

Raport științific

*privind implementarea proiectului****Extragerea energiei refolosibile in mediul marin și impactul ei costier*****- REMARC***în perioada iulie – decembrie 2017*

În prima etapă de implementare a proiectului (E1) desfășurată în perioada menționată, au fost urmărite obiectivele specifice proiectului, după cum urmează:

1. Analiza principalelor baze de date pentru vant și valuri, disponibile pentru zonele costiere continentale europene, incluzând bazinul Mării Negre (Act. 1.1).
2. Realizarea paginii web prin care se vor disemina rezultatele proiectului și care va fi actualizată sistematic (Act. 1.2).
3. Diseminarea rezultatelor prin publicarea de lucrări științifice, participarea la diverse manifestări științifice și în comitete științifice de prestigiu.

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

#### **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:

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

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:

$$U_z = U_{zref} \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_{ref}/z_0)} \quad (2)$$

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  $2 \times 10^{-4}$  m.

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

$$P_w = \frac{\rho \times g^2}{64 \times \pi} \times T_e \times H_s^2 \quad (3)$$

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 evidenta 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 (Saral, 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 îmbunătățește 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.

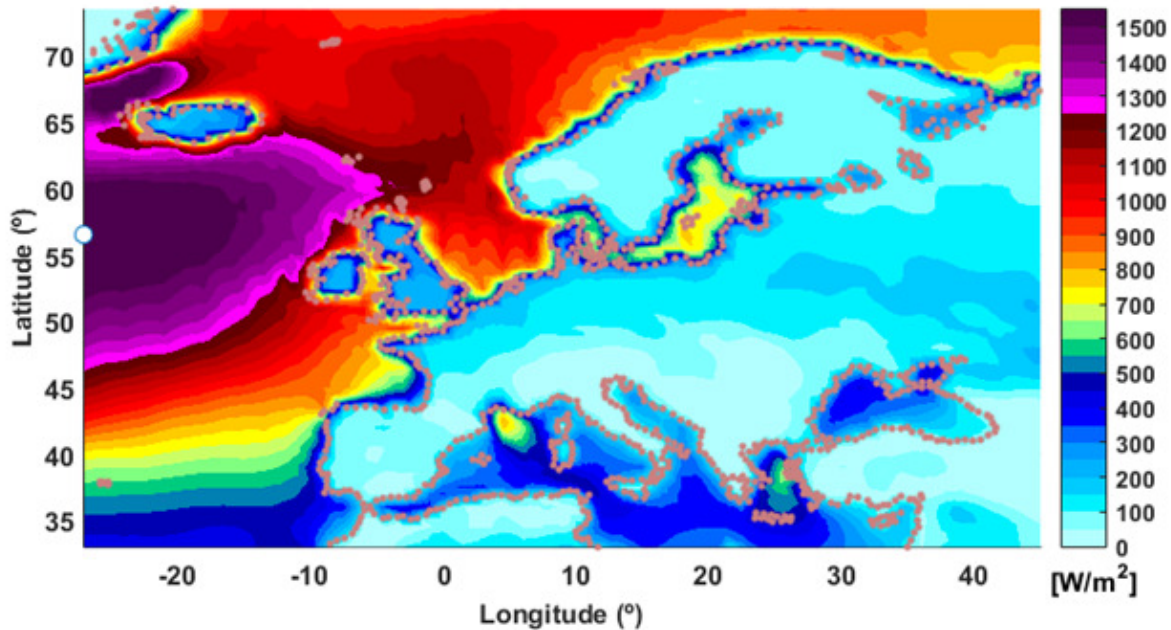
## **1.2 Realizarea hărților energetice de vânt și de val, identificarea zonelor cu potențial sporit și evidențierea sinergiei dintre cele două resurse**

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, unde sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_{wind}$  corespunzător a 38 de ani de date de la ECMWF (1979-2016). Figura 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.

