

SVIBANJ  
2023.



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje

OIKON®  
WITH US DEVELOPMENT IS NATURAL

pokret otoka  
OIE HRVATSKA



European Bank  
for Reconstruction and Development

# AKCIJSKI PLAN ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE NA MORU U HRVATSKOJ





## IZJAVA O ODRICANJU OD ODGOVORNOSTI

Ovo izvješće financirala je Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD), a izradili su Fakultet strojarstva i brodogradnje (FSB) Sveučilišta u Zagrebu, OIKON d.o.o. – institut za primijenjenu ekologiju i Pokret otoka.

Izvješće analizira postojeći okvir i uvjete za razvoj obnovljivih izvora energije na moru te predlaže akcijski plan koji bi pomogao u njihovoj provedbi. Ovo izvješće daje preporuke za daljnja istraživanja za morska područja, ali ništa u ovom izvješću ne treba shvatiti kao pravni, tehnički ili profesionalni savjet ili uslugu. Ovaj dokument ne određuje glavna područja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora (engl. *go-to renewable areas*) kao što je predloženo u planu REPowerEU.

Ni Europska banka za obnovu i razvoj, ni Obnovljivi izvori energije Hrvatske, ni autori nisu odgovorni za bilo kakav gubitak koji je pretrpjela bilo koja pravna ili fizička osoba koja se oslanja na ovaj vodič.

### AUTORI:

**Neven Duić**, FSB  
**Goran Krajačić**, FSB  
**Hrvoje Mikulčić**, FSB  
**Doris Beljan**, FSB  
**Željko Koren**, OIKON d.o.o.  
**Tarzan Legović**, OIKON d.o.o.  
**Zoran Poljanec**, OIKON d.o.o.  
**Branimir Radun**, OIKON d.o.o.  
**Nikolina Bakšić Pavlović**, OIKON d.o.o.  
**Maja Jurišić**, Pokret otoka  
**Marko Bertolino**, Pokret otoka  
**Blaženka Leib**, komunikacijska stručnjakinja  
**Ivan Komušanac**, Solar Blue d.o.o.

DIZAJN: [design.inmedia@gmail.com](mailto:design.inmedia@gmail.com)

KONTAKT: [info@oie.hr](mailto:info@oie.hr)

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>9</b>
<b>2. STRATEŠKI I PRAVNI OKVIR ZA RAZVOJ OBNOVLJIVIH IZVORA NA MORU</b>	<b>11</b>
2. 1. Pravni okvir EU	12
2. 2. Nacionalni okvir	13
2. 3. Prekogranični projekti OIE na moru	13
2. 4. Zajednički projekti OIE na moru u Europi	14
<b>3. PREGLED TEHNOLOGIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA MORU</b>	<b>15</b>
3. 1. Obnovljivi izvori energije na moru	16
3. 2. Sustavi poticanja u Europi	20
3. 3. Analiza troškova za vjetroelektrane na moru	22
3. 4. Sinergija s drugim tehnologijama	26
3. 5. Istraživanje i razvoj	28
3. 6. Lanac oskrbe OIE na moru	28
3. 7. Zahtjevi za vještinama	30
<b>4. UTJECAJ NA OKOLIŠ I POSTUPCI IZDAVANJA DOZVOLA ZA OIE NA MORU</b>	<b>32</b>
4. 1. Utjecaj OIE na moru na okoliš	33
4. 2. Postupci izdavanja dozvola u Europi	43
4. 3. Postupci izdavanja dozvola u Hrvatskoj	48
4. 4. Morska područja za OIE na moru u Hrvatskoj	51
4. 5. Mrežni priključak za OIE na moru	60

<b>5. JAVNO PRIHVAĆANJE I UKLJUČIVANJE LOKALNE ZAJEDNICE</b>	<b>63</b>
5. 1. Ključni dionici i sudionici	64
5. 2. Prihvaćanje javnosti OIE na moru	65
5. 3. Uključivanje zajednice u obnovljive izvore energije na moru	68
<b>6. AKCIJSKI PLAN</b>	<b>71</b>
<b>7. LITERATURA</b>	<b>77</b>
<b>8. POPIS TABLICA</b>	<b>85</b>
<b>9. POPIS SLIKA</b>	<b>87</b>

## SAŽETAK

Razvoj obnovljivih izvora energije na moru ovisi o nizu čimbenika. Nakon analize glavnih sektora na koje bi utjecao razvoj obnovljivih izvora energije na moru ova studija je identificirala više od 29.000 km<sup>2</sup> raspoloživog područja za obnovljive izvore energije na moru. To uključuje područja za vjetroelektrane (vjetroelektrane na moru i plutajuće vjetroelektrane) i za plutajuće fotonaponske elektrane.

U zoni niskog utjecaja u sjevernom Jadranu, identificirano morsko područje moglo bi primiti potencijalno 25 GW kapaciteta vjetroelektrana na moru. Ovo identificirano morsko područje je najpoželjnija opcija jer ima najmanji utjecaj na okoliš te najmanji vizualni utjecaj. Nadalje, ako bi se to proširilo na zone srednjeg utjecaja, potencijalni kapacitet vjetroelektrana na moru povećava se za dodatnih 32 GW.

Središnji i južni dio Jadrana imaju više od 26.000 km<sup>2</sup> raspoloživog područja za obnovljive izvore energije na moru. Zbog veće dubine mora ovo je područje poželjno za plutajuće vjetroelektrane i plutajuće fotonaponske elektrane.

Kako bi se pokrenuo razvoj obnovljivih izvora energije na moru, postoji niz točaka koje Vlada Republike Hrvatske mora inicirati.

Najvažniji korak je izrada *Državnog prostornog plana morskog područja*, što je prvi korak u uspostavljanju područja za obnovljive izvore energije na moru. Važno je planirati višenamjenski razvoj obnovljivih izvora energije na moru (npr. kolokacija s proizvodnjom vodika, korištenje postojeće infrastrukture za naftu i plin, proizvodnja hrane iz aktivnosti marikulture itd.). Međutim, Vlada Republike Hrvatske trebala bi osigurati velik broj raspoloživih područja za razvoj obnovljivih izvora energije na moru kako bi nositelji projekata mogli identificirati najisplativije lokacije.

Republika Hrvatska ima priliku uključiti obnovljive izvore energije na moru u sljedeću reviziju integriranog *Nacionalnog energetskog i klimatskog plana* koja se planira započeti ove godine. Nadalje, to bi se moglo iskoristiti i kao prilika da se Agencija za ugljikovodike identificira kao jedinstvena točka kontakta za nositelje projekta obnovljivih izvora energije na moru jer agencija ima veliko iskustvo u upravljanju natječajima za koncesije za naftu i plin te geotermalni sektor, ako se osiguraju potrebne izmjene zakonodavnog i podzakonskog okvira.

Kako bismo vidjeli prve obnovljive izvore energije na moru puštene u rad početkom idućeg desetljeća, važno je da se što prije utvrde državna tijela koja bi počela kontinuirana mjerenja i praćenja skupova podataka na moru, kao što su brzina i učestalost vjetra na većim nadmorskim visinama, hidrografska istraživanja i istraživanja okoliša.

Razvoj obnovljivih izvora energije na moru također ovisi o razvoju elektroenergetske mreže na kopnu i moru. Desetogodišnji planovi mrežnog razvoja operatora sustava također trebaju planirati integraciju velikih obnovljivih izvora energije na moru. To će zahtijevati ulaganja u elektroenergetsku mrežu na kopnu koja je već pod pritiskom brzog razvoja obnovljivih izvora energije na kopnu.

Sektor obnovljive energije u moru relativno je nov i zahtijeva specifične vještine i stručnost. Trebat će vremena da se steknu potrebne vještine i stručnost. Stoga bi Vlada Republike Hrvatske trebala razviti sektorski sporazum obnovljivih izvora energije na moru i istražiti uključivanje necjenovnih kriterija u natječaje kojima bi se nagrađivale intencije nositelja projekata da ulažu u programe obuke i obrazovanja kao i u lokalni lanac opskrbe.

Tijekom gradnje obnovljivih izvora energije na moru aktivnosti drugih sektora (npr. ribarstvo)

obično su ograničene. Stoga bi nositelji projekata trebali surađivati s ribarima još u fazi odbira lokacije i istražiti mogućnosti njihova zapošljavanja ili suradnje s njima tijekom projekta.

Nakon što je projekt realiziran on može funkcionirati u sinergiji s ribarstvom, zaštitom bioraznolikosti, vojnim i civilnim zrakoplovstvom itd. Imenovana državna tijela trebala bi biti odgovorna za objavljivanje podataka na moru (npr. lokacija podmorskih kabela) koji se mogu koristiti u drugim sektorima kako bi svoje aktivnosti obavljali na siguran način. Nadalje, kako bi postojala jedinstvena pravila za sva morska područja namijenjena za obnovljive izvore energije na moru, Vlada Republike Hrvatske treba definirati opća pravila pristupa. Opća pravila pristupa trebala bi precizno definirati koje su aktivnosti dopuštene unutar tog morskog područja i u njegovoj blizini.

Također je važno osigurati visoku razinu uključenosti zajednice u razvoj obnovljivih izvora energije na moru. Imenovana državna tijela trebaju razviti komunikacijsku strategiju za obnovljive izvore energije na moru koja će identificirati ključne dionike i kako s njima komunicirati. Imenovana državna tijela trebala bi pronaći najprikladniji poslovni model za uključivanje lokalnih zajednica, provoditi kampanje za podizanje svijesti i organizirati okrugle stolove s dionicima.

## POPIS KRATICA

Kratica	Puni naziv
CEEAG	Smjernice o državnim potporama za klimu, zaštitu okoliša i energiju
CEF	Instrument za povezivanje Europe
CfD	dvosmjerni ugovor o razlici
DEA	Danska energetska agencija
EK	Europska komisija
EPC	projektiranje, isporuka i izgradnja
EU	Europska unija
FN	fotonapon
HVAC	visokonaponska izmjenična struja
HVDC	visokonaponska istosmjerna struja
LCOE	nivelizirani trošak električne energije
NVO	nevladine organizacije
O&M	rad i održavanje
OIE	obnovljivi izvori energije
PPI	potencijalna područja interesa
PPMP	prostorno planiranje morskog područja
TSO	operator prijenosnog sustava
ZPDML	Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama
ZPU	Zakon o prostornom uređenju

# **1. UVOD**

Iako raste udio kopnenih obnovljivih izvora energije, uglavnom vjetroelektrana i fotopaponskih elektrana (u dalnjem tekstu: FN), udio obnovljivih izvora energije (u dalnjem tekstu: OIE) u Europskoj uniji (u dalnjem tekstu: EU) u 2021. godini doseguo je samo 21,8 posto.

Kako bi se ostvario ambiciozni cilj EU za obnovljive izvore energije od 42,5 do 45% za 2030. i klimatska neutralnost do 2050., obnovljivi izvori energije na moru također će morati pridonijeti proizvodnjom obnovljive energije.

OIE na moru već pridonosi dekarbonizaciji energetskog sektora u drugim dijelovima Europe. Od svih tehnologija OIE na moru, vjetroelektrane na moru su najzrelija tehnologija s instaliranim 30 GW u Europi. Ujedinjeno Kraljevstvo ima 14 GW vjetroelektrana na moru, slijedi Njemačka s 8 GW i Nizozemska s 3 GW (WindEurope, 2023.).

Međutim, u Sredozemnom moru znatno je manja upotreba OIE na moru zbog viših troškova od obnovljivih izvora energije na kopnu. U Sredozemnom moru instalirano je manje od 35 MW OIE na moru, pri čemu Italija ima 30 MW vjetroelektrana na moru i 3,4 MW energije plime i oseke. Međutim, broj projekata vjetroelektrana na moru i plutajućih vjetroelektrana u Italiji, Grčkoj, Francuskoj i Španjolskoj brzo raste.

Osim u dekarbonizaciji postojeće potražnje za električnom energijom, OIE na moru mogao bi pomoći u pokrivanju povećane potražnje za električnom energijom zbog izravne elektrifikacije gospodarstva (elektrifikacija prometa, zgradarstva i industrije). Projekti OIE na moru velikih razmjera u sjevernoj i sjeverozapadnoj Europi također su planirani za namjensku proizvodnju vodika koji će biti potreban za dekarbonizaciju sektora koje je teško smanjiti, kao

što su visokotemperaturni industrijski procesi, zrakoplovstvo i pomorstvo.

U posljednjih nekoliko godina u Europi raste potreba za OIE na moru. Europa se suočila s visokim cijenama plina i struje zbog rata u Ukrajini. Međutim, projekti OIE na moru imaju znatno dulje vrijeme gradnje u usporedbi s kopnenim projektima OIE zbog svoje veličine i složenosti. Kako bi se iskoristio potencijal OIE na moru u Hrvatskoj početkom 2030-ih, važno je što prije početi s razvojem zakonodavnog okvira za OIE na moru.

## **2. STRATEŠKI I PRAVNI OKVIR ZA RAZVOJ OBNOVLJIVIH IZVORA NA MORU**

## 2. 1. PRAVNI OKVIR EU

Vodič za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj je već utvrdio strateški i pravni okvir za obnovljive izvore energije (u dalnjem tekstu: OIE), što se odnosi i na energiju iz obnovljivih izvora na moru. (EnergoVizija, 2022.).

Najvažniji strateški okvir za OIE na moru je Strategija EU o energiji iz obnovljivih izvora na moru ([Europska komisija, Strategija EU-a za iskoristavanje potencijala energije iz obnovljivih izvora na moru za klimatski neutralnu budućnost, COM \(2020\) 741](#)), koja postavlja cilj od 60 GW energije vjetroelektrana na moru i 1 GW energije oceana do 2030. Do 2050., te bi se brojke povećale na 300 GW vjetroelektrana na moru i 40 GW energije oceana. Europska komisija (u dalnjem tekstu: EK) utvrdila je glavne izazove i prijedloge za usvajanje OIE na moru:

- pomorsko prostorno planiranje trebalo bi omogućiti održivo upravljanje prostorom i resursima
- novi pristup energiji iz obnovljivih izvora na moru i mrežnoj infrastrukturi trebao bi uključivati mogućnost tzv. hibridnih projekata
- potrebna je mobilizacija ulaganja privatnog sektora u energiju iz obnovljivih izvora na moru, pri čemu fondovi EU moraju imati ulogu potpore tom sektoru
- poticanje istraživanja i inovacija važan je preduvjet za široku primjenu energije iz obnovljivih izvora na moru
- potreban je snažniji lanac opskrbe i vrijednosti diljem Europe.

Nakon ruske invazije na Ukrajinu, EK je predstavila plan REPowerEU ([Europska komisija, plan REPowerEU, COM \(2022\) 230](#)) kako bi smanjila ovisnost EU o ruskim fosilnim gorivima. Plan REPowerEU istaknuo je potrebu diverzifikacije izvora energije u EU (gradnjom više kapaciteta

energije vjetroelektrana na moru i kapaciteta za proizvodnju vodika) i potrebu ubrzanja izdavanja dozvola za OIE.

Direktiva o prostornom planiranju morskog područja ([Direktiva 2014/89/EU o uspostavi okvira za prostorno planiranje morskog područja](#)) uspostavlja okvir za prostorno planiranje morskog područja i integrirano upravljanje obalnim područjem od strane država članica s ciljem promicanja održivog rasta pomorskih gospodarstava, održivog razvoja morskih područja i održivog korištenja morskih resursa. Direktiva također obvezuje države članice da izrade državne prostorne planove morskih područja koji moraju uključivati:

- interakcije kopno – more
- pristup temeljen na ekosustavu
- usklađenost između PPMP-a i drugih procesa kao što je integrirano obalno upravljanje
- uključenost dionika
- korištenje najboljih dostupnih podataka
- prekogranična suradnja između država članica
- i suradnja s trećim zemljama.

Uredba TEN-E ([Uredba \(EU\) 2022/869 o smjernicama za transeuropsku energetsku infrastrukturu](#)) postavlja okvir za razvoj bolje povezanih energetskih mreža i osigurava financiranje nove energetske infrastrukture. Uredba također ima cilj da se planiranje odobalne infrastrukture udalji od pojedinačnog projekta na koordinirani sveobuhvatni pristup integriranih odobalnih mreža.

S obzirom na visoke cijene struje koje su nastale kao posljedica rata u Ukrajini, Vijeće Europske unije predstavilo je Uredbu za rješavanje pitanja visokih cijena energije ([Uredba Vijeća \(EU\) 2022/1854 o hitnoj intervenciji za rješavanje pitanja visokih cijena energije](#)). Uredba je ograničila tržišne prihode od odabranih izvora energije (uključujući OIE na moru) na 180 €/MWh. Iako ta privremena mjera traje do 30. lipnja

2023., prilikom razvoja OIE na moru trebalo bi razmotriti potencijalno ograničenje prihoda jer bi se ta mjera mogla produljiti.

Potkraj 2022. Vijeće Europske unije također je predstavilo Uredbu za ubrzanje izdavanja dozvola za OIE ([Uredba Vijeća \(EU\) 2022/2577 o utvrđivanju okvira za ubrzavanje uvođenja energije iz obnovljivih izvora](#)). Uredba utvrđuje pravila za projekte koji počinju izdavanjem dozvola od 22. prosinca 2022. na razdoblje od 18 mjeseci, ali države članice mogu primijeniti ovu uredbu na projekte koji su trenutačno u postupku izdavanja dozvola. Uredba ima revizijsku klauzulu i ona se može produljiti ako je potrebno. Poglavlje 4.2 – Postupci izdavanja dozvola u Europi detaljnije prikazuje utjecaj uredbe na razvoj OIE na moru.

Nadalje, u vrijeme pisanja ove publikacije europske institucije radile su na reviziji Direktive o obnovljivoj energiji i reformi načela tržišta električne energije u EU.

## 2. 2. NACIONALNI OKVIR

Hrvatski strateški okvir koji je identificiran u *Vodici za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj* (Strategija energetskog razvoja, Nacionalni energetski i klimatski plan i Strategija niskougljičnog razvoja) ne uključuje ciljeve i mjere eksplicitno za OIE na moru. Međutim, Strategija niskougljičnog razvoja spominje vjetroelektrane na moru kao jednu od tehnologija koja bi mogla pridonijeti dekarbonizaciji hrvatske elektroenergetske mreže.

Iako Republika Hrvatska mora razviti vlastito prostorno planiranje morskog područja (u dalnjem tekstu: PPMP) kako je propisano PPMP direktivom, za hrvatsko pomorsko područje ne postoji ni jedan PPMP. Trenutno svaki razvoj OIE na moru u Hrvatskoj ovisi o uključivanju područja OIE na moru u županijske prostorne planove.

Povrh pravnog okvira za OIE, OIE na moru mora se pridržavati postupaka i zahtjeva navedenih u Zakonu o pomorskom dobru i morskim luka-ma, Zakonu o prostornom uređenju i Zakonu o koncesijama.

Zakon o pomorskom dobru i morskim luka-ma ([NN. 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11, 56/16, 98/19](#)) regulira načine korištenja pomorskih područja te postupak potreban za njihovu koncesiju. U vrijeme pisanje ove studije Zakon je u procesu izmjene.

Zakon o prostornom uređenju ([NN. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, i 98/19](#)) regulira sustav prostornog planiranja, uključujući stvaranje, usvajanje i provedbu prostornih planova. Zakon je također u procesu izmjene u vrijeme pi-sanja ove publikacije.

Zakon o koncesijama ([NN. 69/17, 107/20](#)) regulira postupak za dobivanje koncesije, uključujući i pomorsko područje.

Nositelji projekata trebaju se pridržavati i Pomorskog zakonika ([NN. 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13, 26/15, 17/19](#)), koji propisuje dje-latnosti brodova u morskom području.

Poglavlje 4.3 – Postupci izdavanja dozvola u Hrvatskoj detaljnije prikazuje postupke ishođenja dozvola za OIE na moru iz navedenih zakona.

## 2. 3. PREKOGRANIČNI PROJEKTI OIE NA MORU

Iako postoji samo jedan operativni prekogra-nični projekt OIE na moru (*Kriegers Flack* vjetroelektrana na moru u Baltičkom moru), broj prekograničnih OIE na moru projekata u razvoju raste. Najveći interes je vidljiv u vjetroelektranama na moru, koje povezuju dvije ili više zemalja, kao što je prikazuje Slika 1.

Europski zeleni plan ([Europska komisija, Europski zeleni plan, COM \(2019\) 640](#)) utvrdio je da će povećanje proizvodnje OIE na moru biti nužno temeljiti na regionalnoj suradnji država članica.

Uredba TEN-E postavlja okvir za „jedinstvene kontaktne točke“ koji će omogućiti više prekograničnih OIE projekata na moru.

Uredba TEN-E također regulira da će Europska mreža operatora prijenosnih sustava za električnu energiju (ENTSO-E) pripremiti planove za razvoj integrirane odobalne mreže uspostavljanjem pet prioritetnih koridora odobalnih mreža. Hrvatska pripada pod južni i istočni koridor odobalne mreže, povezujući se s Bugarskom, Grčkom, Italijom, Ciprom, Rumunjskom i Slovenijom. Kao dio TEN-E uredbe, sedam se zemalja dogovorilo na neobvezujući sporazum s ciljem od 25,9 GW OIE na moru kapaciteta do 2050. godine (s tim da Hrvatska ima cilj od 0,51 GW do 2030., 1,2 GW do 2040. i 3 GW do 2050.) (Europska komisija, 2023.).

## 2. 4. ZAJEDNIČKI PROJEKTI OIE NA MORU U EUROPI

Iako su Direktiva o obnovljivim izvorima energije ([Direktiva \(EU\) 2018/2001 o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora](#)) i provedbena uredba o mehanizmu Unije za financiranje energije iz obnovljivih izvora ([Provedbena uredba \(EU\) 2020/1294 o mehanizmu Unije za financiranje energije iz obnovljivih izvora](#)) postavile okvir za zajedničke projekte OIE u Europi, došlo je do ograničenog razvoja zajedničkih projekata.

Za razvoj energetskih otoka u Sjevernom moru bilo je potpisano nekoliko sporazuma o suradnji. Međutim, samo Latvija i Estonija rade na zajedničkom projektu energije vjetroelektrane na moru – Elwind od 2020. godine, a puštanje u rad očekuje se od 2030. (ELWIND, 2023.).

Slika 1. Prekogranični projekti vjetroelektrana na moru u Europi (WindEurope, 2022.)



# **3. PREGLED TEHNOLOGIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA MORU**

### 3. 1. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE NA MORU

OIE na moru mogu se podijeliti na energiju vjetroelektrane na moru, energiju oceana, plutajuće fotonaponske elektrane, energiju dobivenu iz morskih geotermalnih izvora i bioenergiju dobivenu iz morskih algi. Energija oceana dijeli se u pet kategorija: energija valova, strujanje plime i oseke, raspon plime i oseke, toplinski gradijent (konverzija termalne energije oceana – OTEC) i gradijent saliniteta. Sve te tehnologije imaju potencijal u različitim dijelovima svijeta i poznate su već godinama. Ova studija usredotočuje se na tehnologije koje će se graditi na velikoj razini (engl. „utility-scale“) u sljedećih nekoliko godina.

Tablica 1 prikazuje pregled nedavne studije Europske komisije koja je identificirala potencijal tehničkih resursa za OIE na moru u Sredozemnom moru. U njemu Hrvatska ima više od 1.158 km<sup>2</sup> raspoložive površine za vjetroelektrane na moru i 18.104 km<sup>2</sup> za plutajuće vjetroelektrane. Prevedeno u podatke o kapacitetu i godišnjoj proizvodnji električne energije, to bi značilo da Hrvatska ima potencijal za više od 8,1 GW vjetroelektrana na moru (koje bi mogle proizvesti više od 17,9 TWh) i 126,7 GW plutajućih vjetroelektrana (koje bi mogle proizvesti više od 313 TWh godišnje). Studija je također utvrdila da zbog nedostatka tehničkih resursa, gotovo da nema po-

tencijala za elektrane na energiju valova i energiju plime i oseke u hrvatskim vodama (Europska komisija, Glavna uprava za energetiku, Staschus, K., Kielichowska, I., Ramaekers, L., et al., 2020.).

Plutajući FN potencijal nikada nije bio mapiran za Hrvatsku zbog obilne raspoložive površine i nedoumica o mogućem kapacitetu snage po površini jer je tehnologija manje razvijena nego vjetroelektrane na moru. Dok Republika Hrvatska u svojim strateškim dokumentima nema eksplicitne ciljeve kapaciteta za OIE na moru, zemlje poput Francuske, Grčke, Italije i Španjolske imaju ciljeve kapaciteta za OIE na moru do 2030. godine.

Sljedeći odlomci dat će detaljniji opis najperspektivnijih OIE tehnologija na moru u Hrvatskoj.

#### VJETROELEKTRANE NA MORU (ENGL. BOTTOM-FIXED OFFSHORE WIND)

Kada se uspoređuju tehnologije OIE na moru, vjetroelektrane na moru su najrazvijenije jer je već više zemalja u Europi i svijetu instaliralo znatan kapacitet. U posljednjem desetljeću, godišnji prosjek novoinstaliranih kapaciteta vjetroturbina na moru udvostručio se s 3,9 MW na 8 MW. Prosječna veličina komercijalnih vjetroelektrana na moru porasla je s 200 MW u 2009. godini na 800 MW u 2020. godini (ETIP Wind, 2021.). Protekle godine nove instalacije vjetroelektrana u Europi bile su 19,1 GW. Od njih, 2,5 GW bile su na moru. Većina

Tablica 1. Potencijal tehničkih resursa za Hrvatsku (Europska komisija, Glavna uprava za energetiku, Staschus, K., Kielichowska, I., Ramaekers, L., et al., 2020.)

	Vjetroelektrane na moru (2030.)	Vjetroelektrane na moru (2050.)	Plutajuće vjetroelektrane (2030.)	Plutajuće vjetroelektrane (2050.)	Elektrane na energiju valova (2030. i 2050.)	Elektrane na energiju plime i oseke (2030. i 2050.)
Raspoloživa površina (km <sup>2</sup> )	1.158	1.468	18.104	18.414	0	0
Potencijal proizvodnje (TWh/god)	17,9	22,9	313,2	325,3	0	0
Potencijal snage (GW)	8,1	10,3	126,7	128,9	0	0

- \*uzevši u obzir:
- 1) minimalna udaljenost od obale od 12 nautičkih milja
  - 2) maksimalna dubina od 50 m za vjetroelektrane na moru i 1.000 m za plutajuće vjetroelektrane
  - 3) maksimalna udaljenost od obale od 200 km

tih instalacija je u Velikoj Britaniji s 1,2 GW kapaciteta, dok je u Francuskoj instalirano 480 MW, a u Nizozemskoj 369 MW (WindEurope, 2023.).

Vjetroturbine na moru imaju mnoge prednosti u odnosu na one na kopnu. Glavna prednost je u tome što su brzine vjetra na moru više i češće, što omogućuje stabilniju proizvodnju električne energije. To je zato što nema prepreka na kopnu koje uzrokuju veću hrapavost površine i niže brzine vjetra.

Usto, vjetroelektrane na moru obično imaju veću dostupnu površinu od vjetroelektrana na kopnu. Najveća na svijetu vjetroelektrana na moru sastoji se od 165 vjetroturbina ukupne snage 1,3 GW (Orsted, 2022.).

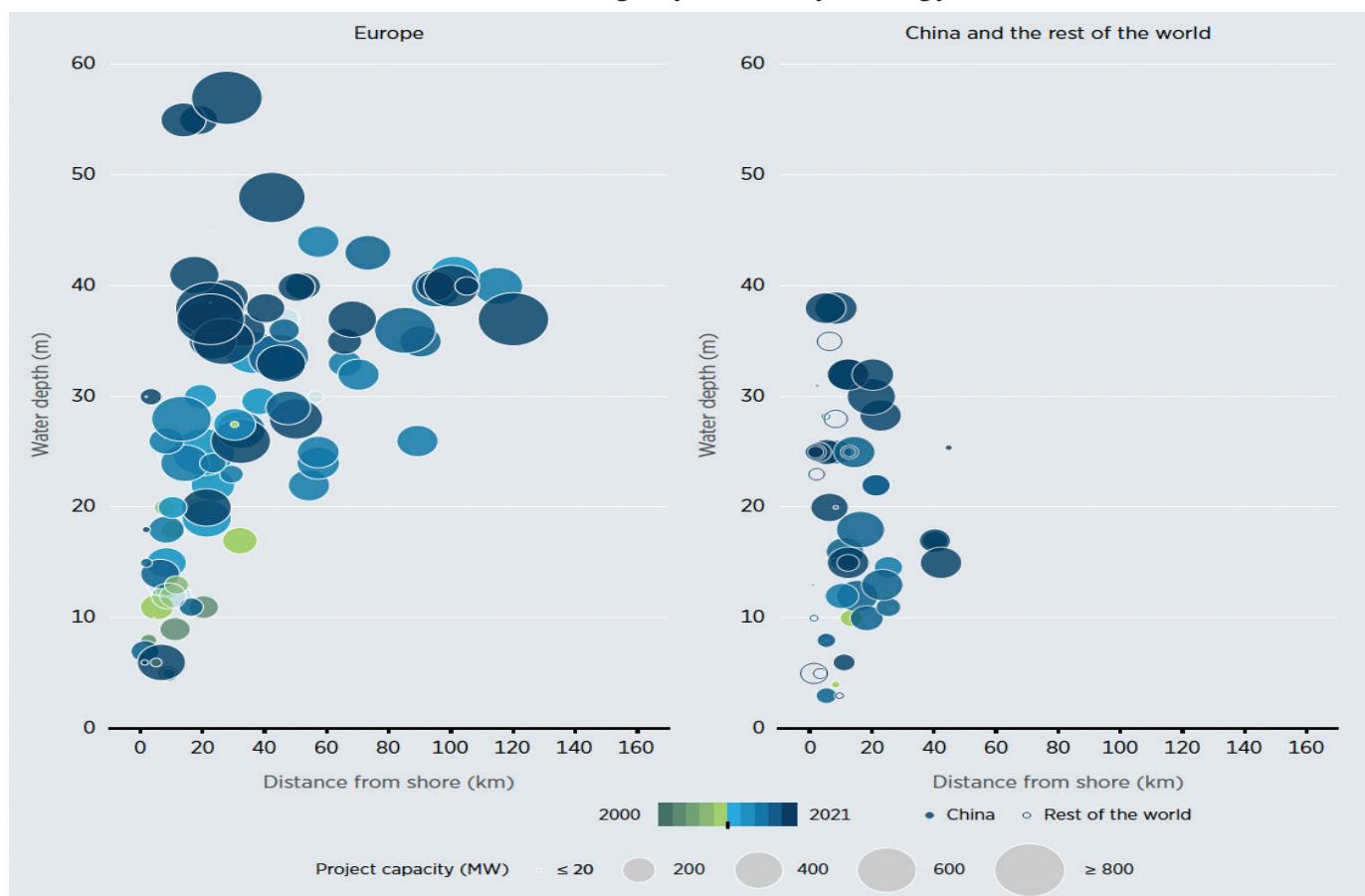
Budući da su vjetroelektrane na moru općenito udaljenije od naseljenih područja, manje je pritužbi zbog buke i vizualnog utjecaja.

Nedostaci su vezani uz veće kapitalne troškove zbog većih troškova instalacije (instalacija podvodnih kabela, podstrukture, trafostanice na moru itd.), koji zahtijevaju uključivanje nekoliko plovila na moru. Rad i održavanje (u daljem tekstu: O&M) na moru može biti vremenski zahtjevno (Green Coast, 2019.), a teški uvjeti na moru mogu rezultirati visokim troškovima održavanja (Dreyer, 2017.).

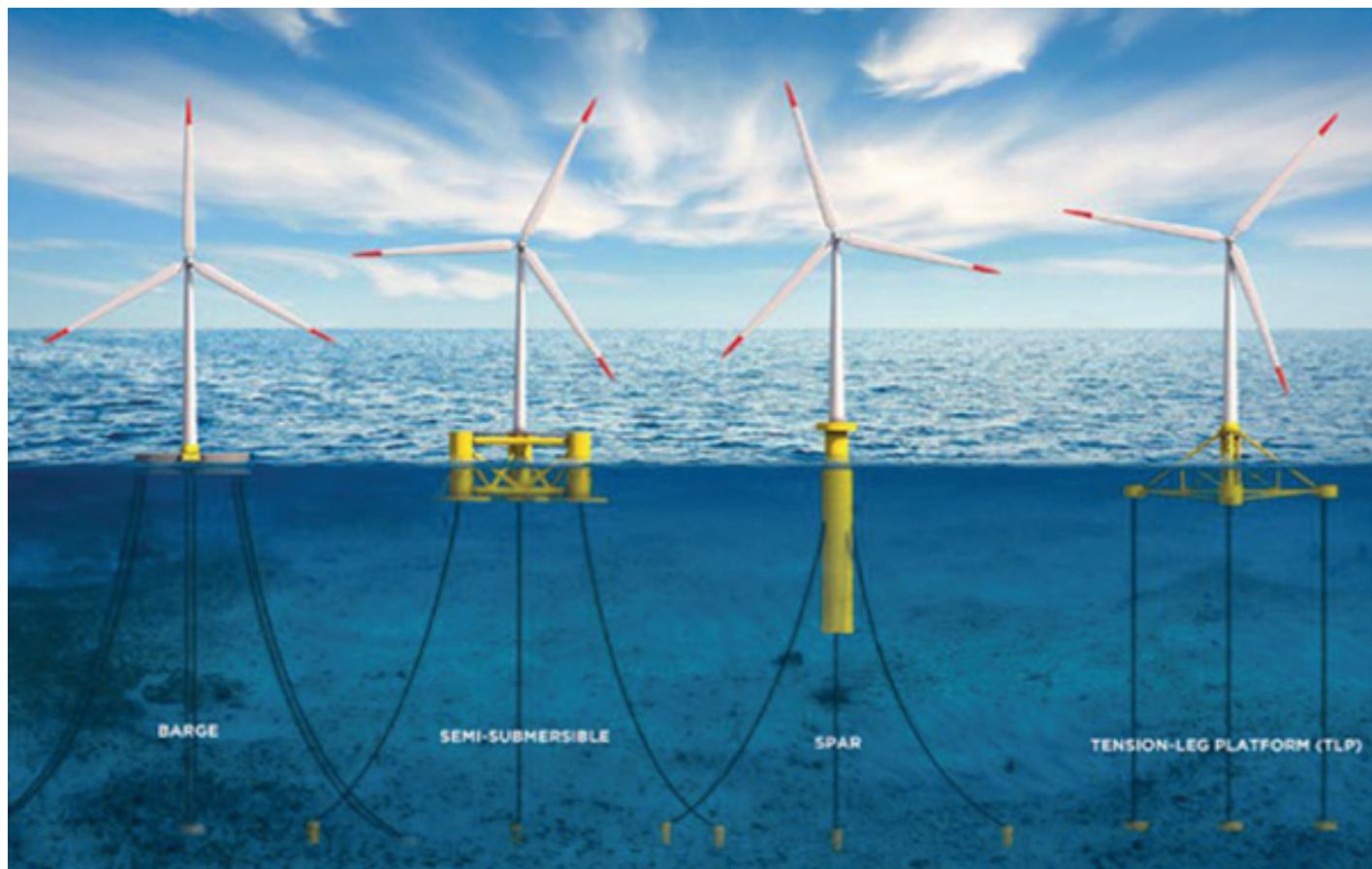
S druge strane, vjetroelektrane na moru imaju veći faktor iskorištenosti od onih na kopnu zbog boljih uvjeta vjetra na moru, ali i zato što su vjetroelektrane na moru veće i više od kopnenih. Faktori iskorištenosti u Europi povećali su se s 39% u 2010. na 48% u 2021. (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.).

Jedan od razloga je taj što se projekti sve više udaljuju od obale kako bi iskoristili bolje uvjete vjetra. Slika 2 pokazuje da se projekti vjetro-

*Slika 2. Prosječna udaljenost od obale i dubina vode za vjetroelektrane na moru, 2000.-2021.  
(IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.)*



Slika 3. Vrste temelja plutajućih vjetroelektrana (WindEurope, 2018.).



elektrana na moru u Europi spuštaju na veću dubinu (gotovo do 60 m dubine), dok se drugi projekti premještaju dalje od obale (120 km od obale). Ovisno o uvjetima morskog dna nositelji projekata vjetroelektrana na moru obično biraju temelje između cjevastih pilota i "jacket" pilota. Cjevasti piloti su najčešći i čine otprilike 81% svih temelja za vjetroelektrane na moru u Europi, slijede ih "jacket" piloti (WindEurope, 2020.).

