

Contractor: INCD URBAN-INCERC
Cod fiscal : 26752660

(anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 54/09.03.2026)

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: Sinergii de inovare și digitalizare în conceperea de eco-materiale și produse multifuncționale pentru construcții sustenabile, cu impact asupra mediului și a economiei circulare

Subfaza 4.1.: Aptitudinea de exploatare a produselor de acoperire/placare obținute prin integrarea

S.A.N. Componentele programului de testare experimentală

Termen de încheiere a fazei: 09.03.2026

1. Obiectivul proiectului: dezvoltarea de produse, tehnologii, servicii inovative în corelare cu țintele propuse, cu aplicabilitate în domeniul construcțiilor sustenabile pentru integrarea exploratorie în obiectivele dezvoltării durabile și economiei circulare
2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:
 - Creșterea gradului de cunoaștere în vederea valorificării subproduselor agroindustriale naturale prin crearea de noi produse inovative pentru construcții sustenabile. Analize predictive socio-economice;
 - Obținere produse inovative de acoperire pe bază de subproduse agroindustriale naturale;
 - Studiu privind aplicabilitatea unui sistem de monitorizare a calității mediului interior, utilizând platforme de tip Open-Source;
 - Stabilirea aptitudinilor de utilizare în construcții a produselor inovative de acoperire obținute, care integrează subproduse agroindustriale naturale;

- Optimizare recepturi produse inovative de acoperire care integrează subproduse agroindustriale naturale;
- Stabilirea aptitudinilor de utilizare a produselor inovative optimizate compozițional, pe bază de subproduse agroindustriale naturale;
- Proiectare recepturi produse de acoperire/placare pe bază de SAN;
- Reziliență și sustenabilitate - analiză legislație și documentații românești de urbanism
- Cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional
- Selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane;
- Cunoașterea nivelului de zgomot și a parametrilor climatici în zone urbane
- Dezvoltare produse inovative de tip responsiv;
- Acoperiri responsive, verificare proprietăți de control emisii interioare;
- Testări multidisciplinare pentru validare a aptitudinii de exploatare în construcții a produselor inovative obținute;
- Analiză cost-beneficiu privind obținerea de produse de acoperire pe bază de subproduse agroindustriale naturale.

3. Obiectivul subfazei 4.1.: Aptitudinea de exploatare a produselor de acoperire/placare obținute prin integrarea S.A.N. Componentele programului de testare experimentală

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului subfazei 4.1.:

- Rezultate parțiale privind testări multidisciplinare pentru validarea aptitudinii de exploatare în construcții a produselor inovative obținute.
- Componentele programului de testare experimentală.
- Articol publicat în revistă de specialitate

5. Rezumatul subfazei 4.1.:

În **Capitolul 1. Prezentare generală**, sunt evidențiate preocupările, la nivel internațional, cu privire la valorificarea Subproduselor Agroindustriale Naturale (S.A.N.) prin obținerea de materiale de construcție inovatoare, sustenabile, performante, în spiritul principiilor economiei circulare. Este astfel conturat contextul general, în care se înscriu și cercetările care se desfășoară în cadrul prezentului proiect. De asemenea, în cadrul acestei subfaze, sunt descrise aspecte relevante referitoare la produsele de acoperire/placare obținute în cadrul proiectului, prin integrarea a două S.A.N., anume coji de orez și cânepă industrială, sub formă de fire și/sau tulpini tocate. În etapele anterioare ale cercetărilor au fost obținute 3 categorii de produse inovative de acoperire, și anume: de tip tencuială, sub formă de plăci, respectiv cu potențial responsiv. Acestea continuă a fi studiate din punct de vedere al caracteristicilor tehnice care le-ar recomanda pentru a fi utilizate în construcții.

Capitolul 2. Produse inovative obținute în cadrul proiectului, prin integrarea S.A.N. Capitolul prezintă sumar aspectele principale cu privire la etapele de obținere a produselor din fiecare dintre cele trei categorii precizate și materiale de bază utilizate pentru obținerea acestora, detaliile compoziționale fiind redate în lucrarea în extenso.

