

Försvarsmaktens påverkan på akvatiska ekosystem

Sammanfattning

Ekosystem i inlandsvatten och hav påverkas på en rad olika sätt av mänskliga aktiviteter. Denna påverkan är numera så stor att miljöns tillstånd ur många aspekter bedöms som otillfredsställande eller dåligt i svenska vatten. Ett antal sektorer i Sverige bidrar till miljöpåverkan, varav en sektor är Försvarsmakten. Föreliggande rapport sammanställer Försvarsmaktens mångfacetterade påverkan på svenska akvatiska system. Militära övningsområden kan ha en positiv påverkan på biologisk mångfald eftersom den håller allmänheten och dess direkta miljöpåverkan borta med hjälp av tillträdesförbud. Den samlade påverkan på svenska akvatiska ekosystem från Försvarsmakten är emellertid övervägande negativ. Detta tyder på en intressekonflikt mellan å ena sidan uppdraget att försvara Sverige, samt å andra sidan uppfyllelsen av Sveriges och EU:s miljömål.

1. Inledning och syfte

De svenska akvatiska miljöerna (inlandsvatten och hav) påverkas starkt av mänskliga aktiviteter, med miljöeffekter på lokal, regional, nationell och internationell nivå. Hot mot den biologiska mångfalden på grund av exempelvis vandringshinder, sjöreglering, övergödning och giftiga ämnen hindrar många akvatiska miljöer från att uppnå ”god ekologisk status” eller ”god miljöstatus” (HELCOM, 2023; OSPAR, 2023; Sveriges miljömål, 2025). Att skydda och återställa sådana områden prioriteras inom ramen för FN:s mål för hållbar utveckling (”Life Below Water”; FN, 2025).

Olika mänskliga aktiviteter och deras påverkanstryck samverkar också och kan förstärka varandra genom kumulativa effekter på akvatiska miljöer, både inom samma påverkanstryck och mellan olika påverkanstryck. Kort sagt relaterar

kumulativa effekter till samlad påverkan på miljön; det vill säga medan ett litet ingrepp i naturen kan ha en begränsad effekt på miljön, kan många små ingrepp tillsammans ha en betydande effekt (Kraufvelin m.fl., 2021; Rosciszewski-Dodgson och Cirella, 2024).

Det finns en rad olika pågående, både av människan förorsakade och naturliga, processer som påverkar akvatiska miljöer, och många dessa processer förstärks av mänskliga aktiviteter. Exempel på sådana processer är klimatiförändringar (Trégarot m.fl., 2024), försurning (Chukwuka m.fl., 2024), spridning av främmande arter (Bailey, 2015; Lawrence m.fl., 2015) och övergödning/syrebrist (Bhuian m.fl., 2024). Annan påverkan på miljön är helt och hållet orsakad av människan, till exempel byggnation, jordbruk, jakt, fiske och utsläpp av kemiska föroreningar (Reckermann m.fl., 2022; Liu m.fl., 2025). I dagsläget är tillståndet kritiskt för många arter och habitat i den akvatiska miljön (Havs- och vattenmyndigheten, 2024). Många inlandsvatten hör till de allra mest hotade ekosystemen (Haase m.fl., 2023) och kust- och havsområden har länge varit i fokus för omfattande miljöarbete både nationellt (Havs- och vattenmyndigheten, 2022; 2024) och internationellt (HELCOM, 2023).

En av de sektorer som påverkar de akvatiska miljöerna i Sverige är det militära försvaret av landet. I vissa utvalda svenska områden prioriterar havs- och vattenförvaltningen det nationella försvarets intressen (Havs- och vattenmyndigheten, 2022). All militär verksamhet vid och i inlandsvatten och hav kan påverka undervattensekosystemen (Paramana m.fl., 2024). Enligt den ansvariga nationella myndigheten Havs- och vattenmyndigheten (HaV) bidrar sektorerna för fiske och sjötrafik med de största påverkanstrycken på den svenska kust- och havsmiljön, följt av andra sektorer som turism, infrastruktur och försvaret (Havs- och vattenmyndigheten, 2024).

Den moderna krigföringen förändras snabbt och har en helt annan karaktär idag än under 1900-talet, vilket innebär att även utbildningsverksamhet och infrastruktur måste genomgå stora förändringar (Ryan, 2022). Förutsättningarna för Försvarsmaktens verksamhet har de senaste åren förändrats väsentligt i och med Sveriges pågående upprustning och inträdet i North Atlantic Treaty Organisation (NATO) 2024. Ökade försvarsinvesteringar och intensifierade militära samarbeten med andra allierade länders försvarsmakter kan få konsekvenser för miljön i

inlandsvatten och hav, särskilt i anslutning till övningsområden och baser. Kombinationen av höga miljöambitioner och militär upprustning samt intensifierad övningsverksamhet innebär ett ökat behov av kunskap om hur militära aktiviteter påverkar miljön och hur påverkan kan begränsas.

Inom förvaltning och forskning avseende inlandsvatten och hav används ofta begrepp som *drivkrafter*, *aktiviteter* och *påverkanstryck*. Drivkrafter är de bakomliggande samhällsliga faktorer som leder till aktiviteter som påverkar akvatiska miljöer. Aktiviteter är de konkreta mänskliga handlingar eller verksamheter som sker till följd av drivkrafterna och som direkt kan påverka akvatiska miljöer. Påverkanstryck är de fysiska, hydrografiska, kemiska eller biologiska belastningar som aktiviteterna orsakar på akvatiska miljöer.

De huvudsakliga drivkrafterna för Försvarsmaktens verksamhet är skydd och säkerhet, samt värnandet av frihet, självständighet och handlingsfrihet. Det kan till exempel handla om att bidra till att skapa förutsättningar för en trygg och säker sjötrafik för transport av människor och gods (Jurkus m.fl., 2025).

Hamnanläggningar och deras infrastruktur finns bland annat till för att fartyg ska kunna lasta och lossa sina varor på ett säkert sätt. De är vanligtvis utformade för att skydda fartyg och båtar från starka vindar och vågor till havs, men också för att förhindra obehöriga besökare både till havs och från land (Frolov, 2015; Kraufvelin m.fl., 2021; Afpriyanto m.fl., 2023). Säkerhet är också en viktig drivkraft för militär verksamhet till sjöss och kustbevakningsverksamhet. Skydd och säkerhet är ytterligare skäl till att involvera Försvarsmakten, dess utrustning, personal och värnpliktiga, efter oljeutsläpp eller i katastrofinsatser till följd av väder- eller klimatrelaterade händelser som kraftiga stormar och översvämningar (Nilsson m.fl., 2018).