Osim smanjenja kapitalnih i operativnih troškova sektor vjetroelektrana na moru u Europi također je imao koristi od ekonomije razmjera jer se prosječna veličina vjetroelektrana na moru u Europi povećala sa 25 MW u 2000. na 591 MW u 2021. godini. Sve to rezultiralo je nizim niveliziranim troškom električne energije (u dalnjem tekstu: LCOE). U Europi je LCOE pao sa 163 USD/MWh iz 2010. godine na 65 USD/MWh u 2021. godini (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.).

## PLUTAJUĆE VJETROELEKTRANE

Kada se radi o ograničenjima dubine mora, plutajuće vjetroelektrane imaju prednost u odnosu na tradicionalne vjetroelektrane na moru. Udaljavanje od obale (na dubine od 50 do 1.000 metara) omogućava hvatanje još jačih i stabilnijih vjetrova nego što je to slučaj s vjetrovima uz obalu.

S aspekta instalacije i O&M-a plutajuće vjetroelektrane mogu ponuditi dodatne prednosti u odnosu na vjetroelektrane na moru. Plutajuće vjetroelektrane mogu se sastaviti na kopnu i odvući na utvrđenu lokaciju, što omogućava niže troškove instalacije. Aktivnosti O&M-a također mogu imati koristi od teglenja plutajućih vjetroelektrana na obalu radi održavanja. Međutim, plutajuće vjetroelektrane su skuplje od vjetroelektrana na moru zbog nedostatka ekonomije razmjera i nedostatka velikih projekata u Europi (WindEurope, 2021.).

Ne postoji standardna struktura temelja za plutajuće vjetroelektrane. Temelji se proučavaju s obzirom na uvjete vjetra, veličinu vjetroagregata, dubinu mora, valove, struje, geologiju, itd. (Thomson & Harrison, 2015.). Slika 3 prikazuje četiri vrste temelja plutajućih vjetroelektrana na moru. Barka, polu-podložan i jarbol su labavo vezani za morsko dno, a platforma s napetim nogama je čvrsto vezana za morskom dno.

Od 2021. Europa ima kapacitete plutajućih vjetroelektrana od 113 MW. Najveća vjetroelektrana je Kincardine u Ujedinjenom Kraljevstvu s kapacitetom od 50 MW. Portugal, Norveška, Španjolska i Francuska također imaju plutajuće kapacitete (WindEurope, 2022.).

## PLUTAJUĆI FN

Iako je počela kao tehnologija za jezera i rezervoare kako bi se spriječila evaporacija vode, plutajući FN postaje sve popularnija tehnologija diljem svijeta: do 2020. godine instalirano je više od 2,6 GW (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2021.). Većina kapaciteta instalirana je na unutarnjim vodenim površinama, ponajprije u Aziji.

Plutajući FN počelo se širiti na obalna područja (lagune i uvale) i otvoreno more kako bi se stvorila dodatna mjesta za implementaciju FN

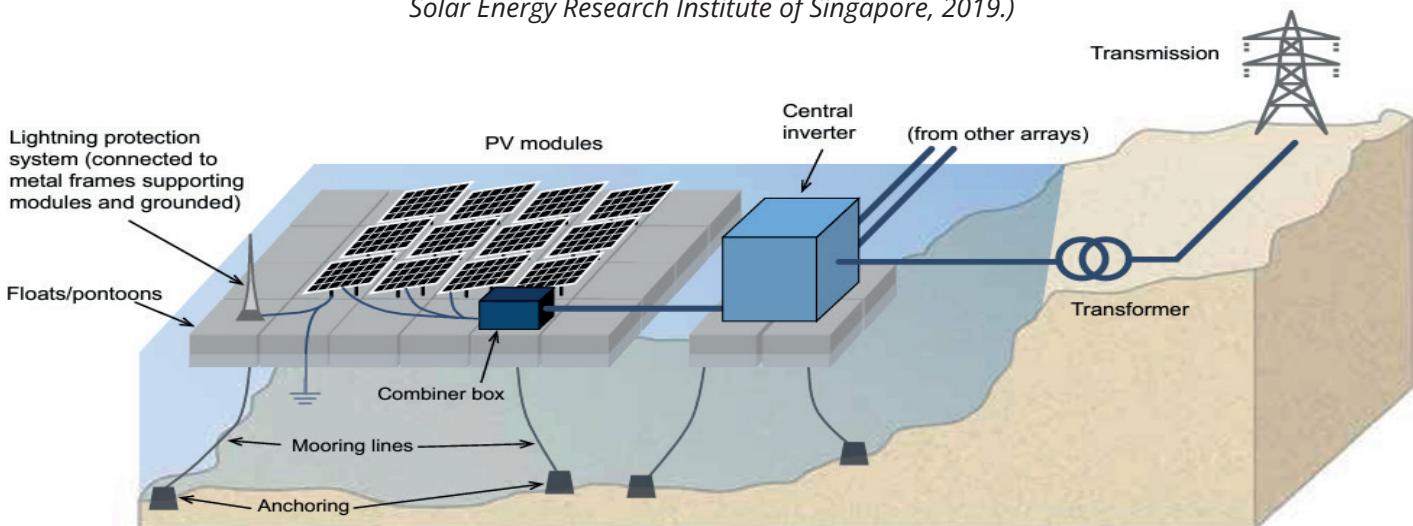
sustava. Izloženost otvorenom moru može rezultirati većom učinkovitošću FN sustava zbog hlađenja koje pružaju more i otvoreni vjetrovi (World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program; Solar Energy Research Institute of Singapore, 2019.). Slika 4 prikazuje shemu velikog plutajućeg FN sustava.

Nekoliko europskih tvrtki uspješno posluje s plutajućim FN-om na moru koji se suočavaju s visokim valovima. Oceans of Energy radi na elektrani North Sea 2 snage 1 MW, koja je udaljena 12 km od obale, i suočava se s valovima od gotovo 14 metara (Oceans of Energy, 2022.). Ocean Sun radi na plutajućem FN sustavu snage 0,5 MW koji je u hibridnoj vezi s vjetroelektranom na moru (Ocean Sun, 2022.).

U dva odvojena projekta vjetroelektrana na moru u Nizozemskoj, nositelji projekata su objavili su da će uključiti plutajuće FN projekte. RWE će imati sustav od 5 MW u svojoj vjetroelektrani *Hollandse Kust West* snage 760 MW (PV magazine, 2022.), dok su Shell i Eneco najavili plutajuće solare i proizvodnju vodiča u svojoj vjetroelektrani *Hollandse Kust Noord* snage 759 MW (Offshorewindbiz, 2020.).

Plutajući FN sustavi na moru u Hrvatskoj mogu se koristiti zajedno s projektima vjetroelektrana na

Slika 4. Shema velikog plutajućeg FN sustava (World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program; Solar Energy Research Institute of Singapore, 2019.)



otvorenome moru ili u područjima uz obalu kako bi se podržala dekarbonizacija udaljenih otoka. Plutajući FN ne samo što može pomoći u zadovoljavanju povećane potražnje za električnom energijom zbog klimatizacije i turizma ljeti, već se može koristiti i za napajanje postrojenja za desalinizaciju, koja zahtijevaju električnu energiju.

### 3. 2. SUSTAVI POTICANJA U EUROPI

Sustavi poticanja za OIE na moru su mehanizmi stabilizacije prihoda jer su OIE na moru projekti kapitalno intenzivni i u većini slučajeva finansiraju se projektnim financiranjem. Zajmodavci kapitalno intenzivnih projekata obično zahtijevaju neku vrstu jamstva prihoda, što se može učiniti putem sustava poticanja i/ili ugovora o kupnji električne energije (*engl. Power Purchase Agreement*). To je posebno važno za projekte koji imaju procijenjeni životni vijek od 20 godina i više jer će neizvjesnost budućih cijena energije povećati njihove troškove financiranja.

Državne sheme potpore za OIE u EU podliježu pravilima EU o državnim potporama. Takve potpore moraju prethodno dobiti odobrenje Europske komisije u skladu sa [Smjernicama o državnim potporama za klimu, zaštitu okoliša i energiju \(u dalnjem tekstu: CEEAG\)](#), osim ako se mogu izuzeti u skladu s [Općom uredbom o skupnom izuzeću](#).

Početkom 2000-ih, "Feed-in" tarife bile su glavni sustav poticaja za OIE na moru, ali kako su države članice EU počele primjenjivati CEEAG, poticaji temeljeni na tržištu kroz natjecanje postali su standard. Trenutno najčešći sustav poticaja je dvosmjerni ugovor o razlici (u dalnjem tekstu: CfD) koji se dodjeljuje putem natječaja.

Dvostrani CfD-ovi su preferirana opcija za privatni i javni sektor jer nude fiksnu cijenu za proizvedenu električnu energiju, ali ovise o veleprodajnom tržištu. Kada je cijena na tržištu niža od

cijene iz natječaja, država plaća razliku nositelju projekta. Kada je cijena na tržištu viša od cijene iz natječaja, nositelj projekta vraća razliku državi.

Donedavno, CfD-ovi su se dodjeljivali putem natječaja gdje je kriterij za odabir bio najniža cijena po MWh proizvedene električne energije. Međutim, najnovije promjene u CEEAG-u dopuštaju državama članicama da aukcije zasnovane na cijeni mogu uključivati do 30% kriterija koji nisu vezani uz cijenu kao kriterije za odabir. Takvi kriteriji mogu uključivati:

- održivost i biološku raznolikost
- integraciju sustava i inovacije
- razvoj lanca opskrbe
- prednosti za zajednice, itd.

Nadalje, najnoviji razvoji na tržištu energije zbog rata u Ukrajini pokazuju da dvostrani CfD-ovi sprječavaju visoke cijene na veleprodajnom tržištu električne energije, istodobno onemoćujući neočekivane dobiti (koje su uobičajene kod jednostranih CfD-ova).

Neke su se države susrele s vrlo snažnim smanjenjima troškova za OIE na moru, što ih je potaknulo na istraživanje razvoja OIE na moru bez poticaja. Međutim, natječaji za OIE na moru vrlo su specifični za svaku zemlju, a cijena za proizvodnju energije ovisi o svojstvima morskog dna, vjetru, duljini podrške, indeksaciji, kapitalnim troškovima, itd. U sljedećim odlomcima dajemo pregled nekoliko europskih sustava poticaja za OIE na moru, što je važno za razumijevanje razlika u cijenama na natječajima.

### DANSKA

Danska razlikuje dvije vrste projekata OIE na moru: vjetroelektrane u blizini obale i vjetroelektrane na moru dane koncesijom. Projekte u blizini obale identificiraju i razvijaju nositelji projekata. Vjetroelektrane u blizini obale natječu se u

istom natječaju "pay-as-bid" kao i vjetroelektrane na kopnu i solarni FN sustavi. Posljednji natječaj pod ovom shemom održan je u listopadu 2021., kada natječaj za 429 MW nije dobio nijednu ponudu zbog niskih cijena (Enerdata, 2021.).

Sustav poticanja za vjetroelektrane na moru dane koncesijom u Danskoj je dvosmjerni CfD za unaprijed određeno područje. U najnovijem natječaju, RWE je dobio 30-godišnju koncesiju za 1 GW Thor vjetroelektranu na moru putem lutrijskog sustava. Lutrijski sustav morao se koristiti jer je više ponuditelja ponudilo najnižu cijenu od 0.0013€/MWh. Nakon plaćanja unaprijed definirane gornje granice plaćanja koncesije od 375 milijuna eura danskoj vladi, RWE će ostvariti prihod prodajom električne energije na tržištu (Clean Energy Wire, 2021.).

## NJEMAČKA

Njemački sustav poticanja kontinuirano se razvija posljednjih godina. Vlada je u početku dopustila nositeljima projekata da sami biraju područja za razvoj projekata (decentralizirani model), ali se onda prebacila na centralizaciju procesa stavljanjem na natječaj prethodno određena područja (u nekim slučajevima područja koje razvijaju nositelji projekata po decentraliziranom modelu).

Najnovije promjene u njemačkom zakonodavstvu za vjetroelektrane na moru sada će omogućiti i centralizirani i decentralizirani razvoj vjetroelektrana na moru.

Pod centraliziranim modelom razvoja, njemačka Vlada će unaprijed razviti planirano područje i godišnje ga stavljati na natječaj: nositelji projekata natjecat će se za ugovore za dvosmjerni CfD na 20 godina, koji nisu indeksirani. Kriteriji za odabir temeljiti će se na katalogu kvalitativnih kriterija:

- 60 od 100 mogućih bodova temeljiti će se na ponuđenoj cijeni i

- 40 bodovana sljedećim kriterijima: korištenje zelene energije i zelenog vodika u projektu, kvota obrazovanja i osposobljavanja, zaključivanje ugovora o kupoprodaji energije, biološka raznolikost i zaštita prirode u projektu.

Pod decentraliziranim modelom, nositelji projekata će utvrditi potencijalna područja, a nakon što vlada odluči otvoriti natječaj za kapacitete vjetroelektrana na moru, nositelji projekata će se natjecati isključivo na temelju cijene – što sada također omogućuje negativno licitiranje. To će rezultirati da će investitori morati platiti za pravo gradnje vjetroelektrane na moru (WindEurope, 2022.).

## NIZOZEMSKA

Agencija za poduzetništvo Nizozemske (RVO) dodjeljuje pravo gradnje za vjetroelektrane na moru na prethodno određenim lokacijama putem modela bez potpore. "Site VII" Hollandse Kust West pušten je na natječaj putem necjenovnih kriterija za integraciju sustava. RWE je dobio pravo gradnje 760 MW vjetroelektrane na moru, uključujući 600 MW elektrolizera na kopnu za proizvodnju obnovljivog vodika, 225 MW e-kotlova za centralizirano grijanje i industrijsku primjenu, baterije i plutajuće FN. Sve ove tehnologije omogućiti će veće kapacitete vjetroelektrana i osigurati manje varijabilnu električnu energiju u mreži (WindEurope, 2022.).

Pravo za izgradnju "Site VI" Hollandse Kust West vjetroelektrane snage 756 MW pripalo je Ecowende-u (zajednički pothvat tvrtki Shell i Eneco). Nositelji projekta morali su se natjecati u dokazivanju da će se morska bioraznolikost na tom području obnoviti i zaštititi. Projekt Ecowende imat će dio vjetroelektrane dizajniran s većim razmacima između turbina kako bi se ptice mogle slobodno kretati područjem. Nositelji projekta također će koristiti tehnike nabijanja temelja kako bi se minimizirao utjecaj na morska staništa tijekom gradnje te će

dodati umjetne grebene na morsko dno nakon završetka gradnje (WindEurope, 2022.).

Izazov s necjenovnim kriterijima je osmišljavanje i implementacija jasnih, usporedivih i lako mjerljivih pravila. Ako ta pravila ostave imalo mjesta za pogrešno tumačenje, žalbe drugih nositelja projekta mogu odgoditi puštanje u pogon OIE na moru.

## POLJSKA

Poljska vlada dodijelila je administrativno postavljene CfD-ove u iznosu od 70,8€/MWh za 5,9 GW projekata vjetroelektrana na moru (Windpower monthly, 2021.). Nakon dodjele ugovora za prvu rundu razvijenih projekata, poljska Vlada planira održati još dva natječaja od po 2,5 GW, 2025. i 2027. godine. 25-godišnji ugovori podliježu indeksaciji.

## UJEDINJENO KRALJEVSTVO

Shema CfD natječaja Ujedinjenog Kraljevstva vjerojatno je najbolje dizajniran sustav poticanja za OIE na moru u Europi jer je omogućila stalno smanjenje troškova i ima snažna prekoračenja u prijavnim cijenama. Vlada Ujedinjenog Kraljevstva od ožujka 2023. Održavat će godišnje natječaje.

Vlada određuje ukupni proračun za svaku rundu dodjele (u najnovijoj rundi bilo je 345 milijuna eura) i kapacitete te ograničenje cijena za tri različita tehnološka spremnika (slično kao u hrvatskom sustavu za elektrane na kopnu). Zatim se nositelji sa svojim projektima natječu za dvosmjerni CfD u trajanju od 15 godina. Aukcija „pay-as-clear“ zatvara se kada se dosegne kapacitet ili granica proračuna.

Najnovija runda (AR4) dodijelila je 11 GW projekata, uključujući 7 GW vjetroelektrana na moru (po cijeni od 43,86 €/MWh), 32 MW plutajućih vjetroelektrana (po cijeni od 102,5 €/MWh) i 44 MW struja plime i oseke (po cijeni od 209,7 €/MWh).

Ponude su indeksirane prema inflaciji do 2012. godine. ([GOV.UK](#), 2022.).

## 3. 3. ANALIZA TROŠKOVA ZA VJETROELEKTRANE NA MORU

Kako bi se razvio sustav poticanja OIE na moru u Hrvatskoj, potrebno je procijeniti investicijske troškove OIE na moru. Budući da su vjetroelektrane na moru najučestalija tehnologija OIE na moru, ovo će poglavlje dati indikativni pregled troškova potencijalne vjetroelektrane na moru u Hrvatskoj.

Najvažniji čimbenici pri projektiranju vjetroelektrane na moru su prosječna brzina vjetra i njegova učestalost. Međutim, nedostaju podaci o mjerenu brzine vjetra na Jadranskom moru. Indikativne brzine vjetra mogu se procijeniti s pomoću podataka dobivenih s naftnih i plinskih platformi na moru, koji se dostavljaju javnim službama. Međutim, podaci bi trebali biti javno dostupni i nositeljima projekata.

Osim svih ekoloških procjena, investitori trebaju procijeniti morfologiju i sastav morskog dna, morske struje, seizmičku aktivnost itd.

Općenito, trošak vjetroelektrana na moru sastoji se od:

- kapitalni troškove, uključujući troškove za razvoj (CAPEX)
- trošak financiranja za taj CAPEX
- operativni rashodi (OPEX)
- troškovi razgradnje (DECEX).

## CAPEX

Vjetroelektrane na moru zabilježile su značajno smanjenje troškova po MW jer je sektor imao koristi od većih i snažnijih turbina, većih vjetroelektrana, ekonomije razmjera itd. Prosječna ukupna cijena instalacije u Europi pala je s 4.159 €/kW

Tablica 2. Ponderirani prosječni ukupni instalirani troškovi za vjetar na moru, 2010. i 2021. (IRENA Renewable Cost Database)

	Trošak u €/kW	
	2010	2021
<b>Europa</b>	<b>4.159</b>	<b>2.364</b>
Belgija*	5.395	3.019
Danska	2.915	1.950
Njemačka*	5.740	3.185
Nizozemska**	3.662	2.128
Ujedinjeno Kraljevstvo	4.048	2.604

\* Države gdje su podaci bili dostupni samo za projekte koji su pušteni u pogon u 2020., a ne u 2021.

\*\* Nizozemska nije pustila u pogon ni jedan projekt u 2010., stoga su se koristili podaci za 2015.

u 2015. na 2.364 €/kW u 2021 (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.).

Međutim, te se brojke uvelike razlikuju po zemlji kao što prikazuje Tablica 2. Uz navedene čimbenike, važan čimbenik u procjeni CAPEX brojki je odgovornost za izgradnju mreže, koja se razlikuje među zemljama, kao što je objašnjeno u poglavlju 4.2 – Postupci izdavanja dozvola u Europi.

Troškovi instalacije predstavljaju znatno veći udio u ukupnim troškovima u vjetroelektrana na moru nego u vjetroelektranama na kopnu, kao što prikazuje Slika 5. Iako se očekuje da će sektor vjetroelektrana na moru imati dodatna smanjenja troškova, sektor se suočava s uskim grilima u lancu oprskbe, logističkim problemima i s troškom financiranja u zemljama u kojima nedostaju mehanizmi stabilizacije prihoda.

Ovisno o modelu izgradnje mreže u Hrvatskoj, trenutni CAPEX za vjetroelektrane na moru mogao bi se kretati između 2.364 €/kW i 3.185 €/kW. Budući da će Hrvatskoj trebati još nekoliko godina za realizaciju projekata vjetroelektrana na moru, te bi brojke mogle postati još niže u svjetlu globalnog smanjenja troškova. Zbog malog broja operativnih velikih plutajućih vjetroelektrana na moru, teško je procijeniti CAPEX takvih projekata koji uvelike ovisi o skalabilnosti vjetroelektrane.

CAPEX troškovi povezivanja s mrežom na moru ovise o nizu čimbenika (kapacitet vjetroelektrane na moru, duljina kabela na moru, vrsta priključka i duljina kabela na kopnu). Za odobalne prijenosne sustave od 50 km duljine pučinskog kabela i 15 km kopnene duljine, troškovi se kreću od 150 do 650 milijuna eura (ovisno o veličini vjetroelektrane na moru) (DNV GL, 2019.).

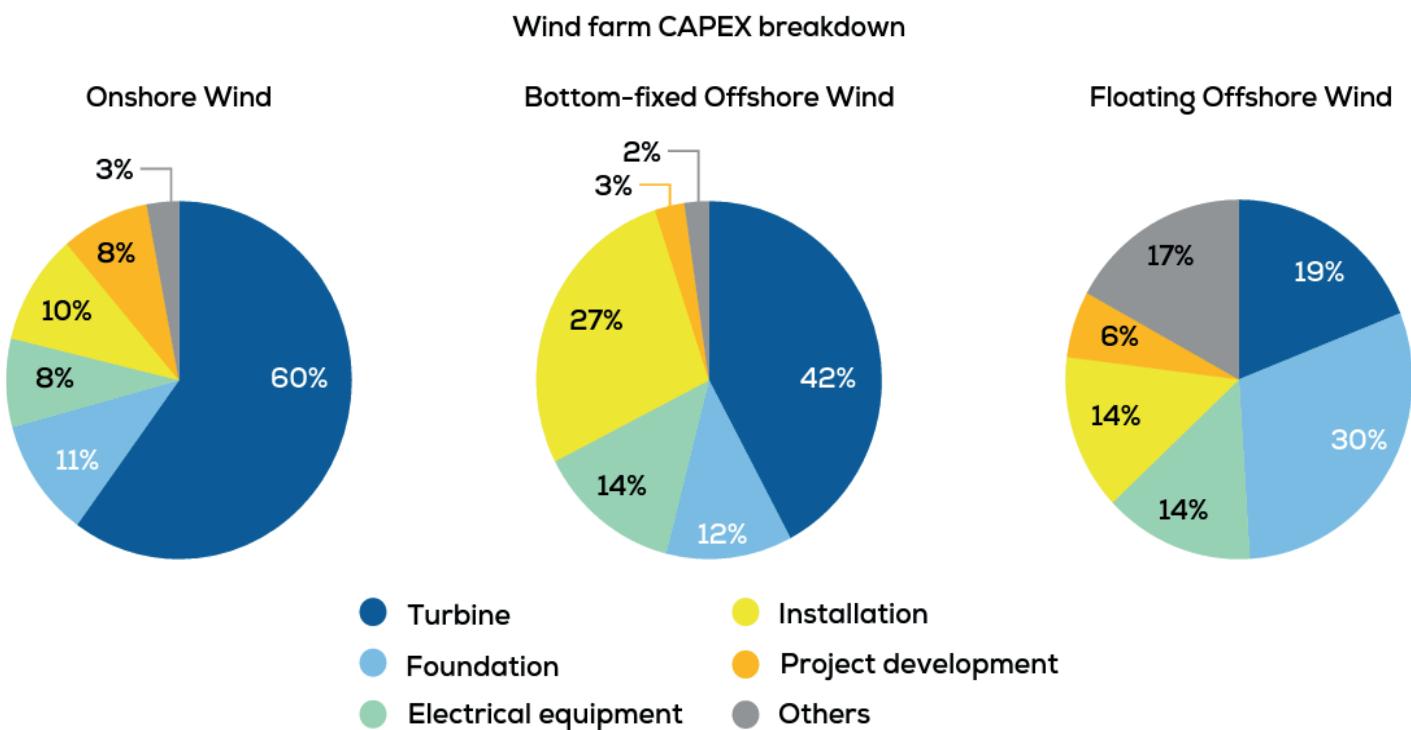
## OPEX

Operativni troškovi za vjetroelektrane na moru su troškovi rada i održavanja, koji ovise o udaljenosti od obale, vremenskim uvjetima, dostupnosti kvalificiranog osoblja i pristupu specijaliziranim plovilima. Globalno gledano, O&M troškovi obično čine od 16% do 25% LCOE vjetroelektrane na moru (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.).

U 2018. O&M troškovi za vjetar na moru kretali su se između 60 €/kW/godina i 110 €/kW/godina. Međunarodna agencija za obnovljivu energiju procijenila je da su troškovi rada i održavanja u posljednjih pet godina oko 14,5 €/MWh – 25,5 €/MWh (IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju, 2022.).

Postoji potencijal za smanjenje O&M troškova u sektoru vjetroelektrana na moru jer vjetrotu-

Slika 5. Analiza CAPEX ulaganja vjetroelektrane (ETIP Wind, 2021.)



rbine veće snage zahtijevaju manje održavanja po kW, korištenje centara za O&M za nekoliko vjetroelektrana na moru, digitalizaciju i prediktivno održavanje.

## DECEX

Tijekom razvijanja projekata na moru, nositelji projekata u većini slučajeva moraju planirati dekomisiju – što uključuje potpuno uklanjanje bilo koje opreme. Nositelji projekata trebali bi slijediti smjernice OSPAR komisije za razvoj vjetroelektrana na moru za bolje planiranje aktivnosti dekomisije (OSPAR, n.d.). Ovisno o opsegu dekomisije, troškovi DECEX-a mogu biti do 1,8% LCOE ili otprilike 365.000 €/MW (BVG associates, 2019.).

## NIVELIZIRANI TROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE (LCOE)

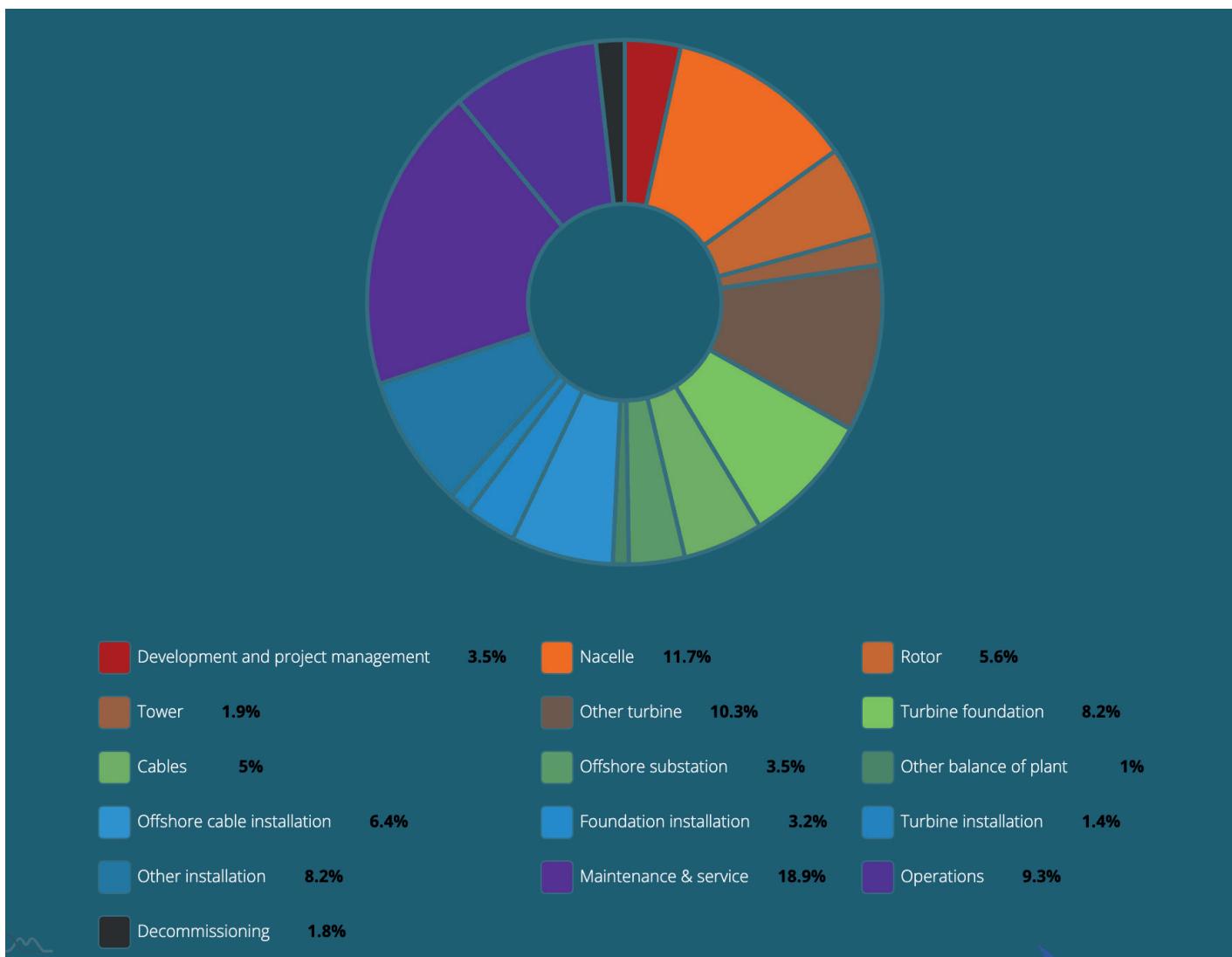
LCOE je metrika koja uključuje kapitalne troškove izgradnje projekta, cijenu goriva, O&M i troškove stavljanja izvan pogona. Pokazuje potreban prihod od električne energije za rad

elektrane tijekom njenog životnog vijeka. Slika 6 prikazuje doprinos svakoga glavnog troškovnog elementa LCOE u Ujedinjenom Kraljevstvu za vjetroelektranu na moru od 1 GW.

Budući da je sektor vjetroelektrana na moru zabilježio znatno smanjenje CAPEX troškova u prošlom desetljeću, to je rezultiralo i smanjenjem LCOE-a. Kao što prikazuje Tablica 3, LCOE u Europi pao je sa 139 €/MWh u 2010. na 55 €/MWh. Godine 2021. LCOE za vjetroelektrane na moru u Europi iznosio je od 34,9 €/MWh do 70,7 €/MWh.

Buduća smanjenja LCOE-a ponajprije će biti potaknuta smanjenjem CAPEX troškova, ali i smanjenjem OPEX troškova, većim faktorima kapaciteta, dužim životnim vijekom i smanjenim troškom kapitala. LCOE za vjetroelektrane na moru mogao bi pasti do 2030. na 38 €/MWh – 60 €/MWh. Do 2050. LCOE bi se mogao dodatno smanjiti na 28 €/MWh – 48 €/MWh (ETIP Wind, 2021.).

Slika 6. Doprinos svakoga glavnog troškovnog elementa LCOE vjetroelektrana na moru u Ujedinjenom Kraljevstvu (BVG associates, 2019.)



Tablica 3. Ponderirani prosječni LCOE vjetroelektrana na moru, 2010. i 2021. (IRENA Renewable Cost Database)

	LCOE u €/MWh	
	2010	2021
<b>Europa</b>	<b>139</b>	<b>55</b>
Belgija*	193	71
Danska	92	35
Njemačka*	153	69
Nizozemska	N/A	50
Ujedinjeno Kraljevstvo	179	46

\* Države gdje su podaci bili dostupni samo za projekte koji su pušteni u pogon u 2020., a ne u 2021.

## FINANCIRANJE IZ EU SREDSTAVA

Program [InvestEU](#) uglavnom potiče privatna ulaganja i usredotočen je na ekonomski održive, ali i na demonstracijske projekte. Dužničko i vlasničko financiranje može se osigurati za vjetroelektrane na moru, ali i za energetske mreže, nadogradnju luka i kabliranje za mreže na moru.

[Modernizacijski fond](#) osigurava nepovratna sredstva i finansijske instrumente za zrele OIE na moru tehnologije. Međutim, nositelji projekata ne mogu podnosići izravne zahtjeve. Umjesto toga zahtjeve moraju podnijeti države članice Europskoj investicijskoj banci.

[Inovacijski fond](#) daje nepovratna sredstva i pomoć u razvoju projekata inovativnim OIE na moru. To može uključivati vjetroelektrane na moru koje će također imati skladištenje baterija ili proizvodnju vodika.

Najrelevantniji instrument Europske unije za prekogranične i zajedničke OIE na moru projekte je [Instrument za povezivanje Europe \(u dalnjem tekstu: CEF\) Energy](#). Energetska nepovratna sredstva CEF-a mogu se koristiti za mapiranje potencijalnih lokacija za razvoj na moru, financiranje potrebnih studija, građevinskih radova za projekte između dvije ili više država članica. Međutim, da bi OIE na moru bili prihvatljivi unutar instrumenta CEF Energy, projekti prvo moraju dobiti [status projekta od zajedničkog interesa](#) ili prekograničnog projekta.

Na kraju, [mehanizam Unije za financiranje energije iz obnovljivih izvora](#) može ponuditi nepovratna sredstva OIE na moru u natječaju koji se provodi diljem EU. Cilj je mehanizama podijeliti koristi od energetskih projekata na moru s državama članicama koje nemaju izlaz na more pružajući im statističke koristi. Mehanizam se također može kombinirati s CEF-om i InvestEU-om, pod uvjetom da se poštuju pravila o zabrani dvostrukog financiranja.

## 3. 4. SINERGIJA S DRUGIM TEHNOLOGIJAMA

Proizvodnja energije iz OIE na moru također stvara priliku za druge tehnologije. To može uključivati obližnju lokalizaciju elektrolizera za proizvodnju vodika, moguću ponovnu upotrebu postojeće infrastrukture nafte i plina, proizvodnju obnovljive električne energije za punjenje plovila s nultom emisijom, desalinizaciju morske vode itd.

Nositelji projekata u nekoliko europskih zemalja počeli su s razvojem višestrukih OIE na moru tehnologija na istoj lokaciji (vjetroelektrane na moru i plutajući FN), ali sve je više i OIE na moru projekata koji uključuju proizvodnju vodika. Prednosti zajedničkog razvoja nekoliko tehnologija uključuju smanjenje troškova za nositelje projekata, bolje iskorištavanje morskih područja i manji utjecaj na okoliš (PELAGOS, 2017.), (Karimirad & Koushan, 2016.).

Alge su također obećavajući izvor održivih biogoriva koji zaslužuje daljnja istraživanja i inovacije.

### PROIZVODNJA VODIKA

Srednjoročno i dugoročno, integracija vjetroelektrana na moru mogla bi pomoći u razvoju drugih energenata kao što su vodik i amonijak. Vodik bi se mogao koristiti za dekarbonizaciju industrije i sektora prometa, ali i za integraciju dodatnih OIE.

Za OIE na moru relevantna je sinergija s proizvodnjom vodika putem elektrolizatora, koji korištenjem obnovljive električne energije mogu proizvoditi obnovljivi vodik. To se može učiniti namjenskom proizvodnjom vodika iz OIE na moru ili korištenjem viška električne energije iz OIE na moru za proizvodnju vodika.

Postoje tri opcije za proizvodnju vodika iz OIE na moru:

- integrirana proizvodnja – Siemens Gamesa i Siemens Energy razvijaju rješenje gdje je elektrolizator integriran u vjetroturbinu na moru (Siemens Gamesa, n.d.)
- proizvodnja na kopnu – RWE razvija vjetroelektranu na moru od 760 MW u Nizozemskoj sa 600 MW elektrolizatora na kopnu (Hydrogen Insight, 2022.)
- proizvodnja na moru – Lhyfe je u Francuskoj pustio u pogon platformu na moru za proizvodnju vodika koju pokreće plutajuća vjetroturbina (offshoreWIND.biz, 2022.).

Vodik koji se proizvodi u moru može se transportirati do obale cjevovodom ili brodom. Za vodik koji bi se transportirao do hrvatske obale, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju procjenjuje da je najisplativija metoda transporta cjevovodima (IRENA, 2022.).

