

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 4

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 4-a a proiectului complex au fost atinse în toate proiectele componente, indicatorii fiind atinși pentru fiecare activitate în parte, în conformitate cu planul de lucru adaptat la perioada de finanțare.

Rezultatele obținute în cadrul **Proiectului component 1** s-au axat pe o serie de teste experimentale de compresiune la impact a unor spume de aluminiu AlSi10 având fețele din plasă de oțel neramforsate (UR) și ramforsate lateral, respectiv transversal. Toate probele investigate au prezentat mecanisme de deformare progresivă. La temperatura camerei spumele prezintă o matrice fragilă, aceasta schimbându-se într-una ductilă odată cu creșterea temperaturii de testare până la 350°C. Rezultatele acestei etape, referitoare la comportarea dinamică a materialelor celulare ramforsate au fost diseminate într-un articol în revista *Composites Part A* din Q1 cu factor de impact 6.444. De asemenea, într-un articol publicat în *Materials Today: Proceedings* (indexat ISI) s-au prezentat o parte dintre rezultatele obținute la caracterizarea structurilor tip sandwich. Se are în vedere elaborarea unui articol privind comportarea mecanică a spumelor ceramice, obținute în cadrul proiectului component 2 și testate la compresiune în cadrul proiectului component 1.

În cadrul **Proiectului component 2**, în această etapă, s-au implementat și testat „out door” materiale cu absorbție redusă/reflexie a radiațiilor UV-VIS-NIR. S-au obținut în cadrul laboratoarelor de cercetare din cadrul SC AZUR SA vopsele cu pigmenți albi pe bază de oxid de titan și oxid de zinc. S-au extins cercetările privind testarea sticlei celulare, aceasta fiind un bun izolator, inert și ecologic, chiar în condiții extreme.

S-au implementat și testat „in door” și „out door” materiale cu potențială capacitate de absorbție și degradare fotocatalitică a substanțelor poluante din aer, pe bază de dioxid de titan și paladiu. De asemenea, au fost studiate și proprietățile antimicrobiale ale materialelor acoperite cu ioni de aur. Studiul a demonstrat că utilizarea unor suporturi minerale în special sticla celulară, un material stabil cu rezistență la compresiune bună prezintă o serie de avantaje, cum ar fi rezistența la apă, rezistența la vapori, rezistența la dăunători etc.

Cercetările întreprinse în cadrul **Proiectului component 3** au fost axate pe 4 direcții de acțiune:

- realizată modelării și testării prin simulare numerică a unei rețele de distribuție a energiei electrice în c.c. la nivel de cartier, ca o propunere de extindere a rețelelor de tip „smart grid” de c.c.
- integrarea în rețeaua de distribuție a unor consumatori adaptați pentru alimentarea la tensiune continuă.
- finalizarea implementării sistemului de monitorizare și control atât pentru rețeaua de distribuție de c.c. cât și pentru mărimile fizice urmărite în analiza performanțelor fațadelor implementate (temperaturi, umidități și concentrații de CO₂).
- realizarea unor teste extinse ale echipamentelor puse în funcțiune și ale elementelor software aferente aplicațiilor.

Activitățile **Proiectului component 4** au continuat practic activitățile din etapa a III-a. Astfel, în prima parte a etapei IV/2020 a fost realizat montajul turbinei eoliene și a structurii de susținere și a lamelelor fotovoltaice în cadrul Experimentarium. Pentru buna funcționare a turbinei eoliene au fost realizate teste pe un model experimental de micro-rețea cu distribuție a energiei în curent continuu integrate în sistemul de tip „smart grid”. Monitorizarea datelor experimentale a fost

continuată, pentru a urmări variațiile date de către senzorii de temperatură, umiditate și a concentrației de CO₂. De asemenea, a fost monitorizată producția de energie datorată producției panourilor fotovoltaice de pe acoperiș. Odată cu cuplarea sistemelor energetice a turbinei eoliene și a lamelor fotovoltaice va fi posibilă monitorizarea producției de energie date de aceste sisteme.

În paralel a fost realizată monitorizarea colectoarelor solare în cadrul Facultății de Inginerie a Instalațiilor, UTCB. Monitorizarea s-a realizat pe baza unor simulări numerice inițiale și a realizării unui stand experimental.

Pentru a ilustra beneficiul de mediu oferit de sistemul de izolație termică obținut din vatelină din PET-uri reciclate, în această fază a fost realizat o analiză de tip LCA, comparând rezultatele obținute cu rezultatele obținute pentru un sistem clasic din vată minerală, rezultatele indicând faptul că impactul total al sistemului de izolație PET_150 (438,09 kg CO₂eq) este mai mic decât impactul de mediu dat de MW_100 (864,86 kg CO₂eq) cu aproximativ 48%.

Concluziile principale ale proiectului 4 arată faptul că pentru a obține clădiri cu impact redus asupra mediului și costuri moderate de construcție, este nevoie de o abordare holistică, care să integreze analize interdisciplinare și de optimizare multi-obiect. Abordarea holistică de proiectare a modului experimental a implicat adoptarea diferitor criterii privind construcția durabilă, cum ar fi eficiența resurselor, eficiența materialelor, proiectarea conștientă cu privire la mediu, proiectarea prin considerentul ciclului de viață a clădirilor, folosirea de materiale reutilizabile/reciclabile, modularitate și standardizare în proiectare, metode de demolare ecologice, reciclarea și reutilizarea deșeurilor, luarea în considerare a costului construcției pe ciclul de viață, costul materialelor, sănătatea și bunăstarea ocupanților.

Diseminarea rezultatelor a fost efectuată atât în interiorul consorțiului cât și prin publicații în jurnale și la conferințe naționale și internaționale cu impact: 7 articole publicate în jurnale indexate ISI, 9 articole publicate la conferințe internaționale (tip proceedings) indexate ISI, o carte și un studiu (lucrare de disertație). Lista detaliată este prezentată 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 1.4. Influenta temperaturii de testare asupra comportamentului la impact al spumelor metalice compozite

Materiale ingineresti de înaltă performanță care pot rezista la temperaturi ridicate de funcționare sunt necesare pentru o gamă largă de aplicații critice din diverse industrii. În urma cererii continue de reducere a greutateii componentelor structurale, materialele celulare cu matrice metalică, polimerică sau ceramică reprezintă o alternativă promițătoare. Comparativ cu alte tipuri de materiale celulare, datorită proprietăților lor unice care pot fi atinse prin controlul microstructurii sau al distribuției porilor, spumele metalice sunt materialele ideale. Pe baza structurii lor speciale, spumele metalice constau dintr-o rețea 3D de pori distribuiți stocastic, cu potențialul de a realiza o construcție ușoară și de a îmbunătăți performanțele de rezistență la impact. Toate aceste caracteristici controlabile și ușor previzibile duc la utilizarea spumelor metalice pe scară largă în aplicațiile ingineresti unde este necesară o absorbție mare de energie.

S-au realizat o serie de teste experimentale de compresiune la impact a unor spume de aluminiu AlSi10 debitate dintr-o placă (Fig. 1.1a) având fețele dintr-o plasă din oțel (Fig. 1.1b) neramforsate (UR) și ramforsate lateral (LD, Fig. 1.1c), respectiv transversal (TD, Fig. 1.1c).

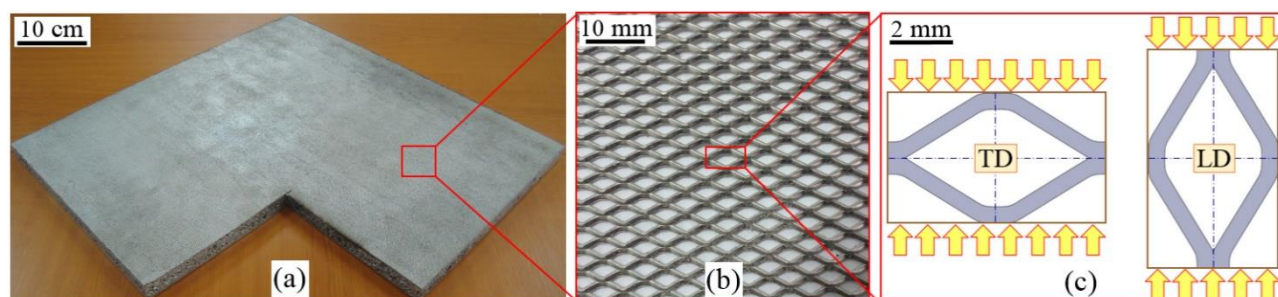


Fig. 1.1 Semifabricatul din spumă de aluminiu

Curbele dinamice tensiune-deformație obținute în urma solicitării la compresiune la diferite temperaturi sunt prezentate în Fig. 1.2.