Subcapitolul 2.1. Produse inovative de acoperire de tip tencuială. Această primă categorie de produse a fost obținută în subfaza 3.1. a proiectului, prin optimizarea unora dintre caracteristicile produselor de acoperire obținute anterior, în subfaza 2.2., și anume: timpul mult prea îndelungat de

întărire a acoperirii, de peste 56 de zile de la aplicare, dificultatea determinării aderenței la suprafața-suport de beton, ca urmare a insuficienței întăririi a produsului, precum și existența unor perioade în care aderența la beton a înregistrat și valori descrescătoare. În consecință, pornind de la elementele precizate anterior, în subfaza 3.1. au fost proiectate noi rețete astfel încât să se obțină produse de acoperire cu timpi de întărire similari celor ai acoperirilor/tencuielilor tradiționale și cu aderențe la beton corespunzătoare valoric și ca evoluție în timp. Au fost modificate formulele compoziționale ale produselor anterioare, eliminând firele de cânepă și utilizând și alți lianți, care să conducă la obținerea unui timp de întărire mai scurt, cuprins între 7 și 28 de zile.

Ca urmare a acestor schimbări de receptură, au fost obținute 12 recepturi hibride, materiale inovatoare cu lucrabilitate bună, alcătuite dintr-o componentă vegetală unică, din coji de orez, 1 sau 2 lianți, dintre care unul natural, anume cleiul de oase, și/sau unul sintetic, eventual și un adeziv sintetic. Rețetele sunt prezentate calitativ și cantitativ în lucrarea *in extenso* a prezentei subfaze. Liantul sintetic a fost utilizat în trei variante. Acesta, în funcție de compoziția sa, este recomandat pentru utilizare la interior/la exterior, respectiv în medii interioare cu umiditate ridicată.

Cele 12 produse de acoperire tip tencuială obținute au fost asemănătoare ca aspect, diferența fiind dată de nuanța de alb a liantului sau a amestecului dintre liantul natural și unul dintre lianții sintetici. În figura 1 este ilustrat exemplificativ aspectul general al unui produs de acoperire de tip tencuială obținut și aplicat pe suprafață-suport de beton (figura 1, stânga), respectiv un detaliu privind aspectul produsului respectiv (figura 1, dreapta).

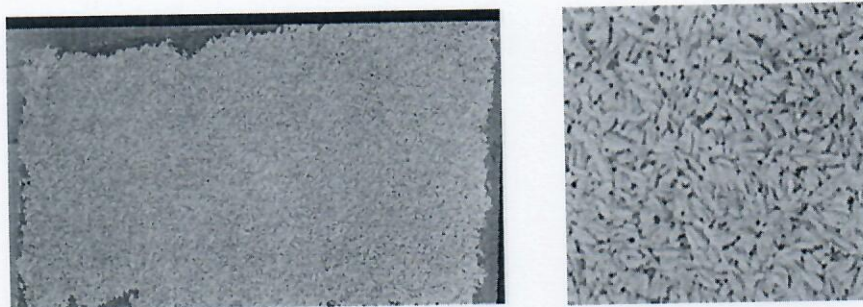


Fig.1. Produs de acoperire de tip tencuială obținut prin integrarea de coji de orez, aplicat pe suprafață-suport de beton. Aspect general (stânga), detaliu (dreapta)

Particularitatea de prelucrare și înglobare a liantului natural, mai precis încălzirea/topirea cleiului de oase la $T = 60-70^{\circ}\text{C}$, a introdus limitări în aplicarea eco-materialelor respective pe suprafețe-suport de beton relativ mari ($500 \times 500 \text{ mm}$) deoarece, în timpul aplicării, scăderea temperaturii liantului natural, implicit a amestecului, a afectat lucrabilitatea acestuia din urmă. Ca urmare, s-a renunțat la produsele de acoperire a căror receptură conțineau liantul natural de clei de oase, rămânând 9 produse de acoperire cu recepturi hibride, produse care au fost ulterior supuse cercetărilor de laborator ce necesitau aplicarea acoperirilor respective pe suprafețe de beton. Este de precizat faptul că inconvenientul sus-menționat nu s-a manifestat la aplicarea produselor cu conținut de clei de oase pe suprafețe-suport de gips-carton relativ mai mici ($309 \times 309 \text{ mm}$). Astfel, pentru a obține un volum cât mai mare de date experimentale care să ne permită efectuarea de analize și comparații multiple, toate cele 12 produse de acoperire de tip tencuială obținute în subfaza 3.1. au fost supuse cercetărilor experimentale care necesitau utilizarea gips-cartonului ca suprafață-suport.

