

Anexa 10 la Contract nr. 41N /18.01.2023

(anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 37/01.07.2025)

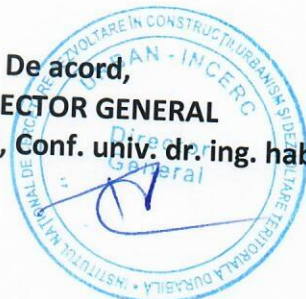
Contractor: INCĐ URBAN-INCERC

Cod fiscal : RO26752660

De acord,

DIRECTOR GENERAL

CS I, Conf. univ. dr. ing. habil. Claudiu-Sorin DRAGOMIR



Avizat,

DIRECTOR DE PROGRAM

CSIII, Dr. ing., ec. Alexandra-Marina BARBU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 41N/18.01.2023

Proiectul: Soluții inovatoare sustenabile favorabile implementării tehnologiilor emergente cu impact transversal asupra industriilor locale și mediului și de facilitare a transferului tehnologic, prin dezvoltarea de materiale compozite avansate, eco-inteligente, în contextul dezvoltării durabile a mediului construit

Faza: 9 - Studiu privind optimizarea performanțelor de durabilitate și rezistență la agenți-biologici a materialelor geopolimere smart-eco-inovative. Studiu teoretic de identificare a posibilităților de valorificare a materialelor geopolimere smart-eco-inovative optimizate

Termen de încheiere a fazei: 01.07.2025

1. Obiectivul proiectului:

Contribuții la avansul în știință prin dezvoltarea unor cercetări multi și transdisciplinare, cu impact asupra calității vieții în contextul dezvoltării durabile a mediului construit și creștere a posibilităților de transfer de tehnologie emergentă, prin dezvoltarea de materiale avansate, eco-inteligente, cu capacitate de auto-curățare, ce permit reintegrarea în circuitul economic prin recuperare și reciclare a unor deșeuri și

subproduse industriale concomitent cu exploatarea caracterului specific al unor nanomateriale responsive la factori ambientali.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- Creșterea gradului de cunoaștere din punct de vedere al proceselor și mecanismelor de geopolimerizare (Faza 1.) și a proceselor și mecanismelor care induc caracterul "smart" al compozitelor (Faza 2.);
- Reactualizarea bazei de date privind disponibilitatea de materii prime și de deșeuri și subproduse industriale disponibile, care satisfac parametrii relevanți din punct de vedere a compatibilității compoziționale pentru generarea mecanismelor specifice care induc performanțe superioare materialelor eco-inovative (Faza 3.);
- Creșterea gradului de cunoaștere din punct de vedere al performanțelor fizico-mecanice, durabilitate și de rezistență la solicitare biologică și stabilirea unor metode experimentale de testare specifică materialelor cu proprietăți eco-inovative (Faza 4.);
- Proiectare compozițională și testare experimentală preliminară a compozițiilor geopolimere smart-eco-inovative (Faza 5. și Faza 6.);
- Evidențierea, evaluarea și ierarhizarea factorilor de influență (minim 5) asupra performanțelor materialelor geopolimere smart-eco-inovative (Faza 7);
- Optimizarea materialelor geopolimere smart-eco-inovative (minim 2 direcții de optimizare) prin cuantificarea rezultatelor obținute din punct de vedere al performanțelor fizico-mecanice (Faza 8.) și din punct de vedere al durabilității și rezistenței la solicitare biologică (minim 10 compoziții), precum și identificarea direcțiilor de valorificare și aplicabilitate (Faza 9.);
- Protejarea drepturilor de autor și pregătirea cadrului favorabil transferului tehnologic și realizarea unui ghid de proiectare a materialelor compozite geopolimere smart-eco-inovative (Faza 10.);
- Machetarea (proiectare, realizare prototip etc.) și testarea într-un mediu relevant a prefabricatelor mici realizate din materiale geopolimere smart-eco-inovative (minim 2 prototipuri) (Faza 11.);
- Realizarea unui ghid de proiectare și utilizare a produselor compozite geopolimere smart-eco-inovative (Faza 12.);
- Diseminarea rezultatelor cercetărilor se va realiza în mod continuu, pe parcursul tuturor celor 12 faze ale proiectului.
- Creșterea nivelului de calificare a personalului CD existent și angajări personal CD.

3. Obiectivul fazei:

Obiectivul fazei este acela de a efectua activități de optimizare compozițională, validare experimentală și sinteză a rezultatelor privind materialele geopolimere smart-eco-inovative optimizate – analiza de durabilitate și de rezistență la solicitare biologică. Totodată s-au avut în vedere activități de identificare și documentare a posibilităților de valorificare a materialelor geopolimere smart-eco-inovative optimizate, concomitent cu activități de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor, pentru creșterea nivelului de înaltă calificare a personalului implicat și a gradului de informare a stakeholder-ilor.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Raport de fază.
- Minim 3 materiale compozite geopolimere smart-eco-inovative optimizate și validate în condiții de laborator
- Minim 1 articol indexat în WOS sau participare cu comunicare la manifestări științifice internaționale indexat WOS; minim 1 articol publicat în revistă BDI sau participare la conferință națională/internațională în domeniu; minim 1 participare la târg de invenție și inovare.
- Organizare minim 1 workshop.

