

Contractor: INCD URBAN-INCERC
Cod fiscal : 26752660

Anexa 10 la Contract nr. 41N/18.01.2023
(anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 31/22.11.2024)

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Claudiu-Sorin DRAGOMIR



Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
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 7.1.: Cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional. Analiză comparativă zone urbane pe bază de determinări in situ: acustice, monitorizare parametri climat exterior
Termen de încheiere a fazei: 22.11.2024

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 7.1.: Studiu privind cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional și analiză comparativă pe zone urbane pe bază de determinări in situ acustice și monitorizare parametri climat exterior

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului subfazei 7.1.:

- Selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane;
- Cunoașterea nivelului de zgomot și a parametrilor climatici în zone urbane
- Studiu privind selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane și cunoașterea nivelului de zgomot și a parametrilor climatici în zone urbane
- Diseminare în conferințe de profil

5. Rezumatul subfazei 7.1.:

În construcții, cojile de orez, produs secundar natural care de multe ori ajunge abandonat în vecinătatea zonelor de recoltare, contribuind astfel la afectarea mediului înconjurător (Raki-in et al., 2021; Milawarni et al., 2023; Pradhan et al., 2024; Revelo-Cuarán et al., 2022), pot fi utilizate pentru obținerea a diferite categorii de produse, cum ar fi plăcile compozite aglomerate, produse caracterizate prin proprietăți de izolare termică sau acustică.

De asemenea, puzderia de cânepă, datorită caracteristicilor sale compoziționale și structurale, este valorificată în construcții prin integrarea în diferite tipuri de materiale de construcție cărora le îmbunătățesc proprietățile de izolare termică, acustică, reglarea umidității și calității mediului. Asemenea exemple sunt: Hempcrete - material de umplere neportant în pereți, pardoseli și acoperișuri, caracterizat printr-o foarte bună izolare termică și acustică și capacitate de a regla nivelul de umiditate (Arrigoni et al., 2017; Demir et al., 2020; Piot et al., 2017; Yadav et. al, 2022); materiale de izolare sub formă de panouri, cu bune proprietăți de izolare termică și acustică (Abdellatef et al., 2020), plăci aglomerate și de fibre, utilizabile ca pardoseli, panouri de perete și chiar componente de mobilier; materiale biocompozite, destinate pentru pardoseli, elemente de placari și finisaje interioare (Cigasova et al., 2015; Dhakal et al., 2015; Requile et al., 2019), ș.a.

Precizând faptul că această subfază tratează două direcții distincte, anume **Cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional**, respectiv **Analiză comparativă pe zone urbane pe bază de determinări in situ acustice și monitorizare parametri climat exterior**, în cele ce urmează activitățile vor fi detaliate pe fiecare dintre cele două aspecte în parte.

Referitor la prima direcție abordată în cadrul subfazei 7.1., anume **Cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional**, este de precizat faptul că acestea au fost efectuate pe cele două mari categorii de produse inovatoare cu conținut de Subproduse Agroindustriale Naturale (S.A.N.) obținute după cum urmează: 9 produse de acoperire de tip tencuială, obținute în subfaza 3.1., respectiv 13 produse de acoperire prin placare, 4 dintre acestea fiind obținute în subfaza 2.2. iar 9, în subfaza 3.1.

Astfel, în această primă direcție, activitățile au fost derulate la rândul lor pe două subdirecții:

- **Cercetări experimentale pe produse de acoperire**, anume prin *Determinarea caracteristicilor dimensionale și de aderență la suport, Determinarea caracteristicilor termotehnice și Determinarea emisiilor de compuși organici volatili (TVOC) și*
- **Cercetări experimentale pe produse de placare**, anume prin *Determinarea caracteristicilor dimensionale și mecanice - modulul de elasticitate și rezistența încovoiere.*

În cadrul activității **Cercetări experimentale pe produse de acoperire**, prin **determinarea caracteristicilor dimensionale și de aderență la suport**, au fost stabilite valorile medii ale grosimii acoperirilor de tip tencuială obținute prin integrarea de palee de orez, precum și valorile medii ale aderenței la beton a acoperirilor după 7 zile de la punerea în operă. De menționat că aplicarea s-a efectuat într-un singur strat pe suprafețe de beton, după amorsarea corespunzătoare a suportului.

Conform celor prezentate în subfaza 3.1., cele 9 produse au avut recepturi hibride (componenta naturală fiind paleea de orez, 1 sau 2 lianți, dintre care unul natural, anume clei de oase, și unul sintetic, precum și doi adezivi sintetici, notați cu AD1 (*) și AD2 (*)), rețetele fiind prezentate calitativ și cantitativ în lucrarea *in extenso* a subafazei 3.1. Liantul sintetic a fost utilizat în trei variante, în funcție de compoziție, fiecare fiind recomandat pentru utilizare la interior (liant notat ACR)/ la exterior (liant notat AM), respectiv în medii interioare cu umiditate ridicată (liant notat BI). Acesta din urmă a fost selectat întrucât compoziția sa conține biocizi, substanțe care ar conferi produsului inovativ o anumită rezistență la mușcăre, acest tip de degradare fiind favorizată atât prin prezența S.A.N. de natură vegetală în receptura produselor de acoperire obținute, cât și ca urmare a posibilei utilizări a acestor produse în condiții propice de dezvoltare a acestui atac biologic.

În figura 1 sunt prezentate exemple privind aspectul decorativ al acoperirilor obținute, cu imagini de ansamblu (A, B, C) și detalii (a, b, c), iar în tabelul 1, pentru fiecare dintre cele 9 produse de acoperire, sunt prezentate valorile medii caracteristice pentru grosimea și aderența la beton a acestora. Pe baza rezultatelor experimentale obținute în această etapă reiese faptul că, la grosimi ale acoperirii cuprinse între 2,71 mm și 6,26 mm, pentru 6 din cele 9 acoperiri, aderențele depășesc valoarea limită de 0,3 N/mm², prevăzută prin specificația SR EN 15824 -*Specificații pentru tencuieli exterioare și interioare pe bază de lianți organici*, aderențele fiind mai mari în cazul în care în receptură a fost utilizat adezivul AD2. De menționat că aderența produsului BI3*, în a cărei receptură a fost utilizat într-o cantitate mai mare adezivul AD1, nu a putut fi determinată din cauza durtății ridicate a acoperirii, nefiind posibilă carotarea preliminară a protecției. *Rezultatele experimentale obținute în această etapă indică potențialul de utilizare a 6 din cele 9 produse testate, ca acoperire de tip tencuială cu o bună aderență la beton.*

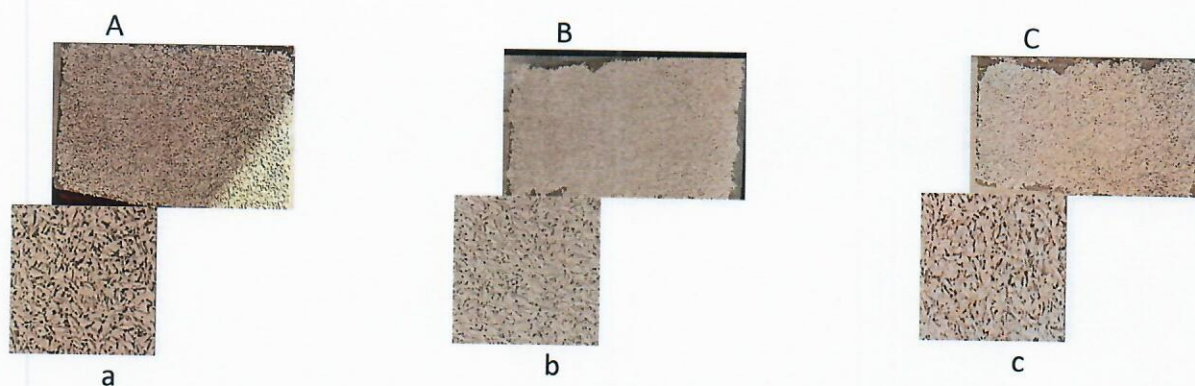


Fig.1. Exemple produse de acoperire de tip tencuială decorativă (A, B și C) obținute prin integrarea S.A.N. și detalii privind aspectul acestora (a, b, c)

Tabel 1. Valorile medii ale grosimii și aderenței la suport de beton ale acoperirilor inovative obținute în subfaza 3.1.

