett att en belastning har en positiv effekt; exempelvis infrastruktur i havet. Ingen belastning har dock erhållit ett positivt typvärde.

Skillnader mot andra liknande metoder

Nedan listas de mest betydande skillnaderna mellan Symphony och andra liknande metoder för kumulativ effektbedömning:

- Symphony inkluderar scenarioanalys, där miljöpåverkan av framtida planer eller utvecklingstrender kan simuleras.
- Belastningarna i Symphony har i regel inte log-transformerats, vilket medför att dess miljöpåverkan inte automatiskt överskattas.
- Symphony inkluderar inte enstaka kortvariga belastningar.
- Aggregerade osäkerheter i data beskrivs på ett geografiskt sätt och baseras på uppskattad tillförlitlighet i modeller, istället för genom standardavvikelser.
- Färgskalan som används i Symphonys resultatkartor är uppdelad i procentklasser istället för att vara utdragen (stretchad), för att underlätta tolkning.

Transparens och utveckling

Symphony ska vara användarvänligt, transparent och vetenskapligt förankrat. För att uppnå och upprätthålla detta över tid krävs att ingående data är tillgängligt för alla och att metod liksom data revideras, uppdateras och utvecklas.

Datadelning

För att åstadkomma god transparens behöver den data som ingår i Symphony vara tillgänglig för granskning. Det är också en stor fördel om data är tillgänglig för användning i liknande eller andra ändamål. Lågupplöst data och metadata finns tillgänglig i Bilaga 1. Från och med våren 2018 ska de normaliserade raster (kartor) som använts också finnas tillgängliga för nedladdning via Havs- och vattenmyndighetens websida eller på förfrågan. De underliggande data som använts för att ta fram rastren är i vissa fall tillgängliga på förfrågan och i andra fall hänvisas till datakälla. Datadelningen omfattas av krav på datasäkerhet och spridningstillstånd. All återpublicering av data ska ske med referens till ursprunglig datakälla.

Revidering

Under arbetet med att ta fram en första operativ version av Symphony har vissa brister i underlaget identifierats. De allvarligaste bristerna måste åtgärdas för att Symphony ska vara ett tillräckligt tillförlitligt stöd till havsplanering och andra användningsområden.

Prioriterade justeringsbehov

- **Kväve och fosfor.** I Symphony har kartorna över kväve och fosfor normaliserats (0-100) på ett sätt som gör att alla halter av näringsämnena överstigande 0 utgör en belastning. Eftersom både fosfor och kväve återfinns som en naturlig förutsättning i haven medför denna normalisering en viss överskattning av miljöpåverkan från övergödning. Denna överskattning måste åtgärdas genom en ny normalisering av kväve och fosfor där minsta värdet (0) sätts till den naturliga (förindustriella) närsaltshalten för respektive ämne i respektive havsområde.
- **Grumling från bottentrålning.** Det är väl dokumenterat att bottentrålning orsakar uppgrumling av sediment som stannar kvar i vattenkolumnen under timmar till dagar och sprids med strömmar i plymer i hundratals meter till kilometer (Linders *et al.* 2017). I Symphony representeras denna uppgrumling av ett direkt linjärt 1:1 förhållande till trålningsfrekvens (Surface Area Ratio). Eftersom grumlingen enligt resultatet utgör en betydande del av miljöpåverkan i

Västerhavet, är det viktigt att denna belastning revideras och kalibreras mot andra grumlingskällor.

- **Vattenbruk.** I Symphony är belastningar från vattenbruk bristfälligt återgivna med osäker åtskillnad mellan tillståndsgivna och operativa anläggningar och underskattad spridning av näringsämnen från fiskodling. Vattenbruk finns i nuläget inte inom området för statlig havsplanering, men det är ändå viktigt att dess miljöpåverkan återges på ett tillförlitligt sätt och belastningarna måste därför revideras.
- **Klimatförändringar.** Eftersom klimatförändringar enligt den preliminära analysen tycks utgöra ett mycket allvarligt hot är det angeläget att Symphony framöver kan inkludera klimatscenarier på ett tillförlitligt sätt. Dataunderlag för temperaturökning, havsförsurning och salthaltsförändringar bör uppdateras (forskningsprojekt pågår lett av SMHI). Därtill bör känslighetsmatrisen valideras med avseende på hur dessa belastningar påverkar ekosystemkomponenterna i de olika havsplanområdena.

