

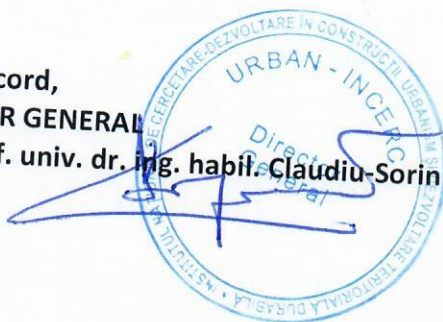
Anexa 10 la Contract nr. 41N /18.01.2023

(anexa la procesul verbal de avizare internă nr. 50/10.12.2025)

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**

A blue ink signature of Alexandra-Marina Barbu is written over the text of the Director of Program.

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

Subfaza: 11.1 - Studiu privind proiectare, realizare și validare prin testarea primului prototip (sistemul la scară reală) într-un mediu relevant (condiții de funcționare similare celor reale), în conformitate cu domeniul de utilizare propus, a prefabricatelor mici (pavele geopolimere).

Termen de încheiere a subfazei: 10.12.2025

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 1 prototip) (Subfaza 11.1)
- Machetarea (proiectare, realizare prototip etc.) și testarea într-un mediu relevant a prefabricatelor mici realizate din materiale geopolimere smart-eco-inovative (minim 1 prototip) (Subfaza 11.2)
- 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:

Realizarea de activități de proiectare, realizare și validare prin testarea prototipului (sistemul la scară reală) într-un mediu relevant (condiții de funcționare similare celor reale), în conformitate cu domeniul de utilizare propus, a prefabricatelor mici (prototipurilor) realizate din materialelor geopolimere smart-eco-inovative optimizate.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Raport de fază.
- Minim 1 prototip (sistem la scară reală) de prefabricatelor mici (pavele geopolimere)

5. Rezumatul fazei:

Subfaza 11.1 a proiectului PN 23 35 05 01 se înscrie în direcția strategică a Programului Nucleu privind dezvoltarea de soluții tehnologice inovatoare, sustenabile și cu aplicabilitate practică în domeniul materialelor de construcții, având ca obiectiv fundamental realizarea tranziției de la cercetarea de laborator la validarea în mediu relevant a unor produse demonstrative cu potențial de transfer tehnologic. În acest context, subfaza vizează în mod direct proiectarea, realizarea și validarea prin testare la scară reală a prefabricatelor mici de tip pavele geopolimere obținute din materiale activate alcalin pe bază de cenușă de termocentrală, în variante monostrat și bistrat, cu strat de uzură funcționalizat cu dioxid de titan, în vederea evaluării fezabilității tehnice, funcționale, economice și de mediu a soluției propuse. Această etapă reprezintă o verigă esențială în evoluția proiectului, asigurând tranziția de la nivelul experimental aplicativ realizat în fazele anterioare la nivelul de prototip funcțional validat în condiții apropiate de exploatarea reală, contribuind semnificativ la creșterea gradului de maturitate tehnologică a soluției dezvoltate.

Fundamentarea științifică a subfazei este susținută de un volum consistent de cercetări din literatura de specialitate care evidențiază potențialul materialelor geopolimere pe bază de cenușă zburătoare pentru aplicații în prefabricate de construcții, precum și avantajele introducerii adaosurilor funcționale, cum este TiO_2 , pentru îmbunătățirea rezistenței la abraziune, conferirea de proprietăți fotocatalitice, efect de autocurățare și sporirea durabilității în condiții de mediu agresiv. În același timp, literatura subliniază necesitatea realizării prototipurilor la scară reală și validării acestora în mediu relevant, întrucât numai în aceste condiții poate fi evaluată corect comportarea materialelor în exploatare, aspect care justifică în mod direct obiectivele și conținutul acestei subfaze.

Din punct de vedere al materialelor utilizate, cenușa de termocentrală provine de la termocentrala Rovinari și a fost caracterizată din punct de vedere chimic conform cerințelor ASTM C618. Analizele au indicat un conținut ridicat al sumei oxizilor SiO_2 , Al_2O_3 și Fe_2O_3 , de aproximativ 80,85%, ceea ce permite încadrarea în clasa F, însă conținutul ridicat de CaO determină o comportare apropiată de cea a cenușilor din clasa C, specifice lignitului, acest aspect având un rol important în mecanismul de geopolimerizare și în dezvoltarea rezistențelor mecanice. Activarea alcalină a fost realizată cu o combinație între soluția de hidroxid de sodiu și cea de silicat de sodiu, soluția de NaOH având o puritate de 99,7%, iar soluția de silicat de sodiu fiind caracterizată prin parametri specifici de densitate, vâscozitate, pH și timp de uscare, conform fișelor tehnice ale producătorilor. Soluția de activator alcalin a fost obținută prin amestecarea în raport masic 1:1 a celor două soluții, NaOH de concentrație 8M și Na_2SiO_3 , urmată de o etapă de maturare de 24 de ore la temperatura laboratorului, pentru stabilizarea proceselor chimice înainte de utilizare.