Notăție produs	AM1	AMf1*	AMf3 *	ACR1	ACRf1*	ACRf3 *	BI1	BI2 *	BI3*
Grosime (mm)	3,76	4,57	6,26	4,35	3,87	4,78	5,61	2,71	4,02
Aderență la beton (N/mm ²)	0,34	0,33	0,41	0,22	0,18	0,62	0,44	0,48	Nu s-a putut carota

Activitatea privind **Determinarea caracteristicilor termotehnice** a constatat în testarea proprietăților termice a 12 sisteme de acoperire, pe bază de palee de orez. Fiecare acoperire a fost aplicată pe ambele fețe ale câte unei epruvete de gips-carton cu dimensiunea nominală de 300x300x12.5 mm, grosimile medii de strat pe câte o față a probelor de gips-carton fiind cuprinse între 4.2 mm și 10.29 mm. Grosimile acoperirilor aplicate sunt relativ mici în comparație cu cele ale materialelor tradiționale utilizate în construcții, cu caracteristici termoizolatoare, ceea ce a făcut imposibilă măsurarea directă a rezistenței termice. Suplimentar, o particularitate a produselor testate a fost faptul că acestea sunt aplicate pe un suport în scopul utilizării practice, nu pot fi utilizate ca material de sine stătător. Drept urmare, a fost necesară utilizarea unui strat suport de gips-carton, cu grosime suficient de mare (grosime nominală 12.50 mm).

Metoda de lucru se bazează pe parcurgerea următoarelor etape: Prelevarea unor eșantioane suport din placă gips-carton și codarea acestora pentru identificare ulterioară; Condiționarea eșantioanelor suport; Determinarea rezistenței termice și a conductivității termice a fiecărui eșantion, în condiții de regim termic staționar. Având în vedere dimensiunile epruvetelor, la testare se utilizează un inel termoizolator, din material nețesut de PE reciclată, pentru a reduce transferul termic în zona de gardă a echipamentului de testare; Aplicarea acoperirilor pe bază de liant acrilic în dispersie apoasă, cu adaosuri din deșeuri agricole vegetale; Maturizarea acoperirii din punct de vedere al reacțiilor chimice; Condiționarea epruvetelor în condiții similare cu cele impuse anterior pentru eșantioanele suport; Determinarea rezistenței termice și a conductivității termice a fiecărui eșantion format din placa suport și acoperirea testată, în condiții de regim termic staționar (figura 2).



Fig. 2. Plăcile –suport de gips-carton, în vederea introducerii în conductivimetru (stânga); Detaliu privind aspectul acoperirii testate (mijloc); Aspect din timpul testării unei acoperiri (dreapta)

Testarea proprietăților termice ale protecțiilor testate a constat în determinarea:

- Rezistenței termice, utilizând următoarea relație de calcul:

$$R_V = R_{VG} - R_G \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \quad (1)$$

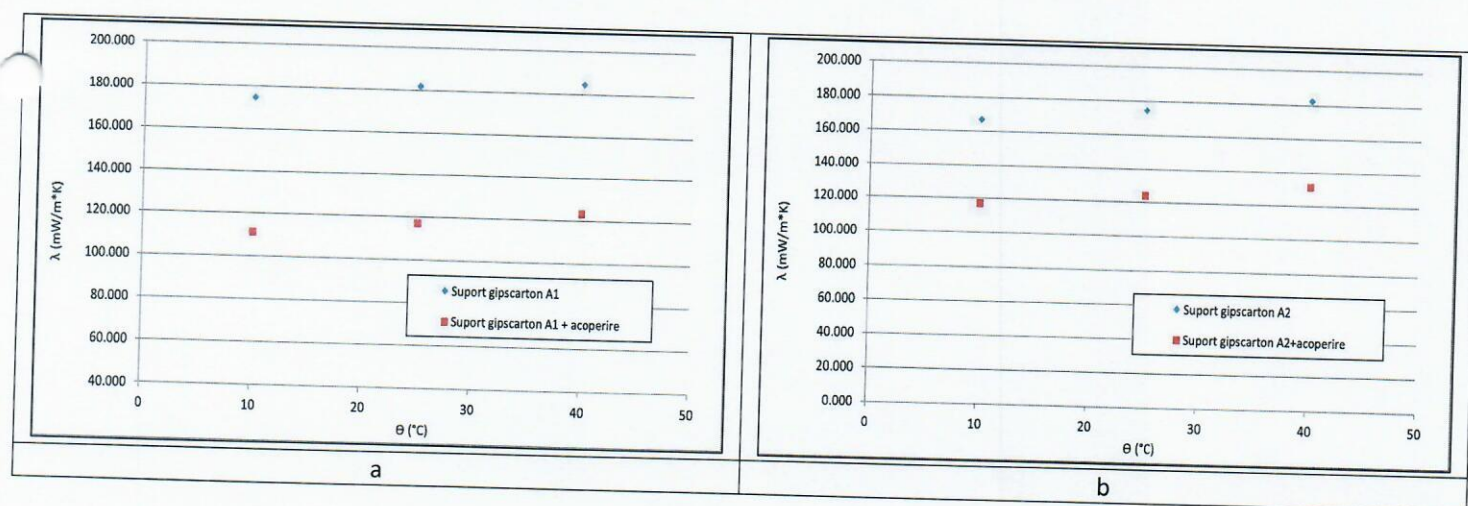
unde: R_V – rezistența termică a straturilor de vopsea; R_{VG} – rezistența termică a epruvetei din gips-carton acoperită pe ambele fețe cu vopseaua de testat; R_G – rezistența termică a epruvetei din gips-carton

- Conductivitatea termică a acoperirilor testate:

$$\lambda_V = \frac{\delta_V}{R_V} \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \quad (2)$$

unde: λ_V – conductivitatea termică a vopselei; δ_V – grosimea straturilor de vopsea.

Reprezentarea grafică a rezultatelor obținute cu privire la caracteristicile termotehnice ale acoperirilor de tip tencuială realizate prin integrarea de palee de orez este redată, exemplificativ, pentru 4 dintre produse, în figura 3. a...d.



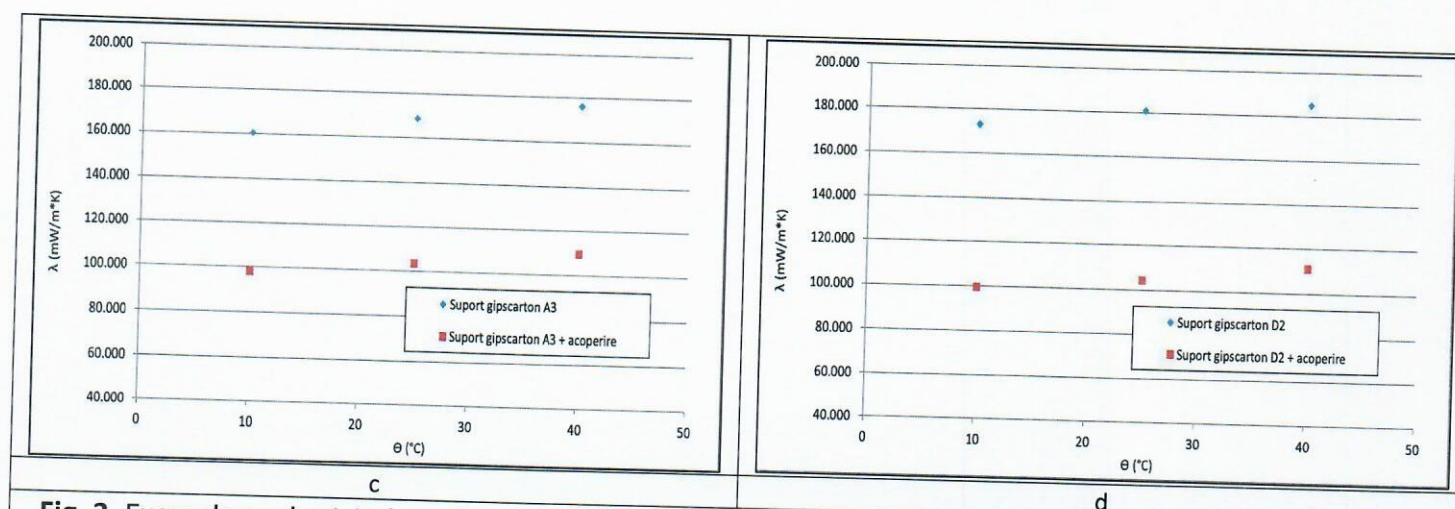


Fig. 3. Exemple a...d privind conductivitatea termică a suportului de gips-carton/ansamblului suport+produs de acoperire tip tencuială multifuncțională

Din analiza valorilor obținute în urma testelor efectuate pentru determinarea proprietăților de protecție termică ale produselor de acoperire reies următoarele:

1. Fiecare dintre probele încercate prezintă caracteristici specifice materialelor de protecție termică, deși grosimile în care sunt aplicate sunt considerabil mai mici comparativ cu cele ale materialelor tradiționale;
2. Având în vedere evoluția coeficientului de conductivitate termică în intervalul de testare, cuprins între 10°C și 40°C, se poate deduce că materialele testate sunt relativ omogene și fără incluziuni considerabile de aer;
3. Valorile conductivității termice au variat 0,0831[W/mK] și 0,0716 [W/mK], cea mai bună valoare înregistrată pentru conductivitatea termică, de 0,0716 [W/mK] fiind obținută pe o probă cu receptură hibridă.

