

Anexa 10 la Contract nr. 41N /18.01.2023

(anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 34/22.11.2024)

Contractor: INCĐ URBAN-INCERC

Cod fiscal : RO26752660

De acord,
DIRECTOR GENERAL

CSI, dr. ing. Claudiu-Sorin DRAGOMIR



Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
CSII, ec., dr. ing. 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: 8 - Studiu privind optimizarea performanțelor fizico-mecanice a materialelor geopolimere smart-eco-inovative

Termen de încheiere a fazei: 22.11.2024

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 F.1.) și a proceselor și mecanismelor care induc caracterul "smart" al compozitelor (Faza F.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 F.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 F.4.);
- Proiectare compozițională și testare experimentală preliminară a compozițiilor geopolimere smart-eco-inovative (Faza F.5. și Faza F.6.);
- Evidențierea, evaluarea și ierarhizarea factorilor de influență (minim 5) asupra performanțelor materialelor geopolimere smart-eco-inovative (Faza F.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 F.8.) și din punct de vedere al durabilității și rezistenței la solicitare biologică (minim 10 compoziții) (Faza F.9.), precum și identificarea direcțiilor de valorificare și aplicabilitate (Faza F.10.);
- Protejarea drepturilor de autor și pregătirea cadrului favorabil transferului tehnologic (Faza F.11.);
- Realizarea unui ghid de proiectare a materialelor compozite geopolimere smart-eco-inovative (Faza F.12.);
- 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 F.13.);
- Realizarea unui ghid de proiectare și utilizare a produselor compozite geopolimere smart-eco-inovative (Faza F.14.);
- Diseminarea rezultatelor cercetărilor se va realiza în mod continuu, pe parcursul tuturor celor 14 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 a materialelor geopolimere smart-eco-inovative realizate și cuantificare a performanțelor specifice – analiza performanțelor fizico-mecanice, activități de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor, concomitent cu creșterea nivelului de înaltă calificare a personalului implicat și a gradului de informare a stakeholder-ilor, activitate de documentare, validare și pregătire în vederea protejării drepturilor intelectuale asupra tehnologiei propuse, precum și activitate de analiză a gradului de realizare a obiectivului specific propus.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Raport de fază.
- Raport de sinteză cu privire la rezultatele obținute și îndeplinirea obiectivului specific.
- 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 inventică și inovare.
- Minim 1 indicator măsurabil ce demonstrează creșterea nivelului de calificare (curs de perfecționare finalizat, raport de cercetare susținut în cadrul studiilor doctorale, lucrare de disertație, teză de doctorat, promovare, angajare personal CD ș.a.).
- Organizare minim 1 workshop.

5. Rezumatul fazei:

Materialele geopolimere sunt o clasă emergentă de materiale de construcție, obținute prin activarea alcalină a unor precursori aluminosilicați. Acestea prezintă avantaje majore față de materialele convenționale, precum cimentul Portland, datorită emisiilor reduse de CO₂, posibilității de valorificare a deșeurilor industriale și proprietăților mecanice superioare. În cadrul acestui proiect, cercetarea s-a concentrat pe dezvoltarea și optimizarea unor rețete de geopolimeri smart-eco-inovativi, cu performanțe fizico-mecanice adaptate diverselor aplicații ingineresti, precum și pe integrarea unor metode moderne de cuantificare și modelare.

Obiectivul general al fazei a fost acela de a efectua activități de optimizare a materialelor geopolimere smart-eco-inovative realizate și cuantificare a performanțelor specifice – analiza performanțelor fizico-mecanice, activități de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor, concomitent cu creșterea nivelului de înaltă calificare a personalului implicat și a gradului de informare a stakeholder-ilor, activitate de documentare, validare și pregătire în vederea protejării drepturilor intelectuale asupra tehnologiei propuse, precum și activitate de analiză a gradului de realizare a obiectivului specific propus.

Principalele **obiective** urmărite în cadrul acestei activități au fost:

Crearea unor rețete de materiale geopolimere eco-inovative care să valorifice reziduurile industriale (de ex. cenușă volantă, sticlă reciclată).

Identificarea parametrilor cheie care influențează caracteristicile fizico-mecanice, precum raportul activator solid/lichid, concentrația soluțiilor alcaline și timpul de întărire.

Evaluarea performanțelor fizico-mecanice prin metode experimentale standardizate și tehnici moderne de analiză.

