

## Raport științific

privind implementarea proiectului

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

#### - REMARC

în perioada ianuarie – decembrie 2018

În cea de-a doua etapă de implementare a proiectului (E2) desfășurată în perioada menționată, au fost urmărite obiectivele specifice proiectului, după cum urmează:

1. Implementarea și validarea unor sisteme de modelare a valurilor cu mai multe nivele, bazate pe modelul spectral în medie de fază SWAN, care vor fi focalizate pe zonele costiere europene cu potențialul cel mai mare din punct de vedere al energiei valurilor (Act. 2.1).
2. Realizarea de analize pe termen lung ale condițiilor de val (și vânt) în ariile costiere considerate (Act. 2.2).
3. Actualizarea paginii web prin care se disemnează rezultatele proiectului.
4. Diseminarea rezultatelor prin publicarea de lucrări științifice, participarea la diverse manifestări științifice și în comitete științifice de prestigiu.

### 2.1 Implementarea și validarea unor sisteme de modelare a valurilor cu mai multe nivele, bazate pe modelul spectral în medie de fază SWAN, care vor fi focalizate pe zonele costiere europene cu potențialul cel mai mare din punct de vedere al energiei valurilor

#### 2.1.1 Modelarea numerică a propagării energiei valurilor în 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 1 și 2.

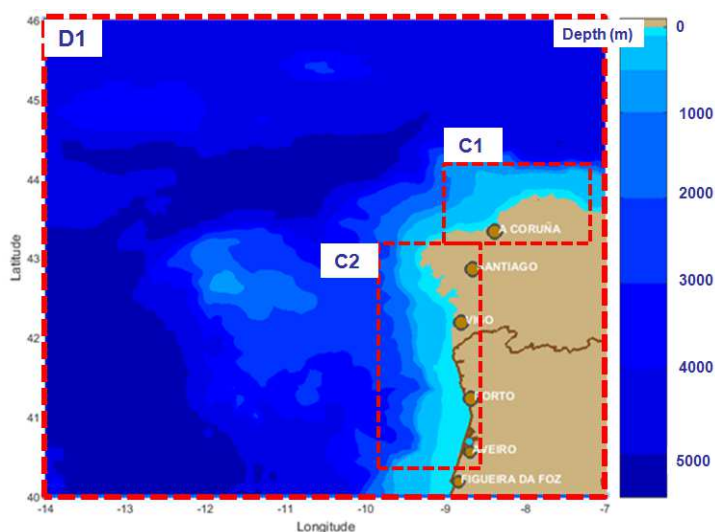


Figura 1. Domeniul de nord (D1) și domeniile costiere corespunzătoare (C1 și C2).

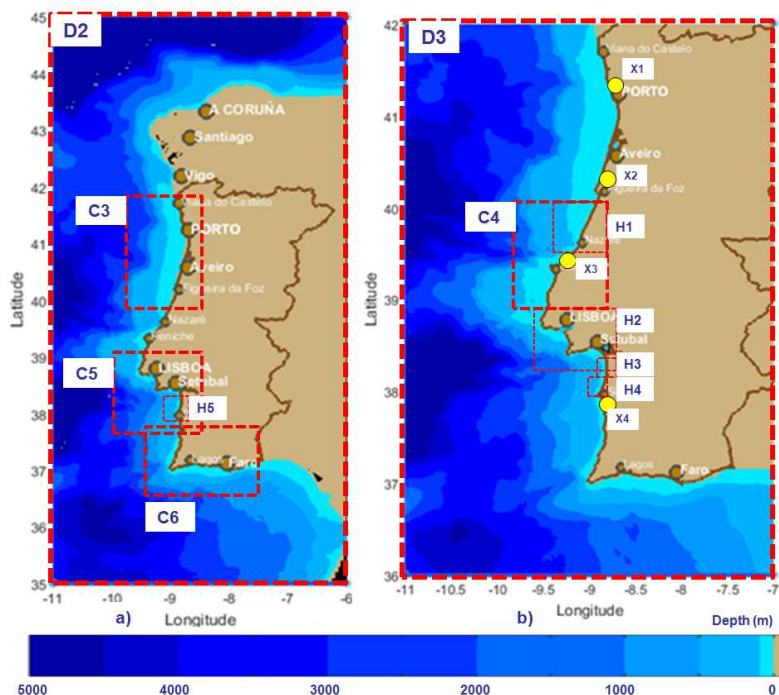


Figura 2. Domeniile Iberic (a) și Portughez (b) și focalizarea sistemului către arile costiere.

Câteva exemple semnificative care ilustrează tendințele de propagare a energiei valurilor în domeniile de calcul considerate sunt prezentate în Figurile 3-9.

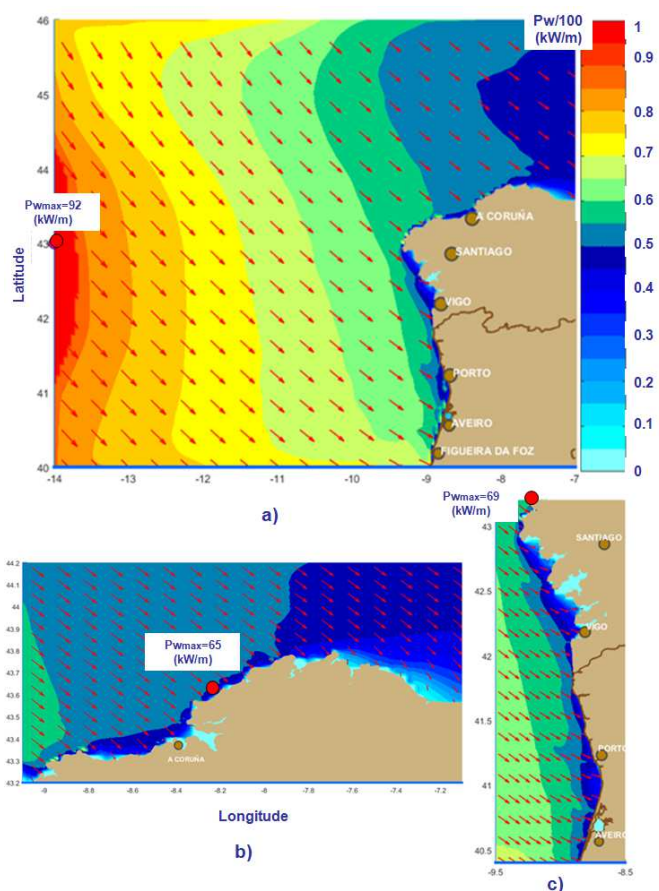
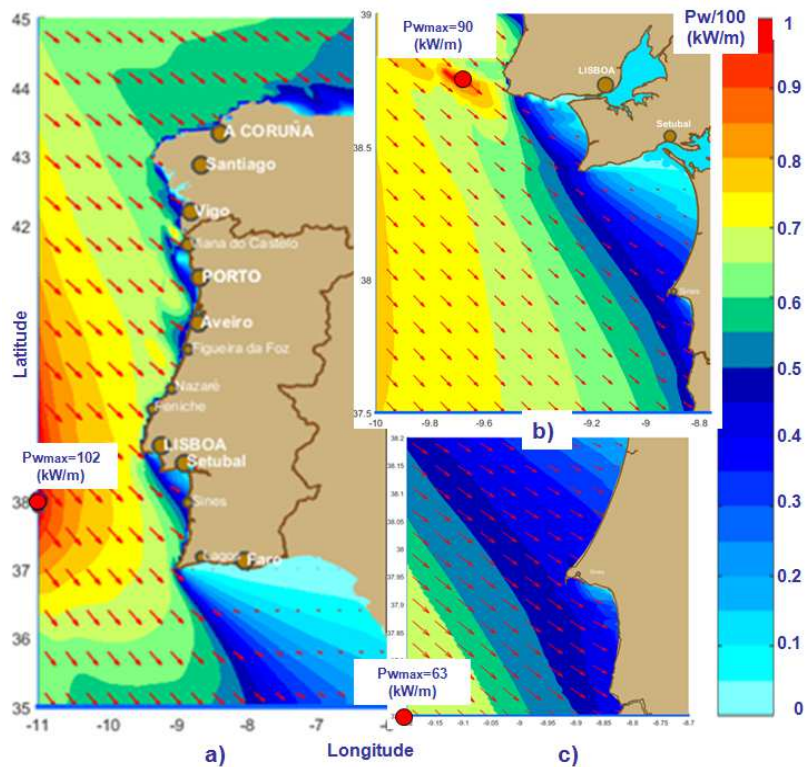
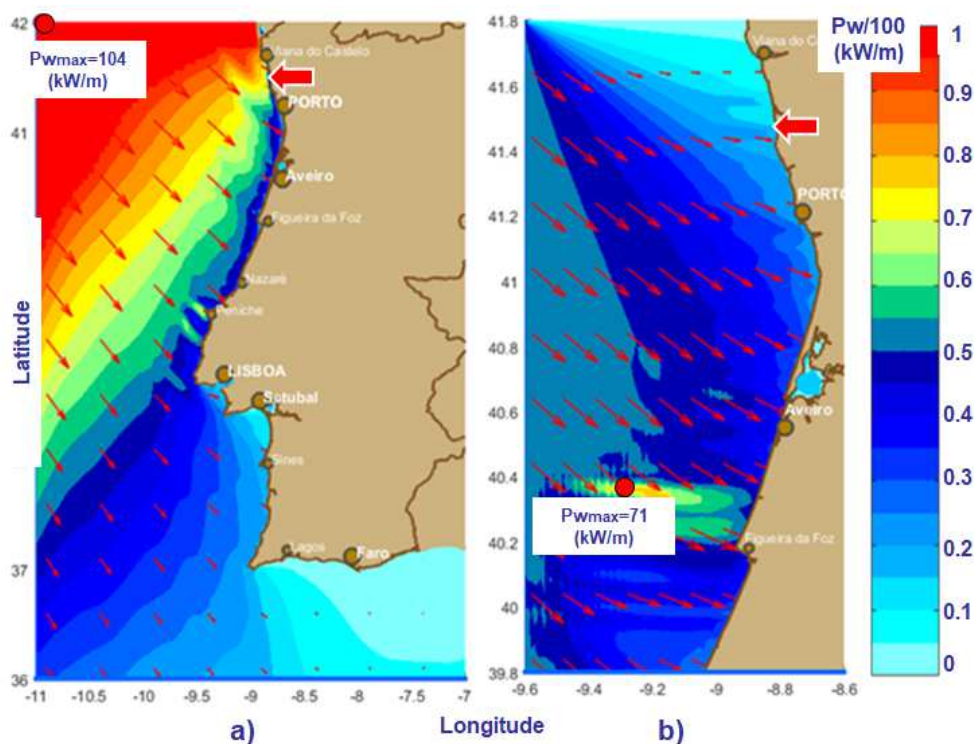


