

Bilaga E: Bedömnings- och åtgärdsmatriser

För att underlätta för förvaltningen av grunda kustmiljöer har fyra bedömningsmatriser tagits fram som hjälp för att identifiera vilka livsmiljöer och naturvärden som sannolikt förekommer inom ett kustområde. Matriserna kan användas för att bedöma hur känsliga dessa livsmiljöer är för olika typer av fysisk påverkan, samt för att få en bild av vilka typer av åtgärder som sannolikt är mest lämpliga och effektiva i ett kustområde vid olika typer av fysisk påverkan. Basen för dessa bedömningsverktyg är modellerade abiotiska miljötyper (kapitel 8.1 och Bilaga F) och högupplösta kartunderlag som visar deras utbredning längs Sveriges kuster. Nedan ges en beskrivning av hur bedömningsmatriserna tagits fram och hur de kan användas. Se kapitel 9 och Bilaga G för exempel på deras användning. Bedömningsmatriserna är uppdelade i förekomst (tabell 1.2), känslighet för fysisk påverkan (tabell 2.3), känslighet hos abiotiska miljötyper (tabell 3.2), samt förslag till åtgärder (tabell 4.1–3).

Innehåll

1. Förekomst av habitatbildande växter och djur i abiotiska miljötyper	sid 2–5
2. Känslighet hos habitatbildande växter och djur för fysisk påverkan	sid 6–8
3. Känslighet hos 12 abiotiska miljötyper på mjuk- och hårdbotten	sid 9–14
4. Åtgärder för att undvika och minska fysisk påverkan	sid 15–19
5. Referenser	sid 20

1. Förekomst av habitatbildande växter och djur i grunda kustmiljöer inom 12 abiotiska miljötyper i fem havsregioner.

I Bilaga F presenteras hur förekomst av utvalda habitatbildande växter och djur fördelas inom 12 modellerade abiotiska miljötyper (0–15 meter) längs Sveriges fem havsregioner baserat på över 300 000 fältobservationer (tabell 2, bilaga F). För att göra detta underlag mer lättanvänt för förvaltningen har de viktigaste grupperna valts ut och presenterats i en förenklad tabell (tabell 1.2).

Metoder

I tabell 1.2 har de viktigaste grupperna av kärlväxter, alger och bivalver från tabell 2, bilaga F valts ut och de med mycket likartad utbredning grupperats tillsammans och presenterats i en förenklad tabell. I tabell 1.2 har andelen observationer (procent förekomst) av en växt- och djurgrupp mellan de 12 miljötyperna inom ett havsområde omvandlats till "förekomstklasser" i en sju-gradig skala där noll indikerar mycket låg och sex indikerar mycket hög sannolikhet att en art eller grupp förekommer (tabell 1.1).

Tabell 1.1 Kriterier för uppdelningen i "förekomstklasser" av växt- och djurgrupper i tabell utifrån observationer

Förekomst	Kriterier
0	<20 observationer
1	>20 observationer, <5% av alla observationer i havsregionen
2	5-10% av alla observationer i havsregionen
3	11-20% av alla observationer i havsregionen
4	21-30% av alla observationer i havsregionen
5	31-40% av alla observationer i havsregionen
6	>40% av alla observationer i havsregionen

Förekomst och naturvärden

I tabell 1.2 summeras klassvärdena för växt- och djurgrupperna (1) Vegetation på mjukbotten, (2) Makroalger på hårbotten, och (3) Habitatbildande bivalver till ett medelvärde för varje grupp (blå siffror). Sammanställningen ger därför en enkel överblick över var värdefulla och känsliga växter och djur förekommer. Eftersom de habitatbildande arterna valts ut för att de är strukturella nyckelarter med rika associerade växt- och djursamhällen och höga naturvärden ger siffrorna även en indikation på i vilka abiotiska miljötyper höga naturvärden förväntas förekomma på mjuk- och hårbotten inom ett havsområde. I Östersjön utgörs bivalver helt av blåmusslor (*Mytilus* spp.), vilka där nästan uteslutande hittas på hårbotten inom djupintervallet 0–15 meter. I Västerhavet hittas däremot blåmusslor och ostron (*Ostrea edulis*) både på mjuk- och hårbotten.

Sammanställningen inkluderar inte fiskar, fåglar och däggdjur eftersom empiriska data på deras förekomst saknas med nödvändig rumslig upplösning. Många viktiga fiskarter är dock starkt associerade med vegetation på mjuk- och hårbotten både för lek, som uppväxtområden för juvenila stadier och som födosöksområden för vuxna individer. Detta gäller till exempel abborre och gädda i Östersjön (Sundblad och Bergström 2014) och torskfiskar i Västerhavet (Wennhage och Pihl 2002). Höga klassvärden för vegetation indikerar därför också höga naturvärden för viktiga rovfiskar. På samma sätt kan tabellen också indikera förekomst och naturvärden av fågelarter som är associerade med speciella typer av habitatbildande växter och djur, till exempel

svanar och andra andfåglar med ålgräs i Västerhavet (Pehrsson 1976) och ejder med blåmusslor (Öst och Kilpi 1998). Det är dock viktigt att beakta att de habitatbildande växter och djur som tabellerna är baserade på generellt är mindre känsliga för buller och vibrationer än mobila djur som fiskar, fåglar och däggdjur. Känsligheten hos mobila djur för påverkanstyper som genererar buller och vibrationer, som till exempel pålning av bryggor och båttrafik kan därför vara högre än vad som indikeras i tabell 2.3 och 3.1 nedan.

Det är viktigt att påpeka att även grunda kustområden utan vegetation kan ha mycket viktiga ekosystemfunktioner och höga naturvärden. Till exempel är grunda, vågskyddade mjukbottnar utan vegetation viktiga uppväxtområden för juvenila plattfiskar som rödspätta i Västerhavet (Pihl 1989). Dessa uppväxtområden hittas inom abiotiska miljötyper på 0–3 meter och exponeringsklass 1 och 2 (de mest vågskyddade), ofta i samma områden där ålgräs hittas i djupare delar av viken. I Bottniska viken utgör grunda sand- och grusbottnar viktiga lekområden för havslekande sik (Veneranta m.fl. 2013) och grunda exponerade hårbottnar kan utgöra viktiga uppväxtområden för harr och sik. I dessa havsområden kan därför de abiotiska miljötyperna på 0–3 meter och exponeringsklasserna 3 och 4 (de mest exponerade) också ha höga naturvärden.

Sammanfattningsvis indikerar sammanställningen att de högsta naturvärdena återfinns på grunda, vågskyddade mjukbottensområden i alla havsområden där kärlväxter och kransalger är koncentrerade, vilket gör dessa områden viktiga också som lek-, uppväxt- och födosöksområden för många fisk- och fågelarter. Utbredning av kärlväxter varierar dock mellan havsområden. I till exempel Bottniska viken hittas många kärlväxter och kransalger också på mer exponerade lokaler (klass 3) på 0–3 meters djup. I Egentliga Östersjön hittas ålgräs mer exponerat (klass 3 och 4) och också djupare (3–6 meter) än övriga kärlväxter, och även mer exponerat i jämförelse med Västerhavet där ålgräs hittas grundare och mer skyddat (tabell 1.2). På hårbotten hittas de högsta naturvärdena generellt på djupare bottnar (6–15 meter) och på de mest exponerade lokalerna (klass 4) där både makroalger och blåmusslor är koncentrerade i Östersjön, speciellt i Bottniska viken. I Västerhavet hittas makroalger på hårbotten och bivalver också i grundare och mer vågskyddade områden. Här är blåmusslor och ostron vanliga också på mjukbotten (tabell 1.2).

Användning

Genom att skatta sannolikheten att olika habitatbildande växter och djur ska förekomma inom en abiotisk miljötyp i ett havsområde kan tabell 1.2 utgöra ett viktigt inledande underlag till förvaltningen av grunda kustområden. Detta gör tabellen genom att indikera var viktiga och känsliga arter och naturvärden kan förekomma också när empiriska data och andra underlag saknas i ett område. Det är dock viktigt att beakta att vissa abiotiska miljötyper är mindre inventerade än andra, vilket därtill också varierar mellan havsområden (se antal lokaler i tabell 1.2). I dessa mindre undersökta områden är osäkerheten större vad det gäller förekomst av arter och naturvärden. Det är även viktigt att beakta att detta är ett övergripande underlag och att lokala variationer kan förekomma. Tabell 1.2 utgör basen för efterföljande bedömningsmatriser för hur känsliga olika abiotiska miljötyper är för olika typer av fysisk påverkan (tabeller 2.3 och 3.1), samt vilka åtgärder som är mest lämpliga (tabell 4.1).

