

## Raport științific final (2020 - 2022)

<b>Competiția:</b>	<b>Proiect experimental demonstrativ - PED 2019</b>
Nr. contract:	521PED din 01/11/2020
Cod proiect:	PN-III-P2-2.1-PED-2019-1996
Domeniul de cercetare:	4.3 - Materiale avansate
Titlul :	Microparticule compozite nisip/polielectrolit cu capacitate ridicata de încărcare/eliberare de compusi anorganici/organici din ape poluate
Acronim:	POLYSAND
Data începere proiect:	01.11.2020
Data finalizare proiect:	31.10.2022
Durata (luni):	24
Buget total:	600.000,00
Sursa 1 Bugetul de stat	600.000,00
Sursa 2 Alte surse atrase (cofinanțare):	-
Pagina web proiect:	<a href="https://icmpp.ro/projects/l4/about.php?id=23">https://icmpp.ro/projects/l4/about.php?id=23</a>
Instituția coordonatoare:	Institutul de Chimie Macromoleculară Petru Poni, ICMPP
Director de proiect:	Dr. Florin Bucatariu
Partener 1 proiect (P1):	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, TUIASI
Partener n proiect (Pn):	-

### 1. Prezentare generală a realizării obiectivelor proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor.

**Scopul principal** al proiectului a fost obținerea de arhitecturi polielectrolitice reticulate depuse pe suprafața microparticulelor de nisip cuarțos cu aplicații potențiale în purificarea apelor. În acest sens, proiectul POLYSAND și-a propus și realizat o soluție nouă și inovativă de combinare a diferitelor materiale (nisip și polielectroliți) într-un singur material adsorbant avansat, ce poate înlătura simultan diferite tipuri de poluanți, cum ar fi ionii metalelor grele sau molecule organice de tipul coloranților. Eco-nanotehnologia propusă a constat în precipitarea cantitativă a polielectroliților direct pe suprafața nisipului urmată de reticularea blândă în mediu apos la temperatura camerei a lanțurilor polimerice cu aldehida glutarica.

Obiectivul principal a fost atins prin realizarea treptată a următoarelor **obiective specifice**:

*OS1. Dezvoltarea, caracterizarea și testarea materialelor avansate ca și sorbenti compoziti pe baza de nisip și polimeri sintetici, ce pot fi utilizați ca materiale de umplutura în coloane pentru tratarea apelor*

Nisipul natural din munții României poate fi un material accesibil și ieftin pentru proiectarea de materiale compozite pe bază de polielectroliți cu potențial aplicativ în curățarea apelor în regim dinamic pe coloane. Înainte de etapa de funcționalizare a nisipului cu polielectroliți bogăți în grupe aminice, cum ar fi polietilenimina ramificată (PEI), s-au studiat proprietățile fizico-chimice ale ambilor componenți. Deoarece PEI a fost intens studiat în grupul nostru (Laboratorul Polimeri

Funcționali din cadrul ICMPP Iași), ne-am îndreptat atenția asupra nisipului și fracțiilor acestuia, colectându-se și caracterizându-se în total 7 fracții de nisip cuarțos.

În a doua etapă, doi polielectroliti cu sarcini ionice complementare (polietilenimina cu structură ramificată (PEI) și poliacidul acrilic (PAA)) au fost utilizați la obținerea unui înveliș organic nanostructurat pe microparticule de nisip, prin depunere de coacervat interpolielectrolitic nestoichiometric (PEI/PAA=2/1) într-o singură etapă. După reticularea grupărilor aminice din învelișul polielectrolitic cu aldehydă glutarică (GA), la trei rapoarte molare grupă aldehydică:amină (CHO:NH<sub>2</sub> = 1:10; 1:5 și 1:1) lanțurile de PAA au fost extrase din multistratul PEI reticulat în mediu bazic. Toate probele compozite sintetizate au fost caracterizate prin microscopie electronică de baleiaj (SEM), spectroscopie de fotoelectroni (XPS), termogravimetrie (TG), măsurători electrocinetice (EKA) și măsurarea volumului de sedimente. Combinând toate datele directe (SEM, TG, XPS) și indirecte (volum de sedimente) s-a arătat ca prin metoda depunerii directe de coacervat interpolielectrolitic nestoichiometric se obțin microparticule compozite nisip/polielectrolit relativ stabile pe tot domeniul de pH, cu centri activi accesibili moleculelor țintă de poluant, stabilitatea acestora fiind invers proporțională cu mărimea granulelor de nisip și direct proporțională cu gradul de reticulare.

În ultima etapă a proiectului compozitele miez/înveliș pe bază de nisip și polietilenimina (PEI) ramificată, reticulate cu aldehydă glutarică (GA) la trei rapoarte molare aldehydă:amină [CHO]:[NH<sub>2</sub>] = n = 1:10; 1:5 și 1:1, au fost utilizate la reținerea de poluanți anorganici (Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> și Mn<sup>2+</sup>) și organici (verde de bromcrezol) în regim dinamic de sorbție pe coloană. Materialele compozite au conținut miez de nisip de diferite dimensiuni (70, 100, 200 și 355 μm) și înveliș reticulat PEI-GA<sub>n</sub>, unde n reprezintă raportul molar de reticulare. Experimentele de sorbție pe coloană au arătat că reținerea poluanților depinde de cantitatea de material organic în materialul compozit, cantitate ce depinde la rândul ei de dimensiunea granulelor de nisip și gradul de reticulare al învelișului de PEI. Eficiența de reținere a poluanților testați a fost de aproximativ 100% în condiții necompetitive iar în condiții competitive materialul compozit s-a comportat ca un suport cromatografic. S-a demonstrat că materialele compozite de tip nisip/polielectrolit pot fi utilizate în cicluri multiple (> 10) atât la curățarea/epurarea apelor contaminate prin extracția poluanților în fază solidă, cât și ca suport cromatografic la separarea ionilor metalici de molecule organice ionizate dizolvate în medii apoase.

Toate activitățile propuse pentru acest proiect au fost realizate în totalitate în trei etape, în 24 luni și sunt prezentate succint în rapoartele științifice și tehnice ale fiecărei etape (RST etapa 1 și 2 și RST etapa 3).

*OS2. Transfer de cunoaștere bazat pe cercetarea fundamentală a compozitelor obținute prin depunere directă de polimer către un nivel superior de maturitate tehnologică (elaborare patent).*

În urma activităților de cercetare desfășurate pe parcursul proiectului s-a identificat strategia optimă de sinteză a unui compozit miez/înveliș prin combinarea diferitelor fracții de nisip cu gradele diferite de reticulare a învelișului polimeric de pe suprafața compozitului. Astfel, s-a elaborat, în parteneriat ICMPP și TUIASI, cererea de brevet intitulată „Procedeu de obținere a unui compozit de tip miez/înveliș pe bază de nisip și complecși polielectrolitici nestoechiometrici”, autori F. Bucatariu, M.-M. Zaharia, M. Mihai, C. Teodosiu. Cererea de brevet a fost înregistrată cu nr. A100565/16.09.2022.