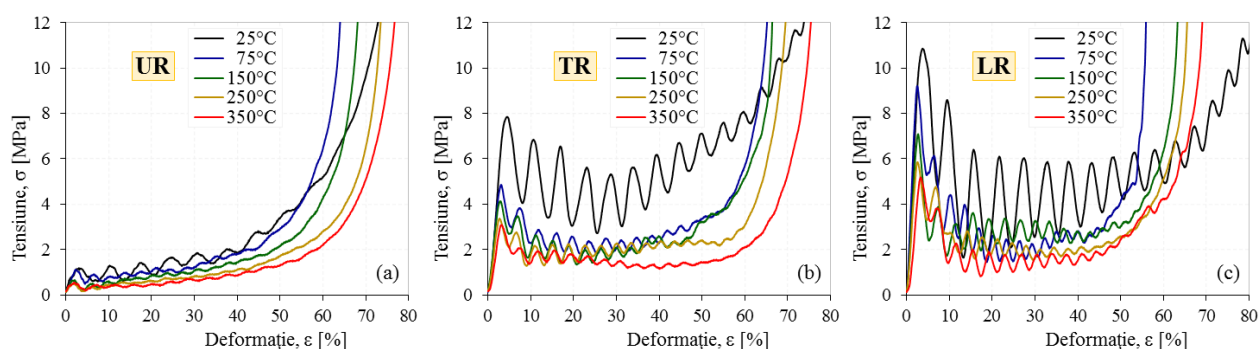


Fig. 1.2. Influența temperaturii de testare asupra comportamentului la compresiune dinamică al spumelor metalice neramforsate (a) și ramforsate (b, c)

Comportamentul la compresiune al spumelor investigate este similar cu majoritatea materialelor celulare. Din Fig. 1.2, se observă că spumele testate prezintă trei regiuni caracteristice: regiunea liniar-elastic, de platou și regiune de densificare. Rigiditatea efectivă a spumei este obținută din panta primei regiuni liniare, în timp ce rezistența la compresiune a spumei este dată de sfârșitul primei regiuni unde este identificat primul maxim din curba tensiune-deformație. Se poate observa că toate curbele prezintă un punct maxim vizibil și ușor de identificat. În cazul materialelor celulare (spume metalice, polimerice și de sticlă), rezistența la compresiune este asociată cu tensiunea de curgere. Scăderea inițială a tensiunii între regiunile elastice și de platou este marcată de apariția primei benzi de deformare în epruveta. Tensiunea de platou se determină ca medie aritmetică între tensiunile corespunzătoare unor deformații de 20%, respectiv 40%. Forma și dimensiunea zonei platoului pot fi controlate de mecanismele de cedare care apar în timpul testelor de comprimare (de exemplu cedarea / flambarea / îndoirea / ruperea pereților celulelor), de tipul de spumei (spume ramforsate / neramforsate, spume cu celule închise / deschise) etc.) și de condițiile de testare (temperatură scăzută / camerei / ridicată, teste de impact / cvasi-stactice etc.).

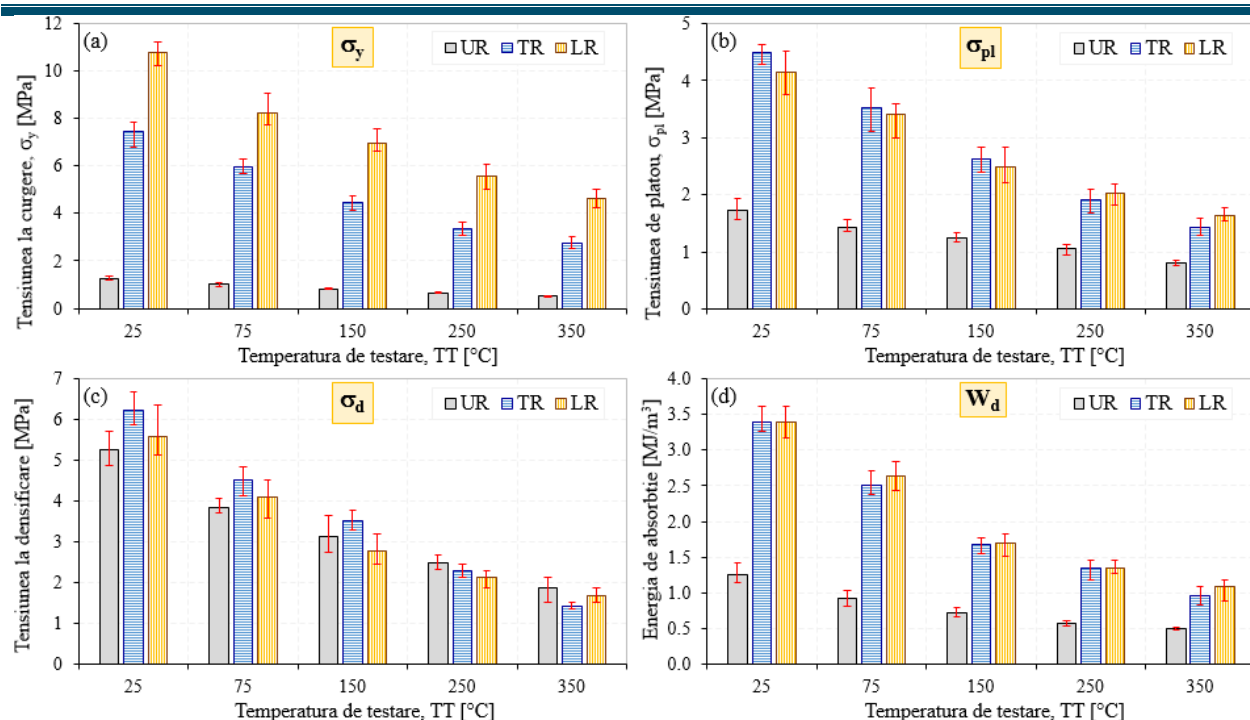


Fig. 1.3. Variația tensiunii de curgere, de platou, de densificare și a energiei de absorbție cu temperatura de testare

În acest caz, mecanismele de deformare dominante care au afectat forma curbelor tensiune-deformație au fost guvernate de condițiile de încărcare și de temperatura de testare.

Fig. 1.3 prezintă variația principalelor proprietăți mecanice (tensiunea de curgere, tensiunea de platou, tensiunea de densificare și energia de absorbție la densificare) în funcție de tipul spumei (spuma neranforsată, spuma ranforsată longitudinal/transversal) și temperatura de testare. Rezultatele din Fig. 1.3 arată că, comparativ cu spumele neranforsate, utilizarea armăturilor duce la o creștere a proprietăților spumelor cu până la 8,5 ori. Această diferență rămâne aproape constantă pentru toate temperaturile de testare. În ceea ce privește cele două tipuri de armături, spumele ranforsate longitudinal evidențiază o rezistență la compresiune mai mare decât spumele ranforsate transversal.

Toate probele investigate au prezentat mecanisme de deformare progresivă. Fig. 1.4 prezintă imaginile microstructurii spumelor obținute la același ordin de mărime (10x). La temperatura camerei spumele prezintă o matrice fragilă, aceasta schimbându-se în una ductilă odată cu creșterea temperaturii de testare până la 350°C. Matricea fragilă permite inițierea și propagarea microfisurilor, în timp ce matricea ductilă conduce la o deformare plastică a pereților celulelor.

Fig. 1.5 ilustrează o comparație static-impact a curbelor tensiune-deformație la temperatura camerei. Au fost făcute comparații la toate temperaturile utilizate pentru testele de impact (25, 75, 150, 250 și 350 °C), dar pentru a evita repetarea graficelor, au fost prezentate doar curbe la 25°C, celelalte temperaturi urmând aceleași tendințe.

Cele două tipuri de teste arată comportamente foarte diferite în ceea ce privește curbele tensiune-deformație. În cazul testelor cvasi-stactice, din cauza lipsei oscilațiilor mari, atât regiunea platoului, cât și începutul densificării sunt mai evidente. În general, în condiții de impact, materialul matricei se comportă mai fragil în comparație cu cvasi-static, datorită schimbării bruște a mecanismelor de cedare.

