



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Andreas Bryhn, Lena Bergström, Lachlan Fetterplace, Ulf Bergström och Patrik Kraufvelin

PROMEMORIA

2020-09-28

Ekosystemtjänsternas roll i havsmiljöarbetet - kopplingar från Havsmiljödirektivets deskriptorer och från svenska miljökvalitetsnormer samt implikationer för ekosystemräkenskaper

Sammanfattning

Marina ekosystemtjänster (ekosystemens nyttor för människor) är ofta högt värderade. I svensk och europeisk miljölagstiftning och havsmiljöförvaltning har ekosystemtjänster kommit att spela en allt större roll. I svensk havsmiljöförvaltning är ”deskriptorer” och ”miljökvalitetsnormer” nyckelbegrepp för att forma förvaltningens målbilder och som kopplar till EU:s Havsmiljödirektiv och svenska miljömål. Dessa är i sin tur knutna till indikatorer, mätbara variabler som kvantifierar miljöns tillstånd. Detta PM syftar till att undersöka och utvärdera kopplingar från deskriptorer och miljökvalitetsnormer till marina ekosystemtjänster, som en del av en bredare utveckling av havsmiljöarbetet. Därtill diskuteras mänskliga aktiviteter koppling till marina ekosystemtjänster. Slutligen föreslås möjliga angreppssätt på väg till ett system för ekosystemräkenskaper för marina ekosystemtjänster, där värdet av tillgången på ekosystemtjänsterna kan utgöra en del av ett lands nationalräkenskaper.

Abstract

Marine ecosystem services (the benefits to people from ecosystems) are often highly valued. In Swedish and European environmental legislation and marine management, ecosystem services are playing an increasingly important role. In Swedish marine management, “descriptors” and “environmental quality norms” are key terms for forming management targets. These terms are connected to indicators, measurable variables, which quantify the state of the environment. This summarising technical report explores and evaluates the connection between descriptors and environmental quality norms, and marine ecosystem services, as a part of a broader development of marine environmental management. Connections between human activities and marine ecosystem services are also discussed. Finally, we elaborate upon possible ecosystem accounting methods that would allow the value of marine ecosystem services to be included in the national accounts of a country.

Innehåll

1	Inledning.....	3
2	Ekosystemtjänster, indikatorer, deskriptorer och miljökvalitetsnormer	4
2.1	Ekosystemtjänster (EST)	4
2.2	Deskriptorer	5
2.3	Miljökvalitetsnormer (MKN).....	7
3	Metodik för expertbedömning	8
4	Kopplingar från deskriptorer till ekosystemtjänster	10
5	Kopplingar från miljökvalitetsnormer till ekosystemtjänster	12
6	Ekosystemtjänsternas koppling till aktiviteter	13
7	Ekosystemräkenskaper (ER).....	14
8	Tillkännagivanden	18
9	Referenser	18
	Bilaga	22

1 Inledning

Havsmiljön har länge påverkats, och påverkas fortfarande, påtagligt negativt av ett flertal mänskliga aktiviteter. Det gäller inte enbart Sverige utan stora delar av Europa och globalt. För att hantera detta beslutade EU år 2008 om införandet av Havsmiljödirektivet (HMD), vars skrivelser nu även är införda i svensk lag. Havsmiljöförordningen sätter ramarna för den svenska havsmiljöpolitiken och havsmiljöförvaltningen, och syftar till att alla våra havsområden ska uppnå eller bibehålla ”god miljöstatus” (GES, good environmental status). Vad som definierar god miljöstatus ska definieras nationellt och samstämmas med övriga länder inom EU och speciellt inom respektive regionalt havsområde som berör Sverige (Östersjön och Nordsjön). Ansvarig myndighet är Havs- och vattenmyndigheten (HaV, 2018).

Under 2019–2020 genomför HaV en uppdatering av det nuvarande åtgärdsprogrammet för den svenska havsmiljön. I uppdateringen ska nya åtgärder föreslås och konsekvensanalyser göras enligt Miljöbalkens kapitel 5. Åtgärdsprogrammet ska bland annat ta hänsyn till dess sociala och ekonomiska effekter, och sträva efter en ekologiskt, socialt och ekonomiskt hållbar utveckling, enligt 25 § punkt 4 i Havsmiljöförordningen (HaV, 2018).

En viktig byggsten i havsmiljöförvaltningen, enligt HMD, annan lagstiftning och flera övriga gällande policydokument, är att beakta och analysera de ekosystemtjänster (EST) som havsekosystemen bidrar med. Förenklat kan man beskriva ett ekosystem som ett nätverk av organismer och icke-levande materia som samspelar i en funktionell enhet, medan ekosystemtjänster är de nyttor för människor som ekosystemen förser oss med (Bryhn m.fl., 2015; Nieminen m.fl., 2019; Culhane m.fl., 2020).

Detta PM har beställts av HaV och ska fylla fyra huvudsyften:

- 1) att undersöka kopplingar mellan miljökvalitetsnormer (MKN; se förklaring i avsnitt 2) och havets ekosystemtjänster
- 2) att undersöka ekosystemtjänsternas kopplingar till de mest relevanta aktiviteterna och belastningarna för att MKN ska följas,
- 3) att undersöka kopplingar mellan HMD:s deskriptorer (vilka beskrivs i avsnitt 2) och havets ekosystemtjänster,
- 4) att utreda möjligheten att inkludera den potentiella tillgången på svenska havsbaserade ekosystemtjänster i ekosystemräkenskaper (ER; engelska: ecosystem accounting; se avsnitt 7).

2 Ekosystemtjänster, indikatorer, deskriptorer och miljökvalitetsnormer

2.1 Ekosystemtjänster (EST)

Begreppet ekosystemtjänster syftar till att tydliggöra ekosystemens olika nyttor för människan. Att analysera ekosystemtjänster innebär att tillföra en ekonomisk och i övrigt samhällelig dimension till havsmiljöfrågorna. Detta är önskvärt eftersom ekosystemtjänster ofta värderas högt men trots detta sällan synliggörs i förvaltningen i praktiken (Nieminen m.fl., 2019). Klassningar av tillståndet (status) hos olika marina ekosystemtjänstkategorier i svenska hav har tidigare gjorts av Garpe (2008) och Bryhn m.fl. (2015).

De ekosystemtjänstkategorier (Tabell 1) som används i den svenska havsmiljöförvaltningen förklaras utförligt i Bryhn m.fl. (2015), och upprepas inte här. Däremot berör vi möjligheten att genomföra framtida statusklassningar av ekosystemtjänster med hjälp av indikatorer, som komplement eller ersättning till expertbedömningar (se t.ex. Garpe, 2008; Bryhn m.fl., 2015). Indikatorer är mätbara beskrivningar av miljöns tillstånd. Genom att definiera varje indikators gränsvärde för att representera en god miljöstatus kan en statusklassning göras för att bedöma om havsmiljön som helhet uppnår miljömålen eller inte (HaV, 2018; Machado m.fl., 2019).

Tabell 1. Ekosystemtjänster från svenska hav. Från Bryhn m.fl. (2015, 2020). I den högra kolumnen anges påverkan från mänskliga aktiviteter enligt Bryhn m.fl., 2020, vilket diskuteras i avsnitt 6 (höga poäng innebär högre påverkan).