Subcapitolul 2.2. Produse inovative de acoperire prin placare. Primele activități derulate în direcția obținerii acestui tip de produse de acoperire au început în subfaza 2.2., când au fost proiectate din punct de vedere compozițional și ulterior realizate prin termoformare, în tipare metalice de mici

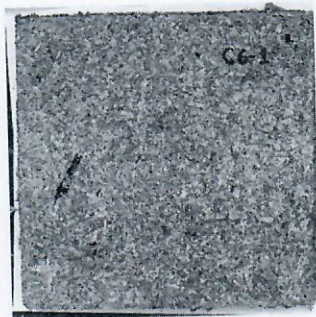
dimensiuni (120 x 120 x 10 mm) primele 8 produse inovatoare de acoperire prin placare, prin integrare de coji de orez și tulpini tocate de cânepă, cu lianți naturali. Pe criteriul de coeziune a materialului, dintre acestea au fost selectate 4 eco-produse, care ulterior, în subfaza 3.1, au fost realizate sub formă de plăci mari, prin turnarea eco-materialelor într-o matriță de oțel de dimensiuni 270 x 270 x 25 mm, proiectată și achiziționată în acest scop. În figura 2 este prezentată matrița de oțel, iar în figura 3, este redat spre exemplificare aspectul unuia dintre cele 4 eco-produse de acoperire prin placare.



Fig. 2. Aspect general al matriței de oțel achiziționată pentru presarea eco-materialelor, amplasată pe platanul preseii (stânga), respectiv capacul matriței (dreapta)



Fig. 3. Exemplu de eco-produs de acoperire prin placare, obținut prin integrare de S.A.N. (coji de orez și tulpini tocate de cânepă)



Tot în subfaza 3.1. a fost obținută o serie de 12 recepturi noi, hibride, realizate din coji de orez și din amestecuri în diferite proporții de coji de orez și tulpini tocate de cânepă, un liant natural, din clei de oase și/sau 2 lianți sintetici. Detaliile compoziționale ale tuturor produselor de acoperire prin placare obținute sunt prezentate în lucrarea *in extenso* a prezentei subfaze. Pe considerente de lucrabilitate a biomaterialului, coeziune a materialului în plăcile obținute după decofrare, aspect, grosime, menținerea planeității plăcilor în timpul perioadei de uscare și întărire, din cele 12 produse hibride de acoperire prin placare proiectate și realizate în subfaza 3.1., a fost selectat un set de 9 recepturi, respectiv 9 produse hibride de acoperire prin placare. Aspectul general al acestora este ilustrat, spre exemplificare, în figura 4.

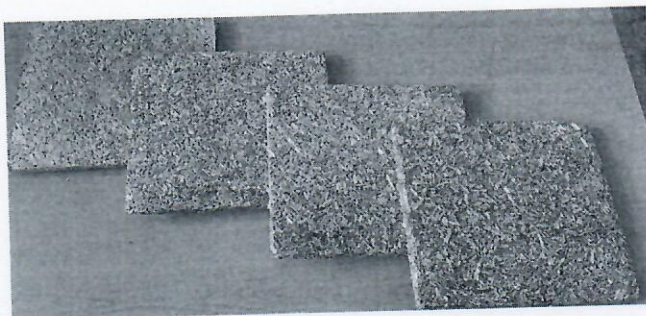


Fig. 4. Exemple de produse de tip hibrid, de acoperire prin placare, obținute prin integrare de S.A.N. (coji de orez și tulpini tocate de cânepă)

Toate produsele de placare obținute, eco și hibride, au fost ulterior prelucrate în vederea determinării unor proprietăți mecanice caracteristice.