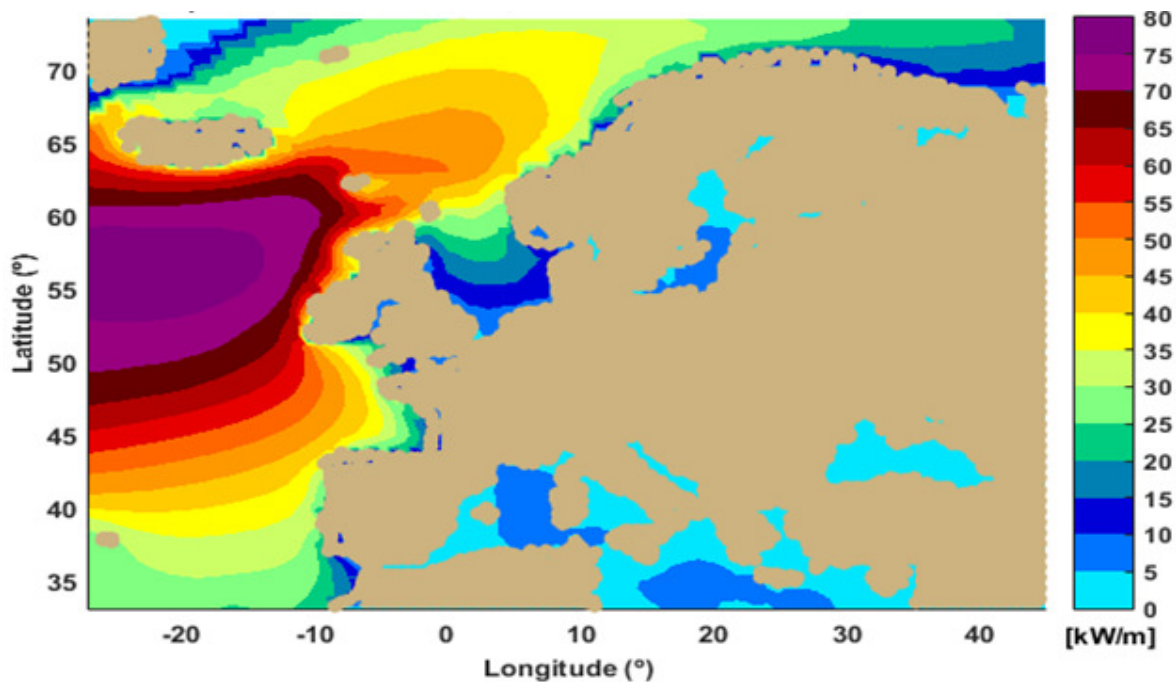
Pornind de la hărțile energetice spațiale prezentate în Figurile 1 și 2, analiza a fost continuată și focalizată pe anumite zone costiere luate separat, unde s-au realizat studii privind sinergia dintre puterea vântului și a valurilor. Astfel, ca un exemplu Figura 3 prezintă diagramele direcționale de 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 vitează a vântului și vectorul de undă (înălțimea semnificativă asociată cu direcția valurilor).

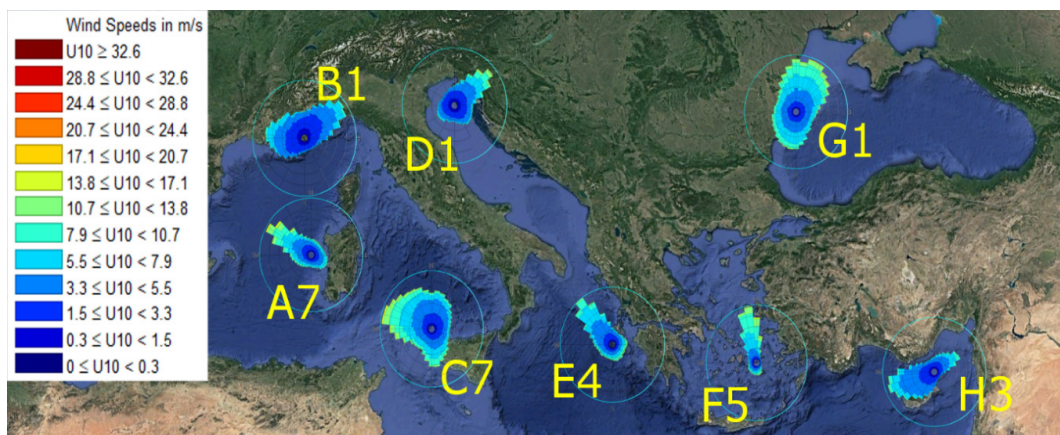
Având în vedere rolul vital pe care l-ar putea avea acest tip de resurse în zonele insulare, una din ariile țintă considerată a fost zona insulelor grecești. În acest sens, Figura 4 ilustrează pozițiile geografice a 26 de puncte de referință considerate în zona insulelor grecești: (A) Marea Ionica, (B) Marea Egee, (C) Marea Cretei (D) Marea Levantină și (E) Marea Libiei.



