

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2024

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2024

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL pentru etapa 2023

privind implementarea proiectului din cadrul
Programului de Stat (2020–2023)

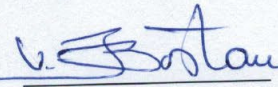
**Proiectul: „Soluții tehnice ecoinovative de Eficientizare a consumului de energie
în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrare
avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)”**

Cifrul proiectului 20.80009.7007.18

Prioritatea Strategică III „Mediu și schimbări climatice”

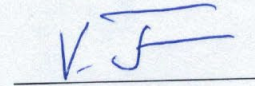
Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN
(numele, prenumele)


(semnătura)

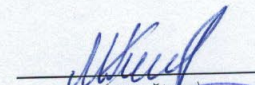
Consiliul științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU
(numele, prenumele)


(semnătura)

Conducătorul proiectului

Dr. Mihai TÎRȘU
(numele, prenumele)


(semnătura)



L.Ș.

Chișinău 2024

CUPRINS:

1. Scopul și obiectivele etapei 2023
2. Acțiunile planificate și realizate în 2023
3. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba română (Anexa nr. 1)
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba engleză (Anexa nr. 1)
5. Impactul științific/social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2023:
 - Lista publicațiilor științifice 2023 (Anexa nr. 2)
 - Lista participărilor la conferințe
 - Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media
7. Executarea devizului de cheltuieli (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei proiectului pentru anul 2023 (Anexa nr. 4)
9. Informații suplimentare (Anexa nr.5)

1. Scopul etapei 2023 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Realizarea mostrei sistemului de încălzire și experimentarea acestuia, adaptarea soluțiilor elaborate, identificarea opțiunilor de integrare avantajoasă a SER, elaborare recomandări

2. Obiectivele etapei 2023 (obligatoriu)

Pregătirea standului pentru încercarea modulelor instalației de reglare a regimurilor rețelelor de transport și distribuție și elaborarea programului de încercări, realizarea mostrei sistemului de încălzire, adaptarea soluțiilor elaborate, identificarea opțiunilor de integrare avantajoasă a SER, elaborare recomandări.

Testarea complexă a instalației de reglare a regimurilor de funcționare a rețelelor de transport și distribuție și elaborarea recomandărilor, experimentarea mostrei schimbătorului de căldură cu suprafață variabilă, dezvoltarea modelului de analiză multicriterială pentru selectarea SRE optimă.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2023 (obligatoriu)

- Pregătirea echipamentului secundar pentru realizarea încercărilor
- Încercări ale mostre instalației de laborator
- Determinarea impactului aplatizării curbei de sarcină asupra gradului de penetrare a surselor eoliene și fotovoltaice în sistemul electroenergetic național
- Actualizarea opțiunilor de integrare a SRE identificate în anii 2020-2022 în vederea acoperirii cererii de energie electrică pe țară
- Testarea softului modulului de măsurare și monitorizare a fluxurilor de energie în sistemul hibrid de încălzire
- Cercetarea cvadripolului termic (CT) pentru livrarea energiei termice la pompa de căldură
- Analiza datelor în baza simulărilor regimurilor de funcționare a unei rețele electrice cu integrarea eSER în contextul promovării conceptului de rețea inteligentă
- Culegerea și analiza datelor în regim real și compararea acestora cu datele obținute în baza simulărilor
- Testarea complexă a sistemului de stocare a căldurii și elaborarea algoritmilor de încărcare-descărcare a acestuia
- Analiza rezultatelor obținute la încercarea mostrei
- Generalizarea și analiza rezultatelor obținute, elaborarea concluziilor și recomandărilor
- Selectarea modelului de analiză multicriterială și stabilirea criteriilor respectivi în vederea identificării soluțiilor avantajoase de integrare a SRE în sistemul electroenergetic național
- Efectuarea analizei multicriteriale în vederea identificării opțiunilor avantajoase de acoperire a cererii de energie electrică cu participarea SRE
- Cercetarea regimului de funcționare a mostrei sistemului hibrid la variația temperaturilor la vaporizatorul pompei de căldură

- Cercetarea performanței instalației hibride conectată la diferite surse de energie (regenerabilă, reziduală, acumulată, etc.) și elaborarea recomandărilor de implementare a mostrei la scară extinsă
- Elaborarea recomandărilor și a propunerilor privind îmbunătățirea parametrilor de calitate a energiei electrice pentru o rețea inteligentă
- Analiza dezvoltării cu emisii reduse de carbon pentru un sector energetic decarbonizat ambițios către 2050
- Dezvoltarea soluțiilor optime de stocare și extragere a căldurii din acumulatorul de căldură pentru extinderea perioadei de păstrare a energiei în acumulator

4. Acțiunile realizate (obligatoriu)

- A fost pregătit echipamentul secundar pentru realizarea încercărilor
- Au fost realizat încercări ale mostre instalației de laborator
- A fost determinat impactul aplatizării curbei de sarcină asupra gradului de penetrare a surselor eoliene și fotovoltaice în sistemul electroenergetic național
- Au fost actualizate opțiunile de integrare a SRE identificate în anii 2020-2022 în vederea acoperirii cererii de energie electrică pe țară
- A fost testat modulul de măsurare și monitorizare a fluxurilor de energie în sistemul hibrid de încălzire
- A fost cercetat cvadripolului termic (CT) pentru livrarea energiei termice la pompa de căldură
- Au fost analizate datele în baza simulărilor regimurilor de funcționare a unei rețele electrice cu integrarea eSER în contextul promovării conceptului de rețea inteligentă
- Au fost culese și analizate datele în regim real și compararea acestora cu datele obținute în baza simulărilor
- A fost testat complex sistemul de stocare a căldurii și elaborarea algoritmilor de încărcare-descărcare a acestuia
- Au fost analizate rezultatele obținute la încercarea mostrei
- Au fost generalizate și analizate rezultatele obținute, elaborarea concluziilor și recomandărilor
- A fost selectat modelul de analiză multicriterială și stabilirea criteriilor respectivi în vederea identificării soluțiilor avantajoase de integrare a SRE în sistemul electroenergetic național
- A fost efectuat analiza multicriterială în vederea identificării opțiunilor avantajoase de acoperire a cererii de energie electrică cu participarea SRE
- A fost cercetat regimul de funcționare a mostrei sistemului hibrid la variația temperaturilor la vaporizatorul pompei de căldură
- A fost cercetată instalația hibridă conectată la diferite surse de energie (regenerabilă, reziduală, acumulată, etc.) și elaborarea recomandărilor de implementare a mostrei la scară extinsă
- Au fost elaborate recomandările și propunerile privind îmbunătățirea parametrilor de calitate a energiei electrice pentru o rețea inteligentă
- A fost analizat dezvoltarea scenariilor cu emisii reduse de carbon pentru un sector energetic

decarbonizat ambițios către 2050.

- Au fost dezvoltate soluțiile optime de stocare și extragere a căldurii din acumulatorul de căldură pentru extinderea perioadei de păstrare a energiei în acumulator

5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) (obligatoriu)

În scopul realizării sarcinilor pentru anul 2023 echipele de cercetare sau axat pe dezvoltarea softurilor și a simulărilor pentru instalația realizată pe parcursul anilor 2020-2023.

Sistemul hibrid de termoficare cu pompă de căldură ecologică și schimbător de căldură cu suprafață variabilă

A fost finisată mostra sistemului hibrid de termoficare bazat pe pompă de căldură și schimbător de căldură cu suprafață variabilă, inclusiv softul de comandă și control cu toate procesele instalației.

În Fig.1 este prezentată o vedere generală a standului de laborator dezvoltat, iar în fig. 2 sunt capturi de ecran care demonstrează funcționarea aplicațiilor soft de reglare a funcționalității echipamentului.

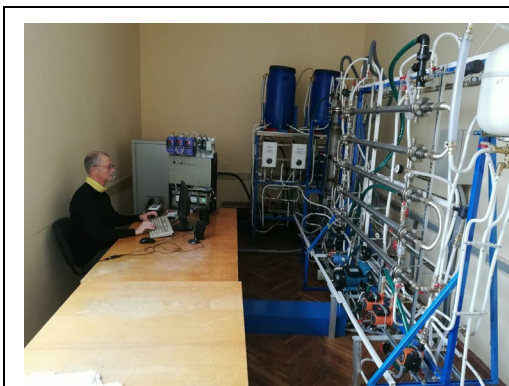


Fig. 1. Vedere generală a standului.

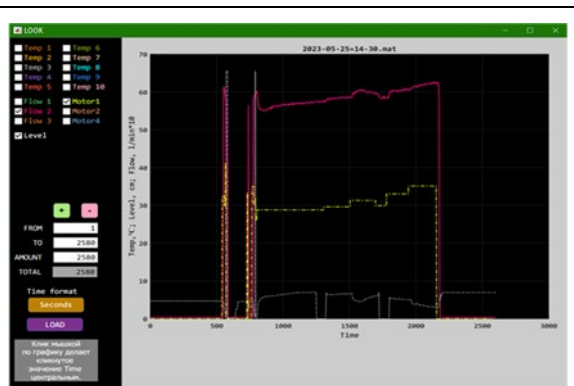


Fig. 2. Capturi de ecran ale interfeței de lucru.

Sistemul realizat permite integrarea energiei reziduale de pe conducta retur a sistemului centralizat de încălzire, integrarea surselor regenerabile de căldură.

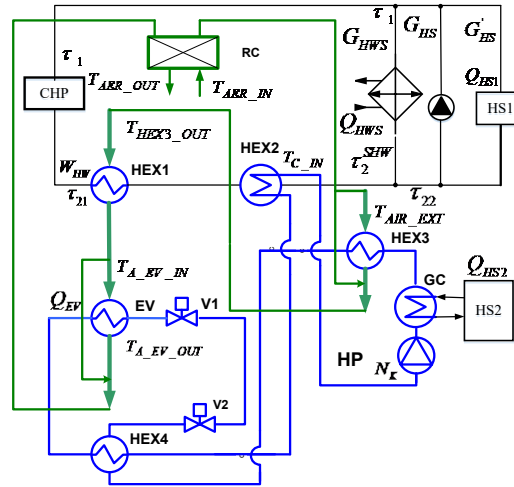
Aplicația software dezvoltată este destinată testării funcțiilor de bază de măsurare și control al instalației elaborate și permite comanda cu dispozitivele de intrare/ieșire a datelor analogice și de control ale pompei, inclusiv de afișare, stocare și control.

Modulul este dezvoltat în mediul de programare grafică Simulink și este proiectat să comunice prin protocolul MODBUS RTU bazat pe interfața RS-485 cu dispozitivele de intrare de date analogice MB110-224.8A și dispozitivele de ieșire MU110-224.8I cu tipul de control al motorului Invertek Optidrive E3.

Interfața grafică a aplicației, realizată în mediul de programare Matlab asigură măsurarea parametrilor, controlul operațional și monitorizarea în timp real al instalației asamblate.

Analiza proceselor tranzitorii în timpul controlului nivelului fluidului în schimbătorul de căldură a demonstrat, că acestea sunt de natură aperiodică la aplicarea legii P – de reglare. Experimentele au arătat că adăugarea unei componente de tip ”Derivator” nu oferă niciun efect semnificativ în îmbunătățirea calității procesului tranzitoriu.

Totodată, a fost modelat și elaborată schema de alimentare cu energie termică a unui bloc locativ, care utilizează pompa de căldură bivalentă (potențial termică scăzut pe baza a două surse primare de energie: apa de retur la sistemul centralizat de încălzire și aerul exterior), cu agentul de lucru - dioxid de carbon. Vezi figura 3 de mai jos.