Tabell 1.2a. Förekomst av habitatbildande växter och djur i Bottenviken och Bottenhavet. Förekomst av habitatbildande växter och djur i grunda kustmiljöer inom 12 abiotiska miljötyper i två havsregioner (Bottenviken och Bottenhavet). I gruppen "Övriga kärlväxter" ingår alla kärlväxter listade i tabell 1 i Bilaga F (inklusive sävarter, Poales) förutom älgräsarter. Modellerade abiotiska miljötyper är baserade på 3 djupintervall (0–3 meter, 3–6 meter, 6–15 meter) och 4 exponeringsklasser (1 = ultraskyddad till 4 = exponerad). Area anger utbredningen av varje miljötyp och *Antal lokaler* anger antal 10 x 10 meters punkter som inventerats för vegetation på mjukbotten åtminstone en gång inom havsregionen (se tabell 2b Bilaga F för information om hårbottenslokaler). Siffror anger relativ förekomst mellan de 12 miljötyperna per havsområde av listade grupper och arter och är baserat på över 300 000 observationer vid fältinventeringar där 0 indikerar frånvaro (<20 observationer totalt i miljötypen) och 6 indikerar den högsta förekomsten (>40% av alla observationer inom havsområdet; se fotnot för detaljer). Blå siffror anger medelvärden av relativ förekomst för växt- och djurgrupp och indikerar vilka abiotiska miljötyper som har höga naturvärden.

HAVSREGION	Djup (m)	Exponeringsklass	Area (km ²)	Antal lokaler (10x10 m)	1. Vegetation på mjukbotten	Älgräsarter (<i>Zostera</i> spp.)	Övriga kärlväxter	Kransalger (Charales)	2. Makroalger på hårbotten	Tång (Fucales)	Tarearter (Laminariales)	Makroskopiska rödalger	Perenna trädformade alger	3. Habitatbildande bivalver	Blåmusslor (<i>Mytilus</i> spp.)	Europeiskt ostron (<i>O. edulis</i>)
Bottenviken	0-3	1	82	4766	4,5		5	4	0,3	0		0	1	0,0	0	
	0-3	2	140	2453	3,0		3	3	0,3	0		0	1	0,0	0	
	0-3	3	300	4644	5,0		5	5	1,0	0		1	2	0,0	0	
	0-3	4	227	2716	2,5		2	3	4,7	6		5	3	0,0	0	
	3-6	1	6	60	0,5		1	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	3-6	2	61	191	1,0		1	1	0,0	0		0	0	0,0	0	
	3-6	3	261	471	1,0		1	1	0,7	0		1	1	0,0	0	
	3-6	4	316	1386	1,0		1	1	5,0	5		5	5	0,0	0	
	6-15	1	23	0	0,0		0	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	6-15	2	36	21	0,0		0	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	6-15	3	745	117	0,0		0	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	6-15	4	1460	1064	0,0		0	0	2,7	0		3	5	5,0	5	
Bottenhavet	0-3	1	49	4910	6,0		6	6	1,0	1		1	1	0,0	0	
	0-3	2	54	1085	3,0		3	3	1,0	1		1	1	0,0	0	
	0-3	3	88	1808	3,0		3	3	2,7	3		3	2	3,0	3	
	0-3	4	108	1540	1,5		2	1	3,7	4		4	3	3,0	3	
	3-6	1	12	129	0,5		1	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	3-6	2	25	200	1,0		1	1	0,0	0		0	0	0,0	0	
	3-6	3	53	583	1,0		1	1	2,0	2		2	2	1,0	1	
	3-6	4	111	1284	1,0		1	1	4,0	4		4	4	3,0	3	
	6-15	1	12	29	0,0		0	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	6-15	2	60	58	0,5		1	0	0,0	0		0	0	0,0	0	
	6-15	3	144	396	1,0		1	1	1,3	1		1	2	2,0	2	
	6-15	4	441	1414	0,0		0	0	4,0	3		4	5	5,0	5	

Förekomst Kriterier

- 0 <20 observationer
- 1 >20 observationer, <5% av alla observationer i havsregionen
- 2 5-10% av alla observation i havsregionen
- 3 11-20% av alla observation i havsregionen
- 4 21-30% av alla observation i havsregionen
- 5 31-40% av alla observation i havsregionen
- 6 >40% av alla observation i havsregionen

Tabell 1.2b. Förekomst av habitatbildande växter och djur i norra och södra Egentliga Östersjön och Västerhavet. Förekomst av habitatbildande växter och djur i grunda kustmiljöer inom 12 abiotiska miljötyper i tre havsregioner (södra och norra Egentliga Östersjön samt Västerhavet). Se Tabell 1a för förklaringar.

HAVSREGION	Djup (m)	Exponeringsklass	Area (km ²)	Antal lokaler (10x10 m)	1. Vegetation på mjukbotten	Algräsarter (Zostera spp.)	Övriga kärlväxter	Kransalger (Charales)	2. Makroalger på hårbotten	Tång (Fucales)	Tarearter (Laminariales)	Makroskopiska rödalger	Perenna trädformade alger	3. Habitatbildande bivalver	Blåmusslor (Mytilus spp.)	Europeiskt ostron (O. edulis)
N Östersjön	0-3	1	142	15809	4,3	1	6	6	2,7	4		1	3	2,0	2	
	0-3	2	144	5472	2,3	1	3	3	2,3	3		2	2	2,0	2	
	0-3	3	191	6306	3,3	4	3	3	3,3	4		3	3	3,0	3	
	0-3	4	130	2320	1,7	3	1	1	2,3	2		3	2	2,0	2	
	3-6	1	46	1580	1,0	1	1	1	0,7	1		1	0	1,0	1	
	3-6	2	115	2108	1,3	1	2	1	1,3	2		1	1	2,0	2	
	3-6	3	188	2770	2,7	5	2	1	2,3	2		3	2	3,0	3	
	3-6	4	197	1718	1,7	3	1	1	2,0	1		3	2	2,0	2	
	6-15	1	36	196	0,3	0	1	0	0,3	1		0	0	1,0	1	
	6-15	2	229	597	0,3	0	1	0	1,0	1		1	1	1,0	1	
	6-15	3	524	1112	1,0	1	1	1	2,0	1		2	3	2,0	2	
	6-15	4	766	1485	0,7	1	1	0	2,7	1		3	4	2,0	2	
S Östersjön	0-3	1	179	9061	4,3	1	6	6	1,5	3	0	1	2	3,0	3	
	0-3	2	132	3388	2,3	1	3	3	1,5	2	0	1	3	2,0	2	
	0-3	3	296	8327	3,0	3	3	3	2,0	2	0	3	3	3,0	3	
	0-3	4	550	6407	1,7	2	2	1	2,3	2	0	4	3	3,0	3	
	3-6	1	51	693	1,0	1	1	1	0,5	1	0	1	0	2,0	2	
	3-6	2	76	1202	1,0	1	1	1	1,0	1	0	1	2	2,0	2	
	3-6	3	239	7233	2,7	5	2	1	1,3	1	0	2	2	3,0	3	
	3-6	4	615	7540	1,3	3	1	0	2,0	3	0	3	2	3,0	3	
	6-15	1	36	91	0,3	0	1	0	0,3	0	0	1	0	1,0	1	
	6-15	2	161	333	0,3	0	1	0	1,0	1	0	1	2	1,0	1	
	6-15	3	455	3261	1,3	3	1	0	1,3	1	1	1	2	2,0	2	
	6-15	4	2430	5357	0,7	1	1	0	3,8	3	6	3	3	3,0	3	
Västerhavet	0-3	1	68	4685	4,5	3	6		1,0	2	0	1		3,0	3	3
	0-3	2	97	11944	4,5	5	4		2,0	3	1	2		3,5	4	3
	0-3	3	103	9185	4,0	4	4		4,0	5	3	4		3,5	3	4
	0-3	4	99	1345	1,0	1	1		3,3	4	2	4		1,5	3	0
	3-6	1	13	865	1,0	1	1		0,0	0	0	0		0,0	0	0
	3-6	2	41	4094	1,5	3	0		1,0	1	1	1		2,5	2	3
	3-6	3	93	3028	1,0	2	0		2,0	1	3	2		2,5	2	3
	3-6	4	124	721	0,5	1	0		2,7	2	3	3		1,0	2	0
	6-15	1	11	91	0,0	0	0		0,0	0	0	0		0,0	0	0
	6-15	2	67	439	0,5	1	0		0,0	0	0	0		0,5	0	1
	6-15	3	211	396	0,5	1	0		1,0	1	1	1		0,5	1	0
	6-15	4	681	26	0,0	0	0		2,7	2	3	3		1,0	2	0

2. Känslighet hos habitatbildande växter och djur för nio olika typer av fysisk påverkan

För att bedöma hur känsliga olika abiotiska miljötyper är för olika typer av fysisk påverkan är ett första steg att bedöma hur känsliga habitatbildande växter och djur som förekommer i dessa miljöer är för påverkanstypen. I tabell 2.3 bedöms de utvalda grupper av växter och djur som presenteras i tabell 1.2 för deras motståndskraft och återhämtningsförmåga för nio vanliga typer av fysisk påverkan som förekommer i grunda kustmiljöer. I tabellen bedöms endast habitatbildande växter och djurs generella känslighet för påverkanstypen utan att beakta skillnader mellan miljötyper och havsregioner varför tabellen i första hand utgör ett viktigt underlag för tabell 3.2 där dessa aspekter inkluderas.

