

Contract nr.: **30PCCDI / 2018**
Finanțare: **Buget de stat**
Autoritate contractantă: **UEFISCDI**
Programul: **Programul 1 -Dezvoltarea Sistemului Național de Cercetare-Dezvoltare**
Tip proiect: **Proiecte complexe realizate în consorții CDI (PCCDI)**

DENUMIRE CONTRACT:
CLĂDIRI INTELIGENTE ADAPTABILE LA
EFECTELE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE



<https://www.icer.ro/cercetare/proiecte-de-cercetare/cia-clim>

RAPORT ETAPA 2

Responsabil proiect complex:

Prof. Dr. Ing. Viorel UNGUREANU

Parteneri:

Universitatea Politehnica Timișoara (Coordonator proiect CO)

Universitatea Tehnică de Construcții București (Partener P1)

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (Partener P2)

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică - ICPE - CA București (Partener P3)

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie și Materie Condensată - INCEMC Timișoara (Partener P4)

1. Rezumatul etapei

Rezultatele obținute în etapa a II-a a proiectului complex au fost atinse în toate proiectele componente, indicatorii fiind atinși pentru fiecare activitate în parte.

În cadrul **proiectului component 1** a fost elaborat un program de dimensionare și verificare a panourilor tip sandwich. Testele pe epruvete decupate din panourile tip sandwich au permis determinarea rezistenței la forfecare a miezului, respectiv a rezistenței la tracțiune. Conform testelor la încovoiere în patru puncte s-a determinat modulul de elasticitate transversal al miezului, respectiv la încercarea la tracțiune transversală modulul de elasticitate. De asemenea, încercările experimentale au validat predicțiile diagramelor de cedare a unor grinzi tip sandwich cu fețe din aluminiu și miez din spumă poliuretanică care indicau încrețirea feței ca mod de cedare. Testele realizate pentru verificarea la oboseală (similare încărcărilor din vânt) au demonstrat că rezistența la oboseală este obținută pentru spuma cu densitate mai mică (145 kg/m³). De asemenea, tenacitatea dinamică la rupere crește cu creșterea densității și este de aproximativ 2,5 ori mai mare decât tenacitatea statică la rupere.

Analizele **proiectului component 2** au fost concentrate pe lărgirea potențialului aplicativ al materialelor celulare prin funcționalizarea acestora cu substanțe care prezintă proprietăți fotocatalitice în vederea degradării unor poluanți. În acest sens, materialele au fost activate cu TiO₂ și WO₃, doi fotocatalizatori activi în domeniul ultraviolet, respectiv vizibil. Materialele activate, au fost supuse studiilor fotocatalitice și a fost evaluată capacitatea acestora de a degrada poluanți sub acțiunea radiației solare simulate. Ca substanțe de referință supuse degradării s-au selectat doi coloranți: Rodamina B (RhB) și Albastru de Metilen (MB). Activarea sticlei celulare pentru obținerea proprietăților fotocatalitice s-a realizat în două moduri: prin depunerea TiO₂ și WO₃ pe suprafața sticlei celulare și în volumul acesteia. Sticla celulară s-a obținut prin valorificarea deșeurilor de sticlă menajeră ca material de bază și deșeu de CaCO₃. Caracterizarea sticlei celulare activate a fost realizată prin investigarea proprietăților utilizând următoarele tehnici de analiză: spectroscopia Raman, FT-IR, EDAX, difracție de raze X, analiza termogravimetrică, microscopie de baleiaj, microscopie confocală de scanare 3D cu laser.

Proiectul 3 urmărește conversia energiei eoliene în energie electrică furnizată rețelei smart-grid de curent continuu, caz în care s-a optat pentru utilizarea unui generator sincron cu excitație electromagnetică. Acesta va fi cuplat mecanic cu turbina eoliană cu ax vertical prin intermediul unui multiplicator de turație, având în vedere faptul că turbinele eoliene verticale au turația relativ redusă. Excitația va fi alimentată de un convertor DC-DC cu control în curent. Parametrii principali de funcționare pentru generatorul ce va fi realizat sunt: Tensiunea maximă de alimentare a înfășurării de excitație este 24 Vcc; Tensiunea redresată de 360 Vcc, atât la 1000 rpm, cât și la 2000 rpm; Puterea electrică de maxim 750W. A fost studiată o gamă variată de motoare disponibile pentru a alege geometria tolelor rotorice și satorice adecvată și astfel s-a optat pentru modificarea unui motor MA-AL 90S, 1.1kW, 1410rpm, 3x400V cu 28 de cresați rotorice și deschiderea acestora de 1 mm.

Activitățile **Proiectului component 4** au fost axate pe trei direcții principale:

- realizarea laboratorului modular EXPERIMENTARIUM, prin realizarea proiectului de execuție a structurii metalice, contractarea unei companii de execuție și realizarea structurii de rezistență. Pe de altă parte, în decursul anului 2019 a fost obținut Certificatul de Urbanism pentru ridicarea construcției și avizele diferitelor entități publice, solicitate prin Certificatul de Urbanism. În momentul de față echipa de cercetare este în așteptarea Autorizației de Construire;
- proiectarea sistemelor de fațadă. Studiile au fost axate pe construcția și funcționarea cât mai eficientă a captatoarelor solare vitrate cu placă absorbantă perforată, în vederea integrării acestora în fațadele clădirilor. Pe baza rezultatelor obținute (atât experimentale cât și numerice) se poate recomanda construcția unui prototip de captator solar vitrat cu placă absorbantă perforată (determinându-se practic principalii parametri) ce poate fi testat în condiții reale de funcționare prin integrarea acestuia în fațadele clădirilor. Configurația propusă urmărește integrarea materialelor cu schimbare de fază în construcția captatorului solar pentru creșterea performanțelor acestuia;
- încercări experimentale pe fundații rapide. Bazat pe un studiu geotehnic realizat în faza 1 a proiectului, studiul a cuprins trei teste caracteristice geotehnicii, dintre care o încercare experimentală cu placa, pentru determinarea modulului de deformație a terenului din

amplasament și două încercări experimentale pe fundații de tip trunchi de piramidă care au permis evaluarea capacității portante și a tasărilor acestui tipologii de fundație. Studiile sunt completate de simulări numerice parametrice în curs de desfășurare.

Diseminarea rezultatelor a fost efectuată atât în interiorul consorțiului cât și prin publicații în jurnale și la conferințe naționale și internaționale cu impact: 5 articole publicate în jurnale, 14 articole publicate la conferințe internaționale (tip proceedings), 1 articol publicat la o conferință națională (tip proceedings), 5 postere prezentate la conferințe internaționale, o prezentare orală la un eveniment local și un capitol de carte. Lista detaliată se prezintă în capitolul 5.

2. Descrierea științifică și tehnică

2.1 Proiectul component 1 - Caracterizare a mecanică a materialelor celulare și a structurilor sandwich cu miez din materiale celulare folosite la fațade inteligente

Etapa 1.2. Studiul comportării materialelor celulare sub acțiunea solicitărilor dinamice.

Încercări dinamice la oboseală (Activitatea 1.2.1)

Încercările de oboseală au fost realizate pe epruvete din spumă poliuretanică (PUR) sub forma unor cuburi cu latura de 15 mm (considerând trei densități 100, 145 și 300 kg/m³), solicitate variabil după un ciclu sinusoidal cu coeficientul de asimetrie $R = F_{\min}/F_{\max} = 0.1$ și frecvența de 10 Hz, pe o mașină de încercat la oboseală tip Schenk PC36M de 40 kN. Figura 1. arată că valoarea cea mai ridicată a rezistenței la oboseală o are spuma cu densitatea de 145 kg/m³, iar cea mai scăzută rezistență la oboseală o dezvoltă spuma cu densitate de 300 kg/m³. Degradarea la oboseală s-a definit la atingerea tensiunii de platou.



Figura 1.1 Epruveta în bacurile de compresiune

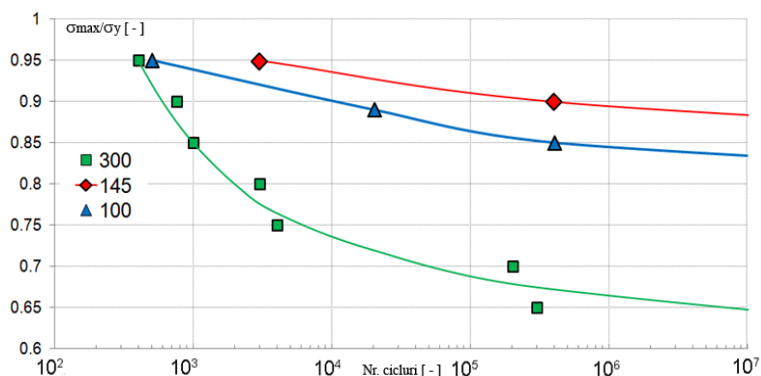
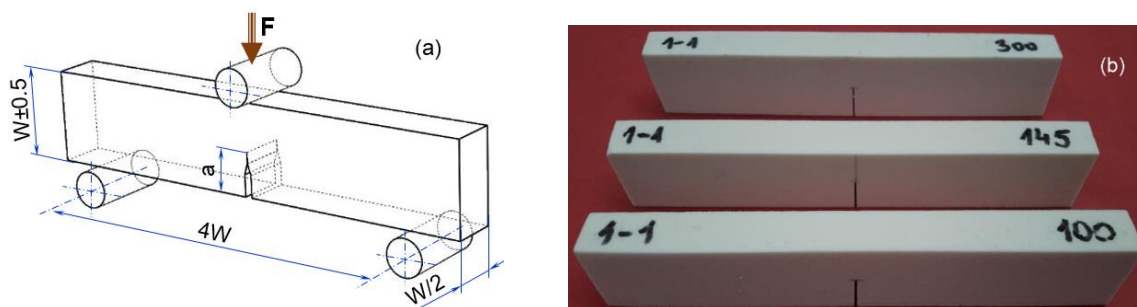


Figura 1.2. Curbele de oboseală pentru spumele PUR investigate

Încercări dinamice prin șoc (Activitatea 1.2.2)

Tenacitatea dinamică la rupere este proprietatea materialelor de a se opune propagării instabile a unei fisuri sub acțiunea solicitărilor de impact. Determinarea tenacității la rupere a spumelor poliuretanică de

trei densități (100, 145 și 300 kg/m³) s-a realizat pe epruvete cu creștătură laterală solicitate la încovoiere în trei puncte. Epruvetele au fost tăiate pe direcția de curgere, respectiv pe cea de creștere a spumelor.



a. Geometrie epruvete b. Epruvete din spuma poliuretanică de trei densități (b)
 Figura 1.3 Epruvete pentru determinarea tenacității la rupere

Tenacitatea la rupere s-a determinat cu relația:

$$K_{ID} = \frac{F_d}{BW^{0.5}} f\left(\frac{a}{W}\right) \quad [MPa \cdot m^{0.5}] \quad (1)$$

unde F_d este forța dinamică maximă înregistrată în N, $B = W/2$ și W sunt dimensiunile epruvetei în mm, a este lungimea fisurii în mm, iar $f(a/W)$ un factor geometric ce ține cont de geometria corpului fisurat, conform ASTM D5045:

$$f\left(\frac{a}{W}\right) = 6 \sqrt{\frac{a}{W}} \frac{1.99 - (a/W)(1 - a/W)[2.15 - 3.93(a/W) + 2.7(a/W)^2]}{(1 + 2a/W)(1 - a/W)^{1.5}} \quad (2)$$

Testele s-au efectuat pe un ciocan Charpy model KB Pruftechnik conform standardului EN ISO 179-2-2000.

Tabelul 1.1 Tenacitatea dinamică la rupere a spumelor poliuretanicice

Temperatura [°C]	Densitatea [kg/m ³]	Tenacitatea dinamică [MPa·m ^{0.5}]	
		Direcția de creștere	Direcția de curgere
25	100	0.201±0.015	0.190±0.005
25	145	0.341±0.016	0.293±0.009
25	300	0.997±0.045	0.819±0.021

Comparând cu rezultatele tenacității statice la rupere, prezentate în raportul pe anul 2018, se observă că tenacitatea dinamică este de aproximativ 2,5 ori mai mare decât cea statică, ceea ce confirmă capacitatea ridicată a spumelor poliuretanicice de a prelua solicitările dinamice, Figura 1.4.

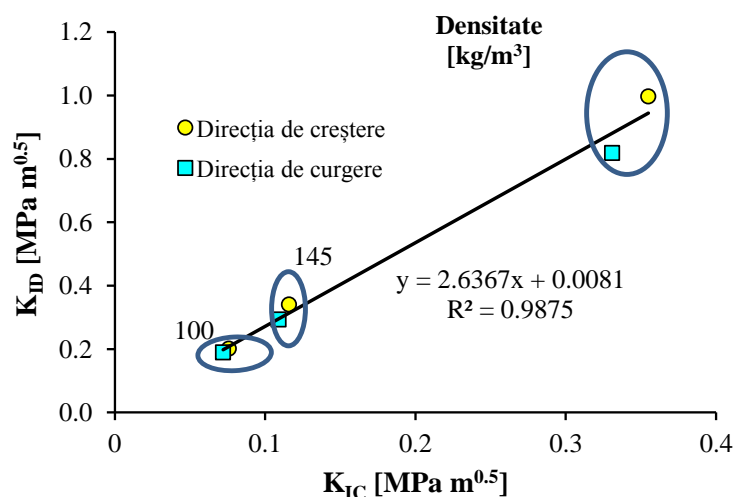
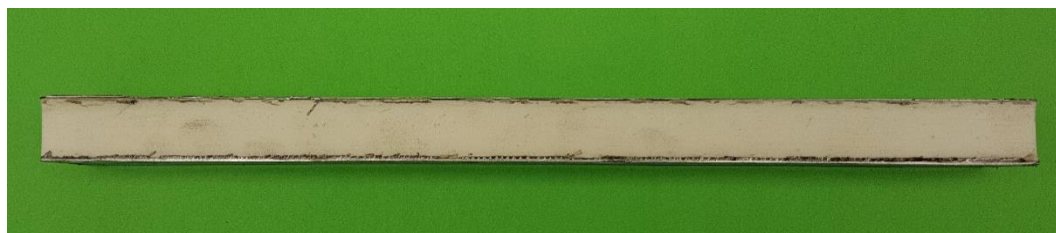


Figura 1.4 Corelație între tenacitatea dinamică la rupere K_{ID} și tenacitatea statică la rupere K_{IC}

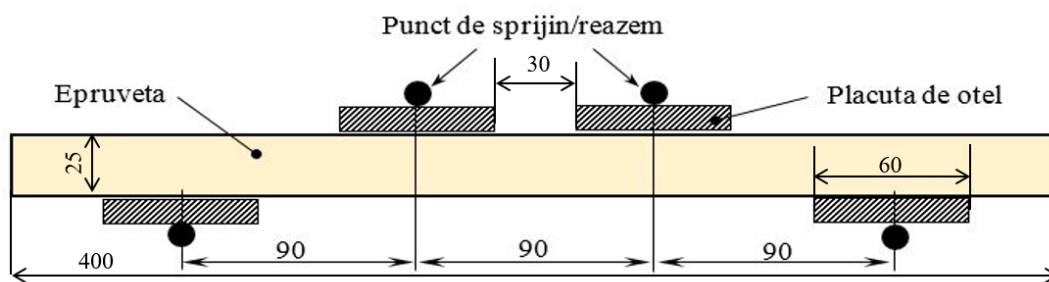
Determinarea răspunsului la solicitări mecanice și termice ale structurilor tip sandwich cu miez din materiale celulare (Activitatea 1.2.3)

Încercările s-au realizat pe o mașină de încercat Zwick/Roell 005 având forța maximă de 5 kN la temperatură ambiantă (25⁰ C).