Este de menționat faptul că determinarea caracteristicilor termotehnice a fost efectuată inițial pe toate cele 12 produse și nu pe 9, ca în cazul determinării caracteristicilor dimensionale și de aderență la suport, deoarece, suprafața probei de gips-carton, mai mică decât cea a probelor –suport de beton, a permis aplicarea mai rapidă a acoperirilor cu liant natural de clei de oase. În schimb, în urma interacțiunii cu suportul de gips carton, au determinat clivajul parțial al probelor respective. Din acest motiv, acoperirile având ca liant cleiul de oase au fost eliminate și din lotul de probe pentru determinarea caracteristicilor termotehnice.

Activitatea privind **Determinarea emisiilor de compuși organici volatili (TVOC)** a produselor de acoperire pe bază de S.A.N. a fost realizată pentru patru dintre produsele de acoperire optimizate compozițional, obținute în subfaza 3.1., produse a căror descriere de principiu este următoarea: **EM (Martor)**: Liant BI - aplicare în 2 straturi pe placa de gips-carton; **E1p**: Pe placa de gips-carton s-a aplicat un strat de material compozit având receptura pe bază de liant BI și palee de orez; **E2p**: Pe placa de gips-carton s-a aplicat un strat de material compozit având receptura pe bază de liant BI, palee de orez și adezivul AD1; **E3p**: Pe placa de gips-carton s-a aplicat un strat de material compozit având receptura pe bază de liant BI, palee de orez și adezivul AD2.

Fiecare dintre cele patru produse de testat a fost aplicat pe suprafețe-suport de gips-carton de dimensiuni 500x500x12,5 mm. Ulterior aplicării, fiecare variantă de produs biocompozit a fost supusă monitorizării emisiilor în standul experimental S2, conceput și implementat în cadrul Laboratorului Sucursalei INCERC București, utilizându-se sonda DirectSense IQ-610 (fig. 4), timp de 24 de ore, conform protocolului de monitorizare descris în lucrarea *in extenso*.



Fig.4. Standul experimental S2 (stânga), sonda DirectSense IQ-610 (mijloc) și proba cu produsul de testat (dreapta)

Rezultatele înregistrate în cadrul programului de determinare a emisiilor din trei produse de acoperire optimizate compozițional și un martor, înregistrate la interval de minut, sunt de asemenea prezentate în lucrarea *in extenso*. Valorile medii ale concentrației totalului de compuși organici volatili (TVOC) emiși de produsele de acoperire testate, în regim de recirculare a aerului, în primele 4 de ore de monitorizare, sunt reprezentate grafic în fig. 5, iar variația în timp, în fig. 6. Valorile medii ale concentrației TVOC emiși de probe testate, în regim de recirculare a aerului, în ultimele 4 de ore de monitorizare, sunt reprezentate grafic în fig. 7 iar variația în timp, în fig. 8.

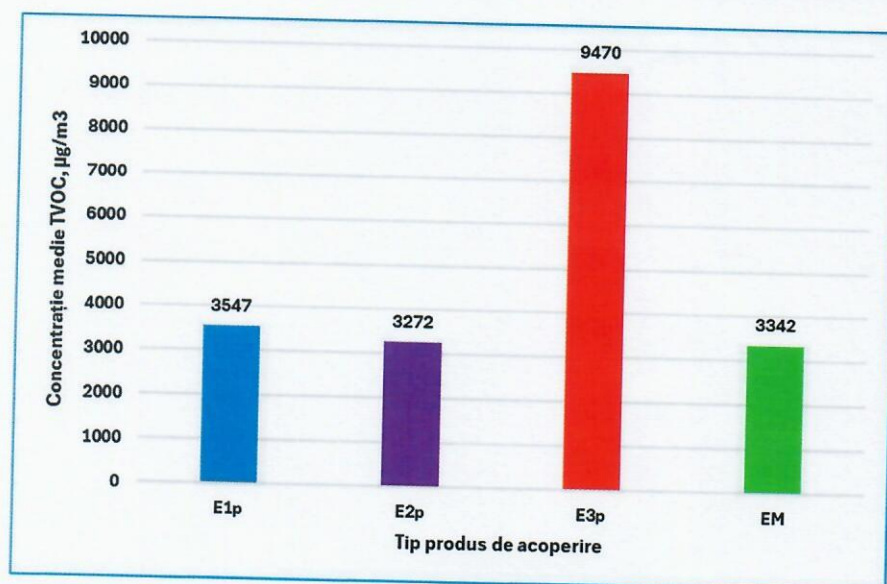


Fig. 5. Valori medii TCOV emiși de produsele de acoperire testate, în regim de recirculare a aerului, în primele 4 de ore de monitorizare

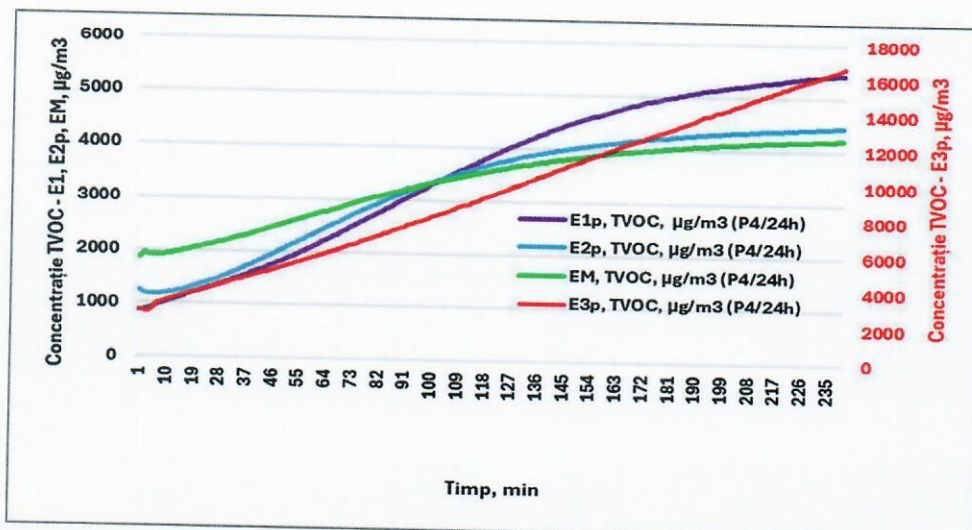


Fig. 6. Variația în timp (primele 4 de ore de monitorizare) a concentrației TCOV pentru produsele testate

