

Denumire proiect: **Pollution Identification, Mapping, and Ecosystem Observation with AI-powered water quality USV**

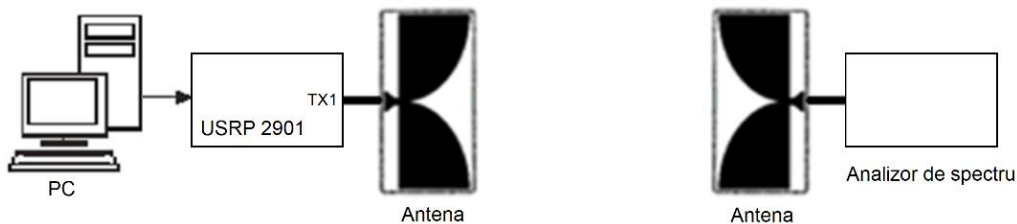
Identificarea poluării, cartarea și observarea ecosistemelor prin intermediul unor vehicule de suprafață fără pilot ce utilizează inteligența artificială pentru monitorizarea calității apei

Acronim: PIMEO-AI

REZULTATE

Faza 1:

Întrucât optimizarea comunicației radio dintre dronă și stația de bază presupune modelarea canalului de propagare specific în care aceasta operează s-au efectuat o serie de experimente pe baza cărora s-au determinat parametrii propagării. În acest scop s-a realizat un sistem experimental alcătuit dintr-un echipament radio definit prin software cu rol de emițător și un analizor de spectru cu rol de receptor.



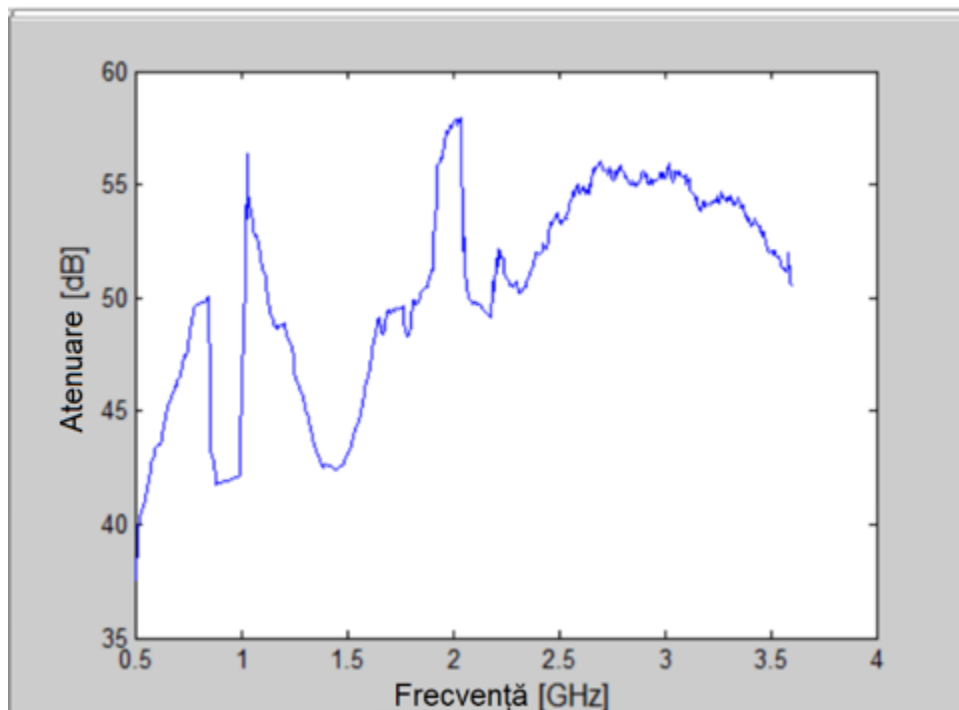
În scopul obținerii unei măsurători de referință s-a plasat sistemul experimental într-un câmp deschis, la distanță de sursele potențiale de interferență, așa numitul Open Area Test Site (OATS).



Pentru modelarea propagării în mediul real de operare al dronei s-a plasat sistemul într-o configurație care simulează îndeaproape situația reală din timpul funcționării acesteia, folosind un ponton plutitor.