Încercări de încovoiere în patru puncte. Epruvetele au fost decupate din panouri tip sandwich cu fețe plane (ușor profilate), având ca material al fețelor oțelul (modulul de elasticitate longitudinal, $E=2,1 \cdot 10^5$ MPa). Miezul structurii utilizate a fost spuma poliuretanică, având densitatea de 40 kg/m³. Forma și dimensiunile epruvetelor au fost alese conform standardului EN 14509:2013. În Figura 1.5 poate fi observată una dintre epruvetele utilizate pentru testul la încovoiere în 4 puncte (a), precum și schema de încărcare (b).



a. Epruveta utilizată pentru testul la încovoiere în 4 puncte



b. Schema de încărcare

Figura 1.5 Teste la încovoiere în 4 puncte

Cedarea observată a fost forfecarea miezului. Din prelucrarea rezultatelor obținute au rezultat valorile medii ale rezistenței la forfecare a miezului $f_{Cv} = 0,227$ MPa și modulul de elasticitate transversal $G_c = 4,3$ MPa.

Încercări la tracțiune transversală. Epruvetele au fost prelevate din panouri tip sandwich. Miezul structurii a fost din spuma poliuretanică, având densitatea de 40 kg/m³, epruvetele având secțiunea transversală pătrată cu latura cuprinsă între 100 mm și 300 mm, iar fețele din oțel fără profilare (plane), Figura 1.6. Rezultatele obținute au fost: rezistența la tracțiune transversală $f_{Ct,max} = 0,16$ MPa iar modulului de elasticitate $E = 2,265$ MPa.

Construirea unor diagrame de cedare ale structurilor tip sandwich (Activitatea 1.2.4)

Diagramele de cedare reprezintă o metodă grafo-analitică de estimare a cedării structurilor tip sandwich, Gibson-Ashby 1997. Principalele mecanisme de cedare sunt prezentate în Figura 1.6. Un model de diagramă de cedare este prezentat în Figura 1.7.

Pentru trasarea diagramei de cedare s-a elaborat un modul de calcul în Excel. Rezultatele de la încercarea la încovoiere în trei puncte unor grinzi tip sandwich cu fețe din aluminiu (densitate $\rho_f = 2705$ kg/m³, modul de elasticitate $E_f = 69000$ MPa, limita de curgere, $\sigma_{cf} = 78$ MPa) și miez din spumă poliuretanică (densitate $\rho_c^* = 40$ kg/m³, modul de elasticitate $E_f^* = 7$ MPa, limita de curgere, $\sigma_{cf}^* = 0,35$ MPa, densitate poliuretan solid $\rho_s = 1170$ kg/m³) și dimensiunile geometrice (distanța între reazeme $l = 70, 150, 200$ mm, grosimea fețelor $t = 0,4$ mm, înălțimea miezului $c = 26,4$ mm și lățimea grinzii $b = 48$ mm) sunt prezentate în Figura 1.8. Așa cum se observă pentru toate distanțele între reazeme cedarea s-a produs prin încrețirea feței în zona punctului de aplicare al forței.



a. Epruveta fixată în bacuri



b. ruperea epruvetei

Figura 1.6 Teste la tracțiune transversală

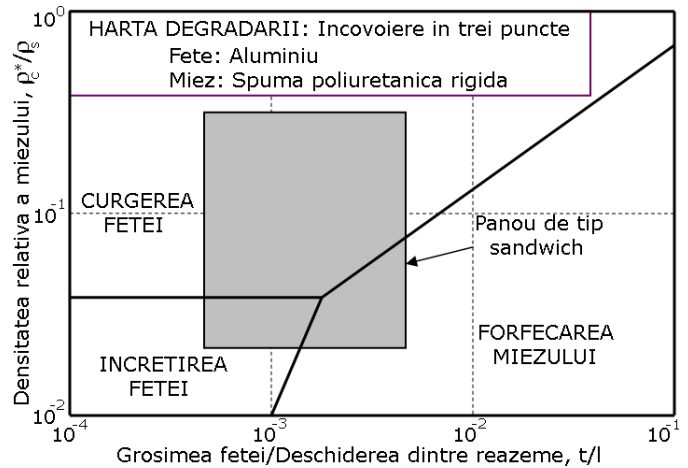
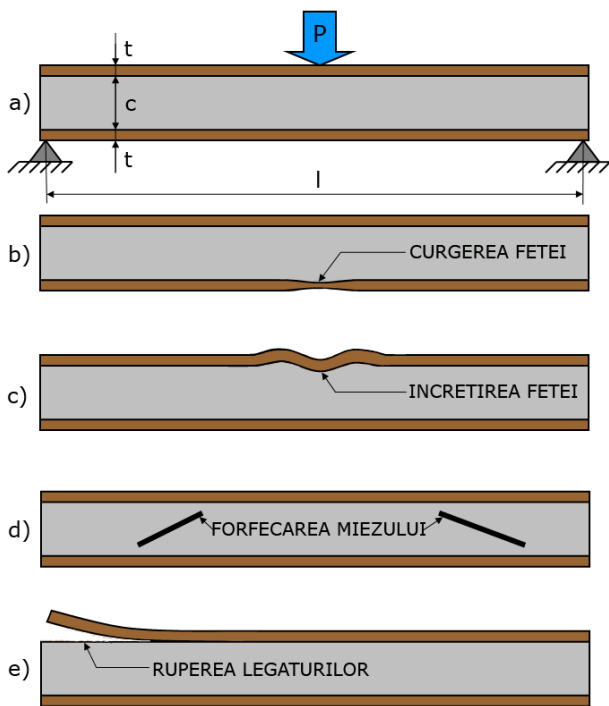


Figura 1.7 Modurile de cedare pentru o grindă tip sandwich: a) geometria grinzii; b) curgerea feței; c) încrețirea feței; d) forfecarea miezului; e) ruperea legăturilor dintre miez și față (delaminare)

Concluzii:

- Valoarea cea mai ridicată a rezistenței la oboseală o are spuma cu densitatea de 145 kg/m^3 , iar cea mai scăzută rezistență la oboseală o dezvoltă spuma cu densitate de 300 kg/m^3 .
- Tenacitatea dinamică la rupere crește cu creșterea densității și este de aproximativ 2,5 ori mai mare decât tenacitatea statică la rupere.
- Testele pe epruvete decupate din panourile tip sandwich au permis determinarea rezistenței la forfecare a miezului, respectiv a rezistenței la tracțiune. Prin încovoiere în patru puncte s-a

determinat modulul de elasticitate transversal al miezului, respectiv la încercarea la tracțiune transversală modulul de elasticitate.

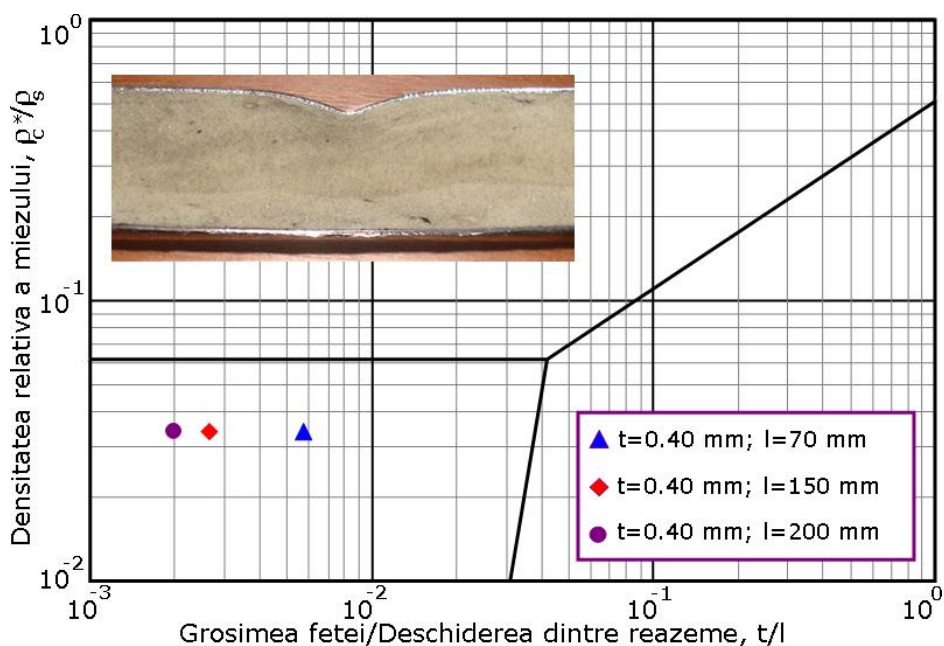


Figura 1.8. Diagrama de cedare pentru o grindă de tip sandwich de secțiune dreptunghiulară cu fețe din aluminiu și miez din spumă poliuretanică rigidă, solicitată la încovoiere în trei puncte

- Încercările experimentale au validat predicțiile diagramelor de cedare a unor grinzi tip sandwich cu fețe din aluminiu și miez din spumă poliuretanică care indicau încrețirea feței ca mod de cedare.
- În cadrul acestei etape s-a elaborat un program de dimensionare și verificare a panourilor tip sandwich. Pentru dimensionare programul ia în considerare forfecarea miezului din spumă, curgerea feței și rigiditatea panoului, exprimată prin săgeata la mijlocul panoului. Apoi pentru verificarea s-au luat în calcul încărcarea din vânt, zăpadă și variația de temperatură.

2.2 Proiectul component 2 - Caracterizarea fizică, chimică, morfologică și structurală a materialelor, a proprietăților fotocatalitice a materialelor pe bază de TiO_2 și WO_3

În cadrul acestei etape, s-a urmărit lărgirea potențialului aplicativ al materialelor celulare prin funcționalizarea acestora cu substanțe care prezintă proprietăți fotocatalitice în vederea degradării unor poluanți. În acest sens, materialele au fost activate cu TiO_2 și WO_3 , doi fotocatalizatori activi în domeniul ultraviolet, respectiv vizibil. Materialele activate, au fost supuse studiilor fotocatalitice și a fost evaluată capacitatea acestora de a degrada poluanți sub acțiunea radiației solare simulate. Ca substanțe de referință supuse degradării s-au selectat doi coloranți: Rodamina B (RhB) și Albastru de Metilen (MB).

Obținerea sticlei celulare funcționalizate cu TiO_2 și WO_3 (Activitatea 2.2.1)

Activarea sticlei celulare pentru obținerea proprietăților fotocatalitice s-a realizat în două moduri: prin depunerea TiO_2 și WO_3 pe suprafața sticlei celulare și în volumul acesteia. Sticla celulară s-a obținut prin valorificarea deșeurilor de sticlă menajeră ca material de bază și deșeu de $CaCO_3$ (5%) provenit din industria marmurei ca agent de spumare. Probele au fost supuse unui tratament termic la temperatura de $850^\circ C$ cu o rată de încălzire de $5^\circ C/minut$. Pentru depunerea pe suprafața sticlei celulare a compușilor fotoactivi (TiO_2 și WO_3), probele au fost imersate în suspensii formate dintr-un amestec de etilenglicol și 2-metoxietanol în raport molar de 1:1 și nanoparticule de TiO_2 și WO_3 . După imersare probele s-au uscat în cuptor la temperatura de $80^\circ C$, timp de 30 de minute. În scopul depunerii compușilor fotoactivi în volumul sticlei celulare s-a aplicat metoda hidrotermală. Nanoparticulele de TiO_2 și WO_3 s-au introdus la începutul sintezei împreună cu deșeu de sticlă, $CaCO_3$ (pudră) și etilenglicol, la care s-au aplicat două tratamente termice: $200^\circ C$ timp de 2 h și $850^\circ C$ timp de 30 de minute.

Studiile fotocatalitice (Activitatea 2.2.2)

Pentru determinarea activității fotocatalitice probele s-au imersat, în absența luminii, în soluții apoase de RhB și respectiv MB în vederea stabilirii echilibrului de adsorbție-desorbție între probă și colorant. Ulterior acestei etape, sistemul probă-soluție s-a expus radiației solare artificiale, emisă de un simulator solar (Sol2A 94042A, Oriel Instruments/Newport Corporation - figura 1(a)). Radiația solară simulată constă în radiație ultravioletă cu o putere măsurată a iradianței de $1,11 \text{ mW cm}^{-2}$ și radiație din domeniul vizibil cu o putere măsurată de $840 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

În vederea identificării și înțelegerii factorilor și a modului în care aceștia influențează activitatea fotocatalitică, un prim set de experimente s-au desfășurat pentru probe de sticlă celulară neactivate și activate cu TiO_2 și WO_3 , urmate de expunere (timp de 2 ore) la radiația solară simulată.

Urmare a rezultatelor experimentale preliminare obținute, s-a pus în evidență capacitatea probelor testate de a îndepărta poluantul/colorantul prin adsorbție și respectiv prin degradare în timpul fotocatalizei, respectiv influența tipului și dimensiunea materialului testat, tipul și concentrația poluantului, timpul de adsorbție și agitarea și numărul de utilizări ale aceleași probe în experimentele de fotocataliză. Sticla celulară activată cu TiO_2 și WO_3 prin depunerea acestora în volum au condus la rezultate mai slabe ceea ce se poate explica prin faptul că atât adsorbția, cât și fotocataliza poate fi influențată și de morfologia probelor și implicit de contactul dintre radiația solară și componenta fotoactivă a probelor.

Pe baza rezultatelor preliminare, un set nou de probe în care TiO_2 și WO_3 au fost depuse doar pe suprafața sticlei celulare au fost obținute și supuse studiilor fotocatalitice (Figura 2.1).

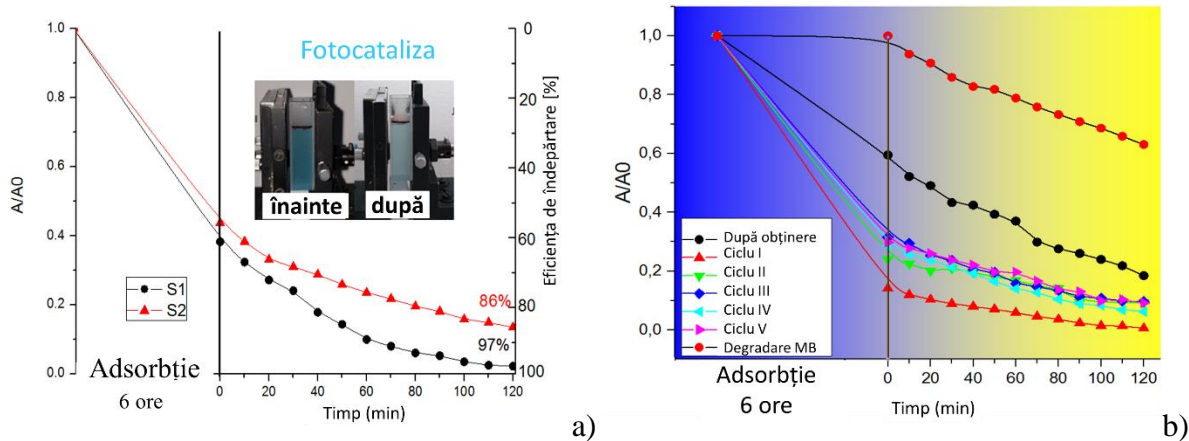


Figura 2.1. (a) Îndepărtarea MB din soluția apoasă în prezența S1 și S2. (b) Stabilitatea probei S3 în procesul de fotocataliză evaluată în 6 cicluri

Degradarea fotocatalitică a poluantului/colorantului a fost studiată pentru o serie de probe de sticlă celulară a căror suprafețe expuse radiației solare și cantități de compus fotoactiv (TiO_2 și WO_3) depuse pe suprafața probelor au fost diferite (Figura 2.2). A1 și A2 reprezintă suprafețele cele mai mici pentru probele de sticlă celulară activate cu TiO_2 și respectiv WO_3 . Îndepărtarea poluantului s-a realizat în cadrul experimentului fotocatalitic în două faze: adsorbție și fotocataliză.