Ekosystemtjänst	Namn	Påverkanspoäng från mänskliga aktiviteter
S1	Biogeokemiska kretslopp	38
S2	Primärproduktion	37
S3	Födovävsdynamik	39
S4	Biodiversitet	46
S5	Habitat	50
S6	Resiliens	41
R1	Klimat- och atmosfärsreglering	18
R2	Sedimentkvarhållning	30
R3	Reglering av övergödning	33
R4	Biologisk reglering	34
R5	Reglering av giftiga ämnen	31
P1	Livsmedel	42
P2	Råvaror	26
P3	Genetiska resurser	18
P4	Kemiska resurser	3
P5	Utsmyckningar	3
P6	Energi	2
C1	Rekreation	39
C2	Estetiska värden	36
C3	Forskning och utbildning	5
C4	Kulturarv	26
C5	Inspiration	25
C6	Naturarv	45

2.2 Deskriptorer

Havsmiljöförordningen (och HMD) omfattar elva så kallade deskriptorer, som beskriver vilket miljötillstånd som förordningen avser att uppnå. Deskriptorerna (Tabell 2) finns översiktligt beskrivna i HaV (2018) och mer utförligt i EC (2008, 2010, 2017).

Deskriptorerna är kvalitativa och görs operationella och kvantitativa genom att de förknippas med indikatorer. Dessa mätbara indikatorer finns beskrivna i HaV (2018) och i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (HVMFS 2012:18, version 2019-01-01). Indikatorerna är associerade till olika så kallade kriterier, där ett kriterium är ett ”särskiljande tekniskt kännetecken” för varje deskriptor.

Tabell 2. Havsmiljödirektivets deskriptorer. Omarbetad från HaV (2018).

Deskriptor	Namn	Förkortning
D1	Biologisk mångfald	BIMÅ
D2	Främmande arter	FRAR
D3	Kommersiellt nyttjade fiskar och skaldjur	KOFI
D4	Marina födovävar	MAFÖ
D5	Övergödning	ÖVGÖ
D6	Havsbottnens integritet	HAIN
D7	Bestående förändringar av hydrografiska villkor	HYVI
D8	Farliga ämnen	FAÄM
D9	Farliga ämnen i fisk och andra marina livsmedel	FALI
D10	Marint skräp	MASK
D11	Undervattensbuller	UVBU

Det bör påpekas att deskriptorn biologisk mångfald (D1) omfattar flera komponenter, vilka representerar olika grupper av arter och livsmiljöer. Den högre indelning som används inom havsmiljöförordningen är fåglar, fiskar, marina däggdjur, bentiska livsmiljöer och pelagiska livsmiljöer. I detta arbete delar vi efter noggrant övervägande och samråd med uppdragsgivaren in D1 i följande fem kategorier:

- Fåglar
- Fiskar
- Marina däggdjur
- Grunda livsmiljöer
- Djupa livsmiljöer

Syftet är att separera grunda och djupa livsmiljöer eftersom det finns anledning att förvänta sig att deras kopplingar till ekosystemtjänster ser olika ut. I relation till den svenska miljöövervakningen motsvaras grunda livsmiljöer närmast av "Vegetationsklädda botten" och Djupa livsmiljöer motsvaras i första hand av "Sedimentlevande makrofauna" samt "Större djur på havsbotten" (enligt <https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/miljoovervakning/miljoovervakning-i-kust-och-hav/bottenmiljon.html>). Som en följd av detta innehåller båda dessa grupper starka element av "Bentiska livsmiljöer", även om pelagiska grunda respektive djupa livsmiljöer också anses ingå.

De övriga deskriptorerna preciseras vidare som följer (EC 2008, 2017).

- Främmande arter som har introducerats av människan ska hålla sig på nivåer som inte påverkar ekosystemen negativt.

- Kommersiellt nyttjade fiskar och skaldjur ska ha populationer inom ”säkra biologiska gränser” och ha en godtagbar ålders- och storleksfördelning.
- Marina födovävar ska vara av normal karaktär och inte äventyra populationernas reproduktionskapacitet och övriga levnadsförhållanden.
- Mänskligt orsakad övergödning ska minskas så långt som möjligt.
- Havsbottnens integritet ska vara tillräcklig för att upprätthålla ekosystemens struktur och funktion, särskilt med avseende på bentiska (bottenlevande) ekosystem.
- Bestående förändringar av hydrografiska villkor ska inte påverka de marina ekosystemen negativt. Värt att påpeka här är att hydrografiska villkor definieras enligt EC (2017) och inte omfattar hydrologiska egenskaper kopplade exempelvis till klimatförändringar (EC, 2017).
- Farliga ämnen i miljön ska inte finnas i sådana halter att de ger föroreningseffekter.
- Farliga ämnen i fisk och andra marina livsmedel ska inte ha halter som överstiger gränsvärden i lagstiftning eller etablerade normer.
- Marint skräp ska inte skada kust- eller havsmiljön.
- Undervattensbuller eller annan tillförsel av energi ska inte påverka den marina miljön negativt.

2.3 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Sverige har valt att formulera miljömålen enligt HMD (EC, 2008) som miljökvalitetsnormer (MKN; HaV, 2012; Tabell 3). Dessa MKN är reglerade i Miljöbalkens femte kapitel. Normerna är också kopplade till indikatorer, som ofta (men inte alltid) sammanfaller med de indikatorer som används inom havsmiljödirektivet (HaV, 2012, 2018). Kopplingarna mellan MKN och deskriptorer finns beskrivna i HaV (2012, 2018).

Tabell 3. Miljökvalitetsnormer (MKN) i HVMFS 2012:18, version 2019-01-01. Omarbetad.

MKN	Namn	Förkortning
A.1	Tillförsel av näringsämnen och organiskt material	NÄOM
B.1	Tillförsel av farliga ämnen	FAÄM
C.1	Biologisk störning – främmande arter	FRAR
C.3	Biologisk störning – populationer av fisk och skaldjur	FISK
C.4	Biologisk störning – födovävar	FÖVÄ
D.1	Fysisk störning – opåverkad havsbottenareal	HABO
D.2	Fysisk störning – areal biogena substrat	BISU
D.3	Fysisk störning – hydrografiska förhållanden	HYFÖ
E.1	Skräp och buller – havsmiljö fri från skräp	MASK
E.2	Skräp och buller – inget skadligt impulsivt ljud	IMLJ

Det kan noteras en skillnad mellan deskriptorer och MKN i att deskriptorerna beskriver *havsmiljöns tillstånd* med avseende på tillstånd och påverkansfaktorer, medan MKN i högre grad fokuserar på *påverkan på tillståndet*.

3 Metodik för expertbedömning

Kopplingarna från å ena sidan deskriptorer eller MKN, till å andra sidan ekosystemtjänster, görs i detta PM med hjälp av expertbedömning. I Bryhn m.fl. (2020) gjordes expertbedömningar för samband mellan mänskliga aktiviteter och marina ekosystemtjänster i form av konsensusbeslut bland bedömarna. En brist med den studien var att den saknade ett mått på säkerheten i bedömningarna (Bryhn m.fl., 2020). Dels kan bevisläget kan vara olika starkt beroende på vilket kunskapsunderlag som finns tillgängligt, dels kan olika aspekter av en deskriptor bidra i olika grad till vissa ekosystemtjänster, som exempelvis att ekosystemtjänster från fisket kan se olika ut beroende på vilket fiske som avses. I detta PM gör vi en ansats att bedöma såväl styrkan i kopplingen och säkerheten i bedömningen. Vi har utgått från riktlinjerna i Mastrandrea m.fl. (2010), som fortfarande används t.ex. vid bedömningen av kunskapsläget med avseende på klimatförändringar i den senaste bedömningsrapporten (AR5) liksom den kommande AR6 (IPCC, 2020).

Mastrandrea m.fl. (2010) rekommenderar två olika sätt att gradera säkerheten, antingen kvalitativt eller kvantitativt. En kvalitativ bedömning kan då göras utgående från två aspekter som omfattar dels det bedömda bevisläget (evidensen) beträffande aspekter som typ, mängd, kvalitet och följdriktighet, dels samstämmigheten mellan olika kunskapsunderlag. Graderingen kan tillämpas på såväl empiriska resultat eller modellscenarier, som på expertbedömningar. Samstämmigheten och evidensen som underlag för konfidens illustreras i figur 1.