HS1 – sistem de alimentare cu căldură existent pentru clădiri, HS2 – sistem de alimentare cu căldură pentru o clădire nouă, HP – pompă de căldură; HEX1 – schimbător de căldură pentru extragerea căldurii din conducta de retur a sistemului de alimentare cu încălzire, CHP-CHP, sistem de apă caldă a clădirii, HEX2-schimbător de căldură apă-regent pentru reglarea supraîncălzirii gazului în spatele evaporatorului EV, EV-evaporator, HEX3-subrăcitor de agent frigorific după răcitor de gaz, răcitor de gaz GC, HEX4 – schimbător de căldură intern, recuperator RC.

Fig. 3. Schema de alimentare cu energie termică a unui bloc locativ.

Urmare procesului de modelare s-a demonstrat că, sistemul propus are o eficiență energetică ridicată datorită creșterii gradului de răcire a agentului de lucru (CO₂) al pompei de căldură. Cercetările teoretice dezvoltate anterior au fost confirmate cu datele obținute prin experimentele la echipamentul de laborator. COP –ul al schemei pompei de căldură propusă este mai mare decât 5,2.

Demonstrarea datelor obținute sunt reflectate mai jos.

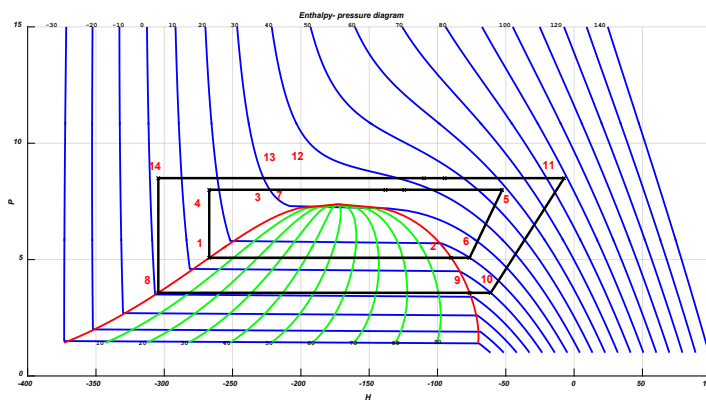


Fig.4. Ciclu termodinamic al pompei de căldură în H-p coordonate.

În tab.1 sunt prezentate datele experimentale obținute pentru încercările realizate asupra sistemului elaborat.

Tab. 1. Valorile parametrilor termofizice ale ciclului termodinamic.

	T, K	P, MPa	%G	H kJ/kg	S kJ/kg
1	15.00	5.08	0	-267.89	-1.604
2	15.00	5.08	100	-89.936	-0.989
3	28.00	8.00	0	-232.542	-1.499
4	17.59	8.00	0	-267.089	-1.616
5	58.04	8.00	100	-52.556	-0.921
6	20.00	5.08	100	-76.509	-0.943
7	31.00	8.00	0	-217.052	-1.448
8	1.00	3.57	0	-304.348	-1.731
9	1.00	3.57	100	-76.553	-0.899
10	10.00	3.57	100	-61.061	-0.843
11	88.47	8.50	100	-7.324	-0.798
12	35.00	8.50	0	-197.233	-1.386
13	32.00	8.50	0	-218.163	-1.454
14	2.83	8.50	0	-304.348	-1.749

Valoarea COP-ului calculată la temperatura 0 gr.C a aerului exterior constituie:

$$COP_{oc} = \frac{h_5 - h_7}{h_5 - h_6} = \frac{(-52.556 - (-267.089)) \cdot 0.92}{-52.556 - (-76.509)} = 6.9$$

unde randamentul acționării compresorului este $\eta_{me} = 0.92$. Dacă presupunem, că puterea electrică a ventilatoarelor schimbătorului de căldură, poz. 4, și a vaporizatorului va fi de 20% din puterea sa termică (ceea ce corespunde datelor din cataloagele producătorului), atunci valorile COP vor fi, respectiv: $COP_{oc} = 6.9$. Segmentele diagramei 5-7 caracterizează căldura degajată de răcitorul de gaz, segmentul 7-3 caracterizează scăderea de entalpie la răcitorul de gaz intern, iar segmentul 3-4 scăderea de entalpie în secția răcitorului nr. 2 al agentului de lucru (CO₂).

Astfel, instalația elaborată poate crește valoarea COP cu cel puțin 20% față de instalațiile standar, iar consumul de energie poate fi redus cu cel puțin 15%. Un alt avantaj al sistemului elaborat îl constituie posibilitatea substituirii combustibilului fosil cu energie regenerabilă, respectiv reducerea suplimentară a consumului de energie din rețeaua SACET. Adicional, reducerea temperaturii agentului termic pe conducta retur a sistemului centralizat de încălzire duce indirect la creșterea eficienței turbinei generatorului la CET-uri.

Soluții de integrare optimă a surselor regenerabile de energie

În scopul "Determinarea impactului aplatizării curbei de sarcină asupra gradului de penetrare a surselor eoliene și fotovoltaice în sistemul electroenergetic național" au fost obținute următoarele rezultate:

Au fost procesate informațiile de producere pe ore a energiei electrice de către sursele eoliene și fotovoltaice în sistemul electroenergetic al României pentru anii 2014-2018. Datele respective au fost readuse condițiilor R. Moldova. Ulterior au fost utilizate zonele orare stabilite în Ucraina aplicate pentru tarifele zonale. Aplatizarea a fost efectuată prin transferul energiei electrice aferente orelor de vârf în celea de gol. Apoi a fost evaluat gradul de penetrare a surselor eoliene și fotovoltaice în

sistemul electroenergetic național pentru diferit nivel de aplatizare (n%) a curbelor de sarcină pe parcursul anului. Gradul de acoperire (G) a cererii de energie electrică în scenariul 100%SRE a fost determinat ca media pentru anii 2014-2018 (5 ani) pentru fiecare pondere z% a energiei fotovoltaice în tandemul SE+SF (sursă eoliană + sursă fotovoltaică), precum și fiecare nivel de aplatizare a curbei sarcinii de consum la nivel anual. În figura de mai jos sunt prezentate rezultatele obținute.

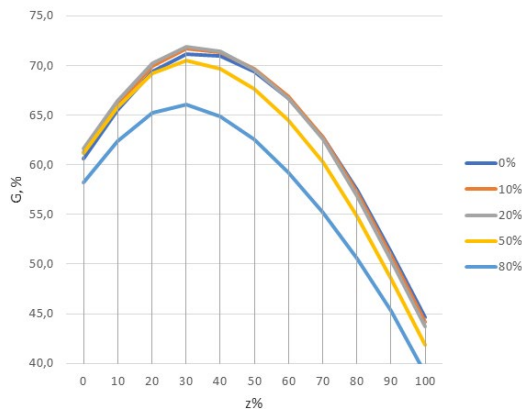


Fig.5 . Dependenta gradului de acoperire a cererii de energie electrica functie de nivelul de aplatizare (n%=0%-80%) și ponderea energiei fotovoltaice în tandemul SE+SF

Analiza rezultatelor din Fig. 5 permite a face următoarele concluzii:

1. Gradul maxim de acoperire a cererii de energie în scenariul 100%SRE are loc la o pondere a energiei fotovoltaice z% în tandemul SE+SF, egală cu aproximativ 30%, iar gradul maxim al G, % variază în limitele 66-72%, obținând valoarea maximă pentru n%=20% și minimă pentru n%=80%. La modul practic, aplatizarea curbei de sarcină influențează nesemnificativ gradul maxim de acoperire a cererii de energie în scenariul 100%SRE, dat fiind că nivelul de aplatizare, de regulă, nu depășește 20%.

2. Contribuția majoră la creșterea G în intervalul n%=0-20% aparține surselor eoliene, care generează energia electrică și în timpul nopții (a se vedea cazul z%=0), spre deosebire de sursele fotovoltaice care nu produc energie în această perioadă a zilei. Pentru z%=100%, corespunzătoare lipsei surselor eoliene, G obține valori maxime (44,6%) pentru n%=0, micșorându-se odată cu creșterea n% până la valoarea de 39,1 pentru n%=80%.

În scopul "Actualizării opțiunilor de integrare a SRE identificate în anii 2020-2022 în vederea acoperirii cererii de energie electrică pe țară" au fost obținute următoarele rezultate:

Elementul cheie în scenariul 100%SRE îl reprezintă acoperirea din alte surse a energiei de echilibrare, volumul căreia constituie cca 30% din valoarea cererii anuale. În studiile efectuate în anii 2020-2022 au fost identificate trei surse în acest sens:

- Turbinele pe gaze sau generatoarele bazate pe motoarele cu ardere internă;
- Sistemele de stocare a energiei electrice, bazate baterii de tip Li-Ion și REDOX, care încă sunt foarte scumpe;
- Generatoarele diesel instalate la consumatorii de categoria unu și doi. După cum a fost demonstrat rezerva acestora pe țară nu depășește 100 MW.

Drept urmare, se propune ca opțiunile de integrare a SRE în vederea acoperirii cererii de energie

electrică pe țară să cuprindă și aceste surse, nivelul de participare a acestora fiind dependent de capacitatea de plată a consumatorilor de energie electrică, stabilită în studiul anului 2021. Acest din urmă aspect va fi luat în considerație la stabilirea puterii surselor menționate în modelul de calcul a scenariului 100%SRE.

În urma analizelor efectuate, au fost alese următoarele scenarii de acoperire a cererii de energie electrică:

1. WEM-TIMES – corespunde scenariului liniei de bază ales în Planul Național Energie și Climă;
2. WPM-TIMES – este scenariul cu măsuri din Planul Național Energie și Climă. Acest scenariu stabilește atingerea zero emisii de carbon către anul 2050, propus de Institutul de Energetică
3. WB-Sincron – corespunde scenariului sincron de racordare la ENTSO-E examinat de Banca Mondială ca alternativă la alte scenarii de acoperire a cererii de energie electrică, examinate în studiul respectiv din anul 2015
4. IE_SE+SF+TG – scenariu dezvoltat de IE în baza studiilor efectuate în anii 2020-2023.

Pentru selectarea modelului de analiză multicriterială și stabilirea criteriilor respectivi în vederea identificării soluțiilor avantajoase de integrare a SRE în sistemul electroenergetic național în calitate de instrument pentru identificarea celor mai rezonabile scenarii de acoperire a cererii de energie electrică a sistemului electroenergetic național a fost ales unul, modelat în formatul Excel, care cuprinde trei etape de acțiuni:

- Prima prevede stabilirea în format tabular a valorii criteriilor pentru fiecare scenariu;
- A doua, - readucerea valorii criteriilor la aceeași unitate de măsură și Calcularea primului punctaj acumulat al scenariilor. Totodată, în această fază se determină ponderea criteriilor, dar aceștia nu participă la calcularea punctajului, lucru efectuat la etapa a treia;
- A treia, - calcularea punctajului final și a poziției (priorității) scenariului

Elementul cheie la utilizarea instrumentului de analiză multicriterială constă în identificarea criteriilor de evaluare a scenariilor considerate. Aceștia trebuie aleși în așa mod ca valorile lor să fie obiective/reale, nu subiective, stabilite de expertul care efectuează analiza. În acest sens au fost alese următoarele criterii:

1. Prețul energiei
2. Ponderea importului
3. Emisiile de GES
4. Raportul dintre disponibilitatea puterii interconexiunilor cu statele vecine (adică, capacitatea de a importa sau exporta energia electrică) și puterea surselor de energie regenerabilă.

