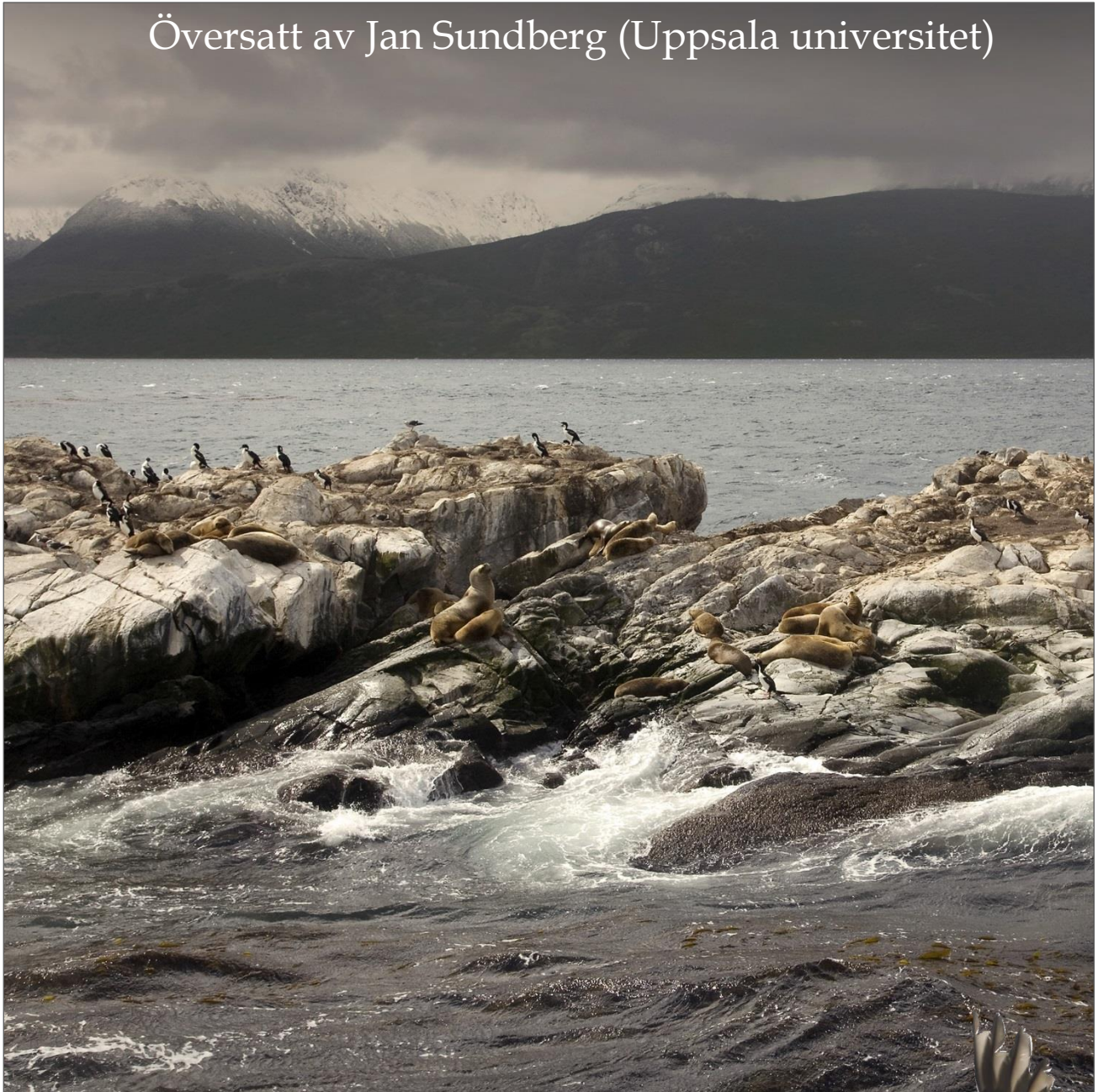


# Exekutiv Sammanfattning

Översatt av Jan Sundberg (Uppsala universitet)



Denna rapport sammanfattar det vetenskapliga kunskapsläget om de interaktioner som uppstår och de effekter som enskilda anordningar och större marina förnybara energianläggningar (Marine Renewable Energy - MRE) kan ha på den marina miljön, de djur som lever där, och de livsmiljöer som försörjer dem. Rapporten fungerar även som en uppdatering av och ett komplement till 2013 års Annex IV-rapport som kan hittas på <http://tethys.pnnl.gov/publications/final-annex-iv-report-2013>.