Andra behov av översyn

- **Bottenkomplexitet.** Hårdbotten (hård lera, sten, block och berghäll) utgör sällsynta möjligheter för utveckling av revsamhälle med hög biologisk mångfald (Grey *et al.* 2013). Detta är särskilt tydligt på djupt vatten i Västerhavet. I Symphony baseras förekomst av revsamhälle i en majoritet av havsområdet på bristfällig data (det saknas moderna heltäckande undersökningar). Hårt bottensubstrat är en god indikator på var det kan finnas ytterligare revsamhälle, men de karteringar som utgör basen för bottensubstrat inom Symphony är i stora områden så pass grovskaliga att förekomst av hårdbotten inte detekteras utan generaliseras till större ytor dominerade av mjukbotten. Genom att använda djupdata för att ta fram bottenytans komplexitet, ett mått på hur kuperad botten är, kan ytterligare områden med hög sannolikhet för värdefull hårdbotten tas fram och inkluderas bland ekosystemkomponenterna i Symphony. Kuperad botten innebär ofta goda miljöer för filtrerande och revbildande djur. Att öka tillgången till högupplöst djupdata, utveckla modellerna som beskriver bottensubstrat och dess biologi är ett grundläggande behov.
- **Explosioner.** Belastningar från försvarets övningsområden är undermåligt representerade i Symphony på grund av bristande information om mängden och frekvensen av sprängningar i angivna områden där tillstånd finns. Med mer information kan dessa kartor förbättras. Försvarets bidrag till kumulativ miljöpåverkan är i nuläget osäkra.
- **Fritidsfiske.** Det finns tydliga indikationer på att fritidsfiskets fångster utgör en betydande belastning på kustnära fiskbestånd. Denna belastning finns inte med i Symphony, vilket förklaras av bristande underlag och att fritidsfiske huvudsakligen sker nära kusten och därmed inte är tydligt kopplad till miljöpåverkan i de områden som ingår i den statliga havsplaneringen. Men eftersom kumulativ

miljöpåverkan bör bedömas utifrån ett holistiskt perspektiv och även beakta kustnära belastningar, så är det angeläget att föra in även fritidsfiske i framtida versioner av Symphony.

- **Fritidsbåtar.** I likhet med fritidsfiske har trafik med fritidsbåtar inte prioriterats inom Symphony, eftersom detta framförallt berör kustområden innanför de områden som berörs av statlig havsplanering. De två belastningar från fritidsbåtar (buller och förorening) är bristfälliga. De bygger inte på analyser av de faktiska belastningarna, utan förutsätter endast ett linjärt förhållande mellan aktiviteten, trafik av fritidsbåtar och belastningarna. För att Symphony ska ge bättre information i kustnära områden, behöver modellerna över de belastningarna förbättras.
- **Undervattensbuller.** Buller från framförallt sjöfart utgör en stor del av miljöpåverkan enligt Symphony. De modeller som ligger till grund för undervattensbuller från sjöfart och vindkraft är avancerade men har inte validerats mer än översiktligt gentemot mätdata och andra modeller, vilket behöver göras.
- **Oljespill.** Kartorna över oljespill från sjöfart och vrak bör beskrivas utifrån ytterligare underlagsdata och modeller som tar hänsyn till vind- och strömriktning.
- **Muddring.** I kustnära områden kan muddring innebära en betydande miljöpåverkan. I områden som muddras ofta återkommer aldrig de naturliga bottenmiljöerna. I områden som muddras för första gången är miljöpåverkan särskilt omfattande och kan innebära fullständig förlust av värdefulla habitat. Framöver bör även muddring ingå bland belastningarna i Symphony, särskilt för det fall att metoden används i kustnära områden innanför den statliga havsplaneringen.
- **Känslighetsmatris.** Informationen om hur känsliga olika organismgrupper är för olika belastningar behöver löpande valideras och uppdateras genom att ny kunskap införlivas i känslighetsmatrisen.
- **Normaliseringar.** Det kan finnas anledning att se över normaliseringen inom vissa kartor, såsom torsk, sill och skarpsill, för att på ett så rättvisande sätt som möjligt beskriva dess värden i olika havsområden.