Metoder

Nio olika typer av fysisk påverkan i grunda kustmiljöer identifierades (tabell 2.1) utifrån vanliga mänskliga aktiviteter som ger negativa effekter på miljön, baserat på inventeringar av fysisk påverkan i svenska kustområden och sammanställningar av fysisk påverkan i marin miljö (Moksnes m.fl. 2019, Törnqvist m.fl. 2020, Kraufvelin m.fl. 2021a; tabell 1).

Tabell 2.1 Nio typer av fysisk påverkan i grunda kustområden.

-
1. Fysisk konstruktion som täcker havsbotten permanent (*till exempel pirar, stenkistor, utfyllnad*)
 2. Utläggning av rör och kablar på havsbotten eller i sedimentet
 3. Fysisk konstruktion vid havsytan (*till exempel bryggor, permanenta förankringsbojar*)
 4. Muddring av bottensediment (*till exempel för farleder, konstruktion eller extraktion*)
 5. Dumpning av muddermassor i kustvatten (*utanför kustmiljötypen/habitatet*)
 6. Fysisk påverkan från vattenbruk
 7. Fysisk påverkan från båttrafik (*till exempel svall, uppgrumling, propellerturbulens, kollision, buller*)
 8. Fysisk påverkan vid ankring
 9. Fysisk störning från andra fritidsaktiviteter än fritidsbåtar (*till exempel bad, fritidsfiske, dykning*)
-

För habitatbildande växter och bivalver på mjuk- och hårbotten i tabell 1.2 bedömdes känsligheten för var och en av de nio typerna av fysisk påverkan. Känsligheten bedömdes både utifrån organismgruppens motståndskraft (resistens) och återhämtningsförmåga (resiliens) för ifrågavarande typ av fysisk påverkan enligt metoder för evidensbaserad känslighetsbedömning (Kraufvelin m.fl. 2021a). Vid bedömning av typen av fysisk påverkan beaktades både aktivitetens och påverkans direkta effekt och varaktighet eller typisk frekvens, samt eventuella indirekta effekter från till exempel uppgrumling av sediment. Däremot beaktades inte skillnader i areell utbredning av påverkanstypen i denna analys, utan förlusten av växter och djur och deras återhämtning beaktades på den yta som aktiviteten har en direkt eller indirekt påverkan på.

Vid bedömning av känsligheten skattades först både organismgruppens motståndskraft samt dess återhämtningsförmåga separat på en 4-gradig skala (0–3) baserat på omfattningen av förlusten samt tiden för återhämtning efter påverkan (tabell 2). Därefter adderades värdena för att få ett värde på känsligheten på en 7-gradig skala (0–6). Vid analysen grupperades alla kärlväxter och kransalger i en grupp då de visade sig ha samma känslighet. Känsligheten för bivalver, som förekommer både på mjukbotten och hårbotten i Västerhavet, bedömdes separat för båda livsmiljöerna (tabell 2.3).

Tabell 2.2. Bedömningstabell av resistens (motståndskraft) och resiliens (återhämningsförmåga) för att beräkna känsligheten genom att addera värde på resistens och resiliens (modifierat från Kraufvelin m.fl. 2021a).

Grad	Resistens		Resiliens	
	Förlust (%)	Klass	Återhämnning (år)	Klass
Mycket låg	>75	3	>25	3
Låg	25-75	2	10-25	2
Måttlig	1-25	1	2-10	1
Hög	<1	0	<2	0

Känslighet hos habitatbildande växter och djur

I tabell 2.2 beräknas medelvärdet av känslighetsklasserna för vegetation och bivalver på mjuk- respektive hårbotten (blå siffror) för att ge en lättillgänglig överblick över hur den negativa effekten skiljer mellan olika typer av aktiviteter och påverkanstyper. Vidare beräknas medelvärdet på den totala känsligheten för alla nio påverkanstyper för varje organsimsgrupp, vilket ger en överblick över hur känsligheten skiljer sig mellan olika växt- och djurgrupper.

Sammanställningen visar att mjukbottnar generellt är mycket känsligare än hårbottnar för alla typer av påverkan (undantaget påverkanstypen Fysisk konstruktion som täcker havsbotten permanent, vilket ger hundraprocentig och permanent förlust av alla organismer på ytan som täcks av konstruktionen; tabell 2.3). Skillnaden beror både på att (1) mjukbottensmiljöer är känsligare för direkt fysisk skada från till exempel båttrafik och ankring då till exempel växter lätt kan slitas loss, (2) att sediment lätt kan resuspendera från botten på grund av aktiviteterna och ge indirekta negativa effekter, (3) att växterna på mjukbotten generellt har större ljusbehov än makroalger på hårbotten (bland annat för att de har stor biomassa i sedimentet; Moksnes m.fl. 2016) samt (4) att vissa aktiviteter som muddring endast sker på mjukbotten (på hårbotten är effekten från muddring endast indirekt från suspenderat sediment, med relativt snabb återhämtning; Moksnes m.fl. 2019).

Kärlväxter och kransalger på mjukbotten är den mest känsliga organismgruppen med betydande känslighet för alla påverkanstyper, men högst känslighet (efter Fysisk konstruktion som täcker havsbotten) för Muddring samt Fysisk konstruktion vid havsytan (till exempel bryggor som skuggar vegetationen) och vattenbruk (tabell 2.3). Dumpning av muddermassor är inte tillåten i miljöer där habitatbildande växter och djur lever, men kan ge negativa effekter på känsliga organismer även om massorna dumpas utanför miljötypen då sedimentet kan driva in i grunda vågskyddade områden och sedimentera där och ge upphov till återkommande problem för känsliga organismer (Moksnes m.fl. 2019). Även bivalver på mjukbotten är känsliga för muddring (även om de har snabbare återhämtning) samt i mindre omfattning för mer permanenta påverkanstyper som utläggning av rör och vattenbruk (tabell 2.3). Vattenbrukets konstruktioner och utsläpp kan både reducera ljusförhållanden samt minska syreförhållanden vid botten på grund av organisk belastning (Kraufvelin m.fl. 2021a).

Makroalger på hårbotten är generellt mer motståndskraftiga än mjukbottensvegetation och mest känsliga för permanenta påverkanstyper som reducerar ljus eller livsutrymmet på botten som till exempel konstruktion vid havsytan (till exempel bryggor), utläggning av rör och vattenbruk (tabell 2.3). Bivalver på hårbotten är den minst känsliga organismtypen i denna jämförelse och är i

tillägg till konstruktioner på havsbotten främst känslig för utläggning av rör och vattenbruk (tabell 2.3). Det är dock viktigt att beakta att i jämförelse med Västerhavet har blåstång och blåmussla en mycket långsammare tillväxt återkoloniseringshastighet i Östersjön beroende framför allt på den lägre salthalten varför känsligheten för Östersjöns hårbottenmiljöer generellt kan anses vara högre (Berger m.fl. 2003, 2004, Kraufvelin m.fl. 2006, Kautsky m.fl. 2019, Westerbom m.fl. 2021). Blåmusslan i Västerhavet har dock minskat i Västerhavet och har problem med sin rekrytering (Christie m.fl. 2020, Baden m.fl. 2021), varför det kan vara nog så allvarligt också i Västerhavet om blåmusselhabitat förstörs.

Användning

Tabell 2.3 kan ge ett inledande stöd i olika förvaltningsärenden där den generella känsligheten hos organismer för olika typer av fysisk påverkan efterfrågas. I första hand utgör dock tabell 2.3 tillsammans med tabell 1.2 basen för efterföljande bedömningsmatris för hur känsliga olika abiotiska miljötyper är för olika typer av fysisk påverkan samt vilka åtgärder som är mest effektiva i olika miljötyper (tabell 3.2 och tabell 4.1). Det är viktigt att beakta att tabellen är baserad på expertbedömning samt att känsligheten varierar lokalt och mellan havsområden. Det senare beaktas bättre i tabell 3.2.

Tabell 2.3. Känslighet hos habitatbildande växter och djur för nio olika mänskliga aktiviteter som ger fysisk påverkan. Siffrorna indikerar expertbedömd känslighet hos habitatet för de nio olika aktiviteterna baserat på summan av organismgruppens *resistens* (motståndskraft 0–3) och *resiliens* (återhämningsförmåga 0–3) således gående från 0 (okänslig) till 6 (mycket känslig). Blå siffror anger medelvärdet för varje aktivitet på mjukbotten och hårbotten, och feta siffror under tabellen anger medelvärdet i känslighet för varje organismgrupp och bottenyp.

