

Raport științific

privind implementarea proiectului

Evaluarea efectelor produse de schimbările climatice asupra condițiilor de val din Marea Neagră - ACCWA

în perioada ianuarie 2019 – decembrie 2019

Ultima etapă de implementare a proiectului (etapa III) are ca obiective:

1. Realizarea simulărilor cu sistemul de climat de val pentru perioada ‘viitor’ (2071-2100), scenariul RCP8.5
2. Analiza rezultatelor și estimarea modificărilor din bazinul Mării Negre considerând ambele scenarii
3. Diseminarea rezultatelor

1. Realizarea simulărilor cu sistemul de climat de val pentru perioada ‘viitor’ (2071-2100), scenariul RCP8.5 (30 ani de simulări)

1.1 Analiza vitezei vântului pentru perioada ‘viitor’ (2071-2100)

Pentru perioada ‘viitor’ au fost realizate diverse analize privind viteza vântului, atât la nivelul întregului bazin, cât în diverse puncte care prezintă importanță din punct de vedere economic. Astfel, pentru fiecare scenariu s-au calculat mediile pentru întreaga perioadă, cât și pentru fiecare anotimp și lună a anului. Pentru a observa modificările în magnitudinea vitezei vântului până la sfârșitul secolului s-au calculat diferențele dintre proiecțiile valorilor medii ale vitezei vântului calculate pentru fiecare scenariu și valorile medii istorice. La fel ca în cazul datelor din ‘viitorul apropiat’, în perioada de iarnă se întâlnesc cele mai importante diferențe între valorile medii, rezultatele fiind ilustrate în Figura 1.

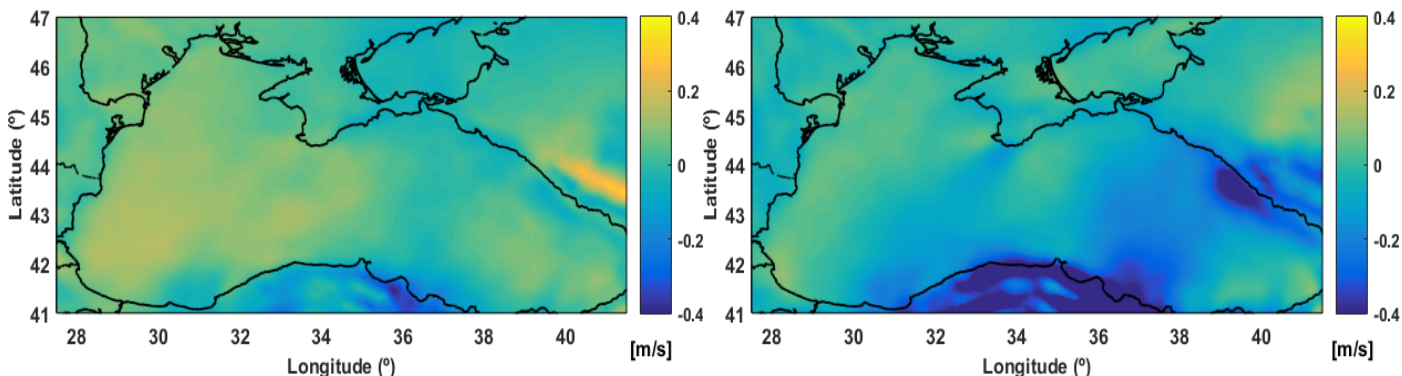


Figura 1. Modificarea vitezei medii a vântului în anotimpul iarna (DJF) reprezentată ca diferență între media calculată în perioada ‘viitor’ (2071-2100) și cea din perioada ‘control’ (1976-2005): RCP4.5 (stânga) și RCP8.5 (dreapta).