**M**RE-teknik omfattar olika koncept för att utnyttja tid- och strömmande vatten, vågor och havsströmmar, men även temperatur- och salthaltsgradienter i havsvatten, för att omvandla detta till användbar elenergi. Den globala utvecklingen av MRE är fortfarande i ett tidigt skede, och därmed dess etablering och stadie av kommersialisering. De flesta miljöstudier som utförts har främst fokuserat på tidvattenturbiner och vågenergiomvandlare (Wave energy converters - WECs), med viss tonvikt på tidvattensströmmar och turbiner i floder: strömkraft. Denna rapport avser endast effekter relaterat till turbiner och WECs.

Rapporten har tagits fram inom OES-samarbetet och initiativet Annex IV. Tretton OES länder har gått samman för att gemensamt bedöma de potentiella miljöeffekterna av en framtida storskalig utveckling av MRE, för att förstå hur man ska hantera eventuella effekter som försvårar lokalisering och tillståndsgivandet av MRE-projekt och på så sätt underlätta för en fortsatt etablering för MRE-industrin.

Målsättningen med att samla in befintlig information, och att sammanställa och analysera materialet för rapporten, är dels för att informera myndigheter om viktiga forskningsinsatser som behövs och om potentiella risker för marina djur och deras livsmiljöer i relation till tidvattens- och vågkraftsinstallationer. Ytterligare mål är att kunna hjälpa utvecklare av MRE-teknik, stödja lokalisering av projekt och operativa strategier, vägleda om alternativa övervakningsmetoder av projekt som minimerar risker för marina djur och / eller minska eventuella negativa effekter, när sådana kan förväntas förekomma. Slutsatser från denna rapport, tillsammans med platsspecifik kunskap, kan förkorta tiden för tillståndsgivning samt underlätta vid lokaliseringsprocesser av enskilda MRE-enheter såväl som för större marina energianläggningar. Den information som samlats in för analys representerar lättillgänglig och tillförlitlig information om miljöinteraktioner med MRE-enheter. Det bör dock beaktas att de analyser och slutsatser som dras i detta dokument inte är tänkta att ersätta platsspecifika analyser och studier, eller automatiskt leda till att direkta krav ska krävas vid medgivanden eller tillståndsgivning för projekt vid specifika platser.

## EN SAMMANFATTNING AV POTENTIELLA MILJÖINTERAKTIONER ASSOCIERADE TILL UTBYGGNAD AV MARINA FÖRNYBARA ENERGIKÄLLOR (MRE)

I en ny bransch som MRE-industrin kan det uppstå interaktioner mellan energiproducerande anordningar och marina djur, eller deras livsmiljöer, som tillsynsmyndigheter eller intressenter uppfattar som riskabla. I många fall grundas uppfattningar av "risk" på en hög grad av osäkerhet som ett resultat av en allmän brist på data och information om processer i havet. Möjligheten för verkliga risker för marina djur eller livsmiljöer kan dock inte uteslutas. Bristen på information fortsätter att hämma vår förmåga att skilja mellan verkliga och möjliga risker.

I slutändan kommer synen på "risk" att styras av en mängd olika faktorer och som teknisk utformning av MRE-enheter (statiska eller dynamiska), typ av energiomvandling (våg- eller tidvatten), samt rumslig skala av en viss installation (enskilda eller grupper). Eftersom MRE industrin fortsätter att utvecklas är det viktigt att beakta alla potentiella mekanismer för miljökonsekvenser som teknikerna kan ge upphov till för den marina miljön, även om många av de upplevda riskerna sannolikt kommer att vara små och lätt kan undvikas eller mildras. Ytterligare strategiska forskningssatsningar kommer sannolikt att bidra till att minimera osäkerheter och belysa faktiska risker. De flesta interaktioner och tillhörande risker från enskilda enheter kommer dock troligen inte att leda till skador på den marina miljön. Större framtida projekt kan dock sannolikt komma att kräva utökade observationer och studier, inklusive strategisk forskning och analyser, för att förbereda samhället inför en storskalig, hållbar kommersiell utveckling av branschen.