*OS3. Creșterea capacității echipelor ICMPP și TUIASI de a găsi soluții validate la scară de laborator pentru noi metode și tehnologii de sinteza de materiale avansate cu utilizare în purificarea apelor.*

Compozitele organic/anorganice cu polielectroliți, ca parte activă a unui sorbent, sunt de un real interes în imobilizarea diferiților poluanți datorită numărului mare și variat de grupe funcționale (amină, imină, carboxilică, sulfonică, etc.) de pe suprafața solidă.<sup>1,2</sup> Natura componentelor compozitului, densitatea de reticulare a materialului, arhitectura lanțurilor polielectrolitice influențează semnificativ cinetica și proprietățile procesului de sorbție. De aceea, în funcție de starea fizică a compozitului (formă, mărime, densitate), interacțiunile chimice poluant-centru activ dictează capacitatea de detecție a poluantului, imobilizarea, concentrarea în fază solidă și eliberarea ulterioară a poluantului pentru un nou ciclu de sorbție.<sup>3,4</sup>

Scopul principal al cercetărilor recente este reprezentat de obținerea rapidă de cantități mari de compozite organic/anorganice, cu capacități foarte bune de reținere a poluanților organici/anorganici din ape poluate.<sup>5</sup> Compozitele organic/anorganice cu polielectroliți, cu arhitectură și compoziție chimică controlată la nivel nanometric, pot fi obținute prin: polimerizarea amestecului de particule coloidale și monomeri, grefarea lanțurilor polimerice pe suprafața solidă anorganică și depunerea monostrat sau multistrat de filme subțiri prin metoda strat-după-strat. Cei mai utilizați polielectroliți cationici în obținerea de compozite polielectrolitice sunt polietilenimina, polivinilamina, polialilamina deoarece conțin un număr foarte mare de grupe aminice care pot acționa ca liganzi în fixarea ionilor metalelor grele din ape poluate.

Luând în considerare literatura de specialitate din domeniu și în urma experimentelor de laborator s-a optat pentru obținerea unui material compozit pe bază de nisip (F100) și polietilenimină (PEI) reticulată cu aldehydă glutarică (AG) (F100/PEI-AG). Materialul sorbant a fost testat, în regim dinamic de sorbție pe coloană, la reținerea de ioni ai metalelor grele.

Rezultatul obținut în acest proiect demonstrează creșterea capacității echipelor ICMPP și TUIASI de a găsi soluții validate la scară de laborator pentru noi metode și tehnologii de sinteza de materiale avansate cu utilizare în purificarea apelor.

*OS4. Validarea la scară de laborator a eco-tehnologiei de obținere a materialelor avansate cu rol de sorbenți.*

În urma numeroaselor încercări de depunere/reticulare/extracție a lanțurilor polielectrolitice din învelișul compozitului s-a concluzionat că fracția de nisip F100 este cea mai indicată pentru a fi folosită în experimente dinamice de sorbție pe coloană deoarece combină în cel mai optim mod

---

<sup>1</sup> Bucatariu, F.; Ghiorghita, C.-A.; Zaharia, M.-M.; Schwarz, S.; Simon, F.; Mihai, M. Removal and separation of heavy metal ions from multicomponent simulated waters using silica/polyethyleneimine composite microparticles, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 12, 37585-37596 (2020)

<sup>2</sup> Yu, G.; Wang, X.; Liu, J.; Jiang, P.; You, S.; Ding, N.; Guo, Q.; Lin, F. Applications of nanomaterials for heavy metal removal from water and soil: A review, *Sustainability*, 13, 713 (2021)

<sup>3</sup> Bucatariu, F.; Teodosiu, C.; Morosanu, I.; Fighir, D.; Ciobanu, R.; Petrila, L.-M.; Mihai, M. An overview on composite sorbents based on polyelectrolytes used in advanced wastewater treatment, *Polymers*, 13, 3963 (2021)

<sup>4</sup> Morosanu, I.; Paduraru, C.; Bucatariu, F.; Fighir, D.; Mihai, M.; Teodosiu, C. Shaping polyelectrolyte composites for heavy metals adsorption from wastewater: experimental assessment and equilibrium studies, *J. Environ. Manag.*, 321, 115999 (2022)

<sup>5</sup> Bucatariu, F.; Zaharia, M.-M.; Petrila, L.-M.; Simon, F.; Mihai, M. Sand/polyethyleneimine composite microparticles: eco-friendly, high selective and efficient heavy metal ion catchers, *Colloids Surf. A*, 649, 129540 (2022)

atât parametrii chimici, în special concentrație mare de grupe funcționale accesibile, cât și parametrii fizici (curgere hidrodinamică a fluidului în coloană).

Astfel, s-a elaborat în parteneriat (ICMPP și TUIASI) **tehnologia validată la scară de laborator** „Tehnologie de laborator de preparare și utilizare a compozitului F100/PEI-AG în tratarea/epurarea apelor”, autori F. Bucatariu, M. Mihai, M.-M. Zaharia, L. M. Petrița, C. Teodosiu, D. Fighir, I. Morosanu; numere de înregistrare: 5584/17.10.2022 (Coordonator) și 37569/11.10.2022 (Partener); avizare Comisiile interne din cele două instituții cu procesele verbale nr. 5585/17.10.2022 (Coordonator) și nr. 37570/11.10.2022 (Partener).

De asemenea, s-a elaborat în parteneriat (ICMPP și TUIASI) o **cerere de brevet de invenție** intitulată „Procedeu de obținere a unui compozit de tip miez/înveliș pe bază de nisip și complecși polielectrolitici nestoechiometrici”, autori F. Bucatariu, M.-M. Zaharia, M. Mihai, C. Teodosiu; Cerere de brevet înregistrată cu nr. A100565/19.09.2022.

#### *OS5. Diseminarea pe plan național și internațional a rezultatelor cercetării*

Rezultatele experimentale obținute în laboratoarele celor două instituții (ICMPP și TUIASI) au format baza științifică a **7 articole științifice publicate/trimise la publicare**, din care **5 cotate ISI** (2 zona roșie și 3 zona galbenă) și a **12 lucrări** (3 conferințe, 7 comunicări orale și 2 postere) prezentate la manifestări/conferințe naționale/internaționale (detalii în subcapitolul 6 al acestui raport).

#### *OS6. Îmbunătățirea cooperării instituționale dintre universități și institute de cercetare*

În timpul derulării proiectului cooperarea inter-instituțională, atât între partenerii implicați în acest proiect cât și cu alte instituții din țară și din străinătate, a fost ridicată la standarde înalte prin:

- efectuarea de către directorul de proiect a două stagii scurte de cercetare la Institutul Leibniz de Cercetare a Polimerilor din Dresda, care a permis întărirea colaborării cu cercetători din acest institut prin stabilirea unor colaborări ulterioare în domeniul materialelor compozite cu aplicații în purificarea apelor;
- publicarea a 4 articole cotate ISI prin colaborarea celor două grupuri de cercetare de la ICMPP și TUIASI;
- participarea la manifestări științifice cu lucrări elaborate prin colaborarea celor două grupuri de cercetare de la ICMPP și TUIASI (1 poster);
- elaborarea unui brevet în echipă mixtă ICMPP și TUIASI (conform documentului scanat și anexat);
- elaborarea, prin colaborarea celor două grupuri de cercetare de la ICMPP și TUIASI, a unei tehnologii validate la scară de laborator (conform documentului scanat și anexat).

## **2. Prezentarea și argumentarea nivelului de maturitate tehnologică (TRL) la finalul proiectului.**

Proiectul POLYSAND și-a propus dezvoltarea și validarea unei tehnologii inovatoare de obținere a unor materiale avansate pe bază de nisip și polielectroliti, ca materiale accesibile și prietenoase cu mediul, utilizate ca adsorbanti complecși dezvoltați din polimeri naturali și/sau sintetici în scopul îmbunătățirii tipurilor de materiale absorbante utilizate pentru tratarea apei poluate.

Nivelul de maturitate tehnologică existentă la începutul acestui proiect era în faza TRL 2, ținând cont de rezultatele semnificative ale membrilor grupurilor de cercetare pentru sinteza și caracterizarea compozitelor silice/polielectroliti (coordonator) și în testarea sorbanților complecși pentru îndepărtarea metalelor grele din apele uzate (partener), cunoștințe care au fost dezvoltate și aplicate în continuare prin utilizarea strategiei de cercetare propusă în acest proiect.