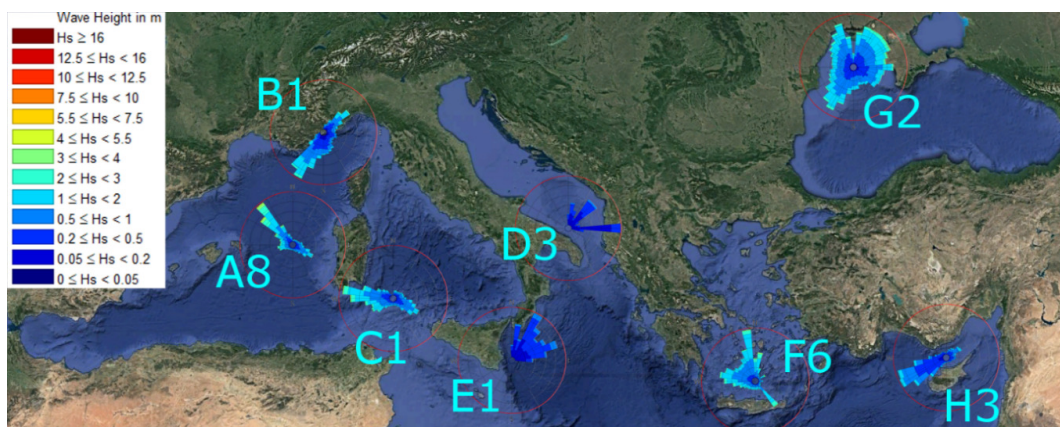
**Figura 1.** Harta energetică a condițiilor de vânt în Europa, incluzând zonele continentală, maritimă și oceanică. Sunt reprezentate valorile medii ale parametrului  $P_{wind}$  corespunzător a 38 de ani de date (1979-2016) de la ECMWF ( $P_{windmax}=1663W/m^2$ ).



**Figura 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)



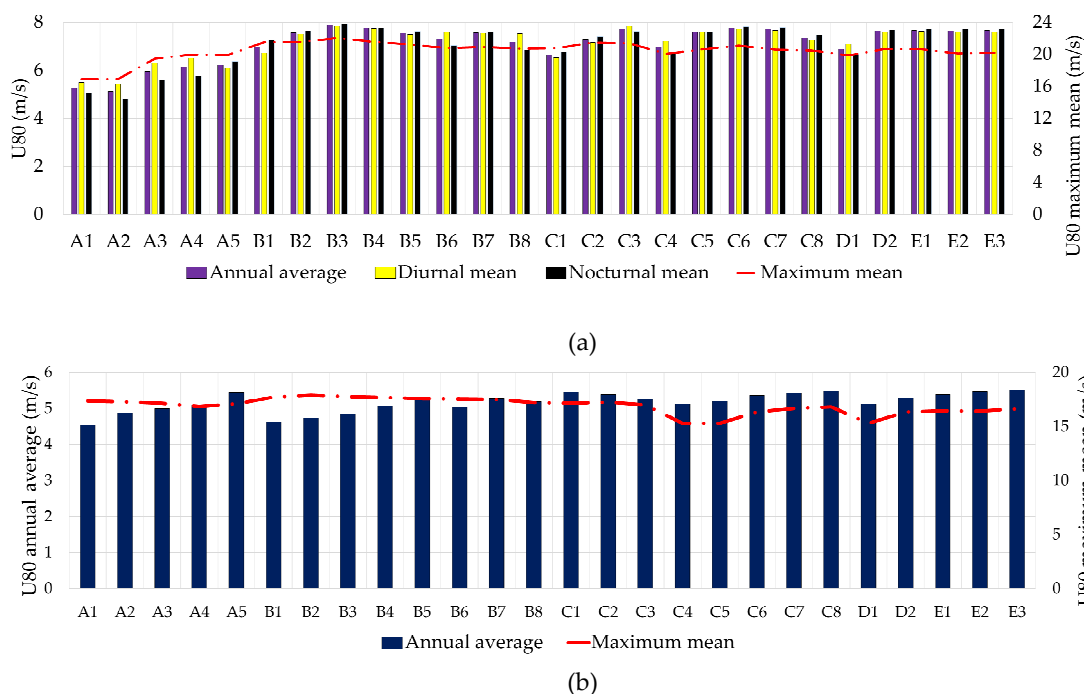
(b)

