

## **Raport științific final**

*privind implementarea proiectului*

### **Extragerea energiei refolosibile in mediul marin și impactul ei costier**

**- REMARC**

*în perioada iulie 2017 – decembrie 2019*

În perioada raportată au fost urmărite obiectivele specifice pentru implementarea proiectului REMARC, după cum urmează:

1. Analiza principalelor baze de date pentru vant și valuri, disponibile pentru zonele costiere continentale europene, incluzând bazinul Mării Negre (A1.1).
2. Realizarea paginii web prin care se vor disemina rezultatele proiectului și care va fi actualizată sistematic (A1.2).
3. Implementarea și validarea unor sisteme de modelare a valurilor cu mai multe nivele, bazate pe modelul spectral in medie de fază SWAN, care vor fi focalizate pe zonele costiere europene cu potentialul cel mai mare din punct de vedere al energiei valurilor (A2.1).
4. Realizarea de analize pe termen lung ale condițiilor de val (și vânt) în ariile costiere considerate (A2.2).
5. Realizarea diagramelor bivariate de distributie a starilor marii, corespunzatoare unor intervale de timp care depasesc 10 ani. Evaluarea a puterii electrice asteptata de la diverse dispozitive de extractie impreuna cu calculul unor indicatori sintetici cum ar fi factorul de capacitate si latimea de capturare (A3.1).
6. Studii privind influenta fermelor energetice marine asupra climatului de val si asupra dinamicii costiere. Un accent deosebit se va pune pe protectia costiera care se poate realiza prin intermediul viitoarelor ferme energetice (A3.2).
7. Diseminarea rezultatelor prin publicarea de lucrări științifice, participarea la diverse manifestări științifice și în comitete științifice de prestigiu.
8. Concluzii

#### **1. A1.1 Analiza principalelor baze de date pentru vant si valuri, disponibile pentru zonele costiere continentale europene, incluzand bazinul Marii Negre**

##### **A1.1.1 Bazele de date considerate și mărimile evaluate**

Principala bază de date considerată în cadrul proiectului REMARC o reprezintă ECMWF (European Centre for Medium range Weather Forecast – Centrul European de predicții meteorologice pe termen mediu) <https://www.ecmwf.int/>. Datele cele mai relevante considerate în cadrul proiectului REMARC sunt înălțimea semnificativă a valurilor  $H_s$ , perioada valurilor  $T_e$  și viteza vântului  $V_w$  cu o rezoluție spațială de  $0.75^\circ \times 0.75^\circ$  și o rezoluție temporală de 6 ore. Datele sunt disponibile începând cu anul 1979 până în prezent.

Pornind de la datele existente, în cadrul proiectului au fost estimate mărimile: densitatea de putere a vântului ( $P_{wind}$  în  $W/m^2$ ) și puterea valului ( $P_w$  în  $kW/m$ ). Densitatea de putere a vântului, reprezintă un indicator care este utilizat în mod frecvent pentru a identifica potențialul energetic al unui anumit loc prin evaluarea energiei concentrate în fluxul de aer. Acesta poate fi definit prin următoarea expresie:

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \times \rho \times U_{80}^3 \quad (1.1)$$

unde,  $\rho$  reprezintă densitatea aerului ( $\approx 1.22 \text{ kg/m}^3$ ) iar  $U_{80}$  este viteza vântului la o înălțime de 80 m deasupra nivelului mării. Parametrul  $P_{wind}$  este considerat un indice important în estimarea resurselor de vânt, fiind posibil să fie definit un site particular utilizând clasele de densitate de putere a vântului, ceea ce dă informații asupra potențialului său energetic. Așa cum se poate observa din relația de mai sus, potențialul energetic al unui loc este proportional cu cubul vitezei vântului, fiind de asemenea influențat de densitatea aerului.

Întrucât marea majoritate a turbinelor operează la înălțimi de 80m (sau mai mari), viteza vântului la 80m este considerată în relația de mai sus. Pentru a estima viteza vântului la o înălțime diferită de 10m (care reprezintă înălțimea la care este data viteza vântului în majoritatea bazelor de date), viteza vântului trebuie transformată considerând profilul său logaritmic și presupunând condițiile neutre de stabilitate. Astfel, viteza vântului  $U$  la o anumită înălțime  $z$  se poate exprima ca:

$$U_z = U_{zref} \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_{ref}/z_0)} \quad (1.2)$$

unde  $U_{ref}$  reprezintă viteza cunoscută a vântului la înălțimea de referință  $z_{ref}$  (în acest caz 10m), în timp ce  $U_z$  este viteza vântului la înălțimea  $z$  (80m). Parametrul  $z_0$  exprimă rugozitatea suprafeței mării și are valoarea de  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$ .

Un alt indice important îl reprezintă puterea valului, care a fost estimată cu relația pentru apă adâncă:

$$P_w = \frac{\rho \times g^2}{64 \times \pi} \times T_e \times H_s^2 \quad (1.3)$$

în care:  $P_w$  – fluxul de energie (kW/m),  $\rho$  – densitatea apei de mare ( $1025 \text{ kg/m}^3$ ),  $g$  – accelerația gravitațională ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ),  $T_e$  (s) – perioada energetică a valurilor, care reprezintă raportul dintre momentul negativ al spectrului de ordinul întâi și momentul de ordinul zero al spectrului,  $H_s$  (m) – înălțimea semnificativă, care reprezintă înălțimea medie a treimii celei mai mari a înălțimilor de val.

O altă bază de date considerată este NCEP (acronim de la National Centres for Environmental Prediction USA – Centrul SUA pentru predicții de mediu), <http://www.ncep.noaa.gov/> În acest caz, rezoluția spațio-temporală a datelor de vânt este mai mare  $0.325^\circ \times 0.325^\circ$  și respectiv 3 ore. Datele sunt disponibile începând din anul 1980. Având în vedere rezoluția mai mare aceste date reprezintă o sursă mai bună pentru câmpurile de vânt utilizate pentru forțarea modelelor spectrale în medie de fază pentru valuri (SWAN, WAM, WW3) care pot furniza câmpuri de valuri de înaltă rezoluție și cu ajutorul cărora se pot evidentia și concentrările energetice (numite și 'hot spots').

AVISO (acronim pentru Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data – Arhivarea, validarea și interpretarea datelor oceanografice de satelit) <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/aviso-satellite-derived-sea-surface-height-above-geoid> reprezintă o sursă importantă în ceea ce privește măsurătorile de satelit ale parametrilor de val și vânt. Ca un principiu, se măsoară timpul necesar unui puls să se deplaseze de la antena satelitului până la receptor și înapoi. Datele de altimetru sunt utilizate pentru a calcula printre altele înălțimea semnificativă a valurilor  $H_s$  și viteza vântului  $V_w$ . Pentru a procesa datele de altimetru provenite de la diverse misiuni (Sara1, Cryosat-2, Jason-1&2, T/P, Envisat, GFO, ERS-1 & 2 și Geosat) este utilizat sistemul de procesare Ssalto/Duacs. În majoritatea studiilor realizate până în prezent în cadrul proiectului REMARC datele de satelit sunt disponibile cu o rezoluție spațială  $1^\circ \times 1^\circ$  și rezoluție temporală de o zi (24 ore). Este totuși important de reținut și faptul că acuratețea și rezoluția datelor de satelit se îmbunătățesc foarte rapid.

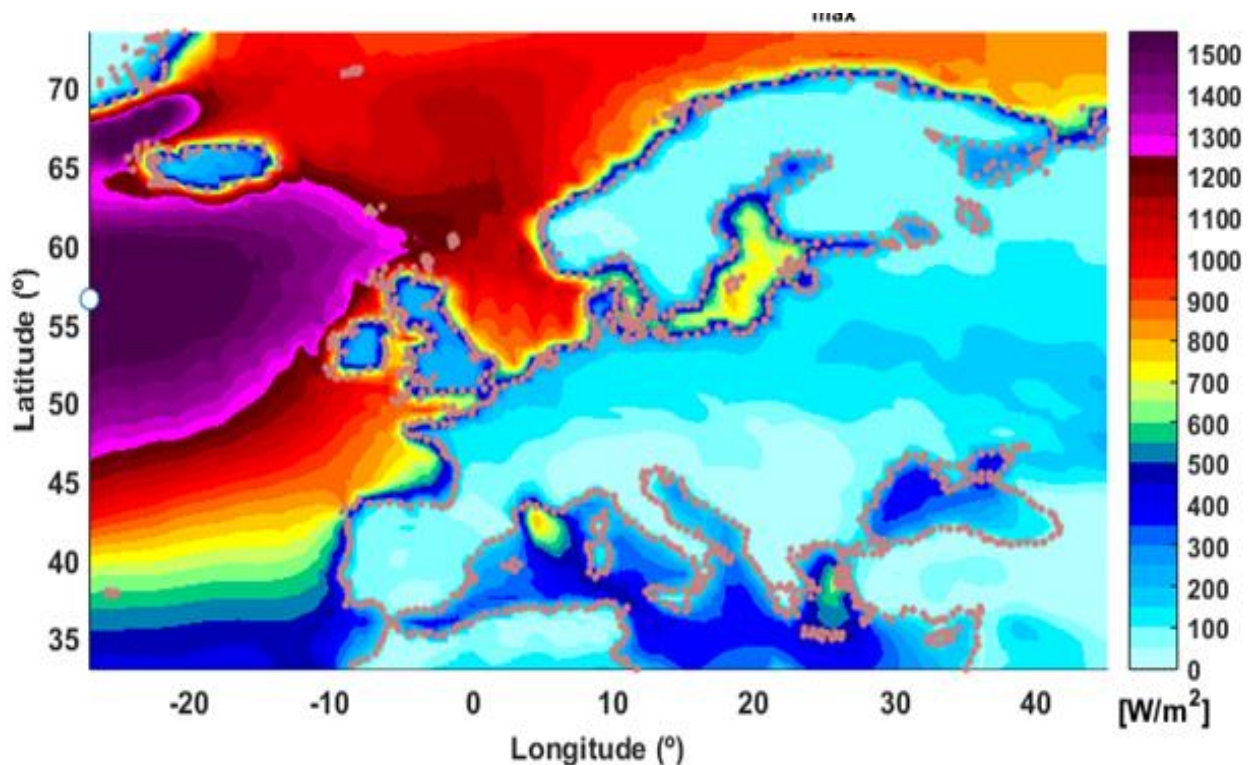
Nu în ultimul rând, o altă sursă de date o reprezintă măsurătorile 'in situ' provenite de la stații meteorologice, balize și alte dispozitive și sisteme de măsurare. Acestea prezintă avantajul unei precizii mai mari, dar pe de altă parte sunt limitate doar la un punct adică la locul unde s-au făcut măsurătorile (înregistrările). În actuala fază a proiectului REMARC, au fost utilizate rezultatele măsurătorilor mai ales în ceea ce privește partea de vest a Mării Negre, care reprezintă una din principalele arii țintă ale proiectului.

### A1.1.2 Realizarea hărților energetice de vânt și de val, identificarea zonelor cu potențial sporit și evidențierea sinergiei dintre cele două resurse

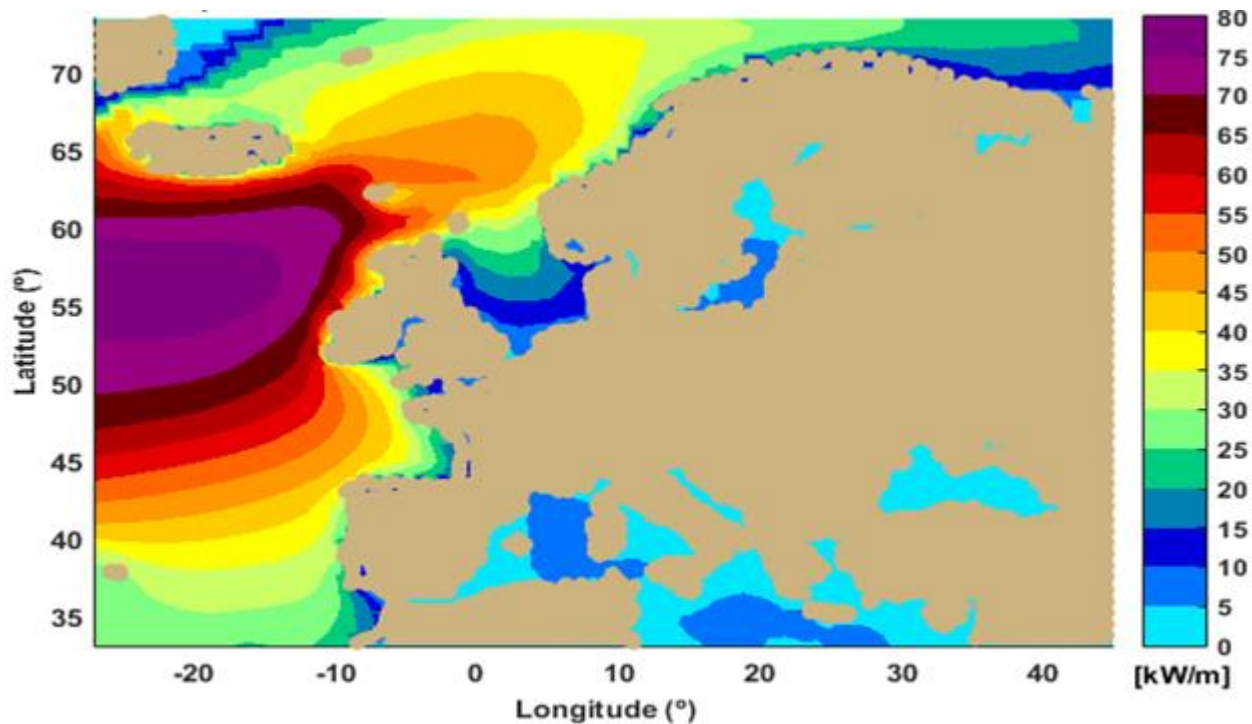
Un prim aspect cuprins în planul de realizare al proiectului REMARC îl reprezintă acțiunea Act 1.1 care are ca rezultat preconizat realizarea hartilor energetice de vânt și de val, identificarea zonelor cu potențial sporit și evidențierea sinergiei dintre cele două resurse, bazat pe diverse tipuri de date. Din această perspectivă pe baza datelor de la ECMWF a fost realizată harta energetică a condițiilor de vânt din Europa, incluzând zonele continentală, maritimă și oceanică. Aceasta este ilustrată în Figura 1.1, unde sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_{wind}$  corespunzător a 38 de ani de date de la ECMWF (1979-2016). Figura 1.2 ilustrează harta energetică a condițiilor de val din Europa, incluzând zonele maritime și oceanică. Sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_w$  corespunzător aceleiași perioade de 38 de ani de date de la ECMWF.

Pornind de la hărțile energetice spațiale prezentate în Figurile 1.1 și 1.2, analiza a fost continuată și focalizată pe anumite zone costiere luate separat, unde s-au realizat studii privind sinergia dintre puterea vântului și a valurilor. Astfel, ca un exemplu Figura 1.3 prezintă diagramele direcționale de tip roză pentru parametrii viteza vântului și înălțimea semnificativă (și direcția valurilor) în zone din mările Mediterană și Neagră. Întrucât s-a realizat o analiză direcțională au fost considerați vectorul viteză a vântului și vectorul de undă (înălțimea semnificativă asociată cu direcția valurilor).

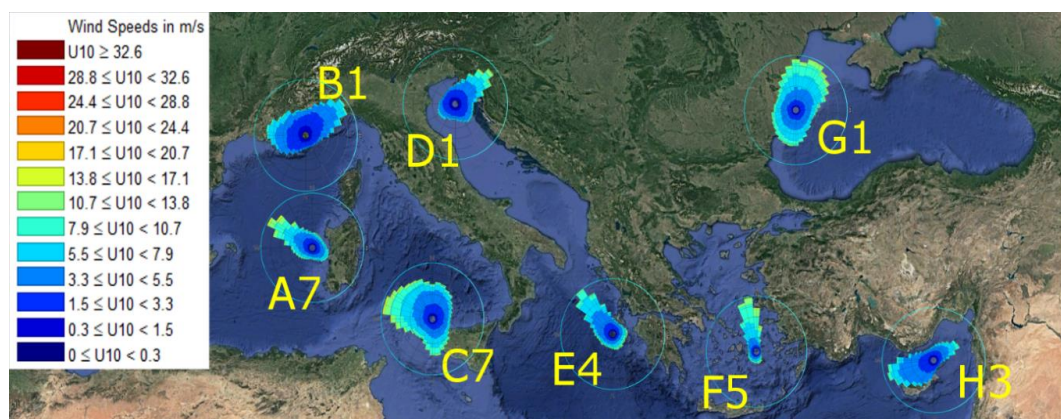
Având în vedere rolul vital pe care l-ar putea avea acest tip de resurse în zonele insulare, una din ariile țintă considerată a fost zona insulelor grecești. In acest sens, Figura 1.4 ilustrează pozițiile geografice a 26 de puncte de referință considerate în zona insulelor grecești: (A) Marea Ionica, (B) Marea Egee, (C) Marea Cretei (D) Marea Levantină și (E) Marea Libiei.



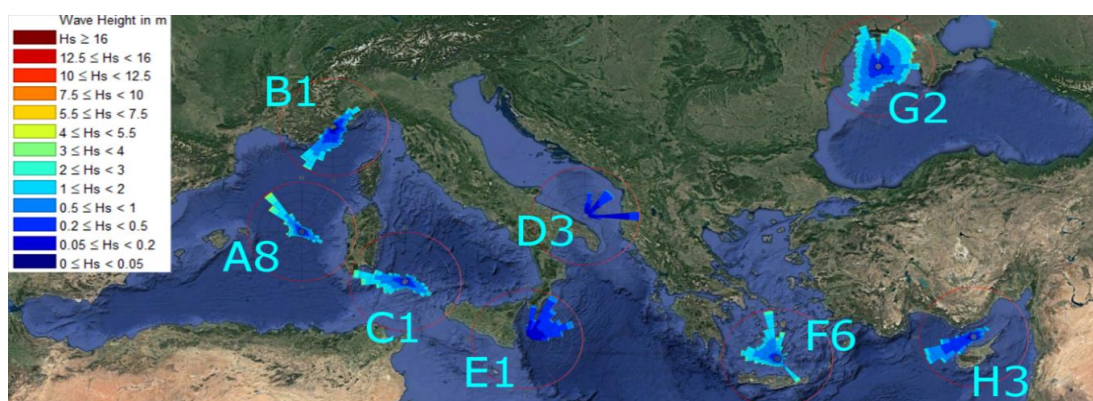
**Figura 1.1** Harta energetică a condițiilor de vânt în Europa, incluzând zonele continentală, maritimă și oceanică. Sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_{wind}$  corespunzător a 38 de ani de date (1979-2016) de la ECMWF ( $P_{windmax}=1663W/m^2$ ).



**Figura 1.2.** Harta energetică a condițiilor de val în Europa, incluzând zonele maritimă și oceanică. Sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_w$  corespunzător a 38 de ani (1979-2016) de date de la ECMWF ( $P_{wmax}=78.7kW/m$ ).

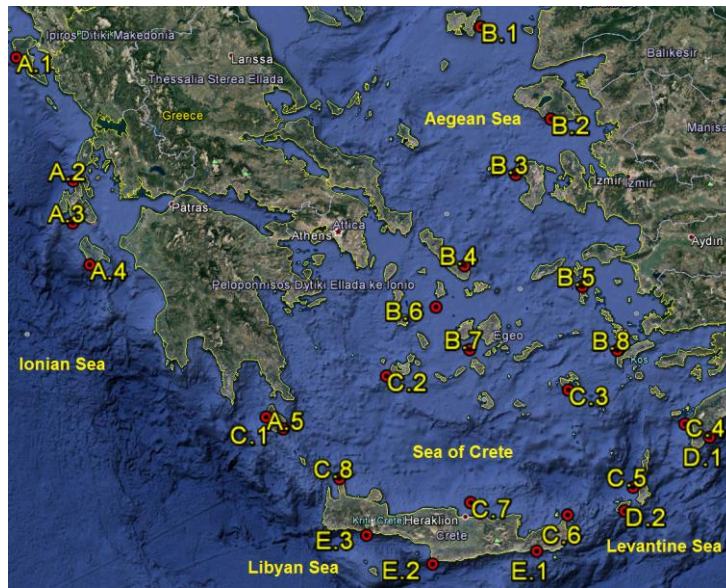


(a)



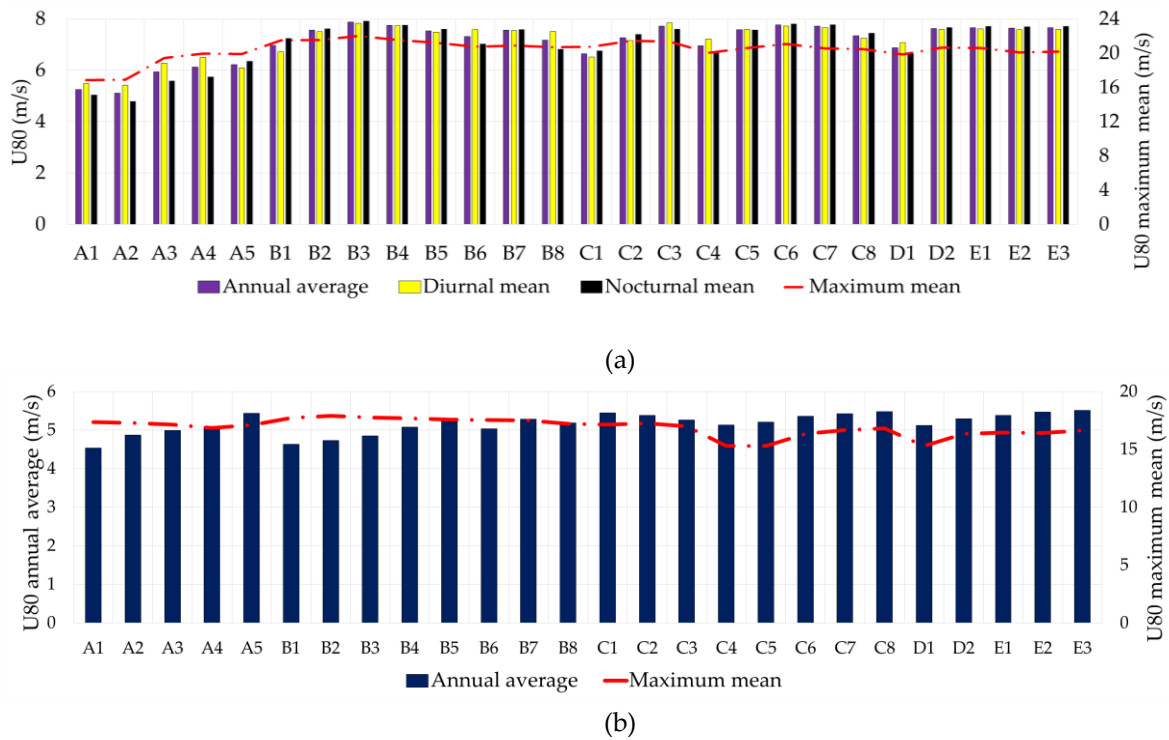
(b)

**Figura 1.3.** Diagrame direcționale de tip roză pentru parametrii viteza vântului și înălțimea semnificativă (și direcția valurilor) în zone din mările Mediterană și Neagră. a) Vectorul viteza a vântului; b) Vectorul de undă (înălțimea semnificativă asociată cu direcția valurilor).

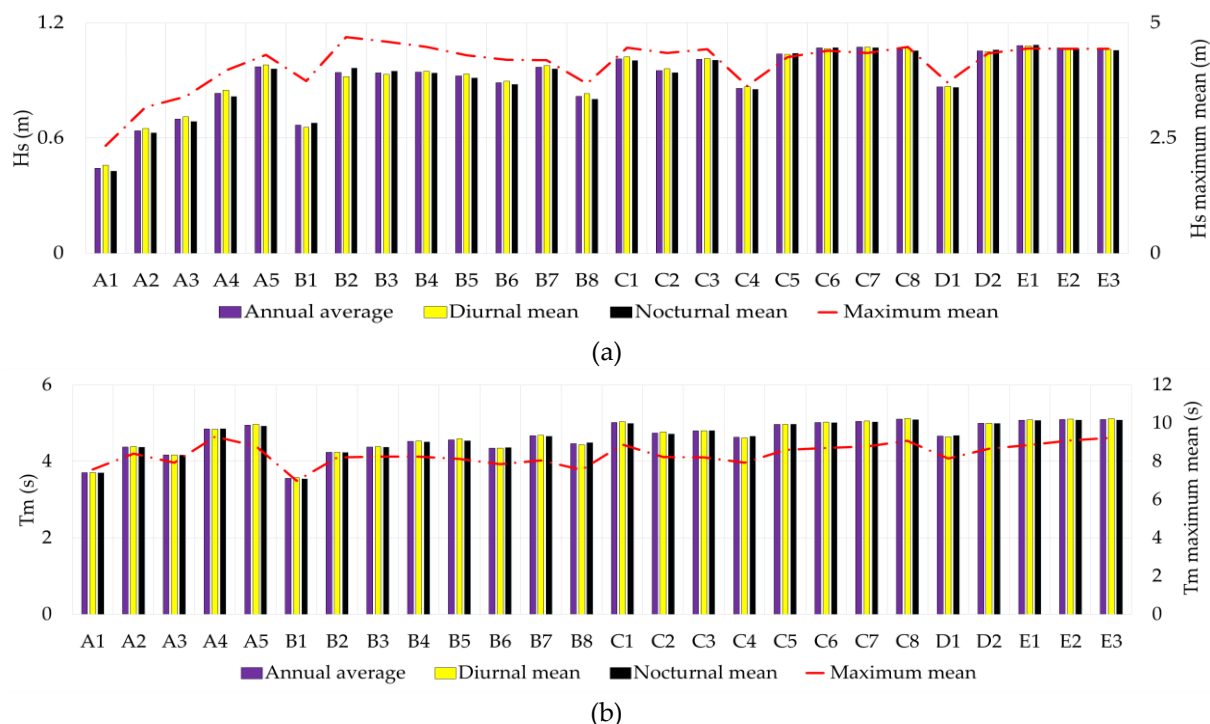


**Figura 1.4.** Pozițiile geografice ale celor 26 de punctelor de referință considerate în zona insulelor grecești: (A) Marea Ionica, (B) Marea Egee, (C) Marea Cretei (D) Marea Levantină și (E) Marea Libiei. Figură procesată de pe Google Earth (2017).