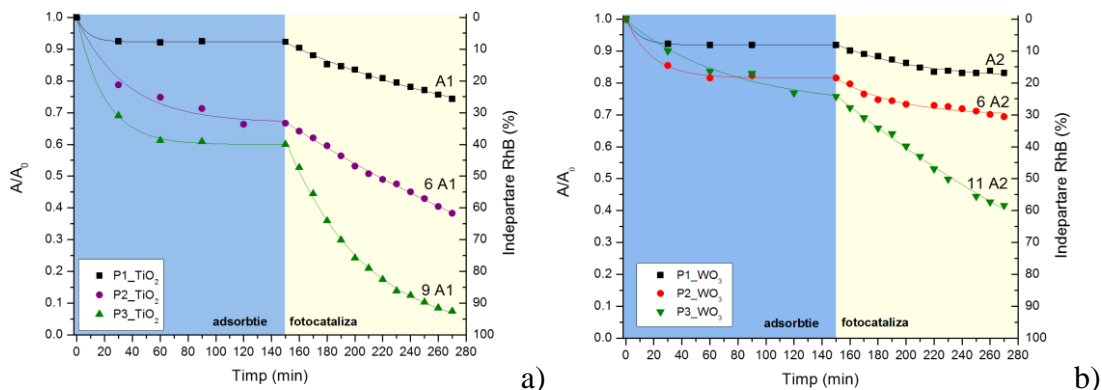


Figura 2.2. Îndepărtarea RB ca urmare a adsorbției și fotocatalizei pentru probe de sticlă celulară activate cu (a) TiO_2 și (b) WO_3

Contactul mai eficient dintre lumină și componenta fotoactivă, facilitată atât de valori mai mari ale masei de fotocatalizatori, dar mai ales de suprafața mai mare expusă radiației solare s-a concretizat în obținerea celor mai bune rezultate (grad de eliminare cuprins între 58-92%).

Caracterizarea sticlei celulare activate cu TiO_2 și WO_3 prin depunere pe suprafață (Activitatea 2.2.3)

O caracterizare complexă prin investigarea proprietăților precum faza cristalină, compoziție, transformări de masă generate în timpul sintezei, morfologie s-a realizat utilizând următoarele tehnici de analiză: spectroscopia Raman, FT-IR, EDAX, difracție de raze X, analiza termogravimetrică, microscopie de baleiaj, microscopie confocală de scanare 3D cu laser.

Analiza Raman

Spectrele Raman ale probelor de sticlă celulară impregnate cu TiO_2 și WO_3 realizate cu platforma Multiview 1000TM (Nanonics Imaging, Israel) sunt prezentate în Figura 2.3.

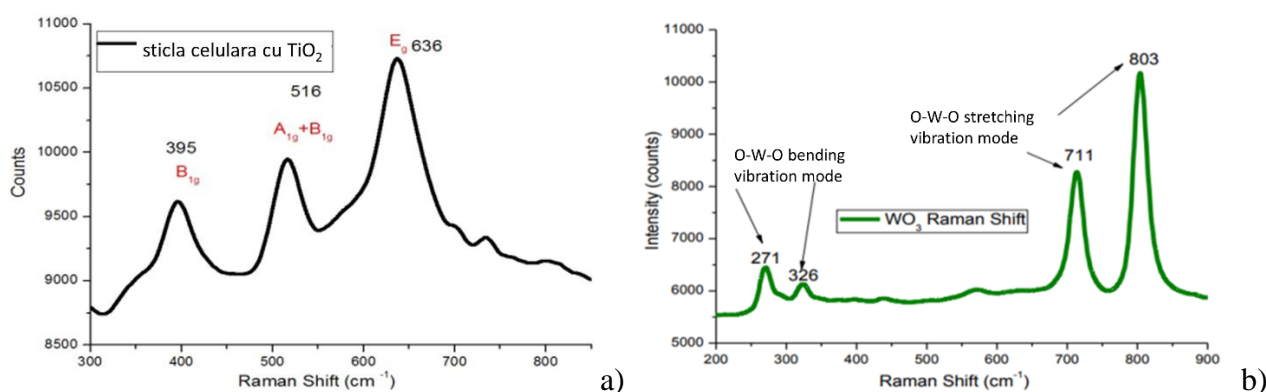


Figura 2.3. Spectrele Raman pentru sticlă celulară activată cu (a) TiO_2 și (b) WO_3

În Figura 2.3 (a) benzile înregistrate la 395, 516 și 636 cm^{-1} corespund dioxidului de titan prezent sub formă de anatas, una din cele trei forme cristaline ale TiO_2 . În Figura 2.3 (b), benzile afișate la 271 și 326 cm^{-1} sunt atribuite vibrațiilor de deformare ale grupării O-W-O, iar benzile de la 711 și 803 cm^{-1} corespund vibrațiilor de întindere ale grupării O-W-O.

Difracție de raze X și analiza termogravimetrică

Spectrul de raze X (înregistrat cu X'Pert PRO – PANalitical) realizat pentru pudra de TiO_2 confirmă încă o dată prezența TiO_2 sub formă de anatas. Prin comparație, spectrul realizat pentru proba de sticlă celulară impregnată cu TiO_2 prezintă modificări semnificative a picurilor afișate.

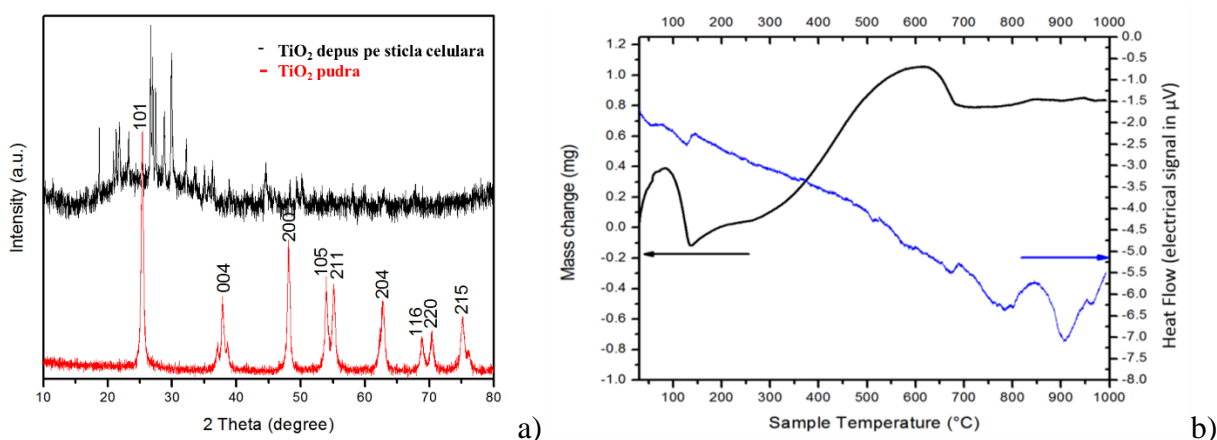


Figura 2.4. (a) Difractograma pentru TiO_2 și respectiv sticlă celulară cu TiO_2 .
(b) Analiza termogravimetrică

În analiza termogravimetrică a sticlei celulare activate cu TiO_2 principalele transformări de fază și pierderi de masă apar între 150°C și 750°C . Așadar, prima zonă de transformare apărută în jurul valorii de 150°C se datorează pierderii de apă adsorbită pe suprafața probei, a doua zonă observată între 300 și 550°C este atribuită descompunerii materiei organice folosită în sinteza sticlei celulare iar a treia zonă între 640°C și 750°C corespunde descompunerii CaCO_3 . Totuși, din diagramă se poate observa ca CaCO_3 nu a fost îndepărtat total în timpul tratamentului termic.

Analize FT-IR

Spectroscopia FT-IR s-a utilizat pentru o caracterizare calitativă pe baza unor „amprente” spectrale caracteristice generate de prezența unor grupări funcționale sau legături în moleculele probelor analizate. S-au supus analizelor (utilizând spectrometru FT-IR Vertex 70 de la Bruker, Germania) probe de sticlă celulară neactivate și probe de sticlă celulară activate cu TiO_2 și respectiv WO_3 înainte de imersarea acestora în soluțiile apoase de coloranți și după finalizarea experimentului fotocatalitic.

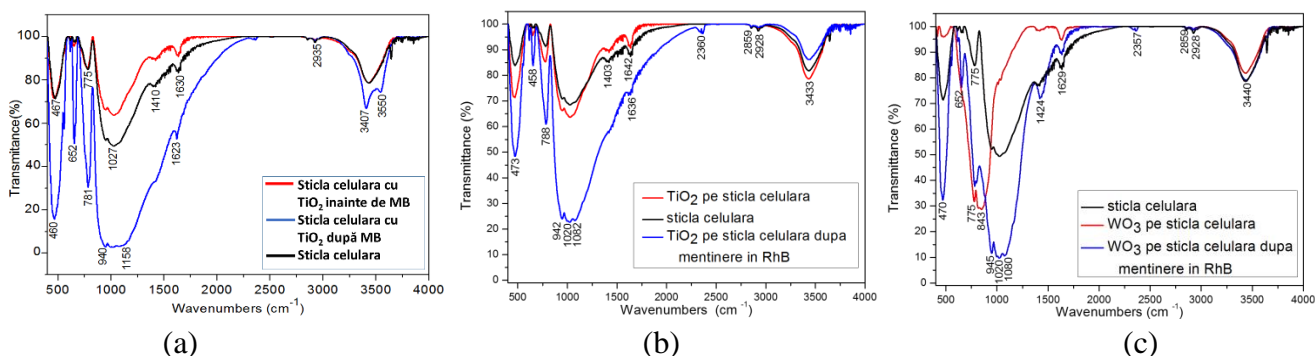


Figura 2.5. Spectre FT-IR pentru sticlă celulară neactivată și respectiv activată cu TiO_2 testate cu (a) MB și (b) RhB și pentru (c) sticlă celulară neactivată și activată cu WO_3 testate cu RhB

În spectrele FT-IR prezentate în Figura 2.5, benzile prezente în jurul valorilor de 3400 și 1600 cm^{-1} pot fi atribuite grupărilor OH și H_2O adsorbite pe suprafața probelor. Benzile apărute în domeniul lungimii de undă de 450 și 1200 cm^{-1} corespund legăturilor metal-oxigen de tipul M-O și M-O-M . Astfel, banda largă prezentă în aproximativ intervalul $900-1100\text{ cm}^{-1}$ poate fi asociată vibrațiilor moleculare de întindere a legăturii Si-O și de asemenea, benzile în jurul valorilor de 780 și 470 cm^{-1} pot fi asociate vibrațiilor de deformare ale legăturilor Si-O-Si și Si-O-Al . În figura 7 (c) linia roșie, se poate observa o bandă distinctă în jurul valorii de 800 cm^{-1} care corespunde vibrației de întindere a legăturii W-O-W .

Analize EDAX cuplate cu imagini SEM și microscopie optică de scanare 3D cu laser

Suplimentar analizelor FT-IR și Raman, spectroscopia EDAX a fost folosită pentru determinarea analizei elementale în anumite zone de pe suprafața probelor de sticlă celulară pe care s-au depus TiO_2 și WO_3 .

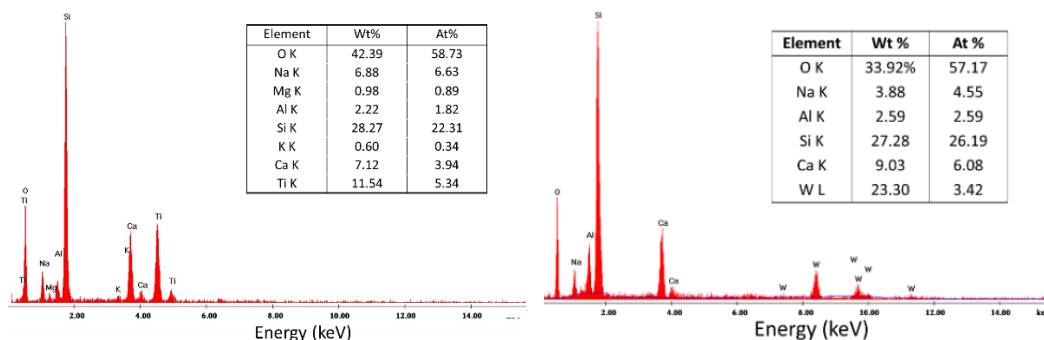


Figura 2.6. Spectrul EDAX pentru sticlă celulară activată cu TiO_2 (stânga) și WO_3 (dreapta)

Așadar, în spectrele EDAX sunt identificate Ti și W prezente ca urmare a depunerii oxizilor acestora pe sticlă celulară și elementele Na , Al , Si , Ca , Mg , K , care corespund compoziției sticlei celulare. Se poate

observa că, spre deosebire de analiza EDAX din Figura 2.6(b), în Figura 2.6(a), spectrul conține în plus Mg și K. Această diferență se poate explica prin faptul că materia primă de bază-deșeu de sticlă pentru obținerea sticlei celulare a fost procurată din mai multe surse. În imaginile SEM, se pot observa nanoparticulele de semiconductori depuse pe suprafața sticlei celulare. În unele se zone particulele de WO_3 au formă sferică dar în cea mai mare parte atât particulele de WO_3 cât și de TiO_2 prezintă formă iregulară. Imaginile SEM și spectrele EDAX au fost realizate cu microscopul electronic cu baleaj (SEM) cu sistem EDS integrat – inspect S + EDAX Genesis XM 2i (Fei Company – Olanda).

