

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 1**

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 National de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE - CA Bucuresti (Partener P3)**

**Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie si Materie Condensata - INCEMC Timisoara (Partener P4)**

## 1. Rezumatul etapei

Rezultatele obținute în etapa 1 a proiectului complex au fost atinse în toate proiectele componente, indicatorii fiind atinși pentru fiecare activitate în parte.

În cadrul **proiectului component 1** au fost identificate într-o primă fază tipologiile de materiale care vor putea fi integrate pentru fațadele utilizate pentru laboratorul experimental. Trierea rezultatelor a fost făcută pe mai multe criterii, cum sunt disponibilitatea sistemelor pe piață, gradul de izolare termică și capacitatea portantă. În faza a doua a analizei, materialele propuse pentru închideri au fost efectuate în paralel încercări experimentale statice (de compresiune, încovoiere și întindere) și de tenacitate. Rezultatele demonstrează că proprietățile mecanice panourilor sandwich depind atât de înveliș (aluminiu, PVC sau material textil) dar și de miezul panoului (spume PIR, PUR, MF, polistiren expandat).

Analizele **proiectului component 2** au fost concentrate pe obținerea materialelor cu conductivitate termică scăzută și s-au structurat pe trei direcții de acțiune:

- obținerea produselor vitroase poroase - rețete de obținere a sticlei poroase obținute folosind două tipuri de deșeuri de sticlă - de geam și respectiv de tub cinescop. Rezultatele obținute confirmă viabilitatea soluției propuse pentru inertizarea ca sticle celulare a deșeurilor de sticlă și respectiv a cenușii de tip „fly ash” epuizate;
- obținerea produselor vitroceramice poroase prin valorificarea deșeurilor de sticlă de geam și respectiv tub cinescop (CRT) alături de cenușa de termocentrală “fly ash” utilizată ca material adsorbant. Rezultatele au demonstrat că este posibilă obținerea unor mase vitroceramice având rezistențe chimice foarte bune în condiții economic avantajoase;
- depunere de  $TiO_2$  și  $WO_3$  pe substrat de sticlă poroasă, realizată în condiții de laborator prin obținerea nanocristalelor de  $TiO_2$  și  $WO_3$  la temperaturi mai mici de  $250^\circ C$  și presiuni sub 100 bar.

**Proiectul component 3** a realizat o analiză de implementare a sistemelor de tip ”smart grid” pe fațadele structurilor ușoare. Au fost stabilite nivele de tensiune pentru distribuția energiei electrice în c.c, structura rețelei de alimentare și cerințele consumatorilor. Au fost modelate principalele elemente componente: convertoarele statice necesare, elementele de stocare ale energiei electrice, noi generatoare pentru conversia energiilor regenerabile, precum și principalele elemente de control.

În cadrul **Proiectului component 4** au fost realizate:

- optimizarea arhitecturală a laboratorului modular mobil EXPERIMENTARIUM, prin orientarea ideală față de punctele cardinale și găsierea înclinațiilor optime ale acoperișului în vederea maximizării aportului energetic dat de panourile fotovoltaice;
- proiectarea structurii de rezistență pentru laboratorul modular mobil EXPERIMENTARIUM. S-a ales soluția structurală în cadre din elemente realizate din profile ușoare realizate la rece. Soluția prezintă multiple avantaje, printre care montajul rapid și facil, nefiind nevoie de utilaje grele. În plus, sistemul transmite încărcări reduse fundațiilor și terenului de fundare;
- proiectarea infrastructurii s-a realizat prin sisteme de fundare inovatoare, pe fundații prefabricate în formă de trunchi de piramidă, introduse în sol prin vibropresare. În cadrul etapei au fost efectuate și cercetări ale solului prin studii geotehnice;
- studiile pe sistemele de fațadă. S-au considerat sisteme absorbante solare pe care au fost efectuate studii de optimizare pe baza analizelor cu element finit pentru integrarea în modelul experimental.

Diseminarea rezultatelor a fost efectuată atât în interiorul consorțiului cât și prin publicații în jurnale și la conferințe naționale și internaționale cu impact: 4 articole publicate în jurnale, 8 articole publicate la conferințe internaționale (tip proceedings), 5 articole publicate la conferințe naționale (tip proceedings) și un capitol de carte. Lista detaliată este prezentată în capitolul 5.

## 2. Descrierea științifică și tehnică

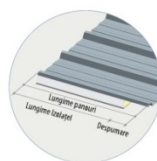
### Proiectul component 1 - Caracterizarea mecanică a materialelor celulare și a structurilor sandwich cu miez din materiale celulare folosite la fațade inteligente

#### Identificarea tipurilor de materiale celulare folosite la fațade inteligente

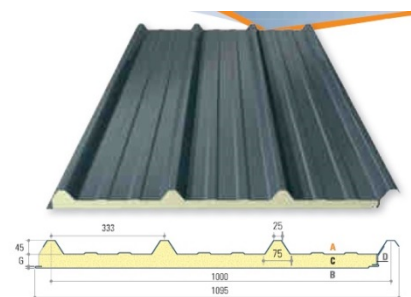
Panourile sandwich sunt folosite pe scară largă pe piața de construcții din România pentru realizarea acoperișurilor și pereților de închidere. Fiecare producător oferă table cu capacități portante în scopuri de proiectare, însă, în multe cazuri au fost evidențiate diferențe foarte mari între capacitățile portante declarate între diferiți producători și rezultatele încercărilor experimentale efectuate pe panouri, deși acestea prezentau detalii tehnice similare precum grosimea interioară sau exterioară a fețelor sau grosimea miezului. În continuare sunt prezentate materialele folosite de cinci producatori din România pentru realizarea panourilor tip sandwich.

#### Jorisode - Materiale folosite la panouri sandwich

Destinație	Miez	Față interioara/exterioara
Acoperis	PUR/PIR la cerere Vata minerala	Tabla oțel S 250 GD
Acoperis/perete	PIR	Tabla oțel S 250 GD Hartie Kraft sau folie aluminiu
Perete	PUR/PIR la cerere Vata minerala	Tabla oțel S 250 GD

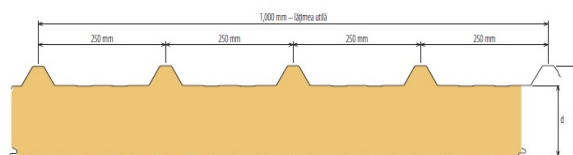


Vă rugăm indicați lungimea panourilor și lungimea tablăi.  
Lungime minimă tablă: 2,50m  
Lungime maximă panou: 11,5m  
Regulament: An. 50mm (standard)  
max. 350m

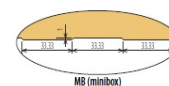
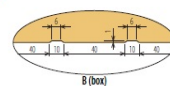


#### Kingspan - Materiale folosite la panouri sandwich

Destinație	Miez	Față interioara/exterioara
Acoperis	IPN/PUR	Oțel
	PIR	Oțel Fe 220G
	IPN/PUR	Membrana bituminoasa
	IPN/PUR	Fibra de sticla
	IPN/PUR	Membrana PVC
Perete	Fibra minerala	Oțel + membrana PVC
	PUR/PIR la cerere	Tabla
	Vata minerala	Tabla oțel

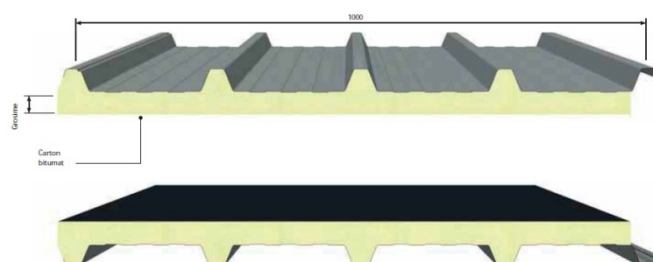


Profilare interioară

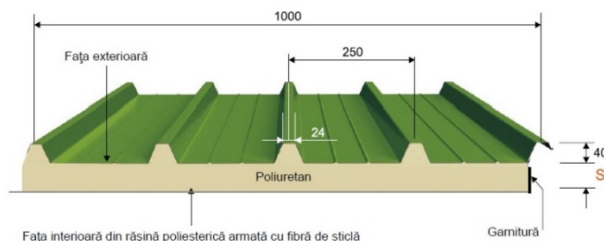


#### Isopan - Materiale folosite la panouri sandwich

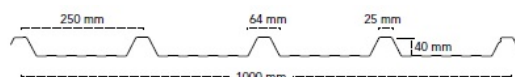
Destinație	Miez	Față interioara/exterioara
Acoperis	PUR	Tabla oțel
	PUR	Tabla aluminiu
	PUR	Folie gofrata aluminiu
	PUR	Suport din carton bituminat
Perete	Vata minerala	Tabla oțel
	PUR	Tabla oțel
	Vata minerala	Tabla oțel



Topanel - Materiale folosite la panouri sandwich		
Destinație	Miez	Față interioară /exterioara
	PUR/PIR	Tabla oțel
Acoperis	PUR/PIR	Tabla aluminiu
	PUR	Rasina poliesterica armata cu fibra de sticla
	PUR	Carton bituminat
Perete	Vata minerala	Tabla oțel
	PUR	Tabla oțel
	Vata minerala	Tabla oțel



Marcegaglia - Materiale folosite la panouri sandwich		
Destinație	Miez	Față interioară /exterioara
	PUR	Tabla oțel
Acoperis	PUR	Tabla cupru
	PUR	Tabla aluminiu
	PUR	Carton bituminat
	PUR	Folie de aluminiu
	PUR	Fibra de sticla
Perete	Vata minerala bazaltica	Tabla oțel
	PUR	Tabla oțel
	PUR	Tabla aluminiu
	PUR	Fibra de sticla PRFV
	Vata minerala bazaltica	Tabla oțel



### Încercări experimentale statice de compresiune, încovoiere, întindere

Au fost considerate următoarele materiale pentru:

- fețe: Aluminiu (AL 2024 T3; AL 6060 T66; AL 1050 H24), material textil, PVC,
- miez: spumă Polyisocianurat (PIR), spumă Poliuretanică Rigidă (PUR) cu celule închise, spumă metalică de aluminiu (MF) cu celule închise, Polistiren Expandat (EPS).

### Încercări la tracțiune la materialele pentru fețe

S-au efectuat încercări de **tracțiune** la materiale pentru fețe pe epruvete de tip dogbone, de tip banda, prismatice, folosindu-se ca echipament: Mașina de încercat universală Zwick Proline Z005 (pentru fețele din aluminiu AL 2024 T3; AL 6060 T66) la viteza de încercare  $v=5$  mm/min, Mașina de testat Walter+bai LFV 100 (AL 1050 H24) la viteza de încercare  $v=10$  MPa/min, Mașina de încercat universală Zwick/Roel 005 (PVC, textil) la viteza de încercare  $v=10$  mm/min. Toate testele au fost realizate la temperatura ambiantă.

În continuare sunt prezentate sintetic rezultatele încercărilor de **tracțiune**: **Aluminiu (AL 2024 T3; AL 6060 T66; AL 1050 H24)**. Pentru aliajele de aluminiu considerate caracteristicile elastice și mecanice sunt prezentate în Tabelul 1.1.

Tabelul 1.1. Rezultatele încercării la tracțiune a fețelor din aluminiu

Material	Modul de elasticitate E [MPa]	Limita de curgere R <sub>p0.2</sub> [MPa]	Rezistență la rupere R <sub>m</sub> [MPa]	Alungirea la forța maximă e <sub>m</sub> [%]	Alungirea la rupere e <sub>f</sub> [%]
AL 2024 T3	70000	339,5	459,0	14,66	16,88
AL 6060 T66	68930	217,1	237,0	7,31	7,49
AL 1050 H24	70400	98,4	106,1	2,39	3,26

**Material textil.** Pentru materialul textil folosit ca fețe la panourile sandwich Jorisode, acesta s-a debitat pe două direcții longitudinală și transversală, sub formă de fâșii de lățime 26 mm și grosime 0,4 mm. S-a obținut o rezistență la rupere dublă pe direcție longitudinală 9,8 MPa față de 4,5 MPa pe direcție transversală, datorită formeii țesăturii textile.

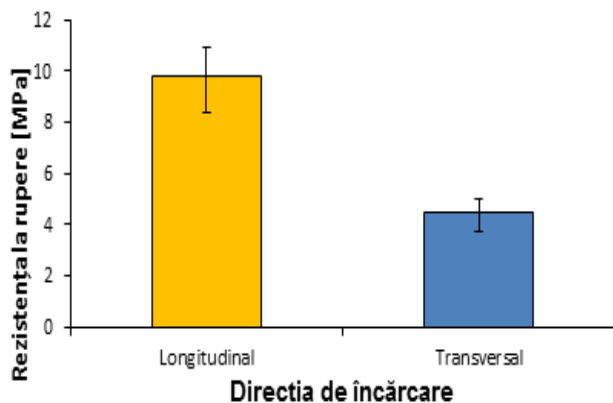


Fig. 1.1. Rezistență la rupere în funcție de direcția de încărcare

**PVC** Fețele de PVC folosite la panourile tip sandwich cu miez din spumă poliuretanică au fost testate la două viteze de solicitare 10 și 200 mm/min.

Tabelul 1.2. Rezultate la tracțiune pentru PVC la viteze diferite de încărcare

Viteza	Modul de elasticitate	Rezistență la rupere
[mm/min]	[MPa]	[MPa]
10	720,85	19,02
200	1306,8	25,012

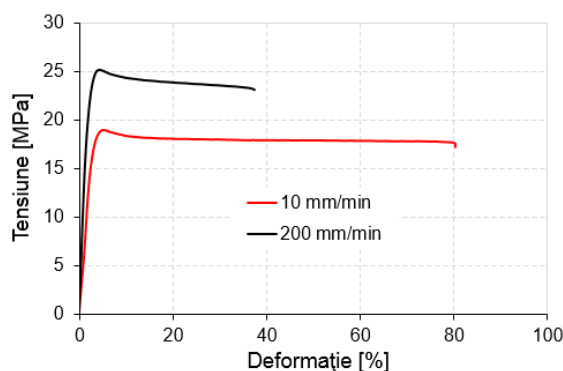


Fig. 1.2 Curbele tensiune-deformație la tracțiune. Influența vitezei de încărcare

Concluzii:

- Rezistență la rupere a fetelor din PVC este influențată de viteza de încercare. S-a obținut o creștere a rezistenței cu până la 25% în cazul unei viteze de testare de 200 mm/min (Fig. 2).
- Pe de altă parte, alungirea la rupere este de două ori mai mare în cazul vitezei de încercare de 10 mm/min, comparativ cu 200 mm/min.

### Încercarea materialelor folosite ca miez

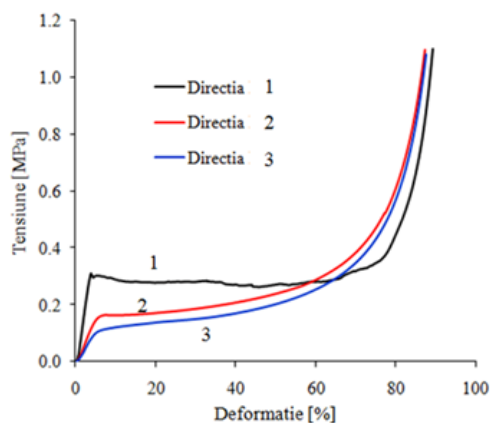
Materialele pentru miez au fost supuse la **compresiune** (spume PIR, PUR, MF, polistiren expandat) și **încovoiere în trei puncte** (PUR, MF, polistiren expandat EPS).

Pentru încercarea la **compresiune** au fost folosite epruvete cubice de dimensiune: 25x25x25 (PIR, PUR), prisme de dimensiuni: 50x50x25. Pentru realizarea încercărilor s-a folosit mașina de încercat universală Zwick Proline Z005 (PIR) la viteza  $v=10$  mm/min, mașina de încercat universală LBG TC100, având capacitatea maximă a celulei de forță de 100 kN (PUR, MF) la viteza  $v=10$  mm/min, mașina de încercat universală tip Instron 3366 - 10 kN (EPS) la viteze de încercare: 15 mm/min, 75 mm/min, 225 mm/min și 375 mm/min.

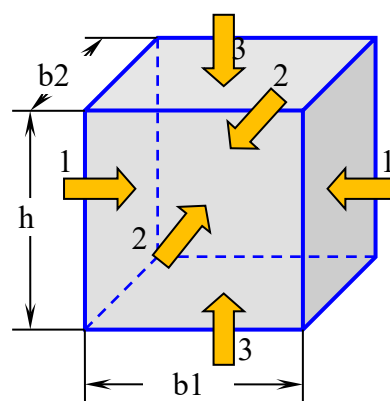
În continuare sunt prezentate rezultatele încercărilor de **compresiune** cu curbele caracteristice, pentru fiecare din materialele menționate mai sus:

### Spumă Polyisocianurat (PIR)

Testele de compresiune pe epruvete din spumă PIR, cu densitatea de  $35 \text{ kg/m}^3$  au fost realizate pe epruvete tip cub, cu latura de aproximativ 50 mm, după trei direcții de încărcare. Curbele caracteristice sunt prezentate în Fig. 1.3 și rezultatele în Tabelul 1.3.



a. Curbe tensiune - deformație



b. Direcțiile de încărcare

Fig. 1.3 Comportarea la compresiune a spumelor PIR

Tabelul 1.3. Rezultatele medii ale proprietăților mecanice la compresiune ale spumelor PIR

Direcția de încărcare	Modulul de elasticitate	Tensiunea de curgere	Tensiunea de platou	Densificarea
	E [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_p$ [MPa]	$\epsilon_D$ [%]
1	10,42	0,32	0,28	66,14
2	3,71	0,16	0,18	60,06
3	2,88	0,12	0,15	58,81

### Spumă Poliuretanică Rigida (PUR) cu celule închise

Testele de compresiune pe epruvete din PUR de formă cubică cu latura de 25 mm, confecționate din spume de trei densități: 100, 160, 300 kg/m<sup>3</sup> au fost realizate după două direcții de încărcare: direcția de curgere și direcția de creștere, la diverse temperaturi, iar rezultatele sunt prezentate în Tabelul 1.4.