Întrucât unul din obiectivele cercetării era compararea a diverse surse de date, în Figura 1.5 este prezentată o comparație dintre datele furnizate de ECMWF și AVISO pentru viteza vântului la înălțimea de 80m în cele 26 de puncte de referință, Figura 1.6 prezintă valorile mediate ale parametrilor de val (înălțimea semnificativă a valului  $H_s$  și perioada medie  $T_e$  în cele 26 de puncte de referință, parametri calculați considerând datele ECMWF (2005-2015).



**Figura 1.5.** Viteza vântului la înălțimea de 80m în cele 26 de puncte de referință, comparație ECMWF/ AVISO a) ECMWF data (2005-2015); b) AVISO data (2010-2015).



**Figura 1.6.** Valoriile mediate ale parametrilor de val în cele 26 de puncte de referință, calculați considerând datele ECMWF (2005-2015). a) înălțimea semnificativă a valului; b) perioada medie.

### A1.1.3 Evaluarea potențialului energetic al valurilor în zone unde parcuri eoline marine sunt deja operaționale

Un indicator foarte important în ceea ce privește eficiența energetică este LCOE (levelized cost of electricity – ceea ce în o traducere aproximativă înseamnă - costul nivelat al energiei electrice). Acesta este o mărime care permite compararea a diferite metode de generare a energiei pe o bază consistentă. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cost\\_of\\_electricity\\_by\\_source](https://en.wikipedia.org/wiki/Cost_of_electricity_by_source) LCOE reprezintă de fapt o evaluare economică a costului mediu total necesar pentru a realiza și opera un generator de putere pentru întreaga sa perioadă de funcționare.

În legătură cu acest indicator (LCOE), trebuie menționat faptul că extragerea energiei vântului în zonele marine *„offshore wind”* a avut în ultimii 2-3 ani o dinamica cu adevărat spectaculoasă. Sa ajuns astfel în numai câțiva ani la înjumătățirea valorii LCOE, de la valori de peste 120 Euro/MWh la aproximativ 65 Euro/MWh la nivelul anului 2017. Dacă se ține seama de faptul că pentru energia atomică LCOE are valori în apropiere de 110 Euro/MWh și că riscurile și impactul asupra mediului a parcurilor energetice marine sunt mult mai mici decât în cazul energiei atomice dar și decât în cazul *„onshore wind”*, este de așteptat o creștere semnificativă a numărului și dimensiunilor parcurilor eoliene marine. În aceste condiții ar deveni mai rentabilă extragerea energiei valurilor prin procedeul de *„colocare”*, adică amplasarea convertorilor de energie a valurilor (WEC – wave energy converter) în zonele unde există deja parcuri eoliene marine.

Din această perspectivă, în cadrul proiectului REMARC, chiar din această primă etapă au fost realizate și unele studii privind posibilitatea colocării unor dispozitive WEC în zone unde ferme de vânt sunt deja operaționale. Ca un exemplu, Figura 1.7 ilustrează câteva locații care au fost considerate în cadrul studiilor efectuate în această fază.

Considerând datele de vânt și val de la ECMWF, corespunzând intervalului de timp de 10 ani 2005-2014, Figura 1.8 prezintă valorile medii ale parametrilor considerați în cadrul analizei ( $U_{10}$  și  $H_s$ ). Valorile acestor parametri indică faptul că zonele unde deja operează ferme de vânt sunt în marea lor majoritate adecvate și extragerii energiei valurilor.

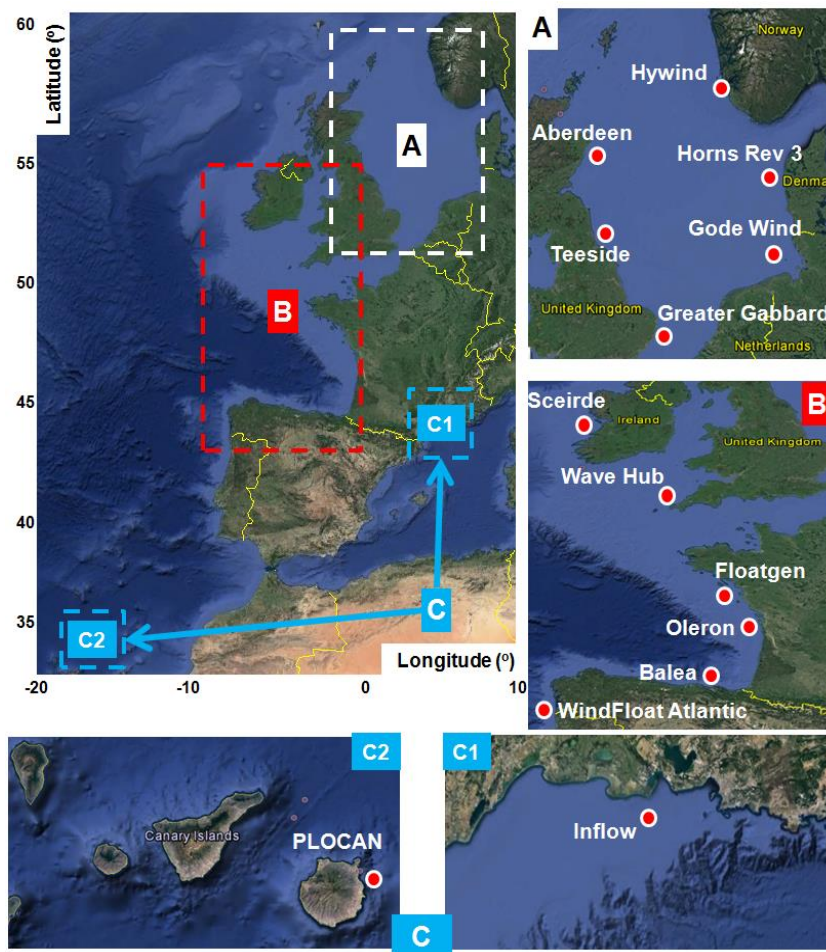


Figura 1.7. Locațiile parcurilor eoliene marine considerate. Punctele sunt identificate după denumirea ariei țintă respectivă (A, B sau C). Figură procesată de pe Google Earth (2016).

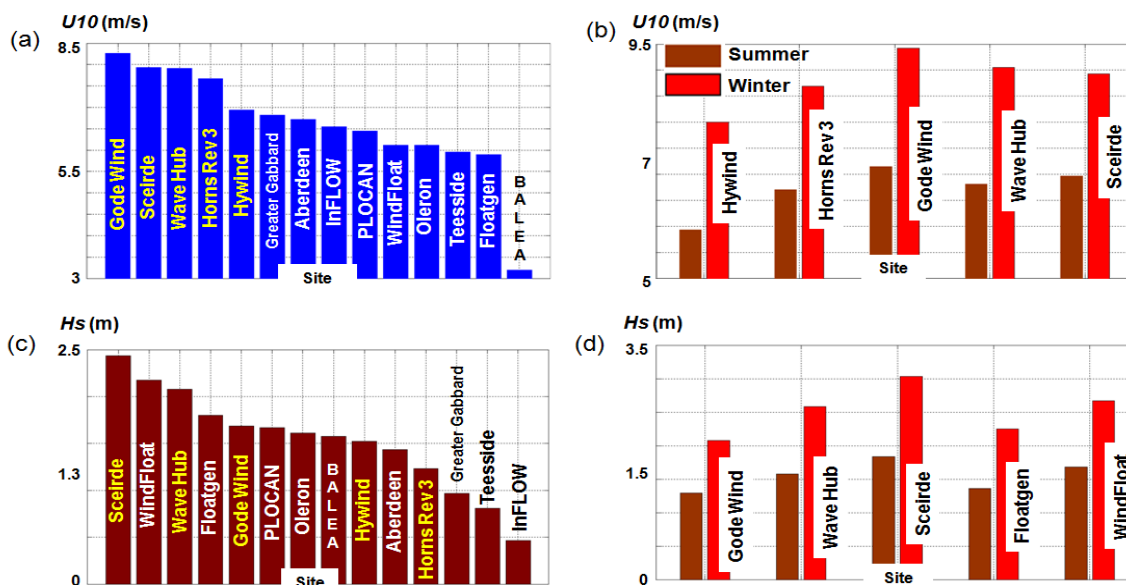


Figura 1.8. Valorile medii ale parametrilor considerați în cadrul analizei ( $U_{10}$  și  $H_s$ ) : a) și c)  $U_{10}$  și respectiv  $H_s$  corespunzând intervalului total de timp de 10 ani 2005-2014; b) și d)  $U_{10}$  și  $H_s$  pentru vară și respectiv iarna.

O astfel de soluție ar prezenta cel puțin 2 avantaje. În primul rând existența infrastructurii și a legăturii la rețeaua energetică implică valori mai scăzute pentru LCOE și în al doilea rând, prin absorbția energiei valurilor WEC-urile ar putea avea și un rol de protecție al fermelor eoliene.

#### A1.1.4 Evaluarea sinergiei dintre potențialului energetic al vântului și cel al valurilor în zonele costiere ale Mării Negre

Așa cum s-a evidențiat încă din faza depunerii cererii de finanțare, o atenție deosebită se va acorda în cadrul cercetărilor condițiilor din bazinul Mării Negre, și mai ales în ceea ce privește partea sa vestică, cuprinzând zona litoralului românesc.

Utilizând câmpurile de vânt de la NCEP, care au o rezoluție mai mare, a fost realizată mai întâi o analiză a condițiilor de vânt pentru perioada de 20 ani 1997-2016. Corespunzând acestui interval de timp, Figura 1.9 indică procentul vitezelor vântului la 80m, în intervalul de operabilitate a turbinelor de vânt [3-25] m/s, pentru întregul bazin al Mării Negre. Așa cum rezultă evident din figură, partea de vest a Mării Negre este cea mai energetică din punct de vedere al vântului (împreună cu Marea Azov), acest procent fiind în intervalul între 80-90%.

În cadrul proiectului DAMWAVE (2013-2016), Implementarea de metode de asimilare de date pentru a îmbunătăți predicția valurilor în zonele costiere Românești, CNCS – UEFISCDI, cod proiect PN-II-ID-PCE-2012-4-0089, <http://www.im.ugal.ro/DAMWAVE/index.htm>, la care au participat o parte dintre membrii echipei de implementare a proiectului REMARC, a fost implementat un sistem de predicție a valurilor bazat pe modele numerice spectrale în medie de fază cu asimilare de date. Acest sistem s-a dovedit performant și deși condițiile specifice Mării Negre sunt din punct de vedere al modelării numerice mai complexe decât cele din ocean sau chiar și decât cele din Marea Mediterană rezultatele furnizate s-au dovedit a fi destul de precise. Utilizând aceleași câmpuri de vânt de la NCEP, care au o rezoluție mai mare, au fost realizate și simulări numerice cu sistemul de predicție a valurilor implementat în cadrul proiectului DAMWAVE, rezultatele fiind focalizate pe zona costieră a Mării Negre, considerând adâncimi în intervalul [25-100] metri. Astfel, Figura 1.10 prezintă puterea medie a vântului la 80m și puterea medie a valurilor, de unde se observă sinergia dintre cele 2 resurse în partea de vest a bazinului Mării Negre incluzând și zona litoralului românesc.

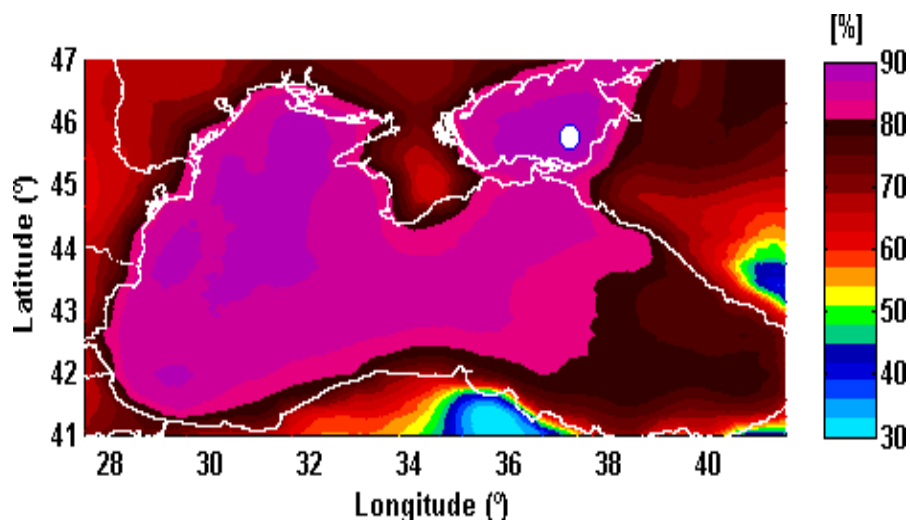


Figura 1.9. Procentul vitezelor vântului la 80m în intervalul de operabilitate a turbinelor de vânt [3m -25] m/s.

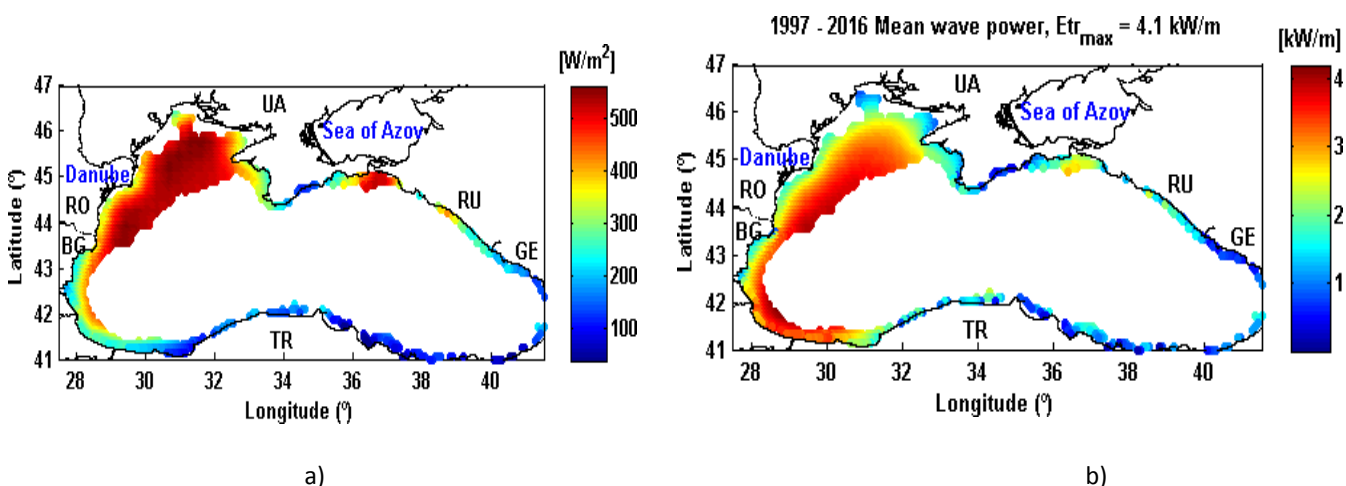
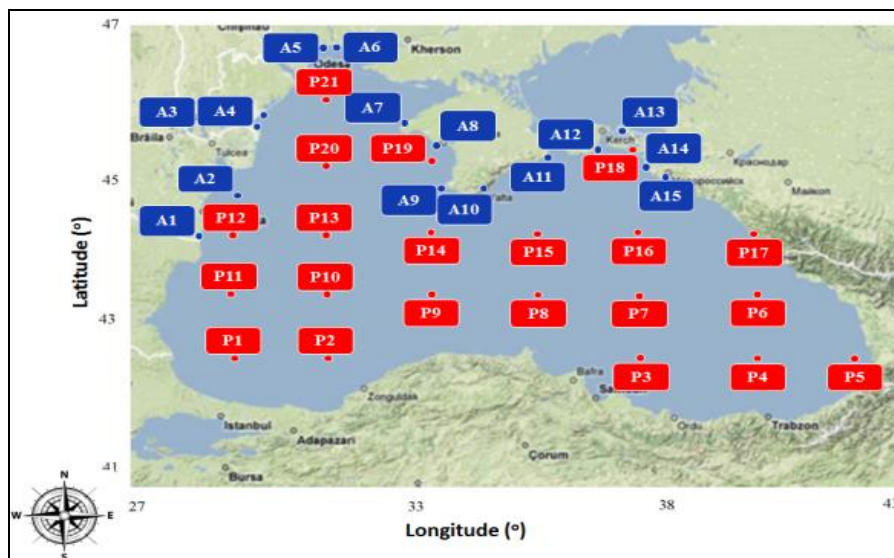


Figura 1.10. a) Puterea medie a vântului la 80m ( $P_{wind,max}=561 \text{ W/m}^2$ ); a) Puterea medie a valurilor ( $P_w,max=4.1 \text{ W/m}^2$ )



Având în vedere importanța acestei arii costiere (zona vestică a Mării Negre) în cadrul proiectului REMARC analiza a fost completată și cu date provenite de la măsurători *in situ* și de satelit. Astfel, Figura 1.11 ilustrează locațiile punctelor de referință. Cu A sunt notate punctele corespunzătoare stațiilor meteorologice (11 puncte) iar cu P locațiile punctelor considerate pentru analiza datelor de satelit (21 de puncte)



**Figura 1.11.** Locațiile punctelor de referință. Cu A sunt notate punctele corespunzătoare stațiilor meteorologice (11 puncte) iar cu P locațiile punctelor considerate pt analiza datelor de satelit (21 de puncte)

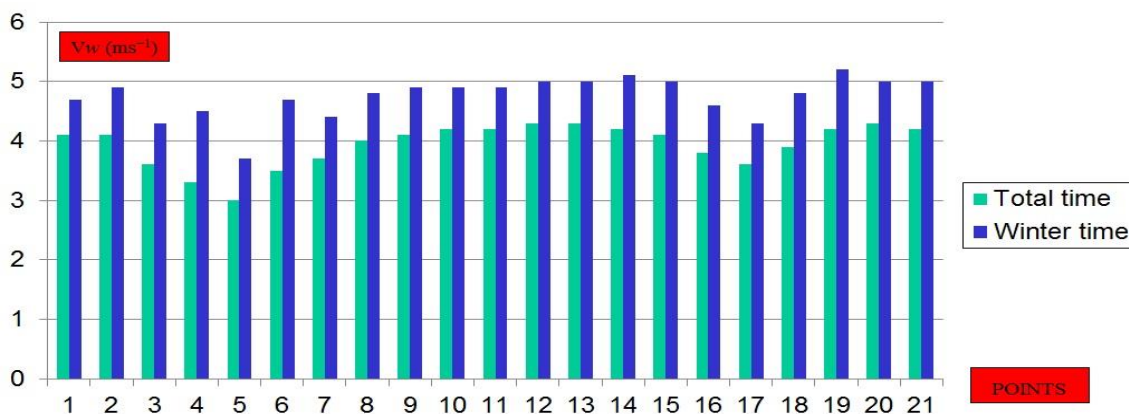
Această analiză a fost focalizată pe datele de vânt. Astfel, Tabelul 1.1 prezintă rezultatele statistice privind viteza vântului (punctele A), pentru intervalul de timp 1994-2009 iar Figura 1.12a ilustrează valorile mediane ale vitezei vântului în punctele P (21 de puncte) în conformitate cu datele de satelit pentru intervalul de timp 2006-2011.

**Tabelul 1.1** Date statistice privind viteza vântului (punctele A), intervalul de timp 1994-2009

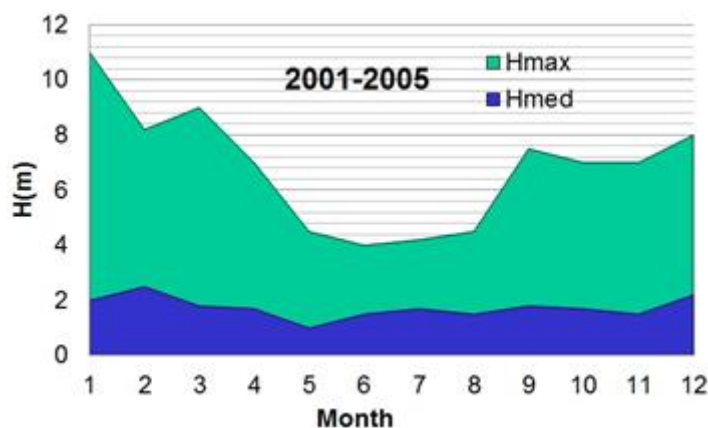
Station number	Peri-oda	Nr obs.	50th ( $\text{ms}^{-1}$ )	95th ( $\text{ms}^{-1}$ )	Mode ( $\text{ms}^{-1}$ )	Std. ( $\text{ms}^{-1}$ )	Ske w	Kurt	%	
									< 3 $\text{ms}^{-1}$	3–20.2 $\text{ms}^{-1}$
A1	Total	10 228	3	8	2	2.19	1.65	7.70	45.00	54.97
	Winter	5250	3	8	2	2.42	1.69	7.51	42.62	57.35
A2	Total	10 228	7	13	5	3.40	0.35	3.10	11.29	88.63
	Winter	5250	8	14	8	3.46	0.29	3.28	6.80	93.04
A3	Total	17 528	5	12	3	3.30	0.83	3.58	18.91	81.07
	Winter	7986	5	12	3	3.52	0.77	3.35	18.09	81.88
A4	Total	8764	3	10	3	2.65	1.28	5.35	29.24	70.75
	Winter	4026	3	10	3	2.77	1.32	5.39	27.94	72.05
A5	Total	17 523	4	9	3	2.63	0.74	3.65	22.42	77.56
	Winter	7986	5	10	3	2.75	0.71	3.70	18.40	81.58
A6	Total	8764	3	7	2	2.20	1.39	5.70	45.17	54.82
	Winter	4026	3	9	2	2.41	1.37	5.47	40.26	59.73
A7	Total	17 524	4	10	2	2.82	0.84	3.58	30.11	69.87
	Winter	7986	4	10	2	3.00	0.70	3.27	25.05	74.93
A8	Total	17 527	4	9	2	2.61	1.31	5.39	30.27	69.72
	Winter	7986	4	10	3	2.87	1.19	4.76	27.04	72.95
A9	Total	14 300	4	10	2	2.81	0.78	3.24	28.68	71.31
	Winter	6006	5	11	2	3.05	0.59	2.89	22.31	77.68
A10	Total	17 527	2	7	2	1.95	1.26	5.30	56.80	43.19
	Winter	7986	2	7	2	2.15	1.15	4.45	52.98	47.01
A11	Total	8755	3	8	2	2.39	1.62	7.42	45.37	54.62
	Winter	4026	3	8	2	2.54	1.58	7.23	39.69	60.30

Analiza rezultatelor măsurătorilor este completată cu măsurătorile de val realizate la platforma Gloria (care operează în vestul Mării Negre la aproximativ 50m). În acest sens, Figura 1.12b prezintă mediile lunare ale parametrului  $H_s$  (medii și maxime) în conformitate cu măsurătorile realizate la platforma Gloria pentru intervalul de timp 2001-2005. Cercetările privind sinergia dintre energia vântului și valurilor în Marea Neagră, și mai ales în zonele costiere românești sunt în desfășurare și pe parcursul proiectului vor fi evidențiate și alte elemente, mai ales prin prisma avansului tehnologic care este așteptat în domeniul extragerii energiei refolosibile din zonele marine.

În finalul acestei secțiuni mai poate fi menționat și faptul că echipa de implementare a proiectului a început să lucreze la realizarea obiectivelor specifice încă de la începutul anului 2017 (de altfel așa cum era precizat în cerererea de finanțare), și deci încă înainte de finanțarea efectivă a proiectului. Aceasta se datorează în primul rând faptului că direcția de cercetare reprezintă o direcție fundamentală atât pentru directorul de proiect cât și pentru majoritatea membrilor echipei și în acest fel membrii echipei de implementare au continuat de fapt preocupările de cercetare științifică pe care deja le aveau.



**Figura 1.12a.** Valoarea mediană a vitezei vântului în punctele P (21 de puncte) în conformitate cu datele de satelit pentru intervalul de timp 2006-2011.



**Figura 1.12b.** Mediile lunare ale parametrului  $H_s$  (medii și maxime) în conformitate cu măsurătorile realizate la platforma Gloria pentru intervalul de timp 2001-2005.

Nu în ultimul rând, punctajul mare comunicat pe baza raportului preliminar a fost și el de natură să stimuleze echipa de cercetare dându-i certitudinea că proiectul se va situa în final în zona finanțabilă.

## 2. A1.2. Realizarea paginii web (bilingve Ro-Eng) a proiectului REMARC

A fost realizat site-ul (Act. 1.2 din planul de lucru) prin care se diseminează principale rezultate obținute în cadrul proiectului REMARC. <http://www.im.ugal.ro/REMARC/index.php> În timpul desfășurării proiectului pagina web a proiectului a fost actualizată cu activitățile și publicațiile realizate în cadrul acestei prime etape a proiectului și va fi în continuare actualizată periodic.

Proiectul a fost inclus de asemenea pe platforma RESEARCHGATE și a fost realizată o conexiune directă între pagina proiectului și această platformă <https://www.researchgate.net/project/REMARC-Renewable-Energy-extraction-in-MARine-environment-and-its-Coastal-impact>

Așa cum reiese din rezultatele prezentate mai sus, Etapa E1: ‘Analiza principalelor baze de date pentru vant si valuri, disponibile pentru coastele continentale Europene, incluzand bazinul Marii Negre’, a fost încheiată la termen (T1 30/12/2017), și a fost realizat rezultatul verificabil: R1: ‘Realizarea hartilor energetice de vant si de val, identificarea zonelor cu potential sporit si evidentierea sinergiei dintre cele doua resurse, bazat pe diverse tipuri de date (atat provenite de la modele cat si masurate). Realizarea site-ului prin care se vor disemina rezultatele proiectului’.