Påverkanstyp	1. Mjukbotten	Kärlväxter kransalger			Bivalver			2. Hårbotten	Makroalger			Bivalver		
		Motståndskraft	Återhämtning	Känslighet	Motståndskraft	Återhämtning	Känslighet		Motståndskraft	Återhämtning	Känslighet	Motståndskraft	Återhämtning	Känslighet
1. Fysisk konstruktion som täcker havsbotten permanent	6,0	3	3	6,0	3	3	6,0	6,0	3	3	6,0	3	3	6,0
2. Utläggning av rör och kablar på havsbotten	2,5	2	1	3,0	1	1	2,0	2,0	1	1	2,0	1	1	2,0
3. Fysisk konstruktion vid havsytan	2,5	2	2	4,0	1	0	1,0	2,0	1	2	3,0	1	0	1,0
4. Muddring av bottensediment	4,5	3	2	5,0	3	1	4,0	1,5	2	0	2,0	1	0	1,0
5. Dumpning av muddermassor i kustvatten	2,5	2	1	3,0	1	1	2,0	1,5	2	0	2,0	1	0	1,0
6. Fysisk påverkan från vattenbruk	3,0	2	2	4,0	1	1	2,0	2,5	1	2	3,0	1	1	2,0
7. Fysisk påverkan från båttrafik	2,0	2	1	3,0	1	0	1,0	0,5	1	0	1,0	0	0	0,0
8. Fysisk påverkan vid ankring	2,0	2	1	3,0	1	0	1,0	1,0	1	0	1,0	1	0	1,0
9. Fysisk störning från andra fritidsaktiviteter än fritidsbåtar	1,5	1	1	2,0	1	0	1,0	1,0	1	0	1,0	1	0	1,0
Total känslighet	2,9			3,7			2,2	2,0			2,3			1,7

3. Känslighet hos 12 abiotiska miljötyper på mjuk- och hårbotten för nio olika typer av fysisk påverkan i fem havsregioner

För att underlätta användningen av abiotiska miljötyper inom förvaltning för att bedöma hur känsligt ett område är för olika typer av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan har en detaljerad bedömningsmatris tagits fram (tabell 3.2) för varje havsområde baserat på tabell 1.2 och 2.3. För att vara transparent hur expertbedömningen genomförts för varje livsmiljö och påverkanstyp beskrivs alla steg i bedömningen i detalj nedan.

Metoder

I tabell 3.2 visas känsligheten för samma nio olika typer av fysisk påverkan som i tabell 2.3, men denna gång för de 12 olika abiotiska miljötyperna, samt för var och en av Sveriges fem havsregioner. Känsligheten hos den abiotiska miljötypen inom ett havsområde bedömdes på en skala från 0 (okänslig) till 6 (mycket känslig) baserat på (1) förekomst av habitatbildande växter och djur i miljötypen inom ett havsområde (tabell 1.2), (2) habitatbildande växter och djurs känslighet för de olika påverkanstyperna (tabell 2.3) samt (3) den abiotiska miljötypens känslighet för de olika påverkanstyperna (till exempel beroende på sedimentets kornstorlek, vattenomsättning och djup; tabell 3.2). Vid expertbedömningen av miljötypens känslighet beaktades också arealen som generellt berörs av de olika påverkanstyperna (till skillnad från bedömningen av habitatens känslighet i tabell 2.3). Till exempel bedömdes en miljötyp vara generellt mer känslig för påverkan från båttrafik än från ankring eftersom den tidigare generellt påverkar en större areal av habitatet än den senare.

Analysen av varje havsområde startades genom att bedöma hur känsligheten från en påverkanstyp (tabell 2.3) påverkas av den abiotiska miljötypen. Här användes känsligheten för vegetation i tabell 2.3 som utgångspunkt där effekter av bottendjup och exponering bedömdes för varje påverkanstyp varefter känsligheten höjdes eller sänktes i olika miljötyper (tabell 3.2). Generellt bedömdes vågskyddad mjukbotten vara mer känslig än exponerad mjukbotten och hårbotten, bland annat för att det mer finkorniga sedimentet i skyddade områden lätt grumlar upp och för att organismer i dessa områden är mer känsliga för olika typer av fysisk påverkan (Moksnes m.fl. 2018). De två grundaste (0–6 meter) och de två mest vågskyddade miljötyperna (exponeringsklass 1 och 2) bedömdes därför vara känsligare än övriga miljötyper för alla påverkanstyper och gavs ett nummer högre känslighetsvärde i denna miljötyp än de annars skulle få enligt tabell 2.3. Detta gällde samtliga påverkanstyper förutom permanent bottenkonstruktion som bedömdes ge hundraprocentig och permanent förlust av alla organismer på alla miljötyper. På mjukbotten bedömdes Båttrafik och dumpning av muddermassor ge extra stor påverkan på de grundaste och mer skyddade miljötyperna, varför dessa områden gavs ett två nummer högre känslighetsvärde än de annars skulle få enligt tabell 2.3. Muddring och dumpning av muddermassor bedömdes ge störst påverkan på vågskyddade områden på alla djup varför dessa miljötyper gavs högre känslighet för dessa påverkanstyper. På hårbotten kan dessa påverkanstyper endast ge indirekta effekter och bedömdes ge mycket låg påverkan på mer exponerade botten där sedimentet inte kan ansamlas varför känsligheten för dessa miljötyper sänktes med ett steg. Båttrafik och andra fritidsaktiviteter som till exempel bad och fritidsfiske bedömdes främst påverka grundare områden och känsligheten sänktes till noll på djupare mjuk- och hårbotten. Fysisk konstruktion vid ytan (till exempel bryggor) och vattenbruk påverkar främst genom skuggning, vilket bedömdes ge samma påverkan oavsett djup, exponering och botten typ (effekter av olika förekomst av vegetation bedömdes i nästa steg; se nedan). Ankring gav ett lägre värde än i tabell 2.3 eftersom arealen som påverkas generellt är mindre än övriga påverkanstyper (se tabell 3 för en summering av alla justeringar).

Tabell 3.1. Bedömning av känsligheten från nio olika påverkanstyper inom 12 olika abiotiska miljötyper på mjukbotten och hårbotten. Utgångspunkten är känslighet för vegetation från tabell 2.3 (som visas på den första raden; *Generell*). Dessa känslighetsvärden (1-6) har sedan justerats för de olika miljötyperna baserat på expertbedömning. Orange färg indikerar att känslighetsvärdet har höjts i jämförelse med det generella värdet, och grön färg att det sänkts (se förklaring under tabellen).

Miljötyp		Mjukbotten									Hårbotten								
Djup (m)	Exponeringsklass	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion vid havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båttrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion vid havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båttrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter
	Generell	6	3	4	5	3	4	3	3	2	6	2	3	2	2	3	1	1	1
0-3	1	6	4	5	6	5	5	5	3	3	6	2	3	2	2	3	1	1	1
0-3	2	6	4	5	6	5	5	5	3	3	6	2	3	2	2	3	1	1	1
0-3	3	6	3	4	5	3	4	4	2	2	6	2	3	1	1	3	1	1	1
0-3	4	6	3	4	5	3	4	3	2	2	6	2	3	1	1	3	1	1	1
3-6	1	6	4	5	6	4	5	4	3	0	6	2	3	2	2	3	0	1	0
3-6	2	6	4	5	6	4	5	4	3	0	6	2	3	2	2	3	0	1	0
3-6	3	6	3	4	5	3	4	3	2	0	6	2	3	1	1	3	0	1	0
3-6	4	6	3	4	5	3	4	2	2	0	6	2	3	1	1	3	0	1	0
6-15	1	6	3	4	6	4	4	0	2	0	6	2	3	2	2	3	0	1	0
6-15	2	6	3	4	6	4	4	0	2	0	6	2	3	2	2	3	0	1	0
6-15	3	6	3	4	5	3	4	0	1	0	6	2	3	1	1	3	0	1	0
6-15	4	6	3	4	5	3	4	0	1	0	6	2	3	1	1	3	0	1	0

Färgkodning av justering +2 +1 0 -1 -2 -3

Därefter inkluderades effekten av hur förekomsten av habitatbildande växter och djur varierade mellan olika abiotiska miljötyper inom varje havsregion. Här användes den relativa medelförekomsten av växter och djur på skalan 0 till 6 inom varje havsregion från tabell 1.2. Vid bedömning av havsregioner i Östersjön beaktades förekomst av bivalver endast på hårbotten, medan de beaktades både för hårbotten och mjukbotten i Västerhavet. Förekomsten av bivalver beaktades endast om de hade högre förekomstvärde än kärleväxter då ett medelvärde av kärleväxter och bivalver användes vid bedömning (det vill säga förekomst av bivalver kunde endast höja känslighetsvärdet, ej sänka det). För att beakta att det finns naturvärden som inte inkluderades i tabell 1.2 (se exempel under rubrik "Förekomst och naturvärden" på sida 2 och 3) gavs alla miljötyper i alla havsregioner minst ett förekomstvärde på 0,5. Slutligen multiplicerades förekomstvärdet med det relativa känslighetsvärdet för den aktuella miljötypen från tabell 3 (känslighetsvärdet delat med det maximala värdet, 6). Till exempel, för den grundaste och mest vågskyddade miljötypen på mjukbotten i Bottenviken var medelvärdet på förekomst av vegetation 4,5 (se tabell 1.2). Enligt tabell 3.1 har denna miljötyp ett känslighetsvärde på 5 för båttrafik, vilket ger ett relativt känslighetsvärde på 0,8 ($5/6=0,83$). Känslighetsvärdet för båttrafik för denna miljötyp i Bottenviken blir därför 3,8 ($4,5*0,8=3,8$; tabell 3.2b).