Agregatul utilizat în compozițiile geopolimere a fost nisip standardizat, ales în mod deliberat pentru a asigura reproductibilitatea rezultatelor și pentru a elimina influențele variabilelor introduse de agregatele naturale provenite din surse diferite. Utilizarea nisipului standardizat a permis obținerea unor amestecuri omogene, cu o bună lucrabilitate și o compactare eficientă în timpul turnării și vibrării, iar în același timp a facilitat o evaluare corectă a influenței matricei geopolimere și a adaosurilor asupra proprietăților finale ale pavelor.

Proiectarea compozițională a fost realizată pe baza unor raporturi stabilite experimental, respectiv raport cenușă-activator de 1:1, raport $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-NaOH}$ de 1:1 și un conținut de agregat de aproximativ 70%. Pentru pavelele bistrat, stratul de uzură a fost funcționalizat cu TiO_2 în proporție de 3% din masa cenușii. Procesul tehnologic a presupus turnarea separată a stratului de uzură, aplicarea unui tratament termic de 24 de ore la 70°C pentru stabilizarea acestuia, urmată de turnarea corpului pavelei și de un nou ciclu de tratament termic în aceleași condiții, asigurând astfel consolidarea completă a sistemului bistrat și o bună aderență între cele două straturi. Analiza macrostructurală a evidențiat o coeziune foarte bună la nivelul interfeței stratului de uzură cu corpul pavelei, fără apariția zonelor de separare sau a defectelor structurale, confirmând corectitudinea soluției tehnologice adoptate.

Evaluarea calității geometrice și a aspectului pavelor realizate a arătat o planeitate corespunzătoare a suprafețelor, muchii și colțuri bine conturate, fără fisuri, ciobiri sau exfolieri, ceea ce indică o compactare corespunzătoare în etapa de vibrare și o desfășurare adecvată a procesului de întărire geopolimeră. Textura suprafeței a fost uniformă, fără segregări evidente ale agregatului sau acumulări locale de pastă geopolimeră, iar culoarea a fost omogenă pe întreaga suprafață. În cazul pavelor bistrat, stratul de uzură cu TiO_2 a fost continuu, uniform distribuit și fără discontinuități la interfața cu corpul pavelei, confirmând eficiența tehnologiei de turnare secvențială și a regimului de tratament termic aplicat. Toate aceste caracteristici se încadrează în cerințele geometrice și calitative impuse de standardul SR EN 1338, aplicat prin analogie pentru pavelele geopolimere.

Validarea finală a prototipului a fost realizată prin centralizarea și analiza comparativă a datelor experimentale obținute pentru diferitele variante de pavele, urmată de evaluarea conformității cu cerințele standardelor aplicabile. Rezultatele au confirmat faptul că pavelele geopolimerice dezvoltate pot constitui o alternativă viabilă la produsele clasice din beton pentru domeniile de utilizare vizate, oferind performanțe mecanice și de durabilitate corespunzătoare. Introducerea stratului de uzură cu TiO_2 nu a influențat negativ lucrabilitatea amestecului și stabilitatea procesului de geopolymerizare, iar stratul superficial a prezentat o structură mai compactă, favorabilă creșterii rezistenței la abraziune și menținerii unui aspect estetic corespunzător.

Din punct de vedere al realizării obiectivelor, subfaza 11.1 și-a îndeplinit rolul de etapă de tranziție de la cercetarea de laborator la validarea în mediu relevant, obținerea prototipului la scară reală și validarea acestuia prin testări conform standardelor reprezentând un rezultat major al acestei etape de finanțare. Activitățile s-au desfășurat în concordanță cu planificarea inițială, fără abateri semnificative care să afecteze

atingerea obiectivelor, iar ajustările tehnologice realizate pe parcurs au avut un rol pozitiv în optimizarea procesului experimental și în creșterea calității rezultatelor obținute.