Se observă că în zona bazinului Mării Negre creșterile vitezei vântului pentru ambele scenarii sunt mai reduse decât în ‘viitorul apropiat’, existând chiar scăderi ale vitezei vântului în cazul scenariului RCP8.5 pentru zona sud-est. Este cu atât mai surprinzător fiindcă pentru același scenariu, în această zonă se înregistrează cele mai mari creșteri ale vitezei vântului în perioada ‘viitor apropiat’.

Dezvoltarea economică a țărilor riverane Mării Negre a dus la creșterea continuă a activității maritime din zonă, atât în ceea ce privește transportul maritim, cât și a operațiilor portuare și cele din zona offshore. Atât viteza vântului, cât și condițiile de val (în special H_s), influențează aceste activități și din acest motiv a fost realizată o proiecție a evoluției acestor parametri până la sfârșitul acestui secol în locații apropiate celor mai importante porturi din Marea Neagră.

În Figura 2 este prezentată harta batimetrică a bazinului Mării Negre, care corespunde cu domeniului de calcul utilizat în simulările cu modelul SWAN, cât și pozițiile celor 6 puncte situate în apropierea următoarelor porturi: Constanța

(P1), Istanbul (P2), Samsun (P3), Batumi (P4), Novorossiysk (P5) și Odessa (P6).

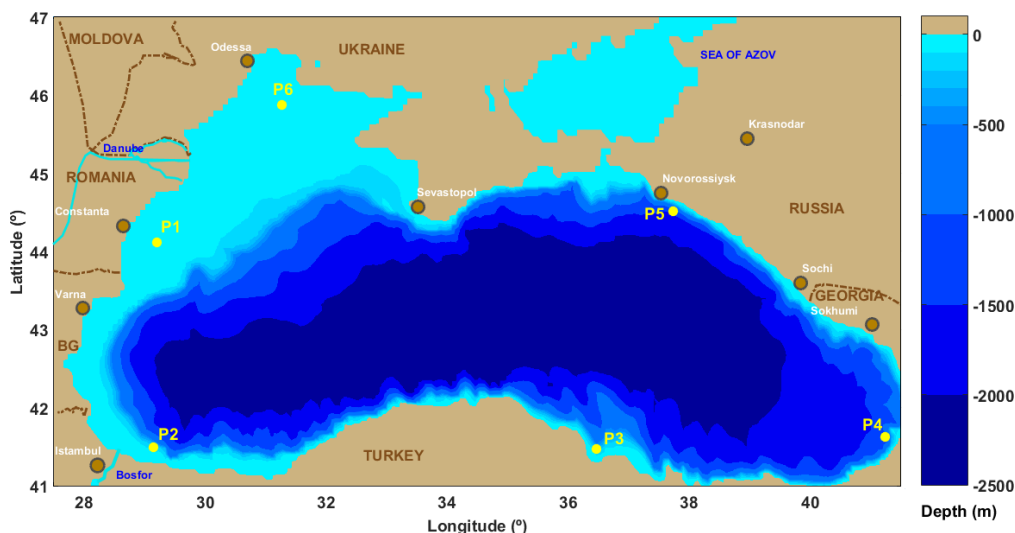


Figura 2. Harta batimetrică a bazinului Mării Negre și locațiile celor 6 puncte situate în apropierea porturilor.

Viteza vântului la înălțimea de 10 m deasupra nivelului mării (U_{10}) este analizată în fiecare punct de referință indicat în Figura 2 și pentru fiecare perioadă de 30 ani considerată: istorică sau ‘control’ (1976-2005), viitor apropiat (2021-2050) și viitor (2071-2100). Valorile medii ale vitezei vântului (U_{10}) sunt prezentate în Figura 3 unde se observă o creștere a acestora în viitorul apropiat, urmată de o ușoară scădere în viitorul îndepărtat.