U Hrvatskoj bi najzanimljivija metoda za proizvodnju vodika bila iskorištavanje postojećih, neoperativnih naftnih i plinskih platformi. Vodik bi se potom mogao otpremiti natrag na obalu putem naknadno opremljenih plinovoda ili novoizgrađenih vodikovih cjevovoda.

Kada se vrati na obalu, obnovljivi vodik može se koristiti u rafinerijama koje ga koriste za odsumporavanje goriva i za proizvodnju amonijaka i e-goriva.

## AMONIJAK I E-GORIVA

Kada se obnovljivi vodik i obnovljivi dušik (kroz separaciju zraka) dodaju u Haberov proces koji pokreće obnovljivi izvor električne energije, proizvodi se obnovljivi amonijak. Amonijak je potreban za proizvodnju gnojiva, koristi se i kao rashladni plin te za proizvodnju plastike, najlona i akrila.

Amonijak ima veću energetsku gustoću od vodika i lako se može ukapljiti. To je i razlog zašto je za duge relacije izvoz vodika brodovima za amonijak najisplativije rješenje. Stoga obnovljivi amo-

nijak može pomoći u dekarbonizaciji dubokomorske plovidbe ili putovanja s velikim teretom.

E-goriva su goriva na bazi vodika koja imaju veću energetsku gustoću od vodika ili amonijaka. Ona zahtijevaju kombinaciju vodika i CO<sub>2</sub> s pomoću Fischer-Tropsch sinteze. Rezultat se može koristiti kao e-benzin, e-dizel, e-lož ulje, e-kerozin i e-plin (eFuel alliance, n.d.).

Najzanimljivije e-gorivo za dekarbonizaciju zrakoplovnog sektora je e-kerozin, koji može sagorjeti u konvencionalnoj mlaznoj turbini i zahtijeva samo minimalne ili nikakve preinake (Transport&Environment, 2020.).

## ENERGETSKI OTOCI

Nekoliko europskih zemalja planira povezati svoje OIE na moru s energetskim otocima. Takvi umjetni otoci bit će točka spajanja niza kabela iz OIE na moru i povezivat će se s nekoliko zemalja s manje izvoznih kabela (WindEurope, 2022.).

Energetski otoci mogu omogućiti integraciju sustava OIE na moru i skladištenja u visokonaponsku mrežu. Mogli bi ugostiti elektrolizatore koji bi proizvodili obnovljivi vodik, skladišta energije i infrastrukturu za punjenje plovila.

## OSTALE SINERGIJE

Hrvatska bi također mogla imati koristi od toplinske energije za grijanje i hlađenje u obalnim područjima koja troše električnu energiju. Već postoje komercijalni i prototipovi dizalica topline za morskou vodu diljem hrvatske obale u Dubrovniku, Makarskoj, Petrčanima, Splitu i Novom Vinodolskom. Manji sustavi dizalica topline na morskou vodu imaju visoki koeficijent učinkovitosti. Mogu se koristiti u stambene, poslovne i industrijske svrhe (Blue Deal, n.d.).

Nekoliko udaljenih hrvatskih otoka trenutačno

dobiva pitku vodu putem brodonosca i suočavaju se s nedostatkom pitke vode. Desalinacija morske vode energetski je intenzivan proces, ali s reverznom osmozom može iskoristiti obnovljivu električnu energiju iz OIE na moru i stvoriti slatku vodu na održiv način (IRENA, n.d.).

### 3. 5. ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ

Strategija EU za obnovljive izvore energije na moru utvrdila je da je poticanje istraživanja i inovacija nužno za široku primjenu OIE na moru. Ulaganja u istraživanje i inovacije u sektoru čiste energije u Europi uglavnom su vođena privatnim sektorom (77%), nacionalnim vladama (17%) i fondovima EU (6%). Programi istraživanja i inovacija za vjetroelektrane na moru dodjelili su oko 496 milijuna eura od 2009. do 2019., fokusirajući se na konstruiranje vjetroturbina, razvoj infrastrukture, kružne napredne materijale i digitalizaciju (Europska komisija, 2020.).

Buduće aktivnosti istraživanja i inovacija trebale bi se usredotočiti na veće i održivije OIE na moru, njihov transport i instalacije, O&M, stavljanje izvan pogona i recikliranje. Nadalje, aktivnosti istraživanja i inovacija uključivat će razvoj odobalne mreže, s fokusom na visokonaponske istosmjerne struje (u dalnjem tekstu: HVDC) s više terminala, jer HVDC može predstavljati alternativu visokonapskoj alternativnoj struci (u dalnjem tekstu: HVAC) u projektima OIE na moru koji su znatno udaljeniji od obale. Druge aktivnosti istraživanja i inovacija mogu uključivati digitalizaciju u vrijednosnom lancu OIE na moru te kumulativne utjecaje OIE na morski okoliš.

Istraživanje i inovacije za OIE na moru mogu se podržati kroz nekoliko EU mehanizama finansiranja. Najznačajniji su: [InvestEU](#), [Horizon Europe Cluster 5](#) i [European Innovation Council](#).

### DRŽAVNO FINANCIRANJE

Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Hrvatske za razdoblje 2021. – 2030. bavi se istraživanjem, inovacijama i konkurenčnošću. Plan uključuje mjeru sufinanciranja projekata industrijskog istraživanja i eksperimentalnog razvoja usklađenu s nacionalnom razvojnom strategijom, kojom se promiče istraživanje i razvoj proizvoda i usluga relevantnih za niskougljični razvoj sufinanciranjem istraživačkih projekata po prioritetnim temama. Natječaji u ovoj mjeri raspisivat će se na godišnjoj razini za istraživačke projekte koji će se izvoditi u Hrvatskoj. Za primjenu ovog fonda potrebno je oko 6 milijuna eura godišnje. Ovo je jedan od nacionalnih ciljeva, ali još nije proveden (Republika Hrvatska, 2019.).

Istraživanje i inovacije Ujedinjenog Kraljevstva (UKRI) dobar je primjer poticanja istraživanja i inovacija. UKRI je nacionalna agencija za financiranje koja ulaže u znanost i istraživanje u Ujedinjenom Kraljevstvu, s ukupnim proračunom većim od 6 milijardi funti. Ova nacionalna agencija za financiranje izvršno je javno tijelo izvan resora, pod pokroviteljstvom Ministarstva za poslovnu, energetsku i industrijsku strategiju, uz potporu sedam agencija i javnih tijela. Takva bi nacionalna agencija mogla financirati istraživanja OIE, ali i druga područja koja su potrebna državi (UKRI, n.d.).

### 3. 6. LANAC OPSKRBE OIE NA MORU

Svaki lanac opskrbe obnovljivom energijom može se podijeliti u tri faze: razvoj i planiranje, instalacija i proizvodnja te rad (Joint Research Centre, European Commission, 2017). Faze razgradnje i recikliranja također se pojavljuju kao faze opskrbnog lanca – ali to je relevantno samo za zemlje koje imaju kapacitet vjetroelektrana na moru više od 15 godina.

Nositelji projekata moraju sklopiti ugovor s ve-

likim brojem dobavljača za svoje OIE na moru projekte. U Ujedinjenom Kraljevstvu, Ørsted (nositelj projekta vjetroelektrana na moru) sklopio je velike ugovore s više od 200 britanskih tvrtki u posljednjih pet godina (Ørsted, n.d.). Sljedeći odlomci predstavljaju detaljniji pregled opskrbnog lanca OIE na moru.

## RAZVOJ I PLANIRANJE

U fazi razvoja i planiranja, glavni akteri u opskrbnom lancu bit će nositelji projekata i podizvođači specijalizirani za provođenje različitih istraživanja (procjene utjecaja na okoliš, geotehnička istraživanja, utjecaj na mrežu i dr.).

## INSTALACIJA I PROIZVODNJA

Instalacija i proizvodnja ne odnose se samo na specifičan generator energije koji je osigurao proizvođač opreme (kao što je vjetroturbina na moru ili plutajući FN), već i na temelje i priključak na mrežu.

Proizvođači opreme (kao što su Vestas, Siemens Gamesa, GE) proizvodit će komponente za vjetroagregate energije u svojim različitim pogonima (lopatice, gondole, itd.) i transportirati ih do instalacijskog centra – koji je u većini slučajeva luka. Mnoge druge komponente u generatoru energije mogu doći od podizvođača (tornjevi, mjenjači, ležajevi itd.).

Nositelji projekata imaju tendenciju raspisivati natječaje o projektiranju, isporuci i izgradnji (u dalnjem tekstu: EPC) s jednim izvođačem ili podijeliti EPC na nekoliko ugovora s nekoliko izvođača.

Jedan dio EPC aktivnosti vezan je uz temelje (ili u slučaju plutajućih tehnologija – plovke i priveze). Izbor tehnoloških rješenja ovisit će o rezultatima inženjeringu, a dijelovi za temelje često se proizvode lokalno.

Kabeli su također dio EPC aktivnosti. To mogu biti kabeli u nizu na moru (kabeli koji povezuju

generator energije s trafostanicom na moru) i kabeli koji povezuju trafostanicu na moru s kopnenom trafostanicom.

## RAD

Tijekom faze rada, O&M aktivnosti zahtijevat će stalno praćenje i inspekciju – i udaljenu i osobnu. To pruža više prilika za zapošljavanje lokalnog stanovništva jer su O&M centri smješteni relativno blizu elektrana kako bi se smanjilo vrijeme zastoja.

## LANAC OPSKRBE U HRVATSKOJ

Iako je proizvodnja turbina globalni opskrbni lanac, mnoge hrvatske tvrtke koje sudjeluju u lancu opskrbe OIE na kopnu moći će biti dio lanca opskrbe OIE na moru.

Neke hrvatske tvrtke već imaju iskustvo sudjelovanja u opskrbnom lancu OIE na moru. Končar Power Transformers (zajednički projekt Siemens AG i Končar) proizvodio je transformatore na moru za Iberdrolinu vjetroelektranu East Anglia ONE (Končar, 2017.). Brodosplit je izgradio bovu za prikupljanje podataka za plutajuću zonu vjetroelektrana u Francuskoj. Bova će omogućiti simultane kampanje mjerenja, uključujući praćenje bioraznolikosti u zraku i pod vodom (Brodosplit, 2022.).

U budućnosti bi sektor brodogradnje mogao imati koristi od razvoja OIE na moru jer oba sektora uključuju procese zavarivanja, oblikovanja, savijanja i lijevanja čelika. Hrvatska brodogradilišta imaju proizvodne kapacitete (velike radionice, dizalice, itd.) koji mogu podržati gradnju i montazu morskih vjetroagregata i građevinskih plovila koja su potrebna (jack-up plovila, plovila za polaganje kabela, plovila za plutajuće instalacije, itd.).

Vjetroelektrane na moru generiraju 2,1 milijardu eura/GW ekonomski aktivnosti u EU. Pri-

mjenom iste metodologije na Hrvatsku, 3 GW kapaciteta vjetroelektrana na moru generiralo bi 6,3 milijarde eura gospodarske aktivnosti u Hrvatskoj (WindEurope, 2020.).

Poljska vlada i industrija vjetra potpisale su 2021. Sporazum o sektoru vjetroelektrana na moru, čiji je cilj maksimizirati poljski lanac opskrbe na najmanje 50% do 2030. Sektorski sporazum također ima cilj nadograditi lučku infrastrukturu i identificirati instalacijske terminale i servisne centre za vjetroelektrane na moru. Slično poljskom primjeru, Hrvatska bi trebala težiti izradi Sektorskog sporazuma o OIE na moru u kojem bi sektor brodogradnje mogao imati koristi od obveza nositelja projekata i Vlade RH (WindEurope, 2021.)

Velik je broj hrvatskih tvrtki koje bi mogle sudjelovati u opskrbnom lancu ORES-a. Međutim, u ovoj fazi nemoguće je procijeniti sva poduzeća na nediskriminirajući način.

### 3. 7. ZAHTJEVI ZA VJEŠTINAMA

Manjak vještina već se identificira kao moguće usko grlo u sektoru OIE na moru u Europi (K2 Management, 2021.). Najveće europsko tržište vjetroelektrana na moru, Ujedinjeno Kraljevstvo, imalo je 10.000 zaposlenih u industriji vjetroelektrana na moru 2018. godine, a predviđa se da će porasti na 36.000 do 2032. (Energy & Utility Skills, 2020.). Vođeni iskustvima Ujedinjenog Kraljevstva, sljedeći odlomci upućuju na potrebne vještine i znanja za budući razvoj projekata OIE na moru u Hrvatskoj.

### RAZVOJ I PLANIRANJE

U ranoj fazi razvoja svaki će investitor nužno trebati inženjere i stručnjake u području bioloških studija kao što su morska biologija, oceanografija, kemija i geologija kako bi stvorili studije i analize utjecaja na okoliš.

Osim toga, za provođenje studije izvodljivosti potrebno je uključiti stručnjake iz STEM disciplina (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika), upravljanja projektima, finansijskog menadžemanta i ekonomije te pripadajućih područja.

Za dozvole i pravne poslove potrebni su pravnici i stručnjaci za propise zbog pregleda ugovora i sporazuma, pregovaranja, savjetovanja o pitanjima vezanima uz vlasnička prava i najam, odgovornost za potencijalnu štetu za okoliš ili nesreće itd.

Kako bi projekti OIE na moru osigurali visoku razinu sudjelovanja zajednice, nositelji projekata morat će računati na stručnjake za izgradnju zajednice, profesionalce za uključivanje javnosti, upravitelje zadruga, organizatore događanja, voditelje društvenih medija i grafičke dizajnere.

### INSTALACIJA

Kada je riječ o proizvodnji i instalaciji OIE na moru, nositelji projekata i izvođači moraju se voditi principima sigurnosti, učinkovitosti i održivosti.

Faza instalacije projekta OIE na moru zahtijeva osobe s visokom akademskom kvalifikacijom u brodogradnji, strojarstvu i građevinarstvu te visokonaponske električare, zavarivače, električare itd.

Uz navedene profile postoji potreba i za stručnjacima za zdravlje i sigurnost, tehničarima koji upravljaju dizalicama i drugim bitnim strojevima, radnicima na visini, profesionalnim ronocima, koordinatorima tima te za administrativnim i računovodstvenim osobljem.

### RAD

Održavanje i nadzor nad elektranom su složeni zadaci koji zahtijevaju tim stručnih i obučenih osoba kako bi se osiguralo sigurno i učinkovito funkcioniranje opreme. Ovaj tim obično uključuje inženjere, električare i druge specijalizira-

ne tehničare s potrebnim znanjem i iskustvom za izvođenje redovitih inspekcija, otklanjanje problema i popravke. Takve osobe moraju imati sljedeće vještine i znanja:

- OIE na moru tehnologiji
- električni sustavi, uključujući visokonaponske
- okruženje na moru i sigurnosni propisi
- zavarivanje, električno i mehaničko popravljanje
- računalni upravljački sustavi i SCADA sustavi
- tjelesna spremnost i sposobnost za rad na visini
- sposobnost rada u udaljenom, okruženju na moru.

#### ZAHTEVI ZA VJEŠTINAMA ZA VJETROELEKTRANE NA MORU

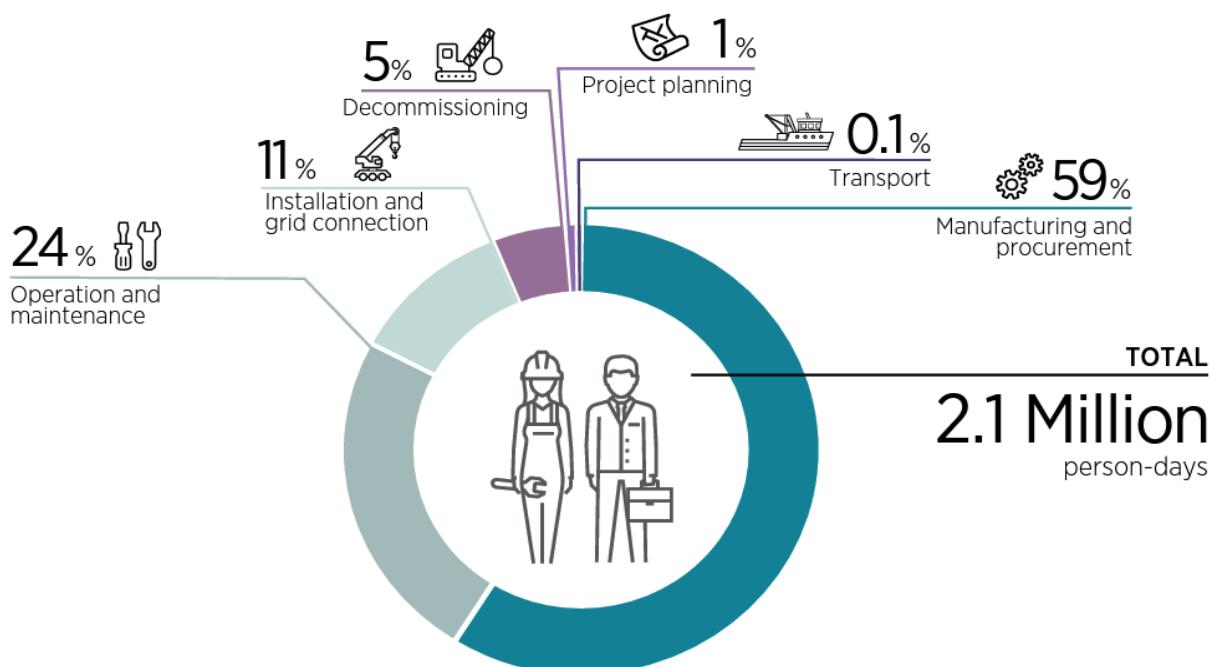
Međunarodna agencija za obnovljivu energiju procjenjuje da je za razvoj vjetroelektrane na moru snage 500 MW potrebno ukupno 2,1 milijuna ljudskih dana (engl. "person-days"). Slika 7 pokazuje da je oko 59% ljudskih dana potrebno za proizvodnju i nabavu, dok O&M predstavlja 24 posto. (IRENA, 2018.).

#### RODNI JAZ U PROJEKTIMA OIE NA MORU

Udio žena u sektoru energije vjetra u Europi i Sjevernoj Americi je samo 26 posto. Žene su dobro zastupljene samo u administraciji u kojoj drže 52%. U svim drugim djelatnostima sektora vjetroelektrana postoji veliki rodni jaz (IRENA, 2020). Slični trendovi mogu se uočiti i kod drugih OIE na moru. Stoga je potrebno uzeti u obzir rodni jaz kada se predlažu mjere za prepoznavanje i smanjenje nedostatka vještina u sektoru OIE na moru.

Hrvatska ima stručnjake s vještinama za razvoj OIE projekata na moru jer ima snažnu inženjersku i tehničku radnu snagu i posljednjih godina ulaze u obnovljivu energiju. Međutim, vrijedi napomenuti da je sektor OIE na moru relativno nov i zahtijeva specifične vještine i stručnost. Možda će trebati vremena da se steknu potrebne vještine i stručnost, ali je moguće. Poseban fokus treba staviti na O&M jer se očekuje da će on trajati više od 30 godina i biti generator lokalnog zapošljavanja.

Slika 7. Raspodjela ljudskih resursa potrebnih duž lanca vrijednosti za razvoj vjetroelektrane snage 500 MW (IRENA, 2018.)



# **4. UTJECAJ NA OKOLIŠ I POSTUPCI IZDAVANJA DOZVOLA ZA OIE NA MORU**

## 4. 1. UTJECAJ OIE NA MORU NA OKOLIŠ

Razvoj, izgradnja i korištenje OIE na moru mogu imati znatan utjecaj na morskou bioraznolikost. Stoga se projekti OIE na moru moraju pažljivo planirati i voditi tako da imaju što manji utjecaj na prirodu.

Kako bi se postigla najveća moguća održivost projekata OIE na moru u odnosu na biološku raznolikost, EK je 2020. godine izdala [Smjernice o razvoju energije vjetra i zakonodavstvu EU o prirodi](#). Svrha ovog dokumenta je pružiti smjernice o najboljem načinu osiguranja usklađenosti projekata energije vjetra s Direktivom o pticama i Direktivom o staništima.

Za buduće nositelje projekata vrlo je važno da budu svjesni rizika i potrebnih mjera za pro-

jekt koji proizlaze iz tih rizika. Iz tog su razloga IUCN i The Biodiversity Consultancy (TBC) izradili [Smjernice za nositelje projekata za ublažavanje utjecaja na biološku raznolikost povezanih s razvojem solarne energije i energije vjetra \(2021.\)](#). Slika 8 prikazuje potencijalni utjecaj vjetroelektrana na moru na bioraznolikost.

### ZAŠTIĆENA PODRUČJA PRIRODE

Što se tiče zaštite prirode, vrijedi napomenuti da je u Hrvatskoj uspostavljeno 266 područja ekološke mreže koja obuhvaćaju more (Natura 2000 područja) od kojih je 257 Područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS, prema Direktivi o staništima) i 9 Područja očuvanja značajna za ptice (POP, prema Direktivi o pticama) što ukupno čini oko 16% morskog područja zemlje. Ne postoje zaštićena prirodna područja mora definirana Zakonom o zaštiti prirode, ali postoje zaštićena područja koja

*Slika 8. Potencijalni utjecaji na bioraznolikost i povezane usluge ekosustava zbog razvoja vjetroelektrana na moru (IUCN & TBC, 2021.)*



1. Bird and bat collision with, a) wind turbines and b) onshore transmission lines
2. Seabed habitat loss, degradation and transformation
3. Hydrodynamic change
4. Habitat creation
5. Trophic cascades
6. Barrier effects or displacement effects due to presence of wind farm
7. Bird mortality through electrocution on associated onshore distribution lines

8. Mortality, injury and behavioural effects associated with vessels
9. Mortality, injury and behavioural effects associated with underwater noise
10. Behavioural effects associated with electromagnetic fields of subsea cables
11. Pollution (e.g. dust, light, solid/liquid waste)
12. Indirect impacts offsite due to increased economic activity and displaced activities, such as fishing
13. Associated ecosystem service impacts
14. Introduction of invasive alien species

obuhvaćaju i more što čini 1,5% morskog područja zemlje (Nacionalni parkovi Brijuni, Kornati i Mljet, Parkovi prirode Lastovsko otočje i Telašćica). Slika 9 prikazuje pregled zaštićenih područja u moru u Hrvatskoj (Europska komisija, 2022.).

S obzirom na visoku ekološku vrijednost Jabučka kotlina je 2014. godine proglašena *Ekološki ili biološki značajnim morskim područjem* (EBSA), prema kriterijima usvojenima na 9. COP-u Konvencije o biološkoj raznolikosti (CBD). Godine 2017. Opća komisija za ribarstvo u Sredozemlju (GFCM) prihvatile je prijedlog EU za uspostavu područja s ograničenim ribolovom (FRA) u Jabučkoj kotlini kojom se zabranjuje pridneni ribolov. Morsko područje od najmanje 2700 km<sup>2</sup>, koje je prepoznato kao ključno mrijestilište za

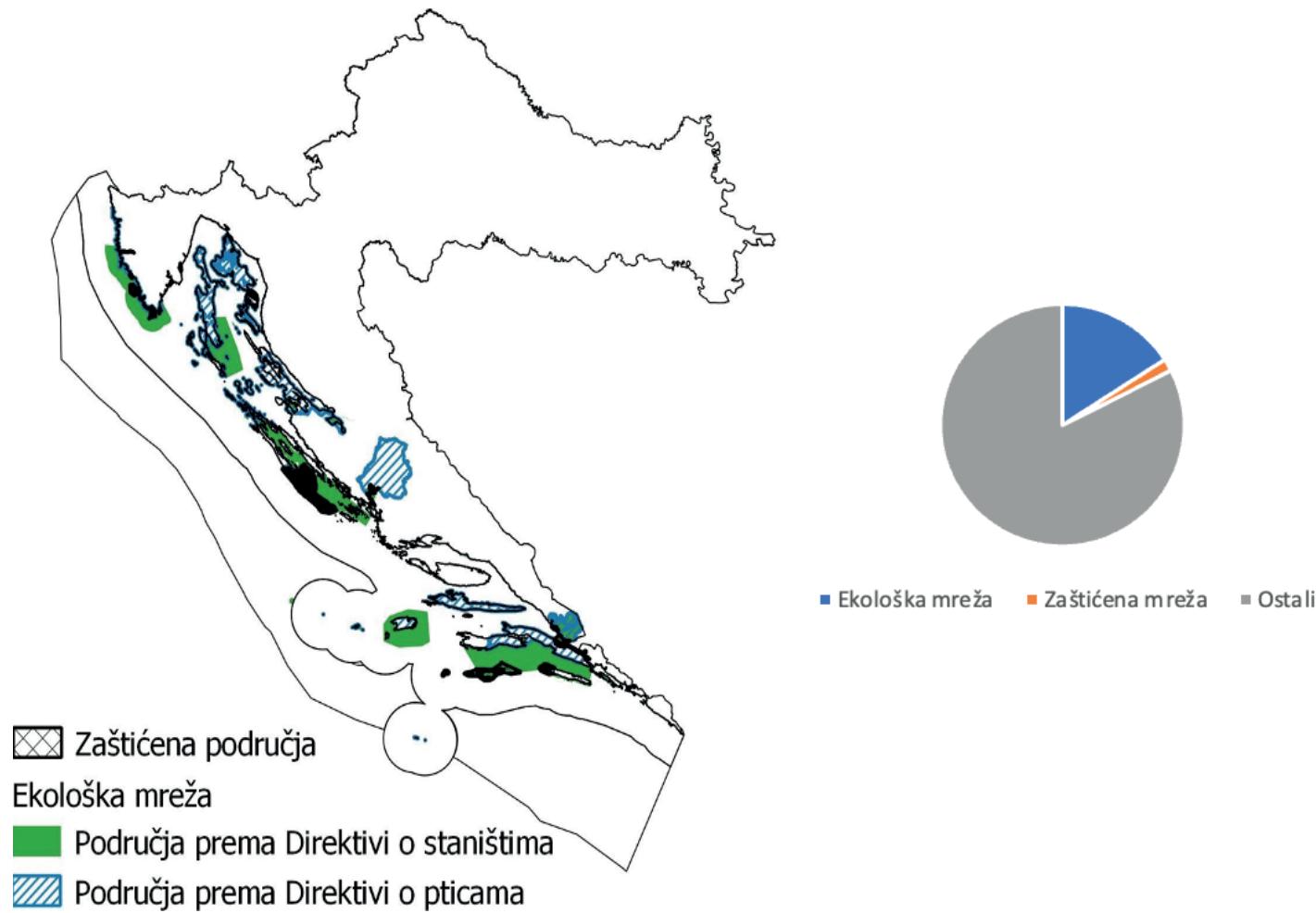
nekoliko morskih vrsta, nalazi se izvan teritorijalnih voda Italije i Hrvatske (FAO, 2017).

## STANIŠTA

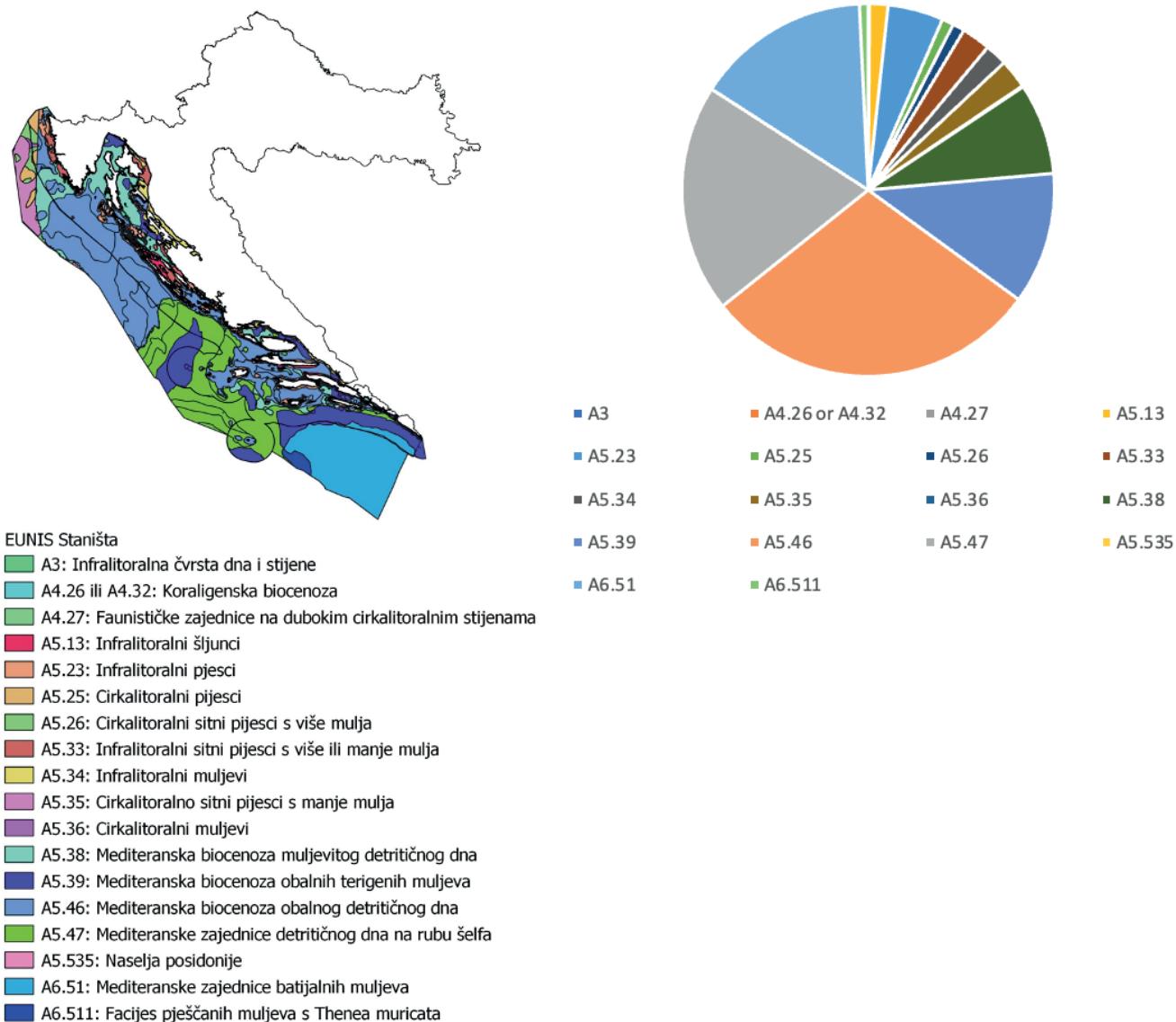
Morska staništa Hrvatske kartirana su 2004. i pokrivaju samo teritorijalne vode Hrvatske. S obzirom na to da je postojeća karta morskih staništa uglavnom modelirana batimetrijskim i sedimentnim kartama, povjesnim podacima i ograničenom količinom *in situ* podataka, u tijeku je izrada nove, znatno preciznije karte morskih staništa. Stoga je za ovu studiju korištena karta morskih staništa iz Europske mreže za promatranje i podatke o moru (EMODnet, 2023.).

Kako prikazuje Slika 10, staništa koja pokrivaju većinu mora pod hrvatskom jurisdikcijom su

Slika 9. Zaštićena područja na moru i područja ekološke mreže u Hrvatskoj (Bioportal, 2023.)



Slika 10. EUNIS karta staništa (EMODnet, 2023.)



A5.46: Mediteranska biocenoza obalnih detritičnih dna (29%) i A5.47: Sredozemne zajednice detritičnih dna na rubu šelfa (19%).

Glavni potencijalni utjecaji OIE na moru na staništa su gubitak staništa, narušavanje staništa i ispuštanje onečišćujućih tvari. Međuplimna i potplimna staništa mogu biti pogodjena: gubitkom staništa temeljenjem vjetroagregata i povezane infrastrukture uključujući kabele, uznemiravanjem kao posljedicom disperzije sedimenta/sedimentacije koja proizlazi iz različitih aktivnosti tijekom izgradnje (što može dovesti do zagušenja morskog dna i mijenjanja fizičke strukture

staništa), privremenim uznemiravanjem zbog sidrenja plovila itd. Dugoročni učinci na staništa uključuju uvođenje novih umjetnih supstrata (primjerice umjetnih grebena) koji mogu privući bentoske i druge organizme (Europska komisija, Glavna uprava za okoliš, 2018.).

Morska staništa koja su potencijalno osjetljiva na učinke razvoja vjetroelektrana na moru te su ujedno navedena na popisu Priloga I. Direktive o staništima su: „Pješčana dna trajno prekrivena morem“ [1110], „Grebeni“ [1170] i „Naselja posidonije (*Posidonia oceanicae*)“ [1120]. Naselja posidonije izložena su riziku od izravnog fizi-

čkog uništenja, sedimentacijskih promjena u hidrografskim režimima i zasjenjenja od pluta-jućih FN-a. Konačno, na staništa u Prilogu I. Direktive o staništima može utjecati isključivanje drugih aktivnosti koje su prethodno bile prisutne, poput ribarstva. Bentoska staništa koja su ozbiljno degradirana zbog koćarenja mogla bi se oporaviti jer OIE na moru zahtijeva ograničenje ribolova koćarenjem zbog potencijalne štete na infrastrukturi na moru (Europska komisija, Glavna uprava za okoliš, 2018.).

#### RIBE, MORSKI SISAVCI I KORNJAČE

OIE na moru mogu imati negativan utjecaj na određene vrste morskih riba, sisavaca i morskih kornjača. Prema *Smjernicama o vjetroenergetskim projektima i zakonodavstvu EU-a o prirodi*, utjecaji projekata energije vjetroelektrana na moru mogu se javiti u četiri glavne faze razvoja:

- faza prije gradnje (npr. meteorološka ispitivanja, ispitivanje sedimenta i priprema morskog dna)
- gradnja (npr. prijevoz materijala plovilima i izgradnja temelja, mrežnih priključnih kabela itd.)
- rad (uključujući održavanje)
- aktivnosti na kraju životnog vijeka kao što su produljenje životnog vijeka i stavljanje izvan pogona (uklanjanje vjetroelektrane ili pojedinačnih turbina).

Najveći dio utjecaja na ribe očituje se u: djelovanju elektromagnetskih polja kabela koji prenose električnu energiju od elektrane do obale, emisiji antropogene podvodne buke i stvaranju novih stanišnih uvjeta formiranjem umjetnih grebena na supstratnom morskom dnu.

Najveći dio utjecaja na morske sisavce očituje se gubitkom i/ili propadanjem morskih staništa u područjima temeljenja i sidrenja elektrana ili trase podmorskih kabela, emisijama buke od geofi-

zičkih i geotehničkih istraživanja tijekom odabira lokacije (sonara, bušenja morskog dna i probnog miniranja), temeljenja vjetroturbina (pogonskih pilona) i samih plovila tijekom gradnje. To može dovesti do oštećenja slušnih organa sisavaca i smetnji u komunikaciji, sudara s plovilima, udara o prepreku, promjene kvalitete mora (onečišćujuće tvari i otpad), utjecaja elektromagnetskih polja na plovidbu, utjecaja umjetnih grebena i neizravnih učinaka. Pozitivan učinak može se očekivati kroz smanjenje ribolovnog pritiska.

Navedeni utjecaji mogu se očitovati i na druge morske vrste. Osim ovih, toplinski utjecaj zbog zagrijavanja energetskih kabela mogao bi dovesti do naseljavanja vrsta netipičnih za to stanište, kao i alohtonih i invazivnih vrsta.

Zabrinutost oko učinaka elektromagnetskih polja obično se otklanja prekrivanjem kabela zaštitnim omotačima i ukopavanjem kabela u morsko dno na dubinu od jednog metra ili više. Ova metoda također isključuje utjecaj topline kabela na morski okoliš.

Krajem 2022. godine Republika Hrvatska izradiла je *Smjernice za sagledavanje i ublažavanje utjecaja antropogene buke na morske sisavce i morske kornjače u postupcima procjene utjecaja na okoliš, postupcima strateške procjene utjecaja na okoliš strategija, planova i programa i ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu*. Ovim smjernicama definiraju se vrste morskih sisavaca i morskih kornjača koje su stalno ili povremeno prisutne u Jadranskom moru i podložne su utjecaju antropogene buke; procjenjuje se utjecaj aktivnosti koje proizvode antropogenu buku te navode mjere ublažavanja negativnih utjecaja antropogene buke na morske sisavce i morske kornjače.