Känslighet hos abiotiska miljötyper för olika påverkanstyper

I tabell 3,2 visas resultatet av dessa känslighetsberäkningar för varje abiotisk miljötyp för de nio olika påverkanstyperna för var och en av de fem havsregionerna. För att ge en lättillgänglig överblick över hur den negativa effekten av fysisk påverkan skiljer sig mellan olika miljötyper visas medelvärden för miljötyperna med blå siffror separat för mjuk- och hårbotten. I likhet med tabell 2.3 indikerar sammanställningen att mjukbottnar är mer känsliga för fysisk påverkan än hårbottnar, där det grunda (0–3 meter) och mest vågskyddade mjukbottensområdet (exponeringsklass 1) är den känsligaste abiotiska miljötypen för alla typer av fysisk påverkan i alla områden. Generellt minskar känsligheten hos den abiotiska miljötypen på mjukbotten med djup och exponeringsgrad i alla havsområden. Detta både på grund av förekomsten av känsliga kärleväxter och kransalger i de grundare områdena, samt på grund av att skyddade, grunda miljötyper är mer känsliga för uppgrumling av sediment. Undantag från detta mönster hittas för exponeringsklass 3 på 0–3 meter i Bottenviken, och på 0–6 meter i Egentliga Östersjön, som båda har hög känslighet på grund av hög förekomst av kärleväxter och kransalger inom denna miljötyp. På hårbotten är känsligheten högre på djupare och mer exponerade miljötyper i alla havsområden på grund av hög förekomst av makroalger och bivalver i dessa miljötyper (tabell 3.2). Undantaget gäller påverkan från båttrafik och andra fritidsaktiviteter, som enbart bedöms påverka de grunda miljöerna.

På samma sätt ger tabellen också en lättillgänglig överblick över vilka påverkanstyper som miljötyperna generellt är mest känsliga för i varje havsregion (blå siffror under tabellen). Som väntat ger fysisk konstruktion på botten störst påverkan i alla miljötyper, följt av muddring, samt fysisk konstruktion vid havsytan och vattenbruk på mjukbotten i alla havsregioner. De två senare ger även störst påverkan på hårbotten (tabell 3.2).

Användning

Tabellerna 3.2a-c kan ge ett praktiskt inledande stöd i olika förvaltningsärenden där känsligheten i ett område för olika typer av fysisk påverkan behöver bedömas, till exempel vid kustplanering eller vid hantering av vattenärenden. Med ett kartunderlag som visar hur olika abiotiska miljötyper fördelar sig inom det havsområde där ärendet gäller ges en grov inledande bedömning av hur känslig miljötypen och dess förekommande organismer kan vara för den aktuella aktiviteten. De abiotiska miljötyperna inom djupintervallet 0–6 meter kommer att finnas tillgängligt, dock inte 6–15 meter på grund av restriktioner i spridning av djupdata. Vidare utgör tabellen grunden för att kunna välja den mest lämpliga och effektiva åtgärden mot fysisk påverkan baserat på abiotisk miljötyp och typ av aktivitet eller skada som behöver åtgärdas (avsnitt 4).

Tabell 3.2a. Känslighet hos 12 abiotiska miljötyper på mjuk- och hårbotten för nio olika typer av fysisk påverkan (alla havsområden). Siffrorna anger medelvärden av bedömd känsligheten från 0 (okänslig) till 6 (mycket känslig) från alla fem havsregioner hos 12 abiotiska miljötyper för nio olika typer av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan baserat på (1) förekomst av habitatbildande växter och djur i miljötypen (tabell 1.2), (2) organismernas känslighet för påverkanstypen (tabell 2.3) samt den abiotiska miljöns känslighet för påverkanstypen (expertbedömd). Feta blå siffror i kolumner anger medelvärden för alla påverkanstyper för varje abiotisk miljötyp för mjuk- respektive hårbotten, och blå siffror under tabellen anger medelvärdet i känslighet för varje påverkanstyp. Se tabell 2.1 för beskrivning av de olika typerna av fysisk påverkan. Färgerna indikerar graden av känslighet från blå (mycket låg) till rött (mycket hög).

Djup (m)	Exponeringsklass	Mjukbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor*	6. Vattenbruk	7. Båttrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter	Hårbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båttrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter
0-3	1	3,7	4,7	3,2	3,9	4,7	3,9	3,9	3,9	2,4	2,4	0,7	1,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,3	0,3	0,3
0-3	2	2,4	3,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	0,7	1,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,3	0,3	0,3
0-3	3	2,2	3,7	1,8	2,4	3,1	1,8	2,4	2,4	1,2	1,2	1,0	2,7	0,9	1,4	0,5	0,5	1,4	0,5	0,5	0,5
0-3	4	1,0	1,7	0,9	1,2	1,4	0,9	1,2	0,9	0,6	0,6	1,1	3,3	1,1	1,6	0,5	0,5	1,6	0,5	0,5	0,5
3-6	1	0,5	0,8	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,5	0,4	0	0,2	0,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
3-6	2	0,9	1,3	0,8	1,1	1,3	0,8	1,1	0,8	0,6	0	0,4	1,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0	0,2	0
3-6	3	1,0	1,8	0,9	1,2	1,5	0,9	1,2	0,9	0,6	0	0,6	2,0	0,7	1,0	0,3	0,3	1,0	0	0,3	0
3-6	4	0,6	1,2	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	0,4	0,4	0	1,0	3,2	1,1	1,6	0,5	0,5	1,6	0	0,5	0
6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0	0,1	0
6-15	3	0,4	0,9	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0	0,1	0	0,4	1,4	0,5	0,7	0,2	0,2	0,7	0	0,2	0
6-15	4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0	0,1	0	1,1	3,5	1,2	1,7	0,6	0,6	1,7	0	0,6	0
Totalt		1,1	1,7	1,0	1,3	1,6	1,1	1,3	1,0	0,7	0,5	0,6	1,9	0,6	0,9	0,4	0,4	0,9	0,1	0,3	0,1

Färgkodning	0
	0,1-1,0
	1,1-2,0
	2,1-3,0
	3,1-4,0
	4,1-6,0

Tabell 3.2b. Känslighet hos 12 abiotiska miljötyper på mjuk- och hårbotten för nio olika typer av fysisk påverkan i Bottenviken och Bottenhavet. Siffrorna anger bedömd känsligheten från 0 (okänslig) till 6 (mycket känslig) hos abiotiska miljötyper inom två havsregioner (Bottenviken och Bottenhavet) för nio olika typer av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan. Färgerna indikerar graden av känslighet från blå (mycket låg) till rött (mycket hög). Se tabell 3.2a för förklaringar.