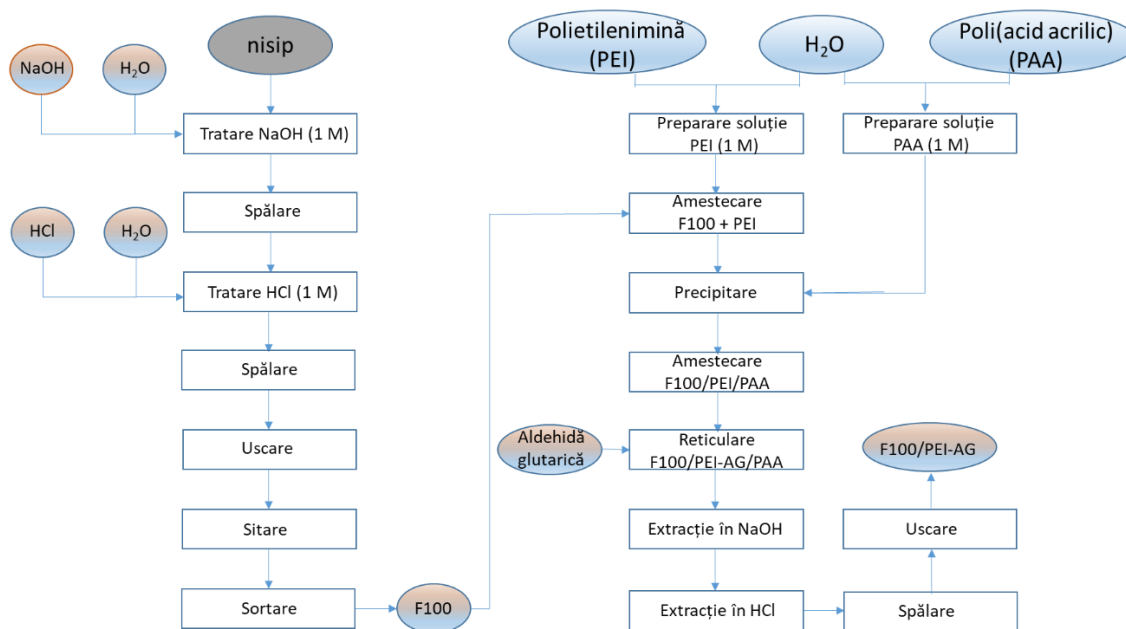
La finalul proiectului, noua eco-tehnologie („*Tehnologie de laborator de preparare și utilizare a compozitului F100/PEI-AG în tratarea/epurarea apelor*”) pentru sinteza materialelor avansate cu arhitecturi complexe, bazată pe miez anorganic și polimeri sensibili la pH, cu proprietăți de sorbție îmbunătățite pentru molecule organice și ioni metalici, prin utilizarea unor materiale accesibile și ecologice a fost validată la nivel de laborator atingându-se astfel nivelul de maturitate tehnologică propus, și anume TRL 4.

### 3. Gradul de atingere a rezultatelor estimate (prezentarea tehnologiei rezultate)

Rezultatele estimate prin derularea proiectului POLYSAND au fost îndeplinite în totalitate, în special prin elaborarea și avizarea tehnologiei de laborator intitulată „*Tehnologie de laborator de preparare și utilizare a compozitului F100/PEI-AG în tratarea/epurarea apelor*”), descris succint în cele ce urmează.

Luând în considerare literatura de specialitate din domeniu și în urma experimentelor de laborator s-a optat pentru obținerea unui material compozit pe bază de nisip (F100) și polietilenimină (PEI) reticulată cu aldehydă glutarică (AG) (F100/PEI-AG). Materialul sorbant a fost testat, în regim dinamic de sorbție pe coloană, la reținerea de ioni ai metalelor grele.

Fluxul tehnologic de obținere a compozitului F100/PEI-AG este schematizat în Figura 1.



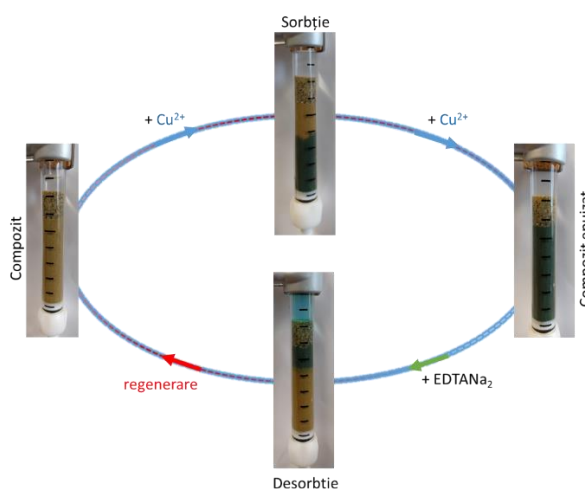
**Figura 1.** Flux tehnologic de obținere a compozitului F100/PEI-AG.

Evaluarea capacității de reținere de ioni metalici în regim dinamic s-a efectuat pe o coloană cromatografică OMNIFIT [600 PSI, volum (mL) = 0,7854 x lungime (cm)] umplută cu compozit F100/PEI-AG (Figura 2).



**Figura 2.** Instalația pentru evaluarea reținerii ionilor metalelor grele în regim dinamic.

Testarea preliminară a capacității de sorbție a materialului compozit F100/PEI-AG a fost efectuată prin metoda sorbției de  $\text{Cu}^{2+}$ . Astfel, compozitul din coloană (4,5 mL) a fost testat în regim dinamic (debit 1 mL/min) la sorbția ionilor de  $\text{Cu}^{2+}$  dintr-o soluție apoasă concentrată (1000 mg/L), reprezentat schematic în Figura 3.



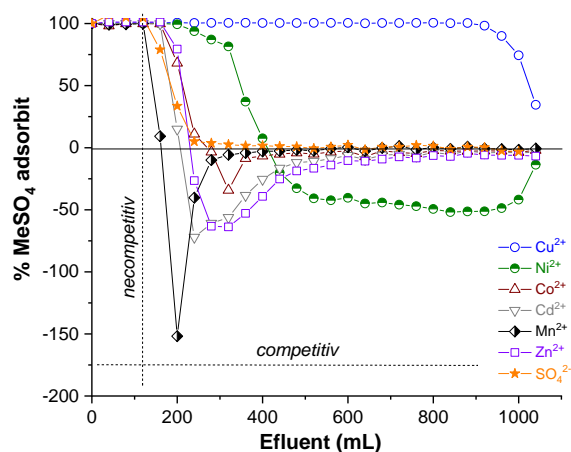
**Figura 3.** Testarea în regim dinamic cu ioni de  $\text{Cu}^{2+}$  a compozitului F100/PEI-AG pentru determinarea stoechiometriei reale dintre grupele funcționale și entitatea țintă.

În testele de sorbție a diferitelor tipuri de poluanți organici sau anorganici pe suprafața compozitului de tip nisip/polielectrolit obținut prin depunerea directă de complex interpolielectrolitic nestoechiometric, este foarte importantă cunoașterea gradului de accesibilitate la centrul activ al compozitului. Acesta se poate calcula prin determinarea stoechiometriei reale dintre grupa funcțională sau centru activ al compozitului și poluantul reținut. Prin urmare compozitele pe bază de PEI pot fi utilizate în regim dinamic la sorbția ionilor de  $\text{Cu}^{2+}$ . Acest experiment se bazează pe afinitatea mărită a grupelor aminice ale PEI pentru ionii de  $\text{Cu}^{2+}$  din soluții apoase. Determinarea ionilor de  $\text{Cu}^{2+}$  s-a făcut prin măsurători UV-Vis la lungimea de undă 622 nm, corespunzătoare complexului PEI- $\text{Cu}^{2+}$ .