I likhet med övriga miljöfarliga aktiviteter krävs tillstånd och/eller anmälan för en stor del av Försvarsmaktens verksamhet. I de fall det behövs ett tillstånd krävs vanligen ett omfattande underlag. Att erhålla erforderliga miljötillstånd för att bedriva ny verksamhet kan i extrema fall ta lång tid, som mest tio år (Haglund, 2024). Därför kan det vara användbart för militära styrkor i Sverige och världen att ha en kunskapsöversikt över militära påverkanstryck på kust- och havsmiljön, som kan ligga till grund för specifika miljöprövningar och andra tillståndsbeslut. I detta sammanhang bör nämnas att det från den nuvarande regeringens sida pågår arbete

för att påskynda Försvarmaktens miljötillståndsärenden (se till exempel Klimat- och näringslivsdepartementet, 2024).

Denna rapport syftar till att ge en kvalitativ litteraturöversikt och en grundläggande kunskapsbas om vilka fysiska, hydrografiska, kemiska och biologiska påverkanstryck från Försvarmakten som påverkar livsmiljöer och ekologiska processer i svenska inlandsvatten, kust- och havsområden.

2. Material och metoder

Globalt sett finns begränsat med vetenskaplig litteratur om påverkanstryck från militär aktivitet på akvatiska ekosystem (se till exempel Lawrence m.fl., 2015; Zentelis m.fl., 2017). För att ge en kvalitativ översikt över hur militära aktiviteter påverkar svenska inlandsvatten, kuster och hav har vi använt databaserna Web of Science och Google Scholar för att hitta relaterade referegranskade artiklar och grå litteratur, samt även sökt litteratur i referenslistorna till nyckelpublikationer. Relaterade interna rapporter från Försvarmakten har inte funnits tillgängliga vid tidpunkten för denna rapports överenskomna leverans.

Rapporten omfattar svenska inlandsvatten samt den svenska kust- och havsmiljön från strandlinjen ut till öppet hav. Någon specifik avgränsning vad gäller vattendjup görs inte, men merparten av informationen rörande havet avser grunda kustområden från strandlinjen ner till cirka 15 meters djup. Studien omfattar hela den svenska ekonomiska zonen, men sammanställer och tolkar även kunskap från den internationella litteraturen. Eftersom det är en kvalitativ litteraturöversikt anges varken var påverkanstryck finns eller hur stora de är kvantitativt.

3. Resultat och diskussion

Internationell erfarenhet visar att militär aktivitet främst medför skadliga påverkanstryck och effekter på terrestra och akvatiska ekosystem, men att de i undantagsfall kan ha gynnsamma effekter. Gynnsamma effekter kan inkludera högre biologisk mångfald på skjutbanor, skjutfält och andra militära övningsområden med begränsad eller obefintlig tillgång för privatpersoner och deras aktiviteter, framför allt i terrestra miljöer, men akvatiska exempel förekommer under specifika förhållanden med tillträdesförbud (Warren m.fl., 2007; Lawrence m.fl., 2015; Zentelis m.fl., 2017). I allmänhet är det mindre kostsamt att förebygga skadliga påverkanstryck än att återställa ekosystem efter att

påverkanstrycken har avlägsnats (Kraufvelin m.fl., 2021). Dock kan effektiva restaureringsåtgärder påskynda återhämtningen av tidigare skadade akvatiska ekosystem (Brown m.fl., 2024; Kraufvelin m.fl., 2025).

3.1. Fysisk förlust eller störning

I extrema fall kan en fysisk störning eller förlust innebära att en vattenmiljö, som till exempel en damm, fylls ut med massor och ombildas till terrester miljö, eller att den omvandlas till en annan typ av habitat. Aktiviteter som kan leda till detta påverkanstryck är bland annat utfyllnad, landåtervinning, invallningar och konstruktion av strukturer som sträcker sig upp till eller flyttar strand- eller högvattenlinjen (Gibson m.fl., 2007; Wang m.fl., 2014a; Alhashimi, 2025). Från Försvarsmakten är denna typ av påverkanstryck oftast relaterad till olika former av byggnation och annan konstruktion. Alla livsmiljöer på grunt vatten och/eller nära stränder, och de flesta akvatiska organismer som finns associerade till sådana miljöer, kan bedömas som mycket känsliga för denna typ av påverkan.

Fysisk förändring till en annan typ av botten- eller sedimenttyp avser en permanent omvandling från en typ av akvatisk livsmiljö till en annan, vilket kan omfatta en förändring av substratet, till exempel från ett naturligt mjukbottenssubstrat till naturliga hårbottenssubstrat som grus och sten eller till ett konstgjort substrat som betong. Det omfattar både förlust av den ursprungliga botten och skapande av annorlunda livsmiljöer. Exempel på mänskliga aktiviteter som bidrar till detta är konstruktioner som olika plattformar och fundament, småbåtshamnar, kustförsvar, nedläggning av rör och kablar samt dumpning av sten för att säkra dessa (Hitchcock och Bell, 2004; Harris m.fl., 2012).

Precis som i fallet med förlust av livsmiljöer är fysisk förändring av en botten- eller sedimenttyp främst relaterad till olika former av byggnation och konstruktion som Försvarsmakten genomför. Inom detta påverkanstryck handlar det alltså främst om fall där mjuka naturliga ytor ersätts av hårda ytor. Det inkluderar även uttag och muddringsaktiviteter där material, till exempel sediment, tas bort och habitatet inte återställs. Mer specifikt innebär denna typ av påverkanstryck en förändring av bottenotypen. Det kan röra sig om en förändring från ett grovt substrat till ett finare substrat i fråga om kornstorleksklass (Oxley och Jurgens, 2024), eller från ett sedimentärt botten substrat till ett hårt botten substrat som betong, eller från stenigt botten substrat till mjukt botten substrat, där det sista exemplet är en förändring som

kan ske vid sprängning. Förändringar av bottentyp kan påverka ett stort antal akvatiska organismer, bland annat vass, sjögräs, brunalger, blötdjur och fisk (Reed och Hovel, 2006; Jarvis, 2024).

Extraktion eller sedimentborttagning innebär tillfälliga eller reversibla förändringar i livsmiljöns struktur. Exempel på relaterade aktiviteter är extraktioner av material, där sand eller grus avlägsnas, även om en viss mängd sediment lämnas kvar och en partiell återkolonisering av biologiska samhällen är möjlig (Sutton och Boyd, 2009; Mielck m.fl., 2021). Farledsmuddring är ett annat exempel, där borttaget material så småningom ersätts naturligt av sedimentation så att sedimenttypen inte ändras permanent (Stancu m.fl., 2024). För Försvarmaktens del är det sannolikt framför allt farledsmuddring som orsakar denna typ av påverkanstryck.