5. Rezumatul fazei:

Datorită presiunilor tot mai mari pentru reducerea amprente de carbon, industria construcțiilor caută soluții ecologice care să înlocuiască cimentul Portland. Printre acestea, geopolimerii obținuți prin activarea alcalină a cenușii volante s-au remarcat prin potențialul lor de a reduce emisiile de CO₂ cu până la 80%. Deși acești lianți demonstrează rezistență mecanică și chimică remarcabilă, protecția pe care o oferă armăturilor metalice – în special în prezența ionilor de clor – rămâne insuficient înțeleasă.

Obiectivul general al fazei a fost acela de a efectua activități de optimizare compozițională, validare experimentală și sinteză a rezultatelor privind materialele geopolimere smart-eco-inovative optimizate – analiza de durabilitate și de rezistență la sollicitare biologică.

În cadrul acestei faze de cercetare, activitatea s-a desfășurat pe două direcții complementare, convergente spre obiectivul general al proiectului, acela de a optimiza performanțele funcționale și durabilitatea materialelor geopolimerice inovative.

Prima direcție de cercetare a fost centrată pe evaluarea comportamentului la coroziune al armăturii din oțel încorporate în matrici geopolimerice, în special în condiții de expunere la ioni de clor, frecvent întâlniți în medii agresive (precum cele marine sau în zone cu utilizare intensă a sărurilor de dezgheț). Studiul a avut în vedere influența parametrilor activatorului alcalin – respectiv molaritatea soluției de NaOH și raportul masic Na₂SiO₃:NaOH – asupra proprietăților fizico-mecanice ale geopolimerului, dar și asupra mecanismelor și cineticii procesului de coroziune. Prin utilizarea metodelor electrochimice avansate (potențial de circuit deschis, polarizare liniară cu interpretare Tafel și spectroscopie de impedanță electrochimică – EIS), s-a urmărit identificarea combinației optime de activatori care să asigure o protecție eficientă a oțelului încorporat.

Cea de-a doua direcție a fost dedicată introducerii de nanoparticule de dioxid de titan (TiO₂) în compoziția pastelor geopolimerice, cu scopul de a conferi materialului proprietăți smart-eco-inovative. Prin această abordare, s-a urmărit valorificarea potențialului fotocatalitic al nanoparticulelor de TiO₂, care pot contribui la procese de autocurățare (self-cleaning) și reducere activă a poluanților atmosferici (cum ar fi oxizii de azot – NO_x – sau compușii organici volatili – COV). De asemenea, s-a investigat modul în care prezența acestor nanoparticule influențează microstructura geopolimerului și proprietățile sale mecanice, în vederea asigurării compatibilității și a unui comportament durabil în timp.

În vederea evaluării influenței compoziției activatorului alcalin asupra comportamentului la coroziune al armăturii din oțel încorporate în pastă geopolimerică, cercetarea a fost structurată în jurul a două variabile principale: molaritatea soluției de hidroxid de sodiu (NaOH) și raportul masic dintre silicatul de sodiu (Na_2SiO_3) și hidroxidul de sodiu (NaOH) utilizate pentru prepararea soluției activatoare. Compozițiile geopolimerice au fost obținute prin activarea alcalină a unei cenuși volante de tip F, provenită de la termocentrala Rovinari, caracterizată din punct de vedere chimic, mineralogic și granulometric.

Cenușa de termocentrală utilizată a fost analizată cu ajutorul fluorescenței de raze X (XRF), difracției de raze X (XRD) și analizei granulometrice laser, stabilindu-se un conținut ridicat de SiO_2 și Al_2O_3 (peste 70% cumulat), specific geopolimerilor de tip N-A-S-H. Mineralogic, au fost identificate faze amorse predominante, precum și minerale cristaline precum cuarț, muscovit și hematit.

Activatorul alcalin a fost preparat în laborator prin combinarea unei soluții comerciale de silicat de sodiu cu soluții de NaOH de molarități variabile: 6 M, 8 M și 10 M. Pentru fiecare molaritate, au fost investigate trei raporturi masice diferite $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ – 1:1, 1:2 și 2:1 –, rezultând un total de nouă formulări geopolimerice diferite. Raportul activator:cenușă a fost menținut constant la 0,95 (masic) pentru toate amestecurile, pentru a permite comparații directe între probe.

Armătura utilizată a constat în bare de oțel neted tip OB37, cu diametrul de 6 mm, având rezistență la curgere de 255 N/mm^2 și rezistență la tracțiune de 360 N/mm^2 . Înainte de încorporare, barele de oțel au fost curățate mecanic și chimic pentru îndepărtarea ruginii și au fost acoperite cu rășină epoxidică în zonele care nu intrau în contact direct cu pasta geopolimerică, pentru a controla aria de expunere electrochimică.

Epruvetele au fost realizate în două formate:

- prisme de $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$, utilizate pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice;
- cilindri de 80 mm diametru și 172 mm înălțime, în care au fost vertical încorporate barele de armătură, pentru testele electrochimice.

După turnare, probele au fost tratate termic timp de 24 de ore la $70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ pentru a accelera reacțiile de geopolimerizare, apoi au fost condiționate 6 zile în mediu de laborator ($23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\% \text{ U.R.}$).