Subfaza a contribuit totodată la atingerea obiectivelor transversale ale proiectului, respectiv valorificarea deșeurilor industriale, reducerea consumului de materii prime convenționale, diminuarea amprentei de carbon asociate producției materialelor de construcții și promovarea principiilor economiei circulare și ale dezvoltării durabile. Deși aceste efecte nu sunt cuantificate exclusiv prin indicatori numerici în cadrul acestei etape, ele sunt reflectate în mod direct în rezultatele tehnologice obținute și în direcțiile de continuare propuse. Prin realizarea de produse inovative cu valoare adăugată ridicată, subfaza contribuie la creșterea competitivității instituției în domeniul materialelor avansate și la crearea premiselor pentru transfer tehnologic și colaborări cu mediul economic.

În ansamblu, rezultatele subfazei evidențiază faptul că pavelele geopolimerice pe bază de cenușă de termocentrală, cu și fără strat de uzură cu TiO_2 , reprezintă o soluție tehnică viabilă, durabilă și cu un potențial semnificativ de valorificare practică. Soluția tehnologică dezvoltată este matură din punct de vedere experimental, iar subfaza a creat o bază solidă pentru continuarea activităților de cercetare-dezvoltare în vederea optimizării tehnologice, extinderii domeniilor de aplicare și implementării la scară industrială. În concluzie, subfaza 11.1 și-a îndeplinit obiectivele într-o măsură corespunzătoare și oferă premise reale pentru valorificarea rezultatelor atât în fazele următoare ale proiectului, cât și în relația cu mediul economic.

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

Rezultatele obținute în cadrul Subfazei 11.1 demonstrează atingerea unui nivel avansat de maturitate tehnologică pentru soluția propusă privind realizarea de pavele geopolimere pe bază de cenușă de termocentrală, cu și fără strat de uzură cu adaos de dioxid de titan. Activitățile desfășurate au permis trecerea de la nivelul experimental de laborator la realizarea efectivă a prototipului la scară reală și validarea acestuia în condiții apropiate de exploatarea practică. Prin implementarea soluțiilor de proiectare compozițională stabilite anterior și prin aplicarea tehnologiei de realizare bistrat cu tratamente termice succesive, au fost obținute prefabricate cu caracteristici geometrice, mecanice și funcționale corespunzătoare cerințelor impuse de standardele aplicabile și de domeniul de utilizare vizat. Rezultatele confirmă faptul că procedeul de activare alcalină utilizat, împreună cu selectarea adecvată a materiilor prime și a raporturilor compoziționale, permite obținerea unor produse cu structură compactă, omogenă și cu performanțe tehnice promițătoare pentru aplicații în infrastructura urbană.

Din punct de vedere al realizării prototipului, pavelele geopolimere au fost obținute atât în variantă monostrat, cât și în variantă bistrat, cu strat de uzură. Procesul tehnologic adoptat s-a dovedit stabil și reproductibil, iar succesiunea operațiilor de turnare, vibrare și tratament termic a condus la realizarea unor produse cu integritate structurală bună, fără defecte majore vizibile, precum fisuri, exfolieri sau segregări. Verificările privind forma, planeitatea, dimensiunile și aspectul suprafeței au indicat o bună calitate geometrică a pavelelor, ceea ce confirmă corectitudinea tehnologiei de realizare și a parametrilor tehnologici adoptați. Aspectul uniform al suprafeței, muchiile bine conturate și omogenitatea culorii reprezintă indicatori ai unei bune omogenizări a compozițiilor și ai unei compactări corespunzătoare în timpul procesului de vibrare. În cazul pavelelor bistrat, stratul de uzură cu TiO_2 a fost distribuit uniform, fără discontinuități la interfața cu corpul pavelei, ceea ce atestă o aderență bună între cele două straturi și o stabilitate satisfăcătoare a sistemului bistrat.

Testările realizate în cadrul subfazei au permis evaluarea comportării mecanice și a conformității produselor cu cerințele standardelor aplicabile, aplicate prin analogie pentru pavelele geopolimere. Rezultatele obținute au arătat că valorile caracteristicilor mecanice se înscriu în limitele impuse pentru acest tip de produse, confirmând faptul că matricea geopolimeră pe bază de cenușă activată alcalin este aptă să preia solicitările mecanice specifice domeniilor de utilizare vizate. Introducerea stratului de uzură cu dioxid de titan nu a afectat negativ comportarea mecanică a pavelelor, iar structura mai compactă a stratului superficial a contribuit la îmbunătățirea rezistenței la uzură și la menținerea unui aspect estetic corespunzător. De asemenea, rezultatele au evidențiat o bună stabilitate dimensională a produselor după tratamentul termic și după perioada de maturare, ceea ce este esențial pentru utilizarea acestora în condiții reale de exploatare.