Vrste morskih sisavaca koje su stalno ili povremeno prisutne u Jadranskom moru i na koje se odnose ove smjernice su: kitovi (*Cetacea*), dobri dupin (*Tursiops truncatus*), prugasti dupin (*Ste-*

*nella coeruleoalba*), glavati dupin (*Grampus griseus*), Cuvierov kljunasti kit (*Ziphius cavirostris*), veliki kit (*Balaenoptera physalus*), obični dupin (*Delphinus delphis*), ulješura (*Physeter macrocephalus*), crni dupin (*Pseudorca crassidens*), bjelogrli dupin (*Globicephala melas*), grbavi kit (*Megaptera novaeangliae*) i tuljani (*Pinnipedia, Phocidae*): sredozemna medvjedica (*Monachus monachus*). U Jadranskom moru zabilježene su tri vrste zaštićenih morskih kornjača: glavata želva (*Caretta caretta*), zelena želva (*Chelonia mydas*) i sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*).

Životinje izložene dugotrajnoj i jakoj antropogenoj buci u moru mogu doživjeti pasivnu rezonanciju (djelomično kretanje) koja može rezultirati ozljedama u rasponu od površinskih (hematoma) do pucanja organa i smrti (barotrauma). Buka može uzrokovati trajni ili privremeni pomak u pragu sluha, smanjujući sposobnost životinje da komunicira i uoči prijetnju te u kočnjici utječe na stopu reprodukcije (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2023.).

Nema mnogo iskustva u vezi s mjerama koje se poduzimaju isključivo za izbjegavanje ili smanjenje utjecaja na riblje vrste. Razmatraju se sezonska ograničenja bušenja pilona temelja vjetroagregata, ali sam mogući raspon buke nije jasan.

Za zaštitu morskih sisavaca razmatraju se: mjere isključivanja određenih područja (odabir makrolokacije), izbjegavanje osjetljivih razdoblja kao što je sezona parenja (tempiranje), odabir temelja turbina (temelji s niskom razinom buke), mjere ograničenja buke, monitoring (vizualno i zvučno) prisutnosti morskih sisavaca u sigurnosnim zonama i mjere kojima se životinje aktivno odvraćaju od tih područja.

## PTICE

Prema *Smjernicama o vjetroenergetskim projektima i zakonodavstvu EU-a o prirodi, vjetroelek-*

trane na moru mogu utjecati na ptice na sljedeći način:

- raseljavanje jedinki s područja ishrane
- sudari ptica u letu s rotirajućim lopaticama vjetroturbine
- učinci barijere koji otežavaju prelete između mesta
- gubitak i propadanje staništa prenamjenom dijelova važnih staništa za prehranu i gniježđenje.

O tim se utjecajima uglavnom raspravlja u kontekstu populacija kolonija morskih ptica tijekom razmnožavanja. Međutim, postoji mogućnost utjecaja na vrste ptica koje migriraju putem jadranskog seobenog puta (engl. *Adriatic flyway*). Tu se ubrajaju morske ptice, lovne vrste ptica, močvarice, vrapčarke i grabljivice. Važna mesta za razmnožavanje grabljivica i morskih vrsta ptica prikazuju se na Slika 11.

Jadranski seobeni put (engl. *Adriatic flyway*) važan je migracijski koridor za ptice močvarice iz središnje, sjeverne i istočne Europe koje u velikom broju dva puta godišnje (jesen i proljeće) lete duž istočne obale Jadranskog mora i južne Italije do sjeverne Afrike, kao što se prikazuje Slika 12. Iako postoje zapažanja da neke ptice slijede obalu (grabljivice i rode), osobito tijekom lošeg vremena i hladnih razdoblja, čini se da većina njih leti samo iznad južnog Jadrana, na udaljenosti od 80 do 200 km od obale (Schneider-Jacoby, 2008.).

Kako je obala duga i postoji nekoliko potencijalnih mesta za prijelaz preko Jadrana, tijekom jesenske seobe ptice napuštaju istočnu jadransku obalu s raznih mesta, poput južnog ruba Istre, otoka Cresa i Lošinja, arhipelaga između Splita i Apulije, otoka Lastova i Palagruže prema otvorenom moru ili južnije prema Albaniji.

Močvare oko Sredozemlja pružaju prikladna odmorišta za ptice tijekom migracije na velike

Slika 11. Važna mjesta za razmnožavanje grabljivica i morskih ptica



udaljenosti za prehranu i mitarenje. Neka od najvažnijih močvarnih područja oko Jadranskog mora su Škocjanski zatok (Slovenija), delta rijeke Po (Italija), Vransko jezero (Hrvatska), delta Neretve (Hrvatska), Livanjsko polje (BiH) itd. Posebno je važno područje Jadrana jer razvedena i plitka obala obiluje lagunama i zaljevima koji su važna hranidbena područja pticama tijekom selidbe (slane, močvare, delte). Usto, neki od jadranskih otoka važna su mjesta za razmnožavanje grabljivica i morskih vrsta ptica (Cres, Krk, Rab, Pag, Silbanski greben, Dugi otok, Kornati, Lastovsko otoče, Svetac, Biševo, Jabuka, Vis, Sušac, Palagruža).

Glavna zabrinutost vezano uz ptice je mogućnost sudara s lopaticama turbine. Stoga se pri planiranju potencijalnih lokacija za gradnju

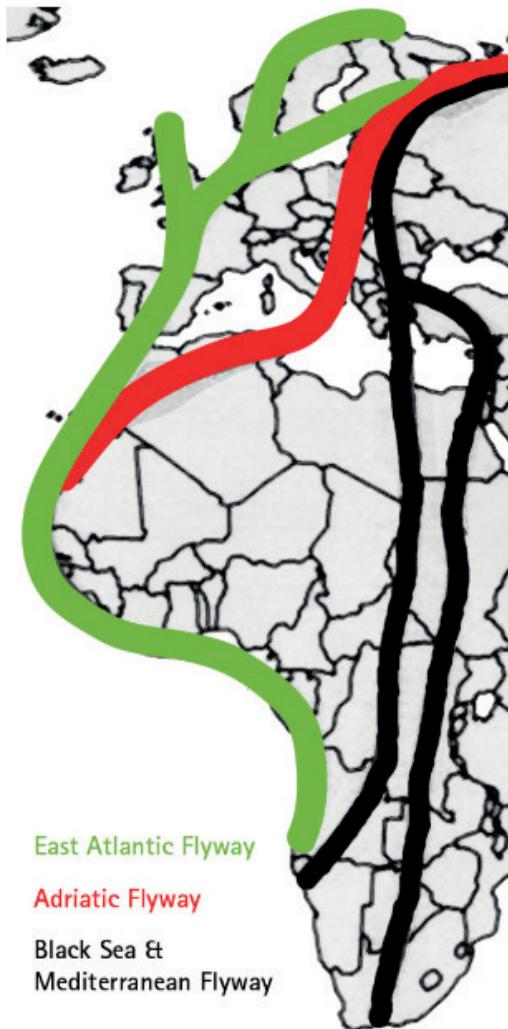
pučinskih vjetroelektrana moraju uzeti u obzir važna područja gniježđenja i uska grla u koridorima jadranskih migracijskih putova.

#### VIZUALNI UTJECAJ OIE NA MORU

Vizualni utjecaj OIE na moru na krajobraz i morski krajobraz ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući visinu vjetroturbina, udaljenost od obale i topografiju okolnog terena. U prosjeku, vjetroturbina visine 150 metara može biti vidljiva s obale na udaljenosti do 20-30 km u uvjetima dobre vidljivosti.

Međutim, u Jadranskom moru na vidljivost mogu utjecati određene topografske značajke i vremenski uvjeti poput oblaka i magle. Neka su istraživanja pokazala da vjetroturbine pod

Slika 12. Migracijski koridori ptica (AEWA, 2016.)



određenim uvjetima mogu biti vidljive i do 60 km od obale, no to je vrlo rijetko.

Budući da turizam uvelike pridonosi hrvatskom gospodarstvu, potrebno je razmotriti sljedeće čimbenike vidljivosti:

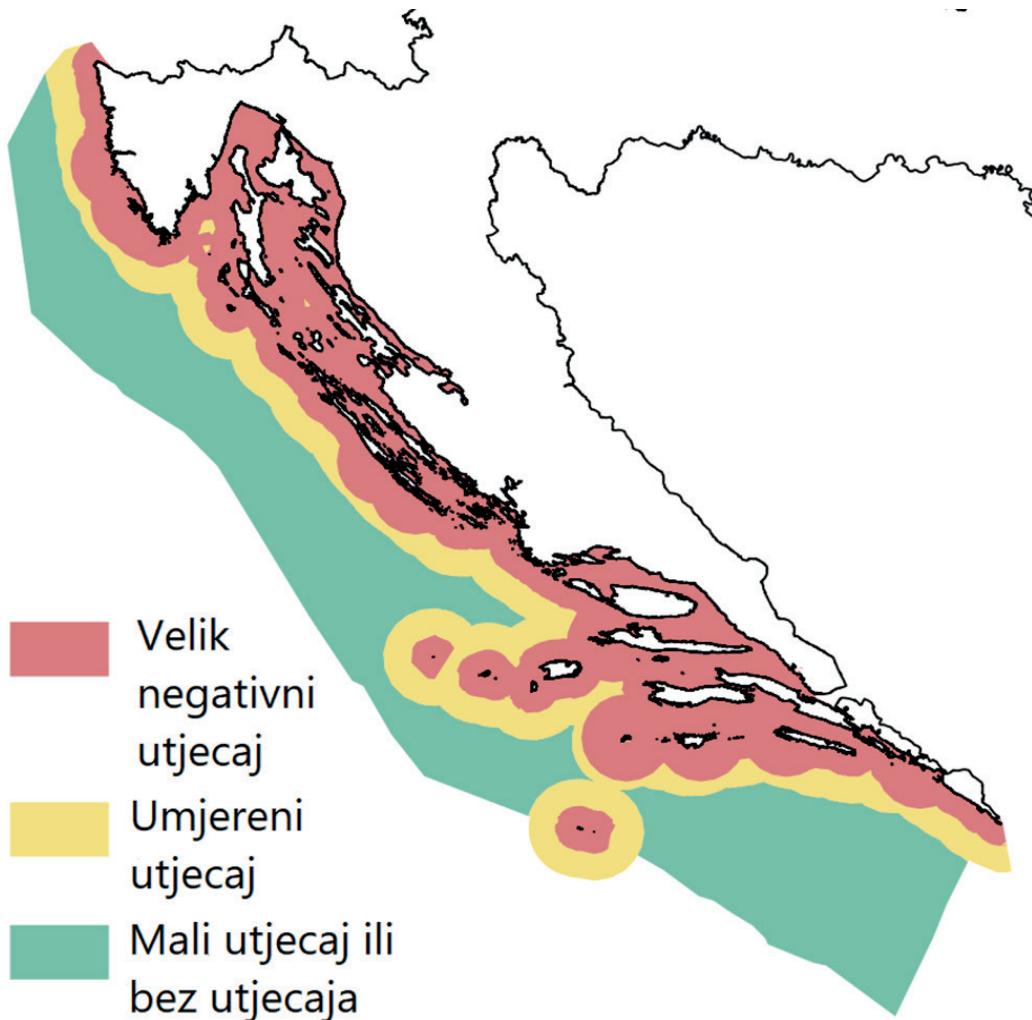
- Hrvatska obala ima mnogo otoka i hridi koje mogu zaklanjati, otvarati ili sužavati pogled na pučinu. Mikroklimatski uvjeti također mogu uvelike ograničiti ili poboljšati vidljivost, npr. kiša, magla, vjetar i zamućenje atmosfere od slobodno lebdećih čestica vizualni utjecaj OIE na moru manji je ako se gleda od sjevera prema jugu od onih s juga zbog refleksije sunca na površini vode
- vidljivost je veća ujutro nego poslijepodne jer su atmosferske turbulencije manje. Noću se

vjetroturbine ne vide, ali se njihova svjetla mogu vidjeti iz velike udaljenosti.

Budući da je vjetar na moru najzrelija tehnologija OIE na moru, Slika 13 prikazuje kartu vizualnih utjecaja vjetroelektrana na moru na temelju sljedećih parametara:

- najveća zona negativnog utjecaja je do 10 km od obale cijelom dužinom s dodatnom tampon-zonom od 20 km oko nacionalnih parkova, parkova prirode i drugih vrlo posjećenih mesta kao što su Dubrovnik, Split, otok Hvar, Pula, Rovinj itd.
- zona umjerenog utjecaja je do 12 nautičkih milja (22,22 km) od obale. Vjetroelektrane u moru vjerojatno će biti vidljive s obale, ali će slika najvjerojatnije biti mutna i neće se lako primijetiti

Slika 13. Vizualni utjecaj vjetroelektrana na moru u Hrvatskoj



- niska zona utjecaja je područje od 12 nautičkih milja do crte Isključivog gospodarskog pojasa. Područje se smatra dovoljno udaljenim od obale da su potencijalni vizualni utjecaji na krajobraz minimizirani ili nepostojeći.

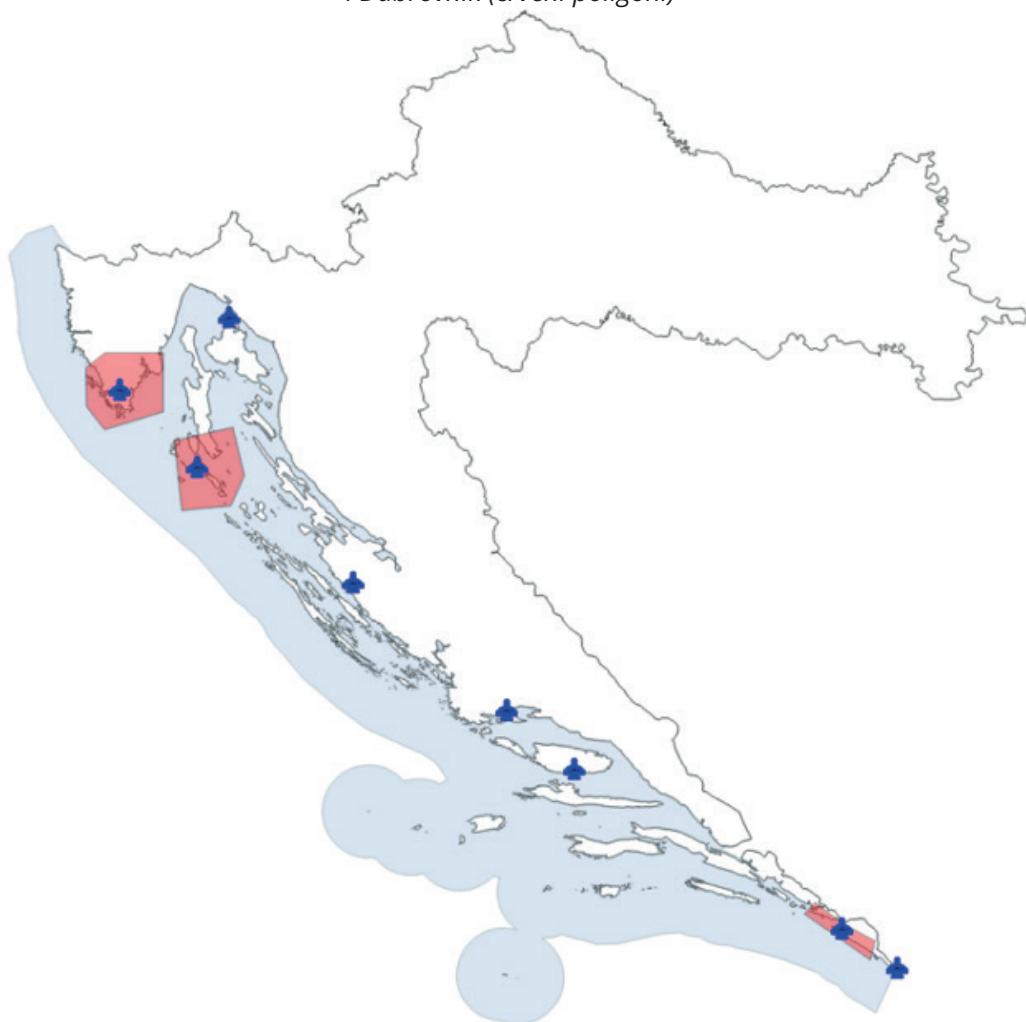
Međutim, u slučaju planiranja OIE na moru na području srednjeg Jadrana, u blizini nenaseljenih pučinskih otoka i hridi, navedene parametre treba ponovno razmotriti tijekom pomorskog prostornog planiranja i na razini pojedinpog projekta tijekom procjene utjecaja zahvata na okoliš.

Na kraju, vizualni učinak plutajućih FN-a treba smatrati znatno manjim zbog njegovih niskih i ravnih kontura.

#### ZRAČNI PROMET I PODRUČJA OD POSEBNE NAMJENE

Vjetroagregati na moru, zbog svojih visina od gotovo 300 metara s tendencijom da u budućnosti budu i viši, predstavljaju potencijalno opasne objekte za zračni promet. Stoga moraju biti propisno obilježeni i danju i noću. Situacija je složenija ako se nalaze u blizini ili unutar zona zračnih luka, bez obzira na kategoriju zračne luke. U Hrvatskoj postoji 7 obalnih zračnih luka, od sjevera prema jugu: Pula, Rijeka (otok Krk), Mali Lošinj, Zadar, Split, Brač i Dubrovnik. Nadalje, zračna luka Tivat u Crnoj Gori nalazi se tik uz granicu s Hrvatskom i nju također treba spomenuti. Od navedenih zračnih luka samo zračne luke Pula i Mali Lošinj imaju kontrolnu prometnu zonu koja se znatno proteže iznad

Slika 14. Obalne zračne luke (plave oznake) s kontrolnim prometnim zonama zračnih luka Pula, Mali Lošinj i Dubrovnik (crveni poligoni)



mora i predstavlja potencijalnu zonu ograničenja, kako prikazuje Slika 14.

Drugi izazov je utjecaj rotirajućih turbinskih lopatica na radare civilne kontrole leta jer ih vide kao niskoleteće zrakoplove koji se u jednom trenutku pojave i nakon kratkog vremena nestanu. Ovaj problem može se riješiti kalibracijom radara.

Vjetroelektrane, kao umjetne prepreke na moru, moraju biti obilježene zakonom propisanim pomorskim oznakama i danju i noću. Te oznake trebat će uskladiti s oznakama zračnog prometa.

Hrvatsko ratno zrakoplovstvo ima unaprijed definirane lokacije za brišuće letove, a Hrvatska ratna mornarica ima područja za vježbe gađanja

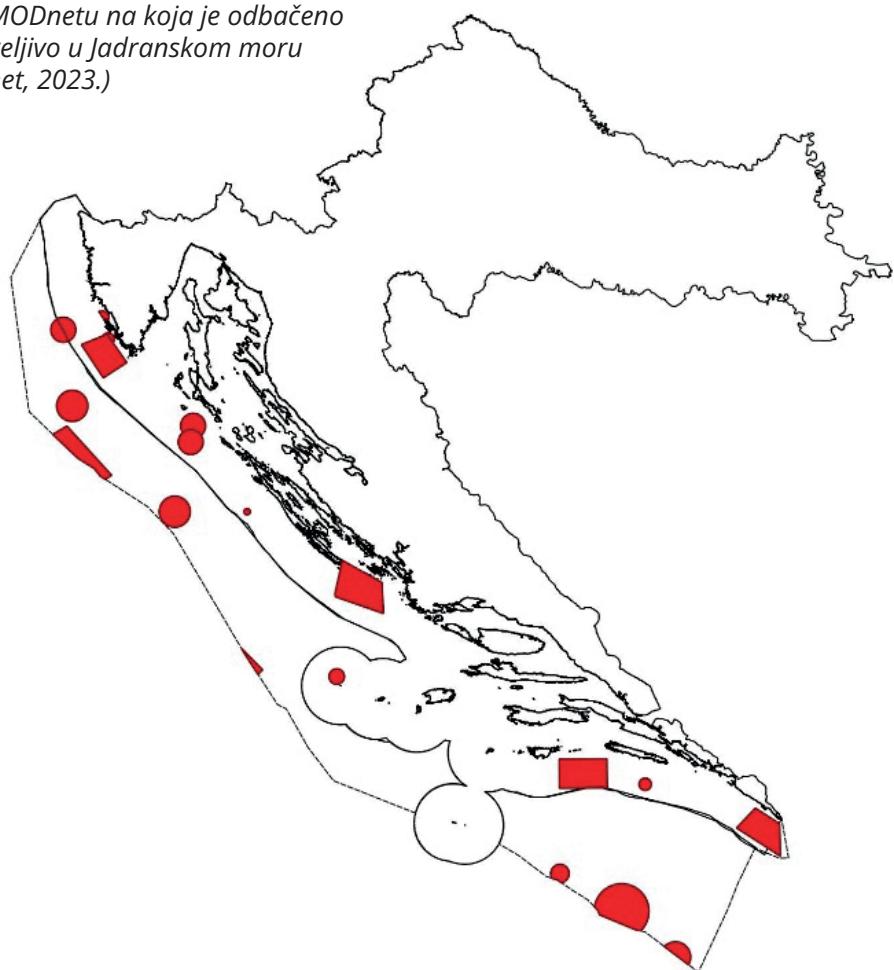
i odlaganje isteklog streljiva. Stoga, pri određivanju lokacije obnovljivih izvora energije u moru, uvjeti Ministarstva obrane trebaju biti uključeni kako bi se izbjegli nepotrebni problemi.

Nositelji projekata bi se također trebali uključiti u ranu razvojnu fazu s Agencijom za civilno zrakoplovstvo kako bi definirali sva ograničenja za razvoj OIE na moru.

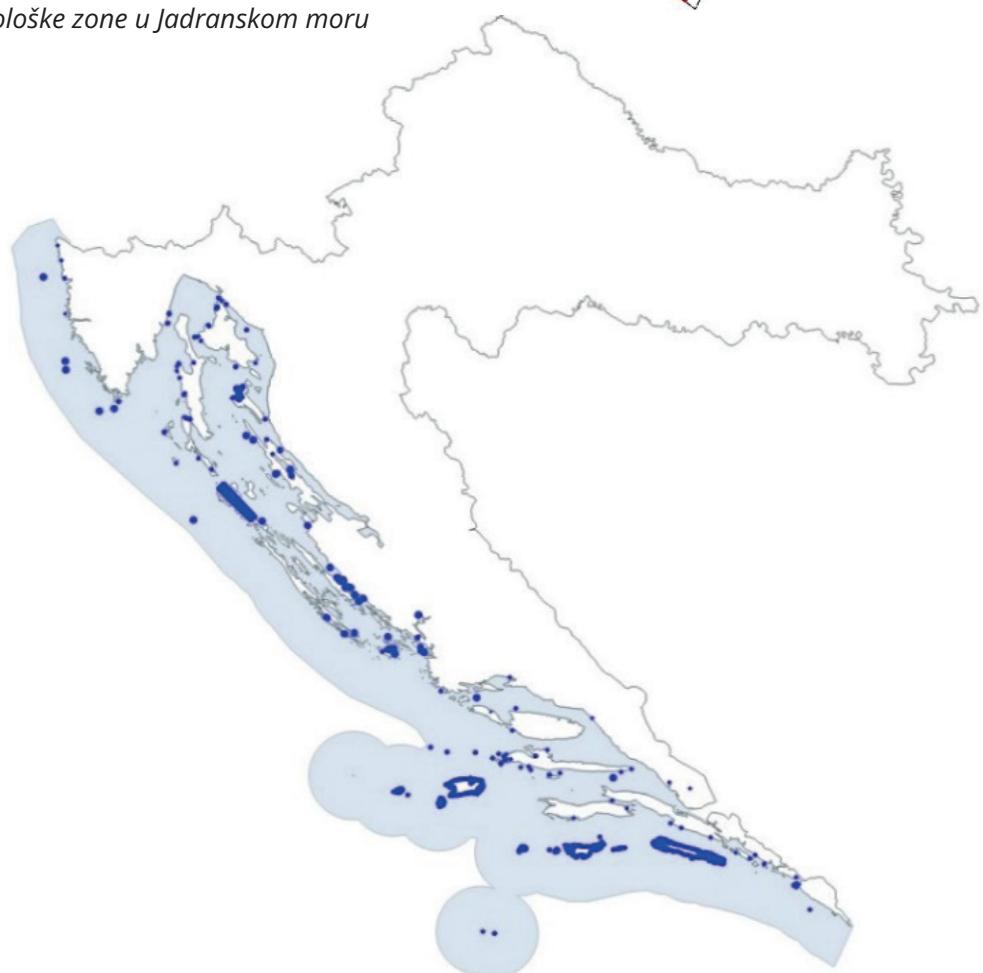
#### PODRUČJA ODBAČENOG STRELJIVA I ORUŽJA

U Jadranskom moru postoje područja na koja je kroz noviju povijest (od Prvog svjetskog rata do Domovinskog rata i NATO-ovih operacija u Srbiji) odbačeno neiskorišteno oružje i streljivo. Nema javno dostupnih podataka ili karata s evidentiranim takvim područjima, kao ni točnih informaci-

Slika 15. Područja prema EMODnetu na koja je odbačeno  
neiskorišteno oružje i streljivo u Jadranskom moru  
(EMODnet, 2023.)



Slika 16. Registrirane arheološke zone u Jadranskom moru



ja o vrsti i količini oružja ili streljiva. Prema podacima Europske mreže za promatranje i podatke o moru (EMODnet), u hrvatskom dijelu Jadrana, uključujući epikontinentalni pojas, postoji 21 takvo područje ukupne površine veće od 386.000 ha, što prikazuje Slika 15 (EMODnet, 2023.).

Potencijalni utjecaj takvog odbačenog oružja i streljiva na OIE na moru može biti razoran. Kako bi se izbjegle bilo kakve nesreće tijekom faze gradnje, nositelji projekata trebali bi rano stupiti u kontakt s Ministarstvom obrane kako bi sigurno otkrili i izbjegli rizična područja.

#### PODVODNA KULTURNA BAŠTINA

UNESCO-ova Konvencija o zaštiti podvodne kulturne baštine (Pariz, 2001.) definira podvodnu kulturnu baštinu kao svaki trag ljudskog postojanja, kulturnog, povjesnog ili arheološkog karaktera koji je bio djelomično ili potpuno pod vodom, povremeno ili trajno, a najmanje sto godina. Sva podvodna kulturna baština u Hrvatskoj zaštićena je Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara na nacionalnoj i međunarodnoj razini i ne smije se ni na koji način devastirati ni oskvrnjivati.

Prema podacima Ministarstva kulture, u hrvatskom dijelu Jadranskog mora postoji 206 registriranih arheoloških nalazišta/zona, kao što prikazuje Slika 16. Prostorno su najkoncentriranija oko otoka i u obalnom moru. Pretpostavlja se da postoji još velik broj neregistriranih lokaliteta ili zona na otvorenome moru koji zasad nisu pronađeni niti istraženi.

OIE na moru mogao bi oštetiti kulturnu baštinu tijekom gradnje i sidrenja vjetroagregata i polaganja energetskih kabela. Slični se utjecaji mogu očekivati bliže obali i unutar zone između plime i oseke gdje će lokacije i materijali koji čine kulturnu baštinu vjerojatno biti posebno gusti i složeni. Osim primarnih utjecaja mogu

se očekivati neizravni utjecaji na arheološke zone i lokalitete koji se nalaze na određenoj udaljenosti od zahvata, kao i kumulativni utjecaji s drugim zahvatima. Pozitivni utjecaji na podvodnu kulturnu baštinu mogu se očekivati evidentiranjem i zaštitom novih arheoloških lokaliteta i zona, posebice u slučaju *in situ* zaštite. Arheološki pregledi i mjere zaštite trebaju se provoditi na razini projekta.

#### 4. 2. POSTUPCI IZDAVANJA DOZVOLA U EUROPI

Proces izdavanja dozvola za OIE na moru vrlo je složen i dugotrajan jer je uključeno mnogo različitih tijela i razina uprave. Glavne razlike u izdavanju dozvola za OIE na moru u Europi su:

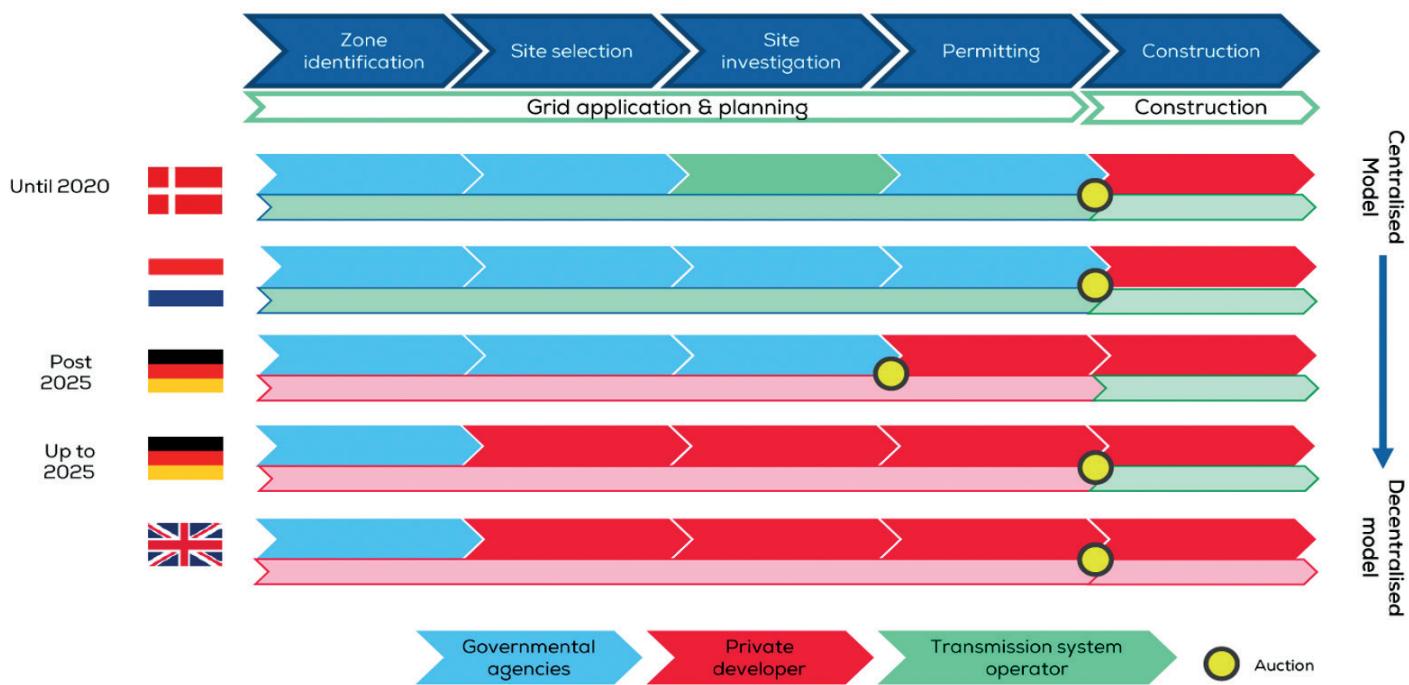
- 1) Koncesije za morsko područje
  - a) Centralizirani model – Vlada utvrđuje morska područja za razvoj OIE na moru
  - b) Decentralizirani model – nositelji projekata utvrđuju morska područja.
- 2) Odgovornost za gradnju mreže
  - a) Odgovornost operatora prijenosnog sustava (u dalnjem tekstu: TSO)
  - b) Odgovornost nositelja projekata
  - c) Mješovita odgovornost.

Slika 17 prikazuje primjer odgovornosti između državnih tijela, nositelja projekata vjetroelektrana i TSO-a u slučaju vjetroelektrana na moru u nekoliko europskih zemalja.

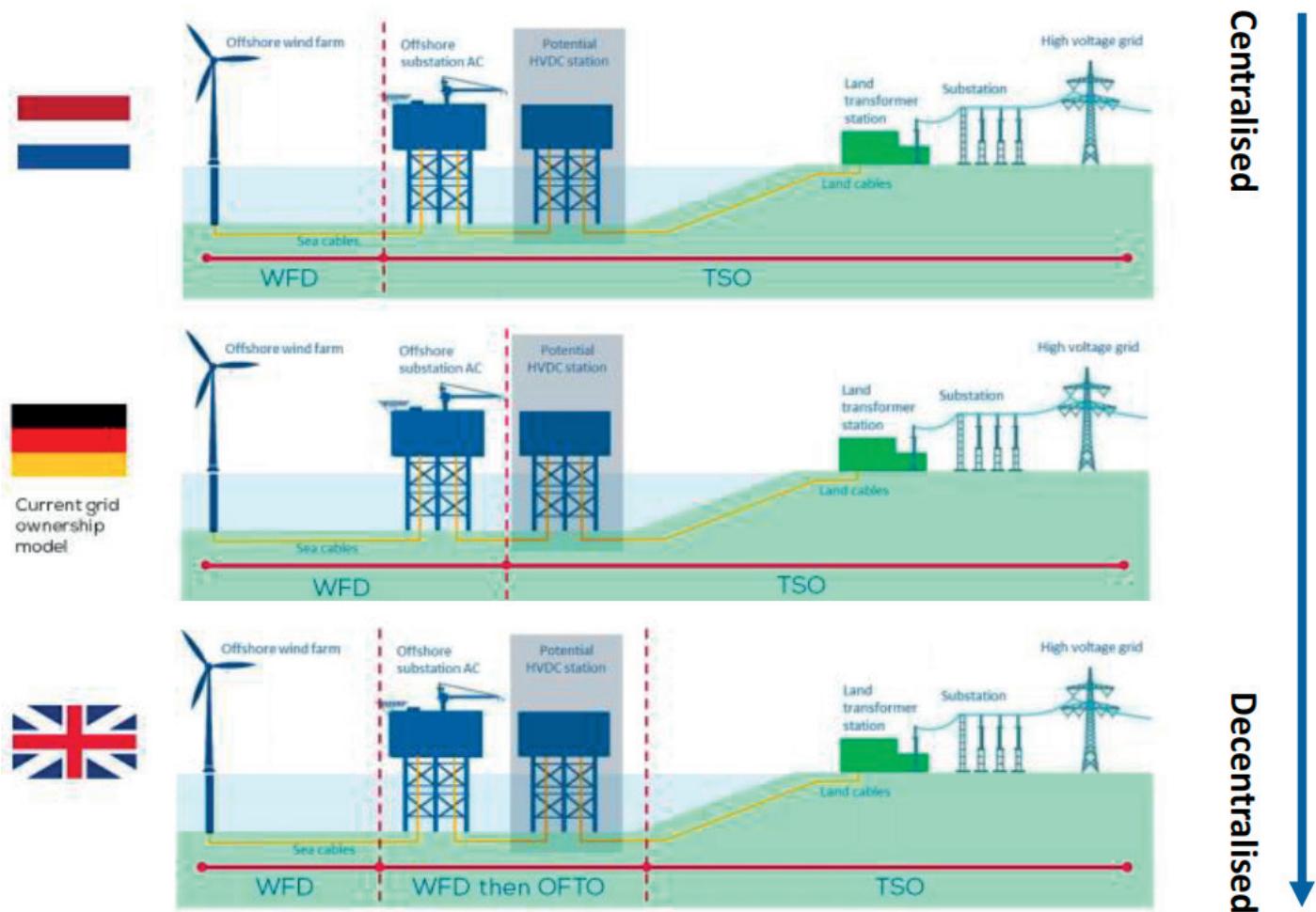
Slika 18 prikazuje odgovornost za gradnju mreže između dionika u slučaju razvoja vjetroelektrana na moru.

Sljedeći odlomci predstavljaju pregled postupaka izdavanja dozvola za OIE na moru u nekoliko europskih zemalja, s fokusom na koncesije za morsko područje i na odgovornost za gradnju mreže.

Slika 17. Odgovornosti za razvoj vjetroelektrana na moru u Europi (WindEurope, 2022.)



Slika 18. Odgovornost za gradnju mreže za razvoj vjetroelektrane na moru u Europi (WindEurope, 2022.)



## DANSKA

Kao što je već navedeno, Danska razlikuje dvije vrste projekata OIE na moru: vjetroelektrane u blizini obale i vjetroelektrane na moru dane koncesijom.