HAVSREGION	Djup (m)	Exponeringsklass	Mjukbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion havsytan	4. Muddring	5. Dumping av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båtrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter	Hårbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion havsytan	4. Muddring	5. Dumping av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båtrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter
Bottenviken	0-3	1	3,5	4,5	3,0	3,8	4,5	3,8	3,8	3,8	2,3	2,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
	0-3	2	2,3	3,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
	0-3	3	3,1	5,0	2,5	3,3	4,2	2,5	3,3	3,3	1,7	1,7	0,4	1,0	0,3	0,5	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
	0-3	4	1,5	2,5	1,3	1,7	2,1	1,3	1,7	1,3	0,8	0,8	1,6	4,7	1,6	2,3	0,8	0,8	2,3	0,8	0,8	0,8
	3-6	1	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	2	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	3	0,6	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,5	0,3	0	0,2	0,7	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0	0,1	0
	3-6	4	0,5	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,3	0,3	0	1,6	5,0	1,7	2,5	0,8	0,8	2,5	0	0,8	0
	6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,1	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0	0,1	0
	6-15	4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,1	0	1,2	3,8	1,3	1,9	0,6	0,6	1,9	0	0,6	0
Totalt			1,1	1,7	1,0	1,3	1,6	1,1	1,3	1,1	0,7	0,5	0,5	1,6	0,5	0,8	0,3	0,3	0,8	0,1	0,3	0,1
Bottenhavet	0-3	1	4,7	6,0	4,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0	0,4	1,0	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2
	0-3	2	2,3	3,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	0,4	1,0	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2
	0-3	3	1,8	3,0	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,8	0,9	1,4	0,5	0,5	1,4	0,5	0,5	0,5
	0-3	4	0,9	1,5	0,8	1,0	1,3	0,8	1,0	0,8	0,5	0,5	1,3	3,7	1,2	1,8	0,6	0,6	1,8	0,6	0,6	0,6
	3-6	1	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	2	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	3	0,6	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,5	0,3	0	0,6	2,0	0,7	1,0	0,3	0,3	1,0	0	0,3	0
	3-6	4	0,5	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,3	0,3	0	1,3	4,0	1,3	2,0	0,7	0,7	2,0	0	0,7	0
	6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	3	0,5	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0	0,2	0	0,5	1,7	0,6	0,9	0,3	0,3	0,9	0	0,3	0
	6-15	4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,1	0	1,4	4,5	1,5	2,3	0,8	0,8	2,3	0	0,8	0
Totalt			1,1	1,6	1,0	1,2	1,5	1,1	1,2	1,0	0,7	0,5	0,6	1,9	0,6	0,9	0,4	0,4	0,9	0,1	0,3	0,1

Färgkodning	0
	0,1-1,0
	1,1-2,0
	2,1-3,0
	3,1-4,0
	4,1-6,0

Tabell 3.2c. Känslighet hos 12 abiotiska miljötyper på mjuk- och hårbotten för nio olika typer av fysisk påverkan i norra och södra Egentliga Östersjön och Västerhavet. Siffrorna indikerar bedömd känsligheten från 0 (okänslig) till 6 (mycket känslig) hos abiotiska miljötyper i tre havsregioner (Södra och Norra Egentliga Östersjön samt Västerhavet) för nio olika typer av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan. Färgerna indikerar graden av känslighet från blå (mycket låg) till rött (mycket hög). Se tabell 3.2a för förklaringar.

HAVSREGION	Djup (m)	Exponeringsklass	Mjukbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion vid havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor*	6. Vattenbruk	7. Båtrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter	Hårbotten (0-15 m)	1. Fysisk konstruktion på botten	2. Rör och kablar	3. Fysisk konstruktion vid havsytan	4. Muddring	5. Dumpning av muddermassor	6. Vattenbruk	7. Båtrafik	8. Ankring	9. Andra fritidsaktiviteter
N Östersjön	0-3	1	3,4	4,3	2,9	3,6	4,3	3,6	3,6	3,6	2,2	2,2	1,0	2,7	0,9	1,3	0,9	0,9	1,3	0,4	0,4	0,4
	0-3	2	1,8	2,3	1,6	1,9	2,3	1,9	1,9	1,9	1,2	1,2	0,9	2,3	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	0,4	0,4	0,4
	0-3	3	2	3,3	1,7	2,2	2,8	1,7	2,2	2,2	1,1	1,1	1,2	3,3	1,1	1,7	0,6	0,6	1,7	0,6	0,6	0,6
	0-3	4	1	1,7	0,8	1,1	1,4	0,8	1,1	0,8	0,6	0,6	0,8	2,3	0,8	1,2	0,4	0,4	1,2	0,4	0,4	0,4
	3-6	1	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,2	0,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	2	0,9	1,3	0,9	1,1	1,3	0,9	1,1	0,9	0,7	0	0,6	1,7	0,6	0,9	0,6	0,6	0,9	0	0,3	0
	3-6	3	1,5	2,7	1,3	1,8	2,2	1,3	1,8	1,3	0,9	0	0,9	2,7	0,9	1,4	0,5	0,5	1,4	0	0,5	0
	3-6	4	0,9	1,7	0,8	1,1	1,4	0,8	1,1	0,6	0,6	0	0,6	2,0	0,7	1,0	0,3	0,3	1,0	0	0,3	0
	6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0	0,1	0
	6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,4	1,0	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0	0,2	0
	6-15	3	0,5	1,0	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0	0,2	0	0,6	2,0	0,7	1,0	0,3	0,3	1,0	0	0,3	0
	6-15	4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0	0,1	0	0,8	2,7	0,9	1,3	0,4	0,4	1,3	0	0,4	0
Totalt			1,1	1,8	1,0	1,3	1,6	1,1	1,3	1,0	0,7	0,4	0,7	2,0	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0	0,1	0,3	0,1
S Östersjön	0-3	1	3,4	4,3	2,9	3,6	4,3	3,6	3,6	3,6	2,2	2,2	0,9	2,3	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	0,4	0,4	0,4
	0-3	2	1,8	2,3	1,6	1,9	2,3	1,9	1,9	1,9	1,2	1,2	0,7	1,8	0,6	0,9	0,6	0,6	0,9	0,3	0,3	0,3
	0-3	3	1,8	3,0	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	2,0	1,0	1,0	0,9	2,5	0,8	1,3	0,4	0,4	1,3	0,4	0,4	0,4
	0-3	4	1	1,7	0,8	1,1	1,4	0,8	1,1	0,8	0,6	0,6	0,8	2,3	0,8	1,1	0,4	0,4	1,1	0,4	0,4	0,4
	3-6	1	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,5	1,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,7	0	0,2	0
	3-6	2	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,5	1,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	0	0,3	0
	3-6	3	1,5	2,7	1,3	1,8	2,2	1,3	1,8	1,3	0,9	0	0,7	2,1	0,7	1,1	0,4	0,4	1,1	0	0,4	0
	3-6	4	0,7	1,3	0,7	0,9	1,1	0,7	0,9	0,4	0,4	0	0,8	2,5	0,8	1,3	0,4	0,4	1,3	0	0,4	0
	6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,4	1,0	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0	0,2	0
	6-15	3	0,6	1,3	0,7	0,9	1,1	0,7	0,9	0	0,2	0	0,5	1,6	0,5	0,8	0,3	0,3	0,8	0	0,3	0
	6-15	4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0	0,1	0	1,2	3,8	1,3	1,9	0,6	0,6	1,9	0	0,6	0
Totalt			1,1	1,7	1,0	1,3	1,5	1,1	1,3	1,0	0,7	0,4	0,7	1,9	0,6	1,0	0,4	0,4	1,0	0,1	0,3	0,1
Västerhavet	0-3	1	3,5	4,5	3,0	3,8	4,5	3,8	3,8	3,8	2,3	2,3	0,8	2,0	0,7	1,0	0,7	0,7	1,0	0,3	0,3	0,3
	0-3	2	3,5	4,5	3,0	3,8	4,5	3,8	3,8	3,8	2,3	2,3	1,1	2,8	0,9	1,4	0,9	0,9	1,4	0,5	0,5	0,5
	0-3	3	2,4	4,0	2,0	2,7	3,3	2,0	2,7	2,7	1,3	1,3	1,4	4,0	1,3	2,0	0,7	0,7	2,0	0,7	0,7	0,7
	0-3	4	0,8	1,3	0,7	0,9	1,1	0,7	0,9	0,7	0,4	0,4	1,2	3,3	1,1	1,7	0,6	0,6	1,7	0,6	0,6	0,6
	3-6	1	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	3-6	2	1,4	2,0	1,3	1,7	2,0	1,3	1,7	1,3	1,0	0	0,6	1,8	0,6	0,9	0,6	0,6	0,9	0	0,3	0
	3-6	3	1	1,8	0,9	1,2	1,5	0,9	1,2	0,9	0,6	0	0,7	2,3	0,8	1,2	0,4	0,4	1,2	0	0,4	0
	3-6	4	0,4	0,8	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,3	0,3	0	0,8	2,7	0,9	1,3	0,4	0,4	1,3	0	0,4	0
	6-15	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,2	0	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0	0,1	0
	6-15	3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,1	0	0,3	1,0	0,3	0,5	0,2	0,2	0,5	0	0,2	0
	6-15	4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0	0,1	0	0,8	2,7	0,9	1,3	0,4	0,4	1,3	0	0,4	0
Totalt			1,2	1,8	1,1	1,4	1,7	1,2	1,4	1,2	0,8	0,5	0,7	2	0,7	1	0,4	0,4	1	0,2	0,3	0,2

4. Passiva och aktiva åtgärder för att undvika, minska och återställa efter fysisk påverkan i abiotiska kustmiljötyper

De sista bedömningsmatriserna, tabellerna 4.1-4.3, sammanställer olika typer av åtgärder som kan minska fysisk påverkan eller dess skador i kustmiljön som tillsammans med tabell 1.2 och 3.2 kan ge stöd att identifiera vilka typer av åtgärder som sannolikt är mest lämpliga och effektiva i en viss abiotisk miljötyp. Baserat på litteraturen (Moksnes m.fl. 2019, Törnqvist m.fl. 2020, Kraufvelin m.fl. 2021ab) identifierades tre större grupper av åtgärder som följer den så kallade skadelindringshierarkin (se avsnitt 3 i del II av rapporten): (1) passiva åtgärder som undviker fysisk påverkan, (2) passiva åtgärder som minskar fysisk påverkan samt (2) aktiva åtgärder som återställer skador. Nedan diskuteras dessa åtgärder i tur och ordning där det presenteras hur tabell 1.2 och 3.2 kan användas för att identifiera lämpliga åtgärder för olika aktiviteter och miljöer.