**Figura 3.** Diagrame direcționale de tip roză pentru parametrii viteza vântului și înălțimea semnificativă (și direcția valurilor) în zone din mărele Mediterană și Neagră. a) Vectorul viteza a vântului; b) Vectorul de undă (înălțimea semnificativă asociată cu direcția valurilor).

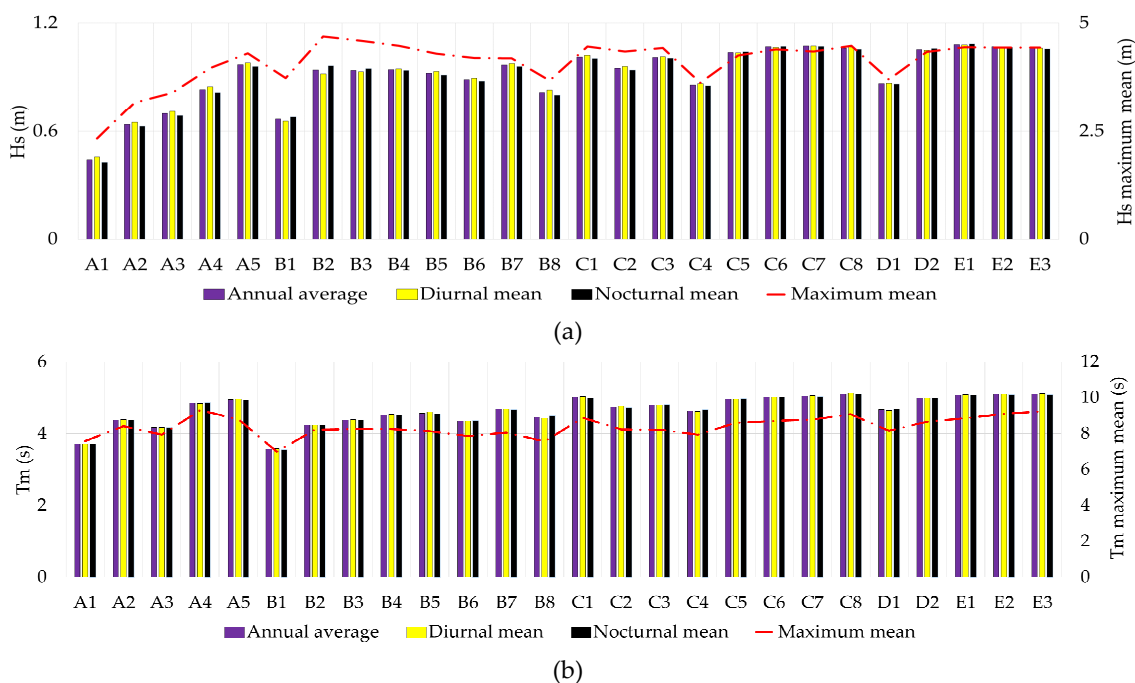


**Figura 4.** Pozițiile geografice ale celor 26 de punctelor de referință considerate în zona insulelor grecești: (A) Marea Ionica, (B) Marea Egee, (C) Marea Cretei (D) Marea Levantină și (E) Marea Libiei. Figură procesată de pe Google Earth (2017).

Întrucât unul din obiectivele cercetării era compararea a diverse surse de date, în Figura 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 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 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).