Vjetroelektrane u blizini obale dopuštene su prema postupku otvorenih vrata (engl. *Open-door procedure*), gdje nositelj projekta pokreće razvoj projekta tako što podnosi zahtjev za izdavanje dozvole za obavljanje prethodnih istraživanja u prostoru (osim zona koje su unaprijed definirane). Nositelj projekta plaća mrežni priključak do obale.

Danska energetska agencija (u dalnjem tekstu: DEA) je određena jedinstvena točka kontakta). Kao prvi korak, DEA identificira sve veće javne interese koji bi mogli blokirati projekt, nakon čega se prijava može obraditi. DEA zatim izdaje odobrenje nositelju projekta za provođenje preliminarnih istraživanja, uključujući studiju utjecaja na okoliš. Ako su rezultati istrage pozitivni, nositelj projekta može dobiti dozvolu za uspostavu projekta (Danish Energy Agency, 2022.).

Morska područja za vjetroelektrane na moru dane koncesijom unaprijed je definirala i odbila Danska energetska agencija. U najnovijem primjeru, DEA je identificirala lokaciju *Thor* i procijenila da bi lokacija mogla primiti kapacitet vjetroelektrana na moru između 800 i 1000 MW. DEA je također provela i objavila niz preliminarnih istraživanja, uključujući podatke o resursima vjetra, procjene okoliša, izvješća o okolišu, istraživanja morskog dna i geotehnička istraživanja (Danish Energy Agency, 2022.).

DEA je bila zadužena za dovršetak Strateške procjene utjecaja na okoliš i dodatnih ekoloških istraživanja i studija koje su potrebne za Studiju utjecaja na okoliš. Dobitnik 30-godišnje koncesije zadužen je za dovršetak Studije utje-

caja na okoliš za dio projekta na moru, dok DEA dovršava Studiju utjecaja na okoliš za kopneni dio projekta (Danish Energy Agency, 2019).

Nadalje, nositelj projekta odgovoran je za razvoj i gradnju mrežnog priključka od vjetroelektrane do prijenosne mreže, dok je TSO odgovoran za gradnju kopnenog mrežnog priključka.

Naposljeku, nositelj projekta je odgovoran za rastavljanje i stavljanje izvan pogona vjetroelektrane na moru. Nositelj projekta mora izdvajati 10% procijenjenih troškova gradnje projekta kao jamstvo za stavljanje izvan pogona najkasnije 15 godina nakon puštanja u rad i dvije godine prije planiranog stavljanja izvan pogona (Danish Energy Agency, 2021.)

## NJEMAČKA

Nakon što je inicijalno dopustila nositeljima projekata da utvrde morska područja za svoje projekte Njemačka će unaprijed razviti buduća morska područja, osiguravajući mrežne veze i drugi administrativni razvoj kao što su istraživanja morskih područja.

Savezna agencija za pomorstvo i hidrografiju (BSH) imenovana je točka na jednome mjestu. BSH počinje prostornim planiranjem morskog područja, osiguravajući uravnotežene interese različitih korisnika pomorskog područja. Nakon toga BSH provodi istraživanje morskog okoliša, podzemlja, vjetra i oceanografskih uvjeta. Ako BSH pronađe odgovarajuće morsko područje, izvršna naredba šalje se Saveznoj mrežnoj agenciji (BNetzA) koja odlučuje hoće li proći postupak natječaja. Nakon što nositelj projekta osvoji pravo na morsko područje, nositelj projekta je odgovoran za ishođenje dozvola (uključujući Studiju utjecaja na okoliš, Izvješće o prostornom i tehničkom pregledu, analizu vojnih, zračnih i pomorskih pitanja itd.) (Jack, 2022.).

U posljednjim izmjenama njemačkog Zakona o vjetroenergiji na moru, Vlada je implementirala brže odobrenje i pravila za dobivanje dozvola, uključujući bržu vezu s odobalnom mrežom (koja se dodjeljuje odmah nakon što je područje uključeno u razvojni plan) procjene okoliša i prava sudjelovanja su zajednički proces, definirani su rokovi za odobrenje prostornog planiranja, itd. (Cabinet of Germany, 2023.).

Zbog velikog broja vjetroelektrana na moru u Njemačkoj, BNetzA vjeruje da će najisplativiji razvoj mreže za vjetroelektrane na moru biti spajanje istosmjerne struje preko platformi s više terminala, umjesto pojedinačnih veza od točke do točke. Tri njemačka TSO-a bit će odgovorna za devet priključaka vjetroelektrana na moru s najnovijom tehnologijom od 2 GW, ±525 HVDC (REGlobal, 2022.).

## NIZOZEMSKA

Nizozemska je 2018. također prešla s decentraliziranog na centralizirani model odabira morskog područja za vjetroelektrane na moru.

Proces počinje tako što Ministarstvo gospodarstva i klimatske politike te Ministarstvo infrastrukture i okoliša utvrde zone vjetroelektrana na moru u Nacionalnom planu za vode. Nakon toga Vlada odlučuje o redoslijedu izvođenja u kojem će se razvijati lokacije na moru, proizvodnom kapacitetu svake lokacije i na kraju o planiranom rasporedu natječaja, instalacije i puštanja u pogon. Sve se to radi u sklopu Plana razvoja vjetroelektrana na moru. Do sada je Vlada usvojila Plan razvoja 2015. – 2023. i Plan razvoja 2023. – 2030.

Nizozemska Agencija za poduzetništvo odgovorna je za naručivanje Procjene utjecaja na okoliš kao i studija lokacije (uvjeti tla, vjetra i vode, arheološka istraživanja itd.), bez naknade.

Nizozemski TSO – TenneT odgovoran je za priključenje na odobalnu mrežu. TenneT je instalirao AC trafostanice za projekte koji su blizu obale, dok za nove projekte koji su 70 km od nizozemske obale Tennet instalira HVDC trafostanice. Nositelj projekta je odgovoran za kabele koji povezuju vjetroturbinu s podstanicom (Wind & Water Works, 2022.).

Nakon što RVO zaključi natječaj za morsko područje putem modela bez potpore, pobjednički nositelj projekta dobit će dozvolu za gradnju, rad i uklanjanje vjetroelektrane, što investitoru omogućuje da odmah počne s gradnjom. Dozvola vrijedi najviše 40 godina, a nositelj projekta RVO-u mora osigurati jamstvo za dekomisiju od 120.000/MW, koje može iskoristiti tek nakon 12 godina rada (TNO, 2020.).

## UJEDINJENO KRALJEVSTVO

Prema decentraliziranom modelu Ujedinjenog Kraljevstva, Crown Estate (pokriva Englesku, Wales i Sjevernu Irsku) i Crown Estate Škotska određuju posebna morska područja za razvoj OIE na moru i odgovorni su za izdavanje dozvola kao jedinstvene točke kontakta. Nakon toga slijedi natječaj za koncesiju gdje nositelji projekata identificiraju morska područja za koja se natječu.

U jednom od posljednjih natječaja Crown Estate dodijelio je prava zakupa morskog područja za 8 GW projekata vjetroelektrane na moru (uključujući 480 MW za plutajuću vjetroelektranu) putem natječaja u 2021. godini. Nositelji projekata natjecali su se na temelju jednog kriterija - cijene. Uspješan nositelj projekta obvezuje se plaćati najmanje tri godine i godišnju naknadu za svaki projekt sve dok projekt ne bude spreman za sklapanje koncesijskog ugovora (WindEurope, 2021.).

Zasebno za projekte vjetroelektrana na moru u Škotskoj, Crown Estate Scotland dodijelio

je 25 GW (7.000 km<sup>2</sup>) projekata vjetroelektrana na moru (60% za plutajuće i 40% na moru). Nositelji projekata morat će platiti jednokratnu naknadu do £43,000/MW (OffshoreWind.biz, 2022.).

Tijekom opcijskog razdoblja nositelj projekta može provesti istraživanja i instalirati mjeru opremu unutar opcijskog područja kako bi razvio projekt.

Nositelj projekta je odgovoran za dobivanje potrebnih licenci i dozvola kao što su Studija utjecaja na okoliš, Pomorska dozvola od Organizacije za upravljanje morem, Dozvola za gradnju vjetroelektrane od relevantnog ministarstva i dogovor s TSO-om za priključak na mrežu.

Nositelj projekta je odgovoran za financiranje i gradnju prijenosne mreže za vjetroelektranu na moru do obale. Podstanica na moru i izvozni kabeli prenose se na vlasnika prijenosa na moru (OFTO) koji je posjeduje i upravlja njome. Alternativno, nositelj projekta može se odlučiti za model "OFTO gradnje", gdje će OFTO biti imenovan za gradnju i upravljanje prijenosnom mrežom za vjetroelektranu na moru.

Na kraju, prije licenciranja OIE na moru, nositelji projekata moraju predati Program dekomisije koji objašnjava kako će se lokacija razgraditi i rastaviti kao i troškove tih aktivnosti (Decom-Tools, 2019.).

#### MJERE UBRZANOG IZDAVANJA DOZVOLA U EU

Plan REPowerEU identificirao je nekoliko mjera za ubrzanje izdavanja dozvola za OIE. Ta će se pravila implementirati u dva zakonodavna akta – Direktivu o obnovljivoj energiji (o kojoj se pregovaralo tijekom pisanja ove studije) i Uredbu Vijeća (EU) 2022/2577 o utvrđivanju okvira za ubrzavanje razvoja obnovljive energije.

Mjere REPowerEU koje će se najvjerojatnije obrađiti u revidiranoj Direktivi o obnovljivoj energiji su:

- definiranje administrativnih procesa koji pripadaju pod rokove za izdavanje dozvola i početak procesa izdavanja dozvola
- države članice utvrđuju jedinstvene kontaktne točke koje bi usmjeravale nositelje projekata kroz postupak izdavanja dozvola i osiguravale da nositelj projekta nije obvezan stupiti u kontakt s drugim administrativnim tijelima
- države članice trebat će utvrditi područja za obnovljive izvore potrebna za postizanje ciljeva EU za OIE
- utvrđivanje „glavnih područja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora (engl. *Go-to renewable areas*)“ u kojima izdavanje dozvola neće trajati dulje od godinu dana
- izuzeće projekata OIE u „glavnim područjima za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora“ od ishođenja studije utjecaja na okoliš.

Uredba Vijeća (EU) 2022/2577 o utvrđivanju okvira za ubrzavanje razvoja obnovljive energije utvrđuje vremenska pravila za projekte koji počinju izdavanjem dozvola 22. prosinca 2022., kao što su:

- prevladavajući javni interes za OIE, mreže i projekte skladištenja električne energije
- primjena populacijskog pristupa bioraznolikosti
- mogućnost izuzeća od ishođenja studije utjecaja za okoliš za OIE, mreže i projekte skladištenja električne energije za projekte na posebnom području za energiju iz obnovljivih izvora ili mrežu za povezanu mrežnu infrastrukturu koja je potrebna za integraciju energije iz obnovljivih izvora u elektroenergetski sustav ako su države članice odredile područja za energiju iz obnovljivih izvora ili mrežu, i da je to područje predmet strateške procjene okoliša.

#### 4. 3. POSTUPCI IZDAVANJA DOZVOLA U HRVATSKOJ

Nositelji projekata OIE na moru moraju slijediti razvojne korake koji su utvrđeni za OIE u *Vodiču za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj*, međutim postoji nekoliko razlika u procesu (EnergoVizija, 2022.).

Prvi korak za OIE na moru bio bi identificiranje morskih područja u prostornim planovima. U Hrvatskoj postoje različite razine prostornog planiranja. Glavni dokumenti prostornog uređenja su Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske i Državni plan prostornog razvoja. Državni plan prostornog razvoja je u fazi izrade. Niža razina prostornih planova su županijski prostorni planovi.

Isključivi gospodarski pojas Jadranskog mora u nadležnosti je Vlade RH i Hrvatskog sabora, teritorijalno more je pod upravom Ministarstva mora, prometa i infrastrukture za objekte od državnog interesa, dok se je za ostale projekte unutar teritorijalnog mora nadležna županijska skupština ovisno o lokaciji projekta.

No, trenutni postupak iskorištavanja pomorskog područja u Hrvatskoj vrlo je složen i načelno ne jamči sigurnost da će nositelj projekta uspjeti ostvariti ciljeve u željenom roku. U slučaju iskorištavanja morskih područja koja zahtijevaju gradnju (za što su potrebne dodatne dozvole), procedura je još komplikirana. U trenutku pisanja ove studije traju izmjene i dopune dvaju krovnih zakona koji reguliraju korištenje pomorskog područja:

- Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (u dalnjem tekstu: ZPDML) kojim se uređuju načini korištenja pomorskog dobra te postupak davanja koncesija
- Zakon o prostornom uređenju (u dalnjem

tekstu: ZPU) koji definira prvi korak u dobivanju koncesije – postupak ishodjenja lokacijske dozvole i detaljan postupak uređenja prostora.

Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama uskoro će biti donesen i očekuje se da neće pretrpjeti veće izmjene u odnosu na verziju analiziranu u ovoj studiji. Zakon o prostornom uređenju je u fazi izmjena i dopuna, a do njegova donošenja moguće je da će se dogoditi izmjene koje izravno utječu na razvoj projekata OIE.

Osim toga, Državni plan prostornog razvoja koji uključuje mogući razvoj Isključivog gospodarskog pojasa Jadranskog mora je u izradi i trebao bi biti finaliziran i usvojen do kraja godine. Kada budu gotovi, prostorne planove područja posebnih obilježja (kao što je prostorni plan Isključivog gospodarskog pojasa) potrebno je izraditi u skladu s Državnim planom prostornog razvoja. Odluka o izradi Državnog plana prostornog razvoja donesena je na 93. sjednici Vlade Republike Hrvatske. Nositelj Državnog plana prostornog razvoja je Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, a stručni izrađivač je Hrvatski zavod za prostorni razvoj. Državni plan prostornog razvoja izrađuje se i donosi za područje Republike Hrvatske s posebnim osvrtom na projekte od državnog i regionalnog značaja.

#### PLANIRANJE

Područje Isključivog gospodarskog pojasa (EEZ) određeno je Pomorskim zakonom i obuhvaća morske prostore od vanjske granice teritorijalnog mora u smjeru otvorenog mora do njegove vanjske granice dopuštene općim međunarodnim pravom (članak 32.). U svom gospodarskom pojusu Republika Hrvatska ostvaruje suverena prava kako slijedi (članak 33.):

- istraživanje i iskorištavanje, očuvanje i gospodarenje živim i neživim prirodnim bogatstvima
- proizvodnja energije korištenjem mora, morskih struja i vjetrova.

Člankom 35. Pomorskog zakonika propisano je da u gospodarskom pojasu Republika Hrvatska ima isključivo pravo graditi, dopuštati i regulirati gradnju, rad i uporabu umjetnih otoka, uređaja i naprava na moru, morskom dnu i morskome podzemlju. Na gradnju, rad i uporabu navedenih objekata primjenjuju se odgovarajući propisi Republike Hrvatske.

ZPU-ov je cilj da se pri izradi prostornih planova morskog područja nastoji pridonijeti održivom razvoju turizma, pomorskog prometa, ribarstva i marikulture te energetike u morskom području. Usto, zakon treba pridonijeti očuvanju, zaštiti i unaprjeđenju prirode i okoliša, uključujući otpornost na učinke klimatskih promjena, kao i zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Prema sadašnjem prijedlogu ZPU-a, morsko područje obuhvaća unutarnje morske vode Republike Hrvatske, teritorijalno more Republike Hrvatske, zračni prostor iznad njih, morsko dno i podzemlje tih morskih voda. Svi ti dijelovi predstavljaju Isključivi gospodarski pojas (EEZ) Republike Hrvatske u Jadranskom moru.

Članak 44. ZPU-a definira pomorska područja kao područja gospodarskog korištenja, dopuštajući razvoj OIE na moru u pomorskim područjima. No, iznimka je zaštićeno obalno područje, područje zabranjene gradnje, koje predstavlja kopneno (i otočno) područje udaljeno 1000 metara od obalne crte i morsko područje 300 metara od obalne crte.

ZPU navodi da se morsko područje planira: Državnim planom prostornog razvoja, Prostornim planom uređenja isključivoga gospodar-

skog pojasa Republike Hrvatske, prostornim planovima nacionalnih parkova i parkova prirode koji obuhvaćaju morsko područje, županijama koje imaju morsko područje te planovima prostornog uređenja gradova i općina te općim urbanističkim i planovima uređenja koji obuhvaćaju morsko područje. ZPU se temelji na vertikalnoj integraciji, što znači da se dokumenti i planovi višeg reda moraju uklopiti u planove i dokumente nižeg reda. Dakle, državni planovi i dokumenti dopuštaju gradnju i ako nisu uključeni u planove nižeg reda.

Nakon uvrštenja u prostorne planove, energetske suglasnosti i ugovora o priključenju na mrežu, nositelj projekta će trebati ishoditi potrebne ekološke suglasnosti (kako je opisano u *Vodiču za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj*).

#### POSTUPAK ISHOĐENJA LOKACIJSKE DOZVOLE I KONCESIJE

Postupak dobivanja koncesije u pomorskom području uređen je Zakonom o koncesijama koji nema teritorijalnih ograničenja i obuhvaća cjelokupno pomorsko područje u Jadranskom moru, dok ZPDML uređuje djelatnosti u pomorskom području teritorijalnog mora. Stoga, ako se projekt OIE na moru planira na području Isključivog gospodarskog pojasa, Vlada RH treba donijeti posebnu odluku o stjecanju pravnog interesa. Pravni interes je prvi korak za lokacijsku, a posljedično i građevinsku dozvolu.

Nepostojanje Državnog plana prostornog razvoja prva je prepreka, jer je u postupku ishođenja lokacijske dozvole potrebno izvršiti usklađivanje s prostornim planovima određenog područja. Općenito, Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine i Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture nadležni su za to područje, ali dosta detalja ostaje nejasno po kojem zakonu i koje bi mi-

nistarstvo trebalo biti nadležno za svaki korak. Na primjer, građevinsku dozvolu za naftne platforme izdalo je Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine temeljem Zakona o rudarstvu koji se ne može preslikati na projekte OIE na moru.

Suglasnosti ili prethodne studije i istraživanja na području Isključivog gospodarskog pojasa te koncesiju na kabele i prijenos električne energije iz teritorijalnog mora na kopno izdavat će Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture.

ZPDML također navodi da pomorsko dobro i s njime trajno povezane građevine ili objekti ne mogu biti u privatnom vlasništvu ili zakupu, niti stjecati druga stvarna prava jer su izvan pravnog prometa i pripadaju državi. Stoga je važno istaknuti da sva infrastruktura završetkom svoje gradnje postaje vlasništvo Republike Hrvatske te se gospodarski koristi tijekom trajanja koncesije.

Nadalje, ZPDML definira da se koncesija na pomorskom dobru daje za namjene predviđene prostornim planom (npr. proizvodnja energije vjetra, ribarstvo i akvakultura i sl.).

Prvi korak u dobivanju koncesije za pomorsko dobro je dobivanje pravnog interesa davatelja koncesije za pokretanje postupka izdavanja lokacijske dozvole, što je određeno razinom prostornog plana kojim se uređuje njegovo korištenje. Ako nema državnog plana prostornog razvoja za morsko područje, onda je županija nadležna za davanje koncesija predviđenih županijskim prostornim planom.

Nositelj projekta koji je iskazao interes i ishodio svu potrebnu dokumentaciju (uključujući i lokacijsku dozvolu) još se treba natjecati na natječaju za dodjelu koncesije. To unosi određenu pravnu nesigurnost, posebice s obzirom na vrijeme potrebno za dobivanje potrebnih dozvola.

Za koncesije na državnoj razini najdulji rok trajanja je 50 godina. U iznimnim slučajevima, uz suglasnost Hrvatskog sabora, koncesija se može dodjeliti na dulji rok od 50 godina, što ovisi o amortizacijskom roku građevine. Županije mogu dati koncesiju na najviše 20 godina. Koncesije na državnoj razini daje Hrvatski sabor, a koncesije na regionalnoj razini daje predstavničko tijelo (županijska skupština).

Nositelji projekta koji se natječu za koncesiju moraju ispunjavati sljedeće uvjete:

- nositelj zahvata mora biti registriran za obavljanje gospodarske djelatnosti za koju traži koncesiju
- do dana podnošenja ponude ili zahtjeva moraju biti podmirene sve obveze iz prethodnih koncesija
- nositelj projekta nije prekršio odredbe Zakona i relevantnih propisa.

Nositelj projekta natječe se na natječaju za koncesiju temeljem prijedloga koncesijske naknade koja se sastoji od fiksнog i varijabilnog dijela. Fiksni iznos određuje se prema veličini područja (kopno i more) danog u koncesiju. Varijabilni dio definiran je kao postotak prihoda ostvaren obavljanjem djelatnosti za koju je koncesija dana.

Uredbom o postupku davanja koncesija na pomorskom dobru utvrđene su minimalne cijene fiksнog i varijabilnog dijela naknade za koncesiju. Međutim, ne postoje smjernice o minimalnoj varijabilnoj naknadi za elektrane. Dok se ne donese takva uredba, početne vrijednosti cijene fiksнog i varijabilnog dijela naknade su odluka nositelja projekta.

Nakon završetka postupka koncesije, odabira koncessionara i potpisivanja ugovora o koncesiji može se početi s gradnjom, a ugovor o koncesiji smatra se pravnim interesom za dobivanje građevinske dozvole.

Naposljetu, nositelji projekta također trebaju biti u skladu s Pomorskim zakonikom koji propisuje da je za pomorske aktivnosti (kao što su mjerena, nadzor itd.) potrebno prethodno odobrenje Ministarstva mora, prometa i infrastrukture.

#### 4. 4. MORSKA PODRUČJA ZA OIE NA MORU U HRVATSKOJ

Morska područja za OIE na moru određena su na temelju brojnih čimbenika. Sljedeći odlomci predstavljaju pregled najvažnijih čimbenika, s fokusom na utvrđivanje zona za vjetroelektrane na moru.

#### VJETROVI U HRVATSKOJ

Dva su glavna vjetra u hrvatskom dijelu Jadranskog mora: bura i jugo.

Bura je jak, suh i hladan vjetar s prosječnom brzinom od 15 m/s. Udari vjetra mogu dosezati i do 70 m/s. Razvija se na visokim primorskim planinama (Velebit, Mosor, Biokovo i dr.), uglavnom je čest zimi i puše u udarima (smjerovi: S, SI, I).

Prosječne brzine juga su između 10 m/s i 30 m/s (smjerovi: J, JI). Najjači je na otvorenome moru, gdje stvara velike valove. Puše više dana, češće zimi nego u toplom dijelu godine. Ljeti obično ne traje dulje od 3 dana, zimi može trajati i do 10 dana, a ponekad s manjim prekidima i do 3 tjedna. Obično se razvija u južnom dijelu Jadrana tijekom zime, a i u sjevernom dijelu Jadrana tijekom proljeća. Osim toga, brojni hrvatski otoci čine dodatne prepreke, što smanjuje brzinu vjetra i pojačava atmosferske turbulencije (Marović & Herak Marović, 2007.).

Slika 19 prikazuje srednju godišnju brzinu vjetra na visini od 80 m iznad tla. Međutim, s ra-

stućim visinama vjetroelektrana na moru postoji potreba za dodatnim mjeranjima vjetra.

Trenutačno je u izradi nekoliko studija o brzini vjetra na Jadranu. Jedna od posljednjih je INA-ina, koja je ove godine počela mjerjenje brzine vjetra na dvije plinske platforme u Jadranu: Izabeli Sjever i Ivani A (sjeverni Jadran).

#### GEOLOGIJA JADRANA

Iz geološke perspektive, Jadransko more leži na Jadranskoj karbonatnoj platformi, kao što prikazuje Slika 20. Karbonatna platforma s krškog područja neujednačeno je prekrivena klastičnim pliocenskim, pleistocenskim i holocenskim sedimentima čija debljina varira od 0 m do 4000 m u hrvatskom dijelu Jadranu.

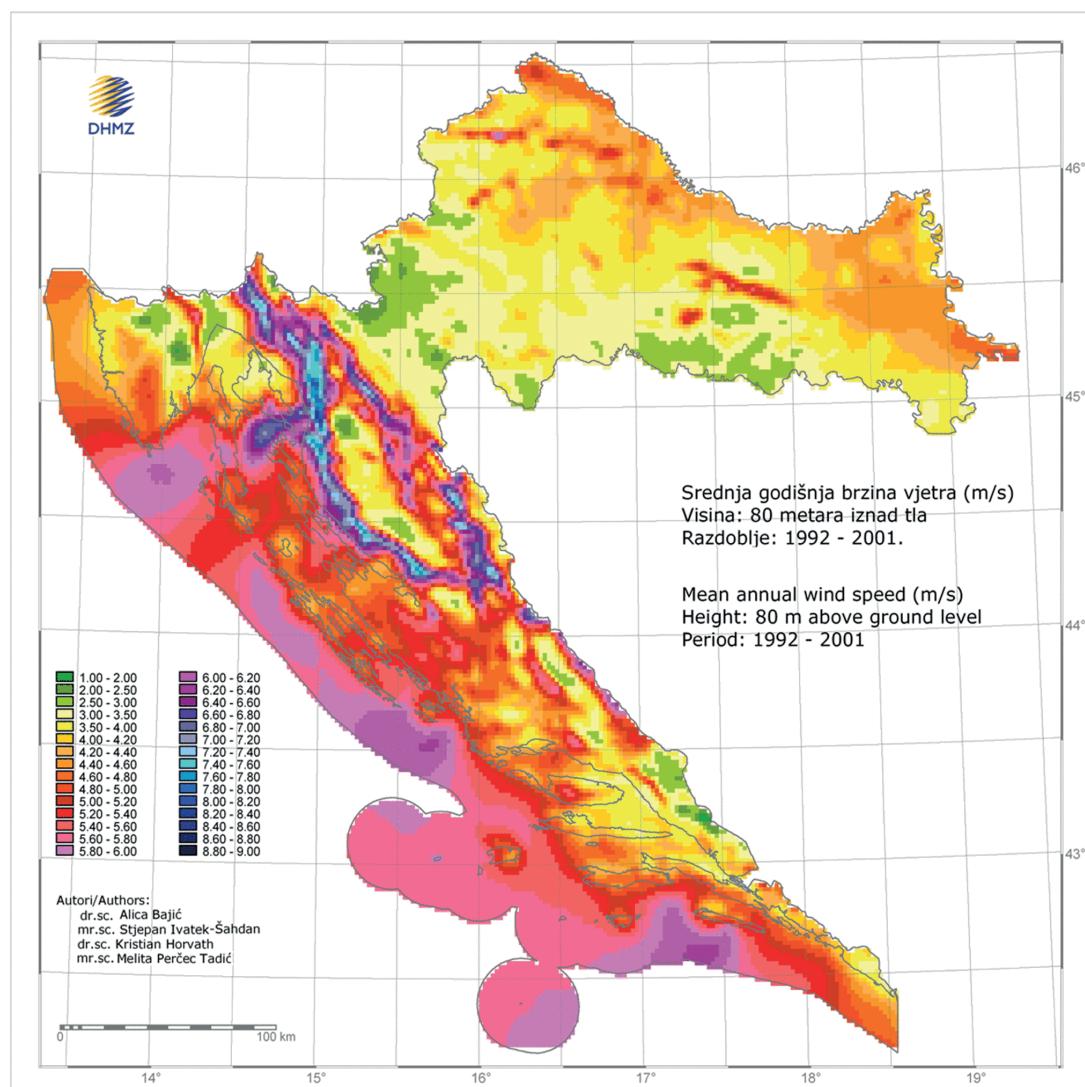
Slika 21 prikazuje debljine pliocenskih i kvartarnih naslaga unutar prednje jadranske kotline.

#### SVOJSTVA MORSKOG DNA

Jadransko more podijeljeno je na dva dijela odvojena Palagruškim pragom. Najsjeverniji dio Jadrana čini plitko (do 100 m), ravno, pješkovito ili muljevito dno. Iznimka su Kvarnerski kanali koji su dublji od 100 metara. Drugi dio sjevernog dijela ima prosječnu dubinu od 200 m i proteže se 130 km po uzdužnoj osi i 40 km u širinu, sve do Palagruškog praga.

Južni dio Palagruškog praga strmo se spušta do najdublje točke u Jadranskom moru na dubini od 1233 metra. Najdublji – južnojadranski bazen – nalazi se između Palagruškog praga i Otrantskih vrata (743 m). Otrantska vrata ujedno su izlaz iz Jadranskog mora. Struktura dna ovog dijela je miješana sedimentacija (Kučica, 2013.). Batimetrija i karta sedimenata morskog dna Jadranskog mora prikazuju Slika 22 i Slika 23.

Slika 19. Srednja godišnja brzina vjetra na visini 80 m iznad tla (DHMZ, n.d.)



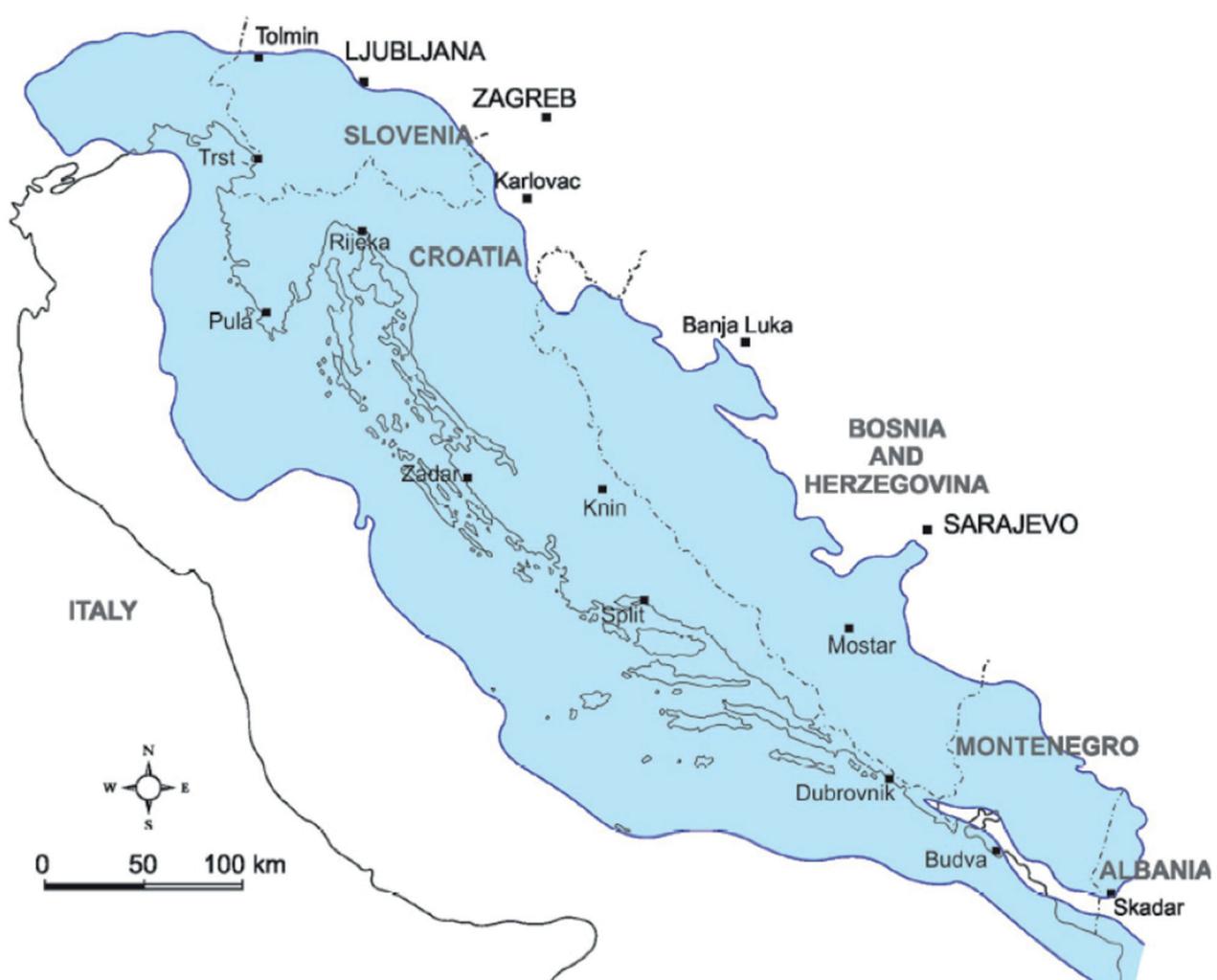
## MORSKA STRUJA

U Jadranskom moru postoji struja koja dolazi kao ogrank Sredozemne struje iz Jonskog mora. Protječe duž hrvatske obale od juga prema sjeverozapadu, odnosno obilazi cijeli Jadran i vraća se u Jonsko more uz talijansku obalu kao što prikazuje Slika 24.

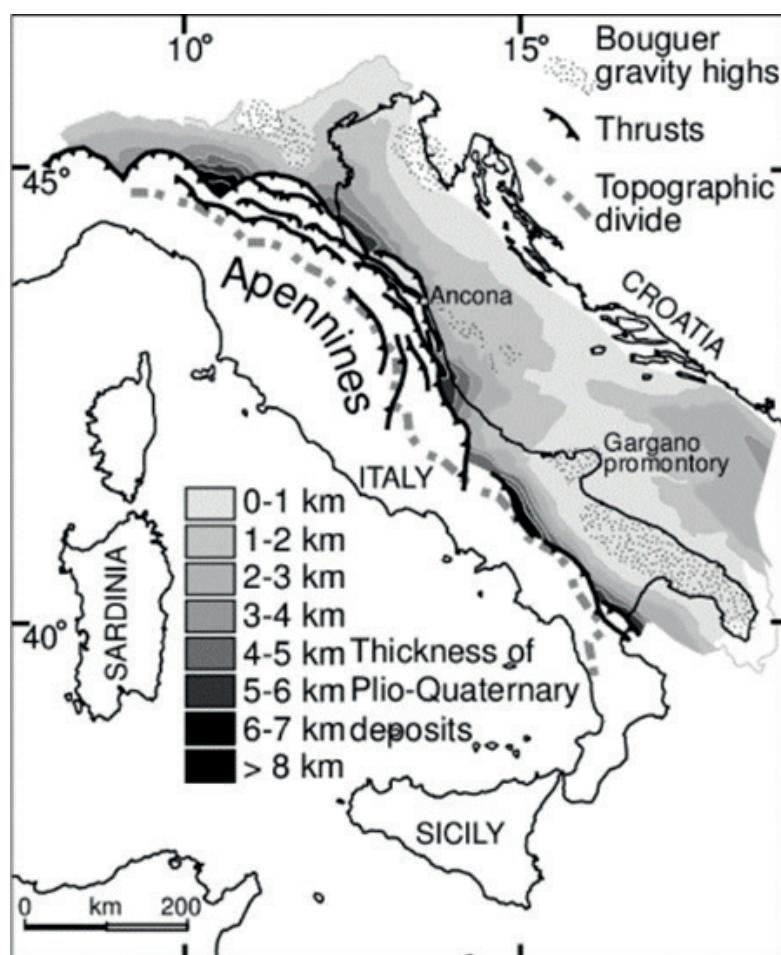
Na glavno strujanje utječu struje morskih mjenja (plime i oseke) i struje nastale pod utjecajem vjetra. Plima i jugo s kišom pojačavaju glavno strujanje uz hrvatsku obalu. Brzina struje duž hrvatske obale veća je zimi nego ljeti. Općenito, zimi je morska struja jača uz hrvat-

sku, a ljeti uz talijansku obalu. Prosječna brzina strujanja je od 0,25 do 0,5 m/s. Kroz kanale, tjesnace i u blizini riječnih ušća može dosegnuti i do 2 m/s. Općenito, morske struge nisu jake (Duplančić Leder, Leder, & Lapine, 2007.).