Passiva åtgärder som undviker fysisk påverkan

Det första och viktigaste steget i skadelindringshierarkin är att försöka undvika att skada sker. Med hjälp av litteraturen (Moksnes m.fl. 2019, Kraufvelin m.fl. 2021a) identifierades sex grupper av verktyg och styrmedel som kan undvika att aktiviteter orsakar fysisk påverkan i kustmiljön. Detta genom att aktiviteterna styrs bort från eller begränsas i känsliga områden, eller genom att ändra beteende hos aktörer som kan orsaka skada (tabell 4.1). Denna grupp av åtgärder anses vara de viktigaste och mest effektiva ur miljöns synvinkel, eftersom de kan leda till storskalig och långvarig minskning av skadorna.

De första två verktygen, fysisk kustplanering och marint områdesskydd ger möjlighet att med ett landskapsperspektiv styra bort och begränsa skadliga aktiviteter i känsliga miljöer (tabell 4.1). För detta arbete utgör tabell 3.2 ett viktigt inledande underlag som hjälper till att identifiera vilka abiotiska miljötyper som är i störst behov av skydd i den aktuella havsregionen samt vilka typer av påverkan som de är känsligast för. Exempelvis utgör de grundaste och mest vågskyddade mjukbottensområdena i Bottenhavet den känsligaste miljötypen, framför allt för fysiska konstruktioner, muddring och båttrafik (tabell 3.2b). Med hjälp av kartunderlag som visar utbredningen av de känsligaste abiotiska miljötyperna i förvaltningsområdet kan områden med dessa miljötyper identifieras för arbetet med kustplanering och områdesskydd. Här kan också kartunderlag som visar utbredningen av fysisk påverkan och modellerade påverkanszoner (kapitel 8.3) utgöra ett viktigt underlag då de visar hur stor andel av miljötypen som är påverkad idag och var de återfinns. Tillsammans kan dessa underlag ge ett landskapsperspektiv och möjlighet att identifiera problem med kumulativ småskalig påverkan som dessa verktyg kan motverka.

De tre nästföljande typerna av passiva åtgärder (regleringar, prövningar och tillsyn) faller in under gruppen styrmedel och är också centrala för att undvika fysisk påverkan (tabell 4.1). Även om rumslig information om känsliga och påverkade områden är mindre direkt tillämpligt för denna grupp av åtgärder kan den ge vägledning i flera fall. Kunskapen om att naturvärden (tabell 8.1 del II), känsliga områden (tabell 8.3 del II) och områden med fysisk påverkan till stor del är koncentrerade i grunda, vågskyddade mjukbottensområden ger vägledning om var miljöprövning och tillsyn behöver vara prioriterad.

Den sista gruppen av åtgärder, att förändra drivkrafter som ger upphov till fysisk påverkan, är kanske den viktigaste då den kan ge storskaliga och långvariga förändringar, men samtidigt den

svåraste (tabell 4.1). Här kan styrmedel i form av till exempel bonus malus-system, liknande det som används för personbilar, utgöra en viktig åtgärd för att göra båtlivet mer hållbart och miljövänligt (se till exempel Moksnes m.fl. 2019). Andra viktiga åtgärder utgörs av information till allmänheten samt att tillhandahålla teknik och infrastruktur som kan ändra skadligt beteende (se tabell 4.1 för exempel). I de senare exemplen kan information om var känsliga miljöer med höga naturvärden förekommer, och vilka aktiviteter de är känsligast för (tabell 1.2 och 3.2) utgöra viktiga underlag för information till allmänheten.

Tabell 4.1. Passiva åtgärder som undviker fysisk påverkan. Lista på sex grupper av verktyg och styrmedel som kan undvika att aktiviteter orsakar fysisk påverkan i kustmiljön, samt exempel på åtgärder.

Åtgärdstyp	Exempel
1.1 Kustplanering (kommunal fysisk planering och PBL)	Använda landskapsperspektiv och styra bort exploatering och skadliga aktiviteter från känsliga miljöer
1.2 Marint områdesskydd och andra typer av skyddsformer	Införa skydd i känsliga områden och se över bevarandeplaner och föreskrifter för att stärka skyddet i redan befintliga områden
1.3 Regleringar (lagar, förordningar, föreskrifter och andra regler)	Tillämpa miljöbalk och förordningar för olika verksamheter för att minska påverkan i känsliga miljöer
1.4 Prövning enligt miljöbalken	Ökad hänsyn till kumulativa effekter i känsliga miljöer, minskad möjlighet till dispens
1.5 Tillsyn av vattenverksamheter och strandskydd	Effektivare tillsyn genom användande av fjärranalys.
1.6 Förändra drivkrafter som ger upphov till fysisk påverkan genom information och erbjudande om alternativ	Informera och införa styrmedel för hållbart båt beteende, inkludera känsliga områden i digitala sjökort, erbjud gratis båtramper med parkering för att minska behov av bryggor.

Passiva åtgärder som minimerar fysisk påverkan

Det andra steget i skadelindringshierarkin är att försöka minimera skadorna som uppkommer vid olika aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan. Baserat på litteraturen (Moksnes med flera 2019, Törnqvist med flera. 2020, Kraufvelin med flera. 2021a) identifierades 9 typer av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan i svenska kustområden, som också analyserats i tabell 2.3 och 3.2, samt åtgärder som kan minimera påverkan från aktiviteten (tabell 4.2). Här är det viktigt att poängtera att den kanske viktigaste åtgärden är lokaliseringen av aktiviteten, men den ingår i gruppen av åtgärder som presenterades ovan (åtgärd 1.1-1.6 tabell 4.1). Det är alltså när aktiviteten inte kan undvikas i ett område som de tekniska åtgärderna som presenteras i tabell 4.2 är viktiga.

För dessa åtgärder utgör kartor som visar utbredningen av abiotiska miljötyper i förvaltningsområdet samt tabell 1.2 och 3.2 viktiga inledande underlag som hjälper till att identifiera vilka organismer och abiotiska miljötyp som sannolikt kommer att påverkas, samt hur känslig de är för aktiviteten. Detta kan ge vägledning till hur starka åtgärder som behöver sättas in. Ett exempel på ärende kan gälla att det givits tillstånd att muddra på 5 m djup i en semiexponerad vik i Södra Egentliga Östersjön. Kartunderlagen visar att området ingår i den abiotiska miljötypen 3–6 meter, exponeringsklass 3, och vi kan ur tabell 1.2b utläsa att miljötypen har hög sannolikhet för ålgräs och andra kärleväxter, vilket leder till att miljötypen i denna havsregion har ett relativt högt känslighetsvärde (2,5) för just muddring (tabell 3.2c). Baserat på underlagen kan det därför vara motiverat att genomföra en noggrannare fältinventering av vegetation i området samt att tillämpa flera åtgärder för att minimera påverkan i denna känsliga miljö, till exempel att använda siltgardiner för att minimera spridning av sediment och att utföra muddring på vintern (tabell 4.2).

Tabell 4.2. Passiva åtgärder som minimerar fysisk påverkan. Lista på nio grupper av aktiviteter som ger upphov till fysisk påverkan i kustmiljön, samt exempel på åtgärder som minskar skadan.