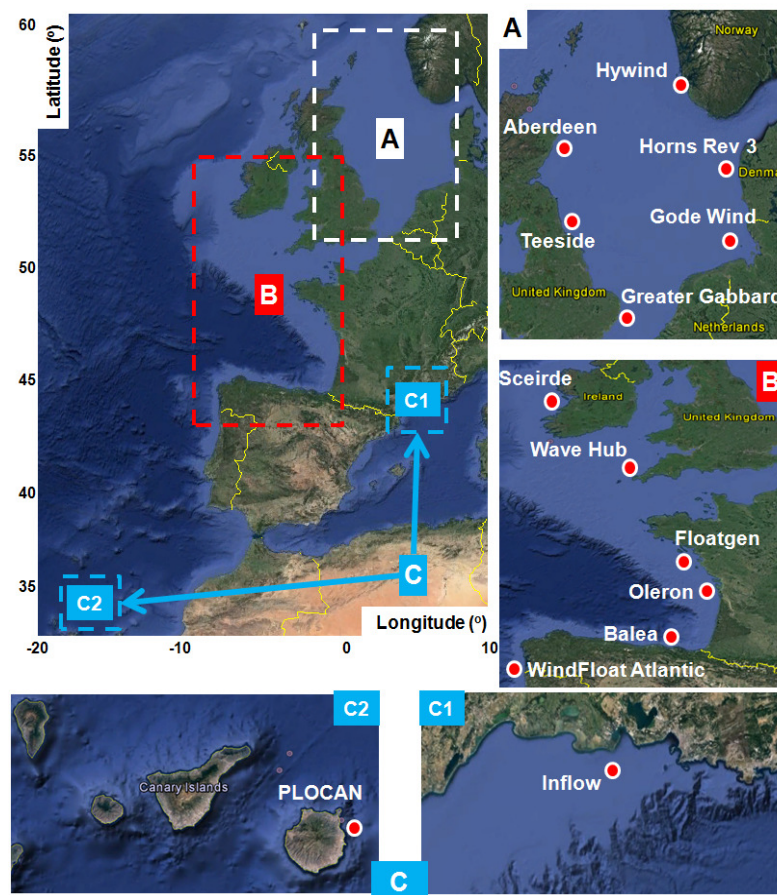
**Figura 6.** Valorile mediate ale parametrilor de val în cele 26 de puncte de referință, calculați considerând datele ECMWF (2005-2015). a) înălțimea semnificativă a valului; b) perioada medie.

### 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.

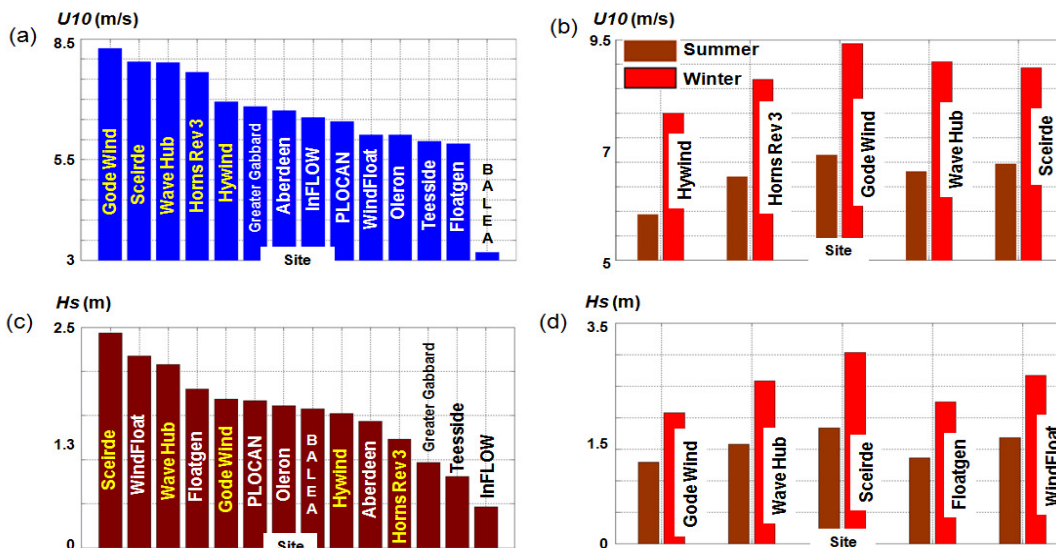
În legătură cu acest indicator (LCOE), trebuie menționat faptul că extragerea energiei vântului în zonele marine *‘offshore wind’* a avut în ultimii 2-3 ani o dinamica cu adevărat spectaculoasă. Sa ajuns astfel în numai câțiva ani la înjumătățirea valorii LCOE, de la valori de peste 120 Euro/MWh la aproximativ 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 7 ilustrează câteva locații care au fost considerate în cadrul studiilor efectuate în această fază.