Utveckling och uppföljning

Det pågår en växande forskning inom metoder för kumulativ effektbedömning. I detta sammanhang kommer Symphony både kunna bidra till och ta nytta av utveckling inom såväl beräkningsmetodik, standardisering, osäkerhetshantering och dataunderlag.

En betydande svaghet i metoden är att det saknas en matematisk representation av interaktioner mellan de olika ekosystemkomponenter som i verkligheten påverkar varandra (t ex torsk och sill). Det är svårt att föra in dessa komplicerade interaktioner i den enkla modell som används i Symphony (baserat på $P = B \times E \times K$). Eftersom avsaknaden av dessa interaktioner är en av de största bristerna i metoden finns det ändå anledning att söka lösningar. På sikt kan denna brist alltså komma att åtgärdas genom metodutveckling. Ett

alternativ är att införa kopplingar mellan de olika kartor som beskriver ekosystemkomponenterna. Det pågår forskning inom rumslig representation av ekosysteminteraktioner (BONUS 2017). Ett annat alternativ är att tilldela vissa ekosystemkomponenter en högre vikt än andra med motiveringen att de spelar en större roll för ekosystemets funktion. Viktning sker dock på bekostnad av transparens. Ett ytterligare sätt att angripa frågan är att endast använda ekosystemkomponenter som motsvarar hela ekosystem eller livsmiljöer. Det tillvägagångssättet har Halpern *et al.* (2008 och 2015) använt i de globala analyserna.

En annan eftersträfvärd utveckling är att knyta nivåer av kumulativ miljöpåverkan till standarder, exempelvis god miljöstatus enligt Havsmiljödirektivet. Detta kan göras på aggregerad nivå, för påverkan på enskilda ekosystemkomponenter eller för förekomst av belastningar. En sådan utveckling bör göras i samverkan med andra aktörer i Sverige och internationellt.

En annan och betydligt mindre komplicerad utvecklingsmöjlighet är att öka den tidsmässiga upplösningen i underlagdata och analyser så att exponering anpassas efter årstider vilket skulle stärka resultatet. Även enstaka kortvariga belastningar kan vara lämpliga att inkorporera i metoden vilket lämpligen görs genom att relatera intensiteten till frekvens, såsom nu gjorts för oljespill och försvarets övningar (explosioner).

Symphonys resultat har inte validerats genom jämförelser mellan bedömd miljöpåverkan och mätdata över faktiskt miljöpåverkan/miljötillstånd. Behovet av validering har belysts i den vetenskapliga diskussionen om rumslig bedömning av kumulativ miljöpåverkan (Korpinen and Andersen 2016). Den största svårigheten i sådan validering är att det är mycket svårt att *mäta* den samlade miljöpåverkan från alla belastningar, eftersom miljötillståndet inte nödvändigtvis korrelerar med miljöpåverkan vid samma tidpunkt (eftersläpningseffekt). Exempelvis har miljöpåverkan under senare delen av 1900-talet försämrat miljötillståndet i Kattegatt på ett sätt som gör att det än idag finns färre fisk och lägre biologisk mångfald, vilket ger lägre värden på ekosystemkomponenter i Symphony (HaV 2018; Sköld *et al.* 2018; Obst *et al.* 2017). Åtgärder har också bidragit till att belastningarna minskat något på senare år vilket ger lägre värden på belastningar i Symphony. Eftersläpningseffekten gör att resultatet för Kattegatt visar låg miljöpåverkan jämfört med Skagerrak trots att den långsiktiga miljöpåverkan är mycket stor och Kattegatt ofta betraktas som ett särskilt påverkat hav. Korrelationen mellan miljöpåverkan och miljötillstånd blir därmed diffus. Det är ändå viktigt att Symphonys resultat valideras med avseende på miljötillstånd och att resultatet får påverka utvecklingen av metoden. Med tiden kan miljöpåverkan i Symphony knytas närmare miljöstatus och därmed havsmiljödirektivets indikatorer för god miljöstatus och andra uppföljningsprogram.