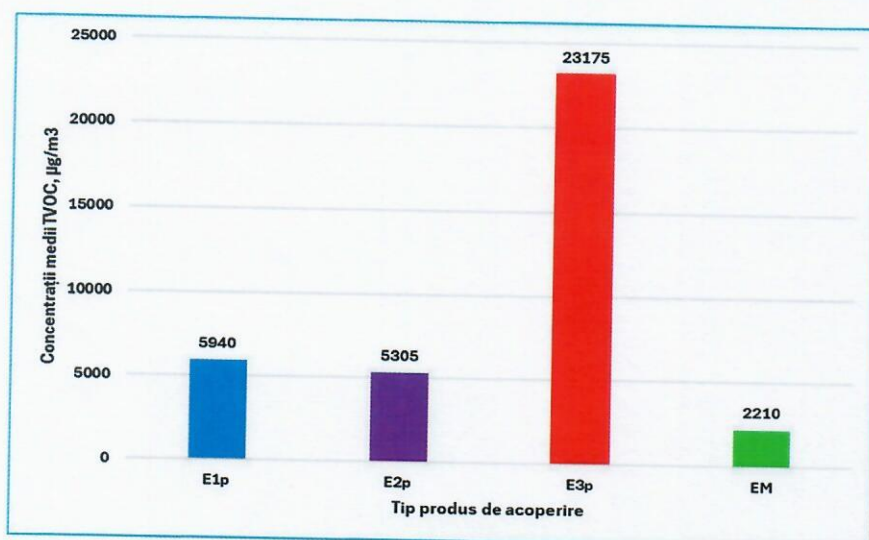


Fig. 7. Valori medii TCOV emiși de produselor de acoperire testate, în regim de recirculare a aerului, în ultimele 4 de ore de monitorizare

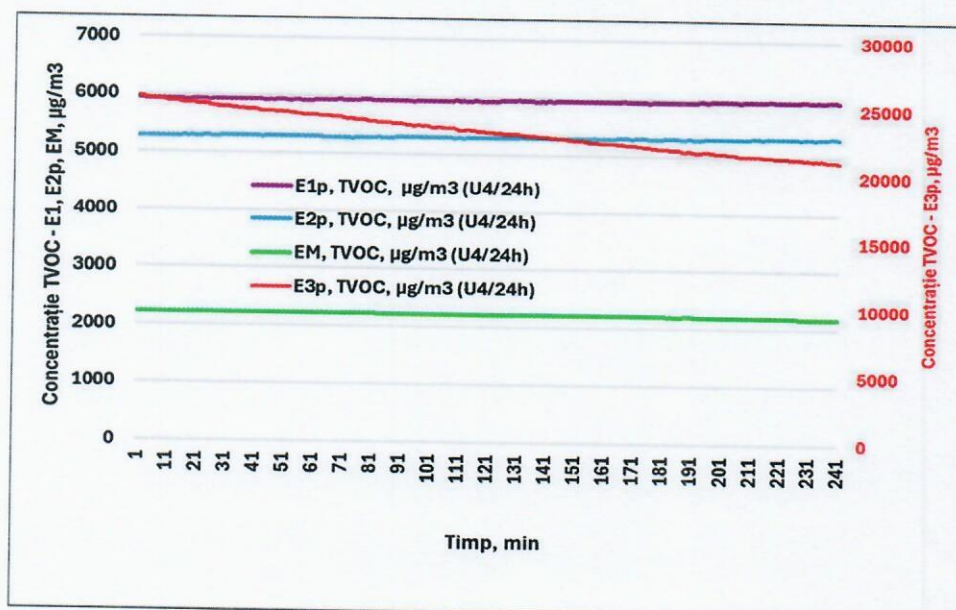


Fig. 8. Variația în timp (ultimele 4 de ore de monitorizare) a concentrației TCOV pentru produsele testate

Cu privire la valorile medii ale concentrațiilor TVOC, în primele 4 ore de monitorizare, seria descrescătoare pentru cele patru variante este $E3p > E1p > EM > E2p$, iar în ultimele 4 ore de monitorizare, se poate considera că seria descrescătoare s-a modificat în mod nesemnificativ pentru acest interval de timp, devenind $E3p > E1p > E2p > EM$. Analizând variația relativă în timp a concentrațiilor TVOC a produselor de acoperire în primele 4 ore de monitorizare, se observă tendința clar ascendentă a emisiilor, în timp ce în ultimele 4 ore, tendința descendentă a acestora.

Pe baza rezultatelor experimentale obținute privind emisiile de TVOC ale celor 4 probe, pot fi subliniate două aspecte principale: (a) prin valorile determinate, monitorizarea evidențiază diferențele compoziționale clare dintre martor – liantul cu conținut de biocizi și acoperirea Ep3 – a cărei compoziție o include atât pe cea a martorului cât și pe cea a adezivului AD2, și (b) sugerează posibilitatea ca, 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, informațiile să fie mai relevante cu privire la totalul emisiilor de VOC caracteristice pentru acoperirile uscate, date în exploatare.

În cadrul activității privind **Cercetări experimentale pe produse de placare**, determinarea caracteristicilor dimensionale și mecanice - *modulul de elasticitate și rezistența încovoiere* a fost efectuată atât pe cele 4 produse de placare obținute în subfaza 2.2. (fig. 9) cât și pe cele 9, obținute în subfaza 3.1. (fig 10).



Fig.9. Plăci obținute în subfaza 2.2. în matrița de mari dimensiuni. De la stânga la dreapta, variantele compoziționale C4.1, C6.1, C7.1 și C8.1



Fig. 10. Produse de acoperire prin placare obținute în subfața 3.1., prin integrare de S.A.N.

Toate produsele de acoperire prin placare au fost obținute prin integrare de palee sau de tulpini de cânepă tocate la lungimi cuprinse între 1...5 cm, respectiv amestecuri în proporții variabile ale celor două componente vegetale. Față de lotul de plăci prototip dezvoltate în subfaza 2.2. a proiectului, compoziția de principiu a plăcilor rezultate din subfaza 3.1. diferă prin modificarea componentului de liere, fiind înlocuit amidonul/varul cu un liant pe bază de proteine coloidale, anume cleiul de oase, la care s-a mai adăgat și câte un alt adeziv de sinteză, adezivi notați cu AD1 și AD2. Modificarea compozițională a recepturilor s-a datorat necesității de creștere a coeziunii materialului vegetal, în scopul obținerii de plăci cât mai stabile, destinate utilizării în condiții de exterior. Recepturile plăcilor sunt prezentate detaliat în lucrarea *in extenso*.

Fiecare placă prototip a fost măsurată pentru stabilirea conformării dimensionale, fiind determinată grosimea nominală și lungimea laturilor, utilizând un instrument de măsurare cu precizie de 0,01 mm. Valorile medii obținute sunt prezentate centralizat în tabelul 2.

Tabel 2. Centralizator caracteristici dimensionale plăci prototip realizate prin integrare de S.A.N.

Cod identificare placă	Dimensiuni, mm					Geometrie placă
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	G	
C4-1	265	265	267	267	17,47	
C6-1	270	266	266	266	12,31	
C7-1	260	260	260	260	12,18	
C8-1	240	240	250	240	9,50	
P _{MI} '	260	260	260	260	12,85	
P _{MI} ''	260	260	260	260	14,40	
P _{MIII} '	260	260	260	260	8,23	
P _{MIII} '''	255	255	260	250	9,38	
P _{MIII} ''' bis	260	260	260	260	17,12	
P _{MIV} '	260	260	260	260	19,21	
P _{MIV} ''	265	265	265	265	20,63	
P _{MV} '	260	260	260	260	20,76	
P _{MV} ''	263	260	263	260	22,84	

Determinarea modului de elasticitate la încovoiere și a rezistenței la încovoiere. Elasticitatea unui material poate fi determinată exprimând dependența liniară dintre tensiunile și deformațiile specifice în porțiunea de început a curbei caracteristice tensiune-deformație. Modulul de elasticitate reprezintă principala caracteristică privind deformabilitatea (rigiditatea) unui material iar valoare acestuia este specifică tipului de material. După determinarea caracteristicilor dimensionale ale plăcilor prototip, s-au prelevat prin tăiere, cu un dispozitiv electric pendular, epruvete pentru stabilirea comportării mecanice la încovoiere. Din plăcile prototip au fost prelevate câte două epruvete dreptunghiulare cu lungimea de 260 mm, lățimi, (b) în intervalul (121 – 139) mm și grosimi (t) cuprinse

între (7 - 22) mm. Grosimea, (t), a fiecărei epruvete a fost măsurată în punctul de intersecție a diagonalelor și lățimea la jumătatea lungimii. Modulul de elasticitate la încovoiere s-a determinat prin aplicarea unei sarcini cu viteză constantă la mijlocul epruvetei amplasată pe două reazeme. Ansamblul de testare este reprezentat în figura 11., iar pentru calculul valorii, s-a utilizat panta zonei rectilinii a curbei sarcină-deformație. Diagramele sarcină de încovoiere - săgeată au alură comparabilă pentru toate tipurile de recepturi, cu o evoluție ascendentă liniară pe prima porțiune a reprezentării, urmată de o valoare prag, sarcina maximă, corespunzătoare rezistenței materialului de bază. Ulterior s-a produs cedarea materialului și curba devine descendentă. În figura 12 este ilustrată exemplificativ comportarea câtorva dintre plăcile prototip la acțiunea sarcinii de încovoiere.