Hög samstämmighet	Hög samstämmighet	Hög samstämmighet
Begränsad evidens	Måttlig evidens	Robust evidens
Måttlig samstämmighet	Måttlig samstämmighet	Måttlig samstämmighet
Begränsad evidens	Måttlig evidens	Robust evidens
Låg samstämmighet	Låg samstämmighet	Låg samstämmighet
Begränsad evidens	Måttlig evidens	Robust evidens

Figur 1. Matris för kvalitativ bedömning av tillförlitlighet (konfidens). Ju mörkare färg, desto högre konfidens. Översatt från Mastandrea m.fl. (2010).

Alternativt så kan kvantitativa statistiska osäkerhetsmått användas om sådana finns tillgängliga (Mastandrea m.fl. 2010). Man kan tänka sig specifika kombinationer av ekosystemtjänster och deskriptorer för vilka rent kvantitativa bedömningar kan göras, som exempelvis en analys av det kvantitativa sambandet mellan kommersiellt fiske och ekosystemtjänsten livsmedel. Men för att åstadkomma en sådan bedömning krävs en mycket mer detaljerad upplösning och mer ingående studier än vad som var möjligt här. För de flesta kombinationer av ekosystemtjänster och deskriptorer/MKN finns därtill inte den typen av kvantitativa studier som skulle krävas tillgängliga. Målsättningen med detta PM är i stället att skapa en översiktlig bild av samtliga ekosystemtjänsters relation till deskriptorer och MKN, som kan användas för att identifiera vilka aspekter som kan behöva beaktas vidare på ett mer ingående sätt.

Vid expertbedömningar ska experterna först ta del av tillgänglig vetenskaplig information och resultatet ska spegla denna information på ett generellt sätt, men ändå inte så vagt att slutsatsen går förlorad. Experterna bör även vara medvetna om att grupperns åsikter tenderar att konvergera (Mastandrea m.fl., 2010).

I vår studie gjorde varje individuell expert¹ en kvalitativ bedömning av dels styrkan i kopplingen, dels resultatens tillförlitlighet enligt femgradiga skalor.

- Kopplingarna mellan ekosystemtjänster och MKN/deskriptorer har vi bedömt på en skala mellan 0 och 4, där 0 är ingen koppling, 1 svag koppling, 2 måttlig koppling, 3 stark koppling och 4 mycket stark koppling.
- Säkerheten, utgående från evidensens kvalitet respektive samstämmighet bedömde vi på en skala mellan 0 och 4 där 0 är mycket låg, 1 låg, 2 måttlig, 3 hög och 4 mycket hög, utgående från principerna som visas i figur 1.

Bedömningarna gjordes individuellt, men under bedömningens gång hölls fem iterativa möten där medelvärden och avvikelser i experternas bedömningar diskuterades, liksom möjliga tvetydigheter och definitionsmässiga svårigheter i att göra rimliga bedömningar. Utöver dessa möten skedde mailkonversationer mellan

¹ Författarna av detta PM

bedömarna och en dialog fördes med uppdragsgivaren. Som tidigare nämnts har deskriptorer en mer direkt koppling till ekosystemtjänster genom att deskriptorer i högre grad beskriver miljötillståndet, medan MKN i högre grad beskriver påverkansfaktorer, även om båda innehåller element av såväl miljötillstånd som påverkansfaktorer. Däremot är MKN färre till antalet än deskriptorerna, vilket minskar risken för dubbelräkning av poäng för olika EST, något som vi ombads att ta speciell hänsyn till av uppdragsgivaren.

Här har vi valt att presentera medianvärdet för de fem individuella bedömningarna. Siffrorna i tabellerna nedan visar experternas bedömning av styrkan i kopplingen mellan den ekosystemtjänst och den deskriptor eller MKN som avses. För varje cell anges även experternas skattning av osäkerhet med hjälp av en gråskala, så att en mörkare nyans visar en högre säkerhet i bedömningen. För vissa kombinationer var bedömningen mellan experter enhetlig, medan det på andra kombinationer var en större spridning mellan det svar som gavs av olika svaranden. Bilagan innehåller tabeller som visar de minimi- respektive maximivärden som gavs för de analyserade kopplingarna.

Vi valde även att lägga in en kolumn för behov av andra indikatorer. Denna poängsattes utifrån observationen att de befintliga indikatorerna i allmänhet inte täcker behovet av att på ett tillräckligt sätt förknippa ekosystemtjänsterna med indikatorer. Det bör dock noteras att bedömningarna är grova och övergripande, och behöver i många fall kompletteras med mer detaljerade bedömningar framöver.

4 Kopplingar från deskriptorer till ekosystemtjänster

Tabell 4 visar bedömd koppling från deskriptorer till ekosystemtjänster baserat på medianvärdet av dessa bedömningar. Som ett exempel på tydliga kopplingar ser man en stark koppling och hög säkerhet i bedömningen t.ex. från deskriptorn övergödning till ekosystemtjänsten ”primärproduktion”, från marina födovävar till ”födovävar”, från kommersiella fiskarter till ”livsmedel” respektive ”råvaror” (som främst representerar foderfisk, Bryhn m.fl., 2015). Kopplingen från deskriptorn biologisk mångfald till ”biodiversitet” fick också höga värden (tabell 4).

En svag koppling med hög säkerhet kan noteras t.ex. från undervattensbuller, marint skräp och farliga ämnen i livsmedel till flera ekosystemtjänster. Kopplingar som bedömdes med en lägre grad av säkerhet var t.ex. från kommersiella fiskarter till ”resiliens”, från havsbottens integritet till ”resiliens”, och från biologisk mångfald – grunda livsmiljöer till ”sedimentkvarhållning”

Värt att notera är att det enligt bedömningen i inget av fallen fanns en fullständig koppling till befintliga deskriptorer (värden i den sista kolumnen större än 0; tabell 4). Däremot anser vi att det skulle vara möjligt att bedöma statusen på samtliga ekosystemtjänster i framtiden, med hjälp av vidare indikatorutveckling för dessa aspekter.

Säkerheten i bedömningen ansågs vara mycket hög både när det gäller några svaga kopplingar, som t.ex den mellan deskriptorn undervattensbuller och flera ekosystemtjänster (se tabell 4), och några tydliga kopplingar, som för kopplingen mellan övergödning och ”primärproduktion”, mellan marina födovävar och ”födovävsdynamik”, mellan fisk och skaldjur och ”råvaror” (främst foderfisk), och mellan grunda och djupa livsmiljöer och ”habitat”. Säkerheten i bedömningar av kopplingar mellan deskriptorer och ”inspiration” klassades som relativt svag (tabell 4).

När det gäller skillnader i bedömningen mellan olika svaranden, skilde sig poängsättningen mest med avseende på säkerheten i bedömningen när det gäller behov för andra indikatorer och med avseende på kopplingar mellan flera deskriptorer och ”utsmyckningar” (se bilaga).

Tabell 4. Bedömningar av kopplingen från deskriptorer till ekosystemtjänster (medianvärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan anger säkerheten i bedömningar, från ljusgrå = 1 till mörkare grå = 4, se förklaringar i texten. För förkortningar, se tabell 2.

