

Anexa 10 la Contract nr. 41N/18.01.2023
(anexa la procesul verbal de avizare internă nr. 40/29.08.2025)

Contractor: INCD URBAN-INCERC
Cod fiscal: RO 26752660

De acord,
DIRECTOR GENERAL
CS I, Conf. univ. dr. ing. habil. **Claudiu-Sorin DRAGOMIR**



Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
CS III, Dr. ing., 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: 7 - Studiu de identificare și stabilire a metodelor de testare la seism. Studiu de sintetiza a soluțiilor sustenabile tehnico-inginerești propuse

Termen de încheiere a fazei: 29.08.2025

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.);
- 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.6.);
- conceperea și certificarea a minimum 3 elemente structurale autoportante din materialele sustenabile tradiționale studiate în zone de expunere la acțiuni climatice extreme (F.7.);
- creșterea complexității de evaluare a caracteristicilor de durabilitate prin expunerea la acțiuni extreme de mediu, climatice și seismice (F.8.);
- elaborarea metodelor de cercetare integrată a elementelor structurale la acțiuni extreme de mediu, seismice și climatice (F.9. și F.10.);
- realizarea unui ghid de proiectare și execuție a elementelor structurale autoportante din materialele sustenabile rezistente la acțiuni extreme de mediu (F.11.);
- protejarea drepturilor de autor și pregătirea cadrului favorabil transferului tehnologic (F.12.);
- încurajarea transferului tehnologic prin acordarea suportului necesar mediului privat în aplicarea soluțiilor inovative (F.13.);
- diseminarea rezultatelor obținute va fi efectuată în mod continuu, pe parcursul celor 13 faze ale proiectului.

3. Obiectivul fazei:

Cercetarea a avut drept obiectiv principal realizarea studiului de identificare și stabilire a metodelor de testare la seism, precum și elaborarea studiului de sintetiză a soluțiilor sustenabile tehnico-inginerești propuse.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

În urma desfășurării activităților prevăzute în cadrul prezentei faze a proiectului, respectiv studii preliminare privind conceperea metodelor și mijloacelor de cercetare experimentală la acțiunile seismice precum și studii experimentale în vederea dezvoltării a trei prototipuri de elemente structurale autoportante din materiale sustenabile locale, pentru atingerea obiectivului fazei și livrabilele propuse sunt:

- raport de fază;
- minim 1 participare la târg de inventică și inovare;
- minim 1 articol indexat în Web Of Science;
- minim 1 articol publicat în reviste BDI;
- minim 1 participare cu comunicare la manifestări științifice naționale/internaționale.

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 materiale 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.

În fazele anterioare de proiect, au fost concepute 3 prototipuri de elemente structurale autoportante din materiale sustenabile tradiționale și adaosuri de deșeuri vegetale: cânepă, rumeguș sau paie.

Un amestec bine proporționat asigură o izolare eficientă și o capacitate optimă de rezistență la compresiune, prevenind astfel deformarea, fisurarea și pierderea proprietăților termice în timp. Probele cu adaos de 30% cânepă au prezentat cea mai mică densitate, 1278.35 kg/m^3 , iar cea mai mare valoare a fost obținută pentru probele cu adaos de 3% paie - 1778.95 kg/m^3 .

Elementele de zidărie cu adaosuri de paie au marcat cele mai ridicate valori ale rezistenței la compresiune, în special la un conținut de 3%, unde s-a înregistrat o rezistență medie de 2.37 N/mm^2 . În contrast, adaosurile de rumeguș au generat cele mai scăzute valori ale rezistenței, în special la o proporție de 30%, cu o valoare medie de doar 1.02 N/mm^2 . Adaosurile de cânepă au prezentat o comportare intermediară, cu valori ușor fluctuante în funcție de compoziție, dar cu o rezistență maximă înregistrată la 10% (2.13 N/mm^2). Se remarcă, de asemenea, o tendință generală de scădere a rezistenței la compresiune odată cu creșterea procentului de adaos, indicând o posibilă diluare a matricei și apariția de discontinuități structurale care afectează performanța mecanică a materialului.

Materialele cu densitate mai mare tind să prezinte valori mai ridicate ale conductivității termice λ . De exemplu, epruveta cu 3% paie are o conductivitate termică de 0.221 W/mK , una dintre cele mai mari din setul analizat. În schimb, epruvetele cu adaosuri de cânepă și rumeguș în proporție mai mare prezintă și cele mai mici valori ale conductivității, cu un minim de 0.1448 W/mK la epruveta cu 30% cânepă.