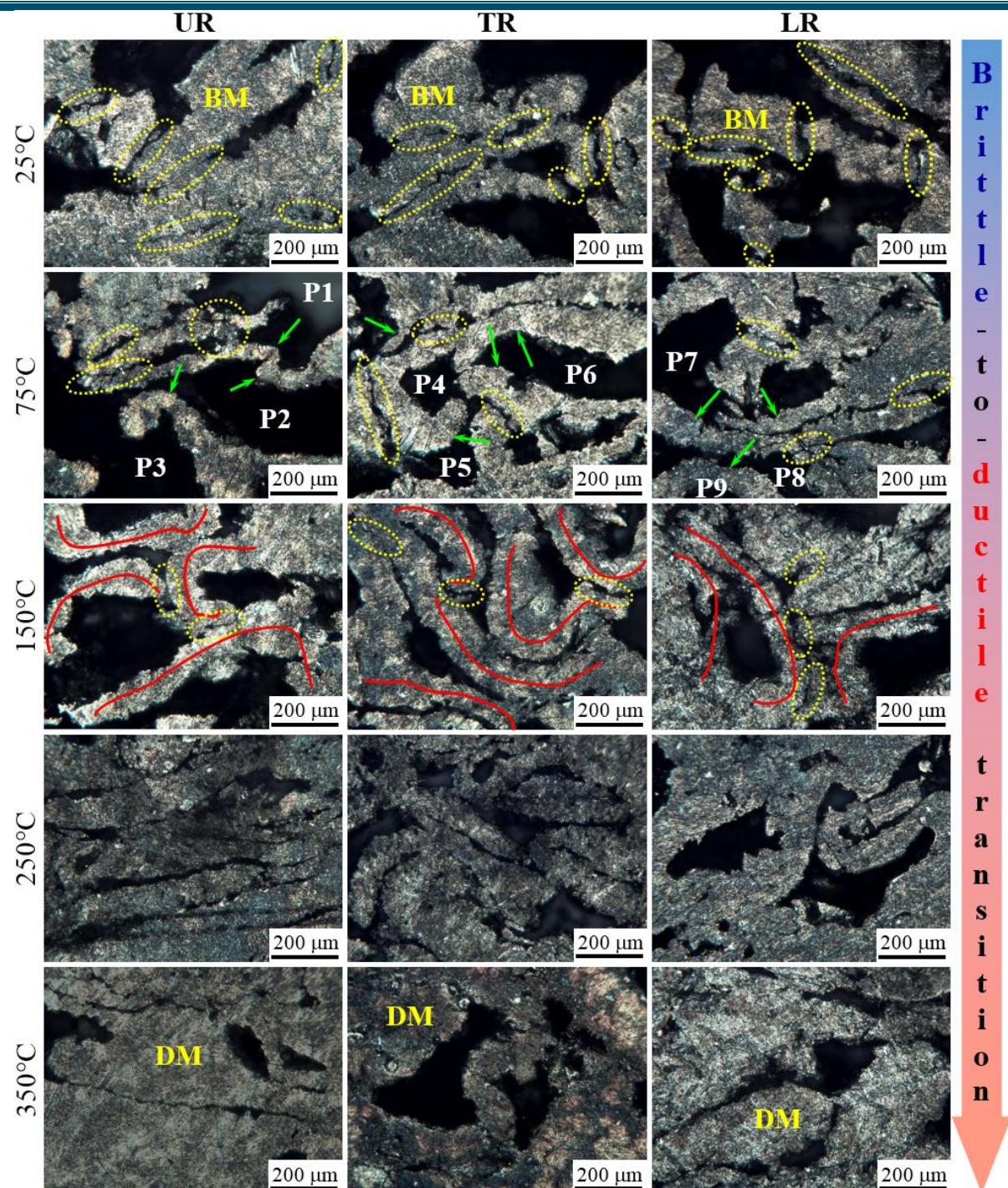


Fig. 1.4. Imagini microstructurale cu epruvetele deformate

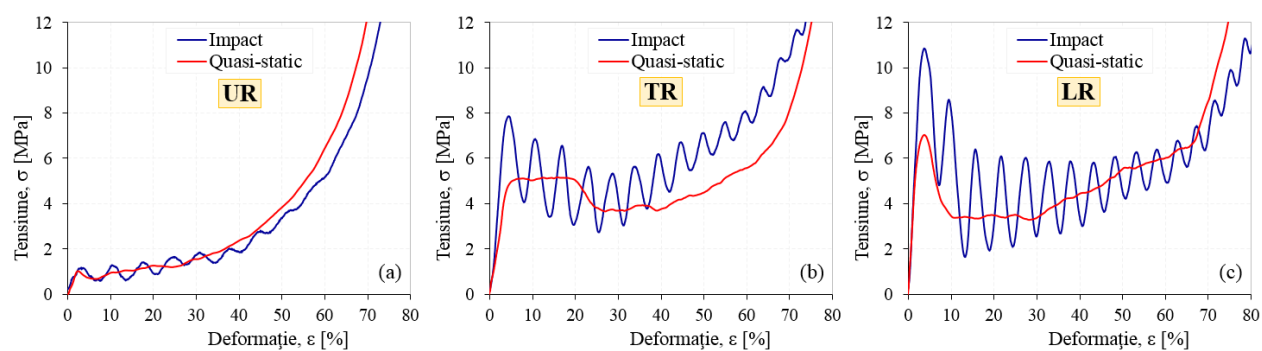


Fig. 1.5. Comparație a curbelor tensiune-deformație

Fig. 1.5 prezintă valorile măsurate ale rezistenței la compresiune ale probelor obținute prin teste de impact și de compresiune cvasistatică. Indiferent de tipul testului, aceste valori scad odată cu creșterea temperaturii de testare.

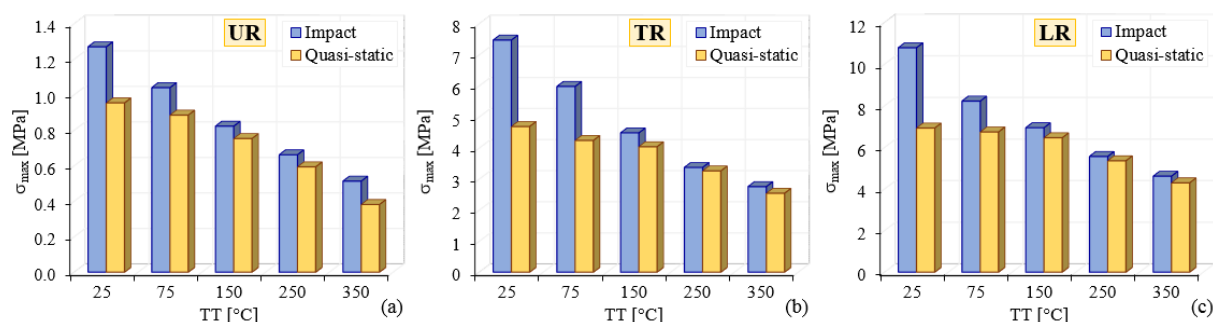


Fig. 1.6. Comparatie static-impact a rezistentei la compresiune

Testele efectuate la viteze mari de încărcare prezintă proprietăți mecanice mai bune. Diferența majoră este obținută la temperatura camerei, rezultatele apropiindu-se odată cu creșterea temperaturii de testare.

Concluziile etapei

- S-au realizat teste de compresiune pe spume metalice neramforsate și ramforsate în domeniul de temperatură 25 – 350⁰ C în regim static și dinamic.
- Rezultatele testelor statice indică o scădere a proprietăților la compresiune cu creșterea temperaturii, Fig. 1.2 și 1.6.
- Aceiași tendință de scădere a proprietăților mecanice cu creșterea temperaturii se observă și la testele de impact, Fig. 1.6.
- Proprietățile la impact sunt mai mari decât cele obținute în condiții statice pentru toate cele trei tipuri de epruvete considerate., indicând o capacitate ridicată de absorbție a energiei de impact a acestor materiale, Fig. 1.6.
- Ranforsarea epruvetelor din spumă de aluminiu cu plasa din oțel produce o creștere semnificativă a proprietăților mecanice: limita de curgere, tensiunea de platou și energia de absorbție.

2.2 Proiectul component 2 - Caracterizarea fizică, chimică, morfologică și structurală a materialelor, a proprietăților fotocatalitice a materialelor pe bază de TiO₂ și WO₃

Etapa 2.4. Testarea „indoor” și „outdoor” a materialelor cu proprietăți fotocatalitice și absorbție redusă / reflexie UV-VIS-IR depuse pe diverse suprafețe

Obținerea peliculelor de materiale cu proprietăți dirijate, în special în cazul celor aplicate exterior, crează o serie de probleme privind stabilitatea acestora în timp.

În general, în peliculele aplicate la exterior, albul de zinc prezintă un efect protector contra razelor ultraviolete și prelungește durata de viață a peliculelor, deoarece absoarbe și transformă razele ultraviolete în lumină vizibilă. Sărurile de zinc influențează uscarea și duritatea peliculelor în

sens pozitiv. La sicativarea vopselelor pigmentate cu alb de zinc se utilizează săruri de cobalt și se evită utilizarea sicativilor de mangan, care accentuează îngălbenirea peliculelor albe.

Caracterizarea morfologică a oxidului de zinc s-a realizat prin microscopie electronică de baleiaj (SEM), utilizând microscopul electronic Quanta FEG250, produs de FEI-Olanda.

Particulele de oxid de zinc se prezintă sub forma unor fulgi, având dimensiunile cuprinse între 8 – 18 μm .

Cristalele de oxid de zinc au dimensiunile cuprinse între 100 - 600 nm.