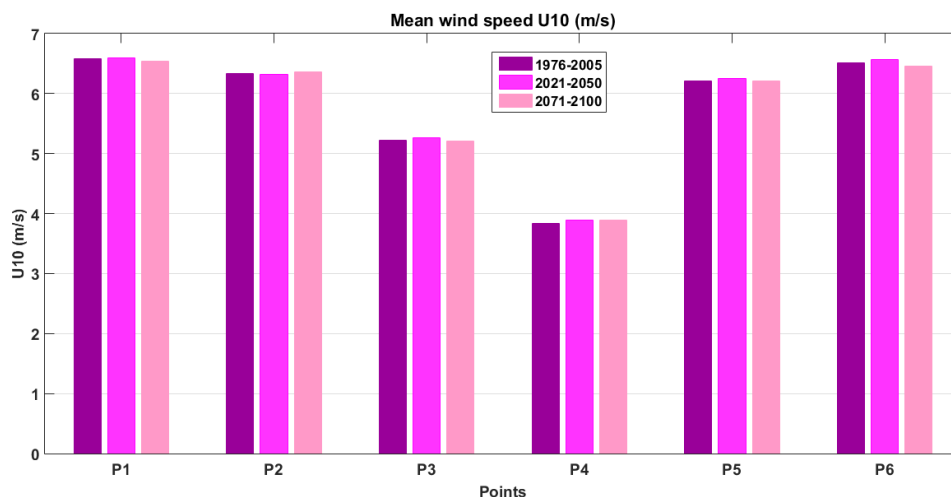


Figura 3. Valorile medii ale U_{10} în punctele localizate în apropierea porturilor, calculate pentru toate cele trei perioade de timp considerate.

Este bine cunoscut faptul că atât vântul, cât și condițiile de val din bazinul Mării Negre prezintă variații sezoniere destul de accentuate. În Figura 4 sunt prezentate valorile medii ale vântului în fiecare punct, calculate pentru fiecare sezon din cele trei perioade de timp analizate. Așa cum era de așteptat cele mai mari valori U_{10} se întâlnesc în sezonul rece (iarna), urmate de toamnă, primăvară și vară. Pentru anotimpurile de tranziție (toamnă și primăvară) diferențele între valorile medii ale U_{10} nu sunt foarte mari mai ales în partea de est a bazinului Mării Negre. Având în vedere că punctele sunt localizate în diverse zone ale bazinului, se observă că valorile medii din viitorul apropiat sau mai îndepărtat nu prezintă aceleași tendințe în toate punctele, existând diferențe datorate variabilității spațiale ale vitezei vântului deasupra bazinul Mării Negre. De asemenea, au fost realizate analize privind valorile medii ale U_{10} pentru fiecare lună a anului. În afară de valorile medii ale U_{10} au mai fost calculate și valorile maxime, deviația standard, percentilele 50 și 95, și skewness folosind definițiile standard de calcul. În Tabelul 1 se regăesc o parte din aceste rezultate.