Resultat från studier av MRE-enheter, så här långt, har visat att det som förmodats skulle kunna vara riskfyllt för djur snarast har berott på osäkerheter och brist på kunskap om de interaktioner som kan uppkomma med MRE, och i en förlängning på grund av bristen på konkret data. Ändå är det troligt att faktiska risker finns för marina djur och deras livsmiljöer från MRE-enheter, och kommer att finnas kvar även efter det att mer utförliga studier utförts. Osäkerheter kommer även fortsättningsvis att driva synen på risker och därmed innebära utmaningar för tillstånds- och medgivande myndigheter inför nya kommersiella projekt.



## FÖRDELAR MED MARIN ENERGI

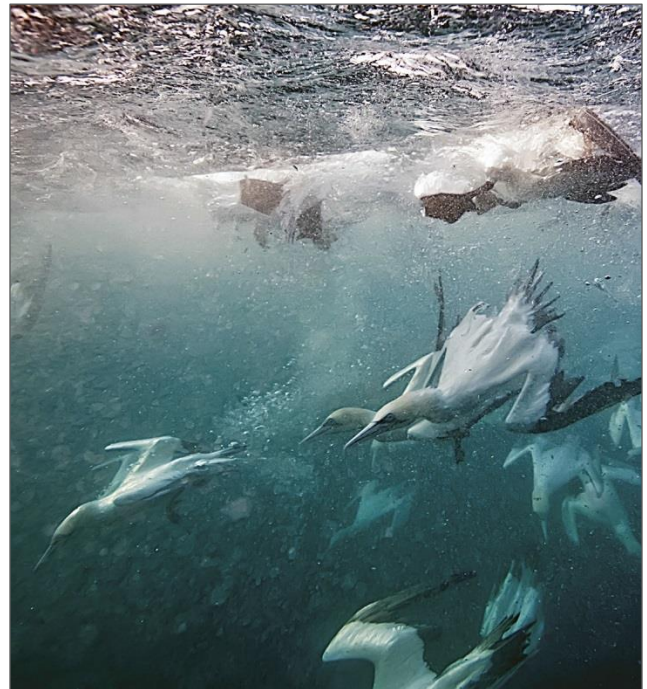
Ett påskyndande av utveckling av MRE runt om i världen kommer från behovet av att utveckla säkra, lokala energikällor och som har potential att mildra effekterna av klimatförändringarna, försurning, ökande havstemperaturer samt att möta ett globalt ökande energibehov. De skadliga effekterna av klimatförändringarna belastar redan många marina och kustbaserade resurser, och kommer att fortsätta att påverka hälsa, reproduktionsförmåga och den biologiska mångfalden inom populationer av t.ex. fisk, skaldjur, marina däggdjur, fåglar samt andra organismer. På samma sätt kommer fortsatta negativa effekter att urholka de ekosystemtjänster som vi nyttjar, som skörd från odlingar av t.ex. skaldjur och annat vattenbruk. Klimatförändringarnas kan försämrade kustmiljöer som ger skydd mot kusterosion och stormar. Lagar och förordningar i många länder inbegriper inte uttryckligen beräkningar av dessa nyttor som kan härledas till användande av MRE. Som motvikt till de potentiellt skadliga effekter som klimatförändringarna kan innebära bör nettovinsterna av MRE ses som viktiga alternativ med möjlighet till att mildra klimatförändringarna



## KOLLISIONRISK FÖR DJUR KRING TIDVATTENSTURBINER

Risken för marina djur att kollidera med de rörliga delarna av tidvattensaggregat är en huvudfråga vid medgivanden och tillståndsgivning av tidvattens- och strömkraftsprojekt. Om ett föreslaget tidvattensprojekt överlappar med en livsmiljö för skyddade arter, eller andra arter som rör sig i dess närhet, finns farhågor om att kollisioner kan leda till skador och dödlighet av enskilda individer, och som i en förlängning påverkar den långsiktiga statusen av en berörd population.