Totodată au fost analizate în baza unui studiu criteriile multiple în vederea identificării opțiunilor avantajoase de acoperire a cererii de energie electrică cu participarea SRE

Studiul menționat mai sus a fost efectuat cu respectarea următoarelor condiții:

1. Cererea de energie, prețul combustibilului, puterea interconexiunilor cu țările vecine, investițiile specifice în SRE, precum și timpul utilizării puterii maxime ale SRE luate din WPM-TIMES sunt considerate aceleași pe parcursul anilor de examinare, 2020-2040, pentru toate scenariile, cu excepția WEM-TIMES, din motivul că studiul TIMES aplică această abordare;
2. Emisiile de GES precum și sursele de producere a energiei electrice sunt considerate doar

celea aflate pe malul drept al Nistrului;

3. Spre deosebire de scenariul WPM-TIMES, care consideră că toată energia produsă de SRE este absorbită de cerere, această condiție nu este aplicată în scenariul IE-WF+PV+TG, dat fiind că o atare abordare nu este tocmai acceptabilă. Autorii studiului TIMES consideră că toată energia produsă de SRE în afara cererii este absorbită de sistemele de stocare a energiei (SSE), energie, care apoi este livrată în rețea ulterior pentru acoperirea cererii în lipsa energiei din partea WF+PV. Și această abordare este cu multe rezerve pentru că, așa cum a fost demonstrat în studiul IE , aplicarea SSE duce la creșterea exorbitantă a investițiilor pentru construcția lor, care depășește de câteva ori bugetul țării.

4. În scenariul IE_WF+PV+TG nu sunt utilizate SSE. În locul acestora sunt aplicate TG, care acoperă 30% din energia cererii de import, restul, adică 70%, așa cum a fost demonstrat în studiul IE, cererea este îndeplinită de la SRE.

În Tabelele 2-5 și Figurile 6-9 sunt prezentate rezultatele obținute în urma calculării scenariilor examinate și aplicările instrumentului de analiză multicriteriale.

Tab. 2. Evoluția prețului la energia electrică procurată la intrare în RET

Nr	Scenariul	Prețul energiei, UScenti/kWh				
		2020	2025	2030	2035	2040
1	WEM-TIMES	5.62	6.68	7.26	7.48	7.47
2	WPM-TIMES	5.62	6.98	8.52	8.65	8.76
3	WB-Syncron	5.62	9.76	9.59	9.51	9.44
4	IE_SE+SF+TG	5.62	10.06	10.09	10.57	11.55

Tab. 3. Evoluția ponderii importului de energie, %

Nr	Scenariul	Ponderea importului de energie electrică, %				
		2020	2025	2030	2035	2040
1	WEM-TIMES	80	75	70	72	68
2	WPM-TIMES	80	62	44	25	14
3	WB-Syncron	80	66	68	72	78
4	IE_SE+SF+TG	80	64	46	29	10

Tab. 4. Evoluția emisiilor de GES, ktCO₂

Nr	Scenariul	Emisiile de GES, kt CO ₂				
		2020	2025	2030	2035	2040

1	WEM-TIMES	610	613	636	627	653
2	WPM-TIMES	610	701	618	609	740
3	WB-Syncron	610	714	714	714	713
4	IE_SE+SF+TG	610	720	1014	1416	2068

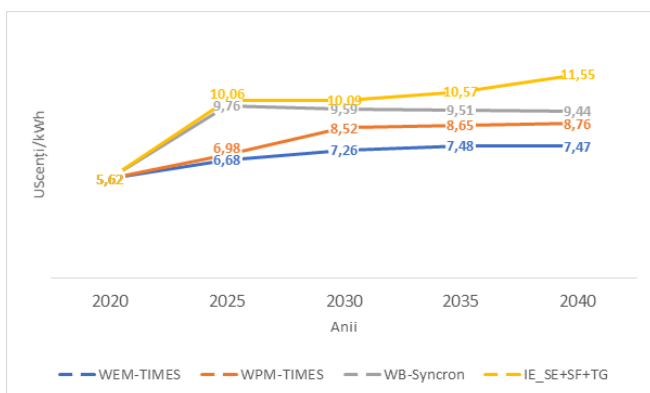


Fig. 6 Evoluția prețului la energia electrică procurată la intrare în RET.

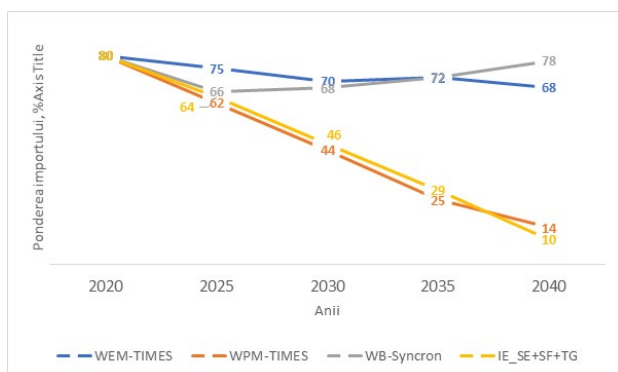


Fig. 7 Evoluția ponderii importului de energie, %

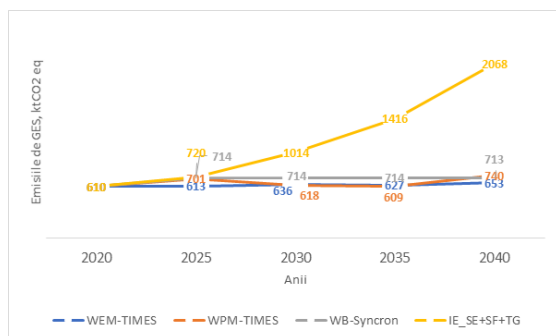


Fig. 8 Evoluția emisiilor de GES, ktCO2 eq

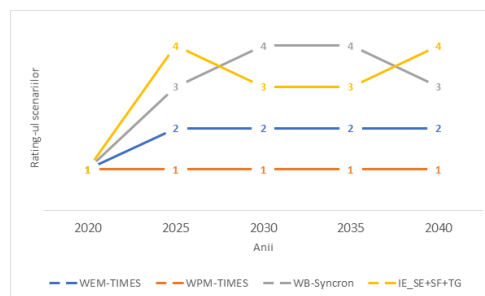


Fig. 9 Evoluția rating-ului scenariilor

Tab. 5 Rating-ul scenariilor în analiza multicriterială

Nr	Scenariul	Prețul energiei, UScenti/kWh				
		2020	2025	2030	2035	2040
1	WEM-TIMES	1	2	2	2	2
2	WPM-TIMES	1	1	1	1	1
3	WB-Syncron	1	3	4	4	3
4	IE_SE+SF+TG	1	4	3	3	4

Drept urmare a acestor rezultate poate fi trasă concluzia că scenariul WPM-TIMES se află primul în rating. Dar, nu trebuie de uitat că condițiile aplicate acestui scenariu sunt cu rezerve, dat fiind că el se bazează pe concepte ne confirmate suficient științific, cum ar fi admiterea absorbției integrale a energiei produse de sursele eoliene și fotovoltaice, ne cătând la depășirea însemnată a puterii generatoare a SRE față de puterea sarcinii, iar puterea determinată pentru SSE nu asigură acumularea integră a energiei SRE produsă în afara puterii de absorbție a sarcinii. La toate, SSE sunt extrem de scumpe pentru a fi considerate ca surse fezabile de energie în regim de acumulare și eliberare a energiei electrice.

Dezvoltarea conceptului de rețele inteligente

In scopul promovării conceptului de rețea inteligentă, tematica dezvoltată pe parcursul anului 2023 a fost legată de dimensionarea corectă a unui sistem de generare bazat pe surse regenerabile de energie. Au fost efectuate simulări și măsurări electrice în instalațiile de distribuție a unui consumator real.

Astfel, la dimensionarea centralelor electrice eSER, ar trebui să se ia în considerare consumul raportat la perioada de un an. Astfel, se admite un ciclu anual de funcționare a instrumentului de compensare cantitativă lunară a energiei consumate de consumator cu energia produsă din eSER și acumulată pe parcursul ciclului anual, care se finalizează la 31 martie când furnizorul are obligația de a stabili cantitatea de energie electrică pe care consumatorul nu a utilizat-o și să achite acestuia contravaloarea energiei electrice neutilizate la prețul mediu de procurare a energiei electrice pe piață de către furnizorul serviciului universal pentru ultimele 12 luni.

Pentru aprecierea puterii centralei electrice din eSER, este rezonabil de luat în considerare, afară de puterea contractată valabilă, dar și următoarele criterii:

- Tipul de consum (rezidențial, industrial, public, etc.);
- Particularitățile de consum al utilizatorilor (confort termic, iluminat, etc.);
- Eficiența energetică a echipamentelor utilizate.

Conform datelor înregistrate la un consumator comercial, profilul de consum are o formă cvasi constantă, care efectiv caracterizează un loc de consum cu un număr constant de angajați, procese tehnologice stabile și nivel de confort termic și iluminat puțin variabil. Din consumul total înregistrat, componenta de consum pentru ventilare și condiționare constituie 41% (fig.10).

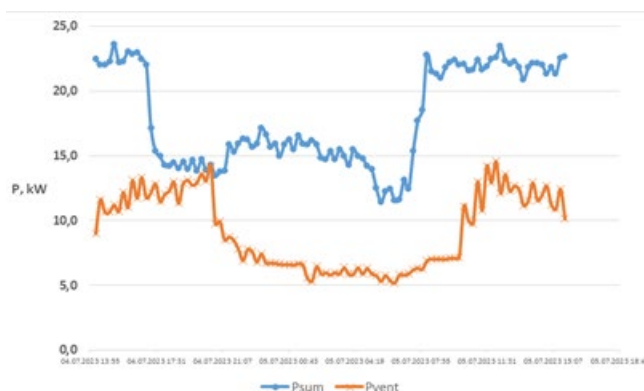


Fig. 10. Variația consumului total de energie electrică și a sistemului de ventilare.

Pentru reducerea consumului de energie electrică, se propune instalarea unui sistem fotovoltaic, care ar funcționa în baza schemei de sprijin aprobat prin legea 10/2016. Mecanismul de contorizare netă reprezintă o compensare cantitativă lunară a energiei electrice produse și livrate de centrala fotovoltaică pentru uzul propriu al consumatorului.

Conform caracteristicilor tehnice ale acoperișului locului de consum selectat, s-a examinat acomodarea a 233 panouri fotovoltaice cu puterea unitară de 560 W. Conform puterii sumare a panourilor de 130,5 kW și suprafeței utile au fost alese 3 invertitoare cu puterea nominală sumară de 120kW. Utilizând consumul de energie electrică într-un ciclu anual și producerea prognozată a energiei electrice a centralei fotovoltaice menționate, a fost modelată aplicarea mecanismului de contorizare netă pentru perioada lunilor aprilie 2022 – martie 2023 (fig.11).



Fig. 11. Graficul de simulare a contorizării nete (scenariul 1)

Rezultatele simulării, arată că cantitatea lunară de energie electrică produsă, acoperă în totalitate consumul în lunile aprilie-septembrie, acumulându-se în același timp un surplus de energie electrică care se va livra în rețea, și va fi luat în considerare de către furnizor la compensarea consumului de energie în lunile octombrie - februarie.