Abrasion avser fysisk störning eller slitage av substratytan, vilket kan påverka både sedimentära miljöer och hårbottenmiljöer, vilket i sin tur påverkar växter och djur som lever på substratytan (Jac m.fl., 2020; Korpinen m.fl., 2024; Paramana m.fl., 2024). Aktiviteter som kan leda till detta påverkanstryck är bland annat nedtrampning i strandkanten, användning av fordon, grundstötning eller förankring och förtöjning (rep, kedjor). Försvarmaktens verksamhet bidrar till denna form av påverkan. Påverkanstrycket beror på typen av aktivitet och kan omfatta stora områden, men är oftast mer lokalt (Jac m.fl., 2020).

Substratintrång eller störning under substratytan avser fysisk störning under havsbotten, där substrat kan påverkas utan att material nödvändigtvis avlägsnas. Påverkanstrycket kan omfatta skador både på arter och på fysiska strukturer under substratytan. Exempel på Försvarmaktens aktiviteter som kan orsaka detta är förankring, nedgrävning av kablar och rör samt propellerströmmar. Dessa störningar kan påverka stora områden och leda till tydliga förändringar i livsmiljön, men är oftast av mer lokal karaktär (La Manna m.fl., 2015; Taormina m.fl., 2018).

Förändring i grumlighet (turbiditet) avser förändringar i mängden suspenderat partikulärt material i vattnet. Aktiviteter som kan öka grumligheten är till exempel byggnation, muddring, dumpning, nedgrävning av rör och kablar, explosioner och sjötrafik. Allt detta är en del av Försvarmaktens verksamhet. Sådan verksamhet stör sediment och partiklar som kan mobiliseras från botten till vattenpelaren. Omfattningen och varaktigheten av detta påverkanstryck beror på partikelstorlek, hydrografisk energinivå (strömhastighet och riktning) och tidvattenmönster.

Effekterna kan vara kortvariga, men kan ibland också leda till mer långvariga förändringar för akvatiska organismer beroende på partikelstorlek, strömförhållanden och andra hydrografiska faktorer (Karlsson m.fl., 2020; Törnqvist m.fl., 2020; Donázar-Aramendía m.fl., 2024).

Även täckning eller igenslamning av akvatiska habitat med sediment orsakas av olika former av byggnationsverksamhet, utfyllnad, landåtervinning, muddring, dumpning och nedläggning av kablar och rör, det vill säga aktiviteter som ingår i Försvarsmaktens verksamhet. Täckningen kan vara lätt (upp till 5 cm) eller svår (upp till 30 cm) och påverkar olika organismer på olika sätt beroende på deras förmåga att röra sig genom sedimentet. De flesta bottenlevande djur kan anpassa sig till lätt täckning eftersom många arter kan röra sig vertikalt genom sedimentet, men detta är svårare för bottenlevande växter att återhämta sig ifrån, och endast ett fåtal arter klarar av svår täckning (Essink, 1999; Mills och Fonseca, 2003; Tillin och Mainwaring, 2015; Karlsson m.fl., 2020).

Skräp omfattar allt fast material som på grund av mänskliga aktiviteter hamnar i inlandsvatten eller hav genom förlust eller utsläpp. Detta inkluderar material som plast, metall, trä och glas. En del av detta skräp kan härröra från Försvarsmaktens verksamhet. Ekologisk påverkan kan omfatta fysiska skador, biologisk påverkan genom intrassling eller djurs upptag av skräpet, samt kemiska föroreningar. Det är väl dokumenterat att fisk, sjöfågel och marina däggdjur kan påverkas negativt av skräp, medan det finns betydligt mindre information om eventuella effekter av skräp på ryggradslösa djur och på växter och alger (Zalewska m.fl., 2021; HELCOM, 2023).

Energiöverförings- och telekommunikationskablar som används av Försvarsmakten kan generera elektriska och magnetiska fält under drift, vilka kan påverka beteendet och rörelsemönstren hos vissa fiskar såsom ål, rockor och hajar (Westerberg och Begout-Anras, 2000; Öhman m.fl., 2007; Westerberg och Lagenfelt, 2008; Taormina m.fl., 2018; Hutchison m.fl., 2020; Hermans m.fl., 2024). Forskningen om effekterna på andra ekosystemkomponenter än fisk och marina däggdjur är begränsad, eftersom elektromagnetiska receptorer inte har identifierats hos till exempel fiskar. Det är dock möjligt att delfiner kan ha sådana receptorer (Gill m.fl., 2014).

Undervattensbuller uppstår när ljudnivåerna i undervattensmiljöer ökar över bakgrunds nivåerna, vilket kan påverka marina däggdjur, fiskar och ryggradslösa djur och leda till hörselnedsättningar, beteendeförändringar eller död (Chahouri m.fl., 2022). Buller från pålning och sprängning vid byggnation, samt skjutövningar, klassificeras som impulsivt ljud medan ljud från exempelvis fartygstrafik karaktäriseras som mer kontinuerligt (Mueller-Blenkle m.fl., 2010; Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Williams m.fl., 2015; Zeddies m.fl., 2024). Här ingår även sprängning av gamla minor som har lagts ut under andra världskriget (Andersson m.fl., 2018). Det finns riktlinjer för vilka ljudnivåer som är skadliga för fisk och marina däggdjur (Popper m.fl., 2014). Ekolodning och radar kan också räknas till samma grupp som buller, eftersom det har visat sig störa flera högre livsformer som marina däggdjur (Cox m.fl., 2024; Balmori-de la Puente och Balmori, 2023). Försvarsmakten bidrar till de flesta typer av undervattensbuller och i synnerhet till impulsivt buller (Havs- och vattenmyndigheten, 2024).

Förändrade ljusförhållanden kan orsakas av att Försvarsmakten och olika andra samhällssektorer bedriver verksamhet som innebär belysning eller skuggning av anläggningar. Detta kan påverka fåglars och fiskars migrationsmönster samt reproduktionssignaler hos marina djur. Ökad algproduktion kan uppstå vid ökad belysning, medan ökad skuggning från marina strukturer kan påverka exempelvis makroalger, sjögräs och fiskar negativt (Burdick och Short, 1999; Fresh m.fl., 2006; Gladstone och Courtenay, 2014; Eriander m.fl., 2017; Sawyer m.fl., 2020; Schaefer m.fl., 2025).

Många akvatiska organismer är beroende av att kunna migrera mellan olika miljöer för att födosöka eller reproducera sig. Denna livsförutsättning är särskilt påverkad i inlandsvatten (Haase m.fl., 2023), men den kan också störas mellan havsvatten och sötvatten samt längs kusten (Berkström m.fl., 2024). Fysiska barriärer kan försvåra eller helt omöjliggöra migration, med mycket stora effekter på vandrande arter som exempelvis öring, lax och asp. Minskad konnektivitet, förflyttning och spridning av akvatiska arter kan uppstå på grund av barriärer till havs eller andra anläggningar och strukturer som kan blockera organismers rörelse eller spridning över öppet vatten. Sådana effekter är mest relevanta för ryggradsdjur, men de kan också gälla andra akvatiska arter som behöver fri rörlighet för att sprida sina larver och sporer (Berkström m.fl., 2024; Błotnicki m.fl., 2024). För Försvarsmaktens del kan denna form av påverkan vara relevant vid olika former av byggnationer såsom

anläggande av pirar, öppnande av nya muddringsrännor och installation av sjökablar.