Tabelul 1.4. Caracteristicile la compresiune pentru spumele PUR

Temperatură	Direcția de creștere					Direcția de curgere			
	Densitate	E	$\sigma_y$	$\sigma_p$	$\epsilon_d$	E	$\sigma_y$	$\sigma_p$	$\epsilon_d$
T [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[%]
-20	100	30,35	1,47	1,34	58,8	21,99	1,25	1,24	56,8
	160	59,47	2,71	2,50	52,0	39,11	2,16	2,22	55,0
	300	208,72	9,52	9,94	60,8	155,65	7,86	8,15	59,5
0	100	30,05	1,29	1,22	55,3	21,85	1,17	1,17	54,8
	160	53,59	2,10	2,29	67,5	31,30	1,88	1,94	55,3
	300	176,45	8,25	8,26	0,60	136,98	6,28	6,58	53,8
60	100	27,77	0,86	0,77	54,8	19,13	0,75	0,78	54,0
	160	33,60	1,56	1,47	56,8	24,26	1,22	1,27	58,0
	300	80,62	3,46	3,40	57,0	77,06	2,97	2,93	57,5
100	100	13,80	0,52	0,49	57,3	9,98	0,34	0,51	63,4
	160	23,40	0,94	0,86	53,5	14,04	0,62	0,64	50,0

### Spumă Metalică de aluminiu (MF) cu celule închise

S-a testat o spumă metalică dintr-un aliaj AlSi12Mg0.6, cu epruvete de formă cubică, la temperatura ambiantă. Rezultatele sunt prezentate ca valoarea tensiunii la 20%, respectiv la 50% deformație.

Tabelul 1.5. Rezistență la compresiune pentru spuma metalică aliaj AlSi12Mg0.6

Densitatea	Rezistență la compresiune	
	$\sigma_{c20\%}$ [MPa]	$\sigma_{c50\%}$ [MPa]
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]		
352	2,54	3,2
373	2,03	2,72
399	2,55	4,53

408	2,63	4,87
423	3,98	5,06
513	4,33	6,29
534	4,38	7,88
684	9,73	12,05
785	16,16	17,23

### Polistiren Expandat (EPS: EPS-50, EPS-80, EPS- 100, EPS- 120)

Testele de compresiune pe epruvete din polistiren expandat având patru densități au fost efectuate la patru viteze diferite de solicitare. Rezultatele experimentale medii sunt prezentate în Tabelul 1.6.

Tabelul 1.6. Rezistență la compresiune pentru polistiren la diverse viteze de încercare

$\sigma$ [MPa]				v [mm/min]	$\dot{\epsilon}$ [1/s]
EPS-50	EPS-80	EPS-100	EPS-120		
0,533	0,705	0,111	0,138	15	0,01
0,559	0,811	0,122	0,148	75	0,05
0,601	0,848	0,128	0,156	225	0,10
0,697	0,927	0,133	0,145	375	0,25

Concluzii:

- În cazul spumelor PIR, valorile caracteristicilor mecanice  $E$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_p$  sunt superioare pe direcția 3 (direcția de creștere a spumei) comparativ cu cele pe direcțiile 1 și 2 de aproximativ 3 ori pentru modulul de elasticitate, respectiv de 2 ori valorile tensiunilor de curgere și paltou. De asemenea palierul de curgere este mai extins pe direcția 3.
- Principalele proprietăți mecanice ale spumelor PUR (modulul de elasticitate, tensiunea de curgere, tensiunea de platou, densificarea și energia de absorbție) **cresc odată cu creșterea densității spumelor** (Tabelul 1.4). De asemenea s-au observat creșteri a proprietăților elastice și de rezistență cu până la 86% la temperaturi joase ( $-20^\circ\text{C}$ ).
- La spumele PIR și PUR, direcția de încărcare evidențiază **comportamentul anizotrop** al spumelor investigate (Fig. 1.3, Tabelele 1.3 și 1.4). Proprietățile mecanice ale spumelor testate pe direcția de creștere a spumelor prezintă valori mai mari cu până la 40%, comparativ cu spumele încărcate de direcția de curgere.
- **Temperatura influențează semnificativ** valorile proprietăților mecanice ale spumelor PUR, acestea scăzând (cu până la 65% în intervalul de temperaturi investigat) odată cu creșterea acesteia (Tabelul 1.4).
- Proprietățile mecanice ale spumelor metalice **cresc odată cu creșterea densității** spumelor cu până la 52% (Tabelul 1.5).
- În timpul testelor de compresiune a polistirenului expandat, s-a observat creșterea proprietăților mecanice cu densitatea și cu viteza de soliciatate (Tabelul 1.6).

### Încercări la încovoiere la materialele pentru miez

La **încovoiere în trei puncte** au fost folosite epruvete prismatice fără creștătură având dimensiunile: 25 mm  $\times$  25 mm  $\times$  150 mm (PUR), 10 mm  $\times$  10 mm  $\times$  85 mm (MF), 15x30x180 (EPS). Pentru efectuarea încercărilor s-a folosit o mașină de tracțiune-compresiune Zwick/Roell Z005, la viteza  $v=2$  mm/min (PUR) și  $v=10$  mm/min (MF), respectiv o mașina de încercat universală tip Instron 3366 - 10 kN (EPN) la vitezele de încercare: 15 mm/min, 75 mm/min, 225 mm/min și 375 mm/min. Toate testele s-au realizat la temperatura ambiantă. În continuare sunt prezentate rezultatele încercărilor.

### Spumă Poliuretanică Rigida (PUR) cu celule închise

Pentru spumele de trei densități curbele caracteristice sunt prezentate în Fig. 1.4 iar proprietățile la încovoiere în Tabelul 1.7.

### Spumă Metalică de aluminiu (MF) cu celule închise

Pentru spuma metalică din aliaj de aluminiu AlMgSi0,6 având desitatea de  $550 \text{ kg/m}^3$  rezultatele sunt prezentate în Tab. 1.8 și Fig. 1.5.

Tabelul 1.7. Proprietățile la încovoiere pentru PUR de diverse densități

Densitate	Modul de elasticitate	Rezistență la rupere
[ $\text{kg/m}^3$ ]	E [MPa]	$\sigma_{\max}$ [MPa]
100	31,69	1,80
160	58,85	2,52
300	208,22	7,48

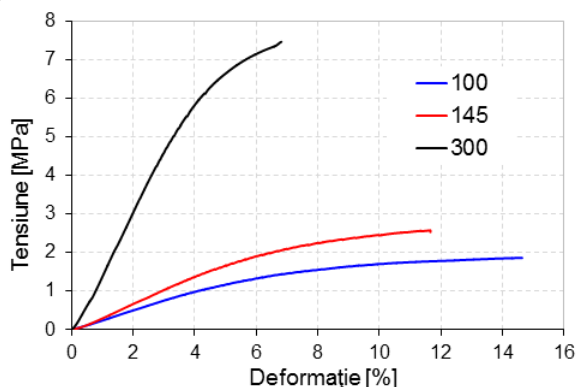


Fig.1.4. Curbele tensiune-deformație la încovoiere (PUR)

Tabelul 1.8. Rezistență la încovoiere pentru MF după două direcții de încărcare

Direcție încărcare	Modul de elasticitate E [GPa]	Rezistență la rupere $\sigma_{\max}$ [MPa]
Direcția de creștere	4,6	16,63
Direcția de curgere	2,3	10,45

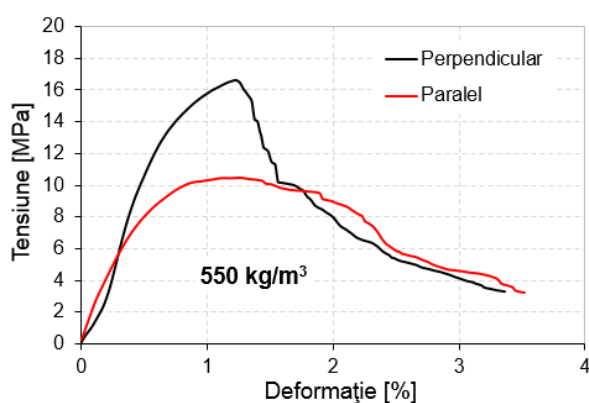


Fig. 1.5. Curbele tensiune-deformație la încovoiere (MF)

### Polistiren Expandat (EPS: EPS-50, EPS-80, EPS- 100, EPS- 120)

Testele de încovoiere în trei puncte pe epruvete din polistiren expandat având patru densități au fost efectuate la patru viteze diferite de solicitare. Rezultatele experimentale sunt prezentate în Tabelul 1.9.

Tabelul 1.9. Rezistență la încovoiere pentru tipurile de polistiren investigate la diverse viteze încercare

$\sigma_{\max}$ [MPa]				v [mm/min]	$\dot{\epsilon}$ [1/s]
EPS-50	EPS-80	EPS-100	EPS-120		
0,115	0,168	0,210	0,279	15	0,01
0,119	0,167	0,216	0,262	75	0,05
0,105	0,179	0,239	0,256	225	0,10
0,112	0,176	0,244	0,303	375	0,25

#### Concluzii:

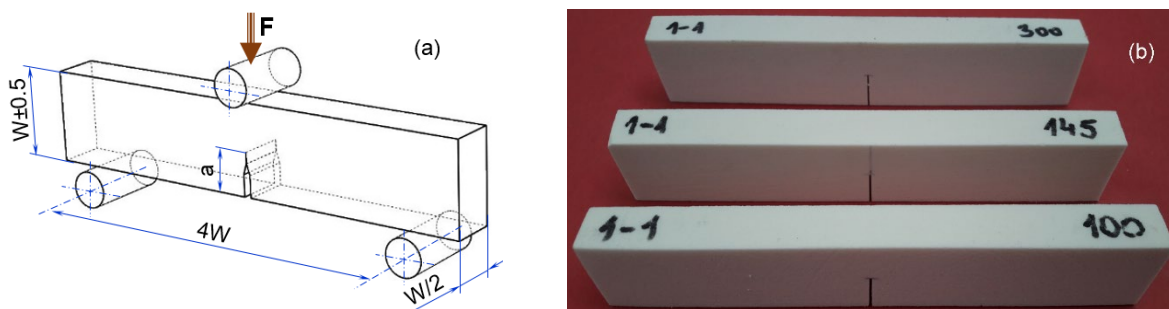
- Proprietățile elastice ale spumelor poliuretanic PUR cresc cu 85% odată cu creșterea densității spumei, iar cele de rezistență cu aproximativ 75% (Tabelul 1.7).
- Modulul de elasticitate și rezistență la încovoiere sunt de aproximativ două ori mai mari pe direcția de creștere, comparativ cu direcția de curgere la spumele metalice AlMgSi0,6 (Fig. 1.5 și Tabelul 1.8).
- Testele de încovoiere a polistirenului expandat, indică creștere rezistenței la încovoiere cu creșterea vitezei de încercare și cu densitatea (Tabelul 1.9).

#### Determinarea tenacității la rupere a materialelor celulare folosite la fațade inteligente

Tenacitatea la rupere este proprietatea materialelor de a se opune propagării instabile a unei fisuri. Determinarea tenacității la rupere a spumelor poliuretanic de trei densități (100, 145 și  $300 \text{ kg/m}^3$ ) 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)  
Fig. 1.6. Epruvete pentru determinarea tenacității la rupere

Tenacitatea la rupere s-a determinat cu relația:

$$K_{IC} = \frac{F_Q}{BW^{0.5}} f\left(\frac{a}{W}\right) \quad [MPa \cdot m^{0.5}] \quad (1.1)$$

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

$$f\left(\frac{a}{W}\right) = 6\sqrt{\frac{a}{W}} \frac{1.99 - (a/W)(1 - a/W)[2.15 - 3.93(a/W) + 2.7(a/W)^2]}{(1 + 2a/W)(1 - a/W)^{1.5}} \quad (1.2)$$

Testele s-au efectuat pe o mașină Zwick Roell având forța maximă de 5 kN la temperatura ambiantă (25°C), respectiv la temperatura scăzută/criogenică (-196°C) obținută cu azot lichid, [Linul ș.a. 2018].

Tabelul 1.10. Tenacitatea la rupere a spumelor poliuretanic

Temperatura de testare [°C]	Densitate [kg/m <sup>3</sup> ]	Tenacitate la rupere [MPa·m <sup>0.5</sup> ]	
		Direcția de creștere	Direcția de curgere
25	100	0,076	0,072
25	145	0,116	0,109
25	300	0,355	0,331
-196	100	0,110	0,092
-196	145	0,187	0,178
-196	300	0,417	0,393

Concluzii:

- Tenacitatea la rupere crește cu creșterea densității. Valori mai mari ale tenacității s-au obținut pe direcția de creștere a spumelor. De asemenea, la temperaturi scăzute tenacitatea la rupere este mai mare decât la temperatura ambiantă pentru toate densitățile spumelor.

### Proiectul component 2 - Materiale utilizate pentru degradarea substanțelor poluante din aer și absorbția redusă/reflexia radiației UV-VIS-IR

Obținerea materialelor cu conductivitate termică scăzută (sticlă celulară și materiale compozite cu fibre), a celor cu proprietăți fotocatalitice pe bază de TiO<sub>2</sub>

#### Considerații generale

Sticlele celulare reprezintă o clasă de sticle ușoare cu aspectul unui burete cu pori fini închiși sau cu pori de dimensiuni mari și deschiși. Datorită acestui aspect ea mai este denumită și sticlă spongioasă.

Sticla celulară prezintă o serie de proprietăți și avantaje față de alte materiale utilizate în domeniul materialelor de construcții: materialul este ignifug, are proprietăți fonoizolante și electroizolante, este un bun termoizolant, absorbția de apă nu depășește în condiții normale 5% din volum, rezistă la atacul chimic al acizilor uzuali, este incompresibilă, are o perfectă stabilitate dimensională, fiind un material

foarte ușor de prelucrat. Sticla celulară nu este atacată de microorganisme sau de rozătoare. Acest material rezistă la temperaturi cuprinse între  $-100^{\circ}\text{C}$  și  $+430^{\circ}\text{C}$ . Datorită unei bune rezistențe la compresiune (până la  $1,375 \text{ N/mm}^2$ ) este indicată pentru izolarea teraselor circulabile, a parcarilor și halelor industriale. Densitatea sticlei celulare variază între  $375\text{-}875 \text{ Kg/m}^3$ , porozitatea între  $68\text{-}85 \%$ , iar conductivitatea termică între  $0,10\text{-}0,24 \text{ W/mK}$ . Se consideră că materialele care au o conductivitate mai mică de  $0,25 \text{ W/mK}$  sunt clasificate ca materiale izolatoare.

Ca materie primă pentru obținerea sticlei celulare se folosesc deșeuri de sticlă: cioburi de sticlă rezultate de la fabricarea geamurilor, a ambalajelor, a sticlei de menaj, a altor produse din sticlă, a deșeurilor din sticlă rezultate din demolari, a deșeurilor de sticlă din gospodării etc., indiferent de culoare, marime, formă sau contaminare. În general sticla conține:  $70\text{-}73\% \text{ SiO}_2$ ;  $1\text{-}3\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $0,1\text{-}0,5\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $13\text{-}15\% \text{ Na}_2\text{O}$ ;  $0\text{-}2\% \text{ K}_2\text{O}$ ;  $5\text{-}7\% \text{ CaO}$  și  $3\text{-}5\% \text{ MgO}$ .

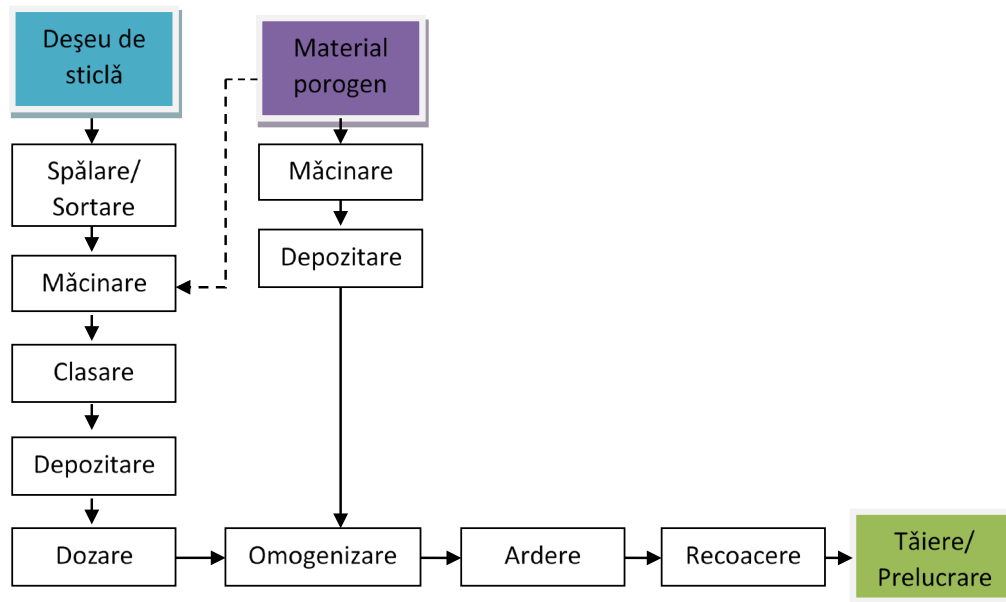


Fig. 2.1. Schema procesul tehnologic de obținere a sticlei celulare

Pentru a putea fi prelucrate sub formă de sticlă celulară aceste deșeuri/cioburi de sticlă sunt concasate mai întâi până la dimensiuni de circa  $1\text{-}2 \text{ mm}$ , după care sunt măcinate în mori cu bile sau mojarate mecanic până la o finețe de  $3000\text{-}4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ . Dacă măcinarea are loc în mori cu bile, pentru o mai bună omogenizare a materiilor prime, se introduce în moară și agentul de spumare ( $\text{SiC}$ , cărbune etc.). Condiția esențială a agentului porogen (a generatorului de gaz) este ca degajarea de gaze să atingă intensitatea maximă la temperatura la care sticla este suficient de fluidă pentru a expanda. Amestecul rezultat este încălzit până la o temperatură la care acesta sinterizează, înmuindu-se, iar agentul de spumare este eliberat. Materiile prime se introduc în cuptor direct la  $700^{\circ}\text{C}$ , iar în aproximativ 15 minute se ajunge la temperatura de  $800\text{-}850^{\circ}\text{C}$ . Materialele se mențin la această temperatură maximă aproximativ 45 de minute după care sunt răcite rapid până la  $650^{\circ}\text{C}$  pentru a se fixa structura celulară și se mențin la această temperatură pentru uniformizare aproximativ 25 de minute, apoi sunt răcite controlat pentru a reține bulele sau celulele formate de gaze și eliminarea tensiunilor interne. După răcire blocurile se prelucreează la dimensiunile și formele cerute de utilizatori.