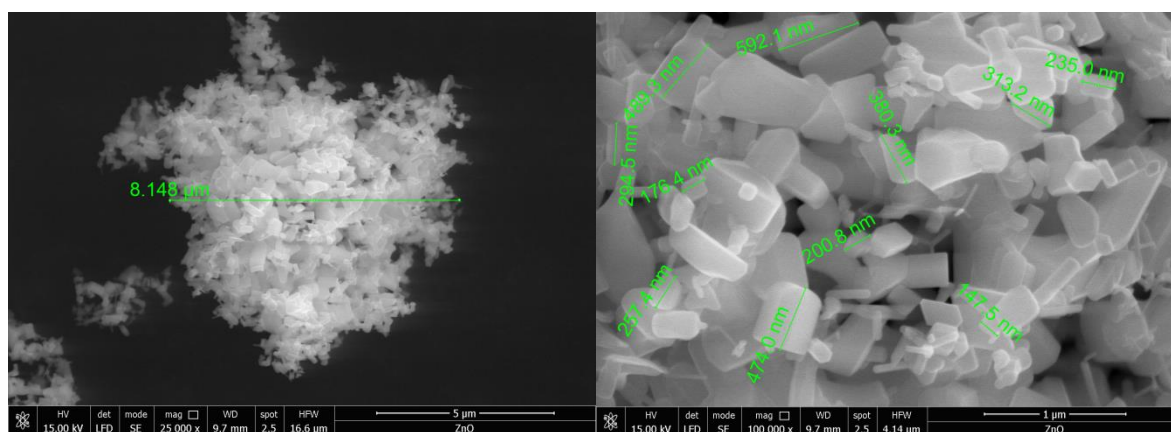


Fig. 2.1. Morfologia particulelor de oxid de zinc.

Procesul de obținerea vopselei presupune parcurgerea unei succesiuni de etape.

Obținerea vopselei s-a realizat prinind de la o rășină alchidică grasă pe bază de ulei de soia, Azalchid S63-80%, pigment oxid de zinc și aditivi.

Caracteristicile vopselei obținute:

- Total: 1.000 grame
- Densitate: 1,153 g/cm^3
- Substanțe nevolatile: 63,075 %
- COV: 425,6 g/l

Pentru a testa puterea de acoperire a vopselei s-au prelevat probe din aceasta, iar cu ajutorul aparatului de aplicare al peliculei. Puterea de acoperire a vopselei preparate cu oxid de zinc este mai redusă, fiind necesară aplicarea a cel puțin două straturi de grosime 400 μm .

Stabilirea performanțelor termice ale sticlei celulare

În vederea extinderii studiilor cu privire la performanțele termice ale sticlei celulare, s-a analizat comportamentul termic, cu accent pe proprietățile izolatoare ale acesteia simulând situația în care materialul izolator este supus unui gradient de temperatură inversat de 40 grade Celsius (condiții extreme de iarnă +20 intern, - 20 extern). Fața exterioară a sticlei celulare este expusă în mediu ambient la temperatura de 22°C, iar fața inferioară este supusă, prin contact direct, pe toată suprafața la o sursă de încălzire setată experimental la temperatura de 62°C (figura 2). De asemenea, pe fața exterioară s-au aplicat straturi multiple de vopsea preparată utilizând ca pigment, oxid de titan, în aceeași rețetă ca în experimentele anterioare. Pentru aprecierea gradului de acoperire și a intensității culorii, vopseaua aplicată s-a caracterizat, pentru fiecare strat, cu modelul cromatic RVA

(roșu, verde, albastru). În aceste condiții, s-a urmărit variația temperaturii, în punctele menționate timp de o oră, la fiecare două minute.

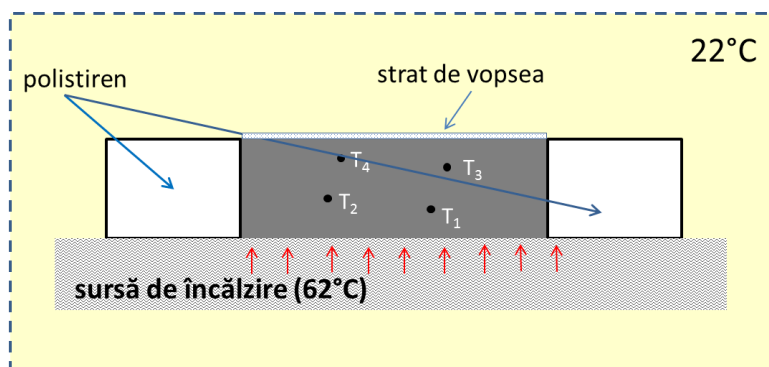


Fig. 2.2. Setup-ul experimental utilizat pentru studierea comportamentului termic al sticlei celulare

Ca rezultat al poziționării pe sursa de încălzire, fluxul de căldură ce traversează materialul izolator a determinat o creștere a valorilor de temperatură, T_1 , T_2 , T_3 , T_4 și respectiv T_{supr} până la stabilizarea acestora la următoarele valori: 53°C, 48°C, 41°C, 37°C și respectiv 28°C, după 20 de minute din momentul expunerii la căldură.

După aplicarea straturilor de vopsea, valorile temperaturilor în zonele monitorizate prezintă aceleași valori ceea ce indică faptul ca vopseaua pe baza de pigment cu oxid de titan nu are o influența majoră în transmiterea căldurii prin conducție considerând condițiile experimentale actuale.

Comparând curbele variațiilor termice în volumul sticlei celulare obținute în experimentele anterioare cu cele obținute în această etapă, se poate observa că modalitatea de transfer termic determină un comportament termic diferit al materialului izolator dependent de condițiile de lucru selectate, aspect susținut și de literatura de specialitate.

Cercetările efectuate au demonstrat că utilizarea unor suporturi minerale prezintă o serie de avantaje, în special sticla celulară, asupra căreia s-au concentrat studiile întreprinse:

- Rezistență la apă. Fiind produse din sticlă sau deșeuri din sticlă, materialele sunt impermeabile. Prin urmare nu absorb umezeala și nu se umflă.
- Rezistență la vapori, deoarece sunt produse cu pori închiși, aceasta nu le va permite vaporilor să treacă formând o barieră de vapori.
- Rezistență la foc, sticla celulară este ignifugă, astfel depozitarea și prelucrarea nu prezintă pericole. Nu propagă flacăra în caz de incendiu în spațiul de ventilație.
- Rezistență la dăunători, sticla celulară nu conține materiale organice, astfel că nu putrezește și este rezistentă la dăunători permițând izolarea fără risc, în special în zona de bază și sol. Nu există nici o bază pentru cuibăritul, reproducerea sau germinarea semințelor sau dezvoltarea dăunătorilor.
- Rezistență la compresiune chiar și la sarcini pe termen lung fără a se deforma.
- Dimensiuni stabile deoarece ea nu se contractă și nici nu se umflă. Coeficientul de expansiune este scăzut, aproape egal cu cel al oțelului sau betonului.

- Prelucrare ușoară deoarece constă în celule din sticlă cu pereți subțiri putând fi fasonată cu unelte simple și tăiată la orice dimensiune.

Sticla celulară a fost activată cu particule de TiO_2 și respectiv WO_3 . Conform imaginilor prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) au fost puse în evidență particule sferice, dar în cea mai mare parte, atât particulele de WO_3 cât și de TiO_2 prezintă formă neregulată.

Aceste particule au un potențial efect fotocatalitic, astfel încât este posibilă degradarea poluanților adsorbiți din aer, care ajung în contact cu suprafața materialelor pe care au fost depuse particule de TiO_2 , respectiv WO_3 .

Studiile au urmărit și obținerea unor vopsele pe bază de pigmenți albi, oxid de zinc și oxid de titan. Ambii oxizi prezintă proprietăți optice și catalitice care permit utilizarea acestor oxizi pe scară largă.

Pentru a asigura o putere mare de acoperire se recomandă utilizarea pigmenților de oxid de titan, dar oxidul de zinc are proprietatea de a proteja peliculele de vopsea, având și un potențial caracter bactericid, ceea ce va asigura protecția suprafeței și la contaminare microbiologică.

Materialele obținute permit utilizarea acestora, atât în sistem „indoor”, cât și în sistem „outdoor”, datorită stabilității și avantajelor prezentate.

2.3 **Proiectul component 3** Implementarea și testarea unui model experimental de micro-rețea, “smart grid”, cu distribuție a energiei în curent continuu (DC)

Etapa 3.4. Implementarea și testarea unui model experimental de microrețea cu distribuție a energiei în curent continuu și a sistemului SCADA (Activitatea 4.4)

Modelare Microrețea (HIL)

În cadrul acestei etape de cercetare s-a realizat trecerea de la etapa de simulare din mediul Matlab/Simulink a micro-rețelei rezidențiale studiate, la implementarea unei modelări de tipul “Hardware-in-The-Loop” (HIL), folosind două sisteme de dezvoltare care permit realizarea unor astfel de modelări în timp real - Fig. 3.1. Micro-rețeaua rezidențială este alimentată prin intermediul a două convertoare AC/DC (c.a./c.c.) trifazate, conectate la rețeaua de distribuție a energiei electrice printr-un transformator trifazat de tip YDY, obținându-se astfel două nivele de tensiune continuă (350 V și 700 V).

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 cuplat la o turbină cu ax vertical.