Subcapitolul 2.3. Produse inovative de acoperire cu potențial responsiv. În cadrul subfazei 3.2. a proiectului au fost proiectate compozițional și obținute produse de acoperire cu potențial responsiv destinate utilizării în construcții, realizându-se totodată și verificarea proprietăților de control a emisiilor interioare ale acestora. La realizarea produselor, integrarea cojilor de orez și a tulpinilor tocate de cânepă s-a efectuat după ce aceste S.A.N. au fost inițial transformate, prin măcinare, în materiale sub formă de pulbere, cea mai mare parte a materiilor prime fiind de asemenea pulverulente. În lucrarea *in extenso* a prezentei subfaze, acoperirile studiate sunt prezentate detaliat din punct de vedere al conținutului procentual al componentelor, anume liant sintetic, var, amidon de porumb, un material absorbant tradițional, coji de orez și tulpini tocate de cânepă. După o serie de etape succesive de optimizare compozițională, au fost obținute 13 produse de acoperire cu potențial responsiv care în cadrul aceleiași subfaze au fost studiate sub aspectul răspunsului la cerințe specifice. În figura 5 este prezentat exemplificativ aspectul general al acestui tip de produse de acoperire, cât și modul de rupere a protecției la determinarea aderenței la beton prin metoda de smulgere, după optimizarea produsului (proba din partea dreaptă a figurii).

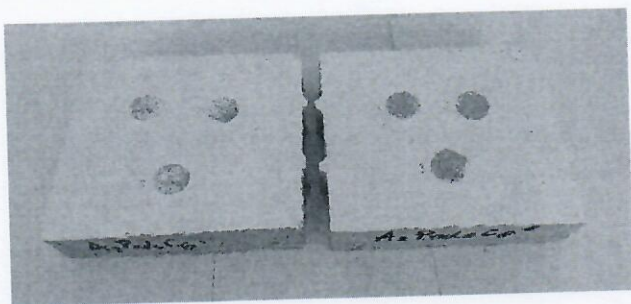


Fig. 5. Rupere coezivă, din/dintre straturi (stânga) și adezivă, de pe suport (dreapta)

Capitolul 3. Componentele programului de testare experimentală. Subcapitolul 3.1. Cerințe fundamentale în construcții. În conformitate cu Hotărârea de Guvern nr. 668/2017 din 13 septembrie 2017, sunt stabilite „condițiile de comercializare a produselor pentru construcții în scopul utilizării acestora la realizarea construcțiilor care să asigure menținerea, pe întreaga durată de existență a acestora, a cerințelor fundamentale aplicabile construcțiilor”, în conformitate cu Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, la art.5 alin (1), și anume: 1) rezistență mecanică și stabilitate; 2) securitate la incendiu; 3) igienă, sănătate și mediu înconjurător; 4) siguranță și accesibilitate în exploatare; 5) protecție împotriva zgomotului; 6) economie de energie și izolare termică; 7) utilizare sustenabilă a resurselor naturale. Prevederile HG sus-menționate se adresează factorilor implicați în diferitele etape specifice unei construcții, de la concepție, proiectare, avizare, execuție, recepție, până la utilizarea și postutilizarea construcției în care sunt înglobate produsele de construcție vizate, fiind de asemenea în atenția autorităților de supraveghere a pieței produselor pentru construcții, auditorilor energetici pentru clădiri atestați, organismelor elaboratoare de agremente tehnice în construcții, laboratoarele de analize și încercări în construcții, institutele de cercetare din domeniu, cercetătorii, proprietarii, utilizatorii, ș.a.

În condițiile în care la lucrările de construcții se interzice utilizarea de produse pentru construcții fără certificarea și declararea, în condițiile legii, a performanței, respectiv a conformității acestora, agrementul tehnic, unul dintre componentele sistemului calității în construcții, stabilește, în condițiile

sus-amintitei legi, aptitudinea de utilizare, condițiile de fabricație, de transport, de depozitare, de punere în operă și de întreținere a produselor.