### 3. A2.1 Implementarea si validarea unor sisteme de modelare a valurilor cu mai multe nivele, bazate pe modelul spectral in medie de faza SWAN, care vor fi focalizate pe zonele costiere europene cu potențialul cel mai mare din punct de vedere al energiei valurilor

#### A2.1.1 Modelarea numerică a propagării energiei valurilor in zonele

Un sistem de modelare numerică a valurilor, bazat pe modelul spectral în medie de fază SWAN, a fost implementat în zona peninsulei Iberice și focalizat către ariile cele mai semnificative din punct de vedere economic. În acest fel, s-a realizat o imagine actualizată a caracteristicilor propagării valurilor în zonele costiere ale peninsulei Iberice. Patru nivele de calcul diferite pentru modelul SWAN au fost considerate. Primul (D) este relaționat cu scara sub oceanică și reprezintă de fapt legătura dintre modelele oceanice și cele costiere. Șase domenii SWAN costiere (notate ca domeniile C) au fost considerate în prezenta analiză. În plus au fost definite cinci domenii de calcul SWAN de rezoluție înaltă (numite domeniile H) și alte patru domenii Carteziene (domeniile X). Hărțile batimetrice ale acestor domenii de calcul sunt ilustrate în Figurile 2.1 și 2.2

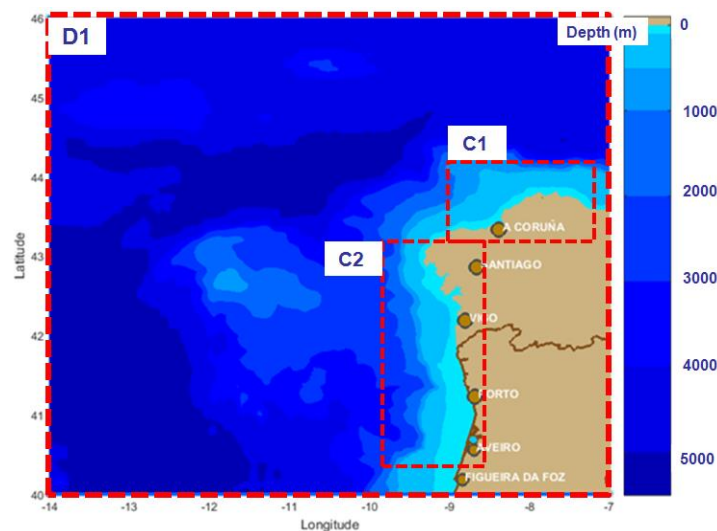
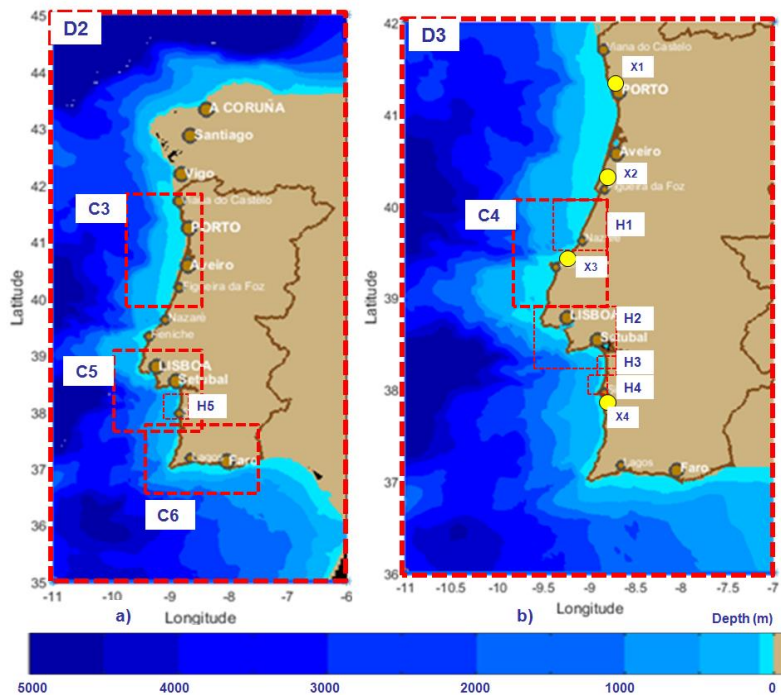
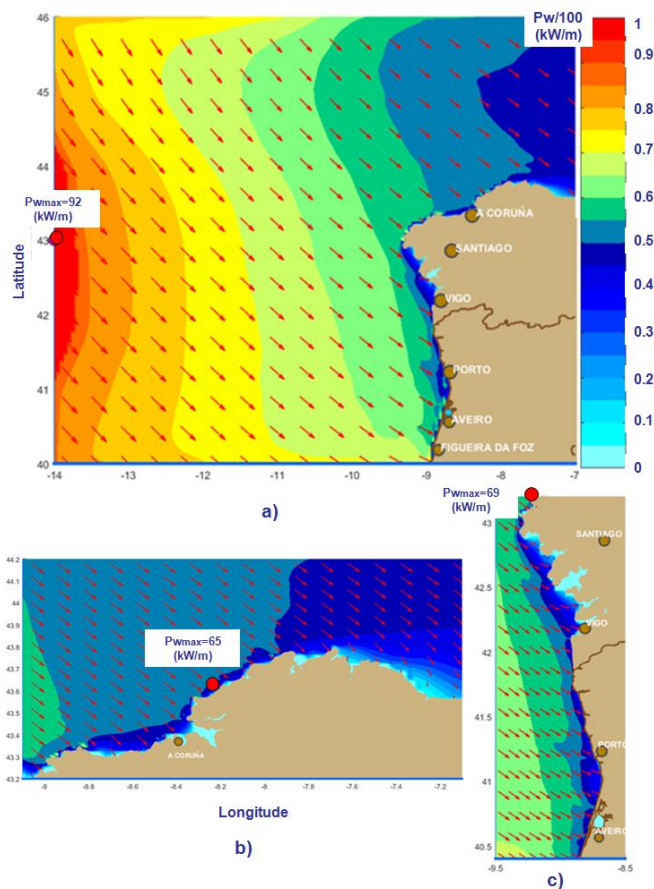


Figura 2.1. Domeniul de nord (D1) și domeniile costiere corespunzătoare (C1 și C2).

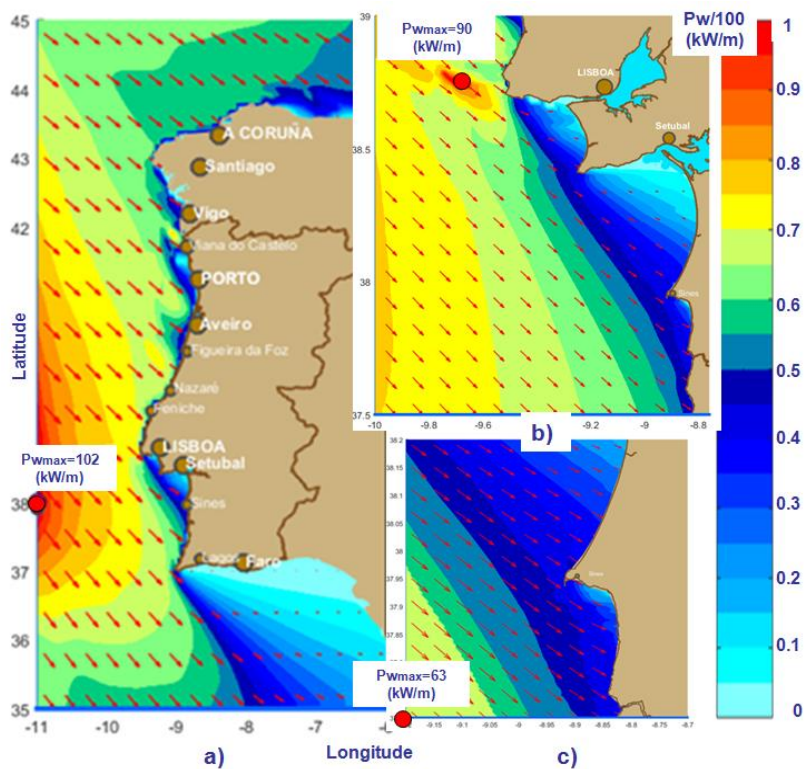


**Figura 2.2** Domeniile Iberic (a) și Portughez (b) și focalizarea sistemului către ariile costiere.

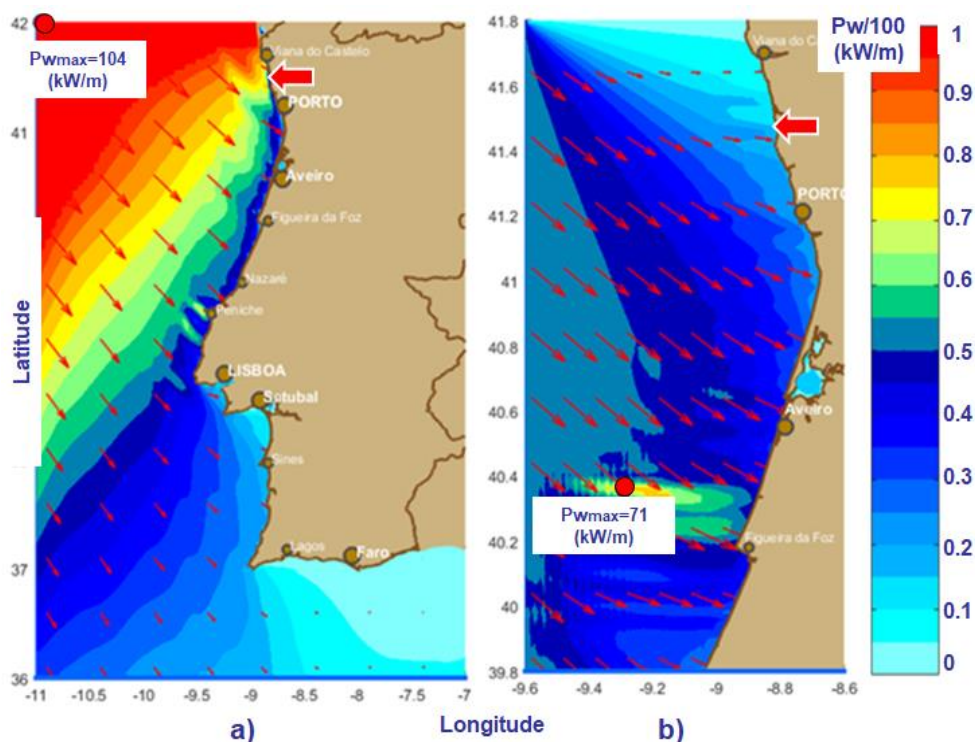
Câteva exemple semnificative care ilustrează tendințele de propagare a energiei valurilor în domeniile de calcul considerate sunt prezentate în Figurile 2.3-2.9.



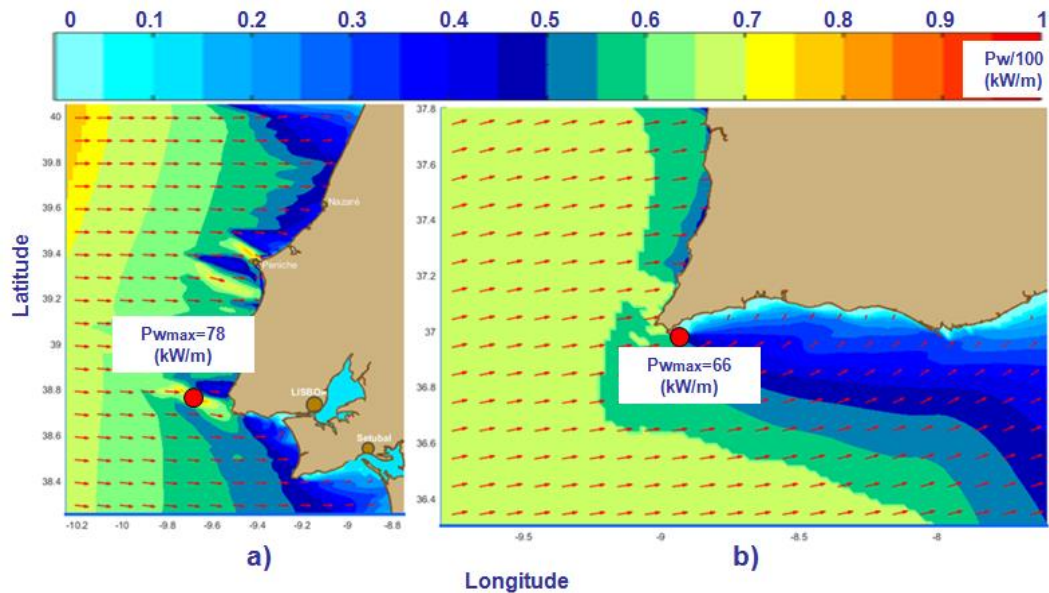
**Figure 2.3.** Puterea de val normalizată și vectorii de transport de energie asociați pentru o situație medie de iarnă, propagare caracteristică zonei Iberice (a) Domeniul sub oceanic de nord (D1); (b) Domeniul costier (C1); (c) Domeniul costier (C2). Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 22.10.2016.



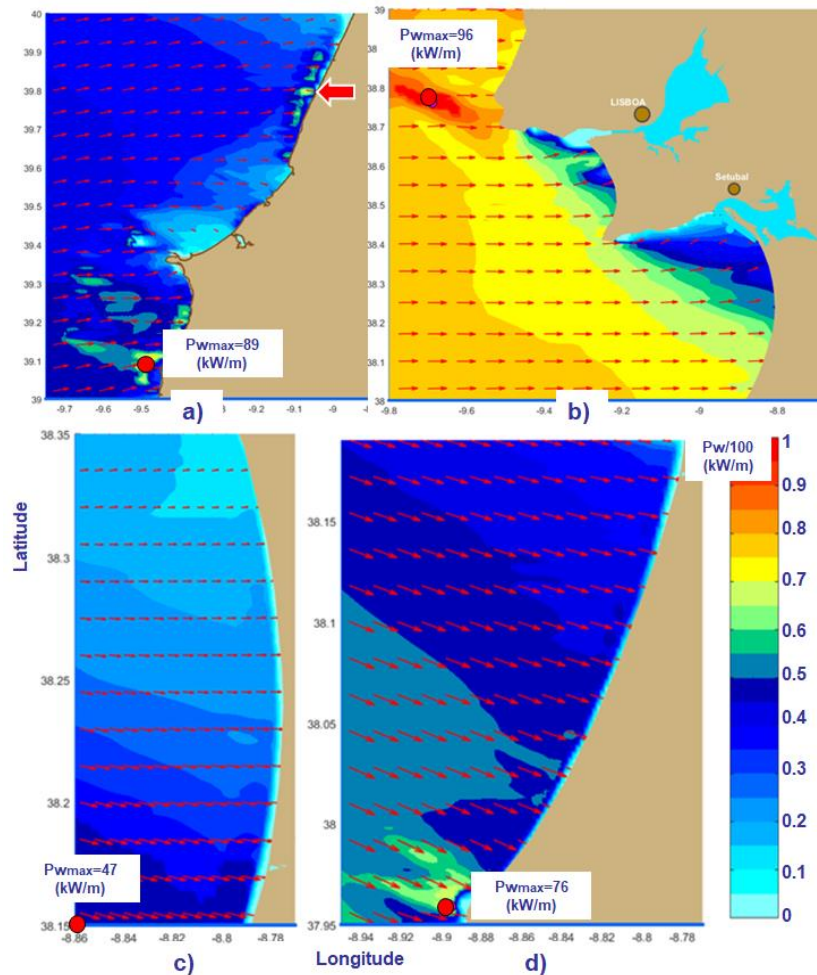
**Figura 2.4.** Propagarea energiei valurilor către portul Portughez Sines (a) Domeniu Iberic (D2); (b) Domeniul costier (C5); (c) Aria de înaltă rezoluție din apropierea portului Sines. Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 10.03.2017.



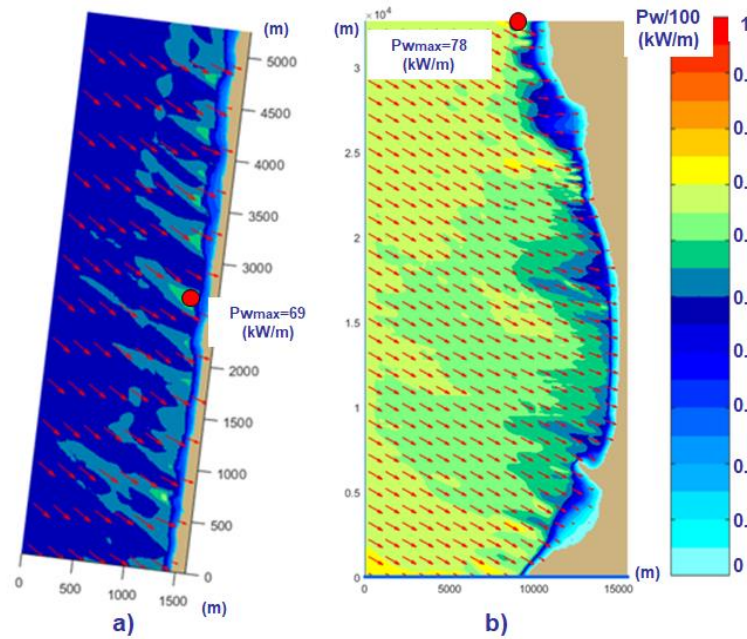
**Figura 2.5.** Propagarea energiei valurilor în zona continentală Portugheză (a) Domeniul Portughez (D3), simulare corespunzătoare secvenței temporale 18.11.2017; (b) Domeniul costier (C3), simulare corespunzătoare secvenței temporale 02.12.2017. Cu săgeată roșie este indicate locația uneia din cele două zone pilot Portugheze pentru testarea extragerii energiei valurilor.



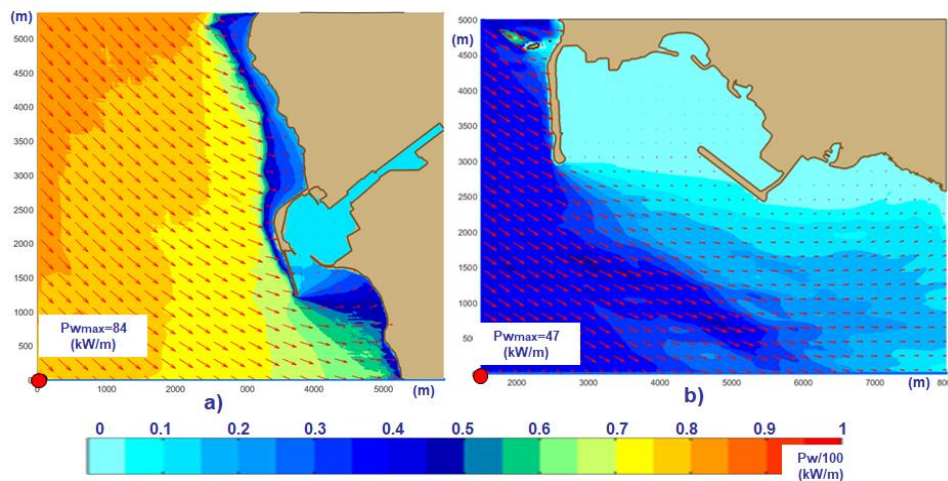
**Figura 2.6.** Propagarea energiei valurilor în ariile central și sudică de-a lungul coastei Portugheze. Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 14.10.2017 (a) Rezultate pentru aria centrală (C4), (b) Rezultate pentru aria sudică (C6).



**Figura 2.7.** Propagarea energiei valurilor în ariile de înaltă rezoluție (a) Aria Peniche (H1), Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 18.09.2017, cu săgeată roșie este indicată locația uneia din cele două zone pilot Portugheze pentru testarea extragerii energiei valurilor; (b) Zona costieră Lisabona (H2), simulare corespunzătoare condițiilor din 17.12.2017; (c) Ariile Pinheiro da Cruz (H3) și (d) Sines Nord (H4), simulări corespunzătoare secvențiale din 19.11.2017.



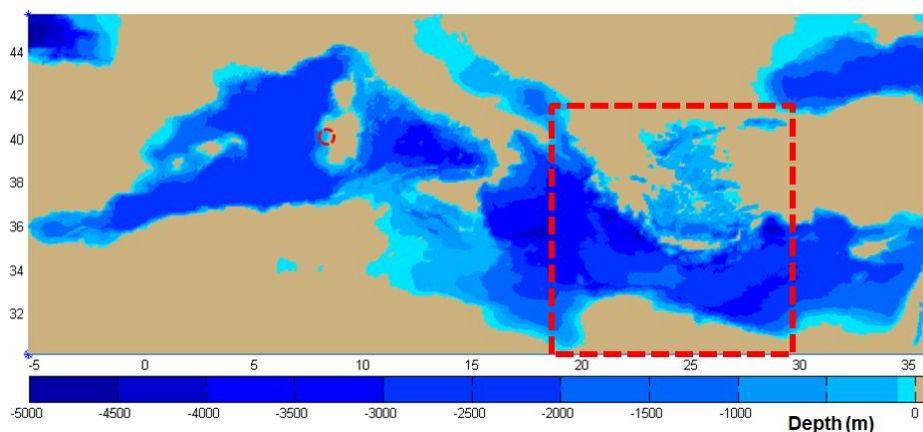
**Figura 2.8.** Propagarea energiei valurilor în domeniile de calcul carteziene. (a) Figueira da Foz (X2), rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 17.09.2017; (b) Obibos (X3), rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 17.11.2017.



**Figura 2.9.** Propagarea energiei valurilor în domeniile de calcul carteziene definite în apropierea porturilor Portugheze (a) Leixoes (X1), rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 17.11.2017; (b) Sines (X4), rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 10.03. 2017.

Mai multe detalii privind caracteristicile propagării energiei valurilor în zona Iberică pot fi găsite în lucrarea [4] din lista de publicații în jurnale cotate WoS, lucrare publicată în jurnalul Energies.

Procesul de modelare a fost continuat și în Marea Mediterană. Astfel, Figura 2.10 ilustrează harta batimetrică corespunzătoare întregului bazin al mării și la două arii țintă. Prima corespunde mărilor din zona Greciei, iar a doua aria Porto Ferro din Insula Sardinia. Din această perspectivă Figura 2.11 prezintă condițiile de val pentru niște situații energetice relevante din Marea Mediterană. Procesul de modelare a valurilor din Marea Mediterană este încă în implementare.



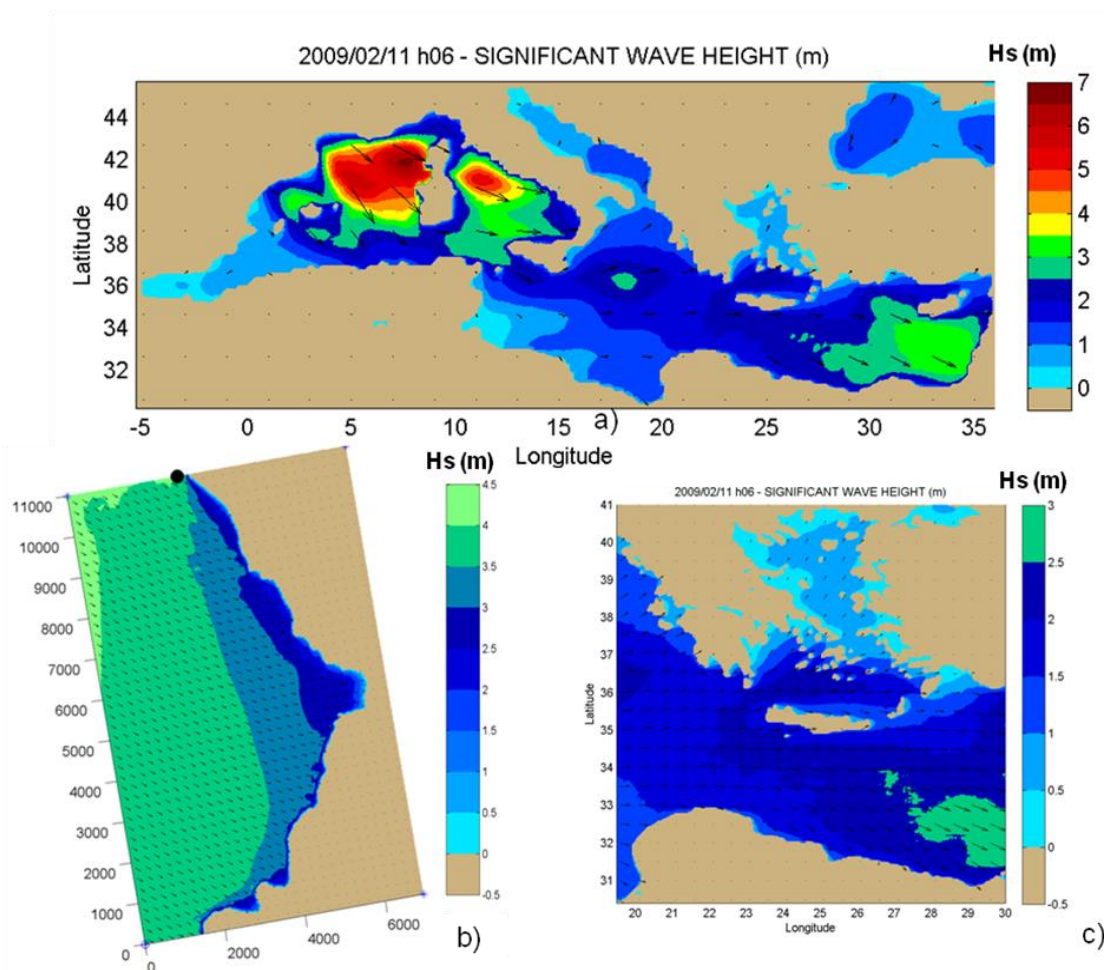
**Figura 2.10.** Harta batimetrică a Mării mediterane și două dintre domeniile de calcul implementate

### A2.1.2 Propagarea energiei valurilor în vestul Mării Negre

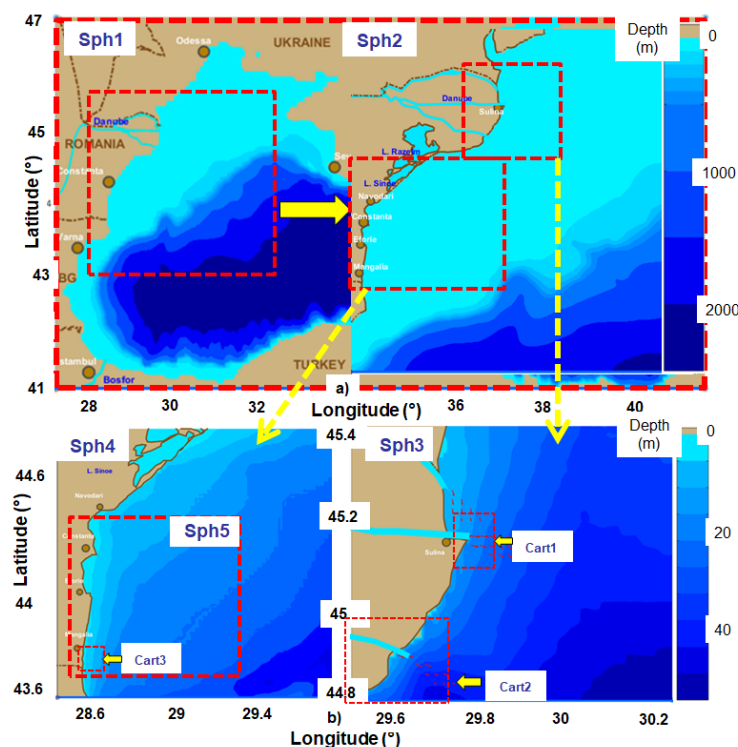
Cele mai importante caracteristici privind propagarea energiei valurilor în bazinul Mării Negre și mai ales în zona de vest au fost de asemenea evidențiate în această fază a proiectului REMARC. Accentul a fost pus pe partea de vest a bazinului Mării Negre care este cea mai energetică zonă. Evaluările realizate se referă la simulări recente făcute cu modelul spectral în medie de fază SWAN (acronim de la Simulating Waves Nearshore). Acest model a fost implementat pentru întregul bazin al Mării Negre și focalizat cu rezoluție crescută în spațiul geografic către litoralul Românesc. Mai mult chiar, câteva tehnici de asimilare de date au fost de asemenea implementate, astfel încât rezultatele furnizate de acest sistem de predicție sunt în general credibile. Patru nivele geografice au fost implementate considerând opt domenii diferite de calcul. Primele trei corespund sistemului de coordonate sferice (longitudine, latitudine) în timp ce ultimul nivel se referă la coordonatele. Spațiile geografice corespunzătoare celor opt domenii de calcul considerate sunt ilustrate în Figurile 2.12 și 2.13, în care sunt prezentate hașile batimetrice.