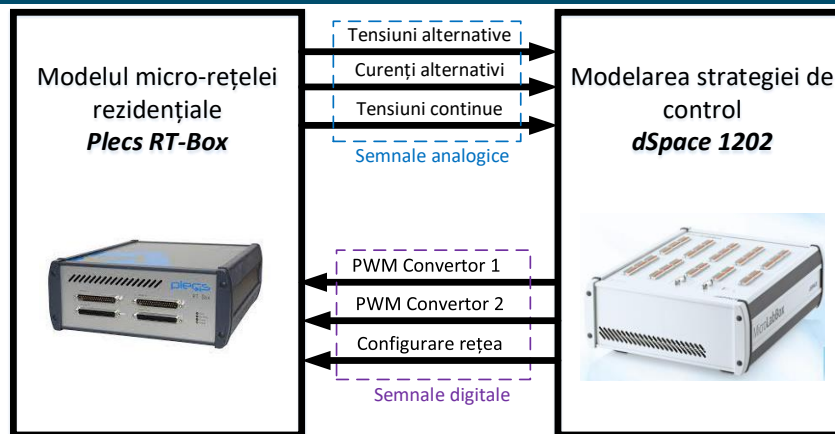


Fig. 3.1. Modelul HIL a micro-rețelei rezidențiale.

Testarea generatorului electric al microturbinei eoliene care va fi integrată în sistemul de tip „smart grid”

Pentru realizarea încercărilor necesare s-a utilizat un stand special echipat care antrenează generatorul cu turație variabilă utilizând un motor acționat printr-un convertizor de frecvență. Câteva rezultate experimentale sunt prezentate în Fig. 3.2, 3.3.

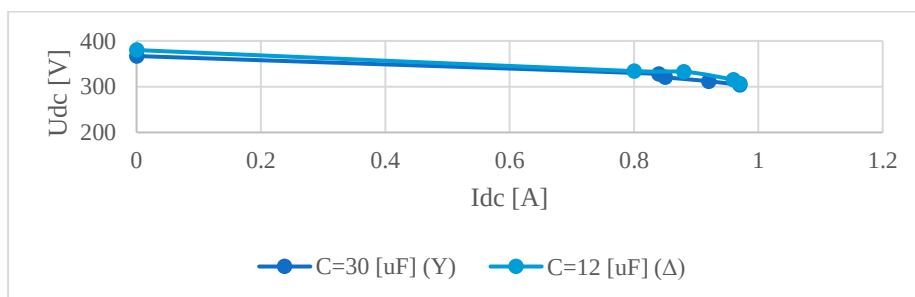


Fig. 3.2. Caracteristica externă a generatorului în sarcină rezistivă și excitație constantă ($I_{ex}=1A$).

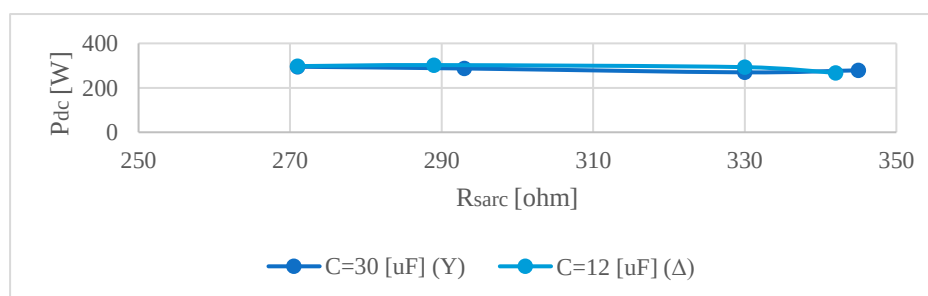


Fig. 3.3 Curba puterilor obținute în funcție de turație cu excitație constantă ($I_{ex}=1A$).

Circuite de măsurare

O componentă esențială pentru un management eficient al rețelei inteligente este circuitul de măsură al tensiunii și curentului. Aceste tipuri de circuite poate fi realizat fie digital, prin calculul direct al mărimii efective, fie analogic, utilizând un circuit integrat specializat. Configurația circuitului este prezentată în Fig. 3.4.

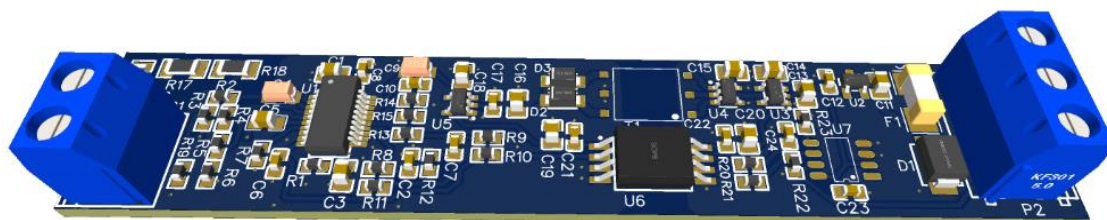


Fig. 3.4 1. Vedere 3D a prototipului circuitului.

Turbina eoliana

Având în vedere puterea instalată în experimentarium și suprafața disponibilă pentru aceasta, o turbină eoliana cu ax vertical cu o putere de 600W la tensiunea de 24V a fost aleasă în acest scop.

Curba de dependență a puterii în funcție de viteza vântului este prezentată în Fig. 3.5.

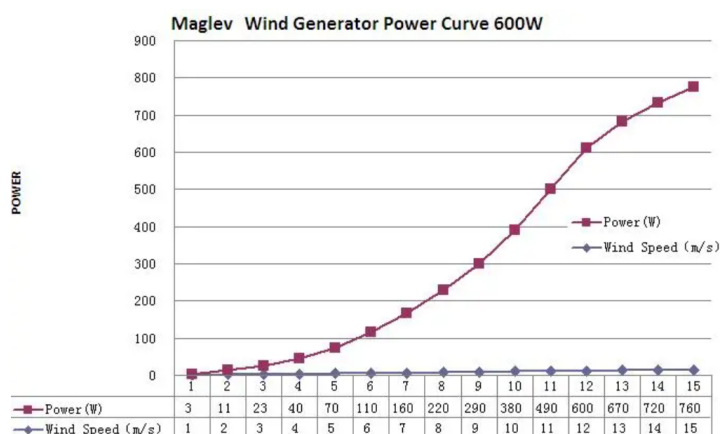


Fig. 3.5. Caracteristicile putere-viteză ale turbinei.

Sistemul SCADA

Arhitectura sistemului SCADA este de tip “arhitectură deschisă” pentru a permite integrarea tuturor echipamentelor, de la producători diferiți, utilizate în cadrul modelului experimental. Aplicația SCADA a fost dezvoltată utilizând platforma NI Labview 2021 (32-bit)- Fig. 3.6, 3.7.

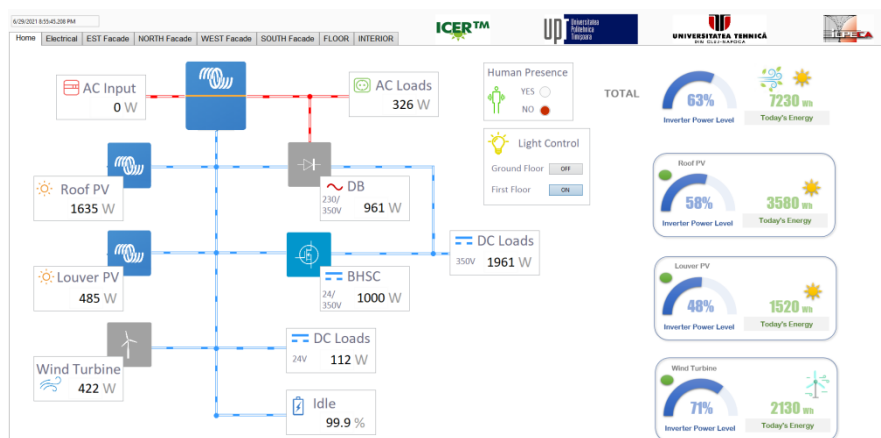


Fig. 3.6. Fereastra SCADA „Home” – Labview.

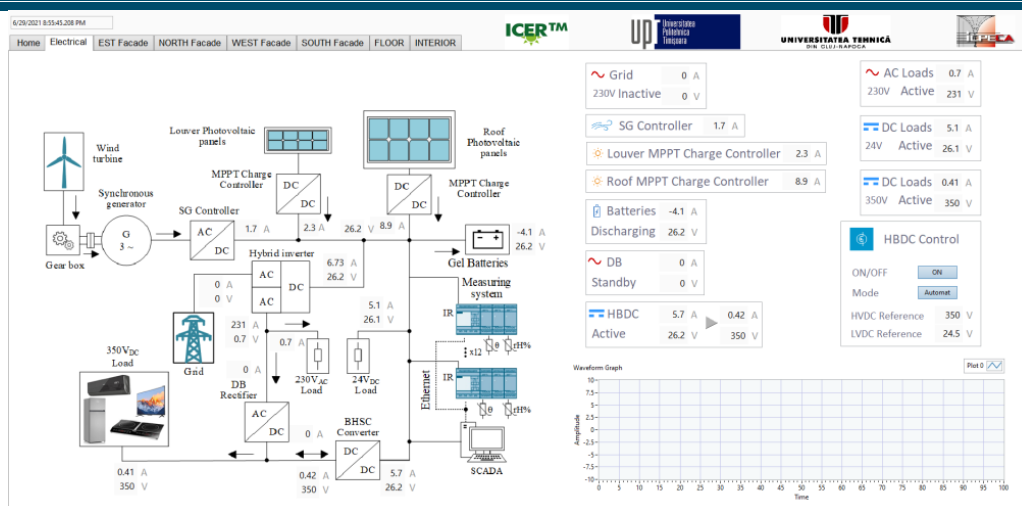


Fig. 3.7. Fereastra SCADA “Electrical” – Labview.