Metodologia de optimizare:

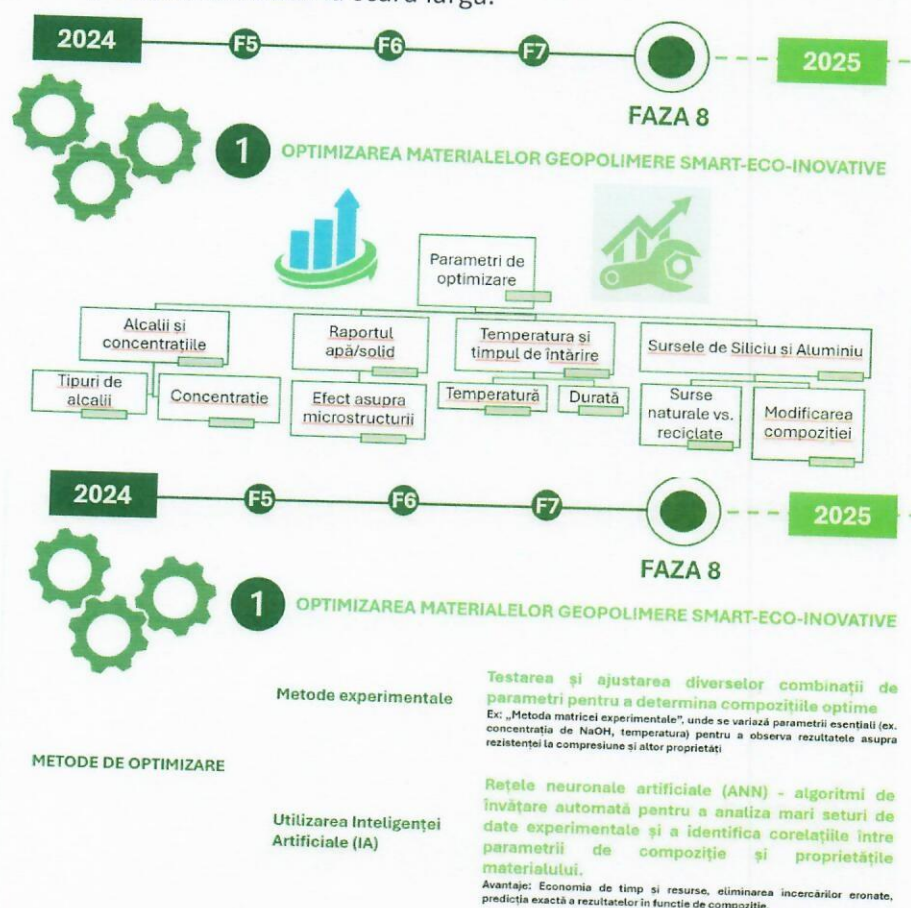
Optimizarea materialelor geopolimere a fost realizată printr-o abordare în mai multe etape:

Design-ul experimental: utilizarea metodelor factoriale și analiza răspunsului de suprafață (RSM) pentru a identifica combinațiile optime de materii prime și condiții de procesare.

Caracterizarea materialelor: s-au efectuat analize fizico-mecanice (densitate, porozitate, rezistență la compresiune și flexiune), precum și teste chimice și microstructurale (microscopie SEM, XRD, FTIR).

Integrarea tehnologiilor digitale: utilizarea modelelor bazate pe inteligență artificială pentru a corela parametrii de procesare cu performanțele materialelor, cu scopul de a reduce timpul și costurile de testare.

Optimizarea materialelor geopolimere smart-eco-inovative reprezintă o direcție promițătoare pentru dezvoltarea unor materiale sustenabile cu performanțe fizico-mecanice ridicate. Abordările integrate, ce combină metode experimentale cu instrumente digitale, permit accelerarea procesului de inovare și obținerea unor produse competitive pentru aplicații diverse. De asemenea, optimizarea materialelor geopolimere eco-inovative a demonstrat potențialul acestora de a înlocui materialele tradiționale de construcție în aplicații diverse, de la infrastructură la elemente decorative. Prin integrarea tehnologiilor smart, procesul de cercetare a devenit mai rapid și mai eficient, deschizând calea pentru aplicații industriale la scară largă.