O altă situație poate fi observată în cazul creșterii sarcinii electrice prin montarea unei pompe de căldură și a altor receptori electrice (surplus de consum în mărime de 20 kW), cu admiterea unui regim de funcționare tehnologic în lunile octombrie – martie, care adaugă un consum mediu lunar de 7000 kWh (fig.12). Se poate observa, că surplusul de energie produsă și acumulată pe parcursul lunilor anterioare, va fi epuizat în luna ianuarie.



Fig.12. Graficul de simulare a contorizării nete (scenariul 2)

Conform scenariului 1, în perioada unui an (aprilie – martie) cantitatea de energie electrică produsă de centrala fotovoltaică compensează cantitativ necesarul de energie în proporție de peste 97%. Astfel, putem observa că obiectivul propus pentru un ciclu anual a unui loc de consum cu puterea maximă de circa 25 kW poate fi compensată cantitativ de o centrală electrică fotovoltaică cu puterea instalată de 120 kW.

În cazul scenariului 2, caracterizat printr-un consum cu puterea maximă de calcul de circa 50 kW, obiectivul propus pentru un ciclu anual, poate fi compensat în proporție de 75 %.

Reieșind din cele expuse afirmația privind corelarea puterii instalate a centralei fotovoltaice, în corespundere cu puterea de calcul (de obicei și puterea contractată cu furnizor de energie electrică) nu satisface obiectivul propus pentru un ciclu, anual conceput de cadrul legal.

Totodată, în urma unei analize detaliate și extinse s-a stabilit că în ultimul timp, în Republica Moldova, se observă o tendință de implementare pe scară largă a centralelor fotovoltaice în gospodăriile particulare. De regulă, puterea instalată a surselor de generare distribuită nu depășește câțiva kW și aceste surse se racordează la rețeaua de 0,4 kV, pe una din cele trei faze. Aceasta provoacă înrăutățirea substanțială a indicatorilor de calitate a energiei electrice. În legătură cu aceasta s-a analizat influența surselor monofazate de generare distribuită asupra indicatorilor de calitate și păstrarea lor în limitele prevăzute de normele în vigoare (SM EN50160:2014).

Pe de altă parte, în rețelele de distribuție de joasă tensiune (0,4 kV) se utilizează transformatoare cu diferite scheme de conexiuni ale înfășurărilor, mai frecvent, stea-ștea cu nul (Y/Y_n), triunghi-ștea cu nul (D/Y_n) și, respectiv, stea-zig-zag cu nul (Y/Z_n). Fiecare din acestea se manifestă diferit în cursul unor și acelorași nesimetrii.

În legătură cu aceasta s-a evaluat fiecare schemă de conexiuni în parte pentru diferite regimuri nesimetrice și s-au elaborat recomandările corespunzătoare. În continuare sunt enumerate regimurile nesimetrice analizate:

1. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B sunt încărcate la $0,25 \cdot I_{nom}$, iar faza C $(0,25 \div 1) \cdot I_{nom}$;
2. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B sunt încărcate la $0,5 \cdot I_{nom}$, iar faza C $(0 \div 1) \cdot I_{nom}$;
3. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B încărcate la $0,75 \cdot I_{nom}$, iar faza C $(0 \div 1) \cdot I_{nom}$;
4. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B încărcate la $0,25 \cdot I_{nom}$, iar în faza C se injectează un current $(0,05 \div 0,2) \cdot I_{nom}$;
5. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B sunt încărcate la $0,5 \cdot I_{nom}$, iar în faza C se injectează un current $(0,05 \div 0,2) \cdot I_{nom}$;
6. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B sunt încărcate la $0,75 \cdot I_{nom}$, iar în faza C se injectează un current $(0,05 \div 0,2) \cdot I_{nom}$;
7. Tensiunile primare simetrice, fazele A și B sunt încărcate la $0,5 \cdot I_{nom}$, iar în faza C se injectează un current $(0 \div 1) \cdot I_{nom}$;

În urma simulărilor s-a stabilit că pentru toate scenariile analizate transformatorul cu schema de conexiuni stea-ștea cu nul (Y/Y_n) nu asigură indicatorii de calitate a energiei electrice și, în mod deosebit, coeficientul de nesimetrie homopolară, în unele cazuri depășește de trei și de mai multe ori valoarea admisibilă.

Totodată, transformatoarele cu schemele de conexiuni triunghi-ștea cu nul (D/Y_n) și, respectiv, stea-zig-zag cu nul (Y/Z_n) în toate cazurile asigură indicatorii de calitate a energiei electrice.

S-a demonstrat că reducerea puterii reactive ce străbate elementele rețelei electrice duce:

- la reducerea puterii active care poate fi tranzitată prin linie sau transformator (pentru $\text{tg}\varphi=0,5$) capacitatea de transport a puterii active se reduce cu mai mult de 10%;
- la o creștere mai pronunțată a pierderilor de tensiune (pentru $\text{tg}\varphi=0,5$ pierderile de tensiune cresc în liniile electrice cu circa 20% și, respectiv, în transformatoare cu mai mult de 50%);

S-a demonstrat că din punct de vedere economic este eficient de majorat capacitatea de putere activă

a transformatorului, prin compensarea puterii reactive dacă $\text{tg}(\varphi/2) \geq 0,1$.

Tehnologia măsurărilor fazoriale sincronizate reprezintă una din cele mai moderne și eficiente abordări folosite pentru monitorizarea și controlul sistemelor electroenergetice.

Ea are la bază urmărirea fazorilor de tensiune în anumite noduri ale sistemului, corelate în cazul unor aplicații specifice și cu măsurători ale fazorilor curenților care străbat laturile incidente nodurilor în care sunt amplasate dispozitivele de măsurători fazoriale sincronizate.

Tehnologia măsurărilor fazoriale este considerată în prezent ca una din cele mai promițătoare tehnologii din domeniul măsurărilor electrice pentru aplicații specifice sistemelor electroenergetice.

În legătură cu aceasta s-au analizat tehnologiile de măsurări fazoriale sincronizate în scopul identificării avantajelor acestor tehnologii.

S-au analizat formele de scriere ale ecuațiilor nodale cu utilizarea matricei admitanțelor nodale în scopul alegerii formei de scriere pentru estimarea stării statice folosind numai măsurări fazoriale sincronizate.

S-a elaborat o metodă de estimare a stării statice a RE folosind numai măsurări fazoriale sincronizate.

S-a demonstrat că utilizarea măsurărilor fazoriale sincronizate simplifică atât calculul regimului permanent de funcționare a RE, cât și estimarea stării statice.

Rezolvând un sistem de ecuații liniare, se poate determina vectorul de stare. Rezultatele calculului vectorului de stare [X] pentru schema test IEEE-14, sunt prezentate în tabelul 6. Pentru a compara rezultatele obținute, în acest tabel sunt aduse și valorile elementelor vectorului de stare, obținute prin utilizarea programului de calcul al regimului permanent cu software RastrWin.

Tabelul 6. Rezultatele estimării stării stație a schemei test IEEE-14 folosind numai măsurări fazoriale sincronizate

Nr. nod	RastrWin	ESS, algoritm liniar
1	$243,8 \cdot e^{j0^\circ}$	$244,147 \cdot e^{-j0,03^\circ}$
2	$230 \cdot e^{-j4,433^\circ}$	$230 \cdot e^{-j4,433^\circ}$
3	$224,52 \cdot e^{-j13,09^\circ}$	$221,457 \cdot e^{-j13,03^\circ}$
4	$223,201 \cdot e^{-j10,23^\circ}$	$221,392 \cdot e^{-j10,1^\circ}$
5	$224,409 \cdot e^{-j8,61^\circ}$	$223,16 \cdot e^{-j8,53^\circ}$
6	$115 \cdot e^{-j14,68^\circ}$	$115 \cdot e^{-j14,68^\circ}$
7	$113,94 \cdot e^{-j13,66^\circ}$	$113,94 \cdot e^{-j13,66^\circ}$
8	$115 \cdot e^{-j13,66^\circ}$	$114,992 \cdot e^{-j12,27^\circ}$
9	$113,353 \cdot e^{-j15,48^\circ}$	$113,353 \cdot e^{-j15,48^\circ}$
10	$112,727 \cdot e^{-j15,67^\circ}$	$112,727 \cdot e^{-j15,67^\circ}$
11	$113,42 \cdot e^{-j15,33^\circ}$	$113,42 \cdot e^{-j15,33^\circ}$

12	$113,176 \cdot e^{-j15,66^\circ}$	$113,176 \cdot e^{-j15,66^\circ}$
13	$112,588 \cdot e^{-j15,75^\circ}$	$112,588 \cdot e^{-j15,75^\circ}$
14	$110,794 \cdot e^{-j16,75^\circ}$	$110,794 \cdot e^{-j16,75^\circ}$

Astfel, prin rezolvarea sistemului de ecuații liniare, s-au obținut cu o precizie satisfăcătoare valorile tensiunii în toate nodurile schemei test IEEE-14. Eroarea maximă în amplitudinea tensiunii nu depășește 1,4% (pentru nodul 3). Avantajul acestui algoritm pentru evaluarea stării statice a SEE este reducerea pronunțată a timpului de calcul. Algoritm prezentat de calcul este bazat pe utilizarea exclusivă a datelor PMU, asigură observabilitatea atât topologică, cât și numerică a rețelei, iar pentru determinarea vectorului de stare este necesară rezolvarea unui sistem de ecuații liniare.

Conform strategiei de dezvoltare energetică pentru perioada 2023-2050 a Republicii Moldova în vederea diversificării surselor de energie electrică în SEE național va fi stimulate dezvoltarea surselor regenerabile de energie. Având în vedere vulnerabilitatea unor astfel de surse de condițiile meteorologice, un sistem de măsurare bazat pe datele măsurărilor fazoriale sincronizate va optimiza funcționarea liniilor electrice de transport și va menține funcționarea fiabilă a SEE datorită unei **observabilități** îmbunătățite, a unei evaluări mai precise a resurselor de posibila instabilitate și a unui management mai eficient al situațiilor de urgență.

Instalații de reglare a parametrilor tensiunii

În cadrul proiectului a fost realizat o soluție inovativă a instalației de reglare a tensiunii după modul și decalajul de fază (fig.13).

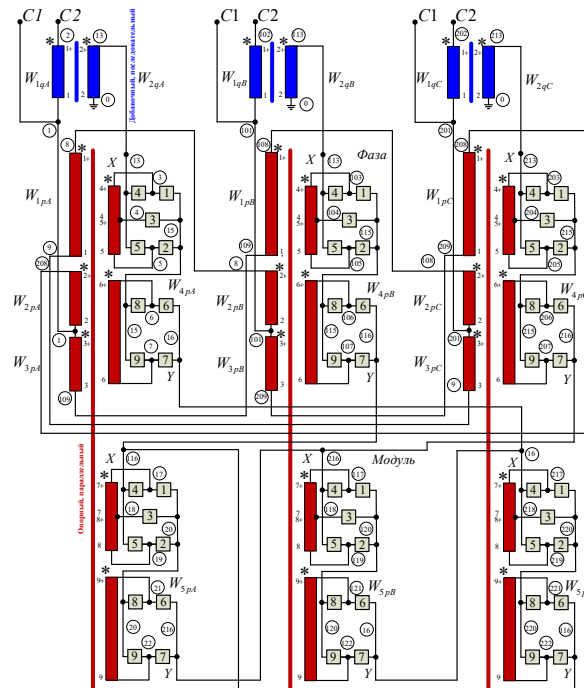


Fig.12. Schema de principiu a instalației de reglare a tensiunii după modul și fază.