Marina däggdjur, fisk och sjöfåglar är de organismer som rönerna de största bekymren vad gäller kollisionsrisker med turbiner. Detta till trots att inga kollisioner ännu har observerats mellan marina djur och enskilda eller mindre grupper av turbiner. Studier har så här långt fokuserat på att observera beteenden av djur runt turbiner för att förstå de mekanismer som kan leda till att kollisioner kan uppstå. Att faktiskt observera kollisioner och djurs beteenden kring turbiner försvåras dock av bristen av lämpliga hjälpmedel och anpassad utrustning, inte minst och med tanke på hur svåra förutsättningarna kan vara för att kunna utföra undervattensobservationer med akustiska och optiska instrument. Påbörjade studier att med hjälp av matematiska modeller uppskatta potentiella kollisionsrisker med turbiner kan ge viss vägledning om extremfallen, men behöver bekräftas med faktiska observationer i fält. Forskare undersöker även djurs beteenden runt turbiner som undvikanden, flykt, och attraktion. Sådana observationer vid turbiner behövs för att kunna utvärdera risker och konsekvenser, och för att besvara frågor från intressenter och tillståndsgivande myndigheter.



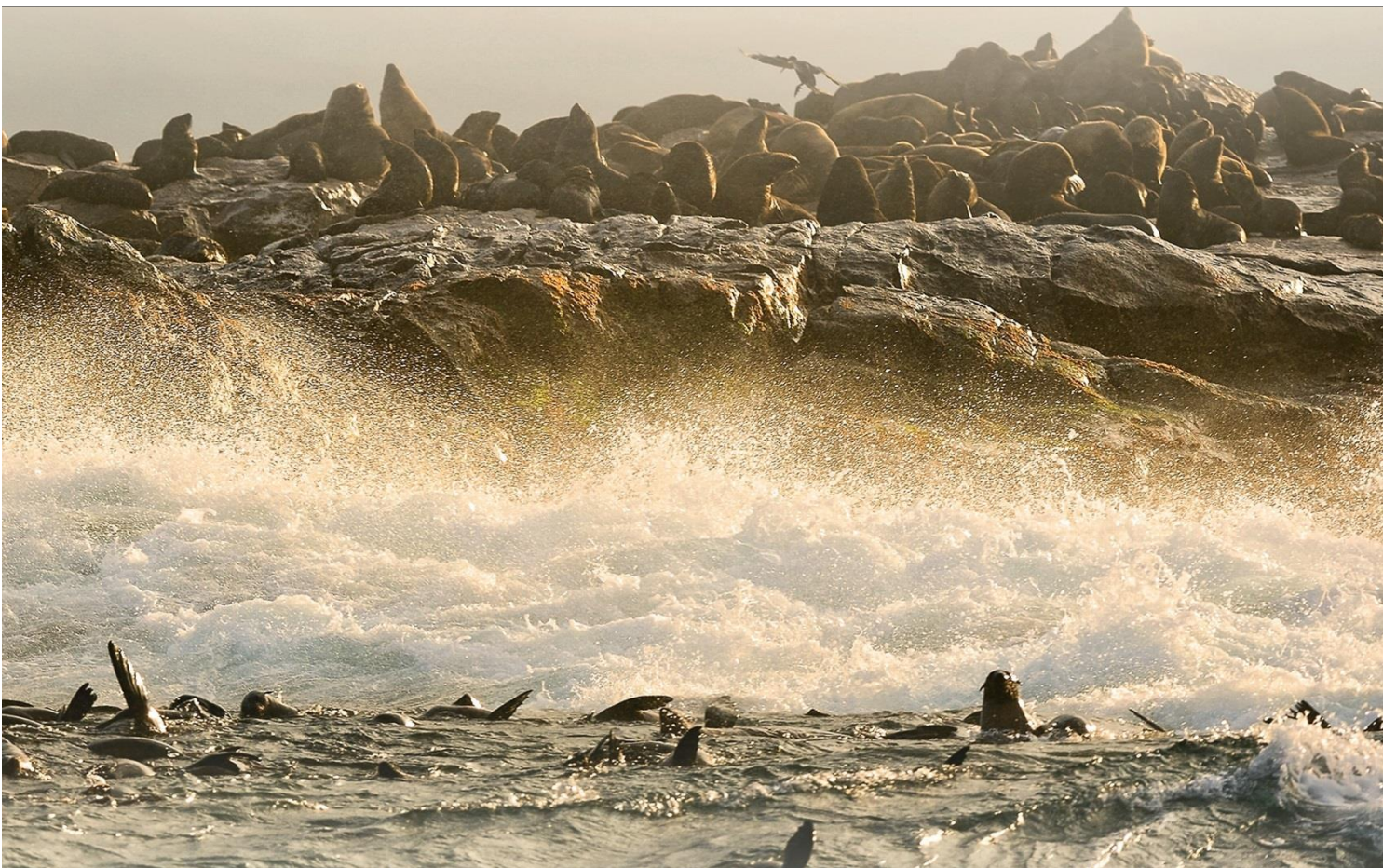


## RISKER FÖR MARINA DJUR FRÅN UNDERVATTENSLJUD GENERERADE AV VÅG- OCH TIDVATTENSAGGREGAT

Djur använder ljud i marina miljöer för kommunikation, sociala interaktioner, orientering, för födosök och för att undfly faror. I vilken utsträckning marina djur kan höra och avge ljud beror på ljudens frekvens och amplitud. En ökning av antropogena bullerkällor, t.ex. från våg- och tidvattensanläggningar, skulle kunna leda till beteendeförändringar hos marina djur. Bortsett från beteendeförändringar kan en ökning av oljud i vissa fall leda till skador. Fysiska skador kan innebära tillfälligt eller permanent nedsättning av