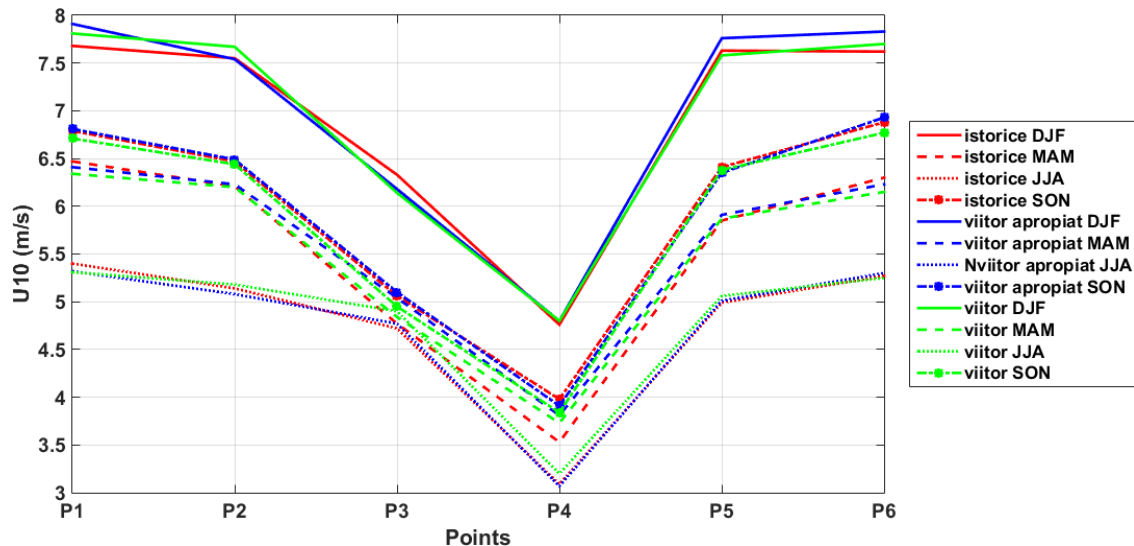


Figura 4. Valorile medii ale U10 în punctele din apropierea porturilor, pentru fiecare sezon din cele trei perioade de timp considerate.

1.2 Simularea condițiilor de val pentru perioada ‘viitor’ (2071-2100), scenariul RCP8.5

În această etapă s-au realizat ultimele simulări pentru obținerea proiecțiilor condițiilor de val din Marea Neagră corespunzătoare perioadei ‘viitor’ (2071-2100), reprezentând 30 de ani de simulări cu modelul SWAN. Câmpurile de vânt utilizate pentru forțarea modelului SWAN sunt cele simulate de modelul RCA4 pentru condițiile din scenariul RCP8.5. Aceeași parametri de val ca și în cazul simulărilor anterioare au fost considerați, iar rezultate sunt obținute în toate punctele grilei de calcul. Rezoluția spațială a datelor este de $0,08^\circ$, atât în latitudine cât și în longitudine, iar datele din seriile temporale din fiecare punct de grilă au o frecvență de 3 ore. Pe baza acestor date a fost efectuată o analiză climatică pentru întregul bazin al Mării Negre prin evaluarea valorilor medii pentru toate datele, pe anotimpuri și luni. Figura 5 prezintă distribuțiile spațiale ale valorilor medii pentru H_s rezultate din simulările SWAN forțat cu câmpurile de vânt RCA4 corespunzătoare ambelor scenarii considerate. Ca și în cazul perioadei ‘viitor apropiat’ ambele câmpuri de H_s prezintă un tipar similar, cu excepția că în această perioadă zona de valori ale lui H_s mai mari de 1 m este mai redusă în cazul scenariului RCP8.5, comparat cu RCP4.5.