Kontakt eller kollision innebär att marina däggdjur, sjöfåglar eller fiskar kan skadas eller dödas vid fysisk kontakt med fasta eller rörliga strukturer som plattformar, intagsrör samt fartyg och båtar (Chapple m.fl., 2024). Detta påverkanstryck kan vara relevant för olika typer av konstruktioner och för Försvarsmaktens fartygstrafik.

Visuell störning kan orsakas av Försvarsmakten och avser påverkan på akvatiska organismer till följd av mänskliga aktiviteter, till exempel ökad fartygstrafik under byggfasen av ny infrastruktur som hamnar, samt associerat till friluftsliv och fordonstrafik på strandområden. Ljuskontaminering kan också ingå i denna påverkanskategori (Longcore och Rich, 2004; Watson m.fl., 2014; Kok, 2023). Störningen påverkar främst arter som är beroende av synen för att reagera på beteenden eller undvika rovdjur, till exempel fiskar, fåglar och vissa ryggradslösa djur (Collin och Hart, 2015; McCormick m.fl., 2023; Monier, 2024).

3.2. Hydrografiska påverkanstryck

Hydrografiska påverkanstryck på akvatiska ekosystem avser antropogena förändringar av vattnets fysikaliska och kemiska egenskaper. Salthaltsförändringar kan uppstå lokalt till följd av utsläpp eller uppdämning av sötvatten eller saltvatten, vilket kan orsakas av aktiviteter som muddring av farleder eller från byggandet av dammar som påverkar flödet mellan sötvatten och saltvatten. Påverkanstrycket är ofta begränsat i tid och rum beroende på verksamhetens art och den lokala miljön (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Detta påverkanstryck är sannolikt mest relevant för Försvarsmakten när det gäller muddrings- eller anläggningsverksamhet.

Vattenflödesförändringar vid kusten och i stora sjöar är nära kopplade till vindar och strömmar och kan påverkas av aktiviteter som muddring och byggande av hamnstrukturer, inklusive de som utförs för Försvarsmaktens behov. Mer extrema förändringar i vattenflödet innebär övergångar mellan hög- och lågenergimiljöer, vilket påverkar levande organismer, substrat och sedimenttransport och kan leda till komplexa effekter på undervattensmiljön (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

Förändringar i vattennivån och i hur föremål är nedsänkta i vatten påverkar tidvattenzoner och deras tillhörande livsmiljöer. Påverkanstrycket kan vara rumsligt och tidsmässigt och är relaterat till arter som är beroende av tidvattencykler. Aktiviteter som muddring, strandlinjeförändringar och byggnation uppströms eller nedströms tidvattenbarriärer, vilka också är aktiviteter som kan vara en del av Försvarmaktens verksamhet och anläggningsinfrastruktur, kan leda till förändringar i erosion och sedimentation. Detta påverkanstryck definieras av hur mycket mer eller mindre ett visst tidvattenpåverkat och grunt habitat är ovan eller under vattenytan (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

Förändringar i vågexponering innebär förändringar i våglängd, -höjd och -frekvens på lokal nivå. Exponeringen för vågor på en strand påverkas av avståndet till öppet vatten ("stryklängd") samt vindstyrka och vindfrekvens (Havs- och vattenmyndigheten, 2018; Want m.fl., 2024). Aktiviteter som kan minska vågexponeringen är bland annat anläggande av vågbrytare och pirar, vilka kan vara en del av Försvarmaktens verksamhet eller infrastruktur. Aktiviteter som kan öka vågexponeringen inkluderar muddring och sprängning av befintliga strukturer, som kan öka vågexponeringen, och avlägsnande av naturliga vågbrytare, pirar eller konstgjorda rev. Påverkan definieras som en förändring av den signifikanta våghöjden med mer än tre procent (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

3.3. Kemiska påverkanstryck

Kemiska påverkanstryck innebär att akvatiska arter och livsmiljöer utsätts för en eller flera kemiska föroreningar via olyckor eller andra okontrollerade utsläpp. Dessa påverkanstryck innebär ökade koncentrationer jämfört med bakgrundskoncentrationerna.

De mest skadliga övergångsämnen och metallorganiska ämnena i marina sediment är arsenik, kadmium, krom, koppar, kvicksilver och organiska kvicksilverföreningar, nickel och dess komponenter, bly och organiska blyföreningar samt zink (Naturvårdsverket, 2025a). Organometalliska föreningar som tributyltenn och dess derivat, som tidigare var vanliga i bottenfärger för fartyg och båtar, kan vara mycket svårnedbrytbara. Kronisk exponering även vid låga halter har skadliga effekter som sterilitet hos blötdjur (Ip m.fl., 2024). Försvarmaktens skjutövningar kan innebära förorening med flera av dessa

övergångsämnen, och vissa båtbottnfärger kan orsaka förorening med giftiga metallorganiska ämnen (Sveriges Geologiska Undersökning, 2024).

Kolväten kan delas in i tre kategorier (inklusive både alifatiska och polyaromatiska kolväten) baserat på deras källa: biogena kolväten (från växter och djur), oljebaserade kolväten (från naturligt läckage, oljeutsläpp och ytvattenavrinning) och pyrogena kolväten (från förbränning av kol, trä och oljeprodukter; Wang m.fl., 2014b). De ekologiska konsekvenserna av kolväteföroreningar och polyaromatiska hydrokarbonföroreningar är akut toxicitet, cancerframkallande effekter och/eller tillväxtstörningar. Kolväten kan ha både fysiska och kemiska (toxiska) effekter på marina arter. De fysiska effekterna kan omfatta kvävning, förträngning eller sammankletning av fjädrar, andningsvägar eller matsmältningskanaler hos arter som befinner sig vid vattenytan, på klippor, i vattnet eller i sediment (King m.fl., 2021). Petroleumbaserade och vegetabiliska oljor och andra svårnedbrytbara vätskor kan spridas över vattenytan och skada rörliga och fastsittande arter (Cato m.fl., 2007; Egardt m.fl. 2017, 2018; Hajji m.fl., 2024). Om dessa oljor når land kan de dessutom ”kväva” (täcka) bergytor och/eller binda och kväva sediment, inklusive de arter som lever där. Petroleumoljor och vegetabiliska oljor kan också frigöra potentiellt giftiga kemikalier (Cunha m.fl., 2015). Därför bör de fysiska effekterna bedömas separat från de kemiska eller toxikologiska effekterna. Dispergeringsmedel är syntetiska blandningar, ofta en blandning av destillat, yttaktiva ämnen och andra ingredienser, och ingår i dessa sammanhang, eftersom de är utformade för att bryta ned och lösa upp oljeutsläpp. Försvarsmakten bidrar sannolikt till utsläpp av dessa ämnen i små mängder vid normal drift av fartyg, och kan bidra till större utsläpp i samband med olyckor.