Necesitatea dezvoltării a astfel de instalații vine din considerentul dezvoltării masive a instalațiilor SER, care duc la distorsiuni masive a parametrilor tensiunii, mai ales în zonele rezidențiale unde consumul nu este echilibrat pe faze, iar instalațiile PV sunt instalate aliator.

Aprobarea soluției tehnice și a algoritmului de comandă a fost testat pe baza modelului fizic dezvoltat în laborator (fig.14), care a confirmat funcționalitatea soluției tehnice elaborate și corespunderea rezultatelor teoretice cu cele practice.

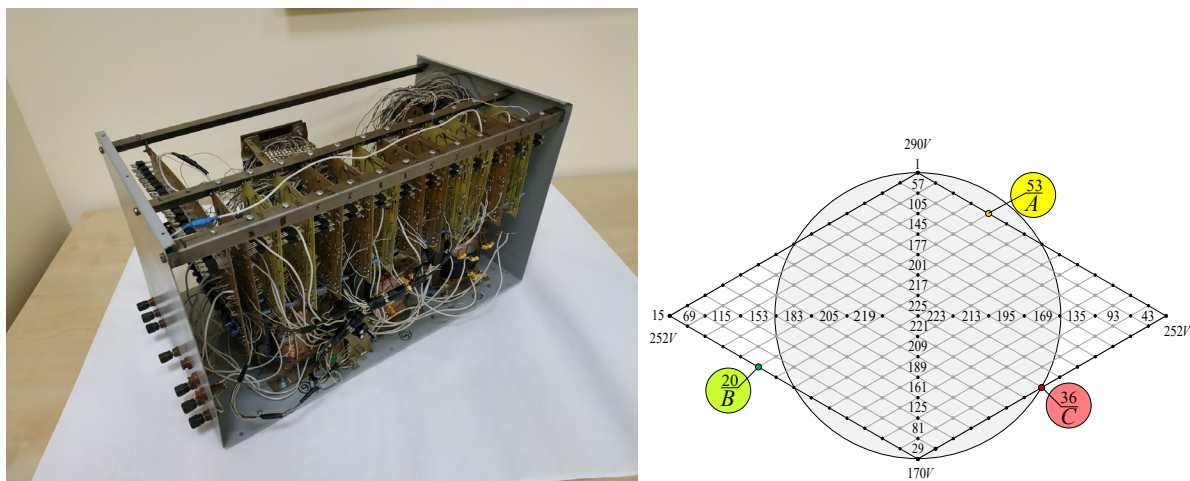


Fig.14. Modelul fizic al instalației utilizate pentru testarea soluției tehnice dezvoltate.

Aastfel, soluția tehnică dezvoltată permite reglarea parametrilor tensiunii într-un diapazon extins (170-290V) după modul și la un decalaj de fază de $\pm 30^{\circ}$. Nivelul de simetrie a reglării per fază este de peste 97%.

Soluția tehnică dezvoltată permite reducerea puterii nominale a instalației cu până la 25% comparativ cu alte instalații ce asigură același funcții, având un grad de flexibilitate net superior celor existente. Anume aceste proprietăți face ca instalația respectivă să poate fi pe larg utilizată odată cu dezvoltarea rețelelor inteligente.

Acumulatorul de căldură

Testarea extinsă a acumulatorului de căldură dezvoltat a confirmat posibilitatea extinderii duratei de păstrare a energiei termice datorită efectului de stratificare. Acumulatorul de căldură dezvoltat permite înmagazinarea zonală a energiei termice și extragerea acesteia în funcție de necesitate astfel, ca să se obțină efectul de stratificare. Pe fig.15 se poate de observat, că zona nr.5 și zona nr.6 au diferite comportamente în timp. De exemplu, pe zona 6 avem o scădere mai rapidă a temperaturii agentului termic înmagazinat datorită faptului că extragerea căldurii se face anume din această zonă, iar în restul zonelor temperatura rămâne constantă, asigurând o durată de păstrare mai îndelungată. La fel se poate observa, că la ziua 12-13 are loc extragerea completă a căldurii, iar zona 5 datorită efectului de stratificare păstrează o temperatură mai ridicată.

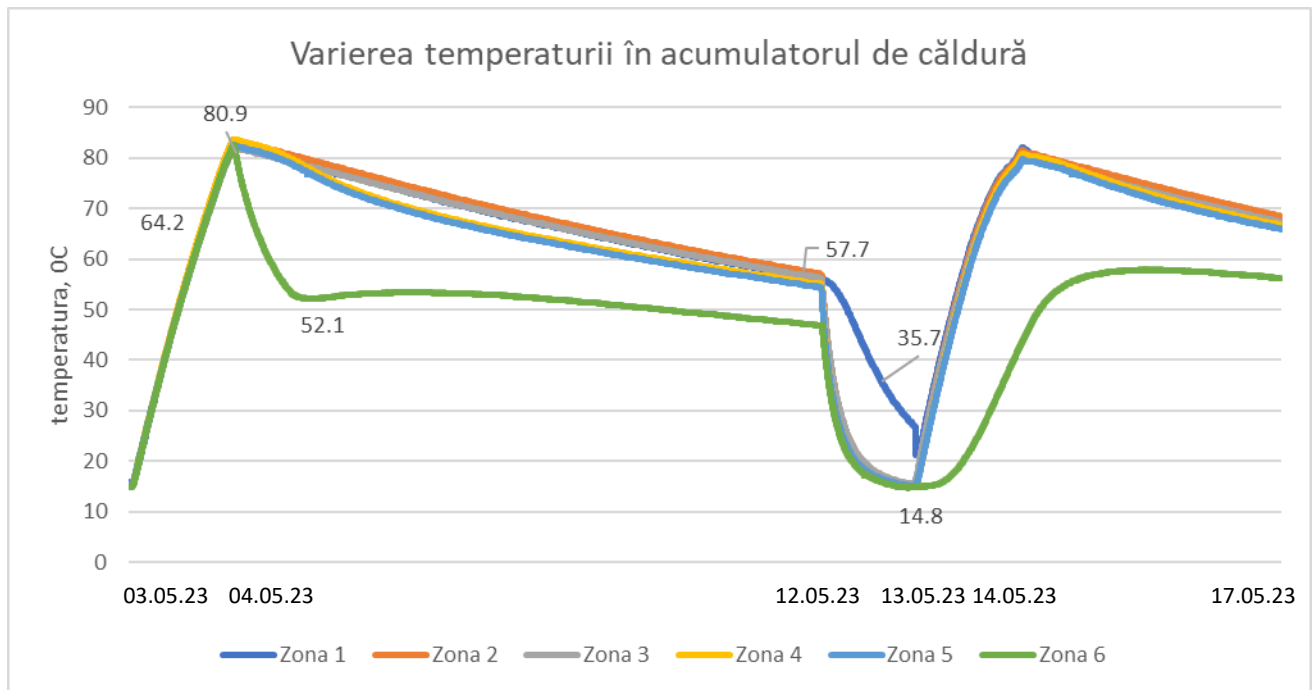


Fig.15. Vedere a procesului de înmagazinare și extragere a căldurii din acumulatorul de căldură de 500 litri executat cu 6 zone și diverse principii de stocare și extragere

Astfel, în rezultatul testărilor s-a stabilit posibilitatea utilizării efectului de stratificare pentru extinderea duratei de păstrare a căldurii. Este necesar de menționat, că cercetările în această direcție vor continua pentru a determina algoritmul optim de înmagazinare și extragere a căldurii din acumulator.

În concluzie, toate activitățile planificate pentru anul 2023 au fost realizate integral.

6. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)

- A fost dovedită și dezvoltată o schemă complexă de înaltă eficiență energetică care poate fi utilizată în clădirile multe etajate pentru încălzirea acestora.
- Utilizarea sistemului hibrid de integrare a pompelor de căldură cu agent de răcire cu CO₂, conduce la micșorarea consumului de combustibil la centrala de cogenerare și a consumului de apă din rețea.
- În condiții de testare a fost obținut un coeficient înalt de performanță a pompei de căldură (6.9), care este cu aproximativ 20% mai mare decât COP declarat.
- Impactul social constă în posibilitatea reducerii tarifelor la căldură pentru consumatorii finali și reducerea emisiilor de CO₂, respectiv o zonă de trai mai curată.
- Pentru prima dată a fost demonstrat că aplatizarea curbei sarcinii de consum până la nivelul de 20% (20% din energie este plasată din orele de vârf în orele de gol) practic nu influențează gradul de acoperire a cererii de energie din Sursele eoliene + Sursele fotovoltaice, egal cu aproximativ 70%, iar majorarea nivelului menționat până la 80% duce la un grad de acoperire a cererii din partea tandemului în cauză, egal cu cca. 66%.
- Stabilirea rating-ului scenariilor de dezvoltare a surselor de energie electrică pentru țară aduce cunoștințe necesare în procesul de identificare a celor mai bune soluții de producere a energiei electrice în Planul Național Energie și Climă aflat în proces de elaborare de către Ministerul Energiei.
- Abordarea descrisă în lucrare privind dimensionarea sistemelor fotovoltaice a permis să fie introduse modificări noi în metodologia de stabilire a cotelor pentru sursele regenerabile de energie, aplicând noua schema de sprijin facturare netă, către anul 2025.
- Impactul social al cercetării privind dimensionarea unui sistem de generare a energie electric în baza surselor regenerabile de energie este accesul la rețea a mai multor prosumatori de energie, în mod special a celor din sectorul rezidențial.
- Soluția tehnică dezvoltată de reglare a parametrilor tensiunii după modul și fază în rețelele de distribuție sau transport a energiei electrice este mai eficientă din punct de vedere a gradului de flexibilitate și gama de reglare a parametrilor comparativ cu alte soluții tehnice existente, dar și consumul de materiale este cu cel puțin 15% mai mic.
- În baza unei analize detaliate a regimurilor de funcționare ale transformatoarelor 10(6)/0,4 kV și a rețelei electrice de distribuție în ansamblu, în prezență generării distribuite monofazate, sunt elaborate recomandări privind utilizarea transformatoarelor cu diverse scheme de conexiuni ale înfășurărilor în scopul asigurării indicatorilor de calitate a energiei (abaterea de tensiune, coeficienții de nesimetrie inversă și homopolară) electrice în conformitate cu Standardul SM EN50160:2014. Recomandările prezentate în raport vor fi utilizate la dimensionarea rețelelor electrice de distribuție precum și la identificarea locului de amplasare a sursei de generare distribuită monofazată.
- Unele rezultate științifice obținute în cadrul proiectului: Utilizarea transformatoarelor cu diverse scheme de conexiuni ale înfășurărilor; Influența gradului de compensare a puterii reactive asupra pierderilor de tensiune, putere activă, capacităților de transport ale

elementelor vor fi utilizate în anul universitar 2023 – 2024 în programele analitice la disciplinele “Utilizarea energiei electrice”, “Transportul și distribuția energiei electrice”, “Partea Electrică a Centralelor și Stațiilor” și “Sisteme de alimentare cu energie electrică”.

- Testările asupra acumulatorului de căldură dezvoltat au demonstrat posibilitatea utilizării efectului de stratificare pentru extinderea duratei de păstrare a energiei termice.