S-au obținut modelele de propagare la suprafața apei necesare dezvoltării sistemului de comunicații al dronei.



Articole științifice pentru diseminarea rezultatelor din faza 1

- Mihaela Hnatiuc, Alin Ghilezan, *Methods of underwater autonomous navigation*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Alin Dănișor, Răzvan D. Tamaș, Feng Qi, *Description of Underwater Noise in Siutghiol lake, Constanta*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Mariana Vasilica Gălbiază, Ștefania Bucuci, Liliana Anchidin, Răzvan D. Tamaș, *Characterization of antenna side and back radiation in a multipath site*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Mirel Păun, *Software-defined Ground Penetrating Chirp Radar*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Mirel Păun, *Continuous-wave software-defined radar interferometry*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Mirel Păun, *Stepped-frequency software-defined ground-based synthetic aperture radar*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Mirel Păun, *Stepped-frequency software-defined Ground Penetrating Radar*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Simona Ghiță, Mihaela Hnatiuc, *BIOFOULING MONITORING*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Ștefania Bucuci, Răzvan D. Tamaș, *Radar cross section analysis for meander line frequency selective surfaces*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Ana Dumitrașcu, Ana Bordea, *Low Cost Seismometer for Building Integrity Measurement*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Ana Dumitrașcu, Ana Bordea, Florin Cazan, *On the improvement of performance in motorsport by means of acceleration measurements*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.
- Andreea Constantin, Răzvan Tamaș, *Impact Reduction of Common Mode Currents for Field Measurements on Directional Symmetrical Antennas*, The 10th edition of the International Conference "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 20 - 23 August 2020, Constanța, România.

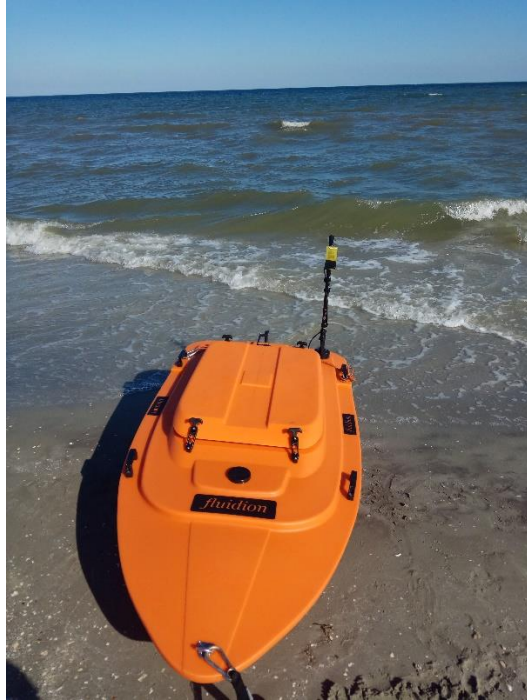
Faza 2:

În urma analizei din perspectivă tehnico-economică a opțiunilor existente pentru implementarea sistemului de comunicație radio dintre dronă și stația de bază s-a ales ca variantă optimă tehnologia LoRa. Această tehnologie utilizează modulația cu spectru împrăștiat, oferind astfel rezistență la propagarea pe căi multiple specifică operării la suprafața unor corpuri de apă. Banda de frecvență aleasă pentru comunicația LoRa este cea de 868 MHz, deoarece permite operarea nelicențiată în majoritatea statelor lumii.

Universitatea Maritimă din Constanța a elaborat și construit antenele dedicate sistemului de comunicații. Pentru stația de bază s-a realizat o antenă directivă cu câștig de 10dB de tip Yagi-Uda, iar pentru dronă s-a realizat o antenă dedicată compactă de tip Linie Meandrată (Meander Line Antenna).



În cadrul campaniei de măsurători destinate testării dronei și generării setului de date pentru antrenarea algoritmului de Machine Learning s-a verificat funcționarea sistemului de comunicație realizat, acesta funcționând conform specificațiilor.



De asemenea s-a efectuat calibrarea traductorului acustic al sonarului.