Syntetiska föreningar produceras i en mängd olika industriella processer för olika kommersiella tillämpningar. Klorerade föreningar och andra organiska halogener är ofta långlivade och giftiga, bland annat polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade flamskyddsmedel samt kemiska prekursorer och lösningsmedel (Josefsson m.fl., 2023). Olika former av bekämpningsmedel varierar kraftigt i fråga om struktur, sammansättning, beständighet i miljön och toxicitet för icke-målorganismer, och många av dem är också organiska halogener eller organofosfater (Teiba m.fl., 2024). Läkemedel och produkter för personlig vård härrör från veterinärmedicinska och humanmedicinska tillämpningar och omfattar en mängd olika produkter och receptfria läkemedel. På grund av deras biologiskt

aktiva natur, höga konsumtionsnivåer, kända kombinationseffekter och det faktum att de förekommer i de flesta vattenmiljöer är läkemedel i miljön ett allt större problem. De ekologiska konsekvenserna omfattar fysiologiska förändringar (till exempel tillväxtstörningar och cancerframkallande effekter; Roots och Suursaar, 2010; Hajji m.fl., 2024). Liksom många andra mänskliga aktiviteter bidrar även Försvarmaktens verksamhet till föroreningar med syntetiska komponenter.

Syrebrist begränsar biologisk aktivitet i bentiska livsmiljöer. Vissa områden, såsom inre bassänger eller fjordekosystem, kan ha naturligt låga syrenivåer i sitt bottenvatten (Stigebrandt och Andersson, 2022). Syrebrist är dock främst kopplad till antropogena utsläpp av näringsämnen och organiskt material, och förvärras av klimatförändringarna (Meier m.fl., 2018; Barghorn m.fl., 2025). Minskade syrenivåer, tillfälligt eller mer permanent, kan dock även orsakas av andra mänskliga aktiviteter såsom barlastvattenutsläpp eller byggnation som begränsar vattenutbytet (Caballero Alfonso m.fl., 2015), och det är främst här som påverkanstrycket kan kopplas till Försvarmaktens verksamhet.

3.4. Biologiska påverkanstryck

Biologiska påverkanstryck är antropogena faktorer som stör den inneboende balansen hos biodiversiteten och en rad ekologiska funktioner. Förflyttning av inhemska arter, eller introduktion av genetiskt modifierade eller genetiskt annorlunda populationer av inhemska arter, kan medföra förändringar i den genetiska strukturen av lokala populationer genom hybridisering eller förändringar i organismsamhällets struktur (Kraufvelin m.fl., 2021; Naturvårdsverket, 2025b). Sådant påverkanstryck kan vara avsiktligt, till exempel genom utsläpp av odlade individer till naturen eller genmodifierad födoproduktion (Kraufvelin m.fl., 2021; Naturvårdsverket, 2025b), men detta är inte fallet för Försvarmaktens verksamhet. Istället är det mer troligt att sådan påverkan är oavsiktlig, till exempel genom att blötdjur från påväxt på båtskrov och andra båtytor lossnar och sprids i akvatiska ekosystem (Kraufvelin m.fl., 2021). Vid förflyttning inom det egna landets kustvatten finns också risk för att olika organismgruppers ägg, larver, frön eller sporer oavsiktligt transporteras till nya områden. Denna sistnämnda del kan ha en koppling till Försvarmaktens verksamhet. Introduktion av sjukdomsalstrande mikrober kan ske, till exempel, genom obehandlat eller otillräckligt behandlat avloppsvatten, avrinning från land, eller utsläpp från fartygs barlastvattentankar

(Kraufvelin m.fl., 2021). En förutsättning för bland annat effektiv övervakning och tidig respons vid introduktion av både invasiva arter och infektiösa patogener är att begränsa introduktionsvägarna för sådana arter eller organismgrupper (Montserrat m.fl., 2021). För en aktör som Försvarsmakten kan spridning av sjukdomsalstrande mikrober förebyggas genom till exempel rening av avloppsvatten och barlastvatten.

En invasiv, främmande art definieras vanligen som en art som har förflyttats till ett område med människans hjälp, och sedan blir så spridd och talrik att den utgör ett problem miljömässigt, ekonomiskt eller på samhällsnivå (Keller m.fl., 2011).

Barlastvatten och -sediment, och felaktig hantering av detsamma, och skrovpåväxt är de viktigaste vektorerna för transport av akvatiska främmande arter (Bailey, 2015; Lawrence m.fl., 2015). Även maskiner som flyttas mellan olika områden kan utgöra vektorer för tillförsel eller spridning av akvatiska främmande arter.

Spridningen och etableringen kan också gynnas över olika ”brohuvuden” för främmande arter, till exempel längs rörledningar eller strukturer för kustförsvar (Airoldi m.fl., 2015; Kraufvelin m.fl., 2021). Tillsammans med främmande arter kan också deras parasiter och patogener introduceras till nya områden (Foster m.fl., 2021). Att förhindra spridning av akvatiska främmande arter längs rörledningar eller andra fasta strukturer torde vara svårt, men sådana strukturer kan undersökas av dykare till exempel vid reparationsarbeten för att möjliggöra tidig upptäckt av dessa arter. Beträffande hantering av barlastvatten och sediment förutsätts Försvarsmakten följa de lagar och förordningar som finns inom området.

4. Slutsatser

Militära övningsaktiviteter kan gynna den akvatiska biologiska mångfalden genom att begränsa tillgång till områden. Aktiviteter som byggnation, muddring, sjötrafik, skjutning och sprängning som Försvarsmakten bedriver bidrar dock i övervägande del till skadliga fysiska, hydrografiska, kemiska och biologiska påverkanstryck i svenska inlandsvatten och hav. Detta kan betraktas som nödvändigt för att hålla Sverige och NATO borta från krig och andra fientliga aktiviteter. Icke desto mindre är det troligt att det även fortsättningsvis kommer att krävas miljöprövningar för de flesta av dessa aktiviteter beroende på deras påverkanstryck på akvatiska ekosystem. Denna kvalitativa studie identifierar och belyser en intressekonflikt mellan nationell säkerhet och skyddet av akvatiska miljöer, vilka båda är högt prioriterade politiska mål i såväl Sverige som i många andra länder.

5. Erkännanden

Denna rapport har finansierats av Försvarsmakten. Den har fackgranskats av Birgit Koehler och Göran Sundblad, Sveriges lantbruksuniversitet.