### Obținerea produselor vitroase poroase

Scopul acestei direcții de cercetare a fost de a valorifica deșeurile de sticlă de geam și respectiv tub cinescop (CRT) alături de cenușa de termocentrală “fly ash” folosită în prealabil ca material adsorbant și  $\text{SiC}$  sub forma unor sticle poroase.

Tabelul 2.1. Compoziția oxidică a deșeurilor de sticlă folosite [%]

Oxid	$\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{BaO}$	$\text{PbO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Geam	71,86	13,13	0,02	9,23	5,64	-	-	0,08	0,04
CRT	60,92	8,96	7,44	0,67	0,14	10,80	8,85	2,07	0,15

Tabelul 2.2. Compoziția oxidică a cenușii folosite [%]

Oxid	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Cenușă "fly ash"	46.2	6.23	4.17	3.3	8.6	23.2	8.1

În vederea utilizării, deșeurile au fost frite, măcinate umed într-o moară de laborator de tip Pulverisette la un raport material-bile-apă de 1:2:1, uscate în etuvă și apoi clasate, fiind reținută fracțiunea granulometrică corespunzătoare trecerii pe sita cu ochiuri de 100 μm.

În urma utilizării cenușii ca material adsorbant pentru Cr<sup>6+</sup>, concentrația acestuia în cenușă a fost 7,4%. Rețetele sticlelor obținute folosind cele două tipuri de deșeuri de sticlă – de geam și respectiv de tub cinescop sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabelul 2.3. Rețete de obținere a sticlelor poroase sintetizate (%)

Proba	Deșeu sticla		SiC	Cenușă
	Geam	CRT		
I.G	-	80	10	10
II.G	-	70	10	20
III.G	-	60	10	30
I.E	80	-	10	10
II.E	70	-	10	20
III.E	60	-	10	30

Omogenizarea s-a realizat într-o moară de laborator de tip Pulverisette la un raport material-bile-apă de 1:2:1, apoi materialul a fost uscat în etuvă la 120°C, timp de 6h. Au fost sintetizate sticle celulare plecând de la deșeuri de sticlă de geam și de tub cinescop alături de o cenușă de termocentrală tip „fly-ash” utilizată în prealabil ca material adsorbant și carbură de siliciu ca agent porogen.

Probele au fost caracterizate din punct de vedere al proprietăților ceramice prin determinarea densității aparente și porozității aparente. Valorile obținute sunt cuprinse între 0,35-1,64 g/cm<sup>3</sup> pentru densitatea aparentă și respectiv 28-73%, depinzând de raportul masic între cele două deșeuri și de temperatura de ardere. Aceste valori ale porozității sunt comparabile cu produsele similare de pe piață. Stabilitatea hidrolitică a maselor obținute, determinată conform standardului ISO 719-1985 le clasifică în clasele de stabilitate HGB1-3. Capacitatea de imobilizare a ionilor de crom în sticla celulară a fost determinată conform American Extraction Procedure Toxicity Test, folosind apă distilată ca mediu agresiv la termenul de 28 zile. Pierderile de crom, cuprinse între 0,0010-0,0075 % confirmă foarte buna încapsulare a cromului adsorbit pe cenușă în matricea vitroasă.

Rezultatele obținute confirmă viabilitatea soluției propuse pentru inertizarea ca sticle celulare a deșeurilor de sticlă și respectiv a cenușii de tip „fly ash” epuizate, folosită în prealabil ca mediu adsorbant alături de SiC cu obținerea unor sticle celulare având rezistențe chimice foarte bune în condiții economic avantajoase.

### Obținerea produselor vitroceramice poroase

Scopul acestei direcții de cercetare este acela de a valorifica deșeurile de sticlă de geam și respectiv tub cinescop (CRT) alături de cenușă de termocentrală “fly ash” utilizată ca material adsorbant sub forma unor produse vitroceramice poroase. Compoziția materiilor prime este prezentată în Tabelele 2.1 și 2.2, iar rețeta de obținere a maselor vitroceramice în Tabelul 2.4.

Tabelul 2.4. Rețete de obținere a maselor vitroceramice

Deșeu sticlă, %	Cenușă, %
80	20
70	30
60	40
50	50
40	60

Condițiile de preparare a amestecului sunt identice cu cele de obținere a materialelor vitroase, doar arderea se realizează la temperature mai ridicate de 800, 900 și 1000°C timp de 60 de minute.

Au fost sintetizate mase vitroceramice plecând de la deșuri de sticlă de geam și de tub cinescop alături de o cenușă de termocentrală tip „fly-ash” utilizată în prealabil ca mediu adsorbant pentru reținerea cromului dintr-o apă industrială uzată.

Probele au fost caracterizate din punct de vedere al proprietăților ceramice prin determinarea densității aparente și porozității aparente. Valorile obținute sunt cuprinse între 2,33-45,51%, depinzând de raportul masic între cele două deșuri și de temperatura de ardere. Stabilitatea chimică a probelor a fost exprimată prin rata de solubilizare a acestora după 28 de zile în apă distilată. Valorile obținute confirmă buna rezistență la agresiune chimică a maselor vitroceramice sintetizate.

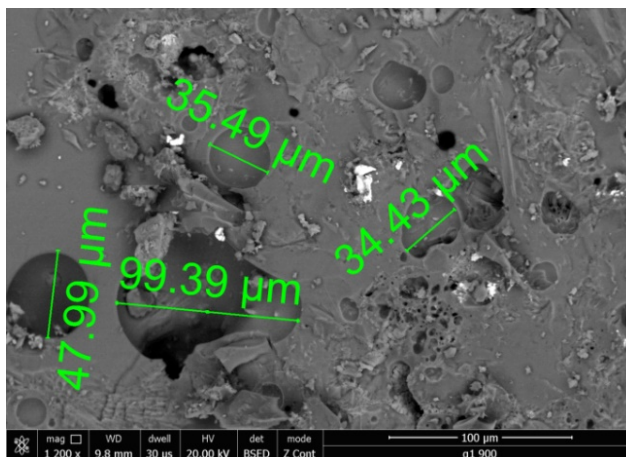


Fig. 2.2. Structura microporoasă a probei conținând 80% deșeu de sticlă de geam arsă la 900°C

Creșterea cantității de cenușă pe seama scăderii deșeurilor de sticlă duce la o creștere a ratei de solubilizare deoarece încapsularea acestuia în matricea vitroasă este mai slabă odată cu scăderea cantității de sticlă din compoziția maselor vitroceramice. Creșterea temperaturii de ardere duce la o scădere a ratei de solubilizare odată cu creșterea gradului de încapsulare asociat unei mai bune topiri a particulelor de sticlă. Capacitatea de imobilizare a ionilor de crom în matricea vitroceramică a fost determinată conform American Extraction Procedure Toxicity Test, folosind apă distilată ca mediu agresiv la termenul de 28 zile. Pierderile de crom, cuprinse între 0,0012-0,0177 % confirmă foarte buna încapsulare a cromului adsorbit pe suprafața particulelor de cenușă în matricea vitro-ceramică.

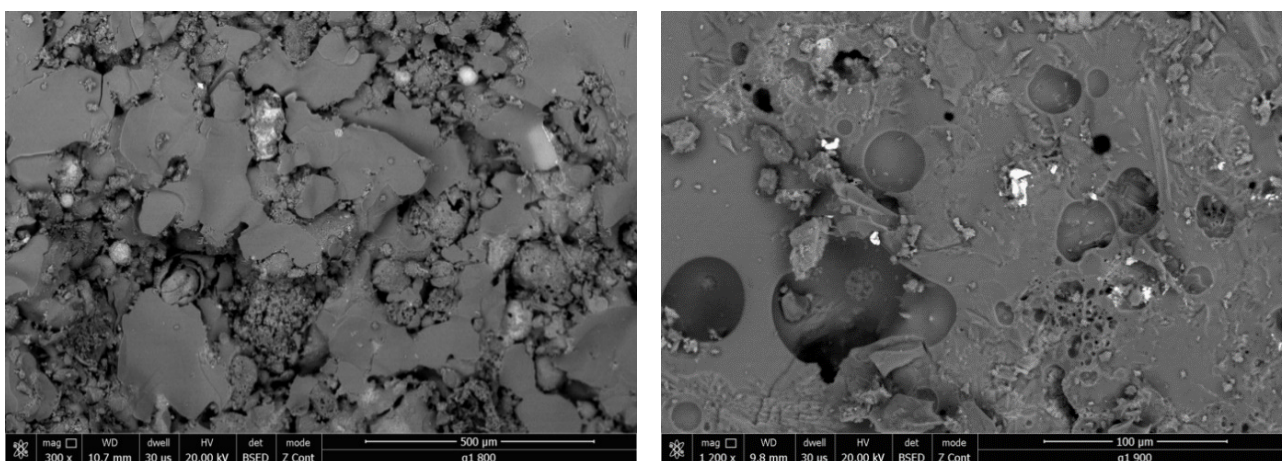


Fig. 2.3. Imagini SEM ale probei conținând sticlă de geam în raport cenușă:sticlă de 20:80 la 800°C și respectiv 900°C

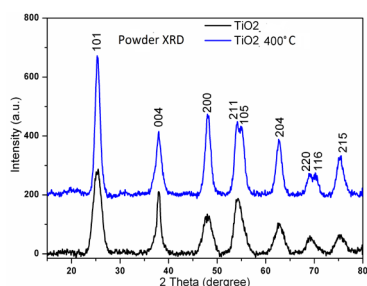
Rezultatele obținute confirmă viabilitatea soluției propuse pentru inertizarea prin vitroceramizare a deșeurilor de sticlă și respectiv a cenușii de tip „fly ash”, folosită în prealabil ca mediu adsorbant, cu obținerea unor mase vitroceramice având rezistențe chimice foarte bune în condiții economic avantajoase. Se observă o distribuție relativ uniformă a porilor având o dimensiune medie cuprinsă între 30-100 μm.

## Depunere de TiO<sub>2</sub> și WO<sub>3</sub> pe substrat de sticlă poroasă

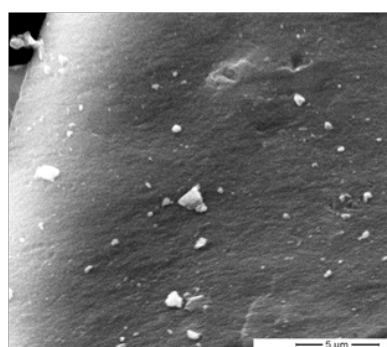
Obținerea nanocristalelor de TiO<sub>2</sub> și WO<sub>3</sub> a fost realizată în autoclave mici de tip Morey, cu un volum de 300 cm<sup>3</sup>, prevăzute cu căptușeală de teflon. Sinteza a fost efectuată la temperaturi mai mici de 250°C și presiuni sub 100 bar, încălzirea făcându-se atât în etuve termostatate (Heraeus 6060UT, SNOL LFNE60) cât și în cuptoare clasice cu încălzire rezistivă comandate de PC prin intermediul de regatoare de temperatură (Eurotherm 3504). Temperatura de sinteză (implicit presiunea) și pH-ul dictează faza cristalină și proprietățile fizico-chimice a produsului final. Sinteza a pornit de la geluri amorfe fie în apă distilată pură sau alcool, fie în prezența diferiților mineralizatori ca hidroxizi, cloruri, azotați sau fluoruri ale metalelor alcaline la diferite valori de pH.

Ca precursori pentru oxidul de titan au fost utilizați atât alcoxizi (alcoolați), cât și săruri ale titanului. Sinteza dioxidului de titan pur sau dopat a fost efectuată în mediu acid la diverse valori ale pH-ului, în funcție de caracteristici morfologice și structurale dorite ale produsului finit.

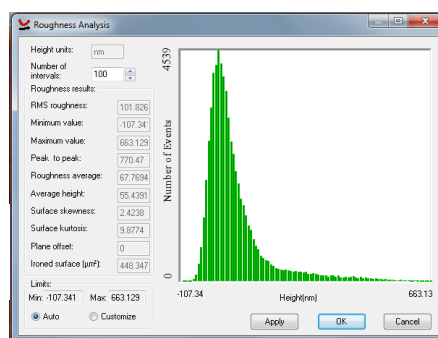
Pentru sinteza solvotermală a fazei anatas a TiO<sub>2</sub> s-a folosit un amestec de acid oleic (50 ml) și oleil amina (5 ml) agitate 30 minute la temperatura camerei (pentru omogenizare) apoi s-au adăugat 3 ml izopropoxid de titan continuându-se agitarea încă 30 min. Amestecul a fost transferat într-o autoclavă din oțel inox prevăzută cu căptușeala de Teflon, închisă ermetic și apoi introdusă în etuva la 180 °C. Autoclava a fost menținută la această temperatură timp de 12 ore, iar răcirea s-a făcut lent până la temperatura camerei. Suspensia obținută a fost spălată de mai multe ori cu alcool etilic și cu apă distilată, precipitatul a fost separat prin filtrare și apoi uscat în etuvă la 80 °C timp de 4 ore.



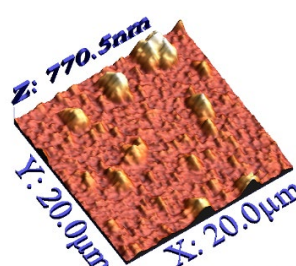
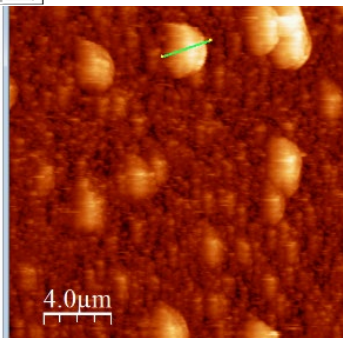
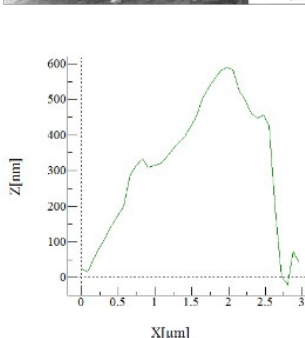
Samples	Temperature (°C)	Lattice parameters			Cell Volume V / 10 <sup>6</sup> *pm <sup>3</sup>	Crystallite Size Å	Space group (No.)
		a	b	c			
TiO <sub>2</sub>	180	4.65	4.65	2.61	56.57	60.9	P 42/mnm
TiO <sub>2</sub>	400	4.64	4.64	2.61	56.3	97.7	P 42/mnm



Imagine SEM



Analiza de rugozitate



X: 20.0μm  
Y: 20.0μm  
Z: 770.5nm

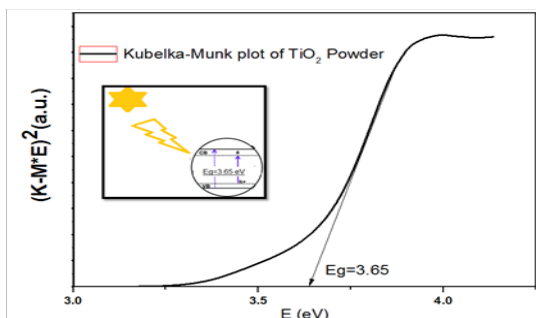
Fig. 2.4. Imaginile 2D și 3D ale filmului de TiO<sub>2</sub> obținut solvotermal înregistrate cu AFM

Analiza XRD (X'Pert PRO – PANalitical) a pulberii obținute indică faza anatas a TiO<sub>2</sub> (exclusiv). În aceeași autoclavă în care sa făcut sinteza solvotermală a fost introdusă și sticla FTO, spălată cu alcool și

apă și uscată în etuvă odată cu pulberea. Pentru respectarea aceluiași condiții i sa aplicat un tratament termic la 400 °C timp de 2 ore (alături de o parte din pulbere obținută anterior).