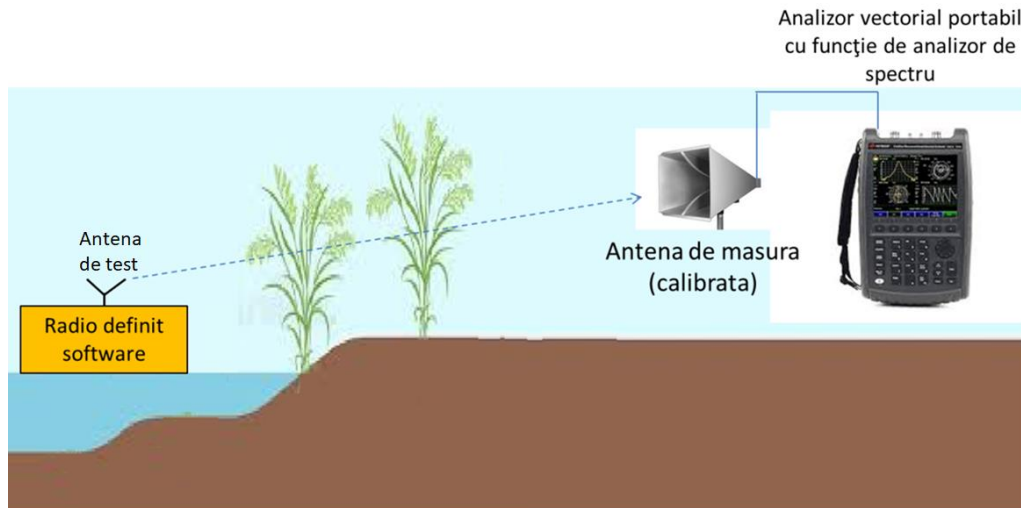


Articole științifice pentru diseminarea rezultatelor din faza 2

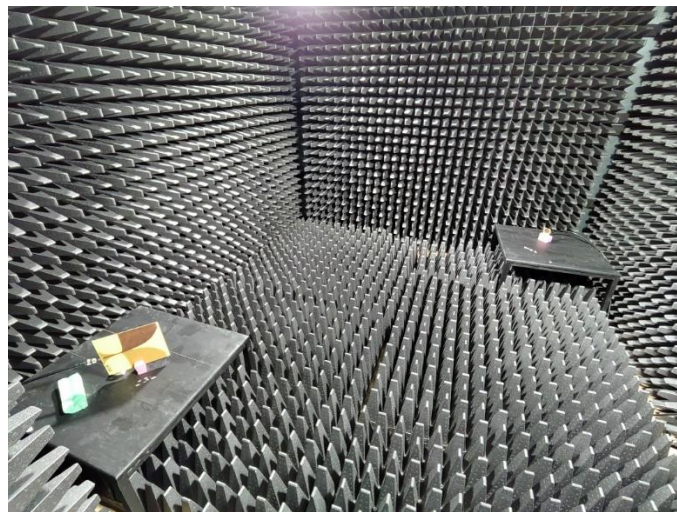
- Mirel Ciprian Păun, Ștefania Bucuci, Răzvan Tamaș, George Suciu, Mihaela Bălănescu, *Wireless channel propagation characterization for USV communication using UWB signals*, publicat în Proceedings of 2021 IEEE CONFERENCE ON ANTENNA MEASUREMENTS & APPLICATIONS (CAMA 2021), 15 – 17 Noiembrie 2021, Antibes Juan-les-Pins, Franța.
- Ana-Maria Drăgulinescu, Cristina Bălăceanu, Filip-Emanuel Osiac, Roxana Roșcăneanu, Veronica Sanda Chedea, George Suciu, Mirel Ciprian Păun, Ștefania Bucuci, *IoT-based Smart Water Management Systems*, publicat în Proceedings of 2021 IEEE 27TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR DESIGN AND TECHNOLOGY IN ELECTRONIC PACKAGING (SIITME 2021), 27 - 30 Octombrie 2021, Timișoara, România.
- Milis Nilgun Caibula, Constantin Militaru, Răzvan Tamaș, Cosmin Dumitrache, Ramona Dumitrache, *Particularities of the Closing Processes of Project in the Context of Sustainability Requirements*, Postmodern Openings, 12(1), 115-127. <https://doi.org/10.18662/po/12.1/249>.
- Milis Nilgun Caibula, Constantin Militaru, *Stakeholders Influence on the Closing Phase of Projects*, Postmodern Openings, 12(1Sup1), 136-148. <https://doi.org/10.18662/po/12.1Sup1/275>.