Geometria elementelor autoportante necesită o proiectare mai atentă pentru a mări rezistența la cutremur și pentru a reduce timpul de execuție. Interblocarea topologică, bazată pe principii geometrice precise, reprezintă o soluție inovatoare în proiectarea structurilor cu performanțe mecanice superioare.

Caracteristicile mecanice esențiale care pot fi determinate pe elemente din argilă nearsă sunt:

✓ *modulul de elasticitate* - Pentru a obține o rezistență mecanică bună, modulul de elasticitate cuprinde valori mai mari pentru a preveni deformările excesive, dar nu atât de mare încât materialul să devină fragil. Pentru elementele din argilă

nearsă care prezintă un modul de elasticitate mai mic de 500 N/mm^2 , se poate concluziona că este prea flexibil și se poate deforma sau crăpa ușor sub încărcare. Elementele din argilă nearsă care prezintă un modul de elasticitate în intervalul $500 \text{ N/mm}^2 - 1500 \text{ N/mm}^2$, oferă un echilibru între deformabilitate și rezistență, făcând materialul durabil, iar elementele care depășesc 2000 N/mm^2 devin rigide.

✓ *aderența mortarului* - Aderența mortarului la elementele autoportante din argilă nearsă cu adaos de fibre este influențată de caracteristicile higroscopice și porozitatea ridicată a materialului, precum și de compatibilitatea mecanică și chimică a mortarului utilizat. Se recomandă utilizarea de mortare compatibile pe bază de argilă deoarece acestea au o contracție redusă, o capacitate mai bună de adaptare la suport și nu induc tensiuni excesive la interfață. Rezistența la aderență a mortarului pe elemente de argilă nearsă este relativ scăzută, în general sub $0,1 \text{ N/mm}^2$, dar suficientă în contextul încărcărilor moderate caracteristice construcțiilor tradiționale din pământ.

✓ *rezistența la foc* - Elementele din argilă nearsă cu adaosuri organice (precum paie, cânepă, rumeguș) nu sunt considerate inflamabile atâta timp cât densitatea lor aparentă nu scade sub 1700 kg/m^3 . O densitate mai mare indică o structură compactă, cu un conținut redus de aer și spații interstițiale, ceea ce limitează alimentarea cu oxigen a unui potențial focar de ardere și reduce propagarea flăcării în interiorul materialului. În general, aerul liber și materialele celulozice sunt principalele medii care întrețin arderea; astfel, un material cu porozitate scăzută și compactare bună prezintă un risc de inflamabilitate semnificativ mai mic

✓ *durabilitate* - Elementele realizate din argilă nearsă pot fi utilizate cu succes în construcții fără a necesita întotdeauna aditivi pentru a le conferi rezistență la apă. În multe cazuri, este suficient să fie protejate prin metode simple, cum ar fi aplicarea unor straturi de tencuială adecvată sau vopsea impermeabilă. Tencuielile aplicate corect formează o barieră împotriva umezelii, prevenind infiltrarea apei în structura de argilă și, implicit, degradarea acesteia. De asemenea, vopselele rezistente la apă pot îmbunătăți semnificativ durabilitatea elementelor de argilă, protejând suprafețele expuse împotriva intemperiilor. Aceste soluții nu doar că reduc necesitatea utilizării aditivilor chimici, dar contribuie și la menținerea unui caracter ecologic al construcțiilor din argilă nearsă. În plus, protejarea prin astfel de metode este economică și accesibilă, asigurând rezistența materialului fără a compromite proprietățile naturale ale argilei

✓ *rezistența la încovoiere, întindere și forfecare* - Elementele din argilă nearsă sunt vulnerabile la cutremure, în principal din cauza rezistenței reduse a mortarului la solicitările de încovoiere. În timpul unui cutremur, solicitările de încovoiere și forfecare depășesc rapid limitele de rezistență ale mortarului, ducând la fisurarea materialului și la pierderea coeziunii între elemente. Acest fenomen este amplificat de natura casantă a argilei nearse, care, deși oferă o rezistență relativ bună la compresiune, nu are capacitatea de a absorbi tensiunile de întindere sau de a rezista deformărilor.

✓ *rezistența la șoc a colțurilor elementelor* - Din cauza șocului mecanic, colțurile cedează cel mai adesea în timpul folosirii elementelor din argilă nearsă.