Aktivitet och påverkanstyp	Exempel på åtgärd
2.1 Vid fysisk konstruktion som täcker havsbotten permanent (<i>till exempel pirar, stenkistor, utfyllnad</i>)	Utförning som optimerar vattencirkulation och minimerar sedimentation
2.2 Vid utläggning av rör eller kablar på havsbotten eller i sediment	Utförande som minimerar skador och minskar uppgrumling av sediment
2.3 Vid fysisk konstruktion vid havsytan (<i>till exempel bryggor, permanenta förankringsbojar</i>)	Utförande som minskar skuggning (till exempel pålade bryggor över vegetationsbottnar)
2.4 Vid muddring av bottensediment (till exempel för farleder, konstruktion eller extraktion)	Utförande som minimerar spridning av sediment (till exempel siltgardiner) och påverkan (till exempel årstidsval).
2.5 Vid dumpning av muddermassor nära känsliga miljöer	Dumpa på land eller på ackumulationsbottnar långt från känsliga miljöer
2.6 Vid vattenbruk	Utförande som minskar skuggning av vegetation och utsläpp av näringsämnen
2.7 Vid båttrafik (<i>till exempel svall, uppgrumling, propellerturbulens, kollision, buller</i>)	Minska hastighet och styra bort trafik från känsliga områden, informera båtförare
2.8 Vid ankring	Fasta ankringsbojar i naturhamnar, information för att minimera skador
2.9 Vid andra fritidsaktiviteter än fritidsbåtar (<i>till exempel bad, fritidsfiske, dykning</i>).	Informera om känsliga miljöer och habitat

Aktiva åtgärder som återställer skador från fysisk påverkan

Det sista steget i skadelindringshierarkin, när skador på miljö uppstått trots försök att undvika och minimera fysisk påverkan, är att försöka återställa skador genom aktiva åtgärder. Baserat på litteraturen (Kraufvelin m.fl. 2021a, b) identifierades 9 olika aktiva åtgärder som delades in i biotiska och abiotiska åtgärder. De biotiska åtgärderna inkluderar restaurering av habitatbildande organismer och kustmiljöer samt förstärkning eller exkludering av nyckelarter för att få tillbaka ekosystemfunktioner av till exempel rovfiskar, eller för att minska negativa trofiska kaskadeffekter från mindre fiskarter som blivit för talrika på grund av bristen på rovfiskar (tabell 4.3). Bland de abiotiska aktiva åtgärderna ingår att tillföra abiotiskt material (inklusive döda skal) som habitat eller för att höja eller stabilisera botten, att förändra topografin för att förbättra cirkulationen eller att avlägsna gifter eller näringsämnen från mjukbotten (tabell 4.3).

Aktiva åtgärder som till exempel restaurering av habitatbildande organismer har inte använts så mycket i den marina miljön och en viktig första aspekt vid bedömning om en aktiv åtgärd är lämplig är att utreda om beprövade metoder finns tillgängliga och deras effektivitet är utvärderad. Här kan en litteratursammanställning av Kraufvelin m.fl. (2021b) ge värdefull vägledning. Om metoder finns tillgängliga för till exempel en skadad habitatbildande art, kan tabell 1.2 ge vägledning om abiotiska miljötyper där sannolikheten är stor att arten kan överleva. Val av lämplig lokal är viktigt vid all form av aktiv restaurering för att optimera chanserna till framgång. Om målet till exempel är att förstärka ett bestånd av blåmusslor i ett område i Västerhavet som skadats vid muddring indikerar tabell 1.2b att sannolikheten att påträffa blåmusslor i Västerhavet är störst på 0–3 meters djup, i exponeringsklass 2, varför potentiella områden för restaurering kan sökas inom denna miljötyp.

Användning

Tabellerna 4.1–4.3 kan ge ett praktiskt inledande stöd i olika förvaltningsärenden där olika typer av åtgärder beaktas, från kustplanering och områdesskydd till ärenden där mindre aktiviteter planeras som kan ge upphov till fysisk påverkan. Tabellerna sammanställer de viktigaste åtgärderna som används inom förvaltning av svensk kustmiljö och indikerar vilken typ av åtgärd som kan vara lämplig för en viss typ av påverkan i en viss abiotisk miljötyp. Tillsammans med kartunderlag som visar utbredningen av abiotiska miljötyper inom ett förvaltningsområde kan lämplig åtgärd indikeras för ett ärende.

Tabell 4.3. Aktiva åtgärder för att återställa skador från fysisk påverkan. Lista på *aktiva åtgärder* som inkluderar fem *biotiska åtgärder* för att återskapa skadade eller förlorade habitatbildande växter och djur eller ekosystemfunktioner, samt fyra *abiotiska åtgärder* där icke-levande material används för att återskapa förlorade ekosystemfunktioner eller för att minska utsläpp av skadliga ämnen. Till höger ges exempel på åtgärder.

Aktiva åtgärder	Exempel
<i>Biotiska åtgärder</i>	
3.1 Restaurering av vegetation	Transplantering av ålgräs och blåstång
3.2 Restaurering av epibentiska bivalver	Transplantering av odlade blåmusslor
3.3 Tillförsel av skal från bivalver	Utläggning av ostronskal för ökad rekrytering
3.4 Restaurering av angränsande limniska habitat för att förbättra kustekosystem	Restaurering av kustnära våtmark för näringsupptag eller lek område för exempelvis gädda
3.5 Förstärkning av rovfiskbestånd	Utsättning av juvenil rovfisk, riktat fiske mot till exempel spigg
<i>Abiotiska åtgärder</i>	
3.6 Tillförsel av abiotiskt material som habitat	Utläggning av artificiella stenrev för att öka förekomst av kräftdjur och fisk
3.7 Tillförsel av abiotiskt material för att stabilisera botten eller ändra djup	Sandtäckning på instabila lerbottnar för att minska uppgrumling och öka ljusinsläpp för vegetation
3.8 Förändring av topografin för att öka eller minska vattenflödet	Öppna eller stänga sund, avlägsna pirar, återskapa trösklar
3.9 Restaurering av vegetationsfria bottnar	Borttagning av giftigt bottensediment, tillsatser av kemikalier för att binda näringsämnen, skörd av fintrådiga algmattor för att avlägsna näringsämnen

Referenser

- Baden S, Hernroth B, Lindahl O. 2021. Declining populations of *Mytilus* spp. in North Atlantic coastal waters – a Swedish perspective. *Journal of Shellfish Research* 40:269-296.
- Berger R, Henriksson E, Kautsky L, Malm T. 2003. Effects of filamentous algae and deposited matter on the survival of *Fucus vesiculosus* L. germlings in the Baltic Sea. *Aquatic Ecology* 37:1-11.
- Berger R, Bergström L, Granéli E, Kautsky L. 2004. How does eutrophication affect different life stages of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea? – a conceptual model. In: Kautsky H, Snoeijs P (eds) *Biology of the Baltic Sea*, Springer, Dordrecht, pp. 243-248.
- Christie H, Kraufvelin P, Kraufvelin L, Niemi N, Rinde E. 2020. Disappearing blue mussels—can mesopredators be blamed? *Frontiers in Marine Science* 7:550.
- Kautsky L, Qvarfordt S, Schagerström E. 2019. *Fucus vesiculosus* adapted to a life in the Baltic Sea: impacts on recruitment, growth, re-establishment and restoration. *Botanica Marina* 62:17-30.
- Kraufvelin P, Moy FE, Christie H, Bokn TL. 2006. Nutrient addition to experimental rocky shore communities revisited: delayed responses, rapid recovery. *Ecosystems* 9:1076-1093.
- Kraufvelin P, Bryhn A, Kling J, Olsson J. 2021a. Fysisk påverkan i kusten och effekter på ekosystemen. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:27, 213 s.
- Kraufvelin P, Bryhn A, Olsson J. 2021. Erfarenheter av ekologisk restaurering i kust och hav. Havs- och vattenmyndigheten rapport 2020:28, 180 sid.
- Moksnes P-O, Eriander L, Hansen J, Albertsson J, Andersson M, Bergström U, Carlström J, Egardt J, Fredriksson R, Granhag L, Lindgren F, Nordberg K, Wendt I, Wikström S, Ytreberg E. 2019. Fritidsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. Havsmiljöinstitutets Rapport nr 2019:3.
- Moksnes P-O, Gipperth L, Eriander L, Laas K, Cole S, Infantes E. 2016a. Förvaltning och restaurering av ålgräs i Sverige – Ekologisk, juridisk och ekonomisk bakgrund. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:8, 148 sidor, ISBN 978-91-87967-16-0
- Pihl L. 1989. Abundance, biomass and production of juvenile flatfish in southeastern Kattegat. *Netherlands Journal of Sea Research* 24:69-81.
- Pehrsson O. 1976. Food and Feeding Grounds of the Goldeneye *Bucephala clangula* (L.) on the Swedish West Coast. *Scandinavian Journal of Ornithology* 7:91-112.
- Sundblad G, Bergström U. 2014. Shoreline development and degradation of coastal fish reproduction habitats. *Ambio* 43:1020-1028.
- Veneranta L, Hudd R, Vanhatalo J. 2013. Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 477:231-250.
- Wennhage H, Pihl L. 2002. Fish feeding guilds in shallow rocky and soft bottom areas on the Swedish west coast. *Journal of Fish Biology* 61:207-228.
- Westerbom M, Kraufvelin P, Mustonen O, Díaz E (2021). Explaining recruitment stochasticity at a species' range margin. *Frontiers in Marine Science* 8:659556.
- Öst M, Kilpi M. 1998. Blue mussels *Mytilus edulis* in the Baltic: good news for foraging eiders *Sornateria mollissima*. *Wildlife Biology* 4:81-89.