hörseln, skador på andra vävnader, oregelbundet gasutbyte i vävnaderna hos fisk och marina däggdjur, och nervskador. Förändrade beteenden, som ett undvikande av eller attraktion till ljudkällan, kan också förekomma liksom att andra viktiga ljud maskeras vilket kan försvåra kommunikation, navigering och upptäckter av byten eller predatorer. Tills idag har dock inga observationer gjorts under drift av MRE och som skulle kunna antyda att marina djur skulle ha påverkats.

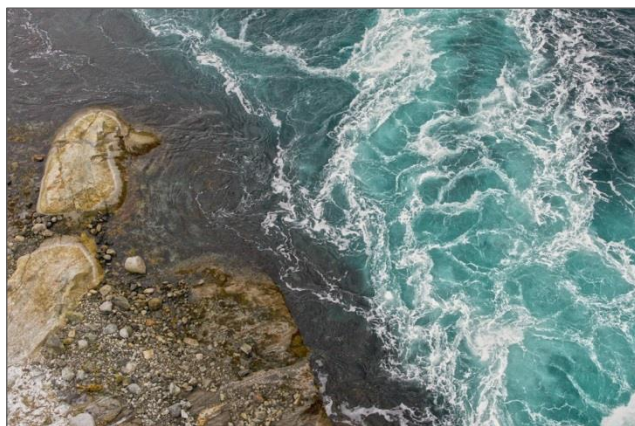


Mätning av ljud från operativa WEC's eller tidvattensturbiner har numera blivit rutin, även om mätningar av lågfrekventa ljud som kan uppfattas av t.ex. stora valar fortsätter att vara utmanande. Observationer av djur som reagerar på dessa ljud är ännu svårare att göra. Mer information behövs för att avgöra om fysiska skador eller beteendeförändringar orsakade under installationsarbeten kan vara långsiktigt skadliga. De flesta ljudmätningar från MRE, tills idag, har samlats in från enskilda enheter. Vi kan dock dra sannolika slutsatser om kumulativa akustiska effekter av ljud från större MRE-parker, men dessa bygger endast på de fåtal fältnätningar som gjorts fram tills idag.



## FÖRÄNDRINGAR I FYSISKA SYSTEM: ENERGIUTVINNING OCH FÖRÄNDRINGAR I VATTENFÖDEN

De fysiska systemen i den marina miljön är en förutsättning för havens hållbarhet och organismers hälsa. Installation av MRE-enheter kan påverka de fysiska systemen genom att ändra naturliga flödesmönster av vatten runt anläggningar, vilket i sin tur kan förändra transporten av sediment. Dessutom kan reduktionen av energin ur t.ex. vågor och vattenströmmar ändra den naturliga vattencirkulationen i områden. Ett litet antal MRE-enheter kommer inte att leda till mätbara förändringar, men stora kommersiella anläggningar kan komma att förändra de fysiska processerna.