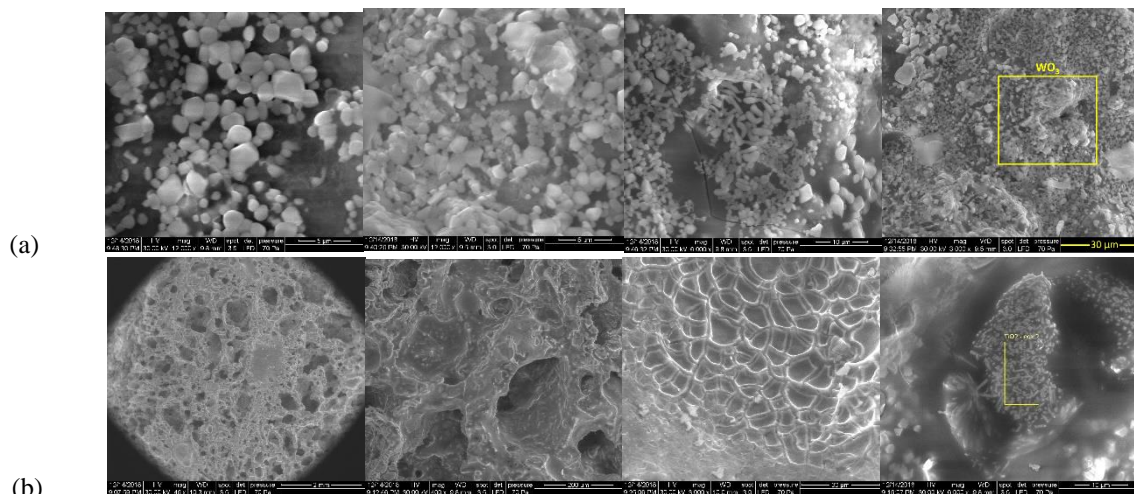


Figura 2.7. Imagini SEM pentru sticlă celulară activată cu (a) WO_3 și (b) TiO_2

Imaginile de microscopie 2D și 3D (realizate cu microscopul optic laser, confocal 3D OLS 4000 Lext Olympus) scot și mai mult în evidență textura suprafeței probelor și morfologia porilor formați. În Figura 2.8 prin asocierea imaginilor 2D cu cele 3D se confirmă depunerea particulelor de TiO_2 și WO_3 în interiorul porilor sticlei celulare

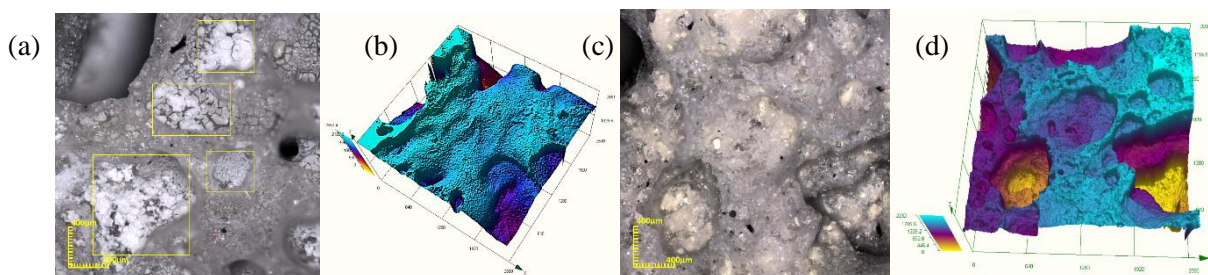


Figura 2.8. Imagini 2D - sticlă celulară cu (a) TiO_2 și cu (c) WO_3 și 3D - sticlă celulară cu (b) TiO_2 și cu (d) WO_3

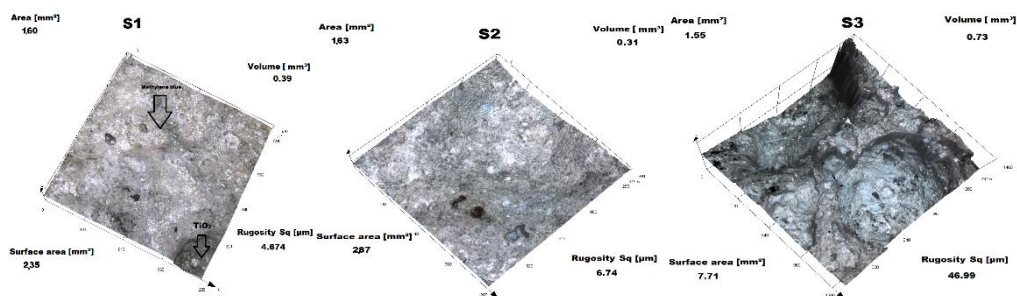


Figura 2.9. Imagini 3D pentru probele S1, S2 și S3 testate cu MB

Ca mărime utilizată pentru aprecierea texturii suprafeței, s-a calculat rugozitatea raportată la diferite suprafețe pentru trei probe de sticlă celulară activate cu TiO_2 testate în experimentele de fotodegradare cu MB (Figura 2.9). S-a constatat că pe măsură ce suprafața pentru care s-au făcut calculele a crescut, a crescut și valoarea rugozității (Sq).

2.3 Proiectul component 3 Proiectarea generatorului electric al microturbinei eoliene care va fi integrată în sistemul de tip “smart grid”

Tema de proiect: Pentru conversia energiei eoliene în energie electrică furnizată rețelei smart-grid de curent continuu s-a optat pentru utilizarea unui generator sincron cu excitație electromagnetică. Acesta va fi cuplat mecanic cu turbina eoliană cu ax vertical prin intermediul unui multiplicator de turație, având în vedere faptul că turbinele eoliene verticale au turația relativ redusă. Excitația va fi alimentată de un convertor DC-DC cu control în curent. Parametrii principali de funcționare pentru generatorul ce va fi realizat sunt: tensiunea maximă de alimentare a înfășurării de excitație de 24 Vcc; Tensiunea redresată de 360 Vcc, atât la 1000 rpm, cât și la 2000 rpm; Puterea electrică de maxim 750W. A fost studiată o gamă variată de motoare disponibile pentru a alege geometria tolelor rotorice și statorice adecvată și astfel s-a optat pentru modificarea unui motor MA-AL 90S, 1.1kW, 1410rpm, 3x400V cu 28 de creșturi rotorice și deschiderea acestora de 1 mm.

Modele numerice realizate pentru soluția propusă (Activitatea 2.3.1)

Pentru a obține $U_{cc} = 360Vcc$ rezultă:

$$\hat{U}_f = \frac{\pi}{3 \cdot \sqrt{3}} \cdot U_{cc} = 217.66 Vca \Rightarrow \hat{U}_L = \sqrt{3} \cdot \hat{U}_f = 378 Vca \Rightarrow U_L = \frac{\hat{U}_L}{\sqrt{2}} = 266.57 Vca$$

Raportând tensiunea calculată la tensiunea de linie nominală, obținem un coeficient $k=66.5\%$ și rezultă faptul că se poate extrage teoretic 66.5% din puterea inițială a mașinii. Coeficientul k se poate micșora pentru a ține cont de saturația magnetică și limitări ale înfășurării de excitație din considerente tehnice de realizare.

În ceea ce privește înfășurarea rotorică, s-a considerat o valoare a curentului $I_{ex}=1A$ și densitatea de curent $J_{ex} \approx 6.2 A/mm^2$, pe baza considerentelor ce țin de realizarea înfășurării rotorice și de posibilitatea evacuării căldurii în exces. Având în vedere faptul că bobinajul se va realiza manual, s-a considerat numărul de conductoare din creștătură $nc2=100$ ($nc2_{max}=111$).

Modele numerice realizate pentru soluția propusă (Activitatea 2.3.2)

A fost realizat un model numeric de generator sincron cu înfășurare de excitație antrenat la turația de 1000 rpm și 2000 rpm. Datele obținute sunt sintetizate în Tabelul 3.1. În Figurile 3.1 – 3.3 sunt prezentate formele de undă ale tensiunilor, curenților de fază și caracteristica externă a modelului numeric de generator sincron la turația de 2000rpm.

Tabelul 3.1 Date extrase în urma calculelor numerice la 1000rpm și 2000rpm

R_sarc [ohm]		U_L_mediu [V]		I_sarc_mediu [A]		U_redresat [Vcc]	
1000 [rpm]	2000[rpm]	1000[rpm]	2000[rpm]	1000 [rpm]	2000[rpm]	1000 [rpm]	2000[rpm]
1.00E+05	1.00E+05	227.166	452.7803	0.001312	0.002614	306.7819	611.4683
500.00	500.00	217.6963	408.3307	0.251374	0.471499	293.9933	551.4401
200.00	200.00	191.4393	275.8957	0.552638	0.796442	258.5339	372.5901
100.00	100.00	136.9817	156.706	0.790862	0.904744	184.9902	211.6275

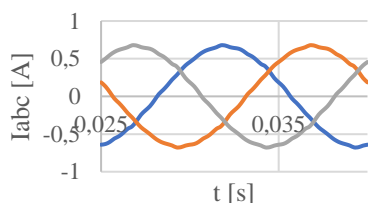


Figura 3.1

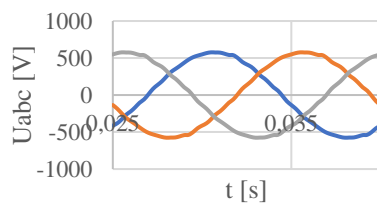


Figura 3.2

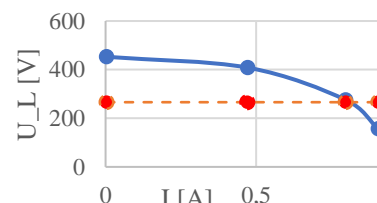


Figura 3.3

Realizarea generatorului electric sincron cu excitație electromagnetică (Activitatea 2.3.3)

Parametrii de proiectare din modelul numeric realizat au fost corelați cu dimensiunile motorului mai sus menționat și astfel a rezultat un proiect CAD realizat în Solid Works, Figura 3.4. Cu anumite modificări ale înfășurărilor și prin adăugarea unui sistem de perii și inele colectoare pentru înfășurarea de excitație a rezultat generatorul sincron cu excitație electromagnetică. În Figura 3.5 și Figura 3.6 sunt prezentate statorul generatorului rebobinat și pachetul de tole aferente rotorului preluat de pe linia de producție

înainte de turnarea coliviei pentru a putea fi bobinat. În Figura 3.7 este prezentat generatorul sincron asamblat.

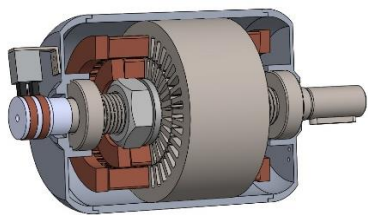


Figura 3.4



Figura 3.5



Figura 3.6



Figura 3.7

Generatorul electric realizat este pretabil microturbinelor eoliene cu ax vertical și va putea furniza energie electrică într-o plajă variată de turații, de la 1000 până la 2000 rpm cu un sistem de reglare a excitației acestuia. Astfel de sisteme de generare a energiei electrice din surse regenerabile se pot integra cu succes în microrețele de tip cartier cu distribuție a energiei în curent continuu.

Diagrama bloc de conexiuni a rețelei electrice (Activitatea 2.3.4)

Schema electrică bloc (Figura 3.8) cuprinde trei surse de energie electrică (turbină eoliană, panouri fotovoltaice și rețeaua de distribuție națională), consumatori de curent continuu pe două nivele de tensiune (24V și 350V), consumatori de curent alternativ (230V), echipamente pentru conversia tensiunii, acumulatori pentru stocarea energiei electrice și sistem de management a microgridului. Managementul fluxului energetic permite alimentarea consumatorilor (indiferent de tipul și nivelul de tensiune) din toate cele trei surse de alimentare sau din acumulatori, în funcție de disponibilitatea acestora.

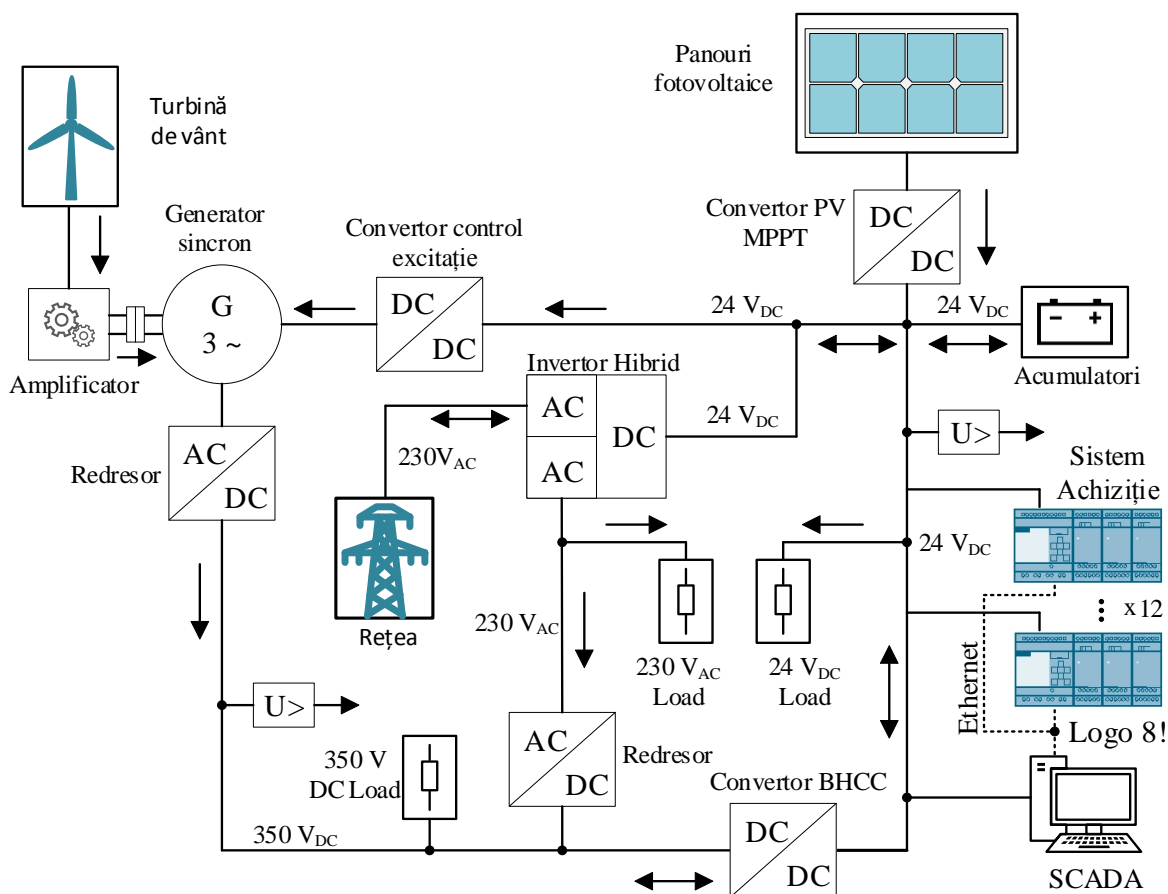


Figura 3.8. Schema electrică bloc a microgridului

Parametrii de dimensionare

Convertorul propus (BHCC), prezentat în Figura 3.9, pentru interfațarea celor două rețele de curent continuu din rețeaua microgrid, de 24Vcc respectiv de 350Vcc, este unul bidirecțional cu structură hibridă ce utilizează celule de capacități comutate, obținând astfel un raport de conversie mai mare decât cel al topologiilor clasice. Pe lângă raportul mare de conversie acesta are și avantajul unui gabarit redus al componentelor active și pasive și masă comună între intrare și ieșire, aspect care este decisiv în alegerea topologiei pentru această aplicație. Formele de undă teoretice ale BHCC sunt prezentate în Figura 3.10.