Compozitul F100/PEI-AG a fost testat și într-un sistem multicomponent ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ), folosind o coloană cromatografică (OMNIFIT). Soluția apoasă inițială multicomponentă ( $C_{\text{Cd}^{2+}} = C_{\text{Zn}^{2+}} = C_{\text{Mn}^{2+}} = C_{\text{Co}^{2+}} = C_{\text{Ni}^{2+}} = C_{\text{Cu}^{2+}} = 0,22 \text{ mM}$ ) a fost introdusă în coloană (4,7 mL sorbent) cu un debit de  $0,5 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , folosind o pompă peristaltică. Spectrometria de absorbție atomică

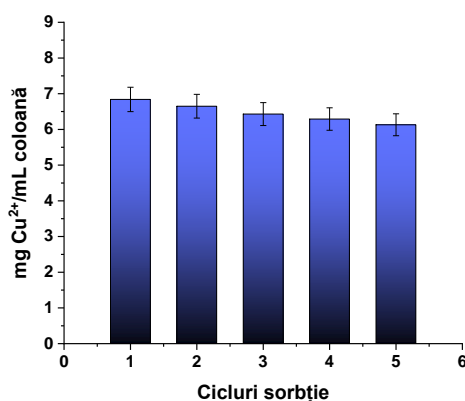
(model ContrAA 800, Analytik Jena, Germania) a fost utilizată pentru determinarea concentrației ionilor metalelor grele în diferite soluții apoase.

Sorbția dinamică a fiecărui element (Figura 4) a demonstrat două aspecte majore: a) toți ionii au fost reținuți complet în coloană în condiții necompetitive (primii 120 mL soluție care trec prin coloană, înainte de a atinge epuizarea acesteia) și b) în coloana epuizată, atunci când apar condiții competitive între ionii din amestec, numai ionul de cupru a rămas sorbit pe întregul domeniu studiat, în acest interval compozitul comportându-se ca un suport cromatografic. Pe baza valorilor sorbției s-a stabilit următoarea secvență de afinitate PEI-ion metallic:  $\text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$ .



**Figura 4.** Sorbția dinamică în coloană a șase ioni metalici pe compozitul F100/PEI-AG.

**Reutilizarea compozitului** pe bază de nisip F100/PEI-AG a fost evaluată în cinci cicluri de sorbție/desorbție a ionilor de  $\text{Cu}^{2+}$  (Figura 5).



**Figura 5.** Cantitatea sorbită de cupru pe compozitul F100/PEI-AG în cicluri multiple de sorbție.

Un ciclu complet este reprezentat de (i) sorbția ionilor pe coloană, (ii) extracția ionilor sorbiți cu EDTANa<sub>2</sub> (0,01 M) după epuizarea coloanei și (iii) regenerarea sorbentului cu o soluție de NaOH (1 M), urmată de spălare până la pH neutru. Figura 5 demonstrează că materialul compozit F100/PEI-AG poate fi reutilizat cu succes în cel puțin cinci cicluri de sorbție/desorbție, cu o scădere a capacității de sorbție de maxim 10%.

#### 4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut.

Rezultatele obținute în cadrul acestui proiect și diseminate în mediul științific vor atrage atenția atât a cercetătorilor din diferite domenii ale științei cât și a oamenilor antreprenori din mediul socio-economic implicați în rezolvarea problemelor de mediu, cum ar fi cel al poluării apelor. Preocupările privind înlăturarea poluării, mai ales din apele de suprafață impun măsuri tot mai drastice prin crearea de materiale sorbante versatile ce pot imobiliza diferite tipuri de poluanți anorganici sau organici. **Produsul obținut și optimizat în cadrul proiectului este unul ieftin, prietenos cu mediu, scalabil la scară industrială datorită nisipului și polielectroliților implicați și cu proprietăți sorbante îmbunătățite. Validarea la scară de laborator a compozitului optimizat miez/înveliș și brevetarea metodei de obținere a acestuia asigură o garanție a posibilității de utilizare în instalații industriale de filtrare/curățare/epurare a apelor contaminate.**

#### 5. Detalii privind exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului.

Rezultatele experimentale de laborator au arătat succesul metodei de depunere rapidă de catene polielectrolitice prin precipitare directă pe suprafața microparticulelor de nisip cât și potențialul compozitului obținut (F100/PEI-GA) în utilizarea cu succes la reținerea în regim dinamic de poluanți dizolvați în medii apoase, în special ioni ai metalelor grele. Pentru exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului, pe durata desfășurării proiectului membrii echipelor de cercetare au realizat următoarele:

a) redactare și trimitere la publicat a unui număr de **7 articole științifice**, din care **5 cotate ISI** (2 în zona Q1 și 3 în zona Q2) (detalii în subcapitolul 6 al acestui raport);

b) participat la manifestări/conferințe naționale/internaționale cu un număr de **12 lucrări** (3 conferințe, 7 comunicări orale și 2 postere) (detalii în subcapitolul 6 al acestui raport);

c) efectuat **2 stagii scurte** de cercetare în străinătate (detalii în subcapitolul 6 al acestui raport);

d) au elaborat în parteneriat și depus o cerere de brevet de invenție

- **Brevet** „Procedeu de obținere a unui compozit de tip miez/înveliș pe bază de nisip și complecși polielectrolitici nestoechiometrici”, autori F. Bucatariu, M.-M. Zaharia, M. Mihai, C. Teodosiu (Cerere de brevet înregistrată cu nr. A100565/19.09.2022).

e) tehnologie validată la scară de laborator după cum urmează:

- **Tehnologie validată** „Tehnologie de laborator de preparare și utilizare a compozitului F100/PEI-AG în tratarea/epurarea apelor”, autori F. Bucatariu, M. Mihai, M.-M. Zaharia, L. M. Petrița, C. Teodosiu, D. Fighir, I. Morosanu [(Numere de înregistrare: 5584/17.10.2022 (Coordonator) și 37569/11.10.2022 Partener)]. Această tehnologie a fost avizată de comisiile interne din cele două instituții cu procesele verbale nr. 5585/17.10.2022 (Coordonator) și nr. 37570/11.10.2022 (Partener).