7. Colaborare la nivel național și internațional în cadrul implementării proiectului (după caz)

- a. Echipa proiectului colaborează cu ÎCS ”Premier Energy” SRL, S.A.”Rețelele Electrice de Distribuție Nord”, Î.S.”Moldelectrica”, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică (ANRE), Î.S.”Energoproiect”, Î.S. ”Nodul Hidroenergetic Costești”. S.A. ”Termoelectrica”. etc.
- b. Departamentul de Energetică a FEIE în cadrul căruia activează echipa proiectului, colaborează cu Facultatea de Energetică a Universității Politehnica din București, cu Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată a Universității Tehnice ”Gheorghe Asachi,, din Iași. Un membru al echipei proiectului este student doctorand la Școala Doctorală Energetică de la Facultatea de Energetică a Universității Politehnica București (Rotari Iulian).
- c. Totodată, membrii echipei proiectului (dr. Hlусov Viorica, asis. Rotari Iulian) la data de 22 noiembrie 2023 au participat la o masă rotundă cu reprezentanții USAID privind promovarea imaginii facultății la nivel național.
- d. În perioada 12 - 13 octombrie 2023, membrii echipei au participat activ la organizarea și desfășurarea lucrărilor conferinței internaționale “SIELMEN – 2023”.
- e. Membrul echipei Guțu-Chetrușca Corina, Soloviov Nicolae, Tîrșu Mihai și Lupu Mihail colaborează cu UNIDO Global Cleantech Innovation Programme (GCIP)
- f. Membrul echipei Guțu-Chetrușca Corina participă în cadrul proiectului “Digital transformation of HEIs education process in Ukraine and Moldova for sustainable engagement with enterprises” - ERASMUS-EDU-2023-CBHE.
- g. Membrii echipei Hlусov Viorica și Braga Dumitru participă în proiectul “Răspunsul multidimensional la provocările emergente în materie de securitate umană”, finanțat de Guvernul Japoniei și implementat de PNUD Moldova.
- h. Membrii echipei colaborează cu UNDP la dezvoltarea Planului Național Integrat pentru Energie și Climă și Strategia pe termen lung de renovare a stocului de clădiri.
- i. Membrii echipei au colaborat activ cu Ministerul Energiei, cu S.A.Termoelectrica și S.A. CET-Nord privind dezvoltarea metodologiei de repartizare a energiei termice între consumatorii unui bloc conectați și deconectați de la SACET.

- j. Membrii echipei colaborează cu Agenția Internațională pe Energie pentru dezvoltarea foii de parcurs în integrarea surselor regenerabile (pompelor de căldură) în sistemul SACET.
- k. Membrii echipei colaborează cu compania germană ALLPLAN pe domeniul implementării proiectelor de eficiență energetică și SERla companiile private.
- l. Membrii echipei colaborează cu reprezentanții Comunității Energetice privind implementarea politicilor și măsurilor în domeniul energetic național și dezvoltarea mecanismului de raportare a acestora.
- m. Membrii echipei colaborează cu Ministerul mediului al Japoniei privind implementarea mecanismului de transparență climatică în Moldova.
- n. Membrii echipei au colaborat activ cu AEE pe mai multe Dimensiuni, inclusiv organizarea evenimentului Moldova ECO-energetică 2023, pe latura evaluării soluțiilor tehnice inovative prezentate de participanți.
- o. Membrii echipei colaborează cu Institutul de Mediu din Stockholm pe domeniul implementării tranziției energetice în Moldova (“Green Agenda for Armenia, Georgia, Moldova, and Ukraine (GA GUMA)” at the Stockholm Environment Institute)
- p. etc.

8. Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.) (după caz)

Principalele dificultăți au ținut de insuficiența financiară, ceea ce a impus reducerea unei părți de personal și respectiv supraîncărcarea personalului rămas. De asemenea, lipsa finanțării nu a permis realizarea unei mostre de laborator, și ca rezultat a fost necesar de utilizat o mostră din cadrul altui proiect fiind modificată pentru a putea realiza testele necesare.

9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)

Lista publicațiilor din anul 2023 în care se reflectă rezultatele obținute în proiect, sunt prezentate în Anexa 2.

10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice. (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

- ❖ În cadrul evenimentului organizat de UNIDO la 21 Decembrie, 2023 „Post-Accelerator Workshop” membrii echipei Mihai Tîrșu și Lupu Mihail au prezentat recomandări specifice pe marginea a 5 tehnologii inovative dezvoltate de participanții la concursul de selectare a start-upurilor inovative.
- ❖ În cadrul evenimentului „Investor Connect” organizat de UNIDO în Moldova la data de 01 Decembrie, 2023 membrii echipei Tîrșu Mihai și Lupu Mihail au prezentat soluții

inovative de dezvoltare și implementare a pompelor de căldură geotermale în Republica Moldova.

- ❖ În cadrul evenimentului „Masă rotundă pentru sectorul bancar” organizat de UNIDO în Moldova la data de 08 Decembrie, 2023 membrii echipei Tîrșu Mihai și Lupu Mihail au prezentat tipurile de surse regenerabile care au potențial inovativ și pot fi implementate în Moldova și care prezintă interes din punct de vedere bancar.
- ❖ Membrul echipei Rotari a participat în cadrul sesiunii de formare și sensibilizare cu privire la măsurile de economisire a energiei termice și electrice în activități cotidiene cu tinerii membri ai celor 14 Euro-cluburi din Republica Moldova.
- ❖ Participare la evenimentul - Chatham House: Soros Talks „Este Moldova pregătită pentru sezonul rece?”, în cadrul căruia au participat majoritatea reprezentanților din sectorul energetic unde s-a discutat asupra problemelor existente și cum de depășit. Recomandările propuse în cadrul discuțiilor s-au bazat pe rezultatele obținute în cadrul proiectului.
- ❖ Membrii echipei Tîrșu Mihai și Soloviov Nicolae au participat la evenimentul „Smart Diaspora 2023” organizat în Timișoara, organizat la 10-12 Aprilie 2023, unde au fost prezentate rezultatele cercetărilor și domenii posibile de colaborare cu diaspora.

11. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

Tîrșu Mihai și Lupu Mihail și Soloviov Nicolae. Promovarea tehnologiilor geotermale (pompe de căldură) în Republica Moldova <https://fb.watch/pcYJS45hNG/>

Membrul echipei Rotari Iulian a participat la emisiunea „Vocea Basarabiei” unde s-a discutat despre proiectul Proiectul „Comunități rezistente energetic pentru Moldova cu sprijinul diasporei și asociațiilor de băștinași” care presupune implementarea măsurilor de eficiență energetică în 14 localități din Republica Moldova.

Tîrșu Mihai, Emisiune Radio Moldova, „Spațiul Public” în data de 04.05.2023. Subiectul abordat ține de Legea cu privire la promovarea SER. <https://radiomoldova.md/f/ro/1691#content>

Tîrșu Mihai, TVRMOLDOVA, Emisiunea „Obiectiv Comun” în data de 29.01.2023. Subiectul abordat ține de Metodologia de repartizare a consumului de energie termică în blocuri rezidențiale și SER, eficiență energetică. [Link catre emisiune.](#)

Tîrșu Mihai, TVC21, Emisiunea „IMPORTANT” în data de 25.01.2023. Subiectul abordat ține de Eficiența energetică și promovarea surselor de energie regenerabilă. [Link către emisiune.](#)

Tîrșu Mihai, Soloviov Nicolae. TVRMOLDOVA, Emisiunea „Obiectiv Comun” în data de 17.05.2023. Subiectul abordat ține de eficiență energetică și energie durabilă. [Link catre emisiune.](#)

Tîrșu Mihai. TVRMOLDOVA, Emisiunea „Obiectiv Comun” în data de 06.11.2023. Subiectul abordat ține de eficiență energetică în clădiri și posibilități de reducerea a consumurilor de energie, inclusiv instrumente financiare. [Link catre emisiune.](#)

12. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2023 de membrii echipei proiectului (opțional)

DOBREA Ina „Îmbunătățirea regimului de funcționare al rețelelor electrice de distribuție prin alegerea modului de tratare a neutrului,, 221.01. sisteme și tehnologii energetice.


MURDID Ecaterina “Elaborarea modelelor matematice ale elementelor sistemelor electroenergetice bazate pe tehnologia măsurărilor fazoriale sincronizate” 221.01. sisteme și tehnologii energetice.

TURTURICA Natalia. ELABORAREA METODEI DE CALCUL A DETERIORĂRILOR COMPLEXE PE LINIILE ELECTRICE CU AUTOCOMPENSARE ȘI CREAREA FILTRELOR COMPONENTELOR SIMETRICE HEXAFAZATE. 221.01. SISTEME ȘI TEHOLOGII ENERGETICE

13. Concluzii

- a) Testările realizate asupra sistemului hibrid de termoficare și modulului de comandă și control cu acesta au demonstrat posibilitatea creșterii COP-ului pompei termice încadrate în acest sistem până la 6,9, ceea ce este cu aproximativ 20% mai mare decât cel declarat de producător. Totodată, implementarea surselor de energie regenerabilă în cadrul sistemului dat de termoficare reduce cu cel puțin 15% consumul de surse tradiționale de energie și crește eficiența turbinei generatorului de la CET-uri.
- b) Pentru prima dată a fost demonstrat că aplatizarea curbei sarcinii de consum până la nivelul de 20% (20% din energie este plasată din orele de vârf în orele de gol) practic nu influențează gradul de acoperire a cererii de energie din Sursele eoliene + Sursele fotovoltaice, egal cu aproximativ 70%, iar majorarea nivelului menționat până la 80% duce la un grad de acoperire a cererii din partea tandemului în cauză, egal cu cca. 66%.
- c) A fost demonstrată posibilitatea utilizării efectului de stratificare în acumulatele de căldură pentru a extinde durata de păstrare a energiei termice și respectiv reducerea pierderilor în mediul înconjurător.
- d) A fost demonstrat prin testări practice funcționalitatea soluției tehnice inovative de reglarea a tensiunii după modul și fază în rețelele de transport și distribuție a energiei electrice.
- e) În cazul rețelelor rurale 0,4 kV, din cauza numărului mic de consumatori, nesimetria sarcinii practic persistă permanent. Instalarea sursei de generare distribuită pe o fază inevitabil va duce la creșterea nivelului de nesimetrie a sarcinii. Puterea SGD monofazate trebuie aleasă în urma monitorizării variației sarcinii la postul concret de transformare, dar această putere nu trebuie să depășească o treime din $0,25S_{nomTR}$, iar puterea instalată a SGD poate fi limitată de puterea nominală a transformatorului, de capacitatea de transport a fiderului sau de alți parametri de calitate a energiei electrice.

- f) Transformatoarele cu schema de conexiune Y/Z0, au impedența de secvență homopolară mai mică decât impedența de secvență directă. În acest caz puterea instalată a SGD poate fi limitată de puterea nominală a transformatorului, de capacitatea de transport a fiderului sau de alți parametri de calitate a energiei electrice;
- g) S-a demonstrat că atât puterea nominală a transformatorului cât și modalitățile de prezentare a sarcinii în schema de calcul (prin curent, prin rezistență activă, prin impedență complexă), practic, nu influențează indicatorii de calitate a energiei electrice;
- h) S-a demonstrat că în rețelele electrice de distribuție în care valoarea procentuală a pierderilor variabile de putere activă constituie 6% și, respectiv, coeficienții de umplere ai curbelor de sarcină $k_U=0,7$, iar coeficientul puterii reactive $\text{tg}(\varphi)=0,426$ ($\cos(\varphi)=0,92$), instalarea bateriei de condensatoare cu puterea $Q_{BC}=1$ kVAr, va duce la reducerea pierderilor variabile de energie activă cu 265 kWh/an;
- i) S-a constatat că majorarea capacității de transport a transformatoarelor de putere 10(6)/0,4 kV prin compensarea puterii reactive, din punct de vedere economic, este eficientă dacă factorul puterii reactive, $\text{tg}(\varphi/2) \geq 0,1$;
- j) S-a dezvoltat o metodă de estimare a stării statice a rețelelor electrice, folosind numai măsurări fazoriale sincronizate;
- k) Întrucât în anul 2024 se preconizează implementarea dispozitivelor de măsurări fazoriale sincronizate în sistemul electroenergetic național, rezultatele obținute în lucrare pot fi utilizate pentru analiza observabilității precum și estimării stării statice a sistemului electroenergetic național cu utilizarea numai acestor dispozitive.