Din această perspectivă, în prezentul raport sunt ilustrate câteva dintre cele mai recente caracteristici ale propagării valurilor în zona de vest a Mării Negre, considerând diverse domenii de calcul. În concordanță cu cele mai recente evaluări, zonele costiere ale Mării Negre sunt caracterizate printr-o putere medie a valurilor puțin mai mică 6 kW/m. O atenție specială a fost acordată condițiilor energetice înalte de iarnă (dar nu de furtună). Figurile 2.14-2.19 ilustrează câteva situații relevante de propagare a valurilor și a energiei corespunzătoare întregului bazin al mării și a celorlalte arii de calcul în focalizarea către partea de vest.

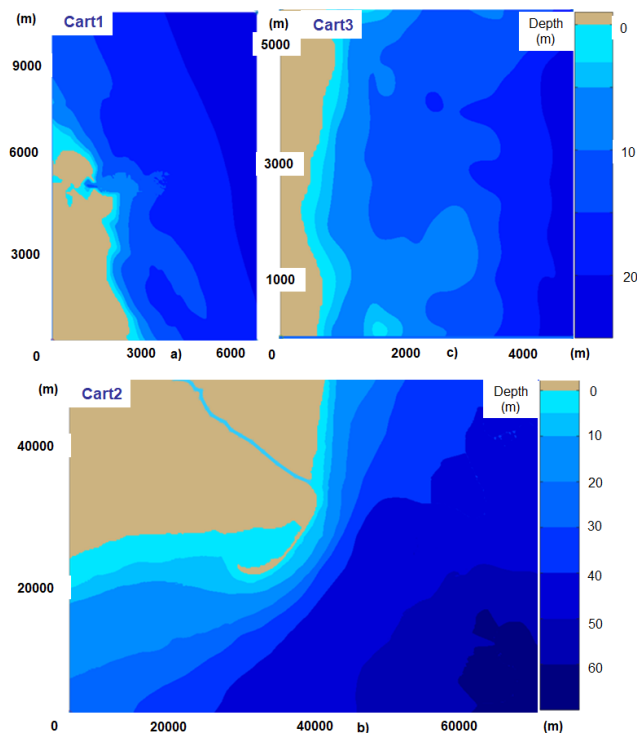




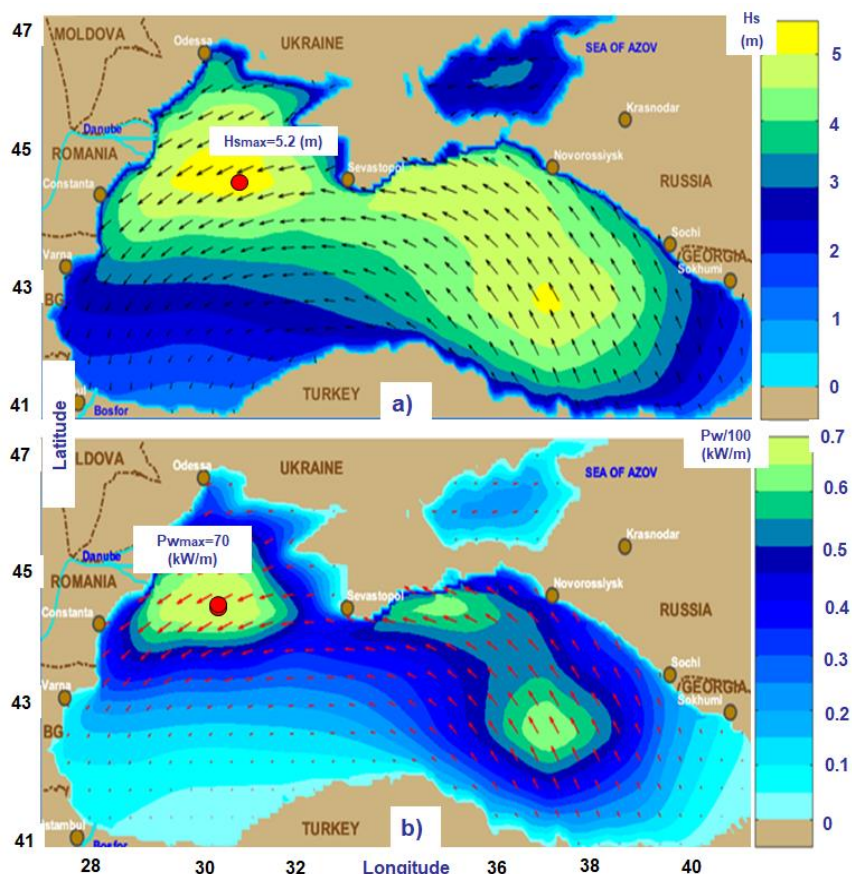
**Figura 2.11.** Propagarea valurilor în Marea Mediterană a) Nivelul întregului bazin; b) domeniul de înaltă rezoluție, Porto Ferro, Sardinia; c) Domeniu regional centrat pe zona Greciei.



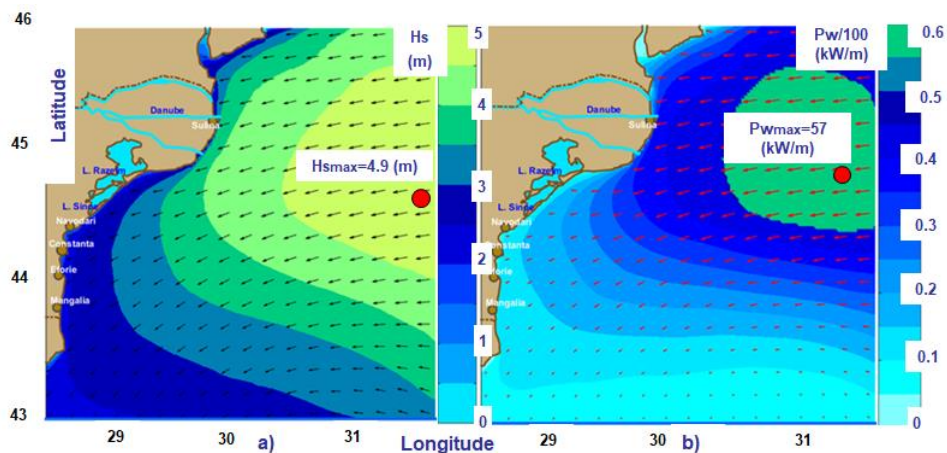
**Figura 2.12.** Domeniile de calcul definite în coordonate sferice: a) Sph1 – bazinul Mării Negre și Sph2 (partea dreaptă) – zona regional vestică; b) Sph3 – aria costieră de la gurile Dunării (partea dreapta); Sph4 și Sph5 (partea stângă) – zonele sudice RO1 și RO2. Pozițiile celor trei domenii carteziene sunt de asemenea indicate.



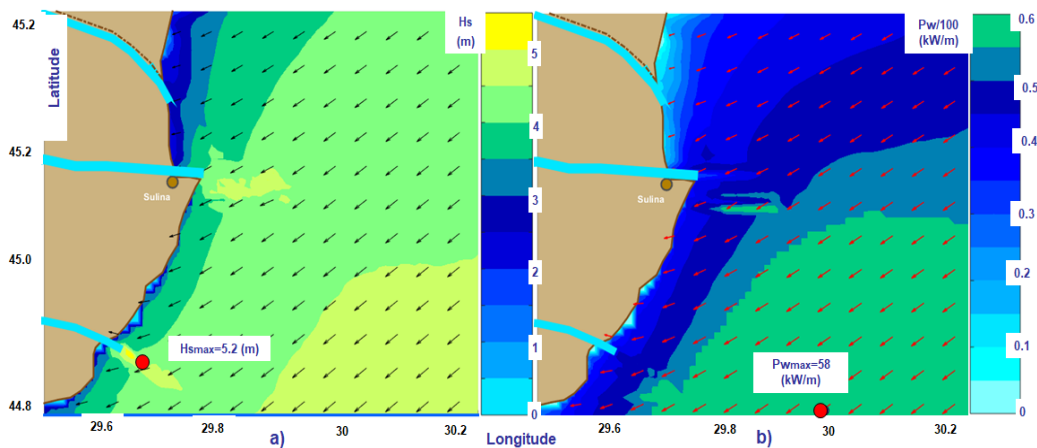
**Figura 2.13.** Domeniile de calcul definite în sistemul cartezian: a) Cart1 – zona costieră din fața brațului Sulina; b) Cart2 – Peninsula Sacalin și brațul Sfântul Gheorghe al Dunării; c) zona costieră din apropierea orașului Mangalia.



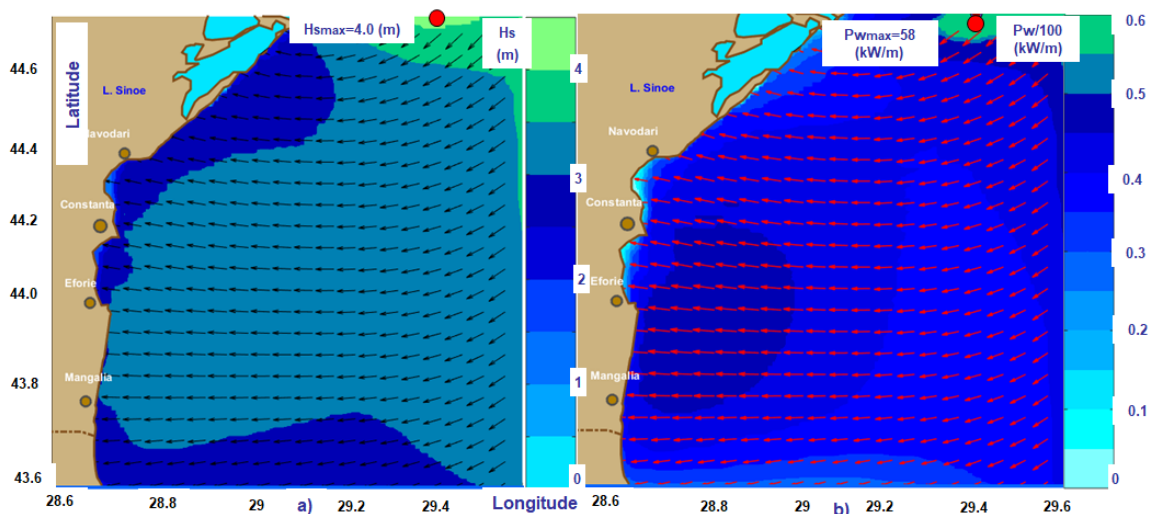
**Figura 2.14.** Situație înalt energetică în Marea Neagră (domeniul Sph1), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/01/08. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei. Valorile maxime pentru înălțimea semnificativă și puterea valurilor sunt de asemenea indicate.



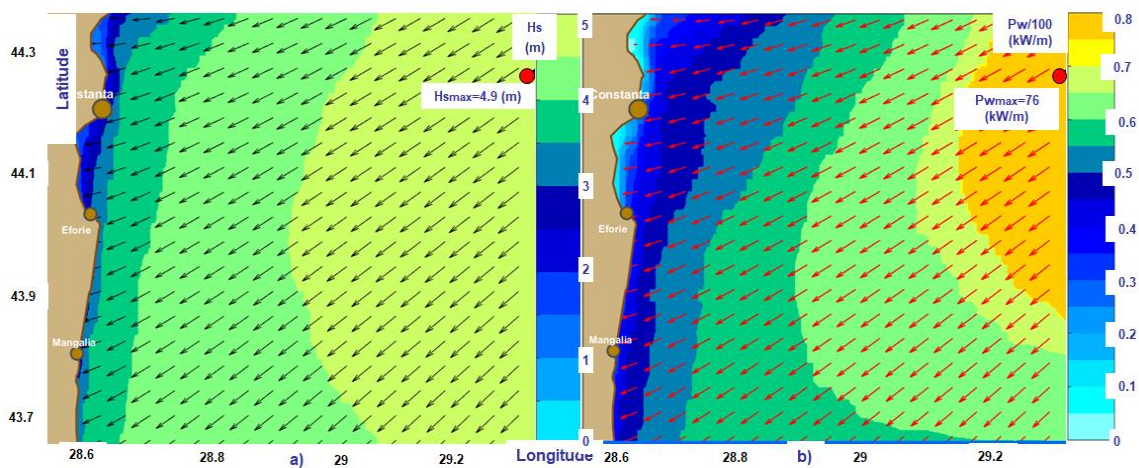
**Figura 2.15.** . Situație înalt energetică în zona de vest a Mării Negre (domeniul Sph2), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/02/04. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei..



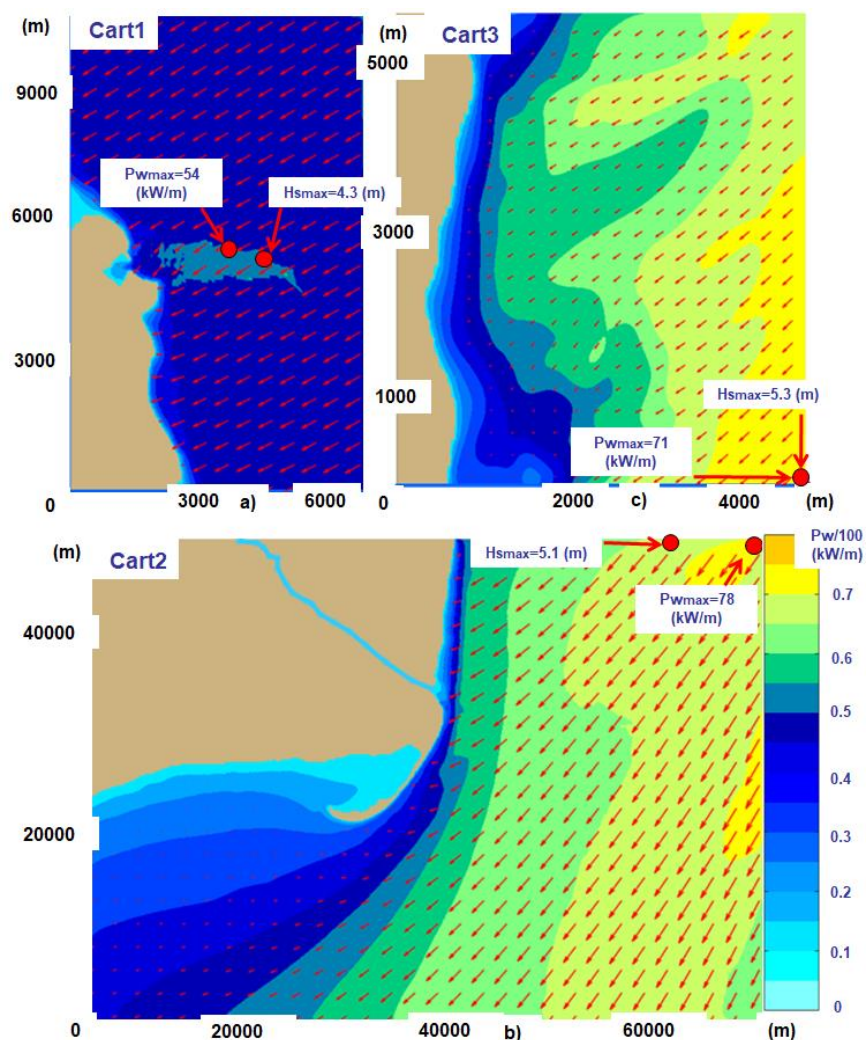
**Figura 2.16.** Situație înalt energetică în zona de la gurile Dunării (domeniul Sph3), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/03/22. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei. Valorile maxime pentru înălțimea semnificativă și puterea valurilor sunt de asemenea indicate.



**Figura 2.17.** Situație energetică medie spre înaltă în zona de sud a Mării Negre (domeniul de calcul Sph4 – Southern RO1), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/10/07. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei.



**Figura 2.18.** Situație înalt energetică în zona de la gurile Dunării (domeniul Sph5– Southern RO2), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/10/25. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei



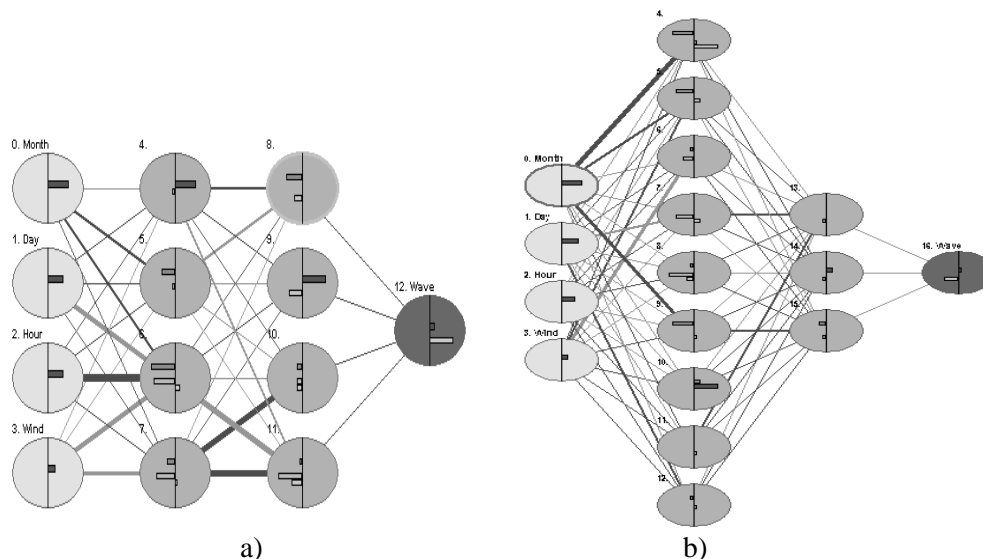
**Figura 2.19.** Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei în domeniile carteziane de înaltă rezoluție definite: a) Cart1 – bara Sulina, situație energetică medie spre înaltă corespunzătoare 2017/11/08; b) Cart2 – Peninsula Sacalin, situație înalt energetică 2017/11/28. c) Cart3 – Mangalia, situație înalt energetică 2017/12/18.

Mai multe detalii privind caracteristicile propagării energiei valurilor în zona de vest a Mării Negre More pot fi găsite în lucrarea publicată în jurnalul Applied Science.

### A2.1.3 Modelări numerice avansate în zonele costiere

În acest punct trebuie precizat și faptul că în cadrul proiectului REMARC câteva formulări alternative de modelare au fost de asemenea explorate. Astfel a fost mai întâi elaborată și testată o metodologie de predicție pentru înălțimea semnificativă (și implicit pentru puterea valurilor) bazată pe rețele neuronale artificiale (ANN - artificial neural networks). Metodologia propusă consideră ca date de input valorile vitezei vântului măsurate pentru diferite perioade de timp. Predicția înălțimii semnificative este utilă atât pentru evaluarea energiei valurilor, dar și în cadrul transporturilor navale și operațiunilor offshore. Datele folosite acoperă intervalul 1999 - 2007, și au fost măsurate la platforma Gloria, care opera în vestul Mării Negre la aproximativ 50 de metri adâncime.

Cum stabilirea arhitecturii reprezintă aspectul cel mai important în construirea modelului ANN, a fost utilizată o procedură de optimizare. Astfel diverse rețele neuronale au fost construite și antrenate pentru un număr mic de cicluri și a fost aleasă cea mai bună. Luând în considerare faptul că vântul reprezintă factorul cu cea mai mare influență asupra înălțimii valurilor, valorile vitezei vântului și înălțimii semnificative au fost considerate ca date de antrenare. Pentru a acoperi toate conexiunile dintre vânt și valuri, setul de date conține valori din 6 în 6 ore pentru intervalul 1999-2007. Data ora și viteza vântului au reprezentat inputul iar înălțimea valurilor datele de ieșire (outputul). Astfel au rezultat opt ANN-uri, câte unul pentru fiecare an, notate M-1999....M-2007. În Figura 2.20 sunt prezentate ca exemplu arhitecturile ANN pentru doi ani diferiți.



**Figura 2.20.** Arhitecturi ANN a) anul 1999; b) anul 2006

Mai multe detalii privind aplicarea rețelelor neuronale la estimarea energiei valurilor în zonele costiere sunt furnizate în lucrarea care a fost prezentată la conferința ICACER 2018 - 3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research, 4-6 April, 2018, Barcelona, SPAIN.

La sfârșitul acestei secțiuni ar trebui menționat și faptul că un model numeric original a fost realizat pentru estimarea performanțelor dispozitivelor Wave Energy Converter (WEC) în regiunile cu batimetrie variabilă, considerând interacțiunea dispozitivelor plutitoare cu topografia batimetrică. Metoda propusă se bazează pe un model pentru propagarea valurilor în condiții de batimetrie generală, în combinație cu metoda elementului de frontieră pentru a putea lua în considerare procesele de difracție/radiație și evaluarea curgerii în jurul absorbitorilor de energie. O caracteristică importantă a metodei propuse este că nu are limitările impuse de ecuația pantei line, fiind capabilă să rezolve problema curgerii 3D în zone cu batimetrie variabilă, incluzând interacțiunea cu corpuri plutitoare de formă generală. Câteva rezultate numerice sunt prezentate în ceea ce privește propagarea valurilor ca și puterea generate de un singur dispozitiv în mediu neomogen. Rezultatele fiind concentrate pe forma flotorului. Trebuie precizat și faptul că a fost considerată problema hidrodinamică privind comportarea unui număr de  $N$  dispozitive WEC de formă

cilindrică așa cum este ilustrat în Figura 2.21. Extensii ale metodei pentru a considera problema unor ansambluri de dispozitive WEC în regiuni cu batimetrie variabilă sunt de asemenea prezentate și discutate.

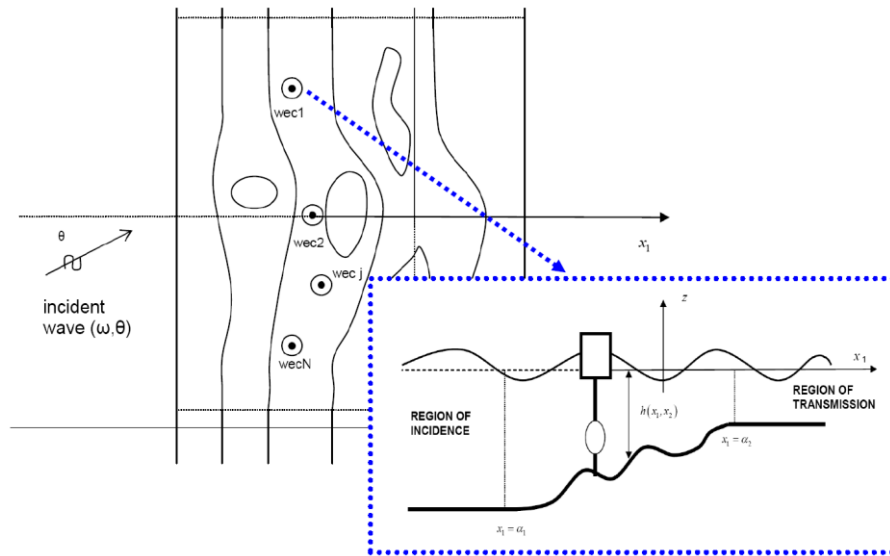


Figura 2.21. Ansamblu de dispozitive WEC în regiuni cu batimetrie variabilă.

Mai multe detalii privind caracteristicile propagării energiei valurilor în zonele cu batimetrie variabilă pot fi găsite în lucrarea [13] din lista de publicații la capitolul jurnale internaționale cu factor de impact publicată în jurnalul Energies.

#### 4. A2.2 Analize pe termen lung ale condițiilor de val (și vânt) în ariile țintă

##### 2.2.1 Comparații ale condițiilor de val și vânt între zonele costiere Europene și alte zone costiere

O primă analiză a avut ca obiectiv principal să realizeze o evaluare comună a puterii valului și vântului identificând și sinergia dintre aceste resurse în zonele costiere Europene și în cele din America Latină. 17 ani de date (2000-2016), furnizate de Centrul European pentru Predicții Meteorologice (ECMWF - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) prin proiectul ERA – Interim au fost analizați considerând diverse puncte de referință de-a lungul zonelor costiere corespunzătoare celor două continente (Figura 2.22). Figura 2.23 prezintă puterea vântului și valului corespunzând intervalului de 17 ani considerat, rezultate structurate în timp total și timp de iarna.