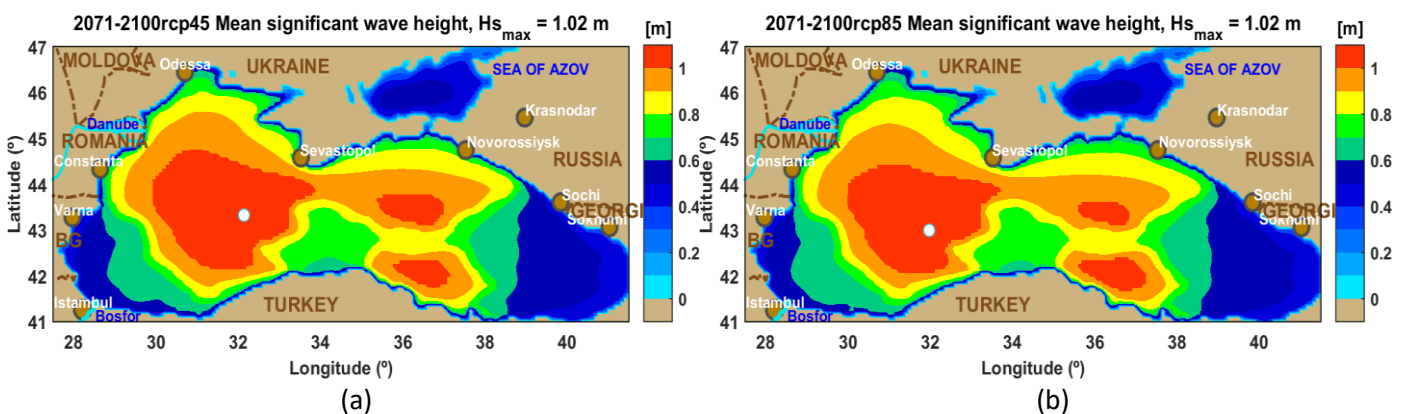


Figura 5. Câmpuri de H_s , valori medii rezultate din simulările cu modelul SWAN forțat cu câmpuri de vânt RCA4 corespunzătoare scenariului RCP4.5 (a) și RCP8.5 (b), perioada de 30 ani ‘viitor’ (2071-2100).

2. Analiza rezultatelor și estimarea modificărilor din bazinul Mării Negre pentru toate cele trei perioade, considerând ambele scenarii

Pentru aceleași puncte de referință considerate în Figura 2 s-a realizat o analiză a valorilor H_s în fiecare perioadă de 30 ani considerată: istorică sau ‘control’ (1976-2005), viitor apropiat (2021-2050) și viitor (2071-2100). Valorile medii ale H_s sunt prezentate în Figura 6. În general se observă o creștere a valorilor medii în viitorul apropiat, urmată de o ușoară scădere în viitorul îndepărtat. Există totuși cazuri unde se observă clar o scădere a valorii medii în viitorul apropiat față de datele istorice (punctul P6 din apropierea portului Odesa), urmată în viitor de o ușoară creștere.

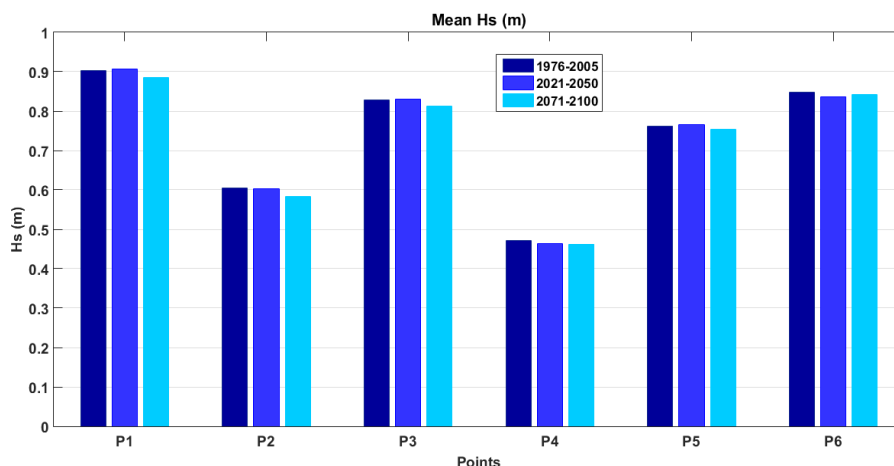


Figura 6. Valorile medii ale H_s în punctele localizate în apropierea porturilor, calculate pentru toate cele trei perioade de timp considerate.

La fel ca și în cazul vitezei vântului (U_{10}) au fost realizate analize privind valorile medii ale H_s pentru fiecare sezon și lună a anului. În afară de valorile medii calculate și valorile maxime, deviația standard, percentilele 50 și 95, și skewness folosind definițiile standard de calcul. În Tabelul 1 se regăsesc o parte din aceste rezultate.

De menționat că, pentru analiza climatologică a datelor (analize spațiale sau în anumite puncte de referință) și vizualizarea rezultatelor membrii echipei au dezvoltat script-uri originale în limbajul de programare Matlab. Acest lucru era absolut necesar având în vedere cantitatea mare de date care trebuia analizată. Setul de programe permite extragerea informațiilor privind caracteristicile vitezei vântului și a parametrilor de val simulați de modelul SWAN în orice punct din bazinul Mării Negre și analiza statistică a datelor, iar utilizarea acestora poate fi extinsă cu ușurință pentru orice zonă geografică de pe glob.