## 6. Prezentarea livrabilelor/indicatorilor obținuți la finalul proiectului comparativ cu cei propuși.

Nr. crt.	Livrabile/indicatori planificați	Nr.	Livrabile/indicatori realizați	Nr.
1.	Workshop de deschidere proiect	1	<b>Workshop de deschidere proiect</b> <b>Data: 11.11.2020</b> <b>Locația: on-line</b> <b>Participanți: toți membrii proiectului</b>	1
2.	Pagina web a proiectului	1	<a href="https://icmpp.ro/projects/l4/about.php?id=23">https://icmpp.ro/projects/l4/about.php?id=23</a>	1
3.	Lucrări științifice trimise spre publicare	3	<p>1. <b>F. Bucatariu, C. Teodosiu, I. Morosanu, D. Fighir, R. Ciobanu, L-M. Petrila, M. Mihai</b>, <i>An overview on composite sorbents based on polyelectrolytes used in advanced wastewater treatment</i>, <i>Polymers</i> <b>2021</b>, 13, 3963. <a href="https://doi.org/10.3390/polym13223963">https://doi.org/10.3390/polym13223963</a> (FI = 4,967, Q1).</p> <p>2. <b>C.P. Musteret, I. Morosanu, R. Ciobanu, O. Plavan, A. Gherghel, M. Al-Refai, I. Roman, C. Teodosiu</b>, <i>Assessment of Coagulation-Flocculation Process Efficiency for the Natural Organic Matter Removal in Drinking Water Treatment</i>, <i>Water</i> <b>2021</b>, 13, 3073. <a href="https://doi.org/10.3390/w13213073">https://doi.org/10.3390/w13213073</a> (FI = 3,530, Q2).</p> <p>3. <b>F. Bucatariu, M.-M. Zaharia, L.-M. Petrila, F. Simon, M. Mihai</b>, <i>Sand/polyethyleneimine composite microparticles: Eco-friendly, high selective and efficient heavy metal ion catchers</i>, <i>Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp.</i> <b>2022</b>, 649,129540. <a href="https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129540">https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129540</a> (FI = 5.518, Q2).</p> <p>4. <b>M. V. Dinu, I. Humelnicu, C. A. Ghiorghita, D. Humelnicu</b>, <i>Aminopolycarboxylic Acids-Functionalized Chitosan-Based Composite Cryogels as Valuable Heavy Metal Ions Sorbents: Fixed-Bed Column Studies and Theoretical Analysis</i>, <i>Gels</i> <b>2022</b>, 8, 221. <a href="https://doi.org/10.3390/gels8040221">https://doi.org/10.3390/gels8040221</a> (FI = 4.432, Q1).</p> <p>5. <b>L.-M. Petrila, V. R. Gradinaru, F. Bucatariu, M. Mihai</b>. <i>Polymer/Enzyme Composite Materials – Versatile Catalysts with Multiple Applications</i>,</p>	7

			<p>Chemistry-Switzerland <b>2022</b>, 4, 1312-1338. <a href="https://doi.org/10.3390/chemistry4040087">https://doi.org/10.3390/chemistry4040087</a>.</p> <p>6. R. Ciobanu, <b>M. Mihai</b>, <b>C. Teodosiu</b>. <i>An overview of natural organic matter removal by coagulation in drinking water treatment</i>, Bul. Inst. Polit. Iași <b>2022</b>, Vol. 68 (72), Nr. 4 (lucrare acceptată).</p> <p>7. <b>F. Bucatariu</b>, <b>L.-M. Petrila</b>, <b>M.-M. Zaharia</b>, F. Simon, <b>M. Mihai</b>, <i>Sand/polyethyleneimine composites: Influence of sand size and shell cross-linking degree onto pollutants sorption/desorption properties</i>, Water <b>2022</b>, trimisă pe data de 26.10.2022. (FI = <b>3,530</b>, <b>Q2</b>).</p>	
<b>4.</b>	Participări la Conferințe Naționale/Internaționale	<b>4</b>	<p>1. <b>F. Bucatariu</b>, <b>M. Zaharia</b>, <b>L. Petrila</b>, <b>M. Mihai</b>, <i>Sand/polyelectrolyte composites with affinity for different water pollutants</i>; a XXXI-a editie a Congresului Internațional al Universității Apollonia, Iași, Romania, 01-03.03.2021 (<u>Comunicare orală</u>);</p> <p>2. <b>C. Teodosiu</b>, <b>F. Bucatariu</b>, <b>D. Fighir</b>, <b>I. Morosanu</b>, R. Ciobanu, <b>C. Păduraru</b>, <b>M. Mihai</b>, 2021, <i>Sustainable use of composite sorbents to remove emerging and priority pollutants in advanced wastewater treatment processes</i>, 11th International Conference on Environmental Engineering and Management (ICEEM 11), Muttenz, Elveția, 08-10.09.2021 (<u>Poster</u>);</p> <p>3. <b>F. Bucatariu</b>, <b>M.-M. Zaharia</b>, <b>L.-M. Petrila</b>, <b>M.-A. Trofin</b>, <b>M. Mihai</b>, <i>Synthesis and characterization of quartz sand/polyethyleneimine composite particles with application in water cleaning</i>, 11th International Conference on Environmental Engineering and management (ICEEM 11), Muttenz, Elveția, 08-10.09.2021 (<u>Comunicare orală</u>);</p> <p>4. <b>M. Mihai</b>, <b>L.-M. Petrila</b>, <b>M.-A. Trofin</b>, <b>M.-M. Zaharia</b>, <b>F. Bucatariu</b>, <i>Daisogel/(polycation/polyanion)<sub>n</sub> composite microparticles with affinity for emerging pollutants</i>, 11th International Conference on Environmental Engineering and management (ICEEM 11), Muttenz, Elveția, 08-10.09.2021 (<u>Comunicare orală</u>);</p> <p>5. <b>L.-M. Petrila</b>, <b>F. Bucatariu</b>, <b>M. Mihai</b>, <i>Composite materials based on polyelectrolytes used as sorbents in batch and column studies</i>;</p>	<b>12</b>

		<p>ICMPP – open door to the future scientific communications of young researchers, MacroYouth’2021, 19.11.2021 (<u>Comunicare orală</u>);</p> <p>6. <b>F. Bucatariu, L.-M. Petrila, M.-M. Zaharia, M. Mihai</b>, <i>Core-shell polyelectrolyte composites with versatile properties in pollutants removal from contaminated waters</i>; a XXXII-a editie a Congresului Internațional al Universității Apollonia (Pregătim viitorul promovând excelența) Iași, România, 28.02.-02.03.2022 (<u>Comunicare orală</u>).</p> <p>7. <b>L.-M. Petrila, F. Bucatariu, M. Mihai</b>, <i>Composite materials employed in the removal of emerging pollutants from contaminated waters</i>; 12th International Conference on Materials Science and Engineering – BraMat 2022, Brașov, România, 09-12.03.2022 (<u>Comunicare orală</u>).</p> <p>8. <b>L.-M. Petrila, F. Bucatariu, M. Mihai</b>, <i>Composite materials with immobilized pepsin for water cleaning</i>; Exploratory workshop Next-Chem Innovative Cross-Sectoral Technologies, Editia a IV-a, București, România, 19-20.05.2022 (<u>Comunicare orală</u>).</p> <p>9. <b>C. Musteret, I. Morosanu, O. Plavan, A. Gherghel, I. Roman, C. Teodosiu</b>, <i>Coagulation-flocculation efficiency to remove manganese and natural organic matter for drinking water treatment</i>; 6th International Conference on Chemical Engineering (ICCE 2022), Iași, România, 05-07.10.2022 (<u>Poster</u>).</p> <p>10. <b>M. Mihai</b>, <i>Polyelectrolyte-based architectures for targeted applications in water cleaning and medicine</i>; 20th Symposium POLYMERS 2022, Velingrad, Bulgaria, 05–08.07.2022 (<u>Conferință</u>).</p> <p>11. <b>M. Mihai</b>, <i>Polyelectrolytes in multicomponent systems. application in water cleaning and medicine</i>; A XXXVI-a Conferință Națională de Chimie – CNChim-2022, Călimănești-Căciulata, România, 04-07.10.2022 (<u>Conferință</u>).</p> <p>12. <b>M. Mihai</b>, <i>(Multi)functional ionic polymers. synthesis, materials design, application</i>, 14<sup>th</sup> Edition of the Symposium with International Participation - New Trends and Strategies in the Chemistry of Advanced Materials with Relevance in Biological Systems, Technique and</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