2.4 Proiectul component 4 - Fațade inteligente în contextul schimbărilor climatice

Etapa 4.4. Urmărirea în timp a performanțelor fațadelor inteligente și testarea unui model experimental de microrețea

În decursul etapei IV - 2021 a fost încheiată integrarea completă a sistemului energetic prin montarea turbinei eoliene și a structurii de susținere și a lamelelor fotovoltaice (Fig. 4.1). 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 cuplat la o turbină cu ax vertical. Pentru verificarea bunei funcționalități a generatorului electric a turbinei eoliene au fost realizate teste în laborator ale generatorului electric cu excitație electromagnetică. Astfel au fost realizate încercări la funcționarea cu condensatoare cuplate la ieșirea generatorului.



Fig. 4.1. Montajul lamelelor fotovoltaice și a turbinei eoliene

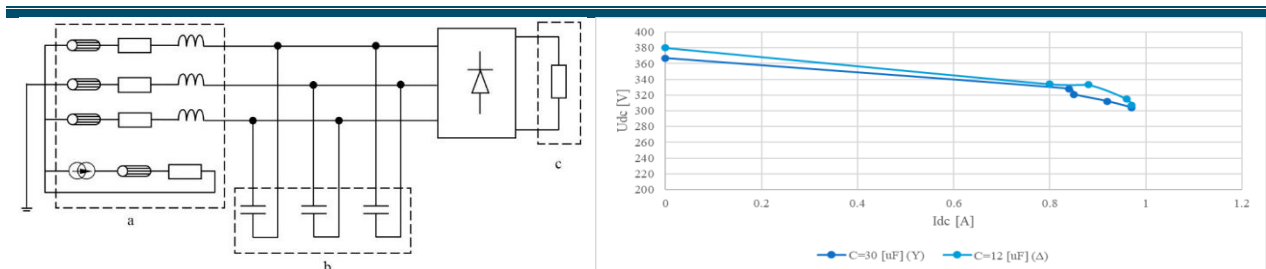


Fig. 4.2. Circuitul electric al generatorului turbinei eoliene având condensatoare conectate în triunghi (Δ) / Caracteristica externă a generatorului în sarcină rezistivă și excitație constantă ($I_{ex}=1A$)

Figurile 4.3-4.5 prezintă informații oferite de sistemul de management de monitorizare, înregistrate pentru un interval de monitorizare de 6 luni (01 Decembrie 2020 – 15 Mai 2021). Înregistrările transferate de senzori arată comportarea anvelopei modului experimental și condițiile de confort interior. La momentul înregistrărilor temperatura interioară a fost influențată numai de aportul solar, dispozitivele electrice și interacțiunile umane în timpul interferențelor de mentenanță și observație, sistemele de ajustare a confortului interior de tip HVAC (încălzire-răcire, aer condiționat) nefiind cuplate.

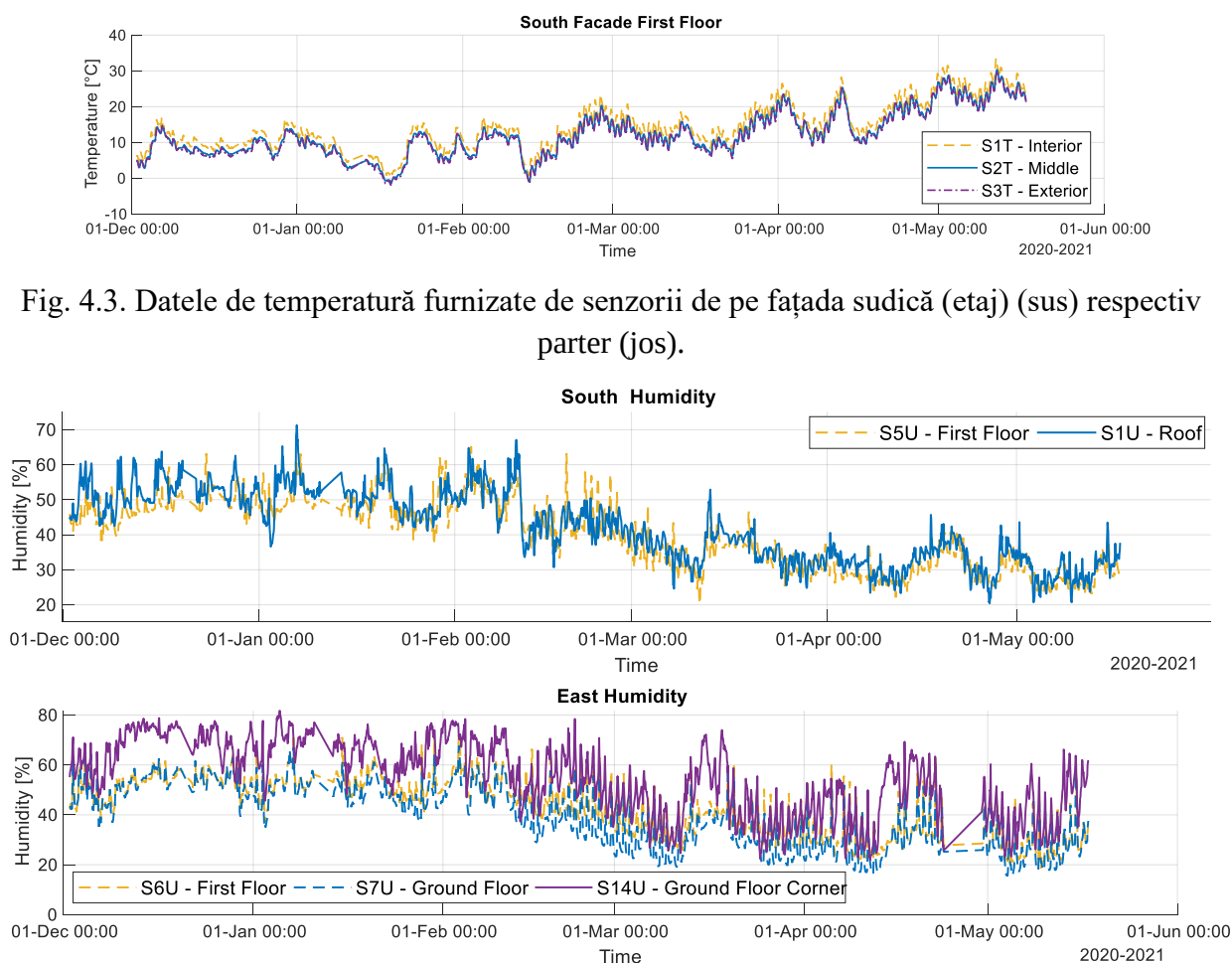


Fig. 4.3. Datele de temperatură furnizate de senzorii de pe fațada sudică (etaj) (sus) respectiv parter (jos).

Fig. 4.4. Datele de umiditate furnizate de senzorii dispuși pe fațadele clădirii.

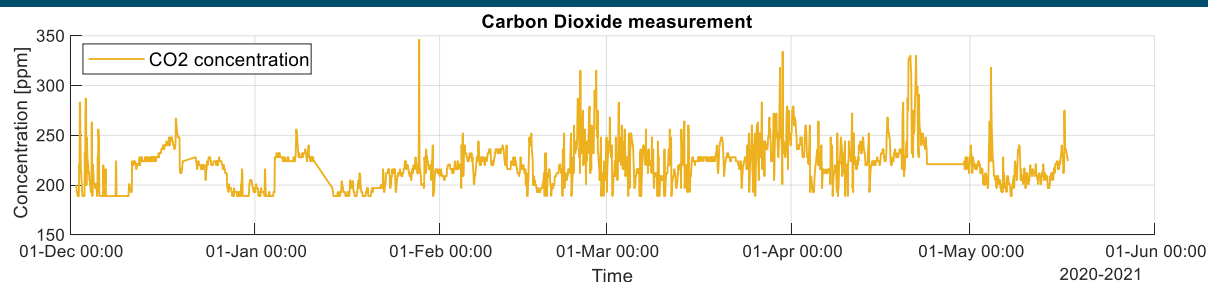


Fig. 4.5. Variația concentrației de dioxid de carbon (CO₂) în interiorul modului experimental.

Monitorizarea producției de energie s-a realizat pe baza datelor oferite de producția panourilor fotovoltaice de pe acoperiș. Datele înregistrate arată că sunt perioade de încărcare cu energie de până la 10 kWh / zi, care compensează zilele noroase sau cele cu zăpadă, în care energia este asigurată din baterii. În condițiile naturale de operare a modului, consumul este constant de aproximativ 2.6 kWh/zi.