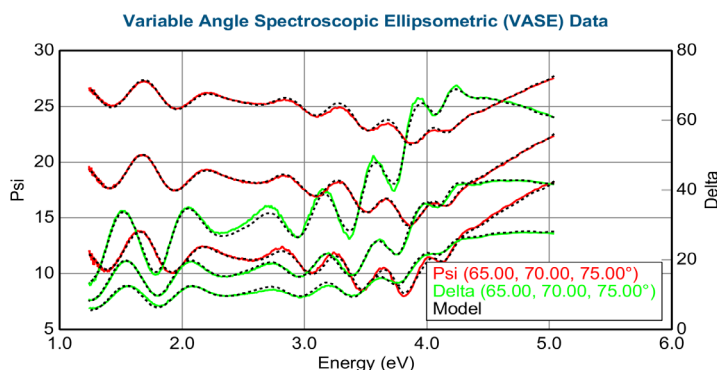
Imaginile pulberii de TiO<sub>2</sub> înregistrată cu microscopul electronic de scanare SEM Inspect S (FEI) precum și imaginile 2 și 3D înregistrate cu platforma MultiView 1000 sunt prezentate în Figura 2.4.

Topografia AFM a filmului prezintă particule fine grupate în grupuri, iar maximul de distribuție a înălțimii filmului TiO<sub>2</sub> prezintă un maxim, asemănător cu cel Gaussian, care se reflectă în rugozitatea RMS a filmelor.

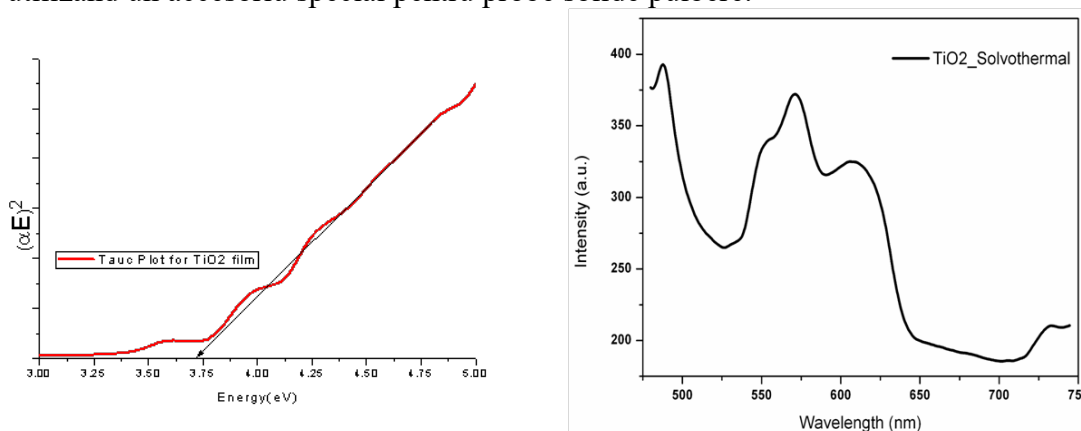


Banda interzisă a pulberii de TiO<sub>2</sub> rezultata din spectrele UV-VIS (Lambda 950) după plotarea cu funcția Kubelka-Munk este de 3,65 eV.

Elipsometria spectroscopică cu unghi variabil (VASE) a fost utilizată pentru a determina proprietățile optice ale filmului de TiO<sub>2</sub>. Unghiurile elipsometrice dependente de energie  $\Psi$  și  $\Delta$  au fost înregistrate pentru 3 unghiuri. Măsurarea fost efectuată în intervalul spectral 1,24-5 eV la unghiuri de 65-70-75°. Stratul TiO<sub>2</sub> este aproximat printr-o funcție B-spline consistentă Kramers-Kronig.



Spectrele de fotoemisie și fotoexcitare au fost înregistrate cu ajutorul unui spectrometru Perkin Elmer LS55, utilizând un accesoriu special pentru probe solide pulbere.



Rezultatele obținute până în prezent sugerează că utilizarea materialului sintetizat pentru integrarea sa în matrice vitroasă (în volum și/sau doar pe suprafață), în special în sticla celulară utilizată în tehnologia materialelor de construcție prietenoase cu mediul, va ameliora și îmbunătății proprietățile acestuia, conferindu-i și noi proprietăți foarte utile ce urmează a fi investigate în etapele viitoare.

Oxidului de wolfram a fost obținut prin descompunerea termică a acidului wolframic la temperatura de 700 grade (timp de calcinare 2 h). Pulberea obținută a fost caracterizată prin difracție de raze X (X'Pert PRO – PANalitical) difractograma fiind prezentată în Figura 2.5.

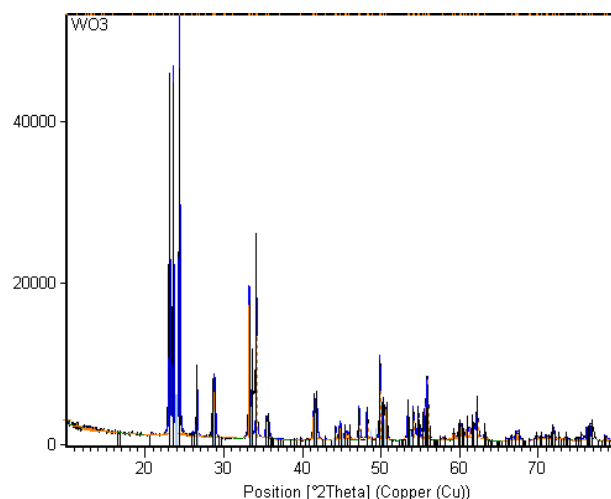


Fig. 2.5. Difractograma oxidului de wolfram obținut

Probele de  $\text{TiO}_2$  și  $\text{WO}_3$  obținute au fost utilizate pentru a fi depuse pe suprafață sau incorporate în compoziția inițială pentru obținerea sticlei poroase.

Probele obținute de către colectivul UPT din deșeuri de sticlă și cenușă de termocentrală (ca agent de spumare) au fost tăiate în plăcuțe pe care s-a depus soluție de  $\text{TiO}_2$  și  $\text{WO}_3$ . Pentru referință,  $\text{TiO}_2$ -ul a fost depus și pe o placuță de cuarț.

Plăcuțele de sticlă celulară și de cuarț au fost imersate în suspensie de  $\text{TiO}_2$  respectiv  $\text{WO}_3$  de concentrație 2% în apă:etilen glicol (1:1 vol.) timp de 10 minute după care au fost uscate în etuvă și apoi tratate termic. Probele au fost tratate termic la  $900\text{ }^\circ\text{C}$  timp de 30 de minute cu o rată de creștere a temperaturii de  $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ . Imagini foto (Figura 2.6) pentru plăcuțele de sticlă poroasă pe care au fost depuși următorii compuși:

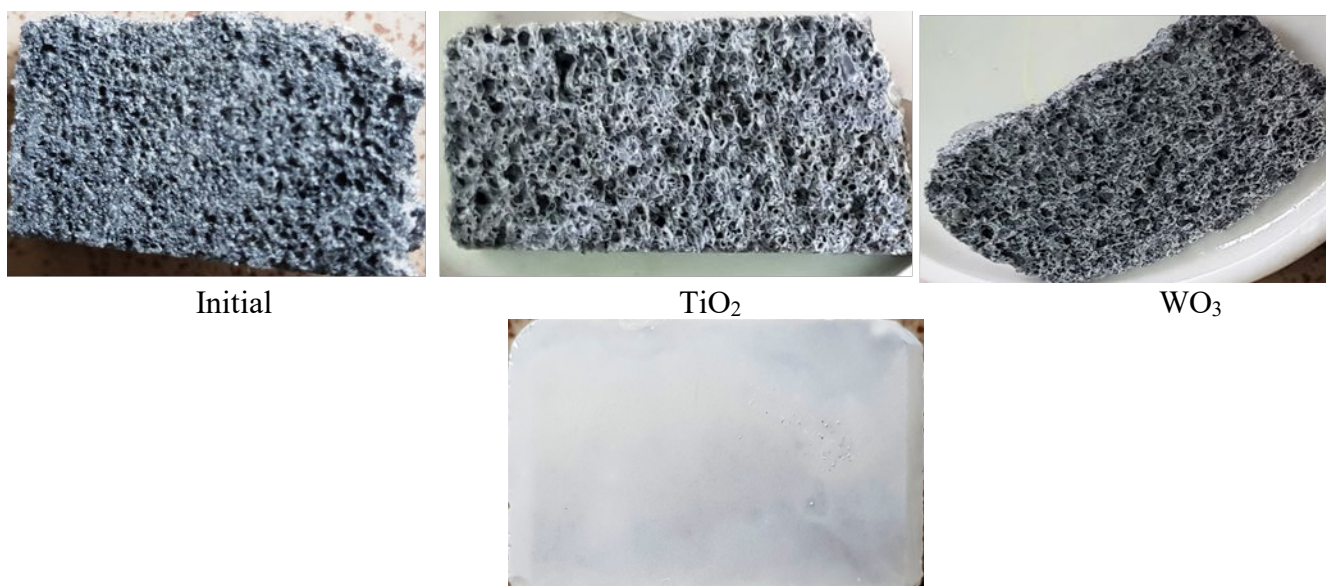


Figura 2.6: Imagine foto  $\text{TiO}_2$  depus pe suport de cuarț

În vederea obținerii sticlei poroase cu  $\text{TiO}_2$  și  $\text{WO}_3$  înglobat în volum s-au utilizat următorii precursori: cuarț; coaja de ou:  $\text{Na}_{12}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{12}(\text{SiO}_2)_{12} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  în raport 2:2:1 (trecute prin sită de 0,16 mm), la care s-a adăugat 10%  $\text{WO}_3$ , 10%  $\text{TiO}_2$  anatas, respectiv 10%  $\text{TiO}_2$  industrial. Toate probele au fost mojarate cu adaus de etilen glicol pentru omogenizare în vederea obținerii de pastile. Amestecurile s-au presat la presa de mână cu diametrul camerei de pastilare de 5mm și grosimea variabilă, în funcție de cantitatea de materie primă (3-5mm). Probele au fost calcinate la  $850\text{ }^\circ\text{C}$  timp de 30 de minute cu rata de creștere a temperaturii în cuptor de  $10\text{ }^\circ\text{C}$  pe minut.

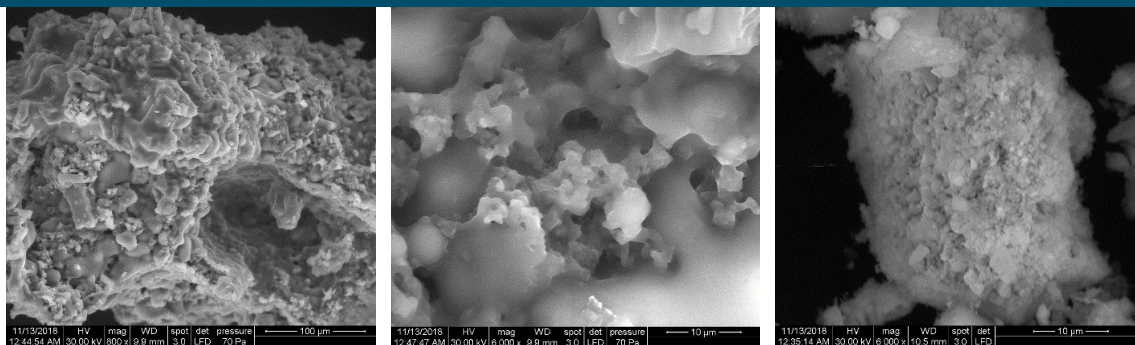


Fig. 2.7. Imagini SEM ale probelor obținute

Un alt set de probe a utilizat sticlă de ambalaj măcinată în moara cu bile sortată după dimensiuni: 0,036 mm, 0,09 mm și 0,16 mm. Pentru fiecare dimensiune a sticlei s-au preparat 3 probe în care s-au folosit diverse concentrații de coaja de ou (5%, 10% și 15%) cu dimensiuni sub 0,16 mm. Probele au fost mojarate, pastilate cu adaos de etilenglicol și calcinate.

Având în vedere ca probele obținute nu au fost omogene și unele au prezentat goluri foarte mari, a fost preparată o altă serie de probe în care s-a folosit sticla și coaja de ou trecută prin sita de 0,036 mm la care s-a adăugat etilenglicol și 5%  $\text{TiO}_2$  anatas, respectiv 5%  $\text{WO}_3$ . S-au realizat 3 pastile care au fost calcinate la 900 °C timp de 30 de min.



Fig. 2.8. Pastilele puse la calcinat la 900 °C timp de 30 de min

### Proiectul component 3 - Managementul conversiei și stocării energiei folosind tehnologii de tip „smart grid”

*Studiu cu privire la cerințele, performanțele și particularitățile tehnice necesare implementării energiei electrice în curent continuu pentru o micronețea de cartier*

Conceptul de micronețele de c.c. a atras interesul comunității științifice în ultimii ani. Cele mai interesante aspecte sunt integrarea surselor regenerabile de energie și a sistemelor de stocare a energiei la nivelul consumatorului individual, cu scopul de a spori calitatea, fiabilitatea și eficiența energetică. În plus, creșterea numărului aparatelor electrocasnice care utilizează energie de curent continuu a redeschis discuția despre sistemele de distribuție c.c. și c.a..

Rezultatele studiilor au arătat că utilizarea c.c. ar putea conduce la o îmbunătățire a eficienței energetice, mai ales atunci când este instalat un sistem de stocare a energiei. Lipsa standardelor și a reglementărilor în domeniu este probabil principala problemă care trebuie rezolvată. Ea este evidentă atunci când se observă nivelurile de tensiune utilizate pentru sistemele de distribuție LVDC. De exemplu, distribuția energiei electrice de până la câteva sute de wați poate fi efectuată eficient folosind 48 V c.c., care ar acoperi toate echipamentele informatice, electronice și de divertisment, iar utilizarea unei tensiuni de 380 V c.c. ar fi potrivită pentru alimentarea cu energie a echipamentelor de mare putere (plite și cuptoare electrice, mașini de spălat și aparate de aer condiționat). Pe baza considerentelor menționate anterior și a studiului bibliografic se propune ca pentru aplicația de tip laborator modular mobil EXPERIMENTARIUM să fie utilizat un sistem de alimentare (la nivel de cartier) cu structura prezentată în Fig. 3.1.



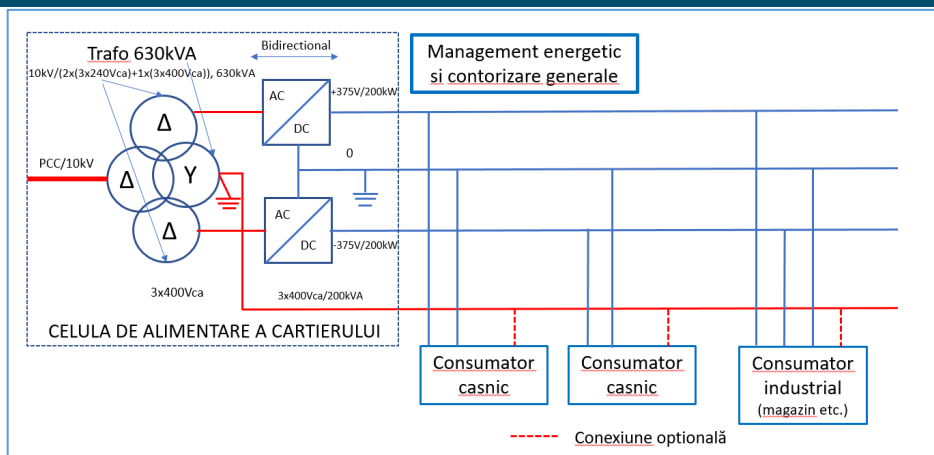


Fig.3.1. Schema de alimentare cu energie electrică la nivel de cartier

Sistemul de alimentare utilizează două convertoare AC/DC bidirecționale având în vedere că utilizatorii rețelei au atât calitatea de consumator cât și cea de producător de energie electrică din surse regenerabile. Acestea produc o tensiune continuă în sistem diferențial de  $\pm 375V_{c.c.}$  și sunt cuplate la un transformator standard coborâtor de tensiune de 630 kVA, cu 3 înfășurări secundare.

Rețeaua de curent continuu este de tip bipolar și este alimentată prin 3 conductoare. Pe lângă conexiunea cu rețeaua de curent continuu, consumatorii au și posibilitatea racordării la rețeaua de curent alternativ printr-o conexiune (opțională) pe durata trecerii totale la alimentarea în c.c.

La nivel de locuință (apartament sau gospodărie), schema de alimentare în curent continuu considerată este prezentată în Fig. 3.2. În cadrul acestei scheme de alimentare se mai cuplează încă un convertor DC/DC bidirecțional pentru reducerea tensiunii de la  $375V_{cc}$  la  $50V_{cc}$  necesară pentru partea de stocare în acumulatori, dar și pentru alimentarea consumatorilor de putere redusă (iluminat, electrocasnice mici, TV, laptop, telefon, PC, imprimantă, etc).

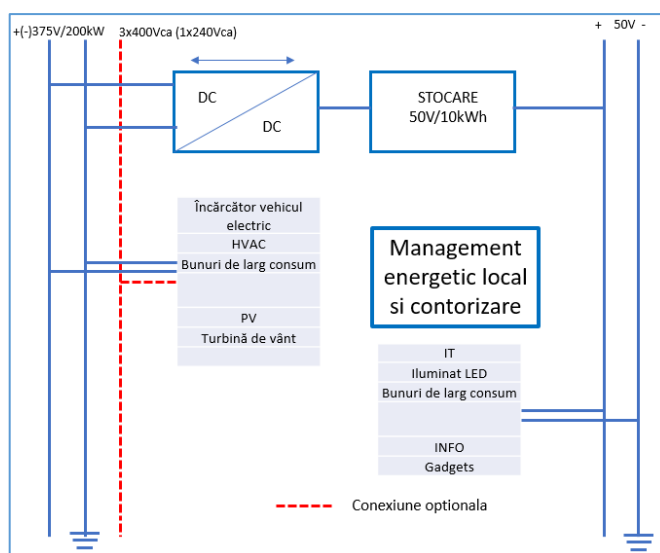


Fig. 3.2. Schema de alimentare în curent continuu la nivel de locuință

Pentru aplicația de tip laborator modular mobil EXPERIMENTARIUM s-a estimat un necesar al puterii electrice prin considerarea anumitor consumatori electrice utilizați în mod curent într-o gospodărie. În tabelul de mai jos sunt reprezentați consumatorii luați în calcul pentru estimarea puterii și caracteristicile energetice ale acestora.