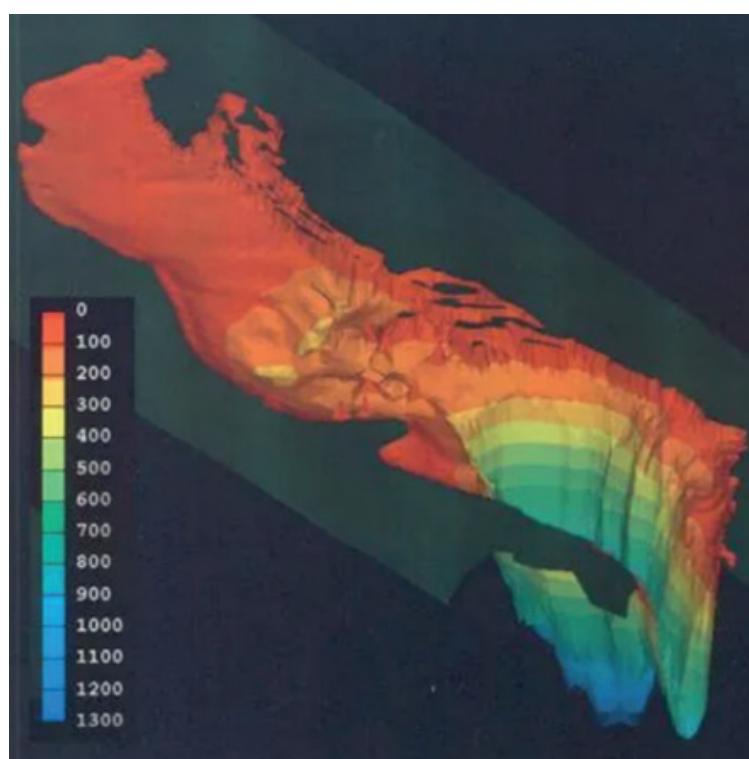
Slika 20. Jadranska karbonatna platforma (Vlahović, Tišljar, Velić, & Matičec, 2005.)



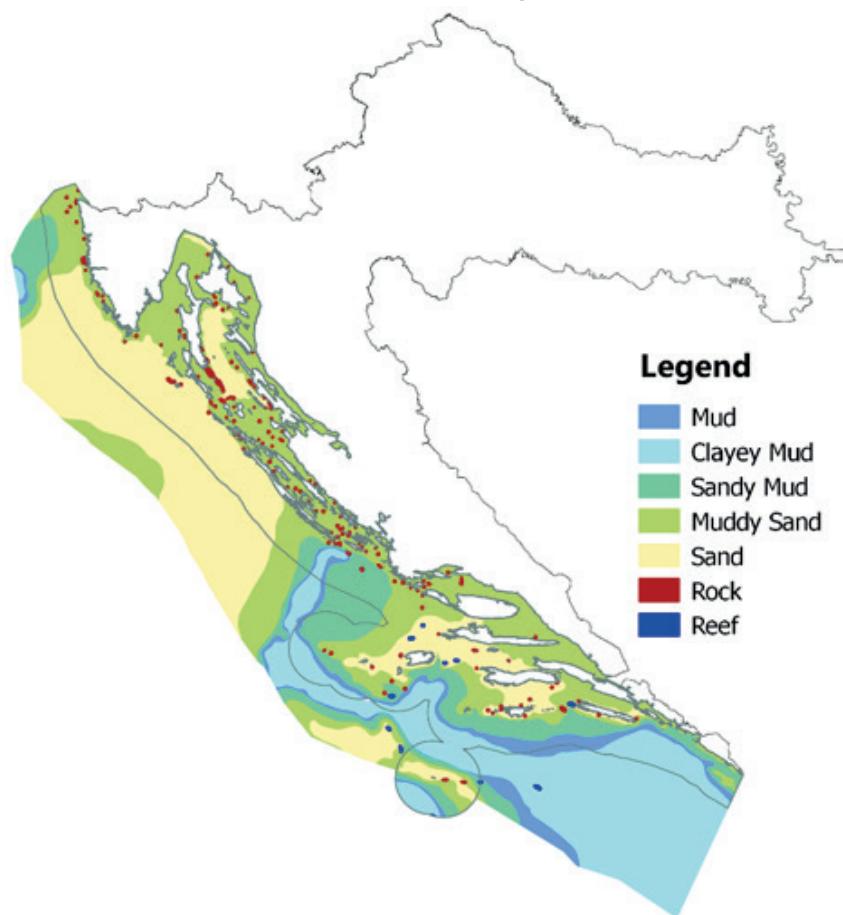
Slika 21. Debljina pliokvartarnih naslaga unutar jadranskog prednjeg bazena (Cattaneo, Correggiari, Langone, & Trincardi, 2003.)



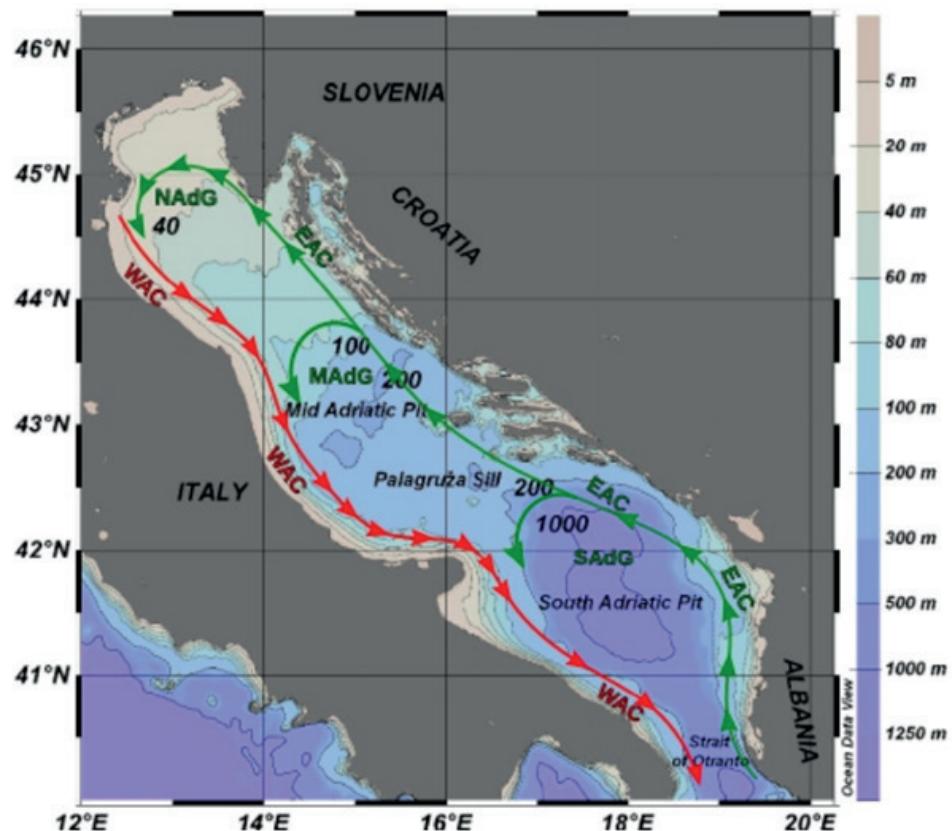
Slika 22. Batimetrija Jadranskog mora (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015.)



Slika 23. Karta sedimenata morskog dna (HIJRM, 1985.)



Slika 24. Strujanja u Jadranskom moru (Lipizer, Partescano, Rabitti, &amp; Giorgetti, 2014.)



## PROSTORNA ANALIZA MORSKIH PODRUČJA U HRVATSKOJ

Prostorna analiza potencijalnih područja interesa (u dalnjem tekstu: PPI) za OIE na moru u Hrvatskoj bila je usmjereni na analizu vjetroelektrana na moru zbog činjenice da imaju veća prostorna ograničenja u usporedbi s drugim obnovljivim izvorima energije. One se uglavnom odnose na maksimalnu dubinu za koju je moguća gradnja, potrebnu minimalnu udaljenost od obale te potencijalne utjecaje na okoliš.

Prostorna analiza PPI za vjetroelektrane na moru uzela je u obzir sljedeća ograničenja i prepreke:

- najveća moguća dubina mora za gradnju vjetroelektrana na moru od 60 metara
- PPI mora biti izvan postojećih koncesijskih područja za eksploataciju ugljikovodika
- potrebno je izbjegavati zone usmjerene plovvidbe kako bi se smanjio utjecaj na postojeće brodske rute
- potrebno je izbjegavati zaštićena morska područja i područja Natura 2000
- potrebno je izbjegavati važne migratorne koridore ptica
- PPI mora imati malen utjecaj na krajolik i morski krajolik ili biti postavljen 12 nautičkih milja od obale.

Dodatno važno ograničenje koje je postavljeno bilo je isključenje područja kanalskog dijela mora Hrvatske. Razlog tome bilo je intenzivno korištenje kanalskog mora za pomorski promet, ribarstvo, morski turizam, ali i za veći stupanj bioraznolikosti i heterogenosti morskih staništa te za veći broj prioritetnih vrsta i staništa prisutnih i očekivanih na ovom području. Međutim, ta bi područja trebala ostati otvorena za ograničeni razvoj OIE na moru ako to zatrebaju lokalne zajednice na udaljenim otocima s neodgovarajućom infrastrukturom.

Provodenje prostorne analize mogućih OIE na moru PPI zahtijevalo je širok raspon skupova prostornih podataka koji su prikupljeni iz različitih izvora. Izvor podataka za batimetrijsku kartu Jadranskog mora bila je Evropska mreža za promatranje i podatke o moru (EMODnet, 2023.). Agencija za ugljikovodike (AZU) dostavila je podatke o postojećim koncesijskim poljima za eksploataciju ugljikovodika te o postojećim naftnim i plinskim platformama. Usmjereni plovibeni putovi preuzeti su iz službenih pomorskih karata. Izvor podataka za prostornu distribuciju područja Natura 2000 i zaštićenih morskih područja bio je Informacijski servis zaštite prirode – Biportal, koji je vođen od Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske i njegove Uprave za zaštitu prirode.

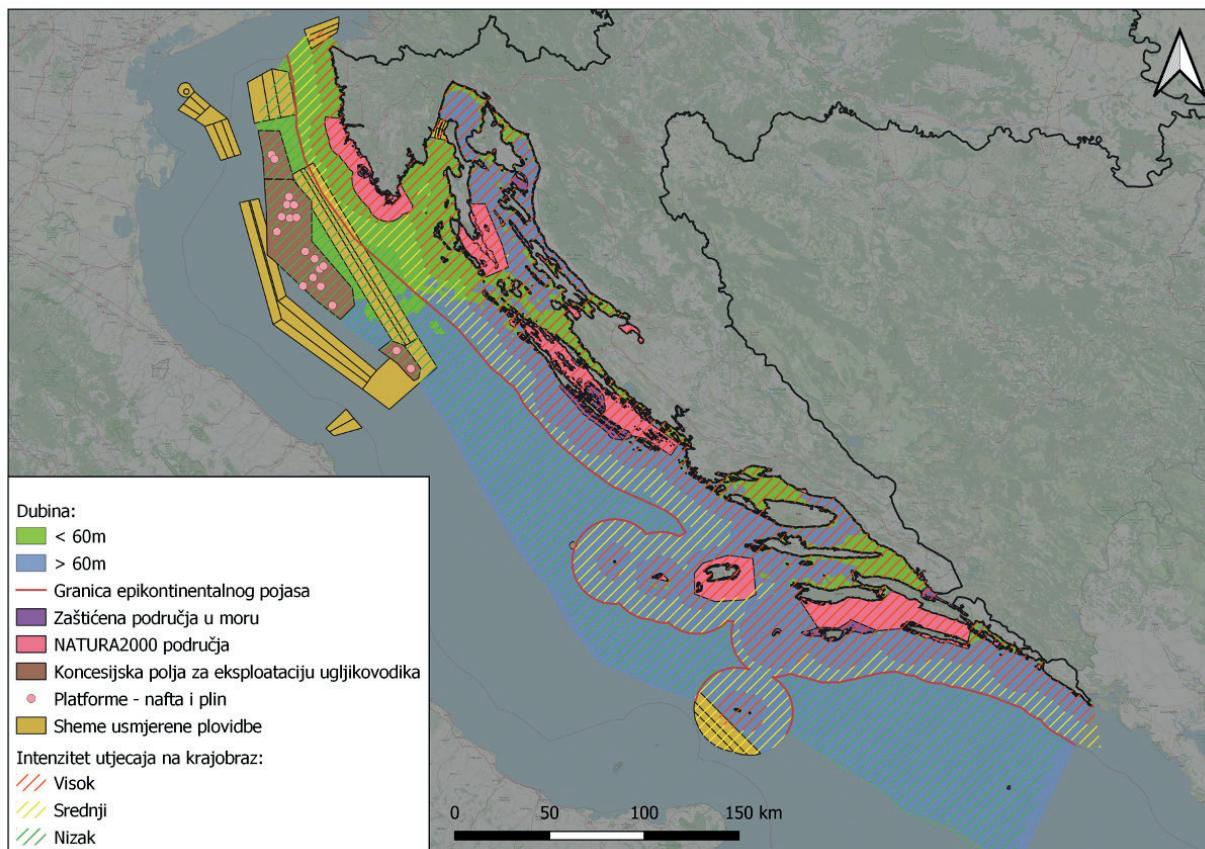
Slika 25 prikazuje analizirano pomorsko područje. Mora se napomenuti da zbog prirode ovog dokumenta i izračunate površine koji su rezultati ove prostorne analize treba promatrati kao aproksimativne. Očekuje se da će se promjeniti u fokusiranim i lokaliziranim studijama.

Sjeverni dio Jadranskog mora pod hrvatskom jurisdikcijom, od južnog dijela otoka Mali Lošinj do sjevernog vrha istarskog poluotoka, prepoznat je kao jedino prihvatljivo područje interesa s obzirom na najveću dubinu i najmanju udaljenost od obala. Zbog toga je daljnja analiza lokalizirana i usmjerena na definirano područje, kao što prikazuje Slika 26.

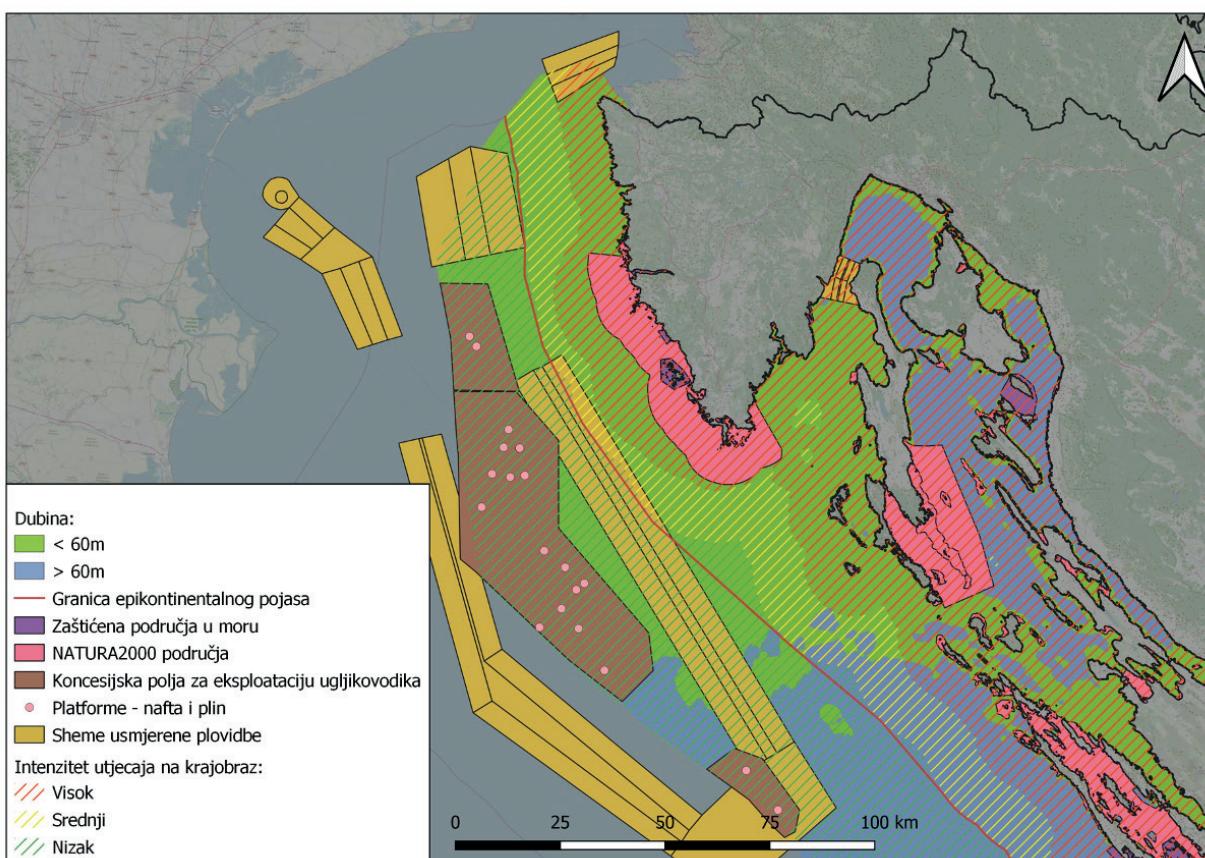
Uzimajući u obzir ograničenja u dubini i udaljenosti od obale, kao i potrebu izbjegavanja postojećeg koncesijskog polja za eksploataciju ugljikovodika i usmjerenih plovnih ruta, izdvojena su četiri područja od interesa, kao prikazuje Slika 27.

Valja napomenuti da su zbog niske prostorne rezolucije i točnosti batimetrijskih podataka iz dostupnih podataka aproksimirane dubine do 60 metara.

Slika 25. Analiza mogućih PPI za izgradnju vjetroelektrana na moru



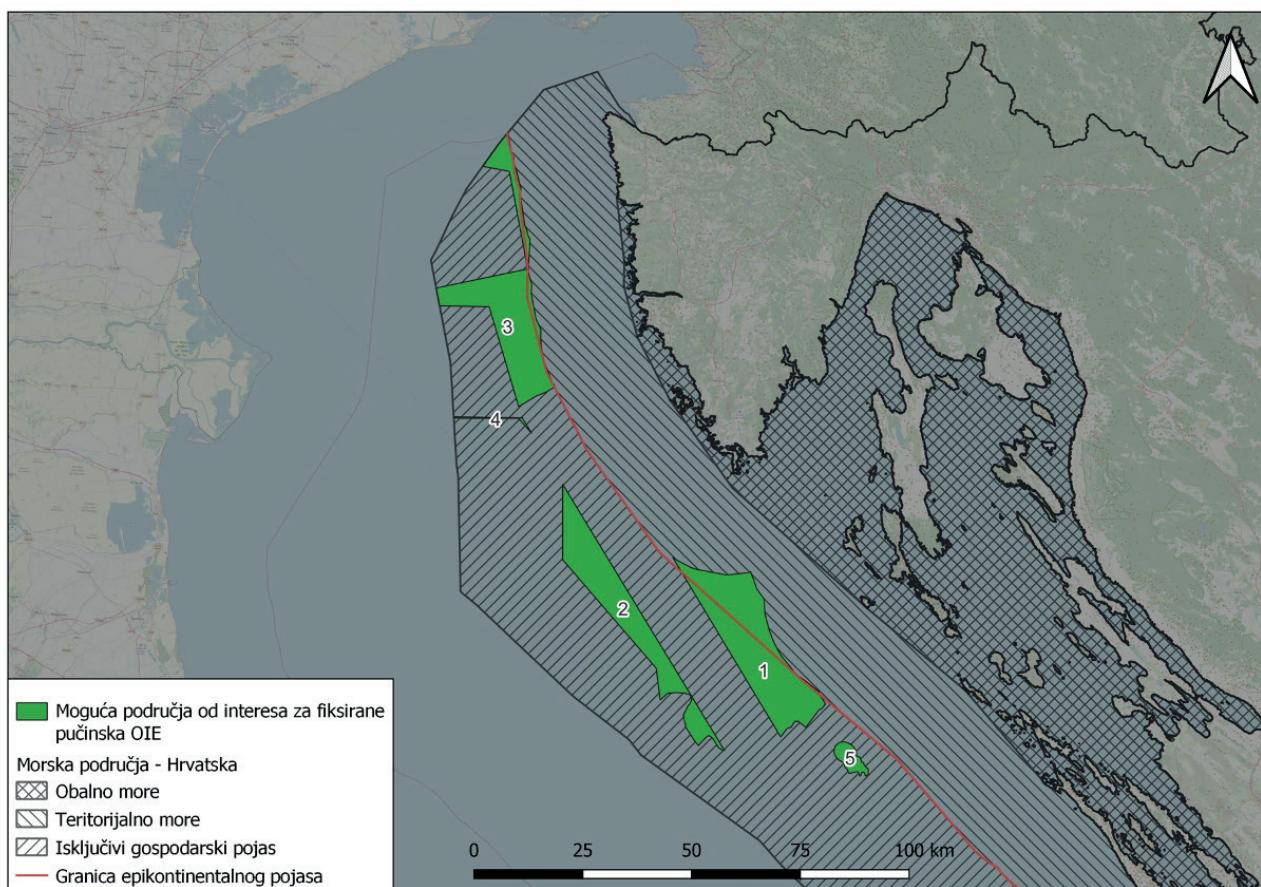
Slika 26. Područje fokusirane analize mogućih PPI za vjetroelektrane na moru



Ukupno područje detektiranih pet zona mogućih PPI za vjetroelektrane na moru iznosi približno  $1.260 \text{ km}^2$ , a približna specifična površina po zoni prikazuje Tablica 4. Gustoća snage vjetroelektrana na moru u Europi je između  $3,3$  i  $20,2 \text{ MW/ km}^2$ , što bi značilo  $25 \text{ GW}$  potencijalnog kapaciteta vjetroelektrana na moru (Enevoldsen & Jacobson, 2021.).

Također je istraženo rješenje prema kojem se područja srednjeg utjecaja na krajolik i more smatraju mogućim područjima od interesa. U tom slučaju utvrđeno je dodatnih  $1.602 \text{ km}^2$  mogućih područja za gradnju plutajućih FN i vjetroelektrana na moru, kao što prikazuje Slika 28. To bi moglo primiti potencijalno  $32 \text{ GW}$  kapaciteta vjetroelektrana na moru. Tablica 5 prikazuje sveukupno područje koje je otkriveno.

Slika 27. Zone mogućih PPI za vjetroelektrane na moru s niskim utjecajem na krajolik i morski krajolik



Tablica 4. Identificirane zone mogućih PPI za vjetroelektrane na moru u Hrvatskoj (niski utjecaj)

PPI	Ukupno područje [km <sup>2</sup> ]	Unutar teritorijalnog mora [km <sup>2</sup> ]
1	471	175
2	348	0
3	403	29
4	5	0
5	33	0
<b>Total</b>	<b>1.260</b>	<b>204</b>

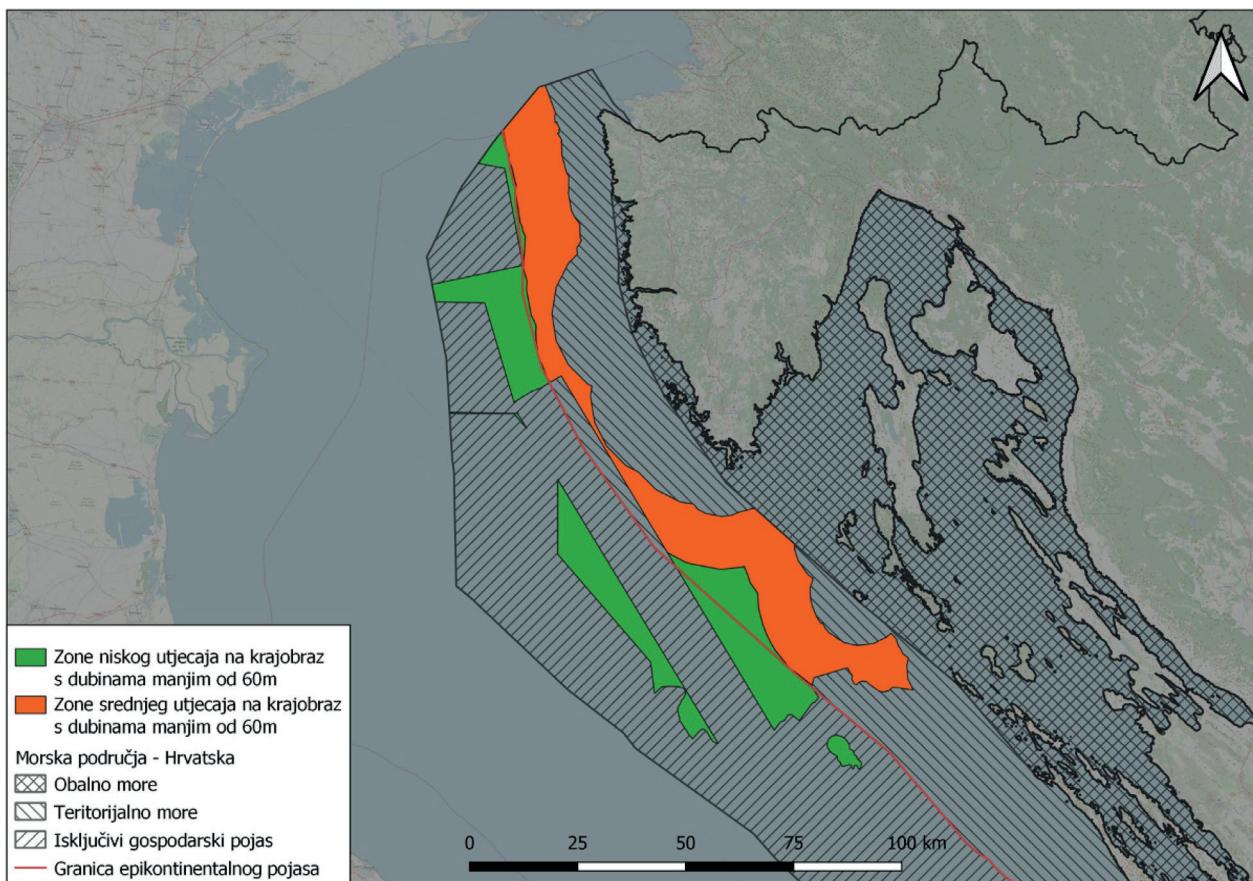
no kao prikladno za vjetroelektrane na moru.

Daljnje studije također bi trebale uzeti u obzir rezultate tekućeg projekta kartiranja pridnenih i obalnih morskih staništa koji je naručilo Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Hrvatske jer bi ti rezultati mogli snažno utjecati na ograničenja okoliša na mogućim područjima od interesa za vjetroelektrane na moru. Stoga bi

područja srednjeg utjecaja trebala ostati otvorena za daljnja razmatranja, ovisno o rezultatima drugih detaljnijih studija i prihvaćanju javnosti.

Dodatna morska zona mogu biti već dodijeljena koncesijska područja za eksploataciju ugljikovodika (cca.  $2.181 \text{ km}^2$  isključujući sigurnosnu zonu od 500 m oko postojećih i planiranih platformi za eksploataciju ugljikovodika). To bi se moglo

*Slika 28. PPI zone za vjetroelektrane na moru s niskim i srednjim utjecajem na krajolik i morski krajolik*



*Tablica 5. Prikladna područja za vjetroelektrane na moru*

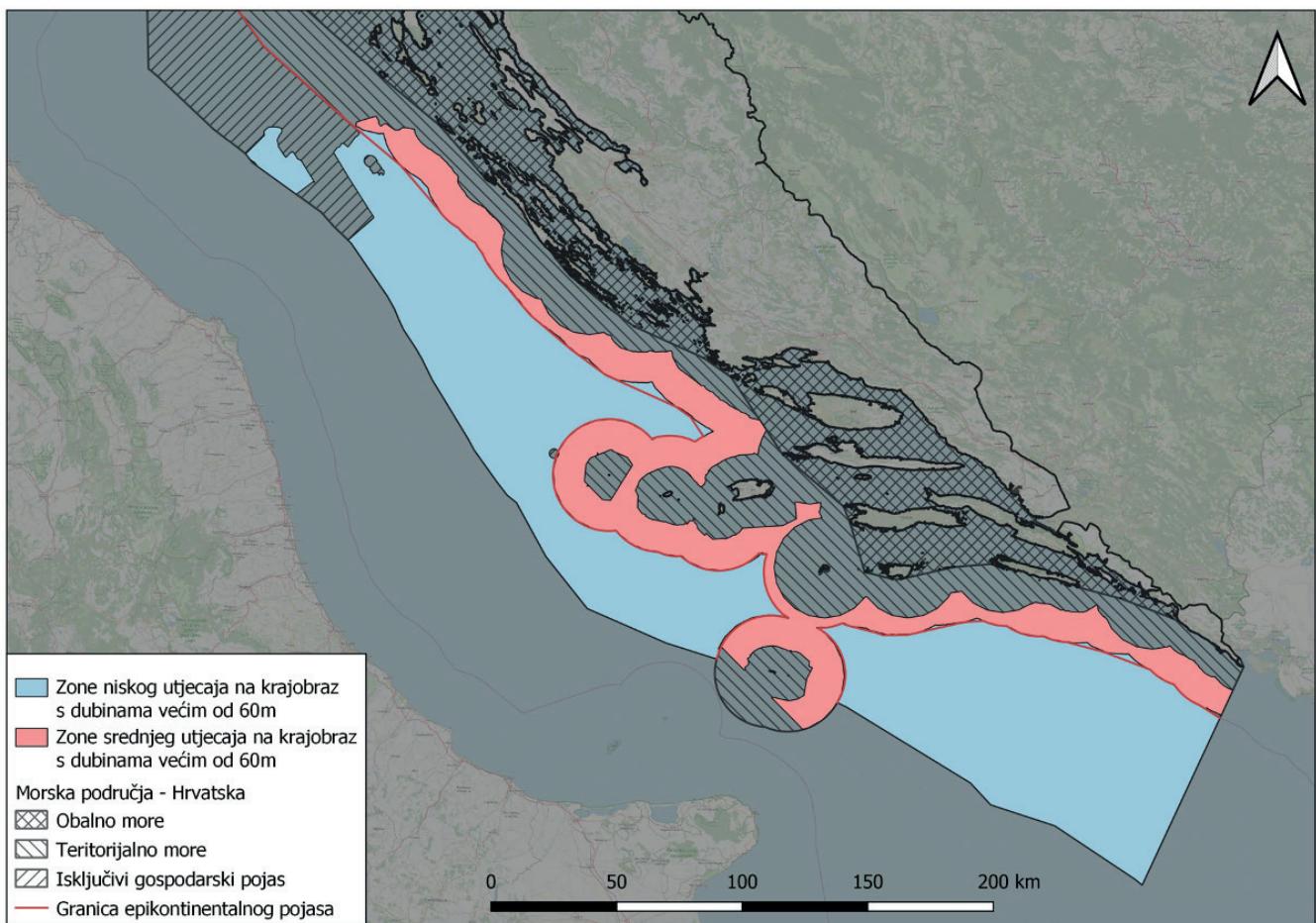
Vrsta utjecaja	Teritorijalno more [ $\text{km}^2$ ]	Isključivi gospodarski pojas [ $\text{km}^2$ ]	Suma [ $\text{km}^2$ ]
Niski	205	1.055	1.260
Srednji	1.602	-	1.602
<b>Suma [<math>\text{km}^2</math>]</b>	<b>1.807</b>	<b>1.055</b>	<b>2.862</b>

pretvoriti u 44 GW potencijalnog kapaciteta vjetroelektrana na moru. Razvoj vjetroelektrana na moru u ovim zonama ovisi o koncesijskim ugovorima između INA-e i Republike Hrvatske.

Područja za mogući razvoj OIE na moru u srednjem i južnom Jadranu vjerojatno će se fokusirati na plutajuće vjetroelektrane i plutajuće FN zbog većih dubina vode. Plutajuće vjetroelektrane trebale bi se razvijati u područjima niskog utjecaja

na krajolik i more, dok se plutajuće FN mogu razvijati unutar područja vjetroelektrana na moru ili zasebno u zonama srednjeg utjecaja. Razlog tomu je manja veličina plutajućeg FN-a koji ima manji vizualni učinak. Prostorna analiza područja pogodnih za plutajuće OIE na moru provedena je s istim ograničenjima i parametrima kao analiza područja vjetroelektrana na moru, s razlikom ograničenja maksimalne dubine, koja je zanemarena. Rezultat analize su područja niskog

Slika 29. Zone mogućeg razvoja plutajućih OIE na moru s malim i srednjim utjecajem na krajolik i morski krajolik



Tablica 6. Pogodna područja za plutajuće OIE na moru u srednjem i južnom Jadranu

Vrsta utjecaja	Teritorijalno more [km <sup>2</sup> ]	Isključivi gospodarski pojas [km <sup>2</sup> ]	Suma [km <sup>2</sup> ]
Niski	286	18.775	19.061
Srednji	7.251	22	7.273
<b>Suma [km<sup>2</sup>]</b>	<b>7.537</b>	<b>18.797</b>	<b>26.334</b>

i srednjeg utjecaja na krajobraz i morski krajolik pogodna za plutajuće OIE na moru u teritorijalnom moru i ekološko-ribolovnom zaštićenom pojasu Hrvatske, a prikazuje ga Slika 29.

Mora se napomenuti da je razina detalja u analizi područja za plutajuće OIE na moru bila niža od analize za vjetroelektrane na moru fiksirane za dno. Zbog toga postoji veća razina aproksimacije i nesigurnosti u ukupnim površinama koje prikazuje Tablica 6 od onih prijavljenih za područja za vjetroelektrane na moru fiksirane za dno.

U svim područjima razvoja OIE na moru trebalo bi razmotriti buduću višenamjensku upotrebu, kako u proizvodnji energije (npr. proizvodnja vodika) tako i u proizvodnji hrane (sve vrste marikulture pogodne za uvjete na moru).

#### 4. 5. MREŽNI PRIKLJUČAK ZA OIE NA MORU

##### ODOBALNA ENERGETSKA INFRASTRUKTURA

Uz potrebnu energetsku infrastrukturu na moru za OIE na moru, postoji i potreba za kopnenom

infrastrukturom kao što je prikazano na Slici 30. Budući da se Hrvatska suočava s opterećenjem mreže za nove OIE na kopnu, ulaganja u kopnu mrežu moraju se uvelike povećati.

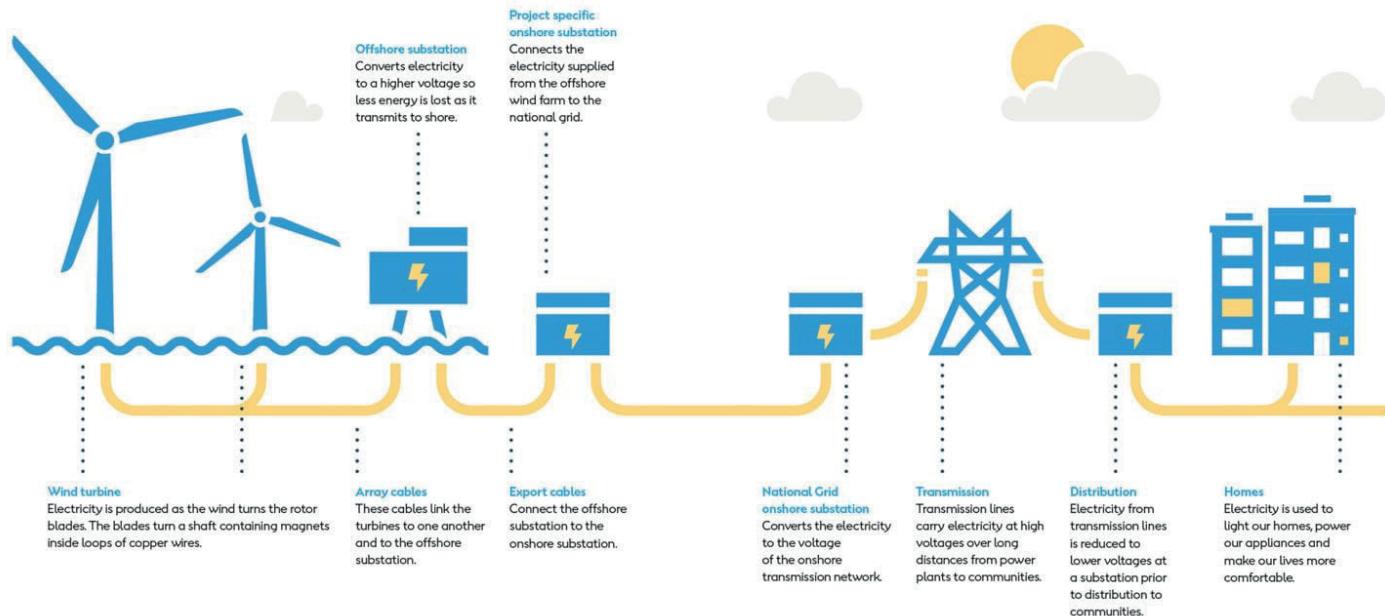
Trenutačno se razvoj odobalne mreže uglavnom razvija kao radikalna veza OIE na moru. Osim ovih jednonamjenskih rješenja u budućnosti će postojati sve veći broj dvonamjenskih rješenja koja povezuju OIE na moru s više zemalja (hibridi na moru).