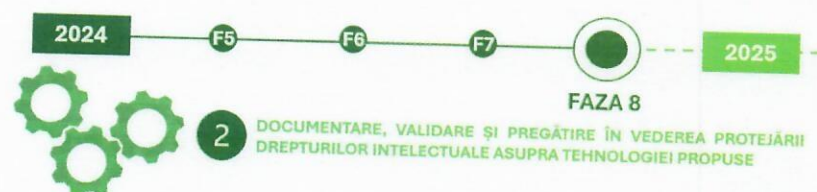


Proiectele de cercetare în domeniul materialelor avansate și sustenabile impun nu doar obținerea unor rezultate științifice solide, ci și implementarea unor strategii eficiente de diseminare a acestora și de formare a competențelor în rândul personalului implicat și al stakeholderilor. Prin activități integrate, cercetarea devine un catalizator pentru inovare, iar rezultatele contribuie la creșterea competitivității economice și sustenabilității.

Activitățile de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor au demonstrat eficiența integrării unui cadru structurat pentru valorificarea cercetării și formarea profesională avansată. Transferul de cunoștințe către stakeholderi a stimulat adoptarea materialelor inovative, iar formarea echipei a asigurat un nivel ridicat de calificare pentru continuarea obiectivelor proiectului de cercetare.

Protejarea drepturilor de autor reprezintă un pas esențial în valorificarea rezultatelor cercetării și inovării. Acest proces asigură recunoașterea paternității asupra unei creații intelectuale și facilitează exploatarea economică și juridică a acesteia. Activitățile de documentare, validare și pregătire pentru protejarea drepturilor de autor sunt indispensabile pentru a asigura respectarea legislației și evitarea conflictelor de proprietate intelectuală.

În cadrul prezentei faze, s-a structurat o imagine completă asupra activităților desfășurate pentru documentarea, validarea și protejarea drepturilor de autor, subliniind importanța acestui proces în susținerea cercetării inovative și a transferului de cunoștințe către societate.

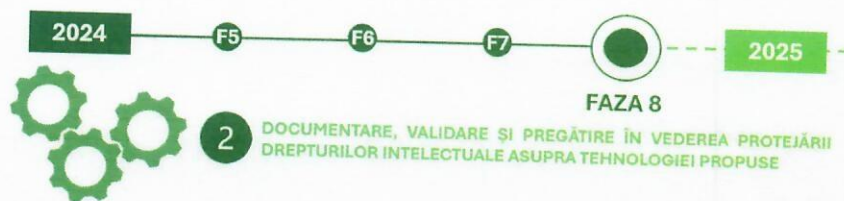


Documentarea tehnologiei

Descrierea detaliată a tehnologiei
Raport tehnic complet
Diagrame și schite

Determinarea nivelului de nouitate
Revizuirea literaturii științifice
Analiză a tehnologiei la nivel de piață

Analiză de brevete
Căutare în baze de date de brevete
Identificarea punctelor forte și a diferentelor