	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	-
	BIMÅ - fågel	BIMÅ - fisk	BIMÅ - däggdjur	BIMÅ - grunda livsmiljöer	BIMÅ - djupa livsmiljöer	FRAR	KOFI	MAFÖ	ÖVGÖ	HAIN	HYVI	FAÄM	FALI	MASK	UVBU	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	1	1	1	2	2	1	1	1	3	2	1	0	0	0	0	3
S2 Primärproduktion	1	1	1	3	1	1	1	2	4	2	2	1	0	0	0	1
S3 Födovävsdynamik	2	2	2	3	3	2	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1
S4 Biodiversitet	4	4	4	4	4	2	2	3	2	2	1	1	1	0	1	1
S5 Habitat	1	2	1	4	4	2	2	3	3	3	2	1	0	0	1	0
S6 Resiliens	2	2	2	3	3	2	3	4	3	2	2	2	1	1	1	2
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	1	1	1	3	3	1	1	2	3	1	1	0	0	0	0	3
R2 Sedimentkvarhållning	1	1	1	3	1	1	1	1	2	3	2	0	0	0	0	2
R3 Reglering av övergödning	1	2	1	2	2	1	2	3	4	2	1	0	0	0	0	1
R4 Biologisk reglering	3	3	3	3	3	1	3	3	3	2	1	1	1	0	0	1
R5 Reglering av giftiga ämnen	0	1	1	2	2	0	2	2	2	2	2	4	3	1	0	1
P1 Livsmedel	0	3	0	3	3	1	4	3	2	1	1	2	4	1	0	1
P2 Råvaror	0	0	0	2	1	0	4	1	2	1	1	0	1	0	0	2
P3 Genetiska resurser	2	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	3
P4 Kemiska resurser	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
P5 Utsmyckningar	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
P6 Energi	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
C1 Rekreation	3	3	3	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2
C2 Estetiska värden	3	2	3	3	1	1	2	2	3	2	1	0	0	3	1	3
C3 Forskning och utbildning	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2
C4 Kulturarv	2	2	2	2	1	1	3	2	2	1	0	0	1	1	0	3
C5 Inspiration	3	3	3	3	2	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	3
C6 Naturarv	3	3	3	3	2	1	2	2	2	3	1	2	2	2	1	3

5 Kopplingar från miljökvalitetsnormer till ekosystemtjänster

Kopplingar från MKN till ekosystemtjänster (tabell 5) visade liknande mönster som kopplingarna från deskriptorer till ekosystemtjänster. Kopplingen mellan fisk och skaldjur (MKN) och ”livsmedel” respektive ”råvaror” bedömdes som mycket stark. Nästan lika stark bedömdes kopplingen mellan födovävar och ”födovävsdynamik” vara. Marint skräp och impulsivt ljud fick låga värden för kopplingar till många ekosystemtjänster (tabell 5). Dessa låga värden klassades med relativt stark säkerhet (tabell 5). Kopplingar mellan biogena substrat och ”biodiversitet” och ”habitat” bedömdes med stark säkerhet, och detsamma gäller kopplingen mellan fisk och skaldjur och ”livsmedel”. En svag till måttlig säkerhet bedömdes för kopplingarna från MKN till ”inspiration” (tabell 5). Säkerheten i bedömningen klassades i flera fall lika av alla bedömare, som till exempel bedömningen av koppling mellan näringsomsättning och ”biologisk reglering” samt ”reglering av giftiga ämnen”. I andra fall divergerade den klassade säkerheten i bedömningen desto mer, som för kopplingen från havsbottnens integritet och ”reglering av övergödning” (se bilaga). Även i bedömningen av kopplingar mellan MKN och ekosystemtjänster såg vi ett mer eller mindre tydligt behov av ytterligare indikatorer för att få en mer fullständig bild (tabell 5).

Tabell 5. Bedömningar av kopplingen från miljökvalitetsnormer till ekosystemtjänster (medianvärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan anger säkerheten i bedömningar, från ljusgrå = 1 till mörkare grå = 4, se förklaring i texten. För förkortningar, se tabell 3.

	A.1	B.1	C.1	C.3	C.4	D.1	D.2	D.3	E.1	E.2	-
	NÄOM	FAAM	FRAR	FISK	FÖVÄ	HABO	BISU	HYFÖ	MASK	IMLJ	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	3	1	1	1	2	2	2	2	0	0	2
S2 Primärproduktion	4	0	0	2	1	2	2	1	0	0	3
S3 Födovävsdynamik	2	0	2	3	4	2	2	1	1	1	2
S4 Biodiversitet	2	1	2	3	3	2	4	1	1	1	2
S5 Habitat	3	1	2	2	3	3	4	2	1	1	2
S6 Resiliens	3	2	2	3	4	3	3	1	1	1	3
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	2	0	0	1	2	1	3	1	0	0	3
R2 Sedimentkvarhållning	1	0	0	0	0	3	3	2	0	0	2
R3 Reglering av övergödning	4	0	1	2	3	2	2	1	0	0	1
R4 Biologisk reglering	3	1	2	2	3	2	3	0	0	0	2
R5 Reglering av giftiga ämnen	2	4	0	1	2	3	2	0	1	0	2
P1 Livsmedel	1	3	1	4	3	1	2	0	0	0	1
P2 Råvaror	2	1	0	4	1	1	1	0	0	0	2
P3 Genetiska resurser	1	0	1	2	2	2	3	0	0	0	3
P4 Kemiska resurser	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4
P5 Utsmyckningar	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	3
P6 Energi	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4
C1 Rekreation	3	2	1	3	3	2	3	1	3	2	2
C2 Estetiska värden	3	0	1	2	2	1	3	1	3	1	3
C3 Forskning och utbildning	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3
C4 Kulturarv	2	1	0	3	2	1	2	0	1	1	4
C5 Inspiration	2	1	1	2	2	1	3	0	1	1	4
C6 Naturarv	3	2	1	3	3	3	3	1	2	1	3

6 Ekosystemtjänsternas koppling till aktiviteter

Ekosystemtjänsternas koppling till mänskliga aktiviteter i svenska hav har nyligen undersökts av Bryhn m.fl. (2020; tabell 1). Den ekosystemtjänst som påverkas mest av mänsklig aktivitet, enligt den studien, är ”habitat”, följt av ”biodiversitet”, ”naturarv”, ”livsmedel”, ”resiliens”, ”födovävsdynamik” och ”rekreation”. Den ekosystemtjänst som påverkas i minst utsträckning av mänsklig aktivitet till havs eller vid havet är (biobaserad) ”energi”, följt av ”utsmyckningar”, ”kemiska resurser”, ”forskning och utbildning”, ”genetiska resurser”, ”klimat- och atmosfärsreglering” samt ”inspiration”. Nedbrutet på de olika studerade aktivitetskategorierna påverkas ”habitat” särskilt kraftigt negativt av klimatförändringar (främst salthaltsminskningar), kopplade till utsläpp av växthusgaser, och av övergödning, samt kommersiellt fiske. Även ”biodiversitet”, ”resiliens” och ”födovävar” påverkas särskilt negativt av samma aktiviteter. I andra änden av skalan bedömdes ”energi”, ”utsmyckningar” och ”kemiska resurser” inte påverkas påtagligt av mänskliga aktiviteter (Bryhn m.fl., 2020).

De MKN som har fastställts i Sverige uppnås inte idag (HaV, 2018). Givet kopplingen mellan MKN och ekosystemtjänster påverkar detta även ekosystemtjänster negativt (tabell 5). Flera mänskliga aktiviteter bidrar till denna påverkan, varav detta PM har identifierat några av de viktigaste. Sammantaget visar resultaten att statusen hos flera ekosystemtjänster sannolikt inte kommer att vara god under lång tid framöver. Det gäller exempelvis ”reglering av övergödning” och ”reglering av klimat”.

7 Ekosystemräkenskaper (ER)

Detta avsnitt avser att utreda om det finns möjliga vägar till ekosystemräkenskaper (ER) där svenska marina ekosystemtjänster ingår. Det är en svår uppgift att koppla ekosystemtjänster till samhällsligt produktionsvärde och ekonomiskt kapital. ER är en metod för att göra detta, men metoden befinner sig fortfarande till en betydande del i en experimentell fas (Warnell m.fl., 2020, se box 1 för några exempel på skattningar av värdet på en god havsmiljö).