Figure 3. Puterea de val normalizată și vectorii de transport de energie asociați pentru o situație medie de iarnă, propagare caracteristică zonei Iberice (a) Domeniul sub oceanic de nord (D1); (b) Domeniul costier (C1); (c) Domeniul costier (C2). Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 22.10.2016.

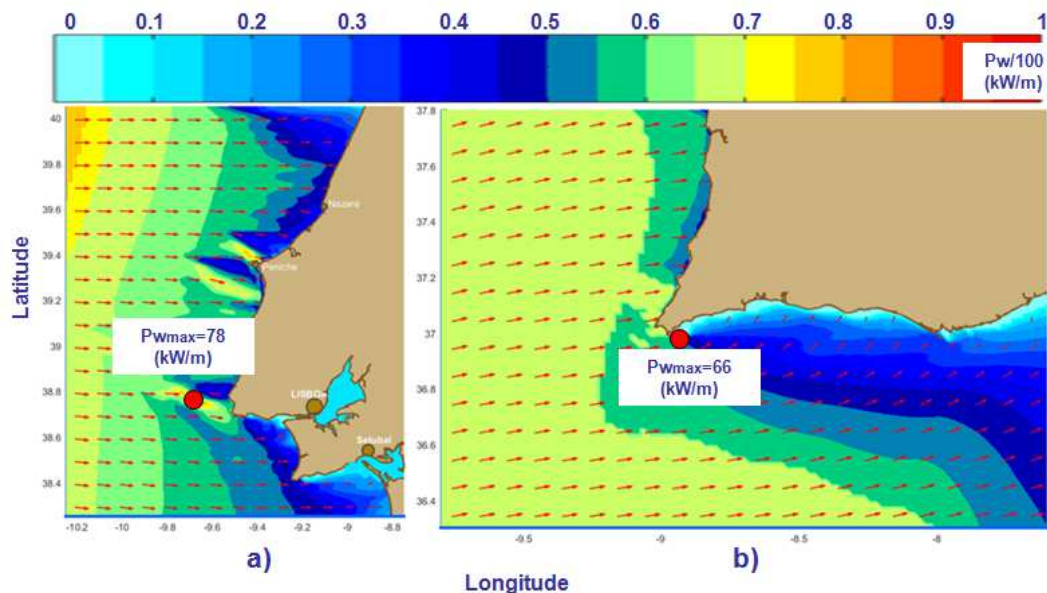


**Figura 4.** Propagarea energiei valurilor către portul Portughez Sines (a) Domeniu Iberic (D2); (b) Domeniul costier (C5); (c) Aria de înaltă rezoluție din apropierea portului Sines. Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 10.03.2017.

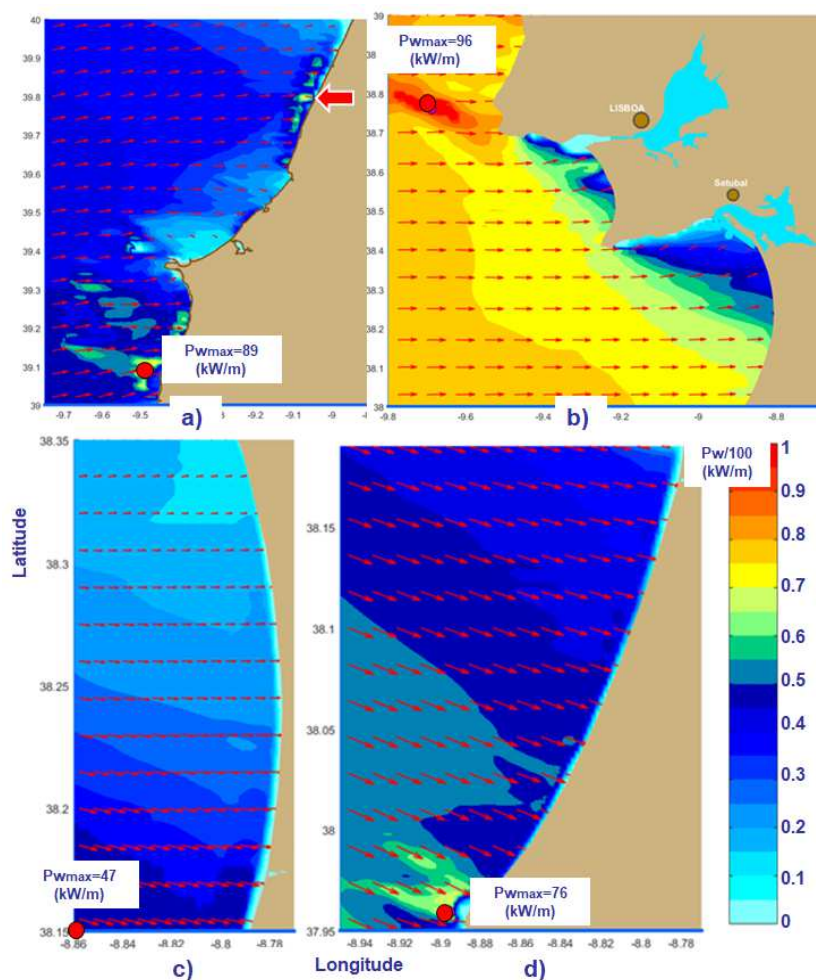


**Figura 5.** Propagarea energiei valurilor în zona continentală Portugheză (a) Domeniul Portughez (D3), simulare corespunzătoare secvenței temporale 18.11.2017; (b) Domeniul costier (C3), simulare corespunzătoare secvenței temporale 02.12.2017. Cu săgeată roșie este indicată locația uneia din cele două zone pilot Portugheze pentru testarea extragerii energiei valurilor.

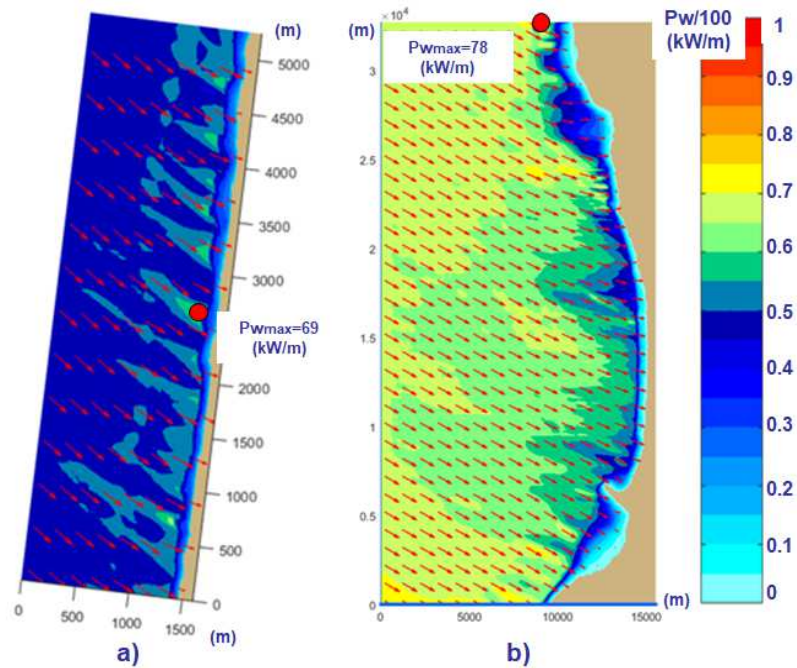




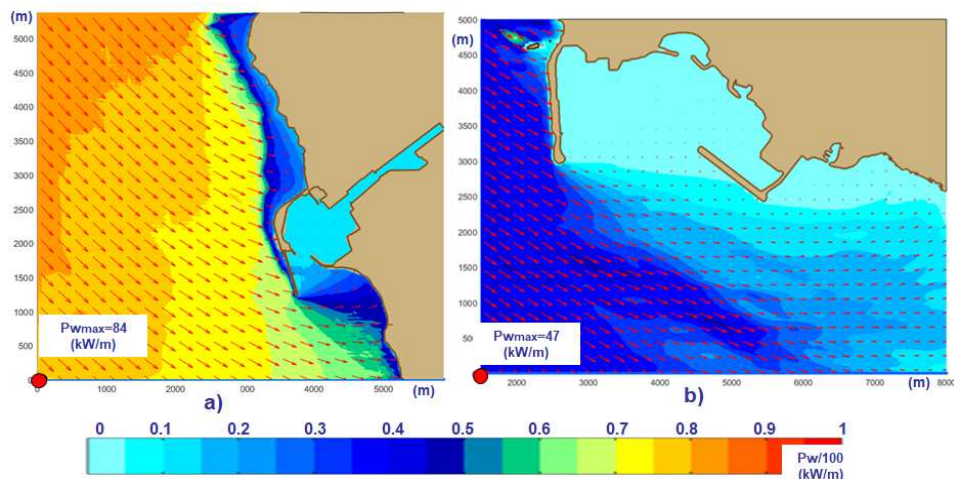
**Figura 6.** Propagarea energiei valurilor în ariile central și sudică de-a lungul coastei Portugheze. Rezultate corespunzătoare condițiilor reale din 14.10.2017 (a) Rezultate pentru aria centrală (C4), (b) Rezultate pentru aria sudică (C6).