Conducătorul de proiect Dr. Tîrșu Mihai 

Data: 05.01.2024

LȘ

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023**„Soluții tehnice ecoInovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrare avansată a energiei regenerabile în R.M.”**Cifrul proiectului 20.80009.7007.18

În anul 2023 cercetările în cadrul proiectului dat s-au axat preponderent pe testarea instalațiilor dezvoltate și elaborarea recomandărilor pentru eficientizarea consumului de energie prin integrarea avansată a surselor de energie regenerabilă. Astfel, rezultatele de bază care au fost obținute în anul 2023 sunt următoarele:

1. A fost finisată mostra instalației hibride de termoficare și a modulului de comandă și control al acesteia. Instalația dată este capabilă să integreze atât căldura reziduală de pe conducta retur a sistemului de căldură centralizat, cât și surse de energie regenerabilă amplasate pe clădire, dar și aerul din exterior. În rezultatul testărilor s-a stabilit că configurația sistemului elaborat permite creșterea COP a pompei de căldură ecologică până la 6.9, ceea ce este cu aproximativ 20% mai mare decât valoarea declarată de producător datorită unui schimbător de căldură suplimentar. Schimbătorul de căldură elaborat cu suprafață variabilă permite reducerea cu până la 15% a pierderilor de căldură comparativ cu schimbătorul de căldură tradițional. Adițional, datorită reducerii temperaturii agentului termic din conducta retur se obține o creștere a eficienței turbinei turbogeneratorului de la CET.
2. S-a stabilit, că aplatizarea curbei sarcinii de consum până la nivelul de 20% (20% din energie este plasată din orele de vârf în orele de gol) practic nu influențează gradul de acoperire a cererii de energie din Sursele eoliene + Sursele fotovoltaice, egal cu aproximativ 70%, iar majorarea nivelului menționat până la 80% duce la un grad de acoperire a cererii din partea tandemului în cauză, egal cu cca. 66%.
3. A fost demonstrat practic, în baza mostrei de laborator, funcționalitatea soluției tehnice inovative elaborate, care are ca scop reglarea tensiunii după modul și fază în rețelele de transport și distribuție a energiei electrice, în contextul majorării cotei de surse regenerabile și creșterii nesimetriei. Soluția tehnică elaborată are un grad înalt de flexibilitate, permite reglarea tensiunii în diapazonul $\pm 27\%$ și un decalaj de $\pm 30^0$. Totodată, permite reducerea materialelor utilizate pentru construcția instalației cu 20% comparativ cu alte soluții tehnice analogice.
4. Testarea acumulatorului de căldură cu 6 zone de înmagazinare și extragerii căldurii a demonstrat posibilitatea utilizării efectului de stratificare pentru extinderea duratei de păstrare a acesteia și reducerea pierderilor de căldură.
5. Cercetările asupra dimensionării corecte a profilului sarcinii consumatorului (un consumator industrial) cu puterea instalată necesară a sistemului fotovoltaic a demonstrat necesitatea unei metodologii separate de stabilire corectă a capacității instalației PV pentru a obține un efect economic maximal. Rezultatele studiului dat au fost considerate la modificarea HG privind limitele de capacitate a SER până în 2025.

În contextul dezvoltării conceptului de rețele inteligente s-a demonstrat că în cazul utilizării în posturile de transformare a transformatoarelor cu schema de conexiune Y/Y_n la o nesimetrie de 25% pe o oarecare fază, coeficientul de nesimetrie homopolară depășește valoare limită admisibilă normată în SMEN 50160:2014, $K_{u0\%} > 3$, iar în cazul utilizării în punctele de transformare a

transformatoarelor cu schemele de conexiuni Y/Z_n și D/Y_n puterile instalate a surselor distribuite monofazate de regulă sunt limitate de puterile nominale ale transformatoarelor sau de capacitățile de transport ale liniilor electrice care alimentează punctele de transformare.

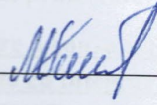
English

In the year 2023, the research within the given project focused mainly on the testing of the developed installations and the development of recommendations for the efficiency of energy consumption through the advanced integration of renewable energy sources. Thus, the basic results that were obtained in 2023 are the following:

1. The sample of the hybrid heating installation and its control module was finished. The given installation is able to integrate both the residual heat from the return pipe of the district heat system, as well as renewable energy sources located on the building, as well as the air from outside. As a result of the tests, it was established that the configuration of the elaborated system allows increasing the COP of the ecological heat pump up to 6.9, which is approximately 20% higher than the value declared by the manufacturer due to an additional heat exchanger. The developed heat exchanger with variable surface allows to reduce heat losses by up to 15% compared to the traditional heat exchanger. Additionally, due to the reduction in the temperature of the heat agent in the return pipe, an increase in the efficiency of the turbogenerator turbine from the CET is obtained;
2. It was established that the flattening of the consumption load curve up to the level of 20% (20% of the energy is placed from peak hours to off-peak hours) practically does not influence the degree of coverage of the energy demand from wind sources + photovoltaic sources, equal to approximately 70%, and increasing the mentioned level up to 80% leads to a degree of coverage of the demand from the tandem in question, equal to approx. 66%.
3. It was practically demonstrated, based on the laboratory sample, the functionality of the developed innovative technical solution, which aims to regulate the voltage according to the mode and phase in the electricity transport and distribution networks, in the context of increasing the share of renewable sources and increasing asymmetry. The developed technical solution has a high degree of flexibility, allows voltage regulation in the range of $\pm 27\%$ and a gap of $\pm 30^0$. At the same time, it allows to reduce the materials used for the construction of the installation by 20% compared to other analogue technical solutions.
4. Testing of the heat accumulator with 6 storage areas and heat extractions demonstrated the possibility of using the stratification effect to extend its storage time and reduce heat losses.
5. Research on the correct dimensioning of the load profile of the consumer (an industrial consumer) with the required installed power of the photovoltaic system demonstrated the need for a separate methodology for correctly establishing the capacity of the PV installation in order to obtain a maximum economic effect. The results of the given study were considered when amending the GD regarding the SER capacity limits until 2025.
6. In the context of the development of the concept of intelligent networks, it has been demonstrated that in the case of the use of transformers with the Y/Y_n connection scheme in the transformer substations at a 25% asymmetry on some phase, the homopolar asymmetry coefficient exceeds the admissible limit value set in SMEN 50160:2014, $Ku_0 > 3$, and in the case of use in transformer points with Y/Z_n and D/Y_n connection schemes, the installed powers of single-phase distributed

sources are usually limited by the rated powers of the transformers or the transport capacities of the power lines that supply the transformation points.

Conducătorul de proiect Dr. Tîrșu Mihai



Data: 05.01.2024

LȘ

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat**

**„Soluții tehnice ecoinovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea
opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrare avansată a energiei regenerabile în**

R.M. (SINERGIE)”

(denumirea proiectului)

1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitle în monografii naționale/internaționale

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

ȘIT, M.L., JURAVLEOV, TÎRȘU, M.S., LUPU, M.L., A.A., TIMCHENKO, D, DAUD V.P. Pompă de căldură bivalentă cu dioxid de carbon pentru încălzirea clădirilor cu mai multe etaje Problemele energeticii regionale nr. 2(58)2023, pp.97-106, ISSN: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.2-58.09>, https://journal.ie.asm.md/assets/files/09_02_58_2023.pdf (IF=0.3)

BOSNEAGA, V., SUSLOV V. Investigation of Steady State Two-Phase Short Circuit Modes Of Phase-Shifting Autotransformer with Hexagon Scheme and with Adjusting Autotransformer. PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE, N1(57), 2023, pp.55-70. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.1-57.05> (IF=0.3)

ZAITSEV D., GOLUB I., TIRSU M., CALOSHIN D. New Balancing Properties of the Booster Transformer with the Longitudinal-Transverse Regulation. In: Problemele Energeticii Regionale Electroenergetica. , 1 (57) 2023, pp.71-81.. UDC: 621.316.7.

<https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.1-57.06> (IF=0.3)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

COMENDANT I., PREPELITA Iu., TURCUMAN L. Identifying the Potential of Consumer Back-up Generators to Cover the Balancing Energy Caused by Wind and Photovoltaic Sources. 2023 10th International Conference on Modern Power Systems (MPS). 21-23 June 2023. Cluj-Napoca, Romania. IEEE. DOI: 10.1109/MPS58874.2023.10187571. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10187571/>

ZAITSEV D. A., TIRSU M.S., GOLUB I. V., KALOSHIN D. N. Comparative analysis of regime parameters of longitudinal-transverse booster transformers. In: 14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMECHANICAL AND ENERGY SYSTEMS, 12 – 13 October 2023, Chișinău, Rep. of Moldova, 979-8-3503-1524-0/23/\$31.00 ©2023 IEEE.

<https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290849>,

OLESHIUK V., LUPU M. Photovoltaic Station with NPC Inverters Adjusted by Specific Control and PWM Schemes and Algorithms, Conferința internațională SIELMEN 2023, Chisinau, paper 112, ISBN:979-8-3503-1524-0, DOI: 10.1109/SIELMEN59038.2023.10290774, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10290774>

MIHAIL LUPU, ION RUDEI, AND MIHAI TIRSU. Dimensioning a Photovoltaic System Based on the Coverage of Own Electricity Consumption. „International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering 2023”, București, 2023. <http://isfee.elth.pub.ro/isfee2023/index.php?action=tehnical>

OLESCHUK V., TIRSU M., VASILIEV I. Non-Linear Smooth PWM Control of Power Electronic Installation with Two Stator Windings of Induction Motor. 10th International Conference on Modern Power Systems (MPS), 2023, 21-23 June, Cluj-Napoca. p.1-5. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10187438/>

SOLOVIOV N. Analysis of the risks and identification of the mitigation measures for the energy transition investment projects in Turkey and Vietnam. 10th International Conference on Modern Power Systems (MPS), 2023, 21-23 June, Cluj-Napoca., p.1-11. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10187431/>

VASILIEV I., TIRSU M.S., OLESCHUK V.I. Modified Schemes of Control and Multi-Zone PWM of Diode-Clamped Inverters of Drive Installations. 14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMECHANICAL AND ENERGY SYSTEMS, 12 – 13 October 2023, Chișinău, Rep. of Moldova, 979-8-3503-1524-0/23/\$31.00 ©2023 IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10290828/>

OLESCHUK V.I., TIRSU M.S. Basic Aspects of the Theoretical and Practical Relevance of the Method of Synchronous Multi-Zone PWM for Power Inverters. 14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMECHANICAL AND ENERGY SYSTEMS, 12 – 13 October 2023, Chișinău, Rep. of Moldova, 979-8-3503-1524-0/23/\$31.00 ©2023 IEEE, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10290758/>

BOSNEAGA, V., SUSLOV V. Investigation of Steady State Two-Phase Short Circuit Modes Of Phase-Shifting Autotransformer with Hexagon Scheme and with Adjusting Autotransformer. PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE, N1(57), 2023, pp.55-70. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.1-57.05>

BOSNEAGA, V., SUSLOV V, STRATAN I, DOBREA I. Steady State Condition of Cable Line 10 kV at Single-phase to Ground Fault with Resistive neutral earthing. 14th International conference on electromechanical and energy systems, SIELMEN, 12 – 13 October 2023, Chișinău, Rep. of Moldova, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10290827/>

BOSNEAGA, V., SUSLOV V. «Investigation of Steady-State Single-Phase Short Circuit Modes of Phase-Shifting Autotransformer with Hexagonal Scheme and Adjusting Autotransformer». THE 13th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING, March 23-25, 2023, Bucharest, Romania. pp.622-625.