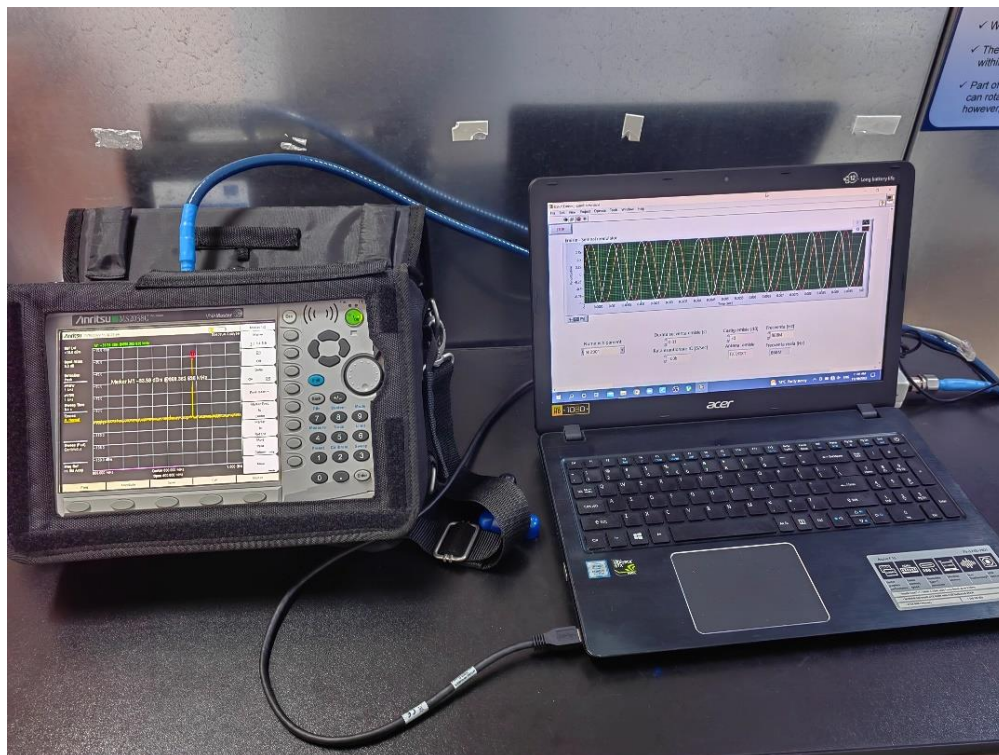
Faza 3:

Performanțele sistemului de comunicație radio sunt dependente de propagarea semnalului radio în banda de frecvențe utilizată de dronă (868 MHz). Deoarece condițiile specifice mediului acvatic precum reflexiile semnalului pe suprafața apei și atenuarea cauzată de propagarea prin stuf în condițiile plasării antenei la o înălțime redusă față de suprafața apei modifică semnificativ propagarea față de mediul terestru, s-a efectuat sondarea canalului radio în mediul real de operare. Pe baza măsurătorilor s-a calculat atenuarea de propagare în exces, necesară determinării distanței maxime de operare a dronei.