**Figura 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 secvențelor 19.11.2017.



**Figura 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 9.** Propagarea energiei valurilor în domeniile de calcul carteziene definite în apropierea porturilor Portugeze (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 [1] din lista de publicații prezentată, lucrare publicată în jurnalul *Energies*.

Procesul de modelare a fost continuat și în Marea Mediterană. Astfel, Figura 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 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.

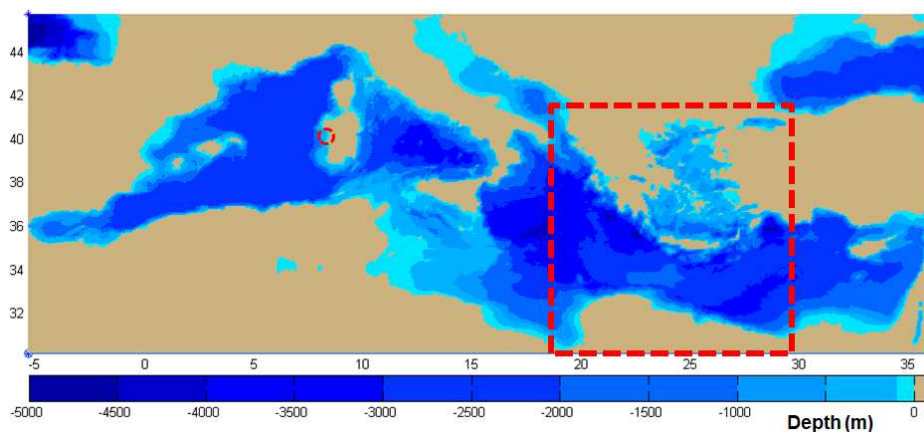


Figura 10. Harta batimetrică a Mării mediterane și două dintre domeniile de calcul implementate

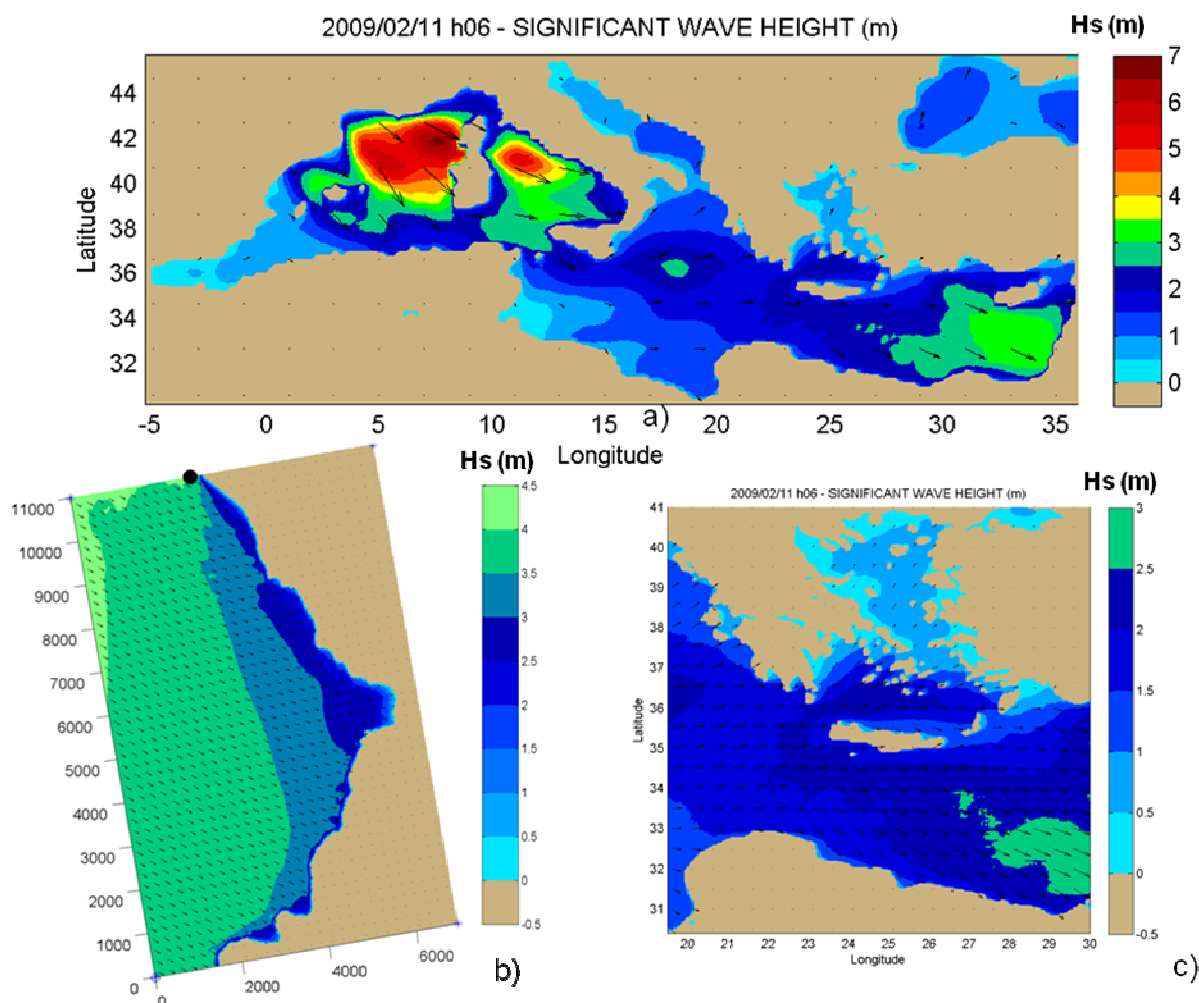


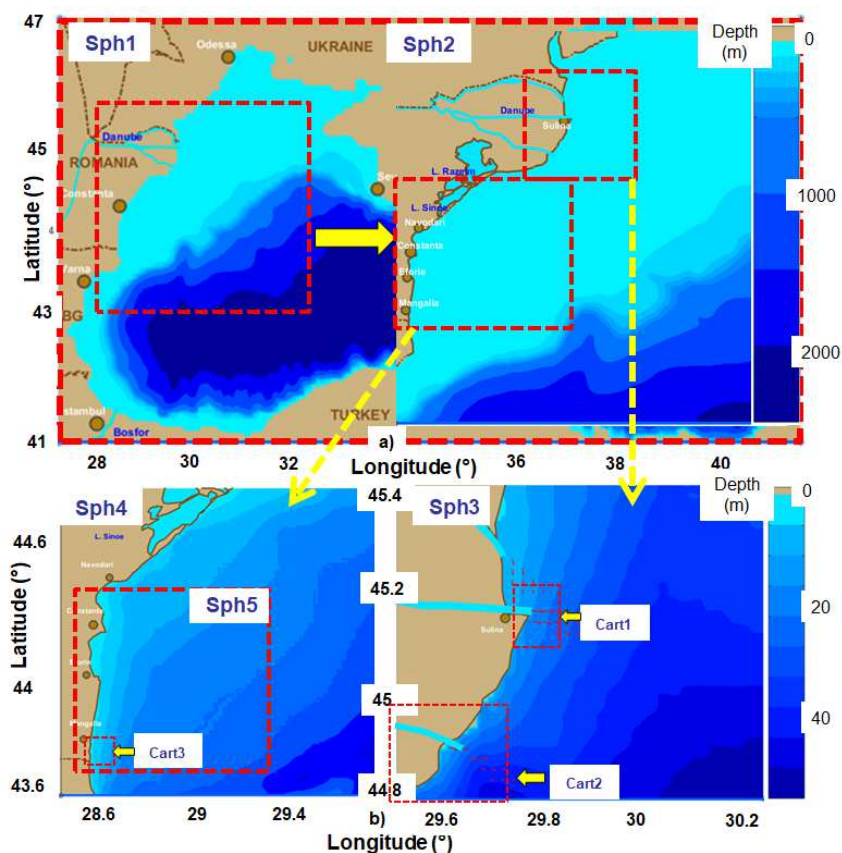
Figura 11. Propagarea valurilor în Marea Mediterană a) Nivelul întregului bazin; b) domeniul de înaltă rezoluție, Porto Ferro, Sardinia; c) Domeniu regional centrat pe zona Greciei.