**Figura 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).

Considerând datele de vânt și val de la ECMWF, corespunzând intervalului de timp de 10 ani 2005-2014, Figura 8 prezintă valorile medii ale parametrilor considerați în cadrul analizei ( $U10$  și  $Hs$ ). Valorile acestor parametri indică faptul că zonele unde deja operează ferme de vânt sunt în marea lor majoritate adecvate și extragerii energiei valurilor. 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.



**Figura 8.** Valorile medii ale parametrilor considerați în cadrul analizei ( $U10$  și  $Hs$ ): a) și c)  $U10$  și respectiv  $Hs$  corespunzând intervalului total de timp de 10 ani 2005-2014; b) și d)  $U10$  și  $Hs$  pentru vară și respectiv iarna.

#### 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 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 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.

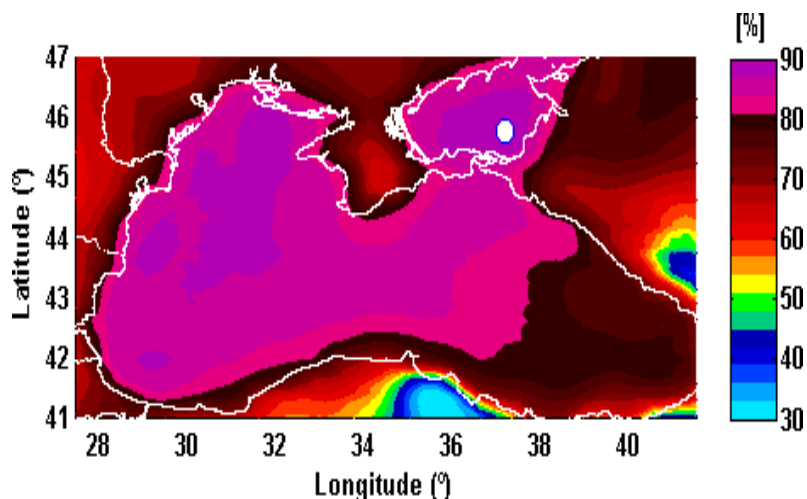


Figura 9. Procentul vitezelor vântului la 80m în intervalul de operabilitate a turbinelor de vânt [3m -25] m/s.