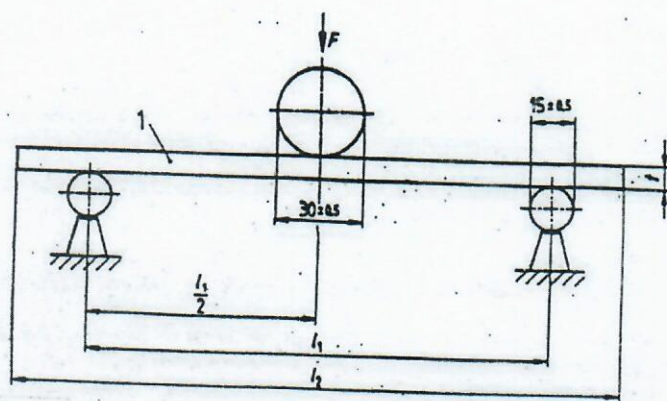


Figura 11. Schema de încărcare la încovoiere (preluare din SR EN 310:1996)

Legenda: 1 – epruvetă; F – sarcină; t – grosimea epruvetei; l_1 – distanța dintre centrele reazemelor; l_2 – lungimea epruvetei

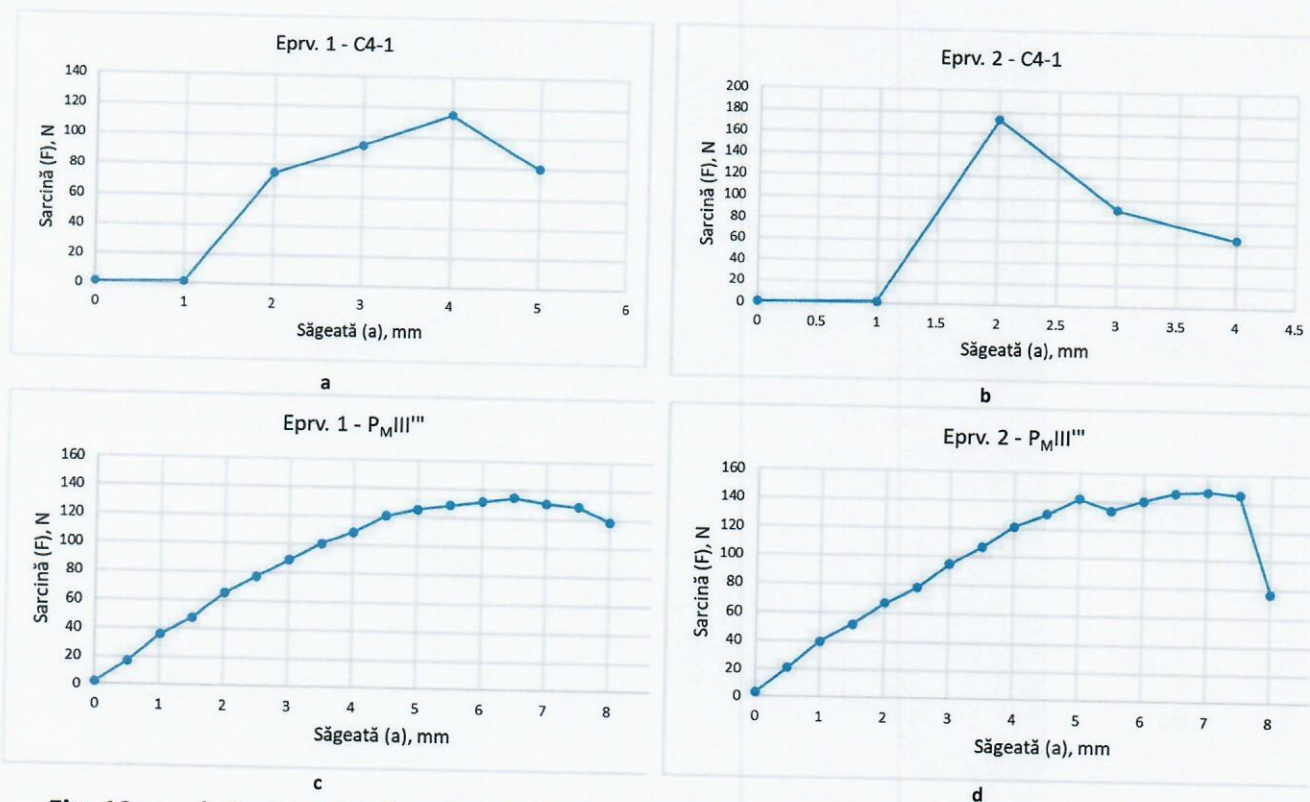


Fig. 12. a...d. Curbe sarcină-deformație exemplificative, specifice pentru placa C4.-1 și P_{MIII}''

Din lotul experimental de plăci pe bază de subproduse agro-industriale, cea mai bună comportare privind rezistența la încovoiere (figura 13) a fost înregistrată de receptura $P_{MIII'}$, cu o valoare de $9,97 \text{ N/mm}^2$ și modul de elasticitate la încovoiere de 1494 N/mm^2 pentru o grosime medie a plăcii de $6,86 \text{ mm}$, produsul având o eco-receptură pe bază de palee de orez, tulpini tocate de cânepă și clei de oase. Rezistența recepturii $P_{MIII'}$ tinde să atingă valoarea de rezistență la încovoiere a plăcilor pe bază de așchii de lemn destinate utilizării în mediu uscat și poate reprezenta o premisă de dezvoltare compozițională viitoare.



Fig. 13. a, b. Reprezentare a rezistenței/modul de elasticitate la încovoiere pentru plăcile prototip

În ceea ce privește lotul inițial de plăci, 100% ecologice, în care compozițional nu au fost introduse produse de sinteză în niciuna dintre recepturi, cea mai mare valoare pentru rezistența la încovoiere a fost obținută pentru receptura C8-1, $3,26 \text{ N/mm}^2$ cu un modul de elasticitate la încovoiere de 494 N/mm^2 la o grosime medie a plăcii de 8,30 mm. Această valoare este comparabilă cu recepturile P_{MI}'' , grosime medie placă 12,68 mm (rezistență la încovoiere $1,39 \text{ N/mm}^2$, modul de elasticitate la încovoiere 363 N/mm^2), P_{MIII}'' , grosime medie placă 9,28 mm (rezistență la încovoiere $3,03 \text{ N/mm}^2$, modul de elasticitate la încovoiere 375 N/mm^2) și P_{MIII}'' bis, grosime medie placă 16,37 mm (rezistență la încovoiere $3,27 \text{ N/mm}^2$, modul de elasticitate la încovoiere 221 N/mm^2), ce conțin în compoziție produse de sinteză pentru lierea fracției de subproduse naturale.

Receptura C8-1 constituită din palee, tulpini tocate de cânepă, var și amidon reprezintă o variantă compozițională de luat în calcul pentru optimizare ulterioară.

În cea de a doua direcție de cercetare abordată în cadrul subfazei 7.1., respectiv **Analiză comparativă pe zone urbane pe bază de determinări in situ acustice și monitorizare parametri climat exterior**, prima activitate a fost cea de *Selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane*. Se menționează faptul că în cadrul unor studii și cercetări efectuate în perioada anilor 1990-1999, în contracte pentru revizuirii de reglementări tehnice acustice și o teză de doctorat, cât și în perioada anilor 2000-2022 în cadrul unor contracte cu agenți economici și a unor proiecte de cercetare cu tematică în domeniul Acustica Construcțiilor și Acustică Urbană, au fost analizate din punct de vedere acustic o serie de profile stradale din zona urbană a Bucureștiului. S-a considerat ca sursă principală de poluare fonică **traficul rutier**, selectându-se, pentru măsurările acustice, intervale de timp orar ale zilelor când traficul era foarte intens. Din cadrul profilelor stradale studiate și măsurate acustic în perioada anilor 1990-1999, pentru prezenta subfază 7.1, au fost selectate 3 profile semnificative, anume Bd. Nicolae Titulescu, Bd. Lascăr Catargiu (fost Ana Ipătescu) și Șoseaua P. Kiseleff. Pentru aceste profile stradale, ca *studii de caz au fost* efectuate cercetări științifice acustice in situ, care au dus la determinarea nivelului de zgomot provenit din trafic în situații concrete.