În urma testelor experimentale efectuate, au fost selectate următoarele rețete în vederea continuării studiilor experimentale:

Pentru amestecul cu paie, dintre variantele cu 3%, 4% și 5% fibre, a fost selectat procentul de 5%. În cazul amestecului cu cânepă, dintre proporțiile de 10%, 20% și 30%, s-a optat pentru 30%, iar pentru amestecul cu rumeguș, dintre 10%, 20% și 30%, a fost ales 20%. Selecția acestor variante s-a realizat pe baza rezultatelor privind densitatea, rezistența la compresiune și rezistența termică.

Astfel, s-au propus pentru determinarea rezistenței la forfecare câte 5 module de zidărie pentru fiecare tip de rețetă.

Potrivit prevederilor din Normativul P100-1/2013, elementele casante trebuie evaluate atât în ceea ce privește capacitatea lor de a disipa energia seismică, cât și prin identificarea și analiza mecanismelor de colaps caracteristice. Testele efectuate pe platforma seismică la scară naturală au demonstrat că majoritatea structurilor proiectate nu funcționează în domeniul elastic, ci în regim plastic, ceea ce înseamnă că acestea suferă deformații plastice semnificative sub acțiunea solicitărilor seismice. Adeverata siguranță structurală constă în capacitatea structurii de a absorbi, disipa și transmite înapoi în sol energia seismică indusă, fără a-și compromite stabilitatea sau integritatea. Energia absorbită este un indicator al rezistenței la impact sau al ductilității unui material. În urma impactului, analiza spectrală a elementelor de argilă nearsă cu cânepă, indică un comportament de tip semi-ductil, cu un grad vizibil de disipare a energiei, reflectat în spectru prin vârfuri late sau scăzute, semnând amortizare și absorbție internă a energiei.

Probele din argilă cu cânepă au absorbit impactul și au răspuns puternic în gama joasă, înregistrând o frecvență sub 5kHz. Undele au fost amortizate, lăsând o vibrație puternică să se manifeste, comportament specific unui material de tip absorbant/amortizant. Elementele din argilă cu adaos de cânepă sunt mai puțin rigide, dar care rețin energia în frecvențe joase, semn de disipare energie, dar cu reverberație internă lentă.

Radiația ultravioletă (UV) este o componentă a radiației solare care, deși constituie o fracțiune relativ mică din energia totală primită de la soare, are un impact asupra proprietăților și durabilității materialelor naturale.

Radiația UV poate induce modificări fotochimice în compoziția organică a elementelor autoportante pe bază de argilă nearsă cu adaos de fibre naturale, afectând componentele naturale. Expunerea prelungită la radiații UV favorizează fenomene precum crăparea, friabilizarea și pierderea coeziunii structurale, ceea ce compromite integritatea și performanța materialului.

Pentru o evaluare completă și comparativă a comportamentului filtrului de interferență în condiții variate de expunere, măsurătorile de răspuns spectral au fost realizate atât în exterior (condiții naturale de iluminare solară), cât și în interiorul camerei climatice. Această abordare a permis corelarea datelor obținute în mediu real cu cele obținute în mediu controlat, unde parametrii precum temperatura, umiditatea și intensitatea radiației UV au putut fi reglați și menținuți constant. Măsurătorile intensității radiației UV-A au fost realizate atât în condiții naturale, în curtea halelor industriale, cât și în interiorul camerei climatice dotate cu lămpi UV controlate. Valorile

obținute în ambele medii au fost relativ scăzute ceea ce confirmă o expunere redusă la radiația UV-A în condițiile specifice de testare. Această coerență a rezultatelor indică faptul că aparatul de măsurare funcționează corect și că diferențele dintre mediile de testare sunt justificate de puterea și caracteristicile surselor de radiație UV din fiecare caz.

Analizând valorile intensității radiației UV-A și energia totală absorbită se observă că materialele tratate cu var sau ulei au o absorbție mai mare a energiei radiative comparativ cu cele netratate. Acest lucru sugerează că tratamentele aplicate pot influența semnificativ capacitatea materialelor de a reține energia termică.