Edens och Hein (2013) definierar ER som “integreringen av ekosystemtjänster och ekosystemkapital i nationalräkenskaperna”. På så sätt kan förändringar i så kallat naturligt kapital, där till exempel vattenkvalitet, fisk, strandvegetation och bottendjur ingår, relateras till eller rentav inkluderas i bruttonationalprodukten (BNP) och i det som kallas System of National Accounts, det internationella systemet för nationalräkenskaper (Warnell m.fl., 2020; tabell 6). ER adresserar således direkt FN:s Hållbarhetsmål (Sustainable Development Goal) nummer 15.9 som innefattar att inkludera värden av ekosystem och biologisk mångfald i olika typer av räkenskaper (FN, 2015). ER är hittills mest etablerat med avseende på terrestra ekosystem (Bordt, 2018. Chen m.fl., 2020).

Tabell 6. Förklaring av naturligt kapital som en del av det totala kapitalet i nationalräkenskaper. Omarbetad från www.worldbank.org.

-----Totalt kapital-----			
Producerat kapital	Naturligt kapital	Immateriellt kapital	Utländska nettotillgångar
Fabriker, maskiner, bebyggd mark, strukturer, m.m.	Mark, skog, sjöar, hav, m.m.	Socialt kapital, humankapital	Tillgångar i utlandet minus skulder i utlandet

Ekosystemräkenskaper inbegriper fysisk och monetär mätning av förändringar i olika ekosystemtjänster, för att kunna integrera värdena i nationalräkenskaper. Ekonomisk aktivitet är avhängig av ekosystemtjänster på flera sätt (Bryhn et al., 2020). Ekonomisk aktivitet nyttjar ekosystemtjänster som källor till naturresurser, men även till exempel som sänkor för utsläpp och föroreningar (Edens och Hein, 2013).

En viktig fördel med ER är att de gör det möjligt att identifiera trender och intressekonflikter i samband med naturresurser och förhindrar därmed att miljöförsämring döljs i BNP (Warnell m.fl., 2020).

Box 1

Marina ekosystemtjänster värderas ofta högt, ibland till belopp som vida överstiger åtgärdskostnader för att stärka ekosystemtjänsterna (Duarte m.fl. 2020). Många moderna värderingsstudier av svenska hav har varit internationella, och bland de andra finns en övervikt för Finland som studieområde. Ahtiainen m.fl. (2014) fann att den samlade betalningsviljan för att uppnå målen i Aktionsplanen för Östersjön med avseende på övergödning, inklusive värdet av exempelvis förbättrad rekreation, var mer än dubbelt så stor som kostnaden.

En färsk värderingsstudie från Finland visade att betalningsviljan för att nå GES enligt HMD i finländska havsområden inte var kopplat till avståndet mellan bostadsort och havet (Nieminen m.fl., 2019). Störst betalningsvilja fanns för att via skattemedel minska förekomsten av giftiga ämnen och övergödning. På en hundrageradig skala (totalsumma för alla marina ekosystemtjänster) värderades ”habitat” högst (27), följt av ”rekreation” (24), ”estetiska värden” (21), ”kulturarv” (11) och ”forskning och utbildning” (7; egentligen ”information för kognitiv utveckling”; Nieminen m.fl., 2019).

Även i den svenska studien av Nordzell m.fl. (2020) värderades ”habitat” högst (29 poäng) på en hundrageradig skala, följt av ”njuta av havet” (27), ”rekreation” (24) samt ”kulturarv” (8). Störst betalningsvilja fanns för att minska förekomsten av farliga ämnen, följt av att förbättra fiskens status samt att minska övergödningen. Denna typ av studier ger god vägledning till genomförandet av ER som inkluderar marina ekosystemtjänster.

Många ekosystemtjänster ingår redan i nationalräkenskaperna, exempelvis omsättningen i kustnära turistnäring samt värdet av den fisk som fångas kommersiellt (Edens och Hein, 2013). Andra ekosystemtjänster har lågt eller inget marknadsvärde, men värderas ändå av människor och samhällen (Edens och Hein, 2013; Valecillo m.fl., 2019). Dessa kan då kvantifieras genom ”ersättningsvärden”. Det finns en stor bredd av metoder för att mäta ersättningsvärden. Ett sätt att mäta dem är att mäta transaktionsvärdet för en liknande företeelse. Ett annat sätt är att mäta produktionskostnaden. Ett tredje är att mäta ersättningskostnaden (Obst m.fl., 2016). Ett fjärde är enkätundersökningar angående betalningsvilja för en eller flera ekosystemtjänster (Ahtiainen m.fl., 2014; Nieminen m.fl., 2019; se box 1). Ett femte är att modellera ersättningsvärdet (Caparrós m.fl., 2017).

Enligt Bordt (2018) råder viss enighet bland experter om att ER ska innefatta 1) utbredning av olika ekosystem, 2) ekosystemens tillstånd och 3) ekosystemtjänster. Vargas m.fl. (2019) använde exempelvis fjärranalys för att mäta produktionskapaciteten hos regnskog. Enligt den studien förutsätter ER att den högsta kapaciteten (per ytenhet) för att producera ekosystemtjänster mäts och att

detta görs med hög geografisk upplösning. Ett sådant tillvägagångssätt är antagligen lämpligt för många terrestra ekosystem, men alternativa tillvägagångssätt är nödvändiga för att passa marina ekosystem.

Det är emellertid svårt att på ett lämpligt sätt kvantifiera tillgången på EST gällande flera av de kategorier som introducerades i tabell 1. Exempelvis är de flöden som representeras av ”biogeokemiska kretslopp” i sig i vissa fall bristfälligt kvantifierade (se t.ex. Goodwin m.fl., 2019 för osäkerheter i kolets kretslopp). Än mer komplicerande är att människans och övriga organismers själva fortlevnad både direkt och indirekt är beroende av syre, vatten och/eller andra delar av ”biogeokemiska kretslopp” (Bryhn m.fl., 2015). En skattning av värdet på dessa tillgångar skulle därför i väsentlig mening vara en filosofisk övning. Motsvarande problematik gäller även till exempel att kvantifiera EST-tillgången inom kategorin ”inspiration”, eftersom havet kan inspirera ett stort antal människor på mångfacetterade sätt och med potentiellt både negativa och positiva kopplingar till miljötillståndet (Bryhn m.fl., 2015). Däremot skulle det förmodligen vara genomförbart att skatta tillgången inom andra kategorier, som ”rekreation” och ”livsmedel”.

För EST som har en tydlig koppling till ekosystemkomponenter, det vill säga arter, artkomplex eller biotoper, är ett intressant och potentiellt användbart alternativ att skatta tillgången på EST utgående från dessa. Om kartering av ekosystemkomponenter görs och indikatorer för akvatiska/marina ekosystemtjänster tas fram vilka kopplar till sådana ekologiska data (se t.ex. Kraufvelin m.fl. 2017, Ruskule m.fl. 2019), skulle man på basen av kartor och indikatorer kunna kvantifiera den potentiella tillgången på en viss bredd av marina ekosystemtjänster (Sanchirico och Mumby, 2009; Galparsoro m.fl., 2014; Maes m.fl., 2015).

Varje ekosystemkomponent har en struktur, som ger funktioner, som i sin tur ger ekosystemtjänster (Cole m.fl., in review, rapport i ECOCOA-projektet under bearbetning). Ett utarbetat exempel på en sådan ekosystemkomponent är sjögräsängar, som i Sverige domineras av ålgräs (*Zostera marina*) och som även utgör livsmiljö för flera djurarter inom olika funktionella grupper. Ålgräsängar bidrar med en betydande bredd av EST som exempelvis ”habitat”, ”biodiversitet”, ”födovävsdynamik”, ”sedimentkvarhållning”, ”klimat- och atmosfärsreglering”, ”reglering av övergödning”, ”primärproduktion”, och indirekt även ”livsmedel” (Cole och Moksnes, 2016). I Sverige har ålgräs karterats särskilt noggrant i fjordarna mellan och innanför Tjörn och Orust i Bohuslän. Cole och Moksnes (2016) använde ett stegvist värderingsramverk för att skatta värdet av ålgräsängarna där.