### 2.1.2 Propagarea energiei valurilor în vestul Mării Negre

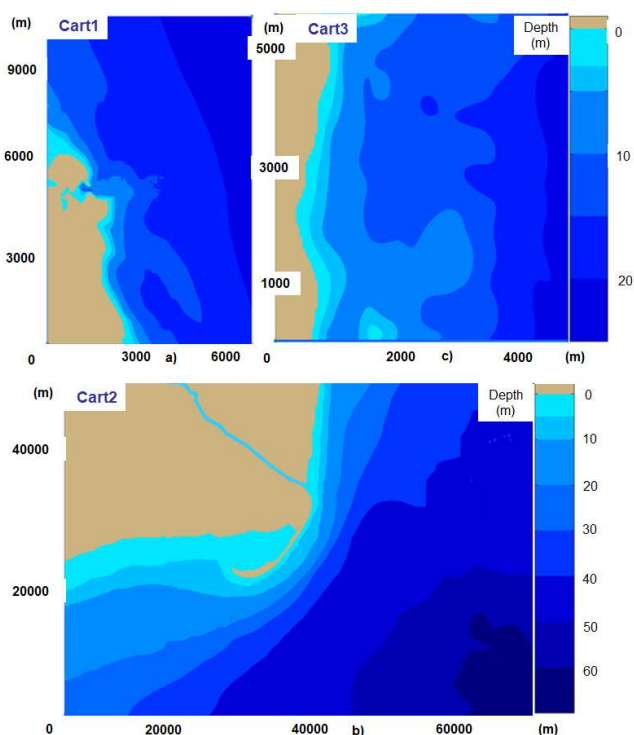
Cele mai importante caracteristici privind propagarea energiei valurilor în bazinul Mării Negre și mai ales în zona de vest au fost de asemenea evidențiate în această fază a proiectului REMARC. Accentul a fost pus pe partea de vest a bazinului Mării Negre care este cea mai energetică zonă. Evaluările 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 geographic 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 12 și 13, în care sunt prezentate hațile batimetrice.

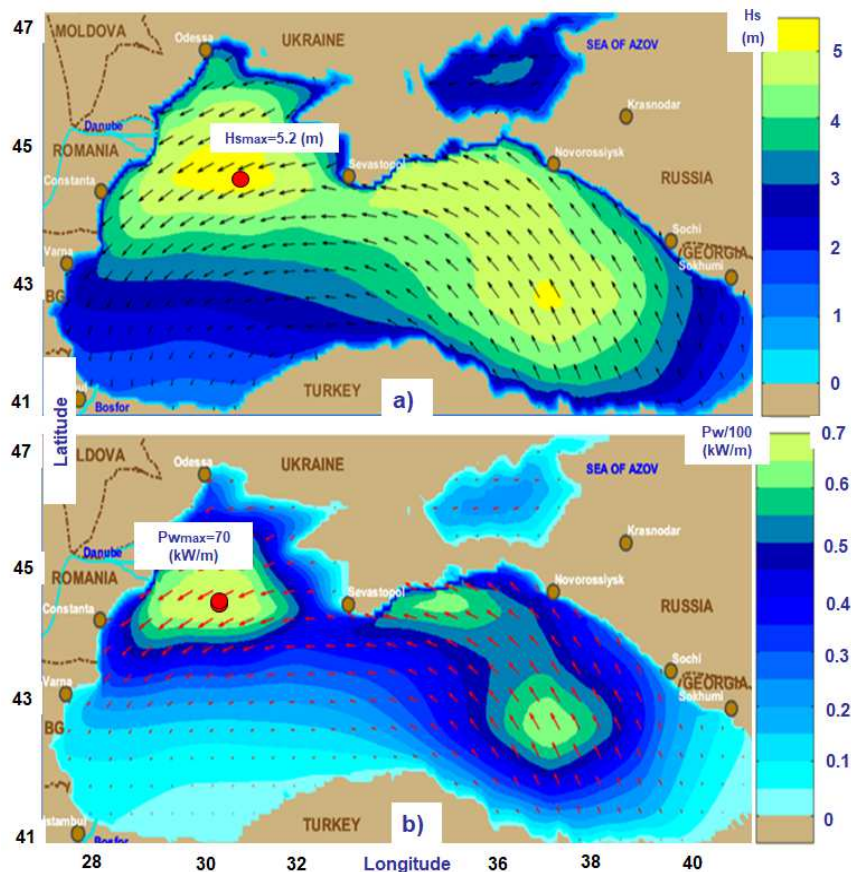


**Figura 12.** Domeniile de calcul definite în coordonate sferice: a) Sph1 – bazinul Mării Negre și Sph2 (partea dreaptă) – zona regional vestică; b) Sph3 – aria costieră de la gurile Dunării (partea dreapta); Sph4 și Sph5 (partea stângă) – zonele sudice RO1 și RO2. Pozițiile celor trei domenii carteziene sunt de asemenea indicate.

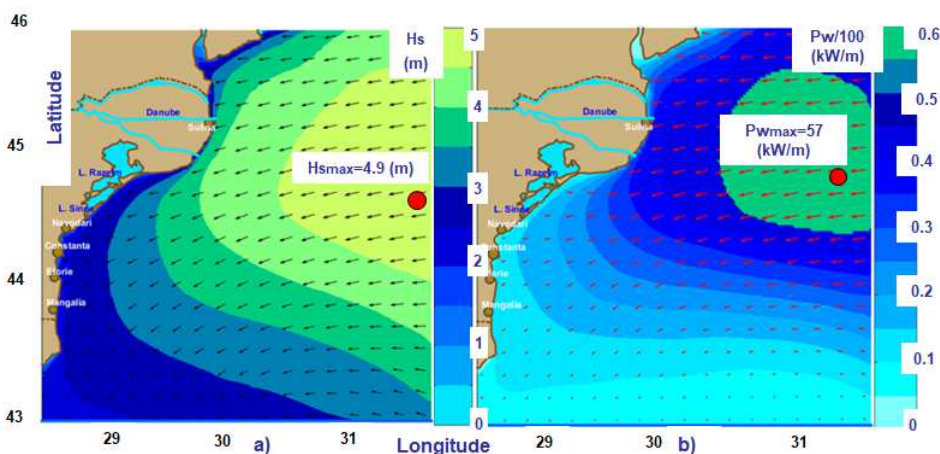


**Figura 13.** Domeniile de calcul definite în sistemul cartezian: a) Cart1 – zona costieră din fața brațului Sulina; b) Cart2 – Peninsula Sacalin și brațul Sfântul Gheorghe al Dunării; c) zona costieră din apropierea orașului Mangalia.

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 mica 6 kW/m. O atenție specială a fost acordată condițiilor energetice înalte de iarnă (dar nu de furtună). Din această perspectivă, Figurile 14-19 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.

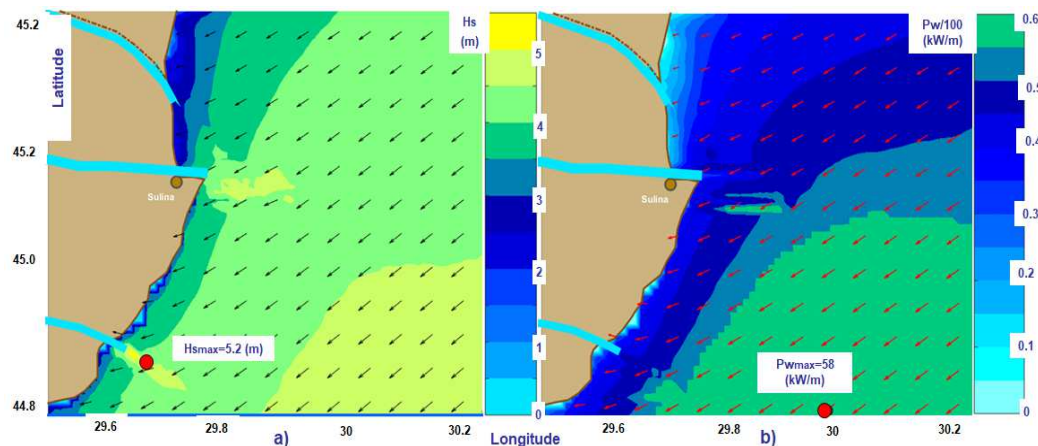


**Figura 14.** Situație înalt energetică în Marea Neagră (domeniul Sph1), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/01/08. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei. Valorile maxime pentru înălțimea semnificativă și puterea valurilor sunt de asemenea indicate.