În acest context, pentru evaluarea aptitudinii de utilizare în construcții a produselor de acoperire/placare obținute în proiectul în derulare, prin integrarea S.A.N., a fost conceput un program de testare multidisciplinară, cu determinări specifice prin care să se evalueze respectarea celor 7 cerințe fundamentale pentru construcții:

- 1) rezistență mecanică și stabilitate – în condițiile în care produsul influențează sau nu rezistența mecanică și stabilitatea structurii;
- 2) securitate la incendiu – prin stabilirea caracteristicilor de bază privind comportarea la foc a produselor obținute;
- 3) igienă, sănătate și mediu înconjurător – prin determinarea conținutului de Compuși Organici Volatili (COV) al materiilor prime utilizate;
- 4) siguranță și accesibilitate în exploatare – prin monitorizarea emisiilor de TVOC la diferite perioade de timp după aplicare. De asemenea, acest tip de produse, respectiv tehnologia lor de punere în operă, nu afectează cerința de siguranță și accesibilitate în exploatare.
- 5) protecție împotriva zgomotului – caracteristicile acustice ale produselor de acoperire obținute și contribuția lor la respectarea acestei cerințe;
- 6) economie de energie și izolare termică – caracteristicile de conductivitate termică ale produselor obținute, și contribuția lor la respectarea acestei cerințe;
- 7) utilizare sustenabilă a resurselor naturale – prin conținutul de S.A.N integrat în fiecare dintre cele trei categorii de produse de acoperire obținute, să se realizeze maximizarea utilizării eficiente din punctul de vedere al resurselor a materiilor prime și secundare cu un nivel ridicat de sustenabilitate.

Subcapitolul 3.2. Componentele programului de testare multidisciplinară. Coroborând cerințele fundamentale enunțate în Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, cu modul de evaluare a unui produs nou, în tabelul 1 sunt prezentate componentele programului de testare multidisciplinară pentru fiecare dintre cele trei categorii de produse inovatoare obținute în cadrul acestui proiect prin integrarea S.A.N. Sunt marcate cu DA acele determinări pe baza cărora urmează ca la finalul proiectului să fie evaluată aptitudinea de exploatare în construcții a produselor de acoperire/placare obținute.

Tabelul 1. Componentele programului de testare multidisciplinară pentru fiecare dintre cele trei categorii de produse inovatoare obținute prin integrarea S.A.N.

| Categorie de produs obținut | Caracteristici tehnice specifice pentru produsele inovatoare obținute | | | | | | | | | Comportare la bio-degradare | Proprietăți acustice |
|---------------------------------------|---|--|---|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | Proprietăți mecanice | | | Conductivitate termică (W/m·K) | Emisii de TVOC (μg/m ³) | Absorbție CO ₂ (ppm) | Absorbție CO (μg/m ³) | Securitate la incendiu | | | |
| | Aderență la beton (N/mm ²) | Modul de elasticitate la încovoiere (N/mm ²) | Rezistența la încovoiere (N/mm ²) | | | | | Aprinzabilitate | Putere calorifică (MJ/Kg) | | |
| Produse de acoperire de tip tencuială | DA | - | - | DA | DA | - | - | DA | - | DA | DA |
| Produse de acoperire prin placare | - | DA | DA | DA | DA | - | - | - | DA | DA | DA |

| | | | | | | | | | | | |
|--|----|---|---|---|----|----|----|----|---|----|---|
| Produse de acoperire cu caracter responsabil | DA | - | - | - | DA | DA | DA | DA | - | DA | - |
|--|----|---|---|---|----|----|----|----|---|----|---|

Până în această etapă, pe produsele obținute în fiecare dintre cele trei categorii menționate, au fost efectuate o parte dintre teste, acestea fiind marcate în tabel cu caractere bolduite. Restul testelor, fie sunt în pregătire, fie urmează a fi efectuate în etapele următoare ale proiectului.