Tabelul 1. Analiza statistică a datelor U_{10} și H_s în cele 6 puncte de referință pentru condițiile scenariului RCP4.5 (ist - perioada de 'control', va - viitor apropiat și v - viitor)

Puncte	Viteza vântului (U_{10})									Hs								
	Std (m/s)			95 th (m/s)			Skew			Std (m)			95 th (m)			Skew		
	ist	va	v	ist	va	v	ist	va	v	ist	va	v	ist	va	v	ist	va	v
P1	3.10	3.16	3.10	12.11	12.24	11.91	0.44	0.46	0.45	0.65	0.66	0.63	2.19	2.20	2.09	1.78	1.81	1.88
P2	3.11	3.11	3.13	12.03	12.01	12.12	0.58	0.63	0.61	0.46	0.47	0.44	1.51	1.53	1.41	2.26	2.18	2.28
P3	2.87	2.88	2.84	10.50	10.49	10.45	0.66	0.63	0.64	0.67	0.66	0.63	2.13	2.12	2.05	2.12	2.12	2.08
P4	2.76	2.78	2.73	9.54	9.57	9.50	1.35	1.37	1.30	0.35	0.33	0.34	1.16	1.12	1.13	2.23	1.99	1.88
P5	3.25	3.26	3.22	12.22	12.26	12.23	0.66	0.65	0.67	0.69	0.70	0.70	2.17	2.19	2.20	2.16	2.26	2.25
P6	3.14	3.14	3.09	12.02	12.03	11.87	0.39	0.43	0.41	0.65	0.65	0.66	2.15	2.13	2.16	1.52	1.57	1.61

3. Diseminarea rezultatelor

3.1 Pregătirea de articole științifice, prezentări și postere pentru diseminarea rezultatelor obținute

Membrii echipei au diseminat rezultatele obținute în cadrul acestei etape prin publicarea de articole în reviste internaționale și naționale, prin participări la conferințe internaționale și naționale unde au fost realizate prezentări orale sau postere.

- Publicații in reviste indexate WoS (4)

1. Rusu, L., 2019. Evaluation of the near future wave energy resources in the Black Sea under two climate scenarios, *Renewable Energy* 142, 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.092> (WoS Q1, IF=5.439)

2. Rusu, E., 2019. A 30-year projection of the future wind energy resources in the coastal environment of the Black Sea, *Renewable Energy* 139, 228-234 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.082> (WoS Q1, IF=5.439)
3. Ganea, D., Mereuta, E., Rusu, E., 2019. An Evaluation of the Wind and Wave Dynamics along the European Coasts, *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(2), 43 <https://doi.org/10.3390/jmse7020043> (WoS Q3, IF=1.732)
4. Anton, I.A., Rusu, L., Anton, C., 2019. Nearshore Wave Dynamics at Mangalia Beach Simulated by Spectral Models, *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(7), 206 <https://doi.org/10.3390/jmse7070206> (WoS Q3, IF=1.732)

-Lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate in volumele acestora (12)