Pentru a asigura necesarul energetic se au în vedere două surse locale de energie: panouri fotovoltaice și generatoare eoliene/hidro. Pentru asigurarea puterii de 5 kW poate fi proiectată o micrețea bazată pe surse regenerabile dimensionată din punct de vedere tehnic și economic. Un sistem cu panouri fotovoltaice cu funcția de *Maximum Power Point Tracking (MPPT)* dimensionat la 3 kW și o turbină eoliană cu puterea de 2 kW pot fi utilizate pentru asigurarea alimentării din surse proprii. Sistemul

fotovoltaic va fi amplasat funcție de proiectul imobilului, atât pe acoperiș, cât și pe fațadele care necesită umbră, sub formă de jaluzele.

Tabelul 3.1. Consumatori electrici considerați pentru estimarea puterii necesare și caracteristicii energetice

Nr. Crt	Consumator electric	Putere instalată [W]	Putere absorbită [W]	Tensiune nominală [Vcc]	Curent absorbit [Acc]	Durată utilizare /oră [minute]	Durată totală utilizare zi [ore]	Energie necesară [kWh/zi]
UM		[W]	[W]	[Vcc]	[Acc]	[minute]	[ore]	[kWh/zi]
1	Pompa de caldură	3000	750	375	8,00	15	12	9
2	Ventilație	250	83	375	0,67	20	18	1,5
3	Masina de spalat rufe	2000	1000	375	5,33	30	1	1
4	Frigider A+	200	50	375	0,53	15	24	1,2
4	Masina de spalat vase	1600	400	375	4,27	15	1	0,4
5	Iluminat general + iluminat de siguranță	300	300	48	6,25	60	4	1,2
7	Echipamnete IT	100	100	48	2,08	60	6	0,6
8	Incarcator auto	1500	1500	375	4,00	60	8	12
9	Pompa hidrofor	1600	267	375	4,27	10	24	6,4
10	<b>Total</b>	<b>10550</b>	<b>4450</b>	<b>-</b>	<b>35,4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>33,3</b>

Surplusul de energie va fi stocat în baterii de acumuloare. În cazul în care sistemul nu va putea funcționa autonom va fi disponibil accesul la rețeaua publică de curent alternativ prin intermediul convertoarelor AC/DC bidirecționale.

*Realizarea modelelor sub-sistemelor de producere, conversie, stocare și sarcini ale microrețelei considerate. Model sistem de conversie a energiei electrice utilizând convertoare de tip AC-DC pentru conectarea la rețeaua electrică trifazată*

Conectarea la rețeaua electrică națională reprezintă un aspect esențial pentru dezvoltarea unei microrețele inteligente de tip cartier, în curent continuu, cu două nivele de tensiune. Implementarea unei astfel de rețele presupune introducerea a două convertoare bidirecționale de tip AC/DC cu performanțe energetice ridicate, câte unul pentru fiecare nivel de tensiune, cu schema bloc funcțională și formele de undă rezultate prin simulare sunt prezentate în Fig. 3.3.

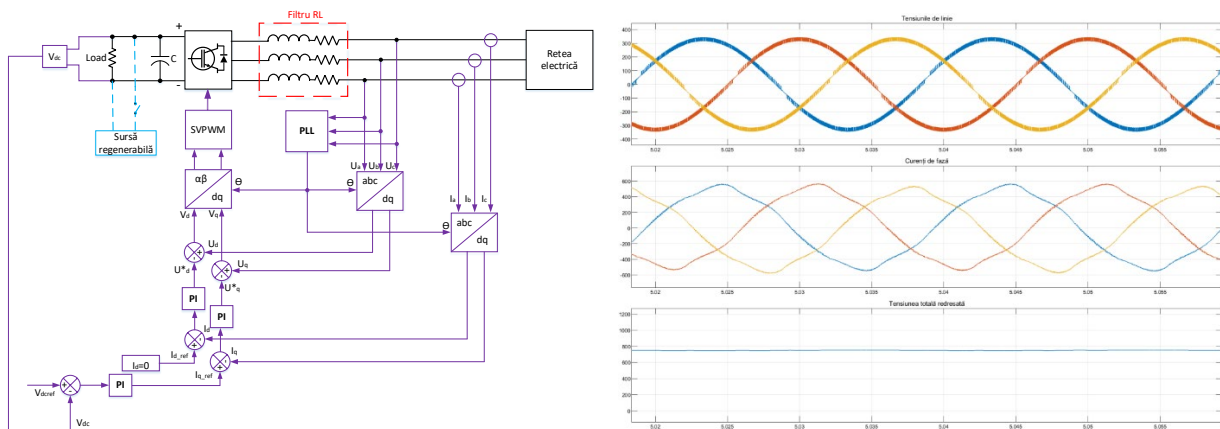


Fig. 3.3. Schema de control al redresorului comandat (AC/DC) și principalele forme de undă

Deoarece scopul acestui studiu este strict legat de partea electrică, atenția este îndreptată în continuare spre modul prin care se pot controla parametrii energiei electrice prin intermediul convertorului electronic de putere. Controlul turbinei eoliene se realizează prin intermediul a două bucle de reglare automată, acestea controlează componentele curentului statoric după axele d-q. (Fig. 3.4).

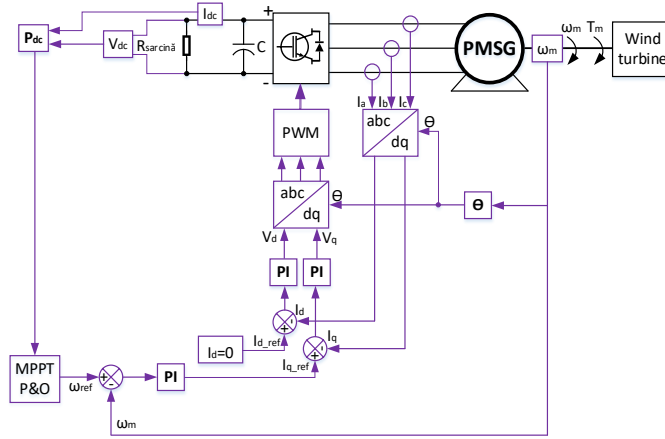


Fig. 3.4. Schema de automatizare

În Fig. 3.5 sunt prezentate rezultate ale simulării sistemului, pentru variații treaptă ale vitezei vântului.

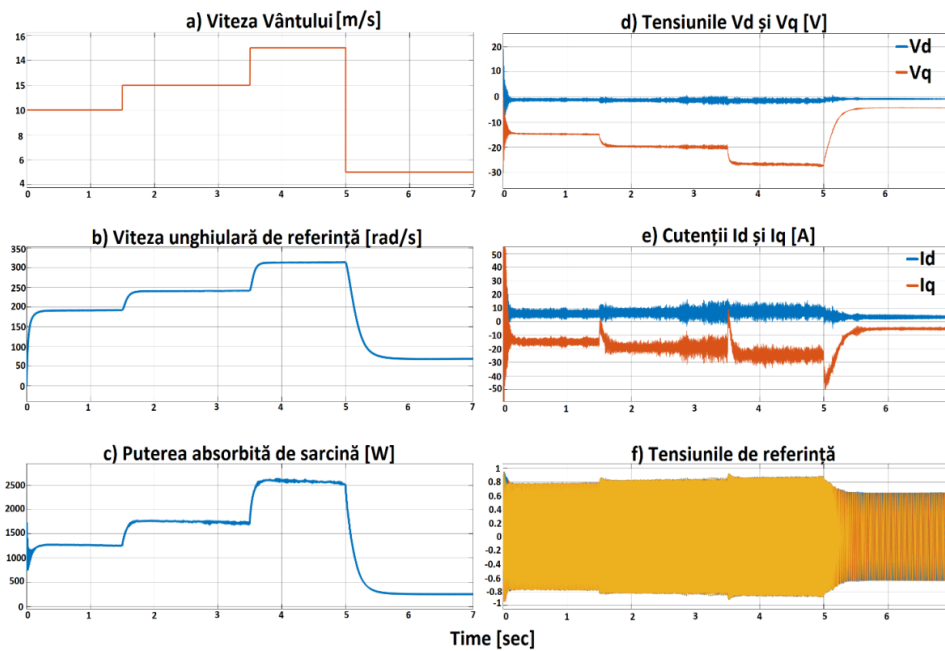


Fig. 3.5. Rezultatele simulării

### Structuri de convertoare bidirecționale de curent continuu (DC/DC) cu raport mare de conversie

Structurile propuse, cu circulație bidirecțională de putere (Fig. 3.6), au un raport de conversie inițial, iar la schimbarea modului de funcționare obținând un raport de conversie adițional, după cum se observă în relația (3.2). Circulația bidirecțională de putere este reprezentată prin rezultatele simulării din Fig. 3.7. Modelul de simulare a fost implementat în PSIM.

$$V_2 = \frac{D}{2-D} \cdot V_1 \quad (3.1)$$

$$V_2 = \frac{2-D}{D} \cdot V_1 \quad (3.1)$$

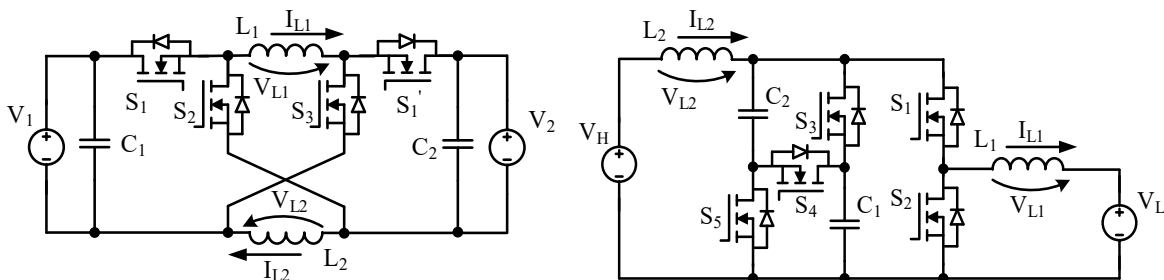


Fig. 3.6. Structurile propuse pentru convertoarele DC/DC

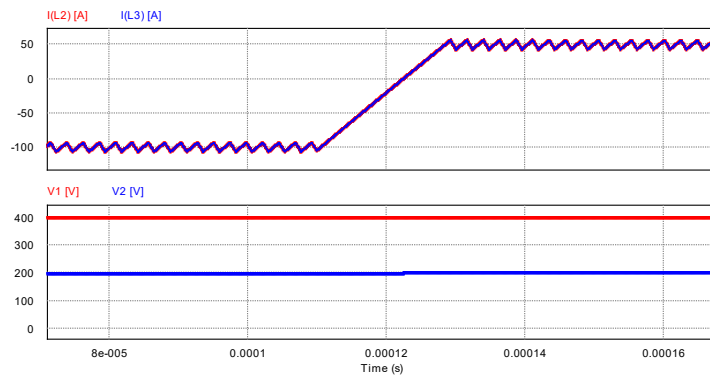


Fig. 3.7. Rezultat de simulare. Regim tranzitoriu pentru curentul din bobine (de la -100A la 50A;  $V_1=200V$ ;  $V_2=400V$ )

În rețelele electrice de tip Microgrid este important să existe posibilitatea de stocare a energiei electrice în diferite medii de stocare (acumulatori, supercondensatoare (SC), pile de combustie etc), fiecare având densități de putere și de energie specifice. Pentru a dirija și a separa stocarea în aceste elemente este necesară o strategie de management energetic (EMS). Metoda propusă (Fig. 3.8) îmbunătățește metoda convențională, utilizând o rezistență neliniară, și astfel se obține o frecvență de tăiere variabilă, în funcție de amplitudinea variației de tensiune de pe rețeaua de DC.

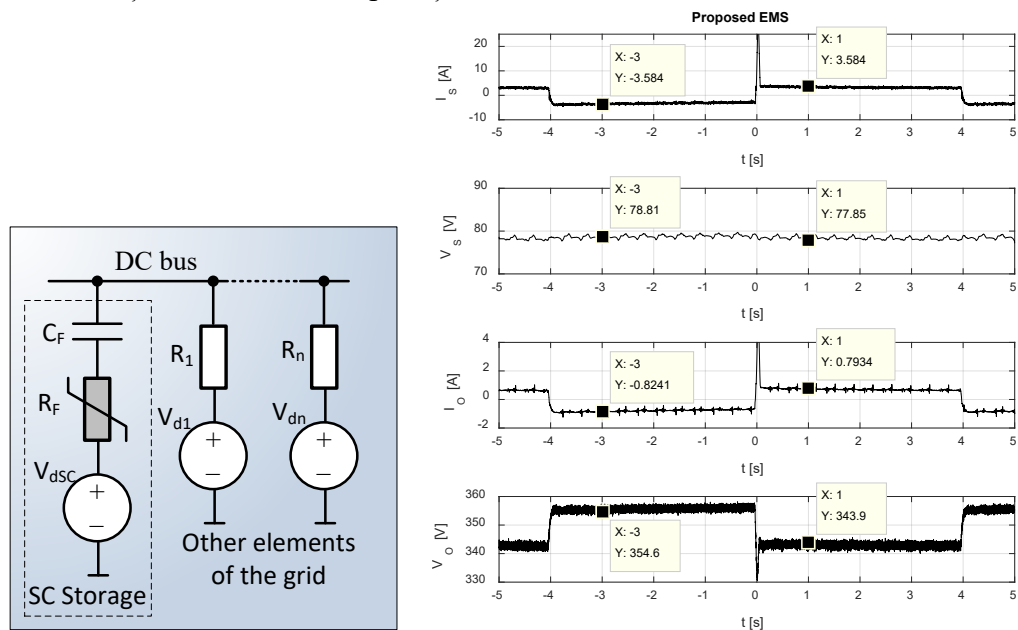


Fig. 3.8. Schema structurii EMS propuse și rezultatele experimentale aferente.

### Model de generator electric special pentru conversia energiilor regenerabile

Pentru conversia energiei eoliene (una dintre sursele de energie regenerabilă, componentă a microgridului), s-a optat pentru o mașină sincronă cu reluctanță variabilă (RSM) - Fig. 3.9, cu următoarele date de proiectare:

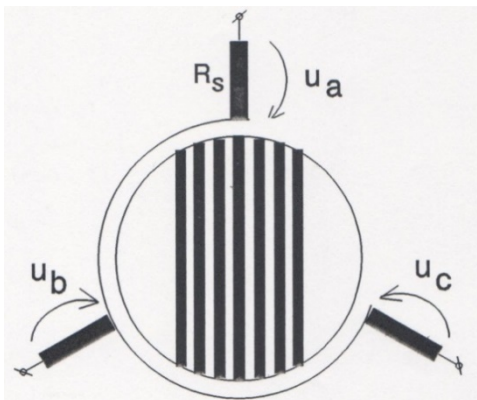


Fig. 3.9. RSM în coordonatele fazelor

Puterea nominală	$P_N = 4$ [kW];
Tensiunea nominală	$U_N = 400$ [V], conexiune stea;
Curentul nominal	$I_N = 9.56$ [A];
Randamentul	$\eta = 86.6$ [%];
Factorul de putere	$\cos \varphi = 0,7$ ;
Turația nominală	$n_N = 1500$ [rpm];
Frecvența nominală	$f_N = 50$ [Hz];
Rezistență statorică	$R_s = 1,2$ [ $\Omega$ ];
Inductanța de magnetizare după axa d	$L_d = 0,2166$ [H];
Inductanța de magnetizare după axa q	$L_q = 0,027$ [H].

Pe baza schemei de control din Fig. 3.10, s-a elaborat modelul de simulare în Matlab/Simulink a sistemului mașină electrică (RSM), mașină de antrenare (IM), convertor static, subsistemul de control (Fig. 3.11).

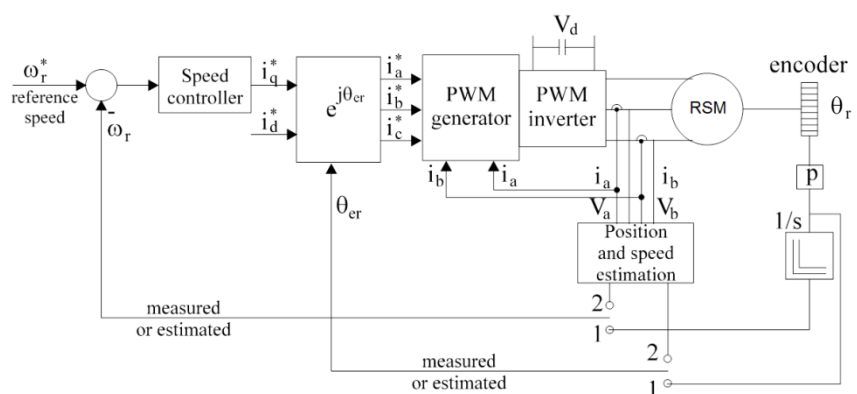


Fig. 3.10. Schema de control a RSM

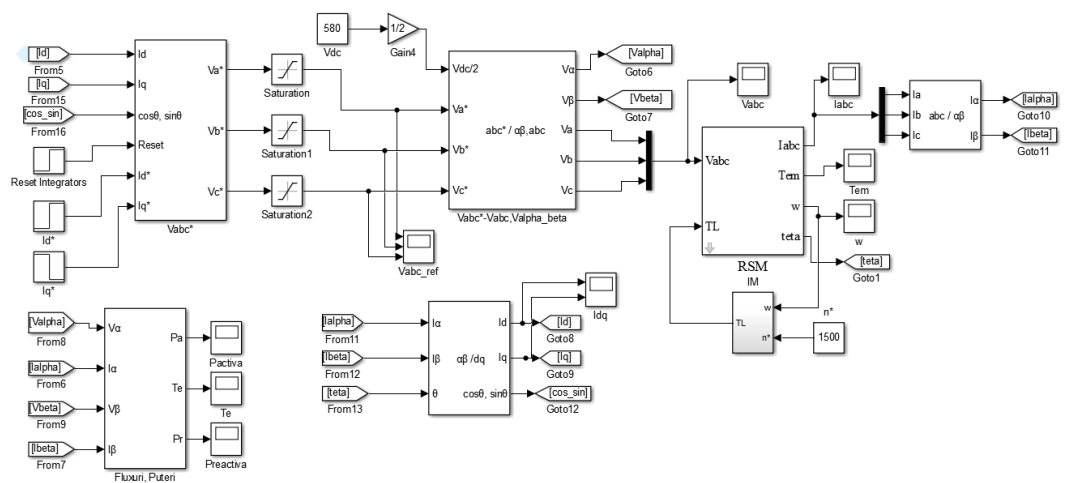


Fig. 3.11. Modelul de simulare

Rezultate ale simulării sunt prezentate în Fig. 3.12.