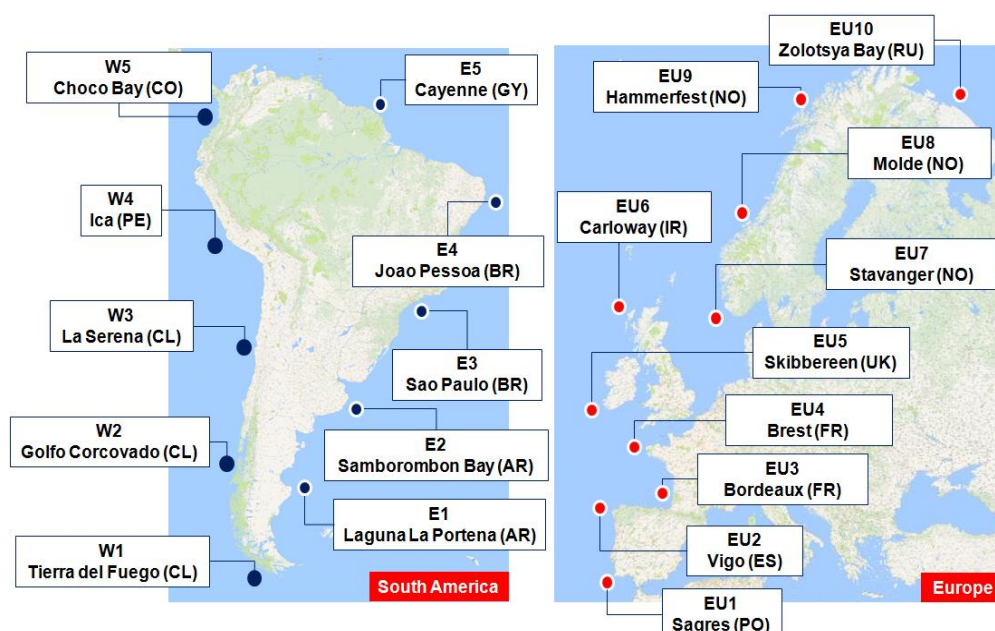
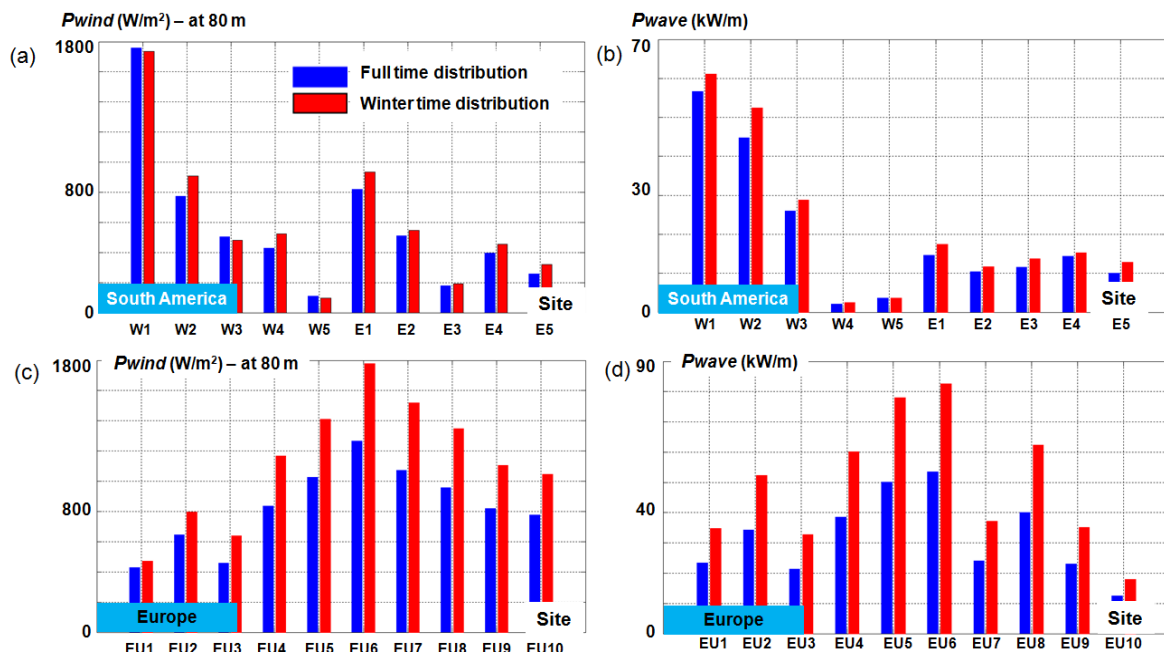


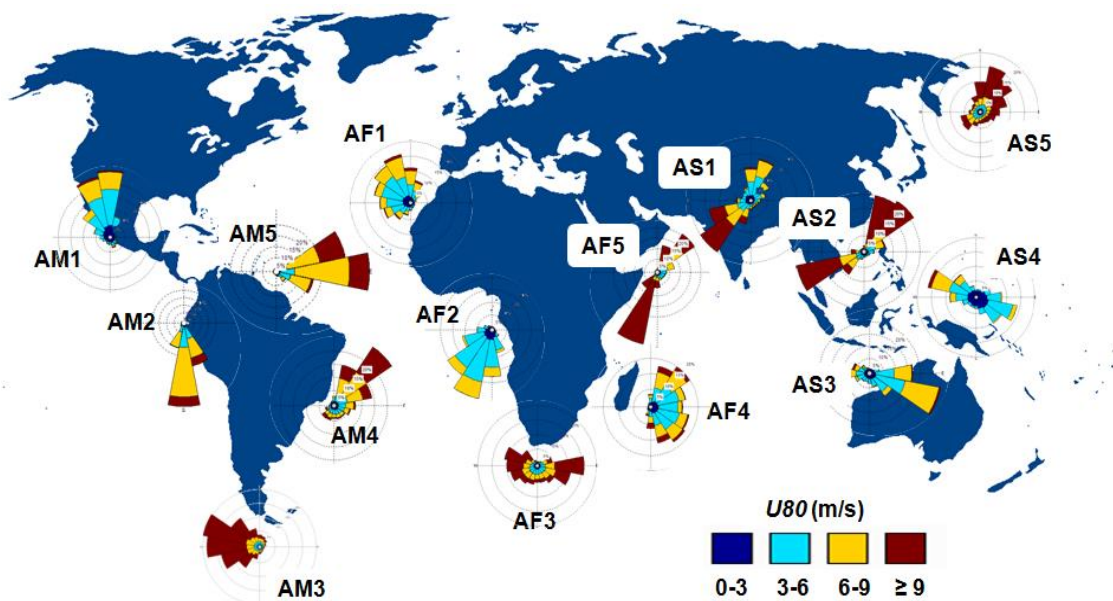
Figura 2.22. Hărțile Americii de Sud și Europei, incluzând pozițiile punctelor de referință considerate.



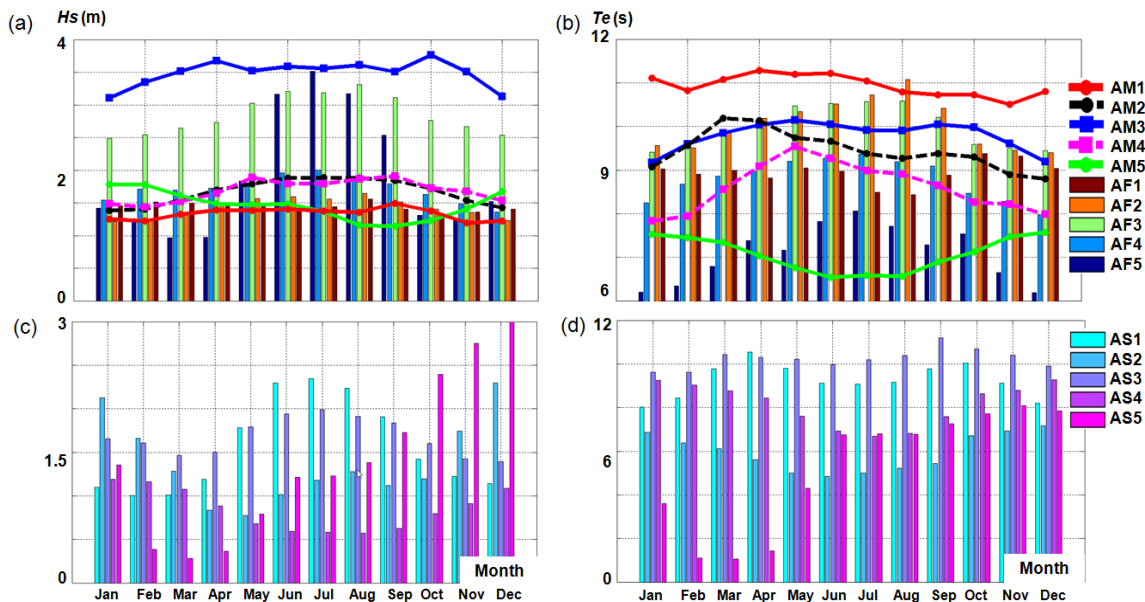
**Figura 2.23.** Puterea vântului și a valurilor corespunzând perioadei de 17 ani considerată (2000-2016), rezultate structurate pe timp total și timp de iarnă: a) America de Sud – puterea vântului; b) America de Sud – puterea valurilor; c) Europa- puterea vântului; d) Europa- puterea valurilor.

Mai multe detalii privind sinergia dintre puterea vântului și valurilor în zonele costiere ale celor două continente sunt furnizate în lucrarea care a fost prezentată la conferința 1st Latin American SDEWES conference, Rio de Janeiro, Brazil.

Au fost analizate în continuare pentru comparație resursele globale privind puterea valului și vântului în zonele costiere din vecinătatea unor țări în curs de dezvoltare. În acest caz au fost considerați 16 ani de date (2001–2016), iar rezultatele sunt ilustrate în Figura 2.24 (care prezintă rozele de vânt) și în Figura 2.25 (care prezintă variațiile lunare ale principalilor parametric de val).

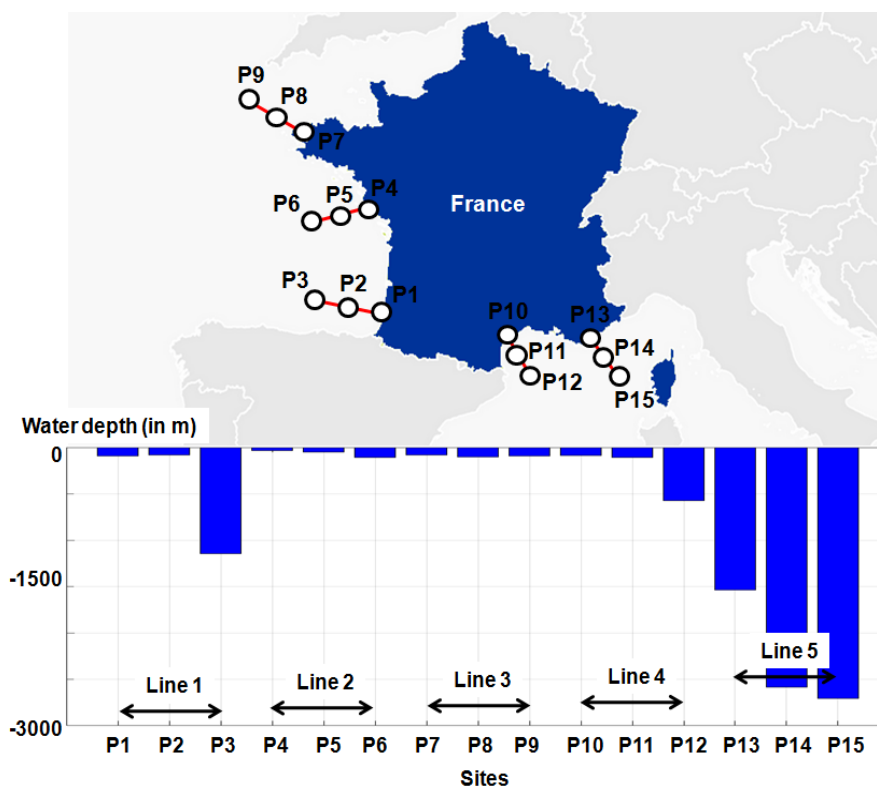


**Figura 2.24.** Rozele de vânt pentru perioada de 16 ani (2001–2016), rezultate în urma procesării datelor ECMWF de vânt.



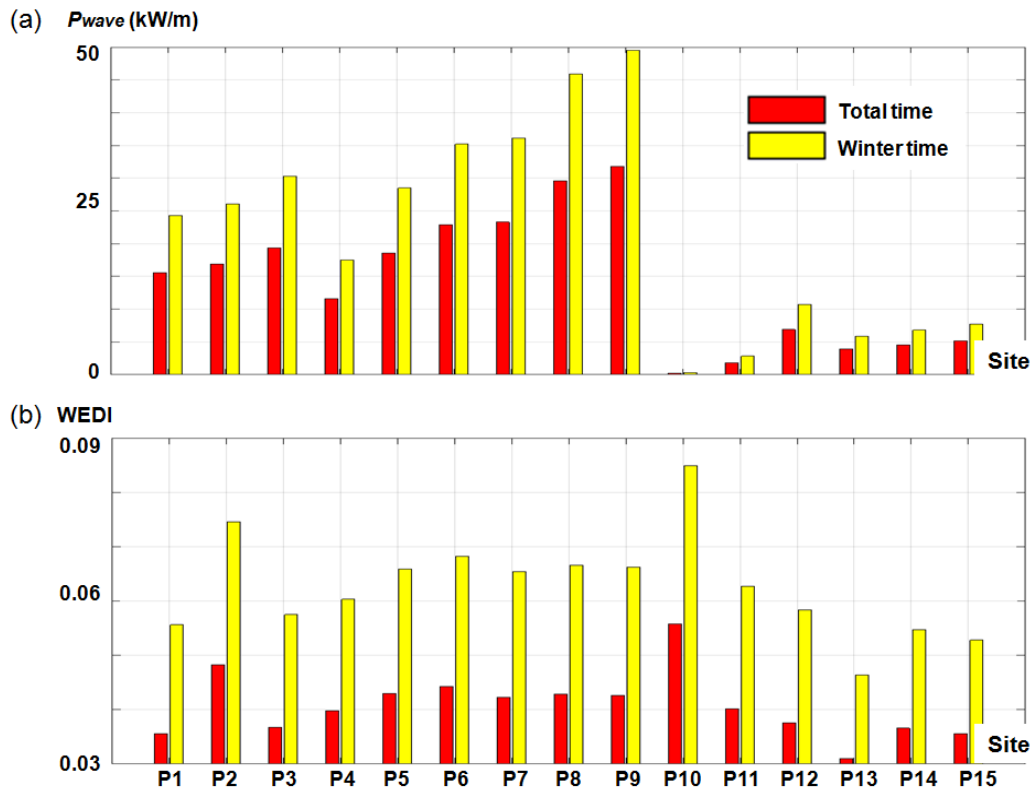
**Figura 2.25.** Variațiile lunare ale principalelor parametric de val corespunzând intervalului de 16 ani (2001–2016). Rezultatele (valori medii) sunt exprimate prin parametrii de val: (a, c)  $H_s$  (m)—America/Africa și Asia; (b, d)  $T_e$  (s)—America/Africa și Asia.

În continuare lucrul desfășurat în cadrul proiectului REMARC a fost focalizat pe condițiile din zonele costiere ale Franței. Astfel, Figura 2.26 ilustrează area țintă, în care au fost definite 15 puncte de referință (notate P1 ... P15) împreună cu 5 linii de referință. Se pot evidenția astfel două grupuri de locații, primul în Oceanul Atlantic (P1-P9) în timp ce al doilea în Marea Mediterană (P10-P15). Figura 2.27 prezintă distribuția puterii de val medii și evoluția indicelui WEDI (Wave Energy Development Index), considerînd timpul total și sezonul de iarnă. Puterea valului ( $P_{wave}$ ), este calculată utilizînd expresia corespunzătoare condițiilor de apă adîncă, în timp ce indicele WEDI reprezintă raportul dintre puterea medie a valurilor și valoarea maximă a puterii corespunzătoare condițiilor de furtună ( $J_{wave}$ ).



**Figura 2.26.** Harta zonei țintă incluzînd punctele de referință considerate (și adîncimile corespunzătoare)



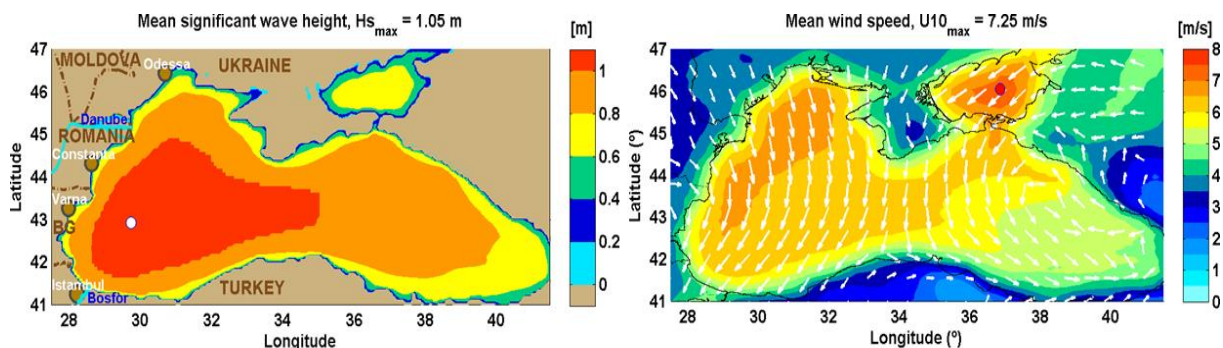


**Figura 2.27.** Condițiile de val corespunzătoare analizei datelor ECMWF pe perioada de 10 ani (2008-2017). Rezultatele sunt calculate pentru timpul total și perioada de iarnă: (a)  $P_{wave}$  index; (b) WEDI index.

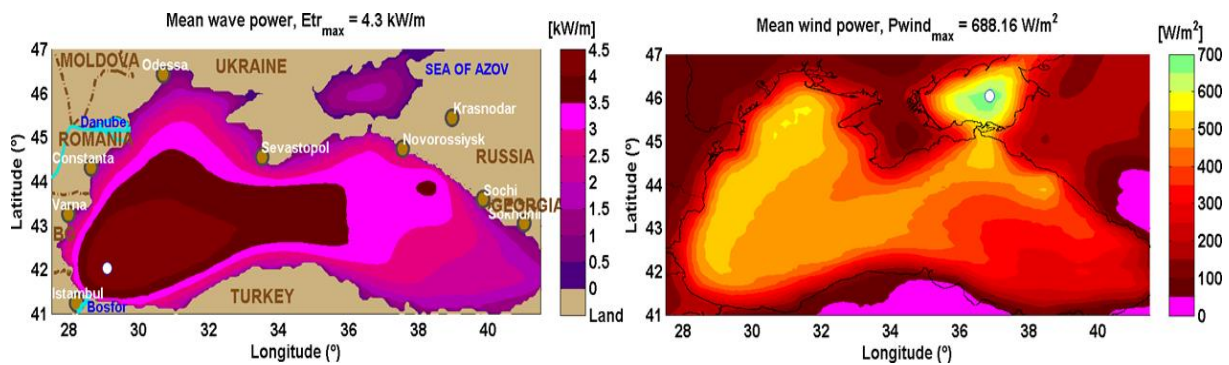
Mai multe detalii privind evaluarea puterii valului și vântului în zonele costiere Franceze sunt furnizate în lucrarea care a fost prezentată la conferința 2018 International Conference on Power and Energy Technology (ICPET 2018), July 2018, Lille, France.

### A2.2.2 Analize pe termen lung ale condițiilor de vânt și val în bazinul Mării Negre

Așa cum a fost prevăzut în planul de lucru, o atenție specială privind analizele pe termen lung ale condițiilor de vânt și de val a fost acordată bazinului Mării Negre, pentru care simulări cu modelul spectral în medie de fază SWAN au fost realizate pe perioada de 30 de ani (1987-2016). Astfel, Figura 2.28 prezintă valorile medii ale înălțimii semnificative (parte stângă) și viteza vântului (partea dreapta). Figura prezintă valorile mediate pentru perioada de 30 de ani (1987-2016). În continuare, Figura 29 ilustrează distribuția spațială a puterii medii a valurilor (partea stângă) și a puterii medii a vântului la înălțimea de 80 de metri (partea dreaptă) corespunzător aceleiași perioade de 30 de ani.



**Figura 2.28.** Mean significant wave height (left panel) and wind speed (right panel) fields averaged for 30 years (1987-2016).



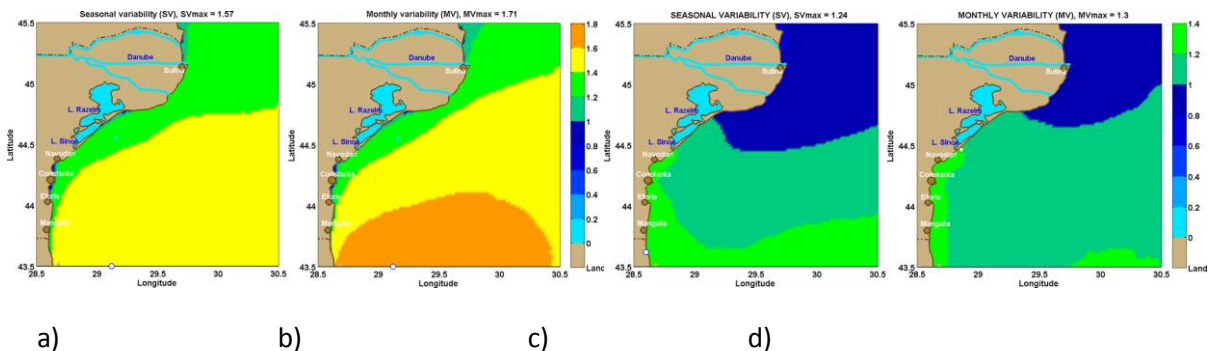
**Figura 2.29.** Distribuția spațială a puterii medii a valurilor (partea stângă) și a puterii medii a vântului la înălțimea de 80 de metri (partea dreaptă) corespunzător perioadei de 30 de ani 1987–2016.

Pentru a avea informații mai detaliate privind variabilitatea resurselor au fost evaluați de asemenea indicii variabilității lunare și sezonale (MV și SV). Acești indici sunt definiți ca fiind diferențele dintre cel mai energetic sezon/lună și cel mai puțin energetic sezon/lună, împărțite la valoarea medie evaluată utilizând întregul set de date:

$$MV = \frac{P_{M \max} - P_{M \min}}{P_{\text{year}}} \quad (2.1)$$

$$SV = \frac{P_{S \max} - P_{S \min}}{P_{\text{year}}} \quad (2.2)$$

Din această perspectivă, valorile indicilor SV și MV calculate pentru puterea vântului și a valurilor sunt prezentate în Figura 2.30. Rezultatele arată că pentru aceleași resurse indicia de variabilitate sezonală și lunară au aceeași comportare. Ambii indici de variabilitate calculați pentru puterea vântului au valori mai mici (aproximativ 0.4) decât cei calculați pentru puterea valurilor.



**Figura 2.30.** Variația sezonală a puterii medii ale valului (a) și a vântului (c); Variația lunară a puterii medii ale valului (b) și a vântului (d); corespunzător perioadei de 30 de ani 1987–2016.

Mai multe detalii privind analiza pentru o perioadă de 30 de ani a puterii vântului și valurilor în bazinul Mării Negre sunt furnizate în lucrarea numărul [5] din lista de publicații relaționată cu conferințele internaționale. Această lucrare a fost prezentată la conferința 1st Latin American SDEWES conference, Rio de Janeiro, Brazil, unde a primit distincția BEST PAPER AWARD. Menționăm ca la această conferință au fost prezentate peste 300 de lucrări.

**Așa cum reiese din rezultatele prezentate mai sus, Etapa E2: 'Implementarea și validarea, utilizând date de satelit și măsurători 'in situ', a unor sisteme de modelare a valurilor cu mai multe nivele, bazate pe modelul spectral în medie de fază SWAN (acronim de la Simulating Waves Nearshore), sisteme care vor fi focalizate pe zonele costiere cu potențialul cel mai mare din punct de vedere al energiei valurilor și al sinergiei cu energia vântului. Una din ariile tinta considerate va fi și zona de vest a Mării Negre și în mod special zona litoralului românesc (T2 31/12/2018), și a fost realizat rezultatul verificabil: R2: 'Un sistem de predicție a valurilor bazat pe modele spectrale, validat pentru diverse nivele de calcul, și care este focalizat pe diverse zone costiere europene (cum ar fi vestul peninsulei Iberice, arii din Marea Mediterana,**

Marea Baltica si Marea Nordului) dar si pe zona vestica a Marii Negre, incluzand in mod special litoralul romanesc. Realizarea de analize pe termen lung ale conditiilor de val in arile costiere considerate, elaborarea unor harti energetice de rezolutie inalta si identificarea zonelor cu potential sporit (zonele fierbinti sau 'hot spots'). Identificarea in fiecare locatie tinta si a altor surse alternative de energie refolosibila.'

- Realizarea diagramelor bivariante de distributie a starilor marii, corespunzatoare unor intervale de timp care depasesc 10 ani. Evaluarea a puterii electrice asteptata de la diverse dispozitive de extractie impreuna cu calculul unor indicatori sintetici cum ar fi factorul de capacitate si latimea de capturare.

O primă analiză se referă la nivelul global și ca exemplu sunt prezentate în Figura 3.1 22 de puncte de referință asociate celor mai reprezentative insule, fiind evident faptul că în mediul insular energia valurilor reprezintă o resursă importantă care trebuie luată în considerare.