Chiar și în prezent, în anumite zone tradiționale ale României, tehnica construcției din elemente de zidărie de argilă nearsă este folosită, deși este mai puțin răspândită din cauza reglementărilor de siguranță și a preferinței pentru materiale mai moderne. De asemenea, există inițiative de restaurare și păstrare a acestei tehnici tradiționale, având în vedere valoarea sa culturală și istorică. În acest context, este util un demers de cercetare experimentală pentru a evalua și îmbunătăți posibilitățile de realizare a pereților autoportanți din elemente structurale din argilă nearsă, întărite cu fibre naturale, cum ar fi paie, cânepa sau rumegușul. Aceste cercetări pot contribui la crearea unor soluții de construcție care respectă principiile tradiționale, dar care sunt și conforme cu cerințele de siguranță și durabilitate ale construcțiilor moderne. Studiile experimentale ar putea contribui la o mai bună înțelegere a modului în care pereții autoportanți reacționează la acțiunile seismice.

Conform normativului P100/1-2013, folosit pentru proiectarea seismică a clădirilor, în concepția sistemică, o clădire este alcătuită din două subsisteme: sistemul elementelor structurale (structura) și sistemul componentelor nestructurale (CNS). Elementele considerate nestructurale, din cauza incertitudinii asupra influenței lor în comportamentul global al clădirii, trebuie luate în considerare în performanța seismică deoarece pot avea efecte nefavorabile, de exemplu, prin interacțiuni necontrolate cu structura de rezistență. Pe de altă parte, dacă sunt proiectate corespunzător de proiectant pentru a colabora cu structura, pot contribui la disiparea energiei seismice, îmbunătățind comportamentul global al construcției. Cutremurele din trecut au demonstrat că majoritatea pierderilor economice sunt cauzate de avarierea componentelor nestructurale, generând costuri pentru reparații sau înlocuiri.

Ruperea sistemului componentelor nestructurale, din cauza efectului direct al cutremurului, se produce: prin depășirea rezistenței materialului și prin răsturnare/deplasare prin lunecare din cauza ancorării insuficiente sau lipsei de ancorare. Din cauza efectului indirect al cutremurului, ruperea sistemului componentelor nestructurale se poate produce: prin deplasarea de nivel mare a structurii, prin incompatibilitatea rigidității panoului autoportant cu rigiditatea structurii, prin interacțiuni necontrolate între elementele structurii și panoul autoportant și prin prinderea panoului în mai multe puncte.

Încercările mecanice ale elementelor de pereți autoportanți din argilă nearsă sunt de durată și necesită o aparatură specială. Elementul autoportant este un material compus, ale cărui proprietăți sunt determinate de proprietățile materialelor

componente, din care este compusă matricea (argilă nearsă, agregate, nisip și fibre vegetale), dar care prezintă și noi proprietăți, ca orice material compus.

Interpretarea rezultatelor încercărilor statice ale pereților autoportanți necesită cunoașterea caracteristicilor mecanice ale componentelor, ca și ale materialului compus.

Tipurile de încercări, care urmează a fi realizate pentru determinarea proprietăților mecanice ale pereților realizați din elemente din argilă nearsă cu adaosuri:

- ✓ Rezistența la compresiune a peretelui autoportant;
- ✓ Rezistența la încovoiere a peretelui autoportant;
- ✓ Rezistența la forfecare a peretelui autoportant;

Alte caracteristici statice de rezistență și rigiditate ale pereților autoportanți pot fi studiate pe pereți supuși la acțiuni alternante, orizontale, cum este acțiunea seismului sau a vântului.

Distribuția tensiunilor este profund influențată de geometria elementului autoportant. Atunci când raportul dintre înălțime și lățime este mai mic decât 1, tensiunile aplicate nu se transmit uniform în masa materialului, ci sunt redistribuite spre margini.

Dacă raportul dintre înălțime și lățime este egal cu 1 distribuția eforturilor în material devine mai echilibrată. În cazul raportului dintre înălțime și lățime mai mare sau egal cu 1, distribuția tensiunilor în masa elementului se apropie de starea ideală de compresiune axială. Sarcina aplicată se transmite aproape exclusiv pe verticală, iar efectele platanelor se disipă în porțiunile superioare și inferioare ale probei. Astfel, se obține o stare de efort predominant uniaxială. Modul de cedare este specific compresiunii și reflectă comportamentul real al materialului. Utilizarea unui raport mare asigură, nu doar o transmitere uniformă a sarcinii, ci și condiții de testare standardizate, necesare pentru comparații între materiale sau pentru validarea simulărilor numerice.