1. Rata, V, Hobjila, A., Rusu, L., 2019. LNG to Power in the Romanian port of Constanta, Paper presented at 4th International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER 2019), Coimbra, Portugal, April 5-7, 5 pag. SCOPUS <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910301007>
2. Rata, V. Rusu, L., 2019. Impact on air quality of the offshore-ships which are operating in the Black Sea maritime borders of Romania, *5th International Scientific Conference SEA-CONF 2019*, 17-18 May, Constanta, Romania <https://www.anmb.ro/ro/conferinte/sea-conf/>
3. Rata, V., Rusu, L, 2019. Air pollutant products resulting from port activity of ships in Constanta harbour, *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Air Pollution and Climate Change, 28 June – 7 July, Albena, Bulgaria, pp. 821-828, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5909>
4. Hobjila, A., Rata, V., Rusu, L., 2019. "Benefit of Combined Renewable Energy Farms in Western Black Sea", *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Renewable Energy Sources and Clean Technologies, 28 June – 7 July, Albena, Bulgaria, pp. 51-58, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5812>
5. Ganea, D., Rusu, L, Mereuta, E., 2019. Turbines Evaluation in the Nearshore and Offshore of the Black Sea, *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Renewable Energy Sources and Clean Technologies, 28 June – 7 July, Albena, Bulgaria, pp. 291-297, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5880>
6. Ganea, D., Rusu, L, Mereuta, E., 2019. Joint Evaluation of the Future Wave and Wind Energy Close to Bulgaria and Romania Coastlines, *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Renewable Energy Sources and Clean Technologies, 28 June – 7 July, Albena, Bulgaria, pp. 585-592, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5843>
7. Banescu, A., Georgescu, L, Rusu, E., Murariu, G., 2019. Analysis of the floods risk in the peripheral localities from the north of the Danube delta using GIS technologies, *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Cartography and GIS, 28 June – 7 July, Albena, Bulgaria, pp. 723-731, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5553>
8. Banescu, A., Georgescu, L, Iticescu, C., Rusu, E., 2019. Analysis of the flood risk agriculturals enclosures from the Danube delta using 2D modeling. Case study Pardina enclosure, *XIX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*, Section Hydrology and Water Resources, pp. 33-40, SCOPUS <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5602>
9. Rusu, L., 2019. An Analysis of the Expected Climate Change Effects in the Vicinity of the Main Harbors from the Black Sea, *16th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2019)*, 4-7 September, Rodos, Grecia. <https://cest2019.gnest.org/>

10. Rusu, E., 2019. A Comparison between the Past and Future Expected Wind Conditions in the European Coastal Environment of the Mediterranean Sea, *16th International Conference on Environmental Science and Technology* (CEST2019), 4-7 September, Rodos, Grecia. <https://cest2019.gnest.org/>
11. Rusu, L., Data assimilation methods to improve the wave predictions in the Black Sea, *2nd International Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards*, incorporating the *16th International Waves Workshop*, 10-15 November, Melbourne, Australia. <https://conference.eng.unimelb.edu.au/waves/>
12. Rusu, E., An analysis of the expected storm dynamics in the basin of the Black Sea, *2nd International Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards*, incorporating the *16th International Waves Workshop*, 10-15 November, Melbourne, Australia. <https://conference.eng.unimelb.edu.au/waves/>

-Lucrări prezentate la conferințe naționale (1)

1. Rata, V., Rusu, L., 2019. Offshore operations effects on the Romanian coast air quality, PP1.9., Conference: *CSSD2019 -Scientific Conference of the Doctoral Schools - Perspectives and Challenges in Doctoral Research*, June 2019, Galati, Romania, <http://www.cssd-udig.ugal.ro/index.php/abstracts-2019>

Observație: în prezent, un articol științific realizat de membrii echipei a fost depus și se află în evaluare (decizia revizorilor după răspunsul la observațiile și corecțiile solicitate) la *Journal of Operational Oceanography*

3.2 Actualizarea continuă a paginii web

Pe parcursul desfășurării proiectului pagina web a proiectului <http://www.im.ugal.ro/ACCWA/> a fost actualizată cu activitățile și publicațiile realizate în cadrul proiectului.

3.3 Sprijinirea tinerilor cercetători

Sprijinirea și formarea tinerilor cercetători (studenți doctoranzi și tineri post-doc) a reprezentat o preocupare continuă a cercetătorilor cu experiență din echipa de implementare a proiectului, majoritatea publicațiilor fiind realizate în colaborare. De asemenea, o teză de doctorat cu tema: *Cercetări privind reducerea poluării pe rutele de navigație și în zonele costiere din Marea Neagră* (drd. ing. Vasile Rață) este în derulare.