Att standardisera och använda samma totalvärden för ekosystemkomponenter över tid kan vara avgörande för jämförelser i en föränderlig miljö. På det sättet undviks att analyser i Symphony påverkas av fenomenet "shifting baseline" som innebär att jämförelser går för kort tid tillbaka och missar de långsiktiga förändringarna (Obst *et al.* 2017).

Jämförelser över tid är inte minst till nytta för uppföljningen av framtida havsplaner men också för andra områden där metoden kan användas.

År 2015 publicerades en uppföljning (Halpern *et al.* 2015) av den första globala studien över kumulativ miljöpåverkan i havet (Halpern *et al.* 2008). Uppföljningen visade att miljöpåverkan ökar i stora delar av världen, framförallt i tropiska områden och i djuphaven. I vår del av världen är trenden en stabil eller minskande miljöpåverkan. De globala analyserna ska tolkas med försiktighet på nationell skala eftersom de ekosystemkomponenter som ingår inte är skräddarsydda för just våra hav och eftersom karteringen belastningar är mycket grov i de globala analyserna. Men på global skala ger resultatet en värdefull fingervisning om trender. Resultaten från Symphony bör på liknande sätt jämföras över tid och användas för att skönja trender i miljöpåverkan i Sveriges olika havsområden, till stöd för både havsplanering och förvaltning.