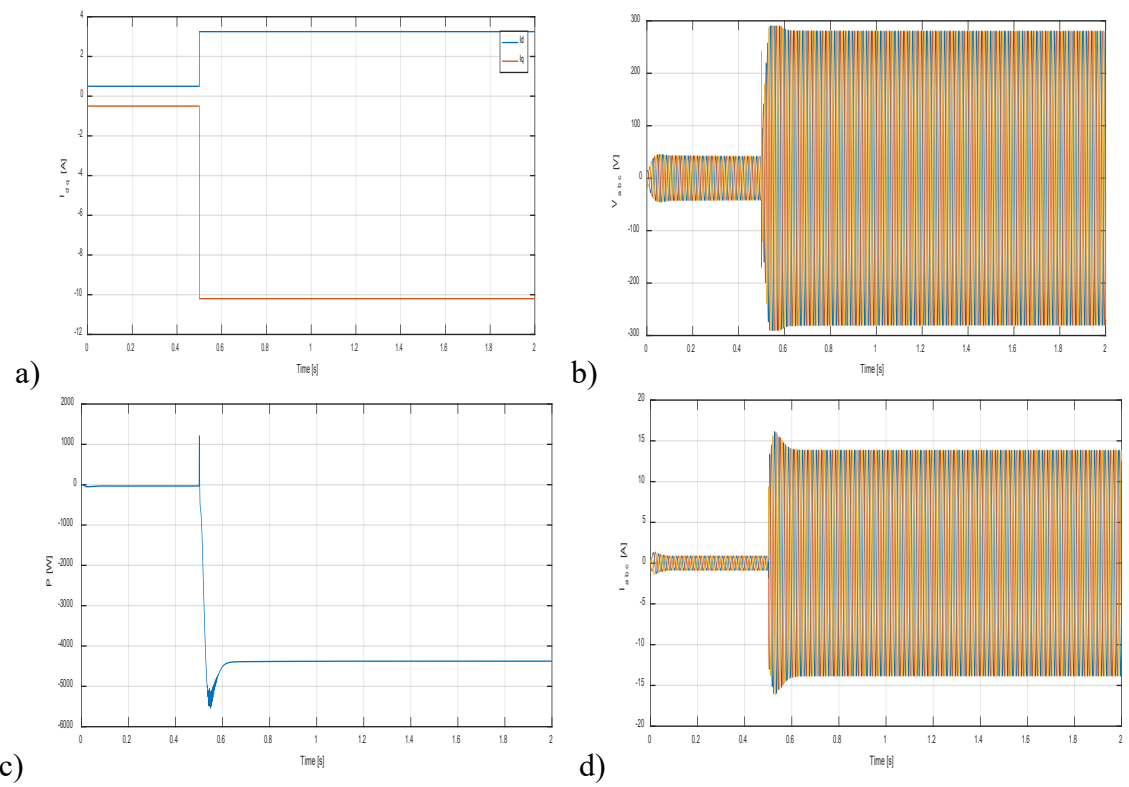


Fig. 3.12. a) Curenții de referință  $I_d, I_q$ ; b) Tensiunile pe faze; c) Curenții pe faze; d) Puterea activă

## Modelarea bateriilor de acumulatori

Modelul de simulare ales utilizează ca intrări curentul și temperatura ambientală și oferă ca ieșire tensiunea, starea de încărcare și temperatura electrolitului. Fig. 3.13 ofera imaginea de ansamblu a modelului de simulare. Acesta se poate împărți în trei părți: un model termic (Thermal model), un model al capacității și pentru încărcare (Charge and capacity), și un model circuit echivalent.

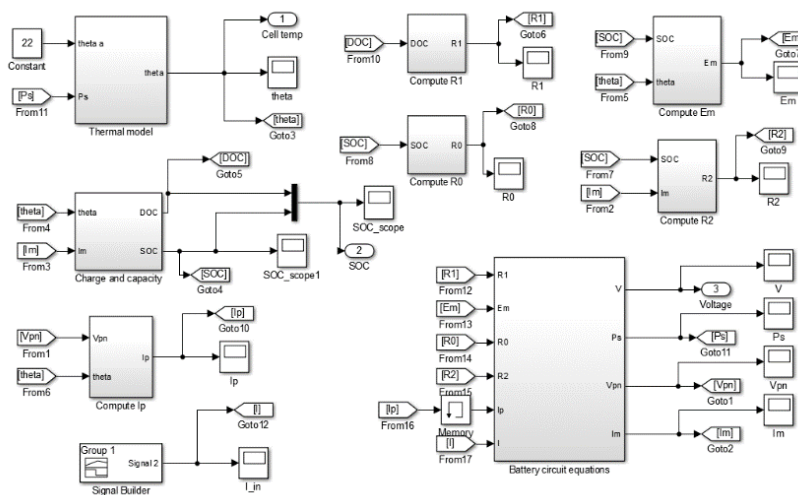


Fig. 3.13. Modelul de simulare al bateriilor de acumulatori

Rezultate ale simulării sunt prezentate în Fig. 3.14.

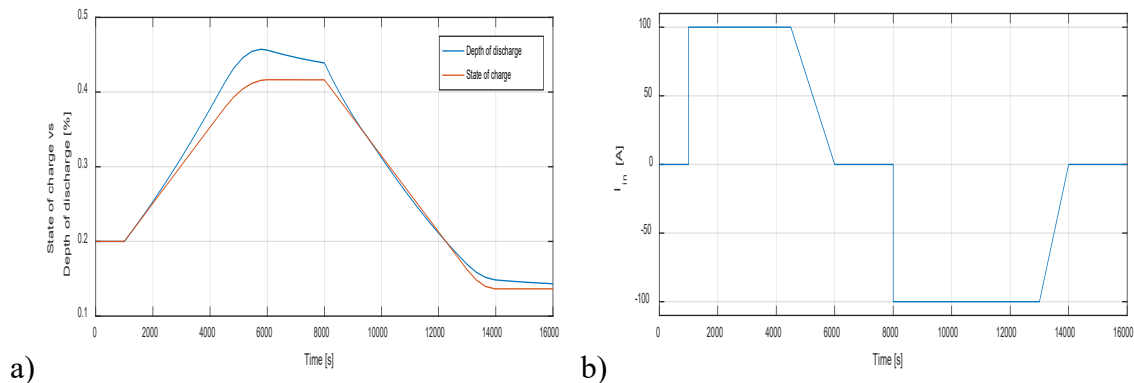


Fig. 3.14. a) Curentul bateriei; b) Starea de încărcare și adâncimea de descărcare

## Proiectul component 4 - Fațade inteligente în contextul schimbărilor climatice

Denumire etapă: Studii de implementare a fațadelor inteligente pe structuri ușoare

Proiectarea structurii de rezistență (suprastructură și infrastructură)

### Proiectarea structurii de rezistență



Fig. 4.1. Plan amplasament laborator experimental

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  $T_c=0,7s$ .

Laboratorul experimental, cu regim de înălțime P+1E, este conceput sub forma unui volum compact. Cota  $\pm 0,00m$  în raport cu elementele fixe ale terenului va fi la  $+0.40$  față de cota terenului natural.

Accesul în interiorul modului experimental se face printr-o ușă de acces aflată pe fațada Est a clădirii, iar accesul la nivelul etajului se face prin scara interioară retractabilă.

Laboratorul experimental va fi amplasat în funcție de punctele cardinale astfel încât să poată beneficia într-o măsură cât mai mare de aportul de energie adus de perioadele de însorire. Structura de rezistență va fi alcătuită din profile din oțel cu pereți subțiri laminati la rece.

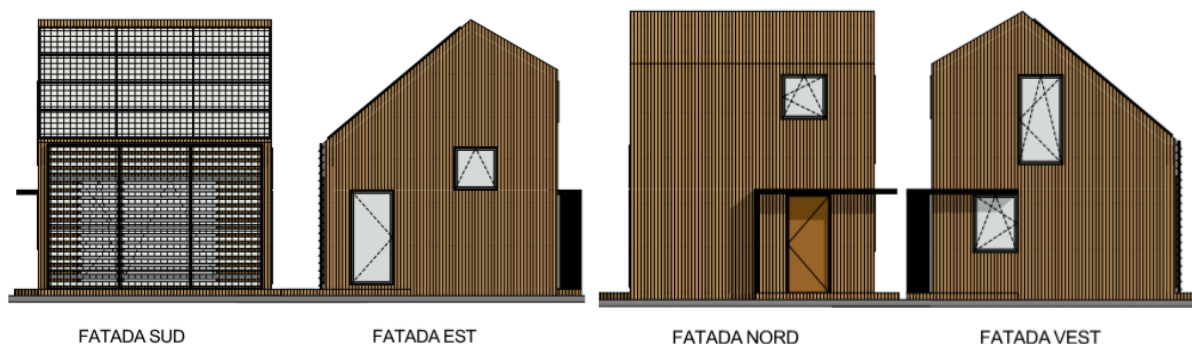


Fig. 4.2. Fațade laterale laborator experimental

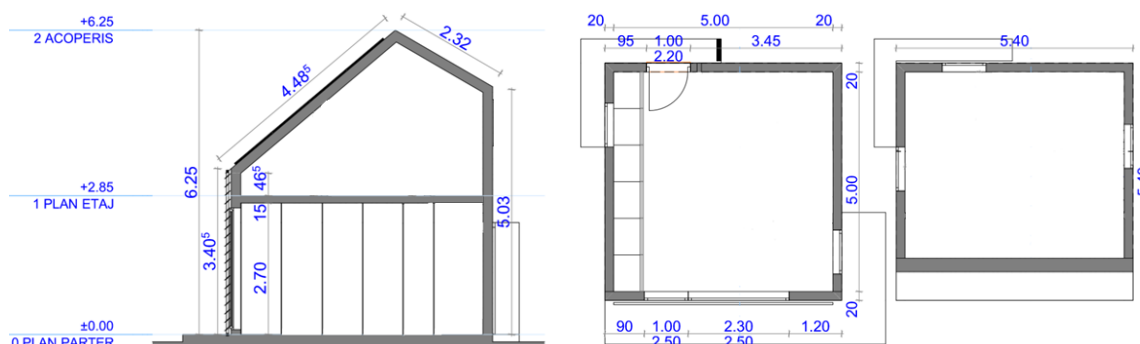


Fig. 4.3. Secțiune transversală și planuri parter și etaj - laborator experimental

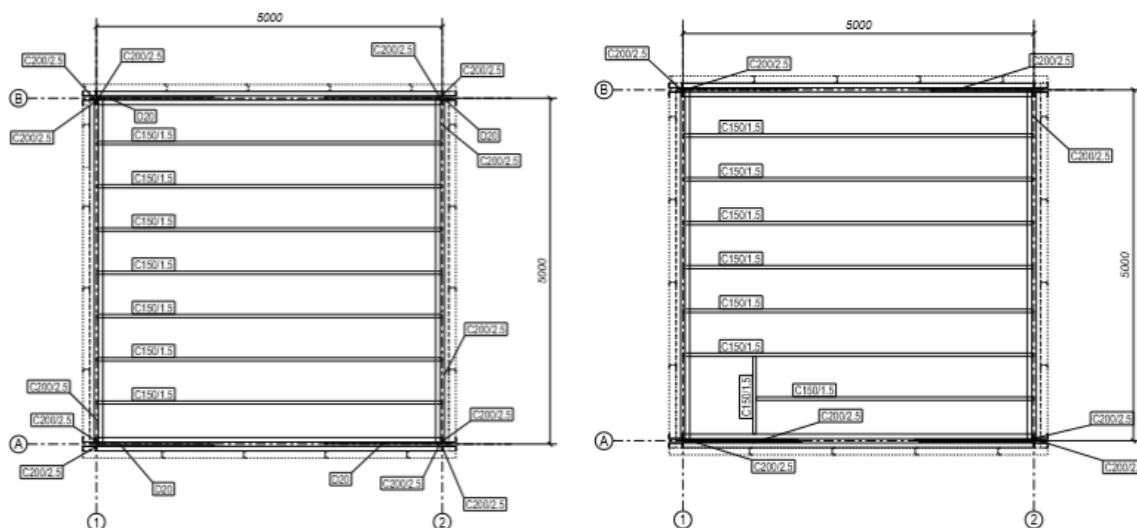


Fig. 4.4. Plan +0,40 (stanga) și Plan +2,85 (dreapta)

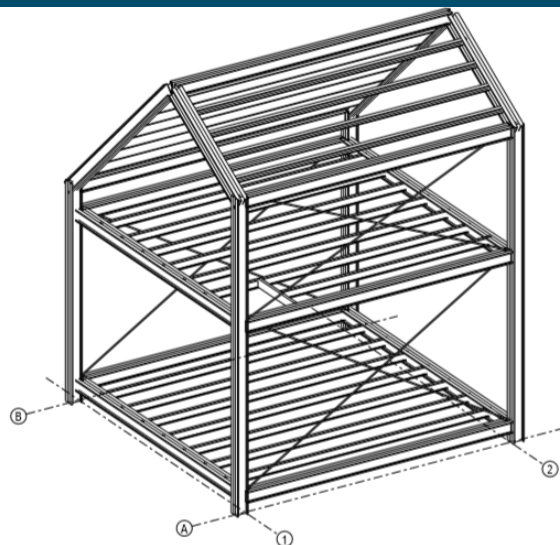


Fig. 4.5. Vedere 3D - structura de rezistență

În urma analizei structurale și a verificării de rezistență a elementelor structurale au rezultat următoarele secțiuni transversale:

Tabelul 4.1. Secțiunile transversale ale elementelor structurale.

Elemente	Secțiune transversala
Grinzi principale (oțel S355)	2C250/3 dispuse la 60 mm
Grinzi secundare (oțel S355)	C200/2,5
Stalpi (oțel I S355)	2C250/3 dispuse la 60 mm
Pane (oțel S355)	C150/1,5
Contravanturi (oțel S235)	oțel rotund $\varnothing 20$

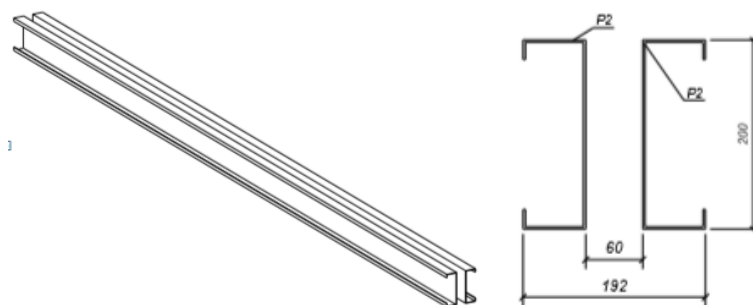


Fig. 4.6. Vedere 3D și secțiune a grinzi și stălpilor structurii de rezistență (elemente ușoare formate la rece).

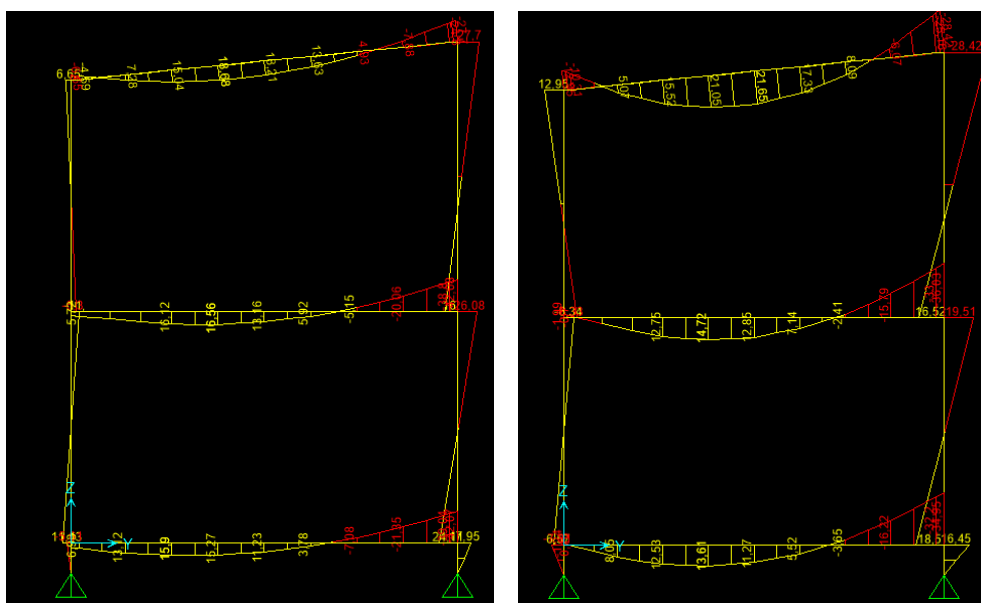


Fig. 4.7. Încovoiere maximă după axa y-y în grinzi (stanga) și în stalpi (dreapta)



Verificarea de rezistență a elementelor principale. Elementele din oțel sunt alcătuite din profile cu pereti subtiri laminate la rece (S355) și se incadreaza in Clasa 4.