Capitolul 4. Rezultate parțiale privind testări multidisciplinare pentru validarea aptitudinii de exploatare în construcții a produselor inovative obținute. În cadrul acestui capitol sunt prezentate sintetic, tabelat, rezultatele determinărilor efectuate până în prezent, pentru fiecare produs de acoperire obținut.

Subcapitolul 4.1. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire de tip tencuială. În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele parțiale aferente testărilor efectuate asupra produselor inovative de acoperire de tip tencuială obținute prin integrare de S.A.N., și anume: aderența la suprafața-suport de beton după 7 zile de la aplicare, rezistența termică, respectiv conductivitatea termică echivalentă a acoperirii testate, aplicate pe suport de gips-carton și emisia de TVOC a produselor aplicate pe suport de gips-carton. Valorile medii ale grosimii produselor de acoperire tip tencuială sunt cuprinse între 2,71 – 6,26 mm, la aplicarea pe suprafețe-suport de beton și între 4,20 – 7,70 mm, la aplicarea pe suprafețe-suport de gips-carton. Codurile cu caractere italice și rezultatele experimentale aferente corespund produselor cu conținut de liant din clei de oase, probe care prin limitările introduse prin utilizarea acestui liant, nu au permis efectuarea tuturor determinărilor pe produsele respective.

Tabelul 2. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire de tip tencuială

| Nr. crt. | Codificare produs testat | Aderența medie la beton (N/mm ²) | Rezistența termică, R (m ² ·K/W) | Conductivitatea termică echivalentă a acoperirii testate (W/m·K) | Concentrația medie de TVOC (μg/m ³) |
|----------|--------------------------|--|---|--|---|
| 1. | ACR1 | 0,233 | 0,2168 | 0,07498 | - |
| 2. | ACRf1 | 0,175 | 0,1917 | 0,07897 | - |
| 3. | ACRf2 | - | 0,3231 | 0,06527 | - |
| 4. | ACRf3 | 0,652 | 0,2269 | 0,07763 | - |
| 5. | AM1 | 0,339 | 0,1902 | 0,07658 | - |
| 6. | AMf1 | 0,330 | 0,1854 | 0,08318 | - |
| 7. | AMf2 | - | 0,2718 | 0,06504 | - |
| 8. | AMf3 | 0,407 | 0,2826 | 0,07375 | - |
| 9. | BI1 | 0,437 | 0,2051 | 0,07680 | 3547 |
| 10. | BI2 | 0,475 | 0,2627 | 0,07157 | 9470 |
| 11. | BI'3 | - | 0,1799 | 0,08110 | 3272 |
| 12. | BI4 | - | 0,4041 | 0,06290 | - |

Subcapitolul 4.2. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire prin placare. În tabelul 3 sunt prezentate rezultatele parțiale aferente testărilor efectuate asupra produselor inovative de acoperire prin placare obținute prin integrare de S.A.N., și anume: grosimea medie, modul de elasticitate la încovoiere și rezistența la încovoiere.

Tabelul 3. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire prin placare

| Nr. crt. | Codificare produs testat | Grosime medie produs (mm) | Modul de elasticitate la încovoiere, E_m (N/mm ²) | Rezistența la încovoiere, f_m (N/mm ²) |
|----------|--------------------------|---------------------------|---|--|
| 1. | C4-1 | 17,47 | 149 | 0,75 |
| 2. | C6-1 | 12,31 | 189 | 0,55 |
| 3. | C7-1 | 12,18 | 246 | 1,67 |
| 4. | C8-1 | 9,50 | 494 | 3,26 |
| 5. | PM I' | 12,85 | 363 | 1,39 |
| 6. | PM I'' | 14,40 | 276 | 3,20 |
| 7. | PM III' | 8,23 | 1494 | 9,97 |
| 8. | PM III'' | 9,38 | 375 | 3,03 |
| 9. | PM III''bis | 17,12 | 221 | 3,27 |
| 10. | PM IV' | 19,21 | 118 | 3,11 |
| 11. | PM IV'' | 20,63 | 204 | 3,49 |
| 12. | PM V' | 20,76 | 111 | 3,39 |
| 13. | PM V'' | 22,84 | 147 | 3,42 |

În etapa următoare a proiectului, se va efectua o optimizare a procedurii tehnologice de obținere a acestui tip de produse. Astfel, variantele de acoperire prin placare urmează a fi refăcute utilizând aceleași recepturi stabilite în subfașa 3.1. dar modificând de la caz la caz forța aplicată la presă, astfel încât să fie limitate sau chiar evitate pierderile de liant pe parcursul etapei de presare a probelor.