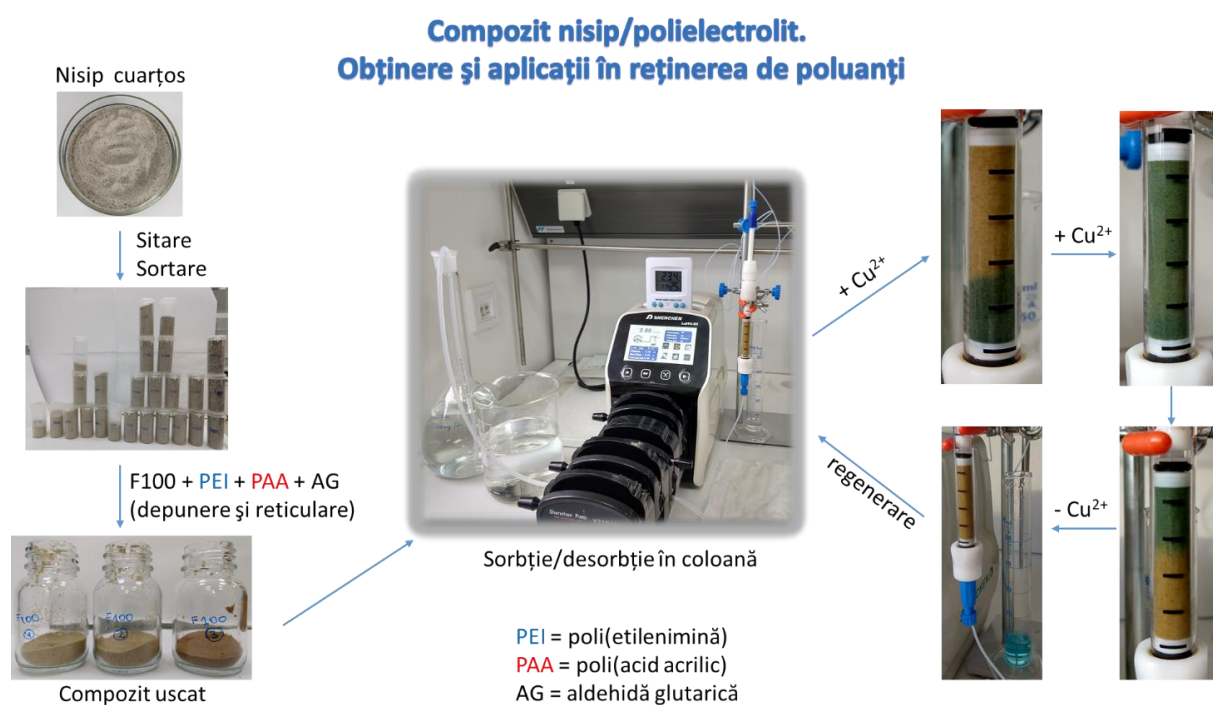
			Environmental Protection, Timișoara, România, 20-21.10.2022 ( <i>Conferință</i> ).	
5.	Stagii scurte de cercetare	2	1. Stagiul scurt de cercetare la Leibniz-Institut für Polymerforschung e.V., Dresda, Germania, în cadrul Departamentului de Interfețe Polimerice, dr. Frank Simon. <i>Perioada</i> : 25.10.2021-07.11.2021  2. Stagiul scurt de cercetare: Leibniz-Institut für Polymerforschung e.V., Dresda, Germania, în cadrul Departamentului de Interfețe Polimerice, dr. Frank Simon. <i>Perioada</i> : 01-14.08.2022	2
6.	Tehnologie validată	1	<i>Tehnologie de laborator de preparare și utilizare a compozitului F100/PEI-AG în tratarea/epurarea apelor</i> <b>F. Bucatariu, M. Mihai, M.-M. Zaharia, L. M. Petrița, C. Teodosiu, D. Fighir, I. Morosanu</b> Numere de înregistrare: 5584/17.10.2022 (Coordonator) și 37569/11.10.2022 (Partener). Avizare Comisiile interne din cele două instituții cu procesele verbale nr. 5585/17.10.2022 (Coordonator) și nr. 37570/11.10.2022 (Partener).	1
7.	Cerere de brevet	1	<i>Procedeu de obținere a unui compozit de tip miez/înveliș pe bază de nisip și complecși polielectrolitici nestoechiometrici</i> <b>F. Bucatariu, M.-M. Zaharia, M. Mihai, C. Teodosiu</b> Cerere de brevet înregistrată cu nr. A100565/16.09.2022.	1

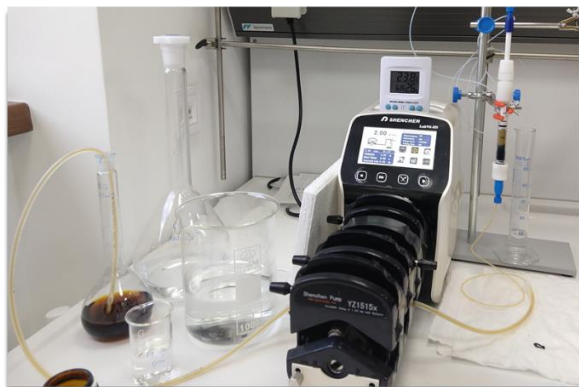
---

*Toate rezultatele cercetărilor științifice prezentate în acest raport reprezintă proprietatea intelectuală a echipei proiectului 521PED/2020 (POLYSAND) și sunt protejate de legislația națională și europeană în domeniu. Orice utilizare, reproducere, distribuție și modificare neautorizată, parțială sau integrală a acestor rezultate este strict interzisă fără acordul prealabil scris al autorilor care au participat în mod direct la derularea activităților de cercetare științifică.*

---

Prin proiectul POLYSAND s-au dezvoltat noi compozite miez/înveliș pe bază de nisip și polielectroliți cu proprietăți sorbtive pentru a fi utilizate în curățarea/tratarea apelor contaminate. Optimizarea compozitelor s-a făcut în funcție de mărimea miezului sau a fracției de nisip și gradul de reticulare a învelișului polimeric cu scopul de a reduce pierderea de material organic în timpul sintezei și a îmbunătăți performanțele fizico-chimice ale produsului final (omogenitate dimensională și funcțională, stabilitate în medii apoase cu pH extrem, proprietăți hidromecanice și chimice bune pentru a rezista stresului hidrodinamic în coloane de sorbție. Metoda de preparare, cu grad mare de noutate, a făcut obiectul unei cereri de brevet de invenție. Compozitul cu cele mai bune performanțe (F100-PEI-AG) a fost selectat pentru întocmirea tehnologiei validate la scară de laborator. Acest compozit conține microparticule de nisip cu diametrul mediu de 187 microni ce are pe suprafață un strat de polietilenimină (PEI) reticulată cu aldehydă glutarică și a fost obținut prin depunere directă de coacervat interpolielectrolitic nestoichiometric. Studiile de sorbție/desorbție, în condiții necompetitive, în coloană a unui amestec echimolar de 6 ioni ai metalelor grele ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$ ), au validat compozitul la nivel de laborator pentru a putea fi folosit în epurarea apelor. De asemenea, a fost demonstrată capacitatea mare și rapidă a compozitului de reținere atât a poluanților anorganici cât și organici (verde de bromcresol).





Sorbție verde de bromcresol (BCG)

+BCG



+BCG



Coloană epuizată

regenerare



- BCG



Extracție BCG în NaOH

Director de proiect,

Dr. Bucatariu Florin

(Nume, prenume, semnătura)

Data: 26.10.2022

Bucatariu F.

