

Raport final de activitate

Perioada implementare: 03/01/2017 – 31/12/2019

Proiectul cu titlul *Dezvoltarea de materiale compozite ecosustenabile bazate pe matrice din geopolimeri și ranforsate cu fibre din deșeuri*

Parteneri

- Cracow University of Technology (Polonia – coordonator), CUT
- Nigde Ömer Halisdemir University, Turcia, NOHU
- Pontificia Universidad Católica del Peru, PUCP
- Riga Technical University, Letonia, RTU
- Universitatea Babeș-Bolyai, România, BBU
- Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga, Uruguay, UCU
- University of Mar del Plata, Argentina, UMPd
- Universitatea Politehnica Timișoara, Romania, UPT.

Cuprins

1. Obiectivele generale ale proiectului:.....	3
2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate.....	4
3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare etc.) asupra rezultatelor proiectului	5
4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut	5
5. Cooperare internațională	6

1. Obiectivele generale ale proiectului:

O1. Evaluarea diverselor materiale compozite ecosustenabile folosite în industria construcțiilor

Scop: Pregătirea conceptelor teoretice necesare dezvoltării de noi materiale compozite, analiza și optimizarea structurii, proprietăților și a performanței noilor materialelor compozite

Participanți: Omer Halisdemir University (coordonator), Babeș-Bolyai University, Cracow University of Technology, Pontificia Universidad Católica del Peru, University of Mar del Plata

O2. Selecția deșeurilor pentru fabricarea de noi materiale compozite ecosustenabile

Scop: Selecția fibrelor optime ce vor fi folosite ca armături în matricea geoplimerică în scopul îmbunătățirii proprietăților

Participanți: Babeș Bolyai University (coordonator), Cracow University of Technology, Pontificia Universidad Católica del Peru, Riga Technical University, Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga

O3. Analiza și optimizarea structurilor compozite folosind metode numerice

Scop: Analiza și optimizarea structurii și proprietăților mecanice ale materialelor compozite utilizând metode numerice

Participanți: Riga Technical University (coordonator), **Politehnica University Timisoara**, University of Mar del Plata

O4. Evaluarea experimentală a proprietăților noilor materiale compozite

Scop: Compararea proprietăților mecanice ale noilor materiale compozite cu cele convenționale, utilizate în aplicații de inginerie civilă

Participanți: Pontificia Universidad Católica del Peru (coordonator), Cracow University of Technology, **Politehnica University Timisoara**, Riga Technical University, Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga, University of Mar del Plata

O5. Dezvoltarea de prototipuri și testarea lor

Scop: Elaborarea unor prototipuri și testarea lor în condiții de laborator precum și în condiții similare celor întâlnite în exploatare

Participanți: Cracow University of Technology (coordonator), Babeș-Bolyai University, **Politehnica University Timisoara**, Omer Halisdemir University, Riga Technical University, Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga

2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate

Rezultatul preconizat a fost dezvoltarea de minim 5 noi materiale bazate pe deșeuri, în scopul înlocuirii materialelor convenționale utilizate în mod curent în ingineria civilă. Rezultatele preconizate au fost depășite, în decursul acestui proiect dezvoltându-se o gamă variată de materiale compozite din deșeuri, având ca matrice materiale geopolimerice și ca incluziuni diverse tipuri de fibre vegetale sau animale:

- Geopolimeri pe bază de argilă ranforșați cu fibre de in
- Geopolimeri pe bază de pozzolana ranforșați cu fibre naturale
- Catalizatori geopolimerici bazați pe deșeuri rezultate din cracare catalitică
- Geopolimeri pe bază de cenușă zburătoare ranforșați cu oțel provenit din anvelope reciclate
- Geopolimeri pe bază de cenușă zburătoare ranforșați cu lemn
- Geopolimeri pe bază de cenușă zburătoare ranforșați cu fibre de cânepă
- Asfalt ranforsat cu fibre provenite din deșeuri

Pe lângă noile materiale dezvoltate, în cadrul proiectului s-au mai elaborat diverse modele numerice utilizate în predicția proprietăților mecanice ale noilor compozite:

- Modele numerice utilizate în analiza proprietăților mecanice ale geopolimerilor la scară micro și macro
- Model cuplat (Twin-model) digital pentru analiza micro- și macrostructurală a geopolimerilor
- Modele virtuale de materiale utilizate în analiza cu elemente finite a compozitelor pe bază de matrice geopolimerică
- Model micromecanic de predicție a proprietăților compozitelor pe bază de matrice geopolimerică

În decursul proiectului s-au elaborat rapoarte științifice globale pentru fiecare obiectiv, realizate de coordonatori, în care s-au concatenat și detaliat rezultatele fiecărui partener implicat.

Totodată, s-au organizat sesiuni speciale dedicate proiectului în cadrul a 4 conferințe internaționale:

- 7th International Conference on Advanced Materials and Structures, 28-31 martie 2018, Timișoara, România
- XVI Simposio Latinoamericano de Polímeros (SLAP 2018) & the XIV Congreso Iberoamericano de Polímeros (CIP 2018), 6-9 Noiembrie 2018, Mar del Plata, Argentina
- 1st International Conference on Environment, Technology and Management (ICETEM), 27-29 iunie 2019, Nigde, Turcia
- 4th International Conference "Innovative Materials, Structures and Technologies" (IMST 2019), 25-27 Septembrie 2019, Riga, Letonia

În total, s-au publicat 48 de articole în proceeding-uri sau reviste de specialitate:

- 17 articole în jurnale neindexate
- 20 de articole în jurnale indexate ISI Proceedings
- 5 capitole în monografii
- 6 articole indexate ISI

3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare etc.) asupra rezultatelor proiectului

În cadrul proiectului, toate rezultatele obținute au fost diseminate, existând un acces complet asupra tuturor informațiilor și rezultatelor obținute. Totodată, a existat și un transfer de tehnologie și de materiale între membrii proiectului.