Pentru caracterizarea fizico-mecanică a geopolimerilor, s-au efectuat următoarele determinări standardizate:

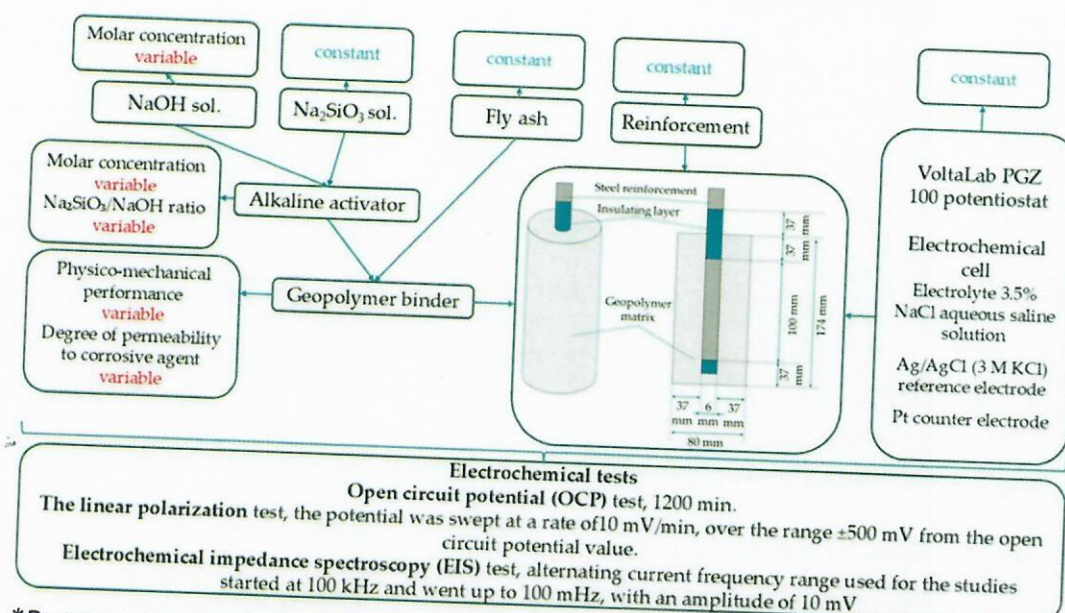
- densitate aparentă în stare întărită, conform EN 1015-10;
- rezistență la compresiune și la încovoiere, conform EN 1015-11;
- absorbția capilară de apă, conform EN 1015-18.

Evaluarea comportamentului la coroziune al armăturii a fost realizată prin metode electrochimice:

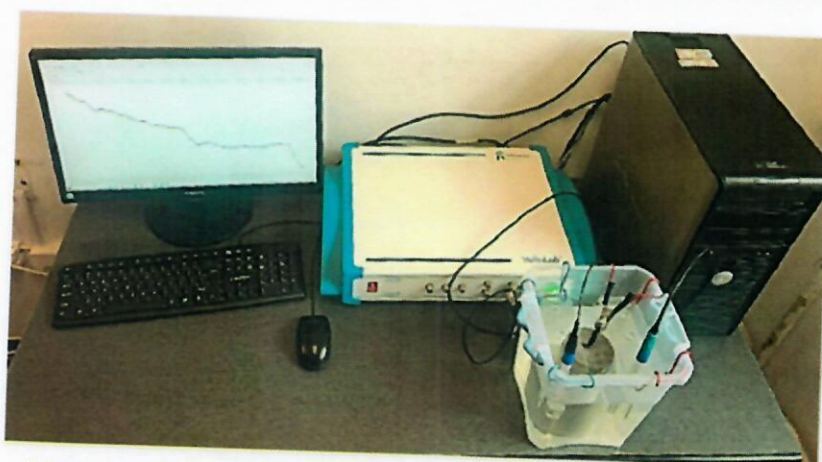
- măsurarea potențialului de circuit deschis (OCP) pe parcursul a 1200 minute, pentru a evalua tendințele de pasivare;
- polarizare liniară cu interpretare Tafel, pentru determinarea curentului de coroziune, rezistenței la polarizare și a pantei anodice/catodice;

- spectroscopie de impedanță electrochimică (EIS), utilizată pentru a evalua mecanismul de coroziune și pentru a identifica parametrii circuitului echivalent corespunzător sistemului electrochimic.

Toate testele au fost efectuate într-o celulă electrochimică cu electrolit NaCl 3.5%, în condiții controlate de temperatură și umiditate. În urma testelor, suprafața de contact armătură–geopolimer a fost analizată prin microscopie optică, pentru a observa morfologia coroziunii și posibila migrare a produselor de coroziune în matrice.



**Reprezentare schematică a metodologiei de cercetare experimentală pentru evaluarea comportamentului la coroziune al armăturii încorporate în geopolimer-liant.*



**SISTEM PENTRU STUDIAREA ȘI EVALUAREA COMPORTAMENTULUI LA COROZIUNE AL ARMĂTURII ÎNCORPORATE ÎN GEOPOLIMER-LIANT (INCD URBAN-INCERC Sucursala Cluj-Napoca)*



**SISTEM PENTRU STUDIAREA ȘI DETERMINAREA CARACTERISTICILOR FUNCȚIONALE DE DURABILITATE ȘI REZISTENȚĂ LA FACTORI DE MEDIU ȘI BIOLOGICI AI MATERIALELOR (INCĐ URBAN-INCERC Sucursala Cluj-Napoca)*

Această abordare experimentală a permis corelarea proprietăților fizico-mecanice cu comportamentul electrochimic al sistemului geopolimer-armătură, contribuind la formularea unor concluzii relevante privind influența activatorului alcalin asupra durabilității materialelor geopolimerice în condiții agresive.