Centralizarea și analiza comparativă a datelor experimentale pentru diferitele variante de pavele realizate au permis formularea unor concluzii clare privind influența compoziției și a tehnologiei de realizare asupra performanțelor finale ale produselor. S-a constatat că raporturile compoziționale stabilite între cenușă, activator alcalin și agregat sunt adecvate pentru obținerea unei structuri compacte și rezistente, iar tratamentul termic aplicat la $70^\circ C$ timp de 24 de ore asigură desfășurarea completă a proceselor de geopolimerizare și stabilizarea microstructurii materialului. În cazul sistemului bistrat, aplicarea tratamentului termic în două etape a avut un rol esențial în asigurarea coeziunii dintre stratul de uzură și corpul pavelei, acesta fiind un aspect critic pentru durabilitatea în exploatare.

Din perspectiva stadiului de realizare a obiectivului fazei, se poate afirma că obiectivul general al Subfazei 11.1 a fost atins într-o măsură ridicată. A fost realizată tranziția de la nivelul de cercetare experimentală de laborator la nivelul de prototip funcțional validat în mediu relevant, prin obținerea de pavele geopolimere la scară reală și prin testarea acestora în conformitate cu cerințele standardelor aplicabile. Activitățile prevăzute în planul subfazei au fost realizate în mod coerent și în concordanță cu graficul de lucru stabilit, fără abateri majore care să afecteze atingerea rezultatelor propuse. Ajustările tehnologice operate pe parcurs au avut un rol de optimizare și au contribuit la îmbunătățirea calității produselor finale, demonstrând capacitatea echipei de cercetare de a adapta metodologia în funcție de observațiile experimentale.

Din punct de vedere tehnologic, rezultatele obținute confirmă fezabilitatea soluției propuse și demonstrează că utilizarea cenușii de termocentrală ca materie primă pentru obținerea pavelor geopolimere reprezintă o direcție viabilă atât din punct de vedere tehnic, cât și din punct de vedere al protecției mediului. Valorificarea acestui deșeu industrial contribuie la reducerea cantităților depozitate și la diminuarea impactului asupra mediului, în timp ce înlocuirea parțială sau totală a cimentului conduce la reducerea emisiilor de dioxid de carbon asociate producției materialelor de construcții. Introducerea stratului de uzură cu TiO_2 adaugă o componentă suplimentară de inovare prin conferirea unor proprietăți funcționale avansate, precum creșterea rezistenței la uzură, potențialul fotocatalitic și efectul de autocurățare, ceea ce deschide perspective noi de aplicare a acestor produse în infrastructura urbană modernă.

Din perspectiva impactului științific și tehnologic, Subfaza 11.1 a generat rezultate relevante pentru domeniul materialelor de construcții sustenabile și al materialelor geopolimere. Realizarea prototipului la scară reală și validarea acestuia reprezintă un pas esențial în direcția transferului tehnologic, întrucât demonstrează că soluția nu este doar una de laborator, ci una cu potențial real de implementare industrială. Rezultatele obținute pot constitui baza pentru elaborarea unor proceduri tehnologice optimizate, pentru obținerea de brevete sau modele de utilitate și pentru inițierea de colaborări cu parteneri economici interesați de producerea și utilizarea pavelor geopolimere.

În ceea ce privește concluziile generale, se poate afirma că pavatele geopolimerice realizate pe bază de cenușă de termocentrală, cu și fără strat de uzură cu dioxid de titan, reprezintă o soluție tehnică viabilă, durabilă și cu un potențial semnificativ de valorificare practică. Soluția tehnologică dezvoltată este matură din punct de vedere experimental, iar rezultatele obținute confirmă corectitudinea direcției de cercetare abordate. Subfaza a îndeplinit rolul de etapă de validare tehnologică prevăzută în structura proiectului, demonstrând posibilitatea realizării produselor la scară reală, conformitatea cu cerințele standardelor și comportarea corespunzătoare în condiții similare celor reale de exploatare.

