

<b>Program</b>	<b>Program PN-III-P2-2.1-PED-2019-0730, Acord Ferm de colaborare la Contract 293PED/2020</b>
<b>Titlu proiect:</b>	<b>Sistem electrochimic pentru detectarea ionilor de mercur (ELSYMED)</b>
<b>Project title:</b>	<b>Electrochemical system for the detection of mercury ions (ELSYMED)</b>
<b>Perioada / Duration</b>	<b>08.2020-07.2022</b>
<b>Coordonator</b>	Universitatea Politehnica Bucuresti
<b>Coordinator</b>	Politehnica University of Bucharest
<b>Director de proiect / Project Manager</b>	Conf. Dr. Ing. George-Octavian BUICA
<b>Partener 1, Responsabil proiect / Team Leader Partner 1</b>	Dr. Ing. Gabriela Geanina VASILE
<b>Rezumat</b> (scurta descriere)	Proiectul Sistem electrochimic pentru detecția ionilor de mercur, acronimul ELSYMED, corespunde obiectivului PN-III-CERC-CO-PED-2-2019 dedicat dezvoltării și testării modelelor demonstrative (experimentale funcționale) pentru sisteme noi cu îmbunătățiri semnificative. . Proiectul ELSYMED a dezvoltat conceptul de electrod modificat studiat anterior (TRL 2) pentru studii la scară de laborator și validarea fizică a predicțiilor analitice (TRL 3) obținute în stadiul TRL2. Astfel, s-a obținut un sistem portabil pentru analiza ionilor de Hg(II) din apele uzate din mediul înconjurător, format din electrozi serigrafiați modificați cu pelicule polimerice cuplate cu un potențostat portabil. Noul sistem poate îndeplini sarcini esențiale pentru detectarea la fața locului a ionilor de mercur, cum ar fi: portabilitate, costuri reduse și răspuns rapid. Proiectul a dus, de asemenea, la consolidarea unei echipe de cercetători cu expertiză complementară în domeniile cercetării fundamentale și aplicate, precum și la familiarizarea a doi doctoranzi cu activități specifice de cercetare-dezvoltare.
<b>Summary</b> (short description)	The project <i>Electrochemical system for the detection of mercury ions, acronym ELSYMED</i> , corresponds to the objective PN-III-CERC-CO-PED-2-2019 dedicated to the development and testing of demonstrative models (functional experimental) for new systems with significant improvements. The ELSYMED project have been developed the studied modified electrode concept previously (TRL 2) for laboratory-scale studies and physical validation of analytical predictions (TRL 3) obtained in TRL 2 stage. Thus, a portable system was obtained for the analysis of Hg(II) ions in wastewater from the environment, consisting of screen-printed electrodes modified with polymer films coupled with a portable potentiostat. The new system can perform essential tasks for the on-site detection of mercury ions, such as: portability, low costs and fast response. The project also led to the consolidation of a team of researchers with complementary expertise in fundamental and applied research fields, as well as to the familiarization of two doctoral students with specific research and development activities.
<b>Rezultate 2021</b>	
<b>Etapa 1:</b> Metoda de determinare a ionilor de Hg(II) cu ajutorul electrozilor serigrafiați modificați cu filme de poli L;	Metoda de determinare a Hg(II) cuprinde trei etape: CV și DPV în tampon acetat pH=3 pe electrod serigrafiat, timp de 5 minute; depunere ioni Hg(II) pe electrod timp de 20 minute în soluție de Hg(II) în tampon acetat pH=3; introducerea electrodului după spălare cu apă ultrapură în tampon acetat la pH=3 și realizarea procedurii DPV, timp de 10 minute. Parametrii de performanță ai metodei validate în casă sunt: LOD=6 μg/L, LOQ=20 μg/L. Curba de etalonare prezintă un domeniu linear în intervalul 20 μg/L- 150 μg/L. S-a determinat precizia la 5 nivele de concentrații. Valorile testelor de precizie au indicat: repetabilitate la 50 μg/L (concentrația maxim admisă pentru apă uzată conform NTPA 001): 14,1%; precizia intermediară: 18,2%; incertitudinea de măsurare:

	26%. S-au realizat doua teste de robustete, teste care au indicat ca variatia cu $\pm 10\%$ a pH-ului si a concentratiei tamponului acetat nu influenteaza semnificativ metoda, in timp ce timpul de reactie are un puternic efect asupra procedurii si din acest punct de vedere metoda nu este robusta.
<b>Rezultate 2022</b>	
<b>Etapa 2:</b> Studiul demonstrarii functionalitatii sistemului electrochimic prin electroanaliza ionilor de mercur din probe de mediu.	Metoda dezvoltata in etapa anterioara a fost aplicata pe probe reale de apa uzata, rezultatele obtinute electrochimic pe teren si in laborator au fost comparate cu rezultatele obtinute prin aplicarea unei metode standardizate prin tehnica AAS-CV. Rezultatele au dovedit ca metoda este adecvata, randamentele de recuperare fiind foarte bune atat la limita de cuantificare cat si la un domeniu mai mare de concentratii.
<b>Results 2021</b>	
<b>Phase 1:</b> The method for determining Hg(II) ions using screen-printed electrodes modified with poly L films	The Hg(II) determination method includes three stages: CV and DPV in acetate buffer pH=3 on screen-printed electrode, for 5 minutes; deposition of Hg(II) ions on the electrode for 20 minutes in Hg(II) solution in acetate buffer pH=3; inserting the electrode after washing with ultrapure water in acetate buffer at pH=3 and performing the DPV procedure for 10 minutes. The performance parameters of the validated in-house method are LOD=6 $\mu\text{g/L}$ , LOQ=20 $\mu\text{g/L}$ . The calibration curve shows a linear range in the range 20 $\mu\text{g/L}$ - 150 $\mu\text{g/L}$ . The precision was determined at 5 concentration levels. The precision test values indicated: repeatability at 50 $\mu\text{g/L}$ (maximum admitted concentration for wastewater according to NTPA 001): 14.1%; intermediate precision: 18.2%; measurement uncertainty: 26%. Two robustness tests were carried out, tests that indicated that the $\pm 10\%$ variation of the pH and the concentration of the acetate buffer does not significantly influence the method, while the reaction time has a strong effect on the procedure and from this point of view the method is not robust.
<b>Results 2022</b>	
<b>Phase 2:</b> The study for demonstrating the functionality of the electrochemical system through the electroanalysis of mercury ions from environmental samples.	The method developed in the previous stage was applied to real wastewater samples, the results obtained electrochemically in the field and in the laboratory were compared with the results obtained by applying a standardized method using the AAS-CV technique. The results proved that the method is adequate, the recovery yields being very good both at the limit of quantification and at a larger range of concentrations.
<b>Diseminarea rezultatelor / Dissemination of results</b>	
Lucrari publicate in reviste cotate ISI / Articles published in ISI journals	Anda-Gabriela Tenea, Cristina Dinu, George-Octavian Buica, Gabriela-Geanina Vasile, <i>Electrochemical System for Field Control of Hg<sup>2+</sup> Concentration in Wastewater Samples</i> , <i>Sensors</i> , 2023, 23(3), <a href="https://doi.org/10.3390/s23031084">https://doi.org/10.3390/s23031084</a>
	Matei D. Raicopol, Andreea M. Pandele, Constanta Dascălu, Eugeniu Vasile, Anamaria Hanganu, Gabriela-Geanina Vasile, Ioana Georgiana Bugean, Cristian Pirvu, Gabriela Stanciu, George-Octavian Buica <i>Improving the Voltammetric Determination of Hg(II): A Comparison Between Ligand-Modified Glassy Carbon and Electrochemically Reduced Graphene Oxide Electrodes</i> , <i>Sensors</i> , 2020, 20(23), 6799; <a href="https://doi.org/10.3390/s20236799">https://doi.org/10.3390/s20236799</a>
Lucrari prezentate la manifestari stiintifice/ Papers presented at scientific events	George-Octavian Buica, Georgiana-Luiza Tatu (Arnold), Eleonora-Mihaela Ungureanu, Gabriela Geanina Vasile, <i>Voltammetric, Detection of Mercury Ions at poly(azulene-EDTA) Like Screen Printed Modified Electrodes</i> , <i>Chemistry Proceedings</i> , 2021, 5(1), 23; <a href="https://doi.org/10.3390/CSAC2021-10630">https://doi.org/10.3390/CSAC2021-10630</a>
	Gabriela Geanina Vasile, Anda Gabriela Tenea, Cristina Dinu, George Octavian Buica, <i>Mercury detection in surface and wastewater using atomic fluorescence spectrometry</i> , International Symposium "The

<p>Lucrari prezentate la manifestari stiintifice/ Papers presented at scientific events</p>	<p>Environment and The Industry”, E-SIMI 2021, 24 September 2021, Book of Abstracts, pp. 105-106, poster presentation, <a href="http://doi.org/10.21698/simi.2021.ab44">http://doi.org/10.21698/simi.2021.ab44</a></p> <p>Anda-Gabriela Tenea, Gabriela Geanina Vasile, Cristina Dinu, Mihaela Mureseanu, <i>Metoda analitica pentru determinarea mercurului din organele unor plante</i>, Simpozionul National de Chimie „Contributii la cresterea calitatii invatamantului si cercetarii in domeniul chimiei”, 27 noiembrie 2021, Craiova, platform</p> <p>Anda Gabriela Tenea, Gabriela Geanina Vasile, George Octavian Buica, Cristina Dinu, Mihaela Mureseanu, <i>Electrochemical method for mercury detection in wastewater samples using a portable device</i>, International Conference on Analytical and Nanoanalytical Methods for Biomedical and Environmental Sciences, IC-ANMBES 2022, 08.07-11.07.2022, Brasov, platform, Book of Abstracts, p. 48, Transilvania University Press, ISSN-L: 2360-3461</p>
<p>Cerere de brevet / Patent application</p>	<p><i>Electrod de carbon serigrafat modificat cu filme polimerice și procedură electrochimică pentru determinarea în teren a concentrației ionilor de mercur din apă uzată (Screen-printed carbon electrode modified with polymer films and electrochemical procedure for field determination of mercury ion concentration in wastewater)</i>, RO-BOPI 11/29.11.2022, pp. 44, <a href="https://www.osim.ro/images/Publicatii/Inventii/2022/bopi_11_2022.pdf">https://www.osim.ro/images/Publicatii/Inventii/2022/bopi_11_2022.pdf</a></p>