Cele trei profile stradale au fost alese după ce s-au studiat și determinat profile cu anumite caracteristici de conformare și configurare geometrică spațială, astfel: a) distanțe între fronturile de clădiri delimitatoare; b) configurarea pe înălțime a clădirilor delimitatoare (număr de niveluri); c) existența unui tip de spațiu verde; d) conformarea geometrică a fațadelor clădirilor delimitatoare; e) profile stradale cu flux mare de autovehicule; f) profile ale căror rezultate acustice să poată fi comparate cu rezultatele unor măsurări acustice realizate în perioada anilor 1990-1994.

Punctele de măsurări acustice au fost amplasate după ce s-au studiat și determinat zonele cele mai zgomotoase ale celor trei profile stradale, în care să se evidențieze: a) trafic foarte aglomerat; b) zgomot din accelerarea autovehiculelor și/sau din rulare cu viteză foarte mare, între două stopuri; c) componentă complexă a traficului (tipuri de autovehicule având spectre de zgomot specifice fiecare); d) zgomotul și în funcție de conformarea și finisarea cu materiale/produse absorbante sau reflectante a fațadelor clădirilor delimitatoare; e) zgomotul recepționat de pietonii care circulă pe trotuarele acestor profile stradale; f) perioade orare ale zilelor - dimineața, cu circulație foarte intensă. În figurile 14 -16 sunt redată reprezentări ale profilelor stradale selectate, iar în figura 17, aspecte din timpul măsurărilor acustice *in situ* efectuate în fiecare din cele trei cazuri.

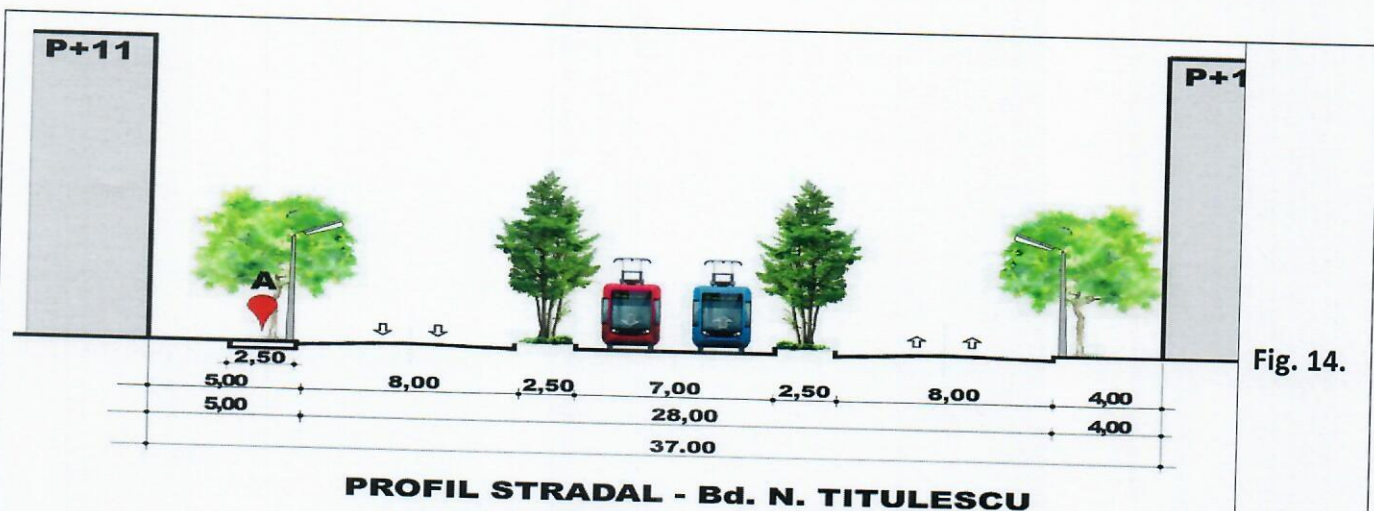


Fig. 14.

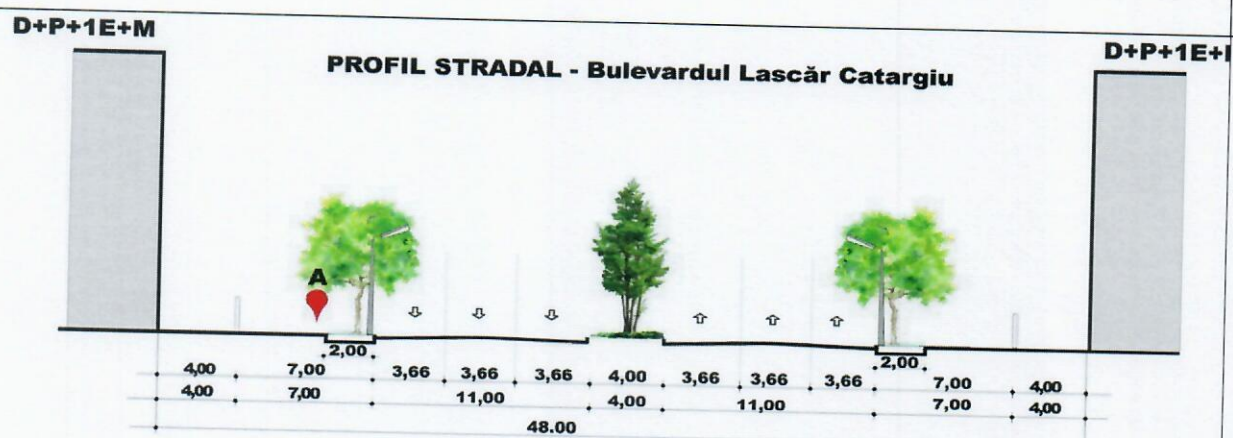


Fig. 15

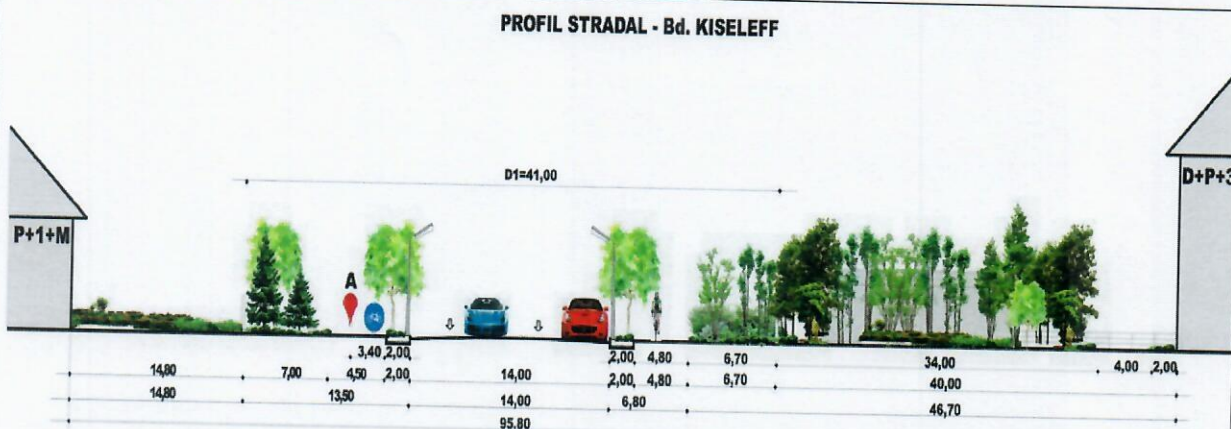


Fig. 16

Șoseaua Nicolae TITULESCU (2 sensuri de circulație, pe 6 benzi de circulație, inclusiv cu benzi centrale de tramvai)

Bulevardul Lascăr CATARGIU - fostul bulevard Ana IPĂTESCU (2 sensuri de circulație, pe 6 benzi de circulație)

Șoseaua Pavel Dimitrievici KISELEFF (1 sens de circulație, pe 4 benzi de circulație)



Fig. 17. Aspecte din timpul măsurătorilor acustice pe cele trei profile stradale selectate

Rezultatele măsurărilor acustice, respectiv *valori ale nivelului de zgomot* măsurat pentru cele trei profile stradale studiate au fost astfel: 1) Șoseaua Nicolae TITULESCU, $L_{Aeq} = 76,3$ dB; 2) Bulevardul Lascăr CATARGIU, $L_{Aeq} = 76,3$ dB; 3) Șoseaua Pavel Dimitrievici KISELEFF, $L_{Aeq} = 69,9$ dB (A)

Având în vedere că, din punct de vedere acustic, condiția admisibilă ce trebuie îndeplinită de un profil stradal (în conformitate cu unele prevederi din legislația internațională) este $L_{10}^A \leq 70$ dB(A), se observă că rezultatele obținute în cazul primelor două profile stradale depășesc această limită, în timp ce în cazul celui de al treilea profil, valorile se încadrează în cerința impusă, ca urmare a caracteristicilor specifice de conformare, configurare geometrică spațială și de trafic precum și a existenței zonelor verzi semnificative.