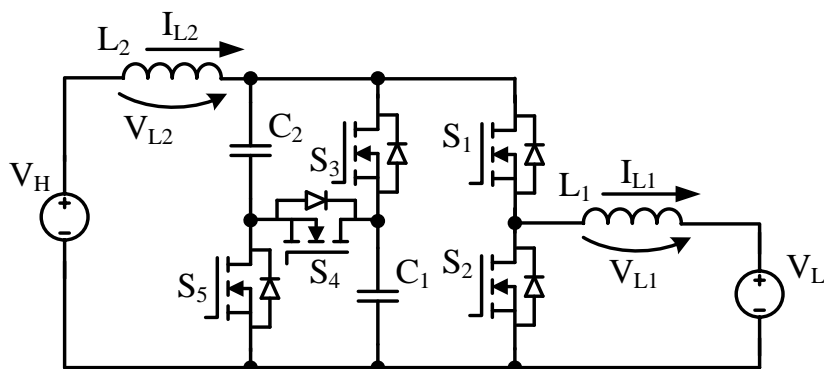


Figura 3.9. Schema convertorului BHCC

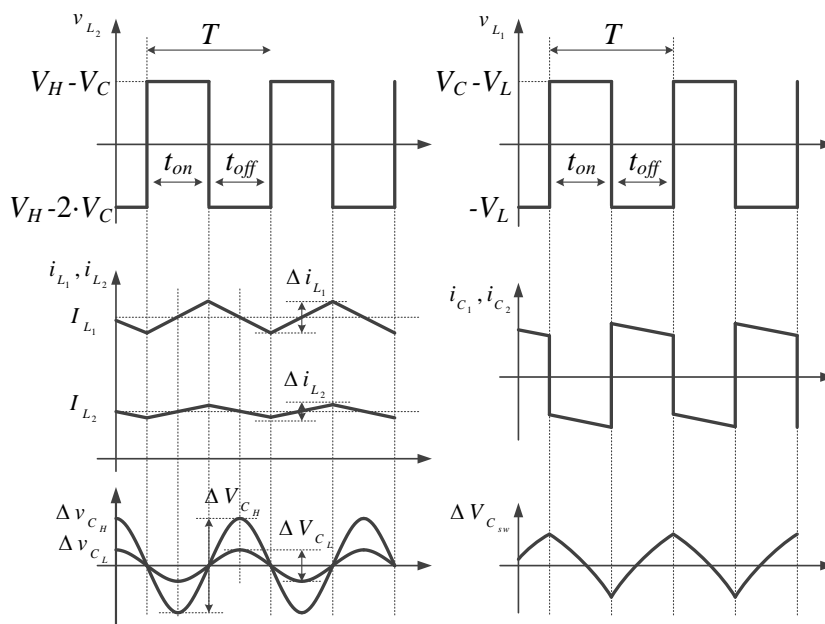


Figura 3.10. Forme de undă teoretice

Dimensionarea BHCC

Pentru dimensionarea convertorului s-au folosit datele de calcul din Tabelul 3.2, care includ tensiunile de la cele două ieșiri (V_H , V_L), curentul de la ieșirea de tensiune mică (I_L), riplul maxim acceptat pentru curenții din bobine (Δi_{Lp}), riplul maxim acceptat pentru tensiunile de pe condensatoare (Δv_{Cp}) și frecvență de comutație (f_{sw}). În urma calculului de dimensionare au fost alese componentele principale ale BHCC: cele două bobine, (L_1 , L_2), condensatorul din celula de comutație (C_{sw}), cele două condensatoare de la ieșiri (C_L , C_H) și cele cinci dispozitivele semiconductoare ($S_1 - S_5$).

Tabelul 3.2 Date de dimensionare ale convertorului BHCC

Date de dimensionare			Rezultate ale dimensionării			
Element	Valoare	U.M.	Element	Valoare	U.M.	Cod Componentă
V_H	400	V	L_1	100	μH	2xDEHF-42/0,047/50
V_L	125	V	L_2	470	μH	DEHF-42/0,47/16
I_L	40	A	C_{sw}	3000	μF	3x598-80LQ102M315A452
Δi_{Lp}	25	%	C_L	1320	μF	4x598-SLP331M160A1P3
Δv_{Cp}	2	%	C_H	300	μF	3 x 598-SLPX101M400A3P3
f_{sw}	100	kHz	$S_1 - S_5$	-	-	5XTP65H035WSQA

Proiectarea cablajelor imprimate ale BHCC

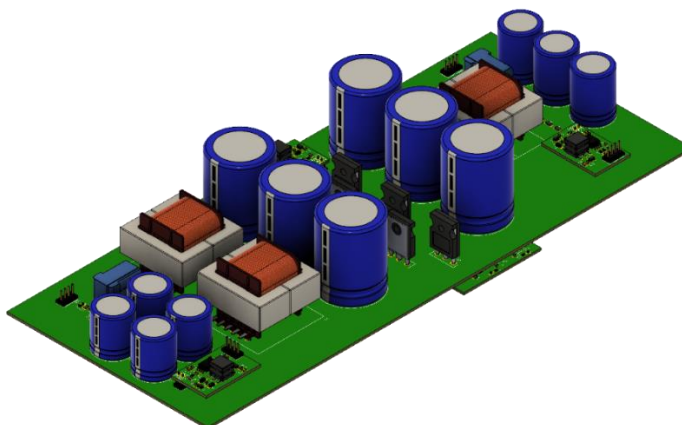


Figura 3.11. Prototipul BHCC

Convertorul BHCC este împărțit în mai multe module componente: placa principală de curenți mari (Figura 3.11), cinci module de comandă pentru tranzistoare (Figura 3.12 -a) și trei module de măsurare a tensiunilor (Figura 3.12 -b), două pentru tensiunile de ieșire și una pentru tensiunea pe unul din condensatoarele comutate. Pentru proiectare s-a luat în considerare minimizarea traseelor de comutație, între tranzistoare și condensatoarele electrolitice, pentru reducerea vârfurilor de tensiune de pe tranzistoare. Pe circuitul de forță au fost inserați senzori de măsurare a curenților pentru a se putea controla curenții prin cele două inductivități.

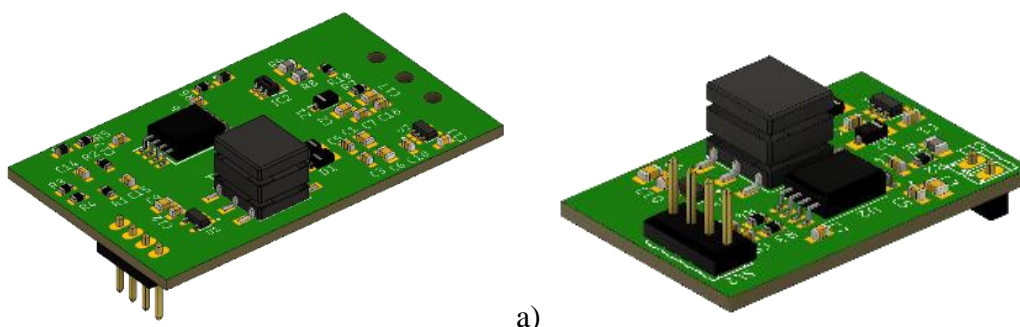


Figura 3.12. (a) Modul de comandă pentru un tranzistor; (b) Modul de măsurare a tensiunii

Adaptarea consumatorilor casnici pentru alimentarea în curent continuu (Activitatea 2.3.5)

Proiectarea cablajelor imprimate ale BHCC

În cadrul acestei etape de cercetare s-a realizat reproiectarea sistemelor de alimentare în curent continuu pentru trei consumatori de uz casnic proiectați inițial pentru funcționare în curent alternativ: un aparat de aer condiționat, o plită de inducție și o combină frigorifică.

În majoritatea cazurilor consumatorilor casnici, utilizarea punților redresoare, cu sau fără factor de putere unitar, pentru producerea curentului continuu este des întâlnită. În cazul unei rețele de curent continuu acestea pot fi eliminate obținând avantajele unor costuri reduse și perturbații reduse ale rețelei.

Funcționarea unui aparat de aer condiționat alimentat în curent continuu

Un aparat de aer condiționat (Figura 3.13) în componența căruia a fost identificat în mod special și un convertor de corectare a factorului de putere (PFC) a fost considerat. Pentru alimentarea acestui aparat în curent continuu a fost necesară anularea convertorului de PFC și asigurarea polarizării corespunzătoare a circuitelor de comunicații dintre cele două unități.

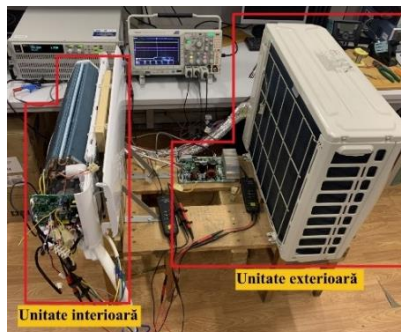


Figura 3.13. Stand de test pentru un aparat de aer condiționat

Funcționarea unei plite de inducție alimentată în curent continuu

Adaptarea acesteia (Figura 3.14) a presupus utilizarea unui circuit suplimentar care să emuleze trecerea tensiunii alternative prin zero. Circuitul respectiv generează un semnal PWM la frecvența de 100 [Hz] cu un factor de umplere de 95%.



Figura 3.14. Stand de test pentru plita de inducție

Funcționarea unei combine frigorifice alimentată în curent continuu

Pe baza unei analize în detaliu a structurii electronice utilizate pentru combina frigorifică (Figura 3.15) s-a concluzionat că aceasta poate funcționa fără probleme în curent continuu fără reproiectări suplimentare, singura modificare adusă fiind limitarea curentului prin rezistențele de decongelare.



Figura 3.14. Stand de test pentru combina frigorifică

2.4 Proiectul component 4 - Fațade inteligente în contextul schimbărilor climatice

Denumire etapă: Realizarea modului EXPERIMENTARIUM

În etapa I/2018 a fost realizat proiectul structurii metalice ușoare demontabile (laboratorul experimental) ce va fi amplasată în Timișoara. Construcția se încadrează în categoria de importanță "D", și clasa de importanță "IV". Conform Normativului P100-1/2013, amplasamentul se încadrează în zona seismică cu $a_g=0,20g$ și $T_c=0,7s$.

Realizarea modului experimental (Activitatea 2.4.1)

Realizarea structurii de rezistență

Conform calculelor realizate în Etapa I a proiectului, a fost realizat proiectul de execuție al modului experimental (Figura 4.1). De asemenea, a fost contractată o companie care a realizat elementele structurale. În momentul actual elementele structurale sunt la situl de amplasare (Figura 4.2), urmând ca acestea să fie montate odată cu obținerea autorizației de construire, acordată de către Primăria Timișoara.

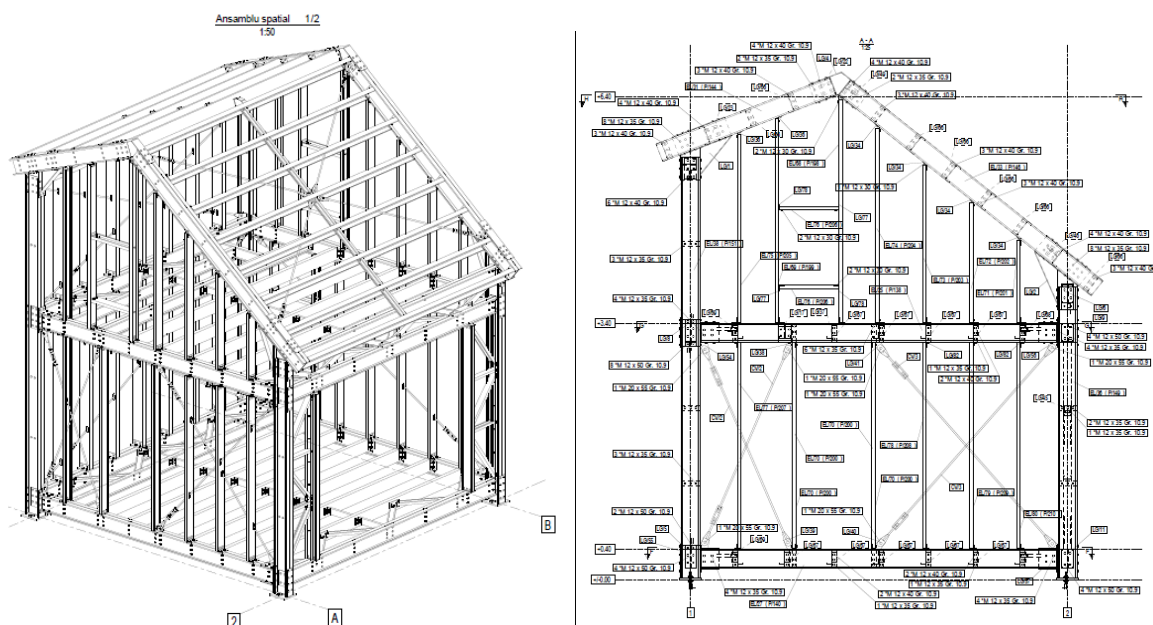


Figura 4.1. Proiectul de execuție al structurii: plan 3D și plan de asamblare perete (exemplu)



Figura 4.2. Recepționarea elementelor structurale pe șantier

Obținerea avizelor de construire

În decursul anului 2019 echipa de cercetare a obținut din partea Primăriei Timișoara Certificatul de Urbanism. Conform acestui act, pentru obținerea autorizației de construire a fost necesară obținerea unor avize de la diferite entități publice. În momentul de față, aceste avize au fost obținute, iar echipa de cercetare și cea de montaj sunt în așteptarea autorizației de construire.

Proiectarea sistemelor de fațadă (Activitatea 2.4.2)

Obiectivul principal al acestui raport constă în prezentarea activităților efectuate pe parcursul acestui an în cadrul proiectului “Clădiri inteligente adaptabile la efectele schimbărilor climatice” (CIA_CLIM) - 30PCCDI/2018. Principalele activități întreprinse privind implementarea proiectului în perioada ianuarie – decembrie 2019 pot fi grupate după cum urmează:

- studiu bibliografic privind colectoarele solare și implementarea acestora în cadrul unor soluții de fațade inteligente;
- studii experimentale privind colectoarele solare în condiții reale;
- studii numerice privind optimizarea funcționării colectoarelor solare.

Studiu experimental colectoare solare vitrate în condiții reale de funcționare

În Figura 4.3 se prezintă standul experimental realizat pentru testarea în condiții reale a unui colector solar vitrat.