Executanți

INSTITUTUL DE CHIMIE  
MACROMOLECULARĂ "PETRU PONI"

Nr. 5584 / 17.8.2022

UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE  
ASACHI” DIN IASI, FACULTATEA DE  
INGINERIE CHIMICA SI PROTECTIA  
MEDIULUI “CRISTOFOR SIMIONESCU”

Nr. 37569 / 11.10.2022

### Lucrare de cercetare

Contract Nr. 521PED/2020, Proiect: PN-III-P2-2.1-PED-2019-1996

Titlu proiect: Microparticule compozite nisip/polielectrolit cu capacitate ridicata de încărcare/eliberare de compusi anorganici/organici din ape poluate (POLYSAND)

Etapa 3: Testarea și validarea la scară de laborator a microparticulelor compozite nisip/polielectrolit

### TEHNOLOGIE DE LABORATOR DE PREPARARE ȘI UTILIZARE A COMPOZITULUI F100/PEI-AG ÎN TRATAREA/EPURAREA APELOR

### Compozit selectat

COMPOZIT PE BAZĂ DE NISIP (FRAȚIA F100) ȘI POLIETILENIMINĂ

Director,

Dr. Valeria Harabagiu



Rector,

Prof.dr.ing. Dan Cascaval



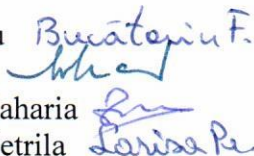
### Grup de lucru:

Dr. Florin Bucătariu

Dr. Marcela Mihai

Dr. Marius-Mihai Zaharia

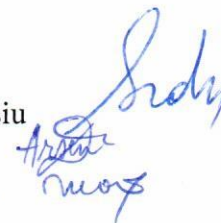
Drd. Larisa Maria Petrila



Dr. Carmen Teodosiu

Dr. Daniela Fighir

Dr. Irina Moroșanu





INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ "PETRU PONI"  
Aleea Grigore Ghica Vodă, nr. 41 - A, 700487 – IASI – ROMÂNIA  
Tel: +40.232.217454 Fax: +40.232.211299, e-mail: pponi@icmpp.ro

## PROCES VERBAL DE AVIZARE A LUCRĂRILOR DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

Nr. 5585/17.8.2022

Comisia internă de avizare a rezultatelor constituită conform deciziei nr. 123/2022 s-a întrunit în vederea avizării tehnologiei de laborator "TEHNOLOGIE DE LABORATOR DE PREPARARE ȘI UTILIZARE A COMPOZITULUI F100/PEI-AG ÎN CURĂȚAREA APELOR" care face obiectul contractului de cercetare științifică Nr. 521PED/2020, Program P2-Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare, subprogramul 2.1. Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare, Proiect experimental-demonstrativ PN-III-P2-2.1-PED-2019-1996, cu titlu: **MICROPARTICULE COMPOZITE NISIP/POLIELECTROLIT CU CAPACITATE RIDICATA DE ÎNCĂRCARE/ ELIBERARE DE COMPUSI ANORGANICI/ORGANICI DIN APE POLUATE (POLYSAND)**

Dosarul de avizare prezentat comisiei cuprinde documentele prevăzute de actele normative în vigoare.

1. Lucrările au fost analizate de comisia de avizare a rezultatelor a unității executante prin decizia nr. 123/2022.
2. Parametrii și nivelul calitativ și tehnico-economic comparative cu prevederile contractului sunt: **obținerea unui material compozit pe bază de nisip (F100) și polietilenimină (PEI) reticulată cu aldehidă glutarică (AG) (F100/PEI-AG). Materialul sorbant a fost testat în regim dinamic de sorbție pe coloană la reținerea de ioni ai metalelor grele.**
3. Efectele economice și sociale estimate a se obține sunt: îmbogățirea cunoașterii științifice în domeniul materialelor compozite organic/anorganice cu capacitate îmbunătățită în reținerea de poluanți dizolvați în medii apoase, în special ioni ai metalelor grele și constituirea unei baze pentru elaborarea de tehnologii la fază pilot sau industrial pornind de la tehnologia de laborator elaborată.
4. Rezultatele obținute privind tehnologia nou elaborată la nivel de laborator sunt corespunzătoare și se avizează.

Președinte: Dr. Anton AIRINEI, CSI

Dr. Gheorghe FUNDUEANU-CONSTANTIN, CSI

Dr. Maria CAZACU, CSI

Dr. Sergiu COȘERI, CSI

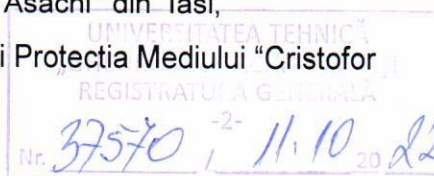
Dr. Carmenuș RACLEȘ, CSI

Dr. Luminița GHIMICI, CSII

Dr. Corneliu COJOCARU, CSI

Secretar: Ec. Stela CHIRILĂ





## PROCES VERBAL DE AVIZARE A LUCRĂRILOR DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

Nr. ....

Comisia internă de avizare a rezultatelor constituită conform deciziei nr. 1477/27.07.2022 s-a întrunit în vederea avizării tehnologiei de laborator “**TEHNOLOGIE DE LABORATOR DE PREPARARE ȘI UTILIZARE A COMPOZITULUI F100/PEI-AG ÎN TRATAREA/EPURAREA APELOR**” care face obiectul contractului de cercetare științifică Nr. 521PED/2020, Program **P2-Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare**, subprogramul 2.1. Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare, Proiect experimental-demonstrativ PN-III-P2-2.1-PED-2019-1996, cu titlu: **MICROPARTICULE COMPOZITE NISIP/POLIELECTROLIT CU CAPACITATE RIDICATA DE ÎNCĂRCARE/ ELIBERARE DE COMPUSI ANORGANICI/ORGANICI DIN APE POLUATE (POLYSAND)**

Dosarul de avizare prezentat comisiei cuprinde documentele prevăzute de actele normative în vigoare.

1. Lucrările au fost analizate de comisia de avizare a rezultatelor a unității executante în baza Deciziei Rectorului nr. 1477/27.07.2022.
2. Parametrii și nivelul calitativ și tehnico-economic comparative cu prevederile contractului sunt: obținerea unui material compozit pe bază de nisip (F100) și polietilenimină (PEI) reticulată cu aldehydă glutarică (AG) (F100/PEI-AG). Materialul sorbant a fost testat, **în regim dinamic de sorbție pe coloană**, la reținerea de ioni ai metalelor grele.
3. Efectele economice și sociale estimate a se obține sunt: îmbogățirea cunoașterii științifice în domeniul materialelor compozite organice/anorganice cu capacitate îmbunătățită în reținerea de poluanți dizolvați în medii apoase, în special ioni ai metalelor grele și constituirea unei baze pentru elaborarea de tehnologii la fază pilot sau industrial pornind de la tehnologia de laborator elaborată.
4. Rezultatele obținute privind tehnologia nou elaborată la nivel de laborator sunt corespunzătoare și se avizează.