Det saknas fältstudier av effekterna av att energi tas ur eller förändras i fysiska system, som en konsekvens av att flödena har ändrats av MRE-enheter. Flera numeriska modeller har dock utvecklats och tillämpats men de flesta har utvecklats för att optimera energiupptaget och därmed elproduktionen. Färre modeller har fokuserat på miljöhänsyn som förändringar i vattencirkulation, sedimenttransport och vattenkvalitet. Alla modeller som undersöker potentiella effekter på miljön är beroende av fältmätningar för att bekräfta slutsatserna, men tillgången på sådan data är begränsad.

## EFFEKTER PÅ MARINA DJUR AV EMF FRÅN ELKABLAR OCH MARINA ENERGI ENHETER

Elektromagnetiska fält (EMF) förekommer naturligt i den marina miljön. Mänsklig verksamhet kan förändra eller skapa ytterligare källor till EMF, t.ex. kring elkablar från och vid MRE-anläggningar. Kablarna är vanligen nedgrävda i, eller ligger på, havsbotten, medan ytbaseerade MRE även har kablar hängande i vattenmassan.

För att utvärdera styrkan på magnetfälten från kablar och strömförande enheter krävs mätningar av magnetfältet och de inducerade elektriska fälten. Laboratorie- och fältstudier kan undersöka effekterna av dessa extramagnetfält och vilken effekt de kan ha på marina djur, som elektro- och magnetfältssensitiva fiskarter, ryggradslösa djur, och eventuellt havssköldpaddor. De flesta av hitintills utförda studier har fokuserat på beteendemässiga reaktioner hos djur av EMF. Kvar att besvara finns frågor om möjliga risker för barriäreffekter som kan uppstå och som kan förhindra eller försvåra för djur att ta sig till viktiga områden och livsmiljöer, bromsa tillväxten eller utveckling hos larver, eller leda till beteendeförändringar som kan försvåra födointaget. Hitintills har det inte uppkommit några indikationer som tyder på att EMF, vid nivåer som förväntas nära MRE-enheter, kan komma att orsaka effekter (negativa eller positiva) på någon art.



## FÖRÄNDRINGAR I LIVSMILJÖER SOM ORSAKAS AV MRE-ENHETER: BENTISKA HABITAT OCH REVEFFEKTER

Installationen av MRE-enheter förändrar bentiska (botten) miljöer genom att gravitationsfundament, pålar eller ankare, kablar och i vissa fall förtöjningslinor och mekaniska rörliga delar tillförs miljön. Närvaron av MRE-enheter på havsbotten, flytande i vattenmassan eller vid havsytan attraherar t.ex. fisk, kräftdjur eller sessila påväxtarter som fäster sig på MRE-strukturerna. Dessutom kommer fisk att attraheras då ges möjlighet att "reva" och söka skydd vid och runt strukturerna. Djur kan även ändra beteenden genom att förändra sina uppehållsplatser då individer eller delar av en population blir attraherade till MRE-strukturer genom s.k. konstgjord reveffekt.

De flesta indikationer på att förändringar sker i bentiska habitat har varit relaterade till havsbaserade vindkraftsanläggningar. Detta kan ge en inblick i förändringar som kan förväntas vid MRE-enheter. Förändringar förväntas inte bli omfattande eller komma att påverka de bentiska habitatet på andra sätt än andra redan förekommande marina industrier/aktiviteter, t.ex. oljeplattformar, som tillför nya platser och strukturer i haven.

