

Anexa 10 la Contract nr. 41N/18.01.2023

(anexa la procesul verbal de avizare internă nr. 24/27.06.2024)

Contractor: INCD URBAN-INCERC

Cod fiscal : RO 26752660

De acord,
DIRECTOR GENERAL
dr. ing. **Claudiu-Sorin DRAGOMIR**



Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
drd. ec. **Alexandra Marina BARBU**

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 41N/18.01.2023

Proiectul: Sistem integrat de dezvoltare și cercetare științifică a construcțiilor și a infrastructurilor vitale la acțiuni extreme de mediu, seismice și climatice și valorificarea resurselor sustenabile de materiale și energie

Faza: 5 - Modernizarea infrastructurii de cercetare și creșterea competitivității științifice a Laboratorului INCERC de Cercetare Aplicată și Încercări în Construcții – IHS în domeniul climatic prin extinderea capacității de cercetare - dezvoltare

Termen de încheiere a fazei: 28.06.2024

1. Obiectivul proiectului:

Obiectivul general al proiectului vizează deschiderea de noi direcții de cercetare și dezvoltare, a studiilor dedicate atingerii unui țel de interes major pentru societate și anume creșterea rezilienței comunitare la acțiuni extreme de mediu, seismic și climatice.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- conștientizarea impactului schimbărilor de mediu, de natură climatică și seismică, asupra siguranței civile (F.1.) și creșterea gradului de cunoaștere a cerințelor actuale de protecție, față de acestea (F.2.);

- clasificarea surselor sustenabile de materiale pentru construcții din punct de vedere al caracteristicilor și disponibilității acestora pe teritoriul României (F.3. și F.4.);
- prezentarea unor metode și mijloace de cercetare experimentală pentru soluții inovative de asigurare a securității civile, la acțiunile dinamico-seismice (F.5.);
- dezvoltarea tehnologică a capacității de cercetare a Laboratorului INCERC de Cercetare Aplicată și Încercări în Construcții - IHS în domeniul climatic și seismic (F.5. și F.6.);
- modernizarea și extinderea dotării Laboratorului INCERC de Cercetare Aplicată și Încercări în Construcții - IHS în vederea studierii impactului expunerii la acțiuni extreme de mediu prin achiziția echipamentelor performante specifice domeniului studiat (F.7.);
- conceperea și certificarea a minimum 3 elemente structurale autoportante din materialele sustenabile tradiționale studiate în zone de expunere la acțiuni climatice extreme (F.8 și F.9.);
- creșterea complexității de evaluare a caracteristicilor de durabilitate prin expunerea la acțiuni extreme de mediu, climatice și seismice (F.10.);
- elaborarea metodelor de cercetare integrată a elementelor structurale la acțiuni extreme de mediu, seismice și climatice (F.11. și F.12.);
- realizarea unui ghid de proiectare și execuție a elementelor structurale autoportante din materialele sustenabile rezistente la acțiuni extreme de mediu (F.13.);
- protejarea drepturilor de autor și pregătirea cadrului favorabil transferului tehnologic (F.13.);
- încurajarea transferului tehnologic prin acordarea suportului necesar mediului privat în aplicarea soluțiilor inovative (F.14.);
- diseminarea rezultatelor obținute va fi efectuată în mod continuu, pe parcursul celor 14 faze ale proiectului.

3. Obiectivul fazei:

Cercetarea a avut drept obiectiv principal realizarea studiilor preliminare privind conceperea metodelor și mijloacelor în vederea efectuării programului de cercetare experimentală la acțiunile climatice extreme, precum și realizarea unui studiu preliminar privind conceperea elementelor structurale autoportante din materiale sustenabile tradiționale.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

În urma desfășurării activităților prevăzute în cadrul prezentei faze a proiectului, respectiv studii și cercetări preliminare privind conceperea metodelor și mijloacelor de cercetare experimentală la acțiunile climatice extreme precum și cercetări preliminare privind conceperea elementelor structurale autoportante și identificarea soluțiilor tehnico-inginerești fezabile ce vor sta la baza realizării elementelor structurale autoportante din materiale sustenabile pentru atingerea obiectivului fazei și livrabilele propuse sunt:

- raport de fază;
- minim 1 participare la târg de invenție și inovare;
- minim 1 articol indexat în Web Of Science;

- minim 1 articol publicat în reviste BDI recunoscute sau participare la conferințe naționale;
- minim 1 participare cu comunicare la manifestări științifice naționale/internaționale.
- minim 1 cerere brevet de invenție.