Totodată, s-a contribuit la atingerea obiectivelor transversale ale proiectului, respectiv valorificarea deșeurilor industriale, reducerea consumului de materii prime convenționale, promovarea materialelor de construcții ecologice și susținerea tranziției către o economie circulară și cu emisii reduse de carbon. Prin obținerea de rezultate cu potențial de valorificare economică, se conduce la creșterea competitivității în domeniul materialelor avansate și la consolidarea poziției acesteia ca actor relevant în domeniul cercetării aplicate și al inovării.

Pe baza rezultatelor obținute și a concluziilor formulate, sunt propuse mai multe direcții pentru continuarea proiectului în fazele următoare. O primă direcție importantă o reprezintă optimizarea suplimentară a rețetelor geopolimere, prin diversificarea raportului dintre activator și cenușă, a concentrației soluției de NaOH , a proporției de silicat de sodiu și a tipului și dozajului de agregat, în vederea obținerii unor performanțe mecanice și de durabilitate superioare. De asemenea, se impune extinderea gamei de testări privind durabilitatea în condiții agresive, cum ar fi îngheț-dezghet, atacul chimic, uzura accelerată sau expunerea la radiații UV, pentru a putea evalua comportarea pe termen lung a pavelor în condiții reale de exploatare.

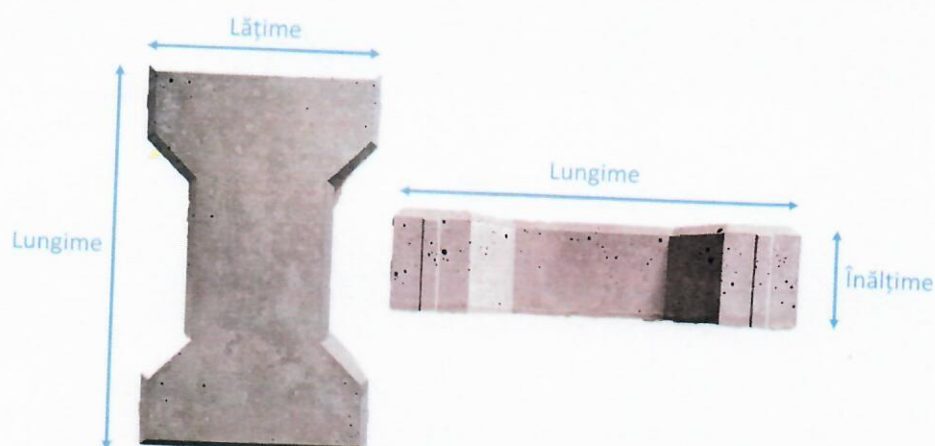
O altă direcție de continuare vizează studiul influenței diferitelor tipuri de cenuși sau a altor deșeuri industriale cu potențial asupra proprietăților pavelelor, în vederea diversificării surselor de materii prime și a creșterii flexibilității tehnologice. În ceea ce privește stratul de uzură, se impune aprofundarea cercetărilor privind efectul fotocatalitic al dioxidului de titan și capacitatea acestuia de reducere a poluanților atmosferici în condiții reale, precum și analiza comportării stratului superficial la uzură pe termen lung.

Din perspectivă tehnologică și economică, este necesară trecerea la teste pilot la scară semi-industrială, în colaborare cu agenți economici, pentru a evalua fezabilitatea producției în regim industrial, costurile de fabricație și competitivitatea produsului pe piață. De asemenea, se recomandă analiza detaliată a ciclului de viață al pavelelor geopolimere, pentru cuantificarea beneficiilor de mediu comparativ cu soluțiile clasice din beton pe bază de ciment.

Nu în ultimul rând, continuarea proiectului trebuie să includă activități de diseminare și valorificare a rezultatelor, prin publicarea acestora în reviste de specialitate, participarea la conferințe științifice, elaborarea de documentații pentru brevete și realizarea de parteneriate cu mediul economic. Toate aceste demersuri vor contribui la creșterea vizibilității rezultatelor obținute și la facilitarea transferului tehnologic către beneficiari finali.

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

În baza rezultatelor obținute, au fost elaborate fișe de conformitate pe baza rezultatelor experimentale obținute în urma testărilor realizate conform cerințelor standardelor aplicabile. Aceste fișe sintetizează valorile măsurate pentru principalele caracteristici fizico-mecanice ale produselor realizate și le raportează la limitele impuse de standard, având rolul de documente tehnice de validare a performanței și de suport pentru diseminarea rezultatelor către mediul academic, industrial și potențiali beneficiari.