DOI: 10.1109/ATEE58038.2023.10108202, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10108202>.

BOSNEAGA, V., SUSLOV V, STRATAN I, DOBREA I. The Peculiarities of Steady State Condition of Medium Voltage Cable Line 10 kV in Partial Compensation Mode of Neutral Grounding at Single-phase to Ground Fault. International conference “Modern Power Systems”, 10th edition, MPS 2023, Cluj-Napoca, Romania, 21-23 of June 2023. DOI:

10.1109/MPS58874.2023.10187482, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10187482/>

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

COMENDANT I. Quantumul indemnizațiilor pentru consumatorii casnici de energie electrică în cazul promovării surselor regenerabile de energie/ AMOUNT OF COMPENSATION FOR HOUSEHOLD CONSUMERS OF ELECTRIC ENERGY IN THE CASE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES PROMOTION. Revista / Journal „ECONOMICA” nr.1(123) 2023, pages 78-89. https://ase.md/files/publicatii/economica/ec_2023_1_r1.pdf (Categoria B)

MURDID E. The use of synchronous vector measurements in the calculation of steady-state modes of electrical networks. **In:** *Journal of Engineering Science*, UTM – UDC 621.311:004.94 [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(2\).08](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(2).08). (Categoria B+)

DOBREA I., ROTARU A., STRATAN I. Opportunity of using a mixed neutral treatment solution in the distribution electrical networks of the Republic of Moldova. In: *Journal of Engineering Science* 2023, 30 (3), pp. 60-77. ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482. DOI: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(3\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).05) (Categoria B+)

ARION V., LEU V., HLUSOV V. (2023). Republic of Moldova: Assessment of energy poverty. *JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE*, 30(1), 85–98. DOI: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(1\).07](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(1).07). (Categoria B+)

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

GROPA Victor, **MOGOREANU** Nicolae, **ROTARI** Iulian, **SĂNDULEAC** Mihai, **PORUMB** Radu. Practical aspects of implementing street and park lighting projects. **In:** *Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 14th intern. conf.*, Chisinau, October 12-13, 2023, Vol.1, pp. 1-4, DOI: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290733>

ROTARU Adrian, **ROTARI** Iulian, **STRATAN** Ion. The analysis of the influence of load asymmetry on the operating modes of transformers with various connections. **In:** *Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 14th intern. conf.*, Chisinau, October 12-13, 2023.

GUȚU-CHETRUȘCA Corina, **BRAGA** Dumitru. Energy crises – energy transition driving force **In:** *Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 14th intern. conf.*, Chisinau, October 12-13, 2023, Vol.14, pp.1-6 (2023), DOI: [10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742](https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742).

BRAGA Dumitru. Power Quality Considering the Massive Integration of Variable Renewable Energy Sources **In: *Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 14th intern. conf.***, Chisinau, October 12-13, 2023, Vol.14, pp.1-6 (2023), **DOI: [10.1109/SIELMEN59038.2023.10290824](https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290824)**.

GUȚU-CHETRUȘCA Corina, **HLUSOV** Viorica, **VASILOS** Elena. Assessment Of The Economic Efficiency Of Reactive Power Compensation Measures In Electrical Distribution **In: *Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 14th intern. conf.***, Chisinau, October 12-13, 2023, Vol.14, pp.1-5 (2023), **DOI: [10.1109/SIELMEN59038.2023.10290734](https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290734)**.

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

TÎRȘU Mihai, MD; **POSTORONCĂ** Sveatoslav, MD; **LUPU** Mihail, MD; **ANISIMOV** Vladimir, MD; **COLESNIC** Igor, MD. Instalație de acumulare a căldurii solare pentru seră. Brevet de invenție de scurta durată nr. 1652, Z, BOPI 07/2023. Data depozitului 2022.02.02.

BOSNEAGA V., **SUSLOV** V., **TIRSU** M., **ANISIMOV** V. Dispozitiv tip transformator pentru interconectarea sistemelor energetice. Brevet de invenție de scurta durată nr. 1651, Z, BOPI 06/2023. Data depozitului 2020.09.18.

TÎRȘU Mihai, MD; **POSTORONCĂ** Sveatoslav, MD; **LUPU** Mihail, MD; **BÎCOVA** Elena, MD; **ANISIMOV** Vladimir, MD; Instalație solară hibridă. Brevet de invenție de scurta durată nr. 1657, Z, BOPI 07/2023. Data depozitului 2021.11.09.

COVALENCO Nicolae Pavel, MD; **COVALENCO** Nicolae Nicolae, MD, **TÎRȘU** Mihai, MD; **NEGURA** Ion, MD. Hotărâre pozitivă de acordare a brevetului nr. 10375 din 22.12.2023. Schimbător de căldură pentru panouri fotovoltaice termice.

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

- 10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)
- 10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)
- 10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

**Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2023**

Cifrul proiectului: 20.80009.7007.18

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea codurilor economice	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	2701,5		2701,5
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	648,4		648,4
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	20,0	-12,1	7,9
Servicii editoriale	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	4,0		4,0
Servicii neatribuite altor aliniate	222990			
Alte prestații sociale ale angajaților	273900			70,0
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900		+12,1	12,1
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea combustibilului, carburanților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	15,5		15,5
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		3389,4		3459,4

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

Dr. Mihai TÎRȘU

(numele, prenumele)



Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2023

Cifrul proiectului **20.80009.7007.18**

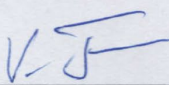
Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Tîrșu Mihai	1972	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
2.	Zaițev Dmitri	1963	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
3.	Comendant Ion	1949	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
4.	Șit Mihail	1946	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
5.	Juravliov Alexandru	1949	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
6.	Golub Irina	1967	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
7.	Caloșin Danila	1982	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
8.	Rudei Ion	1978		1,00	03.01.2023	30.09.2023
9.	Soloviov Nicolae	1979		1,00	03.01.2023	31.10.2023
10.	Uzun Mihail	1983		1,00	03.01.2023	31.03.2023
11.	Colesnic Igori	1976	dr.	1,00	03.01.2023	31.10.2023
12.	Turcuman Lilia	1961		0,50	03.01.2023	30.06.2023
13.	Prepeleța Iulia	1974		0,50	03.01.2023	31.12.2023
14.	Daud Vasile	1958	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
15.	Robu Sergiu	1972		1,00	03.01.2023	31.12.2023
16.	Lupu Mihail	1977		0,50	03.01.2023	31.12.2023
17.	Speian Aurel	1988		1,00	03.01.2023	31.12.2023
18.	Martnos Ion	1992		1,00	03.01.2023	14.02.2023
19.	Uzun Galina	1982		1,00	03.01.2023	31.12.2023
20.	Calbură Victor	1996		1,00	03.01.2023	31.12.2023
21.	Donțu Ion	1994		1,00	03.01.2023	31.10.2023
22.	Corcimari Mihai	1995		1,00	03.01.2023	31.12.2023
23.	Motelica Constantin	1996		1,00	03.01.2023	31.12.2023
24.	Stratan Ion	1943	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
25.	Radilov Tudor	1986	dr.		03.01.2023	31.12.2023
26.	Gropa Victor	1980	dr.		03.01.2023	31.12.2023
27.	Hlusov Viorica	1980	dr.	0.50	03.01.2023	31.12.2023
28.	Boșneaga Valeriu	1949	dr.	0.25	03.01.2023	31.12.2023
29.	Guțu-Chetrușca C.	1978	dr.	0.50	03.01.2023	31.12.2023
30.	Dobrea Ina	1970	f-grad	0.50	03.01.2023	31.12.2023
31.	Vasilos Elena	1984	f-grad	0.50	03.01.2023	31.10.2023
32.	Murdid Ecaterina	1986	f-grad	0.50	03.01.2023	31.10.2023
33.	Braga Dumitru	1983	dr.	0.50	03.01.2023	31.12.2023
34.	Suslov Victor	1946	f-grad	0.25	03.01.2023	31.12.2023
35.	Rotari Iulian	1994	f-grad	0.50	03.01.2023	31.12.2023
36.	Jingan Boris	1993	f-grad	0.50	03.01.2023	31.12.2023
37.	Apostol Irina	1997	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
38.	Rotaru Adrian	1992	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	39,5
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2023					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Borosan Constantin	1989	f-grad	0,5	15.02.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	39,5
---	------

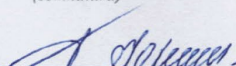
Rector U.T.M.


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

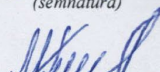
Contabil (economist)


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

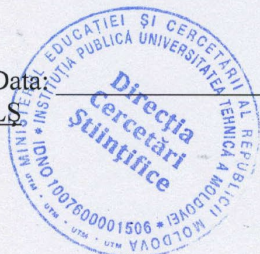
Conducătorul de proiect


(semnătura)

Dr. Mihai TÎRȘU

(numele, prenumele)

Data
LS



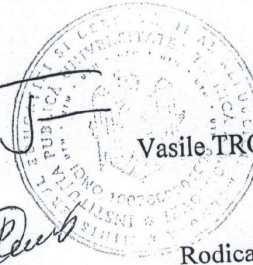
**Extras din Procesul Verbal nr. 1
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 10 ianuarie 2024**

Prezenți: 15 membri ai Consiliului științific al UTM – dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile, dr., conf. univ. Siminiuc Rodica, dr. hab., prof. univ. Bostan Viorel; acad. Bostan Ion; dr. hab., prof. univ. Bugaian Larisa dr. hab., prof. univ. Stoicev Petru; dr. hab., prof. univ. Tatarov Pavel; dr. hab., prof. univ. Valeriu Dulgheru; dr. hab., prof. univ. Rusu Ion; dr. hab., prof. univ. Albu Svetlana; dr., prof. univ. Șontea Victor; dr., conf. univ. Zaporozjan Sergiu, dr., conf. univ. Moraru Vasile, dr., conf. univ. Stratan Ion, doctorandă Railean Daniela.

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2023 în cadrul proiectului Program de Stat: 20.80009.7007.18 “Soluții tehnice ecoiNovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrare avansată a energiei regenerabile în R.M.(SINERGIE)”, Conducător de proiect (partener): **dr. Mihai Tîrșu.**

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2023 în cadrul proiectului Program de Stat: 20.80009.7007.18 “Soluții tehnice ecoiNovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrare avansată a energiei regenerabile în R.M.(SINERGIE)”.

V.



Președinte al CȘ UTM,
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,
Rodica SIMINIUC, dr., conf. univ.