6. Referenser

Afpriyanto, A., Putra, I. N., Jupriyanto, J., Sari, P. (2023). Critical role of maritime infrastructure in Indonesian defense logistics management towards the World Maritime Axis. *International Journal of Humanities Education and Social Sciences*, 3: 1215-1224.

Alhashimi, N. K. (2025). Retracing the island: the implications of land reclamation practices on coastal public space participation in Bahrain. *International Planning Studies*, 2025: 1-19.

Andersson, M., Nöjd, A., Carlström, J. (2018). Kunskapsunderlag om undervattensexlosioner och marina djur. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Bailey, S.A. (2015) An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 18: 261-268.

Balmori-de la Puente, A., Balmori, A. (2023). Potential effects of anthropogenic radiofrequency radiation on cetaceans. *Radiation*, 4: 1-16.

Barghorn, L., Meier, H. E., Radtke, H., Neumann, T., Naumov, L. (2025). Warm saltwater inflows strengthen oxygen depletion in the western Baltic Sea. *Climate Dynamics*, 63: 1-14.

Berkström, C., Kraufvelin, P., Sacre, E., Bergström, U. (2024). Konnektivitet och fysisk påverkan i kustvatten – en sammanställning över kunskapsläget och förslag till revidering av bedömningsgrund. *Aqua reports 2024:4*. SLU, Uppsala.

Bhuiyan, M. M. U., Rahman, M., Naher, S., Shahed, Z. H., Ali, M. M., Islam, A. R. M. T. (2024). Oxygen declination in the coastal ocean over the twenty-first century: Driving forces, trends, and impacts. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9: 100621.

- Blotnicki, J., Gruszczyński, M., Głowski, R., Mokwa, M. (2024) Enhancing migratory potential in fish passes: The role of pier shape in minimizing debris accumulation. *Journal of Environmental Management*, 359: 121053.
- Brown, C. J., Campbell, M. D., Collier, C. J., Turschwell, M. P., Saunders, M. I., Connolly, R. M. (2024). Speeding up the recovery of coastal habitats through management interventions that address constraints on dispersal and recruitment. *Proceedings of the Royal Society B*, 291: 20241065.
- Burdick, D. M., Short, F. T. (1999). The effects of boat docks on eelgrass beds in coastal waters of Massachusetts. *Environmental Management*, 23: 231-240.
- Caballero-Alfonso, A. M., Carstensen, J., Conley, D. J. (2015). Biogeochemical and environmental drivers of coastal hypoxia. *Journal of Marine Systems*, 141: 190-199.
- Cato, I., Magnusson, M., Granmo, Å., Borgegren, A. (2007). Organiska tennföreningar – ett hot mot livet i våra hav. Havet 2007 om miljötillståndet i svenska havsområden, Naturvårdsverket, Stockholm, s. 77-81.
- Chahouri, A., Elouahmani, N., Ouchene, H. (2022). Recent progress in marine noise pollution: A thorough review. *Chemosphere*, 291:132983.
- Chapple, T. K., Cade, D. E., Goldbogen, J., Massett, N., Payne, N., McInturf, A. G. (2024). Behavioral response of megafauna to boat collision measured via animal-borne camera and IMU. *Frontiers in Marine Science*, 11: 1430961.
- Chukwuka, A. V., Omogbemi, E. D., Adeogun, A. O. (2024). Habitat sensitivity in the West African coastal area: inferences and implications for regional adaptations to climate change and ocean acidification. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196: 79.
- Collin, S. P., Hart, N. S. (2015). Vision and photoentrainment in fishes: the effects of natural and anthropogenic perturbation. *Integrative Zoology*, 10: 15-28.
- Cox, K. D., Looby, A., Davies, H. L., Murchy, K. A., Spriel, B., Rice, A. N., Juanes, F., Côté, I. M. (2024). Military training in the Canadian Pacific: Taking aim at critical habitat or sufficient mitigation of noise pollution impacts? *Marine Policy*, 160: 105945.

Cunha, I., Moreira, S., Santos, M. M. (2015). Review on hazardous and noxious substances (HNS) involved in marine spill incidents – An online database. *Journal of Hazardous Materials*, 285: 509-516.

Donázar-Aramendía, I., Megina, C., Miró, J. M., Florido, M., Reyes-Martínez, M. J., Olaya-Ponzone, L., García-Gómez, J. C. (2024). Environmental effects of maintenance dredging works in a highly modified estuary: A short-term approach. *Ocean and Coastal Management*, 258: 107394.

Egardt, J., Nilsson, P., Dahllöf, I. (2017). Sediments indicate the continued use of banned antifouling compounds. *Marine Pollution Bulletin*, 125: 282-288.

Egardt, J., Mørk Larsen, M., Lassen, P., Dahllöf, I. (2018). Release of PAH and heavy metals in coastal environments linked to leisure boats. *Marine Pollution Bulletin*, 127: 664-671.

Essink, K. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation*, 5: 69-80.

FN (2025). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/goal-14-life-below-water/> [åtkomst 2025-04-14].

Fresh, K. L., Wyllie-Echeverria, T., Wyllie-Echeverria, S., Williams, B. W. (2006). Using light-permeable grating to mitigate impacts of residential floats on eelgrass *Zostera marina* L. in Puget Sound, Washington. *Ecological Engineering*, 28: 354-362.

Frolov, I. E. (2015). Development of the Russian Arctic zone: Challenges facing the renovation of transport and military infrastructure. *Studies on Russian Economic Development*, 26: 561-566.

Gibson, R., Atkinson, R., Gordon, J. (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45: 345-405.

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., Sigray, P. (2014). Marine renewable energy, electromagnetic (EM) fields and EM-sensitive animals. *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions*, 2014: 61-79.

Gladstone, W., Courtenay, G. (2014) Impacts of docks on seagrass and effects of management practices to ameliorate these impacts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 136: 53-60.

Haase, P., Bowler, D. E., Baker, N. J., Bonada, N., Domisch, S., Garcia Marquez, J. R., ..., Welti, E. A. (2023). The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt. *Nature*, 620: 582-588.

Haglund, A. (2024). Försvarets miljöprovningar ska snabbas på. *Tidningarnas Telegrambyrå*, Stockholm.

Hajji, A. L., Lucas, K. N. (2024). Anthropogenic stressors and the marine environment: From sources and impacts to solutions and mitigation. *Marine Pollution Bulletin*, 205: 116557.

Harris, P. T. (2012). On seabed disturbance, marine ecological succession and applications for environmental management: a physical sedimentological perspective. I: Li, M. Z., Sherwood, C. R., Hill, P. R. (Red.) *Sediments, Morphology and Sedimentary Processes on Continental Shelves: Advances in Technologies, Research, and Applications*. Wiley, Hoboken, s. 387-404.