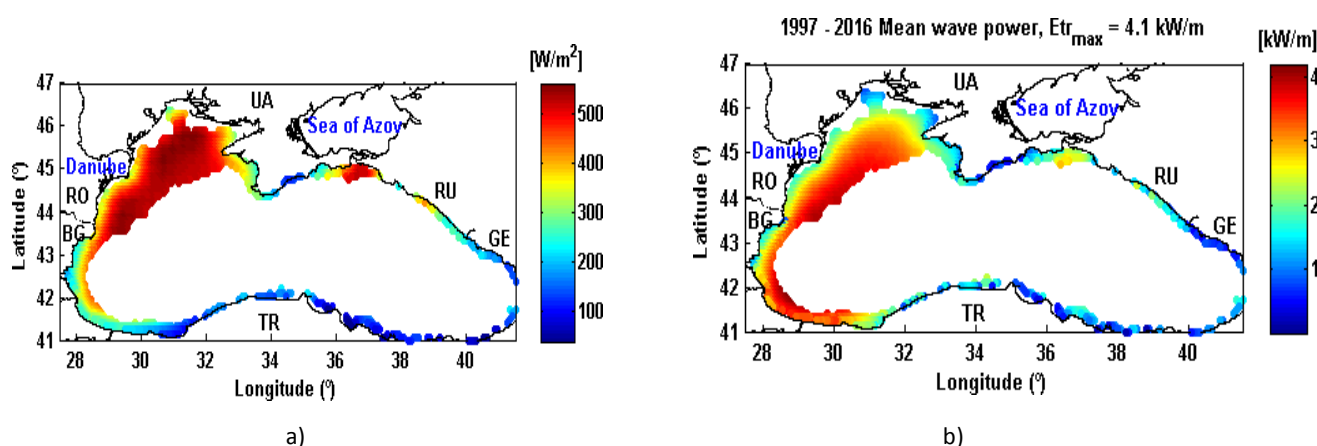


Figura 10. a) Puterea medie a vântului la 80m ( $P_{wind,max}=561 \text{ W/m}^2$ ); a) Puterea medie a valurilor ( $P_{w,max}=4.1 \text{ W/m}^2$ )

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 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)

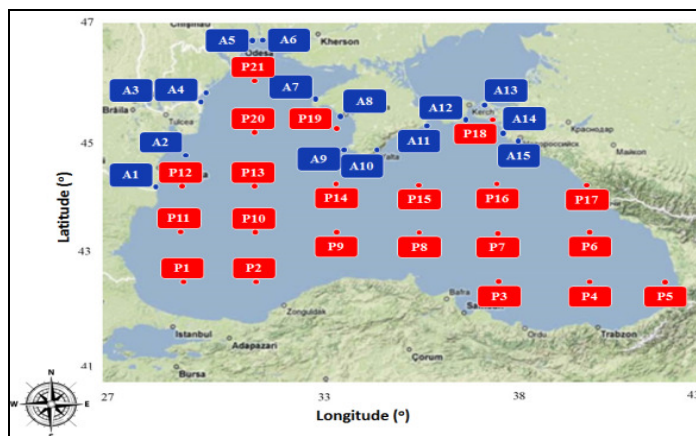


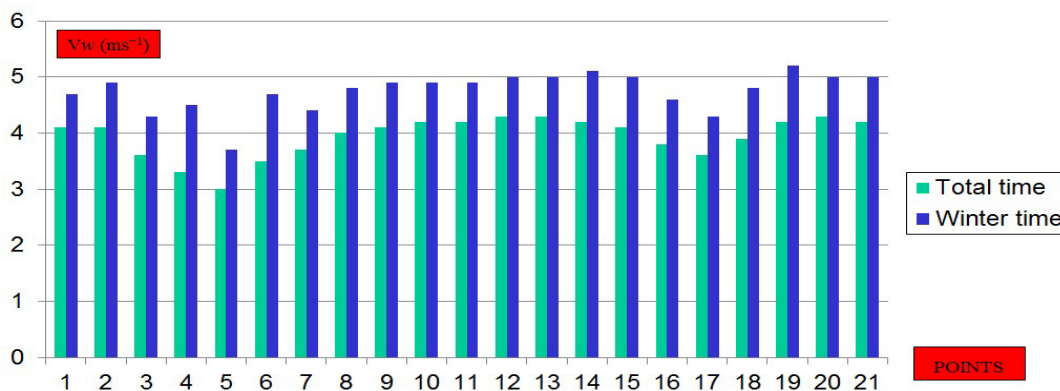
Figura 11. Locațiile punctelor de referință. Cu A sunt notate punctele corespunzătoare stațiilor meteorologice (11 puncte) iar cu P locațiile punctelor considerate pt analiza datelor de satelit (21 de puncte)



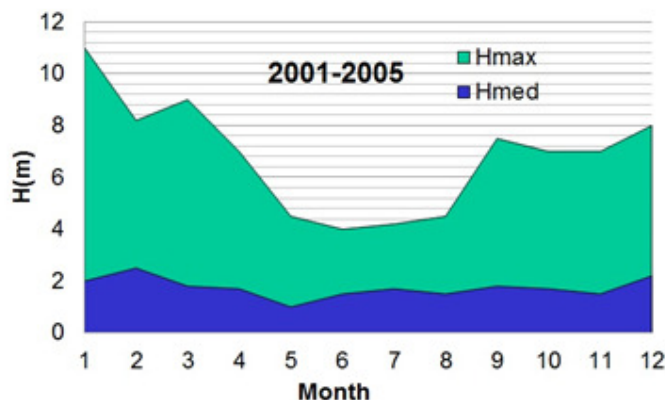
Această analiză a fost focalizată pe datele de vânt. Astfel, Tabelul 1 prezintă rezultatele statistice privind viteza vântului (punctele A), pentru intervalul de timp 1994-2009 iar Figura 12a ilustrează valorile mediane ale vitezei vântului în punctele P (21 de puncte) în conformitate cu datele de satelit pentru intervalul de timp 2006-2011. 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 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 valorilor 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 re folosibile din zonele marine.