Pentru a asigura o abordare complexă și multidimensională a optimizării materialelor geopolimerice destinate aplicațiilor durabile, faza de cercetare nu s-a limitat exclusiv la studiul comportamentului la coroziune al armăturii din oțel în mediul geopolimeric, ci a integrat, în mod strategic, și o a doua direcție de investigare axată pe funcționalizarea pastei geopolimerice prin aditivarea cu nanoparticule de dioxid de titan (TiO_2). Tranziția între cele două direcții a fost fundamentată metodologic pe premisa că durabilitatea și performanța funcțională a unui material compozit trebuie analizate nu doar prin prisma stabilității fizico-chimice în medii agresive (cum ar fi cele bogate în cloruri), ci și în contextul adaptării acestuia la cerințele actuale privind sustenabilitatea, eficiența energetică și capacitatea de autocurățare. Astfel, în paralel cu evaluarea influenței parametrilor activatorului alcalin asupra microstructurii geopolimerului și a mecanismelor electrochimice de coroziune, a fost demarat un set de experimente suplimentare în care nanoparticulele de TiO_2 au fost integrate în matricea geopolimerică într-un mod controlat, urmărindu-se modificările induse asupra proprietăților structurale, reologice și funcționale ale compozitului.

Integrarea acestor două direcții de cercetare într-un cadru comun de analiză a permis nu doar evaluarea separată a durabilității și a funcționalității extinse, ci și identificarea posibilelor interacțiuni între mecanismele de coroziune și modificările induse de TiO_2 în microstructura geopolimerului. În acest fel, s-a creat un cadru experimental unitar prin care se poate analiza în ce măsură îmbunătățirile aduse din punct de vedere eco-inovativ pot fi compatibile cu cerințele de rezistență la coroziune și stabilitate structurală, asigurând astfel premisele pentru dezvoltarea unor materiale compozite geopolimerice avansate, cu aplicații în infrastructura inteligentă și sustenabilă.

În continuare, se recomandă extinderea studiului pentru a include condiții de expunere pe termen lung și analizarea altor agenți agresivi precum CO_2 și sulfatii. Cu toate acestea, cercetarea de față confirmă viabilitatea utilizării geopolimerilor optimizați ca soluții sustenabile și durabile pentru structuri armate expuse la medii corozive.

Obiectivele viitoare au în vedere studii de pregătire a cadrului favorabil transferului tehnologic și protejare a drepturilor de proprietate intelectuală pentru materialele geopolimere smart-eco-inovative optimizate.

Avându-se în vedere cele prezentate, se poate concluziona că **obiectivul fazei**, referitor la *Studiu privind optimizarea performanțelor de durabilitate și rezistență la agenți biologici a materialelor geopolimere smart-eco-inovative. Studiu teoretic de identificare a posibilităților de valorificare materialelor geopolimere smart-eco-inovative optimizate* **a fost îndeplinit în întregime.**

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Obiectivul fazei a fost acela de a efectua activități de optimizare compozițională, validare experimentală și sinteză a rezultatelor privind materialele geopolimere smart-eco-inovative optimizate – analiza de durabilitate și de rezistență la solicitare biologică. Totodată s-au avut în vedere activități de identificare și documentare a posibilităților de valorificare a materialelor geopolimere smart-eco-inovative optimizate, concomitent cu activități de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor, pentru creșterea nivelului de înaltă calificare a personalului implicat și a gradului de informare a stakeholder-ilor.

Rezultatele au arătat o corelație clară între compoziția activatorului alcalin și proprietățile fizico-mecanice ale geopolimerului. Mostrele cu raport $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ de 1:2 au prezentat cele mai mari densități aparente, indiferent de molaritatea soluției de NaOH. Acest comportament este explicat prin dizolvarea mai eficientă a precursorilor aluminosilicați în prezența unei concentrații mai mari de ioni OH^- , ceea ce duce la formarea unei matrice mai compacte. Reducerea absorbției capilare de apă a confirmat scăderea porozității deschise, un indicator esențial pentru prevenirea pătrunderii ionilor de clor.