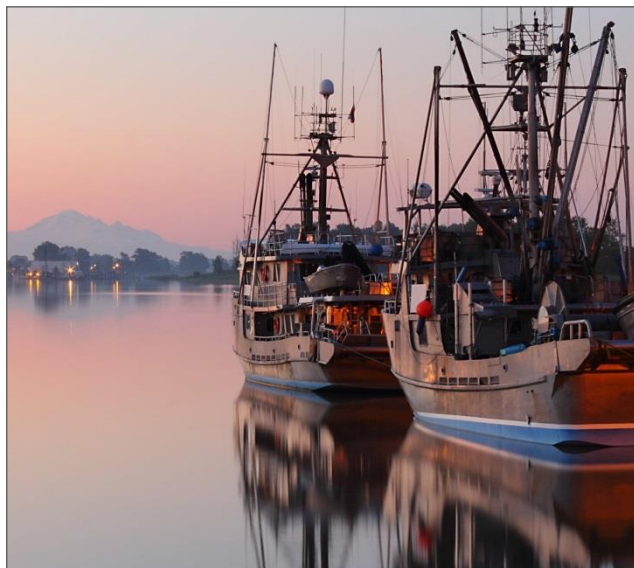
Effekter som MRE-enheter har på revande fisk är inte kända men förväntas likna andra marina industrier, inklusive skapandet av konstgjorda rev, vilket inte har visat sig ha negativa effekter på t.ex. fiskpopulationer. Det är möjligt att MRE-enheter lokalt kommer att öka populationstätheterna av t.ex. vissa fisk- och kräftdjursarter.



## HAVSPLANERING OCH MARIN FÖRNYBAR ENERGI

Havsplanering (HP / Eng. - Marine Spatial Planning - MSP) är en strategisk metod för planering, förvaltning och hantering av havens resurser och dess nyttjande med mål att främja en hållbar utveckling av de marina områdena. Målet med HP är att skapa förutsättningar för stabila och transparenta planeringssystem för maritima verksamheter, och dess användare inom överenskomna miljögränser. Detta görs för att säkerställa att de marina ekosystemen och dess biologiska mångfald förblir sunda och fungerar till gagn för en mångfald av sektorer.

Medverkande länder inom Annex IV undersöktes för att kartlägga i vilken utsträckning HP-processerna påbörjats eller implementerat i dessa länder. Flera nationer har redan färdiga och formella HP-processer igångsatta, andra har kust-förvaltningsplaner som inkluderar en del av principerna om HP, men flera länder har ännu inte påbörjat någon HP.

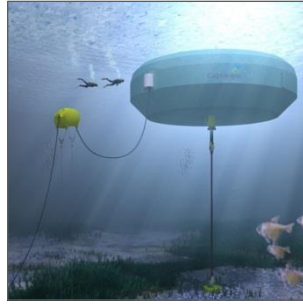


## FALLSTUDIER SOM UNDERSÖKT LOKALISERINGS- OCH TILLSTÅNDSFRÅGOR FÖR MRE-PROJEKT

Tillståndsprocessen för MRE betraktas fortfarande som ett hinder för att sektorn ska kunna skala upp och bli kostnads-mässigt konkurrenskraftig gentemot andra former av elproduktion. Osäkerhet om tillämpningen av miljölagstiftningar kan förlänga tillståndsprocesser, öka kostnaderna, orsaka förseningar och leda till betydande osäkerhet. Fyra fallstudier presenteras: två tidvattensprojekt (ORPC TidGen® Power System, installerat i USA, samt MCT SEAGEN installerat i Nordirland), ett vågkraftsaggregat, WEC (Waveroller, installerat i Portugal) och ett utsett testområde för MRE (BIMEp, i Baskien, Spanien). Avsikten med fallstudierna är att ge insikt i olika typer av komplikationer som har och kan uppkomma i samband med planering, projektering och tillståndsgivandet av MRE-projekt och testplatser för MRE.

Tidskrävande processer kopplade till osäkerheter om projektens effekter och miljökonsekvenser, samt behovet av att samråda med ett stort antal intressenter och myndigheter innan ett tillståndsbeslut kan fås, verkar vara det största hindret för att snabbt få tillstånd för marina energiprojekt. Målinriktad eller för verksamheterna anpassad lagstiftning existerar inte, eller är inte på plats i de undersökta länderna. I vissa fall är tillsyns-myndigheter villiga att samarbeta med projektutvecklare för att påskynda processen. Att genomföra en tillståndsprocess och att uppfylla höga miljömässiga krav, som miljöövervakning, är dessutom kostsamt.