- Grinzi

Rezistență secțiunii transversale:

Verificarea la rezistență

$$\left[ \frac{N_{Ed.c.af}}{\left( \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \right) \cdot 10^{-3}} \right] + \left[ \frac{M_{y.Ed} + N_{Ed.c.af} \cdot e_{Ny}}{\left( \frac{W_{y.ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \right) \cdot 10^{-6}} \right] = 0.712 < 1$$

Verificarea la flambaj

$$\frac{N_{Ed.c.af}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \left( \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.92 < 1$$

$$\frac{N_{Ed.c.af}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \left( \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.92 < 1$$

- Stâlpi

Rezistență secțiunii transversale:

Verificarea la rezistență

$$\left[ \frac{N_{Ed.c.af}}{\left( \frac{A_{ef} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} \right) \cdot 10^{-3}} \right] + \left[ \frac{M_{y.Ed} + N_{Ed.c.af} \cdot e_{Ny}}{\left( \frac{W_{y.ef} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} \right) \cdot 10^{-6}} \right] = 0.547 < 1$$

Verificarea la flambaj

$$\frac{N_{Ed.c.af}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \left( \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.604 < 1$$

$$\frac{N_{Ed.c.af}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \left( \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.611 < 1$$

### *Proiectarea fundațiilor*

Soluția de fundare proiectată constă în realizarea unor fundații prefabricate de tip trunchi de piramidă care se vor introduce în teren prin vibropresare sau vibropercuție. Dimensiunile fundațiilor proiectate pentru acest tip de clădire sunt prezentate în figura de mai jos.

Soluția de fundare prin utilizarea fundațiilor prefabricate de tip trunchi de piramidă prezintă o serie de avantaje printre care se pot menționa:

- durata redusă a execuției a fundațiilor, respectiv durata redusă de montare a acestora în teren;
- obținerea unui spor substanțial de capacitate portantă din cauza formei de tip trunchi de piramidă datorită frecării dintre fețele laterale ale fundației și teren;
- introducerea în teren a fundațiilor prefabricate prin vibropresare sau vibropercuție se poate realiza cu utilaje existente în mod curent pe șantierele de construcții;
- obținerea economiei de beton, respectiv de armătură în raport cu soluțiile clasice de fundare cu fundații de tip prismatic.

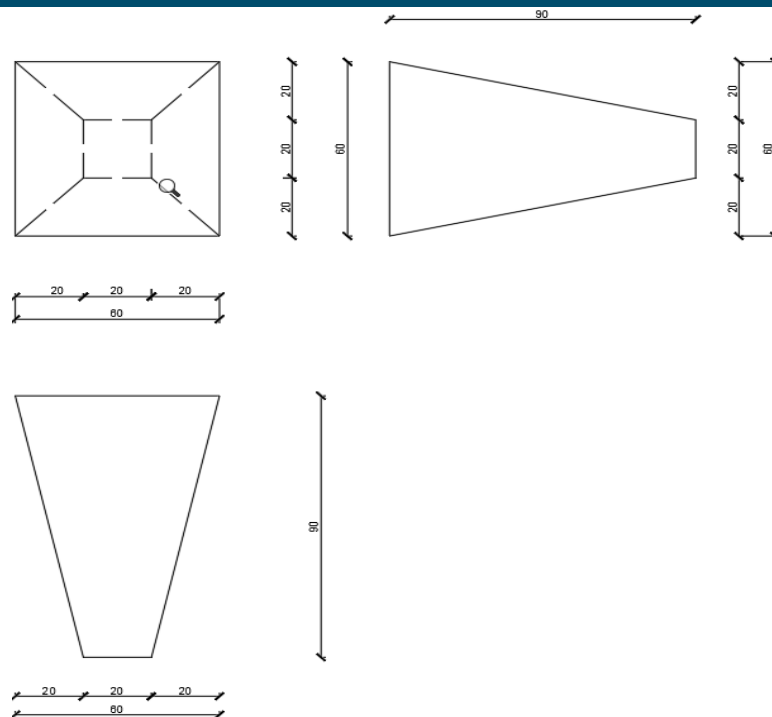


Fig. 4.8. Dimensiunile fundațiilor de tip trunchi de piramidă (cm)

Fundațiile de tip trunchi de piramidă se vor executa din beton armat, schema de armare fiind prezentată în Figura 4.9. Calculul de capacitate portantă consideră efectul transmiterii încărcării de la fundație la terenul de fundare prin suprafața laterală a fundației de tip trunchi de piramidă care mobilizează și rezistența pasivă a terenului la efectul încărcării transmise de către fundație terenului. În acest calcul s-au utilizat caracteristicile fizice și mecanice obținute în urma investigării terenului de fundare, valori extrase din studiul geotehnic întocmit.

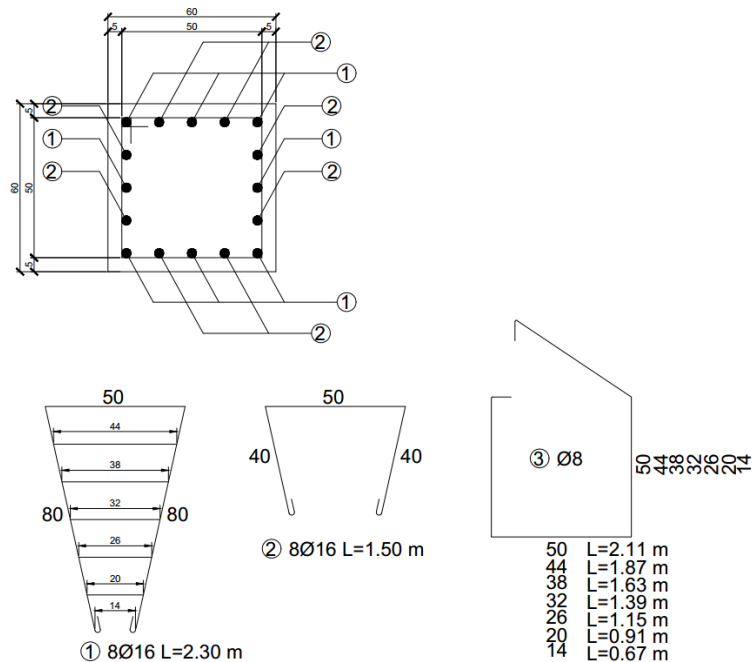


Fig. 4.9. Schema de armare a fundațiilor prefabricate trunchi de piramidă

Calculul capacității portante al fundației s-a efectuat pe baza valorilor încărcărilor transmise de suprastructură fundațiilor. Capacitatea portantă fundației, care ține seama de forma particulară și de modul în care transmite încărcările terenului de fundare, a rezultat ca fiind  $q_u = 329,44 \text{ kN/m}^2$ , valoare cu circa 30% mai mare decât capacitatea portantă a unei fundații clasice, cu aceleași dimensiuni în plan (cu o capacitate portantă ultimă de  $q_u = 255,46 \text{ kN/m}^2$ ).

În etapa I/2018 au fost realizate simulări numerice pentru a optimiza prototipul existent de fațadă solară. Acestea pot fi observate în figurile de mai jos:

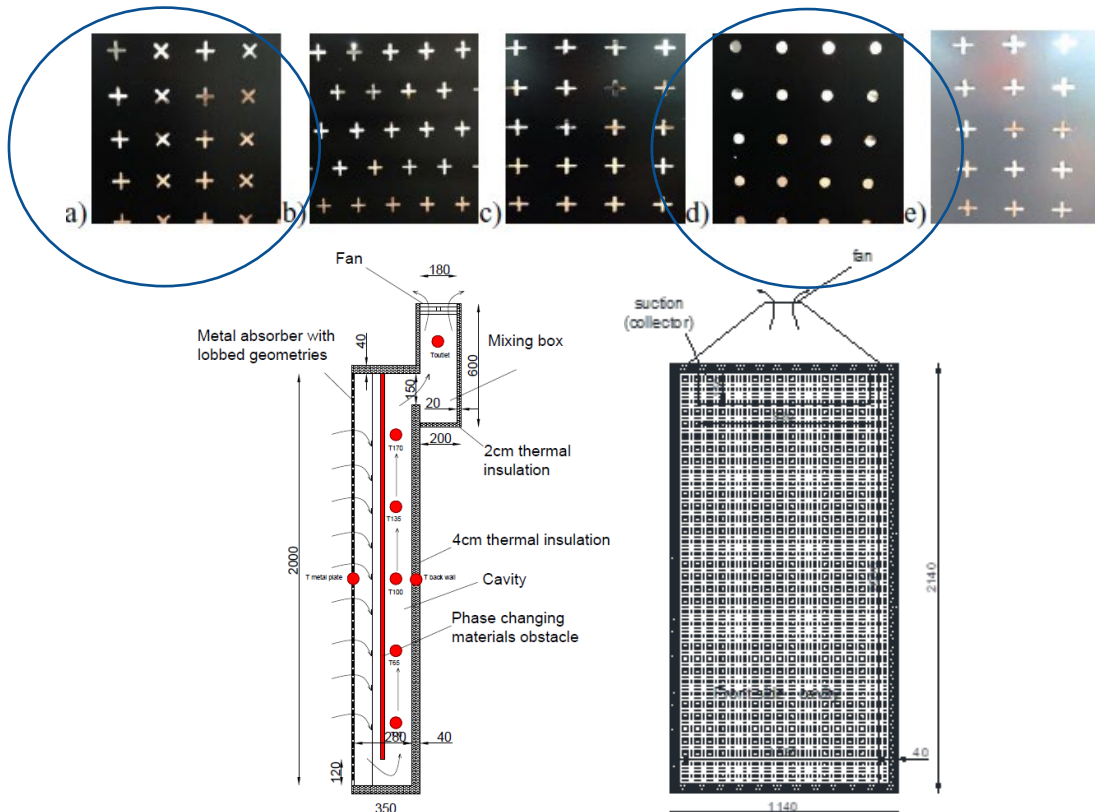


Fig. 4.10. Tipuri de geometrii utilizate pentru orificiile plăcii absorbante (variantele de la punctul a și d vor fi testate pe fațada laboratorului)

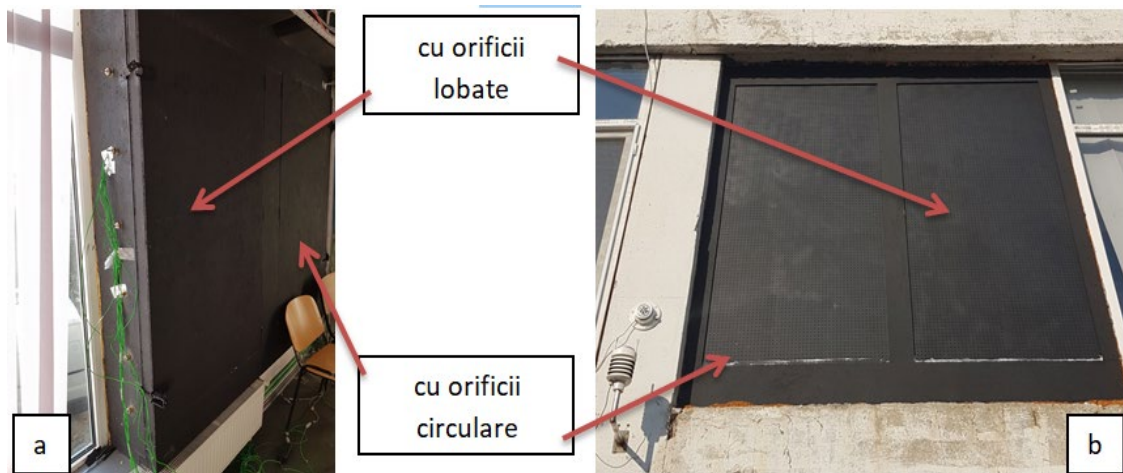


Fig. 4.11. Colectoare solare perforate în regim tranzitoriu (la exterior): a-interior, b-exterioar

## Realizarea modelului geometric

### Modelul inițial elementar

Placa de 4x4cm a fost apoi încadrată într-un paralelipiped de 9.2x4x4cm ce va constitui aerul vehiculat în domeniul de calcul ținând cont de direcția de curgere (figura 4.10c și 4.10d). Astfel, în amonte placa este poziționată la 4cm de limita domeniului de calcul, iar în aval placa este poziționată la 5cm de limita domeniului de calcul, respectiv 10 diametre echivalente (10De).

Dupa realizarea geometriei și denumirea corespunzătoare a suprafețelor, aceasta a fost importată în ANSYS Meshing pentru realizarea discretizării spațiale.

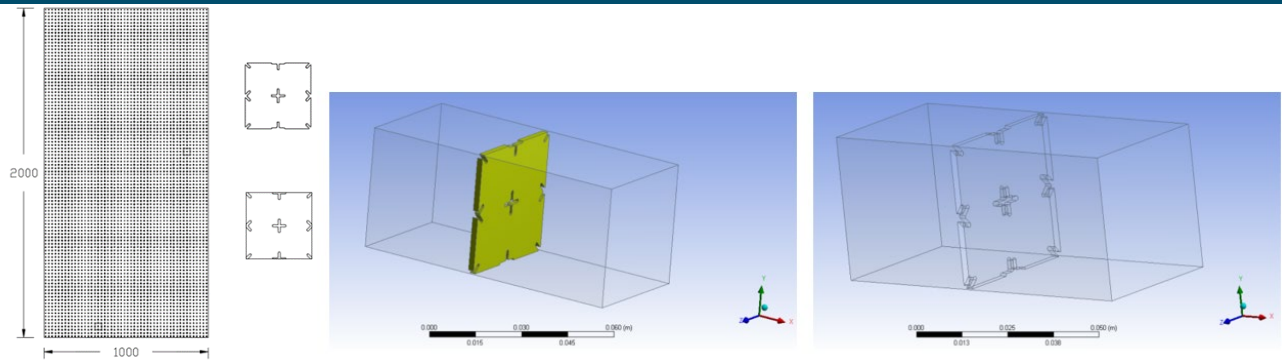


Fig. 4.12. Colectoare solare perforate în regim tranzitoriu (la exterior): a-vedere din interior, b-vedere din exterior

Tabelul 4.2. Condițiile limită utilizate în cadrul studiului de independență a discretizării

Condiție la limită	Valoare	Unitate de măsură
Magnitudinea vitezei (inlet)	0.05555	m/s
Temperatură introducere (inlet)	25	°C
Temperatură placii metalice (metal)	50	°C

Pe lângă alegerea modelului ce activează ecuația conservării energiei, am ales modelul de turbulență  $k-\epsilon$  RNG (cu modelare îmbunătățită în stratul limită) ce se pretează, conform literaturii studiate [10], în cazul curgerilor turbionare și în cazul curgerilor cu numere Reynolds mici ( $Re \approx 422$  în cazul prezentului studiu conform ecuațiilor de mai jos, curgere laminară).

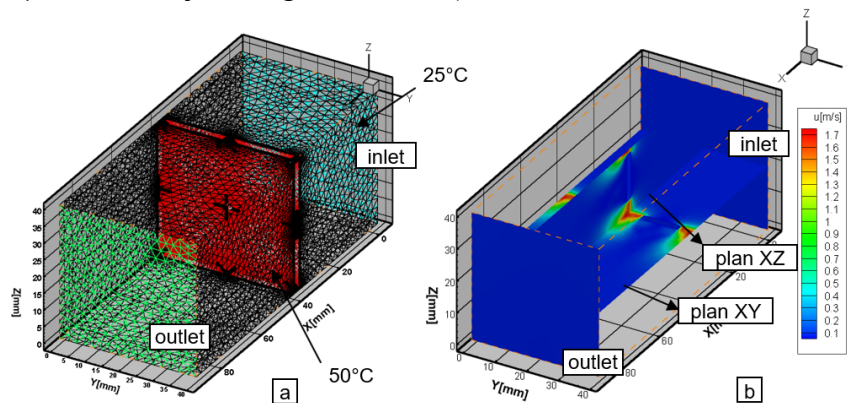


Fig. 4.13. Importarea rezultatelor în Tecplot 360 pentru prelucrarea datelor

### Modelul simplificat colector solar 2D

Rezultatele din modelul elementar vor fi utilizate în continuare în modelul simplificat de colector solar, care este simulat în varianta 2D, urmând apoi să fie construit modelul integral. Geometria realizată în Ansys respecta geometria colectorului real, fiind practic o "felie" prin acesta. Intrarea în domeniul de calcul este compusă din 50 de fețe ce vor prelua condițiile la limită rezultate din modelul precedent, în special câmpuri de viteze. Rezultatele obținute experimental indică o bună corelare cu rezultatele experimentale.