Testul la impact reprezintă o metodă de evaluare a comportamentului materialelor de construcții în fața solicitărilor dinamice, similare celor induse de un seism. Elementele din argilă nearsă cu cânepă au avut o pierdere în masă de 3%. Elementele din argilă nearsă cu adaos de rumeguș au înregistrat cea mai mare pierdere în masă, de 7.3%, sugerând o structură mai fragilă. Aceste rezultate indică faptul că elementele din argilă nearsă cu adaos de paie oferă o rezistență superioară la șocuri comparativ cu cărămida arsă și cu elementele din argilă nearsă cu adaos de cânepă. Elementele din argilă nearsă cu adaos de rumeguș sunt cele mai vulnerabile la degradare mecanică.

Elementele din argilă nearsă cu fibre vegetale au prezentat un nivel ridicat de coeziune internă, fibrele asigurând o legătură suplimentară între particulele de argilă și reducând fragmentarea la impact. Elementele din argilă arsă cu goluri și BCA au manifestat coeziune mai redusă, fiind susceptibile la fisurări și spargeri la șocurile mecanice locale.

În absența unor măsuri de proiectare conștiente și adecvate, construcțiile din argilă nearsă reprezintă un risc major de colaps parțial sau total, chiar și la cutremure de intensitate moderată. Integrarea cunoștințelor actuale privind modurile tipice de cedare, utilizarea tehnicilor simple de armare și detalierea corectă a îmbinărilor

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 7, astfel:

- Participarea la Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, 05 - 07 iunie 2025, București, România, cu:

- articol indexat în Web Of Science: *Evaluating aggregate content and its effect on clay mortar performance*, autori: Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Alexandra-Marina Barbu, Claudiu-Sorin Dragomir, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- articol indexat în Web Of Science: *Integrating vegetable waste in clay compositions: a sustainable path for eco construction*, autori: Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Alexandra-Marina Barbu, Claudiu-Sorin Dragomir, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- poster: *Evaluating aggregate content and its effect on clay mortar performance*, autori: Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Alexandra-Marina Barbu, Claudiu-Sorin Dragomir, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- poster: *Integrating vegetable waste in clay compositions: a sustainable path for eco construction*, autori: Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Alexandra-Marina Barbu, Claudiu-Sorin Dragomir, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- Participarea la Conferință aniversară a INCĐ URBAN-INCERC și cea de-a XXVII-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială „75 de ani de cercetare în construcții, arhitectură și urbanism. De la INCERC la INCĐ URBAN-INCERC, 1950-2025”, București, 22 mai 2025 cu lucrările:

- ✓ în cadrul volumului Conferința de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului. Rezumate ale lucrărilor”, vol. 27, ISSN 2343-7537, publicație indexată în Ebsco, ProQuest, Ulrich’s Web, WorldCat, CiteFactor, Scipio și Europa World of Learning/Routledge și recunoscută CNCS științe umaniste (inclusă în categoria B);

- Mârț M., Andon A. - E. (2025), *Investigation of the efficiency of different solutions for waterproofing unfired clay elements with hemp*, Cea de-a XXVII-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială „75 de ani de cercetare în construcții, urbanism și amenajarea teritoriului”, București, 22 mai 2025, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- Andon A. - E., Bucălău A., Bradu A. (2025), *Degradology o unburned clay walls: from stability to granular collapse under the action of earthquakes*, Cea de-a XXVII-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială „75 de ani de cercetare în construcții, urbanism și amenajarea teritoriului”, București, 22 mai 2025, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- ✓ în cadrul volumului Lucrările conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului”, vol. 27, ISSN 2393-3208, indexat în CiteFactor, ProQuest, CEEOL, Scipio și Ulrich’s Periodicals Directory și recunoscut CNCS – științe umaniste (inclusă în categoria C):

contribuie la transformarea unui material vulnerabil într-un sistem structural capabil să asigure rezistență, stabilitate și ductilitate suficientă în fața mișcărilor seismice.

În cadrul acestei faze de cercetare au fost realizați pereți în vederea efectuării testelor, atât statice, cât și dinamice, astfel:

✓ 3 ziduri din elemente autoportante din argilă nearsă cu adaos de 5% paie, elementele având dimensiunile 250/125/75 mm;

✓ 3 ziduri din elemente autoportante din argilă nearsă cu adaos de 30% cânepă, elementele având dimensiunile 250/125/75 mm;

✓ 3 ziduri din elemente autoportante din argilă nearsă cu adaos de 20% rumeguș, elementele având dimensiunile 250/125/75 mm.