Genom att kartera samtliga ålgräsängar i Sverige och undersöka i vilken mån skattningen utgör ett representativt värde, skulle ålgräsängarna kunna relateras till BNP i ekosystemräkenskaper. På motsvarande sätt skulle det gå att kartera, indikator-anknyta och värdera andra ekosystemkomponenter (Chen m.fl., 2020).

Även om förutsättningarna för en sådan ansats är mest välutvecklade när det gäller ålgräs, skulle appliceringen också kunna fungera för exempelvis tångbälten, musselbankar och grunda vegetationsklädda mjukbottnar. När man kombinerar information från flera ekosystemkomponenter är det dock viktigt att inte dubbelräkna tillgångar och deras värden.

8 Tillkännagivanden

Detta PM har beställts och finansierats av Havs- och vattenmyndigheten (diarienummer 01020-2020).

9 Referenser

Ahtiainen, H., Artell, J., Czajkowski, M. m.fl. (2014). Benefits of meeting nutrient reduction targets for the Baltic Sea – a contingent valuation study in the nine coastal states. *Journal of Environmental Economics and Policy* 3, 278-305.

Bordt, M. (2018). Discourses in ecosystem accounting: a survey of the expert community. *Ecological Economics* 144, 82-99.

Bryhn, A., Lindegarth, M., Bergström, L., Bergström, U. (2015). Ekosystemtjänster från svenska hav. Rapport 2015:12. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Bryhn, A.C., Kraufvelin, P., Bergström, U., Vretborn, M., Bergström, L. (2020). A model for disentangling dependencies and impacts among human activities and marine ecosystem services. *Environmental Management* 65, 575-586.

Caparrós, A., Oviedo, J.L., Álvarez, A., Campos, P. (2017). Simulated exchange values and ecosystem accounting: Theory and application to free access recreation. *Ecological Economics* 139, 140-149.

Chen, W., Van Assche, K. A. M., Hynes, S., Bekkby, T., Christie, H. C., Gundersen, H. (2020). Ecosystem accounting's potential to support coastal and marine governance. *Marine Policy* 112, 103758.

Culhane, F.E., Frid, C.L.J., Royo Gelabert, E. m.fl. (2020). Assessing the capacity of European regional seas to supply ecosystem services using marine status assessments. *Ocean and Coastal Management* 190, 105154.

Duarte, C.M., Agusti, S., Barbier, E., Britten, G.L., Castilla, J.C., Gattuso, J.-P., Fulweiler, R.W., Hughes, T.P., Knowlton, N., Lovelock, C.E., Lotze, H.K., Predragovic, M., Poloczanska, E., Roberts, C., Worm, B. (2020). Rebuilding marine life. *Nature* 580, 39-51.

EC. (2008). Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/56/EG av den 17 juni 2008 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på havsmiljöpolitikens

område (Ramdirektiv om en marin strategi). Europeiska unionens officiella tidning 164, 19.

EC. (2010). Kommissionens beslut av den 1 september 2010 om kriterier och metodstandarder för god miljöstatus i marina vatten (2010/477/EU). Europeiska unionens officiella tidning 232, 14.

EC. (2017). Kommissionens beslut (EU) 2017/848 av den 17 maj 2017 om fastställande av kriterier och metodstandarder för god miljöstatus i marina vatten, specifikationer och standardiserade metoder för övervakning och bedömning och om upphävande av beslut 2010/477/EU. Europeiska unionens officiella tidning 125, 43.

Edens, B., Hein, L. (2013). Towards a consistent approach for ecosystem accounting. *Ecological Economics* 90, 41-52.

FN. (2015). United Nations transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. FN, New York.

Galparsoro, I., Borja, A., Uyarra, M.C. (2014). Mapping ecosystem services provided by benthic habitats in the European North Atlantic Ocean. *Frontiers in Marine Science* 1, 23, DOI=10.3389/fmars.2014.00023

Garpe, K. (2008). Ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak. Rapport 5873. Naturvårdsverket, Stockholm.

Goodwin, P., Williams, R.G., Roussenov, V.M., Katavouta, A. (2019). Climate sensitivity from both physical and carbon cycle feedbacks. *Geophysical Research Letters* 46, 7554-7564.

HaV. (2012). God havsmiljö 2020. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön. Del 2: God miljöstatus och miljökvalitetsnormer. Rapport 2012:20. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

HaV. (2018). Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018-2023. Rapport 2018:27. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC, Genève.

IPCC. (2020). Authors and Review Editors. <https://wg1.ipcc.ch/AR6/authorsRE.html> [läst: 2020-02-06].

Konjunkturrådet. (2020). Konjunkturrådets rapport 2020. Svensk politik för globalt klimat. SNS Förlag, Stockholm.

- Kratzer, S., Håkansson, B., Sahlin, C. (2003). Assessing Secchi and photic zone depth in the Baltic Sea from satellite data. *Ambio* 32, 577-585.
- Kraufvelin, P., Bergström, L., Bergström, U., Bryhn, A. (2017). Relationships between human activities and marine ecosystem services. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic resources, Öregrund. SLU.aqua.2017.4.2-207
- Machado, I., Lino Costa, J., Costa Leal, M., m.fl. (2019). Assessment level and time scales of biodiversity indicators in the scope of the Marine Strategy Framework Directive – A case study for the NE Atlantic. *Ecological Indicators* 105, 242-253.
- Maes, J., Fabrega, N., Zulian, G., Barbosa, A., Vizcaino, P., Ivits, E., Polce, C., Vandecasteele, I., Rivero, I.M., Guerra, C., Castillo, C.P., Valecillo, S., Baranzello, C., Barranco, R., Batista e Silva, F., Jacobs-Crisoni, C., Trombetti, M., Lavalle, C. (2015). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Technical report. Joint Research Centre, Ispra.
- Mastrandrea, M.D., Field, C.B., Stocker, T.F. m.fl. (2010). Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Jasper Ridge.
- Murray, C.J., Müller-Karulis, B., Carstensen, J., Conley, D., Gustafsson, B.G., Andersen, J.H. (2019). Past, present and future eutrophication status of the Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science* 6, 2.
- Nieminen, E., Ahtiainen, H., Lagerkvist, C.-J., Oinonen, S. (2019). The economic benefits of achieving Good Environmental Status in the Finnish marine waters of the Baltic Sea. *Marine Policy* 99, 181-189.
- Nordzell, H., Wahtra, J., Hasselström, L., Wallström, J. 2020. Värdet av att uppnå god miljöstatus i svenska havsvatten. Rapport 2020:8. Anthesis, Stockholm.
- Obst, C., Hein, L., Edens, B. (2016). National accounting and the valuation of ecosystem assets and their services. *Environmental and Resource Economics* 64, 1–23.
- Ruskule, A., Bergström, L., Schmidtbauer Crona, J., Kotta, J., Arndt, P., Strāķe, S., Ustups, D., Sprukta, S., Urtāne, I. 2019. Green Infrastructure Concept for MSP and Its Application Within Pan Baltic Scope Project Pan Baltic Scope. Pan Baltic Scope, Riga.
- Sanchirico, J.N., Mumby, P. (2009). Mapping ecosystem functions to the valuation of ecosystem services: implications of species-habitat associations for coastal land-use decisions. *Theoretical Ecology* 2, 67-77.

Stiasny, M.H., Sswat, M., Mittermayer, F.H. m.fl. (2019). Divergent responses of Atlantic cod to ocean acidification and food limitation. *Global Change Biology* 25, 839-849.

Valecillo, S., La Notte, A., Ferrini, S., Maes, J. (2019). How ecosystem services are changing: an accounting application at the EU level. *Ecosystem Services* 40, 101044.

Vargas, L., Willemsen, L., Hein, L. (2019). Assessing the capacity of ecosystems to supply ecosystem services using remote sensing and an ecosystem accounting approach. *Environmental Management* 63, 1-15.