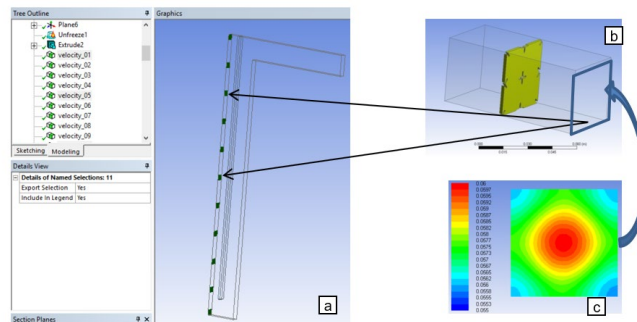


Fig. 4.14. Crearea zonelor specifice aspirării aerului (inlet) unde se vor introduce profilele de viteză și temperatura din capitolul anterior a – 50 de zone pe inlet; b – outlet-ul studiului anterior devine inlet-ul studiului actual; c – câmpul de viteze ce se va integra pe noul inlet

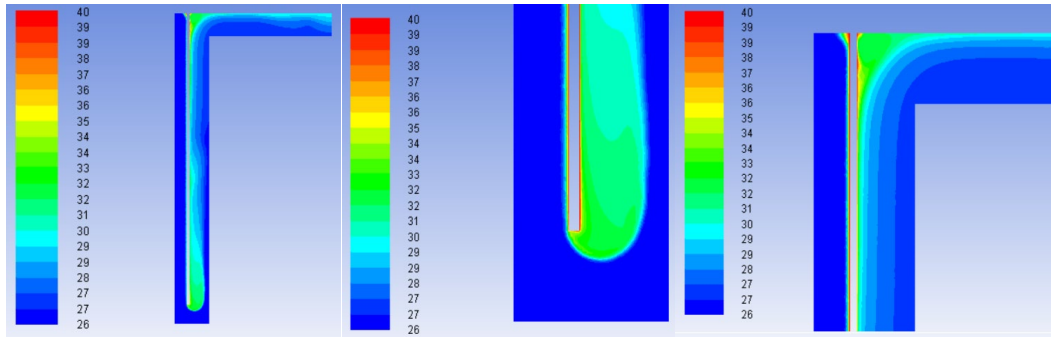


Fig. 4.15. Câmpuri de temperatură în plan longitudinal (simetrie)

Pentru validarea modelului numeric în regim tranzitoriu am utilizat programa predefinite realizate în limbaj de programare C++ ce determină impunerea unor condiții la limită variabile în timp (UDF). Pentru a simplifica modelul numeric s-a considerat ca materialele cu schimbare de fază sunt în stare solidă și au o căldură specifică variabilă în funcție de temperatură. Comparând valorile obținute experimental cu rezultatele numerice am putut concluziona faptul că modelul numeric creat reproduce fenomenele reale de transfer termic în limite acceptabile.

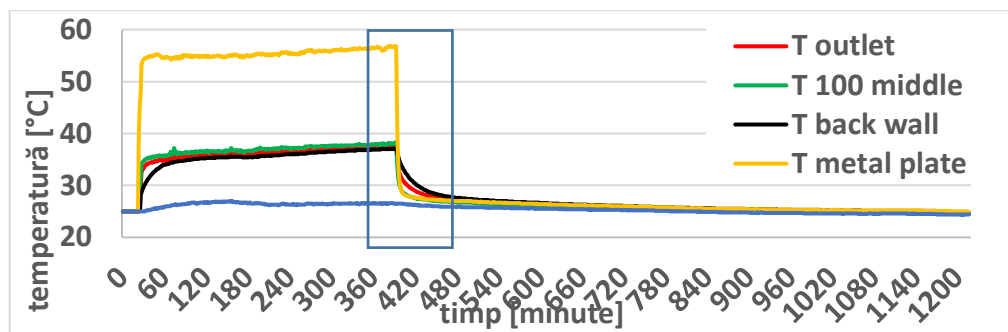


Fig. 4.16. Interval de timp extras din studiul experimental (validare numerică) – 2 ore (7200 sec.)

Modelul realizat permite studiul ulterior pentru realizarea studiilor parametrice necesare optimizării colectorului solar perforat pentru integrarea ulterioară în modelul experimental.

*Studii de implementare a fațadelor inteligente pe structuri ușoare. Încercări experimentale pe fundații rapide*

*Studii de implementare a fațadelor inteligente pe structuri ușoare.*

Perfect adaptabile structurilor ușoare, panourile sandwich sunt folosite pe scară largă pe piața de construcții din România pentru realizarea acoperișurilor și pereților de închidere. În funcție de producător prezintă tabele sau abace de calcul a sistemelor proprii, precum și detalii de prindere și montaj sau de realizare a golurilor de acces. Capitolul 2.1 prezintă câteva sisteme existente pe piață, adaptate structurilor emtalice ușoare, cu descrierea materialelor componente.

*Încercări experimentale pe fundații rapide*

În cadrul proiectului s-a executat o investigație geotehnică a amplasamentului prin realizarea a două foraje geotehnice până la adâncimea de -4,00 m, nefiind interceptată pânza de apă freatică până la această adâncime. Prin realizarea acestor foraje geotehnice s-au recoltat probe netulburate de la adâncimi de -0,50 m, -1,20 m, respectiv -2,00 m. Pe aceste probe au fost efectuate încercări de laborator pentru determinarea caracteristicilor fizice și mecanice ale pământurilor. Analiza granulometrică a probelor recoltate a pus în evidență o stratificație relativ uniformă în adâncime, terenul de fundare fiind alcătuit din pământuri coezive, procentele de fracțiuni granulare de argilă, praf și nisip permițând stabilirea denumirii pământului, acesta fiind argilă prăfoasă și argilă prăfoasă nisipoasă în adâncime. Caracteristicile fizice care definesc acest teren de fundare prezintă următoarele valori: (1) Greutate volumică,  $\gamma = 17,2 \text{ kN/m}^3 \dots 18,6 \text{ kN/m}^3$ ; (2) Indicele porilor,  $e = 0,84 \dots 0,86$ ; (3) Porozitate,  $n = 45,6 \% \dots 46,3 \%$ ; (4) Umiditate,  $w = 21,9 \% \dots 33,1 \%$  (5) Limita superioară de plasticitate,  $w_L = 42,0 \% \dots$

47,4 %; (6) Limita inferioară de plasticitate,  $w_p = 23,5 \% \dots 29,3 \%$ ; (7) Indice de plasticitate,  $I_p = 18,5 \% \dots 29,4 \%$ ; (8) Indice de consistență  $I_c = 0,79 \dots 1,09$ .

Caracteristicile mecanice necesare calculului de capacitate portantă a terenului de fundare, respectiv a tasărilor probabile ale acestuia, au următoarele valori: (1) Modul de deformare edometric,  $M_{2-3} = 5333 \text{ kPa} \dots 7937 \text{ kPa}$ ; (2) Unghi de frecare interioară,  $\Phi = 15,7^\circ \dots 23,3^\circ$ ; (3) Coeziune specifică,  $c = 8,1 \text{ kPa} \dots 33,9 \text{ kPa}$ .

Soluția de fundare recomandată este cea de realizare a unor fundații trunchi de piramidă prefabricate care urmează să se introducă în teren prin vibropresare sau vibropercuție.

Pentru verificarea capacității portante a acestui tip de fundație se vor efectua în amplasament două încercări de verificare a capacității portante prin încărcare statică. Prin calculele de dimensionare a acestui tip de fundație s-a estimat capacitatea portantă a acestor elemente la 130 kN. În aceste condiții echipamentele necesare a fi montate pentru efectuarea încercărilor de încărcare statică vor trebui să asigure un minim de 200 kN. În cadrul proiectului a fost achiziționat programul de modelare MIDAS prin Metoda Elementului Finit a sistemelor de fundare complexe. Astfel, este în curs de efectuare o modelare a acestui tip de fundație, ținând seama de caracteristicile fizico-mecanice ale terenului din amplasament, precum și de dimensiunile și forma fundațiilor proiectate.

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

UPT, prin 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.

Centrul de cercetare "Controlul inteligent al conversiei și stocării energiei" oferă următoarele categorii de servicii: proiectarea optimală și testarea mașinilor electrice în construcție clasică sau specială, proiectarea și integrarea acționărilor electrice reglabile cu electronică de putere în sisteme integrate de control, conversia statică și stocarea energiei electrice în aplicații de energii regenerabile și automotive, măsurarea eficienței energetice, proiectarea și implementarea soluțiilor de eficientizare energetică. Centrul beneficiază de o infrastructură complexă de cercetare (<https://erris.gov.ro/Intelligent-Control-of-Energy>), realizată prin finanțarea din programe de cercetare naționale și europene.

Infrastructura Laboratorului "Șt. Nădășan" pentru cercetarea rezistenței, integrității și durabilității materialelor, structurilor și conductorilor (<https://erris.gov.ro/St-Nadasan-Research-Laborato>) oferă o gamă largă de competențe în: (1) caracterizarea mecanică a materialelor, structurilor și conductoare, (2) analize de stres experimental și numeric, (3) mecanica ruperii și integritatea structurilor, (4) oboseala și durabilitatea de materiale, componente și structuri.

Infrastructura Departamentului de Construcții Metalice și Mecanica Construcțiilor este asigurată de către Platforma integrată de cercetare-dezvoltare pentru comportarea construcțiilor la acțiuni extreme, ID/cod SMIS-CSNR:1872/48741 - <https://erris.gov.ro/ACTEX>.

UTCB utilizează infrastructura disponibilă în cadrul centrelor de cercetare „CAMBI - Advanced Research Center for Ambiental Quality and Building Physics” și „EEC - EnergyEfficiency in Buildings”. Infrastructura pusă la dispoziția proiectului este descrisă în platforma ERRIS: <http://erris.gov.ro/Research-facility-for-indoor/>; <http://erris.gov.ro/EEC/>; <http://erris.gov.ro/Boundary-Layer-Wind-Tunnel-1-TAS>.

Infrastructura utilizată de UTCB pentru implementarea proiectului este cea din cadrul Laboratorului de cercetare și dezvoltare durabilă în electronică și electronică de putere -<https://erris.gov.ro/RLSDEPE>.

ICPE-CA, prin Departamentul de Eficiență în Conversia și Consumul de Energie, dispune de infrastructură de cercetare modernă, prin care poate asigura o gamă foarte variată de activități și servicii în domeniul Energie. Pe platforma <https://erris.gov.ro/Energy-Department> este prezentată o serie de echipamente ce sunt utilizate pentru atingerea obiectivelor de cercetare.

În cele 4 unitati ale sale, INCEMC- Timisoara dispune atat de echipament performant pentru sinteze de material si dezvoltare de produs cat și de aparatura de analiză si caracterizare. În platforma [www.erris.gov.ro](http://www.erris.gov.ro) echipamentele INCEMC se găsesc la următoarele link-uri: <https://erris.gov.ro/LER>; <https://erris.gov.ro/Condensed-Matter-Department>; <https://erris.gov.ro/Chemical-and-Electrochemical>.

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

În anul 2018 în cadrul Proiectului 30PCCDI / 2018 CLĂDIRI INTELIGENTE ADAPTABILE LA EFECTELE SCHIMBĂRIILOR CLIMATICE CIA\_CLIM au fost active 62 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. 1 / 2018	Numărul
1	Numărul cercetătorilor	45
2	Numărul cercetătorilor postdoctorali	0
3	Numărul doctoranzilor	6
4	Numărul tehnicienilor	0
5	Numărul cercetătorilor Noi	10
6	Numărul cercetătorilor postdoctorali Noi	1
7	Numărul doctoranzilor Noi	0

Partener	Număr persoane implicate / etapă
Universitatea Politehnica Timișoara (Coordonator proiect CO)	29
Universitatea Tehnică de Construcții București (Partener P1)	7
Universitatea Tehnică din Cluj - Napoca (Partener P2)	7
Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE - CA Bucuresti (Partener P3)	8
Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie si Materie Condensata - INCEMC Timisoara (Partener P4)	10

#### 5. Prezentarea valorificării 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 anilor 2019 și 2020.

Lista cu lucrări publicate de către membrii consorțiului:

1. Andrei Bejan, Mihnea Sandu, Laurentiu Tacutu, Cristiana Croitoru, Ilinca Nastase, *Airflow study inside an enclosure with a PCM wall and a solar collector*, Roomvent&Ventilation 2018 Espoo, Finland, 2-7 June 2018, Proceedings ISBN 978-952-5236-48-4, Article
2. Andrei Bejan, Cristiana Croitoru, Mihnea Sandu, Ilinca Nastase, Florin Bode, *Solar ventilated façade with PCM integration for air preheating* The 15th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (INDOOR AIR) 2018, Philadelphia, USA, 22-27 July 2018, Long abstract and poster
3. Andrei Bejan, Florin Bode, Catalin Teodosiu, Cristiana Croitoru and Ilinca Nastase, *Numerical model of a solar ventilated facade element: experimental validation, final parameters and results* The 5th Edition EENVIRO -Sustainable Solutions for Energy and Environment 2018, Cluj-Napoca, Romania, 9-13 October 2018, Article Accepted for publication is *Environment, energy and earth sciences web of conferences* (eISSN: 2267-1242, Publisher: EDP Sciences), Web of Science indexed.
4. Andrei Bejan, Florin Bode, Tiberiu Catalina and Catalin Teodosiu, *Mesh independency study for an elementary perforated panel part of an air solar collector* DSC 2018: 1st Conference of the UCB Doctoral School, Technical University of Civil Engineering of Bucharest, Romania, 26 October 2018, Article Accepted for publication is *Environment, energy and earth sciences web of conferences* (eISSN: 2267-1242, Publisher: EDP Sciences), Web of Science indexed.
5. Dan Hulea, Babak Fahimi, Nicolae Muntean, Octavian Cornea, *High Ratio Bidirectional Hybrid Switched Inductor Converter using Wide Bandgap Transistors*, EPE 2018 ECCE Europe: 20<sup>th</sup> European Conference

- 
- on Power Electronics and Applications, Riga (Latvia), 17-21 September 2018, Proceedings ISBN 978-9-0758-1528-3, IEEE catalog number: CFP 18850-ART, Article.
6. Dan Hulea, Octavian Cornea, Nicolae Muntean, *Energy Management Strategy for Supercapacitor Storage using a Nonlinear Virtual Impedance* EPE 2018 ECCE Europe: 20<sup>th</sup> European Conference on Power Electronics and Applications, Riga (Latvia), 17-21 September 2018, Proceedings ISBN 978-1-5386-4198-9/18, Article.
  7. Norbert Csaba Szekely, Mircea Bojan, Sorin Ionut Salcu, Petre Dorel Teodosescu, *LED performance analysis under various current waveforms*, ECAI 2018 – International Conference 10<sup>th</sup> Edition: Electronics, Computers and Artificial Intelligence, Iasi (Romania), 28-30 Iunie 2018, Article.
  8. Paulina Vlazan, Paula Sfirloaga, Daniel Ursu, Mihaela Birdeanu, Maria Poienar, Rus Florina Stefania, Novaconi Stefan, *Bismuth Doping Effects on Structural and Morphological Properties of Sodium Titanate System*, ISAEP 2018: 24<sup>th</sup> International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged (Hungary), 8-9 October 2018, Proceedings ISBN 978-963-306-623-2, short abstract and poster.
  9. Florina Ștefania Rus, Petru Negrea, Paulina Vlăzan, Ștefan Novaconi, *Synthesis and Characterization Tio2 Powders and Thin Film Obtained by Solvothermal Method for Applications in Environment Friendly Building Material Technologies*, ISAEP 2018: 24<sup>th</sup> International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged (Hungary), 8-9 October 2018, Proceedings ISBN 978-963-306-623-2, short abstract and poster.
  10. Raluca Legian, Adrian Ciutina, Viorel Ungureanu, *Sustainable Design of a Light Steel Structure*, Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture, Volume 61, No. 1 (2018), Published Article.
  11. Marius Adam, Daniel M. Muntean, Miodrag Popov, Daniel Grecea and Viorel Ungureanu, *Integrated energy efficient cooling solutions for large prefabricated panels collective dwellings from the 1970*, The 5th Edition EENVIRO -Sustainable Solutions for Energy and Environment 2018, Cluj-Napoca, Romania, 9-13 October 2018, Article.
  12. Ion Murgescu, Lucia-Andreea El-Leathey, Rareș-Andrei Chihaiia, Gabriela Cîrciumaru, *Efficient Energy Use and Storage Practices within Residential Facilities for Compliance with the nZEB Criteria*, The 5th Edition EENVIRO -Sustainable Solutions for Energy and Environment 2018, Cluj-Napoca, Romania, 10-13 October 2018, Article.
  13. Lucia-Andreea El-Leathey, Rares-Andrei Chihaiia, Ion Murgescu, Gabriela Cîrciumaru, and Adrian Nedelcu, *Analysis of a low-voltage operating microgrid located in a residential area*, the 5th Edition EENVIRO -Sustainable Solutions for Energy and Environment 2018, Cluj-Napoca, Romania, 10-13 October 2018, Article.
  14. Rareș - Andrei Chihaiia, Lucia-Andreea El-Leathey, Gabriela Cîrciumaru and Nicolae Tănase, *Increasing the energy conversion efficiency for shrouded hydrokinetic turbines using experimental analysis on a scale model* The 5th Edition EENVIRO -Sustainable Solutions for Energy and Environment 2018, Cluj-Napoca, Romania, 10-13 October 2018, Article.
  15. Lucia-Andreea El-Leathey, *Energy Management System Designed for the Interconnected or Islanded Operation of a Microgrid Using LabVIEW Software* Smart Microgrids, IntechOpen, 2018, ISBN: 978-1-78923-459-6, Book chapter.
  16. Liviu Marșavina, Octavian Pop, Raluca Pepelan, *Mark tracking technique for experimental determination of fracture parameters*, 22th European Conference on Fracture: Loading and Environmental effects on Structural Integrity, Belgrade (Serbia), 26-31 August 2018, Article.
  17. Emanoil Linul, Liviu Marșavina, Cristina Vălean, Radu Bănică *Static and dynamic mode I fracture toughness of rigid PUR foams under room and cryogenic temperatures* Dupa recenzie (Article).
  18. 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.