Elementele autoportante cu masă mare sunt extrem de sensibile la acțiunea seismică, atât în direcție perpendiculară pe planul lor, cât și la deplasările orizontale impuse de deformarea globală a structurii. În cazul pereților din zidărie, riscul asociat acțiunii seismice perpendiculare pe planul peretelui este amplificat de rezistența redusă a zidăriei la solicitări de întindere prin încovoiere, precum și de comportamentul său fragil la rupere. Diagrama P- Δ a fost dezvoltată pe baza conceptului efectului P-Delta, care descrie influența deformărilor secundare asupra stabilității structurilor. Acest concept a fost inițial studiat în detaliu în domeniul analizei neliniare dinamice a structurilor și a teoriei elasticității. Se aplică în proiectarea clădirilor înalte și a structurilor expuse la cutremure sau încărcări dinamice. Se corelează cu metoda Pushover, utilizată în evaluarea performanței structurale.

Structurile din zidărie nearsă portantă sunt mult mai vulnerabile la efectele P- Δ în comparație cu structurile din zidărie portantă, pentru că materialul este slab coeziv și suferă degradare accelerată în timp, sensibilitatea la deplasări laterale duce la pierderea stabilității la forțe mici și, nu în ultimul rând, efectele gravitaționale cresc riscul de prăbușire în cazul cutremurelor. Diagrama P- Δ ajută la identificarea pericolului de colaps prin flambaj și la proiectarea unor cadre de lemn.

Pentru a evalua influența efectului P-delta se pot folosi metode de calcul avansate precum metoda arcelor și analiza neliniară de ordinul doi.

Energia asociată degradărilor constituie o componentă distinctă în bilanțul energetic al unei construcții. În timpul unui cutremur, undele seismice transmit structurii o anumită energie E_i , din care o parte E_r este reflectată și redată mediului înconjurător. Diferența, reprezentată de $E_i - E_r$, este absorbită de construcție și disipată prin diverse mecanisme, precum fisurarea materialelor, frecări interne, plastificarea locală a elementelor structurale și alte procese de amortizare a energiei.

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

Obiectivul fazei a vizat conceperea soluțiilor tehnice privind implementarea materialelor sustenabile tradiționale în dezvoltarea elementelor structurale autoportante prin realizarea unui studiu de identificare și stabilire a metodelor de testare la seism și sintetizare a soluțiilor sustenabile tehnico-inginerești propuse.

- Mârț M., Andon A. - E. (2025), *Investigation of the efficiency of different solutions for waterproofing unfired clay elements with hemp*, Cea de-a XXVII-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială „75 de ani de cercetare în construcții, urbanism și amenajarea teritoriului”, București, 22 mai 2025, Volumul 27:55-60, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- Andon A. - E., Bucălău A., Bradu A. (2025), *Degradology o unburned clay walls: from stability to granular collapse under the action of earthquakes*, Cea de-a XXVII-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială „75 de ani de cercetare în construcții, urbanism și amenajarea teritoriului”, București, 22 mai 2025, Volumul 27:61-66, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

• Participarea la conferința "Concepte și Materiale Pentru Infrastructuri Integrate în Mediu și Reziliente Seismic", Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, 4 martie 2025, București., cu comunicarea:

- *Studiu privind creșterea rezilientei seismice a pereților autoportanți din materiale sustenabile*, autor: Aurelia Bradu

• Participarea la salonul de invenție 17th European Exhibition of Creativity and Innovation, organizat de Forumul Inventatorilor Români, EUROINVENT 08 - 10 mai 2025, Iași.

- *Masonry elements from local sustainable materials*, Maria-Simona Blăjuț, Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Marius Mârț, Adrian-Alexandru Ciobanu, Cristian Petcu - participare premiată cu medalie de bronz, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- *Characteristics of self-supporting structural elements from traditional sustainable materials*, Marius Mârț, Aurelia Bradu, Alexandrina-Elena Andon, Maria-Simona Blăjuț, Adrian-Alexandru Ciobanu, participare premiată cu medalie de bronz, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

- *Study of the stress states in which brittle materials provide strength, ductility, and stability against degradation*, Alexandrina-Elena Andon, Aurelia Bradu, Alexandru Bucălău, Tudor Panfil Toader, participare premiată cu diplomă de excelență, cu **acknowledgment PN 23 35 03 01**

La finalizarea Fazei 7 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,
CS III, dr. ing. Aurelia BRADU