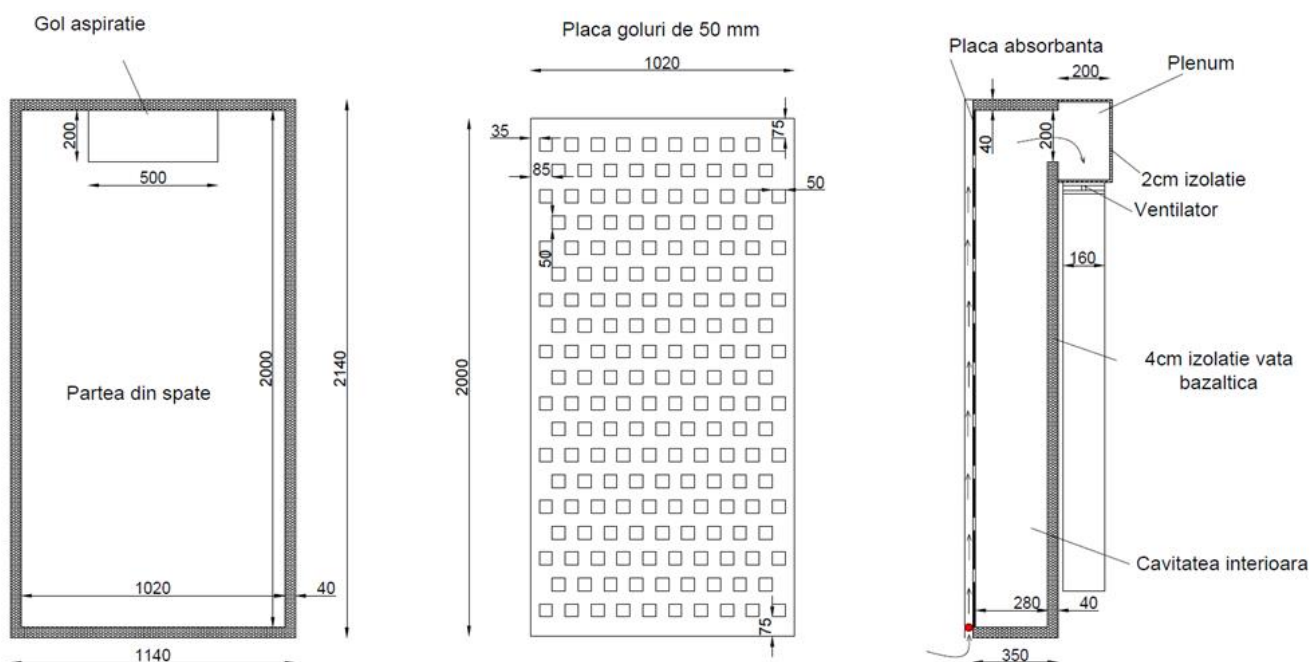


Figura 4.3. Stand experimental colector solar vitrat

Principalele elemente componente ale acestui stand experimental sunt: suprafață vitrată, placă absorbantă, cavitate interioară (unde se vor plasa și PCM-urile ulterior), plenum, ventilator și conducte de aer. De asemenea, în Figura 4.4 se prezintă diferite imagini de la construcția standului experimental, precum și montajul final al acestuia.

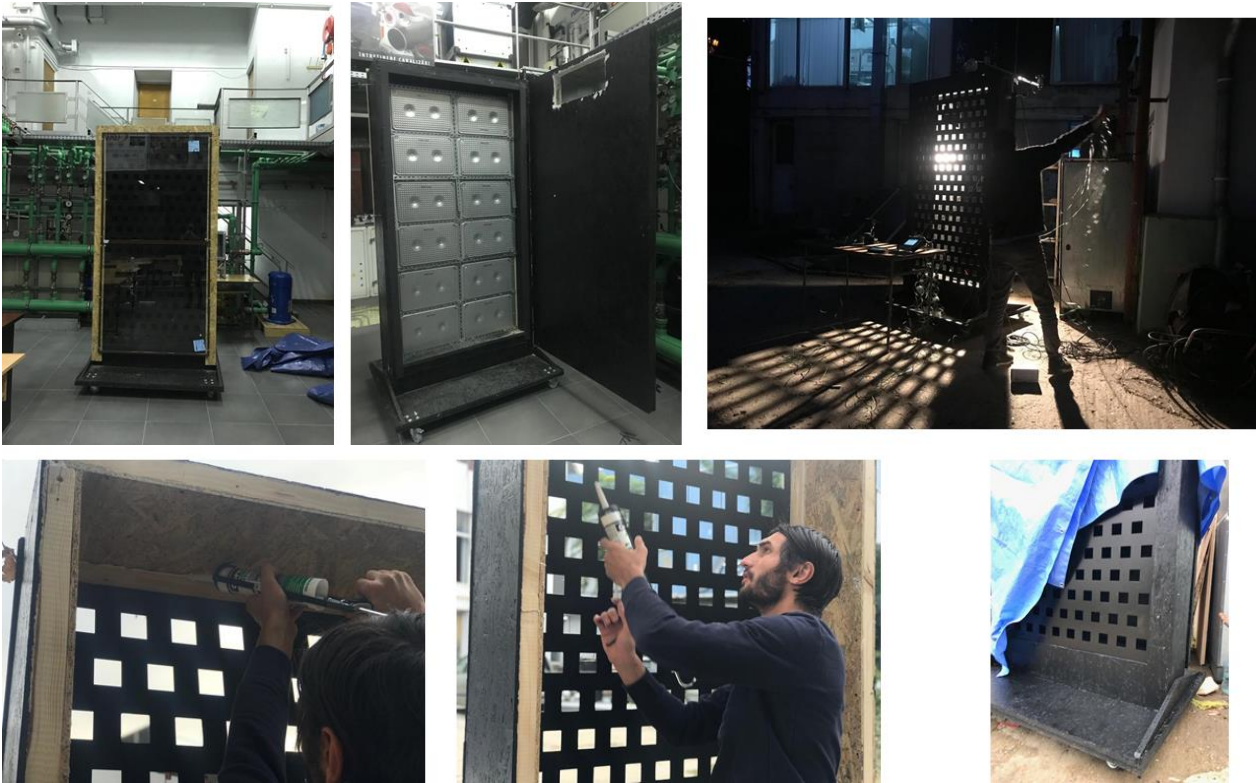


Figura 4.4. Construcția și montajul standului experimental pentru testarea unui colector solar vitrat

În Figura 4.5 se prezintă metrologia implementată pe standul experimental (poziția sondelor de temperatură – termocuple). Studiul experimental s-a realizat pentru secvențe de 4-5 zile consecutive, fiecare perioadă de timp pentru configurații diferite în ceea ce privește distanța suprafață vitrată – placă absorbantă. De asemenea, pentru fiecare configurație s-a analizat influența modificării debitului de aer asupra performanțelor captatorului solar.

Campaniile experimentale s-au derulat pe 5-6 ore/zi. Din acest interval s-au extras valorile măsurate pentru o perioadă de o oră în care fluctuațiile de radiație solară au fost cele mai reduse. În tabelele următoare se prezintă valorile măsurate pentru o distanță de 3 cm suprafață vitrată – placă absorbantă (Tabelul 4.1), respectiv o distanță de 5 cm suprafață vitrată – placă absorbantă (Tabelul 4.2).

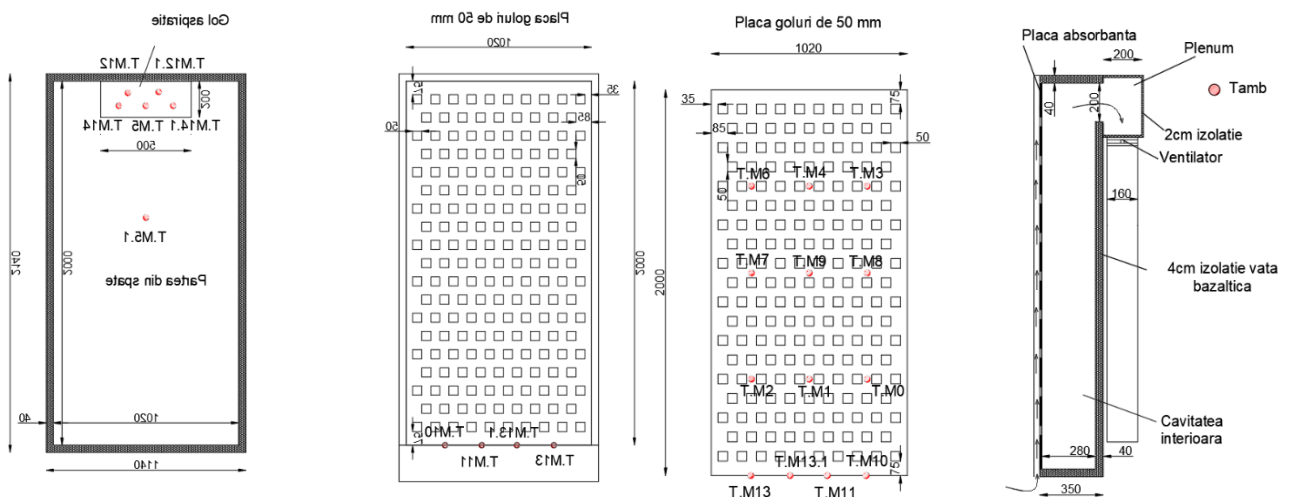


Figura 4.5. Amplasare sonde de temperatură pe standul experimental

Tabelul 4.1. Valori măsurate pentru distanță de 3 cm suprafață vitrată – placă absorbantă

Perioada 13:10-14:10	Temperatura 11.10.2019 158 m ³ /h	Temperatura 12.10.2019 203 m ³ /h	Temperatura 13.10.2019 250 m ³ /h	Temperatura 14.10.2019 296 m ³ /h	Temperatura 15.10.2019 354 m ³ /h	Temperatura 16.10.2019 397 m ³ /h
SUS Gradient mediu temp	64,30	56,60	52,72	49,04	41,79	39,57
Mijloc Gradient mediu temp	55,48	54,35	54,37	48,96	41,48	39,60
Jos Gradient mediu temp	53,76	53,00	52,72	48,03	41,14	39,39
Temperatura medie placa	57,8	54,6	53,3	48,7	41,5	39,5
Input	25,2	26,8	28,0	25,9	19,7	19,9
Output	43,3	40,7	41,4	38,6	30,9	30,0
Diferenta Output-Input	18,1	13,9	13,4	12,6	11,2	10,2
Temp. ext. medie	26,5	25,2	28,1	28,4	21,5	21,8
Radiatia medie	770,7	785,8	758,9	719,4	771,0	755,7
Viteza medie a vantului	0,32	0,46	0,35	0,17	0,13	0,15

Tabel 4.2. Valori măsurate pentru distanță de 5 cm suprafață vitrată – placă absorbantă

Perioada 13:10-14:10	Temperatura 18.10.2019 154 m ³ /h	Temperatura 19.10.2019 205 m ³ /h	Temperatura 20.10.2019 254 m ³ /h	Temperatura 21.10.2019 302 m ³ /h	Temperatura 23.10.2019 350 m ³ /h
SUS Gradient mediu temp	59,03	52,92	47,00	45,02	38,85
Mijloc Gradient mediu temp	51,58	47,47	43,92	43,28	39,66
Jos Gradient mediu temp	47,59	46,35	43,90	43,25	39,33
Temperatura medie placa	52,7	48,9	44,9	43,9	39,3
Input	25,4	26,1	23,1	24,2	24,2
Output	38,6	35,7	32,7	32,3	29,5
Diferenta Output-Input	13,2	9,6	9,6	8,1	5,4
Temp. ext. medie	22,6	25,1	23,7	28,4	22,8
Radiatia medie	681,9	659,7	685,6	684,5	617,8
Viteza medie a vantului	0,32	0,46	0,35	0,17	0,13

Studiu numeric colectoare solare vitrate

Studiile numerice au cuprins elaborarea unui model numeric pentru un captator solar vitrat și efectuarea de simulări numerice pe baza acestuia. Studiul numeric s-a realizat în cadrul unui stagiu de cercetare al Tournois Quentin, de la INSA Lyon, Franța. Modelul numeric a fost dezvoltat utilizând softul Ansys Fluent, pe baza tehnicii de tip CFD (Computational Fluid Dynamics), ceea ce a permis studiul tuturor fenomenelor fizice ce intervin la nivel de transfer de căldură în cadrul captatorului solar. Principalele caracteristici ale acestui model CFD sunt prezentate în Tabelul 4.3.

Tabel 4.3. Model numeric CFD pentru captatorul solar

<i>Ipoteză / componentă</i>	<i>Descriere</i>
Curgere	3D, regim staționar, neizotermă, turbulentă
Discretizare domeniu de calcul	Volume finite, rețea de discretizare nestructurată (tetraedre), studiu de sensibilitate raportat la optimizare discretizare
Model de turbulență	k-ε realizabil
Model strat limită	“enhanced wall treatment” (k- ε realizabil)
Model de radiație	S2S
Rezolvare numerică	scheme de tip “second-order upwind”; algoritm SIMPLE pentru cuplare viteză-presiune; multigrad de tip algebric pentru accelerare convergență

Geometria utilizată pentru modelul numeric (Figura 4.6) a fost cea a standului experimental prezentat anterior. Pe baza modelului numeric construit astfel s-a realizat un studiu parametric al captatorului solar vitrat, preluând la nivel de condiții la limită valorile înregistrate în cadrul studiului experimental. Acest studiu parametric a permis optimizarea construcției captatorului solar experimental prezentat în secțiune precedentă, precum și analizarea detaliată a funcționării acestuia în diferite condiții de lucru.

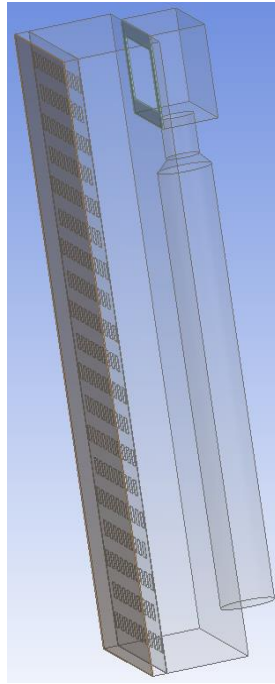


Figura 4.6. Geometrie 3D model numeric captator solar vitrat

Se prezintă în continuare principalele rezultate obținute în urma acestui studiu numeric parametric. În ceea ce privește debitul de aer (Figura 4.7), rezultatele au arătat ca creșterea fluxului de aer ne permite sa extragem mai multa energie din colector, dar cu o temperatura mai scăzută. Concluzia este că, fără a ține cont de consumul de energie necesar pentru acționarea ventilatorului, cu cât debitul este mai mare, cu atât eficiența colectorului crește. Pe de altă parte, s-a constatat că grosimea lamei de aer dintre suprafața vitrată și placa absorbantă are o influență majoră asupra eficienței captatorului solar. Rezultatele obținute arată în acest sens că distanța optimă suprafața vitrată – placă absorbantă este de 3 cm (Figura 4.8).