Warnell, K.J.D., Russell, M., Rhodes, C. m.fl. (2020). Testing ecosystem accounting in the United States: A case study for the Southeast. *Ecosystem Services*, in press.

Bilaga

Denna bilaga anger minimi- och maximivärden för expertbedömningarna. Tabell B1 och B2 anger minimi- respektive maximivärden för kopplingen från deskriptorer till ekosystemtjänster. Tabell B3 och B4 anger minimi- respektive maximivärden avseende evidensen för kopplingen från deskriptorer till ekosystemtjänster. Tabell B5 och B6 anger minimi- respektive maximivärden för kopplingen från MKN till ekosystemtjänster. Tabell B7 och B8 anger minimi- respektive maximivärden avseende evidensen för kopplingen från MKN till ekosystemtjänster.

Tabell B1. Bedömningar av kopplingen från deskriptorer till ekosystemtjänster (minimivärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar kopplingarna, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 2.

	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	-
	BIMÅ - fågel	BIMÅ - fisk	BIMÅ - däggdjur	BIMÅ - grunda livsmiljöer	BIMÅ - djupa livsmiljöer	FRAR	KOFI	MAFÖ	ÖVGÖ	HAIN	HYVI	FAÅM	FALI	MASK	UVBU	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
S2 Primärproduktion	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0
S3 Födovävsdynamik	1	1	1	1	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
S4 Biodiversitet	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S5 Habitat	0	0	0	4	4	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	0
S6 Resiliens	1	1	1	2	2	0	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R2 Sedimentkvarhållning	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1
R3 Reglering av övergödning	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
R4 Biologisk reglering	2	3	2	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1
R5 Reglering av giftiga ämnen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0
P1 Livsmedel	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	3	0	0	0
P2 Råvaror	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3 Genetiska resurser	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
P4 Kemiska resurser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
P5 Utsmyckningar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
P6 Energi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C1 Rekreation	2	2	2	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	1	1
C2 Estetiska värden	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
C3 Forskning och utbildning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C4 Kulturarv	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C5 Inspiration	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C6 Naturarv	2	2	2	2	1	1	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2

Tabell B2. Bedömningar av kopplingen från deskriptorer till ekosystemtjänster (maximivärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar kopplingarna, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 2.

	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	-
	BIMÅ - fågel	BIMÅ - fisk	BIMÅ - däggdjur	BIMÅ - grunda livsmiljöer	BIMÅ - djupa livsmiljöer	FRAR	KOFI	MAFÖ	ÖVGÖ	HAIN	HYVI	FAÄM	FALI	MASK	UVBU	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	1	1	1	3	3	2	2	2	3	2	2	0	0	0	0	4
S2 Primärproduktion	1	2	1	3	2	1	2	3	4	3	2	1	0	1	0	3
S3 Födovävsdynamik	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	1	2	1	1	2	1
S4 Biodiversitet	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2
S5 Habitat	2	3	2	4	4	2	2	3	3	3	3	1	1	1	2	1
S6 Resiliens	2	3	2	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	1	1	3
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	1	2	1	4	3	1	2	3	3	2	2	0	0	0	0	4
R2 Sedimentkvarhållning	1	2	1	4	2	1	2	2	2	3	3	0	0	0	0	3
R3 Reglering av övergödning	2	2	2	3	3	2	2	3	4	4	1	1	0	0	0	2
R4 Biologisk reglering	3	4	3	4	3	2	3	4	3	3	1	1	1	0	0	3
R5 Reglering av giftiga ämnen	1	2	1	2	3	1	2	2	2	3	2	4	4	1	0	1
P1 Livsmedel	2	3	2	3	3	1	4	3	3	2	2	2	4	1	0	1
P2 Råvaror	2	3	2	3	2	1	4	3	2	1	2	1	3	1	0	3
P3 Genetiska resurser	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	1	0	0	0	4
P4 Kemiska resurser	1	2	1	3	2	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	4
P5 Utsmyckningar	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1	0	4
P6 Energi	0	2	0	2	2	0	2	2	2	1	0	0	0	1	0	4
C1 Rekreation	3	3	3	4	2	1	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3
C2 Estetiska värden	3	3	3	4	2	1	3	2	3	2	1	1	1	3	2	4
C3 Forskning och utbildning	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
C4 Kulturarv	2	2	2	3	2	1	3	2	2	2	0	1	2	2	1	4
C5 Inspiration	3	3	3	3	3	1	3	3	2	1	0	0	0	2	1	4
C6 Naturarv	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	2	2	2	3	1	4

Tabell B3. Bedömningar av evidensen för kopplingar från deskriptorer till ekosystemtjänster (minimivärden). Siffervärden anger evidensens styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar evidensen, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 2.

	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	-
	BIMÅ - fågel	BIMÅ - fisk	BIMÅ - däggdjur	BIMÅ - grunda livsmiljöer	BIMÅ - djupa livsmiljöer	FRAR	KOFI	MAFÖ	ÖVGÖ	HAIN	HYVI	FAÄM	FALI	MASK	UVBU	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	1	2	1	2	3	0	2	2	2	2	2	3	3	3	4	2
S2 Primärproduktion	1	1	1	3	2	0	2	2	4	2	2	3	3	3	4	0
S3 Födovävsdynamik	3	3	3	3	3	2	3	4	2	2	1	2	2	2	1	2
S4 Biodiversitet	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	1	1	1	2	1	0
S5 Habitat	3	2	3	4	4	2	2	2	3	2	2	2	1	3	1	0
S6 Resiliens	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	0	2	1	0
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	3	2
R2 Sedimentkvarhållning	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	2	3	1
R3 Reglering av övergödning	0	2	1	2	1	0	2	2	3	2	1	0	0	3	3	0
R4 Biologisk reglering	2	2	2	2	2	0	0	3	1	0	1	0	0	2	1	0
R5 Reglering av giftiga ämnen	3	3	3	2	2	0	2	2	0	0	0	3	2	2	4	0
P1 Livsmedel	0	3	0	0	0	0	3	2	0	0	1	1	3	2	1	0
P2 Råvaror	0	3	0	2	2	1	4	2	1	1	1	0	1	3	1	0
P3 Genetiska resurser	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	3	3	0
P4 Kemiska resurser	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	2	3	3	2
P5 Utsmyckningar	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2
P6 Energi	3	2	3	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3
C1 Rekreation	3	3	3	3	3	2	3	0	3	0	0	1	1	3	0	2
C2 Estetiska värden	1	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	2
C3 Forskning och utbildning	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
C4 Kulturarv	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	2
C5 Inspiration	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C6 Naturarv	1	1	1	1	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	2

Tabell B4. Bedömningar av evidensen för kopplingar från deskriptorer till ekosystemtjänster (maximivärden). Siffervärden anger evidensens styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar evidensen, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 2.

	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	-
	BIMÅ - fågel	BIMÅ - fisk	BIMÅ - däggdjur	BIMÅ - grunda livsmiljöer	BIMÅ - djupa livsmiljöer	FRAR	KOFI	MAFÖ	ÖVGÖ	HAIN	HYVI	FAÄM	FALI	MASK	UVBU	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	3	3	3	4	4	3	2	2	4	3	3	4	4	4	4	4
S2 Primärproduktion	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4
S3 Födovävsdynamik	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3
S4 Biodiversitet	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4
S5 Habitat	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3
S6 Resiliens	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	2	3	3	3	3
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	4	4	4	3
R2 Sedimentkvarhållning	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
R3 Reglering av övergödning	2	3	2	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
R4 Biologisk reglering	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3
R5 Reglering av giftiga ämnen	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	3
P1 Livsmedel	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4
P2 Råvaror	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P3 Genetiska resurser	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
P4 Kemiska resurser	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
P5 Utsmyckningar	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P6 Energi	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C1 Rekreation	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4
C2 Estetiska värden	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4
C3 Forskning och utbildning	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C4 Kulturarv	3	3	3	3	2	3	4	3	2	3	3	2	3	3	4	4
C5 Inspiration	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	3	3	4
C6 Naturarv	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4

Tabell B5. Bedömningar av kopplingen från miljökvalitetsnormer (MKN) till ekosystemtjänster (minimivärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar kopplingarna, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 3.