Subcapitolul 4.3. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire cu potențial responsiv. În tabelul 4 sunt prezentate rezultatele parțiale aferente testărilor efectuate până în prezent asupra produselor de acoperire cu potențial responsiv, și anume: concentrația emisiilor de TVOC, absorbția de CO₂ și absorbția de CO, la 24 și 48 de ore de monitorizare.

Tabelul 4. Rezultate parțiale privind testarea produselor inovative de acoperire cu potențial responsiv
Valori medii ale concentrațiilor TVOC, CO₂ și CO, la 24 de ore și 48 de ore de monitorizare

| Nr. crt. | Codificare produs testat | Valori medii conc.TVOC (μg/m ³) | | Scădere conc. TVOC (μg/m ³) 48 ore | Valori medii conc. CO ₂ (ppm) | | Absorbție CO ₂ (ppm) 48 ore | Valori medii conc.CO (μg/m ³) | | Absorbție CO, (μg/m ³) 48 ore |
|----------|--------------------------|---|--------|---|--|--------|---|---|--------|--|
| | | 24 ore | 48 ore | | 24 ore | 48 ore | | 24 ore | 48 ore | |
| 1. | A3PadsC3 | 999 | 1054 | - | 354 | 349 | 1,41 | 511 | 438 | 14,2 |
| 2. | A8P | 2308 | 2579 | - | 350 | 349 | 0,28 | 383 | 325 | 15,14 |
| 3. | A4HadsC3 | 2667 | 2616 | 51 | 345 | 345 | - | 392 | 345 | 11,99 |
| 4. | A3PadsC5 | 2595 | 2667 | - | 361 | 355 | 1,66 | 474 | 400 | 15,61 |
| 5. | A10P | 2689 | 2570 | 119 | 365 | 368 | - | 425 | 367 | 13,65 |
| 6. | A4HadsC5 | 3145 | 3264 | - | 374 | 370 | 1,07 | 445 | 381 | 14,38 |
| 7. | A6HadsC5* | 3294 | 3150 | 144 | 352 | 353 | - | 269 | 263 | 2,2 |
| 8. | A7HPadsC5* | 2470 | 2344 | 126 | 363 | 363 | - | 358 | 274 | 23,46 |
| 9. | A3PadsC7* | 2236 | 2150 | 86 | 363 | 364 | - | 142 | 151 | - |
| 10. | A12P* | 1899 | 1834 | 65 | 371 | 370 | 0,27 | 315 | 239 | 24,12 |
| 11. | A4HadsC7* | 1659 | 1744 | - | 376 | 375 | 0,28 | - | - | 0,76 |
| 12. | A6HadsC7* | 2064 | 2131 | - | 354 | 360 | - | 226 | 191 | 35 |
| 13. | A7HPadsC7* | 1784 | 2090 | - | 369 | 367 | 2 | 127 | 115 | 12 |

Suplimentar față de rezultatele experimentale parțiale obținute și prezentate anterior, în cadrul acestei subfaze au fost efectuate operațiuni de pregătire a primelor eșantioane de testare a proprietăților acustice pentru produsele de acoperire prin placare, utilizând un *Sistem cu tub de impedanță (tub Kundt)*, pentru determinarea proprietăților acustice (*absorbția acustică și atenuarea transmisiei acustice*) ale materialelor, echipament achiziționat în cadrul proiectului.

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

Referitor la **stadiul de implementare** a proiectului, la finalizarea subfazei 4.1 se consideră că **au fost îndeplinite în întregime rezultatele preconizate** pentru atingerea obiectivului propus, și anume: rezultate parțiale privind testări multidisciplinare pentru validarea aptitudinii de exploatare în construcții a produselor inovative obținute, componentele programului de testare experimentală și articol publicat în revistă de specialitate.