Europska mreža operatora prijenosnog sustava za električnu energiju (ENTSO-E) identificirala je i usporedila pet modela isporuke mreže za buduće sustave na moru. Slika 31 prikazuje pregled tih pet modela.

Budući da i dalje nedostaju podaci o mjerenu vjetra na moru, prvi projekti OIE na moru vjerojatno će biti manji pilot-projekti. Stoga se preporučuje usvajanje modela *Competitive Light* kao u Ujedinjenom Kraljevstvu.

Nakon što se pojavi veći broj projekata OIE na moru u razvoju, uključujući sve veći broj hibrida na moru, trebalo bi istražiti model *Onshore*

Slika 30. Energetska infrastruktura vjetroelektrane na moru u Ujedinjenom Kraljevstvu (Ørsted, n.d.)



Slika 31. Modeli isporuke mreže za OIE na moru (ENTSO-E, 2022.)

Models	Network planning	Asset design & building	Ownership	Maintenance	Operation
Onshore TSO	Onshore TSO	Onshore TSO	Onshore TSO	Onshore TSO	Onshore TSO
Offshore TSO	Offshore TSO Onshore TSO	Offshore TSO	Offshore TSO	Offshore TSO	Offshore TSO
Competitive Light	Onshore TSO	Third party	Onshore TSO	Onshore TSO	Onshore TSO
Competitive	Onshore TSO	Third party	Third party	Third party	Onshore TSO
Competitive ISO	ISO Onshore TSO	Third party	Third party	Third party	ISO

TSO kako bi se optimizirala količina nove mrežne infrastrukture na moru i smanjio broj priključnih točaka na kopnu.

### HVDC ili HVAC

Veliki projekti (engl. utility-scale) OIE na moru mogu se spojiti na elektroenergetsku mrežu preko veze HVAC ili HVDC. Odabir vrste veze ovisi o nekoliko čimbenika, ali dva najvažnija su: udaljenost od obale i prijenosni kapacitet.

Priklučci HVAC uglavnom se koriste za projekte bliže obali, ali njihovi troškovi i gubici brzo rastu s udaljenošću (Larsson, 2021.).

Veze HVDC ne samo što zahtijevaju manji broj energetskih vodova već ne zahtijevaju ni kompenzaciju jalove snage jer se ne stvara jalova snaga koju mogu bolje kontrolirati operatori sustava. Veze HVDC su troškovno isplativije u odnosu na HVAC kada je udaljenost od obale veća od 50 km (Csanyi, 2014.).

### PRIKLJUČNE TOČKE NA KOPNU

Kao što je već analizirano u *Akcijskom planu za potrebna pojačanja elektroenergetske mreže u cilju integracije obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj*, glavna središta potrošnje električne energije u Hrvatskoj su u kontinentalnom dijelu zemlje. Međutim, većina novih kopnenih kapaciteta OIE u razvoju je u južnoj Hrvatskoj. To će izravno utjecati na dostupnost priključnih točaka na kopnu za OIE na moru koji će se morati natjecati s ostalim OIE.

HOPS je objavio pregled mogućih lokacija za priključak na prijenosnu mrežu. U obalnom dijelu Hrvatske samo je Istra identificirana s dodatnim kapacitetom priključenja na mrežu. Kapacitet u čvoristima Poreč, Raša i Rovinj i dalje je ograničen do 50 MW po čvoristu (HOPS, 2022.).

Trenutačno raspoloživi kapacitet prihvatljiv je za pilot-projekte, ali kako bi se integrirali veliki projekti OIE na moru, raspoloživi kapacitet priključenja na kopnenu mrežu morat će se znatno povećati.

# **5. JAVNO PRIHVAĆANJE I UKLJUČIVANJE LOKALNE ZAJEDNICE**

## 5. 1. KLJUČNI DIONICI I SUDIONICI

Slijedeći iskustvo mapiranja i povezivanja ključnih dionika za otočnu energetsku tranziciju u Hrvatskoj, preporučuje se korištenje modela četverostrukke spirale (engl. *Quadruple Helix Model*) koji služi kao okvir za razumijevanje i rješavanje složenih društvenih izazova kao što su inovacija, održivost te društvena uključenost putem suradnje između različitih sektora i dionika. To je proširenje modela trostrukke spirale (engl. *Triple Helix Model*) koji se fokusira na interakciju između vlade, industrije i akademske zajednice. U četverostrukom modelu dodana je spirala koja predstavlja civilno društvo i njegovu ulogu, uključujući nevladine organizacije (u dalnjem tekstu: NVO), zajednice i pojedince.

U EU uspješni primjeri vidljivi su u Njemačkoj i Nizozemskoj, zemljama s ostvarenom snažnom suradnjom između vlade, društva, industrije i akademske zajednice. Njemačko ministarstvo za gospodarstvo i energetiku provelo je programe koji uključuju suradnju između vlade, industrije, akademske zajednice i grupa građana u razvoju i uvođenju tehnologija obnovljive energije. Program „Smart Cities“ izvrstan je primjer suradnje putem modela četverostrukke spirale u Nizozemskoj. Program okuplja vladu, industriju, akademsku zajednicu i grupe građana kako bi razvili i implementirali inovativna rješenja za urbane izazove kao što su energetska učinkovitost, mobilnost i gospodarenje otpadom. Program također uključuje sudjelovanje građana u zajedničkom stvaranju održivih rješenja za svoje gradove (Europska komisija, 2017.).

Četiri stupa u modelu četverostrukke spirale su:

### VLADA

Tijelo koje predstavlja državu u oblikovanju politike i regulative. Ključno je uključiti predstav-

nike donositelja odluka na tri razine: državnoj, regionalnoj i lokalnoj kako bi razumjeli i implementirali složene procese, procedure i propise potrebne za razvoj OIE na moru.

### INDUSTRIJA

Predstavlja privatni sektor i njegovu ulogu u gospodarskom razvoju i inovacijama. Javne tvrtke, dobavljači tehnologije, podizvođači, operateri plovila, operateri mreže, konzultanti i inženjeri, ali i lokalne tvrtke na koje će utjecati razvoj projekta trebali bi biti uključeni od početka kako bi se postigli zajednički ciljevi i smanjili potencijalni razvojni rizici.

### AKADEMSKA ZAJEDNICA

Predstavlja sektor obrazovanja i njegovu ulogu u razvoju i širenju specifičnih znanja. Akademска zajednica treba osigurati promjene i prilagodbe postojeće obrazovne industrije te podržati proces tranzicije s novim stručnjacima i stručnim područjima. Osim istraživanja i savjetovanja predstavnici akademske zajednice trebali bi učiti iz procesa i unaprijediti obrazovni sustav kako bi mogao odgovoriti na buduće izazove u sektor OIE na moru.

### CIVILNO DRUŠTVO

Predstavlja građane, nevladine organizacije, grupe i zajednice u oblikovanju javne politike i pokretanju društvenih promjena. Njihova uloga je ključna jer će suradnja osim društvenog učinka rezultirati javnom potporom i prihvaćanjem projekata, što znači brži razvoj, manji rizik i sigurnije postizanje ciljeva.

Razvoj projekata ORES u Hrvatskoj mora uzeti u obzir model četverostrukke spirale (*Quadruple Helix Model*) i sve dionike koji su izravno uključeni. Vlada i relevantne javne institucije važni su dionici s obzirom na to da imaju ključnu

ulogu u oblikovanju politike, regulative i odluka o ulaganjima u vezi s energijom, prostornim planiranjem, zaštitom okoliša i pomorstvom. Grupa dionika u Hrvatskoj bi trebala uključivati relevantna ministarstva poput Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine te Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture kao i druge dionike pout Zavoda za zaštitu okoliša i prirode, Hrvatskog operatora distribucijskog sustava – HEP ODS, regionalne razvojne agencije, lokalne samouprave, investitora, malih poduzetnika, lokalnih akcijskih i ribarskih grupa, kao i organizacije civilnog društva koje zastupaju interesu okoliša, zajednice i potrošača. Angažiranje ovih dionika na transparentan i inkluzivan način ključno je kako bi se osiguralo da projekti ORES budu usklađeni s nacionalnim prioritetima, da se bave ekološkim i društvenim utjecajima i pridonose održivom gospodarskom razvoju.

## RIBARSTVO

Suživot OIE na moru s ribarskim grupama bit će potreban u mnogim područjima na moru. Postoji potencijal za sinergiju između takvih sektora i ona mora početi konstruktivnim dijalozima.

Ribolov može imati ključnu ulogu u zapošljavanju u nekim obalnim zajednicama na koje će utjecati izgradnja i rad OIE na moru. Iako će plutajuće FN elektrane pružiti malo prostora za ribolovne aktivnosti, postoji potencijal za ribolovne aktivnosti u područjima vjetroelektrana na moru.

Tijekom gradnje OIE na moru ribolovne aktivnosti obično su ograničene stoga bi se nositelji projekta trebali posavjetovati s ribarima još u fazi pronalaska lokacije. Nositelji projekata mogu ponuditi kompenzacije ako će lokalne ribolovne aktivnosti biti prekinute ili im ponuditi prilike za privremeni rad.

Nakon što se započne s radom, treba izbjegavati koćarenje i druge ribolovne aktivnosti koje remete morsko dno zbog mogućeg oštećenja podmorskih kabela ribolovnim alatom ili sidrima. Kako bi se smanjio rizik od nesreća, važno je transparentno dijeliti podatke o lokacijama podmorskih kabela i zabranjenim ribolovnim zonama.

Međutim, nedostatak aktivnosti koje ometaju morsko dno često rezultira sve većim brojem riba koje su dostupne za manje invazivne ribolovne aktivnosti. Takve ograničene ribolovne aktivnosti mogu se provoditi unutar i u blizini OIE na moru.

Na kraju, OIE na moru može ponuditi i alternativno ili honorarno zapošljavanje ribarima kako bi pomagali u sigurnosnim patrolama ili drugim uslugama, ovisno o veličini i stanju svojih brodica (WindEurope, 2020.).

## 5. 2. PRIHVAĆANJE JAVNOSTI OIE NA MORU

Iako OIE na moru ima potencijal znatno dekarbonizirati europsko gospodarstvo, prihvatanje javnosti ključni je čimbenik u razvoju i uvođenju ovih tehnologija.

Kada javnost podupire projekt, veća je vjerojatnost da će ga zagovarati i vršiti pritisak na druge dionike da ga podrže. To može pomoći u prevladavanju birokratskih prepreka i osigurati da se projekt dovrši na vrijeme i na isplativ način. Nažalost, u Hrvatskoj nema toliko javnog prihvatanja infrastrukturnih projekata. Kada se razvijaju projekti OIE, zajednice i nevladine udruge često nisu uključene u proces planiranja, razvoja ili ulaganja.

Jedan od izvrsnih primjera je projekt Grimsby u Ujedinjenom Kraljevstvu. Nekoć najveća ribarska luka na svijetu, Grimsby je iskusio učinke

postindustrijskog pada dok se njegovo glavno gospodarstvo usporavalo. Surađujući s ribarskom industrijom, obalni grad je razvio novu viziju usmjerenu na vjetroelektrane na moru i sektor OIE (Orsted, n.d.).

S druge strane, kada je prihvaćanje javnosti slabo, to može dovesti do znatnih kašnjenja i povećanja troškova projekta. Nadalje, niska razina prihvaćanja javnosti može dovesti do manjeg privatnog ulaganja u projekt jer će investitori okljevati uložiti u projekt koji se suočava s protivljenjem javnosti. Usto, veći je rizik od neuspjeha, što može ugroziti povrat ulaganja.

Prijelaz na obnovljivu energiju mora biti uključiv i obuhvatiti sve dionike. Ovo posebno vrijedi za OIE na moru jer je to nova industrija, a javnost bi se trebala bolje upoznati s tehnologijom. Napori za promicanje javnog prihvaćanja OIE na moru trebali bi biti sastavni dio razvojnog procesa, uključujući angažman javnosti, transparentnost i obrazovanje kako bi se osiguralo da te tehnologije pridonesu zadovoljavanju globalne potražnje za energijom.

## RJEŠAVANJE PROBLEMA PRIHVAĆANJA JAVNOSTI

Mnogi ljudi podržavaju obnovljive izvore energije, ali mogu biti zabrinuti zbog vizualnog utjecaja vjetroelektrana na moru, potencijalnog utjecaja na životinje i morska staništa te eventualne buke.

Za rješavanje ovih problema ključno je uključiti javnost u proces planiranja i razvoja projekata obnovljivih izvora energije na moru, što obuhvaća održavanje javnih sastanaka i konzultacija te pružanje informacija o prednostima OIE na moru, kao što je njihov potencijal za smanjenje emisija ugljika, otvaranje radnih mjesta i različite modele sudjelovanja u ulaganjima. Također je važna izrada studija utjecaja na

okoliš i društvo te davanje konkretnih i transparentnih podataka. Procjena društvenog utjecaja također može pomoći u prepoznavanju eventualnih negativnih utjecaja i njihovu ublažavanju.

Bit će iznimno važno za prve projekte OIE na moru da se lokalna zajednica otpočetka u njih uključi. Vjetroelektrane i FN elektrane razvijaju se diljem zemlje u posljednjih deset godina i njihovo bi se iskustvo moglo koristiti kao primjer. Međutim, u pionirskim projektima OIE na moru postojat će dodatna potreba za uključivanjem lokalnih dionika jer su oni manje upoznati s tehnologijom, a više zabrinuti zbog mogućih negativnih utjecaja.

Nositelji projekata trebaju planirati više vremena i alata za komunikacijsku kampanju koja će uključiti sve zainteresirane strane i kreirati pozitivne javne aktivnosti. Nadalje, nositelji projekata trebali bi pripremiti strategiju za uključivanje zajednice i dobivanje podrške javnosti, zatim za edukaciju i uključivanje građana u cijeli proces.

Nekoliko europskih organizacija zabrinutih za klimu i politiku formiralo je grupu pod nazivom POLIMP kako bi odgovorili na izazove. Cilj im je identificirati nedostatke znanja kako bi se poboljšale postojeće politike i u budućnosti formulirale nove za sve dionike uključene u tehnologije obnovljive energije. U svom prvom političkom sažetku POLIMP je predstavio pet bitnih elemenata za javno prihvaćanje obnovljivih izvora energije:

- 1) svjesnost
- 2) osjećaj pravednosti
- 3) povjerenje prema dionicima
- 4) procjena troškova, rizika i koristi
- 5) lokalni kontekst.

## SVJESNOST

Javna svijest sastoji se od tri podfaktora: znanja o potrebi za obnovljivom energijom, znanja o praktičnim aspektima tehnologije obnovljive energije i poznavanja tehnologije obnovljive energije (Hofman & van der Gaast, 2014.).

Postoje dokazi o pozitivnom odnosu između svijesti ljudi o potrebi za obnovljivom energijom, njihova prihvatanja održivih ili obnovljivih izvora energije i njihove spremnosti na djelovanje/podršku (Strazzera, Mura, & Contu, 2012.).

Uz trenutačnu energetsku krizu, svijest ljudi o potrebi prelaska na obnovljive izvore energije sve je jača.

Odličan primjer osvještavanja javnosti je energetska zadruga Apsyrtides s otoka Cresa i Malog Lošinja. Projekt su 2019. Pokrenuli lokalni dionici. Aktivna edukacija, savjetovanje i uključivanje vodećih dionika s otoka i šire rezultirali su financiranjem energetske zadruge u 2021. Godini s 30 osnivača iz sva četiri stupa – lokalne samouprave i javnih poduzeća, poduzetnika i hotelijera, škola te građanstva i udruge. Sljedeći veliki korak dogodio se 2022. Kada je zadruga kupila zemljište za razvoj društvenog solarnog parka (Pokret otoka, 2021.).

## OSJEĆAJ PRAVEDNOSTI

Drugi element javnog prihvatanja je osjećaj pravednosti koji se sastoji od tri podfaktora; uključenost javnosti, javni interesi i transparentnost. Javni interesi najčešće su vezani uz gospodarstvo, zakonodavstvo i lokaciju obnovljivog izvora energije te uz transparentno upravljanje projektima – nositelji projekata trebaju se približiti zajednici.

Postoji nekoliko kopnenih vjetroelektrana i FN elektrana u Hrvatskoj koje nisu pozitivno pri-

hvaćene zbog netransparentnog i neuključivog razvoja. Iako je većina projekata razvijena, neki su projekti napušteni.

Razvoj projekata OIE na moru trebao bi imati cilj zadovoljiti sve dionike, uzimajući u obzir načelo održivosti financiranje – okoliš – društvo. Uostalom, cilj *Europskog zakona o klimi* je postizanje klimatske neutralnosti do 2050. Na socijalno uravnotežen, pravedan i troškovno učinkovit način.

## POVJERENJE PREMA DIONICIMA

U razvoju OIE vode se pregovori između lokalnih i regionalnih vlasti i investitora. Građani su zakonski uključeni kroz javne izmjene prostornih planova, ali uglavnom nisu aktivni ili se informacije o javnim raspravama netransparentno objavljaju. Jednom kada kreće gradnja projekta i zajednica to sazna putem medija, tada se gubi povjerenje zajednice.

Odličan primjer povjerenja i zajedničkog razvoja je projekt „Križevci“ – prvi projekt ulaganja građana u gradski projekt, jedinstven u Hrvatskoj, koji su Grad Križevci i Zelena energetska zadruga pokrenuli 2018. godine ulaganjem u gradnju krovnog solarnog FN-a na javnoj zgradiji pod nazivom Križevački krovovi. Počevši s gradnjom povjerenja, svijesti i osjećaja za pravednost od prvog projekta, Križevci danas imaju energetsku zadrugu i informacijski ured u središtu grada, a broj solarnih krovova na obiteljskim kućama utrostručio se. U Križevcima, kontinuirano razvijaju javne OIE projekte, uključuju građane u različite poslovne modele te su predvodnik i primjer drugim općinama i graditeljima (Greenpeace Hrvatska, 2018.).

## PROCJENA TROŠKOVA, RIZIKA I KORISTI

Troškovi, rizici i koristi OIE na moru trebaju biti povezani sa:

- socioekonomskim aspektima, kao što je činjenica da će OIE na moru stvoriti više prilika za zapošljavanje, ali i utjecati na ribarstvo i turizam
- aspektima okoliša kao što su vizualni utjecaj, buka, utjecaj na biološku raznolikost itd.

Postoje različiti primjeri kako su projekti OIE na moru u Europi uključili građane i minimizirali društveni i ekološki utjecaj, što se lako može ponoviti u Hrvatskoj. Neki primjeri su:

- dubinsko istraživanje okoliša vodeći računa o specifičnim pticama i životinjama
- sufinanciranje ili suinvestiranje projekata s članovima zajednice
- uključivanje lokalnoga gospodarstva u lanac vrijednosti
- otvaranje novih cjelogodišnjih radnih mjesta
- obrazovanje ljudi i razvoj novih vještina
- ulaganje u obnovu ili gradnju novih javnih zgrada kao što su vrtići, škole, obrazovni centri.

#### LOKALNI KONTEKST

Korištenje lokalno dostupnih potencijala za obnovljivu energiju, poput vjetra i sunca, može povećati javno prihvaćanje u Hrvatskoj. Međutim, javno prihvaćanje može zavarati jer lokalno stanovništvo može imati suprotna stajališta prema projektu obnovljive energije zbog osobnih razloga, kao što je uznemirenje zbog zvuka ili izgleda vjetroturbina. Ovaj fenomen često se naziva NIMBY – „ne u mom dvorištu“, gdje se stanovništvo protivi projektu u svojoj sredini jer su OIE vidljiviji i bučniji od neobnovljivih izvora.

Sagledavanje lokalnog konteksta važno je u razvoju projekta jer omogućuje bolje razumijevanje zajednice, kulture i okruženja u kojem će se projekt provoditi. Ovo razumijevanje može dovesti do učinkovitijih i održivijih rješenja kao

i do poboljšanih odnosa s lokalnim dionicima. Usto, uzimanje u obzir lokalnog konteksta može pomoći u prepoznavanju potencijalnih izazova i prilika koje se inače nisu razmatrale, što može poboljšati ukupni uspjeh projekta.

### 5. 3. UKLJUČIVANJE ZAJEDNICE U OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE NA MORU

Društveno prihvaćanje igra ključnu ulogu u uspješnom razvoju projekata obnovljivih izvora energije. Ako se ne riješi, može postati velika prepreka za postizanje ciljeva obnovljive energije.

Postoje dvije razine društvenog prihvaćanja: opće društveno prihvaćanje i lokalno društveno prihvaćanje. Opće društveno prihvaćanje odnosi se na najširu razinu društvenog odobravanja, a lokalno društveno prihvaćanje odnosi se na prihvaćanje projekata obnovljivih izvora energije unutar određene zajednice.

Jedan od ključnih čimbenika u stjecanju lokalnog društvenog prihvaćanja je distribucijska pravda. Model financijskog sudjelovanja mogao bi povećati prihvatljivost vjetroelektrana osiguravanjem pravednosti u raspodjeli troškova i koristi među lokalnim stanovništvom. To bi moglo pomoći u povećanju javne potpore i u konačnici dovesti do uspješnije i održivije budućnosti obnovljive energije (Segreto, 2020.).

#### MODELI UKLJUČIVANJA LOKALNE ZAJEDNICE

**Dobrovoljna kupnja udjela** je model ulaganja koji je također poznat kao vlasništvo zajednice. Na taj način zajednice ulažu u projekte obnovljive energije i postaju dionici u projektu. Prema tom modelu, stanovnici zajednice mogu kupiti udjele u projektu obnovljive energije. To im omogućuje da postanu suvlasnici pro-

jeta i sudjeluju u njegovim prednostima, kao što su smanjeni troškovi energije, povećana vrijednost imovine i stabilan izvor prihoda od prodaje viška energije. Usto, oni također mogu utjecati na proces donošenja odluka, uključujući planiranje i razvoj projekta.

Ovaj model je uspješno implementiran u nekoliko zemalja u Europi, uključujući Njemačku, Dansku i Nizozemsku. U Njemačkoj je, primjerice, energetski pokret građana uvelike postao, s više od 800 energetskih zadruga koje građanima pružaju priliku za ulaganje u projekte obnovljive energije i dijeljenje koristi. Rezultat je da je 200.000 članova uložilo ukupno 3,2 milijarde eura u obnovljive izvore energije i proizvelo oko 8,8 TWh čiste električne energije u 2020. (German Cooperative and Raiffeisen Confederation, n.d.).

**Model masovnog ulaganja (engl. Crowd investing)** vrlo je sličan modelu dobrovoljne kupnje dionica, ali ne mora biti fokusiran samo na usku zajednicu u kojoj se projekt razvija. Masovno ulaganje odnosi se na situaciju u kojoj veliki broj pojedinaca ulaže svoj novac u tvrtku ili projekt, obično putem internetske platforme. Povrat ulaganja kod ovog modela može uvelike varirati, ovisno o konkretnoj tvrtki ili projektu.

**Kupnja obveznica** je model ulaganja u kojem investitori mogu kupiti obveznice izdane projektima obnovljivih izvora energije. Obveznice plaćaju fiksnu ili promjenjivu kamatnu stopu investorima, a glavnica se vraća na kraju roka trajanja obveznice.

Ovaj model je uspješno implementiran u nekoliko europskih zemalja kao što su Njemačka, Danska i Ujedinjeno Kraljevstvo. U Njemačkoj zelene obveznice postaju sve popularnije, a velik dio njih izdaje se za financiranje projekata obnovljivih izvora energije, uključujući vjetroelektrane na moru.

**Masovno pozajmljivanje (engl. Crowd lending)** dosta je sličan modelu kupnje obveznica. Ovaj model također je poznat kao „peer-to-peer pozajmljivanje“ (P2P) ili masovno zaduživanje, a uključuje posuđivanje novca zajmoprimcu, obično pojedincu ili maloj tvrtki, u zamjenu za fiksnu stopu povrata koja je dogovorena u trenutku ulaganja. Platforme za masovnu posudbu povezuju zajmoprimce s investitorima koji mogu posuditi malen iznos većem broju zajmoprimaca, diverzificirajući svoja ulaganja i smanjujući svoj rizik.

**Energetski tranzicijski fond** (investicijski porez za projekte lokalnih zajednica) prikuplja prihode od poreza na OIE na moru koji se nameće onima koji razvijaju projekte na moru i koristi taj prihod za potporu lokalnim zajednicama i pojedincima koji bi mogli biti pogodjeni razvojem OIE na moru. Porez se izračunava na temelju količine energije koju nositelj projekta proizvede iz izvora u moru. Ova naknada može biti u obliku izravnih plaćanja, financiranja projekata zajednice ili ulaganja u infrastrukturu obnovljivih izvora energije i javne zgrade.

Bilo da se radi o modelu dobrovoljne kupnje dionica, modelu kupnje obveznica, masovnom pozajmljivanju ili masovnom ulaganju – svi ovi modeli omogućuju pojedincima da preuzmu aktivnu ulogu u prijelazu na održiviji energetski sustav. Međutim, važno je napomenuti da ovi modeli ulaganja nisu prikladni za svakoga te da podliježu određenim rizicima i ograničenjima.

## PRIMJERI DOBRE PRAKSE U EUROPI

Vjetroelektranu *Borkum Riffgrund 2* u Njemačkoj razvila je danska tvrtka za obnovljivu energiju Ørsted. Tvrtka je zauzela stav suradnje angažirajući lokalno stanovništvo i dionike kako bi prikupila njihove povratne informacije i doprinose projektu. Ovaj pristup bio je važan u oblikovanju konačnog dizajna i provedbe pro-

jekta. Štoviše, Ørsted je također pružio priliku lokalnim stanovnicima da ulazu u projekt, čime su im omogućili finansijsku korist od njegova uspjeha. Ovaj pristup ne samo što je pomogao u dobivanju potpore lokalne zajednice već je pridonio stvaranju osjećaja vlasništva i ulaganja u projekt.

Vjetroelektranu *Westermost Rough* u Velikoj Britaniji razvila je tvrtka Dong Energy (sada Ørsted). Tvrta je zauzela proaktivni pristup uključivanju lokalnog stanovništva i dionika tijekom cijelog razvojnog procesa, tražeći njihove povratne informacije i doprinose kako bi se smanjio utjecaj projekta na lokalni okoliš. Kako bi dodatno podržala lokalnu zajednicu, tvrtka je osnovala fond zajednice koji osigurava finansiranje lokalnih projekata i inicijativa. Bliskom suradnjom s lokalnim stanovništvom projekt vjetroelektrane *Westermost Rough* uspio je postići pozitivan ishod i za okoliš i za lokalnu zajednicu (Ørsted, 2019.).

Vjetroelektrana *Lillgrund* u Švedskoj kopnena je vjetroelektrana snage 90 MW u tjesnacu Oresund, blizu Malmoa u južnoj Švedskoj. Razvila ju je Vattenfall, švedska energetska tvrtka, a puštena je u rad 1997. godine. Vjetroelektrana je otvorila brojna radna mjesta i pruža gospodarsku korist lokalnom području, uključujući prihod za lokalna poduzeća i poreze za lokalnu upravu. Vattenfall je također bio angažiran u inicijativama širenja zajednice u području oko vjetroelektrane Lillgrund, uključujući sponzoriranje lokalnih događaja i organizacija te pružanje obrazovnih resursa o obnovljivoj energiji školama i grupama u zajednici (Swedish Agency for Marine and Water Management, 2013.).

## **6. AKCIJSKI PLAN**



## **IZRADITI DRŽAVNI PLAN PROSTORNOG RAZVOJA ZA MORSKA PODRUČJA**

Razvoj PPMP-a je opsežan i dug proces. To je prvi korak u uspostavljanju glavnih područja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora (engl. *go-to renewable areas*). Pri određivanju morskih područja za OIE na moru, nadležna tijela trebaju uključiti sve kriterije koji su analizirani u ovoj studiji.

Identificirane zone niskog i srednjeg utjecaja daju početnu točku za razvoj OIE na moru. PPMP bi se trebao baviti kumulativnim učincima OIE na moru, osigurati sudjelovanje dionika i omogućiti višestruku upotrebu unutar zona OIE na moru (npr. kolokacija s proizvodnjom vodika, korištenje postojeće infrastrukture za naftu i plin, proizvodnja hrane iz aktivnosti marikulture itd.).

Postoji mnogo dostupnih morskih područja za OIE na moru, ali na nositeljima projekata je da odluče koja su mjesta najisplativija. Prve zone OIE na moru s niskim i srednjim utjecajem u sjevernim morskim područjima trebale bi se planirati za vjetroelektrane na moru i plutajuće FN elektrane. U središnjim i južnim morskim područjima poželjne tehnologije u zonama niskog i srednjeg utjecaja su plutajuće vjetroelektrane i plutajuće FN elektrane.

Ova analiza prepostavlja da je u zonama srednjeg utjecaja poželjna tehnologija plutajućih FN elektrana zbog manjeg vizualnog utjecaja. Međutim, zbog toga ne bi trebalo odmah isključiti vjetroelektrane na moru i plutajuće vjetroelektrane od razvoja u zonama srednjeg utjecaja koje bi se mogle razviti u srednjoročnom razdoblju pod uvjetom visoke razine lokalnog prihvatanja.

Dok se ne razvije Državni PPMP, projekti OIE na moru mogu imati radni vijek od najviše 20 godina, što bi moglo biti korisno za pilot-projekte i dodatna mjerena resursa i istraživanja okoliša.



## **UVESTI OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE NA MORU U STRATEŠKE DOKUMENTE**

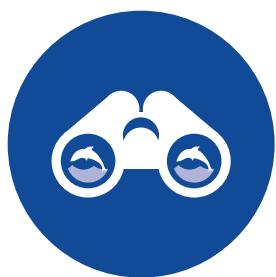
Osiguravanje prostora za OIE na moru samo je prvi korak. Hrvatska bi trebala nastojati pretvoriti sva ova područja u jasne ciljeve u reviziji Integriranog nacionalnog energetskog i klimatskog plana, koja je planirana za 2023. Nakon što Hrvatska postavi ciljeve za OIE na moru trebala bi razviti sustav poticanja temeljen na natječajima i jasan plan natječaja, u kojem se nositelji projekata mogu natjecati za dvosmjerne CfD ugovore. Hrvatska bi trebala iskoristiti i mogućnost uključivanja necjenovnih kriterija u sustav poticanja.



## **IDENTIFICIRATI DRŽAVNO TIJELO KOJE ĆE DJELOVATI KAO JEDINSTVENA KONTAKTNA TOČKA**

Kao što je propisano Direktivom o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora, države članice trebaju identificirati jedinstvene kontaktne točke kako bi ubrzale izdavanje dozvola i omogućile transparentnost razvoja OIE na moru drugim dionicima. Nositelji projekata ne bi trebali biti obvezni stupiti u kontakt s drugim administrativnim tijelima za izdavanje dozvola.

Zakon o osnivanju Agencije za ugljikovodike već sadrži takve odredbe koje omogućuju Agenciji za ugljikovodike da podupire razvoj OIE na moru. Agencija za ugljikovodike ima veliko iskustvo u vođenju natječaja za koncesije za naftno-plinski i geotermalni sektor, što bi se moglo prenijeti i na sektor OIE na moru. Stoga bi Vlada RH trebala razmotriti mogućnost imenovanja Agencije za ugljikovodike kao jedinstvene kontaktne točke za OIE na moru ako se uloga agencije osigura potrebnim izmjenama zakonodavnog okvira.



## **KONTINUIRANO MJERENJE I PRAĆENJE**

Tijekom prostorne analize područja pogodnih za gradnju vjetroelektrana na moru nekoliko je skupova podataka bilo nepoznato, a batimetrijski podaci nisu nudili preciznu prostornu rezoluciju i točnost. Kako bi se potaknuo razvoj OIE na moru, Vlada RH treba što prije identificirati državna tijela koja mogu početi provoditi dodatna mjerena, posebice brzine i učestalosti vjetra na većim nadmorskim visinama, hidrografska istraživanja te istraživanja okoliša.

Jadranski preletnički put je područje na kojem bi istraživanje okoliša na više kontinenata moglo omogućiti inkluzivniji razvoj OIE na moru. Kako se radi o velikom i dugotrajnom projektu, Vlada RH trebala bi identificirati državno tijelo koje bi ga pokrenulo i aplicirati za sredstva EU u partnerstvu s drugim dionicima u Europi i Sjevernoj Africi. No, razvoj OIE na moru ne smije čekati završetak takvog multikontinentalnog istraživanja okoliša, što je posebno važno za prve projekte OIE na moru u Hrvatskoj.

Nadalje, tekući projekt kartiranja bentoskih morskih staništa u Hrvatskoj treba uzeti u obzir jer će pružiti opsežne podatke o mogućim utjecajima projekata OIE na moru na ekosustav.

Hrvatska bi trebala kontinuirano prikupljati podatke o moru kako bi usmjeravala donošenje odgovarajućih i prilagodljivih odluka, međutim, na nositeljima projekata OIE na moru bit će da provode istraživanja temeljena na projektima.



## POTAKNUTI UKLJUČIVANJE LOKALNE ZAJEDNICE KAKO BI SE POVEĆALO PRIHVAĆANJE JAVNOSTI

Uključivanje zajednice temelj je uključivog razvoja OIE na moru. Vlada RH trebala bi identificirati državna tijela koja će uspostaviti stručnu radnu skupinu temeljenu na modelu četverostrukе spirale (engl. *Quadruple Helix Model*) te uključivim i transparentnim procesom osigurati isporuku detaljne komunikacijske strategije, identificirati ključne dionike i razviti poslovne modele za uključivanje lokalnih zajednica. Državna tijela trebaju osigurati javno prihvaćanje i uključenost svih dionika kroz: kampanje podizanja svijesti i obrazovne aktivnosti, razvijanje osjećaja pravednosti za sve na koje utječu projekti OIE na moru, izgradnju povjerenja među svim dionicima, pružanje procjene troškova, rizika i koristi prema specifičnom lokalnom kontekstu.



## ZAPOČETI PLANIRANJE RAZVOJA ODOBALNE INFRASTRUKTURE

Razvoj OIE na moru ovisi o razvoju mreže na moru i kopnu. U desetogodišnjim planovima razvoja mreže operatora sustava potrebno je planirati integraciju velikih projekata OIE na moru, što će zahtijevati ulaganja u mrežu na kopnu.

Operatori prijenosnih sustava trebaju početi koordiniranu izradu svojih desetogodišnjih planova razvoja mreže sa susjednim operatorima sustava. Uza sve veći broj vjetroelektrana na kopnu i projekata FN elektrana koji su u razvoju, HOPS će morati uzeti u obzir sve više projekata OIE na moru u susjednim zemljama. To se posebno odnosi na projekte OIE na moru u Italiji i njihov utjecaj na hrvatsku elektroenergetsku mrežu.

Ovisno o udaljenosti projekata OIE na moru do kopna, nositelji projekata odabrali bi razvijanje svojih projekata s vezama HVAC ili HVDC. Budući da će prvi projekti vjerojatno biti manji pilot-projekti koji su bliže obali, preporučuje se usvajanje Competitive Light modela mreže kao u Ujedinjenom Kraljevstvu. Nakon što se pojavi veći broj projekata OIE na moru u razvoju, uključujući sve više hibrida na moru, trebalo bi istražiti model Onshore TSO kako bi se optimizirala količina nove odobalne mrežne infrastrukture, što bi rezultiralo manjim brojem priključnih točaka na kopnu.

Još jedan ključni dio odobalne infrastrukture za OIE na moru, posebno za velike vjetroelektrane na moru su brodogradilišta. Brodogradilišta su najprikladnija da budu središte proizvodnje, montaže, održavanja i logistike. Hrvatska ima nekoliko velikih brodogradilišta u različitim dijelovima Jadranskog mora, no većina ih je u egzistencijalnim problemima. Hrvatska Vlada trebala bi istražiti mogućnost njihove potpore sve dok industrija OIE na moru ne postane održivi izvor njihovih prihoda.