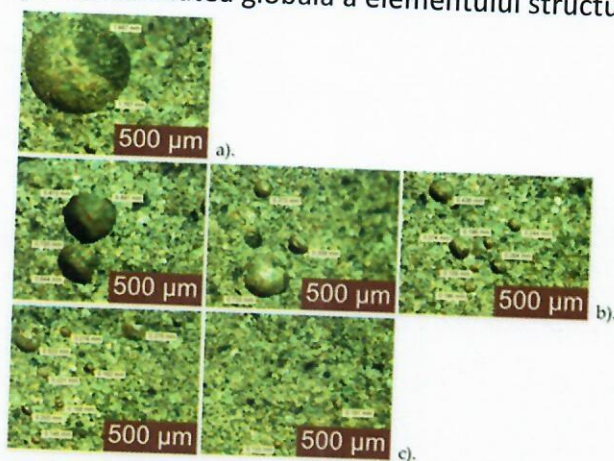
Din punct de vedere mecanic, mostrele cu raport 1:2 au prezentat cele mai bune valori ale rezistenței la compresiune și încovoiere. Deși nu s-a identificat o corelație matematică strictă, s-a observat un trend clar între densitatea crescută și performanța mecanică superioară. În plus, prezența eflorescenței la probele cu raport 2:1 sugerează un exces de silicat de sodiu, ce conduce la migrarea ionilor și instabilitate superficială, susținând excluderea acestei formulări.

Comportamentul electrochimic a confirmat că soluțiile de activator cu NaOH 8 M oferă cel mai bun compromis între compactarea materialului și protecția la coroziune. Proba R8-1:1 (NaOH 8 M, raport 1:1) a înregistrat cea mai mică densitate de curent de coroziune, doar $0,72 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, și cea mai mare rezistență la polarizare. Aceste valori indică o viteză de coroziune redusă și formarea unei pelicule pasivante stabile în mediu clorurat.

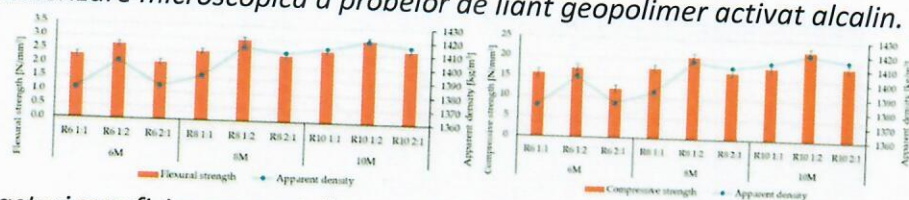
Evoluția potențialului de circuit deschis a fost stabilă și mai puțin negativă pentru mostrele R8-1:2, confirmând formarea unei pelicule protectoare durabile. În schimb, probele cu exces de Na_2SiO_3 (raport 2:1) au avut potențiale mai negative și mai instabile, sugerând o tendință accentuată de coroziune.

Spectroscopia de impedanță electrochimică (EIS) a susținut aceste concluzii. Diagramele Nyquist pentru probele R8-1:1 și R8-1:2 au indicat o influență predominantă a transferului de masă asupra mecanismului de coroziune. Modelele de circuit echivalent au confirmat existența unor straturi de oxizi mai groase și mai rezistente, dar și zone de dizolvare metalică mai puțin active.

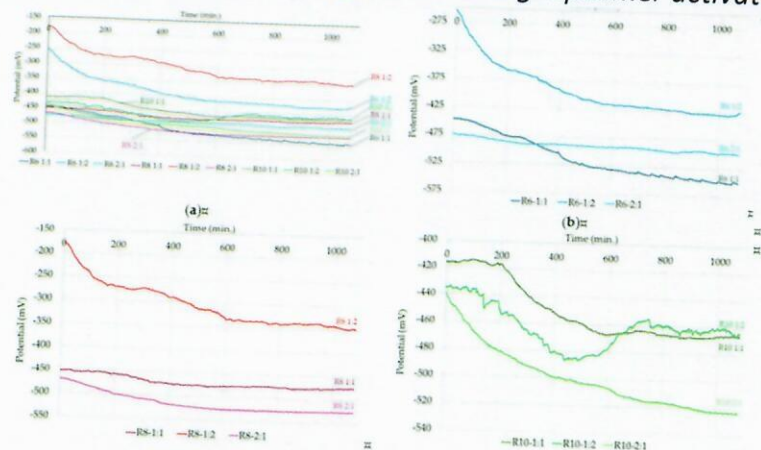
Analiza microscopică post-test a arătat că, spre deosebire de betonul clasic, unde coroziunea este adesea localizată și intensă, în geopolimeri aceasta tinde să fie difuză și uniform distribuită. Această caracteristică poate reduce riscul de pierdere localizată a secțiunii armăturii și crește durabilitatea globală a elementului structural.



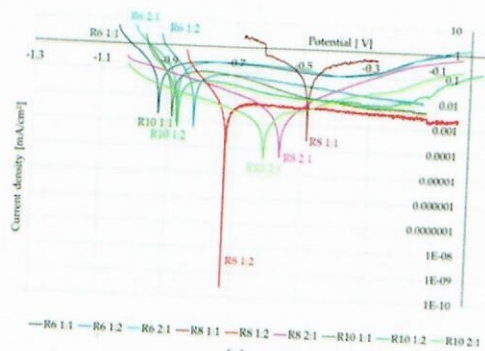
*Caracterizare microscopică a probelor de liant geopolimer activat alcalin.



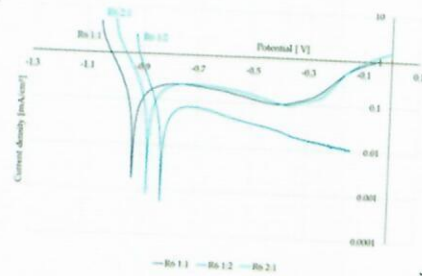
*Caracterizare fizico-mecanică a probelor de liant geopolimer activat alcalin.