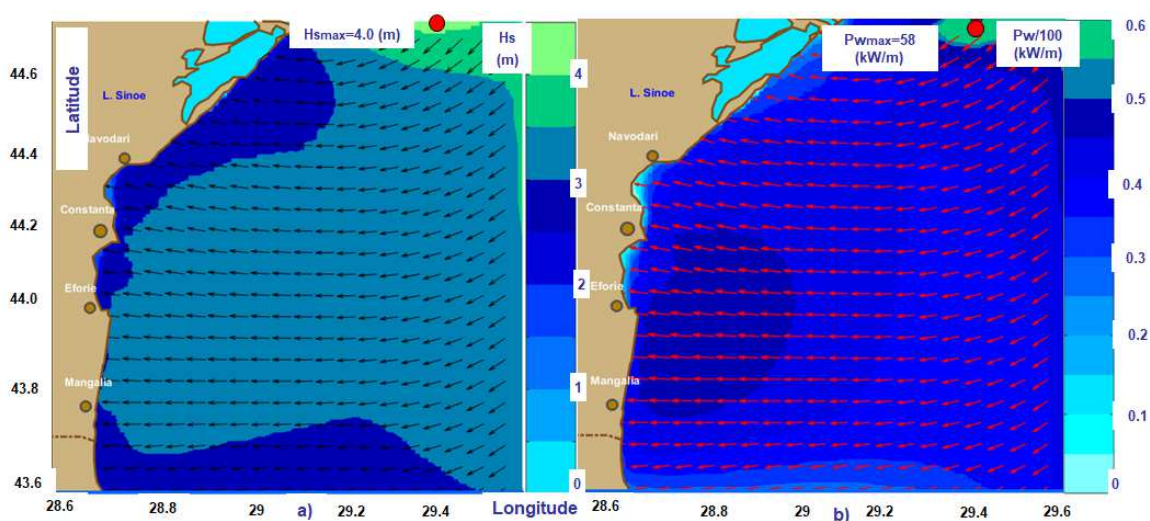


**Figura 15.** Situație înalt energetică în zona de vest a Mării Neagră (domeniul Sph2), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/02/04. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei.

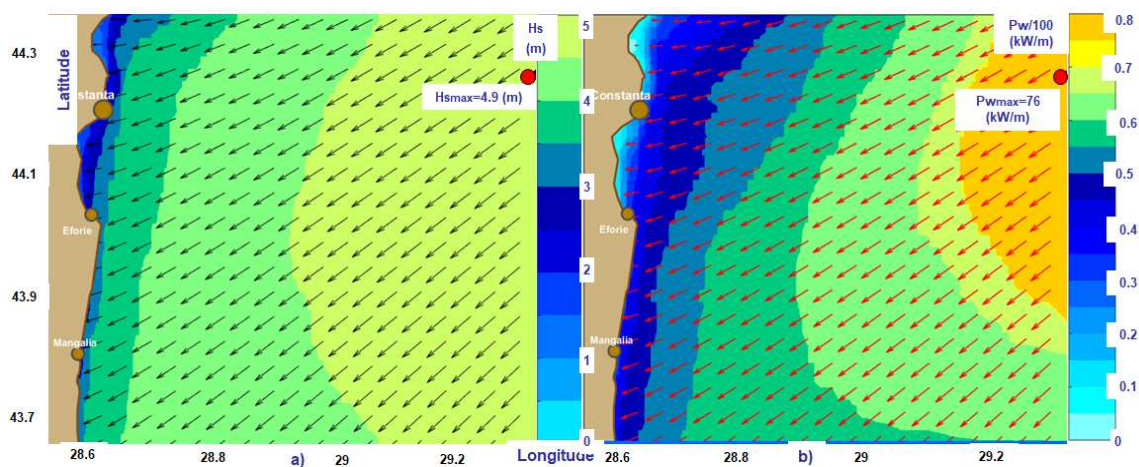




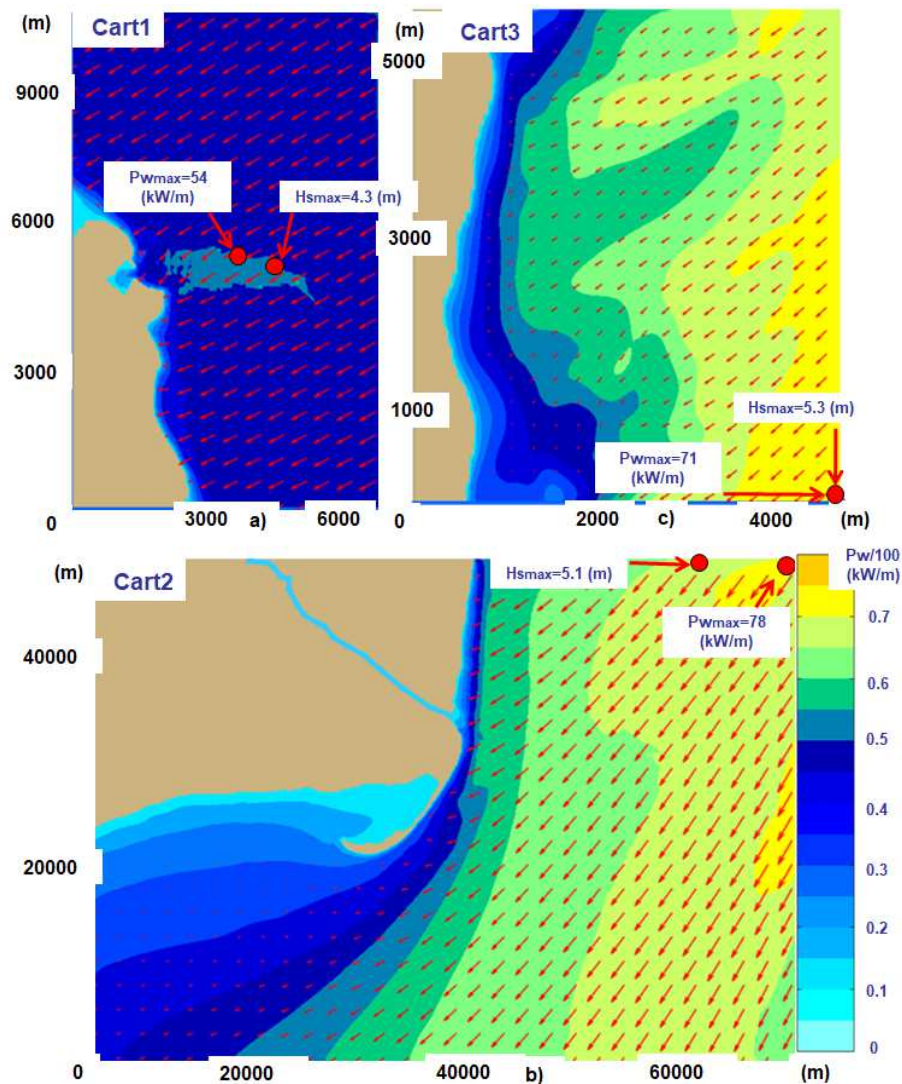
**Figura 16.** Situație înalt energetică în zona de la gurile Dunării (domeniul Sph3), rezultate corespunzătoare secvenței de timp 2017/03/22. a) Câmpuri scalare de înălțime semnificativă și vectorii de undă; b) Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei. Valorile maxime pentru înălțimea semnificativă și puterea valurilor sunt de asemenea indicate.



**Figura 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 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 19.** Câmpuri scalare de putere a valurilor și vectorii de transport a energiei în domeniile carteziene 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 [2] din lista de publicații prezentată, lucrare publicată în jurnalul Applied Science.

### 2.1.3 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 elaborate 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 20 sunt prezentate ca exemplu arhitecturile ANN pentru doi ani diferiți.

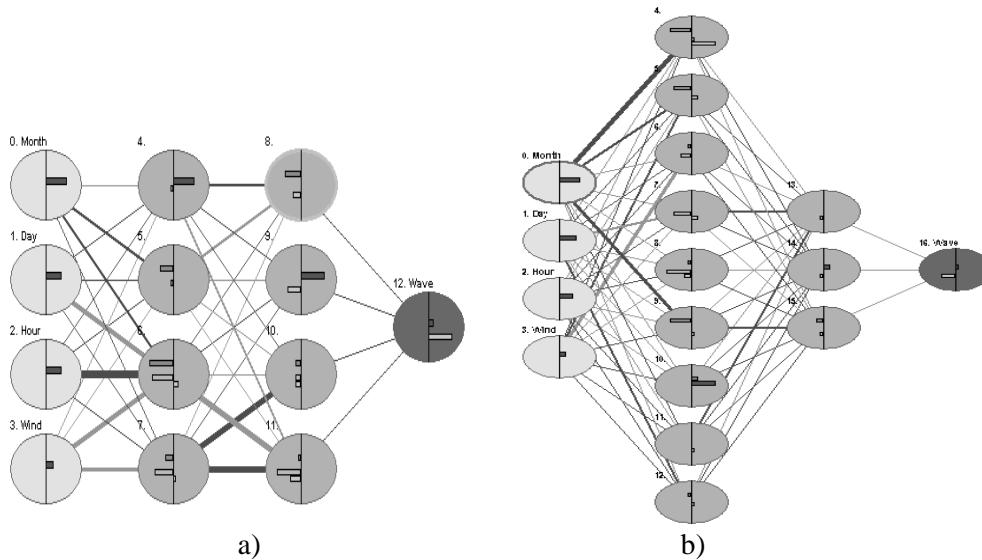


Figura 20. Arhitecturi ANN a) anul 1999; b) anul 2006

Mai multe detalii privind aplicarea rețelelor neuronale la estimarea energiei valurilor în zonele costiere sunt furnizate în lucrarea numărul [10] din lista de publicații. Această lucrare 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 21. Extensii ale metodei pentru a considera problema unor ansambluri de dispozitive WEC în regiuni cu batimetrie variabilă sunt de asemenea prezentate și discutate.