## ISTRAŽITI PREKOGRANIČNI I ZAJEDNIČKI RAZVOJ PROJEKATA OIE NA MORU

Iako složeniji, Hrvatska bi trebala istražiti mogućnost prekograničnog hibrida na moru, koji bi se također mogao razvijati zajedno sa susjednom državom. Trebalo bi razmotriti opciju da Agencija za ugljikovodike bude jedinstvena kontaktna točka i za prekogranične i za zajedničke projekte koji bi mogli imati koristi od znatnih finansijskih sredstava EU – posebno iz CEF programa. Uz razvoj OIE na moru, uredba TEN-E također stvara priliku za financiranje skladištenja vodika i elektrolizatora koji imaju prekogranični utjecaj.

Takav prekogranični hibrid na moru trebao bi biti razmotren kao zajednički projekt s Italijom. U takvim slučajevima odobalna zona trgovanja (eng. *Offshore Bidding Zone*) je koncept koji najviše obećava za buduće hibridne projekte na moru i umrežene HVDC projekte.



## IDENTIFICIRATI ZAHTJEVE ZA VJEŠTINAMA ZA OIE NA MORU

Hrvatska ima stručnjake s vještinama za razvoj OIE na moru jer ima inženjersku i tehničku radnu snagu i posljednjih godina ulaže u OIE. Međutim, vrijedi napomenuti da je sektor OIE na moru relativno nov i zahtijeva specifične vještine i stručnosti. Stjecanje potrebnih vještina i stručnosti će biti dugotrajan, ali u konačnici uspješan proces. Poseban fokus treba biti na O&M jer se očekuje da će ti poslovi trajati više od 30 godina i biti generator lokalnog zapošljavanja.

Stoga bi Vlada RH trebala razviti Sektorski sporazum obnovljivih izvora energije na moru i istražiti uključivanje necjenovnih kriterija u natječaje kojima bi se nagrađivale intencije nositelja projekata da ulažu u programe obuke i obrazovanja kao i u lokalni lanac opskrbe.



## PODRŽATI ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ OIE NA MORU

Budući da u hrvatskom proračunu nema većih sredstava za istraživanje i razvoj, Hrvatska bi trebala tražiti sredstva iz privatnog sektora za ulaganje u istraživačke i inovacijske centre. Ti bi centri trebali angažirati hrvatsku akademsku zajednicu i osigurati mjesto na kojem se mogu testirati tehnološki izumi.



## RAZVITI PRAVILA ZA VIŠESTRUKU UPORABU I SINERGIJU OIE NA MORU S DRUGIM SEKTORIMA

Tijekom gradnje OIE na moru, aktivnosti drugih sektora (npr. ribarstvo) obično su ograničene. Stoga bi nositelji projekata trebali surađivati s ribarima još u fazi odabira lokacije i istražiti mogućnosti zapošljavanja ili suradnje s njima tijekom trajanja projekta.

Nakon što OIE na moru budu pušteni u pogon, elektrana može raditi u sinergiji s ribolovom, zaštitom bioraznolikosti, vojnim i civilnim zrakoplovstvom itd. Vlada RH trebala bi imenovati državno tijelo koje će biti odgovorno za objavljivanje podataka o OIE na moru (npr. lokacije podmorskih kabela) kojima se mogu koristiti drugi sektori kako bi obavljali aktivnosti na siguran način.

Kako bi postojala jedinstvena pravila za sva morska područja namijenjena za OIE na moru, Vlada RH treba definirati opća pravila pristupa tim morskim područjima. To bi uključivalo zabranu koćarenja i drugih aktivnosti koje utječu na morsko dno u području namijenjenom za OIE na moru ili u njegovoj blizini. Općim pravilima pristupa treba precizno definirati koje su aktivnosti dopuštene unutar morskog područja namijenjenog za OIE na moru i u njegovoj blizini.

## **7. LITERATURA**

- WindEurope. (2022). *Europe's latest offshore auction mainly using non-price criteria is a success*. Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/europes-latest-offshore-auction-mainly-using-non-price-criteria-is-a-success/>
- Ørsted. (n.d.). *UK offshore wind supply chain*. Retrieved January 2023, from <https://orsted.co.uk/energy-solutions/offshore-wind/supply-chain>
- IRENA. (2020). *Wind Energy: A Gender Perspective*. Retrieved January 2023, from [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jan/IRENA\\_Wind\\_gender\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jan/IRENA_Wind_gender_2020.pdf)
- UKRI. (n.d.). *UK Research and Innovation*. Retrieved January 2023, from <https://www.ukri.org/>
- Ørsted. (n.d.). *Transforming coastal communities*. Retrieved January 2023, from <https://orsted.co.uk/energy-solutions/offshore-wind/transforming-communities>
- OSPAR. (n.d.). *Offshore renewables*. Retrieved from <https://www.ospar.org/work-areas/eoha/offshore-renewables>
- Ørsted. (n.d.). *Our energy infrastructure: from wind farm to Grid*. Retrieved from <https://orsted.co.uk/energy-solutions/offshore-wind/how-we-work-onshore>
- German Cooperative and Raiffeisen Confederation. (n.d.). Retrieved from [dgrv.de](https://dgrv.de)
- BOEM. (2021). *Assessment of Seascapes, Landscapes, and Visual Impacts of Offshore Wind Energy Developments on the Outer Continental Shelf of the United States*. Retrieved from <https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/environment/environmental-studies/BOEM-2021-032.pdf>
- Siemens Gamesa. (n.d.). *Green hydrogen*. Retrieved from <https://www.siemensgamesa.com/en-int/products-and-services/hybrid-and-storage/green-hydrogen>
- eFuel alliance. (n.d.). *What are eFuels?*. Retrieved from <https://www.efuel-alliance.eu/efuels/what-are-efuels>
- Blue Deal. (n.d.). Retrieved from <https://blue-deal.interreg-med.eu>
- IRENA. (n.d.). *Drinking water from the sea - using renewable energy*. Retrieved from <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Factsheet/IRENA-Desalination-factsheet.pdf>
- Joint Research Centre, European Commission. (2017). *Supply chain of renewable energy technologies in Europe: An analysis for wind, geothermal and ocean energy*. Retrieved January 2023, from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC108106>
- DHMZ. (n.d.). *Atlas vjetra*. Retrieved from [https://meteo.hr/klima.php?section=klima\\_hr\\_vatska&param=k1\\_8](https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hr_vatska&param=k1_8)
- EnergoVizija. (2022.). *Guide for the Development and Implementation of Renewable Energy Projects in Croatia*. Retrieved January 2023, from <https://oie.hr/wp-content/uploads/2022/02/RESC-EBRD-Guide-for-develop.-impl.-of-RES-projects-in-Croatia.pdf>
- ELWIND. (2023.). Retrieved from <https://elwindoffshore.eu/>
- ETIP Wind. (2021.). *Getting fit for 55 and set for 2050*. Retrieved from [https://proceedings.windeurope.org/biplatform/rails/active\\_storage/disk/eyJfcMFPbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9jYTjWNVNTSWhhM0p0ZG1jME5uRmtkVGc1Y1RkcmNXeDJlVFj4ZFd0ck9YbHNkQV-k2QmtWVU9oQmthWE53YjNOcGRHbHZia2tpZDjsdWJHbHVaVHNnWm1sc1pXNWhiV1U-5SwtWMGFYQjNhVzV](https://proceedings.windeurope.org/biplatform/rails/active_storage/disk/eyJfcMFPbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9jYTjWNVNTSWhhM0p0ZG1jME5uRmtkVGc1Y1RkcmNXeDJlVFj4ZFd0ck9YbHNkQV-k2QmtWVU9oQmthWE53YjNOcGRHbHZia2tpZDjsdWJHbHVaVHNnWm1sc1pXNWhiV1U-5SwtWMGFYQjNhVzV)
- WindEurope. (2022.).
- Europska komisija. (2023.). *South and East offshore grids*. Retrieved 2023 January, from [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2023-01/SE\\_offshore\\_non-binding\\_offshore\\_goals\\_final.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2023-01/SE_offshore_non-binding_offshore_goals_final.pdf)

Europska komisija, Glavna uprava za energetiku, Staschus, K., Kielichowska, I., Ramaekers, L., et al. (2020.). *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region : final report*, Publications Office. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/91d2091a-27bf-11eb-9d7e-01aa-75ed71a1/language-en>

Europska komisija, Glavna uprava za energetiku, Staschus, K., Kielichowska, I., Ramaekers, L., et al. (2020.). *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region : final report*, Publications Office. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/91d2091a-27bf-11eb-9d7e-01aa-75ed71a1/language-en>

WindEurope. (2023.). *Wind energy in Europe: 2022 Statistics and the outlook for 2023-2027*. Retrieved from <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2022-statistics-and-the-outlook-for-2023-2027/>

Orsted. (2022.). Retrieved January 2023, from <https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2022/08/20220831559011>

Green Coast. (2019.). *Onshore vs Offshore Wind: What Are the Differences and Facts?* Retrieved January 2023, from <https://greencoast.org/onshore-vs-offshore-wind>

Dreyer, J. (2017.). *The Benefits and Drawbacks of Offshore Wind Farms*. Retrieved January 2023, from <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/dreyer2/>

IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju. (2022.). *Renewable Power Generation Costs in 2021*. Retrieved January 2023, from <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

WindEurope. (2020.). *Offshore Wind in Europe: Key trend and statistics 2019*. Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2019.pdf>.

WindEurope. (2018.). *Floating offshore wind energy*. Retrieved from <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/floating-offshore-wind-energy/>

WindEurope. (2021.). *Scaling up Floating Offshore Wind towards competitiveness*. Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/20211202-WindEurope-Scaling-up-Floating-Offshore-Wind-towards-competitiveness.pdf>

Thomson, C., & Harrison, G. (2015.). *Life Cycle Costs and Carbon Emissions of Offshore Wind Power*. Retrieved from [https://www.climatexchange.org.uk/media/1461/main\\_report\\_-life\\_cycle\\_costs\\_and\\_carbon\\_emissions\\_of\\_offshore\\_wind\\_power.pdf](https://www.climatexchange.org.uk/media/1461/main_report_-life_cycle_costs_and_carbon_emissions_of_offshore_wind_power.pdf)

WindEurope. (2022.). *Offshore wind energy 2021 statistics*. Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/offshore-wind-in-europe-key-trends-and-statistics-2021/>

World Bank Group; Energy Sector Management Assistance Program; Solar Energy Research Institute of Singapore. (2019.). *Where Sun Meets Water : Floating Solar Market Report*. Retrieved January 2023, from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880>

IRENA, Međunarodna agencija za obnovljivu energiju. (2021.). *Energy from the Sea: An Action Agenda for Deploying Offshore Renewables Worldwide*. Retrieved January 2023, from <https://www.irena.org/events/2021/May/An-Action-Agenda-for-Deploying-Offshore-Renewables-Worldwide>

Ocean Sun. (2022.). Retrieved January 2023, from <https://oceansun.no/project/haiyang-offshore/>

Oceans of Energy. (2022.). Retrieved January 2023, from <https://oceanofofenergy.blue/north-sea-2/>

- Offshorewindbiz. (2020.). *Hollandse Kust Noord to Add Floating Solar Panels in 2025*. Retrieved January 2023, from <https://www.offshorewind.biz/2020/08/03/hollandse-kust-noord-to-add-floating-solar-panels-in-2025/>
- PV magazine. (2022.). *Offshore wind farm in North Sea to host 5 MW floating PV plan*. Retrieved 2023 January, from <https://www.pv-magazine.com/2022/11/14/offshore-wind-farm-in-north-sea-to-host-5-mw-floating-pv-plant/>
- Clean Energy Wire. (2021.). *RWE wins bid to build 1GW offshore wind farm in Danish waters*. Retrieved January 2023, from <https://www.cleanenergywire.org/news/rwe-wins-bid-build-1gw-offshore-wind-farm-danish-waters>
- Enerdata. (2021.). *Denmark's technology neutral auction for 429 MW receives no bids*. Retrieved January 2023, from <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/denmarks-technology-neutral-auction-429-mw-receives-no-bids.html>
- WindEurope. (2022.). *Negative bidding in German offshore wind law threatens supply chain*. Retrieved January, from <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/negative-bidding-in-german-offshore-wind-law-threatens-supply-chain/>
- WindEurope. (2022.). *The Netherlands run another successful auction based on non-price criteria*. Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/newsroom/news/the-netherlands-run-another-successful-auction-based-on-non-price-criteria/>
- Windpower monthly. (2021.). *Ocean Winds secures Polish offshore wind support*. Retrieved January 2023, from <https://www.windpowermonthly.com/article/1720907/ocean-winds-secures-polish-offshore-wind-support>
- GOV.UK. (2022.). *Contracts for Difference (CfD) Allocation Round 4: results*. Retrieved January 2023, from <https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference-cfd-allocation-round-4-results>
- DNV GL. (2019.). *Cost of offshore transmission*. Retrieved from [https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user\\_upload/Company/News/Dutch/2019/20190624\\_DNV\\_GL\\_Comparison\\_Offshore\\_Transmission\\_update\\_French\\_projects.pdf](https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/News/Dutch/2019/20190624_DNV_GL_Comparison_Offshore_Transmission_update_French_projects.pdf)
- BVG associates. (2019.). *Guide to an offshore wind farm*. Retrieved from <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/wind-farm-costs>
- Karimirad, M., & Koushan, K. (2016.). *WindWEC: Combining wind and wave energy inspired by hywind and wavestar*. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/7884433>
- PELAGOS. (2017.). *Promoting innovative nEworks and cLusters for mArine renewable energy synerGies in mediterranean cOasts and iSlands*.
- Hydrogen Insight. (2022.). *World's first offshore-wind-to-hydrogen project gets green light from Dutch government*. Retrieved from <https://www.hydrogeninsight.com/production/world-s-first-offshore-wind-to-hydrogen-project-gets-green-light-from-dutch-government/2-1-1352638>
- offshoreWIND.biz. (2022.). *World's First Offshore Green Hydrogen Production Platform Launched in France*. Retrieved from <https://www.offshorewind.biz/2022/09/22/worlds-first-offshore-green-hydrogen-production-platform-launched-in-france/>
- IRENA. (2022.). *Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part II – Technology review of hydrogen carriers*. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2022/Apr/Global-hydrogen-trade-Part-II>

- Transport&Envrionment. (2020.). *Electrofuels? Yes, we can ... if we're efficient.* Retrieved from [https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2020/12/2020\\_12\\_Briefing\\_feasibility\\_study\\_renewables\\_decarbonisation.pdf](https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2020/12/2020_12_Briefing_feasibility_study_renewables_decarbonisation.pdf)
- WindEurope. (2022.). *Energy islands coming to Europe's seas.* Retrieved from <https://windeurope.org/newsroom/news/energy-islands-coming-to-europes-seas/>
- Europska komisija. (2020.). *An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future.* Retrieved January 2023, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:741:-FIN&qid=1605792629666>
- Republika Hrvatska. (2019.). *Integrirani Nacionalni energetski i klimatski plan.* Retrieved January 2023, from [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hr\\_final\\_necp\\_main\\_en\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hr_final_necp_main_en_0.pdf)
- Končar. (2017.). *Offshore transformers for a wind power plant in the North Sea.* Retrieved Janaury 2023, from <https://www.koncar.hr/en/offshore-transformers-for-a-wind-power-plant-in-the-north-sea/>
- Brodosplit. (2022.). *Brodosplit built an innovative data buoy.* Retrieved January 2023, from <https://www.brodosplit.hr/en/news/brodosplit-built-an-innovative-data-buoy/>
- WindEurope. (2021.). *Wind industry & Government commit to boosting offshore wind and jobs in Poland.* Retrieved from <https://windeurope.org/newsroom/news/wind-industry-government-commit-to-boosting-offshore-wind-and-jobs-in-poland/>
- K2 Management. (2021.). *How is the skills shortage threatening the UK offshore wind industry?* Retrieved January 2023, from <https://www.k2management.com/news/skills-challenges-offshore>
- Energy & Utility Skills. (2020.). *Skills and Labour Requirements of the UK Offshore Wind Industry.* Retrieved January 2023, from <https://aura-innovation.co.uk/wp-content/uploads/2020/04/Aura-EU-Skills-Study-Summary-Report-October-2018.pdf>
- IRENA. (2018.). *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Offshore Wind.* Retrieved January 2023, from [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA\\_Leveraging\\_for\\_Offshore\\_Wind\\_2018.pdf?rev=b341ac3b99e4481e-826ba49f6b20c87e](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_Leveraging_for_Offshore_Wind_2018.pdf?rev=b341ac3b99e4481e-826ba49f6b20c87e)
- Europska komisija. (2022.). *European MSP Platform.* Retrieved from [https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/download/croatia\\_february\\_2022.pdf](https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/download/croatia_february_2022.pdf)
- FAO. (2017.). *on the establishment of a fisheries restricted area in the Jabuka/Pomo Pit in the Adriatic Sea.* Retrieved from <https://www.fao.org/gfcm/decisions/en/>
- EMODnet. (2023.). *European Marine Observation and Data Network.* Retrieved from <https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/>
- Europska komisija, Glavna uprava za okoliš. (2018.). *Guidance document on wind energy developments and EU nature legislation.* Retrieved from <https://data.europa.eu/doi/10.2779/095188>
- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. (2023.). *Guidelines for assessing and mitigating the impact of anthropogenic noise on marine mammals and sea turtles in environmental impact assessment procedures, strategic environmental impact assessment procedures of strategies, plans and programs.* Retrieved from <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/ocjena-9>

- Schneider-Jacoby, M. (2008.). *Koliko ptica se seli preko Jadranskoga mora?* Retrieved from [https://www.euronatur.org/fileadmin/docs/arten/\\_How\\_manx\\_birds\\_migrate\\_over\\_the\\_Adriatic\\_Sea\\_acrocephalus\\_2008.pdf](https://www.euronatur.org/fileadmin/docs/arten/_How_manx_birds_migrate_over_the_Adriatic_Sea_acrocephalus_2008.pdf)
- Danish Energy Agency. (2022.). *Procedures and Permits for Offshore Wind Parks.* Retrieved January 2023, from <https://ens.dk/en/our-responsibilities/wind-power/offshore-procedures-permits>
- Danish Energy Agency. (2021.). *Draft agreement on obligation to establish Thor Offshore Wind Farm and connect it to the grid.* Retrieved 2023 January, from <https://www.ethics.dk/ethics/publicTenderDoc/bfb4d610-bfa1-4bfe-8808-6deb212e27cb/a122f94c-813c-496b-921f-9a92962d7ace/download>
- Danish Energy Agency. (2019). *Guidelines for completing environmental assessments for Thor offshore wind farm.* Retrieved January 2023, from [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/uk\\_guidelines\\_for\\_completing\\_environmental\\_assessment\\_thor\\_10sept2019.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/uk_guidelines_for_completing_environmental_assessment_thor_10sept2019.pdf)
- REGlobal. (2022.). *Germany's Network Expansion Plans: BNetzA confirms NEP.* Retrieved January 2023, from <https://reglobal.co/germany-network-expansion-plans-bnetza-confirms-nep/>
- Cabinet of Germany. (2023.). *More wind energy at sea.* Retrieved January 2023, from <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/windenergie-auf-see-gesetz-2022968>
- Jack, T. M. (2022.). *Offshore Wind Energy Permitting Processes in the European Union.* Retrieved January 2023, from <http://su.diva-portal.org/smash/get/diva2:1709093/FULLTEXT01.pdf>
- TNO. (2020.). *Offshore wind farm decommissioning.* Retrieved January 2023, from [https://smartport.nl/wp-content/uploads/2021/01/SmPo\\_TNO-Offshore-windpark-decommissioningeng\\_final.pdf](https://smartport.nl/wp-content/uploads/2021/01/SmPo_TNO-Offshore-windpark-decommissioningeng_final.pdf)
- Wind & Water Works. (2022.). *Dutch Offshore Wind Guide.* Retrieved January 2023, from <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/10/Dutch%20Offshore%20Wind%20Guide%202022.pdf>
- DecomTools. (2019.). *Market analysis.* Retrieved January 2023, from [https://northsearegion.eu/media/11753/market-analysis\\_decomtools.pdf](https://northsearegion.eu/media/11753/market-analysis_decomtools.pdf)
- OffshoreWind.biz. (2022.). *BREAKING: Scotland Awards 25 GW in ScotWind Auction, More than Half for Floating Wind Farms.* Retrieved January 2023, from <https://www.offshorewind.biz/2022/01/17/breaking-scotland-awards-25-gw-in-scotwind-auction-more-than-half-for-floating-wind-farms/>
- WindEurope. (2021.). *Latest UK seabed leasing risks raising costs of offshore wind.* Retrieved January 2023, from <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/latest-uk-seabed-leasing-risks-raising-costs-of-offshore-wind/>
- Europska komisija. (2017.). *The making of a smart city: best practices across europe.* Retrieved January 2023, from [https://smart-cities-market-place.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the\\_making\\_of\\_a\\_smart\\_city\\_-best\\_practices\\_across\\_europe.pdf](https://smart-cities-market-place.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the_making_of_a_smart_city_-best_practices_across_europe.pdf)
- WindEurope. (2020.). *Wind energy and economic recovery in Europe.* Retrieved from [https://proceedings.windeurope.org/biplatform/rails/active\\_storage/disk/eyJfcMfpbHMiOn-sibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9JYTJWNVNTSW-haelJ1WmpCMII6a3pZM2RwZHpwWMWNXTj-FNemh0ZUd4aE5laHBZd1k2QmtWVU9oQmt-thWE53YjNOcGRHbHZia2tpY1dsdWJHbHVaVHN-Wm1sc1pXNWhiV1U5SWxkcGjtUkZkWEp](https://proceedings.windeurope.org/biplatform/rails/active_storage/disk/eyJfcMfpbHMiOn-sibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9JYTJWNVNTSW-haelJ1WmpCMII6a3pZM2RwZHpwWMWNXTj-FNemh0ZUd4aE5laHBZd1k2QmtWVU9oQmt-thWE53YjNOcGRHbHZia2tpY1dsdWJHbHVaVHN-Wm1sc1pXNWhiV1U5SWxkcGjtUkZkWEp)
- Hofman, E., & van der Gaast, W. (2014.). *POLIMP - Mobilizing and transferring knowledge on post-2012 climate policy implications.* Retrieved from <https://europa.eu/capacity4dev/env-east/documents/polimp-1st-policy-brief-acceleration-clean-technology-deployment-within-eu-role-social>

- Strazzera, E., Mura, M., & Contu, D. (2012.). *Combining choice experiments with psychometric scales to assess the social acceptability of wind energy projects: A latent class approach.* Retrieved January 2023, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512004491>
- Pokret otoka. (2021.). *CRES – Pokret Otoka suo-snivač energetske zadruge Apsyrtides.* Retrieved from <https://www.otoci.eu/pokret-otoka-suosnivac-energetske-zadruge-apsyrtides/>
- Greenpeace Hrvatska. (2018.). *Izniman interes za ulaganje u solarnu elektranu.* Retrieved from <https://www.greenpeace.org/croatia/iznimani-interes-za-ulaganje-u-solarnu-elektranu/>
- Segreto, M. (2020.). *Trends in Social Acceptance of Renewable Energy Across Europe—A Literature Review.* Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7764547/>
- Ørsted. (2019.). *Westermost Rough Offshore Wind Farm.* Retrieved from [https://orstedcdn.azureedge.net/-/media/www/docs/corp/uk/updated-project-summaries-06-19/190218\\_ps\\_westermost-rough-web\\_aw.ashx?la=en&rev=26a96d24782448d-7828b84ac496b8495&hash=4A330C6EF-8D9E0903FECBD63FC6469AE](https://orstedcdn.azureedge.net/-/media/www/docs/corp/uk/updated-project-summaries-06-19/190218_ps_westermost-rough-web_aw.ashx?la=en&rev=26a96d24782448d-7828b84ac496b8495&hash=4A330C6EF-8D9E0903FECBD63FC6469AE)
- Swedish Agency for Marine and Water Management. (2013.). *Study of the Fish Communities at Lillgrund Wind Farm.* Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1366392/FULLTEXT01.pdf>
- Marović, P., & Herak Marović, V. (2007.). *Security issues in Croatian construction industry: Bases of statistical data for quantifying extreme loading conditions.* Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/225471798\\_Security\\_issues\\_in\\_Croatian\\_construction\\_industry\\_Bases\\_of\\_statistical\\_data\\_for\\_quantifying\\_extreme\\_loading\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/225471798_Security_issues_in_Croatian_construction_industry_Bases_of_statistical_data_for_quantifying_extreme_loading_conditions)
- Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I., & Matičec, D. (2005.). *Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics.* Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003101820500043X>
- Cattaneo, A., Correggiari, A., Langone, L., & Trincardi, F. (2003.). *The late-Holocene Gargano subaqueous delta, Adriatic shelf: Sediment pathways and supply fluctuations.* Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002532270200614X>
- UNEP/MAP-RAC/SPA. (2015.). *Adriatic Sea: Description of the ecology and identification of the areas that may deserve to be protected.* Retrieved from [https://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc\\_open\\_seas/adriatic\\_ecology\\_abnj.pdf](https://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_open_seas/adriatic_ecology_abnj.pdf)
- Lipizer, M., Partescano, E., Rabitti, A., & Giorgetti, A. (2014.). *Qualified temperature, salinity and dissolved oxygen climatologies in a changing Adriatic Sea.* Retrieved from <https://os.copernicus.org/articles/10/771/2014/os-10-771-2014-discussion.html>
- HJRM. (1985.). *Adriatic Sea – general map of the seabed sediments.*
- Duplančić Leder, T., Leder, N., & Lapine, M. (2007.). *Multiscale ENC Data Management on an Archipelagic Sea Area – Example of the East Adriatic Coast.* Retrieved from <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-navigation/article/abs/multiscale-enc-data-management-on-an-archipelagic-sea-area-example-of-the-east-adriatic-coast/4E97C651559BDFC8F179D572EAA0ED6C>
- Kučica, M. (2013.). *Zemljopisna obilježja hrvatskog Jadrana u funkciji razvoja nautičkog turizma.* Retrieved from <https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.TOP/136-2013.pdf>

- Enevoldsen, P., & Jacobson, M. Z. (2021.). *Data investigation of installed and output power densities of onshore and offshore wind turbines worldwide*. Retrieved from [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082620303367#:~:text=Offshore%20turbines%20are%20spaced%20further,20.2\)%20MW%2Fkm2](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082620303367#:~:text=Offshore%20turbines%20are%20spaced%20further,20.2)%20MW%2Fkm2).
- Larsson, J. (2021.). *Transmission Systems for Grid Connection of Offshore Wind Farms: HVAC vs HVDC Breaking Point*. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1561060&dswid=1162>
- Csanyi, E. (2014.). *Analysing the costs of High Voltage Direct Current (HVDC) transmission*. Retrieved from <https://electrical-engineering-portal.com/analysing-the-costs-of-high-voltage-direct-current-hvdc-transmission>
- HOPS. (2022.). *Informacija o mogućnosti priključenja na prijenosnu mrežu u vlasništvu Hrvatskog operatora prijenosnog sustava*. Retrieved from <https://www.hops.hr/post-file/35w5GaQFeKUAAqyym3UXM1/informacija-o-mogucnosti-prikljuce-nja-na-prijenosnu-mrezu-za-2023-godinu/Informacija%20o%20mogu%C4%87nosti%20priklu%C4%88Denja%20na%20prijenosnu%20mre%C5%BEu%20za%202023.%20godinu.pdf>
- ENTSO-E. (2022.). *Assessment of Roles and Responsibilities for Future Offshore Systems*. Retrieved from [https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/2022/entso-e\\_pp\\_Offshore\\_Development\\_Assessment\\_roles\\_responsibilities\\_221118.pdf](https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/2022/entso-e_pp_Offshore_Development_Assessment_roles_responsibilities_221118.pdf)
- AEWA. (2016.). *AEWA Adriatic Flyway Workshop in Samobor, Croatia*. Retrieved from <https://www.unep-aewa.org/en/news/aewa-adriatic-flyway-workshop-samobor-croatia>
- Bioportal. (2023.). Retrieved from <https://www.bioportal.hr/gis/>
- IUCN & TBC. (2021.). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development*. Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-004-En.pdf>
- Danish Energy Agency. (2022.). *Preliminary investigations*. Retrieved January 2023, from <https://ens.dk/en/our-responsibilities/wind-power/ongoing-offshore-wind-tenders/thor-offshore-wind-farm/preliminary>

## **8. POPIS TABLICA**

<b>TABLICA 1. POTENCIJAL TEHNIČKIH RESURSA ZA HRVATSKU (EUROPSKA KOMISIJA, GLAVNA UPRAVA ZA ENERGETIKU, STASCHUS, K., KIELICHOWSKA, I., RAMAEKERS, L., ET AL., 2020.)</b>	<b>16</b>
<b>TABLICA 2. PONDERIRANI PROSJEČNI UKUPNI INSTALIRANI TROŠKOVI ZA VJETAR NA MORU, 2010. I 2021. (IRENA RENEWABLE COST DATABASE)</b>	<b>23</b>
<b>TABLICA 3. PONDERIRANI PROSJEČNI LCOE VJETROELEKTRANA NA MORU, 2010. I 2021. (IRENA RENEWABLE COST DATABASE)</b>	<b>25</b>
<b>TABLICA 4. IDENTIFICIRANE ZONE MOGUĆIH PPI ZA VJETROELEKTRANE NA MORU U HRVATSKOJ (NISKI UTJECAJ)</b>	<b>58</b>
<b>TABLICA 5. PRIKLADNA PODRUČJA ZA VJETROELEKTRANE NA MORU</b>	<b>59</b>
<b>TABLICA 6. POGODNA PODRUČJA ZA PLUTAJUĆE OIE NA MORU U SREDnjEM I JUŽNOM JADRANU</b>	<b>60</b>

## **9. POPIS SLIKA**

<b>SLIKA 1. PREKOGRANIČNI PROJEKTI VJETROELEKTRANA NA MORU U EUROPI (WINDEUROPE, 2022.)</b>	<b>14</b>
<b>SLIKA 2. PROSJEČNA UDALJENOST OD OBALE I DUBINA VODE ZA VJETROELEKTRANE NA MORU, 2000.-2021. (IRENA, MEĐUNARODNA AGENCIJA ZA OBNOVLJIVU ENERGIJU, 2022.)</b>	<b>17</b>
<b>SLIKA 3. VRSTE TEMELJA PLUTAJUĆIH VJETROELEKTRANA (WINDEUROPE, 2018.)</b>	<b>18</b>
<b>SLIKA 4. SHEMA VELIKOG PLUTAJUĆEG FN SUSTAVA (WORLD BANK GROUP; ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM; SOLAR ENERGY RESEARCH INSTITUTE OF SINGAPORE, 2019.)</b>	<b>19</b>
<b>SLIKA 5. ANALIZA CAPEX ULAGANJA VJETROELEKTRANE (ETIP WIND, 2021.)</b>	<b>24</b>
<b>SLIKA 6. DOPRINOS SVAKOGA GLAVNOG TROŠKOVNOG ELEMENTA LCOE VJETROELEKTRANA NA MORU U UJEDINJENOM KRALJEVSTVU (BVG ASSOCIATES, 2019.)</b>	<b>25</b>
<b>SLIKA 7. RASPODJELA LJUDSKIH RESURSA POTREBNIH DUŽ LANCA VRIJEDNOSTI ZA RAZVOJ VJETROELEKTRANE SNAGE 500 MW (IRENA, 2018.)</b>	<b>31</b>
<b>SLIKA 8. POTENCIJALNI UTJECAJI NA BIORAZNOLIKOST I POVEZANE USLUGE EKOSUSTAVA ZBOG RAZVOJA VJETROELEKTRANA NA MORU (IUCN &amp; TBC, 2021.)</b>	<b>33</b>
<b>SLIKA 9. ZAŠTIĆENA PODRUČJA NA MORU I PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE U HRVATSKOJ (BIOPORTAL, 2023.)</b>	<b>34</b>
<b>SLIKA 10. EUNIS KARTA STANIŠTA (EMODNET, 2023.)</b>	<b>35</b>
<b>SLIKA 11. VAŽNA MJESTA ZA RAZMNOŽAVANJE GRABLJIVICA I MORSKIH PTICA</b>	<b>38</b>
<b>SLIKA 12. MIGRACIJSKI KORIDORI PTICA (AEWA, 2016.)</b>	<b>39</b>
<b>SLIKA 13. VIZUALNI UTJECAJ VJETROELEKTRANA NA MORU U HRVATSKOJ</b>	<b>40</b>
<b>SLIKA 14. OBALNE ZRAČNE LUKE (PLAVE OZNAKE) S KONTROLnim PROMETnim ZONAMA ZRAČNIH LUKA PULA, MALI LOŠINJ I DUBROVNIK (CRVENI POLIGONI)</b>	<b>41</b>
<b>SLIKA 15. PODRUČJA PREMA EMODNETU NA KOJA JE ODBAČENO NEISKORIŠTENO ORUŽJE I STRELJIVO U JADRANSKOM MORU (EMODNET, 2023.)</b>	<b>42</b>
<b>SLIKA 16. REGISTRIRANE ARHEOLOŠKE ZONE U JADRANSKOM MORU</b>	<b>42</b>

<b>SLIKA 17. ODGOVORNOSTI ZA RAZVOJ VJETROELEKTRANA NA MORU U EUROPI (WINDEUROPE, 2022.)</b>	<b>44</b>
<b>SLIKA 18. ODGOVORNOST ZA GRADNJU MREŽE ZA RAZVOJ VJETROELEKTRANE NA MORU U EUROPI (WINDEUROPE, 2022.)</b>	<b>44</b>
<b>SLIKA 19. SREDNJA GODIŠNJA BRZINA VJETRA NA VISINI 80 M IZNAD TLA (DHMZ, N.D.)</b>	<b>52</b>
<b>SLIKA 20. JADRANSKA KARBONATNA PLATFORMA (VLAHOVIĆ, TIŠLJAR, VELIĆ, &amp; MATIČEC, 2005.)</b>	<b>53</b>
<b>SLIKA 21. DEBLJINA PLIOKVARTARNIH NASLAGA UNUTAR JADRANSKOG PREDNJEGL BAZENA (CATTANEO, CORREGGIARI, LANGONE, &amp; TRINCARDI, 2003.)</b>	<b>54</b>
<b>SLIKA 22. BATIMETRIJA JADRANSKOG MORA (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015.)</b>	<b>54</b>
<b>SLIKA 23. KARTA SEDIMENATA MORSKOG DNA (HIJRM, 1985.)</b>	<b>55</b>
<b>SLIKA 24. STRUJANJA U JADRANSKOM MORU (LIPIZER, PARTESCANO, RABITTI, &amp; GIORGETTI, 2014.)</b>	<b>55</b>
<b>SLIKA 25. ANALIZA MOGUĆIH PPI ZA IZGRADNJU VJETROELEKTRANE NA MORU</b>	<b>57</b>
<b>SLIKA 26. PODRUČJE FOKUSIRANE ANALIZE MOGUĆIH PPI ZA VJETROELEKTRANE NA MORU</b>	<b>57</b>
<b>SLIKA 27. ZONE MOGUĆIH PPI ZA VJETROELEKTRANE NA MORU S NISKIM UTJECAJEM NA KRAJOLIK I MORSKI KRAJOLIK</b>	<b>58</b>
<b>SLIKA 28. PPI ZONE ZA VJETROELEKTRANE NA MORU S NISKIM I SREDNJIM UTJECAJEM NA KRAJOLIK I MORSKI KRAJOLIK</b>	<b>59</b>
<b>SLIKA 29. ZONE MOGUĆEG RAZVOJA PLUTAJUĆIH OIE NA MORU S MALIM I SREDNJIM UTJECAJEM NA KRAJOLIK I MORSKI KRAJOLIK</b>	<b>60</b>
<b>SLIKA 30. ENERGETSKA INFRASTRUKTURA VJETROELEKTRANE NA MORU U UJEDINJENOM KRALJEVSTVU (ØRSTED, N.D.)</b>	<b>61</b>
<b>SLIKA 31. MODELI ISPORUKE MREŽE ZA OIE NA MORU (ENTSO-E, 2022.)</b>	<b>62</b>