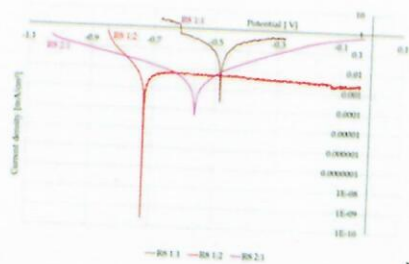
*Diagrame de evoluție a potențialului în circuit deschis (OCP) pentru toate probele analizate (a) care arată influența concentrației soluției de NaOH utilizate pentru prepararea activatorului alcalin: (b) 6 M, (c) 8 M și (d) 10 M.



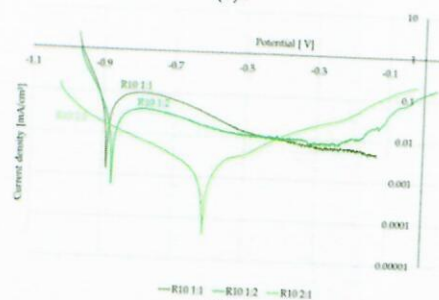
(a)



(b)

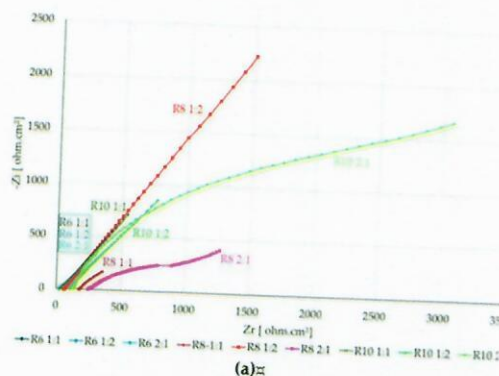


(c)

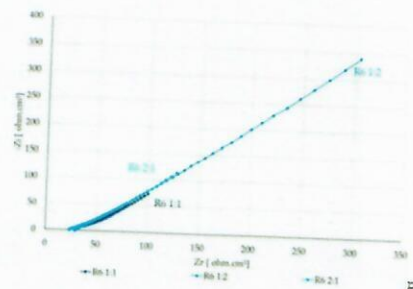


(d)

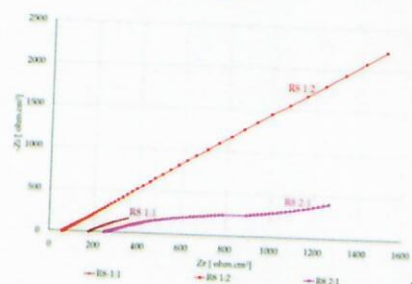
*Diagrame de polarizare liniară în interpretarea Tafel pentru: (a) toate probele; (b) probe preparate cu o soluție de NaOH 6 M; (c) preparate cu o soluție de NaOH 8 M; (d) preparate cu o soluție de NaOH 10 M.



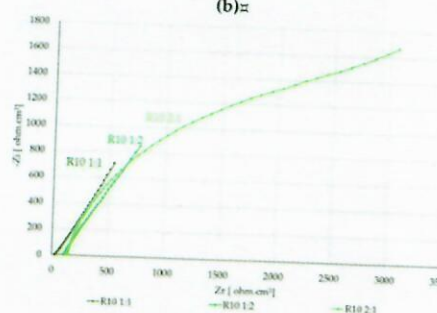
(a)



(b)

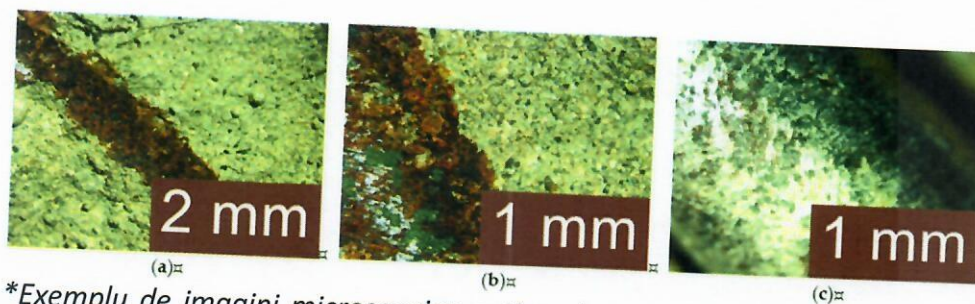


(c)



(d)

*Diagrame EIS în reprezentarea Nyquist pentru: (a) toate probele; (b) probe preparate cu o soluție de NaOH 6 M; (c) preparate cu o soluție de NaOH 8 M; (d) preparate cu o soluție de NaOH 10 M.