Dintre publicații, 42 de articole au fost publicate în jurnale *Open Access*.

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

În cadrul proiectului

- S-a creat un loc de muncă (Cracow University of Technology, Polonia)
- S-au organizat două internship-uri pentru studenți (Cracow University of Technology, Polonia)
- S-a organizat internship-uri pentru doi doctoranzi (Cracow University of Technology, Polonia și Riga Technical University, Letonia)
- S-a realizat o teză de doctorat (Cracow University of Technology, Polonia)
- S-au realizat 5 dizertații (Cracow University of Technology, Polonia, Pontificia Universidad Católica del Peru și Nigde Ömer Halisdemir University, Turcia)
- S-au realizat 3 lucrări de licență (Nigde Ömer Halisdemir University, Turcia)
- S-au dezvoltat 15 noi produse (Pontificia Universidad Católica del Peru, University of Mar del Plata, Argentina, Nigde Ömer Halisdemir University, Turcia, Babes- Bolyai University, România, Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga, Uruguay și Cracow University of Technology, Polonia)
- S-au dezvoltat 5 noi tehnologii de fabricare (Riga Technical University, Letonia și Babes- Bolyai University, România)
- S-au dezvoltat 3 prototipuri (Pontificia Universidad Católica del Peru, Universitatea Politehnica Timișoara, România și Cracow University of Technology, Polonia)
- S-au dezvoltat 4 modele numerice (Universitatea Politehnica Timișoara, România și Riga Technical University, Letonia)
- S-au depus două aplicații de brevete (Babes- Bolyai University, România)

În cadrul proiectului un număr de parteneri au avut contacte cu agenți economici în scopul transferului de cunoaștere:

- Pontificia Universidad Católica del Peru și compania minieră COMACSA
- Riga Technical University, Letonia și companii ce produc prefabricate
- Catholic University of Uruguay Damas Antonio Larrañaga și companiile UPM și Tubacero
- Cracow University of Technology, Polonia și compania ŁĘGPRZEM

Principalul impact al rezultatelor constă în transferul tehnologic înspre agenții economici, în scopul dezvoltării de materiale ecosustenabile pentru aplicații de inginerie

civilă. Aceste materiale sunt relativ ieftine și vor contribui la economia circulară, prin utilizarea deșeurilor produse din alte activități economice în scopul creării de materiale și produse noi. În special, în România există depozite semnificative de cenușă zburătoare rezultată în urma arderii combustibililor fosili în termocentrale, care periclitează mediul (de exemplu, accidentul de la Valea Ceplea de lângă Termocentrala Turceni), iar fabricarea de materiale de construcții din aceste deșeuri ar putea fi o soluție viabilă de depoluare.

5. Cooperare internațională

Cooperarea instituțională dintre membrii proiectului va continua și după finalizarea acestuia, deja depunându-se un număr de aplicații pentru proiecte de cercetare:

- mERA.NET2 Call 2017 (pre-proposal), title: Innovative coatings for industrial applications (INNOCOT), partners: CUT, RTU; result: rejected on the first stage;
- MarTERA 2017, title: Development of geopolymer materials for corrosion protection in marine application (ATUIN), partners: CUT, BBU, UMPd; result: rejected on the second stage;
- M-ERA.NET2 Call 2018 (pre-proposal), title: Geopolymer for 3D printing for construction applications (3DGEOPRINT), partners: CUT, RTU, UPT; result: rejected on the first stage;
- M-ERA.NET2 Call 2018 (pre-proposal), title: Development of multiscale modelling technique for additive manufactured geopolymer composites (MM-GEO), partners: CUT, RTU, UPT; result: rejected on the first stage;
- ERASMUS+, KA2, title: Development of education for environment (ECOCODE), partners: CUT, UCU, UMPd; result: rejected;
- EIG CONCERT-Japan, title: Eco-friendly, porous geopolymer materials for isolating purposes (HOLE), partners: CUT, ONHU; result: rejected;
- ERA-MIN Call 2019, title: Eco-friendly composites - mine tailings based geopolymers (INNOCOT), partners: CUT, UBB, OHNU; result: rejected;
- Horizon 2020, Call: H2020-NMBP-TR-IND-2018-2020 (TRANSFORMING EUROPEAN INDUSTRY), Topic: DT-NMBP-19-2019, title: GEOPOLYMER COMPOSITES FOR IN-SPACE ADDITIVE MANUFACTURING (SHELTER), partners: CUT, PUCP, RTU; result: rejected on the first stage;
- MarTERA 2019, title: Development of corrosion protected geopolymers coatings for marine application (GEOCOAT), partners: CUT, RTU, BBU; result: rejected on the first stage;

Aplicații în curs de evaluare:

- Polish National Program - Akademickie Partnerstwa Międzynarodowe, NAWA, partners: CUT, UCU; project information: <https://www.emmat.edu.pl/index.php/en/>
- M-ERA.NET2 Call 2019, title: Geopolymer for 3D printing for construction applications (3DGEOPRINT), partners: CUT, RTU, UPT; result: pre-proposal accepted for the second stage.