Havs- och vattenmyndigheten (2015) *God havsmiljö 2020. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön Del 4: Åtgärdsprogram för havsmiljön*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:30. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Havs- och vattenmyndigheten (2018). *Muddring och hantering av muddermassor*. Rapport 2018:19. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Havs- och vattenmyndigheten (2022). *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet*. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Havs- och vattenmyndigheten (2024) *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2024-2029. Bedömning av miljötillstånd och socioekonomisk analys*. Rapport 2024:12. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

HELCOM (2023) *State of the Baltic Sea 2023*. HELCOM, Helsingfors.

Hermans, A., Winter, H. V., Gill, A. B., Murk, A. J. (2024). Do electromagnetic fields from subsea power cables effect benthic elasmobranch behaviour? A risk-

based approach for the Dutch Continental Shelf. *Environmental Pollution*, 346: 123570.

Hitchcock, D. R., Bell, S. (2004). Physical impacts of marine aggregate dredging on seabed resources in coastal deposits. *Journal of Coastal Research*, 20: 101-114.

Hutchison, Z. L., Gill, A. B., Sigray, P., He, H., King, J. W. (2020). Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. *Scientific Reports* 10: 4219.

Ip, J. C. H., Leung, P. T., Ho, K. K., Qiu, J. W., Leung, K. M. (2024). Transcriptomic analysis reveals the endocrine toxicity of tributyltin and triphenyltin on the whelk *Reishia clavigera* and mechanisms of imposex formation. *Environment International*, 190: 108867.

Jac, C., Desroy, N., Certain, G., Foveau, A., Labrune, C., Vaz, S. (2020). Detecting adverse effect on seabed integrity. Part 2: How much of seabed habitats are left in good environmental status by fisheries? *Ecological Indicators*, 117: 106617.

Jarvis, C. (2024). *Threats to Our Ocean Heritage: Bottom Trawling*. Springer Nature, Berlin.

Josefsson, S. (2023). Organiska föroreningar i kust- och utsjösediment i Egentliga Östersjön. SGU-rapport 2023:04. SGU, Uppsala.

Jurkus, R., Venskus, J., Markevičiūtė, J., Treigys, P. (2025). Enhancing maritime safety: estimating collision probabilities with trajectory prediction boundaries using deep learning models. *Sensors*, 25: 1365.

Karlsson, M., Kraufvelin, P., Östman, Ö. (2020). Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer: en syntes av grumlingens dos och varaktighet. *Aqua Reports* 2020:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund.

Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., Kühn, I. (2011). Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe* 23:23.

King, M. D., Elliott, J. E., Williams, T. D. (2021). Effects of petroleum exposure on birds: A review. *Science of The Total Environment*, 755: 142834.

Klimat- och näringslivsdepartementet (2024). Snabbare processer enligt miljöbalken för att stärka det militära försvaret. Promemoria, Dnr KN2024/01391. Klimat- och näringslivsdepartementet, Stockholm.

Kok, A. C. (2023). Information use and disturbance across sound, light, and smell in animals. In: *The Effects of Noise on Aquatic Life: Principles and Practical Considerations* (pp. 1-9). Cham: Springer International Publishing.

Korpinen, S., Takolander, A., Gerdes, Z., Andersen, J. H., Murray, C. J., Zak, N. B., ..., Carstensen, J. (2024). Sustainable levels of human activities in the Nordic marine environment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Kraufvelin P., Bryhn, A., Kling, J., Olsson, J. (2021). Fysisk påverkan i kusten och effekter på ekosystemen. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:27. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Kraufvelin, P., Olsson, J., Bergström, L., Bergström, U., Bryhn, A. C. (2025). Ecological restoration measures for shallow coastal habitats of the Baltic Sea and the Skagerrak—effectiveness, costs and knowledge gaps. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109353.

La Manna, G., Donno, Y., Sarà, G., Ceccherelli, G. (2015) The detrimental consequences for seagrass of ineffective marine park management related to boat anchoring. *Marine Pollution Bulletin*, 90: 160-166.

Lawrence, M. J., Stemberger, H. L., Zolderdo, A. J., Struthers, D. P., Cooke, S. J. (2015). The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*, 23: 443-460.

Liu, C., Li, P., Zhao, Y., Liu, D., Wang, S. (2025). Evaluating the cumulative impacts of multiple stressors on marine and coastal ecosystems in China's marine waters. *Environmental Impact Assessment Review*, 112, 107766.

Longcore, T., Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2: 191-198.

McCormick, L. R., Gangrade, S., Garwood, J. C., Oesch, N. W., Levin, L. A. (2023). Oxygen and irradiance constraints on visual habitat in a changing ocean: The luminoxscape. *Limnology and Oceanography Letters*, 8: 220-228.

- Meier, H. M., Väli, G., Naumann, M., Eilola, K., Frauen, C. (2018). Recently accelerated oxygen consumption rates amplify deoxygenation in the Baltic Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123: 3227-3240.
- Mielck, F., Michaelis, R., Hass, H. C., Hertel, S., Ganai, C., Armonies, W. (2021) Persistent effects of sand extraction on habitats and associated benthic communities in the German Bight. *Biogeosciences* 18: 3565-3577.
- Mills, K. E., Fonseca, M. S. (2003) Mortality and productivity of eelgrass *Zostera marina* under conditions of experimental burial with two sediment types. *Marine Ecology Progress Series*, 255: 127-134.
- Monier, S. A. (2024). Social interactions and information use by foraging seabirds. *Biological Reviews*, 99: 1717-1735.
- Mueller-Blenkle, C., McGregor, P. K., Gill, A. B., Andersson, M. H., Metcalfe, J., Bendall, V., Sigra, P., Wood, D. T., Thomsen, F. (2010). Effects of pile-driving noise on the behaviour of marine fish. COWRIE Ref: Fish 06-08, Technical Report. Cefas, Lowestoft.
- Naturvårdsverket (2025a). Tungmetaller. <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmetaller/> [åtkomst 2025-04-25].
- Naturvårdsverket (2025b). Klimatets effekter på biologisk mångfald i Sverige. Rapport 7179. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nilsson, H., Dalaklis, D., Larsson, J., Pålsson, J. (2018). Maritime education and training activities: Improving oil spill response in the South Baltic Sea region. In INTED2018 Proceedings. IATED, Valencia, pp. 2233-2239.
- OSPAR (2023) QSR 2023. <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/synthesis-report/introduction/> [åtkomst 2025-03-11].
- Oxley, C. C., Jurgens, L. J. (2024). Material type affects the community composition and abundance of hard-substrate assemblages in a sedimentary Atlantic estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 727:35-47.
- Paramana, T. H., Dassenakis, M., Paraskevopoulou, V., Papadopoulou, N., Smith, C., Reizopoulou, S., ..., Pagkou, K. (2024). Screening and assessing physical

pressures affecting seafloor integrity in the Mediterranean region. *Ocean and Coastal Management*, 251: 107046.