Concluziile subfazei 4.1. a proiectului de cercetare sunt prezentate după cum urmează:

- ✓ Referitor la *produsele inovative de acoperire de tip tencuială* obținute și testate pe parcursul proiectului, din analiza rezultatelor experimentale obținute până în această etapă reies următoarele aspecte principale:
 - Prin valorile medii ale grosimilor și ale aderențelor la beton după 7 zile de la aplicare, 6 dintre cele 12 produse au potențial de utilizare în construcții ca tencuieli, respectiv ca tencuieli decorative.
 - Fiecare produs încercat prezintă proprietăți termoizolatoare comparabile cu cele ale produselor tradiționale de profil, deși se aplică în grosimi mult mai mici decât cele ale materialelor de referință.
- ✓ Cele 13 *produse inovative de acoperire prin placare*, cu eco-recepturi sau recepturi hibride și grosimi medii cuprinse între 8,23 mm și 22,84 mm, au caracteristici mecanice mai mari decât cele ale plăcilor ceramice *extrudate* cu absorbție mare de apă și relativ apropiate de cele ale plăcilor ceramice *presate* cu absorbție mare de apă. Se intenționează îmbunătățirea caracteristicilor mecanice optimizând procedeul tehnologic de obținere a acestui tip de produse.
- ✓ Referitor la cele 13 *produse inovative de acoperire cu potențial responsiv*, se consideră că:
 - Valorile determinate prin monitorizarea emisiilor de TVOC, a capacității de absorbție a bioxid de carbon (CO₂) și respectiv a capacității de absorbție a monoxidului de carbon (CO), la aceleași două repere temporale, și anume primele 24 de ore și după 48 de ore de monitorizare, evidențiază diferențele compoziționale ale probelor, în special din punct de vedere al conținutului de adezivi sintetici.
 - Extinzând monitorizarea pe durate mai mari de timp, în diferite etape de maturare a fiecărei acoperiri, pe durata a cel puțin 7 zile de la aplicare/realizare, se vor obține informații suplimentare cu privire la totalul emisiilor de VOC caracteristice pentru acoperirile uscate, date în exploatare, precum și referitoare la capacitatea de absorbție a CO₂, respectiv a CO. Asemenea determinări extinse vor fi efectuate în etapa următoare a proiectului, reluând determinările anterioare cu extinderea duratei de monitorizare.

✓ Pe baza rezultatelor experimentale obținute până în prezenta etapă a proiectului, se evidențiază faptul că, pentru a se realiza o evaluare completă a aptitudinii de utilizare a produselor de acoperire obținute prin integrarea S.A.N., este necesară efectuarea testelor suplimentare, în concordanță cu programul de testare experimentală multidisciplinară prezentat.

Referitor la indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare este prezentată **diseminarea rezultatelor** cercetărilor efectuate:

✓ **Publicații:**

Popa I., Petcu C., Vasile V., Hegyi A., *Adhesion, Thermal Conductivity, and Impact on Indoor Air Quality of Plasters Incorporating Rice Husks*, *Materials* **2026**, 19, 590, IF=3.2,
<https://doi.org/10.3390/ma19030590>, Received: 5 January 2026, Published: 3 February 2026.

Avându-se în vedere rezultatele menționate, se poate concluziona că obiectivul subfazei 4.1. referitor la *Aptitudinea de exploatare a produselor de acoperire /placare obținute prin integrarea S.A.N.* Componentele programului de testare experimentală a fost îndeplinit în întregime, astfel încât se propune continuarea proiectului cu etapele următoare, ce au ca obiectiv *Aptitudinea de exploatare a produselor de acoperire/placare pe bază de SAN, privind cerințele fundamentale. Analiză cost-beneficiu, respectiv Cuantificarea senzorilor relevanți pentru eficiență energetică și confort termic al mediului locuit, prin intervalidare cu senzori profesionali.*

Responsabil proiect
CS III, Dr. ing. Irina POPA