Uppsökande verksamhet uppfattas som avgörande för att arbeta med intressenter, och ökar allmänhetens medvetenhet och förståelse om MRE-teknik. Det finns också ett behov av att anpassa befintlig lagstiftning och vägledning för att underlätta tillståndsgivandet av MRE-parker. Sådana ansatser är redan igångsatta i vissa länder.



## SAMMANFATTNING OCH VÄGEN FRAMÅT FÖR ÖVERVAKNING OCH FORSKNING AV MARINA ENERGIPROJEKT

2016 års vetenskapliga tillståndsrapport sammanfattar information om miljöeffekterna av MRE i ett sammanhang, och i en utformning som gör informationen tillgänglig för allmänheten. Då tester av enskilda MRE-enheter ännu pågår och utvecklingen av de första kommersiella marina energiparkerna är på gång, fortsätter interaktioner mellan MRE-enheter och marina djur att oroa tillståndsgivare och intressenter, bl.a. avseende risker för kollisioner, under vattens ljud, elektromagnetiska fält och habitatförluster.

Potentiella risker, av olika slag, kopplade till interaktioner mellan djur och MRE, fortsätter att vara stora osäkerhetsfaktorer. Dessa risker måste förstås bättre och kunna hanteras på liknande sätt som för andra etablerade offshoreindustrier. De "risker" som visat sig inte vara till någon skada för den marina miljön måste avfärdas tydligt. Istället måste forskning och övervakning fokuseras på de högst prioriterade osäkerheterna och riskerna. Övergripande kan framförda risker delas in i tre kategorier: 1) lågrisk-interaktioner som har avfärdats eller bör dras tillbaka från pågående och kommande konsekvensstudier, 2) interaktioner som har en hög grad av osäkerhet och som kan/bör kräva ytterligare utredningar, och 3) interaktioner som är kända för att innebära en hög risk för den marina miljön och som kommer att kräva intensifierade åtgärder genom t.ex. förbättrad lokalisering, förbättrad design eller drift av enheterna, och kanske en adaptiv förvaltning, innan utbyggnaden skalas upp till större MRE-parker.

På sikt bör alla idag "potentiella" risker kunna avfärdas eller mildras genom en rad åtgärder, inklusive större kunskaper om djurs undvikande MRE och därmed en minimering av möjliga negativa effekter.

Resultat från studier av interaktioner mellan marina djur, deras livsmiljöer och MRE-enheter och som tillståndsgivande myndigheter har lett till följande slutsatser:

- ◆ Vissa interaktioner kan redan nu övervakas effektivt med befintliga redskap, plattformar och tekniker, även om förbättringar av mätteknik och datahantering kan göra övervakningen mer effektiv.
- ◆ Andra interaktioner kräver riktade strategiska forskningsinsatser för att riskerna med interaktionerna ska inses, samt för att minska kostnaderna och tiden (t.ex. antalet år) som övervakningar kan avkrävas enskilda projekt.
- ◆ Vissa interaktionsrisker kan endast belysas och lösas med strategiska forskningsinvesteringar, då det för närvarande inte finns någon fungerande väg framåt för undersökningar endast vid enskilda projekt.

Forskare, myndigheter och utvecklare bör identifiera och fokusera på de mest nödvändiga strategiska forskningsinsatser som kan belysa de stress-receptorinteraktioner som är mest osäkra. Detta kan möjliggöra mer strömlinjeformade vägar för lokaliseringar av projekt, för medgivanden och tillstånd för projekt, samt för att kunna sänka löpande kostnader för undersökningar i fält efter installation till rimliga nivåer och därmed underlätta för branschen utveckling. Ett ramverk för att kunna ge en inriktning för kommande strategiska forskningsinsatser ingår i rapporten.

## FÖR MER INFORMATION

Annex IV State of the Science full report and executive summary available at:

<http://tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2016>

Kontakta:  
Andrea Copping  
Pacific Northwest National  
Laboratory

[andrea.copping@pnnl.gov](mailto:andrea.copping@pnnl.gov)

+1 206.528.3049

Go to <http://tethys.pnnl.gov> for a robust collection of papers, reports, archived presentations, and other media about MRE development.