**Exemplu de imagini microscopice optice ale aspectului zonei de armare sau a zonei de interfață armare-geopolimer: (a) coroziune pe geopolimerul R6 1:1 după îndepărtarea armăturii; (b) coroziune pe geopolimerul R6 1:1 după îndepărtarea armăturii; (c) suprafața armăturii încorporate în geopolimerul R8 2:1.*

În paralel cu acest studiu, a fost explorată și o direcție complementară de cercetare, constând în aditivarea compozițiilor geopolimerice cu nanoparticule de dioxid de titan (TiO_2). În această etapă, testarea probelor modificate cu TiO_2 s-a concentrat exclusiv asupra evaluării proprietăților mecanice, fără a include, pentru moment, investigații privind comportamentul la coroziune. Rezultatele obținute la nivel mecanic sunt, însă, remarcabile: chiar și la un dozaj redus, probele au prezentat valori îmbunătățite ale rezistenței la compresiune și la încovoiere comparativ cu probele martor neaditate. Aceste îmbunătățiri sugerează un rol favorabil al nanoparticulelor de TiO_2 în rafinarea microstructurii, printr-un posibil efect de nucleație și reducere a porozității capilare.

Deși testele electrochimice nu au fost încă extinse asupra acestor formulări modificate, diferențele semnificative observate la nivel mecanic justifică continuarea cercetărilor în direcția corelării compoziției cu comportamentul la coroziune. Integrarea controlată a TiO_2 în matricea geopolimerică se conturează drept o strategie promițătoare pentru dezvoltarea de materiale multifuncționale, cu potențial de aplicare în domenii unde sunt necesare atât performanțe mecanice ridicate, cât și durabilitate extinsă.

În concluzie, ambele direcții de cercetare dezvoltate în această fază s-au dovedit relevante și complementare. Optimizarea compoziției activatorului alcalin a condus la identificarea unor formulări durabile din punct de vedere electrochimic, iar testele mecanice preliminare pe compoziții aditate cu TiO_2 au indicat un potențial clar pentru îmbunătățirea performanțelor materialului. Aceste rezultate fundamentează necesitatea continuării studiilor, cu extinderea evaluărilor electrochimice și asupra probelor cu nanoparticule, în vederea validării unei soluții geopolimerice smart-eco-inovative cu caracter multifuncțional.

Referitor la **indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare, diseminarea rezultatelor** aferente curente faze s-au realizat astfel:

Participare în perioada 03-05 aprilie 2025 la Salonul de Inventică InventCor 2025 – Deva, România, cu următoarele lucrări prezentate sub formă de poster:

- THE INFLUENCE OF EXTERNAL RISKS IN THE SENSITIVITY ANALYSIS OF CONSTRUCTION WORKS, autor: Mircea-Iosif Rus

- SMART AND ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS: INTEGRATING SELF-CLEANING CAPABILITIES AND ADVANCED RESISTANCE TO MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS, autori: Alexandra Csapai, Adrian-Victor Lăzărescu, Andreea Hegyi
- COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER PASTE WITH ADDITIONS AT DIFFERENT TEST AGES, autori: Brăduț-Alexandru Ionescu, Carmen Teodora Florean, Mihail Chira, Tudor Panfil Toader, Adrian-Victor Lăzărescu

În cadrul Salonului de Inventică au fost obținute următoarele premii și distincții:

- **Innovation Award și Medalia de aur** pentru lucrarea: SMART AND ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS: INTEGRATING SELF-CLEANING CAPABILITIES AND ADVANCED RESISTANCE TO MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS, autori: Alexandra Csapai, Adrian-Victor Lăzărescu, Andreea Hegyi
- **Diploma și medalia de aur** pentru lucrarea: SMART AND ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS: INTEGRATING SELF-CLEANING CAPABILITIES AND ADVANCED RESISTANCE TO MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS, autori: Alexandra Csapai, Adrian-Victor Lăzărescu, Andreea Hegyi
- **Certificat de excelență din partea UPT** pentru lucrarea: SMART AND ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS: INTEGRATING SELF-CLEANING CAPABILITIES AND ADVANCED RESISTANCE TO MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS, autori: Alexandra Csapai, Adrian-Victor Lăzărescu, Andreea Hegyi
- **EDUROD Special Award** pentru lucrarea: COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER PASTE WITH ADDITIONS AT DIFFERENT TEST AGES, autori: Brăduț-Alexandru Ionescu, Carmen Teodora Florean, Mihail Chira, Tudor Panfil Toader, Adrian-Victor Lăzărescu
- **Certificat de excelență din partea ICECHIM** pentru lucrarea: COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER PASTE WITH ADDITIONS AT DIFFERENT TEST AGES, autori: Brăduț-Alexandru Ionescu, Carmen Teodora Florean, Mihail Chira, Tudor Panfil Toader, Adrian-Victor Lăzărescu
- **Diploma și medalia de aur** pentru lucrarea: COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER PASTE WITH ADDITIONS AT DIFFERENT TEST AGES, autori: Brăduț-Alexandru Ionescu, Carmen Teodora Florean, Mihail Chira, Tudor Panfil Toader, Adrian-Victor Lăzărescu
- **Diploma și medalia de aur** pentru lucrarea: THE INFLUENCE OF EXTERNAL RISKS IN THE SENSITIVITY ANALYSIS OF CONSTRUCTION WORKS, autor: Mircea-Iosif Rus
- **Diploma și premiu special din partea Asociației Inventatorilor din Serbia** pentru lucrarea: THE INFLUENCE OF EXTERNAL RISKS IN THE SENSITIVITY ANALYSIS OF CONSTRUCTION WORKS, autor: Mircea-Iosif Rus



Participare în perioada 08-10 mai 2025 la European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2025– Iasi, România, cu următoarele lucrări prezentate sub formă de poster:

- Optimizing the durability and resistance of smart-eco-innovative geopolymer materials - performance and valorisation, Autori: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Andreea HEGYI, Alexandra CSAPAI, Brăduț Alexandru IONESCU, Mihail CHIRA, Mircea-Iosif RUS
- The influence of external risks in the sensitivity analysis of construction works, Autori: Mircea-Iosif RUS

În cadrul Salonului de Inventică au fost obținute următoarele premii și distincții:

- **Diploma și medalia de Bronz** pentru lucrarea: The influence of external risks in the sensitivity analysis of construction works, Autori: Mircea-Iosif RUS
- **Diploma și medalia de Argint** pentru lucrarea: Optimizing the durability and resistance of smart-eco-innovative geopolymer materials - performance and valorisation, Autori: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Andreea HEGYI, Alexandra CSAPAI, Brăduț Alexandru IONESCU, Mihail CHIRA, Mircea-Iosif RUS
- **Diploma și PREMIU SPECIAL din partea INVENTCOR** pentru lucrarea: Optimizing the durability and resistance of smart-eco-innovative geopolymer materials - performance and valorisation, Autori: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Andreea HEGYI, Alexandra CSAPAI, Brăduț Alexandru IONESCU, Mihail CHIRA, Mircea-Iosif RUS

Organizare WORKSHOP în data de 4 iunie 2025, în cadrul UNIVERSITĂȚII TEHNICE din Cluj-Napoca, Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului cu titlul: *Cum construim un proiect de cercetare competitiv - etape, structură și studiu de caz - PN 23 35 05 01*, prezentat de către CS I, Dr. Ing. Andreea Hegyi

URBAN INCERC
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă URBAN-INCERC

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului

Cum construim un proiect de cercetare competitiv

- etape, structură și studiu de caz -

ATELIER NUCLEU
PN 23 35 05 01

Soluții inovatoare sustenabile favorabile implementării tehnologiilor emergente cu impact transversal asupra industriilor locale și mediului și de facilitare a transferului tehnologic, prin dezvoltarea de materiale compozite avansate, eco-inteligente, în contextul dezvoltării durabile a mediului construit

CS I, Dr. Ing. Andreea HEGYI
INCERC URBAN-INCERC SIJOURSALA CLUJ-NAPOCA

Cluj-Napoca, 2025

Participare la *Fourteenth Edition of the International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture"*, organizată de USAMV București în perioada 5-7 iunie 2025, prin prezentarea posterului: **SUSTAINABLE GEOPOLYMER BINDERS: MECHANICAL AND DURABILITY INSIGHTS INTO FLY ASH-BASED COMPOSITES**, autori: Adrian-Victor LAZARESCU, Brăduț-Alexandru IONESCU, Mihail CHIRA, Tudor-Panfil TOADER, Alexandra CSAPAI, Andreea HEGYI, Carmen-Teodora FLOREAN.

Lucrarea în extenso va fi publicată în: "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation&Surveying, Environmental Engineering", indexat WOS.

Publicare articol: Chira, M.; Lăzărescu, A.-V.; Hegyi, A.; Vermesan, H.; Csapai, A.; Ionescu, B.A.; Toader, T.P.; Florean, C. Influence of Alkaline Activator Properties on Corrosion Mechanisms and Durability of Steel Reinforcement in Geopolymer Binders. Coatings 2025, 15, 734. <https://doi.org/10.3390/coatings15060734>
- Revista Coatings, factor de impact WOS: 2,8

Open Access Article

Influence of Alkaline Activator Properties on Corrosion Mechanisms and Durability of Steel Reinforcement in Geopolymer Binders

by Mihail Chira ¹ , Adrian-Victor Lăzărescu ^{1,*} , Andreea Hegyi ^{1,*} , Horatiu Vermesan ² , Alexandra Csapai ¹ , Bradut Alexandru Ionescu ¹ , Tudor Panfil Toader ¹  and Carmen Florean ¹ 

¹ NIRD URBAN-INCERC Cluj-Napoca Branch, 117 Calea Florești, 400524 Cluj-Napoca, Romania

² Faculty of Materials and Environmental Engineering, Technical University of Cluj-Napoca, 103–105 Muncii Boulevard, 400641 Cluj-Napoca, Romania

* Authors to whom correspondence should be addressed.

Coatings 2025, 15(6), 734; <https://doi.org/10.3390/coatings15060734>

Submission received: 13 May 2025 / Revised: 10 June 2025 / Accepted: 13 June 2025 /
Published: 19 June 2025

(This article belongs to the Special Issue Alloy/Metal/Steel Surface: Fabrication, Structure, Friction and Service Life)

La finalizarea prezentei faze se consideră că **au fost îndeplinite în întregime obiectivele propuse și au fost obținute rezultatele preconizate.**

Prin urmare, se crează astfel cadrul favorabil pentru continuarea activităților de cercetare teoretică și dezvoltare a activităților de cercetare aplicativă și inovare prevăzute pentru următoarele faze ale proiectului, rezultatele obținute contribuind în mod semnificativ la creșterea calitativă și cantitativă a producției de cunoaștere la nivel național și internațional.

Responsabil proiect

CS II, dr. ing. *Adrian-Victor Lăzărescu*