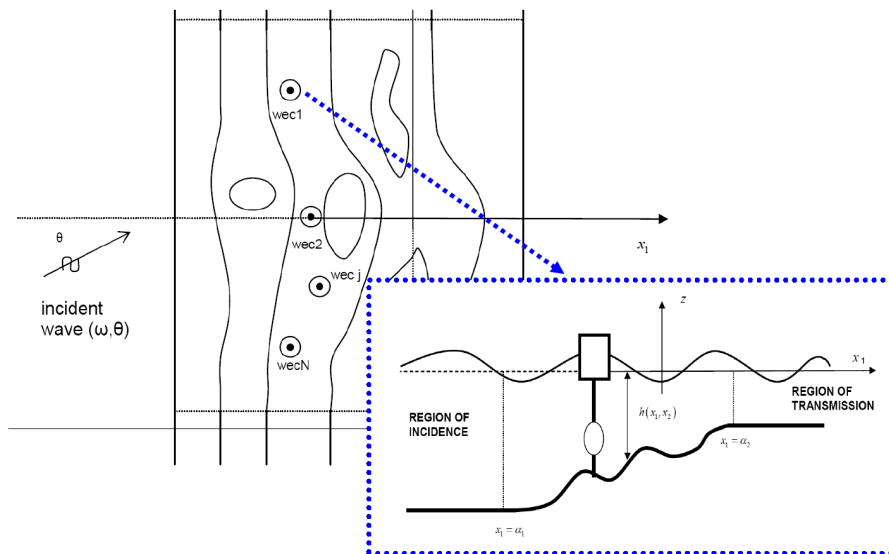


Figura 21. Ansamblu de dispozitive WEC în regiuni cu batimetrie variabilă.



Mai multe detalii privind caracteristicile propagării energiei valurilor în zonele cu batimetrie variabilă pot fi găsite în lucrarea [3] din lista de publicații prezentată, lucrare publicată în jurnalul *Energies*.

## 2.2 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 22). Figura 23 prezintă puterea vântului și valului corespunzând intervalului de 17 ani considerat, rezultate structurate în timp total și timp de iarnă.

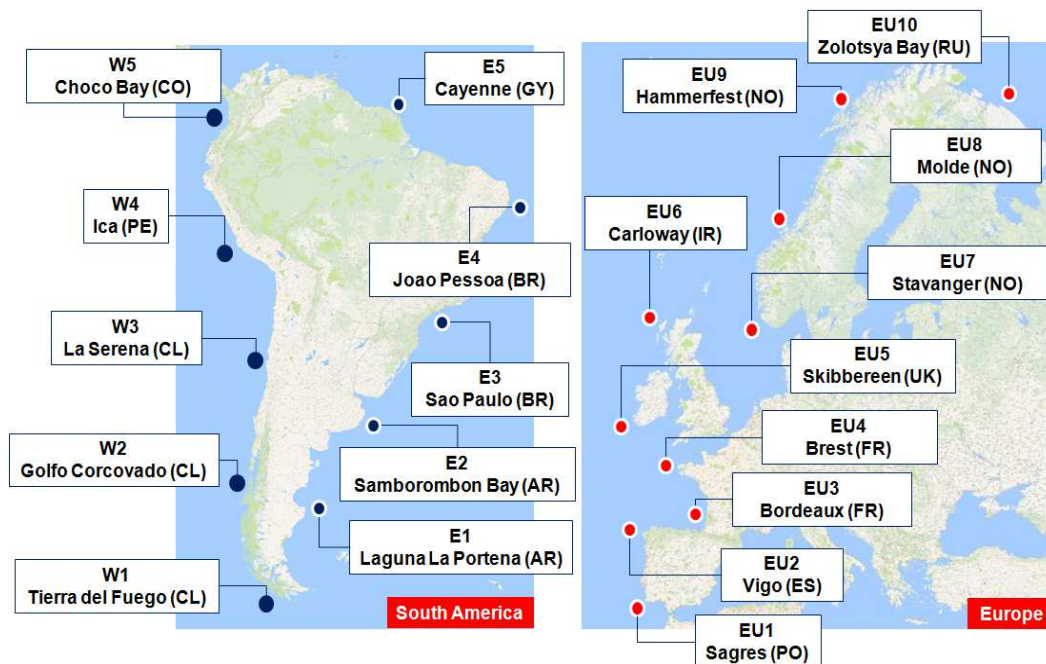


Figura 22. Hărțile Americii de Sud și Europei, incluzând pozițiile punctelor de referință considerate.

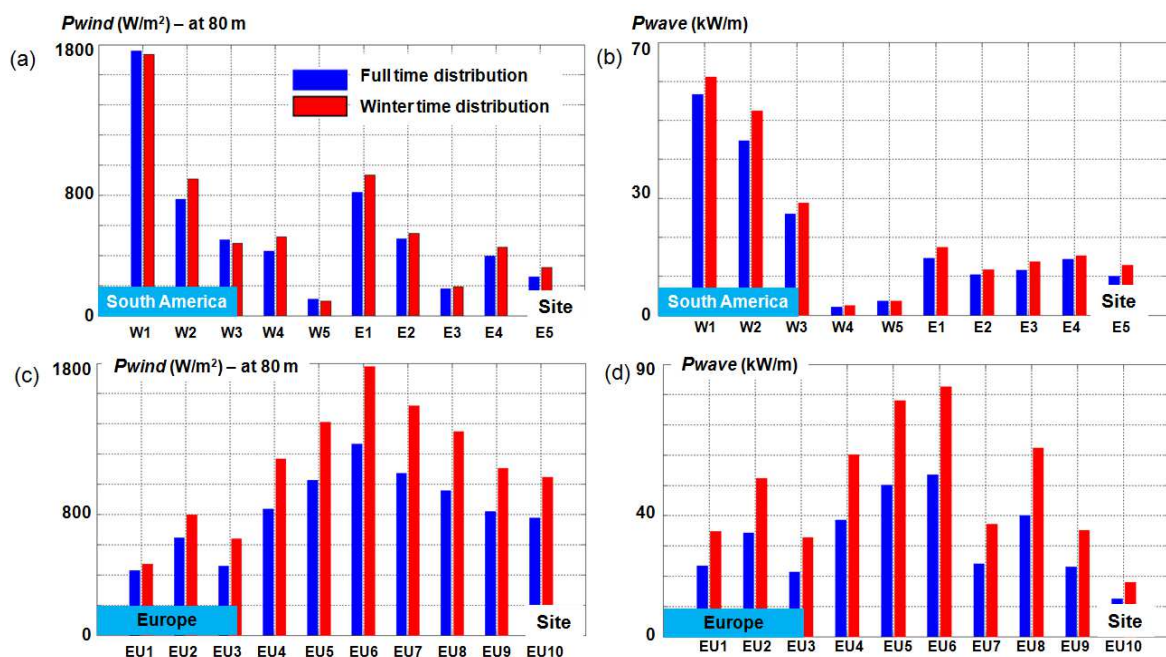


Figura 23. Puterea vântului și a valurilor corespunzând perioadei de 17 ani considerată (2000-2016), rezultate structurate pe timp total și timp de iarnă: a) America de Sud – puterea vântului; b) America de Sud – puterea valurilor; c) Europa- puterea vântului; d) Europa- puterea valurilor.

Mai multe detalii privind sinergia dintre puterea vântului și valurilor în zonele costiere ale celor două continente sunt furnizate în lucrarea numărul [7] din lista de publicații. Această lucrare 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 24 (care prezintă rozele de vânt) și în Figura 25 (care prezintă variațiile lunare ale principalilor parametri de val).

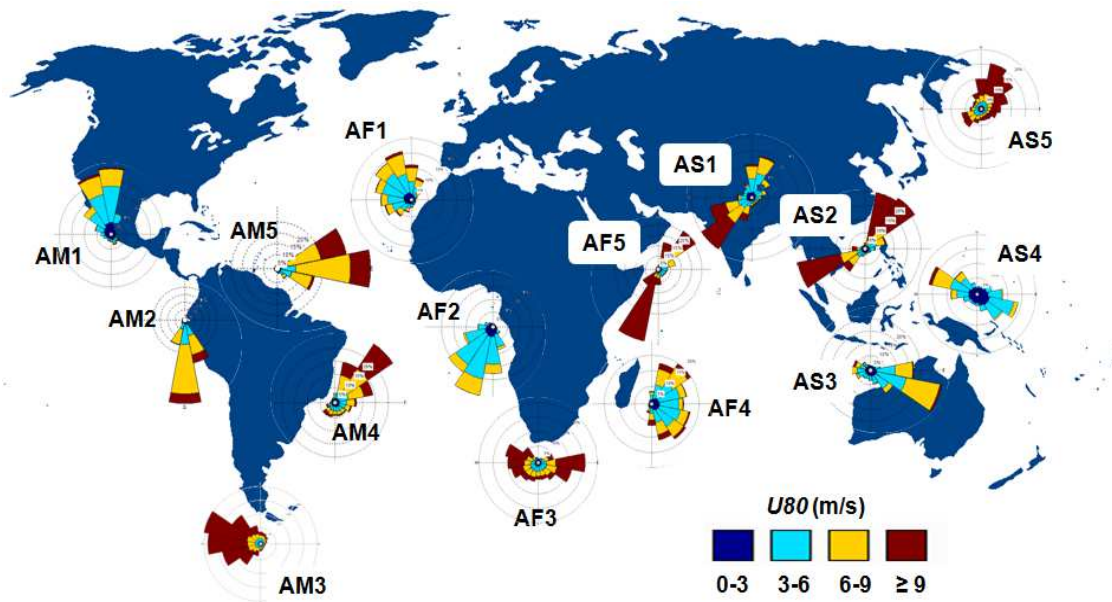


Figura 24. Rozele de vânt pentru perioada de 16 ani (2001–2016), rezultate în urma procesării datelor ECMWF de vânt.