	A.1	B.1	C.1	C.3	C.4	D.1	D.2	D.3	E.1	E.2	-
	NÄOM	FAÄM	FRAR	FISK	FÖVÄ	HABO	BISU	HYFÖ	MASK	IMLJ	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2
S2 Primärproduktion	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
S3 Födovävsdynamik	2	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0
S4 Biodiversitet	2	0	1	2	2	2	2	0	0	0	0
S5 Habitat	2	0	0	0	3	3	3	1	0	1	1
S6 Resiliens	2	1	1	2	3	3	2	1	1	1	1
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
R2 Sedimentkvarhållning	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2
R3 Reglering av övergödning	3	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1
R4 Biologisk reglering	1	0	1	2	2	1	1	0	0	0	0
R5 Reglering av giftiga ämnen	1	3	0	0	1	2	0	0	0	0	1
P1 Livsmedel	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0
P2 Råvaror	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
P3 Genetiska resurser	1	0	0	2	2	1	2	0	0	0	2
P4 Kemiska resurser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
P5 Utsmyckningar	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
P6 Energi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C1 Rekreation	2	2	0	1	1	1	2	0	2	1	2
C2 Estetiska värden	2	0	0	0	1	1	2	0	2	1	3
C3 Forskning och utbildning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C4 Kulturarv	0	0	0	2	1	1	1	0	1	1	3
C5 Inspiration	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C6 Naturarv	2	1	0	1	2	2	2	1	2	1	3

Tabell B6. Bedömningar av kopplingen från miljökvalitetsnormer (MKN) till ekosystemtjänster (maximivärden). Siffervärden anger kopplingars styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar kopplingarna, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 3.

	A.1	B.1	C.1	C.3	C.4	D.1	D.2	D.3	E.1	E.2	-
	NÄOM	FAÄM	FRAR	FISK	FÖVÄ	HABO	BISU	HYFÖ	MASK	IMLJ	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	3	1	2	2	2	3	2	2	1	0	4
S2 Primärproduktion	4	2	1	3	3	3	2	1	1	0	3
S3 Födovävsdynamik	2	1	2	3	4	3	2	3	1	1	3
S4 Biodiversitet	2	1	4	4	4	3	4	3	1	1	2
S5 Habitat	3	1	2	2	3	3	4	3	2	1	3
S6 Resiliens	4	3	3	4	4	4	3	2	1	1	3
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	3	1	1	2	2	2	3	3	0	0	4
R2 Sedimentkvarhållning	2	0	1	2	2	3	3	2	0	0	4
R3 Reglering av övergödning	4	1	2	2	3	3	3	1	0	0	3
R4 Biologisk reglering	3	1	2	3	3	3	3	1	0	0	3
R5 Reglering av giftiga ämnen	3	4	1	2	3	3	2	1	1	0	4
P1 Livsmedel	3	3	1	4	3	2	3	1	1	1	2
P2 Råvaror	2	2	1	4	2	1	2	0	0	1	2
P3 Genetiska resurser	2	1	2	3	3	3	4	0	0	0	3
P4 Kemiska resurser	1	0	1	2	2	2	2	0	0	0	4
P5 Utsmyckningar	1	1	1	2	2	2	3	0	2	0	4
P6 Energi	2	0	0	2	1	0	2	0	0	0	4
C1 Rekreation	3	3	1	3	3	2	3	2	3	3	4
C2 Estetiska värden	3	1	1	2	3	2	3	1	3	2	4
C3 Forskning och utbildning	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4
C4 Kulturarv	2	2	1	3	2	2	2	1	2	1	4
C5 Inspiration	2	1	1	3	3	2	3	0	1	2	4
C6 Naturarv	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	4

Tabell B7. Bedömningar av evidensen för kopplingar från miljökvalitetsnormer (MKN) till ekosystemtjänster (minimivärden). Siffervärden anger evidensens styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar evidensen, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 3.

	A.1	B.1	C.1	C.3	C.4	D.1	D.2	D.3	E.1	E.2	-
	NÄOM	FAÄM	FRAR	FISK	FÖVÄ	HABO	BISU	HYFÖ	MASK	IMLJ	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	2	1	0	2	2	2	2	2	3	3	2
S2 Primärproduktion	3	0	1	2	2	2	2	1	3	3	3
S3 Födovävsdynamik	2	1	2	3	3	2	2	1	2	1	2
S4 Biodiversitet	2	1	2	3	3	2	3	1	3	1	2
S5 Habitat	2	1	2	3	3	2	3	2	2	1	2
S6 Resiliens	3	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	0	0	0	0	2	1	0	2	0	3	2
R2 Sedimentkvarhållning	0	0	0	1	1	2	2	2	0	2	1
R3 Reglering av övergödning	2	0	0	2	1	2	2	1	0	2	2
R4 Biologisk reglering	2	1	1	2	2	1	1	1	0	2	2
R5 Reglering av giftiga ämnen	2	3	0	2	2	3	1	1	2	3	2
P1 Livsmedel	2	3	1	4	3	2	2	1	2	1	2
P2 Råvaror	2	2	0	3	2	2	2	1	2	1	3
P3 Genetiska resurser	2	1	1	3	3	1	3	0	2	3	3
P4 Kemiska resurser	1	0	0	1	1	0	1	0	0	3	2
P5 Utsmyckningar	2	3	2	2	2	2	1	2	3	3	2
P6 Energi	3	3	2	1	2	2	1	2	3	3	3
C1 Rekreation	3	2	0	3	3	2	2	1	3	1	2
C2 Estetiska värden	2	0	0	2	2	1	1	1	2	2	2
C3 Forskning och utbildning	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
C4 Kulturarv	1	1	1	2	2	2	1	0	1	2	2
C5 Inspiration	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
C6 Naturarv	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2

Tabell B8. Bedömningar av evidensen för kopplingar från miljökvalitetsnormer (MKN) till ekosystemtjänster (maximivärden). Siffervärden anger evidensens styrka från 0-4, se förklaring i texten. Färgskalan förtydligar evidensen, från ljusgrå = 0 till mörkare grå = 4. För förkortningar, se tabell 3.

	A.1	B.1	C.1	C.3	C.4	D.1	D.2	D.3	E.1	E.2	-
	NÄOM	FAÄM	FRAR	FISK	FÖVÄ	HABO	BISU	HYFÖ	MASK	IMLJ	Andra indikatorer
S1 Biogeokemiska kretslopp	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4
S2 Primärproduktion	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4
S3 Födovävsdynamik	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4
S4 Biodiversitet	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4
S5 Habitat	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3
S6 Resiliens	4	3	3	4	4	4	4	2	3	4	3
R1 Klimat- och atmosfärsreglering	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4
R2 Sedimentkvarhållning	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4
R3 Reglering av övergödning	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4
R4 Biologisk reglering	2	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3
R5 Reglering av giftiga ämnen	2	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4
P1 Livsmedel	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4
P2 Råvaror	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P3 Genetiska resurser	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4
P4 Kemiska resurser	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3
P5 Utsmyckningar	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
P6 Energi	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4
C1 Rekreation	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4
C2 Estetiska värden	3	3	2	3	3	2	3	2	4	4	4
C3 Forskning och utbildning	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C4 Kulturarv	2	2	3	4	3	3	2	3	3	4	4
C5 Inspiration	2	2	1	3	2	2	2	2	3	4	4
C6 Naturarv	3	2	2	4	4	4	4	2	2	4	4