5. Rezumatul fazei:

Obiectivul general al proiectului este stabilit astfel încât să răspundă la două dintre obiectivele generale (O.G.) ale Strategiei Naționale de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027 (SNCISI 2022-2027), și anume: *O.G.1. Dezvoltarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare* și *O.G.3. Mobilizarea către inovare*, precum și nevoilor societale actuale de dezvoltare a unor material tradiționale sustenabile și a acțiunilor extreme de mediu (climatice, dinamice și seismice), concomitent cu alinierea la cei trei piloni ai dezvoltării durabile, și anume: economic, social și de mediu, inclusiv valorificarea specificului național tradițional și atragerea resursei umane specializate către domeniul C-D, prin crearea unui cadru de lucru modern și a unei infrastructuri de C-D capabilă să susțină cercetări de importanță și complexitate majoră pentru mediul economic din România.

De la începuturile industrializării, progresele tehnologice au avansat rapid, depășind capacitatea resurselor naturale ale planetei de a le susține. În contextul încălzirii globale, distrugerii habitatelor, sărăciei și altor probleme sociale și de mediu tot mai urgente, devine evident că este necesar să investim în practici de dezvoltare durabilă. Conform Comisiei Brundtland, dezvoltarea durabilă este definită ca „dezvoltare care ține sub control nevoile generației prezente fără a neglija capacitatea generației viitoare de a-și răspunde nevoilor”.

Impactul schimbărilor climatice este resimțit în România prin temperaturi în creștere, evenimente meteorologice extreme și schimbări ale tiparelor de precipitații. Recunoscând urgența situației, România a luat măsuri proactive pentru a aborda schimbările climatice, implementând o strategie cuprinzătoare privind schimbările climatice și integrând acțiunile climatice în programele finanțate de UE; Schimbările climatice severe/extreme constituie în prezent o problemă de necontestat, atât prin generalizarea la nivel global, cât și prin gradul tot mai intens în care acestea se manifestă în fiecare țară, regiune, continent în parte.

În prezent, în domeniul construcțiilor, se manifestă o cerere tot mai mare de materiale și produse sustenabile, cu caracteristici ecologice, obținute prin procese nepoluante, cu consum tot mai scăzut de energie, utilizarea materialelor naturale la realizarea diferitelor produse pentru construcții fiind una dintre soluțiile cu potențial ridicat de a atinge asemenea deziderate, iar argila este unul dintre aceste materiale.

Urmând strategia de dezvoltare durabilă în construcții, sunt adoptate tehnici și materiale sustenabile prin a căror utilizare să se contribuie la obținerea de produse ecologice, la reducerea consumului de resurse naturale, creșterea eficienței energetice a construcțiilor și la protejarea mediului înconjurător.

Materialele și produsele pentru construcții pe bază de argilă au o tot mai largă utilizare și la nivel național, beneficiile utilizării argilei în construcții fiind recunoscute

atât din punct de vedere al caracteristicilor tehnice pe care le conferă materialelor/produselor pentru construcții în compoziția cărora intră, cât și al contribuției la creșterea durabilității în timp a produselor/elementelor de construcție în care este înglobată.

Utilizarea la nivel național într-o măsură tot mai mare a argilei în construcții, sub diverse forme, alături de alte materiale tradiționale naturale, indică atât orientarea industriei românești de construcții pe direcția principiilor dezvoltării durabile și sustenabile, prin aplicarea de tehnologii nepoluante și ecologice, cât și participarea la asigurarea unui mediu înconjurător mai sănătos și la reducerea schimbărilor climatice produse direct de activitățile umane.