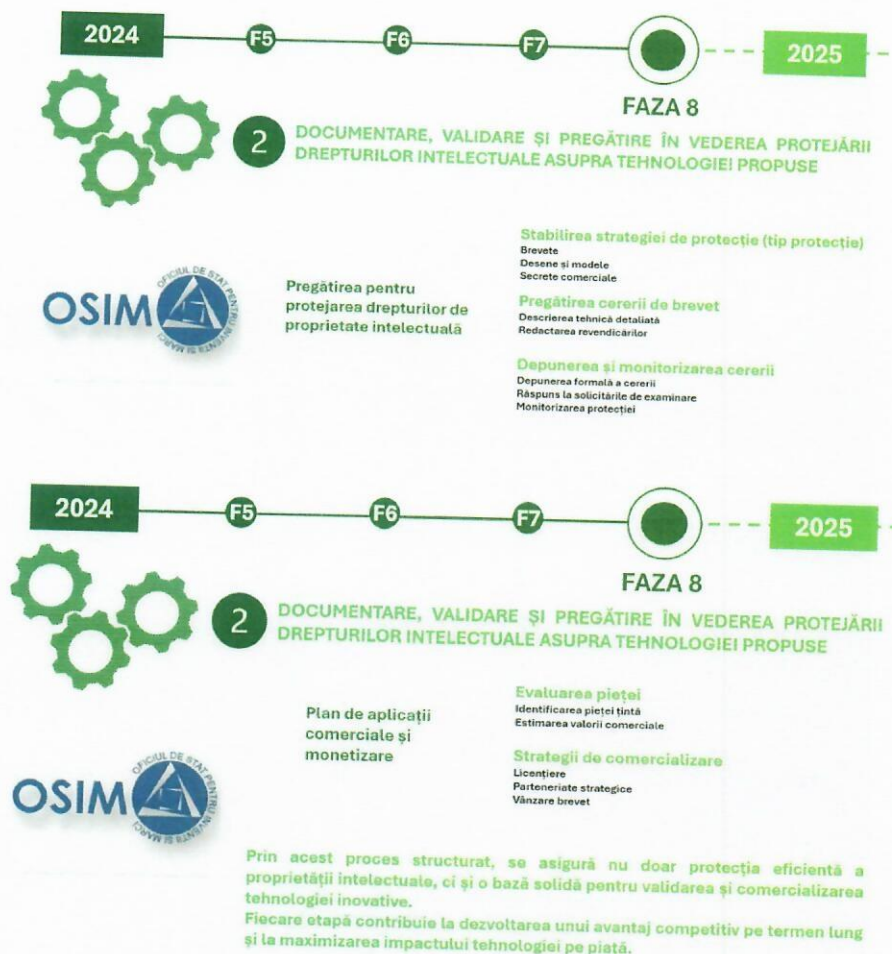


Validarea tehnologiei

Prototipare și testare
Prototip funcțional
Testare experimentală

Analiză comparativă
Evaluare față de standardele existente
Măsurarea performanței în diferite scenarii

Documentarea rezultatelor
Salvarea datelor și concluziilor
Realizarea unui raport de validare



Obiectivele viitoare au în vedere optimizarea compozițională și funcțională cu validare în condiții de laborator a materialelor compozite geopolimere smart- eco-inovative, cu capacitate de autocurățare, rezistență sporită la microorganisme și care valorifică deșeuri / subproduse industriale în condiții de adaptare la specificul național de materii prime.

Avându-se în vedere cele prezentate, se poate concluziona că **obiectivul fazei**, referitor la *Studiu privind optimizarea performanțelor fizico-mecanice a materialelor geopolimere smart-eco-inovative* **a fost îndeplinit în întregime**.

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

Obiectivul fazei este acela de a efectua activități de optimizare a materialelor geopolimere smart-eco-inovative realizate și cuantificare a performanțelor specifice – analiza performanțelor fizico-mecanice, activități de sinteză și diseminare a rezultatelor cercetărilor, concomitent cu creșterea nivelului de înaltă calificare a personalului implicat

și a gradului de informare a stakeholder-ilor, activitate de documentare, validare și pregătire în vederea protejării drepturilor intelectuale asupra tehnologiei propuse, precum și activitate de analiză a gradului de realizare a obiectivului specific propus. Aceste deziderate s-au cuantificat prin:

Activități de sinteză și structurare a rezultatelor cercetărilor

1.1. Sinteza și sistematizarea rezultatelor experimentale- după finalizarea etapelor de cercetare, rezultatele au fost centralizate și analizate pentru a identifica contribuțiile majore, în special în:

- optimizarea materialelor geopolimere prin integrarea deșeurilor industriale.
- corelarea parametrilor de sinteză cu performanțele fizico-mecanice și ecologice.

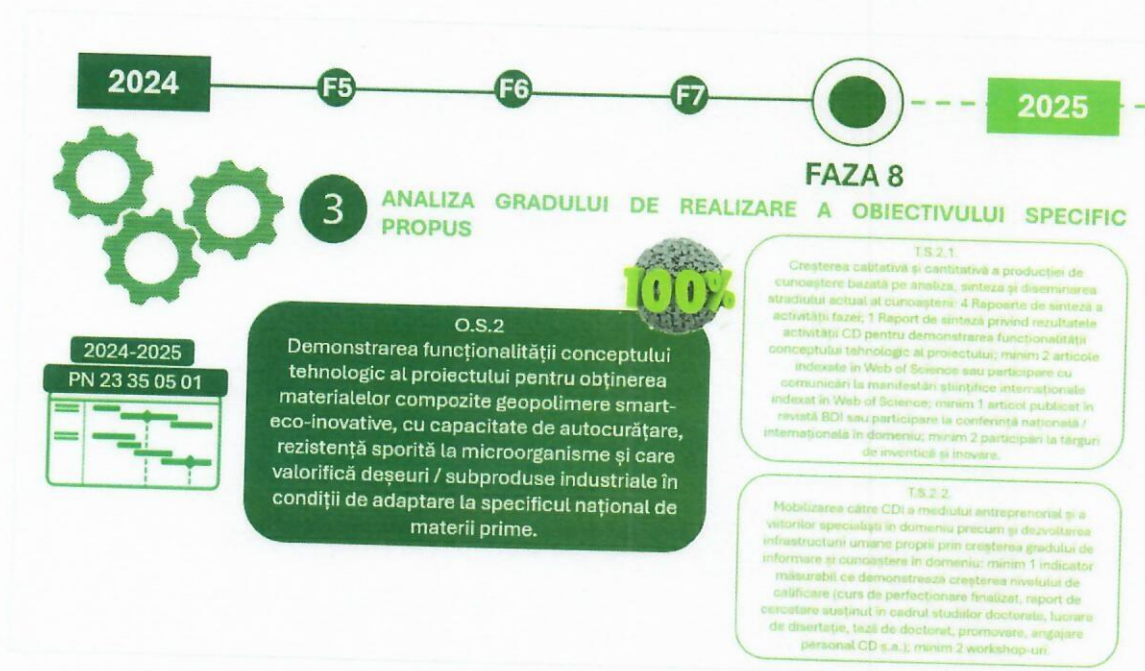
1.2. Elaborarea documentației științifice