Presedinte: Prof.univ.dr.habil.ing. Irina Volf

Membri: Prof.univ.dr.ing. Nicolae Hurduc

Prof.univ.dr.ing. Carmen Teodosiu

Prof.univ.dr.ing. Ioan Mamaliga

Secretar: Conf.univ.dr.ing. Alexandra Cristina Blaga

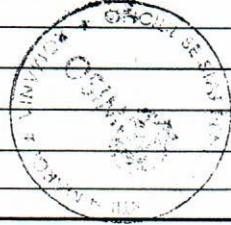
S. Chirita  
N. Harabap

## CERERE DE BREVET DE INVENTIE



Nr. referinta solicitant/mandatar	Registratura OSIM (numarul si data primirii):
	A100565 16 SEP 2022

<u>Se completeaza de catre OSIM</u>	
Numarul cererii de brevet de inventie	
Data primirii la Registratura Generala a OSIM	
Data de depozit	
Data primirii partii lipsa la Registratura Generala a OSIM	
Data de depozit dupa primirea partii lipsa la Registratura Generala a OSIM	
Data primirii cererii de retragere a partii lipsa la Registratura Generala a OSIM	
Data de depozit atribuita cererii de brevet	



**1. Solicitanți** (nume și prenume/denumire, adresă de domiciliu/sediu, telefon, fax, e-mail)

INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ P. PONI IAȘI, Aleea Grigore Ghica Vodă 41A, 700487, Iași, tel.: 0332 880 220 / pponi@icmpp.ro

continuare pe pag.3

2. Solicitam în baza Legii nr. 64/1991 privind brevetele de invenție, republicată, modificat prin Legea nr.83/2014 privind invențiile de serviciu acordarea unui brevet de invenție cu titlul:  
**PROCEDEU DE OBTINERE A UNUI COMPOZIT DE TIP MIEZ/ÎNVELIȘ PE BAZĂ DE NISIP ȘI COMPLECȘI POLIELECTROLITICI NESTOECHIOMETRICI**

2.1. Solicitantul este îndreptățit la depunerea cererii de brevet de invenție în baza:

Legii nr. 64/1991 privind brevetele de invenție, republicată;

Legii nr.83/2014 privind invențiile de serviciu.

unui contract de cercetare

2.2. Referința la o cerere depusă anterior (număr, data de depozit, tara/oficiul):

3. Declarăm că inventatorii sunt cei desemnați în formularul „Declarație conținând desemnarea inventatorilor”  anexat  care va fi transmis ulterior

4. Rezumatul invenției se publică împreună cu figura numărul: -

5. Revendicăm prioritatea convențională (stat, număr, data depozit): -

6. Revendicăm prioritatea internă (număr cerere de brevet, data depozit): -

7. Cererea de brevet este:

- divizionara din cererea de brevet (număr, data depozit):
- transformată din cererea de brevet european (nr., data de depozit)
- rezultată din conversia unei cereri de înregistrare a unui model de utilitate (nr. cerere înreg, dată depozit)

8. La data depunerii cererii solicităm următoarele proceduri:

8.1. Publicarea de urgență a cererii de brevet de invenție	<input type="checkbox"/>
8.2. Întocmirea unui raport de documentare	<input type="checkbox"/>
8.3. Întocmirea unui raport de documentare cu opinie scrisă privind brevetabilitatea	<input type="checkbox"/>
8.4. Examinarea cererii cerută la data de depozit	<input type="checkbox"/>

9. Mandatar autorizat (denumire, sediu) :

prin  procura ; sau  procura generală (nr. dată):

10. Solicitantul/reprezentantul desemnat de solicitant (nume, prenume / denumire, adresă/ sediu) pentru corespondența cu OSIM: INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI” IAȘI, Aleea Grigore Ghica Vodă 41A, 700487, Iași, tel: 0332 880 220 / [pponi@icmpp.ro](mailto:pponi@icmpp.ro)

11. Semnătură solicitant/mandatar autorizat:

Semnătură: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

DIRECTOR,  
Dr. Valeria Harabagiu

12. Documente depuse la OSIM de solicitant/mandatar		14. Documente primite la OSIM	
12.1. Formular de cerere	în 3 exemplare, a 3 file <input type="checkbox"/>	în 3 exemplare, a 3 file <input checked="" type="checkbox"/>	
12.2. Descriere	în 3 exemplare, a 8 file <input type="checkbox"/>	în 3 exemplare, a 13 file <input checked="" type="checkbox"/>	
12.3. Revendicări	în 3 exemplare, a 1 filă <input type="checkbox"/>	în 3 exemplare, a 1 filă <input checked="" type="checkbox"/>	
12.4. Desene	în 3 exemplare, a 0 file <input type="checkbox"/>	în ...exemplare, a ... file <input type="checkbox"/>	
12.5. Rezumat	în 3 exemplare, a 1 filă <input type="checkbox"/>	în 3 exemplare, a 1 filă <input checked="" type="checkbox"/>	
12.6. Lista de secvențe de nucleotide și/sau aminoacizi, parte a descrierii	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12.6.1. pe suport hârtie	în ...exemplare, a ... file <input type="checkbox"/>	în ...exemplare, a ... file <input type="checkbox"/>	
12.6.2. pe suport electronic	tip .... , în .... exemplare <input type="checkbox"/>	tip..... , în ....exemplare <input type="checkbox"/>	
12.7. Actul din care rezultă dreptul la acordarea brevetului	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12.8. Declarația conținând desemnarea inventatorilor	în 3 ex a 1 filă <input type="checkbox"/>	a 1. file <input type="checkbox"/>	
12.9. Procura/copie procura generala	a ... file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.10. Document referitor la plata taxelor	a 1 filă <input type="checkbox"/>	a 1 file <input checked="" type="checkbox"/>	
12.11. Act privind solicitarea reducerii taxelor	a ... file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.12. Autorizația privind transmiterea dreptului de prioritate	a ... file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.13. Act de prioritate	a ... file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.14. Act referitor la depozitul microorganismului/materialului biologic	<input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.15. Document privind o divulgare a invenției	a ...file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.16. Copie/traducere a cererii anterioare de la rubrica 2.2.	a...file <input type="checkbox"/>	a ... file <input type="checkbox"/>	
12.17. Alte documente BIBLIOGRAFIE	în 3 exemplare, a 2 file <input type="checkbox"/>	ADRESĂ a 1. file <input checked="" type="checkbox"/> GOPR 4 x	

13. Persoana care a depus cererea, alta decât solicitantul, mandatarul (nume, prenume, act identitate) :

Nota Contract 1 x  
2 x

Confirmare OSIM (nume, prenume și dată)

# Declarație

conținând desemnarea inventatorilor invenției cu titlul:

## PROCEDEU DE OBTINERE A UNUI COMPOZIT DE TIP MIEZ/ÎNVELIȘ PE BAZĂ DE NISIP ȘI COMPLECȘI POLIELECTROLITICI NESTOECHIOMETRICI

care face obiectul cererii de brevet cu nr. .... și data de depozit .....

Această declarație este făcută și depusă la OSIM până la data luării unei hotărâri privind cererea de brevet de invenție

**Nume și prenume:** BUCĂTARIU FLORIN

**Adresa de domiciliu:** Strada Decebal Nr.14, Bl. B3, Sc. B, Ap. 1, Iași, Jud. Iași

**Locul de munca la data creării invenției:** Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Iași

**Nume și prenume:** ZAHARIA MARIUS-MIHAI

**Adresa de domiciliu:** Strada Butnari, Nr. 7, Bl. B5-2, Sc. B, Et. 2, Ap. 3, Iași, Jud. Iași

**Locul de munca la data creării invenției:** Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Iași

**Nume și prenume:** MIHAI MARCELA

**Adresa de domiciliu:** Sos. Națională, Nr. 180, Bl. A3, Sc. E, Et. 2, Ap. 9, Iași, Jud. Iași

**Locul de munca la data creării invenției:** Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Iași

**Nume și prenume:** TEODOSIU CARMEN

**Adresa de domiciliu:** Fundacul Camil Ressu Nr. 10, Iași, Jud. Iași

**Locul de munca la data creării invenției:** Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași

Alți inventatori sunt înscrși într-o pagină următoare pe un formular identic cu acesta

**Semnatura solicitantului sau a mandatarului autorizat** (numele și prenumele precum și calitatea persoanei cu capacitate de reprezentare a solicitantului sau a mandatarului autorizat):

INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ PETRU PONI IAȘI, Aleea Grigore Ghica Vodă 41A, Iași, tel 0332 880 220/ [pponi@icmpp.ro](mailto:pponi@icmpp.ro)

DIRĂTOR,

Semnatura: Dr. Valeria Harabagiu

L.S. \_\_\_\_\_

Data: 13.09.2022