Din rezultatele obținute din simulările climatice și proiectele de cercetare derulate se poate concluziona că, în condițiile degradărilor prognozate ca urmare a schimbărilor climatice severe, se obține o reducere a efectelor distructive și o menținere pe timp cât mai lung a durabilității la nivel de material/element de construcție/clădire, aplicând în timp util măsuri de reparații și întreținere adecvate fiecărui caz în parte, generând astfel acțiuni eficiente și economii financiare notabile.

Camera climatică a laboratorului INCERC Sucursala Iași reprezintă un element central în evaluarea performanțelor în condiții climatice extreme. Aceasta este destinată cercetării și încercărilor sub regimuri higrotermice și climatice de mediu exterior cu climat excesiv: temperaturi cuprinse între -50°C ... $+80^{\circ}\text{C}$, gheață, chiciură, grindină, radiație solară, vânt, precipitații etc. Acreditarea RENAR a laboratorului pentru încercările de mediu (funcționare în condiții severe de formare a gheții, funcționare la limita de temperatură, încercarea la frig, căldură uscată, variații de temperatură și căldură ciclică umedă) reprezintă dovada recunoașterii ca laborator complex, susținut prin resurse umane de cercetare și specialiști cu experiență în domeniu. Prin implementarea procedurilor specifice și utilizarea mijloacelor tehnice moderne de cercetare experimentală și testare, împreună cu o infrastructură tehnică de ultimă generație, aparatură și echipamente de nivel tehnic, științific și tehnologic avansat, laboratorul respectă cu rigurozitate exigențele standardelor internaționale IEC, EN și ISO. Acesta asigură calitatea, fiabilitatea și credibilitatea rezultatelor obținute, validând astfel competențele laboratorului în evaluarea performanței produselor în condiții de mediu severe.

În prima etapă, elementele structurale concepute în cadrul acestui proiect vor fi testate individual la acțiunea factorilor climatici extremi. În funcție de rezultatele obținute, va fi selectat produsul care a înregistrat performanțe superioare atât din punct de vedere al exigențelor termice, cât și al caracteristicilor fizico-mecanice în vederea determinării experimentale a rezistenței termice echivalente a zidărilor, în regim staționar, pe model la scară naturală. Camera climatică cu dublă atmosferă din dotarea Laboratorului INCERC de Cercetare Aplicată și Încercări în Construcții (IHS) permite realizarea încercării în regim termic staționar, caracteristicile aerului interior, respectiv exterior pot fi setate astfel încât să simuleze parametrii climatici specifici din diverse zone ale României. Principiul metodei câmpului de temperaturi pe suprafață constă în măsurarea punct cu punct într-un număr finit de puncte a temperaturii pe suprafață

interioară și exterioară a zidului, cu o rețea de traductoare flexibile de tip termocuplu Cupru – Constantan, sau termistori calibrați – etalonați.

De asemenea, în cadrul acestei faze au fost realizate amestecuri în baza celor 5 tipuri de pământ argilos selectate anterior în vederea conceperii elementelor de zidărie. Având în vedere multitudinea criteriilor de variabilitate a rețetelor, lucrabilitatea amestecului argilos, a fost stabilit criteriul eliminativ fundamental. Consistența amestecului proaspăt a fost determinată conform SR EN 1015-3:2001/A2:2007.

Din cele 5 tipuri de pământ argilos, în funcție de rezultatele obținute, pentru studiile experimentale ulterioare a fost selecționat AG2, având ca proveniență groapa de împrumut din satul Codăești, jud. Vaslui. Următoarea etapă a prevăzut elaborarea a 9 rețete, având ca principal parametru variabil – cantitatea de argilă, aceasta a fluctuat în limitele 30 – 70 % din valoarea masică a agregatelor uscate. Cantitatea de apă a fost stabilită experimental pentru fiecare amestec în vederea asigurării unei lucrabilități optime. După turnarea probelor, acestea au fost condiționate în condiții de laborator și încercate la 28 zile în vederea determinării densității, rezistenței la încovoiere și rezistenței la compresiune.