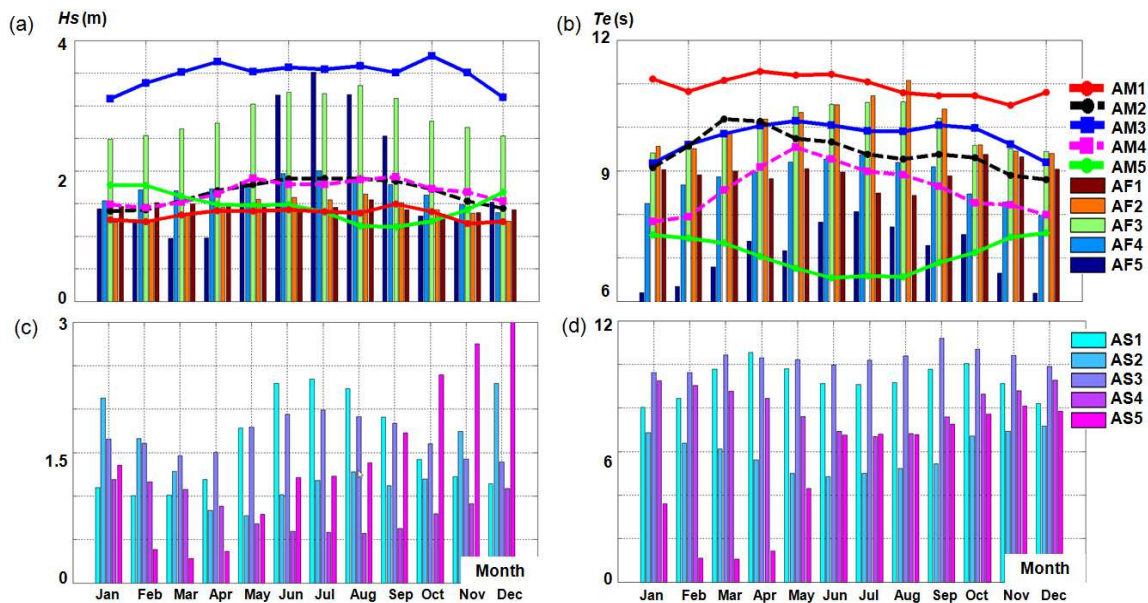


Figura 25. Variațiile lunare ale principalilor parametri de val corespunzând intervalului de 16 ani (2001–2016). Rezultatele (valori medii) sunt exprimate prin parametrii de val: (a, c)  $H_s$  (m)—America/Africa și Asia; (b, d)  $T_e$  (s)—America/Africa și Asia.

În continuare lucrul desfășurat în cadrul proiectului REMARC a fost focalizat pe condițiile din zonele costiere ale Franței. Astfel, Figura 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 27 prezintă distribuția puterii de val medii și evoluția indicelui WEDI (Wave Energy Development Index), considerând timpul total și sezonul de iarnă. Puterea valului ( $P_{wave}$ ), este calculată utilizând expresia corespunzătoare condițiilor de

apă adâncă, în timp ce indicile WEDI reprezintă raportul dintre puterea medie a valurilor și valoarea maximă a puterii corespunzătoare condițiilor de furtună ( $J_{wave}$ ).

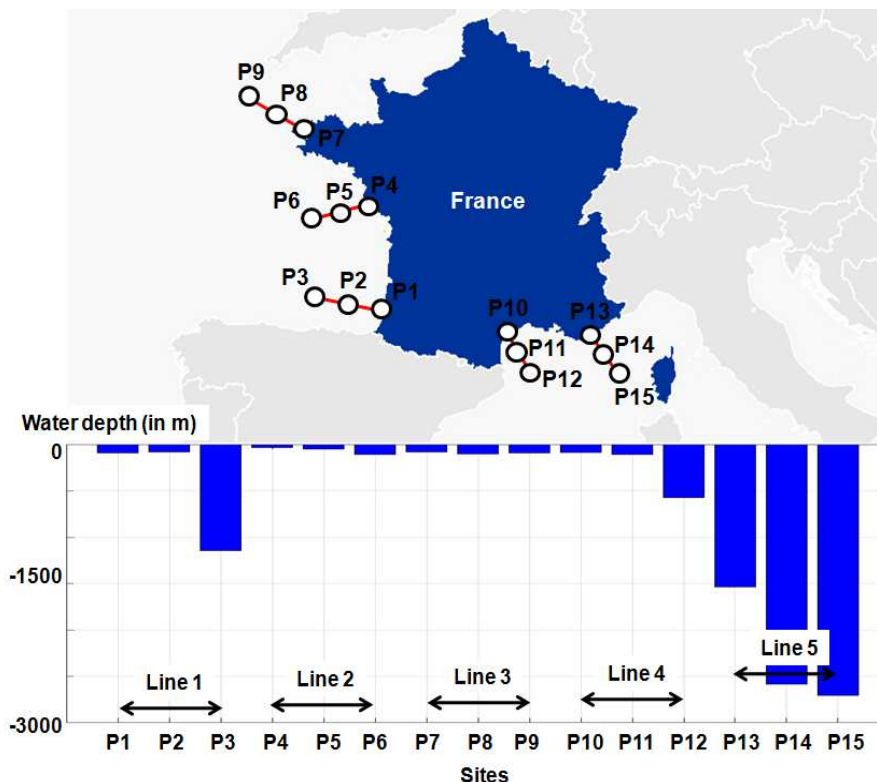


Figura 26. Harta zonei țintă incluzând punctele de referință considerate (și adâncimile corespunzătoare)

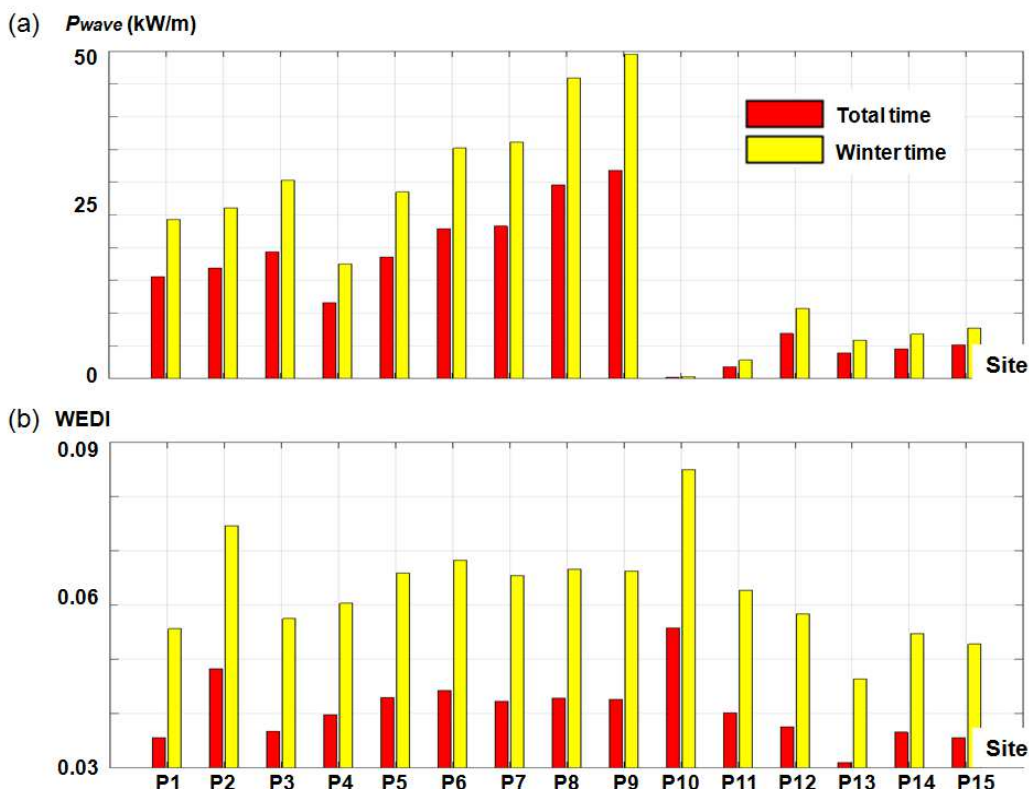


Figura 27. Condițiile de val corespunzătoare analizei datelor ECMWF pe perioada de 10 ani (2008-2017). Rezultatele sunt calculate pentru timpul total și perioada de iarnă: (a)  $P_{wave}$  index; (b) WEDI index.

Mai multe detalii privind evaluarea puterii valului și vântului în zonele costiere Franceze sunt furnizate în lucrarea numărul [14] din lista de publicații. Această lucrare a fost prezentată la conferința 2018 International Conference on Power and Energy Technology (ICPET 2018), July 2018, Lille, France.



## 2.2.2 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 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.

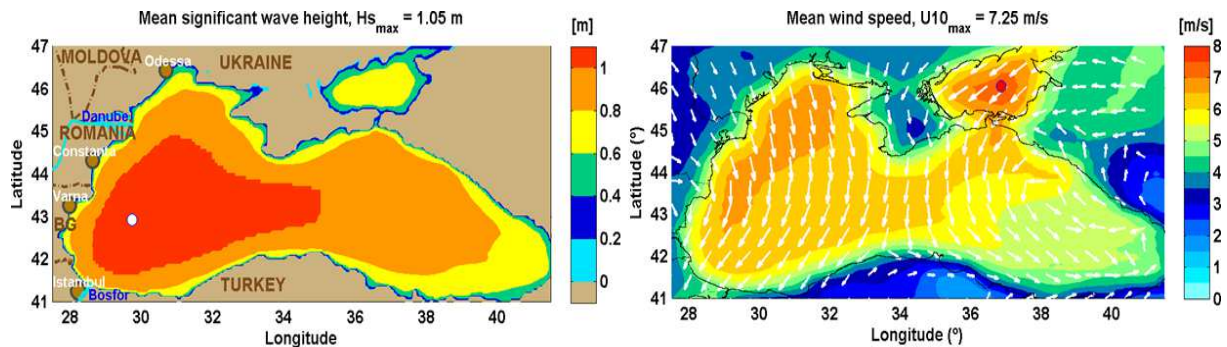


Figura 28. Mean significant wave height (left panel) and wind speed (right panel) fields averaged for 30 years (1987-2016).