Rezultatele au fost sintetizate sub forma:

- articole științifice: publicate în reviste internaționale indexate ISI, cu un focus pe sustenabilitatea materialelor și utilizarea inteligenței artificiale în optimizare.
- comunicări la conferințe internaționale: au fost prezentate studii de caz și metode inovative, contribuind la vizibilitatea internațională a cercetării.
- rapoarte tehnice: transmise către stakeholderi, oferind soluții aplicabile pentru implementarea materialelor geopolimere în construcții.

1.3. Crearea unei baze de date centralizate

A fost dezvoltată o bază de date care integrează parametrii de procesare, performanțele materialelor și recomandările pentru utilizarea acestora.



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

Participarea la ENERGY EXPO - 10-13 octombrie 2024, la Hala Laminor, Sector 3, București cu următoarele lucrări:

- ENHANCED MECHANICAL PROPERTIES OF SMART-ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS WITH SELF-CLEANING CAPABILITY, autori: Andreea HEGYI, Carmen FLOREAN, Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Mihail CHIRA
- INNOVATIVE SUSTAINABLE SOLUTIONS TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF EMERGING TECHNOLOGIES THROUGH THE DEVELOPMENT OF ADVANCED, ECO-SMART COMPOSITE MATERIALS, autori: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Alexandra CSAPAI, Brăduț-Alexandru IONESCU, Mihail CHIRA, Mircea-Iosif RUS

Participarea la innoCENTA – INNOVATION TRADING, Timișoara cu următoarele lucrări:

- Adrian-Victor LĂZĂRESCU, INNOVATIVE SUSTAINABLE SOLUTIONS TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF EMERGING TECHNOLOGIES THROUGH THE DEVELOPMENT OF ADVANCED, ECO-SMART COMPOSITE MATERIALS
- Mircea-Iosif RUS, THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

În cadrul salonului de Inventică au fost obținute următoarele premii:

- **Diplomă și medalia de bronz** pentru lucrarea: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, INNOVATIVE SUSTAINABLE SOLUTIONS TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF EMERGING TECHNOLOGIES THROUGH THE DEVELOPMENT OF ADVANCED, ECO-SMART COMPOSITE MATERIALS
- **Diploma și premiu special** pentru lucrarea: Mircea-Iosif RUS, THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Participarea la A XXVI-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială Mediul construit românesc - provocări, răspunsuri și soluții București, 14 noiembrie 2024 cu următorul rezumat:

- INOVAȚII SUSTENABILE ȘI TEHNOLOGII EMERGENTE PENTRU VIITORUL INDUSTRIEI LOCALE ȘI PROTECȚIA MEDIULUI: DEZVOLTAREA ȘI IMPLEMENTAREA MATERIALELOR COMPOZITE ECO-INTELIGENTE, autori: Adrian-Victor LĂZĂRESCU, Alexandra CSAPAI

În cadrul conferinței, la secțiunea programe Nucleu a fost realizat un workshop având ca temă prezentarea rezultatelor obținute în cadrul PN 23 35 05 01 în anul 2024-2025.

Publicarea articolului Adrian-Victor LAZARESCU, Andreea HEGYI, Carmen FLOREAN, SMART-ECO-INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS WITH SELF-CLEANING CAPABILITY AND ENHANCED RESISTANCE TO MICROORGANISMS în "USAMV Scientific Papers Series E: Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", revistă indexată WOS.

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

CSII, dr.ing. *Adrian-Victor Lăzărescu*