De asemenea a fost organizat de către membrii echipei proiectului ACCWA workshop-ul cu tema „The expected wave conditions in the Black Sea along the 21st century”. Flyerul workshop-ului este prezentat mai jos.

uefiscedi
ACCWA

Assessment of the Climate Change effects on the Wave conditions in the Black Sea

PN-III-P4-ID-PCE-2016-0028

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

“THE EXPECTED WAVE CONDITIONS IN THE BLACK SEA ALONG THE 21ST CENTURY”

June 13, 2019
“Dunărea de Jos” University Galați
Faculty of Engineering, P Building, 16 hours
Room P7

The ACCWA project aims to quantify the present and to explore the future wave climate in the Black Sea basin, with the special focus on the Romanian coastal environment. Extended simulations with the SWAN (Simulating WAVes, Nearshore) model, forced with Regional Climate Model wind fields, will be performed for three climate periods, of 30-year time slice each. These time-slices will cover the “present” conditions, regarded as the “control” conditions, when the simulation results will be compared with observations, the “near future” conditions that will cover the mid-21th century, and a century later into the “future” conditions (the last 30-year period of the 21st century). Two sets of simulations corresponding to the future conditions will be made considering the new emission scenarios RCP4.5 and RCP8.5.

ACCWA WORKSHOP

“THE EXPECTED WAVE CONDITIONS IN THE BLACK SEA ALONG THE 21ST CENTURY”
June 13, 2019

Organizing Team

Prof. habil. Liliana Celia RUSU – Project Manager
Researcher Razvan Doru MATEESCU
Prof. Eugen Victor Cristian RUSU
Researcher Mariana BERNARDINO
Assist. Prof. Daniel GĂNEA
Researcher Alina Beatrice RAILEANU
PhD Student Vasile RATA

The Workshop will be hosted by:

“Dunărea de Jos” University Galați
Faculty of Engineering
Galați, 111 Domneasca Street, P Building
16 hours, Room P7

For any other information, please contact:
liliana.rusu@ugal.ro
<http://www.im.ugal.ro/ACCWA/index.php>

Workshop-ul a avut loc în etapa III (13 iunie 2019) și au participat 20 de persoane. Acesta a fost asociat cu a 7 ediție a Conferinței Științifice a Școlilor doctorale de la Universitatea Dunărea de Jos din Galați, <http://www.cssdudjg.ugal.ro/index.php/news> manifestare științifică de amploare cu peste 300 de participanți.

4. Concluzii

În final se poate aprecia că membrii echipei proiectului ACCWA au reușit să atingă în totalitate obiectivele propuse pentru etapele I și II, fiind realizate cu succes toate activitățile incluse în planul de realizare. Ultima etapă este în derulare, până în acest moment activitățile s-au realizat conform planificării și există toate premisele ca acestea să se finalizeze cu succes.

Considerăm că rezultatele obținute au vizibilitate internațională prin diseminarea realizată, iar valoarea acestora este susținută de calitatea publicațiilor. Pe parcursul derulării proiectului am identificat și noi direcții de cercetare în domeniul schimbărilor climatice și efectele produse asupra condițiilor de val, prin care să dezvoltăm ceea ce am început în acest proiect.

Tabelul 4.1 Sinteza rezultatelor diseminării prin publicații științifice

Etapa / Publicații	Etapa I	Etapa II	Etapa III	Total
Reviste cotate WoS	2	3	4	9
Reviste naționale indexate BDI	3	2	-	5
Conferințe internaționale	2	11	12	25
Conferințe naționale	-	1	1	2
Total	7	17	17	41

Buget 2019: 318 455 Lei

Decembrie 2019

Director proiect

Prof. dr. habil. ing. Liliana Celia Rusu