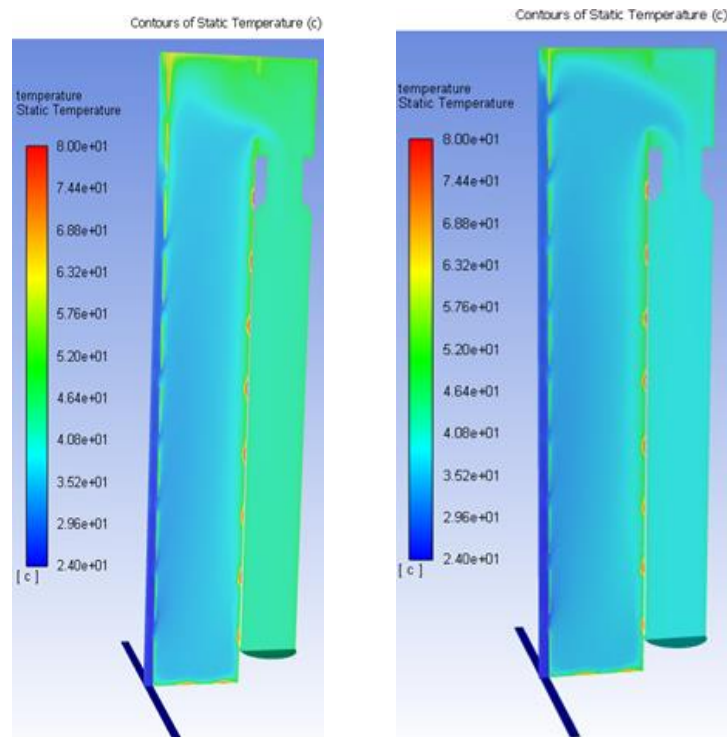


Figura 4.7. Profil de temperatura pe o secțiune laterală pentru un debit de 158 m³/h, respectiv 203 m³/h

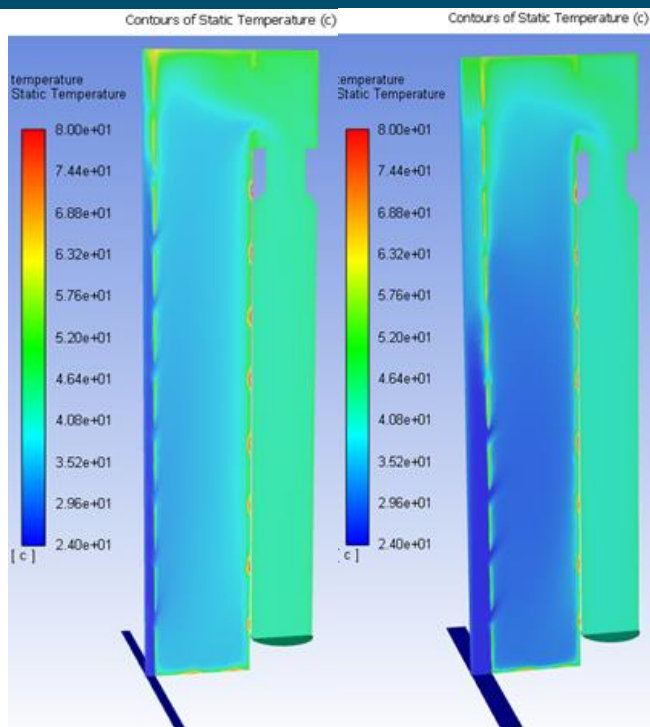


Figura 4.8. Profil de temperatura pentru un spațiu de aer de 3 cm și 7 cm

În concluzie, studiile au permis degajarea unor concluzii în ceea ce privește construcția și funcționarea cât mai eficientă a captatoarelor solare vitrate cu placă absorbantă perforată, în vederea integrării acestora în fațadele clădirilor. În momentul de față, pe baza rezultatelor obținute (atât experimentale cât și numerice) se poate recomanda construcția unui prototip de captator solar vitrat cu placă absorbantă perforată (determinându-se practic principalii parametri) ce poate fi testat în condiții reale de funcționare prin integrarea acestuia în fațadele clădirilor.

Configurația propusă în urma acestor studii va fi reluată în cadrul activităților prevăzute în continuare în cadrul proiectului, urmărindu-se integrarea materialelor cu schimbare de fază în construcția captatorului solar pentru creșterea performanțelor acestuia.

Încercări experimentale pe fundații rapide (Activitatea 2.4.2)

Determinarea caracteristicilor geotehnice ale terenului din amplasament

Caracterizarea pământului din strat conform SR EN ISO 14688-1 și SR EN ISO 14688-2	Coloana Stratificației	Adâncimea forată, grosimea stratului		Proba		Pânze de apă și umiditatea pământului	Granulozitate						γ kN/mc	e	n	w	w _L	w _p	I _p	I _c	I _D	M ₂₋₃	Φ	c	R _{pe}														
		adâncimea	grosimea	nr. probei	adâncimea		Pietri mare 20...70 mm	Pietri mic 2...20 mm	Nisip 0,05...2 mm	Pruf 0,005...0,05	Argilă < 0,005 mm	Circulația volumică														Indicele porilor	Porozitatea	Umiditatea naturală	Lămina superioară de plasticitate	Lămina inferioară de plasticitate	Indicele de plasticitate	Indicele de consistență	Graf de Indesare	Modul volumic	Unghi de frecare int.	Coezunea specifică	Rezistența la penetrare con		
																																						borcan	ștuț
Sol vegetal		-0.30	0.30																																				
Argilă prăfoasă, maronie, tare		-0.70	0.40	1N	-0.50																																		
Argilă prăfoasă nisipoasă, maronie, plastic vârtoasă				2N	-1.20																																		
Argilă prăfoasă nisipoasă, neagră, plastic vârtoasă		-1.40	0.70																																				
				3N	-2.00																																		
		-4.00	2.60																																				

Figura 4.9. Fișă foraj geotehnic

Terenul de fundare din amplasament a fost investigat prin realizarea unui foraj geotehnic, precum și prin efectuarea unor încercări de laborator pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului de fundare. Forajul geotehnic s-a executat până la adâncimea de -4,00 m (Figura 4.9). Au fost astfel identificate un număr de trei straturi de pământ cu caracteristici fizico-mecanice diferite.

În suprafață, după stratul de sol vegetal a fost identificat un strat de argilă prăfoasă, maronie, tare, între cotele de -0,30 m și -0,70 m. Între cota de -0,70 m și -1,40 m a fost interceptat un strat de argilă prăfoasă nisipoasă, maronie, plastic vârtoasă. De la cota de -1,40 m în jos terenul de fundare este alcătuit din argilă prăfoasă nisipoasă, neagră, plastic vârtoasă.

În fișa de foraj prezentată în figura 1 sunt prezentate rezultatele încercărilor de laborator, respectiv valorile caracteristicilor fizico-mecanice ale straturilor de pământ care alcătuiesc terenul de fundare.

Încercarea de încărcare statică cu placa

Pentru determinarea modului de deformație a terenului din amplasament, modul care poate fi corelat cu capacitatea portantă a terenului din amplasament, a fost efectuată și o încercare de încărcare cu placa statică în amplasament. Încărcarea plăcii statice a fost realizată cu ajutorul unei prese hidraulice cu capacitate de 450 kN (Figura 4.10 a). Ca lest au fost folosite elemente prefabricate din beton și elemente metalice (Figura 4.10b).



Figura 4.10. Presă hidraulică pentru aplicarea încărcării statice a); Lest pentru executarea încercării de încărcare static b)

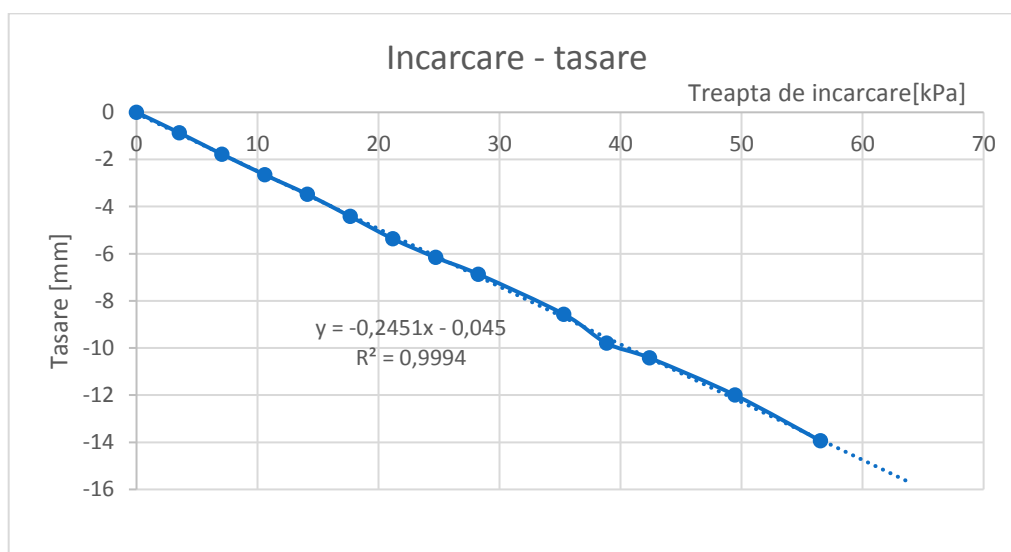


Figura 4.11. Graficul de încărcare-tasare al plăcii încărcată static

Încărcarea statică s-a aplicat în trepte, asigurându-se presiuni pe teren de 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa, 200 kPa, 250 kPa, 300 kPa, 350 kPa, 400 kPa, 450 kPa, 500 kPa, 550 kPa și 600 kPa. Treptele de încărcare au fost menținute până la stabilizarea tasărilor sub fiecare treaptă de încărcare, timpul necesar pentru stabilizarea tasării fiind în medie de circa 4 ore. Graficul de încărcare-tasare al plăcii încărcată static este prezentat în Figura 4.11.

Încercări experimentale pe fundații de tip trunchi de piramidă

Soluția de fundare propusă constă în realizarea unei fundații de tip trunchi de piramidă cu dimensiunile prezentate în Figura 4.12, similare cu cele utilizate pentru structura metalică a modului Experimentarium.

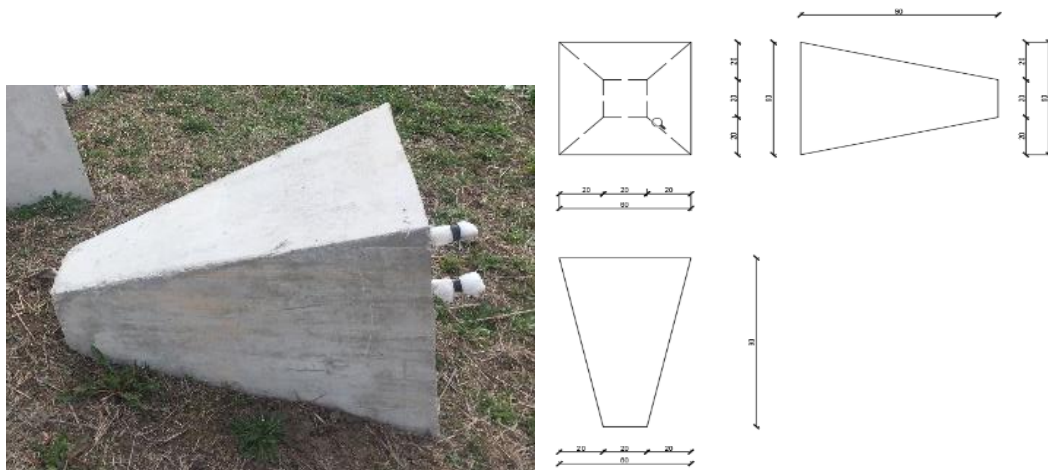


Figura 4.12. Fundație de tip trunchi de piramidă

Au fost încercate prin încărcare statică în trepte două fundații de tip trunchi de piramidă. Sistemul de încărcare, respectiv de lestarsă a fundației a fost ca și cel utilizat pentru efectuarea încercării de încărcare statică cu placa. Încercarea de încărcare, respectiv monitorizarea parametrilor încercării a fost efectuată cu un sistem computerizat prezentat în Figura 4.13. În urma aplicării încărcării statice pe două fundații de tip trunchi de piramidă s-au obținut următoarele diagrame de încărcare-tasare (Figura 4.14 a respectiv Figura 4.14.b).



Figura 4.13. Ansamblu încărcare și monitorizare încercare

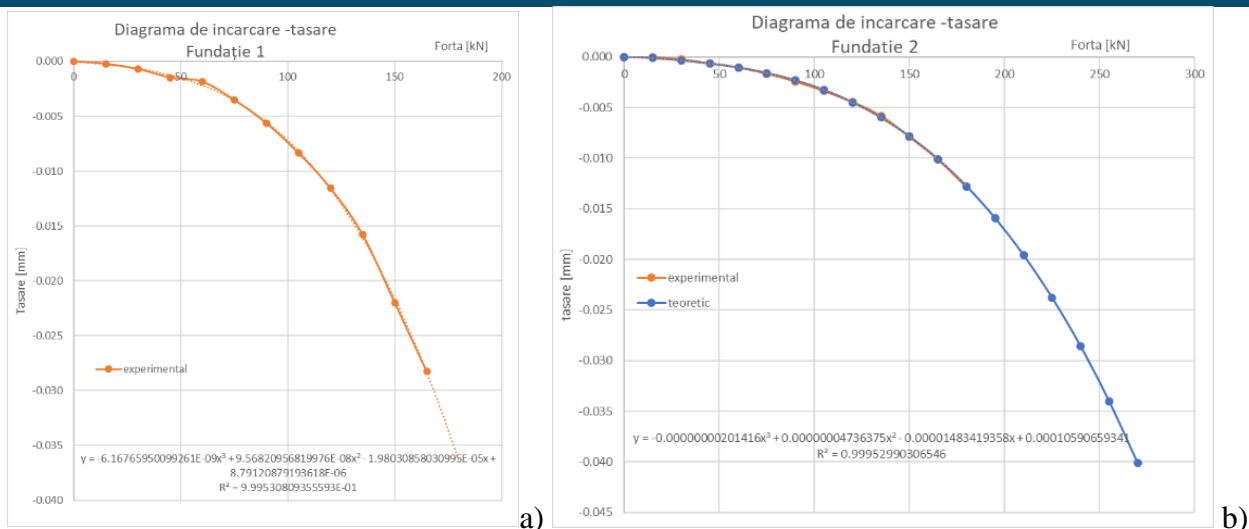


Figura 4.14. Diagrama de încărcare-tasare Fundația F1 – a); Fundația F2 – b)

Simulări numerice

Pentru o analiză a stării de eforturi, respectiv de deformații în teren în zona înconjurătoare fundației tip trunchi de piramidă a fost efectuată o analiză numerică de tip element finit, utilizându-se programul de calcul MIDAS GTX. În Figura 4.15 a este prezentat modelul de tip element finit care este implementat în spațiul 3D care modelează terenul de fundare din amplasament (Figura 4.15 b).

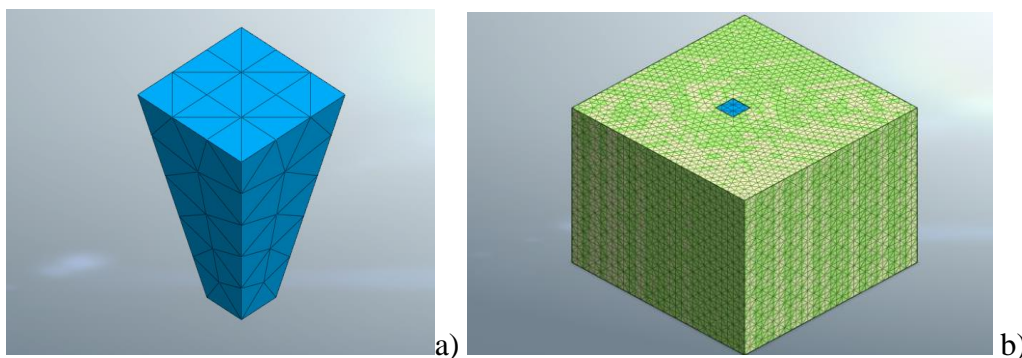


Figura 4.15. Modelul fundației de tip trunchi de piramidă modelat prin MEF – a); Modelul în MEF a terenului de fundare, incluzând și fundația tip trunchi de piramidă – b)

Programul de calcul MIDAS GTX pune la dispoziția utilizatorilor diagrame reprezentând atât starea complexă de tensiune, precum și deformațiile modelului în reprezentarea 2D, precum și în 3D. În Figura 4.16 este prezentată starea de deformație a structurii modelate, respectiv tasarea pe verticală și deplasările pe orizontală ale terenului din jurul fundației de tip trunchi de piramidă. Se poate obține și o reprezentare prin diagrame de eforturi sau de deplasări.