Set de fișe de conformitate cu standardele aplicabile

Cod	Prototip PAVELĂ GEOPOLIMERĂ 22,5 x 8,8 x 6,0 cm			
Dimensiuni (mm)				
Condiții impuse	Grosime pavelă	Abatere admisibilă (mm)		
		Lungime	Lățime	
	Grosime			
	< 100	± 2	± 2	± 3
	≥ 100	± 3	± 3	± 4
Realizat	61	+1	-1	+1
Abateri de planeitate (mm)				
Condiții impuse	Lungimea calibrului (mm)	Convexitatea maximă (mm)	Concavitatarea maximă (mm)	
	< 100	± 2	± 2	
	≥ 100	± 3	± 3	
Realizat		-1	+1	
Rezistența la acțiunea factorilor climatici. Absorbția de apă (%)				
Condiții impuse	Clasa	Marcare	Absorbția de apă % din masă	
	1	A	Nici o performanță măsurată	
	2	B	≤ 6 ca medie	
Realizat	1	A	5,6	
Rezistența la acțiunea factorilor climatici. Rezistența la îngheț-dezghet (kg/m³)				
Condiții impuse	3	D	≤ 1,0 ca medie, cu nicio valoare individuală > 1,5	
Realizat	3	D	0,84	
Rezistența la întindere prin despicare T				
Condiții impuse	Minim 3,6 MPa.			
Realizat	3,8 MPa			
Rezistența la alunecare				
Condiții impuse	Potențialul de alunecare	Citire pe testerul de rezistență la alunecare		
	Mare	19 și mai mic		
	Moderat	20 la 39		
	Scăzut	40 la 74		
	Foarte scăzut	75 și mai mare		
Realizat	Moderat	38		
Rezistența la uzură Bohme				
Condiții impuse	Clasă	Marcare	Criteriu	
	1	F	Nicio performanță determinată	
	3	H	≤ 20 000 mm ³ / 5000 mm ²	
	4	I	≤ 18 000 mm ³ / 5000 mm ²	
Realizat	4	I	16420 mm ³ / 5000 mm ²	
Concluzia validare cf. SR EN 1338:2004				
Nivel de maturitate atins	TRL 6			

Cod	Prototip PAVELĂ GEOPOLIMERĂ 22,5 x 8,8 x 6,0 cm (strat de uzură TiO ₂ 0,5)		
Dimensiuni (mm)			
Condiții impuse	Grosime pavelă	Abatere admisibilă (mm)	
		Lungime	Lățime
	Grosime		
	< 100	± 2	± 2
	≥ 100	± 3	± 3
Realizat	60	-1	+1
Abateri de planeitate (mm)			
Condiții impuse	Lungimea calibrului (mm)	Convexitatea maximă (mm)	Concavitatarea maximă (mm)
	< 100	± 2	± 2
	≥ 100	± 3	± 3
Realizat		+2	-2
Rezistența la acțiunea factorilor climatici. Absorbția de apă (%)			
Condiții impuse	Clasa	Marcare	Absorbția de apă % din masă
	1	A	Nici o performanță măsurată
	2	B	≤ 6 ca medie
Realizat	2	B	5,5
Rezistența la acțiunea factorilor climatici. Rezistența la îngheț-dezghet (kg/m³)			
Condiții impuse	3	D	≤ 1,0 ca medie, cu nicio valoare individuală > 1,5
Realizat	3	D	0,87
Rezistența la întindere prin despicare T			
Condiții impuse	Minim 3,6 MPa.		
Realizat	3,9 MPa		
Rezistența la alunecare			
Condiții impuse	Potențialul de alunecare	Citire pe testerul de rezistență la alunecare	
	Mare	19 și mai mic	
	Moderat	20 la 39	
	Scăzut	40 la 74	
	Foarte scăzut	75 și mai mare	
Realizat	Moderat	35	
Rezistența la uzură Bohme			
Condiții impuse	Clasă	Marcare	Criteriu
	1	F	Nicio performanță determinată
	3	H	≤ 20 000 mm ³ / 5000 mm ²
	4	I	≤ 18 000 mm ³ / 5000 mm ²
Realizat	4	I	16210 mm ³ / 5000 mm ²
Concluzia validare cf. SR EN 1338:2004			
Nivel de maturitate atins	TRL 6		

La finalizarea prezentei subfaze 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*