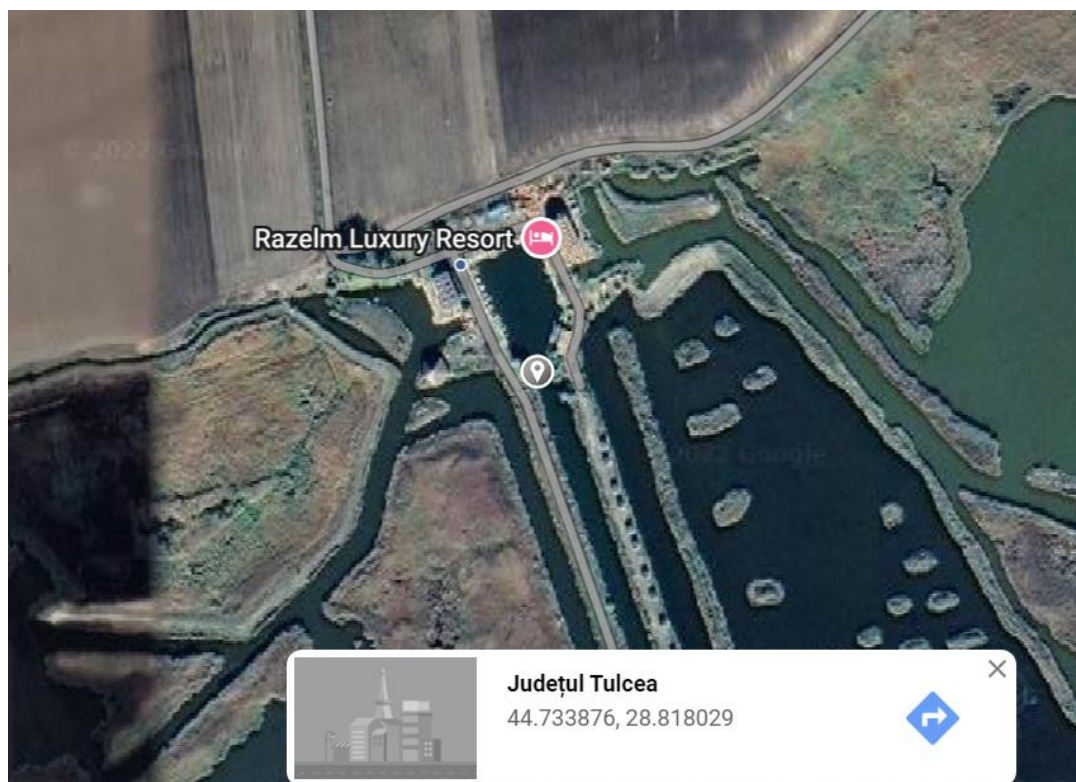


Înainte de efectuarea măsurătorilor în mediul real s-a efectuat calibrarea sistemului de măsură prin realizarea unei măsurători de referință într-un mediu controlat (cameră anecoică), în vederea compensării efectului dispersiv al celor două antene pentru a putea caracteriza strict mediul de propagare. Calibrarea sistemului de măsurare în mediu controlat s-a efectuat în camera anecoică din incinta Universității Maritime din Constanța, destinată caracterizării sistemelor radiante în gama de frecvențe 200 MHz – 20 GHz.





Măsurătorile din mediul real au fost efectuate în apropiere de satul Vișina, comuna Jurilovca, județul Tulcea.