În perioada următoare va fi posibilă monitorizarea producției de energie date de sistemele suplimentare ale lamelelor fotovoltaice de pe fațadă, respectiv a turbinei eoliene.

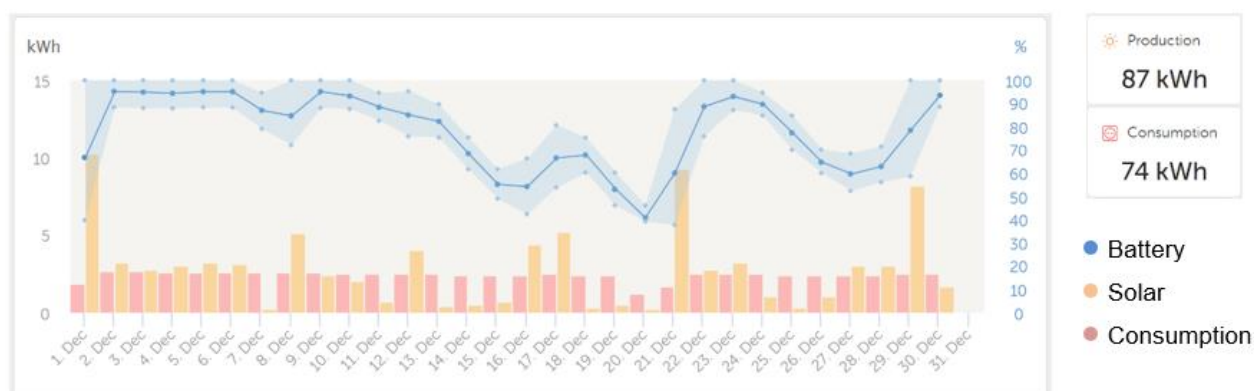


Fig. 4.6. Raportul de analiză al producției de energie pentru modulul experimental în luna decembrie 2020.

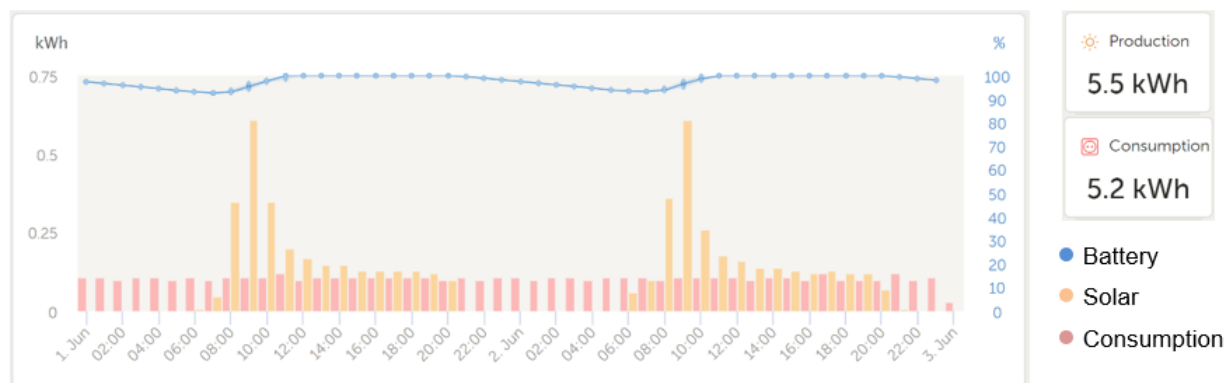


Fig. 4.7. Raportul de analiză al producției de energie pentru modulul experimental – recenzie pe două zile.

Monitorizarea colectoarelor solare a fost realizată în cadrul Facultății de Inginerie a Instalațiilor, din cadrul Universității Tehnice de Construcții București. Monitorizarea s-a realizat pe baza unor simulări numerice inițiale și a realizării unui stand experimental. Au fost realizate 3 tipuri de măsuratori:

- evidentiarea reducerii consumului de energie prin utilizarea Solar Wall-ului

- înțelegerea și monitorizarea parametrilor obținuți de către solarwall fără utilizarea sistemului de încălzire
- măsuratori cu persoane în interior.

Rezultatele înregistrate demonstrează faptul că Solar Wall poate fi utilizat în special pentru reducerea consumurilor de energie în perioadele de tranziție primăvara – toamna în special în zilele în care radiația solară are valori ridicate, obținând astfel economii de energie ridicate pentru aerul necesar ventilației spațiilor ocupate.

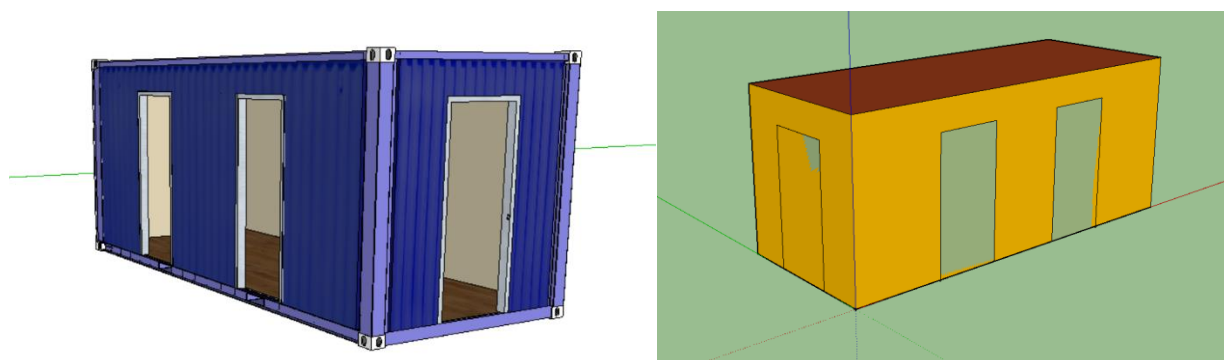


Fig. 4.8. Modelul geometric 3D / Definirea atributelor tehnice ale modului experimental

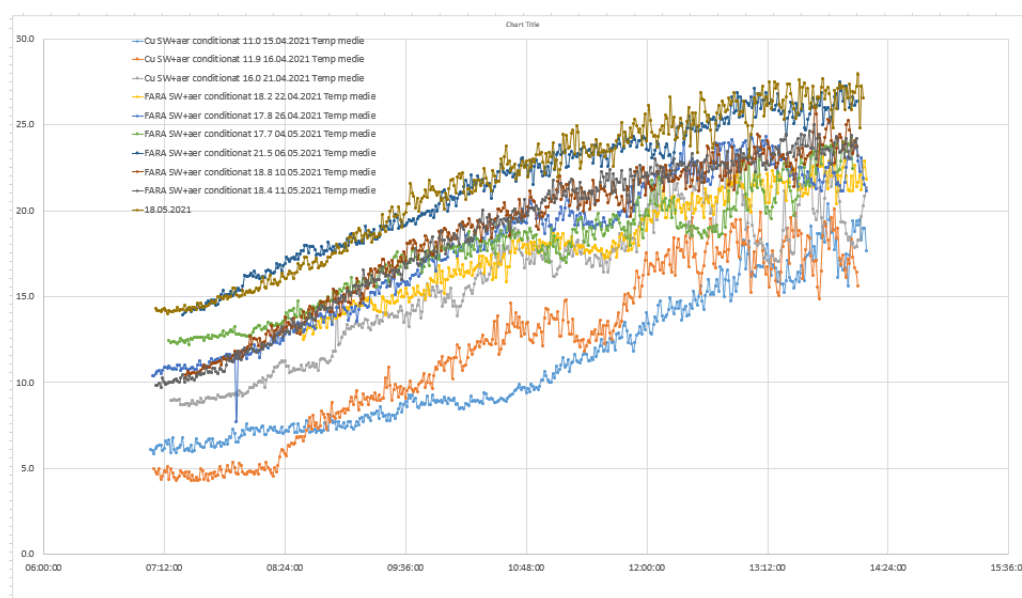


Fig. 4.9. Comparații ale temperaturilor și radiațiilor exterioare și interioare (exemplu de monitorizare)

Analizele de tip LCA au fost integrate analize pe sistemul folosit în realizarea modului Experimentalium, completând analizele efectuate în etapa a III-a pentru sistemele inițiale utilizate în faza de analiză a proiectului. Analizele au fost realizate pentru a ilustra beneficiul de mediu oferit de sistemul de izolație termică obținut din vatelină din PET-uri reciclate. Astfel, au fost realizate analize de tip LCA, comparând rezultatele obținute cu rezultatele pentru un sistem clasic din vată minerală (Figura 4.10). Rezultatele indică faptul că impactul total al sistemului de izolație PET_150 438,09 kg CO₂ e) este net mai mic (diferențe de aproximativ 48%) decât impactul de mediu dat de MW_100 (864,86 kg CO₂ e). Aceste diferențe se datorează primordial consumului mic de materiale utilizate în cazul utilizării sistemului de izolație PET_150.