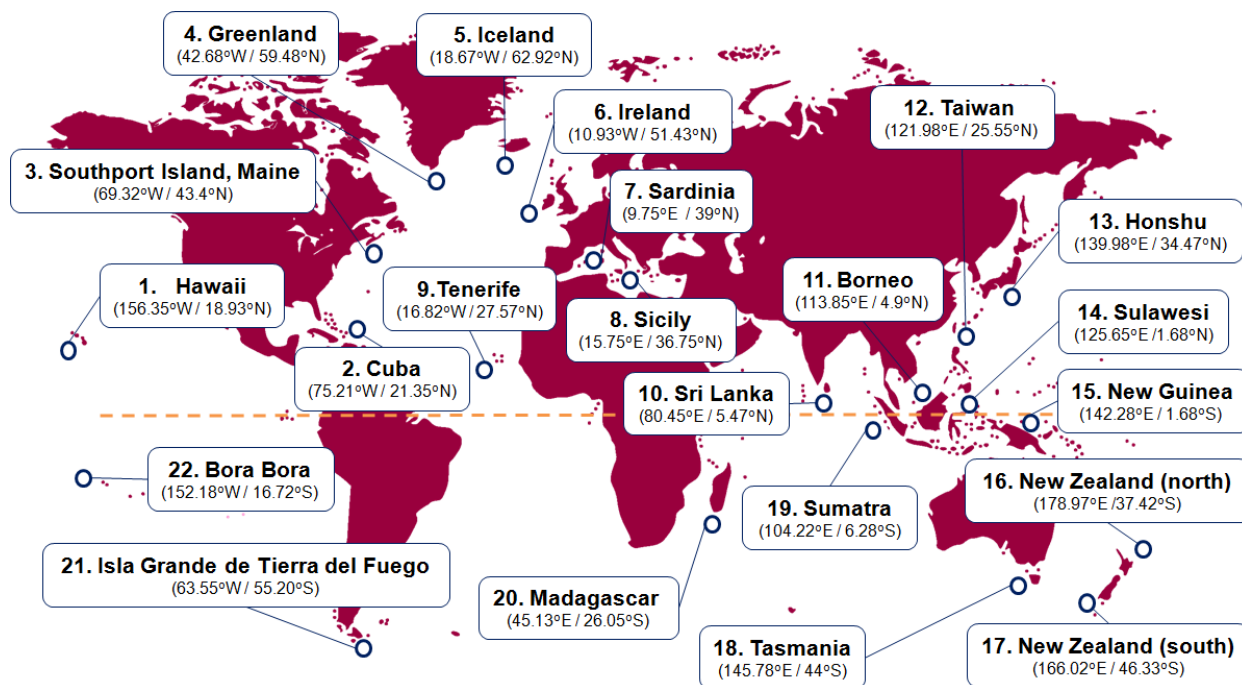
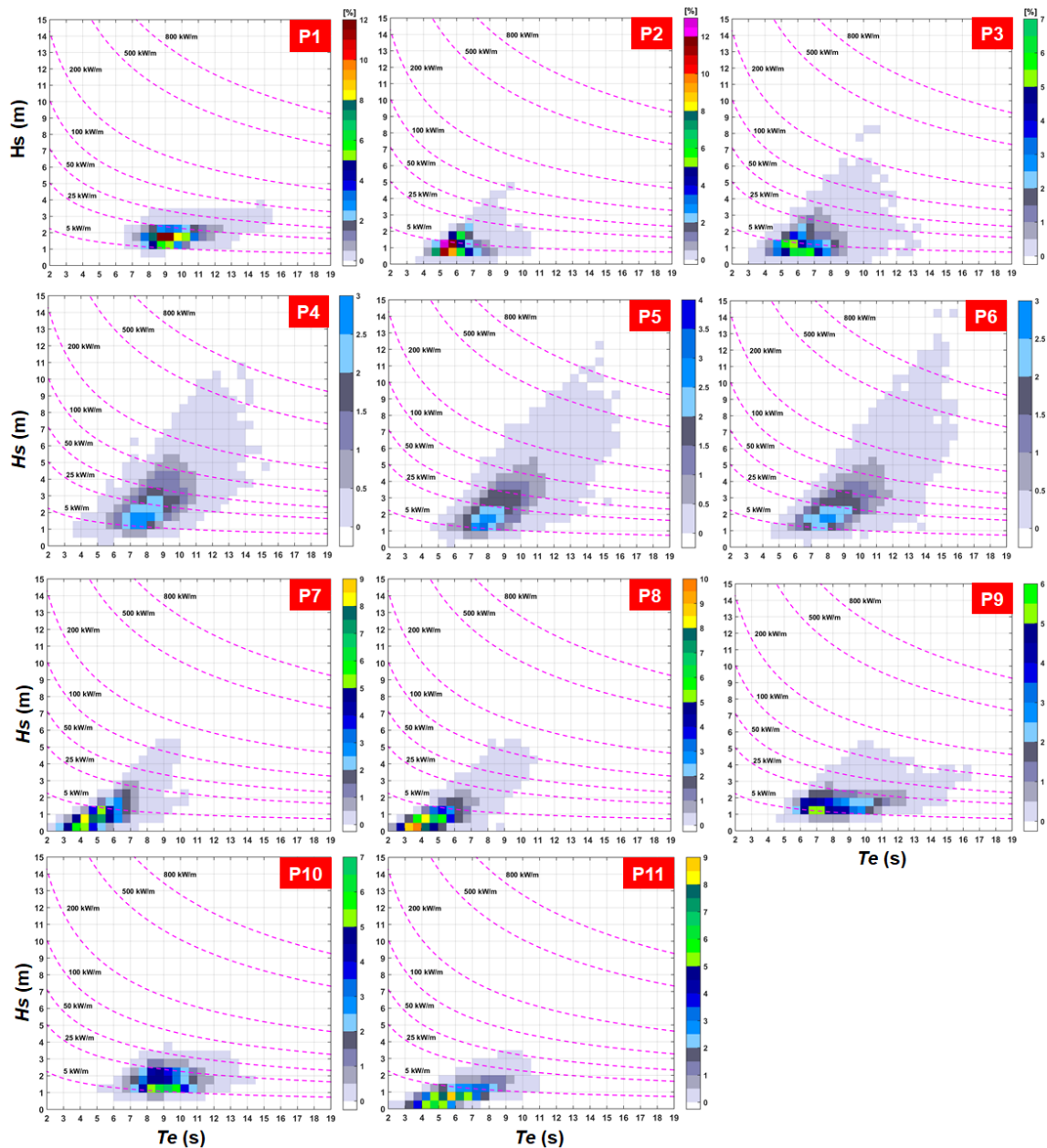


Figura 3.1. Harta lumii și punctele de referință considerate pentru analiza și realizarea diagramelor bi și tri variate.

Pentru a evalua performanțele dispozitivelor WEC, este important să se definească mai întâi distribuția comună a parametrilor  $H_s$  și  $T_e$ . Aceasta reprezintă diagrama bivariată construită cu cellule  $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ s}$  ( $\Delta H_s \times \Delta T_e$ ), rezultatul indicând procentajul din totalul ocurențelor. Exemple pentru astfel de diagrame sunt ilustrate în Figura 3.2 pentru punctele de referință P1–P11. Aceste diagrame au fost realizate considerând perioada de 20 de ani 1998–2017 pentru care au fost procesate date de val de la Centrul European.



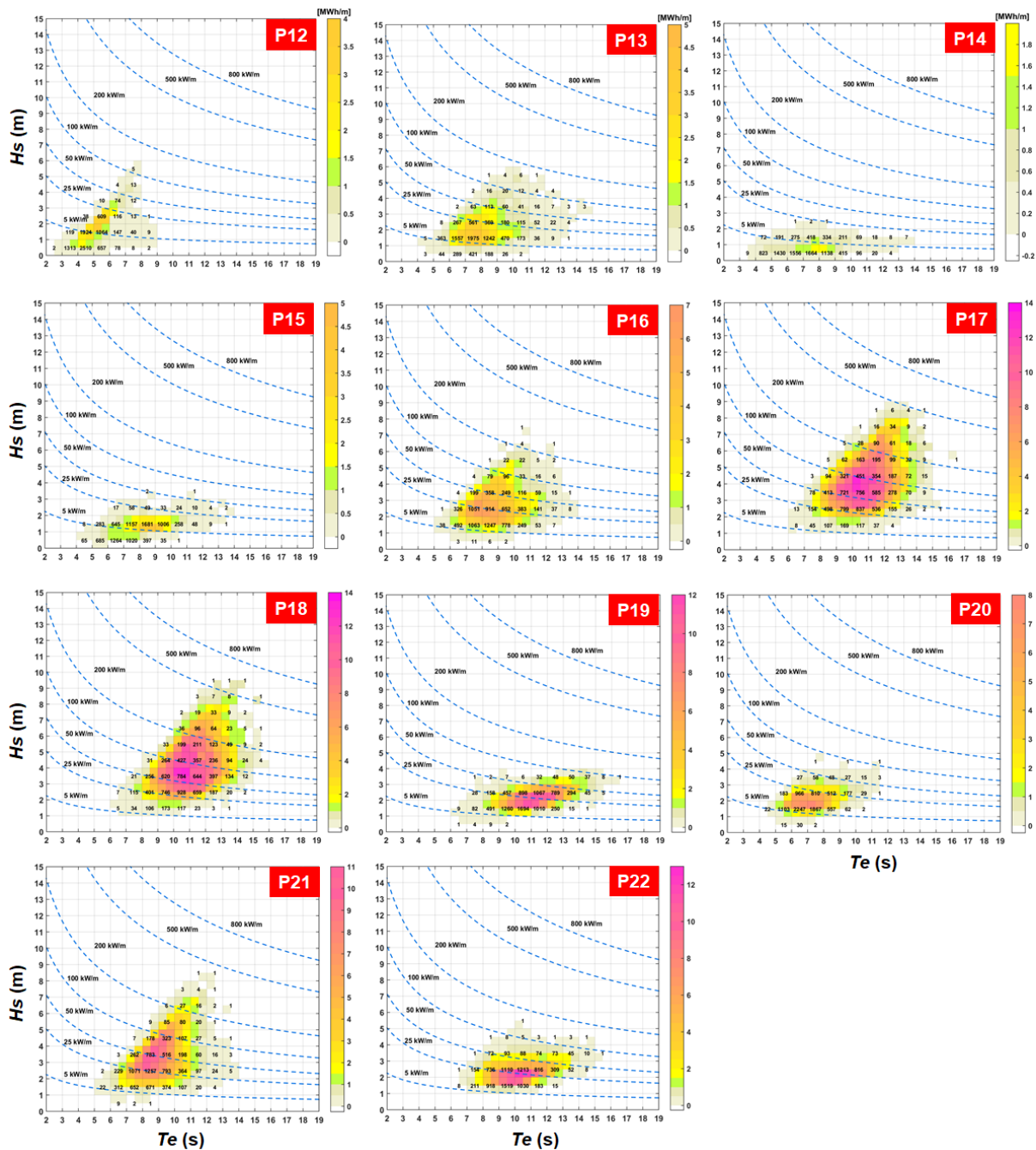
**Figura 3.2** Exemple de diagrame bivariate de distribuție ale stărilor mării corespunzător binilor definiți de parametrii  $H_s$ – $T_e$  pentru punctele de referință P1–P11 din Figura 3.1. Izoliniile de putere a valorilor sunt de asemenea reprezentate pentru 7 nivele energetice levels (5, 25, 50, 100, 200, 500 și 800 kW/m).

O diagram trivariată reprezintă un alt mod de a vizualiza resursele de energie a valorilor combinând diagramele bi variate cu diagramele energiei valurilor. Astfel de diagrame sunt prezentate în figura 3.3 pentru punctele de referință P12–P22.

Performanța unui system de conversie a energiei valurilor (WEC) poate fi determinate combinând distribuțiile bi variate ( $H_s \times T_e$ ) care corespund stărilor mării cu matricea de putere a dispozitivului. Astfel, puterea electrică poate fi estimată ca:

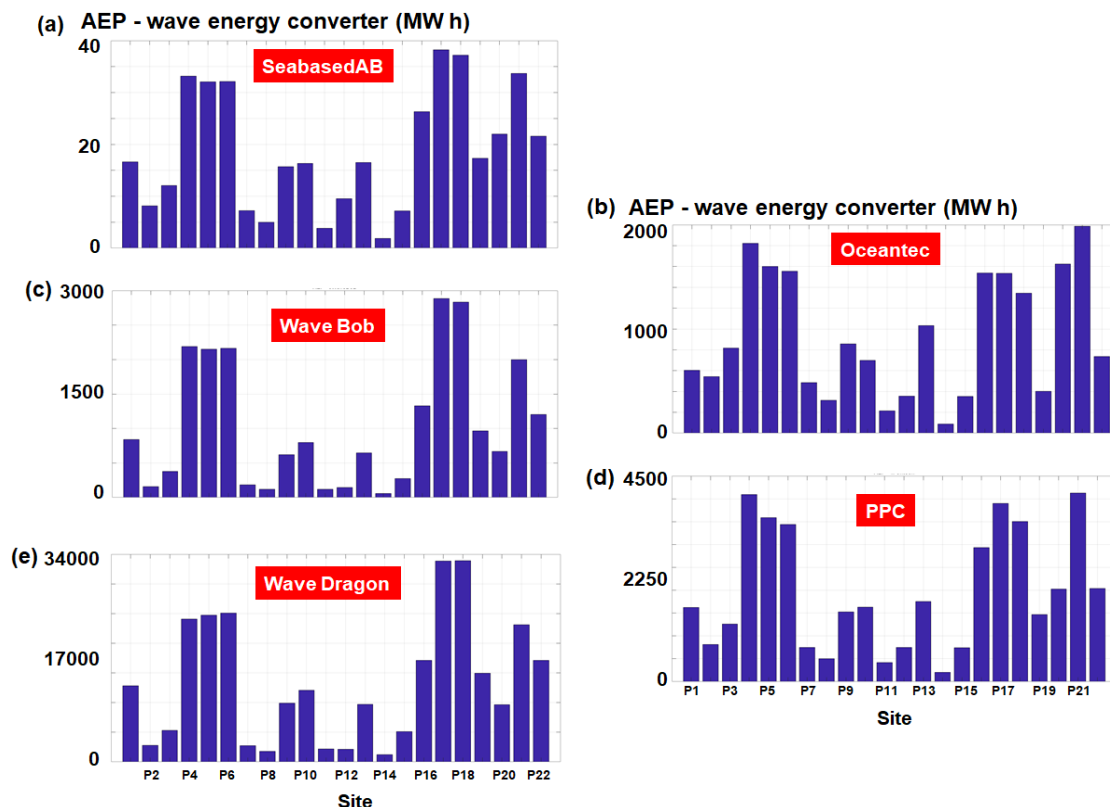
$$P_E = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^{n_T} \sum_{j=1}^{n_H} p_{ij} \cdot P_{ij}, \quad (3.1)$$

În care  $p_{ij}$  indică procentajul asociat fiecărui bin din matricea bi variată definit prin linia  $i$  și coloana  $j$ , iar  $P_{ij}$  este puterea electrică corespunzătoare din matricea de putere a dispozitivului. Valoarea AEP (producția de energie anuală în MWh) rezultă prin înmulțirea valorii  $P_E$  cu numărul mediu de ore pe an (8760).



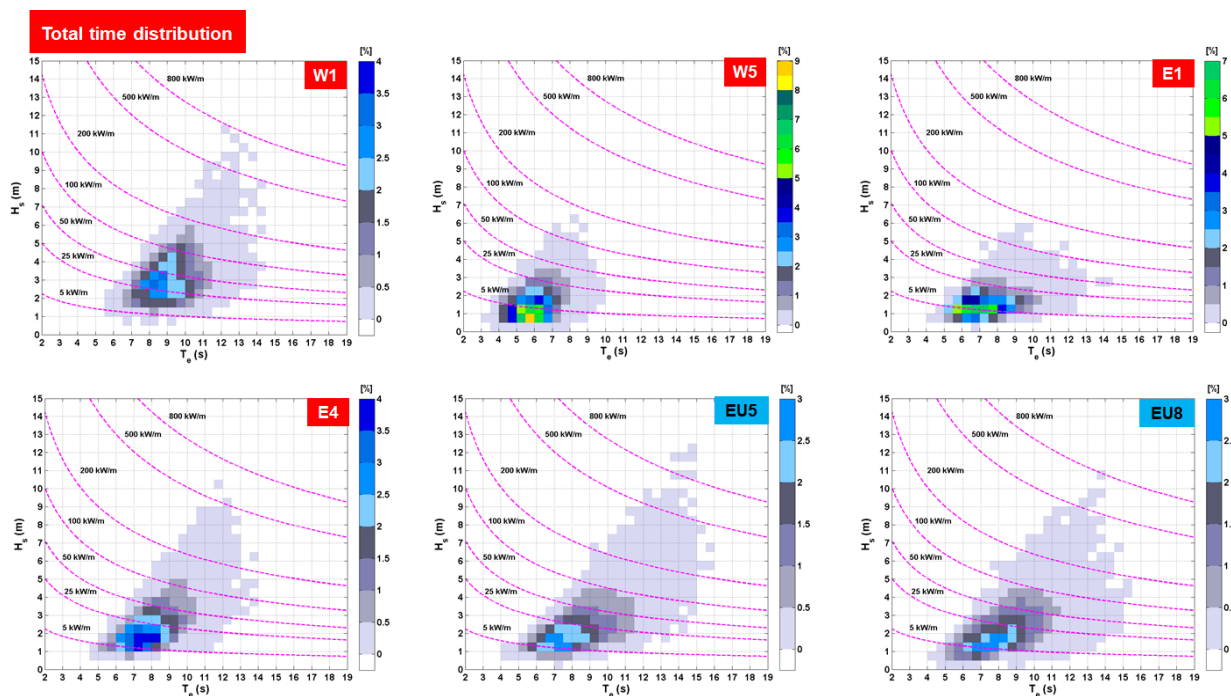
**Figura 3.3** Diagramele trivariate ilustrand resursele de energie a valurilor pentru punctele de referință P12–P22 din Figura 3.1, unde pentru fiecare combinație înălțime semnificativă ( $H_s$ ) și perioadă energetică ( $T_e$ ), culoarea indică contribuția la energia anuală iar numărul indică orele corespunzătoare unui an mediu.

Performanțele unor sisteme reprezentative pentru conversia energiei valurilor (SeabasedAB, Oceantec, Wave Bob, PPC, Wave Dragon) sunt prezentate în Figura 3.4 pentru punctele de referință din Figura 3.1. Mai multe rezultate incluzând și analize de vânt sunt prezentate în lucrarea cu numărul [9] din lista de lucrari publicate în jurnale cotate WoS, lucrare care a fost publicată în jurnalul Energy care este unul dintre cele mai prestigioase jurnale din domeniu (Q1).



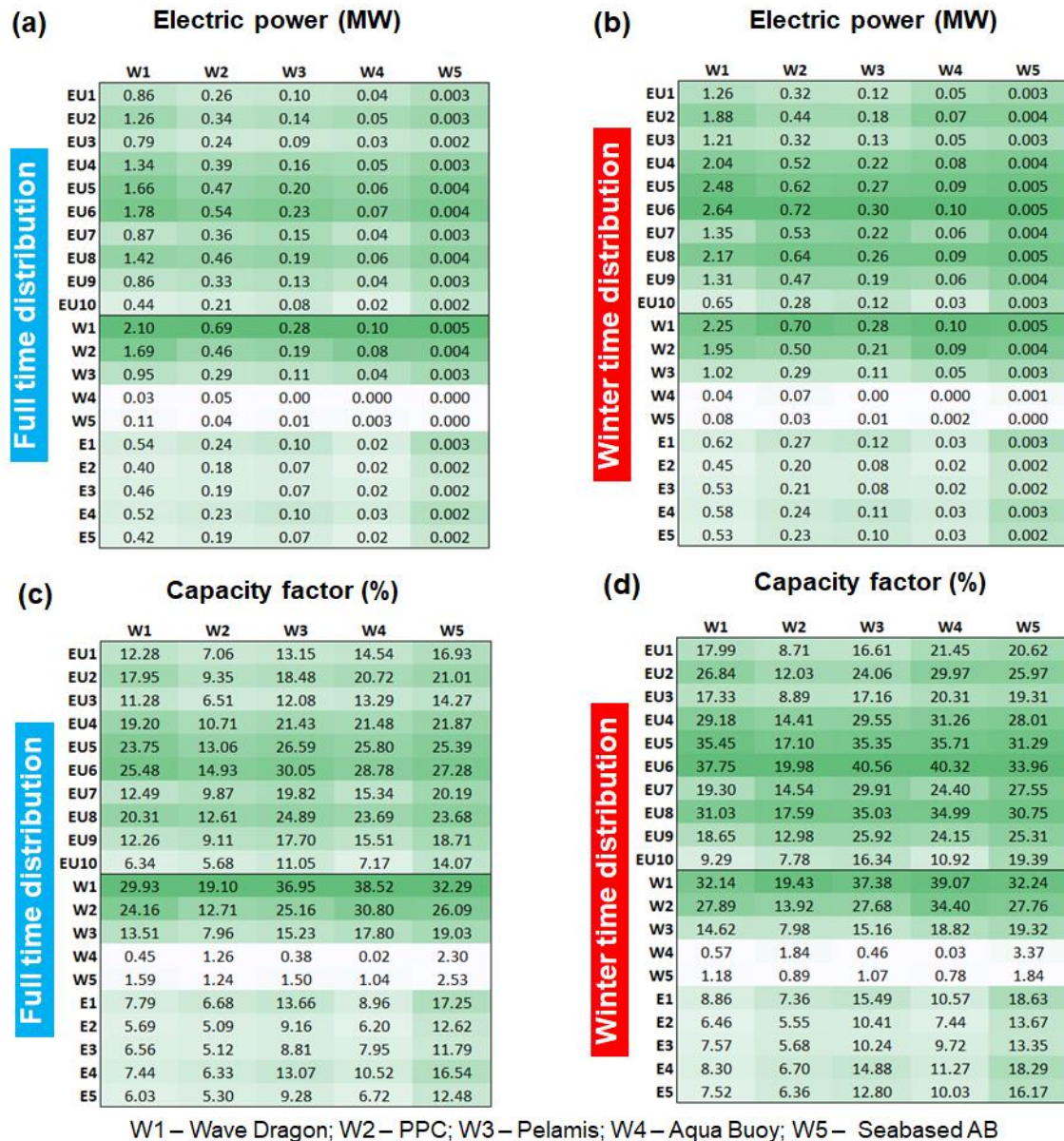
**Figure 3.4** Producția de energie anuală (AEP in MWh) estimată pentru un dispozitiv WEC din fiecare tip considerat lângă cele 22 de puncte de referință din Figura 3.1: (a) SeabasedAB; (b) Oceantec; (c) Wave Bob; (d) PPC; (e) Wave Dragon.

În cadrul acestei activități (A3.1) s-a trecut apoi de la nivelul global la nivele regionale. Astfel ca un exemplu sunt prezentate în figura 3.5 diagrame bivariate pentru unele din punctele de referință prezentate în Figura 2.22. Perioada considerate pentru realizarea acestor diagrame este 2000-2016. Cele două regiuni considerate în paralel sunt zonele costiere ale Europei și ale Americii Latine.



**Figura 3.5** Exemple de diagrame bivariate de distribuție ale stărilor mării corespunzător binilor definiți de parametrii  $H_s$ - $T_e$  pentru punctele de referință P1-P11 din Figura 2.22.

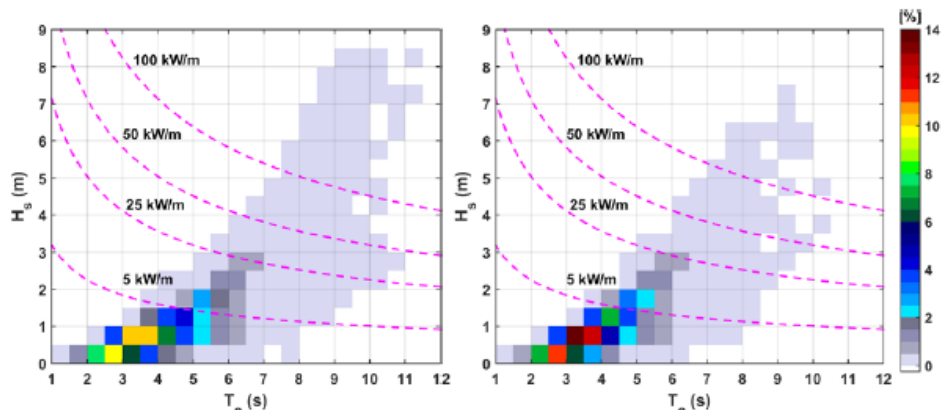
Performanțele dispozitivelor WEC (Wave Dragon, PPC, Pelamis, Aqua Buoy și Seabased AB) în Europa și America Latină sunt prezentate în Figura 3.6.



**Figura 3.6** Performanțele dispozitivelor WEC (Wave Dragon, PPC, Pelamis, Aqua Buoy și Seabased AB) în Europa și America Latină (2000-2016). Parametrii analizați sunt: (a), (b) Puterea electrică – timp total și perioadă de iarnă; (c), (d) Factorul de capacitate – timp total și perioadă de iarnă.

Mai multe rezultate incluzând și analize de vânt sunt prezentate în lucrarea cu numărul [11] din lista de lucrări publicate în jurnale cotate WoS, lucrare care a fost publicată în jurnalul Renewable Energy care este unul dintre cele mai prestigioase jurnale din domeniu (Q1).

S-a trecut apoi de la nivelul regional la cel local, și în acest sens studiile au fost focalizate pe bazinul Mării Negre unde au fost făcute simulări cu modelul spectral în medie de fază SWAN pentru o perioadă de 30 de ani (1987-2016). Figura 3.7 prezintă exemple de diagrame bivariate de distribuție ale stărilor mării corespunzător binilor definiți de parametrii  $H_s$ – $T_e$  în două locații din bazinul Mării Negre. Figura din stânga se referă la litoralul turcesc în apropiere de Bosfor iar Figura din dreapta la litoralul românesc la sud de brațul Sfântul Gheorghe.