În cea de a doua direcție de cercetare abordată în cadrul subfazei 7.1., respectiv **Analiză comparativă pe zone urbane pe bază de determinări in situ acustice și monitorizare parametri climat exterior**, prima activitate a fost cea de *Cunoaștere a parametrilor climatici în zonele urbane selectate*. În cadrul prezentei cercetări au fost monitorizați, timp de o oră, parametri climatici referitori la concentrațiile de CO₂, NO₂ și O₃, temperatura și umiditatea relativă a aerului, din aceleași trei zone urbane selectate pentru măsurătorile acustice, anume B-dul Nicolae Titulescu, B-dul Lascăr Catargiu și Șos. Kiseleff.

Pentru analiza comparativă a rezultatelor obținute prin monitorizarea calității aerului exterior cu ajutorul echipamentului de tip stație aeriană perimetrală de mediu (EPAS - Environmental Perimeter Air Station), model HAZ-SCANNER, producător SKC – Marea Britanie (fig. 18), a fost utilizat un document specific, în vigoare pe plan european, și anume: *Directiva 2008/50/CE* a Parlamentului European și a Consiliului din 21 mai 2008 privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa. Valorile limită prevăzute de directivă sunt prezentate în tabelul 3.



Fig. 18. Monitorizarea parametrilor climatici cu echipamentul model HAZ-SCANNER, în locațiile din B-dul Nicolae Titulescu (stânga) și Șos. Kiseleff (dreapta)

Tabel 3. Valori-limită pentru concentrațiile poluanților din mediul exterior prevăzute de *Directiva 2008/50/CE*

Poluant	Perioada de calculare a mediei	Valoarea-limită
Dioxid de azot	1 oră	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a nu se depăși mai mult de 18 ori într-un an calendaristic
	An calendaristic	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozon	Valoarea maximă zilnică a mediei pe 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valoare care nu trebuie depășită în mai mult de 25 de zile pe an calendaristic, medie calculată pe 3 ani
	Valoarea maximă zilnică a mediei pe 8 ore pe parcursul unui an calendaristic	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valorile minime/maxime/medii ale concentrațiilor de CO_2 , în ppm, NO_2 , în ppb și O_3 în ppb, înregistrate în cele trei zone selectate sunt prezentate în figurile 19, 20 și 21.

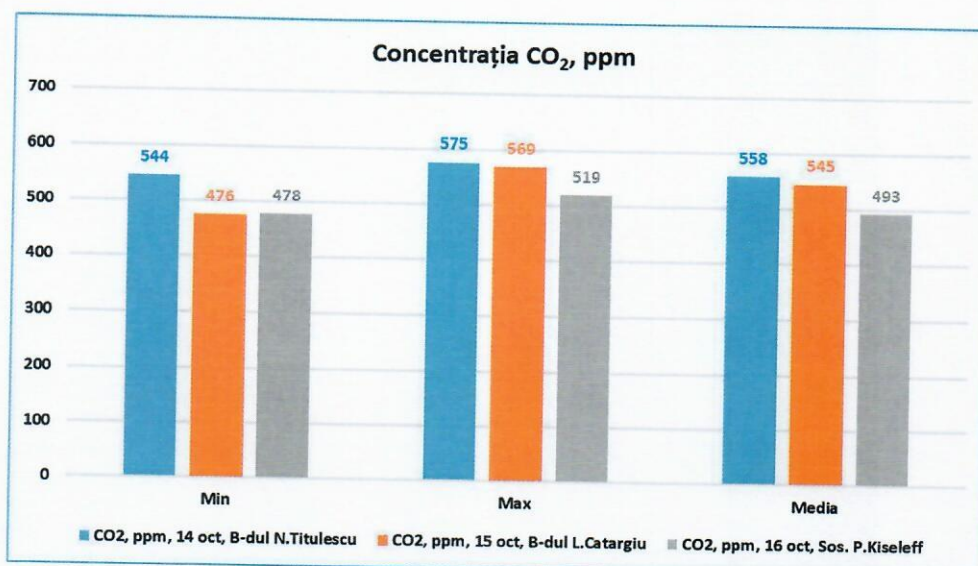


Fig. 19. Valorile minime/maxime/medii ale concentrațiilor de CO₂, înregistrate în cele trei zone selectate

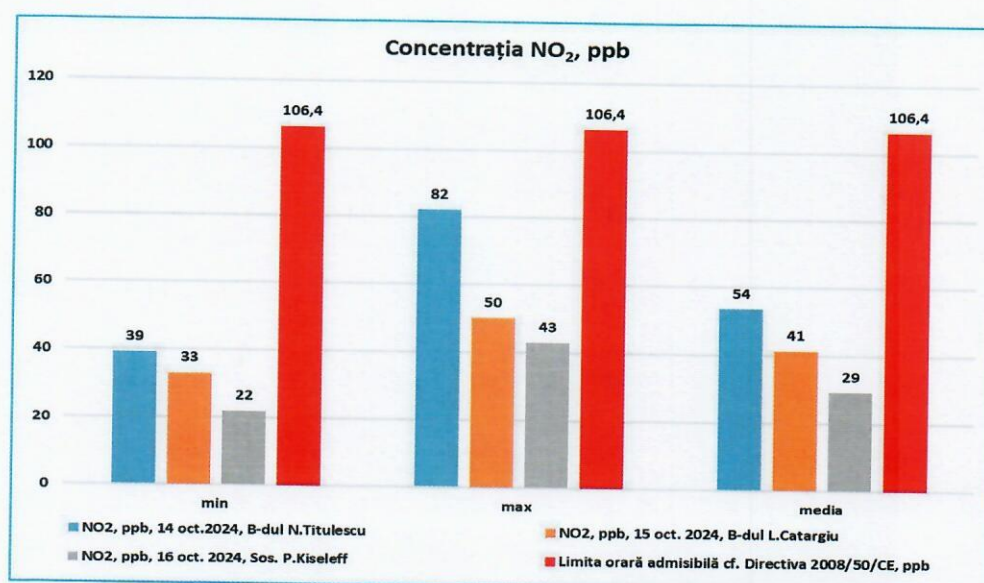


Fig.20. Valorile minime/maxime/medii ale concentrațiilor de NO₂, înregistrate în cele trei zone selectate