Referenser

- Andersen, JH, F Berzaghi, T Christensen, O Geertz-Hansen, A Mosbech, A Stock, KB Zinglersen, and MS. Wisz. 2017. "Potential for Cumulative Effects of Human Stressors on Fish, Sea Birds and Marine Mammals in Arctic Waters." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 184. Elsevier Ltd: 202–6. doi:10.1016/j.ecss.2016.10.047.
- Andersen, JH, T Harvey, E Kallenbach, C Murray, Z Al-Hamdani, and A Stock. 2017. "Under the Surface: A Gradient Study of Human Impacts in Danish Marine Waters." Copenhagen. NIVA DK Rapport 7128-2017 DK6.
- Andersen, JH, and E Kallenbach. 2016. "A Literature Study of Human Activities and Pressures as Well as Ecosystem Component Layers Available for Marine Spatial Planning and Mapping of Cumulative Impacts in Swedish Marine Waters." Copenhagen. NIVA DK.
- Andersen, JH, A Stock, S Heinänen, M Mannerla, and M Vinther. 2013. "Human Uses, Pressures and Impacts in the Eastern North Sea." <http://www.dmu.dk/Pub/TR18.pdf>. <http://www.dmu.dk/Pub/TR18.pdf>.
- Andersson, M.H., S. Andersson, J. Ahlsén, B.L. Andersson, J. Hammar, L.K.G. Persson, P. Sigra, and A. Wikström. 2016. *Underlag För Reglering Av Undervattensljud Vid Pålning*. Vindval Rapport 6723.
- BONUS. 2017. "BONUS INSPIRE Project." <http://www.bonus-inspire.org/>.
- CWBR. 2017. "Bycatch Reduction Techniques Database." <http://www.bycatch.org/>.
- Côté, Isabelle M., Emily S. Darling, and Christopher J. Brown. 2016. "Interactions among Ecosystem Stressors and Their Importance in Conservation." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283 (1824): 20152592. doi:10.1098/rspb.2015.2592.
- Dawson, Stephen M., Simon Northridge, Danielle Waples, and Andrew J. Read. 2013. "To Ping or Not to Ping: The Use of Active Acoustic Devices in Mitigating Interactions between Small Cetaceans and Gillnet Fisheries." *Endangered Species Research* 19 (3): 201–21. doi:10.3354/esr00464.
- Douve, F., and C. Ehler. 2009. "New Perspectives on Sea Use Management: Initial Findings from European Experience with Marine Spatial Planning." *Journal for Environmental Management* 90 (1): 77–88. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.004>.
- Fernandes, Maria da Luz, Tanya C. Esteves, Eduardo R. Oliveira, and Fátima L. Alves. 2017. "How Does the Cumulative Impacts Approach Support Maritime Spatial Planning?" *Ecological Indicators* 73. Elsevier Ltd: 189–202. doi:10.1016/j.ecolind.2016.09.014.
- Foley, Melissa M., Benjamin S. Halpern, Fiorenza Micheli, Matthew H. Armsby, Margaret R. Caldwell, Caitlin M. Crain, Erin Prahler, et al. 2010. "Guiding Ecological Principles for Marine Spatial Planning." *Marine Policy* 34 (5). Elsevier: 955–66. doi:10.1016/j.marpol.2010.02.001.
- Försvarsmakten. 2017. "Marinbiologisk Kalender." <https://www.forsvarsmakten.se/sv/om-myndigheten/vart-arbetsatt/vart-miljoarbete/marinbiologisk-kalender/>.
- Gilbert, Alison J., Karen A Alexander, Rafael Sarda, Raminta Brazinskaite, Christian Fischer, Kira Gee, Mark Jessopp, et al. 2015. "Marine Spatial Planning and Good Environmental Status: A Perspective on Spatial and Temporal Dimensions." *Ecology and Society* 20 (1). doi:10.5751/ES-06979-200164.
- Gissi, Elena, Stefano Menegon, Alessandro Sarretta, Federica Appiotti, Denis Maragno, Andrea Vianello, Daniel Depellegrin, Chiara Venier, and Andrea Barbanti. 2017. "Addressing Uncertainty in Modelling Cumulative Impacts