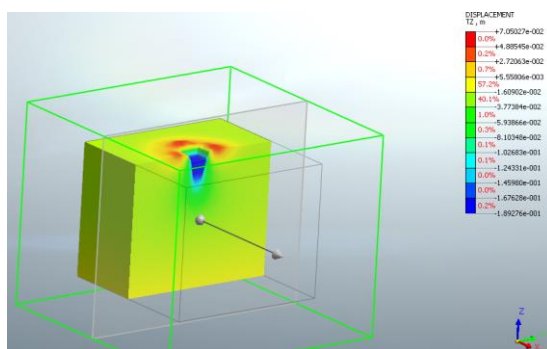


Figura 4.16. Starea de deformație a structurii reprezentată în 3D

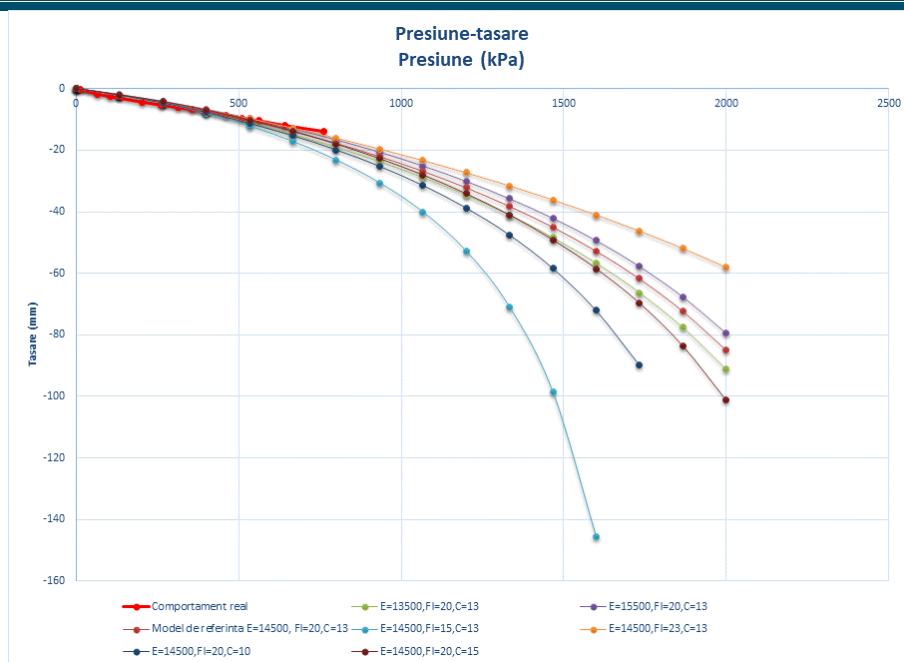


Figura 4.17. Studiu parametric, realizat pe variația diferitelor caracteristici geotehnice ale terenului de fundare (rezultate obținute cu programul MIDAS)

Analiza rezultatelor obținute prin modelarea folosind MEF este în curs de realizare (Figura 4.17), având în vedere faptul că variația parametrilor geotehnici ai terenului din amplasament se va urmări corelarea rezultatelor teoretice obținute prin MEF cu rezultatele experimentale obținute prin încercările de teren efectuate în amplasament.

3. Prezentarea structurii ofertei de servicii de cercetare și tehnologice cu indicarea link-ului din platforma Erris

Institutul de energii regenerabile (ICER) permite dezvoltarea de noi domenii de cercetare în utilizarea și optimizarea utilizării energiilor regenerabile în conformitate cu tendințele din cercetarea internațională și cu cerințele economiei românești și europene și crearea unui cadru propice diseminării de noi cunoștințe în rândul societății. ICER permite realizarea unei game largi de servicii de cercetare prezentată pe pagina <https://erris.gov.ro/ICER-Research-Institute>, bazată pe o serie de echipamente de ultimă generație.

4. Locuri de muncă susținute prin program, inclusiv resursa umană nou angajată

În anul 2019 în cadrul Proiectului 30PCCDI / 2018 CLĂDIRI INTELIGENTE ADAPTABILE LA EFECTELE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE CIA_CLIM au fost active 51 de posturi, în conformitate cu lista de personal depusă la semnarea proiectului și a documentelor adiționale. Structura personalului salariat (totală respectiv pe instituțiile partenere) este dată în tabelele de mai jos.

Nr. crt.	Structura salariaților care au participat la realizarea etapei de execuție nr. 2 / 2019	Numărul
1	Numărul cercetătorilor	36
2	Numărul cercetătorilor postdoctorali	0
3	Numărul doctoranzilor	5
4	Numărul tehnicienilor	0
5	Numărul cercetătorilor Noi	9
6	Numărul cercetătorilor postdoctorali Noi	1
7	Numărul doctoranzilor Noi	0

Centralizator cheltuieli de personal pe Parteneri			
Partener	Sume Credite Bugetare	Total Sume Salarii	Număr persoane implicate / etapa
Coordonator proiect complex (CO) - UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	433.959,00	440.094,00	29
Partener 1 proiect complex (P1) - UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI	139.001,00	149.819,00	7
Partener 2 proiect complex (P2) - UNIVERSITATEA TEHNICA DIN CLUJ - NAPOCA	147.439,00	148.861,00	6
Partener 3 proiect complex (P3) - INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICA ICPE - CA BUCURESTI	68.334,49	74.187,49	4
Partener 4 proiect complex (P4) - INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU ELECTROCHIMIE SI MATERIE CONDENSATA - INCENM TIMIȘOARA	101.200,00	107.703,00	5
Totaluri	889.933,49	920.664,49	51

5. Prezentarea valorificării/ îmbunătățirii competențelor / resurselor existente la nivelul consorțiului

Prin natura activităților proiectului, în momentul de față nu a fost necesară utilizarea cecurilor, acestea urmând a fi utilizate în cursul anului 2020.

Lista cu lucrări publicate de către membrii consorțiului:

1. Lucia-Andreea El-Leathey, *Assessment of the Main Requirements and Characteristics Related to the Implementation of a Residential DC Microgrid*, IntechOpen, 2019, ISBN: 978-1-78984-061, Book chapter.
2. Maria Mihăilescu, Adina Negrea, Mihaela Ciopec, Corneliu Davidescu, Petru Negrea, Narcis Duteanu, Gerlinde Rusu, *Gold (III) adsorption from dilute waste solutions onto Amberlite XAD7 resin modified with L-glutamic acid*, Nature, 2019, ISSN: 0028-0836, Published Article.
3. Kováčik Jaroslav, Liviu Marșavina, Emanoil Linul, *Poisson's Ratio of Closed-Cell Aluminium Foams*, Materials, 2018, Vol. 11, Fascicola 10, ISSN: 1996-1944, Published Article.
4. Emanoil Linul, Liviu Marșavina, Andrei-Petrica Linul, Jaroslav Kovacik, *Cryogenic and high temperature compressive properties of Metal Foam Matrix Composites*, Composite Structures, 2019, Vol. 209, Fascicola 490-498, ISSN: 0263-8223, Published Article.
5. Emanoil Linul, Liviu Marșavina, Cristina Valean, Radu Banica, *Static and dynamic mode I fracture toughness of rigid PUR foams under room and cryogenic temperatures*, Engineering Fracture Mechanics, 2018, ISSN: 0013-7944, Published Article.
6. Emanoil Linul, Liviu Marșavina, Mircea Georgescu, *The Anisotropy Effect of Closed-Cell Polyisocyanurate (PIR) Rigid Foam under Quasi-Static Compression Loads*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, ISSN: 0921-5093, Published Article.
7. Dan Ioan Stoia, Emanoil Linul, Liviu Marșavina, *Influence of Manufacturing Parameters on Mechanical Properties of Porous Materials by Selective Laser Sintering*, Materials, 2019, Vol. 12, Fascicola 6, ISSN: 0889-325X, Published Article.
8. Cristiana Verona Croitoru, Andrei Stelian Bejan, Florin Ioan Bode, *Preliminary numerical studies conducted for the numerical model of a real transpired solar collector with integrated phase changing materials*, E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 111, ISSN: 2267-1242, Published Article.
9. Larisa Meliță, Cristiana Verona Croitoru, *Aerogel, a high performance material for thermal insulation-A brief overview of the building applications*, E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 111, ISSN: 2267-1242, Published Article.
10. Adrian Liviu Ciutina, Raluca Ioana Buzatu, Daniel-Mihai Muntean, Daniel-Viorel Ungureanu, *Heat transfer vs environmental impact of modern façade systems*, E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 111, ISSN: 2267-1242, Published Article.
11. Mircea Georgescu, Daniel-Viorel Ungureanu, Aurelian Gruin, Andra Floricel, *Building Cladding using Liner Trays: Experimental and Numerical Approach*, 4th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS 2019, Prague, Czech Republik, 17-21 June 2019, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 603, ISSN:1757-8981, Article.
12. Adrian Liviu Ciutina, Raluca Ioana Buzatu, Daniel-Mihai Muntean, Daniel-Viorel Ungureanu, *Sisteme moderne de fațade metalice: analize termice și de impact asupra mediului*, A XVI-a Conferință Națională de Construcții Metalice, 13-14 iunie 2019, Timișoara, România, Article.
13. Mircea Georgescu, Daniel-Viorel Ungureanu, Liviu Marșavina, Andra Floricel, Aurelian Gruin, *Composite Roofing of PIR Sandwich Panels: Numerical and Experimental Approach*, 3rd World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS 2018, Prague, Czech Republik, 18-22 June 2018, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 471, ISSN:1757-8981, Article.

14. Rareș Andrei Chihaia, *Renewable energy harnessing using innovative systems for a clean environment*, US Frontiers of Engineering Symposium 2019, Stockholm, Sweden, 18-20 November 2019, Poster.
15. Dan Hulea, Nicolae Muntean, Mihăiță Constantin Gireadă, Octavian Cornea, Emanuel Șerban *Bidirectional Hybrid Switched-Inductor Switched-Capacitor Converter Topology with High Voltage Gain*, EPE 2019 ECCE Europe: 21th European Conference on Power Electronics and Applications, Genova, Italia, 02-06 September 2019, Proceedings ISBN 978-9-0758-1530-6, IEEE catalog, Article.
16. Dan Hulea, Nicolae Muntean, Mihăiță Constantin Gireadă, Octavian Cornea, *A Bidirectional Hybrid Switched-Capacitor DC-DC Converter with a High Voltage Gain*, Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, Istanbul, Turkey, 27-29 August 2019, Proceedings: Optimization of Electrical & Electronic Equipment Conference, Article.
17. Dănuț Vitan, Lucian Tutelea, Nicolae Muntean, Ion Boldea, *Sensorless Synchronous Reluctance Generator Control Based on q Axis Estimated Current*, Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, Istanbul, Turkey, 27-29 August 2019, Proceedings: Optimization of Electrical & Electronic Equipment Conference, Article.
18. Mădălina Gabriela Ivanovici, Paulina Vlăzan, Ștefan Novaconi, Cristina Moșoarcă, Florina Ștefania Rus, *New environmental building material with self-cleaning property*, ISAEF 2019: 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, 7-8 October 2018, Proceedings of the 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Poster.
19. Paulina Vlăzan, Florina Ștefania Rus, Ștefan Novaconi, *TiO₂ activated foam glass as reactive environmentally friendly construction material*, 28th Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry-Eugen Segal of the Commission for Thermal Analysis and Calorimetry of the Romanian Academy & 2nd Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry of Moldova, Timișoara, România, 9-10 May 2019, Proceedings of the Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry-Eugen Segal of the Commission for Thermal Analysis and Calorimetry of the Romanian Academy & 2nd Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry of Moldova, Poster.
20. Florina Ștefania Rus, Ștefan Novaconi, Paulina Vlăzan, Mădălina Gabriela Ivanovici, *Removal of methylene blue by activated glass foams with TiO₂ in dark and simulated solar light*, TIM 19 Physics Conference, Timișoara, România, 29-31 May 2019, American Institute of Physics Conference Proceedings Series (AIP-CP), Poster.
21. Mădălina Gabriela Ivanovici, Paulina Vlăzan, Ștefan Novaconi, Florina Ștefania Rus, *Degradation of Rhodamine B over glass foam coated with WO₃ and TiO₂ under simulated solar radiation*, TIM 19 Physics Conference, Timișoara, România, 29-31 May 2019, American Institute of Physics Conference Proceedings Series (AIP-CP), Poster.
22. Mădălina Gabriela Ivanovici, *Studii fotocatalitice privind descompunerea coloranților organici sub radiație solară simulată utilizând spectroscopia UV-VIS*, Ziua Mediului, Timișoara, România, 05 iunie 2019, Prezentare orală.
23. Florina Ștefania Rus, Ștefan Novaconi, Paulina Vlăzan, Mădălina Gabriela Ivanovici, *Removal of methylene blue by activated glass foams with TiO₂ in dark and simulated solar light*, TIM 19 Physics Conference, Timișoara, România, 29-31 May 2019, American Institute of Physics Conference Proceedings Series (AIP-CP), USA, Article.
24. Mădălina Gabriela Ivanovici, Paulina Vlăzan, Ștefan Novaconi, Florina Ștefania Rus, *Degradation of Rhodamine B over glass foam coated with WO₃ and TiO₂ under simulated solar radiation*, TIM 19 Physics Conference, Timișoara, România, 29-31 May 2019, American Institute of Physics Conference Proceedings Series (AIP-CP), Article.
25. Mădălina Gabriela Ivanovici, Paulina Vlăzan, Ștefan Novaconi, Cristina Moșoarcă, Florina Ștefania Rus, *New environmental building material with self-cleaning property*, ISAEF 2019: 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, 7-8 October 2018, Proceedings of the 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, ISBN: 978-963-306-702-4, Article.
26. Charles Baptiste David Berville, Cristiana Verona Croitoru, Ilinca Năstase, *Recent Advances in Solar drying technologies – A short review*, 9th International Conference on Energy and Environment 2019, Timișoara, România, 17-18 October 2019, Proceedings of the 9th International Conference on Energy and Environment: Energy for a green digital world, Article.
27. Csaba Szabo, Mădălina Sabina Sabău, Mihai Adrian Iuoraș, Mircea Bojan, Petre Dorel Teodosescu, *Overall performance analysis of a resonant driver with different LED output stages*, Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM) 2020, Sorrento, Italy, 24-26 June 2019, Proceedings on Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, Article.

6. Bibliografie

1. ASTM D5045. Standard test methods for plane-strain fracture toughness and strain energy release rate of plastic materials, 1999.
2. EN ISO 179-2-2000. Plastics - Determination of Charpy impact properties - Part 2: Instrumented impact test, 2000.
3. EN 14509:2013:E. Self-supporting double skin metal faced insulating panels – Factory made products – Specifications, 2013.
4. Gibson LJ, Ashby MF. Cellular solids, Structure and properties. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
5. Linul E, Marșavina L, Vălean C, Bănică R, Static and dynamic mode I fracture toughness of rigid PUR foams under room and cryogenic temperatures, Engineering Fracture Mechanics, 2019 (lucrare acceptată, On Line First).
6. Vălean C, Caracterizarea mecanică a structurilor tip sandwich cu miez din spumă poliuretanică, Lucrare disertație, 2019, Timișoara.