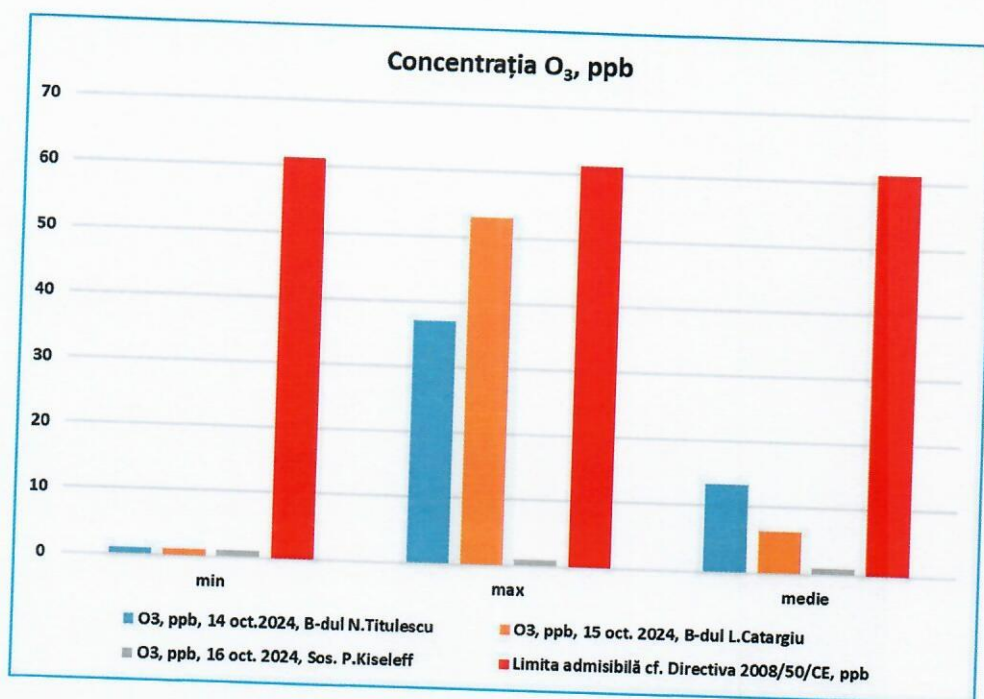


Fig. 20. Valorile minime/maxime/medii ale concentrațiilor de O_3 , înregistrate în cele trei zone selectate

După cum se poate observa din figurile 18 -20, nivelurile concentrațiilor CO_2 , NO_2 și O_3 sunt mai mici decât valorile-limită prevăzute de Directiva 2008/50/CE, pentru concentrațiile poluanților din mediul exterior în fiecare dintre cele trei zone.

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

Referitor la **stadiul de implementare** a proiectului, la finalizarea subfazei 7.1. se consideră că **au fost îndeplinite în întregime rezultatele preconizate** pentru atingerea obiectivului propus, și anume: selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane; cunoașterea nivelului de zgomot și a parametrilor climatici în zone urbane; studiu privind selectare pe criterii acustice a unor profile stradale specifice din zone urbane și cunoașterea nivelului de zgomot și a parametrilor climatici în zone urbane; diseminare în conferințe de profil.

Concluziile subfazei 7.1. a proiectului de cercetare sunt prezentate după cum urmează:

- ❖ Produsele de acoperire testate au un potențial de utilizare în construcții ca tencuieli decorative, cu bune aderențe la beton după 7 zile de la aplicare, cu proprietăți termoizolatoare comparabile cu cele ale produselor tradiționale de profil, deși au grosimi mult mai mici decât acestea.
- ❖ Produsele de acoperire prin placare, cu eco-recepturi sau recepturi hibride, au caracteristici mecanice mai mari decât cele ale plăcilor ceramice extrudate cu absorbție mare de apă și

și relativ apropiate de cele ale plăcilor ceramice extrudate cu absorbție mare de apă, caracteristici care pot fi încă îmbunătățite.

❖ Pe baza rezultatelor experimentale obținute în această subfază, cu privire la produsele inovatoare de placare, se apreciază că sunt necesare teste suplimentare, pentru a se realiza o evaluare completă a potențialului lor de utilizare în construcții.

❖ Realizarea confortului acustic urban presupune adoptarea unor principii de sistematizare și optimizare a zonelor construite, astfel încât nivelul de zgomot la receptor (urechea umană) să se încadreze în limitele admisibile recomandate pentru diversele perioade de timp considerate, ținându-se seama de caracterul activității umane ce trebuie protejată din punct de vedere acustic.

❖ Rezultatele obținute în cadrul măsurărilor acustice efectuate în octombrie 2024 pe cele 3 profile stradale studiate, au fost comparate cu măsurări acustice efectuate în anii 1990 pe aceleași profile stradale, iar valorile actuale au relevat faptul că numărul de autoturisme în prezent este chiar și de 4...8 ori mai mare decât numărul de autoturisme în trecut, valorile nivelurilor de zgomot fiind implicit mai mari, mai ales nivelurile maxime, de vârf, ale zgomotelor.

❖ Din punct de vedere acustic, rezultatele obținute în cazul primelor două profile stradale depășesc limita de $L_{10}^A \leq 70$ dB(A), condiția admisibilă ce trebuie îndeplinită de un profil stradal (în conformitate cu unele prevederi din legislația internațională), în timp ce în cazul celui de al treilea profil, valorile se încadrează în cerința impusă, ca urmare a caracteristicilor specifice de conformare, configurare geometrică spațială și de trafic, precum și a existenței zonelor verzi semnificative

❖ Monitorizarea parametrilor climatici în cele trei profile stradale, prin nivelurile de CO₂, NO₂ și O₃ existente în locația din șoseaua Kiseleff, a pus în evidență și de această dată importanța zonelor verzi asupra calității aerului din zonele urbane.

Referitor la indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare este prezentată participarea la manifestări științifice și publicațiile realizate pentru **diseminarea rezultatelor** cercetărilor efectuate, astfel:

✓ **Participări la manifestări științifice:**

- ENERGY EXPO 2024, 10-13 octombrie 2024, București, România, trei lucrări prezentate sub formă de poster, cu titlul:

Rice husks and their potential for use in construction/autori: Popa I., Petcu C., Simion A., Stoica D., Dima A.;

The valorization of natural agro-industrial by-products in construction, as vegetal additives /autori: Popa I., Petcu C., Vasile V., Dima A., Stoica D.;

Comparative analysis on air pollution level of Bucharest urban area during the COVID-19 pandemic
/autori: Vasile V., Petcu C., Dima A., Ion M.;

- Cea de a XXVI-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială având ca temă: **MEDIUL CONSTRUIT ROMÂNESC – PROVOCĂRI, RĂSPUNSURI ȘI SOLUȚII**, București, România, 14 noiembrie 2024, București, trei lucrări cu titlul:

Proiectul PN 23 35 02 01: Direcții de cercetare abordate în anul 2024 și rezultate estimate/obținute/autori: Popa I., Petcu C., Vasile V., Dima A., Zaharia M.-C., Simion A., Grigorașenco C., Ene C., Mureșanu A., Cimpoca D. (prezentare orală);

✓ **Publicații:**

Popa I., Petcu C., Vasile V., Dima A., Zaharia M.-C., Simion A., Grigorașenco C., Ene C., Mureșanu A., Cimpoca D.(2024), Proiectul PN 23 35 02 01: Direcții de cercetare abordate în anul 2024 și rezultate estimate/obținute, în: Petrișor A.I., Conferința de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului-Rezumat ale lucrărilor, ISSN 2343-7537, indexată în Ulrichs, ProQuest și Europa World of Learning/Routledge, pag.68-69/154-155, disponibil la <http://pub.incd.ro/>;

Vasile V., Popa, I., Lambrache, S.(2024), Superior capitalization of vegetable waste and natural agro-industrial by-products by creating innovative products for construction. Socio-economic predictive analyses, Scientific Papers. Series E. LAND RECLAMATION, EARTH OBSERVATION & SURVEYING, ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Vol. XIII:340-347, IF=0,4; ISSN 2285-6064, disponibil la <https://landreclamationjournal.usamv.ro/pdf/2024/vol2024.pdf>;

Vasile V., Petcu, C., Dima, A., Ion, M.(2024), Comparative analysis on air pollution level of Bucharest urban area during the COVID-19 pandemic, Scientific Papers. Series E. LAND RECLAMATION, EARTH OBSERVATION & SURVEYING, ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Vol. XIII:742-749, IF=0,4; ISSN 2285-6064, disponibil la <https://landreclamationjournal.usamv.ro/pdf/2024/vol2024.pdf>;

Avându-se în vedere rezultatele menționate, se poate concluziona că obiectivul subfazei 7.1. referitor la *Cercetări experimentale pe produse optimizate compozițional. Analiză comparativă zone urbane pe bază de determinări in situ: acustice, monitorizare parametri climat exterior* a fost îndeplinit în întregime, astfel încât se propune continuarea proiectului cu etapa următoare, ce are ca obiectiv: *Proiectare recepturi pentru produse cu potențial responsiv. Cercetare experimentală produse de acoperire responsive optimizate. Răspuns la cerințe specifice, verificare proprietăți de control emisii interioare.*

Responsabil proiect
Dr. ing. Irina POPA