- within Maritime Spatial Planning in the Adriatic and Ionian Region.” *PLoS ONE* 12 (7): 1–30. doi:10.1371/journal.pone.0180501.
- Grey et al. 2013. “Geodiversity and the Ecosystem Approach: The Contribution of Geoscience in Delivering Integrated Environmental Management.” *Proceedings of the Geologists’ Association* 124 (4): 659–73.
- Halpern, Benjamin S., Melanie Frazier, John Potapenko, Kenneth S. Casey, Kellee Koenig, Catherine Longo, Julia Stewart Lowndes, et al. 2015. “Spatial and Temporal Changes in Cumulative Human Impacts on the World’s Ocean.” *Nature Communications* 6 (May). Nature Publishing Group: 1–7. doi:10.1038/ncomms8615.
- Halpern, Benjamin S., Shaun Walbridge, Kimberly A. Selkoe, Carrie V. Kappel, Fiorenza Micheli, Caterina D’Agrosa, John F. Bruno, et al. 2008. “GlobalMapImpactMarineHalpernetal2008.” *Science* 319 (February): 948–52. doi:10.1126/science.1149345.
- Hammar, J. and M Mattsson. 2018. “Möjliga Klimatrefugier I Östersjön Baserat På Två Olika Scenarier - Kunskapsunderlag För Havsplanering.” Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:37. <https://www.havochvatten.se/download/18.5114cf181604c603d487fbf3/1513839698982/rapport-2017-37-underlag-for-klimatrefugier-i-havsplaneringen-2017.pdf>.
- HaV. 2017. “Förslag På Ramverk För Naturvärdesbedömning I Marin Miljö - MOSAIC.” Havs- och vattenmyndigheten Remiss Dnr 2132-17.
- HaV. 2018. *Fisk- Och Skaldjursbestånd I Hav Och Sötvatten 2017 (Resurs- Och Miljööversikt)*. Göteborg.
- Havenhand, J. and T Dahlgren. 2017. “Havsplanering Med Hänsyn till Klimatförändringar - An Assessment of the Theoretical Basis, and Practical Options, for Incorporating the Effects of Projected Climate Change in Marine Spatial Planning of Swedish Waters.” Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:26. <https://www.havochvatten.se/download/18.52b25cb615f1927bbd9f077f/1508402546736/havsplanering-med-hansyn-till-klimatforandringar.pdf>.
- Kelly, C., L. Gray, R.J. Shucksmith, and J.F. Tweddle. 2014. “Investigating Options on How to Address Cumulative Impacts in Marine Spatial Planning.” *Ocean & Coastal Management* 102: 139–48. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.09.019.
- Korpinen, Samuli, and Jesper H. Andersen. 2016. “A Global Review of Cumulative Pressure and Impact Assessments in Marine Environments.” *Frontiers in Marine Science* 3. doi:10.3389/fmars.2016.00153.
- Korpinen, Samuli, Laura Meski, Jesper H. Andersen, and Maria Laamanen. 2012. “Human Pressures and Their Potential Impact on the Baltic Sea Ecosystem.” *Ecological Indicators* 15 (1). Elsevier Ltd: 105–14. doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.023.
- Linders, Torsten, Per Nilsson, Andreas Wikström, and Mattias Sköld. 2017. “Distribution and Fate of Trawling-Induced Suspension of Sediments in a Marine Protected Area.” *ICES Journal of Marine Science*, no. December. doi:10.1093/icesjms/fsx196.
- Ljungström, M, S Caesar, and T Strandberg. 2017. “Södra Midsjöbanken - Bedömning Av Påverkan På Natura 2000-Området Hoburgs Bank Och Midsjöbankarna.” SWEKO.
- Martin, Graham R., and Rory Crawford. 2015. “Reducing Bycatch in Gillnets: A Sensory Ecology Perspective.” *Global Ecology and Conservation* 3. Elsevier B.V.: 28–50. doi:10.1016/j.gecco.2014.11.004.
- Mattsson, M. 2018. “SyM - Medins Havs Och Vattenkonsulter AB.” <http://www.medinsab.se/>.