**Tabelul 1.** Date statistice privind viteza vântului (punctele A), intervalul de timp 1994-2009

Station number	Peri-oada	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



**Figura 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 12b.** Mediile lunare ale parametrului  $H_s$  (medii și maxime) în conformitate cu măsurătorile realizate la platforma Gloria pentru intervalul de timp 2001-2005.

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. 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. 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>

## 3. Diseminarea rezultatelor

### 3.1 Diseminarea prin publicații științifice

#### - Publicatii in reviste cotate ISI (3)

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; **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, **IF=1.789**, <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/6/1025>

#### -Lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate in volumele acestora (3)

4. 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.imahomepage.org/imam2017/> (ISI – indexed)

5. 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 - [Poster](#)
6. 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.

#### **- Lucrări publicate în jurnale naționale indexate BDI (3)**

7. 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>
8. 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>
9. 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>

La acestea se adaugă 3 lucrări acceptate la conferințe internaționale de mare prestigiu care vor avea loc în anul 2018

10. Rusu, E., Onea, F., 2017, The Synergy Between Wave and Wind Energy along the Latin American and the European Continental Coasts, SDEWES2018, LA.SDEWES2018-0013, <http://www.rio2018.sdewes.org/programme.php>
11. Rusu, L., 2017, The Wave and Wind Power Potential in the Western Black Sea, SDEWES2018, LA.SDEWES2018-0014, <http://www.rio2018.sdewes.org/programme.php>
12. Rusu, E., Onea, F., 2017, Evaluation of the shoreline effect of the marine energy farms in different coastal environments, ICACER2018, <http://icacer.com/>

Se mai poate menționa și faptul că alte 4 lucrări se află în diverse stadii de evaluare la jurnale internaționale.

### **3.2 Diseminarea prin participarea în comitete științifice la manifestări internaționale de mare prestigiu**

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, <http://icacer.com/com.html>

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

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): organizing committee member, [2nd Edition of Global Summit on Renewable Energy & Emerging Technologies](#) (2018), <https://renewableenergy.euroscicon.com/organizing-committee>

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 Eugen RUSU (directorul de proiect): organizing committee member, [2018 International Conference on Clean Energy and Smart Grid \(CCESG2018\)](#), <http://www.ccesg.org/>

Prof Liliana RUSU (membru în echipa de implementare): organizing committee member, [2018 International Conference on Clean Energy and Smart Grid \(CCESG2018\)](#), <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>

### **3.3 Sprijinirea tinerilor cercetători**

În cadrul proiectului au fost realizate și publicate mai multe lucrări științifice în care sunt incluși tineri cercetători (doctoranzi și masteranzi) în conformitate cu lista care este prezentată în acest raport. În afară de acestea, au fost deja finalizate sub egida proiectului REMARC și sub coordonarea directorului de proiect o lucrare de dizertație de master și una de licență și care sunt direct relaționate cu tematica proiectului așa cum rezultă din detaliile date mai jos.

#### ***Dizertație de master finalizată***

Cristea Adriana (Master MSIM), tema: "*Studii privind dezvoltarea extragerii energiei valurilor, prezent și perspective pentru viitor*", îndrumător Prof. Dr. Ing. Eugen Rusu

#### ***Dizertație de licență finalizată***

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

### **4. Concluzii**

În final se poate aprecia că s-a reușit atingerea integrală a obiectivelor propuse pentru această etapă (Act. 1.1 și Act. 1.2), multe dintre obiective au fost de fapt și depășite. Există deci toate premisele pentru ca proiectul REMARC să se desfășoare în continuare în condiții foarte bune și să se producă rezultate de valoare și cu o mare vizibilitate internațională.

**Buget (2017) 229.620,00 lei**

**Director proiect**

Prof. dr. ing. Eugen Rusu