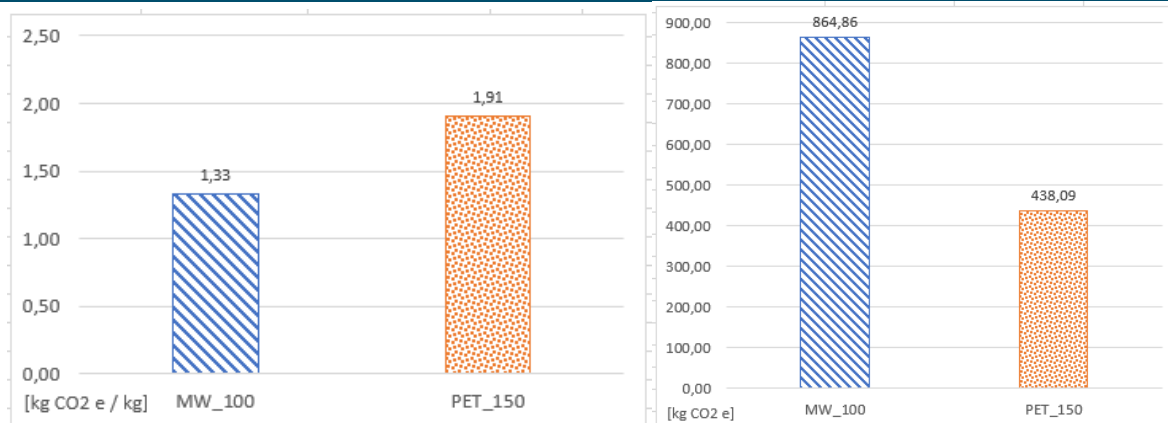


Figura 4.10 Impactul potențial asupra mediului pe faza de producție [kg CO2 e / kg] (stânga) respectiv impactul total asupra mediului pentru izolația termică necesară în faza de producție [kg CO2 e] (dreapta)

Raportul prezintă o serie de recomandări tehnice și concluzii pentru o abordare holistică a proiectării. Astfel, pe lângă folosirea de surse regenerabile de energie, surse de stocare a energiei și includerea strategiilor de proiectare pasivă, pentru a îndeplini obiectivele de eficiență energetică, proiectarea holistică a laboratorului modular a necesitat un design integrat, având în vedere tehnologia și funcționarea. Sistemul de monitorizare a energiei inclus în proiectarea modului experimental aduce o contribuție importantă în realizarea unei imagini de ansamblu autentică a performanțelor clădirii în timpul fazei operaționale. În ciuda faptului că clădirea nu a dispus de niciun sistem de răcire, încălzire sau dezumidificare mecanică pentru a spori condițiile de confort din interior, înregistrările primite de la senzori au arătat pentru perioada monitorizată că, în sezonul de primăvară, camerele aveau condiții de confort adecvate (conform normativelor în vigoare).

Concluziile etapei IV:

Rezultatele etapei IV, care sunt bazate și pe rezultatele obținute anterior în cadrul proiectului demonstrează că pentru a obține clădiri cu impact redus asupra mediului, atât pentru faza de construcție cât și pentru faza operațională a clădirilor, precum și costuri moderate de construcție, este nevoie de o abordare holistică, care să integreze analize interdisciplinare și de optimizare multi-obiect. Pe lângă folosirea surselor regenerabile de energie, surse de stocare a energiei și includerea strategiilor de proiectare pasivă, pentru îndeplinirea obiectivelor de eficiență energetică, proiectarea holistică a laboratorului modular a necesitat un design integrat, având în vedere tehnologia utilizată și funcționarea acestuia.

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 2021 în cadrul Proiectului 30PCCDI / 2018 CLĂDIRI INTELIGENTE ADAPTABILE LA EFECTELE SCHIMBĂRIILOR CLIMATICE CIA_CLIM au fost active 22 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. 4 / 2021	Numărul
1	Numărul cercetătorilor	18
2	Numărul cercetătorilor postdoctorali	0
3	Numărul doctoranzilor	2
4	Numărul tehnicienilor	0
5	Numărul cercetătorilor Noi	2
6	Numărul cercetătorilor postdoctorali Noi	0
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	60.996,00	64.678,00	9
Partener 1 proiect complex (P1) - UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI	48.681,00	49.622,00	4
Partener 2 proiect complex (P2) - UNIVERSITATEA TEHNICA DIN CLUJ - NAPOCA	26.503,00	26.503,00	4
Partener 3 proiect complex (P3) - INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICA ICPE - CA BUCURESTI	11.088,00	14.950,00	4
Partener 4 proiect complex (P4) - INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU ELECTROCHIMIE SI MATERIE CONDENSATA - INCEMC TIMISOARA	2.000,00	6.314,00	1
Totaluri	149.268,00	162.067,00	22

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

Articole în jurnale indexate ISI

1. Cristina Valean, Corina Sosdean, Liviu Marsavina, Emanoil Linul, *Mechanical characterization of lightweight foam-based sandwich panels*, Materials Today: Proceedings, Vol. 45 (5), 2021, Pages 4166-4170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.035>, WOS:000655645500015.
2. Emanoil Linul, Daniel Pietras, Tomasz Sadowski, Liviu Marsavina, Dipen Kumar Rajak, Jaroslav Kovacik, *Crashworthiness performance of lightweight Composite Metallic Foams at high temperatures*, Composites Part A, Vol. 149, 2021, 106516, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2021.106516>, (IF= 6.444).
3. Novaconi Stefan, Rus Stefania, Ivanovici Madalina Gabriela, *The effect of direct simulated solar irradiation on the thermal and optical behavior of the cellular glass coated with WO3-based painting*, Energy and Buildings, ENB-D-21-01247, 2021 (IF = 4.87).

4. Novaconi Stefan, Ivanovici Madalina Gabriela, Rus Stefania. Predictable building enveloping based on passive reactive functionalized TiO₂ glass foam, *Journal of Building Engineering*, JBE-D-21-01551, 2021 (IF = 3.38).
5. D. Hulea, O. Cornea, N. Muntean, and B. Fahimi. *A bidirectional hybrid switched inductor converter with wide voltage conversion range*. *IET Power Electronics*, 2021, vol. n/a, no. n/a, doi: **10.1049/pel2.12138**, WOS:000658651100001 (IF = 2.672).
6. A.S. Bejan, C. Teodosiu, C.V. Croitoru, T. Catalina, I. Nastase. *Experimental investigation of transpired solar collectors with/without phase change materials*, *Solar Energy*, 478-490, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.solene>, WOS:000608704600001 (IF = 4.61).
7. Buzatu Raluca Ioana, Ungureanu Daniel-Viorel, Ciutina Adrian Liviu, Gireada Mihaita Constantin, Vitan Danut, Petran Ioan. Experimental evaluation of energy-efficiency in a holistically designed building, *Energies*, ISSN 1996-1073 (in curs de evaluare) (IF = 2.70) (trimisă spre evaluare).

Conferințe internaționale și naționale

1. L. Marșavina, O. Pop, R. Pepelan. Mark tracking technique for experimental determination of fracture parameters. *Proceedings of the 22th European Conference on Fracture: Loading and Environmental effects on Structural Integrity*. Belgrade, Serbia, 26-31 August 2018 <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.12.327> (indexat ISI).
2. 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 doi:10.1088/1757-899X/416/1/012037 (indexat ISI).
3. Sima, C., Teodosiu, C., Croitoru, C. and Bode, F. Analysis of numerical and experimental results of a solar glazed air collector configuration in Romania climate. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012085). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012085 (indexat ISI).
4. Sima, C., Teodosiu, C., Croitoru, C. and Bode, F. *Experimental study of heat transfer inside a real scale innovative air solar collector*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012007). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012007 (indexat ISI).
5. Berville, C., Fokone, A.T., Sima, C.I. and Croitoru, C.V. *Mesh independency study for an unglazed transpired solar collector*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012059). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012059 (indexat ISI).
6. Teodosiu, C., Sima, C., Bode, F. and Croitoru, C. *Analysis of velocity and temperature fields inside an air solar collector—A numerical approach*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012008). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012008 (indexat ISI).
7. R. Buzatu, D. Muntean, V. Ungureanu, A. Ciutina, M. Gireadă, D. Vitan. Holistic energy efficient design approach to sustainable building using monitored energy management system. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012037). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012037 (indexat ISI).
8. A. Ciutina, M. Mirea, A. Ciopec, V. Ungureanu, R. Buzatu, R. Morovan. Behaviour of wedge foundations under axial compression. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 664, No. 1, p. 012036). IOP Publishing, 2021, DOI: 10.1088/1755-1315/664/1/012036 (indexat ISI).
9. Ciutina Adrian Liviu, Mirea Monica, Ciopec Alexandra, Morovan Raul, *Comportarea Fundațiilor Prefabricate cu Fețe Încălnate la Compresiune Axială*, A XIV-A conferință națională de geotehnică și fundații, iunie 2021, ISBN 978-606-23-1250-3.

Cărți

1. O. Cornea, D. Hulea, N. Muntean, *Convertoare hibride de curent continuu*, Editura Politehnica, 2019, ISBN 978-606-35-0333-7

Studii

1. Morovan Raul, *Behavior of lightweight steel structures with Precast tapered foundations*, MsC Thesis, 2021.