- Merck, T, and R Wasserthal. 2009. "Assessment of the Environmental Impacts of Cables." OSPAR Commission.
- Micheli, Fiorenza, Benjamin S. Halpern, Shaun Walbridge, Saul Ciriaco, Francesco Ferretti, Simonetta Fraschetti, Rebecca Lewison, Leo Nykjaer, and Andrew A. Rosenberg. 2013. "Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities." *PLoS ONE* 8 (12). doi:10.1371/journal.pone.0079889.
- Möllmann, C, R Diekmann, B Müller-Karulis, G Kornilovs, M Plikshs, and P Axe. 2009. "Reorganization of a Large Marine Ecosystem due to Atmospheric and Anthropogenic Pressure: A Discontinuous Regime Shift in the Central Baltic Sea." *Global Change Biology* 15 (6). Blackwell Publishing Ltd: 1377–93. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01814.x.
- Nilsson, Hans. 2016. "2016 - Verksamhetsrapport För Sekretariat För Selektivt Fiske (SfsF ; Slutrapporter)." *SLU Aqua*.
- Obst, Matthias, Saverio Vicario, Kennet Lundin, Matz Berggren, Anna Karlsson, Robert Haines, Alan Williams, Carole Goble, Cherian Mathew, and Anton Güntsch. 2017. "Marine Long-Term Biodiversity Assessment Suggests Loss of Rare Species in the Skagerrak and Kattegat Region." *Marine Biodiversity*, 1–12. doi:10.1007/s12526-017-0749-5.
- Pınarbaşı, Kemal, Ibon Galparsoro, Ángel Borja, Vanessa Stelzenmüller, Charles N. Ehler, and Antje Gimpel. 2017. "Decision Support Tools in Marine Spatial Planning: Present Applications, Gaps and Future Perspectives." *Marine Policy* 83 (February): 83–91. doi:10.1016/j.marpol.2017.05.031.
- Quemmerais-Amice, Frédéric, Alice Vanhoutte-Brunier, and Neil Alloncle. 2017. "Mapping Risk of Cumulative Effects – Recommendations from the Approach Tested within French Celtic Sea Waters." SIMCelt. French Agency for Biodiversity.
- Schmidtbauer Crona, J. 2012. "Tillämpning Av Ekosystemansatsen I Havsplaneringen." Havs- och vattenmyndighetens rapport 2012:14. <https://www.havochvatten.se/download/18.13780b7613b461ffa9edf9/1354887772881/rapport-2012-14-tillampning-ekosystemansats-havsplanering.pdf>.
- SeaSketch. 2017. "SwAM Symphony Cumulative Impact Assessment Tool for Sweden's Marine Spatial Planning." <https://www.seasketch.org/home.html>.
- SGU. 2017. "Förutsättningar För Utvinning Av Marin Sand Och Grus I Sverige." Uppsala.
- Sköld, Mattias, Peter Göransson, Patrik Jonsson, Francois Bastardie, Mats Blomqvist, Stefan Agrenius, Jan Geert Hiddink, Hans C Nilsson, and Valerio Bartolino. 2018. "Effects of Chronic Bottom Trawling on Soft-Seafloor Macrofauna in the Kattegat." *Mar Ecol Prog Ser* 586: 41–55. doi:10.3354/meps12434.
- Stock, Andy. 2016. "Open Source Software for Mapping Human Impacts on Marine Ecosystems with an Additive Model." *Journal of Open Research Software* 4 (21). doi:http://dx.doi.org/10.5334/jors.88.
- Stock, Andy, and Fiorenza Micheli. 2016. "Effects of Model Assumptions and Data Quality on Spatial Cumulative Human Impact Assessments." *Global Ecology and Biogeography* 25 (11): 1321–32. doi:10.1111/geb.12493.
- Österblom, Henrik, Sture Hansson, Ulf Larsson, Olle Hjerne, Fredrik Wulff, Ragnar Elmgren, and Carl Folke. 2007. "Human-Induced Trophic Cascades and Ecological Regime Shifts in the Baltic Sea." *Ecosystems* 10 (6): 877–89. doi:10.1007/s10021-007-9069-0.

Bilagor

Bilaga 1. Symphony Metadata

Bilaga 2. Symphony Gröna kartan

Bilaga 3. Symphony Känslighetsmatriser

Bilaga 4. Symphony Resultat samrådsskede: *Nuläge*

Bilaga 5. Symphony Resultat samrådsskede: *Nuläge plan*

Bilaga 6. Symphony Resultat samrådsskede: *Utblick 2030*

Symphony

Integrerat planeringsstöd för statlig havsplanering utifrån en ekosystemansats

Denna rapport beskriver metoden som används inom planeringsstödet Symphony som används inom statlig havsplanering. Symphony beräknar den kumulativa, sammanlagda, miljöpåverkan i havet med hög rumslig upplösning. Beräkningarna baseras på en transparent vetenskaplig metod som framförallt baseras på nationellt täckande kartor över ekologiska värden och kartor över belastningar från mänskliga verksamheter. Genom Symphony kan havsplanernas effekt på miljöpåverkan bedömas och resultatet kan påverka havsplanernas utformning. Denna rapport är framtagen för havsplaneringens samrådsskede.

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:1
ISBN 978-91-87967-88-7

Havs- och vattenmyndigheten
Postadress: Box 11 930, 404 39 Göteborg
Besök: Gullbergs strandgata 15, 411 04 Göteborg

www.havochvatten.se

**Havs
och Vatten
myndigheten**