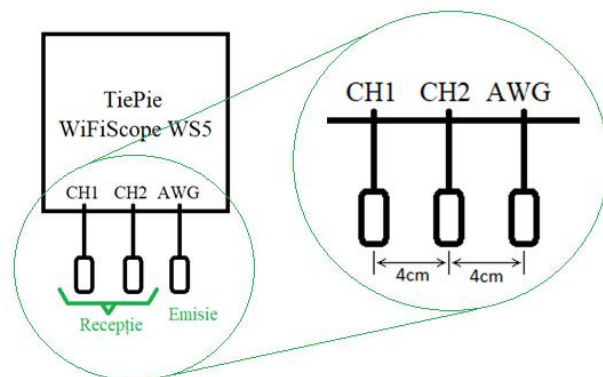


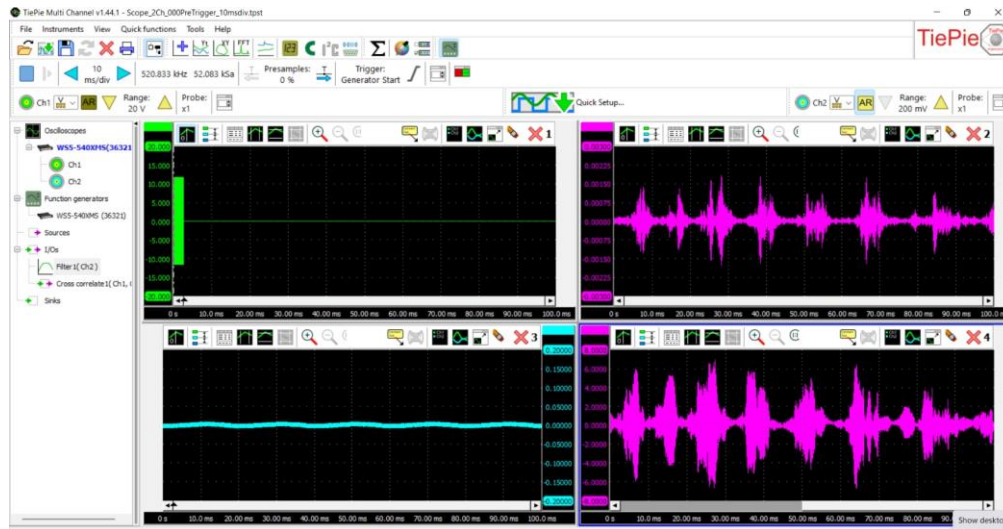
Pe baza atenuării medii de propagare în exces determinate ($L_{\text{exces}} = 22$ dB), sensibilității în modul de operare de viteză maximă a modem-urilor LoRa ($S_a = -111$ dBm), puterea de emisie maximă ($P_e = 20$ dBm), câștigul antenelor centrului de comandă ($G_{\text{ant1}} = 10$ dBi) și antenei dronei ($G_{\text{ant2}} = 1$ dBi) s-a determinat distanța maximă de comunicație cu drona:

$$d_{\text{max}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{P_e, \text{dBm} + G_{\text{ant1}, \text{dBi}} + G_{\text{ant2}, \text{dBi}} - S_a, \text{dBm} - L_{\text{exces}, \text{dB}}}{20}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 10^8}{4\pi \cdot 868 \cdot 10^6} \cdot 10^{\frac{20 + 10 + 1 + 111 - 22}{20}} = 27,5 \text{ Km}$$

De asemenea, s-a dezvoltat un sonar cu operare de la distanță prin conexiune radio WiFi, destinat a fi montat pe dronă. Sonarul realizat dispune de acumulator integrat cu autonomie de 3 ore și poate opera în modul activ sau pasiv. Modul activ permite realizarea hărților batimetrice, detectarea bancurilor de pești sau a obiectelor aflate în imersiune. În modul pasiv sonarul poate fi utilizat pentru monitorizarea zgomotului subacvatic.





În urma analizei rezultatelor obținute în timpul campaniei de teste din vara anului 2021 din România s-au efectuat îmbunătățiri ale sistemelor electronice de control ale dronei. Validarea operațională a acestor îmbunătățiri s-a realizat prin testarea dronei în condiții reale de lucru pe lacul Créteil, Franța. Activitatea a avut ca scop și promovarea sistemului realizat, testele incluzând o demonstrație în prezența unor potențiali beneficiari ai soluției dezvoltate în cadrul proiectului.

Articole științifice pentru diseminarea rezultatelor din faza 3

- Alexandra Dutu, Mirel Paun, Razvan Tamas, *Underwater acoustic monitoring sensors network*, publicat în Proc. of. Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies XI (ATOM-N), ISSN: 0277-786X, Aug. 2022, Constanța, România.
- Adrian Tufan, Stefania Bucuci, *Antenna design and optimization for Terahertz applications*, publicat în Proc. of. Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies XI (ATOM-N), ISSN: 0277-786X, Aug. 2022, Constanța, România.
- Nicusor Ciprian Silvestru, Mirel Paun, Razvan Tamas, *Software-defined ground-based synthetic aperture radar interferometry*, publicat în Proc. of. Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies XI (ATOM-N), ISSN: 0277-786X, Aug. 2022, Constanța, România.
- Andreea Violeta Caragata, Andreea Constantin, Razvan Tamas, *Impact Reduction of Common Mode Currents for Field Measurements on a Meandered Monopole Antenna*, publicat în Proc. of. Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies XI (ATOM-N), ISSN: 0277-786X, Aug. 2022, Constanța, România.
- Andreea Furtuna, Marius Pastorci, Răzvan D. Tamas, Mihaela Balanescu, Victor Suci, George Suci, *A novel electronic switch for VHF/UHF low-cost radars*, publicat în Proc. of. Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies XI (ATOM-N), ISSN: 0277-786X, Aug. 2022, Constanța, România.