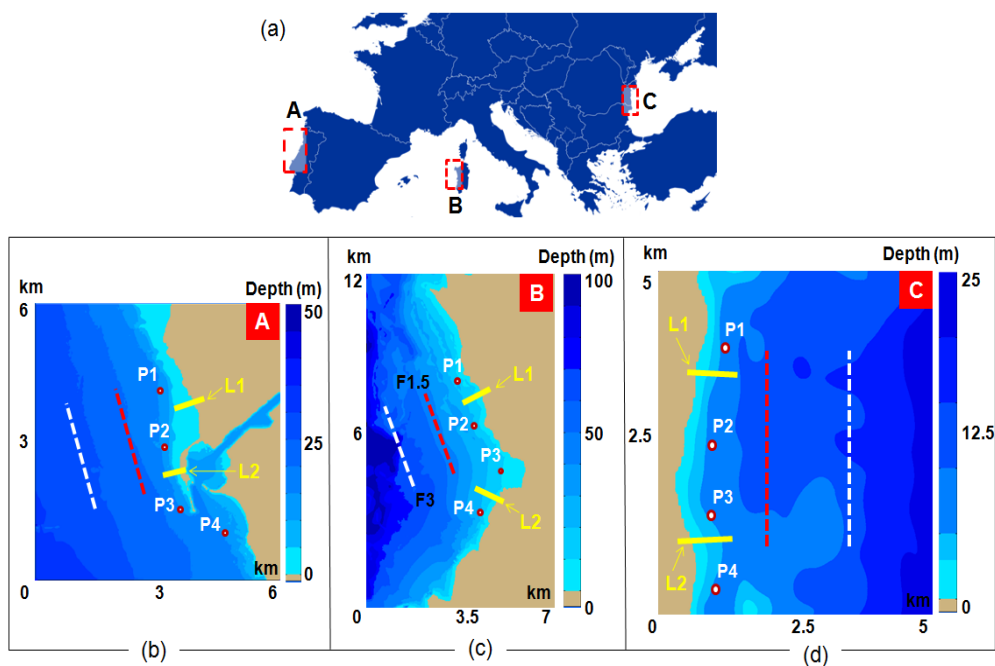


**Figura 3.7** Exemple de diagrame bivariate de distribuție ale stărilor mării corespunzător binilor definiți de parametrii  $H_s$ – $T_e$  în bazinul Mării Negre.

Mai multe rezultate privind studiul energiei valurilor în bazinul Mării Negre, combinate cu studii privind potențialul energiei vântului în aceeași zonă sunt prezentate în lucrarea cu numărul [10] din lista de lucrări publicate în jurnale cotate WoS, lucrare care a fost publicată în jurnalul *Renewable Energy* care este unul dintre cele mai prestigioase jurnale din domeniu (Q1).

## 6. Studii privind influența fermelor energetice marine asupra climatului de val și asupra dinamicii costiere. Un accent deosebit se va pune pe protecția costiera care se poate realiza prin intermediul viitoarelor ferme energetice.

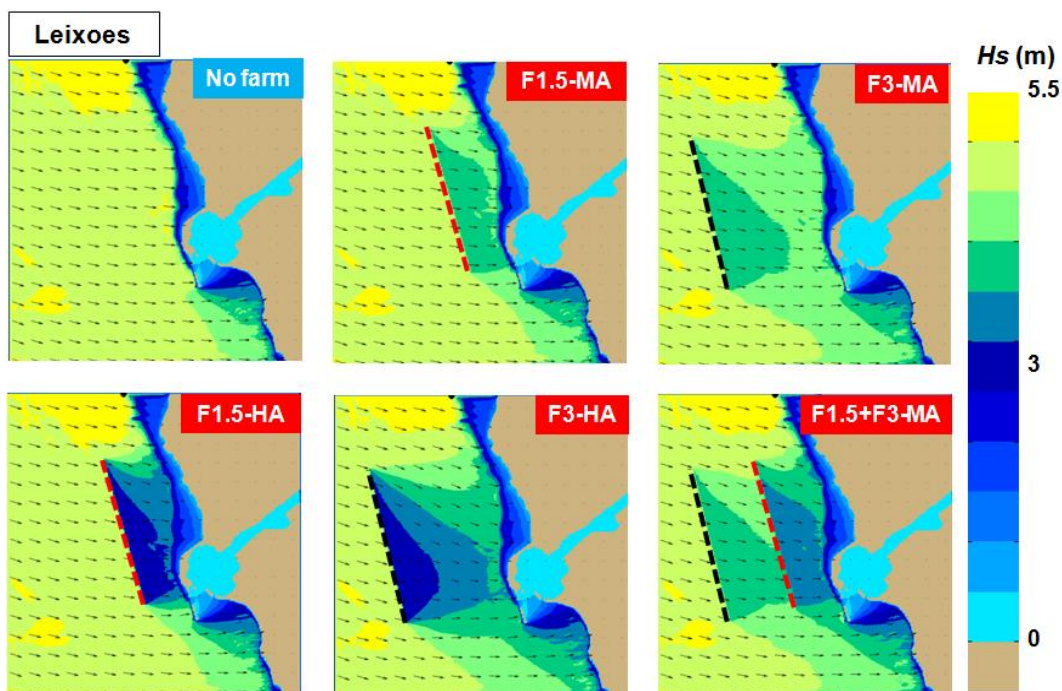
În cadrul acestei activități au fost demarate studii privind impact costlier al viitoarelor ferme energetice marine. Pentru realizarea acestora proiectul a beneficiat de existența unui program original pentru evaluarea proceselor costiere numit ISSM (the Interface for SWAN and Surf models). Acesta a fost realizat într-o ptimă formă de directorul de proiect pentru NATO (Rusu, E., Conley, D.C. and Coelho, E.F., 2008: A Hybrid Framework for Predicting Waves and Longshore Currents. *Journal of Marine Systems*, Volume 69, Issues 1-2, pp 59–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.02.009>) și apoi perfecționat. În Figura 3.8 sunt ilustrate 3 locații geografice diferite unde au fost realizate astfel de studii complexe.



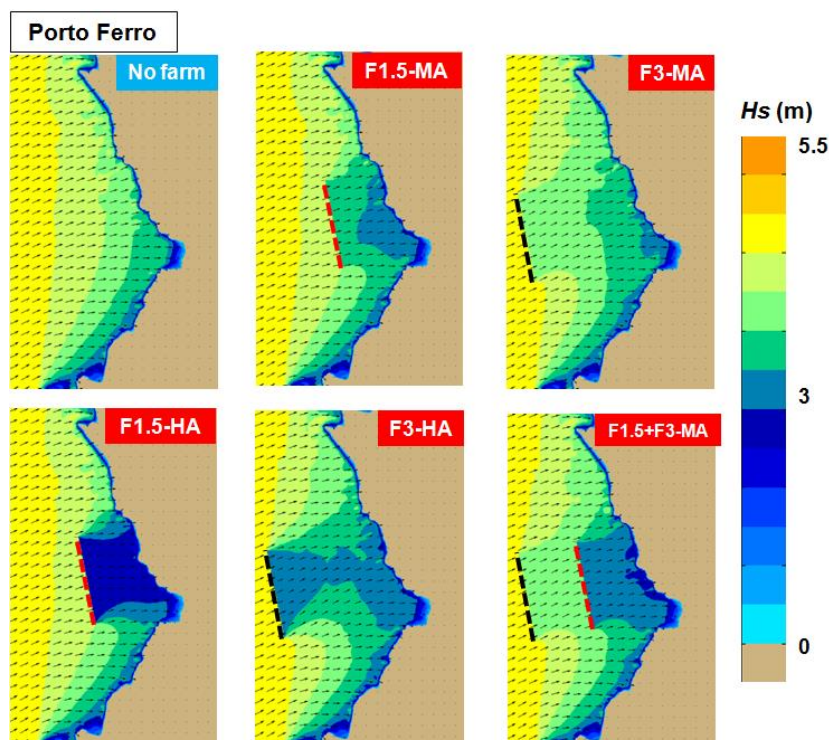
**Figura 3.8** (a) Locația celor trei zone costiere considerate pentru analiză și simulări cu modelul SWAN (b) Leixoes în zona Portugheză (c) Porto Ferro în Sardinia și (d) Mangalia în zona Românească.



Figura 3.9 prezintă unele rezultate ale simulărilor făcute cu modelul SWAN ca o componentă a sistemului ISSM în zona portului Leixoes, în apropierea orașului Porto, Portugalia. Este ilustrată astfel variația în spațiul geografic a parametrului  $H_s$  (înălțimea semnificativă în m) în lipsa și în prezența unei ferme de val F1.5- fermă de val localizată la 1.5 de țărm; F3- fermă de val localizată la 3km de țărm; MA – absorbție moderată; HA- absorbție înaltă.



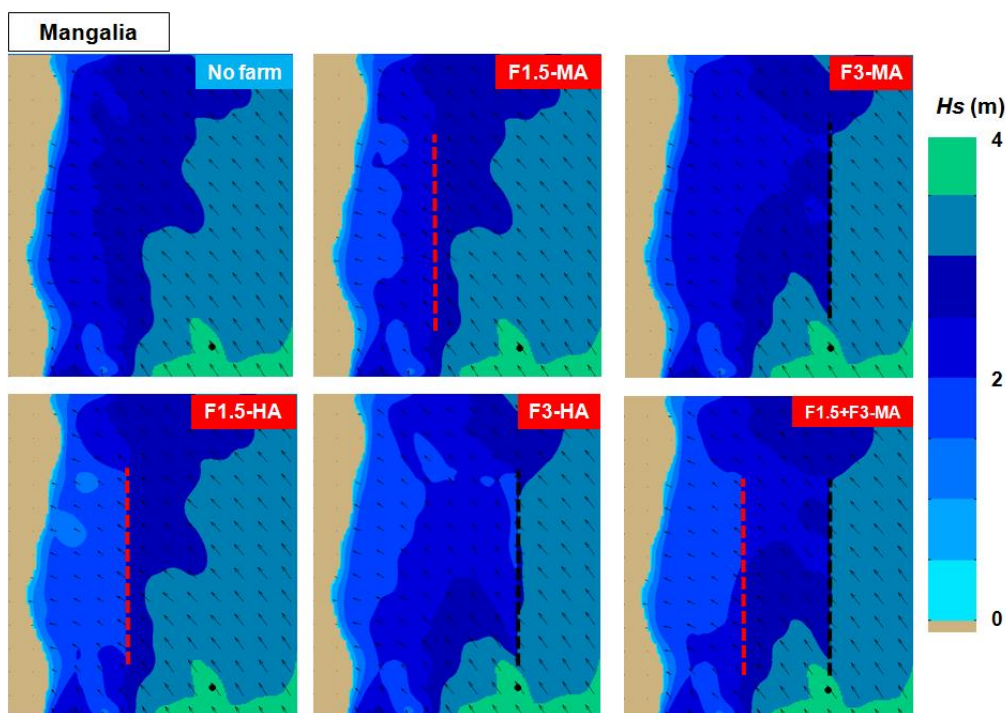
**Figura 3.9** Rezultate ale simulărilor realizate cu modelul SWAN ca o componentă a sistemului ISSM în zona Porto Ferro, Sardinia, înălțimea semnificativă  $H_s$  (m).



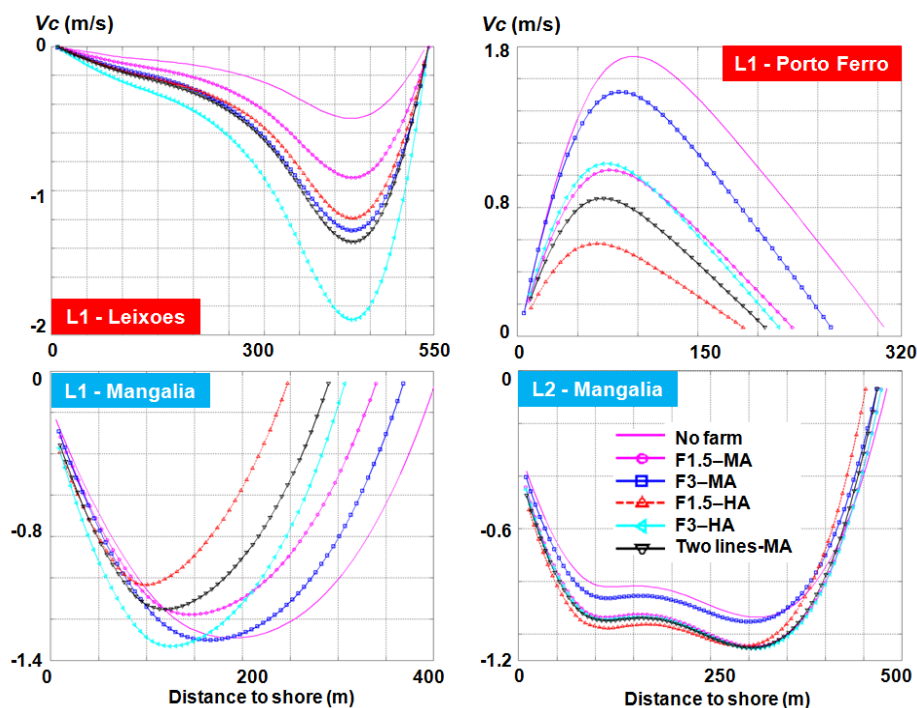
**Figura 3.10** Rezultate ale simulărilor realizate cu modelul SWAN ca o componentă a sistemului ISSM în zona costieră Porto Ferro, Sardinia .

În mod similar, figurile 3.10 și 3.11 prezintă rezultate ale simulărilor realizate cu modelul SWAN ca o componentă a sistemului ISSM în zonele costiere Porto Ferro, Sardinia și Mangalia, România. Dina aceste figuri rezultă în mod

evident faptul că parcurile energetice marine pot juca un rol în protecția costieră dar ca efectele în sine depind în mod direct de caracteristicile și particularitățile specific fiecărei zone costiere considerate.



**Figura 3.11** Rezultate ale simulărilor realizate cu modelul SWAN ca o componentă a sistemului ISSM în zona Mangalia din Marea Neagră Hs (m).



**Figura 3.12** Profile ale curenților costieri indicând impact fermelor energetice marine linia L1-Leixoes; linia L2-Porto Ferro liniile L1 și L2 - Mangalia.

Unul dintre parametrii cei mai importanți în aceste analize îl constituie curenții costiere. În acest sens Figura 3.12 prezintă profilele curenților costieri, indicând impact fermelor energetice marine în cele 3 zone exemplificate (Leixoes, Porto Ferro și Mangalia).

Studiile relaționate cu această activitate sunt încă în desfășurare și mai multe lucrări științifice sunt în pregătire până la finalizarea proiectului în luna decembrie 2019.

**Așa cum reiese din rezultatele prezentate mai sus, Etapa E3: ‘Analize comune ale datelor de val și de vant și realizarea diagramelor bivariate de distribuție a starilor marii, corespunzătoare unor intervale de timp mai mari de 10 ani. Pentru fiecare locație o evaluare a puterii electrice așteptate de la diverse dispozitive de extracție va fi realizată împreună cu evaluarea unor indicatori sintetici cum ar fi factorul de capacitate și lățimea de capturare. Studii privind influența fermelor energetice marine asupra climatului de val și asupra dinamicii costiere’, care are ca termen (T3 31/12/2019), a fost finalizată și a fost realizat rezultatul verificabil: R3: ‘Evaluarea a diverse tehnologii pentru extragerea energiei valului și vantului în locațiile identificate ca ‘hot spots’. Trebuie precizat în finalul acestei secțiuni și faptul că evoluțiile tehnologice din acest domeniu sunt foarte dinamice și deci se impune o continuare a cercetării în viitor în raport cu noile evoluții din domeniu.**

## 7. Diseminarea rezultatelor

### 7.1 Diseminarea prin publicații științifice

#### 7.1.1 Publicații în jurnale cotate WoS (15, din care 3Q1 și 7Q2)

1. Rusu, E., Onea, F., 2017, Joint Evaluation of the Wave and Offshore Wind Energy Resources in the Developing Countries, *Energies* 2017, 10(11), 1866; **WoS Q2, IF=2.262**, <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/11/1866>
2. Onea, F., Ciortan, S., Rusu, E., 2017, Assessment of the potential for developing combined wind-wave projects in the European nearshore, *SAGE Journals, Energy & Environment*, 2017, **IF=0.302** <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0958305X17716947>
3. Ganea, D., Amorțilă, V., Mereuță, E., Rusu, E., 2017, A Joint Evaluation of the Wind and Wave Energy Resources Close to the Greek Islands, *Sustainability Journal, Special Issue Wind Energy, Load and Price Forecasting towards Sustainability*, 2017, 9(6), 1025; doi:10.3390/su9061025, **WoS Q2, IF=1.789**, <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/6/1025>
4. Rusu, E., 2018, “Numerical Modeling of the Wave Energy Propagation in the Iberian Nearshore”, *Energies* 11(4), 980, (**WoS Q2, IF=2.676**), <https://doi.org/10.3390/en11040980>
5. Rusu, E., 2018, “Study of the Wave Energy Propagation Patterns in the Western Black Sea”, *Applied Sciences* 8(6), 993, (**WoS Q2, IF=1.689**), <https://doi.org/10.3390/app8060993>
6. Belibassakis, K., Bonovas, M., Rusu, E., 2018, “A novel method for estimating wave energy converter performance in variable bathymetry regions and applications” *Energies* 11(8), 2092, (**WoS Q2, IF=2.676**), <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/8/2092>
7. Onea, F., Rusu, E., 2018, “Sustainability of the Reanalysis Databases in Predicting the Wind and Wave Power along the European Coasts”, *Sustainability* 2018, 10(1), 193, (**WoS Q2, IF=2.075**), <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/193>
8. Niculescu, D., Rusu, E., 2018, “Evaluation of the new coastal protection scheme at Mamaia Bay in the nearshore of the Black Sea”, *Ocean Systems Engineering*, Vol.8, No. 1 (2018), pp. 1-20, (**WoS**), <http://www.techno-press.org/?page=container&journal=ose&volume=8&num=1>
9. Rusu, E., Onea, F., An assessment of the wind and wave power potential in the island environment, *Energy*, Volume 175, 15 May 2019, Pages 830-846, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.130> **WoS Q1, IF=5.537**

10. Rusu, L., The wave and wind power potential in the western Black Sea Renewable Energy, Volume 139, August 2019, Pages 1146-1158, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.017> **WoS Q1, IF=5.439**,
11. Rusu, E., Onea, F., A parallel evaluation of the wind and wave energy resources along the Latin American and European coastal environments, Renewable Energy, Volume 143, December 2019, Pages 1594-1607, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.117> **WoS Q1, IF=5.439**,
12. Adem Akpınar, Halid Jafari and Eugen Rusu, Temporal Variation of the Wave Energy Flux in Hotspot Areas of the Black Sea, Sustainability 2019, 11(3), 562; <https://doi.org/10.3390/su11030562> **WoS Q2, IF=2.592**
13. Markos Bonovas, Kostas Belibassakis and Eugen Rusu, Multi-DOF WEC Performance in Variable Bathymetry Regions Using a Hybrid 3D BEM and Optimization, Energies 2019, 12(11), 2108; <https://doi.org/10.3390/en12112108> **WoS, IF=2.707**
14. Onea, F., Rusu, E., An assessment of the wind energy potential in the Caspian Sea, *Energies* 2019, 12(13) 2525 <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/13/2525> **WoS, IF=2.707**
15. Picu, L., Picu, M., Rusu, E., 2019, An Investigation into the Health Risks Associated with the Noise and Vibrations on Board of a Boat—A Case Study on the Danube River, *JMSE* 2019, 7(8), 258 <https://doi.org/10.3390/jmse7080258> **WoS, IF=1.732**

#### 7.1.2 Publicatii in jurnale internaționale indexate BDI (4)

1. Rusu, E., Onea, F., 2018, "A review of the technologies for wave energy extraction", *Clean Energy*, 2018, 1–10, <https://academic.oup.com/ce/advance-article/doi/10.1093/ce/zky003/4924611>
2. Onea, F., Rusu, E., 2019, *Sensitivity analysis of the wave energy converters operating in the French coastal waters*, *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 8(2), pp. 239-244, **SCOPUS**, <http://www.ijsgce.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=78&id=438>
3. Catalin Anton, Carmen Gasparotti, and Eugen Rusu, Multi-criterial Analysis by Determining the Supportability Factor in the Western of the Black Sea, *Journal of Clean Energy Technologies*, Vol. 7, No. 4, July 2019 <http://www.jocet.org/vol7/509-ER0007.pdf>
4. Catalin Anton, Carmen Gasparotti, Iulia Anton and Eugen Rusu, Analysis of the Mamaia Bay shoreline Retreat with Hard and Soft Protection Works, *Journal of Marine Science*, Volume 01, Issue 01, April 2019, <https://ojs.bilpublishing.com/index.php/jms/article/view/490>

#### 7.1.3 Lucrări publicate în jurnale naționale indexate BDI (12)

1. Pintilie, V., Rusu, E., 2017 A brief overview of the renewable energy potential in Romania, *Mechanical Testing and Diagnosis* ISSN 2247 – 9635, 2017 (VII), Volume 2, pp. 24-29, <http://www.im.ugal.ro/mtd/issue2017-2.htm>
2. Covalenco, V., Ciortan, S., Rusu, E., 2017, Analysis of the extreme environmental conditions In the Black Sea considering different data sources , *Mechanical Testing and Diagnosis* ISSN 2247 – 9635, 2017 (VII), Volume 2, pp. 16-23 , <http://www.im.ugal.ro/mtd/issue2017-2.htm>
3. Picu, L., Rusu, E., 2017, "Whole Body Vibration of A Pushtow Boat Crew Operating on the Danube River", *Journal of Mechanical Testing and Diagnosis*, ISSN 2247 – 9635, 2017 (VII), Volume 1, pp. 28-35, <http://www.im.ugal.ro/mtd/issue2017-1.htm>
4. Novac, V., Rusu, E., 2018, *Black Sea littoral military operations - environment impact*, *Scientific Bulletin of Naval Academy*, Vol. XXI 2018, pp. 607-616. doi:10.21279/1454-864X-18-11-091, [https://www.anmb.ro/buletinstiintific/buletine/2018\\_Issue1/04\\_FAR/novac.pdf](https://www.anmb.ro/buletinstiintific/buletine/2018_Issue1/04_FAR/novac.pdf)
5. Gasparotti, C. and Rusu, E., 2018, Assessment of the energy potential of the waves in the Black Sea, *Mechanical Testing and Diagnosis*, ISSN 2247 –9635, 2018 (VIII), Volume 3, pp. 5 -10, [http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2018-3/1\\_MTD\\_Volume%203\\_2018\\_Gaparotti%20xx.pdf](http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2018-3/1_MTD_Volume%203_2018_Gaparotti%20xx.pdf)

6. Stingheru, C., Gasparotti, C., Raileanu, A., Rusu, E., 2018, *A SWOT Analysis of the Marine Energy Sector at the European Level*, Acta Universitatis Danubius. Œconomica, Vol 14, No 3 (2018), pp. 213-237, <http://www.journals.univ-danubius.ro/index.php/oeconomica/article/view/4551>
7. Caranfil, V., Rusu, E., Onea, F., 2018, An evaluation of the solar and wind energy in the south - east of Romania Mechanical Testing and Diagnosis, ISSN 2247 –9635, 2018 (VIII), Volume 2, pp. 15 -20, [http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2018-2/3\\_MTD\\_Volume%202\\_2018\\_Caranfil%20xx.pdf](http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2018-2/3_MTD_Volume%202_2018_Caranfil%20xx.pdf)
8. Carmen Gasparotti, Eugen Rusu, An Overview on the Shipbuilding Market in Current Period and Forecast, EuroEconomica, Vol 37, No 3 (2018), <http://journals.univ-danubius.ro/index.php/euroeconomica/article/view/5134>
9. Alexandra DIACONITA, Florin ONEA, Eugen RUSU, AN EVALUATION OF THE WIND ENERGY IN THE NORTH SEA COAST, MechanicalTesting and Diagnosis ISSN 2247 –9635, 2019 (IX), Volume 1, pp. 17-22, [http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-1/2\\_MTD\\_Volume%201\\_2019\\_Diaconita%20xx.pdf](http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-1/2_MTD_Volume%201_2019_Diaconita%20xx.pdf)
10. BĂNESCU Alexandru, GEORGESCU Lucian – Puiu, ITICESCU Cătălina, RUSU Eugen, Analysis of the Industrial Metallic Halls under Lateral Force Action Generated by an Earthquake in the Danube Delta Area, Scientific Annals of the Danube Delta Institute, Tulcea, Romania, vol. 24, 2019, <https://doi.org/10.7427/DDI.24.14>
11. Cristina CALIN, Eugen RUSU, Stefan DRAGOMIR, 2019, RISK ANALYSIS ON THE HEAT PUMP SYSTEM TO USE FOR BUILDING HEATING, IN URBAN AREA, MechanicalTesting and Diagnosis ISSN 2247 –9635, 2019 (IX), Volume 2, pp. 5-10, [http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-2/1\\_MTD%20Volume%202%202019%20Lucrare%20Calin.pdf](http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-2/1_MTD%20Volume%202%202019%20Lucrare%20Calin.pdf)
12. Laurentiu PICU, Eugen RUSU, 2019, EFFECTS OF LOW-FREQUENCY NOISE ON CREWS OF RIVER VESSELS ON THE DANUBE, MechanicalTesting and Diagnosis ISSN 2247 –9635, 2019 (IX), Volume 3, pp. 11-17, [http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-3/2\\_MTD%20Volume%203%202019%20Picu%20%20Rusu%20v3\\_DL.pdf](http://www.im.ugal.ro/mtd/download/2019-3/2_MTD%20Volume%203%202019%20Picu%20%20Rusu%20v3_DL.pdf)

#### 7.1.4 Lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate in volumele acestora (33)

1. Rusu, E., 2017, *“The synergy between wind and wave power along the coasts of the Black Sea”*, the 17th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean on “Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources”, IMAM 2017, Lisbon, Portugal, 9 - 11 October 2017, <http://www.imamhomepage.org/imam2017/> **WoS**.
2. Niculescu, D., Rusu, E., 2017, *“Water flow and bathymetry - sensors integration for precise measurements”*, The International Symposium Protection of the Black Sea Ecosystem and Sustainable Management of Maritime Activities - PROMARE 2017, 8th Edition, 7-9 September 2017, Constanta, ROMANIA)
3. Picu, L., Rusu, E., 2017, [Studies of vibrations induced and their effect on the river ship crew fatigue](#), poster presented at the International Conference TEME2017 <http://www.teme.ugal.ro/>, paper published in the proceedings.
4. Rusu, E., Onea, F., 2018, *The Synergy Between Wave and Wind Energy along the Latin American and the European Continental Coasts*, Conference: 1st Latin American SDEWES conference, Rio de Janeiro, Brazil, <http://www.rio2018.sdewes.org/programme.php>
5. Rusu, L., 2018, *The Wave and Wind Power Potential in the Western Black Sea*, Conference: 1st Latin American SDEWES conference, Rio de Janeiro, Brazil, **BEST PAPER AWARD!** <http://www.rio2018.sdewes.org/programme.php>
6. Rusu, E., Onea, F., 2018, *Evaluation of the shoreline effect of the marine energy farms in different coastal environments*, Conference: ICACER 2018 - 3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research, 4-6 April, 2018, Barcelona, SPAIN, <http://icacer.com/> **WoS**
7. Ciortan, S., Rusu, E., 2018, *Prediction of the wave power in the Black Sea based on wind speed using artificial neural networks*, Conference: ICACER 2018 - 3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research, 4-6 April, 2018, Barcelona, SPAIN, <http://icacer.com/> **WoS**