Conform densităților obținute, amestecurile argiloase au demonstrat un grad sporit de omogenitate, evidențiat de coeficientul de variație redus – sub 5%, ceea ce denotă formarea unei structuri uniforme. Densitatea probelor la 28 zile a variat între 1914 kg/m^3 pentru rețeta RPR7 și 2078 kg/m^3 – pentru RPR4. Probele cu un conținut sporit de agregate au înregistrat valori mai mari ale densității. Acest fapt se datorează densității specifice superioare a agregatelor comparativ cu pământul argilos și distribuției mai compacte ale granulelor, spațiile dintre agregate fiind umplute de particulele fine de argilă.

Valorile rezistenței la încovoiere determinate experimental conform SR EN 1015-11:2020, pentru cele 9 rețete au variat între 0,96 MPa - în cazul rețetei RPR5 (35% argilă) și 1,60 MPa – pentru RPR 9 (70% argilă). Argila are rolul de liant, în vederea obținerii unor caracteristici mecanice optime, cantitatea acesteia trebuie să asigure acoperirea integrală a suprafețelor agregatelor creând astfel condițiile necesare formării unei matrice coezive și uniforme. Rezistența la încovoiere superioară a rețetelor cu conținut sporit de argilă se datorează formării legăturilor silico-aluminate în cantități mai mari, ceea ce conferă rezistență și durabilitate mortarului pe bază de argilă. Gradul de împrăștiere a rezultatelor, exprimat prin intermediul coeficientului de variație ($2.32 \div 8.56 \%$), au confirmat ipoteza realizării unui material omogen.

Rezistența la compresiune (determinată conform SR EN 1015-11:2020) a fost determinată pe jumătățile de prisme rezultate după încovoierea acestora. Principalii factori care influențează această caracteristică mecanică sunt: calitatea și proporția constituenților, adeziunea dintre matrice și agregate, modul și condițiile de manipulare ale amestecului proaspăt, starea de compactitate, vârsta etc. Cedarea materialului supus compresiunii monoaxiale este provocată de eforturile transversale de întindere produse la suprafața de contact dintre liantul întărit și agregate, cele din urmă fiind smulse din matricea materialului. Media rezistențelor la compresiune determinate pe mortarele pe bază de argilă a variat între 2,64 MPa pentru RPR 5 (30% argilă) și 5,49 MPa pentru RPR 9 (70% argilă) pentru coeficienții de variație fiind cuprinși în limitele

2,99 ÷ 8,45 %. Astfel, în urma analizei rezultatelor obținute, rețeta RPR 9 care conține 70% din cantitatea totală de agregate a marcat rezultate superioare, atât în cazul rezistenței la încovoiere - 1.60 MPa, cu un coeficient de variație de 4,86%, cât și în cazul rezistenței la compresiune - 5.49 MPa, și coeficient de variație de 3.64%, această rețetă fiind selectată în vederea continuării studiilor experimentale pentru realizarea elementelor structurale autoportante din materiale sustenabile.

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

Obiectivul fazei a fost acela de modernizare a infrastructurii de cercetare și creșterea competitivității științifice a Laboratorului INCERC de Cercetare Aplicată și Încercări în Construcții – IHS în domeniul climatic prin extinderea capacității de cercetare - dezvoltare. Activitățile desfășurate pentru atingerea obiectivului fazei au constat în: Studii și cercetări preliminare privind conceperea metodelor și mijloacelor de cercetare experimentală și stabilirea programului de cercetare experimentală la acțiunile climatice extreme; Cercetări preliminare privind conceperea elementelor structurale autoportante și identificarea soluțiilor tehnico-inginerești fezabile ce vor sta la baza realizării elementelor structurale autoportante din materiale sustenabile tradiționale.

Referitor la indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare și conform graficului GANTT asumat în propunerea de proiect, rezultatele cercetărilor efectuate până în prezent au fost diseminate în cadrul Fazei 5, astfel:

- acceptarea spre publicare a unui articol la Conferința Internațională a Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București, cu titlul: *COMPOSITE MATERIALS FOR ECO-SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS*, autori: Adrian-Alexandru CIOBANU, Aurelia BRADU, Andreea HEGYI, care este în curs de indexare, **cu acknowledgment PN 23 35 03 01.**
- prezentare poster – la Conferința Internațională a Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București, cu titlul: *Composite materials for eco-sustainable constructions*, autori: Adrian-Alexandru CIOBANU, Aurelia BRADU, Andreea HEGYI, **cu acknowledgment PN 23 35 03 01.**
- participarea la a XXV-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială - Construcțiile și provocările schimbărilor climatice, București, 23 mai 2024:
 - în cadrul secțiunii REZUMATE cu lucrările:
 - *Optimization of clay constructions: the role and influence of organic additives*, autori: Ștefania Mădălina Rusu, Marius Mârț, Aurelia Bradu, Adrian Alexandru Ciobanu, Ionel Pușcașu, **cu acknowledgment PN 23 35 03 01.**
 - *Global challenges engendered by climate change. causes and consequences*, autori: Vasilica Vasile, Irina Popa, Aurelia Bradu, Adrian Alexandru Ciobanu, **cu acknowledgment PN 23 35 03 01.**

- în cadrul secțiunii PREZENTARE cu lucrările:
 - *Optimization of clay constructions: the role and influence of organic additives*, autori: Ștefania Mădălina Rusu, Marius Mârț, Aurelia Bradu, Adrian Alexandru Ciobanu, Ionel Pușcașu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**.
 - *Global challenges engendered by climate change. causes and consequences*, autori: Vasilica Vasile, Irina Popa, Aurelia Bradu, Adrian Alexandru Ciobanu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**.
 - în cadrul secțiunii LUCRĂRI cu articolul:
 - *Optimizarea construcțiilor din argilă: rolul și influența adaosurilor organici*, autori: Ștefania Mădălina Rusu, Marius Mârț, Aurelia Bradu, Adrian Alexandru Ciobanu, Ionel Pușcașu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**.
 - participarea la salonul de inventică **EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION – EUROINVENT 2024**, Iași, România, în perioada 6-8 iunie 2024, cu următoarele lucrări:
 - *Designing masonry elements from traditional sustainable materials*, autori: Aurelia Bradu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Marius Mârț, Ștefania-Mădălina Rusu, Cristian Petcu, Alexandrina-Maria Mureșan, Cristian Grigorașenco, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01. Medalie obținută: Medalie de argint**.
 - *Experimental research methods for the development of complex certification systems*, autori: Ștefania-Mădălina Rusu, Aurelia Bradu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Marius Mârț, Ionel Pușcașu, Andreea Hegyi, Adrian Lăzărescu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01. Medalie obținută: Medalie de argint**.
 - *Clay – Sustainable local building material*, autori: Marius Mârț, Aurelia Bradu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Ștefania-Mădălina Rusu, Ionel Pușcașu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01. Medalie obținută: Diplomă de excelență**.
 - participarea la Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, ediția a X -a, în perioada 13-15 iunie 2024, cu următoarele lucrări:
 - *Eco masonry elements from local materials*, Aurelia Bradu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Marius Mârț, Cristian Petcu, Andreea Hegyi, Adrian Lăzărescu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01. Medalie obținută: Medalie de aur**.
 - *Analysis and characterization of clayey soils*, Marius Mârț, Aurelia Bradu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Andreea-Cristina Hegyi, Irina Popa, Vasilica Vasile, Ionel Pușcașu, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01. Medalie obținută: Medalie de aur**.
 - elaborarea unei cereri de brevet de invenție nr. A100373/27.06.2024 cu titlul: Mortar pentru zidărie pe bază de argilă și materiale sustenabile locale, autori: Aurelia Bradu, Andreea-Cristina Hegyi, Alexandra-Marina Barbu, Adrian-Alexandru Ciobanu, Adrian Victor Lăzărescu
- La finalizarea Fazei 5 a proiectului se consideră că **au fost îndeplinite în întregime obiectivele propuse și au fost obținute rezultatele preconizate**. Prin urmare, se creează astfel cadrul favorabil pentru continuarea activităților de cercetare teoretică și dezvoltarea activităților de cercetare aplicativă și inovare prevăzute pentru următoarele

faze ale proiectului, rezultatele obținute contribuind la creșterea calitativă și cantitativă a producției de cunoaștere la nivel național și internațional.

Responsabil proiect,
dr. ing. Aurelia BRADU