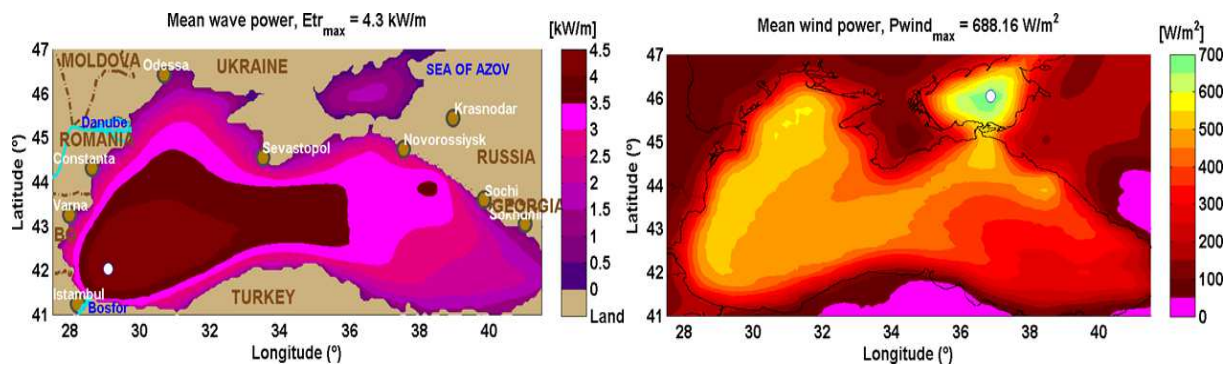


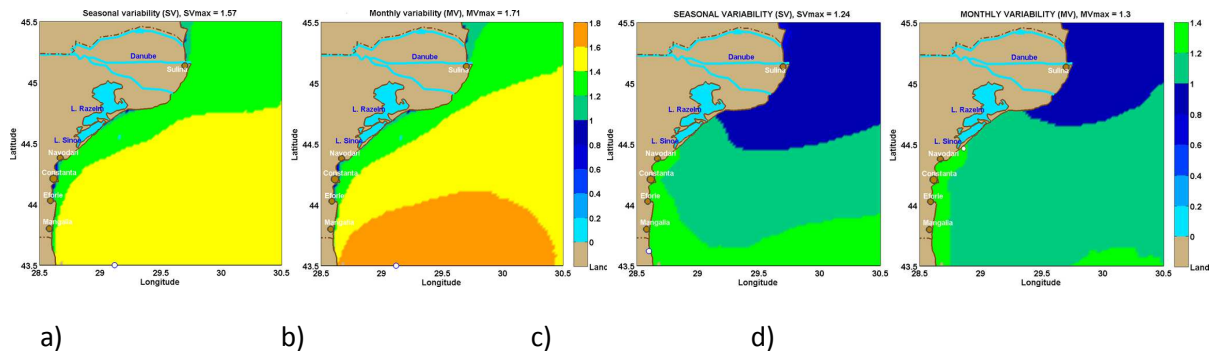
Figura 29. Distribuția spațială a puterii medii a valurilor (partea stângă) și a puterii medii a vântului la înălțimea de 80 de metri (partea dreaptă) corespunzător perioadei de 30 de ani 1987–2016.

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:

$$MV = \frac{P_{M \max} - P_{M \min}}{P_{\text{year}}} \quad (1)$$

$$SV = \frac{P_{S \max} - P_{S \min}}{P_{\text{year}}} \quad (2)$$

Din această perspectivă, valorile indicilor SV și MV calculate pentru puterea vântului și a valurilor sunt prezentate în Figura 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 30.** Variația sezonă 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 [8] din lista de publicații. 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.

### 3. Actualizarea paginii web (bilingve Ro-Eng) a proiectului REMARC

În timpul desfășurării proiectului pagina web a proiectului a fost actualizată cu activitățile și publicațiile realizate în cadrul acestei a doua etape a proiectului și va fi în continuare actualizată periodic.

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

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

##### Publicații în reviste internaționale

1. Rusu, E., 2018, "Numerical Modeling of the Wave Energy Propagation in the Iberian Nearshore", *Energies* 11(4), 980, (WoS, IF=2.676), <https://doi.org/10.3390/en11040980>
2. Rusu, E., 2018, "Study of the Wave Energy Propagation Patterns in the Western Black Sea", *Applied Sciences* 8(6), 993, (WoS, IF=1.689), <https://doi.org/10.3390/app8060993>
3. 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, IF=2.676), <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/8/2092>
4. 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, IF=2.075), <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/193>
5. 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>
6. 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>

##### Participări la conferințe internaționale și publicări în volumele acestora (15)

7. 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.sdwes.org/programme.php>

8. Rusu, L., 2018, *The Wave and Wind Power Potential in the Western Black Sea*, Conference: 1st Latin American SDEWES conference, Rio de Janeiro, Brazil, **BEAST PAPER AWARD!**, <http://www.rio2018.sdewes.org/programme.php>
9. 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/>
10. 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/>
11. 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/>
12. 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/>
13. 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/>
14. Onea, F., Rusu, E., 2018, *Sensitivity analysis of the wave energy converters operating in the French coastal waters*, Conference: 2018 International Conference on Power and Energy Technology (ICPET 2018), July 2018, Lille, France, <http://www.icpet.org/>
15. 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/>
16. 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/>
17. 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, **(WoS)**, <https://www.sgem.org/>
18. 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/>
19. Stingheru, 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)
20. 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)
21. 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)

#### Publicații în reviste naționale indexate în baze de date internaționale (4)

22. 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)
23. 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)



24. 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>
25. 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)

### Prezentări la conferințe naționale (6)

- 26 Rusu, E., 2018, *An Assessment of the Wind Energy Potential in the Romanian Nearshore*, **INVITED LECTURE**, 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)
- 27 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>
- 28 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>
- 29 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>
- 30 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>
- 31 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>
- 32 Rusu, E., 2018, *Mediul marin o parte importantă a viitorului nostrum*, **CONFERINȚĂ INVITATĂ** la Filiala Iași a Academiei Române, 1 Noiembrie 2018. <http://acadiasi.org/mediul-marin-o-parte-importanta-a-viitorului-nostru/>

Se mai poate menționa și faptul că alte 5 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](http://icacer.com/com.html) – ICACER2018 – Barcelona Spain, and [4th International Conference on Advances on Clean Energy Research](http://icacer.com/com.html) – 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](http://www.iceeep.com/com.html), ICEEEP2018, [3rd International Conference on Energy Economics and Energy Policy](http://www.iceeep.com/com.html), ICEEEP2019, <http://www.iceeep.com/com.html>

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

Prof Liliana RUSU (membru în echipa de implementare): organizing committee member, [2018 International Conference on Clean Energy and Smart Grid \(CCESG2019\)](http://www.ccesg.org/), <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](http://www.rio2018.sdewes.org/sab.php), 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>

Nu în ultimul rând, este relevant de precizat și că recunoașterea prestigiului internațional și național al directorului de proiect este ilustrată 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)

### **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 finalizate în acest an sub egida proiectului REMARC și sub coordonarea membrilor echipei de implementare a proiectului șase lucrări de dizertație de master care sunt direct relaționate cu tematica proiectului așa cum rezultă din detaliile date mai jos.

#### **Dizertații de master finalizate (6)**

- 1 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
- 2 Migireanu Bogdan (Master: Arhitectura Navala - limba engleză), 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
- 3 Niță Lucian (Master: Arhitectura Navala - limba engleză), tema: *"Floating devices for wave energy extraction"*, îndrumător Conf. Dr. Habil. Ing. Carmen GASPAROTTI
- 4 Florea Viorica (Master: Ingineria Materialelor Avansate), tema: *"Analiza comportării la oboseală a unei turbine de val"*, îndrumător Conf. Dr. Ing. Sorin CIORTAN
- 5 Stăvarache Gheorghe (Master: Ingineria Materialelor Avansate), tema: *"Analiza potentialului energetic marin cu ajutorul rețelelor neurale"*, îndrumător Conf. Dr. Ing. Sorin CIORTAN
- 6 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

## **4. Concluzii**

În finalul acestui raport se poate aprecia că s-a reușit atingerea integrală a obiectivelor propuse pentru această etapă (Act. 2.1 și Act. 2.2), multe dintre obiective au fost de fapt și depășite fiind publicate peste 30 de lucrări științifice sub egida proiectului. Există deci toate premisele pentru ca proiectul REMARC să se desfășoare în continuare și să se finalizeze în condiții foarte bune și să se producă rezultate de valoare cu o mare vizibilitate internațională.

**Buget (2018) 255.559,00 lei**

**Director proiect**

Prof. dr. ing. Eugen Rusu