8. Niculescu, D., Rusu, E., 2018, *An overview of the wind power potential in the Romanian coastal environment-moving from onshore to offshore*, Conference: ICACER 2018 - 3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research, 4-6 April, 2018, Barcelona, SPAIN, <http://icacer.com/> **WoS**
9. Rusu, L., 2018, *Evaluation of the synergy between wind and wave power for combined exploitation in the Black Sea*, Conference: ICACER 2018 - 3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research, 4-6 April, 2018, Barcelona, SPAIN, <http://icacer.com/> **WoS**
10. Banescu, A., Georgescu, L., Iticescu, C., Rusu, E., 2018, *Analysis of the wind action on the turbines operating in the Dobrogea region from Romania*, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, <https://www.sgem.org/> **SCOPUS**
11. Anton, C., Gasparotti, C., Rusu, E., Anton, I., 2018, *Approach to the analysis and evaluation of strategic intervention options in the romanian coastal zone taking into account economic, social and environmental factors*, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, <https://www.sgem.org/> **SCOPUS**
12. Anton, C., Gasparotti, C., Rusu, E., 2018, *Identification of the economic pressure on environmental factors in the Romanian coastal zone-case study Eforie*, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, <https://www.sgem.org/> **SCOPUS**
13. Picu, L., Rusu, E., Picu, M., 2018, *Evaluation of human exposure to whole-body vibration-verification method of stevens's power law*, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, **SCOPUS**, <https://www.sgem.org/>
14. Caranfil, V., Rusu, E., Onea, F., 2018, *An analysis of the renewable energy resources in the Republic of Moldova*, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, <https://www.sgem.org/> **SCOPUS**
15. Stingeru, C., Rusu, E., and Gasparotti, C., 2018, *The cause-effect method used in highlighting the main causes and implications of maritime accidents in the Black Sea*, ICTTE Belgrade 2018. International Conference on Traffic and Transport Engineering, 27th – 28th September 2018, Belgrade (Serbia), pp 283-289, [http://ijtte.com/uploads/news\\_files/ICTTE%20Belgrade%202018\\_Proceedings.pdf](http://ijtte.com/uploads/news_files/ICTTE%20Belgrade%202018_Proceedings.pdf)
16. Picu, L., Rusu, E., 2018, *Quantifying the effect of the ship vibration on crew for the inland navigation-case study a cargo navigating in the lower Danube sector*, ICTTE Belgrade 2018. International Conference on Traffic and Transport Engineering, 27th – 28th September 2018, Belgrade (Serbia), pp. 169-174, [http://ijtte.com/uploads/news\\_files/ICTTE%20Belgrade%202018\\_Proceedings.pdf](http://ijtte.com/uploads/news_files/ICTTE%20Belgrade%202018_Proceedings.pdf)
17. Anton, C., Gasparotti, C. and Rusu, E., 2018, *A challenge for the inland navigation-a connection between the Baltic and the Black Seas*, , ICTTE Belgrade 2018. International Conference on Traffic and Transport Engineering, 27th – 28th September 2018, Belgrade (Serbia), pp. 175-186, [http://ijtte.com/uploads/news\\_files/ICTTE%20Belgrade%202018\\_Proceedings.pdf](http://ijtte.com/uploads/news_files/ICTTE%20Belgrade%202018_Proceedings.pdf)
18. Rusu, E., Rusu, L., *Evaluation of the wind power potential in the European nearshore of the Mediterranean Sea*, 4th International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER 2019), Coimbra, Portugal, April 5-7, 2019, **WoS** <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910301003>
19. Rusu, L., *A Projection of the Wind Energy in the Black Sea along the 21<sup>st</sup> Century*, 4th International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER 2019), Coimbra, Portugal, April 5-7, 2019, **WoS** <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910301005>
20. Ciortan, S., Rusu, E., *Analysis of Wave Energy Conversion with Dynamic Systems Theory*, , 4th International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER 2019), Coimbra, Portugal, April 5-7, 2019, **WoS** <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910302003>
21. Rusu, E., Onea, F., *Wind and wave energy resource of Germany reported by ERA-Interim reanalysis data*, The 2nd International Conference on Renewable Energy and Environment Engineering, August 19-22, 2019 Munich, Germany, **WoS** <http://www.reee.net/>
22. Rusu, E., *Wind energy assessments in the Baltic Sea, past and future projections*, The 14<sup>th</sup> Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES), October 1-6, Dubrovnik, Croatia, <https://www.dubrovnik2019.sdewes.org/>

23. Rusu, L., A projection of the expected wave power in the Black Sea until the end of the 21st century, The 14<sup>th</sup> Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (*SDEWES*), October 1-6, Dubrovnik, Croatia, <https://www.dubrovnik2019.sdewes.org/>
24. BĂNESCU Alexandru, GEORGESCU Lucian – Puiu, ITICESCU Cătălina, RUSU Eugen, 2019, Analysis of the Earthquake Force for a Frame Structure Located in Seismic Risk Areas, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Applied and Environmental Geophysics pp. 739-747, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/1.1>
25. Turcanu (Marcu) Andra, Carmen Gasparotti, Eugen Rusu, 2019, Management platform for the port communities, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Informatics pp. 399-405, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/2.1>
26. Valerian Novac, Eugen Rusu, 2019, Black Sea Oil Spills – Preventive and Remedial Actions, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Marine and Ocean Ecosystems, pp. 683-690, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/3.1>
27. Gheorghe Stavarache, Sorin Ciortan, Eugen Rusu, 2019, Analysis of Environmental Characteristics Influence on Wind Power with Artificial Neural Networks, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Renewable Energy Sources and Clean Technologies, pp. 43-50, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/4.1>
28. Valerian Novac, Eugen Rusu, 2019, Air Emissions from Ships – Western Black Case Study, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Air Pollution and Climate Change, pp. 813-819, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/4.1>
29. Laurentiu Picu, Eugen Rusu, Mihaela Picu, 2019, An Analysis of the Noise in the Engine Room – Case Study a Merchant Ship Navigating on Danube, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Ecology and Environmental Protection, pp. 69-75, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.2>
30. Laurentiu Picu, Mihaela Picu, Eugen Rusu, 2019, Noise Analysis on the Navigation Bridge for a Boat Traveling on the Danube River, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Ecology and Environmental Protection, pp. 571-578, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.2>
31. Laurentiu Picu, Eugen Rusu, Mihaela Picu, 2019, Study of the Vibration Transmitted to the Crew by the Equipment of a River Boat before Repairs, XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Section Ecology and Environmental Protection, pp. 695-700, **SCOPUS** <https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.2>
32. Liliana Rusu, 2020, An assessment of the wave energy in the European seas based on ERA 5 reanalysis dataset, paper accepted at MARTECH 2020 - 5th International Conference on Maritime Technology and Engineering, Lisbon Portugal, 10-13 May, 2020, **WoS** <http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/martech2020/structure.aspx>
33. Liliana Rusu, 2020, Evaluation of the climate change impact on future wave energy resources with a focus on the Black Sea basin, WECANet Assembly Porto, 28-29 November 2019 [https://docs.wixstatic.com/ugd/493ce7\\_4023a11327f2442e9a000d5964cbb3be.pdf?index=true](https://docs.wixstatic.com/ugd/493ce7_4023a11327f2442e9a000d5964cbb3be.pdf?index=true)

### 7.1.5 Prezentări la conferințe naționale (11)

1. Rusu, E., 2018, *An Assessment of the Wind Energy Potential in the Romanian Nearshore*, **PREZENTARE INVITATĂ**, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, [https://www.researchgate.net/publication/325662815\\_An\\_Assessment\\_of\\_the\\_Wind\\_Energy\\_Potential\\_in\\_the\\_Romanian\\_Nearshore](https://www.researchgate.net/publication/325662815_An_Assessment_of_the_Wind_Energy_Potential_in_the_Romanian_Nearshore)
2. Anton, C., Gasparotti, C., Rusu, E., 2018, *Analysis of the Mamaia Bay Shoreline Retreat Using Hard and Soft Protection Works*, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2018>

3. Anton, C., Gasparotti, C., Rusu, E., 2018, *Introducing the Blue Economy Concept in the Romanian Nearshore*, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2018>
4. Picu, L., Rusu, E., 2018, *Multiple Physical Stress Exposures of Sailors on Several Ships. A Longitudinal Study*, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2018>
5. Caranfil, V., Rusu, E., Onea, F., 2018, *Partial Energy Consumption Supplied by Renewable Energy Sources for a Production Hall*, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2018>
6. Picu, L., Rusu, E., 2018, *Single Degree of Freedom Vibrating System and the Prediction of Human Discomfort Due to its Transient Vibrations*, Conference: CSSD2018 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2018, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2018>
7. Rusu, E., 2018, Mediul marin o parte importantă a viitorului nostru, **PREZENTARE INVITATĂ** la Filiala Iași a Academiei Române, 1 Noiembrie 2018. <http://acadiasi.org/mediul-marin-o-parte-importanta-a-viitorului-nostru/>
8. Anton, C., Gasparotti, C., Rusu, E., Alexandru Bănescu, Lucian Puiu Georgescu, Cătălina Iticescua, Eugen Rusu, Use of GIS Technology in Flood Risk Analysis. Case Study Mila 23 Locality from the Danube Delta, OP2.13, Conference: CSSD2019 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2019, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2019>
9. Laurențiu Picu, Eugen Rusu, Non-Linear Characteristics of Transmissibility in the Dynamic Responses of Standing Subjects Exposed to Vertical Whole-Body Vibration, PP1.7, Conference: CSSD2019 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2019, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2019>
10. Valerian Novac, Eugen Rusu, Black Sea Naval Accidents – Intervention Management, PP1.11, Conference: CSSD2019 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2019, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2019>
11. Gheorghe Stăvărache, The Wind Energy Potential in Republic of Moldavia, PP2.16, Conference: CSSD2019 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research, June 2019, Galati, Romania, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/abstracts-2019>

Sinteza rezultatelor diseminării prin publicații științifice pentru fiecare etapă și categorie de publicație este prezentată mai jos în Tabelul 7.1. Trebuie menționat faptul că în table sunt indicate doar lucrările care au fost deja publicate și că mai sunt încă lucrări în pregătire care vor fi publicate sau depuse spre publicare până la sfârșitul proiectului.

**Tabel 7.1** Sinteza rezultatelor diseminării prin publicații științifice

Etapa / Publicații	Etapa I	Etapa II	Etapa III	Total
Reviste cotate WoS	3	5	7	<b>15</b>
Alte reviste internaționale	-	1	3	<b>4</b>
Reviste naționale indexate BDI	3	5	4	<b>12</b>
Conferințe internaționale	3	14	16	<b>33</b>
Conferințe naționale	-	7	4	<b>11</b>
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>75</b>

În cadrul proiectului REMARC au fost deci realizate și publicate până în prezent un număr de 75 de de lucrări științifice. Acestea pot fi structurate după cum urmează: **15 lucrări în reviste cotate WoS, din care 3 situate in zona**



**roșie (Q1) și 7 în zona galbenă (Q2)**, 4 lucrări publicate în reviste internaționale indexate BDI, 12 lucrări publicate în reviste naționale indexate BDI, 33 lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate în volumele acestora (din care 10 indexate WoS și alte 13 indexate SCOPUS) și 11 prezentări la conferințe naționale. Valoarea factorului de impact cumulat obținut prin însumarea factorilor de impact ai jurnalelor în care au fost publicate articole este **IF cumulat = 39.623**. Trebuie menționat că această valoare a fost calculată considerând factorii de impact corespunzător anilor în care au fost publicate articolele (așa cum au fost specificați de altfel și în lista cu lucrările publicate) și că dacă se ia în calcul la toate publicațiile factorul de impact actual, indicatorul **IF cumulat depășește valoarea 45**.

## 7.2 Sprijinirea tinerilor cercetători

Din echipa proiectului fac parte doi doctoranzi, Dragoș Niculescu (care a și finalizat doctoratul) și Cătălin ANTON (care este acum în anul III) și un masterand Gheorghe Stavarache (care a finalizat masteratul și s-a înscris la studii doctorale sub îndrumarea directorului de proiect). De asemenea în cadrul proiectului au fost realizate și publicate un număr important de lucrări științifice (peste 50) în care sunt incluși tineri cercetători (doctoranzi și masteranzi atât membri ai echipei cât și alții care și-au desfășurat activitatea sub îndrumarea unor membri ai echipei proiectului REMARC) în conformitate cu lista lucrărilor științifice publicate, realizate în cadrul proiectului, care este prezentată în acest raport. În afară de acestea, au fost finalizate în perioada raportată sub egida proiectului REMARC și sub coordonarea membrilor echipei de implementare a proiectului o teză de doctorat, 9 lucrări de dizertație de master și o lucrare de licență, care sunt direct relaționate cu tematica proiectului așa cum rezultă din detaliile date mai jos și care au trecut la Acknowledgement proiectul REMARC.

### 7.2.1 Teză de doctorat finalizată și aprobată de CNATDCU

- a. Dragoș NICULESCU, Studii privind evaluarea resurselor de energie regenerabilă în zona litoralului românesc al Mării Negre, (Studies concerning evaluation of the renewable energy resources in the Romanian nearshore) supervisor Profesor Eugen RUSU, Mai 2019, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, (2019)

### 7.2.2 Dizertații de master finalizate

- b. Cristea Adriana (Master MSIM), tema: *"Studii privind dezvoltarea extragerii energiei valurilor, prezent și perspective pentru viitor"*, îndrumător Prof. Dr. Ing. Eugen Rusu (2017);
- c. Pintilie Viorel (Master: Modelare și Simulare în Inginerie Mecanică), tema: *"Instalație de extragere a energiei nepoluante din curenții fluviilor și ai râurilor în vederea folosirii în zonele neracordate la sistemul energetic național"*, îndrumător Prof. Dr. Ing. Eugen RUSU, (2018);
- d. Migireanu Bogdan (Master: Arhitectura Navala - limba engleza), tema: *"Studies on the main economic indicators (LCOE, CAPEX, OPEX) in extracting renewable energy from the marine environment"*, îndrumător Conf. Dr. Habil. Ing. Carmen GASPAROTTI, (2018);
- e. Niță Lucian (Master: Arhitectura Navala - limba engleza), tema: *"Floating devices for wave energy extraction"*, îndrumător Conf. Dr. Habil. Ing. Carmen GASPAROTTI, (2018);
- f. Florea Viorica (Master: Ingineria Materialelor Avansate), tema: *"Analiza comportării la oboseală a unei turbine de val"*, îndrumător Conf. Dr. Ing. Sorin CIORTAN, (2018);
- g. Stăvarache Gheorghe (Master: Ingineria Materialelor Avansate), tema: *"Analiza potentialului energetic marin cu ajutorul rețelelor neurale"*, îndrumător Conf. Dr. Ing. Sorin CIORTAN, (2018);
- h. Păun George Robert (Master Arhitectură Navală în limba Engleză) *"Joint evaluation of the wind energy resources in the Black Sea nearshore and comparison with other European coastal environments"*, îndrumător Conf. Dr. Habil. Ing. Carmen GASPAROTTI, (2018);
- i. ZABUNOV ( MIHAI ) Cristina, ANALIZA VARIAȚIEI VITEZEI VÎNTULUI CU SCOPUL OPTIMIZĂRII SISTEMELOR EOLIENE, (Analysis of wind speed variation for optimizing of the eolian systems), Coordinator Assoc Prof. Sorin Ciortan, Iulie 2019, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, FACULTATEA TRANSFRONTALIERĂ , SPECIALIZAREA INGINERIA MATERIALELOR AVANSATE (2019)

- j. Usturoi Vera, Analiza FMEA pentru o instalatie de energie solara, (FMEA analysis for a PV instalation), Coordinator Assoc Prof. Sorin Ciortan, Iulie 2019, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, FACULTATEA TRANSFRONTALIERĂ , SPECIALIZAREA INGINERIA MATERIALELOR AVANSATE (2019)

### 7.2.3 Dizertație de licență finalizată

- k. Codreanu Andrei Gabriel (Licență IM), tema: "*Studiu privind potențialul energetic eolian in zonele costiere și marine*", îndrumător Prof. Dr. Ing. Eugen Rusu (2017)

## 7.3 Diseminarea prin participarea în comitete științifice la manifestări internaționale de mare prestigiu și prin alte activități naționale și internaționale

Recunoasterea prestigiului internațional al membrilor echipei și diseminarea rezultatelor proiectului REMARC prin participarea în calitate de program chair sau membru technical/organizing/scientific committee la manifestări internaționale de mare prestigiu. Astfel se pot menționa următoarele:

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): Program chair – [3rd International Conference on Advances on Clean Energy Research](#) – ICACER2018 – Barcelona Spain, and [4th International Conference on Advances on Clean Energy Research](#) – ICACER2019 – Coimbra, Portugal, <http://icacer.com/com.html>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): Program chair – [2nd International Conference on Energy Economics and Energy Policy](#), ICEEEP2018, [3rd International Conference on Energy Economics and Energy Policy](#), ICEEEP2019, <http://www.iceep.com/com.html>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): organizing committee member, 2018 International Conference on Clean Energy and Smart Grid ( also CCESG2019 and CCESG2020), <http://www.ccesg.org/>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): 1st and 2nd International Conference on Power and Energy Technology 2018, 2019. <http://www.icpet.org/>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): Membru în Panelul Internațional de evaluare al Centrului de Cercetare MAREI (Center for Marine and Renewable Energy <http://www.marei.ie/>), Irlanda (2017), desemnat de Science Foundation Ireland, <http://www.sfi.ie/>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): technical committee member, International Maritime Association of the Mediterranean, IMAM2017 <http://www.imamhomepage.org/imam2017/structure.aspx>

Prof Eugen RUSU (directorul de proiect): scientific committee member - [2nd International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management \(ISHAD2018\)](#), <http://ishad.info/Content/Pages/Committees.aspx>

Prof Liliana RUSU (membru în echipa de implementare): organizing committee member, 2018 International Conference on Clean Energy and Smart Grid ( also CCESG2019 and CCESG2020), <http://www.ccesg.org/>,

Prof Liliana RUSU (membru în echipa de implementare): scientific advisory board member, [1st Latin American Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems](#), SDEWES2018, <http://www.rio2018.sdewes.org/sab.php>

Prof Liliana RUSU (membru în echipa de implementare): scientific advisory board member, 13<sup>th</sup> SDEWES Palermo, Italy <http://www.palermo2018.sdewes.org/sab.php>

Recunoașterea internațională a directorului de proiect în domeniul vizat de proiectul REMARC, este reflectată și prin faptul că în perioada raportată acesta a avut 5 colaborări în calitate de expert la Comisia Europeană în domeniul Marine Energy (CT-EX2006C098949-108-112). De asemenea, acesta este Editor la two Special Issues ambele în domeniul Marine Energy "Offshore Renewable Energy: Ocean Waves, Tides and Offshore Wind" [www.mdpi.com/journal/energies/special\\_issues/offshore](http://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/offshore) și "Renewable Energy in Marine Environment", [https://www.mdpi.com/journal/energies/special\\_issues/marine](https://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/marine). De asemenea, directorul de proiect a fost numit Editor in Chief, Journal of Marine Science, <http://ojs.bilpublishing.com/index.php/jms>.

Tot la capitolul recunoaștere internațională de cel mai înalt nivel se încadrează și faptul că directorul de proiect (Eugen RUSU) a fost numit expert (revisor) de ONU pentru un capitol relaționat cu energia marină în volumul editat de ONU "Second World Ocean Assessment". Scrisoarea de la ONU este data mai jos:

United Nations  Nations Unies

HEADQUARTERS • SIEGE NEW YORK, NY 10017

TEL.: 1 (212) 963.1234 • FAX: 1 (212) 963.4879

REFERENCE: LOS/RP/2019

23 September 2019

Dear Mr. Eugen Rusu,

By this letter, I would like to thank you for agreeing to serve as a peer-reviewer for the second world ocean assessment, the major outcome of the second cycle of the Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment, including Socioeconomic Aspects (Regular Process).

You have already received from a member of the Group of Experts a communication describing your role as a peer-reviewer and the expectations for peer-reviewers with regards to the peer-review process.

Once you receive a chapter, you will have four weeks to review it and send it back to the secretariat. The secretariat will then share your comments with the writing team for its consideration.

My sincere appreciation once again for the important work that you have agreed to undertake.

Yours sincerely,



Gabriele Goettsche-Wanli  
Director  
Division for Ocean Affairs and the  
Law of the Sea  
Office of Legal Affairs

Mr. Eugen Rusu  
Peer-reviewer  
Second world ocean assessment

Expertiza și rezultatele științifice ale directorului de proiect sunt ilustrate și de faptul ca a realizat peste 100 de revizii la lucrări științifice în perioada raportată pentru jurnale renumite și cu factor mare de impact așa cum rezultă din profilul PUBLONS <https://publons.com/researcher/1170248/eugen-rusu/>. Acesta este inclus în top 1% world reviewer in the field of Engineering <https://publons.com/awards/2018/esi/?name=Eugen%20Rusu&esi=3>.

Tot la capitolul recunoaștere internațională se poate menționa participarea în comisii de doctorat în străinătate pe teme direct relaționate cu proiectul REMARC

- Control of the generated power in OWC-based wave energy generation systems – Implementation to the Mutriku Wave Power Plant, Jon Lekube Garagarza, **Bilbao UNIVERSITY OF THE BASQUE COUNTRY, Spania**;
- Numerical Study of the Far Field Effects of Wave Energy Converters in Short and Long-Crested Waves Utilizing a Coupled Model Suite, Gael VERAO FERNANDEZ, Department of Civil Engineering, University of Ghent;

Nu în ultimul rând, este relevant de precizat și că recunoașterea prestigiului internațional și național al directorului de proiect sunt ilustrate și prin faptul că acesta a devenit în anul 2018 membru corespondent al Academiei Române [http://www.acad.ro/sectii/sectia08\\_tehnica/teh\\_membri.htm](http://www.acad.ro/sectii/sectia08_tehnica/teh_membri.htm) care reprezintă cel mai important forum științific și cultural din România.

A fost organizat de asemenea de către membrii echipei proiectului REMARC workshopul cu tema „*Marine Renewable Energy in the European Coastal Environment, Present & Perspectives*”. Flyerul workshopului este prezentat mai jos.



**REMARC**

**Renewable energy extraction in  
marine environment and its  
coastal impact**

**PN-III-P4-ID-PCE-2016-0017**

We are pleased to invite you to participate to  
our Workshop:

**“MARINE RENEWABLE ENERGY IN THE  
EUROPEAN COASTAL ENVIRONMENT, PRESENT  
AND PERSPECTIVES”**

**June 13, 2019**

**“Dunărea de Jos” University Galați**  
**Faculty of Engineering, P Building, 14 hours  
Room P7**

The REMARC project aims to evaluate the reusable energy potential and efficiency of current extraction technologies in the vicinity of European coastal areas, with particular attention to the Black Sea and the Romanian coastal area. An important goal is to identify the best locations in terms of synergy between wind power and waves, but other energy sources such as currents or osmoenergy will also be considered. By developing detailed energy maps, common to wind and waves, the project will provide a clearer picture of marine energy resources in Europe. Identifying hotspots in terms of reusable energies in the marine environment will be an important objective of the project.

**REMARC WORKSHOP**

**“MARINE RENEWABLE ENERGY IN THE  
EUROPEAN COASTAL ENVIRONMENT, PRESENT  
AND PERSPECTIVES”**

**June 13, 2019**

**Organizing Team**

**Prof. Eugen RUSU – Project Manager**  
**Assoc. Prof. Sorin CIORTAN**  
**Assoc. Prof. Carmen GASPAROTTI**  
**Prof. Liliana Celia RUSU**  
**Assist. Prof. Florin Onea**  
**PHD Student Dragos NICULESCU**  
**PhD Student Catalin ANTON**  
**PhD Student Gheorghe STAVARACHE**

**The Workshop will be hosted by:**

**“Dunărea de Jos” University Galați**  
**Faculty of Engineering**  
**Galați, 111 Domnească Street, P Building**  
**14 hours, Room P7**

**For any other information, please contact:**

[eugen.rusu@ugal.ro](mailto:eugen.rusu@ugal.ro)

<http://www.im.ugal.ro/REMARC/index.php>




La acest workshop, care a avut loc la data de 13 iunie 2019, au participat 24 de persoane și a fost asociat cu a 7 ediție a Conferinței Științifice a Școlilor doctorale de la Universitatea Dunărea de Jos din Galați, <http://www.cssd-udjg.ugal.ro/index.php/news> manifestare științifică de amploare cu peste 300 de participanți.

## 8. Concluzii

În final, se poate aprecia că s-a reușit atingerea integrală a obiectivelor propuse în cadrul proiectului REMARC. Sau evidențiat de asemenea și câteva noi direcții de cercetare, cum ar fi utilizarea rețelelor neuronale în estimarea energiei valurilor sau studiile privind impactul vibrațiilor asupra echipajelor navelor de întreținere asociate cu operațiunile offshore. Cu peste 70 de lucrări publicate, unele în jurnale de mare prestigiu internațional cum ar fi Renewable Energy sau Energy, cu colaborări internaționale de mare prestigiu, cum ar fi cele cu Comisia Europeană sau Națiunile Unite, se poate aprecia cu convingere că rezultatele obținute în cadrul proiectului sunt remarcabile și au o mare vizibilitate internațională.

**Buget total proiect: 787 500 Lei**

**Decembrie 2019**

**Director proiect**

Prof. dr. ing. Eugen Rusu