Reckermann, M., Omstedt, A., Soomere, T., Aigars, J., Akhtar, N., Bełdowska, M., Bełdowski, J., ..., Zorita, E. (2022). Human impacts and their interactions in the Baltic Sea region. *Earth System Dynamics*. 13:1-80.

Reed, B. J., Hovel, K. A. (2006). Seagrass habitat disturbance: how loss and fragmentation of eelgrass *Zostera marina* influences epifaunal abundance and diversity. *Marine Ecology Progress Series*. 326: 133-143.

Roots, O., Suursaar, Ü. (2010). Hazardous substances in the water, biota and sediments of the North Estonian coastal sea. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 132: 79-90.

Rosciszewski-Dodgson, M. J., Cirella, G. T. (2024). Environmental drivers affecting the status of top commercial fish stocks in the Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 11: 1399707.

Ryan, M. (2022). *War transformed: The future of twenty-first-century great power competition and conflict*. Naval Institute Press, Annapolis.

Sawyer, A. C., J. D. Toft, and J. R. Cordell. (2020). Seawall as salmon habitat: eco-engineering improves the distribution and foraging of juvenile Pacific salmon. *Ecological Engineering*, 151: 105856.

Schaefer, N., Bishop, M. J., Herbert, B., Hoey, A. S., Mayer-Pinto, M., Sherman, C. D., ..., Dafforn, K. A. (2025). Major global ports alter light regimes for marine biofouling communities. *Journal of Environmental Management*, 374, 124119.

Slišković, M., Boljat, H. U., Gudelj, A. (2025). Screening of EASIN database for identification of invasive species introduced by Transport-stowaway. *Transportation Research Procedia*, 83, 194-202.

Stancu, M. V., Cheveresan, M. I., Sârbu, D., Maizel, A., Soare, R., Bărbulescu, A., Dumitriu, C. Ș. (2024). Influence of marine currents, waves, and shipping traffic on Sulina channel fairway at the mouth of the Black Sea. *Water*, 16: 2779.

Stigebrandt, A., Andersson, A. (2022). Improving oxygen conditions in periodically stagnant basins using sea-based measures-Illustrated by hypothetical applications to the By Fjord, Sweden. *Continental Shelf Research*, 244: 104806.

Sutton, G., Boyd, S. (2009). Effects of extraction of marine sediments on the marine environment 1998-2004. ICES Cooperative Research Reports (CRR). ICES, Copenhagen.

Sveriges Geologiska Undersökning (2024). Tennorganiska föreningar. <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomningsgrunder-for-grundvatten/grundvattnets-kvalitet--organiska-amnesgrupper/tennorganiska-foreningar/> [åtkomst 2025-06-19].

Sveriges miljömål (2025). <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/levande-sjoar-och-vattendrag/god-status-for-vatten/> [åtkomst 2025-04-04].

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96: 380-391.

Teiba, I. I., El-Bilawy, E. H., Abouelsaad, I. A., Shehata, A. I., Alhoshy, M., Habib, Y. J., Abu-Elala, N. M., ..., Hussain, W. A. (2024). The role of marine bacteria in modulating the environmental impact of heavy metals, microplastics, and pesticides: a comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-34.

Tillin, H. M., Mainwaring, K. (2015). *Mytilus edulis*, *Fucus serratus* and red seaweeds on moderately exposed lower eulittoral rock. In: Tyler-Walters, H., Hiscock, K. (eds) *Marine life information network: biology and sensitivity key information reviews*. Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth.

Trégarot, E., D'Olivo, J. P., Botelho, A. Z., Cabrito, A., Cardoso, G. O., Casal, G., ..., de Juan, S. (2024). Effects of climate change on marine coastal ecosystems—A review to guide research and management. *Biological Conservation*, 289: 110394.

Törnqvist, O., Gilljam, C., Rosengren, M. (2020) En operationell metod för detektion och avgränsning av muddringar med hjälp av satellitdata – Arbetsrapport

inom biogeografisk uppföljning och projektet Fysisk påverkan i svenska kustvatten. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:11. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.

Wang, W., Liu, H., Li, Y., Su, J. (2014a) Development and management of land reclamation in China. *Ocean and Coastal Management*, 102: 415-425.

Wang, Z., Yang, C., Parrott, J. L., Frank, R. A., Yang, Z., Brown, C. E., ..., Hewitt, L. M. (2014b). Forensic source differentiation of petrogenic, pyrogenic, and biogenic hydrocarbons in Canadian oil sands environmental samples. *Journal of Hazardous Materials*, 271: 166-177.

Want, A., Waldman, S., Burrows, M. T., Side, J. C., Venugopal, V., Bell, M. C. (2024). Predicted ecological consequences of wave energy extraction and climate-related changes in wave exposure on rocky shore communities. *ICES Journal of Marine Science*, 81: 1263-1281.

Warren, S. D., Holbrook, S. W., Dale, D. A., Whelan, N. L., Elyn, M., Grimm, W., Jentsch, A. (2007). Biodiversity and the heterogeneous disturbance regime on military training lands. *Restoration Ecology*, 15: 606-612.

Watson, H., Bolton, M., Monaghan, P. (2014). Out of sight but not out of harm's way: human disturbance reduces reproductive success of a cavity-nesting seabird. *Biological Conservation*, 174: 127-133.

Westerberg, H., Begout-Anras, M. L. (2000). Orientation of silver eel (*Anguilla anguilla*) in a disturbed geomagnetic field. In: *Advances in Fish Telemetry. Proc. 3 Conf. Fish Telem. CEFAS, Lowestoft*, pp. 149–158.

Westerberg, H., Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15:369–375.

Zalewska, T., Maciak, J., Grajewska, A. (2021). Spatial and seasonal variability of beach litter along the southern coast of the Baltic Sea in 2015–2019- recommendations for the environmental status assessment and measures. *Science of the Total Environment*, 774:145716.

Zatoń-Sieczka, K., Czerniejewski, P. (2024). The impact of microorganisms transported in ships' ballast water on the fish of the estuarine waters and environmental sustainability in the southern Baltic Sea. *Sustainability*, 16: 5229.

Zeddies, D. G., Denes, S. L., Lucke, K., Martin, S. B., Ainslie, M. A. (2024). Impulsive or non-impulsive: Determining hearing loss thresholds for marine mammals. In: *The Effects of Noise on Aquatic Life: Principles and Practical Considerations*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1201-1209.

Zentelis, R., Banks, S., Roberts, J. D., Dovers, S., Lindenmayer, D. (2017). Managing military training-related environmental disturbance. *Journal of Environmental Management*, 204: 486-493.

Öhman, M. C., Sigraý, P., Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, 36: 630–633.